

Die Bedeutung von Kohlenstoffbilanzen
im Diskurs über die Einbindung der Forstwirtschaft
in die nationale Klimapolitik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften
der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg im Breisgau

vorgelegt von

Till Pistorius

Freiburg im Breisgau

2007

Dekan: Prof. Dr. H. Rennenberg

Betreuer und Referent: Prof. Dr. K.-R. Volz

Korreferent: Prof. Dr. H. Brandl

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Februar 2008

Vorwort

Diese interdisziplinäre Arbeit ist aus einem von BWPLUS finanzierten Projekt mit dem Titel „Untersuchungen zum Kohlenstoffhaushalt der Wälder Baden-Württembergs“ an der FVA Baden-Württemberg in Freiburg entstanden. Sie besteht aus einem naturwissenschaftlichen Teil, in dem die im genannten Projekt verwendeten Methoden und Modelle dargestellt, sowie die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst werden. Da für die Bilanzierung verschiedene, teilweise fremdentwickelte, Methoden verwendet wurden, sind die betroffenen Teile in der Arbeit entsprechend kenntlich gemacht worden. Im Anschluss an das Projekt wurde am Institut für Forst- und Umweltpolitik der sozialwissenschaftliche Teil erarbeitet, der mittels einer Politikfeldanalyse die Ergebnisse in den politischen Kontext stellt.

An dieser Stelle möchte ich einer Vielzahl von Menschen meinen Dank aussprechen. Zunächst möchte ich ganz besonders Herrn Prof. Volz für das mir jederzeit entgegengebrachte Vertrauen und dafür, dass er mir dieses spannende Thema überlassen hat, danken. Besonderen Dank möchte ich auch Herrn Prof. Brandl aussprechen: Für die Begleitung seit meiner Zeit als wissenschaftliche Hilfskraft an der FVA, die fortwährende inhaltliche Betreuung meiner Arbeit und die vielen Ermutigungen, diesem spannenden und aktuellen Thema treu zu bleiben.

Nicht weniger möchte ich meiner Familie für die mentale Unterstützung danken, allen voran meiner über alles geliebten Frau Kathrin und meinem Sohn Nils, die nicht nur in den vergangenen Jahren häufig zu Gunsten dieser Arbeit auf meine physische und psychische Anwesenheit verzichtet haben – ohne mir dabei das Gefühl zu geben, sie zu vernachlässigen – sondern auch noch meine Arbeit gegen gelesen haben (inklusive Lochung der Korrekturfahne, danke Nils!). Das gilt besonders für die letzten neun Monate, da in dieser Zeit parallel ein weiteres familiäres Großprojekt entstanden ist. Zu meiner Familie gehören selbstverständlich auch meine Eltern und mein Bruderherz, die mich immer ermutigt haben und manchmal mehr an mich glauben als ich selbst.

Neben den genannten Hauptakteuren haben viele liebe Kollegen meine Arbeit mit anregenden Diskussionen, Literaturhinweisen und Verständnis unterstützt, sowohl während meiner Zeit an der FVA, als auch seit meinem Wechsel im Sept. 2006 an das Institut für Forst- und Umweltpolitik. Ich danke meinen ehemaligen Kollegen der FVA, Herrn Dr. Hartebrodt, Herrn Dr. Kändler, Herrn Dr. Bösch, Jürgen Zell, Andreas Tacke, Steffi Streifer und Jochen Gröber. Mein Dank im Institut geht vor allem an Georg Winkel, Sabine Dehn, Michael Memmler, PD Uli Schraml und Christine Schmitt. Weiterer Dank gilt meinen Freunden Thorsten Bock und Sebastian Pfautsch, mit denen häufig ein Austausch über die Höhen und Tiefen der Promotion gepflegt wurde – Abende, die das Weiterschreiben bisweilen sehr erleichtert haben. Last but not least möchte ich meinen Interviewpartnern danken, die mir einen Teil ihrer wertvollen Zeit geschenkt haben, um das Datenmaterial für den zweiten Teil der Arbeit zu generieren.

Till Pistorius

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis.....	ix
1 Problemstellung und Ziele der Arbeit.....	11
1.1 Einleitung	11
1.2 Zielsetzung der Arbeit	15
1.2.1 Oberziele und Informationsbedarf.....	15
1.2.2 Forschungsleitende Fragen	16
Teil A: Naturwissenschaftlich-technischer Teil	20
2 Stand des Wissens	20
2.1 Wälder und Holzprodukte im globalen C-Kreislauf.....	20
2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und seine Speicherfunktion	23
2.3 Quantifizierung und Modellierung der C-Speicherung.....	28
3 Berichterstattung über C-Speicher in Wäldern.....	31
3.1 Beschlüsse des Internationalen Klimaregimes zu terrestrischen Senken.....	31
3.1.1 Das Kyoto Protokoll	31
3.1.2 Das Bonn Agreement und die Marrakesch Accords.....	33
3.2 Allgemeine Anforderungen an die Berichterstattung.....	35
3.3 Gute fachliche Praxis in der Berichterstattung über LULUCF.....	36
3.3.1 Vorgehen bei der THG-Berichterstattung über LULUCF	41
3.3.2 Methodische Vorgaben für die Quantifizierung der C-Vorräte.....	42
3.3.2.1 Lebende ober- und unterirdische Biomasse	44
3.3.2.2 Tote Biomasse	44
3.3.2.3 Boden und Auflageschicht	46
3.3.2.4 Landnutzungsänderungen: Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung	47
4 Quantifizierung der C-Vorräte in Baden-Württemberg	49
4.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes	50
4.2 C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse (1987 bis 2002)	57
4.2.1 Quantifizierung der C-Vorräte in der oberirdischen Biomasse	57
4.2.1.1 Methodik: Volumenexpansion der Einzelbäume.....	58
4.2.1.2 Ergebnisse: Oberirdische C-Vorräte	61
4.2.2 Quantifizierung der C-Vorräte in der unterirdischen Biomasse	62
4.2.2.1 Methodik: Wurzelfunktionen nach DIETER & ELSASSER (2002)	62
4.2.2.2 Ergebnisse: Unterirdische C-Vorräte	63
4.2.3 Fehlerschätzung für die lebende Biomasse.....	64
4.2.4 Veränderung der C-Vorräte durch Landnutzungsänderungen	66

4.3	Modellierung der Produktspeicher (1987 bis 2002)	69
4.3.1	Methodik: Das Holzproduktmodell ‚WPM‘	71
4.3.1.1	Schätzung der Anfangsvorräte der Produktspeicher	72
4.3.1.2	Dateninput: Erntemengen und Sortierung	73
4.3.1.3	Holzverwendung in Deutschland	76
4.3.1.4	Lebensdauer von Holzprodukten	80
4.3.1.5	Material- und Energiesubstitutionseffekte	82
4.3.2	Ergebnisse: C-Vorräte in Holzprodukten	85
4.3.2.1	C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2002): BWI-Daten	85
4.3.2.2	C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2002): TBN-Daten	86
4.3.2.3	Größenordnung der Energie- und Materialsubstitutionseffekte	88
4.4	C-Vorräte in Boden, Auflage und Totholz	89
4.4.1	Methodik: Modellierung der C-Vorräte in Boden und Auflage mit YASSO	89
4.4.2	Quantifizierung der C-Vorräte in der toten Biomasse	91
4.4.3	Ergebnisse: C-Vorräte in Boden, Auflage und Totholz	92
4.5	Prognose der C-Vorratsentwicklung (2003 bis 2012)	92
4.5.1	Szenario 1: Vollständige Nutzung	94
4.5.2	Szenario 2: Realistische Nutzung	98
4.5.3	Szenario 3: Wie Szenario 2, aber Einstellung aller Nutzungen ab 2007	102
5	Diskussion (Teil A)	105
5.1	Diskussion der Ergebnisse	105
5.2	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien	108
5.3	Vergleich der Szenarien	111
5.4	Bedeutung sich verändernder Standortfaktoren für die C-Speicherung und Konsequenzen für waldbauliche Strategien	116
5.5	Kritische Würdigung der Modelle und weiterführende Forschung	119
Teil B: Politikwissenschaftlicher Teil		122
6	Hintergrund und Stand des Wissens (Teil B)	122
6.1	Wald in der Klima- und Umweltpolitik	122
6.2	Hintergrund und Entstehung des Diskurses um die Integration des Waldes in die Klimapolitik	127
6.3	Deutsche und europäische Senkenpolitik	129
6.4	Die Positionen von Gegnern und Befürwortern einer Einbeziehung von Senken in die deutsche Klimapolitik	132
6.4.1	Position und Argumentation der Senkengegner	133
6.4.2	Position und Argumentation der Senkenbefürworter	135
7	Untersuchungsansatz	139
7.1	Theoretischer Rahmen: Die Politikfeldanalyse	139
7.1.1	Wissenschaftliche Politikberatung	141
7.1.2	Die Diskursanalyse	143
7.1.3	Politisches Entscheiden und Einordnung des Themenkomplexes	148

7.2	Forschungsdesign	150
7.2.1	Methodik: Problemzentrierte Experteninterviews	151
7.2.2	Auswahl der Interviewpartner	153
7.2.3	Vorgehen und Durchführung	154
7.2.4	Auswertung: Inhaltsanalyse nach MAYRING	157
8	Ergebnisse der Experteninterviews	161
8.1.1	Beurteilung der Bedeutung der Wälder Deutschlands für den Klimaschutz	161
8.1.2	Beurteilung der Kyoto-Regelungen zu LULUCF	164
8.1.3	Beurteilung der Integration von Holzprodukten in die THG-Berichterstattung	168
8.1.4	Charakterisierung des Konfliktes um eine Einbindung von Wäldern in die Klimapolitik	171
8.1.5	Bewertung der deutschen Senkenpolitik	180
8.1.6	Bewertung der Positionierung der Forstwirtschaft	182
8.1.7	Beurteilung der Rolle der Wissenschaft	183
8.1.8	Nicht angesprochene, für das Thema relevante Aspekte	192
8.2	Zusammenfassung der Ergebnisse: Darstellung der Argumentationslinien	193
8.2.1	<i>Story line I</i> : Senkenbefürworter	193
8.2.2	<i>Story line II</i> : Senkengegner	195
8.2.3	<i>Story lines III und IV</i> : Politik und Wissenschaft	197
9	Diskussion (Teil B)	199
9.1	Diskussion der Ergebnisse	199
9.2	Diskussion der in den Argumentationslinien verwendeten Sprache	204
9.3	Diskussion der Methoden	206
Teil C: Synthese		208
10	Diskussion der Ergebnisse beider Teile	208
10.1	Ökonomische Bewertung der Senkenleistung	209
10.2	Politische Bewertung der deutschen Senkenpolitik	212
10.3	Fazit	217
11	Zusammenfassung	224
12	Summary	229
13	Literatur	234

Abkürzungsverzeichnis

AAU	Assigned Amount Units (Erstausstattungszerifikats)
Abb.	Abbildung
AKL	Altersklasse
ALh	Andere Laubbäume mit hoher Lebenserwartung (= sonstige HL)
ALn	Andere Laubbäume mit niedriger Lebenserwartung (= sonstige WL)
App.	approximately
ARD	Afforestation, Reforestation, Deforestation (Aufforstung, Wiederaufforstung, Entwaldung)
Art.	Artikel
atro	absolut trocken
BEF	Biomasseexpansionsfaktor
BHD	Brusthöhendurchmesser
BMELF	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (später BMVEL, heute BMELV)
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (seit 2005)
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (1998 bis 2005)
BRD	Bundesrepublik Deutschland
Bu	Buche
BWI	Bundeswaldinventur
BZE	Bodenzustandserfassung
bzw.	beziehungsweise
C	Kohlenstoff (engl.: carbon)
ca.	circa
°C	Grad Celsius
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reduction (Zertifikat aus CDM-Projekten)
CH ₄	Methan
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Conference of the Parties (Vertragsstaatenkonferenz)
CRF	Common Reporting Format (Gemeinsames Berichtsformat)
CV	Kovariationskoeffizient
cwl	coarse woody litter (Totholz)
D ₇	Stammdurchmesser in 7 m Höhe
Dgl	Douglasie
dGZ	durchschnittlicher Gesamtwuchs
DOM	Dead Organic Matter (Nekromasse)
dt.	deutsch
DW	Dead wood (Totholz)
ECCP	European Climate Change Programm (Europäisches Klimaschutzprogramm)

EFI	European Forestry Institute (Joensuu/Finnland)
EFm	Erntefestmeter ohne Rinde
Ei	Eiche
engl.	Englisch
ENGO	Environmental Non-Governmental Organizations (Umwelt-Nichtregierungsorganisationen)
ET	Emission Trade (Emissionszertifikathandel)
etc	et cetera
EU	Europäische Union
EUA	EU-Allowances (Emissionszertifikate des europäischen Zertifikathandelssystems)
EU-ETS	European Emission Trading Scheme (Europ. Handelssystem für THG-Zertifikate)
FAO	Food and Agriculture Organization
Fi	Fichte
Fm	Festmeter
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
fwl	fine woody litter (feine holzige Streuanteile)
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „zur Verbesserung des Agrar- und Küstenschutzes“
GG	Grundgesetz
GPG	Good Practice Guidance (Gute Fachliche Praxis)
ha	Hektar
HL	Hartlaubhölzer (=ALh)
Höhe ü. NN	Höhe über Normal-Null (Meereshöhe)
HWP	Harvested Wood Products (Holzproduktmodell des EFI)
i.S.	im Sinn
IH	Industrieholz
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IR	Industrierestholz
JI	Joint Implementation
km	Kilometer
Kie	Kiefer
KP	Kyoto Protokoll
Lae	Lärche
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz
LFV	Landesforstverwaltung Baden-Württemberg
LT	Litter (Streu)
LU	Land use (Landnutzung)
LULUCF	Land use, Land use Change and Forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)
LWaldG	Landeswaldgesetz
m	Meter
m.R.	mit Rinde
m ³	Kubikmeter
Mio.	Million
mm	Millimeter
MPI BGC	Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena

mwl	mean woody litter (mittelstarke holzige Streuanteile)
N ₂ O	Lachgas
NAP	Nationaler Allokationsplan
NFP	Nationales Forstprogramm (heute: Nationales Waldprogramm)
NIR	National Inventory Report (Nationaler Treibhausgasbericht)
nwl	non-woody-litter (nichtholzige Streuanteile)
NWP	Nationales Waldprogramm
o.R.	ohne Rinde
pNV	potentielle natürliche Vegetation
ppm	parts per million
r	Radius
rd.	rund
RMU	Removal Units (Senkenzertifikate aus Art. 3.3 und 3.4)
s.	siehe
S1	Szenario 1: Vollständige Nutzung
S2	Szenario 2: Tatsächliche Nutzung
S3	Szenario 3: Wie S2, ab 2007 komplette Nutzungseinstellung
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
SNP	Sägenebenprodukte
sog.	sogenannt
t	Tonne
Ta	Tanne
Tab.	Tabelle
TBN BMVEL	Testbetriebsnetz des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (heute: BMELV)
TBN KPW	Testbetriebsnetz Kleinprivatwald
THG	Treibhausgase
u.a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UNCED	United Nations Conference on Environment & Development (Rio 1992)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention)
VEF	Volumenexpansionsfunktion
VFm	Vorratsfestmeter mit Rinde
VP	Verpflichtungsperiode des Kyoto Protokolls
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltfragen
WEHAM	Waldentwicklungs- und Holzaufkommens-Modellierung
WL	Weichlaubhölzer (=ALn)
WPM	Wood Product Model (Holzproduktmodell)
zw.	zwischen

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Der globale C-Kreislauf (aus: WBGU 2003).....	11
Abb. 1-2: Vollständige Betrachtung des C-Speichers ‚Wald‘ und der nachgelagerten Technosphäre.....	17
Abb. 2-1: C-Speicher der Erde (aus: WEGENER & ZIMMER 2001a)	21
Abb. 3-1: Logik der LULUCF-Berichterstattung (nach BROWN ET AL. 1998).....	40
Abb. 4-1: Datengrundlagen, Modelle und Ergebnisse für die inventurbasierte Quantifizierung der relevanten C-Speicher	49
Abb. 4-2: Wuchsgebiete im Untersuchungsgebiet Baden-Württemberg.....	51
Abb. 4-3: AKL-Struktur der Wälder in Baden-Württemberg (1987 und 2002)	53
Abb. 4-4: Entwicklung der mit Nadelbäumen bestockten Flächen.....	54
Abb. 4-5: Entwicklung der mit Laubhölzern bestockten Flächen	55
Abb. 4-6: Verhältnis zwischen Derbholz und Baumholz am Bsp. der Fichte	59
Abb. 4-7: Veränderungen der Waldflächen in Baden-Württemberg (1990 bis 2002)	68
Abb. 4-8: Der ‚ <i>production approach</i> ‘ (nach LIM ET AL. 1999)	70
Abb. 4-9: Übersicht über die Datenflüsse und Informationsquellen im Holzproduktmodell	73
Abb. 4-10: Verwendung von Nadelstammholz in Deutschland im Jahr 2002	78
Abb. 4-11: Verwendung von Laubstammholz in Deutschland im Jahr 2002.....	79
Abb. 4-12: Verwendung von Industrieholz in Deutschland im Jahr 2002.....	79
Abb. 4-13: Funktionen für die Ermittlung der Lebensdauer von Holzprodukten und des Zerfalls von Totholz (nach Wirth ET AL. 2004a)	81
Abb. 4-14: Energiebilanz von Fichtenrundholz (aus: BMELF 2000)	83
Abb. 4-15: Veränderung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2002).....	85
Abb. 4-16: Zeitlich aufgelöste Entwicklung der Produktspeicher (1987 bis 2002).....	87
Abb. 4-17: Prozentuale Holzverwendung nach LFV/TBN-Daten (1987 bis 2002).....	88
Abb. 4-18: Modellstruktur YASSO.....	91
Abb. 4-19: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S1	97
Abb. 4-20: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S1	98
Abb. 4-21: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S2	100
Abb. 4-22: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S2	101
Abb. 4-23: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S3.....	103
Abb. 4-24: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S3	104
Abb. 5-1: Dynamik der C-Vorräte in der lebenden Biomasse (1987 bis 2012)	112
Abb. 5-2: Dynamik der C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2012)	112
Abb. 5-3: Substitutionseffekte pro Jahr in 1000 t C (1987 bis 2012).....	113
Abb. 5-4: Schematische Darstellung der Vorratsentwicklung in ungenutzten und in bewirtschafteten Wäldern (nach: BURSCHEL & HUSS 1993, WBGU 1998)	115
Abb. 6-1: Das umweltpolitische Interessendreieck (nach: VON PRITTWITZ 1990)	123
Abb. 7-1: Vorgehen bei der Inhaltsanalyse nach MAYRING (2003) und MEMMLER (2003)	159
Abb. 9-1: Preisentwicklung für EUA in der 2. Phase (2008 bis 2012) des EU-ETS	211

Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1: Klimadaten der Wuchsgebiete Baden-Württembergs	51
Tab. 4-2: Anteile der Baumartengruppen zu den Stichjahren der BWI (Flächenanteil).....	53
Tab. 4-3: Veränderung der Flächenanteile der Baumarten in 1000 ha (1987 bis 2002)	54
Tab. 4-4: Vorratsänderung der Baumarten in 1000 VFm (1987 bis 2002)	56
Tab. 4-5: Konstanten der Derbholzexpansion.....	59
Tab. 4-6: Verwendete Raumdichten (nach KOLLMANN 1982)	60
Tab. 4-7: Mittelwerte von Stamm- und Astdichten und deren Verhältnis	60
Tab. 4-8: Entwicklung der oberirdischen C-Vorräte nach Baumarten (Summe)	61
Tab. 4-9: Entwicklung der oberirdischen C-Vorräte je Baumart und ha.....	62
Tab. 4-10: Koeffizienten der verwendeten Wurzelfunktionen	63
Tab. 4-11: Entwicklung der unterirdischen C-Vorräte je Baumart (Summe)	63
Tab. 4-12: Entwicklung der unterirdischen C-Vorräte je Baumart und ha	64
Tab. 4-13: Fehlerschätzung des C-Vorrats in %: BWI I (1987).....	66
Tab. 4-14: Fehlerschätzung des C-Vorrats in %: BWI II (2002).....	66
Tab. 4-15: Veränderung der Waldflächen in Baden-Württemberg (1990 bis 2002)	67
Tab. 4-16: Vorratsverluste durch Waldflächenumwandlung in t C (1990 bis 2002)	68
Tab. 4-17: C-Vorratszunahme durch Neuwaldflächen (1990 bis 2002)	69
Tab. 4-18: Schätzung der Anfangsvorräte der Produktspeicher in Mio. t C (1986).....	72
Tab. 4-19: Vergleich der jährlichen Holznutzung nach Baumartengruppen in EFm o.R. im Gesamtwald des Landes Baden-Württemberg (1987 bis 2002)	74
Tab. 4-20: Aggregierte Werte der Nutzungsmengen (1987 bis 2002)	75
Tab. 4-21: Vergleich der Nutzungsmengen nach Sortierung der BWI-Daten	76
Tab. 4-22: Verwendungsschlüssel für die Sortimente im Jahr 2002 (Deutschland).....	80
Tab. 4-23: Mittlere Abbauraten [K], Halbwertszeiten [t ₅₀] und Lebensdauern [t ₉₅] (nach WIRTH ET AL. 2004a).....	80
Tab. 4-24: Energieverbrauch für verschiedene Holzprodukte je m ³ (nach BÖSWALD 1996)	84
Tab. 4-25: Entwicklung der Produktspeicher mit BWI-Daten (1987 bis 2002)	86
Tab. 4-26: Entwicklung der Produktspeicher mit TBN-Daten (1987 bis 2002)	87
Tab. 4-27: Substitutionseffekte durch energetische Nutzung von Holz und Altholz	89
Tab. 4-28: Raumdichten von Totholz nach Zersetzungszustand (nach FRAVER ET AL. 2002)....	92
Tab. 4-29: Korrekturfaktor für die WEHAM-Szenarien	94
Tab. 4-30: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S1	95
Tab. 4-31: C-Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S1	96
Tab. 4-32: Entwicklung der Holzproduktspeicher in Mio. t C (1987 bis 2012) – S1	96
Tab. 4-33: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S1.....	97
Tab. 4-34: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S2.....	99
Tab. 4-35: C-Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S2.....	99
Tab. 4-36: Entwicklung der Holzproduktspeicher in Mio. t C (1987 bis 2012) – S2	100
Tab. 4-37: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S2.....	101

Tab. 4-38: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S3.....	102
Tab. 4-39: Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S3	102
Tab. 4-40: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S3	103
Tab. 4-41: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S3.....	104
Tab. 5-1: C-Vorräte der Waldbiomasse in Baden-Württemberg in Mio. t C (1987)	105
Tab. 5-2: C-Vorräte der Waldbiomasse in Baden-Württemberg in Mio. t C (2002)	105
Tab. 5-3: Veränderung der C-Vorräte nach der ‚stock-change method‘ in Mio. t C	106
Tab. 5-4: C-Speicher ‚Holzprodukte‘ in Mio. t C (2002)	107
Tab. 5-5: C-Bilanz für den Wald und die Technosphäre in Baden-Württemberg (2002)	108
Tab. 5-6: Verfahren, Datengrundlage und berechnete C-Vorräte für die lebende Biomasse in Bayern, Thüringen und Baden-Württemberg in t je ha	109
Tab. 5-7: Verfahren, Datengrundlage und berechnete C-Vorräte in Totholz, Boden und Holzprodukten in t C je ha Waldfläche	110
Tab. 5-8: YASSO modellierte Durchschnittswerte für C-Vorräte in Bodenhumus und Auflage	114
Tab. 5-9: Entwicklung der Speicher in den Szenarien in Mio. t C	115
Tab. 5-10: Entwicklung der Substitutionseffekte in den Szenarien in Mio. t C	116
Tab. 7-1: Forschungsdesign (nach FLICK 2000).....	151
Tab. 7-2: Methodologischer Vergleich von drei typischen Formen qualitativer Interviews (nach LAMNEK 1993b)	152
Tab. 8-1: <i>Story line I</i> – Senkenbefürworter.....	195
Tab. 8-2: <i>Story line II</i> – Senkengegner	196
Tab. 8-3: <i>Story line III und IV</i> – Politik und Wissenschaft	198
Tab. 9-1: Quantifizierung des Wertes der Senkenleistung der Wälder Baden-Württembergs für die drei Szenarien	212

1 Problemstellung und Ziele der Arbeit

1.1 Einleitung

Die Erdatmosphäre schützt das Leben durch den Treibhauseffekt, der für klimatische Bedingungen sorgt, unter denen der Mensch sowie Millionen von Tier- und Pflanzenarten in für sie geeigneten Habitaten und Ökosystemen existieren können. Dieser Effekt wird durch ein Gemisch aus Treibhausgasen (THG) bewirkt, in dem Kohlenstoff (C) in Form von Kohlendioxid (CO₂) eine maßgebliche Rolle spielt (WBGU 2003, SCHÖNWIESE 2005a). Das Element C ist neben der Atmosphäre in verschiedenen Speichern fixiert (Abb. 1-1): Ozeanen, Sedimenten, Lagerstätten für Erdöl, Kohle und Erdgas, aber auch in Biomasse in Wäldern und Böden. Zwischen diesen Speichern findet ein natürlicher und, seit der Industrialisierung, auch verstärkt ein anthropogen bedingter Austausch statt. Die Verbrennung der fossilen Energieträger zerstört die großen C-Speicher, die sich im Laufe von Millionen Jahren gebildet haben, und verursacht durch die dabei entstehenden Emissionen einen zunehmenden Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration (UNFCCC 1999a, LATIF 2005). Verstärkt wird diese Entwicklung durch die großflächige Entwaldung und Degradierung von Waldökosystemen, vor allem in den Tropen. Die FAO (2005) schätzt den jährlichen Verlust von Waldflächen auf 13 Mio. ha, die für 20 bis 25% der anthropogenen Emissionen verantwortlich sind (IPCC 2007). Seit Beginn der Industrialisierung ist die CO₂-Konzentration der Atmosphäre von 280 ppm auf 380 ppm im Jahr 2003 angestiegen (LATIF 2005).

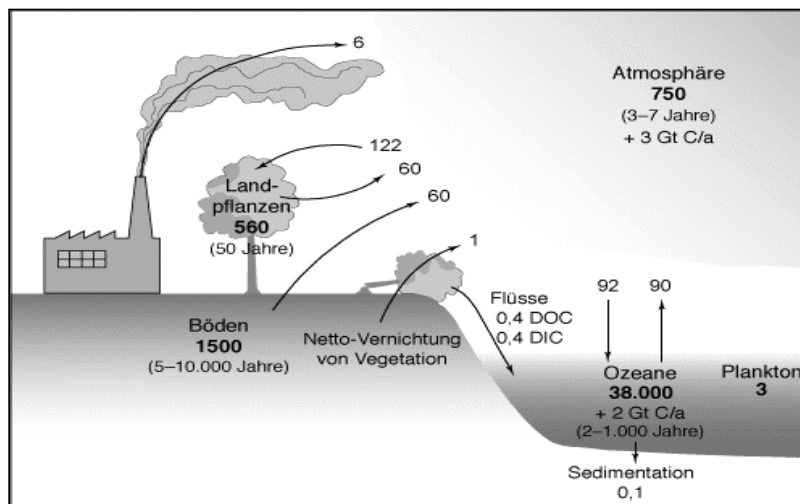


Abb. 1-1: Der globale C-Kreislauf (aus: WBGU 2003)

Es wird inzwischen kaum noch bestritten, dass der Mensch durch massive THG-Emissionen die Zusammensetzung der Atmosphäre und damit das globale Klima verändert; darüber hinaus besteht auch Konsens, dass diese Veränderungen der Atmosphäre schwerwiegende Konsequenzen für das Weltklima und für die Lebensbedingungen der meisten Arten haben werden (IPCC 2007, SHACKLETON 2000). Früher veränderte das globale Klima den Menschen, heute nimmt der Mensch durch sein Handeln Einfluss auf das globale Klima (LATIF 2005). Das Klima ist ein wesentlicher Standortfaktor, der das Vorkommen und die natürliche Ausbreitung

von Pflanzengesellschaften in Wäldern steuert und damit auch einen Einfluss auf die Biomassevorräte hat. Entscheidend ist die Geschwindigkeit des Klimawandels, denn sie bestimmt, welche Arten aus Flora und Fauna in der Lage sind, sich an die neuen Bedingungen anzupassen oder in Gebiete wandern können, die für sie geeignete Existenzgrundlagen bieten. Wälder erbringen vielfältige Leistungen, auf welche die Menschheit angewiesen ist – von der Lieferung von Trinkwasser und der Produktion von Sauerstoff, über Boden- und Erosionsschutz, die Erhaltung der Artenvielfalt als genetische Ressource, bis hin zur Speicherfunktion von THG.

Die Mehrheit der Wissenschaftler sowie viele Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft haben die resultierenden Gefahren für den Menschen und seine Umwelt erkannt und sehen dringenden Handlungsbedarf (IPCC 2001, 2007). Diese gemeinsame Überzeugung hat auf der UNCED-Konferenz 1992 in Rio zur Verabschiedung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC, United Framework Convention on Climate Change) geführt, in deren Folgeprozess das Kyoto Protokoll (KP) entstanden ist (UNFCCC 1997) – die erste konkrete internationale Vereinbarung mit dem Ziel, den Klimawandel durch verbindliche Vereinbarungen zur Reduktion von Emissionen zu verlangsamen. Da sich das Protokoll auf alle wichtigen Wirtschaftsbereiche auswirken wird, gilt es als das bedeutendste Abkommen für den Schutz der Umwelt und die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung, das bislang verabschiedet wurde. Mit der Ratifizierung durch Russland ist das Protokoll 2005 in Kraft getreten und die vereinbarten Verpflichtungen sind für die teilnehmenden Vertragsstaaten verbindlich geworden.

Wälder spielen im globalen C-Haushalt eine bedeutende Rolle, sowohl aufgrund ihrer Eigenschaft als Senke, als auch hinsichtlich ihrer möglichen Rolle als Quelle für THG (ROSENBAUM ET AL. 2004). Sie bilden im Gegensatz zur Kapazität der Ozeane einen relativ kleinen C-Speicher, sind aber durch Bewirtschaftung beeinflussbar. Weltweit sind in der Biomasse von Wäldern 86% des terrestrischen oberirdischen C und ca. 40% des unterirdischen C in Böden gespeichert (DIXON ET AL. 1994). Die Integration von Wäldern in das internationale Regelwerk war sehr umstritten und hätte 2001 beinahe zu einem Scheitern der internationalen Verhandlungen geführt. Die Argumente der Befürworter und der Gegner einer Einbeziehung von Senken waren vielschichtig und bis heute wird dieses Thema kontrovers diskutiert. Die internationalen Vereinbarungen des KP und der Marrakesch Accords (UNFCCC 2002) ermöglichen den Vertragsstaaten durch die Art. 3.3 und 3.4 des KP, ihre eingegangenen Verpflichtungen teilweise dadurch zu erfüllen, dass sie durch LULUCF-Maßnahmen¹ eine Senkenleistung erzielen, die der Atmosphäre THG entzieht (DE JONG 2001). Die Aufnahme dieser Senken in das Kyoto-Regelwerk und die nachfolgende Konkretisierung stellt einen politischen Kompromiss dar, der versucht, verschiedenen Argumenten und Interessen Rechnung zu tragen. Obwohl verschiedene Landnutzungsarten und auch Ozeane Senken sein können, bezieht sich der Begriff ‚Senke‘ im internationalen und nationalen Diskurs sowie in dieser Arbeit ausschließlich auf Wälder.

¹ LULUCF = Land Use, Land Use Change & Forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderungen & Forstwirtschaft)

Deutschland hat Ende 2006 beschlossen, sich die Senkenleistung seiner Wälder durch die optionale Anwendung von Art. 3.4 auf die nationalen Emissionsreduktionsverpflichtungen anrechnen zu lassen – trotz der bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten und der langjährigen Ablehnung einer Integration von Senken im internationalen Kontext (WBGU 1998, MÜLLER-USING 2002). Dazu hat Deutschland der EU-Kommission und dem Sekretariat der UNFCCC gemeldet, dass es diese Option wahrnimmt und bereits in der ersten Verpflichtungsperiode (VP) von 2008 bis 2012 die Senkenleistung seiner Wälder anrechnen lässt (BMELV 2006). Dieser Kurswechsel nach einer kategorischen Ablehnung in den Verhandlungen ist ein Indiz dafür, dass die Senkenfrage ein Abwägen von Argumenten, Interessen und Risiken notwendig macht und Gegenstand weiterer Kontroversen sein wird.

Eine Anwendung der Option von Art. 3.4 hat Vor- und Nachteile. Politische Entscheider und andere Akteure müssen diese gegeneinander bei ihrer Positionierung abwägen und Entscheidungen treffen, die unter Umständen sehr folgenreich sind. Das ist angesichts der hohen Komplexität und Vielschichtigkeit des Themas schwierig, und wird zusätzlich durch viele Unsicherheiten, Einflussfaktoren und Wechselwirkungen verstärkt. Es besteht zwar Konsens darüber, dass der terrestrische C-Speicher ‚Wald‘ eine bedeutende Rolle im Klimawandel und im globalen C-Kreislauf spielt. Dieser allgemeine Konsens endet aber dort, wo es um eine Spezifizierung der Konsequenzen, Handlungsalternativen und konkreten Maßnahmen geht, sowohl auf der internationalen als auch auf der nationalen Ebene. Trotz der gemeinsamen Ziele der Akteure, den Klimawandel abzumildern und Maßnahmen für eine Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen zu beschließen, gelang es bislang nicht, den Wald und die Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik zu integrieren. PREGERNIG (2007b) betont, dass Waldpolitik allgemein stark davon abhängt, wie Wald definiert wird und welche Annahmen über die Aufgaben, die Natur und den kulturellen Kontext von Wäldern zu Grunde liegen. Da es sich bei den Wald und Forstwirtschaft betreffenden Strategien um Entscheidungen mit besonders langfristigen Auswirkungen handelt, besteht ein besonders intensives Bedürfnis nach Expertenwissen, um Entscheidungen unter Unsicherheit treffen zu können, zumal deren Konsequenzen auch politische, ökonomische und gesellschaftliche Aspekte berühren.

Es stellt sich z.B. die Frage, inwieweit wissenschaftliche Untersuchungen, wie C-Bilanzen und die Modellierung von Stoffflüssen, bei politischen Entscheidungen eine Rolle spielen und eine geeignete Grundlage für die Entwicklungen von politischen und ökologischen Strategien sind. Die Beantwortung dieser Frage ist für die Entwicklung von Lösungsansätzen wichtig, da die Möglichkeit besteht, einen Konflikt mit Hilfe besserer wissenschaftlicher Erkenntnisse zumindest entschärfen zu können, wenn seine Ursachen strukturell-sachlicher Natur sind. Liegen dem Konflikt jedoch fundamentale, ideologische Überzeugungen zu Grunde, bedarf es einer anderen Herangehensweise, um den Konflikt zu lösen – z.B. könnte über einen partizipativen Ansatz versucht werden, einen Konsens zu finden, der den eventuell sogar gleichgewichtigen Interessen und Ansprüchen aller Stakeholder gerecht wird.

Entscheidungsträger und andere Akteure sind bei komplexen Fragestellungen wie dem Umgang mit Senken auf beratende wissenschaftliche Untersuchungen angewiesen, die sie bei ihrer Positions- und Entscheidungsfindung unterstützen. Da ein großes Bedürfnis der Politik und

jener, die sie mitgestalten wollen, nach gesicherten Informationen besteht, stellt sich auch die Frage nach der Qualität wissenschaftlicher Ergebnisse. Das gilt insbesondere für Modellierungen, die aus Gleichungen mit vielen Unbekannten bestehen, wie z.B. in der Klimaforschung. WAGNER (2004) beschreibt die Senkenfrage und ihre Einbindung in den Klimaschutz als eine „typische Situation mit Unsicherheit“, (...) die dadurch verschärft wird, dass man nicht von einem neuen Gleichgewichtszustand des Klimas ausgehen darf, sondern mit einer kontinuierlichen Entwicklung rechnen muss. Daher ist von zentraler Bedeutung, wie mit diesen Unsicherheiten umgegangen wird.

Ein grundlegender Aspekt, der den Konflikt zwischen Gegnern und Befürwortern einer Integration von Senken in die Klimapolitik prägt, ist die Frage, was aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoller ist: In Wäldern möglichst große Speicher aufzubauen und diese Vorräte zu erhalten oder die Senkenleistung, also den Netto-Zuwachs, durch Bewirtschaftung zu optimieren. Große Speicher mit relativ geringer Dynamik entstehen über lange Zeiträume in ungenutzten Wäldern; daher befinden sich in den verbleibenden Urwäldern die größten Biomassevorräte. Diese Ökosysteme haben jedoch nur eine geringe oder gar keine Senkenleistung, weil die Speicher ‚voll‘ sind. In niedriger bevorrateten Wirtschaftswäldern mit hohen Wuchsleistungen, wie sie in Deutschland vorherrschen, werden dagegen zurzeit häufig große Senkenleistungen festgestellt. Auch innerhalb der Wissenschaft gibt es verschiedene Sichtweisen darüber, welche Rolle Wälder in der Klimapolitik spielen sollten. Der fehlende Konsens lässt sich teilweise auf die Ergebnisse von Untersuchungen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen sowie deren Interpretation, zurückführen und impliziert den konstruktivistischen Charakter, den Wissenschaft haben kann. Im letzten Jahrzehnt wurde viel Forschung in diesem Bereich betrieben, um die bestehenden Wissenslücken zu schließen oder zumindest zu reduzieren. So konnten viele Untersuchungen zu einem besseren Verständnis der C-Kreisläufe in Wäldern und Holzprodukten beitragen; teilweise haben sie aber auch neue Fragen aufgeworfen.

Die Rolle der Wissenschaft ist in diesem Diskurs besonders interessant, da sie divergierende Positionen vertritt, und wichtig, da sie im Diskurs verschiedene Funktionen einnimmt. So gibt es im Senkendiskurs renommierte Institutionen und Wissenschaftler auf beiden Seiten, die unterschiedliche Auffassungen darüber vertreten, welche Rolle der Wald im Klimaschutz spielen sollte und wie er in diesem Zusammenhang optimal zu bewirtschaften sei. Dieser Dissens zeigt die schwierige Situation der Wissenschaft: Ihre Vertreter wissen um die Unsicherheiten, die ihren mit vielen Annahmen behafteten Untersuchungen und Modellierungen zu Grunde liegen. Gleichzeitig spielen ihre Erkenntnisse und Empfehlungen eine umso größere Rolle für Entscheidungsträger, je komplexer die Themen und je unsicherer die Konsequenzen der notwendigen Entscheidungen sind. „Wissenschaftler neigen dazu, sich wegen der Komplexität der Welt nur ungern eindeutig festzulegen, während Politiker entscheiden müssen und dafür Rat und Hilfe suchen, mit der sie etwas anfangen können (WEWER 2003:378).“ Somit liefert die Wissenschaft einerseits eine Entscheidungsgrundlage und Legitimation für politisches Handeln; auf der anderen Seite kann sie auch von politischen Akteuren instrumentalisiert werden, um ihre Positionen zu untermauern: „Der Nutzen von Gutachten liegt für Politiker nicht in der fachlichen Information oder Aufklärung, die darin steckt, sondern vorrangig in dem Nutzen, der sich politisch daraus ziehen lässt (WEWER 2003:377).“

1.2 Zielsetzung der Arbeit

1.2.1 Oberziele und Informationsbedarf

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist es, wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen für eine Integration des Waldes in die deutsche Klimapolitik abzuleiten, welche die verschiedenen Interessen und die daraus resultierenden Konflikte berücksichtigen. Das ist wichtig, weil die Speicherung von C in Biomasse als Instrument genutzt werden kann, um mehr Zeit für die Entwicklung emissionsärmerer Technologien und die Anpassung an den Klimawandel zu gewinnen (POKER ET AL. 2002). Es ist notwendig, verschiedene wissenschaftliche Disziplinen miteinander zu verknüpfen, um alle Aspekte des Themas umfassend zu betrachten – dazu gehören ökologische Aspekte und Entwicklungen, gesellschaftliche Ansprüche, ökonomische Interessen der Waldbesitzer und die politischen Rahmenbedingungen. Diese fächerübergreifende Arbeit verbindet daher eine naturwissenschaftlich-technische Untersuchung mit einer Politikfeldanalyse über die Rolle der Senken in der nationalen Klimapolitik, in der die politikberatende Wissenschaft und die grundsätzliche Eignung wissenschaftlicher Untersuchungen als Grundlage für komplexe politische Entscheidungen im Vordergrund stehen. Sie weicht insofern von einer klassischen Untersuchungsstruktur ab, als dass sie versucht, in zwei grundlegend verschiedenen Wissenschaftsbereichen Fragestellungen zu beantworten, um dann die Erkenntnisse zusammenzuführen und in den nationalen und internationalen politischen Kontext zu stellen.

Da alle klimapolitischen Akteure in Zusammenhang mit dem Wald dasselbe Oberziel zu verfolgen scheinen – nämlich eine aus Sicht des Klimaschutzes optimale Politik zu gestalten, die auch die anderen Waldfunktionen berücksichtigt – besteht theoretisch die Möglichkeit, dass die gegensätzlichen Positionen durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse eine gemeinsame Diskussionsgrundlage bekommen und auf dieser Basis bestehende Konflikte aufgelöst oder zumindest reduziert werden können. Eine Annahme der Arbeit ist jedoch, dass ein solcher sachrationaler Ansatz den Konflikt um die Einbindung von Senken in nationale und internationale Klimaschutzstrategien nicht hinreichend erklären kann. Es soll daher geprüft werden, ob es sich um einen sachlich begründeten Verteilungskonflikt handelt, oder ob grundlegende Divergenzen in den Überzeugungen der Akteure vorherrschen, die auch durch neue Erkenntnisse nicht verändert werden können. Das ist wichtig, um die Frage zu klären, inwieweit wissenschaftliche Untersuchungen wie C-Bilanzen und Modellierungen von Stoffflüssen als Grundlage für politische Entscheidungen geeignet sind, und ob ihre Ergebnisse zu einer Veränderung der Überzeugungen der Akteure beitragen können.

Der Bedarf an wissenschaftlich fundierten Zahlen über die Veränderung von THG-Speichern im Bereich LULUCF ergibt sich auch aus den Berichterstattungspflichten, die Deutschland mit der Ratifizierung der UNFCCC eingegangen ist. Auch das KP sieht eine Berichterstattung vor, die allerdings noch höhere Ansprüche an die Datenqualität und den Umgang mit Unsicherheiten stellt. Durch die Anrechnung von Landnutzungsflächen und Aktivitäten auf die nationalen Emissionsreduktionsziele besteht also ein besonderer Informationsbedarf. Die Anrechnung der

Senkenleistung durch gestiegene Holzvorräte in Wäldern birgt zusätzliches Konfliktpotential z.B. dadurch, dass eine Konkurrenz zwischen Interessen der Rohstoffproduktion und der Funktion des Waldes als THG-Speicher entsteht. In den Jahren 2005 und 2006 haben sich die Holzpreise von den Auswirkungen des Jahrhundertsturms Lothar 1999 erholt, was zu einer verstärkten Nutzung geführt hat; auch die infolge des Ölpreisanstiegs starke Nachfrage nach Energieholz führt zu einer allmählichen Mobilisierung der Holzreserven (CARMEN 2006). Gerade diese bislang ungenutzten Zuwachspotentiale haben aber zu dem Vorratsaufbau geführt, auf dem die Senkenwirkung der deutschen Wälder basiert. Informationsbedarf besteht in diesem Zusammenhang auch für die bislang nicht berücksichtigten Holzprodukt-Speicher, die im größtenteils bewirtschafteten Wald in Deutschland eine bedeutende Größenordnung einnehmen. Hinsichtlich der Produktspeicher gibt es noch große Wissenslücken, die in dieser Arbeit mit den existierenden Daten bestmöglich geschlossen werden sollen.

Gegenstand des zweiten Teiles dieser Arbeit ist eine Analyse der verschiedenen Argumentationslinien der Akteure im Politikfeld ‚Senken in der deutschen Klimapolitik‘. Dabei soll untersucht werden, wie sich der Diskurs zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern entwickelt hat, unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Wissenschaft. Als Ergebnis soll in dieser Untersuchung eine Reihe von Empfehlungen für eine mögliche Einbindung von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimaschutzpolitik abgeleitet werden. Sie sollen die relevanten ökologischen, ökonomischen und politischen Aspekte berücksichtigen, die in dieser Arbeit erarbeitet und dargestellt werden. Die übergeordneten Ziele der Arbeit sind daher:

- Die auf den Anforderungen der internationalen Berichterstattungspflichten beruhende Entwicklung einer Methodik zur Erstellung vollständiger C-Bilanzen, die den Beitrag von Wald und Forstwirtschaft zum Klimaschutz in einem Full-Carbon-Accounting-Ansatz (Abb. 1-2) quantifiziert. Die Methodik soll übertragbar sein, wird aber zunächst nur exemplarisch auf eine Beispielregion angewendet.
- Eine Analyse des Diskurses relevanter Akteure und Experten im Politikfeld ‚Senken in der deutschen Klimapolitik‘. Dadurch soll zum einen geklärt werden, ob wissenschaftliche Untersuchungen durch eine Reduktion der Unsicherheiten als ‚Schiedsrichter‘ dazu beitragen können, den Diskurs zwischen Senkengegnern und -befürwortern zu objektivieren und damit den Konflikt zu entschärfen. Zum anderen, ob wissenschaftlich fundierte C-Bilanzen als Entscheidungsgrundlage für eine Integration von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimaschutzpolitik geeignet sind.
- Eine wissenschaftliche Basis für die Formulierung von Empfehlungen für eine Integration von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimaschutzpolitik zu schaffen, unter besonderer Berücksichtigung der Art. 3.3 und 3.4 des Kyoto Protokolls.

1.2.2 Forschungsleitende Fragen

Nach einer Einführung in die naturwissenschaftlichen Grundlagen und die technischen Rahmenbedingungen für eine Berichterstattung über die Veränderungen terrestrischer THG-Speicher, wird auf Basis der besten verfügbaren Daten und Modelle ein Full-Carbon-

Accounting-Ansatz entwickelt. Die Bilanzierung erfolgt nach den in Kap. 3 dargestellten Richtlinien des IPCC (2003) zur THG-Berichterstattung, der sog. ‚Guten fachlichen Praxis für LULUCF‘. Gegenstand sind bislang nur Veränderungen in den C-Speichern ‚lebende Biomasse‘, ‚Tote Biomasse‘ und ‚Boden‘. Diese einseitige Betrachtung des Ökosystems kann aus Sicht des Klimaschutzes zu Fehlinterpretationen mit entsprechenden Rückschlüssen führen: Dadurch, dass das geerntete Holz in Produkte mit unterschiedlicher Lebensdauer überführt wird, bleibt der C für diese Dauer der Atmosphäre entzogen und verlängert so die Speicherfunktion des Waldes. Aus diesen Gründen werden auf Anregung des IPCC seit Jahren mehrere Ansätze zur Einbeziehung des Produktsektors und ihre Implikationen diskutiert (LIM ET AL. 1999, IPCC 2006). Auch Holz aus Sturmereignissen wird größtenteils aufgearbeitet und Destruenten benötigen viele Jahre, um das übrig gebliebene Totholz vollständig zu zersetzen.

Will man einen nachhaltig bewirtschafteten Produktionsstandort aus Sicht des Klimaschutzes bewerten, müssen alle relevanten Speicher und Flüsse in die Betrachtung miteinbezogen werden (Abb. 1-2). Die Nutzung von Holz als Rohstoff generiert aufgrund seiner positiven Öko- und Energiebilanz zusätzliche Substitutionseffekte, durch die Emissionen in anderen Sektoren in beachtlichen Größenordnungen vermieden werden (BURSCHEL 1993).

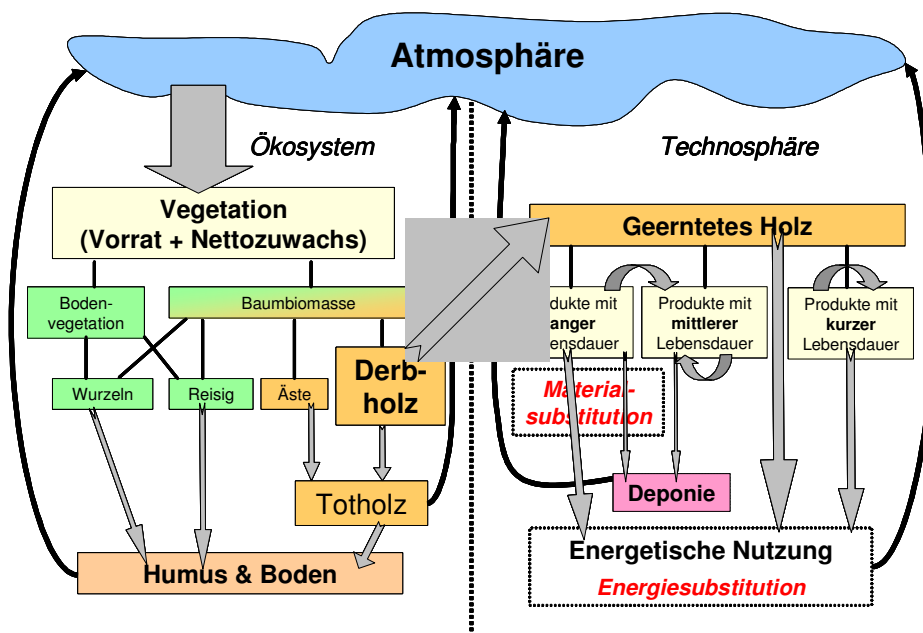


Abb. 1-2: Vollständige Betrachtung des C-Speichers ‚Wald‘ und der nachgelagerten Technosphäre

Die Veränderungen aller C-Speicher und Flüsse im Ökosystem ‚Wald‘ und in den Produktspeichern zwischen 1987 und 2002 sollen in dieser Arbeit am Beispiel des Bundeslandes Baden-Württemberg berechnet und dargestellt werden. Die Berechnungen werden durch eine Modellierung der Holzproduktspeicher ergänzt, um die Technosphäre und zusätzliche klimarelevante Substitutionseffekte in die Betrachtung zu integrieren. Drei Szenarien modellieren die weitere Entwicklung bis ins Jahr 2012, dem Ende der ersten VP. Im

naturwissenschaftlichen Teil (Teil A) steht dabei die Klärung folgender forschungsleitender Fragen im Vordergrund:

- Wie viel C ist in der lebenden ober- und unterirdischen Biomasse, der toten Biomasse, dem Boden und in den Holzprodukten gespeichert?
- Welchen Beitrag zum Klimaschutz kann ein nachhaltig bewirtschafteter Wald als Speicher und als Senke für C leisten?
- Welche Rolle spielt die Nutzung der Ressource Holz als Material oder Energieträger im Klimaschutz und was bedeutet die Nichtberücksichtigung in der THG-Berichterstattung?
- Wie haben sich die Vorräte seit 1987 entwickelt und wie werden sich diese wahrscheinlich bis zum Jahr 2012 verändern?
- Lassen sich anhand der Ergebnisse Aussagen darüber treffen, ob es aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoller ist, einen hohen oder einen niedrigen Bewirtschaftungsgrad zu wählen?
- Wie werden sich wahrscheinlich klimatische Veränderungen auf die Speicher- und Senkenkapazität der Wälder Baden-Württembergs auswirken?
- Welche Defizite haben die Modellierungen und C-Bilanzen, wie groß sind die bestehenden Unsicherheiten und Unwägbarkeiten und welcher Handlungsbedarf ergibt sich daraus für eine Weiterentwicklung solcher Instrumente?

Ergänzt wird die naturwissenschaftliche Untersuchung zum C-Haushalt der Wälder des Landes Baden-Württemberg um eine Politikfeldanalyse. Durch eine Analyse des Diskurses sollen die Argumentationslinien der relevanten Akteure in Deutschland identifiziert werden. Dazu werden problemzentrierte Experteninterviews mit Experten aus der Forstwirtschaft, den ENGO, der Wissenschaft und der Politik durchgeführt, um in diesem politikwissenschaftlichen Teil der Untersuchung (Teil B) folgende Leitfragen zu beantworten:

- Inwieweit bieten die Regelungen des KP einen geeigneten Rahmen für eine Integration von Wirtschaftswäldern in die Klimapolitik, bzw. worin sehen die Experten Defizite und Änderungsbedarf?
- Mit welchen Argumentationslinien vertreten die Akteure ihre konfligierenden Positionen im Diskurs über die Rolle terrestrischer Senken in der Klimapolitik?
- Wie beurteilen die Experten die Rolle von politikberatenden wissenschaftlichen Untersuchungen im Diskurs um die Einbeziehung von Wald und Forstwirtschaft in die Klimapolitik und welche Rolle spielt dabei der Umgang mit Unsicherheiten?
- Inwieweit eignen sich nach Ansicht der Experten C-Bilanzen und Modellierungen als Entscheidungshilfen für eine Integration in die nationale Klimaschutzstrategie?

Die Aufgabe wissenschaftlicher Politikberatung ist nicht nur die Beschaffung, Aufbereitung und Analyse von Informationen, sondern auch die Ausleuchtung eines Politikfeldes auf die jeweiligen Voraussetzungen und potentiellen Folgen verschiedener möglicher Entscheidungen (PREGERNIG 2007a). In diesem Sinne sollen am Ende dieser Arbeit die naturwissenschaftlichen

Erkenntnisse und die Ergebnisse der Politikfeldanalyse in einer Synthese zusammengeführt und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen für die Politik und andere relevante Akteure abgeleitet werden. Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden (Teil C):

- Wie ist die Entscheidung der Bundesregierung zu bewerten, sich die Senkenleistung der Wälder nach Art. 3.4 auf ihre Emissionsreduktionsverpflichtung anrechnen zu lassen?
- Kann eine Reduktion der wissenschaftlichen Unsicherheiten im Bereich der C-Bilanzierung und Modellierung der Stoffflüsse dazu beitragen, die Überzeugungen der Akteursgruppen zu verändern und den Konflikt zwischen Senkengegnern und -befürwortern zu entschärfen?
- Wie können Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik integriert werden?

Teil A: Naturwissenschaftlich-technischer Teil

2 Stand des Wissens

2.1 Wälder und Holzprodukte im globalen C-Kreislauf

Die Zusammenhänge der Stoffflüsse in Landnutzungssystemen sind sehr komplex. Es besteht Konsens darüber, dass die Art der Landnutzung und -bewirtschaftung einen bedeutenden Einfluss auf die zusätzliche atmosphärische Belastung mit CO₂, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) hat. Landnutzungssysteme, insbesondere Wälder, können auf der einen Seite über eine zusätzliche Speicherung dieser Gase helfen, den Klimawandel zu verlangsamen. Auf der anderen Seite sind sie in besonderem Maße und direkt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen (IPCC 2000b). Werden Wälder zerstört, entweichen die gespeicherten Gase in die Atmosphäre und beschleunigen so den Wandel. Wenn man über die C-Bindung in Wäldern diskutiert, ist daher eine Unterscheidung der Begriffe ‚Speicher‘, ‚Senke‘ und ‚Quelle‘ zwingend notwendig. Während sich der Begriff ‚Speicher‘ auf absolute Vorräte bezieht und eine Zustandsgröße ist, beschreiben die Begriffe ‚Senke‘ und ‚Quelle‘ Flussgrößen, d.h. die Vergrößerung bzw. Verkleinerung eines Speichers. Sie werden häufig miteinander verwechselt, was den Diskurs um eine Integration in die Klimapolitik und in forstliche Zielsysteme zusätzlich erschwert. Über die Kreisläufe von CH₄ und N₂O bestehen noch größere Unsicherheiten und Mängel in den Datengrundlagen als bei dem mengenmäßig bedeutsameren CO₂, auf das sich die meisten waldbezogenen Untersuchungen beschränken.

Die Bedeutung der Wälder im globalen C-Kreislauf lässt sich durch folgende Zahlen beschreiben: In den 80er Jahren wurden pro Jahr 1,6 Milliarden t C durch Waldzerstörung emittiert (DIXON ET AL. 1994). Diese Mengen werden durch neuere Untersuchungen bestätigt (IPCC 2001, 2007); STERN (2006) geht davon aus, dass 18% der globalen THG-Emissionen durch die Zerstörung von Wäldern verursacht werden. Auf der anderen Seite bildet allein die Waldfläche auf dem gesamten europäischen Kontinent zurzeit eine Senke für 700 Mio. t C pro Jahr (MYNENI ET AL. 2001). Laut WIRTH ET AL. (2004a) assimiliert die Waldfläche der alten EU mit 15 Mitgliedsstaaten 200 bis 300 Mio. t C und damit im Mittel etwa 20% der Emissionen im selben Gebiet. Das entspricht fast dem dreifachen der europäischen Reduktionsverpflichtung von Kyoto (JANSSENS ET AL. 2003). Es wird geschätzt, dass entsprechende Maßnahmen dieses Potential um dieselbe Menge vergrößern können (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003).

Ozeane sind die größten C-Speicher der Erde, aber im Gegensatz zu Wäldern ist ihre Senken- und Speicherleistung schwer zu beeinflussen. Abb. 2-1 zeigt, welche Größenordnung der in terrestrischen C-Speichern gelagerte C im Verhältnis zum Speicher ‚Atmosphäre‘ hat. Zurzeit vergrößern sich die genannten Speicher: Sie nehmen mehr CO₂ auf als sie abgeben. Auch wenn die Wälder in Mitteleuropa zurzeit einen gesteigerten Zuwachs aufweisen, sind Stabilität der Bestände und Gesundheitszustand der Wälder wichtige Faktoren für die Dauerhaftigkeit der

C-Bindung: Da eine starke Wechselwirkung zwischen Wald und Klima besteht, können sich diese Senkeneffekte ins Gegenteil umkehren.

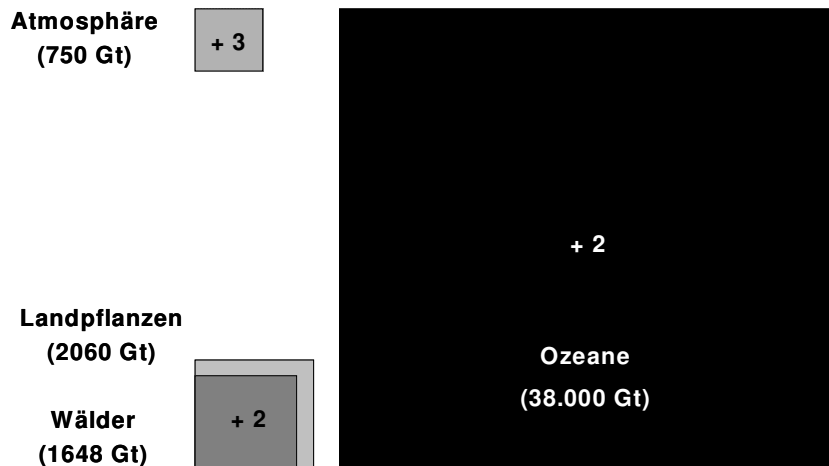


Abb. 2-1: C-Speicher der Erde (aus: WEGENER & ZIMMER 2001a)

Eine Nettoaufnahme von C findet in Ökosystemen statt, in denen durch Photosynthese mehr CO₂ assimiliert und in Holz eingebaut wird, als durch oxidativen Abbau in der Nahrungskette wieder freigesetzt wird. Große Mengen C sind im Boden und in der Humusschicht gebunden. Nach Einschätzung des IPCC (2000b) ist der C-Vorrat im Boden in unseren Breiten beinahe doppelt so hoch wie der in der Vegetation. Intensive Bodenbearbeitungsmaßnahmen können große Mengen an bodenbürtigen C freisetzen, der kurz- und mittelfristig nicht wieder gebunden werden kann. Ungenutzte Primärwälder befinden sich meistens in ihrem Klimaxstadium, in dem sich die pflanzliche Nettoprimärproduktion und der oxidative Abbau durch Destruenten auf hohem Vorratsniveau etwa die Waage halten. Sie sind häufig große Speicher, deren Senkenkapazität ausgeschöpft ist (WEGENER & ZIMMER 2001a). Wirtschaftswälder erreichen aufgrund der intensiven Vor- und Endnutzungen nicht so hohe Vorräte, weisen aber häufig eine hohe Senkenleistung auf, da sie durch regelmäßige Vorratsentnahmen bis zu ihrer Endnutzung in einem permanenten Aufbaustadium gehalten werden. Kalamitäten wie Sturmwurf und -bruch, großflächiger Insektenbefall oder Feuer können zu einem starken Vorratsabbau der lebenden Biomasse führen (KOHLMAYER ET AL. 1998). Waldflächenverluste, Landnutzungsänderungen und Degradierung machen Wälder zu Quellen für atmosphärisches CO₂ und andere THG. Durch die Asymmetrie der C-Fixierung in Biomasse wird der über Jahrzehnte gebundene C viel schneller freigesetzt, als für seine Bindung benötigt wurde. Ähnlich verhält es sich mit der Zersetzung des im Auflagehumus gespeicherten C nach Kahlschlägen. Ein Beispiel hierfür sind die Kieferwälder Nordostdeutschlands, in denen die Wiedereinbindung von C einen Zeitraum von 60 bis 80 Jahren benötigt (MURACH 2002).

Der ‚CarboEurope Cluster‘² misst die jährlichen Netto-Austauschraten von CO₂ zwischen Wäldern und der Atmosphäre. Aus verschiedenen Datensammlungen wurden Aussagen über

² www.carboeurope.org

das Senkenpotential und über die durchschnittliche Nettoprimärproduktion abgeleitet. Für Deutschland wurde ein natürliches Nettoassimilationspotential von 5,5 t C je ha und Jahr ermittelt (HOFMANN 2002). Dieses Potential variiert stark in Abhängigkeit des Standortes. Zurzeit stellen die Wälder Deutschlands in Summe eine bedeutende Nettosenke für CO₂ dar, weil mehr Holz zuwächst, als genutzt wird (UBA 2005). Die Ergebnisse der BWI zeigen, dass die Größenordnung der Senkenleistung der Biomasse im Wald wesentlich größer ist, als bislang angenommen. Das ist auf die Struktur der Altersklassen (AKL) zurückzuführen; in Deutschland befinden sich große Teile des Waldes noch in der Aufbauphase, in der Wald eine Senke ist, weil er C in der Dendromasse, in der Auflageschicht und im Boden akkumuliert (BURSCHEL & HUSS 1997). Jüngere Bestände weisen generell einen höheren laufenden Zuwachs auf als ältere und speichern damit auch mehr C, wenngleich ihre absolute Vorratshöhe unter der von alten Beständen liegt.

Mit Modellen der Fortschreibung kann gezeigt werden, dass die derzeitige Senkenwirkung in Zukunft zurückgehen wird, wenn sich die AKL-Verteilung weiter verschiebt. „Sofern sich die Waldfläche, der Zuwachs und das Nutzungsverhalten (in Deutschland) in den nächsten Jahrzehnten nicht wesentlich ändern, wird diese C-Aufnahme kontinuierlich zurückgehen, um bis etwa 2040 vollständig zu verschwinden (KOHLMAIER ET AL. 1998).“ KÖHL & DIETER (2007) verweisen auf eine WEHAM-Modellierung, nach der dieser Zeitpunkt bereits um das Jahr 2030 erreicht wird. Wie lange der Wald eine Senke darstellt, ist stark von der Bewirtschaftung abhängig. Andere Landnutzungsformen, wie z.B. die Landwirtschaft, oder Landnutzungsänderungen, wie z.B. die Trockenlegung von Mooren, verursachen Quellen für CO₂ und CH₄ (BMU 2000). Möchte man also die heutige Senkenwirkung durch forstpolitische Entscheidungen und waldbauliche Maßnahmen verlängern, kämen insbesondere Aufforstungen auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden³ in Frage. Dies ist jedoch eine sehr umstrittene Maßnahme, da es zu starken Interessenskonflikten mit Tourismus, Landschafts- und Artenschutz kommen würde. Beschränkt man sich auf die Betrachtung von CO₂, kann man festhalten, dass menschliche Aktivitäten langfristig wieder zu höheren globalen C-Vorräten führen können, da bereits große Waldflächen der Erde vernichtet wurden (BMVEL 2001).

Betrachtet man neben den Speichern des Ökosystems auch die Technosphäre, also aus Holz hergestellte Produkte wie Konstruktions- und Schnittholz, Holzwerkstoffe und Papier, vergrößert sich der Gesamtvorrat an gespeichertem C signifikant (IPCC 2000b). Voraussetzung dafür ist, dass die Menge der in die Speicher fließenden Produkte größer ist, als die ausscheidende Menge. Das kann beispielsweise durch eine Vergrößerung des Holzanteils in Produkten und Bauwerken oder durch eine Verlängerung ihrer durchschnittlichen Lebensdauer bewirkt werden. An der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft wurde für die in Deutschland im Gebrauch befindlichen Holzprodukte eine C-Speicherung von mindestens 340 Mio. t C berechnet, die sich jährlich um rund 4 Mio. t C erhöht; das entspricht ca. 7% der deutschen Reduktionsverpflichtung (FRÜHWALD ET AL. 2002).

³ Ein Grenzboden ist für eine Bearbeitung durch Landwirtschaft nicht interessant, da seine Ertragskraft unter den variablen Kosten liegt.

Da der Energieaufwand zur Bereitstellung des Rohstoffs und dessen Umwandlung in hochwertige und langlebige Produkte, verglichen mit Metallen, Kunststoffen, Beton oder Glas, sehr niedrig ist, wird entsprechend weniger CO₂ bei ihrer Produktion emittiert (BURSCHEL ET AL. 1993). Am Ende des Lebenszyklus eines Holzproduktes kann es als nicht-fossile Energiequelle genutzt werden und fossile Energieträger substituieren (BURSCHEL 2001). „Werden alle Reste der Holzbearbeitung und das Gebrauchtholz sowie nicht recyceltes Altpapier konsequent energetisch genutzt, liegt das Minderungspotential durch Energieträgersubstitution bei ca. 8 Mio. t C pro Jahr; hiervon wird bisher allerdings schon ein Teil energetisch genutzt (FRÜHWALD ET AL. 2002).“ Durch eine gezielte forst- und holzwirtschaftliche Nutzung der Möglichkeiten kann bei den weiterhin stark ansteigenden Emissionen eine weitere Zunahme der atmosphärischen CO₂-Konzentration zwar nicht verhindert, aber mit positiven Nebeneffekten für Bodengüte, Wasserqualität und Gesellschaft verlangsamt werden (WEGENER & ZIMMER 2001a). Folgende Möglichkeiten stehen einzeln oder kombiniert zur Auswahl, um die Bewirtschaftung von Wäldern im Sinne des Klimaschutzes zu verbessern (BÖSWALD 1996, KOLSHUS 2001, DIETER & ELSASSER 2004):

- Walderhaltungsmaßnahmen und Sicherung bestehender C-Vorräte,
- Verbesserte Bewirtschaftungsmethoden und schonende Ernteverfahren,
- Aufforstungen und Wiederaufforstungen,
- Vergrößerung des in Holzprodukten gespeicherten C-Vorrats,
- Substitution fossiler Brennstoffe durch energetische Verwendung von Holz und Altholz,
- Ersatz energieaufwändiger Materialien durch nachhaltig produziertes Holz.

Für einzelne Bundesländer wurde bislang noch keine umfassende Bilanzierung auf Basis gemessener Einzelbaumdaten durchgeführt. BÖSWALD (1996) hat mit Forsteinrichtungswerten eine C-Bilanz für das Bundesland Bayern erstellt. Diese Pionierarbeit genügt jedoch aufgrund der verwendeten Daten und Methoden nicht den inzwischen entwickelten Regeln der guten fachlichen Praxis für die zu erstellenden nationalen THG-Berichte. WIRTH ET AL (2004b) haben mit verbesserten Methoden eine C-Bilanz für das Land Thüringen auf Grundlage von aggregierten und fortgeschriebenen Forsteinrichtungsdaten erstellt. Forschungsbedarf besteht daher in der Entwicklung einer übertragbaren Methodik, mit der, unter Verwendung der Bundeswaldinventurdaten sowie detaillierter Ernteinformationen über angefallene Mengen und Sortimente, umfassende regionale C-Bilanzen erstellt werden können. Diese könnten dann in Zukunft in einem Bottom-up-Ansatz zusammengeführt werden, was eine umfassende Bewertung des nationalen Klimaschutzbeitrages ermöglichen würde.

2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und seine Speicherfunktion

Die globalen Prognosen des IPCC stimmen mit den regionalen und nationalen Vorhersagen für die Entwicklung des Klimas überein. Über die Geschwindigkeit des Wandels kann man keine sichere Aussage treffen, aber es wird befürchtet, dass er sich analog zum CO₂-Anstieg der

Atmosphäre verhält. Das IPCC (2007) sagt eine globale Erwärmung von 1,1 bis 6,4°C bis 2100 voraus. Anhand dieser großen Spanne der Temperaturszenarien lassen sich bereits die großen Unsicherheiten ablesen: Einerseits ist nicht klar, inwieweit Wechselwirkungen zwischen einzelnen Faktoren die Entwicklung abbremsen oder beschleunigen, andererseits ist auch die Entwicklung der Emissionen nicht abschätzbar, obwohl allein aufgrund der ökonomischen Entwicklung von Ländern wie China, Indien und Brasilien mit einem weiteren massiven Anstieg gerechnet wird. Der Klimawandel kann sich auch durch sog. Loopeffekte und Rückkopplungen selbst beschleunigen (HANSEN ET AL. 2006, BOLTE & IBISCH 2007). Beispiele hierfür sind große CH₄-Emissionen durch das Auftauen der Permafrostböden, deren Klimawirksamkeit das 21-fache von CO₂ beträgt, oder die verringerte Oberflächenalbedo der Erde durch das Abschmelzen der Polkappen. Das IPCC (2001) hat in seinem Bericht über die wissenschaftliche Basis des Klimawandels versucht, die Wahrscheinlichkeiten für verschiedene Veränderungen auf globaler Ebene zu bestimmen. Der Bericht hält folgende Auswirkungen des Klimawandels in fast allen Regionen für sehr wahrscheinlich:

- Höhere Temperaturenmaxima und mehr heiße Tage.
- Höhere Temperaturminima, weniger kalte Tage und Frosttage.
- Geringere Temperaturunterschiede zwischen Tagesmaxima und -minima.
- Häufigere Starkniederschlagsereignisse über den meisten Gebieten.
- Als wahrscheinlich angenommen werden eine Zunahme kontinentaler Trockenheit und Dürreerisiken im Sommer über den meisten kontinentalen Gebieten der mittleren Breiten sowie eine Zunahme der Windgeschwindigkeitsspitzen von Stürmen.

Durch den Klimawandel werden sich die Lebensbedingungen gravierend verändern, jedoch mit regional unterschiedlicher Intensität (SCHÖNWIESE 2002). Das bestätigen die langjährigen Messreihen klimarelevanter Variablen, die seit mehr als 100 Jahren an einer stetig wachsenden Anzahl von Wetterstationen gesammelt werden; gemessen werden Daten über Temperatur, Niederschlag, Winde und Meeresströmungen, die in Kombination mit ‚Klimaarchiven‘ wie Eisbohrkernen, Sedimenten und Baumringen ein Bild über die Klimaentwicklung der Vergangenheit liefern. Anhand der Veränderung der Parameter kann auf potentielle künftige Entwicklungen geschlossen werden (PFISTER 1999). Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) und in regionalen Projekten wurden die Klimaänderungen in Deutschland untersucht; Südwestdeutschland, zentrale Teile Ostdeutschlands und die Alpen sind demnach am anfälligsten gegenüber dem Klimawandel (DOERK ET AL. 2005). In den letzten 100 Jahren stieg die Durchschnittstemperatur um 0,8° C, in den Alpen sogar um 1,5° C (UBA 2006). Dieser Anstieg hat in nur einem Jahrhundert stattgefunden, was dafür ein sehr kurzer Zeitraum ist; die Erwärmung nach der letzten Eiszeit hat dafür über 1000 Jahre benötigt (BUSH ET AL. 2004).

Außergewöhnlich warme Jahreszeiten treten immer häufiger auf. Auch ein vermehrtes Auftreten von Starkniederschlägen wird beobachtet (SCHÖNWIESE 2005). Vor allem in Süddeutschland konnte im Winter eine wachsende Zahl von Tagen mit extremen Temperaturmaxima beobachtet werden, wohingegen besonders kalte Tage seltener geworden sind. Diverse Studien bestätigen

die Vermutung, dass sich der Klimawandel in Mitteleuropa besonders auf den Wasserhaushalt auswirken wird (KLIWA 2004). Das Verbundforschungsprojekt KLARA⁴ geht von einem Temperaturanstieg von 1,2°C in den kommenden 50 Jahren in Baden-Württemberg aus. Eine Modellierung zeigt, dass in diesem Szenario im Jahresmittel nur geringe Unterschiede zwischen den absoluten Niederschlagsmengen entstehen werden, sich aber die regionale und jahreszeitliche Variabilität stark verändern wird, die für die Vegetation entscheidend ist. Sie ist einer der Schlüsselfaktoren für die Waldstruktur und Artenzusammensetzung und entscheidet mit über die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme an den Klimawandel. Die klimatische Wasserbilanz zeigt diese Wasserverfügbarkeit auf, da Niederschlag nicht ohne Berücksichtigung der Temperaturen betrachtet werden kann. Steigen die Temperaturen, verdunstet mehr Wasser und die Transpiration steigt ebenfalls. LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) rechnen in Deutschland, je nach Szenario gegenüber der Referenzperiode 1961-1990, mit einer Zunahme der Niederschläge im Winter um 10 bis 40% und einer Abnahme der Sommerniederschläge um 20 bis 50% bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Das Verbundprojekt ‚Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft‘ (KLIWA 2000) in Baden-Württemberg rechnet ebenfalls mit

- einer Zunahme der durchschnittlichen Lufttemperatur im Winter,
- einer Zunahme der Tagesmittelwerte der Lufttemperatur im Sommer,
- einer Zunahme der Niederschläge im Winter,
- und einer höheren Wahrscheinlichkeit von sommerlichen Trockenperioden.

Die neueste verfügbare Modellierung des Klimas heißt REMO (Regionalmodell) und wurde vom MPI für Meteorologie in Hamburg entwickelt (UBA 2006). Es simuliert auf Basis eines hoch auflösenden Rasters von 10*10 km die künftige Klimaentwicklung der Regionen in Deutschland, unter Berücksichtigung der Entwicklung der letzten 100 Jahre und des antizipierten Anstiegs der CO₂-Konzentration der Atmosphäre. Die Ergebnisse zeigen, dass das Klima und die erwarteten Veränderungen deutliche jahreszeitliche Unterschiede und regionale Strukturen aufweisen: Bis Ende dieses Jahrhunderts können die Temperaturen in Deutschland um mehr als 4°C im Vergleich zu den letzten 50 Jahren steigen, vor allem im Süden und im Südosten. Im Mittel wird eine Erwärmung von 2,5 bis 3,5°C erwartet (LATIF 2005). Während dem Modell zufolge die Niederschläge während der Vegetationsperiode in großen Teilen Deutschlands um bis zu 30% abnehmen, werden im Winter im Süden und Südosten größere Mengen in Form von Regen fallen. Der Schneefall reduziert sich in diesem Szenario um ca. 50% (UBA 2006). Neben den saisonalen Unterschieden kann das Modell aufgrund seiner hohen Auflösung auch differenzierte Aussagen treffen: Während die Niederschläge in der Summe an der Westseite des Schwarzwalds etwas abnehmen könnten, wird auf der Alb und der Ostseite wahrscheinlich mehr Niederschlag fallen.

⁴ Klimawandel, Auswirkungen, Risiken und Anpassung

Die CO₂-Konzentration der Atmosphäre hat einen Einfluss auf die Produktivität und die Respirationen der Bäume. Es stellt sich die Frage, ob ein kurzfristiger Düngeneffekt ab einer bestimmten Konzentration, oder in Kombination mit höheren Temperaturen und verändertem Wasserangebot, ins Gegenteil umschlägt und zu einer Verringerung der Photosyntheserate führt. Eine höhere Temperatur beschleunigt einerseits die Wachstumsrate von Bäumen und respektive die CO₂-Aufnahme und andererseits die Respirationsrate. Damit begrenzt ein höherer CO₂-Gehalt die Wachstumsstimulation (HIRSCHBERG 2003). In einem Modellversuch der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) wurde vier Jahre der Einfluss erhöhter CO₂-Konzentrationen und verstärkter Stickstoffeinträge auf die Entwicklung von Fichten und Buchen beobachtet. Das erhöhte CO₂-Angebot wirkte sich nur anfangs stimulierend auf das Wachstum aus. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Entwicklung der Wälder stark von den Standorts- und Baumarteneigenschaften abhängt (HIRSCHBERG 2003). Zurzeit wird allgemein ein erhöhtes Wachstum beobachtet. Den Effekt von CO₂ von den anderen Einflussfaktoren abzugrenzen, wie beispielsweise von den hohen Stickstoffeinträgen und der Erholung der Waldböden durch die historischen Nutzungen, bleibt weiterhin eine Herausforderung für die Forschung.

Auch die Artenvielfalt ist durch den Klimawandel stark gefährdet. Die regionalen Parameter, die für Standorte und die darauf stockende Vegetation von Bedeutung sind, verändern sich durch den Klimawandel nachhaltig und führen zu Verschiebungen der Konkurrenzbedingungen vieler Arten (WOLFF ET AL. 2003). Eine Literaturstudie des BFN (1995) rechnet mit einem klimawandelbedingten Verlust von Arten und Lebensräumen zwischen 15 und 40%, LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) mit zwischen 5 und 30%. Über den Einfluss auf Wasserressourcen und die Ökosysteme wirkt sich der Klimawandel direkt oder indirekt auf praktisch alle Wirtschaftssektoren aus, insbesondere auf die Land- und Forstwirtschaft, da deren Produktionsbedingungen unmittelbar von den natürlichen Rahmenbedingungen abhängen. Die Auswirkungen des Klimawandels beinhalten daher für die deutschen Wälder und die dort gespeicherten C-Vorräte vielfältige Risiken. Mittel- und langfristig muss mit großen ökonomischen und ökologischen Schäden für die Forstwirtschaft gerechnet werden (BADECK 2001). Je nach Geschwindigkeit und Intensität der Veränderungen ist mit Änderungen in der Produktivität und Verschiebungen der Pflanzengesellschaften zu rechnen (BAIER 2002, BADECK ET AL. 2001). Wie stark das Ertragspotential der Wälder durch einzelne Extremereignisse gefährdet sein kann, zeigen die Auswirkungen des Hitzesommers 2003. Hohe Temperaturen und Trockenheit haben dazu geführt, dass die pflanzenverfügbaren Wasserreserven in den Böden aufgebraucht wurden. Das hatte erhebliche Auswirkungen, wie z.B. vorzeitigen Blatt- bzw. Nadelabwurf, Sonnenbrand und ein allgemeiner Verlust an Vitalität der Waldbäume (DOERK ET AL. 2005). Die extreme Hitze im Juli 2006 hat zum großflächigen Ausfall von Eichen- und Buchenvorankbauten in Brandenburg geführt (ENGEL 2006).

MAYER ET AL. (2005) stellen fest, dass die heute verfügbaren Klimamodelle noch nicht hoch genug aufgelöst sind, um ausreichend genaue Hinweise auf die Abläufe regionaler Witterungsabläufe zu geben, die für langlebige Pflanzen entscheidend sind. Auch die Vorhersage künftiger Extremwetterereignisse ist bislang noch nicht möglich, ist aber für die

Entwicklung der Wälder und Waldbewirtschaftungsstrategien von großer Bedeutung (SCHÖNWIESE 2005b). Dazu gehören neben Sturmereignissen auch Spätfröste, Nassschnee und sommerliche Trockenperioden. Die unmittelbaren Schadenspotentiale für Wälder durch extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkniederschläge und Stürme sind häufig wesentlich größer als jene der schleichenden Klimaänderungen (UBA 2006). LATIF (2005) vergleicht den Klimawandel mit einem gezinkten Würfel, bei dem mehr Sechser als bei einem normalen Würfel fallen: Dadurch, dass der Mensch die THG-Konzentration der Atmosphäre verändert, zinkt er den Würfel, mit dem Ergebnis, dass mehr Extremereignisse auftreten. Im Gegensatz zum tatsächlichen Eintrittstermin des Ereignisses ist das vorhersagbar.

Andere Faktoren für die Entwicklung der Artenzusammensetzung und Produktivität von Wäldern sind Zunahme multikausaler Schadbilder, die unmittelbar mit den klimatischen Bedingungen zusammenhängen. Hier ist eine stark differenzierte Betrachtung notwendig. Nicht alle Arten von schädlichen Insekten werden von veränderten Bedingungen profitieren, da sie sich an das herrschende Klima angepasst haben. Wärmere Winter bedeuten z.B. für im Boden überwinterte Insekten eine höhere Mortalität durch Pilze; somit sinkt die Gefahr von Massenvermehrungen dieser Arten. Die als rindenbrütende Schädlinge besonders bedeutsamen Borkenkäfer Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) werden aber nach heutigem Wissen durch den früheren Vegetationsbeginn, die wärmeren und trockeneren Sommer sowie die Zunahme des Nahrungsangebots durch abiotische Kalamitäten, die ihre Existenzbedingungen entscheidend verbessert, stark profitieren (FEEMERS 2003). Ein Beispiel für ein multikausales Schadbild ist die Massenvermehrung der genannten Borkenkäfer in den Jahren 2003 und 2004, die aufgrund der durch Trockenstress geschwächten Widerstandsfähigkeit und durch die Stürme ein größeres Nahrungsangebot vorgefunden und zu einem Schadholtanfall von mehreren Mio. Fm Fichtenholz geführt haben (BOLTE & IBISCH 2006, FRITZ 2006). Diese wechselseitigen Beziehungen sind sehr komplex und bislang wenig erforscht; das Wissen um sie ist jedoch wichtig für die Anpassung waldbaulicher Strategien.

Die Forstwirtschaft steckt in dem Dilemma, dass einerseits der Klimawandel mit seinen Erscheinungen bekannt ist, aber Aussagen zur regionalen Klimaentwicklung noch nicht ausreichend belastbar für einen langfristig angelegten, klimaorientierten Waldumbau sind. Der Klimawandel macht Entscheidungen unter Unsicherheit in vielen Bereichen erforderlich. Andererseits sind die Forderungen nach einem Waldumbau nicht neu und werden zum Teil auch bereits umgesetzt, wie die Ergebnisse der Bundeswaldinventuren zeigen (VOLZ 1991, FRITZ 2006). Allgemein sind alle feuchtigkeitsliebenden Arten in Deutschland besonders betroffen, wenn die beschriebenen Szenarien eintreten. LEXER ET AL. (2006) kommen zu den Ergebnissen, dass die Laubbaumarten unter den Klimaszenarien in Bezug auf den Zuwachs profitieren und die Produktivität der Fichte unter wärmeren und trockeneren Bedingungen abnimmt und zu Wuchsdepressionen führt. Das natürliche Vorkommen der Fichte liegt in Deutschland in den Hochlagen der Mittelgebirge und benötigt eine jährliche Niederschlagssumme von über 600 mm, wovon 300 bis 350 mm während der Vegetationsperiode fallen müssen. Dieser Wert wird bei Eintreffen der Szenarien in vielen

Gebieten Baden-Württembergs zumindest in einzelnen Jahren unterschritten werden. Die Fichte war lange Zeit der ‚Brotbaum‘ der deutschen Forstwirtschaft: Sie wurde aufgrund ihrer vielseitigen Verwendbarkeit und Wuchsleistung auch auf vielen ungeeigneten Standorten und dort meist als Monokultur angebaut (BELLMANN ET AL. 1994). Ihre künftige Existenzfähigkeit ist nicht nur unter dem Aspekt der Wasserversorgung und dem zunehmenden Trockenstress fraglich, sondern auch durch ihre Anfälligkeit gegenüber Sturmereignissen und Borkenkäferkalamitäten (KÖLLING ET AL. 2007). Auch die frische Verhältnisse liebende Buche ist auf Standorten gefährdet, an denen sie ihre Trockenheitsgrenze erreicht. RENNENBERG ET AL. (2004) diskutieren angesichts dieser Problematik die Möglichkeit der Einbringung anderer Provenienzen, z.B. aus dem trockeneren Südtalien (LINDNER 1999, IRRGANG 2002). LINDNER (1999) plädiert generell für den Einsatz von angepassten und Trockenstress tolerierenden Laubbaumarten und der Douglasie. In Frage kämen je nach Standort diverse Eichenarten, Hainbuche, Winterlinde, Spitzahorn und Robinie.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Klimawandel gravierende Auswirkungen auf die Ökosysteme und ihre Fähigkeit, THG zu speichern, haben wird. Die Auswirkungen werden je nach Anpassungsfähigkeit in Abhängigkeit von den standörtlichen Rahmenbedingungen unterschiedlich ausfallen (LEITGEB 2006). Sofern es die Geschwindigkeit des Wandels zulässt, werden sich die Waldgesellschaften verlagern: Zonale Höhenstufen können sich bei einer Erwärmung von 1 °C um 100 m in die Höhe verschieben, die Arealgrenzen der Gesellschaften müssten zwischen 100 und 200 km nach Norden wandern (BADECK 2001; IRRGANG 2002 NICOLUSSI & PATZELT 2006). SCHERZINGER (1996) bezweifelt, dass die Baumarten bei der prognostizierten Geschwindigkeit des Wandels in der Lage sein werden, ihr Verbreitungsgebiet entsprechend zu verlagern. Für die Forstwirtschaft und die Klimapolitik stellt sich die Frage, wie sie mit diesen Unsicherheiten umgehen sollen, und ob es sinnvoller ist, große Vorräte in der Biomasse aufzubauen oder den Zuwachs abzuschöpfen und konsequent zu nutzen.

2.3 Quantifizierung und Modellierung der C-Speicherung

Um C-Vorräte in lebender Waldbiomasse quantifizieren und modellieren zu können, benötigt man zunächst Umrechnungsfaktoren. Die traditionellen waldwachstumskundlichen Verfahren zur Bestimmung der Derbholumina und Massen können für solche Fragestellungen nur als Basis verwendet werden, da neben dem Stammholz auch die C-Menge von Wurzeln, Ästen und Reisig bestimmt werden muss. Wegweisende Untersuchungen stammen von BURSCHEL ET AL. (1993), die auf Basis der Tafeln von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) sog. ‚Biomasseexpansionsfaktoren‘ abgeleitet haben. WIRTH ET AL. (2004a) haben gezeigt, dass diese Faktoren entscheidend verbessert werden können. Es gibt bereits verschiedene Modelle, die auf unterschiedlichen Ebenen eine Abschätzung von C-Speichern und ihrer Veränderungen ermöglichen. Sie weisen entsprechend ihrer Auflösung, Zielsetzung und Datenverfügbarkeit unterschiedliche Stärken und Schwächen auf. Im Folgenden werden die bekanntesten Modelle

kurz vorgestellt. Das Modell CO₂FIX⁵ ist eines der ältesten Modelle und wurde bereits Ende der 80er Jahre entwickelt, um C-Vorräte in Senkenprojekten zu berechnen. Anfangs war es nur für gleichaltrige Bestände ausgelegt und hat eine Vielzahl vereinfachender Annahmen benutzt, um die Zielwerte zu quantifizieren. Durch seine kontinuierliche Weiterentwicklung kann es inzwischen auch für ungleichaltrige Bestände benutzt werden (NABUURS ET AL. 2003). Es besteht aus drei Modulen, mit denen die Vorräte in der Biomasse, im Boden und in den Produkten quantifiziert werden können (EMMER 2006). Das Programm hat eine benutzerfreundliche Oberfläche und bietet die Möglichkeit, verschiedene Annahmen zu treffen. Das am Joanneum in Graz / Österreich entwickelte Modell GORCAM⁶ basiert auf Excel Spreadsheets und dient der Berechnung von verschiedenen Landnutzungsszenarien. Außer den Veränderungen der Speicherung in der Biomasse können in diesem Modell auch die Produktspeicher und die Substitutionseffekte quantifiziert werden. Für die Biomasse sind verschiedene Wachstumsfunktionen verfügbar, die je nach Szenario auf einen einzelnen Bestand oder einen Wald mit einer bestimmten AKL-Struktur angewendet werden können. Die Ergebnisse der C-Speicherung können außerdem diskontiert werden, um verschiedene Optionen miteinander vergleichen zu können. Ein weiteres Modell ist das am EFI entwickelte EFISCEN (European Forest Information Scenario Model), das mit einem Holzproduktmodell (HWP, Harvested Wood Product model) kombiniert ist. EFISCEN ist ein Wachstumsmodell, das für große Gebiete einsetzbar ist und die Veränderungen in den Biomassevorräten kalkuliert. Es liefert die Daten für das HWP, das die Vorräte in den Holzprodukten nach dem ‚*stock-change approach*‘ berechnet (EGGERS 2002).

Andere Modelle stammen aus Australien, Kanada und Neuseeland. Ihre Anwendbarkeit auf mitteleuropäische Baumarten und Verhältnisse ist fraglich, da Wachstumsfunktionen für einzelne Baumarten nur regionale Gültigkeit haben und von standörtlichen Parametern abhängen. Sie arbeiten oft auf Projektebene unter der Annahme homogener Standortsbedingungen und ebenfalls mit aggregierten, fortgeschriebenen Werten. Existierende Forschungsergebnisse sind also mit großen Unsicherheiten behaftet, da sie von Rahmenbedingungen ausgehen, die nicht auf andere Standorte übertragbar sind. Die beschriebenen Modelle arbeiten nicht mit gemessenen, georeferenzierten Einzelbaumdaten, sondern benötigen als Eingangsgrößen aggregierte Durchschnittswerte, die meist aus fortgeschriebenen Forsteinrichtungswerken stammen. Die hinterlegten Wachstumsfunktionen sind meist festgelegt und berücksichtigen nicht, dass selbst innerhalb einzelner Baumarten regional starke Wachstumsunterschiede vorherrschen. Die Wuchsbedingungen hängen von einer Vielzahl an regionalen Parametern, wie z.B. zonaler Höhenstufen ab, und unterliegen einer Dynamik durch erhöhte Stickstoffeinträge, historischen Nutzungen, klimatischen Bedingungen und Ereignissen. Sie können nur durch gemessene Daten erfasst werden.

Eine großräumige Quantifizierung und Modellierung, wie sie in dieser Untersuchung auf Basis von zweimal gemessenen Einzelbaumdaten vorgenommen wird, gibt es bislang nicht. Daher

⁵ www.efi.fi/projects/casfor/

⁶ Graz / Oak Ridge Carbon Accounting Model (www.joanneum.at/GORCAM.htm)

wird ein eigenes Modell entwickelt, das auf Basis gemessener Daten die Vorräte in der Biomasse und den Produktspeichern sowie der Substitutionseffekte quantifiziert und deren Entwicklung unter verschiedenen Annahmen bezüglich der Waldbewirtschaftung modelliert. Dabei soll durch Verwendung der auf einzelne Jahre aufgelösten Nutzungsmengen eine Darstellung ermöglicht werden, die zeigt, wie sich große Kalamitäten mit entsprechendem Holzanfall, wie die Stürme von 1990 und 1999, auf die verschiedenen Speicher auswirken.

3 Berichterstattung über C-Speicher in Wäldern

3.1 Beschlüsse des Internationalen Klimaregimes zu terrestrischen Senken

Die UNFCCC von 1992 ist als Rahmenvertrag konzipiert worden und kann als der kleinste gemeinsame Nenner des internationalen Klimaregimes betrachtet werden. In ihr wurden zunächst nur die allgemeinen Ziele und Grundsätze der Zusammenarbeit festgelegt, die anschließend in Folgekonferenzen durch Protokolle mit detailliert ausformulierten Pflichten konkretisiert wurden. Dieses iterative Vorgehen hat sich im internationalen Umweltrecht bewährt (OTT 1996).⁷ Auch als Rahmenvertrag ist die Konvention verbindlich, obwohl sie noch keine spezifischen Verpflichtungen zu emissionsmindernden Maßnahmen enthält. „Als die Regierungen 1992 das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen verabschiedeten, waren sie sich bewusst, dass es die Ausgangsbasis für zukünftige weitergehende Maßnahmen bilden könnte. Mit der Einrichtung eines ständigen Prozesses der Überprüfung, der Diskussion und des Informationsaustausches eröffnet das Übereinkommen die Möglichkeit, in Antwort auf wissenschaftliche Fortschritte und eine veränderte Bereitschaft zum politischen Handeln zusätzliche Verpflichtungen zu beschließen (UNFCCC 1997).“

Die UNFCCC formuliert in Art.2 ihr Ziel: Eine Stabilisierung der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau, bei dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Schwerpunkt der Konvention liegt also auf einer Vermeidung und nicht auf einer Anpassung an ein verändertes Klima. Es soll ein Niveau innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der für die Ökosysteme ausreicht, um sich auf natürliche Weise an Klimaänderungen anzupassen, damit die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann (UNFCCC 1992). Die einzige konkrete Vorschrift der Konvention ist die in Art 4.1(a) festgehaltene Pflicht zur Erstellung nationaler THG-Inventare mit Angabe der Senken und Quellen. Was die Senken betrifft, sind hier besonders Landnutzungen bzw. Landnutzungsänderungen gemeint. Ferner sollen die Vertragsstaaten nationale Klimaschutzprogramme erstellen (b), die Entwicklung und Anwendung von Technologien und Maßnahmen zum Klimaschutz vorantreiben (c), nachhaltiges Wirtschaften fördern (d) und den Klimaschutz in andere Politikfelder integrieren. Dass Klimaschwankungen unvermeidbar sind, ist eine Meinung, die von fast allen Klimaforschern geteilt wird. Deshalb müssen Maßnahmen zur Vorsorge getroffen werden.

3.1.1 Das Kyoto Protokoll

Die Frage, welche Rolle Senken in den internationalen Regelungen spielen sollten, entwickelte sich neben der Entwicklungsländerthematik zum kontroversesten Thema der Verhandlungen

⁷ Erfolgreiche Beispiele sind die Konvention zum Schutz des Mittelmeeres in Barcelona 1976, die Genfer Konvention über grenzüberschreitende Luftverschmutzung 1979 sowie das Regime zum Schutz der Ozonschicht.

der COP3 in Kyoto. Nach schwierigen Verhandlungen wurde das KP verabschiedet, das jedoch erst acht Jahre später in Kraft treten konnte. Es macht in Art. 3.1 rechtsverbindliche Zielvorgaben und setzt einen zeitlichen Rahmen für die Reduzierung der Emissionen der entwickelten Länder. Während die Konvention diese Länder ‚nur‘ ermutigte, ihre Emissionen zu stabilisieren, verpflichtet das Protokoll sie zu konkreten Emissionsreduktionen im Vergleich zum Basisjahr 1990. Das Emissionsniveau eines Landes berechnet sich dabei als Durchschnitt der Emissionswerte über die erste VP im Zeitraum von 2008 bis 2012. Neben den im Folgenden detailliert beschriebenen Artikeln (UNFCCC 1997) ist für die Forstwirtschaft auch Art. 2.1 relevant, der die im Annex I der UNFCCC aufgelisteten Staaten verpflichtet, potentielle Senken und Speicher zu schützen bzw. zu vergrößern:

Art. 2.1 KP: Um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern, wird jede in Anlage I aufgeführte Vertragspartei bei der Erfüllung ihrer quantifizierten Emissionsbegrenzungs- und -reduktionsverpflichtungen nach Artikel 3 entsprechend ihren nationalen Gegebenheiten Politiken und Maßnahmen wie die folgenden umsetzen und/oder näher ausgestalten: Schutz und Verstärkung von Senken und Speichern von nicht durch das Montrealer Protokoll geregelten THG unter Berücksichtigung der eigenen Verpflichtungen im Rahmen einschlägiger internationaler Umweltübereinkünfte sowie Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftungsmethoden, Aufforstung und Wiederaufforstung (...).

Jeder im Annex I der Konvention aufgelistete Vertragsstaat muss die C-Flüsse seiner Landflächen bilanzieren, deren Nutzungsform sich seit dem Basisjahr 1990 durch Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung verändert hat. Dabei ist ihnen nach Art. 3.3 erlaubt, für Landnutzungsänderungen in der Forstwirtschaft einen Nettoansatz bei der Berechnung von THG-Emissionen zu wählen:

Art. 3.3: Die Nettoänderungen der Emissionen von THG aus Quellen und des Abbaus solcher Gase durch Senken als Folge unmittelbar vom Menschen verursachter Landnutzungsänderungen und forstwirtschaftlicher Maßnahmen, die auf Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung seit 1990 begrenzt sind, gemessen als nachprüfbar Veränderungen der Kohlenstoffbestände in jedem Verpflichtungszeitraum, werden zur Erfüllung der jeder in Anlage I aufgeführten Vertragspartei obliegenden Verpflichtungen nach diesem Artikel verwendet. Die Emissionen von THG aus Quellen und der Abbau solcher Gase durch Senken, die mit diesen Maßnahmen verbunden sind, werden nach Maßgabe der Artikel 7 und 8 in transparenter und nachprüfbarer Weise gemeldet und überprüft.

Art. 3.4 erlaubt den Staaten eine Anrechnung von Senkeneffekten durch Bewirtschaftung von existierenden Wäldern, die in dieser Landnutzungskategorie verbleiben. Auch dieser Artikel war zunächst noch nicht konkretisiert:

Art. 3.4: Vor der ersten Tagung der als Tagung der Vertragsparteien dieses Protokolls dienenden COP stellt jede in Anlage I aufgeführte Vertragspartei Daten zur Prüfung durch SBSTA bereit, anhand deren die Höhe ihrer Kohlenstoffbestände im Jahr 1990 bestimmt und die Veränderungen ihrer Kohlenstoffbestände in den Folgejahren geschätzt werden können. Die als Tagung der Vertragsparteien des Protokolls dienende COP beschließt auf ihrer ersten Tagung oder möglichst bald danach über Modalitäten, Regeln und Leitlinien im Hinblick darauf, welche zusätzlichen vom Menschen verursachten Tätigkeiten in Bezug auf Änderungen der Emissionen von THG aus Quellen und des Abbaus solcher Gase durch Senken in den Kategorien landwirtschaftliche Böden sowie Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft den in Anlage I aufgeführten Vertragsparteien zugeteilten Mengen hinzugerechnet oder

von ihnen abgezogen werden, und auf welche Weise dies erfolgen soll, wobei Unsicherheiten, die Transparenz der Berichterstattung, die Nachprüfbarkeit, die methodische Arbeit des IPCC, die von SBSTA nach Artikel 5 abgegebenen Empfehlungen und die Beschlüsse der COP zu berücksichtigen sind. Ein solcher Beschluss kommt in dem zweiten und den nachfolgenden Verpflichtungszeiträumen zur Anwendung. Eine Vertragspartei hat die Wahl, einen solchen Beschluss über diese zusätzlichen vom Menschen verursachten Tätigkeiten auf ihren ersten Verpflichtungszeitraum anzuwenden, sofern diese Tätigkeiten ab 1990 stattgefunden haben.

Art. 3.7 ist ebenfalls im Zusammenhang mit den terrestrischen Senken wichtig: Er regelt die Möglichkeit, Emissionen aus Landnutzungsänderungen bis zu einem gewissen Grad mit Senkenleistungen aus Managementmaßnahmen zu verrechnen:

Art. 3.7: In dem ersten Verpflichtungszeitraum für eine quantifizierte Emissionsbegrenzung und -reduktion von 2008 bis 2012 entspricht die jeder in Anlage I aufgeführten Vertragspartei zugeteilte Menge dem für sie in Anlage B niedergelegten Prozentanteil ihrer gesamten anthropogenen Emissionen der in Anlage A aufgeführten THG in CO₂-Äquivalenten im Jahr 1990 oder dem nach Absatz 5 bestimmten Basisjahr oder Basiszeitraum, multipliziert mit fünf. Diejenigen in Anlage I aufgeführten Vertragsparteien, für die Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft 1990 eine Nettoquelle von THG-Emissionen darstellten, beziehen in ihr Emissionsbasisjahr 1990 oder ihren entsprechenden Emissionsbasiszeitraum die gesamten anthropogenen Emissionen aus Quellen in CO₂-Äquivalenten abzüglich des Abbaus solcher Emissionen durch Senken im Jahr 1990 durch Landnutzungsänderungen ein, um die ihnen zugeteilte Menge zu berechnen.

Im Rahmen des Emissionshandels (Art. 17 KP) besteht die Möglichkeit der Veräußerung und des Kaufs von Emissionsrechten, den verschiedenen Zertifikaten, wodurch sich die Emissionsmöglichkeiten eines Landes entsprechend verringern, respektive erhöhen. Die Staaten können außerdem zusätzliche Emissionsrechte erwerben, indem sie entweder Projekte in Entwicklungsländern⁸ oder in Industrieländern⁹ durchführen (UNFCCC 1997). Alle Zertifikatstypen haben dieselbe ‚Währung‘, nämlich eine t CO₂. Nach Ablauf der ersten VP Ende 2012 müssen die Emissionen seit 2008 mit den gehaltenen Emissionsrechten übereinstimmen.

3.1.2 Das Bonn Agreement und die Marrakesch Accords

Nach der ergebnislos vertagten Konferenz von Den Haag (COP6 I) kam man im Juli 2001 in Bonn auf COP6 II in den wichtigsten Streitpunkten zu Kompromissen und führte mit dem ‚Bonn Agreement‘ eine politische Lösung herbei. KOLSHUS (2001) führt das Scheitern in Den Haag auf das Senkenthema zurück: „Land use, land-use change, and forestry activities were one of the crunch issues in the negotiations, as it is a common view that the LULUCF issue was one of the main reasons that the negotiations at COP6 failed¹⁰.“ Zentrale Fragen in Bonn waren unter anderem die Ausgestaltung der flexiblen Mechanismen, die Anrechenbarkeit und Bewertung von Senken sowie die Erfüllungskontrolle.

⁸ Sog. CDM-Projekte, Clean Development Mechanism

⁹ Sog. JI-Projekte, Joint Implementation

¹⁰ Ein anderer Teilnehmer der Konferenz beschrieb das mit den Worten: „It was the sinks that sank the Hague.“

In Bonn wurde eine Einigung über die Senkenfrage bereits existierender Wälder sowie über Art und Umfang der Nutzung von forst- und landwirtschaftlichen Aktivitäten für die Schaffung von Emissionsgutschriften erzielt:

- Für Senken aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) nach den Art. 3.3 und 3.4 wurde die Einführung einer zusätzlichen Zertifikatkategorie beschlossen, die sog. ‚RMU-Zertifikate‘. Diese sind im Gegensatz zu den anderen Zertifikatstypen nicht ‚bankable‘, d.h. sie sind nur während einer VP gültig.
- ARD-Aktivitäten¹¹ nach Art. 3.3 müssen auf die Verpflichtungen angerechnet werden.
- Jedes Land muss sich vor Beginn der VP verbindlich festlegen, ob es die Möglichkeiten des Art. 3.4 anwenden möchte. Einmal erfasste Senken- oder Quelleneffekte von Flächen müssen in den Folgeperioden weiter bilanziert werden.
- Entwaldungen nach Art. 3.3 können gemäß Art. 3.7 bis zu einer Höchstgrenze von 8,2 Mio. t C pro Jahr durch Waldbewirtschaftungsmaßnahmen nach Art. 3.4 ausgeglichen werden.

Nicht anerkannt wird die C-Bindung, die aus einem Düngeeffekt durch die erhöhten Stickstoffeinträge und CO₂-Konzentrationen resultiert. Man hat sich auf ein einfaches Verfahren geeinigt: Die Anrechenbarkeit beträgt 15% des Biomassezuwachses. Dieser im Annex-Z des Bonn Agreements vereinbarte Abschlag von 85% ‚deckelt‘ die nach Art. 3.4 anrechenbaren Mengen und trägt damit der Tatsache Rechnung, dass der zusätzliche Speichereffekt nicht ausschließlich durch ‚menschliche‘ Maßnahmen erzielt wird (BÖSWALD 2001).

Im Oktober 2001 fand COP7 in Marrakesch/Marokko statt, deren zentrales Ergebnis 15 Entscheidungen zur Ausgestaltung und Umsetzung des KP, die ‚Marrakech Accords‘¹² waren. Ein Ziel dieser Konferenz war, ausreichend hohe Anforderungen an die Berichterstattung über die Senken zu beschließen und Anreize für eine gute Qualität der Senkeninventare zu sichern (OTT 2002). Senken sollten den gleichen hohen Standards genügen, wie sie bereits für die Erfassung der THG-Emissionen von Industrie, Verkehr und Haushalten vereinbart wurden. Man einigte sich auf eine jährliche Ausstellung von Emissionsgutschriften aus Senkenaktivitäten (UNFCCC 2002). Überzählig ausgestellte Gutschriften werden wieder gelöscht, falls sich am Ende der VP herausstellt, dass die Senken weniger C eingebunden haben als an Emissionsgutschriften ausgestellt wurde. Um die flexiblen Mechanismen einsetzen zu können, muss ein Vertragsstaat das KP ratifizieren und sich dem in Marrakesch beschlossenen ‚compliance system‘¹³ unterwerfen: Er muss ein nationales Emissionsdatenerfassungssystem etablieren, rechtzeitig und korrekt über die jährlichen THG-Emissionen Bericht erstatten und Senkeninventare vorlegen. Für die Erfüllung der Verpflichtungen ist eine gründliche und korrekte Erfassung der Emissionsdaten in nationalen Inventaren unerlässlich. Daher wurde beschlossen, dass die Überprüfung der THG-Inventare und weiterer Berichte durch so genannte ‚expert review teams‘ erfolgt. Sie können bei mangelhafter Berichterstattung die

¹¹ Afforestation, Reforestation, Deforestation = Aufforstung, Wiederaufforstung, Entwaldung

¹² engl.: Marrakech Accords

¹³ System zur Kontrolle der Erfüllung von Emissionsreduktionen.

Inventare korrigieren und legen einen abschließenden Bericht vor, der die Grundlage für die Erfüllungskontrolle durch das ‚*compliance committee*‘ bildet (UNFCCC 2002). Ab 2013 (zweite VP¹⁴) muss über die C-Bindung von Senken Bericht erstattet werden. Für die erste VP führt eine qualitativ inkorrekte Berichterstattung der Senkenaktivitäten nur dazu, dass keine Emissionsgutschriften erzeugt werden können.

3.2 Allgemeine Anforderungen an die Berichterstattung

Im Jahr 1998 wurde dem IPCC vom SBSTA ein Auftrag zur Erstellung eines Sonderberichtes zum Thema LULUCF erteilt, um der Politik eine Grundlage für die Ausgestaltung von Art. 3.3 und 3.4 zur Verfügung zu stellen; er wurde im Jahr 2000 fertig gestellt (IPCC 2000). Er sollte Schlüsselfragen untersuchen, die den C-Austausch zwischen Atmosphäre, Boden und Biomasse betreffen. Seine Aufgabe war es, die politischen Beschlüsse von Kyoto technisch so umsetzbar zu machen, dass eine effektive C-Speicherung in Landnutzungssystemen stattfindet und die Regelungen nicht missbraucht werden können. Da das Thema ‚Landnutzung‘ im internationalen Verhandlungsprozess von höchster Brisanz und sehr umstritten war, wurde der Bericht nicht zur offiziellen Grundlage für die COP-Beschlüsse von Bonn und Marrakesch; dennoch flossen die Erkenntnisse in die Entscheidungen mit ein.

Ein wesentlicher Bestandteil des Berichts sind die Implikationen unterschiedlicher Definitionen für Wald, Landnutzungen und deren Änderung. Es wurde festgestellt, dass die meisten existierenden Definitionen für Wald und ARD-Aktivitäten nicht den Ansprüchen des KP genügen, da sie nicht aussagekräftig über Veränderungen der C-Speicher sind. Die Walddefinition der FAO beispielsweise basiert auf dem Überschirmungsgrad. Die Kronenschirmfläche kann jedoch zunehmen, obwohl der Biomassevorrat stark abnimmt. Da die Wälder in Bezug auf Höhe, Kronenüberschirmungsgrad, Vorräte und andere Faktoren stark variieren, ist eine einheitliche Definition des Begriffs ‚Wald‘ mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Dasselbe Definitionsproblem existiert für die ‚zusätzlichen Aktivitäten‘, wie sie durch Art. 3.4 ermöglicht werden. Der Bericht hat die Notwendigkeit aufgezeigt, Detailfragen zu klären, z.B. ob eine breite oder eine enge Definition für solche Aktivitäten gewählt werden sollte (IPCC 2000b). Folgende Fragen standen im Mittelpunkt:

- Was zählt als Maßnahme? Ist beispielsweise eine Düngung bereits eine Maßnahme oder ist das gesamte Ökosystemmanagement als solche zu werten?
- Soll man als Basis für die Berechnung einen flächenbezogenen oder einen auf die Aktivitäten bezogenen Ansatz wählen?
- Inwieweit werden Brennstoffe aus Biomasse und die Nutzung von Holzprodukten als zusätzliche Aktivitäten anerkannt und in die Betrachtung miteinbezogen?
- Wie soll gemessen werden?

¹⁴ Das setzt eine Einigung auf ein Folgeabkommen voraus, da das KP nur für die erste VP gilt.

Der Bericht hat Grundsätze für Bilanzierungssysteme, das Berichtswesen und Methoden für die Messung von C-Vorräten und Kreisläufen definiert: Eine hochwertige THG-Berichterstattung soll transparente, vergleichbare, vollständige, genaue und verifizierbare Daten über C-Vorräte und Veränderungen der Speicher liefern (IPCC 2000b). Darüber hinaus sollten auch andere THG, insbesondere CH₄ und N₂O, in die Bilanzierung miteinbezogen werden, um die Klimawirksamkeit von Wäldern und Aktivitäten vollständig zu erfassen. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte hat der Bericht eine Quantifizierung der Unsicherheiten gefordert, die bei der Messung, der Identifizierung von Flächen und der Definition von ‚Baselines‘¹⁵ entstehen. Er hat darüber hinaus auch auf die Notwendigkeit zur Verabschiedung von Modalitäten, Regeln und Richtlinien hingewiesen, „um den Spirit, die Absicht und die Beständigkeit des Protokolls und der UNFCCC zu erhalten (IPCC 2000b).“

Der vor COP6 veröffentlichte Sonderbericht versuchte der Politik aufzuzeigen, welche Entscheidungen getroffen werden müssen und welche Auswirkungen diese voraussichtlich haben würden. Auch die Wissenslücken und der Forschungsbedarf wurden konkretisiert. „Insgesamt verdeutlichte der Bericht die vielfältigen komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den relevanten biosphärischen Systemen, anthropogenen und anderen Faktoren. Die Senkenpotentiale sind demnach groß, nicht minder erheblich sind aber die Unsicherheiten in ihrer Erfassung (OBERTHÜR & OTT 2000).“ Schlüsselbotschaft des Berichts für die Entscheidungsträger war, dass eine Maximierung des C-Vorrats in Wäldern nicht immer die effektivste Art der Vermeidung von THG-Emissionen ist. Insbesondere aus langfristiger Perspektive ist eine größere Verminderung von Emissionen durch ein ganzheitliches Management der THG-Speicher möglich, was auch eine nachhaltige Nutzung mit einschließt.

3.3 Gute fachliche Praxis in der Berichterstattung über LULUCF

Bereits im Jahr 1996 wurde das IPCC von den Vertragsstaaten der UNFCCC beauftragt, einen Bericht zur ‚guten fachlichen Praxis (‚Good Practice Guidance‘, GPG)‘ zu den überarbeiteten ‚IPCC-Richtlinien für Nationale THG-Inventare‘ zu erstellen. Die GPG sollten diese Richtlinien nicht ersetzen, sondern in Übereinstimmung mit ihnen eine technische Anleitung für die Erfüllung der Berichterstattungspflichten liefern, die die Vertragsstaaten mit der Ratifizierung der UNFCCC und dem KP eingegangen sind. Der erste Teil, GPG and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000a), enthält noch keine konkreten Aussagen zu kritischen Fragen, die das Thema LULUCF betreffen. Dieser Bereich wurde bewusst ausgeklammert, weil man die Ergebnisse von COP6 zu diesem Thema abwarten wollte und zeitgleich der ebenfalls im Jahr 2000 veröffentlichte Sonderbericht zu LULUCF erarbeitet wurde (Kap. 3.2). Durch dieses Vorgehen sollten Unstimmigkeiten vermieden werden. Daher wurde

¹⁵ Baselines sind Referenzraten, mit denen bestimmt wird, welche zusätzlichen Auswirkungen Maßnahmen auf die Speicherung von THG haben.

das IPCC erst auf COP7 in Marrakesch¹⁶ wieder damit beauftragt, die GPG zu definieren, die auf die Eigenheiten und offenen methodischen Fragen des Bereichs ‚LULUCF‘ zugeschnitten ist (UNFCCC 2002). Politische Grundlage für den Auftrag zur Erstellung der GPG ist Art. 5.2:

Art. 5.2: Zur Schätzung der anthropogenen Emissionen aller nicht durch das Montrealer Protokoll geregelten THG aus Quellen und des Abbaus solcher Gase durch Senken werden die von der IPCC angenommenen und von der COP auf ihrer dritten Tagung vereinbarten Methoden verwendet. Soweit solche Methoden nicht zur Anwendung kommen, werden auf der Grundlage der Methoden, die von der als Tagung der Vertragsparteien dieses Protokolls dienenden COP auf ihrer ersten Tagung vereinbart wurden, entsprechende Anpassungen angewendet. Diese Methoden und Anpassungen werden von der als Tagung der Vertragsparteien des Protokolls dienenden COP auf der Grundlage der unter anderem vom IPCC geleisteten Arbeit und der von SBSTA abgegebenen Empfehlungen unter voller Berücksichtigung aller maßgeblichen Beschlüsse der COP regelmäßig überprüft und gegebenenfalls überarbeitet. Eine Überarbeitung der Methoden oder Anpassungen wird nur für Zwecke der Feststellung der Einhaltung der Verpflichtungen nach Artikel 3 im Hinblick auf einen nach dieser Überarbeitung beschlossenen Verpflichtungszeitraum vorgenommen.

Dieser 800-Seiten starke Bericht ist im Jahr 2003 erschienen und wird nachfolgend zusammengefasst.¹⁷ Die GPG ist eine Konkretisierung von Art. 5.2, der die Basis für die Senken-Berichterstattung bildet. Ziel ist die Entwicklung transparenter, zeitkonsistenter, vollständiger, vergleichbarer Inventare, deren Unsicherheiten dargestellt, quantifiziert und soweit wie möglich reduziert wurden. Sie schlägt in Abhängigkeit der verfügbaren Datengrundlagen Methoden vor, wie Veränderungen der C-Vorräte, THG-Emissionen aus Landnutzungssystemen und Unsicherheiten gemäß den relevanten Artikeln des KP geschätzt, gemessen und berechnet werden können und wie darüber berichtet werden soll. Außerdem sollte er Definitionen für anthropogen verursachte Waldzerstörung vorschlagen und praktikable Methodologien entwickeln, mit denen die direkten anthropogenen von den indirekten Einflussfaktoren, wie z.B. CO₂-Düngeneffekte und Stickstoffeinträge, getrennt werden können. Diese letztgenannten Themenkomplexe wurden jedoch in diesem Bericht nicht behandelt, sondern müssen aufgrund ihrer Komplexität separat erarbeitet werden.

Der Bericht definiert THG-Inventare als konform mit der ‚guten fachlichen Praxis‘, wenn sie nach bestem Wissen weder unter- noch überschätzen und die besten verfügbaren Daten und Methoden verwendet wurden. Die GPG gibt Anleitung zu folgenden Aspekten:

- Wahl der Schätz- und Berechnungsmethoden,
- Qualitätssicherung und -kontrolle,
- Dokumentation von Daten und Informationen,
- Quantifizierung der Unsicherheiten und Verbesserungsmöglichkeiten.

¹⁶ Durch die Entscheidung 11/CP.7/§3

¹⁷ Aus Gründen der Leserfreundlichkeit wird auf eine fortlaufende Quellenangabe verzichtet; alle nachfolgenden Informationen stammen, soweit sie nicht anders gekennzeichnet sind, aus IPCC (2003).

Die Berechnungen für einzelne Kategorien werden in sog. ‚tiers‘¹⁸ unterteilt: Je detaillierter und besser die Datengrundlagen und Methoden zur Schätzung sind, desto höher ist das *tier*, das dieser Berechnung entspricht. Ziel dieser Einteilung ist einerseits die Reduktion von Unsicherheiten und Fehlern, andererseits die Bewertung der Qualität der Daten. In den kleinsten *tiers* werden einfache Gleichungen und grobe, allgemeine Daten verwendet. Höhere *tiers* verwenden komplexe, für ein Land spezifische Daten und tendieren dazu, in ihrer Berechnung viel aufwändiger zu sein. *Tier 1* akzeptiert einfachste Methoden zur Berechnung der Speicher. Verfügbare nationale oder globale Waldzerstörungsraten, Agrar-Statistiken und Landnutzungskarten werden verwendet. Bei *tier 2* werden dieselben methodologischen Ansätze wie in *tier 1* verwendet, jedoch unter Verwendung besserer Daten, die den nationalen klimatischen Eigenschaften und Landnutzungssystemen entsprechen. *Tier 3* kann genau zugeschnittene Modelle, Inventursysteme und kombinierte Methoden nutzen. Sie sind hoch aufgelöst, können wiederholt werden und reflektieren die standörtlichen Rahmenbedingungen des Landes, wodurch Unsicherheiten stärker reduziert werden als in niedrigeren *tiers*. Bei der Wahl der *tiers* sollte auch berücksichtigt werden, ob es sich in dem jeweiligen Land um eine Schlüsselkategorie und um relevante Mengen handelt.

In einem eigenen Kapitel der GPG werden die Methodologien behandelt, mit denen CO₂-Senken und -Quellen im LULUCF-Sektor quantifiziert werden können. Sie werden je nach Qualität in die drei beschriebenen hierarchischen *tiers* eingeteilt. Die verschiedenen LU-Kategorien dienen als Grundlage für die jeweilige Berechnung und ermöglichen, dass auch unterirdische Biomassevorräte miteinbezogen werden können. Es ist wichtig, dass die Vertragsstaaten für jeden Speicher dokumentieren, nach welchem *tier* die Berechnungen durchgeführt wurden, um eine Konsistenz zu den anderen IPCC-Richtlinien zu gewährleisten. Die Richtlinien für LULUCF-Aktivitäten werden dem KP gerecht, das höhere Anforderungen an Berichterstattung stellt als UNFCCC. Obwohl sie zusätzlicher Natur ist, müssen keine verschiedenen Berichte abgegeben werden, sondern nur die geforderten zusätzlichen Informationen im THG-Inventar aufgeführt werden. Es bleibt dabei den Vertragsstaaten überlassen, wie sie dieser Pflicht nachkommen.

Die Berichterstattung findet in einem vorgeschriebenen Format statt, den sog. ‚common reporting format‘-Tabellen. In den Vorlagen für diese Tabellen und in den ‚Worksheets‘ für die jeweiligen Unterkategorien müssen nur die Felder und Module ausgefüllt werden, die für das jeweilige Land relevant und geschätzt oder berechnet worden sind. Die Einheit der offiziellen THG-Berichterstattung sind Gigagramm CO₂-Äquivalente.¹⁹ Die Berechnung von C-Vorräten, Emissionen und Speicherung von THG in LULUCF-Aktivitäten erfordert detaillierte Informationen und Daten über die Flächenentwicklung der verschiedenen Landnutzungskategorien. Alle Flächen sollten mit Fernerkundungsmethoden abbildbar und in jeweils einer LU-Kategorie erfasst sein. Auf eine detaillierte Vorgabe von Definitionen wurde bis

¹⁸ dt.: Stufe

¹⁹ Um von einer t C auf diese Einheit zu kommen, muss der Wert mit 3666,67 (44/12*1000) multipliziert werden. In dieser Arbeit wird aus Gründen der Anschaulichkeit und Vergleichbarkeit auf diese Umrechnung verzichtet.

auf grobe Beschreibungen verzichtet, weil die Länder eigene Definitionen für die Landnutzungskategorien haben. Die verwendeten Definitionen müssen jedoch ausführlich beschrieben werden. Bei der Erstellung der Inventare ist unbedingt darauf zu achten, dass jede Fläche nur einer Kategorie zugeordnet wird, um Doppelzählungen zu vermeiden. Die Summe der Flächen soll der Gesamtfläche des Landes entsprechen, da man nur so von einer vollständigen Berichterstattung sprechen kann. Neben dem Wald muss für folgende Kategorien ein THG-Inventar erstellt werden: Kulturlächen, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungsflächen und andere Flächen.

Die GPG nennt verschiedene Ansätze wie die Berechnungen in den Kategorien in Abhängigkeit der Datenverfügbarkeit durchgeführt werden können. Die Ergebnisse der Bundeswaldinventuren (BWI) entsprechen den Anforderungen des anspruchsvollsten Ansatzes²⁰. Bei diesem Inventurverfahren werden detaillierte Daten in einem dauerhaft markierten, georeferentiellen Stichprobennetz erhoben, die in der Lage sind, Landnutzungsänderungen mit relativ geringen Fehlern zu erfassen und in Karten darzustellen. Damit werden sie den Anforderungen des KP für die Kategorie ‚Wald‘ gerecht. In den Marrakesch Accords wurde ‚Wald‘ wie folgt definiert²¹:

Wald ist jede mit Forstpflanzen bestockte Fläche mit einer Größe von mindestens 0,05 bis 1 ha mit einem Kronenüberschirmungsgrad von mehr als 10 bis 30% und Bäumen, die das Potential haben, eine Mindesthöhe von zwei bis fünf Metern zu erreichen. Ein Wald kann entweder aus einer geschlossenen Formation bestehen, bei der verschiedene Schichten und Unterwuchs einen großen Teil der Fläche abdecken, oder aus offenem Wald. Ebenfalls zählen Jungbestände und Plantagen als Waldfläche, auch wenn sie vorübergehend durch Erntemaßnahmen oder natürliche Vorkommnisse unbestockt sind. Die Flächen werden unterteilt in bewirtschafteten und unbewirtschafteten Wald.

Weitere Definitionen wurden für folgende Termini festgelegt:

Box: Definitionen der GPG LULUCF für die THG-Berichterstattung

- Unter ‚**Aufforstung**‘ wird eine direkte, anthropogen verursachte Umwandlung²² einer Fläche in Wald verstanden, die mehr als 50 Jahre lang nicht mit Forstpflanzen bestockt war.
- ‚**Wiederaufforstung**‘ ist im Gegensatz dazu die Wiederbestockung einer ehemaligen Waldfläche, die seit dem 31.12.1989 unbestockt ist.
- ‚**Entwaldung**‘ ist die direkte Umwandlung von Wald in eine andere Landnutzungsform.
- ‚**Revegetation**‘ ist eine direkte menschliche Aktivität, die das Ziel hat, auf Flächen mit einer Mindestgröße von 0,05 ha die C-Vorräte zu erhöhen, aber nicht unter die Definitionen von ‚Aufforstung‘ oder ‚Wiederaufforstung‘ fällt.
- ‚**Waldbewirtschaftung**‘ ist ein Maßnahmensystem für die Verwaltung und Nutzung von Wäldern, das zum Ziel hat, relevante ökologische, ökonomische und soziale Funktionen nachhaltig zu erfüllen.

²⁰ Tier 3 in den alten Bundesländern, da zwei Inventuren vorliegen.

²¹ §1(a) Annex to draft decision -/CMP.1 (LULUCF), in document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58

²² Diese Umwandlung kann durch Sähen, Pflanzen oder die Nutzung natürlicher Verjüngung stattfinden.

Diese Definition impliziert, dass in Wirtschaftswäldern von der Holzernte bis hin zu nichtkommerziellen Zielsetzungen periodisch wiederkehrende oder fortlaufend menschliche Eingriffe stattfinden. Es wird also unterschieden zwischen Wald, der Wald bleibt und Landnutzungen, die in Wald umgewandelt wurden.

Der Ansatz des IPCC für die THG-Berichterstattung im Bereich LULUCF beschränkt sich bislang auf die relevanten Speicher und THG im Ökosystem, also die Netto-Primärproduktion von Wäldern in den C-Speichern ‚Lebende Biomasse‘, ‚Totholz‘ sowie ‚Boden‘ (UNFCCC 2003, UBA 2005). Er geht davon aus, dass keine Änderungen in den C-Vorräten der Holzprodukte auftreten, da alte Produkte durch Neue ersetzt werden (EGGERS 2002, UNFCCC 2003). Das bedeutet, dass reduzierte Vorräte, beispielsweise durch Kalamitäten oder Nutzungen, wie eine Quelle für CO₂ behandelt werden (Abb. 3-1). Das trifft nur nach einer Vorratsabsenkung durch einen Waldbrand zu, da die Nutzung von Holz die Speicherleistung verlängert. Seit einigen Jahren diskutiert und überprüft SBSTA die Annahme, dass geerntetes Holz automatisch als Emissionen gewertet wird, und Möglichkeiten, Holzprodukte in die Berichterstattung zu integrieren. Diese Vorschläge sind im Anhang der GPG (IPCC 2003) und in den neuen Richtlinien zur Berichterstattung (IPCC 2006) dargestellt.

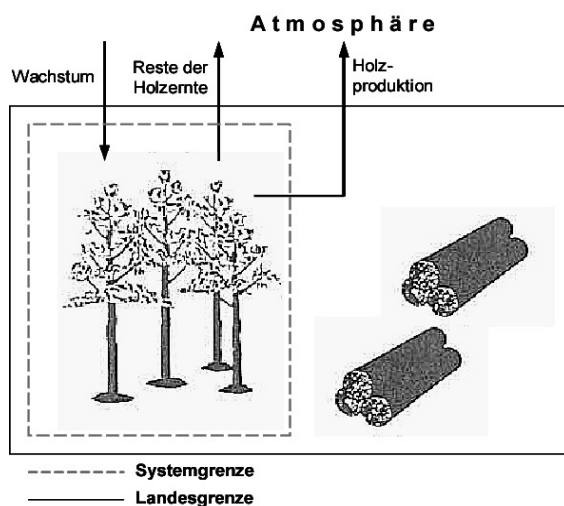


Abb. 3-1: Logik der LULUCF-Berichterstattung (nach BROWN ET AL. 1998)

Auf eine Integration der Produktspeicher wurde bislang auch deshalb verzichtet, weil nicht klar ist, auf welche Weise verifizierbar über ihre Veränderungen Bericht erstattet werden kann, bzw. wie mit Stoffströmen von Holz sowie Halbfertig- und Fertigprodukten umgegangen werden soll. Dergestalt über LULUCF zu berichten, ist ein konservativer Ansatz und trägt dem Problem Rechnung, dass in vielen Ländern noch keine nachhaltige Waldbewirtschaftung betrieben wird. Kahlschläge, illegale Holznutzungen, Brandrodungen, aber auch durch El-Niño bedingte Feuerkalamitäten zerstören die terrestrischen Speicher und machen Wälder vor allem in den Tropen, Subtropen und im borealen Nadelwald zu einer bedeutenden THG-Quelle (TACCONI 2003, UNFCCC 1999b).

3.3.1 Vorgehen bei der THG-Berichterstattung über LULUCF

Als ersten Schritt mussten die Vertragsstaaten eine Wald-Definition wählen, die den nationalen Gegebenheiten gerecht wird und mit der Marrakesch-Definition übereinstimmt. Einmal gewählte Definitionen können in nachfolgenden VP nicht mehr geändert werden. Jeder Vertragsstaat muss darüber hinaus rechtfertigen, dass die gewählte Definition konsistent mit den Informationen der FAO ist, bzw. Abweichungen erklären. Die Vertragsstaaten mussten bis Ende 2006 entscheiden, welche Aktivitäten sie sich nach Art. 3.4 anrechnen lassen wollen. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Hierarchie unter den gewählten Aktivitäten, die verhindern soll, dass Maßnahmen doppelt erfasst werden, wenn aufgrund der Definitionen nicht klar ist, welcher Aktivität sie zugeordnet werden müssen²³. Alternativ kann eine breite Definition von Waldbewirtschaftung gewählt werden, die sich nicht auf konkrete Maßnahmen bezieht. Dann werden die Flächen bzw. die Aktivitäten die Berechnung der veränderten C-Vorräte, getrennt nach CO₂ und nicht-CO₂-Gasen, für jedes Jahr der VP quantifiziert. Die Marrakesch Accords²⁴ verlangen,

- dass Flächen in nationalen Inventursystemen nach Art. 5.1, die Gegenstand von LULUCF gemäß Art. 3.3 und 3.4 sind, identifiziert werden können (§20). Es muss sichergestellt werden, dass jeder Vertragsstaat in seinem nationalen THG-Inventar relevante Informationen über diese Flächen liefert;
- dass adäquat über sie berichtet wird: §6 bestimmt, dass Landnutzungsaktivitäten folgendermaßen eingeteilt werden:
 - Landnutzungseinheiten nach Art. 3.3,
 - Landnutzungseinheiten nach Art. 3.3, die ansonsten unter gewählten Aktivitäten nach Art. 3.4 berechnet würden,
 - Landnutzungseinheiten nach Art. 3.4;
- dass ihre künftige Entwicklung durch Monitoring beobachtet wird. Nach §19 muss über einmal erfasste Flächen in auch in Folgeperioden Bericht erstattet werden.

Nach einer Identifizierung der Flächen, auf denen Aktivitäten seit 1990 statt gefunden haben, müssen diese nach den Maßnahmen getrennt zusammen gefasst und berechnet werden. Flächen nach Art. 3.3 verbleiben 20 Jahre in dieser Kategorie als Neuwaldflächen und können nicht in andere Flächenkategorien transferiert werden. Seit 1990 entwaldete Flächen können nicht als Wiederaufforstungsflächen angerechnet werden. Für die Berechnung von Waldbewirtschaftung nach Art 3.4 müssen die Waldflächen bestimmt werden, auf denen einzelne Aktivitäten wie z.B. Feuermanagement statt gefunden haben. Doppelbuchungen sind dadurch zu vermeiden, dass jede Fläche nur einer Aktivität zugerechnet wird. Flächen einer

²³ Z.B. agro-forstliche Systeme.

²⁴ Decision FCCC/CP/2001/13

gewählten Aktivität nach Art. 3.4 können nicht nachträglich in eine andere, nicht gewählte Aktivität überführt werden.

Um die benötigten Daten und Informationen zu erhalten, haben die Staaten drei Möglichkeiten:

- Nutzung vorhandener Inventurdaten,
- Implementierung eines Monitoringsystems,
- Etablierung eines Systems, das über die Aktivitäten berichtet und sie verifiziert.

Länder, die detaillierte Forst- und Landnutzungsinventuren durchgeführt haben, können diese nutzen, wenn sie bestimmte technische Anforderungen erfüllen:

- Es muss möglich sein, die Landnutzungen und Vorräte im Jahr 1990 abzuleiten.
- Durch eine Wiederholungsinventur, deren Abstand zur Erstinventur nicht zu groß²⁵ sein darf, müssen Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2008, bzw. zwischen 2008 und 2012 abgeleitet werden können.
- Die Flächen sollen georeferentiell sein, damit an denselben Orten wiederholt gemessen werden kann.
- Die Auflösung sollte so hoch sein, dass Veränderungen auf Flächen mit einer Größe der gewählten minimalen Fläche erfasst werden²⁶.

Ist die letztgenannte Voraussetzung nicht gegeben, können Datenlücken durch statistische Ansätze und Modellierungen kompensiert werden. Hilfsmethoden müssen ebenfalls transparent sein, dokumentiert und ihre Unsicherheiten quantifiziert werden. Fernerkundungsmethoden sind eine geeignete Grundlage für das Monitoring von Landnutzungsänderungen.

3.3.2 Methodische Vorgaben für die Quantifizierung der C-Vorräte

Es ist ‚gute fachliche Praxis‘, zunächst die Schlüsselkategorien der Landnutzungen und ihrer Veränderungen zu identifizieren. Diese werden dann in Unterkategorien eingeteilt und je nach Bedeutung und Datenverfügbarkeit wird eine Methodologie für ihre Quantifizierung bestimmt. Die Marrakesch Accords erlauben, über einzelne Speicher keinen Bericht zu erstatten, wenn sie mit Hilfe transparenter und verifizierbarer Informationen darlegen, dass dieser keine Quelle für THG war. Zulässige Methoden, die auch kombiniert werden können, sind:

- Repräsentative, verifizierbare Stichproben in einer ausreichenden Anzahl von Flächen.
- Dokumentation der Verfahren und wissenschaftlich fundierte Begründungen²⁷.
- Belege durch wissenschaftliche Untersuchungen und begutachtete Veröffentlichungen über Aktivitäten, Ökosysteme, Regionen oder Speicher.²⁸

²⁵ In der Regel sollte alle 10 Jahre eine Inventur durchgeführt werden.

²⁶ Z.B. Wald muss je nach Definition eine Mindestfläche von 0,05 bis 1,0 ha haben, um als solcher zu gelten.

Nach der Art der Landnutzung bezieht sich die zweite Gliederungsebene des Berichtes auf die in der jeweiligen Landnutzungskategorie relevanten C-Speicher, wobei für manche nur minimale Wegweiser zur Verfügung gestellt werden. Diese Speicher sind:

- Die lebende oberirdische Biomasse, bestehend aus Stamm, Ästen, Rinde, Blättern und Nadeln. Es ist zulässig, den relativ kleinen Speicher der sonstigen Bodenvegetation auszulassen, wenn anzunehmen ist, dass seine Größe konstant bleibt.
- Die lebende unterirdische Biomasse. Hier ist es zulässig, die Feinwurzeln nicht zu betrachten, da sie sich aufgrund ihrer kurzen Lebenszeit schwer vom organischen Bodenumus abgrenzen lassen.
- Totholz. Dazu zählt die gesamte tote organische Materie, die nicht als Streu betrachtet wird, also stehende und liegende abgestorbene Holzmengen.
- Streu. Dazu gehört sämtliche tote organische Materie unter einem zu wählenden Durchmesser, die in unterschiedlichen Zersetzungsstadien auf dem Mineralboden aufliegt.
- Organisch gebundener C in Böden. Feinwurzeln können auch hier berücksichtigt werden, sofern sie nicht anderweitig berechnet wurden.

Es ist außerdem ‚gute fachliche Praxis‘, bei Schätzungen und Berechnungen die statistischen Fehler zu quantifizieren. Die GPG (IPCC 2000a) gibt ein 95%-Vertrauensintervall für Fehlerschätzungen vor, wenn eine bessere Berechnung nicht möglich ist. Es gibt eine Vielzahl an möglichen Fehlerquellen und Unsicherheiten bei der Erstellung der THG-Inventare:

- Definitionsfehler und Abweichungen,
- Klassifikationsfehler,
- Fehler bei der Zuordnung von Flächen zu den Aktivitäten,
- Schätzfehler,
- Modellfehler,
- Stichprobenfehler.

Ein besonderes Thema sind Störungen durch Kalamitäten. Dabei handelt es sich um Prozesse, die C-Speicher in Ökosystemen reduzieren oder verlagern. Störungen durch Feuer führen zu direkten Emissionen von CO₂. Sturmkalamitäten können zu Umverteilungen in den Speichern führen²⁹. Durch Zersetzungsprozesse nach Kalamitäten finden zeitverzögerte Emissionen statt. Aus diesem Grund variiert die Speicherleistung und Wälder können temporär sowohl eine Nettoquelle als auch eine Nettosenke darstellen. Sie können biotischer und abiotischer Natur sein und werden wie Aktivitäten behandelt, über die nach dem KP Bericht erstattet werden muss. Einzige Ausnahme sind Störungen in unbewirtschafteten Wäldern.

²⁷ Eine Landnutzungsänderung von Ackerland zu Wald kann z.B. nicht zu einer Abnahme von Totholz führen.

²⁸ Z.B. kann unter bestimmten klimatischen Bedingungen eine Aufforstung zu einer Zunahme des Boden-C führen.

²⁹ Z.B. Zunahme des Totholzspeichers

3.3.2.1 Lebende ober- und unterirdische Biomasse

Veränderungen im Speicher der lebenden Biomasse werden berechnet, indem der Netto-Zuwachs bzw. der Netto-Vorratsverlust in Trockenmasse umgerechnet und dann mit dem C-Anteil (Konversionsfaktor) multipliziert wird. Verluste werden durch Ernte, Feuerholz und Kalamitäten verursacht. Die Veränderungen lassen sich nach der einfachen ‚*default method*⁶⁰ oder, wenn zwei entsprechende Inventuren durchgeführt wurden, nach der genaueren ‚*stock-change method*⁶¹ berechnen (Gleichung 1 und 2). Voraussetzung für die Anwendung der ‚*stock-change method*‘ sind detaillierte Forstinventuren mit einer ausreichend hohen Stichprobenanzahl, da die Gefahr besteht, dass bei geringen Veränderungen der Vorräte der statistische Fehler größer als die berechneten Veränderungen ist. Deswegen müssen bei der Wahl der Methode auch die Rahmenbedingungen der Wälder³² und das Inventurverfahren³³ berücksichtigt werden. Im Folgenden wird nur die letztgenannte vorgestellt, da die genannten Bedingungen in den alten Bundesländern durch die BWI I und II erfüllt werden.

Gleichung 1: Berechnung der Veränderung des in der lebenden Biomasse gespeicherten C nach der ‚*stock-change method*‘

$$\Delta C_{FF_{LB}} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = jährliche Veränderung der ober- & unterirdischen Biomasse des Waldes in t C/a

C_{t_2} = C-Gesamtvorrat zum Zeitpunkt t_2 , in t C

C_{t_1} = C-Gesamtvorrat zum Zeitpunkt t_1 , in t C

Gleichung 2: Berechnung des in der lebenden Biomasse gespeicherten C-Vorrates

$$C = (V * D * BEF) * (1 + R) * CF$$

V = Derbholz in m³/ha

D = Holzdichte in t/m³

BEF = Biomasseexpansionsfaktor

R = Verhältnis von unterirdischer zu oberirdischer Biomasse

CF = Kohlenstoffkonversionsfaktor

3.3.2.2 Tote Biomasse

Die GPG geht davon aus, dass Veränderungen der gebundenen C-Vorräte in der toten Biomasse (Nekromasse) keine signifikante Größenordnung haben und daher nicht betrachtet

³⁰ Inkrementale Berechnung der Vorratsveränderung mit Vorgabewerten.

³¹ Differenzmethode.

³² Struktur, Größe, Heterogenität.

³³ Zahl der Stichproben, Netzdichte.

werden müssen. Eine einfache Schätzung für die maximale gebundene C-Menge in Totholz beträgt 25% der gesamten lebenden Biomasse. Gleichzeitig werden die Bedeutung dieses Speichers und die Notwendigkeit hervorgehoben, ihn bei höheren *tiers* in künftigen Inventuren zu integrieren. In diesem Bereich gibt es große wissenschaftliche Unsicherheiten; z.B. sind die Transferraten von C in Streu, Boden-C und in die Atmosphäre bislang wenig erforscht. Große Unterschiede in der Speichergröße der Nekromasse bestehen zwischen bewirtschafteten und unbewirtschafteten Wäldern. Die Vorräte hängen von vielen Faktoren ab, wie z.B. von Zeitpunkt, Stärke und Art der Kalamitäten sowie der Zerfallsdauer, die ihrerseits wiederum von den klimatischen Rahmenbedingungen, der Baumart und der natürlichen Mortalität beeinflusst wird. Ihre Veränderungen werden mit Gleichung 3 berechnet.

Gleichung 3: Berechnung der Veränderung der C-Speicher ‚Nekromasse‘ und ‚Streu‘

$$\Delta C_{FFDOM} = \Delta C_{FFDW} + \Delta C_{FFLT}$$

ΔC_{FFDOM} = jährliche Veränderung der C-Speicher der toten organischen Substanz (Totholz und Streu) in der verbleibenden Waldfläche in t C je ha

ΔC_{FFDW} = jährliche Veränderung der C-Speicher des Totholzes in t C je ha (verbleibende Waldfläche)

ΔC_{FFLT} = jährliche Veränderung der C-Speicher der Streu in t C je ha (verbleibende Waldfläche)

Die Streufallakkumulation ist neben anderen Faktoren besonders von der jährlichen Nachlieferung abhängig, die durch Störungen und Kalamitäten signifikant beeinflusst wird. Von der am Boden angelieferten Menge an Blättern, Nadeln, Zweigen, Samen, Früchten und Rinde wird der pro Jahr zersetzte Anteil abgezogen. Da nur wenige Studien über den in der Streu gespeicherten C existieren, musste die GPG einige Annahmen treffen:

- Der C in diesem Speicher pendelt sich auf einem Gleichgewichtsniveau ein, der vom Waldtyp, seiner Bewirtschaftung und den auftretenden Störungen abhängt.
- Veränderungen in den Faktoren führen in Übergangszeiträumen zu neuen Gleichgewichten, die sich schneller als bei den Vorräten der lebenden oberirdischen Biomasse einstellen.
- C-Speicherung in einer solchen Übergangsphase verhält sich linear.

Die Datenverfügbarkeit bestimmt darüber, welches *tier* ein Land für die Speicher Totholz und Streu anwenden kann. Die GPG eröffnet für *tier 1* die Möglichkeit, über diese Speicher nicht zu berichten, wenn die Annahme getroffen werden kann, dass sich die Streuinput- und Outputraten nicht entscheidend verändern und damit keine Veränderung der durchschnittlichen Speichergröße stattfindet. Die Verwendung höherer *tiers* kann die Unsicherheiten solcher Annahmen signifikant reduzieren. Für eine Berichterstattung nach *tier 2 und 3* sollte Gleichung 4 verwendet werden.

Gleichung 4: Vereinfachende Berechnung der C-Vorratsänderung in der Nekromasse

$$\Delta C_{FF_{DW}} = [A * (B_{in} - B_{out})] * CF$$

$\Delta C_{FF_{DW}}$ = jährliche Veränderung des in Totholz gespeicherten C in der verbleibenden Waldfläche

A = verbleibende Waldfläche in ha

B_{in} = jährlicher Transfer in den Totholz-Speicher in t Trockenmasse je ha und Jahr (Input)

B_{out} = jährlicher Transfer aus dem Totholz-Speicher in t Trockenmasse je ha und Jahr (Output)

CF = C-Anteil an der Trockenmasse (default-Wert = 0.5)

Zum Input zählen die jährlich anfallenden und im Bestand verbleibenden Mengen durch Vor- und Endnutzung, natürliche Mortalität und Biomassenachlieferungen aus Kalamitäten. Der Output entspricht der vorhandenen Nekromasse, multipliziert mit der Zerfallsrate. Wenn sich Input und Output die Waage halten, dann ist $\Delta C_{FF_{DW}} = 0$ und entspricht *tier 1*, das keine Quantifizierung erfordert. In Ländern mit starken Veränderungen in den existierenden Wäldertypen, intensiver Nutzung oder auftretenden Kalamitäten sollte ein höheres *tier* gewählt werden. *Tier 3* erfordert, dass mit Hilfe von permanenten Stichproben und Modellen die landesspezifischen C-Vorräte und deren Änderungen berechnet werden.

3.3.2.3 Boden und Auflageschicht

Ein weiterer Speicher von großer Bedeutung ist der Boden-C. Die GPG unterscheiden die Speicherung von organischem C³⁴ im Mineralboden und in Bodenlagen. Die Summe der Veränderungen dieser beiden Speicher entspricht der gesamten Veränderung des Boden-C. Keine Berücksichtigung findet der mineralische C-Vorrat des Bodens; dennoch wird auf die Bedeutung einer Trennung organischer und anorganischer Bestandteile hingewiesen. Da der Input hauptsächlich aus oberirdischer Biomasse eingetragen wird, tendiert der organische C sich in den oberen Bodenhorizonten zu konzentrieren: In den meisten Bodentypen sind ca. 50% in den ersten 30 cm des Mineralbodens gespeichert. Seine chemische Zusammensetzung ermöglicht größtenteils eine schnelle weitere Zersetzung, da die Verbindungen direkt den natürlichen und anthropogenen Störungen ausgesetzt sind. Der organische Boden-C befindet sich in einem Gleichgewichtszustand, der von der Nachlieferung, der Streuzersetzung und der Einbindung in den Mineralboden abhängt. Störungen durch menschliche Aktivitäten und Kalamitäten verändern die Dynamik der Stoffflüsse in Waldböden. Verschiedene waldbauliche Methoden wie die Art der Nutzung³⁵, Art der Durchforstung, Umtriebszeit, Kulturbegründung, Kalkung, Düngung etc haben ebenfalls einen Einfluss auf den organischen Boden-C. Der

³⁴ Organischer Boden-C ist die Menge großer, amorpher organischer Moleküle, die durch Zersetzungsprozesse und Humifizierung ober- und unterirdischer Biomasse entsteht und entweder frei oder im mineralischen Teil des Bodens gebunden vorkommt. Dazu zählen organische Säuren, lebende und tote Mikroorganismen sowie die Substanzen aus ihren Zersetzungsprodukten.

³⁵ Einzelbaumweise Nutzung vs. Kahlschlag als Extreme.

Output wird von der Zersetzungsrates des organischen Boden-C und der Respiration bestimmt. Die C-Flüsse sind stark abhängig von den lokal herrschenden Wasserregimes, von der Baumartenzusammensetzung und den chemischen Verbindungen der Streu. Unter dauerfeuchten oder staunässe-geprägten Böden wird z.B. der Abbau verlangsamt und der Input kann den Abbau übersteigen, was zu einer Akkumulation organischer Biomasse führt. Unter solch anaeroben Bedingungen abgebauter C entweicht verstärkt als CH₄. Andere Verluste aus diesem Speicher treten durch Erosion auf, müssen aber nicht automatisch zu Emissionen führen. Die meisten Literaturquellen und Erkenntnisse über Management und andere Einflüsse auf den organischen Boden-C sind auf kleinräumige Gebiete oder einzelne Bestände beschränkt (MUND 2004). Somit ist es schwer möglich, die klimatischen Einflüsse, Bodeneigenschaften und anderen Faktoren voneinander abzugrenzen und zu allgemein gültigen Aussagen zu gelangen, die Aufschluss über die Entwicklung der mineralischen Boden-C-Vorräte geben. Aufgrund dieser fehlenden Informationen ist in *tier 1* die Annahme akzeptabel, dass die Vorräte stabil bleiben.

3.3.2.4 Landnutzungsänderungen: Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung

Die Vertragsstaaten müssen jährlich auch über Flächen berichten, auf denen Landnutzungsänderungen während der VP statt gefunden haben. Die Flächen müssen Wald nach der landesspezifischen Walddefinition sein. Die Berechnungsverfahren hierfür müssen konsistent mit den Methoden und Gleichungen der GPG sein und vom Niveau mindestens demselben *tier* der UNFCCC Berichterstattung entsprechen. Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt nach den vorgestellten Berechnungen und Annahmen, muss aber innerhalb der Berichterstattung separat ausgewiesen werden. Neuwaldflächen behalten diesen Status 20 Jahre bevor sie in die Kategorie ‚verbleibende Waldfläche‘ aufgenommen werden.

Aufforstungs- und Wiederaufforstungsaktivitäten in Kulturen benötigen häufig eine Vorbereitung der Fläche. Dazu zählen beispielsweise die Beseitigung bestehender Vegetation und Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die einen negativen Einfluss auf andere C-Speicher wie Böden, Humus oder Totholz haben können. Auch hier gilt: Die Marrakesch Accords verlangen eine Schätzung der Änderung der C-Vorräte in allen relevanten Speichern, sofern nicht vom Vertragsstaat anhand transparenter und verifizierbarer Informationen gezeigt werden kann, dass der betreffende Speicher keine Quelle ist. Entwaldung wird als direkte, durch menschliches Handeln verursachte Umwandlung von Wald in Nicht-Wald definiert. Darunter fallen hauptsächlich Landnutzungsänderungen für Siedlungsflächen, Industriestandorte und Infrastrukturflächen. Erntemaßnahmen, denen Wiederbewaldungen durch Saat, Pflanzung oder Naturverjüngung folgen, fallen nicht unter diesen Begriff. Auch der Verlust von Waldflächen durch Kalamitäten wie Feuer, Sturm oder biotische Kalamitäten wird nicht als direkte, menschlich verursachte Entwaldung gewertet, da sich diese Flächen in der Regel alleine oder durch menschliches Zutun regenerieren. Als Entwaldung werden diese Flächen dann gewertet, wenn nach dem Auftreten einer Störung diese Regeneration verhindert wird, z.B. durch Versiegelung der Fläche für bauliche Zwecke.

Die C-Vorräte auf Flächen, die Art. 3.3 zugeordnet werden, werden mit Gleichung 5 berechnet.

Gleichung 5: Jährliche Veränderung der C-Vorräte auf Neuwaldflächen

$$\Delta C_{LF} = \Delta C_{LFB} + \Delta CLF_{DOM} + \Delta CLF_{Soils}$$

ΔC_{LF} = Jährliche Veränderung der C-Vorräte auf Neuwaldflächen in t C

ΔCLF_{LB} = Jährliche Veränderung der C-Vorräte der lebenden Biomasse in t C

ΔCLF_{DOM} = Jährliche Veränderung der C-Vorräte der Nekromasse in t C

ΔCLF_{Soils} = Jährliche Veränderung der C-Vorräte in Böden in t C

In *tier 1* wird die Biomassezunahme mit einfachen Schätzwerten berechnet. In *tier 2* werden regionale oder nationale Wachstumsraten verwendet, die als Funktion des Bestandesalters, der Baumart und der Wuchsbedingungen vorliegen. Diese Funktionen können auch abgeleitet werden, wenn sie für junge Bäume nicht existieren. *Tier 3* benötigt direkt gemessene Daten, aus denen die Wachstumsfunktionen abgeleitet und validiert werden können.

4 Quantifizierung der C-Vorräte in Baden-Württemberg

In den nationalen THG-Inventaren werden zurzeit nur die Vorratsänderungen der lebenden Biomasse und mit Einschränkungen die Vorräte der toten Biomasse und der Böden dargestellt. Eine Einbeziehung des Produktsektors in künftige Berichterstattungen wird weiter diskutiert (EGGERS 2002, IPCC 2006). Will man einen nachhaltig bewirtschafteten Produktionsstandort aus Sicht des Klimaschutzes bewerten, müssen auch der Produktsektor und die Substitutionseffekte in die Betrachtung einbezogen werden. Daher wird in dieser Arbeit durch die Verknüpfung verschiedener Modelle sowohl der Weg des in der Biomasse, als auch der des im geernteten Holz gespeicherten C verfolgt, und um die C-Vorräte in Waldböden, Auflageschicht und Totholz ergänzt. Dabei werden die besten verfügbaren Daten verwendet. Abb. 4-1 stellt die Datenflüsse und Modelle für das ‚Full Carbon Accounting‘ auf Grundlage gemessener Daten dar, wie es im Rahmen dieser Arbeit erstmals durchgeführt wurde.

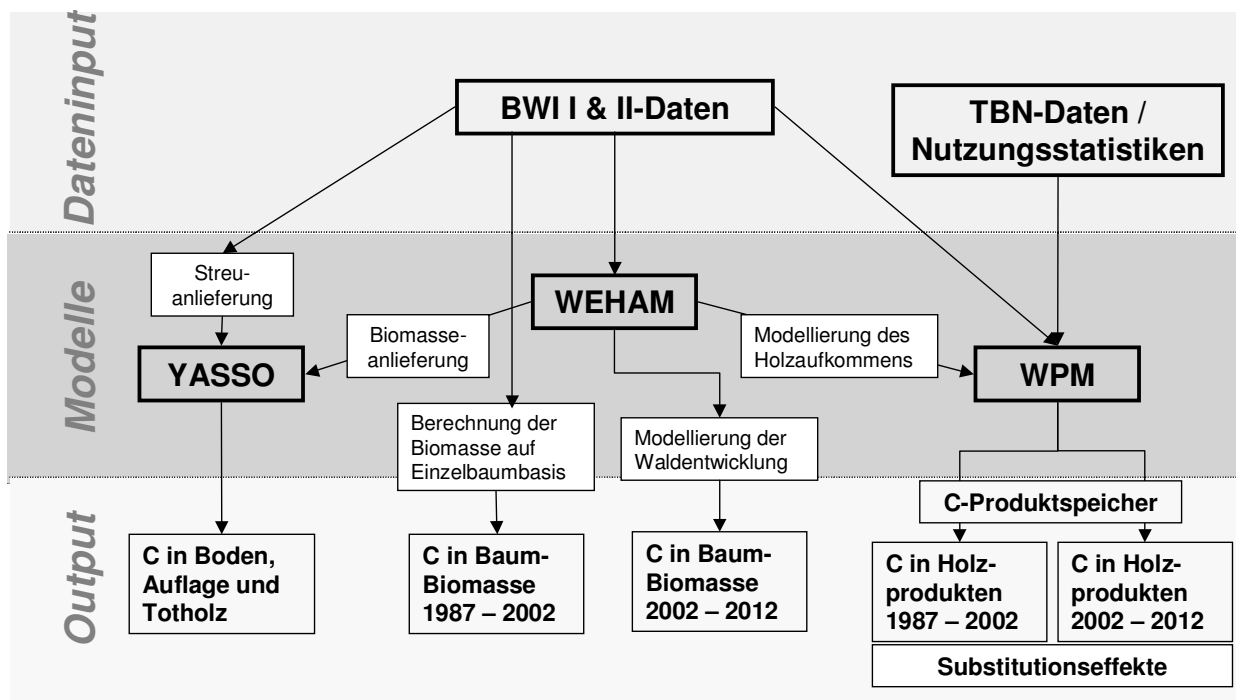


Abb. 4-1: Datengrundlagen, Modelle und Ergebnisse für die inventurbasierte Quantifizierung der relevanten C-Speicher

Hauptdatengrundlage bilden die Ergebnisse der BWI. Sie ermöglichen nicht nur die Berechnung der Biomassevorräte im Wald auf Basis der gemessenen Einzelbaumdaten, sondern liefern auch Informationen über die genutzten Holzmengen. Diese Daten werden mit Einschlagsstatistiken und TBN-Ergebnissen verglichen und in ein neu entwickeltes Holzproduktmodell (Wood Product Model, WPM) eingegeben, das in der Lage ist, die Veränderungen der Produktspeicher und der Substitutionseffekte zu quantifizieren. Das Programm WEHAM³⁶ modelliert mit Hilfe hinterlegter Wachstumsfunktionen auf Basis der

³⁶ Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung.

Einzelbaumdaten der BWI II, wie sich die Vorräte im Wald in Perioden von fünf Jahren entwickeln und welche Nutzungsmengen dabei anfallen. Nach Sortierung dieser Mengen und der Programmierung eines Moduls, das die Vorräte in C-Einheiten umrechnet, konnten damit die weiteren Entwicklungen der Produktspeicher und der Biomassevorräte im Wald berechnet werden. Bedeutende Anteile der terrestrischen C-Speicher im ‚Wald‘ sind in den Böden, der Auflageschicht und dem Totholz fixiert. Daher wurde das am EFI entwickelte Programm YASSO (LISKI ET AL. 2004) für Baden-Württemberg programmiert und so parametrisiert, dass auch diese Vorräte modelliert werden konnten. Diese Modelle zeigen die wesentlichen Daten- und Wissenslücken auf.

4.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Baden-Württemberg ist mit rd. 1,32 Mio. ha³⁷ und 38% seiner Fläche nach Bayern das walddreichste Bundesland Deutschlands (VON TEUFFEL ET AL. 2005); der Wald wird größtenteils bewirtschaftet und besteht zu 96% aus Altersklassenwald, während Plenterwald nur einen Anteil von ca. 3,5%, einnimmt. Bannwälder und ökologisch wertvolle Relikte historischer Waldbewirtschaftungsformen wie Nieder- und Mittelwälder kommen auf ca. 0,5% der Waldfläche vor. Die Wälder werden durch ihre vielfältigen geologischen, geographischen und klimatischen Eigenschaften geprägt. Sie sind die Grundlage für eine Einteilung in sieben verschiedene Naturräume³⁸ (Abb. 4-2, Tab. 4-1) (WOLFF ET AL. 2003).

Die jeweils vorherrschenden Bedingungen haben Einfluss auf die Bestockung, den laufenden Zuwachs und damit auch auf die C-Speicherung in Biomasse und Böden. Will man langfristige Prognosen über die Entwicklung von C-Vorräten im Wald treffen und Anpassungsstrategien an den Klimawandel entwickeln, spielen die regionalen Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen und anderer Standortparameter eine entscheidende Rolle, da langfristig der Zuwachs und die Baumartenzusammensetzung direkt von diesen Faktoren abhängen. Die hier dargestellten Informationen zum Klima der Wuchsbezirke stammen aus WOLFF ET AL. (2003) und sind wichtig mit Hinblick auf die Klimaprognosen für Baden-Württemberg. Besonders interessant sind dabei die Niederschlagsmengen während der Vegetationsperiode und die klimatische Wasserbilanz³⁹ in dieser Zeit.

³⁷ 38% der Landesfläche.

³⁸ Die Wuchsgebiete.

³⁹ Die klimatische Wasserbilanz wird über die Differenz zwischen der Niederschlagsmenge von Mai bis September und der potentiellen Verdunstung ermittelt. Sie ist ein Maß für die der Vegetation während dieser Zeit zur Verfügung stehende Wassermenge.

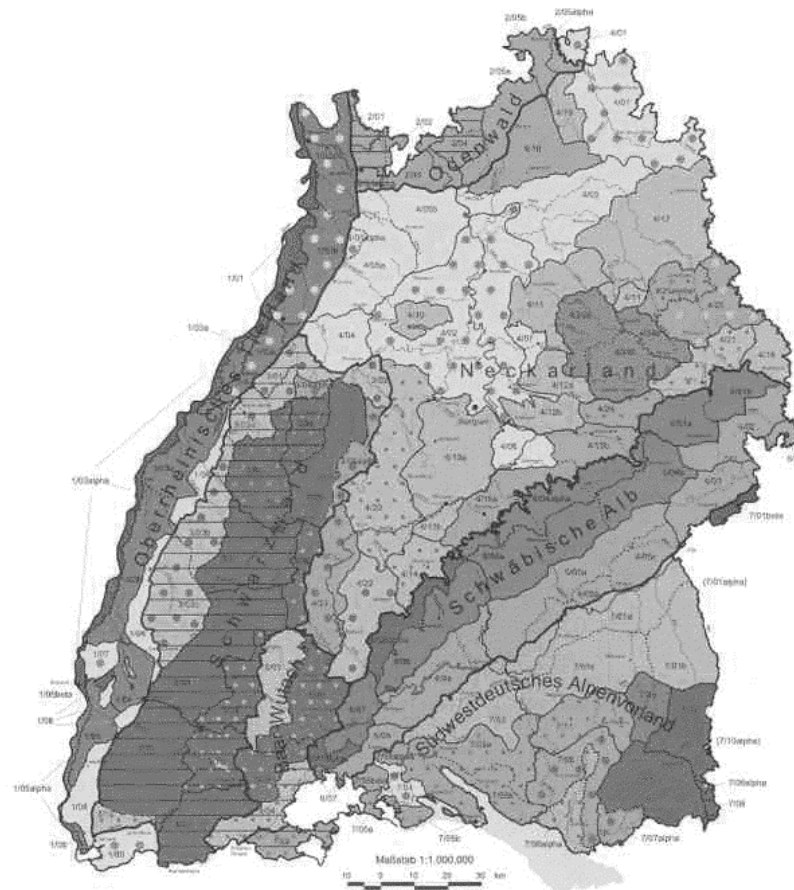


Abb. 4-2: Wuchsgebiete im Untersuchungsgebiet Baden-Württemberg

Tab. 4-1: Klimadaten der Wuchsgebiete Baden-Württembergs

	Fläche	mittlere Lufttemperatur	Niederschlag Vegetationsperiode	Charakterisierung	klimatische Wasserbilanz	Charakterisierung
Oberrheinisches Tiefland	81.000 ha	10,5 °C	350 mm/a	schwach regenarm	- 103 mm/a	sehr gering
Schwarzwald	365.000 ha	5,3 bis 9 °C	577 mm/a	sehr regenreich	185 mm/a	hoch
Schwäbische Alb	210.000 ha	6,9 °C	463 mm/a	regenreich	13 mm/a	gering
Odenwald	65.000 ha	8,6 °C	408 mm/a	schwach regenreich	- 76 mm/a	sehr gering
Neckarland	353.000 ha	8,5 °C	403 mm/a	schwach regenreich	- 46 mm/a	gering
Baar-Wutach	45.000 ha	7,0 °C	449 mm/a	schwach regenreich	- 3 mm/a	gering
Südwestdeutsches Alpenvorland	154.000 ha	7,8 °C	514 mm/a	sehr regenreich	94 mm/a	mittel

Neben steigenden Temperaturen prognostiziert das Max-Planck-Institut für Meteorologie für Baden-Württemberg eine Verschiebung der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung von der Vegetationsperiode in den Winter um bis zu 30% (UBA 2006). Das bedeutet für die Vegetation der Wuchsgebiete, die heute schon eine geringe klimatische Wasserbilanz während der Vegetationsperiode aufweisen, dass sie häufiger Trockenperioden mit entsprechendem Stress

ausgesetzt sein wird – falls sie nicht in der Lage ist, sich z.B. durch genetische Anpassungsmechanismen an diese neuen Bedingungen anzupassen. Das gilt besonders für das oberrheinische Tiefland, den Odenwald. Auch die Schwäbische Alb, das Neckarland und Baar-Wutach müssen lokal mit einschneidenden Veränderungen rechnen, weil solche Ereignisse zu Wuchsdepressionen⁴⁰ und einem verstärkten Vorratsabbau führen können. Vorratsabbau führt zu einer Verschiebung der C-Vorräte der Biomasse in den Produktspeicher oder in den Speicher ‚Totholz‘, bzw. im Falle von Waldbränden zu direkten THG-Emissionen.

Die Daten der Bundeswaldinventuren (BWI) ermöglichen eine Charakterisierung der Wälder Baden-Württembergs und wurde von der Abt. Biometrie und Informatik der forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg (FVA) ausgewertet. Die BWI-Daten bieten eine hervorragende Datengrundlage um Vorräte, Flächen, den Zuwachs und die Nutzung zu quantifizieren. Sie sind die wichtigen Einflussgrößen für die C-Vorräte und eignen sich als erklärende Parameter für Veränderungen der Speicher- und Senkenleistung. Flächendeckende Daten von solcher Qualität standen bislang für das Untersuchungsgebiet nicht zur Verfügung. Da sie dieser Arbeit als zentrale Datengrundlage dienen, werden an dieser Stelle das Design der Inventur und die wichtigsten Ergebnisse dargestellt. Das zwischen Bund und Ländern abgestimmte Verfahren der Datenerhebung ist in der Aufnahmeanweisung⁴¹ für die BWI detailliert dargestellt (BFH 2000). Die Ergebnisse der ersten Inventur mit dem Stichjahr 1987 und der Wiederholungsinventur mit dem Stichjahr 2002 beschreiben die Entwicklung und Veränderung des Waldes über einem Zeitraum von 15 Jahren. Neben den klassischen Daten einer Waldinventur wurden in der BWI II auch ökologisch relevante Themen berücksichtigt, z.B. die Erfassung der Totholzvorräte und die Naturnähe der Wälder. Wald im Sinne der BWI ist jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen. Nicht Wald im Sinne der BWI sind in der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1000 m², Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen. Folgende Unterkategorien werden unterschieden:

- Produktiver Wald, Holzboden: Holzbodenfläche ist der Teil der Waldfläche, der mit Forstpflanzen bestockt ist und der Holzproduktion dient.
- Unproduktiver Wald, Holzboden: z.B. Latschen- und Grünerlenfelder, Strauchflächen und sonstige gering bestockte oder wenig produktive Waldflächen ($\leq 1 \text{ m}^3 \text{ dGZ/ha}$).
- Wald, Blöße: Blößen sind vorübergehend unbestockte Holzbodenflächen.
- Wald, Nichtholzboden: Waldwege, Schneisen und Schutzstreifen ab 5 m Breite, Holzlagerplätze, Forstbaumschulen, Saat- und Pflanzkämme, Wildwiesen und Wildäcker, der forstlichen Nutzung dienende Hof- und Gebäudeflächen, mit dem Wald verbundene Erholungseinrichtungen sowie im Wald gelegene Felsen, Blockhalden, Kiesflächen und Gewässer.

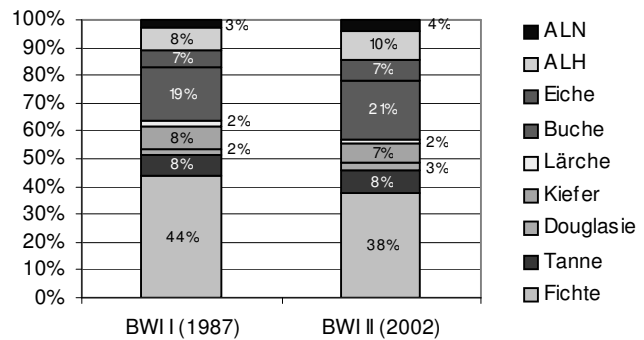
⁴⁰ Wuchsdepressionen bedeuten in Bezug auf die C-Speicherung, dass die Aufnahme von C reduziert wird.

⁴¹ www.bundeswaldinventur.de

Die Baumartenzusammensetzung des Waldes hat sich zugunsten der Laubbäume entwickelt (Tab. 4-2). Ihr Anteil an der Landeswaldfläche hat um 7% zugenommen. Wichtigste Laubbaumart ist die Buche mit einem landesweiten Anteil von 21% sowie die Gruppe der Hartlaubhölzer Esche, Ahorn und Hainbuche, welche zusammen 9% der Waldfläche einnehmen. Die Eichenarten haben ihren Anteil bei etwa 7% halten können. Mit 37,7% Flächenanteil ist die Fichte zwar nach wie vor die häufigste und wirtschaftlich bedeutendste Baumart, hat allerdings inzwischen mit ca. 6% deutlich an Fläche verloren. Außer der Fichte ist auch die Kiefer von einem Flächenrückgang betroffen. Landesweit sank ihr Anteil von 8,2 auf 6,8%. Der Anteil der Tanne als prägende Baumart des Bergmischwalds und als Charakterbaumart des Schwarzwalds konnte bei 8% gehalten werden.

Tab. 4-2: Anteile der Baumartengruppen zu den Stichjahren der BWI (Flächenanteil)

Baumarten- gruppe	BWI I (1987)	BWI II (2002)
Fichte	44%	38%
Tanne	8%	8%
Douglasie	2%	3%
Kiefer	8%	7%
Lärche	2%	2%
Buche	19%	21%
Eiche	7%	7%
ALH	8%	10%
ALN	3%	4%



Die Struktur der Altersklassen (AKL) ist für die Höhe der Vorräte und ihre künftige Entwicklung von entscheidender Bedeutung. Die Auswertung der BWI zeigt, dass die Bestände älter werden und sich die AKL-Struktur entsprechend verschiebt. Abb. 4-3 zeigt diese Entwicklung.

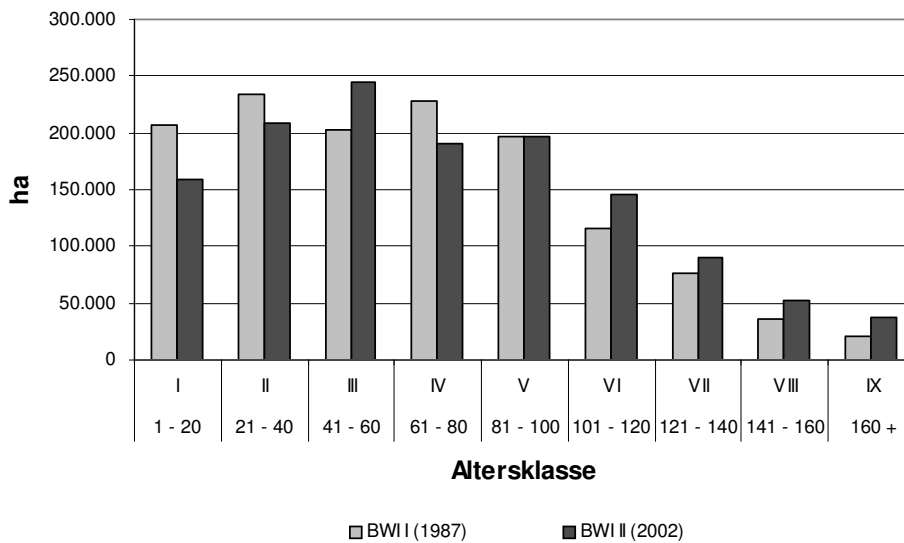


Abb. 4-3: AKL-Struktur der Wälder in Baden-Württemberg (1987 und 2002)

Viele Faktoren haben Einfluss auf die Flächen- und AKL-Struktur genommen. Zu nennen sind neben veränderten waldbaulichen Zielsetzungen besonders die beiden Jahrhundertstürme von 1990 und 1999 und deren Folgeschäden, die den geplanten Waldumbau beschleunigt haben. Neben einer größeren Naturnähe⁴² wird eine Anpassung an den umstrittenen Begriff der ‚heutigen pNV‘ durch veränderte waldbauliche Zielsetzungen gefördert. Dazu zählen der Umbau von einschichtigen Nadelreinbeständen in naturnahe, strukturreiche Mischwälder, eine Erhöhung des Laubbaumanteils und der Stabilität, Bevorzugung von Naturverjüngung und die Pflege von Waldbiotopen. Tab. 4-3 zeigt vor allem die AKL-Effekte: Während die Flächen der alten Bestände zugenommen haben, sind die der ersten beiden AKL bei den meisten Baumarten stark zurückgegangen.

Tab. 4-3: Veränderung der Flächenanteile der Baumarten in 1000 ha (1987 bis 2002)

AKL / Baumartengruppe	1 - 20 I	21 - 40 II	41 - 60 III	61 - 80 IV	81 - 100 V	101 - 120 VI	121 - 140 VII	141 - 160 VIII	160 + IX	Summe
Fi	-46,1	-15,7	14,9	-34,5	-6,6	7,1	6,7	-0,0	0,7	-73,6
Ta	0,8	3,4	-0,6	-5,4	-3,8	-0,6	3,8	2,0	1,2	0,9
Dgl	-7,4	6,4	7,1	-0,1	0,9	0,8	0,1	0,0	0,0	7,9
Kie	-3,6	-8,6	-0,2	-5,3	-6,2	-0,2	2,1	2,2	1,0	-18,7
Lae	-0,4	-8,3	5,0	1,5	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	-1,0
Bu	-4,9	-2,3	6,2	0,4	3,5	15,2	1,9	10,1	4,8	35,0
Ei	-0,4	-1,5	0,2	-2,0	1,7	2,8	-0,8	-0,1	8,0	7,8
ALh	3,9	2,7	6,1	6,4	7,8	4,9	0,3	1,7	0,4	34,1
ALn	9,2	-1,1	3,4	1,4	1,5	0,3	-0,1	0,1	0,1	14,9
alle BA	-48,9	-24,9	42,1	-37,5	-0,7	30,5	14,2	16,2	16,2	7,3

Diese Entwicklung wird noch deutlicher, wenn man die Baumarten nach Laub- und Nadelhölzern getrennt betrachtet. Besonders stark ist das bei der Fichte zu beobachten, deren Anteile bei der Kultur oder Naturverjüngung durch andere Laubbäume mit hoher Lebenserwartung oder durch die Tanne ersetzt werden. Die Nadelbaum-Flächen der ersten und zweiten AKL haben hauptsächlich aufgrund der Umbaubemühungen abgenommen (Abb. 4-4 und 4-5), während die starke Abnahme in der vierten und fünften AKL sturmbedingt ist.

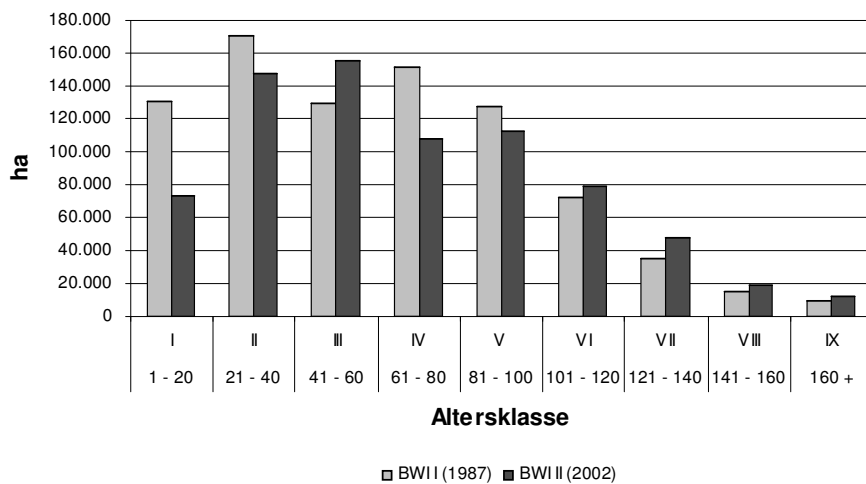


Abb. 4-4: Entwicklung der mit Nadelbäumen bestockten Flächen

⁴² Z.B. die horizontale und vertikale Struktur der Bestände, Naturverjüngung, ...

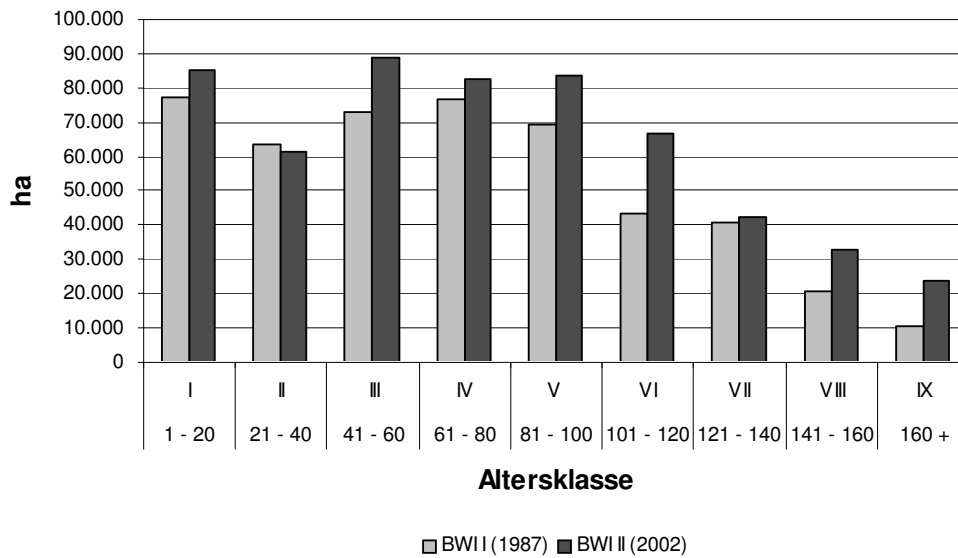


Abb. 4-5: Entwicklung der mit Laubbälzern bestockten Flähen

Bei den Laubbälzern haben die Bestände beinahe in allen AKL zugenommen. Die Zunahme in der ersten AKL ist auf das waldbauliche Ziel, ihren Anteil zu erhöhen, zurückzuführen. Die Zunahme in den alten AKL ist mit der geringen Nutzung zu begründen. Mischbestände haben deutlich an Fläche gewonnen. Im Jahr 2002 bestand der Wald zu zwei Dritteln aus Mischbeständen mit mindestens drei Baumarten und der Anteil der Reinbestände ist um 21% zurückgegangen. Auch die Waldverjüngung zeigt ein positives Bild: Auf 28% der Waldfläche kommen junge Bäume vor und bilden einen nennenswerten Verjüngungsvorrat. Rund 80% dieser jungen Waldgeneration wächst noch unter dem Schirm der älteren Bäume. Der Anteil der Naturverjüngung liegt bei 87%. Die junge Waldgeneration besteht zu 65% aus Laubbälzern (KÄNDLER ET AL. 2005).

Sturm ‚Lothar‘ im Dezember 1999 in den Wäldern Baden-Württembergs zu bisher nicht gekannten Schadholzanfällen geführt. Die dadurch verursachten Vorratsverluste lassen sich anhand der Inventur auf 46,4 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm) beziffern. Diese Schadholzmenge macht etwa 19% des gesamten in der Periode 1987 bis 2002 ausgeschiedenen Vorrats aus. Rund 29 Mio. Vfm (= 62%) entfallen allein auf die Fichte (ODENTHAL-KAHABKA 2005). Die Holzvorräte sind trotz dieser massiven zufälligen Nutzungen landesweit angestiegen. Baden-Württemberg hat nach Bayern die höchsten Vorräte, sowohl absolut als auch auf die Flächen bezogen (KÄNDLER ET AL. 2005). Der Gesamtvorrat in den Wäldern des Landes erreichte 2002 den Wert von rund 486 Mio. Vfm. Dies entspricht einem durchschnittlichen Hektarvorrat von 367 Vfm einschließlich Nebenbestand⁴³. Diese Entwicklung wird besonders deutlich, wenn man die Werte nach Baumarten und AKL getrennt betrachtet. Der Vorratsabnahme bei Fichte und Kiefer steht eine massive Vorratszunahme in fast allen anderen Baumarten gegenüber – trotz der Tatsache, dass die Vorräte bei allen Baumarten der AKL I und bei fast allen der AKL II stark abgenommen haben (Tab. 4-4).

⁴³ Überhalt, Unterstand.

Tab. 4-4: Vorratsänderung der Baumarten in 1000 VFm (1987 bis 2002)

AKL / Baumarten	1 - 20 I	21 - 40 II	41 - 60 III	61 - 80 IV	81 - 100 V	101 - 120 VI	121 - 140 VII	141 - 160 VIII	160 + IX	Summe
Fi	-4.587	-6.159	4.130	-19.927	-2.803	4.522	5.463	972	754	-17.636
Ta	-170	866	-102	-2.239	-625	1.464	3.230	1.866	1.071	5.360
Dgl	-393	1.757	2.697	217	429	512	118	0	0	5.338
Kie	-421	-1.907	-318	-1.904	-2.395	-119	1.330	988	619	-4.127
Lae	-84	-2.109	1.501	580	237	30	84	158	40	438
Bu	-772	-1.531	1.335	-669	2.313	7.281	1.676	4.865	2.396	16.894
Ei	-8	-554	-74	-567	493	1.254	-207	-319	3.775	3.792
ALh	-186	143	2.302	2.217	3.045	2.205	222	575	231	10.754
ALn	-33	-612	1.467	452	488	127	-18	37	12	1.919
alle BA	-6.655	-10.107	12.939	-21.841	1.182	17.277	11.897	9.142	8.898	22.732

Die Zusammensetzung des Vorrats nach Stärkeklassen ist generell von einer erheblichen Zunahme des Starkholzes⁴⁴ geprägt: Im Durchschnitt alle Baumarten hat der Starkholzvorrat um fast 60% auf 119 Mio. VFm zugenommen und macht damit knapp ein Viertel des Gesamtvrats aus. Der Schwachholzvorrat ist dagegen um 23% zurückgegangen.

Der Holzzuwachs liegt aktuell auf einem hohen Niveau. Die Auswertung der zweiten BWI übertraf alle Erwartungen: Im Durchschnitt der Periode 1987 bis 2002 lag der Zuwachs über alle Baumarten einschließlich Nebenbestand bei 13,8 VFm/ha und Jahr (KÄNDLER ET AL. 2005). Dieser Wert ist bundesweit am höchsten und liegt knapp über dem Zuwachs in Bayern. Zu beachten ist, dass es sich um einen periodischen laufenden Zuwachs handelt. Ob dieses Niveau des Zuwachses weiterhin beibehalten wird, ist ungewiss, da es von vielen Faktoren abhängt. Eine Gegenüberstellung von laufendem Zuwachs und Vorratsentnahme ist besonders interessant mit Hinblick auf die Entwicklung der C-Vorräte. Die jährliche Vorratsentnahme⁴⁵ lag im Mittel über alle Baumarten bei 13,1 VFm/ha/Jahr. Im Landesdurchschnitt hat der ausscheidende Vorrat somit 95% des Zuwachses erreicht. Zwischen den Waldbesitzarten bestehen jedoch Unterschiede: Im Staatswald und im Großprivatwald liegt die Vorratsentnahme deutlich über dem Zuwachs, im Körperschaftswald ist das Verhältnis nahezu ausgeglichen, im kleinen und mittleren Privatwald erreicht die Vorratsentnahme lediglich gut zwei Drittel des Zuwachses (KÄNDLER ET AL. 2004).

Die Auswertung der Totholzvorräte ergibt Werte, die deutlich über den bisherigen Schätzungen liegen: Der durchschnittliche Totholzvorrat je ha für den Gesamtwald in Baden-Württemberg beträgt über alle Totholzkategorien 19,1 m³/ha, während bisherige Schätzungen von Vorräten im Wirtschaftswald ausgingen, die unter 10 m³/ha liegen (KÄNDLER ET AL. 2004). Entscheidend ist, dass die Zahlen nach Sturmflächen⁴⁶ und nicht betroffenen Flächen differenziert hergeleitet werden. Auf ‚Nicht-Sturm-Flächen‘ befinden sich im Durchschnitt ca. 8,5 m³/ha liegendes und stehendes Totholz; auf Lothar-Sturmflächen liegt dieser Wert bei 35,8 m³/ha. Inklusiv der Wurzelstöcke liegen im Durchschnitt auf ‚Nicht-Sturm-Flächen‘ ca. 13,6 m³/ha und auf den Sturmflächen fast 50 m³, was einen landesweiten Durchschnitt von 18,9 m³/ha ergibt.

⁴⁴ Vorrat der Bäume mit BHD > 50 cm m.R.

⁴⁵ Nutzung zuzüglich im Wald verbliebenen ausgeschiedenen Vorrats.

⁴⁶ Rd. 192.000 ha in Baden-Württemberg.

4.2 C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse (1987 bis 2002)

Ziel der Biomasseberechnung ist die Bilanzierung des gesamten lebenden ober- und unterirdischen Biomassevorrates der Wälder Baden-Württembergs, d.h. neben dem Derbholz auch die Vorräte in Wurzeln, Astwerk und Reisig. Die BWI bilden dafür eine ideale Datengrundlage, die nach den Vorgaben der GPG für LULUCF (IPCC 2003) so aufbereitet wurde, dass sie den höchsten Anforderungen der Berichterstattung über die Veränderungen der Biomassevorräte gerecht wird (*tier 3*). Wenn im Folgenden von Biomasse die Rede ist, sind nur die Biomassevorräte der Dendromasse, also die Biomasse der Bäume ohne Bodenvegetation, gemeint. Da mit der BWI II für Baden-Württemberg eine Wiederholungsinventur vorliegt, konnte die ‚*stock-change method*‘ verwendet werden, welche die C-Vorräte der Biomasse zu zwei verschiedenen Zeitpunkten berechnet; die Differenz stellt ihre Veränderung dar. Die hier verwendete Methode der Volumenexpansion wurde an der FVA Baden-Württemberg entwickelt und erstmals für die Berechnung der C-Vorräte der Biomasse in den Wäldern der alten Bundesländer der BRD und ihrer Veränderungen zwischen 1987 und 2002 im NIR verwendet (UBA 2005). Die Methode ist ausführlich in PISTORIUS & ZELL (2005) beschrieben.

4.2.1 Quantifizierung der C-Vorräte in der oberirdischen Biomasse

C-Vorräte der Dendromasse können mit Biomasseexpansionsfaktoren (BEF) berechnet werden. Diese Faktoren bestimmen den C-Vorrat bei bekannten Derbholzvorräten nach AKL und Baumartengruppen. BURSCHEL ET AL. (1993) haben BEF aus den Massentafeln von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) abgeleitet. Nachteile von BEF sind, dass keine Schätzung des Fehlerrahmens möglich ist, weil die Faktoren selbst fehlerbehaftet sind und zu einer Unterschätzung der Vorräte tendieren: Bei Fichte um ca. 15% und bei der Buche um ca. 12% (WIRTH ET AL. 2004). Sie gelten außerdem nur für Reinbestände. Durch den wachsenden Anteil an strukturreichen Mischwäldern ist daher ihre Eignung in Frage zu stellen. In dieser Untersuchung wurde deswegen eine Berechnung der Vorräte auf Einzelbaumebene durchgeführt. Die Einzelbaumdaten werden erst nach der Berechnung der C-Vorräte aggregiert, was weitere Auswertungen mit unterschiedlichen Stratifikationen ermöglicht.

Eine sehr genaue Methode ist die direkte Berechnung der Trockenmasse anhand gemessener Parameter mit Hilfe von Biomassefunktionen. Die meisten Biomassestudien haben nur regionale Gültigkeit und basieren auf Untersuchungen mit wenigen Stichproben. Daher ist es fraglich, ob Studien, wie sie z.B. für die Buche von JOOSTEN ET AL. (2004) in Nordrhein-Westfalen durchgeführt wurden, auf die in Baden-Württemberg herrschenden Verhältnisse zutreffen. Der relative Vorhersagefehler auf die Daten von JOOSTEN ET AL. (2004) durch andere Biomassefunktionen ist durch Behandlung sowie klimatische und standörtliche Faktoren bedingt und beträgt zwischen 15,5% und 31,7%. Bislang gibt es für Mitteleuropa nur eine allgemein gültige Biomassefunktion für die Baumart Fichte (WIRTH ET AL. 2004b); sie beinhaltet zur Vorhersage des C-Vorrates neben dem BHD und der Höhe auch die Parameter Alter, Bonität und soziale Klasse. Aus diesen Gründen wurde ein Verfahren angewendet, bei dem das aus der Inventur ermittelte Derbholzvolumen in das oberirdische Baumvolumen umgerechnet wird.

Da der Begriff ‚BEF‘ in der Literatur unterschiedlich Verwendung findet, wird an dieser Stelle der Begriff Volumenexpansionsfunktion (VEF) eingeführt, die das Verhältnis zwischen dem oberirdischen Volumen und dem gesamten Derbholzvolumen abbildet.

4.2.1.1 Methodik: Volumenexpansion der Einzelbäume

Bei der Volumenexpansion wird die lebende Biomasse in Derbholzvolumen, Astvolumen und Wurzelmasse getrennt. Der Derbholzvorrat eines Einzelbaumes lässt sich über den BHD, die Höhe und den Durchmesser in 7 m Höhe berechnen (KUBLIN & SCHARNAGL 1998). Dieses Derbholzvolumen muss zum oberirdischen Baumvolumen expandiert werden, um auch die Äste und den Reisig zu erfassen. Dazu gehören auch die mehrjährigen Blattorgane der immergrünen Koniferen. Für die Berechnung der C-Vorräte auf Einzelbaumbasis wurden mit Gleichung 6 durch lineare Regression Derbholzvolumen-Expansionsfunktionen aus den Tafeln von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) abgeleitet, die mit rd. 71.000 Einzelbäumen eine sehr große Stichprobenzahl enthalten und für mitteleuropäische Hochwald-Verhältnisse gelten. Die Tabellen von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) geben keine Messwerte wieder, sondern enthalten interpolierte Werte. Deswegen kann dieser Zusammenhang lediglich als Hilfsfunktion gesehen werden. Sie liefern mit den Eingangsgrößen BHD, Höhe und Baumart die Grundlagen für eine Berechnung der Derbholzvorräte und oberirdischen Baumholzvolumina. Da sie vor über 60 Jahren erstellt wurden und sich sowohl die Waldbausysteme, als auch die standörtlichen Bedingungen verändert haben, ist im Gegensatz zu den BEF von BURSCHEL ET AL. (1993) nicht das Verfahren der Volumenberechnung dieser Tafeln benutzt worden. Stattdessen wurden die Derbholzvolumina der Einzelbäume mit VEF auf die oberirdischen Biomassevolumina expandiert.

Gleichung 6: Durch Regression hergeleitete Volumenexpansionsfunktionen

$$VEF = \frac{B}{D} = \frac{a + bD}{D}$$

B = Baumholzvolumen

D = Derbholzvolumen

a, b = Regressionsparameter

VEF = Volumenexpansionsfunktion

Für Tanne und Fichte in höherem Alter wurde ein konstantes Verhältnis zwischen Derbholz und Baumholz ermittelt (Tab. 4-5). Diese Gleichungen können aufgrund der Regression bei kleineren Bäumen zu einer starken Verzerrung führen.

Tab. 4-5: Konstanten der Derbholzexpansion

Baumart	a	b
Fichte Alter bis 60	0,036697	1,148143
Fichte Alter ab 61	0	1,177947
Tanne Alter bis 80	0,019457	1,168262
Tanne Alter 81 bis 120	0	1,228069
Tanne Alter ab 121	0	1,219492
Kiefer Alter bis 80	0,009946	1,156659
Kiefer Alter ab 81	0,036883	1,076103
Lärche	0,063265	1,057712
Buche Alter bis 60	0,011942	1,207371
Buche Alter 61 bis 100	0,008184	1,196184
Buche Alter ab 101	0,030255	1,128104
Eiche	0,101879	1,051529
Erle	0,004825	1,068903
Birke	0,017493	1,121933

Das Verhältnis zwischen Derbholz und Baumholz ist aufgrund der relativen Zunahme an Stammholz mit dem Alter („Allometrie“) für kleine Bäume sehr hoch (Abb. 4-6).

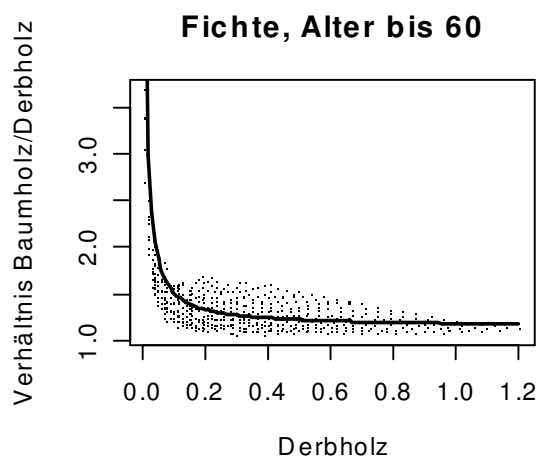


Abb. 4-6: Verhältnis zwischen Derbholz und Baumholz am Bsp. der Fichte

Die verwendeten Raumdichten⁴⁷ haben einen großen Einfluss auf die berechneten Vorräte in der C-Bilanz. Die Rohdichten nach KOLLMANN (1982) geben deren Spannweite und Mittelwert für die wichtigsten Baumarten wieder. Diese Spannen wurden außerdem für die Fehlerrechnung benutzt. Die Raumdichten wurden mit Gleichung 7 über das Volumenschwundmaß aus den Rohdichten berechnet (Tab. 4-6).

⁴⁷ Verhältnis von Trockengewicht zu Frischholzvolumen.

Gleichung 7: Berechnung der Raumdichte

$$R = r_0 * \left(1 - \frac{\beta_V}{100}\right)$$

R = Raumdichte (g/cm³)
 r0 = Rohdichte (g/cm³)
 βV = Volumenschwundmaß

Tab. 4-6: Verwendete Raumdichten (nach KOLLMANN 1982)

Baumart t / m³	Fichte	Tanne	Douglasie	Kiefer	Lärche	Pappel
	0,3788	0,3629	0,4141	0,4307	0,4873	0,3538
Baumart t / m³	Buche	Eiche	Esche, ALH	Ahorn	Weide, ALN	Erle
	0,5583	0,5707	0,5642	0,5222	0,4618	0,4283

Aufgrund der Trennung in Derbholz und Baumholz konnten baumartenspezifisch unterschiedliche Raumdichten zwischen Derbholz und Astholz für die Berechnung der oberirdischen Biomasse verwendet werden. Astholz hat eine größere Raumdichte als Derbholz (BOSSHARD 1984; KNIGGE & SCHULZ 1966). Ursache dafür ist die größere Belastung durch Druck und Zug und daraus resultierende Bildung von Reaktionsholz. HAKKILA (1972) gibt hierzu durchschnittliche Werte für physiologische Baumartengruppen an (Tab. 4-7). ‚Astholz‘ ist in dieser Arbeit die Differenz zwischen dem Baumholzvolumen und dem Derbholzvolumen. Die C-Vorräte können dann durch Multiplikation der Volumina der oberirdischen Biomasse mit den Raumdichten der Baumarten nach Gleichung 8 berechnet werden (PISTORIUS & ZELL 2005).

Tab. 4-7: Mittelwerte von Stamm- und Astdichten und deren Verhältnis

	Raumdichte Stammholz	Raumdichte Astholz	Ast/Stamm- Dichte
Koniferen	0,363	0,488	1,3444
Zerstreutporige Laubhölzer	0,489	0,536	1,0961
Ringporige Laubhölzer	0,54	0,573	1,0611

Gleichung 8: Berechnung der C-Vorräte über VEF

$$C = [V * D_D + V * D_A * (VEF - 1)] * (1 + R) * CF$$

C = Kohlenstoffvorrat
 V = Derbholzvolumen
 D_D = Raumdichte Derbholz
 D_A = Raumdichte Astholz
 VEF = Volumenexpansionsfaktor
 R = Wurzel/Spross-Verhältnis
 CF = Konversionsfaktor (0,5)

4.2.1.2 Ergebnisse: Oberirdische C-Vorräte

Die absoluten oberirdischen C-Vorräte haben sich sehr unterschiedlich entwickelt (Tab. 4-8).⁴⁸ Das ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. Zum einen haben die regulären und zufälligen Nutzungen zwischen den einzelnen Baumarten in dem entsprechenden Zeitraum stark variiert. Insbesondere die Stürme haben bei den Baumarten Fichte und Kiefer ihren Tribut gefordert: Der gesamte C-Vorrat dieser Baumarten ging deutlich zurück. Bei allen anderen Baumarten hat der gespeicherte C zugenommen und für die starke Senkenwirkung gesorgt. Bei den Laubbaumarten ist die Zunahme vor allem durch Unternutzung begründet, da aufgrund der Holzpreise vor allem bei schlechteren Qualitäten auf Einschlag verzichtet wurde. Ein weiterer Grund ist die ebenfalls sturmbedingte Einschlagszurückhaltung. Besonders auffällig ist die starke Zunahme bei der Douglasie, die einen sehr starken laufenden Zuwachs aufweist, sich aber im Vergleich zur Fichte als relativ stabil erwiesen hat. Diese Ergebnisse verhalten sich analog zu den in Kap. 4.1 dargestellten Ergebnissen der BWI.

Tab. 4-8: Entwicklung der oberirdischen C-Vorräte nach Baumarten (Summe)

Baumarten	oberirdischer C-Vorrat in Mio. t C	oberirdischer C-Vorrat in Mio. t C	Veränderung
	1987 (BWI I)	2002 (BWI II)	in %
Fichte	57,7	52,1	90,4%
Tanne	10,7	12,0	112,1%
Douglasie	1,9	3,2	170,7%
Kiefer	8,8	7,6	86,9%
Lärche	2,3	2,3	99,9%
Buche	28,0	33,5	119,8%
Eiche	9,2	10,2	111,2%
ALH	7,8	11,3	146,1%
ALN	1,8	2,4	134,3%
Summe	128,0	134,6	105,2%

Interessant ist die Darstellung der flächenbezogenen Ergebnisse (Tab. 4-9). Durch die Sturmereignisse haben sich die Baumartenflächen signifikant bei den einzelnen Baumarten verschoben. Diese Zahlen relativieren die teilweise extremen absoluten Veränderungen der neuen Vorratssituation. So hat der Vorrat je ha bei der Fichte und Kiefer auf der verbliebenen Fläche sogar zugenommen, trotz einer absoluten Vorratsabnahme. Im Gegensatz dazu haben bei der Douglasie, der Buche und den sonstigen Laubhölzern mit langer und kurzer Lebensdauer auch die Gesamtflächen stark zugenommen, was sich in den Hektarvorräten widerspiegelt.

⁴⁸ Die Vorräte der Bodenvegetation wurden nicht quantifiziert.

Tab. 4-9: Entwicklung der oberirdischen C-Vorräte je Baumart und ha

Baumarten	durchschn. oberirdischer C-Vorrat in t C je ha	durchschn. oberirdischer C-Vorrat in t C je ha	Veränderung
	1987 (BWI I)	2002 (BWI II)	in %
Fichte	100,7	104,4	104%
Tanne	103,3	114,8	111%
Douglasie	62,2	84,0	135%
Kiefer	80,9	85,0	105%
Lärche	89,3	92,8	104%
Buche	114,0	119,5	105%
Eiche	102,6	104,9	102%
ALH	77,3	84,3	109%
ALN	44,0	43,0	98%
Durchschnitt	97,3	101,8	105%

Insgesamt hat sich der oberirdische C-Vorrat je ha in der lebenden Biomasse zwischen 1987 und 2002 um ca. 5% von 97,3 t auf 101,8 t C erhöht. Die Veränderungen zeigen, welche Baumarten besonders stark zum Vorratsaufbau beigetragen haben. Dabei darf man nicht vergessen, dass vor allem die Nadelbäume in diesem Zeitraum stärker genutzt wurden als die Laubbäume. Um eine vollständige Berechnung der lebenden Biomasse zu bekommen, müssen auch die unterirdischen Vorräte quantifiziert werden.

4.2.2 Quantifizierung der C-Vorräte in der unterirdischen Biomasse

4.2.2.1 Methodik: Wurzelfunktionen nach DIETER & ELSASSER (2002)

Da Wurzeluntersuchungen sehr aufwändig und teuer sind, existieren bislang nur wenige Wurzelbiomassefunktionen. Deswegen wurde der in einer Meta-Analyse abgeleitete Zusammenhang zwischen ober- und unterirdischer Biomasse verwendet, um die unterirdische Biomasse auf Bestandesebene zu quantifizieren: DIETER & ELSASSER (2002) haben Funktionen zur Schätzung der Wurzelbiomasse veröffentlicht, die auf Daten für temperierte Wälder von CAIRNS ET AL. (1997); KURZ ET AL. (1996) und VOGT ET AL. (1996) aufbauen. Um sie zu ermitteln wurde die oberirdische Biomasse für jeden Stichprobenpunkt differenziert nach Baumartengruppen auf den Hektar hochgerechnet und anschließend die unterirdischen Biomassevorräte mit folgender Gleichung und den Koeffizienten aus Tab. 4-10 quantifiziert.

Gleichung 9: Berechnung der lebenden unterirdischen Biomasse

$$\sqrt{rb} = \beta * \sqrt{ab} + \delta_{\text{Baumart}} + \varepsilon$$

rb = Wurzelbiomasse

ab = oberirdische Biomasse

Tab. 4-10: Koeffizienten der verwendeten Wurzelfunktionen

Baumarten- gruppe	β	δ	Freiheitsgrade
Ta	0,4259	1,8114	266
Fi		1,169	
ALn		0,691	
Dgl		0,4738	
Kie		0,2864	
Bu		0	
Ei		0	

4.2.2.2 Ergebnisse: Unterirdische C-Vorräte

Die Ergebnisse der Vorratsentwicklung in der lebenden unterirdischen Biomasse (Tab. 4-11) verhalten sich analog zu den beschriebenen Veränderungen der oberirdischen C-Vorräte. Auch hier zeigt sich eine starke Zunahme bei der Douglasie, ALH und der Buche, wohingegen sie bei den übrigen Laubbaumarten moderat gestiegen und bei Fichte und Kiefer gefallen sind.

Tab. 4-11: Entwicklung der unterirdischen C-Vorräte je Baumart (Summe)

Baumarten	unterirdischer C-Vorrat in Mio. t C	unterirdischer C-Vorrat in Mio. t C	Veränderung in %
	1987 (BWI I)	2002 (BWI II)	
Fichte	15,3	13,8	90%
Tanne	3,9	4,2	109%
Douglasie	0,4	0,7	166%
Kiefer	1,8	1,6	87%
Lärche	0,4	0,4	100%
Buche	7,8	9,2	118%
Eiche	2,7	3,0	111%
ALH	2,6	3,5	139%
ALN	0,4	0,5	134%
Summe	35,3	37,0	105%

Insgesamt hat sich die so quantifizierte unterirdische Biomasse um 5% auf 37 Mio. t C erhöht. Diese Ergebnisse relativieren sich, wenn man sie ins Verhältnis zu den veränderten Baumartenflächen setzt (Tab. 4-12).

Tab. 4-12: Entwicklung der unterirdischen C-Vorräte je Baumart und ha

Baumarten	durchschn. unterirdischer C-Vorrat in t C je ha	durchschn. unterirdischer C-Vorrat in t C je ha	Veränderung in %
	1987 (BWI I)	2002 (BWI II)	
Fichte	26,7	27,7	104%
Tanne	37,5	40,5	108%
Douglasie	14,3	18,8	131%
Kiefer	16,8	17,8	105%
Lärche	16,1	16,7	104%
Buche	31,7	32,7	103%
Eiche	30,3	30,9	102%
ALH	25,5	26,4	103%
ALN	9,7	9,4	97%
Durchschnitt	26,8	28,0	104%

4.2.3 Fehlerschätzung für die lebende Biomasse

Grundlage für die Quantifizierung des statistischen Fehlers sind die Vorgaben des IPCC für die THG-Berichterstattung (IPCC 2004). Bei der Berechnung von C-Flüssen entstehen unterschiedliche Fehler, die größtenteils auf Unsicherheiten zurückzuführen sind. Ihnen wird in den THG-Inventaren große Bedeutung beigemessen. Deswegen sollen für alle Senken und Quellen, über die berichtet wird, Fehlerberechnungen durchgeführt werden. Fehlerquellen können aus unterschiedlichen Definitionen, getroffenen Annahmen, verwendeten Einheiten oder Durchschnittswerten resultieren (DE JONG 2001, IPCC 2003). Erklärtes Ziel ist es, ein hohes Maß an Genauigkeit mit vertretbarem Aufwand zu erreichen (UBA 2003). Die Herleitung des Fehlers ist daher ein pragmatischer Ansatz, der als Annäherung an den tatsächlichen Fehler verstanden werden muss. Aufgrund der Verwendung der Einzelbaumdaten der BWI ist eine Fehlerrechnung für die Biomassevorräte möglich. Da jedoch Daten- und Wissenslücken existieren, konnten nicht alle Faktoren in die Berechnung integriert werden; für eine Annäherung an die realistischen Fehlerwerte mussten Annahmen getroffen werden. Abweichungen in der Allometrie, Modellfehler bei der Berechnung des Derbholzes oder Messfehler konnten nicht berücksichtigt werden und auch Korrelationen wurden vernachlässigt.

Für die Berechnung des statistischen Fehlers in der Biomasse mussten zunächst die Baumartengruppen der BWI stratifiziert und die Standardabweichungen aller Berechnungsgrößen⁴⁹ geschätzt oder berechnet werden. Die Stichprobenfehler der BWI für die berechneten Derbholzvorräte der Baumartengruppen sind bekannt. Für die anderen Laubhölzer mit hoher Lebensdauer (ALh) wurden die Werte für Esche, für die mit niedriger Lebenserwartung (ALn) die Werte der Pappel benutzt. Der relative Fehler der Raumdichten im Holz der einzelnen Baumartengruppen konnte über eine Dreiecksverteilung ermittelt werden, da KOLLMANN (1982) die Spanne der Rohdichten angegeben hat. Aus den Rohdichten wurden über das Volumenschwundmaß die Raumdichten zurückgerechnet. Die Standardabweichung kann näherungsweise durch Teilung der Spanne durch den Wert 4,2 bestimmt werden (SACHS

⁴⁹ Derbholzvolumen, Raumdichte, oberirdische Biomasseexpansion, Wurzelbiomasse und C-Gehalt.

1984). Auch bei der Volumenexpansion entsteht ein Fehler. Dieser musste über die mittlere Abweichung der Residuen geschätzt werden, weil die tatsächlichen Schwankungen der Verhältnisse zwischen Derbholz und Baumholz nicht bekannt sind. Die Tabellen von GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952) beinhalten bereits interpolierte Werte, was zu einer Unterschätzung des Fehlers führt. Der relative Standardfehler des C-Gehaltes in Holz wird von BURSCHEL ET AL. (1993) mit 1 bis 2% angegeben, WEISS ET AL. (2000) benutzten 2%. WIRTH ET AL. (2004a) berichten, dass die Unterschiede zwischen den Kompartimenten innerhalb einer Baumart größer als die Unterschiede zwischen den Baumarten sind⁵⁰. Ein C-Konversionsfaktor von 0,5 ist eine plausible Annahme als Durchschnittswert mit einem relativen Standardfehler von ± 2%.

Ergebnis dieser Fehlerberechnung⁵¹ ist die relative Standardabweichung des gesamten C-Vorrates der Dendromasse. Insgesamt wurde bei der Fehlerberechnung unterstellt, dass keine Korrelationen auftreten und die Fehler der Funktionen über den Wertebereich gleich verteilt sind. Um den Gesamtfehler der BWI für Baden-Württemberg schätzen zu können, mussten die Werte der Baumartengruppen für jeden einzelnen Faktor zusammengeführt werden. DIETER & ELSASSER (2002) konnten für ihre unterirdischen Biomassefunktionen keine Standardabweichungen angeben. Daher mussten die linearen Verhältnisse zwischen ober- und unterirdischer Biomasse für diese Fehlerschätzung herangezogen werden (IPCC 2003). So konnte der relative Fehler der oberirdischen C-Vorräte über die multiplikative Fehlerfortpflanzung (Gleichung 10) berechnet werden.

Gleichung 10: Formel für die Berechnung der multiplikativen Fehlerfortpflanzung

$$U_{ges} = \sqrt{\sum_i U_i^2}$$

U_i = Anzahl der Unsicherheiten

x_i = Quantität

Der Fehler der unterirdischen C-Vorräte wurde über aufsummierte Fehlerfortpflanzung (Gleichung 11) quantifiziert (IPCC 2000b), da die berechneten unterirdischen C-Vorräte zu den oberirdischen addiert wurden. Gleiches gilt für die Summierung über die Baumartengruppen.

Gleichung 11: Formel für die Berechnung der summarischen Fehlerfortpflanzung

$$U_{ges} = \frac{\sqrt{\sum_i (u_i * x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

U_i = Anzahl der Unsicherheiten

x_i = Quantität

⁵⁰ Zwischen 0,5 und 0,56 gC/g in Nadelbäumen.

⁵¹ 95%-Vertrauensintervall

Der Gesamtfehler oder Variationskoeffizient (CV) beträgt für die C-Vorräte der BWI I rund 8,2% und für die BWI II rund 7,5% (Tab. 4-13 und 4-14). Er berechnet sich aus den Variationskoeffizienten der Derbholtzvorräte, der Dichte und der VEF für die oberirdische Biomasse, den Variationskoeffizienten für die unterirdische Biomasse, den C-Gehalt von Holz und der Baumartengruppe. Diese Größenordnungen liegen über den Veränderungen der C-Vorräte und zeigen keine signifikante Zunahme mehr an. Dies liegt an den teilweise recht hohen Beträgen der Fehler, besonders bei den Raumdichten, und der konsequenten Fehlerfortpflanzung ohne Korrelation. Ein wichtiger Fehler in dieser Berechnung besteht darin, dass die Verjüngung unterhalb der Derbholtzschwelle nicht geschätzt werden konnte. Dadurch findet eine systematische Unterschätzung des Gesamtvorrates statt (PISTORIUS & ZELL 2005).

Tab. 4-13: Fehlerschätzung des C-Vorrats in %: BWI I (1987)

Baumarten- gruppe	CV Derbholz	CV Dichte	CV VEF	Ges. oberird.	Ges. unterird.	Ges. ober- und unterird.	CV C-Geh.	CV BaGr	CV Ges
Fi	1,0	18,8	5,1	19,5	25,3	8,7	2,0	8,9	8,2
Ta	1,6	22,7	4,5	23,1	25,3	11,1	2,0	11,2	
Dgl	5,4	20,8	8,6	23,1	25,3	10,9	2,0	11,1	
Ki	1,6	27,2	2,2	27,3	25,3	14,2	2,0	14,3	
Lä	2,4	18,2	2,2	18,5	25,3	7,8	2,0	8,0	
Ei	1,7	19,8	4,1	20,3	58,1	6,0	2,0	6,3	
Bu	1,2	13,7	2,1	13,9	19,3	5,8	2,0	6,2	
ALh	2,3	15,0	2,7	15,4	19,3	6,8	2,0	7,1	
ALn	4,6	8,7	4,1	10,7	19,3	4,1	2,0	4,5	

Dieselbe Berechnung wurde auch für die BWI II durchgeführt.

Tab. 4-14: Fehlerschätzung des C-Vorrats in %: BWI II (2002)

Baumarten- gruppe	CV Derbholz	CV Dichte	CV VEF	Ges. oberird.	Ges. unterird.	Ges. ober- und unterird.	CV C-Geh.	CV BaGr	CV Ges
Fi	1,0	18,8	5,2	19,6	25,4	8,7	2,0	8,9	7,5
Ta	1,8	22,7	4,7	23,2	25,4	11,1	2,0	11,3	
Dgl	3,6	20,8	9,0	22,9	25,4	10,9	2,0	11,1	
Ki	1,7	27,2	2,3	27,4	25,4	14,1	2,0	14,3	
Lä	2,7	18,2	2,2	18,5	25,4	7,8	2,0	8,0	
Ei	1,8	19,8	4,1	20,3	59,2	5,9	2,0	6,2	
Bu	1,2	13,7	2,1	13,9	19,1	5,9	2,0	6,2	
ALh	2,2	15,0	2,8	15,4	19,1	6,9	2,0	7,2	
ALn	5,0	8,7	4,3	10,9	19,1	4,2	2,0	4,6	

Insgesamt ist der so berechnete Fehler für die Berechnung der C-Vorräte in der lebenden Biomasse als relativ niedrig einzustufen. Die Qualität der Daten ist somit als gut zu bewerten.

4.2.4 Veränderung der C-Vorräte durch Landnutzungsänderungen

Die Berichterstattungspflicht sieht vor, dass über veränderte Vorräte durch Landnutzungsänderungen nach Art. 3.3 in den CRF-Tabellen Buch geführt wird (IPCC 2003), um eine doppelte Erfassung von Flächen unter Art. 3.3 und 3.4 zu verhindern. Dies geschieht durch eine separate Vorratsberechnung für Flächen, auf denen eine Landnutzungsänderung stattgefunden hat. Obwohl die Waldflächen für die Berechnung der Biomassevorräte nach der ‚stock-change method‘ nicht benötigt werden, muss dennoch getrennt über sie berichtet werden (UBA 2005). Da nach der GPG (IPCC 2003) Neuwaldflächen 20 Jahre lang der Kategorie

‚Neuwald‘ zuzuordnen sind, nimmt die Kategorie ‚verbleibende Waldfläche‘ jährlich um die Flächen ab, die in andere Flächenkategorien umgewandelt worden sind. Diese Vorräte müssen dann aus den Berechnungen für die Flächen herausgerechnet werden, auf denen sich die Nutzungsart nicht geändert hat.

Die Gesamtwaldfläche in Baden-Württemberg hat laut BWI I und II zwischen 1987 und 2002 von 1.315.817 ha um 7.302 ha auf 1.323.119 ha zugenommen. Der Flächenfehler liegt bei $\pm 1,2\%$. Genauere Daten liefern die statistischen Jahrbücher der LFV. Diese unterscheiden zwischen dauerhaften⁵² und befristeten Umwandlungen⁵³ von Waldflächen. Diesen Flächen, die in eine andere Landnutzung überführt wurden, stehen neue Waldflächen aus Erstaufforstungen und sonstige Waldflächenzugänge gegenüber. Eine einfache Kalkulation gibt einen Eindruck von der Größenordnung der durch die Waldflächendynamik entstandenen Vorratsveränderungen in Baden-Württemberg. Die statistischen Jahrbücher zeigen mit einer Zunahme von 14.668 ha zwischen 1990, dem Stichjahr für Berichterstattung, und 2002 ebenfalls eine positive Flächenbilanz (Tab. 4-15), die größer ist als die der BWI. Die Differenz liegt jedoch innerhalb des statistischen Flächenfehlers der BWI. Für die Berechnung der C-Vorratsänderungen werden die Daten der LFV herangezogen, da sie eine größere Genauigkeit versprechen und zudem zeitlich aufgelöst sind. Auf eine Herausrechnung aus den Vorratsberechnungen der verbleibenden Waldfläche wurde verzichtet, da es sich um nicht relevante Größenordnungen handelt, die zudem innerhalb des Flächenfehlers liegen.

Tab. 4-15: Veränderung der Waldflächen in Baden-Württemberg (1990 bis 2002)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Erstaufforstung	618	363	489	448	494	467	388
Sonst. Flächenzugang	527	565	354	357	400	3.521	1.367
Umwandlung (§ 9 LWaldG)	97	52	55	129	79	151	83
Befr. Umwandlung (§11 LWaldG)	88	76	160	67	62	54	128
Flächenbilanz	960	800	628	609	753	3.783	1.544

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Summe
Erstaufforstung	262	208	285	270	159	432	4.883
Sonst. Flächenzugang	1.327	114	503	1.061	1.185	848	12.129
Umwandlung (§ 9 LWaldG)	79	128	137	96	92	98	1.276
Befr. Umwandlung (§11 LWaldG)	80	84	106	49	32	82	1.068
Veränderung absolut	1.430	110	545	1.186	1.220	1.100	14.668

Die Waldflächen haben zwischen 1987 und 2002 zugenommen. Schwerpunkt liegt mit über 12.000 ha in der Kategorie ‚sonstiger Flächenzugang‘⁵⁴. Die Erstaufforstungen liegen bei ca. 5.000 ha. Diesen Flächenzugängen stehen Flächenverluste durch Umwandlung in andere Landnutzungsformen von ca. 2.300 ha gegenüber. Abb. 4-7 zeigt deutlich die positive Flächenbilanz der Wälder Baden-Württembergs. Aufgrund der asymmetrischen Speicherung von C in Wäldern bedeutet die Flächenzunahme jedoch nicht, dass eine positive Flächenbilanz

⁵² §9 LWaldG: Wohnungsbau, industrielle Nutzung, Bau von Verkehrswegen, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Freizeiteinrichtungen sowie Sportanlagen.

⁵³ §11 LWaldG: Deponie- und Abbauflächen.

⁵⁴ Z.B. durch Sukzession auf nicht mehr bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen.

zu einer Zunahme der C-Vorräte geführt hat. Die für andere Nutzungen umgewandelten Waldflächen wurden mit den für das entsprechende Jahr interpolierten durchschnittlichen C-Vorratsmengen der beiden BWI⁵⁵ multipliziert. Diese Mengen beziehen sich sowohl auf die oberirdische als auch auf die unterirdische Biomasse. Über den Zeitraum von 1990 bis 2002 ergibt sich so ein Vorratsverlust von rund 299.000 t C (Tab. 4-16). Diesen Verlusten steht eine Zunahme der C-Vorräte auf den aufgeforsteten Flächen gegenüber, bzw. auf Flächen auf denen eine natürliche Sukzession statt gefunden hat.

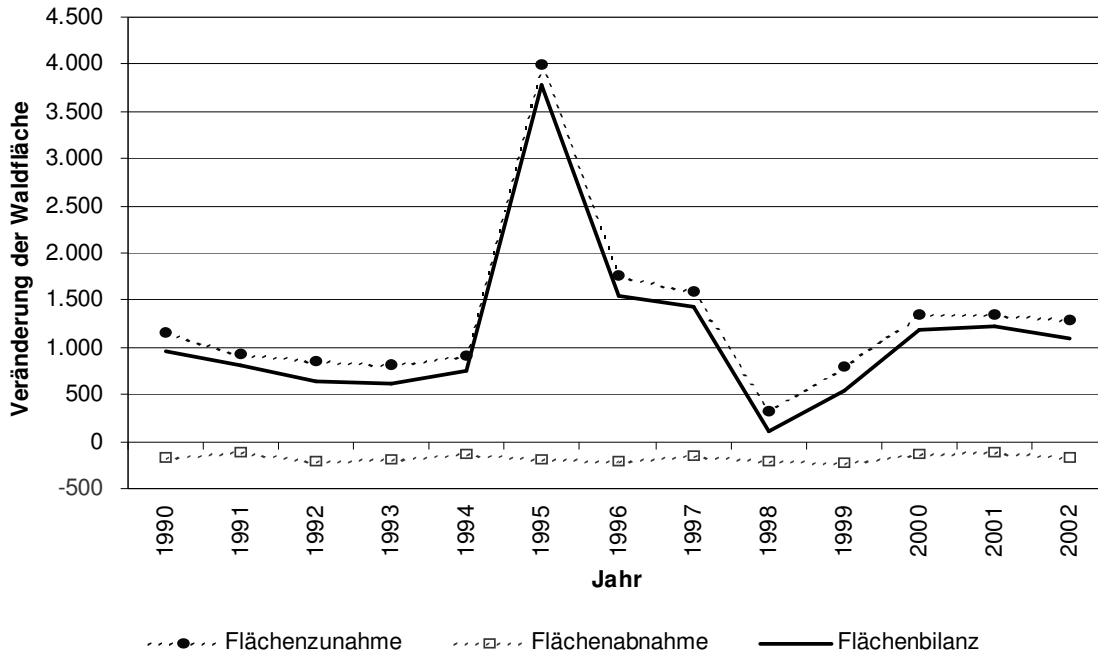


Abb. 4-7: Veränderungen der Waldflächen in Baden-Württemberg (1990 bis 2002)

Tab. 4-16: Vorratsverluste durch Waldflächenumwandlung in t C (1990 bis 2002)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Umwandlung (§ 9 LWaldG)	12.149	6.533	6.930	16.303	10.013	19.196	10.583
Befr. Umwandlung (§11 LWaldG)	11.022	9.548	20.160	8.467	7.859	6.865	16.320
Summe	23.172	16.080	27.090	24.770	17.872	26.061	26.903
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Summe
Umwandlung (§ 9 LWaldG)	10.102	16.416	17.622	12.384	11.903	12.716	162.850
Befr. Umwandlung (§11 LWaldG)	10.230	10.773	13.634	6.321	4.140	10.640	135.980
Summe	20.332	27.189	31.256	18.705	16.043	23.355	298.829

Für die neu hinzu gekommen Waldflächen wurde der durchschnittliche C-Vorrat der ersten Altersklasse mit den Flächenwerten multipliziert. Insgesamt wurden so rund 306.000 t C wieder gebunden (Tab. 4-17). Aus diesen Zahlen ergibt sich eine Nettosenke von 7.000 t C für Landnutzungsänderungen im Zeitraum 1987 bis 2002. In Baden-Württemberg hat die positive Flächenbilanz des Waldes dazu geführt, dass die Verluste durch Umwandlung kompensiert

⁵⁵ 1987: 124,1 t C je ha; 2002: 129,8 t C je ha.

werden konnten. Diese Zahlen zeigen, dass die C-Vorräte trotz der deutlichen Waldflächenzunahme auf Flächen mit Landnutzungsänderung nicht signifikant zugenommen haben. Dies ist jedoch für das Verständnis der Dynamik der C-Speicherung wichtig: Trotz der positiven Flächenbilanz dauert es lange, bis sich hohe Vorräte aufgebaut haben. Das liegt daran, dass die Umwandlung von Waldflächen einen Speicherverlust bedeutet, der sich über einen langen Zeitraum aufgebaut hat und eine Asymmetrie zwischen Vorratsaufbau und -abbau besteht (WBGU 2003, WIRTH ET AL. 2004a).

Tab. 4-17: C-Vorratzzunahme durch Neuwaldflächen (1990 bis 2002)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Erstaufforstung	11.130	6.538	8.807	8.068	8.897	8.411	6.988
Sonst. Flächenzugang	9.491	10.176	6.376	6.430	7.204	63.413	24.620
Summe	20.621	16.713	15.182	14.498	16.101	71.824	31.608

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Summe
Erstaufforstung	4.719	3.746	5.133	4.863	2.864	7.780	87.943
Sonst. Flächenzugang	23.899	2.053	9.059	19.109	21.342	15.272	218.443
Summe	28.618	5.799	14.192	23.971	24.205	23.053	306.386

4.3 Modellierung der Produktspeicher (1987 bis 2002)

Der im Holz gespeicherte C entweicht mit der Ernte nicht automatisch in die Atmosphäre. Wird Holz planmäßig genutzt oder nach Kalamitäten aufgearbeitet, verlängert sich die Speicherleistung des Waldes um die Lebensdauer der Produkte. Holzernte ist somit keine Vernichtung des im Wald akkumulierten C, sondern eine Maßnahme, die den Wald in einem Aufbaustadium hält und verhindert, dass die Speicher ‚voll laufen‘. In der Bilanzsprache würde man es als einen Aktivtausch bezeichnen. Dasselbe gilt auch für die meisten Kalamitäten: Hier findet eine Verschiebung von Mengen vom lebenden Biomassepool in den Totholzspeicher statt. Die Zersetzung des Totholzes unter CO₂-Freisetzung erfolgt je nach Baumart relativ langsam und eröffnet die Möglichkeit, über erhöhte Totholzvorräte im Wald einen zusätzlichen Speicher für C aufzubauen (NABUURS & SIKKEMA 2001, WIRTH ET AL. 2004a). Bedeutung erhalten die Produktspeicher insbesondere durch ihre leichte Beeinflussbarkeit durch den Menschen. Die Erfassung ist jedoch aufgrund der Handelsströme von Rundholz, Halb- und Fertigprodukten, unterschiedlichen Verwendungszwecken und Lebensdauern der Produkte komplizierter, als die Bestimmung der vor Ort messbaren und verifizierbaren C-Vorräte der Biomasse. Die Ergebnisse sind besonders sensitiv was die zu Grunde gelegten Lebensdauern betrifft (POKER ET AL. 2002). Oft liegen nur mangelhafte und unvollständige Daten darüber vor, welche Holzsortimente geerntet bzw. wofür sie verwendet wurden (MUND & SCHULZE 2006).

In den jüngsten Richtlinien für die nationale THG-Berichterstattung (IPCC 2006) werden Holzprodukte als potentiell zunehmender Speicher aufgeführt und Methoden zu seiner Quantifizierung in drei verschiedenen *tiers* vorgeschlagen. Welches *tier* gewählt werden kann hängt von der Qualität der national verfügbaren Daten und Methoden ab. Für Deutschland wäre es mit den zurzeit vorhandenen Daten nicht möglich, genauer als nach *tier 1* über Produktspeicher zu berichten.

Sollen Möglichkeiten geschaffen werden, über Veränderungen der Produktspeicher zu berichten, muss zunächst festgelegt werden, in welchem Kontext dies geschehen soll. Die Erkenntnis, dass nur eine vollständige Betrachtung aller C-Flüsse und Speicher von Landnutzungssystemen sinnvoll ist, hat dazu geführt, dass IPCC, SBSTA und viele Wissenschaftler verschiedene Ansätze über eine mögliche Einbindung der Produktspeicher in die THG-Berichterstattung diskutiert haben. Dabei muss diese Einbindung den Grundsätzen des KP entsprechen, d.h. die Aktivitäten sollten genau definiert werden, durch Dritte verifizierbar sein und den Prinzipien des KP entsprechen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003). Im Mai 1998 wurden auf einem Expertentreffen des IPCC in Dakar (Senegal) drei verschiedene Ansätze erörtert – die sogenannten ‚Dakar Approches‘. Sie behandeln Veränderungen in der lebenden Waldbiomasse wie der IPCC-Ansatz, verfolgen aber den Weg des C nach der Ernte von Holz. In Abhängigkeit der verfügbaren Daten können unterschiedlich komplexe Berechnungsverfahren zur Quantifizierung der Vorräte in den Produktgruppen herangezogen werden. Ein Hauptunterschied der Ansätze ist das Problem, wem Veränderungen in den Produktspeichern zugerechnet werden – dem Erzeugerland oder dem konsumierenden Land. Je nachdem entstehen unterschiedliche Anreize, Holz zu nutzen oder C in heimischen Wäldern zu speichern, Holz zu importieren und Altholz zu verwerten (LIM ET AL. 1999).

Von den Ansätzen, die in Dakar entwickelt wurden (LIM ET AL. 1999), erwies sich im Rahmen der Untersuchung der ‚production approach‘ als geeignete Grundlage. Er entspricht weitgehend dem ‚stock-change approach‘, bis auf die Tatsache, dass Handel ausgeblendet wird. Der ‚production approach‘ (Abb. 4-8) berechnet wie die anderen Ansätze die Änderungen in den C-Vorräten im Wald und in den Holzprodukten – mit dem Unterschied, dass die Systemgrenze anders definiert wird: Exportiertes Holz wird dem Produktionsland zugerechnet, importiertes Holz und Produkte hingegen nicht betrachtet.

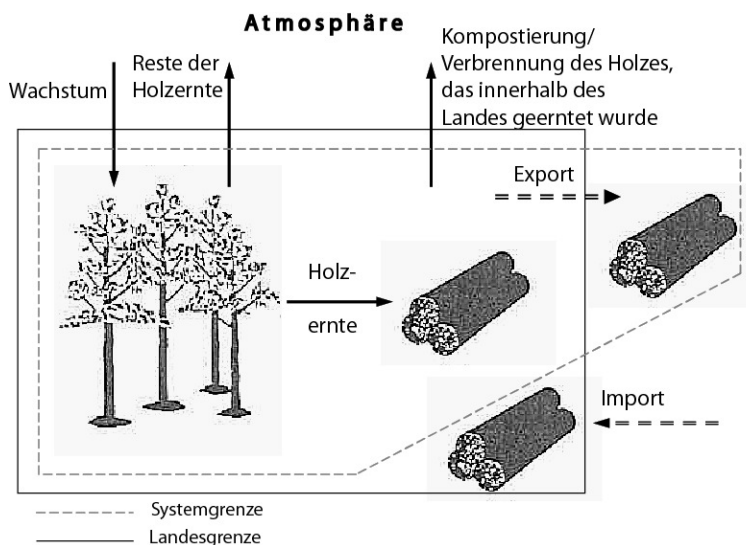


Abb. 4-8: Der ‚production approach‘ (nach LIM ET AL. 1999)

Dieser Ansatz wird dafür kritisiert, dass er das Prinzip der Zuordnung von Emissionen an ihrem Entstehungsort nicht berücksichtigt. Daher lehnen ihn die meisten EU-Mitgliedsstaaten als ungeeignet für eine Anwendung innerhalb der THG-Berichterstattung ab. Diese Haltung ist nachvollziehbar, da holzexportierende Länder die Verantwortung für die Verwendung des Holzes und die Entwicklung der Speicher behalten würden. Dennoch wird er in dieser Untersuchung gewählt, weil es aus Sicht des Klimaschutzes unwichtig ist, wo die Emissionen entstehen: Für den CO₂-Gehalt der Atmosphäre spielt der Ort der Verarbeitung keine Rolle, wohl aber für die Bewertung eines Produktionsstandortes⁵⁶. Deswegen ist es durchaus sinnvoll, Importe auszublenden und exportiertes Holz zu berücksichtigen, wenn die Klimaschutzleistung eines Waldes bewertet werden soll. Außerdem liegen für diesen Ansatz die meisten benötigten Informationen und Daten zeitlich aufgelöst vor oder können durch entsprechende Annahmen vervollständigt werden.

4.3.1 Methodik: Das Holzproduktmodell ‚WPM‘

Um den in Produkten gespeicherten C quantifizieren zu können, musste ein Modell entwickelt werden, das die jährlich geernteten Holzmengen auf die verschiedenen Produktkategorien aufteilt und die ausscheidenden Mengen quantifiziert. Dem Holzproduktmodell (Wood Product Model, WPM) liegt die Annahme zu Grunde, dass anfallende Sortimente aufgrund ihrer Eigenschaften zu bestimmten Produkten verarbeitet werden. Wenn sich die Sortimentstruktur verschiebt, wirkt sich das auch auf die Produktspeicher aus. Das bedeutet in der Realität nicht, dass andere Produkte hergestellt werden, sondern dass unter Umständen stärker nachgefragte Sortimente zusätzlich importiert werden müssen, wenn der Bedarf nicht mehr durch die Produktion vor Ort gedeckt werden kann. Die Effekte durch Holznutzung wurden für denselben Zeitraum wie bei der Quantifizierung der Biomassevorräte (1987 bis 2002) modellhaft berechnet. Das Modell soll zu folgenden Fragestellungen Aussagen machen:

- Wohin fließen die im Holz gespeicherten C-Mengen nach der Ernte?
- Wie verhalten sich die Größenordnungen der Produktspeicher zu den Biomassespeichern?
- Wie dynamisch sind die Produktspeicher?
- Welche Größenordnung haben die Substitutionseffekte?

Durch die Aufbereitung verschiedener Datenquellen werden die Effekte der Nutzung von Holz in verschiedenen Produktkategorien quantifiziert. Die Berechnung der Produktspeicher erfolgt in drei Schritten. Zunächst musste ein Anfangszustand für die Produktspeicher mit langer, mittlerer und kurzer Lebensdauer nach den Vorgaben von FRÜHWALD ET AL. (2001) geschätzt werden. Dafür wurde das Jahr 1986 gewählt. Im zweiten Schritt wurde modelliert, wie sich die Produktspeicher in Abhängigkeit der geernteten Mengen und Sortimente zwischen 1987 und 2002 entwickelt haben. Dieser Zeitraum wurde gewählt, weil es sich um die Stichjahre der BWI handelt und dadurch ein direkter Vergleich der Entwicklung der Waldbiomassevorräte mit den

⁵⁶ In dieser Arbeit das Land Baden-Württemberg

Produktspeichern möglich ist. Anschließend wurde die weitere Entwicklung dieser Vorräte für den Zeitraum 2003 bis 2012 mit Hilfe von WEHAM-Szenarien modelliert. Für die Holzproduktspeicher war eine Quantifizierung des Fehlers nicht möglich, da es sich nicht um gemessene, sondern um modellierte Daten handelt.

4.3.1.1 Schätzung der Anfangsvorräte der Produktspeicher

Der größte Anteil des gespeicherten C ist in Produkten mit langer Lebensdauer gespeichert. Die beiden anderen Kategorien mit kurzer und mittlerer Lebensdauer weisen ebenfalls signifikante Größenordnungen aus. Aufgrund fehlender Daten muss eine Abschätzung vorgenommen werden, um einen Anfangsvorrat für das Modell zu erhalten (Tab. 4-18). Die Daten für diese Berechnung stammen vom statistischen Landesamt Baden-Württemberg⁵⁷. Die Zahl der 1986 in Baden-Württemberg existierenden Häuser wurde ermittelt und mit einem geschätzten Wert an verbautem Holz multipliziert. Dieser Wert beträgt für Ein- und Zweifamilienhäuser 15 t und für Mehrfamilienhäuser 30 t Holz. Ebenfalls in die Kategorie ‚Produkte mit langer Lebensdauer‘ wurde Holz in Außenanlagen, Schwellen, Masten sowie das in öffentlichen und Industriegebäuden verbaute Holz eingeordnet. Die Größen, die nicht direkt berechnet werden konnten, wurden über das Verhältnis des Bevölkerungsanteiles von Baden-Württemberg im Jahr 1986 zu den Werten von Gesamtdeutschland und den Schätzungen von FRÜHWALD ET AL. (2001) hergeleitet. Dazu zählen außerdem Halbfabrikate, die der Kategorie ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ zugeordnet wurden sowie die kurzlebigen Produkte (Verpackungsmaterial, Papier). Diese Schätzungen sind zwar sehr grob, erfüllen aber den Zweck, dass ein Anfangszustand für die Produktspeicher definiert werden kann. Ihre Plausibilität hat sich im Verlauf der Untersuchung bestätigt.

Tab. 4-18: Schätzung der Anfangsvorräte der Produktspeicher in Mio. t C (1986)

	Kategorie	Menge	Menge je Einheit	Holzmasse in Mio. t	C in t	Mio. t C je Kategorie
Verbautes Holz in Ein- und Zweifamilienhäusern	lange Lebensdauer	1.527.000 Häuser	15 t je Haus	22,9	11,5	26,2
Wohngebäude mit mehr als zwei Wohnungen	lange Lebensdauer	305.000 Häuser	30 t je Haus	9,2	4,6	
Holz in Außenanlagen, Schwellen und Masten	lange Lebensdauer			9,0	4,5	
Holz als Baustoff & Einrichtungsmaterial in öffentlichen & Industriegebäuden	lange Lebensdauer			11,3	5,7	
Möbel und hölzerne Haushaltsgegenstände je	mittlere Lebensdauer	3.962.000 Haushalte	2 t je Haushalt	7,9	4,0	4,8
Halbfabrikate (Produkte & Lager)	mittlere Lebensdauer			1,7	0,9	
Verpackungsmaterial (Holz)	kurze Lebensdauer			2,0	1,0	3,9
Papier / Pappe	kurze Lebensdauer			5,7	2,9	
C-Vorrat in Produkten						34,9

⁵⁷ www.statistik.baden-wuerttemberg.de

Die jährlich geernteten Holzmengen werden zunächst in verschiedene Sortimente aufgeteilt. Die Trennung nach Baumarten ermöglicht eine Multiplikation mit den mittleren Raumdichten nach KOLLMANN (1982) und damit eine genaue Bestimmung der Trockenmassen analog zur Berechnung der C-Vorräte der Waldbiomasse. Die Werte wurden dann mit dem Konversionsfaktor 0,5 multipliziert und so die C-Vorräte bestimmt. Nach Umrechnung der Volumina in C und Aufteilung anhand des hergeleiteten Verwendungsschlüssels werden die Flüsse in die verschiedenen Speicher anhand der Zerfallsfunktionen quantifiziert (Abb. 4-9). Die Berechnung erfolgt für jedes Jahr und jede Kategorie. Auf diese Weise werden auch die aus den Speichern ausscheidenden C-Mengen quantifiziert. Sie werden entweder energetisch verwendet, wiederverwertet oder deponiert. Diese Herleitung der Hilfsfunktionen und anderen notwendigen Parameter werden in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

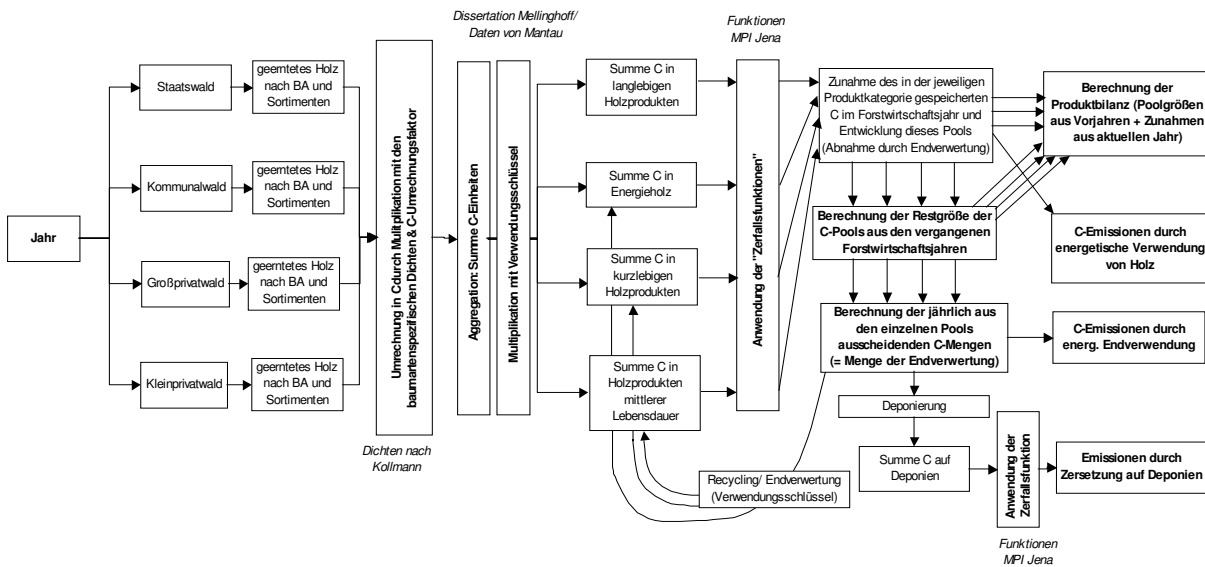


Abb. 4-9: Übersicht über die Datenflüsse und Informationsquellen im Holzproduktmodell

4.3.1.2 Dateninput: Erntemengen und Sortierung

Das Modell verwendet für den Zeitraum von 1987 bis 2002 als Eingangsgrößen die nach Baumartengruppen getrennten geernteten Holzmengen und Sortimente aus den verschiedenen Waldbesitzarten. Als Input wurden zwei verschiedene Datenquellen verwendet, um die Ergebnisse vergleichen zu können (Tab. 4-19):

- Variante 1: Nutzung nach den Auswertungen der BWI
- Variante 2: Nutzung nach den Statistiken der LFV Baden-Württemberg für den Staats- und Körperschaftswald und den Testbetriebsnetzergebnissen für den Privatwald⁵⁸.

⁵⁸ Für den Großprivatwald (> 200 ha) wurden die Ergebnisse des Testbetriebsnetzes des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (TBN BMELV) verwendet, für den flächenmäßig bedeutsamen Anteil des Kleinprivatwaldes (5 bis 200 ha) die Ergebnisse des Testbetriebsnetzes Kleinprivatwald (TBN KPW). Für Flächen von 0 bis 5 ha wurden ebenfalls die Auswertungen des TBN KPW verwendet.

Die Berechnung der beiden Varianten ermöglicht, neben den im Folgenden beschriebenen Vorteilen, die Plausibilität der verwendeten Nutzungsdaten zu prüfen. Die Vorteile der ersten Variante (BWI-Daten) liegen in der Datenkonsistenz mit den Berechnungen für die Vorratsänderungen der Biomasse. Außerdem werden für die Prognose der zukünftigen Waldentwicklung und des Holzaufkommens mit dem Modell WEHAM ebenfalls die Einzelbaumdaten der BWI II verwendet. Für die Nutzung im Privatwald kann man davon ausgehen, dass die nach Baumartengruppen getrennten Erntemengen eine bessere Datengrundlage darstellen als die TBN-Ergebnisse. Eine Teilnahme an diesen Netzen ist freiwillig. Die Zahl der Teilnehmer des TBN BMELV lässt repräsentative Aussagen zu, die jedoch einen nicht quantifizierten Fehler aufweisen.⁵⁹

Diesen Vorteilen stehen aber auch Nachteile gegenüber. Zum einen fehlt die zeitliche Auflösung in dem Betrachtungszeitraum, d.h. man muss davon ausgehen, dass jedes Jahr dieselben Mengen und Sortimente geerntet werden. Das entspricht natürlich nicht der Realität. Insbesondere die Stürme von 1990 und 1999 haben lokal zu extremen Übernutzungen geführt, was durch einen reduzierten Einschlag in den Folgejahren kompensiert wurde. Ein anderes Problem ist die Sortierung, die nachträglich modelliert werden musste. Aus diesen Gründen wurden die zeitlich und nach Sortimenten aufgelösten Nutzungsdaten der statistischen Jahrbücher der LfV und TBN-Auswertungen als zweite Datengrundlage herangezogen. Insbesondere für den Staats- und Körperschaftswald liegen durch die Naturalbuchführung genaue Daten darüber vor, wie viel Holz tatsächlich geerntet wurde und welche Sortimente dabei entstanden sind. Das ist besonders im Bereich Brennholz wichtig, da dieses Sortiment nicht in der BWI-Sortierung vorgesehen ist. Fehler entstehen dadurch, dass die Baumartengruppen in den TBN-Erhebungen zusammengefasst werden und die Nutzungsmengen nachträglich anhand der Flächenanteile rekonstruiert werden müssen.

Tab. 4-19: Vergleich der jährlichen Holznutzung nach Baumartengruppen in EFm o.R. im Gesamtwald des Landes Baden-Württemberg (1987 bis 2002)

Baumarten- gruppe	Nutzung nach BWI I und II	Nutzung nach Jahresberichten der LfV und TBN	Abweichung
Fi	7.442	7.001	94%
Ta	1.013	1.271	126%
Dgl	200	298	149%
Kie	721	682	94%
Lae	184	129	70%
Bu	1.802	2.080	115%
Ei	373	186	50%
ALh	330	81	25%
ALn	143	110	77%
Summe	12.207	11.836	97%

⁵⁹ Für die Übertragung der Ergebnisse des TBN KPW auf die flächenmäßig bedeutsame Besitzklasse von 0 - 5 ha stellt sich die Frage, inwieweit die Ergebnisse repräsentativ sind. Sie wurden auf die Gesamtfläche dieser Besitzart hochgerechnet und es ist bekannt, dass viele der rd. 260.000 Privatwaldbesitzer in Baden-Württemberg ihren Wald aus verschiedenen Gründen gar nicht (mehr) bewirtschaften

Betrachtet man die Ergebnisse der beiden Quellen für den gesamten Wald in Baden-Württemberg, zeigen sich folgende Tendenzen:

- Es wurden laut Berichten der LFV und der TBN-Ergebnisse mehr Tanne und Douglasie genutzt, als durch die BWI belegt wird.
- Dieselbe Tendenz findet sich bei der Buche. Die prozentuale Abweichung ist zwar geringer, jedoch in Bezug auf die Gesamtmenge signifikant, da die Buche eine Hauptbaumart ist.
- Bei den anderen Laubbaumarten hingegen, insbesondere der Eiche und den anderen Laubbäumen mit hoher Lebensdauer, stellt die BWI eine sehr viel stärkere Nutzung fest, als sie durch Berichte und TBN-Ergebnisse ausgewiesen wird. Diese gravierenden Unterschiede gleichen sich jedoch weitgehend aus, wenn man die aggregierten Werte für Nadel- und Laubstammholz betrachtet (Tab. 20).
- Dass die Gesamtmenge der jährlichen Nutzung um ca. 500.000 EFm o. Rinde pro Jahr unterhalb der BWI-Ergebnisse liegt (entspricht ca. 4%), lässt sich dadurch erklären, dass Brennholz oft nicht erfasst wird, wenn es durch Selbstwerber aufgearbeitet worden ist.

Bei der Betrachtung der in Nadel- und Laubholz aggregierten Gesamtmengen zeigt sich eine gute Übereinstimmung der jährlichen Daten (Tab. 4-20). Die BWI weisen eine leicht höhere Gesamtnutzungsmenge aus. Auffällig sind die relativ gute Übereinstimmung beim Nadelholz und die deutliche Abweichung beim Laubholz.

Tab. 4-20: Aggregierte Werte der Nutzungsmengen (1987 bis 2002)

Gesamtwald			
Baumarten- gruppe	Nutzung nach BW I und II	Nutzung nach Jahresberichten der LFV und TBN	Abweichung
Nadelholz	9.559.644	9.380.020	98%
Laubholz	2.647.694	2.456.442	93%
Summe	12.207.339	11.836.462	97%

Da beide Datenquellen wichtige Vorteile aufweisen, wurden die Berechnungen der C-Vorräte für beide Varianten in diesem Zeitraum durchgeführt und miteinander verglichen. Vorab mussten die Daten analysiert und die Sortierung der BWI-Daten angepasst werden. Die Sortierung des Holzes ist entscheidend für die Ergebnisse des Produktmodells, weil sie maßgeblich bestimmt, in welche Produktkategorien der C fließt. Summiert man die Werte der einzelnen Sortimente über alle Besitzklassen auf, erhält man die Eingangswerte, wie sie in das Modell eingeflossen sind.

Die ursprüngliche Sortierung liefert fünf Sortimente je Baumart und Besitzart: Stammholz, Gipfelstammholz, Industrieholz, nicht verwertbares Derbholz und X-Holz⁶⁰. Das Modell benötigt jedoch eine Aufteilung in die Kategorien Stammholz, Industrieholz und Brennholz. Daher mussten die Ergebnisse erneut sortiert werden, um diese Aufteilung möglich zu machen. Die Sortierung orientiert sich an Funktionen, die nicht durch eine tatsächliche Qualitätsansprache

⁶⁰ Im Wald verbleibender Abschnitt vom Boden bis zur Trennstelle.

belegt sind. Kalamitäten führen zu Qualitätseinbußen⁶¹ und damit zu veränderten Sortimenten. Man kann davon ausgehen, dass die Sortimente, die tatsächlich in diesem Zeitraum entstanden sind, eine ähnliche Struktur haben, wie sie die Daten der LFV und der TBN ausweisen. Bei der Sortierung wurden daher folgende Annahmen getroffen, um die Daten an die tatsächlich produzierten Sortimente anzunähern:

- 80% des Gipfelstammholzes der Nadelbäume fließen in das Sortiment ‚Stammholz‘.
- 20% des Gipfelstammholzes der Nadelbäume fließen in das Sortiment ‚Brennholz‘.
- das gesamte Gipfelstammholz der Laubbäume fließt in das Sortiment ‚Brennholz‘.
- 20% des Laubstammholzes und 20% des Laubindustrieholzes fließen in das Sortiment ‚Brennholz‘.

Tab. 4-21 zeigt, wie sich die jährlichen Nutzungsmengen der einzelnen Baumarten nach der Sortierung der BWI-Daten auf die verschiedenen Sortimente verteilen. Die Daten der TBN und LFV liegen bei allen Kategorien unter den Ergebnissen der BWI. Das ist plausibel, da die Nutzungsdaten aus den TBN-Ergebnissen, vor allem für den Privatwald, mit Unsicherheiten behaftet sind. Nach der Sortierung bestehen immer noch systematische Abweichungen zwischen den beiden Datenquellen. Diese sind aber geringer als in der ursprünglichen Sortierung und weichen hauptsächlich beim Nadel-Industrieholz signifikant ab.

Tab. 4-21: Vergleich der Nutzungsmengen nach Sortierung der BWI-Daten

	Nutzung nach BWI I und II	Nutzung nach Jahresberichten der LFV und TBN	Abweichung
Nadel-Stammholz	7.460.957	7.393.502	99%
Laub-Stammholz	914.058	874.773	96%
Nadel-Industrieholz	1.328.944	1.181.392	89%
Laub-Industrieholz	711.368	681.019	96%
Brennholz	1.792.013	1.705.775	95%
Summe	12.207.340	11.836.461	97%

4.3.1.3 Holzverwendung in Deutschland

Die Lebensdauer der unterschiedlichen Holzprodukte variiert stark. Daher muss ein Verwendungsschlüssel entwickelt werden, der eine Aufteilung der geernteten, verkauften und abtransportierten Holzmengen in die Produktkategorien ‚lange Lebensdauer‘, ‚mittlere Lebensdauer‘, ‚kurze Lebensdauer‘ und ‚Energieholz‘ ermöglicht. Bei Holzprodukten mit langer Lebensdauer handelt es sich hauptsächlich um in Gebäuden verbautes Holz. Die Kategorie der Produkte mit mittlerer Lebensdauer besteht aus Holzwerkstoffen wie Span-, OSB-, MDF- und Tischlerplatten, Furnieren und Vollholzmöbeln. Zu den Produkten mit kurzer Lebensdauer gehören Papier, Pappe, Kartonagen und Verpackungen aus Holz.

⁶¹ Sturmholz, Käferholz.

Ausschlaggebend für den Verwendungszweck sind die spezifischen Holzeigenschaften der einzelnen Baumarten und deren Qualität (EGGERS 2002). Nadelstammholz wird hauptsächlich zu Bauholz verarbeitet, ist aber auch für die Papierindustrie ein interessanter Rohstoff, vor allem in schwachen Dimensionen. Gründe für die Verwendung im Bau sind die Dauerhaftigkeit, die Dimension, der Preis, die Verfügbarkeit und weitere positive Eigenschaften. Da die Ausbeute eines Nadelstammes im Durchschnitt ca. 61% beträgt und die Sägenebenprodukte (SNP)⁶² teilweise stofflich verwendet werden, geht ein Teil der Menge in die Holzwerkstoffindustrie. Der absolute Stammholzanteil ist wesentlich größer als beim Laubholz, das seltener als Bauholz verwendet wird. Aufgrund seiner Eigenschaften wird es häufiger zu Möbeln, Parkett oder Furnieren verarbeitet, sofern es sich um qualitativ hochwertige Stammholzsortimente handelt, die entsprechende Preise erzielen. Die Ausbeute beträgt hier 67% und die Nebenproduktstruktur variiert ebenfalls. SNP werden stofflich in Spanplatten und Palettenklötzchen verarbeitet oder für die Energieerzeugung genutzt. Industrieholz wird hauptsächlich thermisch verwertet, aber auch in der Holzschliff- und Spanplattenproduktion eingesetzt, wenn die Sortimente die nötigen Qualitätseigenschaften aufweisen (MANTAU 2004b).

Um einen Verwendungsschlüssel entwickeln zu können, müssen die Daten der einzelnen Produkte in den genannten Kategorien aggregiert werden, importierte Holzmengen hinzugerechnet und exportierte Holzmengen abgezogen werden. Das Modell geht davon aus, dass sich bestimmte Sortimente für eine eingeschränkte Produktgruppe eignen und damit die Verwendung durch das geerntete Holz vorgegeben ist. Da nicht einmal für die gesamte Bundesrepublik Deutschland vollständige Informationen über diese Stoffströme vorliegen, konnte die für Baden-Württemberg spezifische Verwendung nicht dargestellt werden. Es gibt bislang kein belastbares Datenmaterial darüber, wie die einzelnen Sortimente verwendet werden und welche Produkte daraus entstehen. Es gibt Vermischungen aufgrund von Exporten und Importen der gleichen Sortimente und sich verändernde Angebots- und Nachfragemuster. Daher wurde die Annahme getroffen, dass die Verwendung der anfallenden Holzsortimente in Baden-Württemberg der von ganz Deutschland entspricht, die unter zu Hilfenahme von Annahmen abgeleitet werden konnte.

Als Datengrundlage für die Entwicklung des Verwendungsschlüssels dienten die Arbeiten von MELLINGHOFF (1997) über die Holzverwendung in Deutschland im Jahr 1995, ZMP-Marktbilanzen (ZMP 2005) und die Arbeiten von MANTAU (2004a, 2004b) für das Jahr 2002. Diese Daten haben den Vorteil, dass sie einen vollständigen Verwendungsschlüssel ermöglichen, d.h. auch die SNP werden berücksichtigt. Leider existiert keine Datengrundlage, um einen solchen Schlüssel für andere Jahre zu erstellen. Die verfügbaren Daten haben es auch nicht ermöglicht, eine Trennung von Laub- und Nadelindustrieholz vorzunehmen, da dies nicht getrennt erfasst wird, auch weil die Ansprüche der Industrie an diese Sortimente selten an die Baumart gekoppelt sind⁶³. Industrieholz wird hauptsächlich in der Holzwerkstoffindustrie verwendet oder thermisch verwertet. Nadelindustrieholz ist ein stark nachgefragtes Sortiment für die Holzschliffproduktion, sofern es die nötigen Qualitätsvoraussetzungen erfüllt.

⁶² Schwarten, Spreißel und Späne.

⁶³ Z.B. bei der Herstellung von Spanplatten.

Das Holzproduktmodell ist jedoch so konzipiert, dass neue Erkenntnisse, wie beispielsweise veränderte Nutzungstrends oder genauere Informationen über die Holzverwendung, schnell integriert werden können. Im Verwendungsschlüssel wurden gemäß der Modellvorgabe die Exporte berücksichtigt, während die Importe herausgerechnet wurden. Auch die Verwendung von Altholz, das seit 2005 nur noch thermisch oder stofflich verwertet werden darf⁶⁴, wurde ermittelt. Problematisch war hierbei, dass ein Teil des Altholzes weiter vertrieben wird, während ein anderer Teil stofflich oder energetisch genutzt wird. MANTAU & WEIMAR (2003) haben in einer Analyse für das Jahr 2001 festgestellt, dass in Deutschland 52% des Altholzaufkommens energetisch und 27% stofflich verwertet wurden; knapp 18% wurden exportiert und ca. 1% wurde deponiert. Sämtliche Einheiten beziehen sich auf EFm ohne Rinde. Diese wurden aus Gründen der Leserfreundlichkeit in Fm abgekürzt.

Im Folgenden werden die Herleitung des Verwendungsschlüssels beschrieben und die dabei getroffenen Annahmen erklärt. Um die Darstellung der Herleitung besser nachvollziehbar zu machen, wurden Grafiken für die Kategorien Nadel- und Laubstammholz sowie Industrieholz erstellt, welche die Aufteilung der Holzmenge verdeutlichen (Abb. 4-10, 4-11 und 4-12).

Verwendung von Nadelstammholz

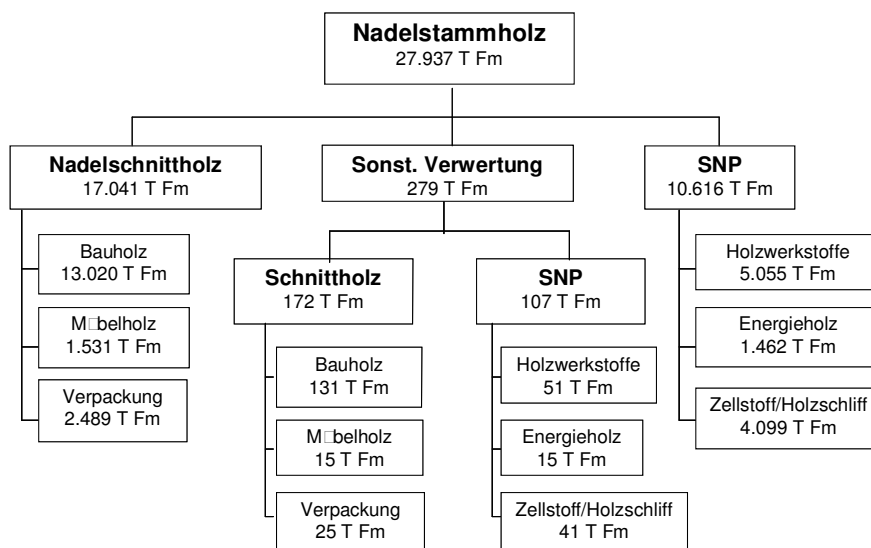


Abb. 4-10: Verwendung von Nadelstammholz in Deutschland im Jahr 2002

Aus diesen Zahlen lässt sich die Verwertung von Nadelstammholz für die verschiedenen Produktkategorien ableiten:

- 47% des Nadelstammholzes fließen in die Kategorie ‚Langlebige Produkte‘.
- 24% des Nadelstammholzes fließen in die Kategorie ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘.
- 24% werden zu Produkten mit kurzer Lebensdauer verarbeitet.
- 5% werden energetisch genutzt.

⁶⁴ www.altholzverordnung.de

Verwendung von Laubstammholz

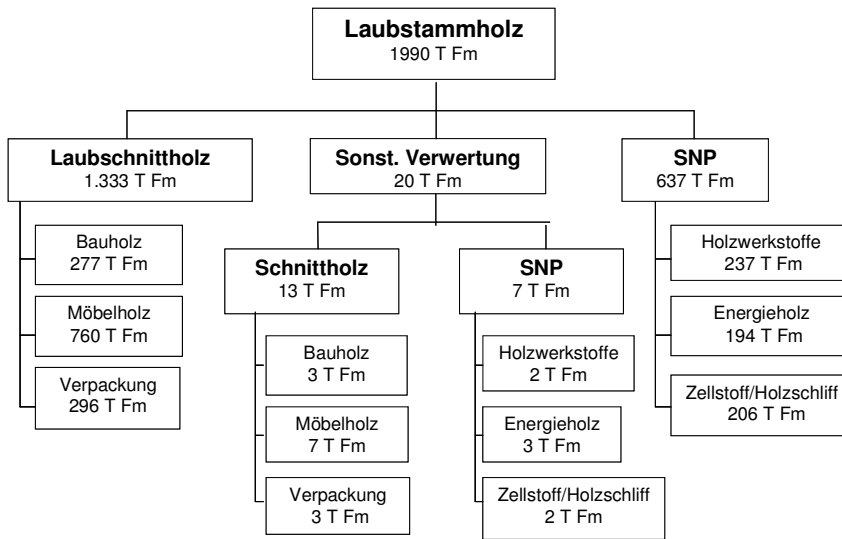


Abb. 4-11: Verwendung von Laubstammholz in Deutschland im Jahr 2002

Die Verwendung von Laubstammholz gliedert sich folgendermaßen auf die Produktkategorien:

- 14% werden für langlebige Produkte verwendet.
- 51% fließen in die Produktkategorie ‚mittlere Lebensdauer‘.
- 26% werden für kurzlebige Produkte verwendet.
- 10% des Laubstammholzes werden energetisch genutzt.

Verwendung von Industrieholz

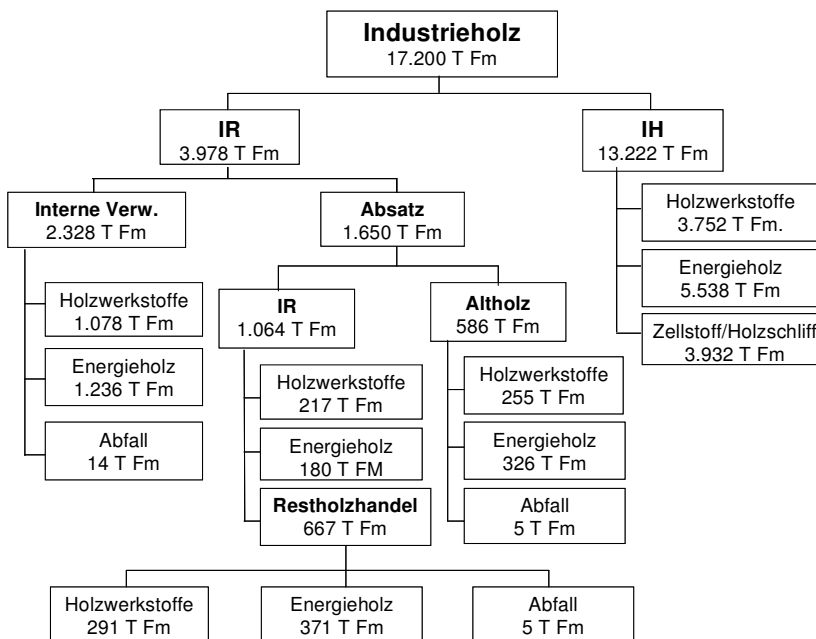


Abb. 4-12: Verwendung von Industrieholz in Deutschland im Jahr 2002

Die Verwendung des Industrieholzes verteilt sich zu

- 44% auf die Kategorie ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ (hauptsächlich Holzwerkstoffe),
- 32% auf die Kategorie ‚Energieholz‘ und
- 24% auf die Kategorie ‚Produkte mit kurzer Lebensdauer‘ (vor allem Zellstoff, Holzschliff).

Ergebnis dieser Herleitung ist der verwendete Schlüssel (Tab. 4-22) der, je nach Erntemenge und Sortiment, die Verteilung des Holzes auf die Produktkategorien steuert.

Tab. 4-22: Verwendungsschlüssel für die Sortimente im Jahr 2002 (Deutschland)

Holzverwendung in %		Langlebige Produkte	Prod. mit mittlerer Lebensdauer	kurzlebige Holzprodukte	Brennholz
Nadelholz	Stammholz	47,1	23,8	23,8	5,3
	Stangen & Grubenholz	61,0	19,0	15,0	5,0
	Industrieholz		32,6	22,9	44,5
	Brennholz				100,0
Laubholz	Stammholz	14,1	50,6	25,5	9,9
	Stangen & Grubenholz	67,0	12,0	11,0	10,0
	Industrieholz		32,6	22,9	44,5
	Brennholz				100,0

4.3.1.4 Lebensdauer von Holzprodukten

Ein wesentliches Element im Modell ist die Lebensdauer der Holzprodukte, die hauptsächlich von der Art der Verwendung abhängt. In verschiedenen Studien wurde versucht, diese Lebensdauern zu bestimmen (KARJALAINEN ET AL. 1994, PIENGOUD & LEHTILA 2002). WIRTH ET AL. (2004a) haben in einer Meta-Analyse aus neun Quellen die durchschnittlichen Abbauraten für diese beschriebenen Kategorien sowie für Totholz ermittelt (Tab. 4-23). Mit Hilfe des Verwendungsschlüssels lassen sich einerseits die Größen der neu in den Holzprodukten gespeicherten C-Vorräte bestimmen, andererseits auch die aus diesen Reservoiren ausscheidenden C-Mengen. Letztere werden entweder nach energetischer Nutzung wieder an die Atmosphäre abgegeben oder kehren wieder in den Produktkreislauf zurück, wenn sie beispielsweise für die Produktion von Spanplatten recycelt werden.

Tab. 4-23: Mittlere Abbauraten [K], Halbwertszeiten [t_{50}] und Lebensdauern [t_{95}] (nach WIRTH ET AL. 2004a)⁶⁵

Kategorie	K	t_{50}	t_{95}
Deponie	0,013	53	229
Bauholz	0,02	36	154
Totholz Nadel	0,029	24	103
Möbel	0,039	18	76
Totholz Laub	0,073	10	41
Papier	0,318	2	9
Energieholz	0,7	1	4

⁶⁵ Die Rate für Energieholz ist eine Annahme des Verfassers.

Von den Produkten verlängert Bauholz die Speicherwirkung des Waldes am effektivsten. Für Energieholz wurde ein Faktor angenommen, bei dem die Hälfte des Holzes im ersten Jahr energetisch verwendet wird. Die Tabelle zeigt, dass der C am längsten gespeichert wird, wenn er auf Deponien unter anaeroben Bedingungen abgebaut wird. In diesem Fall entweicht der C unter Energiegewinn für die Destruenten direkt in die Atmosphäre. Wenig untersucht und häufig unterschätzt wurden bislang die Abbauraten von Totholz, für die hier Mittelwerte angegeben sind. Während BURSCHEL ET AL. (1993) von einer vollständigen Zersetzung binnen fünf Jahren ausgegangen sind, konnten WIRTH ET AL. (2004a) zeigen, dass dies eine starke Überschätzung der Abbauraten darstellt (Abb. 4-13). Die Lebensdauer von Nadeltotholz ist kürzer als die von Bauholz und länger als die von Möbelholz. Die Grafik zeigt, welcher Anteil des gespeicherten C in der ursprünglichen Produktmenge nach einer bestimmten Zeit noch in dieser Form existiert. Am längsten dauert die Zersetzung unter anaeroben Bedingungen, wie z.B. auf Deponien.

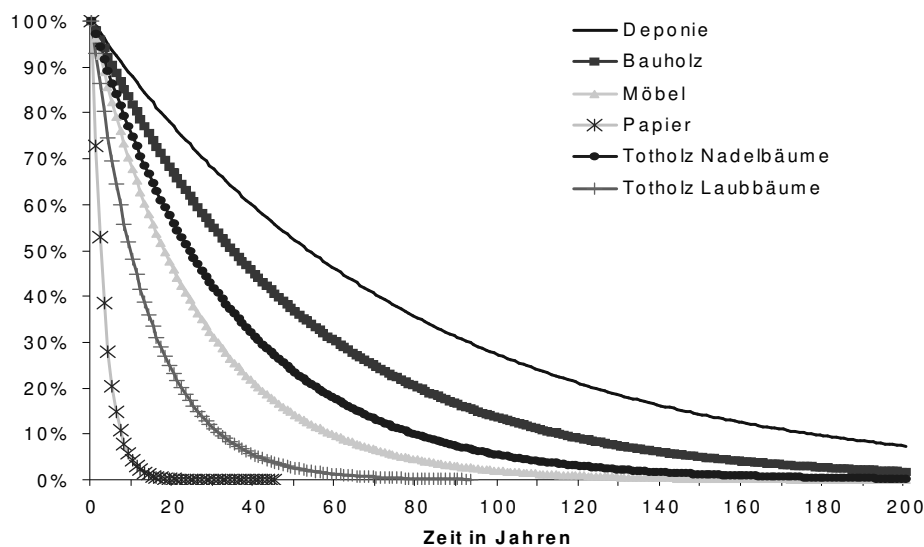


Abb. 4-13: Funktionen für die Ermittlung der Lebensdauer von Holzprodukten und des Zerfalls von Totholz (nach Wirth ET AL. 2004a)

Für Altholzmengen wurde ebenfalls ein Verwendungsschlüssel abgeleitet: Sie werden zu etwa gleichen Teilen energetisch bzw. stofflich in der Kategorie ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ verwertet. Diese Annahme musste getroffen werden, da die Datenbasis hierfür besonders mangelhaft war, u.a. da nicht erfasst wird, welche Holzmengen jährlich deponiert wurden. Da aufgrund gestiegener Energiepreise und zunehmender thermischer Müllverwertung Altholz zu einem nachgefragten Rohstoff geworden ist, kann man davon ausgehen, dass die Zahlen für das Modell geeignet sind. Durch die Schließung der Deponien seit Anfang 2005⁶⁶ muss in Zukunft Holz gemäß der Altholzverordnung stofflich oder thermisch weiterverwertet werden.

⁶⁶ www.altholzverordnung.de

4.3.1.5 Material- und Energiesubstitutionseffekte

Holz ist die älteste Energieform, die sich der Mensch zu Nutze gemacht hat und erlebt in einer Zeit knapper werdender Reserven fossiler Brennstoffe eine Renaissance: Durch Preisanstieg von Öl und Gas werden holzbefeuerte Heizungen nicht nur ökologisch sondern auch ökonomisch wieder interessant. Holz kommt bereits heute im Bereich der Wärmeversorgung eine wichtige Stellung zu (EUROPÄISCHE KOMMISSION 1997, STMLF 2003); mit dem Anstieg der Preise für fossile Energieträger werden auch die industrielle Erzeugung von Kraftstoffen und die Verstromung holzhaltiger Biomasse rentabler. Durch die Nutzung von Holz als Energieträger bzw. als Material, das andere energieaufwändig zu produzierende Materialien ersetzt, entstehen Substitutionseffekte, die im Gegensatz zur Senkenleistung des Waldes einen zeitlich unbegrenzten Beitrag zum Klimaschutz darstellen (KOLSHUS 2001, SCHLAMADINGER & MARLAND 1996, WIRTH ET AL. 2004a). Das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ entspricht dabei in seiner Menge dem, was zuvor in relativ kurzen Zeiträumen durch Photosynthese gebunden wurde.⁶⁷ Daher wird die Verbrennung von Holz bei der Berechnung der nationalen Emissionen mit dem Emissionsfaktor 0 bewertet und damit ‚CO₂-neutral‘ behandelt.

Die Substitutionseffekte durch energetische Nutzung und als Material wurden ebenfalls für den Untersuchungszeitraum quantifiziert. Allerdings gibt es diesbezüglich immer wieder Missverständnisse. Die Effekte können nicht in die C-Bilanz miteinbezogen werden, da sonst eine unzulässige Doppelbuchung vorläge. Die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger werden über die Emissionsinventare erfasst. Da die Verbrennung von Holz, Altholz und Müll als emissionsneutral bewertet wird, ist dem ökologischen Beitrag Rechnung getragen, den Holz in diesem Zusammenhang leistet. Dieser Beitrag wird jedoch nicht der Forstwirtschaft zugeschrieben, die den Rohstoff produziert, sondern den Unternehmen, die ihn für die Erzeugung von Energie nutzen. Beließe man das Holz im Wald, würde der gespeicherte C der Atmosphäre bis zu seiner Zersetzung erspart bleiben. Durch die natürlichen Zersetzungsprozesse durch Destruenten würde er langsam als CO₂ in die Atmosphäre gelangen – mit dem Unterschied, dass die gespeicherte Energie nicht genutzt wurde.

Diese Effekte müssen dennoch separat berechnet und dargestellt werden, weil ohne sie das Bild von der Leistung, die ein nachhaltig genutzter Wald für den Klimaschutz erbringt, unvollständig wäre. Grundlage für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Rohstoffen und Produkten sind Ökobilanzen. Sie ermöglichen eine umfassende Betrachtung eines Rohstoffs in Form von Prozesskettenanalysen und erfassen den gesamten Lebensweg eines Produktes ‚von der Wiege bis zur Bahre‘ (WEGENER & ZIMMER 2001b). Ökobilanzen werden sowohl für Holz als auch für die potentiellen Substitutionsprodukte benötigt, um die Effekte berechnen zu können und eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Der Forschungsbedarf hinsichtlich dieser Bilanzen ist groß. Problematisch ist ihre Bewertung, da sie stark durch gesellschafts-, wirtschafts- und

⁶⁷ Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern (Kohle, Erdöl oder Ergas), deren Entstehung Millionen von Jahren benötigt, hat Holz eine geringere Energiedichte, kann aber je nach Umtriebszeit in 5 bis 10 Jahren (Kurzumtriebsplantagen), bzw. in 60 bis 250 Jahren (Waldholz) produziert werden (BURSCHEL & HUSS 1997). Die Hauptbaumarten Fichte und Buche haben in Deutschland Umtriebszeiten von ca. 100 Jahren (mit abnehmender Tendenz), bzw. 140 Jahren.

umweltpolitische Ziele geprägt wird (WEGENER & ZIMMER 2001a). Weitere Probleme entstehen dadurch, dass eigentlich alle Produktionsstufen betrachtet werden müssten – also auch die Energie, die für die Produktion von Anlagen verwendet wurde.

Holz hat aufgrund seiner kurzen Transportwege und regionalen Verfügbarkeit eine bessere Energie- und Ökobilanz als fossile Energieträger und energieaufwändig zu produzierende Materialien (MARCEA & LAU 1992; BURSCHEL ET AL. 1993, PETERSEN & SOLBERG 2005). Die Herstellung von Holzprodukten aus nachhaltig genutztem Holz erfordert weniger Energie, als wenn ein vergleichbares Produkt mit demselben Zweck aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff hergestellt wird (Abb. 4-14). PETERSEN & SOLBERG (2005) haben eine Literaturstudie durchgeführt und zwölf Quellen über Lebenszyklusanalysen von Holz und Alternativprodukten gefunden. Neben den CO₂-Emissionen fallen bei Holzprodukten auch weniger SO₂-Emissionen und Abfälle an als bei der Produktion alternativer Materialien.

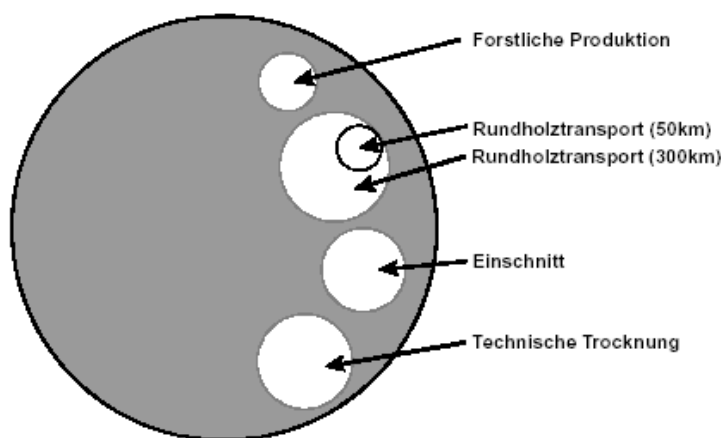


Abb. 4-14: Energiebilanz von Fichtenrundholz⁶⁸ (aus: BMELF 2000)

Energiesubstitution durch energetische Nutzung von Holz und Altholz

Der Vergleich von Holz mit anderen Energieträgern ist nicht trivial, da mit divergierender Effizienz sowohl Wärme als auch Strom gewonnen werden kann. Dabei spielt der Ausnutzungsgrad für die Bewertung des Energieträgers eine wichtige Rolle; insbesondere bei der Verstromung hat Holz noch technische Nachteile gegenüber fossilen Energieträgern. Obwohl es bereits Kraftwerke gibt und weitere in Planung sind, die Holz verstromen, haben diese bislang Prototypcharakter; deren industrielle Nutzung wird jedoch mit dem Preisanstieg für fossile Energieträger und verbesserter Technologien immer lukrativer. Wesentlich einfacher ist die dezentrale Produktion von Wärme aus Holz über den traditionellen Hausbrand und kleine Anlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie durch Blockheizkraftwerke, die auch mit Hackschnitzeln oder Holzpellets betrieben werden können.

Es ist schwierig, die Dimension der Substitutionseffekte durch energetische Nutzung vom emissionsneutralen Holz zu quantifizieren, da ein Vergleich mit einem fossilen Energieträger notwendig ist. KÜRSTEN & BURSCHEL (1991) haben die Brennstoffe Holz und leichtes Heizöl

⁶⁸ Die Flächen der weißen Kreise stellen den Anteil fossiler Energie dar, der, in Relation zur im Holz gespeicherten Sonnenenergie, für Produktion und Transport aufgewendet werden muss.

miteinander verglichen und dabei die Qualität, den Heizwert, den Wirkungsgrad und die benötigte Energie für die Aufbereitung⁶⁹ berücksichtigt. Heizöl ist in Deutschland immer noch der am weitesten verbreitete Energieträger für die private Wärmeerzeugung, gefolgt von Erdgas, das immer größere Anteile hinzugewinnt. Im Vergleich zu Heizöl verhindert die thermische Nutzung von Holz eine Freisetzung von 0,26 t C je t verwendetes Holz (atro). Die Verwendung von Alt- und Resthölzern ist energetisch noch günstiger, da der Energieaufwand für Ernte und Transport entfällt, der Feuchtigkeitsgehalt geringer und der Wirkungsgrad der Verbrennung höher ist. Der C-Minderungsfaktor je t eingesetztes Altholz beträgt 0,35 t C. Energieholzplantagen haben durch die Düngung und andere Maßnahmen einen höheren Energieaufwand. Für sie geben die Autoren einen Faktor von 0,23 t C je t Holz an. Die Substitutionseffekte werden mit diesen Werten berechnet.

Materialsstitution

Da ein Großteil der Energie für die industriellen Fertigungsprozesse⁷⁰ mit fossilen Brennstoffen erzeugt wird, wird entsprechend weniger CO₂ emittiert wenn an ihrer statt Holz verwendet wird. Wenn argumentiert wird, Baustoffe wie Stahl und Aluminium ließen sich unbegrenzt wiederverwerten und seien damit überlegen, wird unterschlagen, dass ihr Recycling wiederum sehr große Energiemengen benötigt (SCHÜTZ 2002). Am Ende des Lebenszyklus eines Holzproduktes kann der Energiegehalt konsequent genutzt werden und stellt so eine Quelle erneuerbarer Energie dar, die eine Energiegewinnung über einen fossilen Energieträger und den damit verbundenen Emissionen ersetzen kann (BRANDL 2001).

Die Ergebnisse in dieser Studie stellen dar, wie viel mehr CO₂ emittiert worden wäre, wenn die durch Holz erzeugte Energie über fossile Energieträger produziert bzw. andere Materialien anstelle von Holz verbaut worden wären. BÖSWALD (1996) hat basierend auf zwei Studien von BEUDERT & WEGENER (1994) und WEGENER ET AL. (1994) den Energiebedarf dargestellt, der für die Verarbeitung von Rundholz aufgewendet werden muss. Dabei wurden nur der unmittelbare Energieaufwand der forstlichen Produktion berücksichtigt, nicht jedoch der vorgeschalteter Produktionsstufen. Der Energiebedarf bei Holzwerkstoffen und Furnieren ist um ein vielfaches höher als der von Schnittholz (Tab. 4-24). Es gibt außerdem Unterschiede, die von der Produktionsart, dem spezifischen Produkt und der Größe des Unternehmens abhängen. Bei der Produktion der thermischen Energie werden häufig emissionsneutrale SNP eingesetzt.

Tab. 4-24: Energieverbrauch für verschiedene Holzprodukte je m³ (nach BÖSWALD 1996)

	Stromverbrauch in kWh	therm. Energie- verbrauch in kWh	innerbetriebl. Transport in kWh	Gesamter Energie- verbrauch in kWh
Schnittholz	36	90	10	136
Spanplatte	137	451		588
Furnier- und Sperrholz	320	2750		3070

⁶⁹ Ernte/Förderung, Transport und Verarbeitung.

BURSCHEL ET AL. (1993) haben in einer Metaanalyse für langlebige Holzprodukte einen Durchschnittswert von 0,28 t vermiedener C-Emissionen je verwendete Tonne Holz (atro) ermittelt. Das für diese Zwecke verwendete Schnittholz ist, im Vergleich zu Holzwerkstoffen und Furnieren, die vor allem für Produkte mit mittlerer Lebensdauer verwendet werden, mit geringem Energieaufwand herzustellen. Aus diesem Grund wurde für diese Arbeit vereinfachend die konservative Annahme getroffen, dass Materialsubstitutionseffekte nur bei der Holzverwendung für langlebige Produkte entstehen.

4.3.2 Ergebnisse: C-Vorräte in Holzprodukten

4.3.2.1 C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2002): BWI-Daten

Die Produktspeicher sind im Betrachtungszeitraum stark gestiegen (Abb. 4-15). Das liegt vor allem an der hohen Nutzung, die durch die Stürme bedingt bei dem hohen Wert von 95% des möglichen Einschlags lag⁷¹. Der Anstieg fällt in den einzelnen Kategorien unterschiedlich aus. Besonders die Menge der Produkte mit mittlerer Lebensdauer ist stark angestiegen. Die Veränderung verläuft linear, weil die Messungen zu den Stichjahren 1987 und 2002 erfolgten und dann interpoliert wurden. Dass dieses Nutzungsverhalten nicht der Realität entspricht, zeigt die Produktspeicherberechnung anhand der LFV/TBN-Daten.

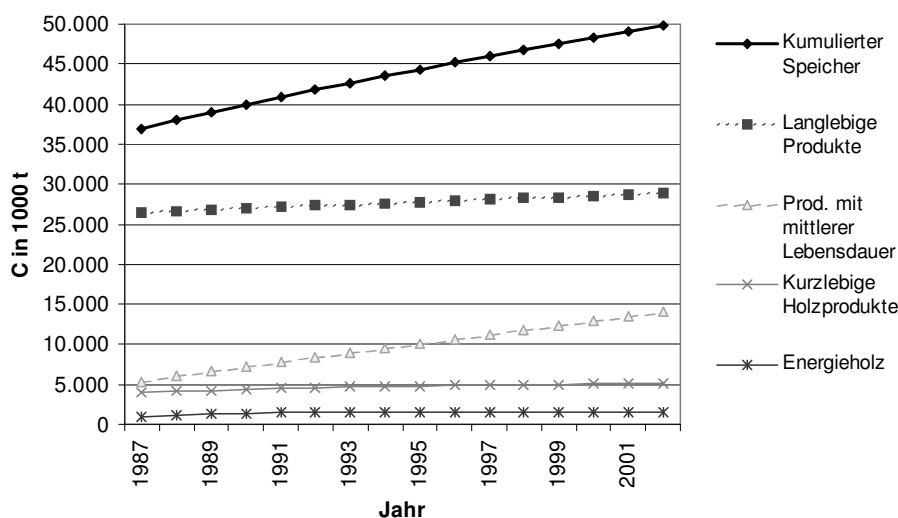


Abb. 4-15: Veränderung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2002)

In diesem Zusammenhang muss noch einmal auf die Schätzung der Anfangsvorräte hingewiesen werden, die auf Basis einer Arbeit von FRÜHWALD ET AL. (2001) ermittelt wurden. Unterschätzt dieser Anfangsvorrat die tatsächlichen Vorräte, kommt es zunächst zu einem überproportionalen Anstieg. Außerdem liegen dem Modell Zerfallsfunktionen zu Grunde, die

⁷⁰ Z.B. die Verhüttung von Stahl.

⁷¹ Im Durchschnitt wurden in Deutschland rund 2/3 des Zuwachses genutzt (www.bundeswaldinventur.de).

einer Metaanalyse entnommen wurden. Die meisten Quellen beziehen sich nicht auf Deutschland, und so kann auch hier ein nicht bestimmbarer Fehler liegen, der zu einem Anstieg der Speicher führt. Ziel ist jedoch das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Speichern der Biosphäre und der Technosphäre und nicht eine genaue Quantifizierung der Vorräte, da diese mit den verfügbaren Daten nicht zu bewerkstelligen ist. Vielmehr geht es um Größenordnungen und die Einflussmöglichkeiten der Forstwirtschaft auf die Speicher.

Die Veränderung der Produktspeicher im Betrachtungszeitraum zeigt Tab. 4-25: Absolut sind am stärksten die Speicher mit mittlerer und langer Lebensdauer, relativ sind die Speicher ‚Energieholz‘ und ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ gestiegen. Die starke Nutzung hat zu einer Senke von 12,7 Mio. t C über alle Kategorien geführt.

Tab. 4-25: Entwicklung der Produktspeicher mit BWI-Daten (1987 bis 2002)

C-Speicher in Mio. t C	1987	2002	Veränderung
Energieholz	1,0	1,5	0,5
kurzlebige Holzprodukte	4,0	5,2	1,2
Prod. mit mittlerer Lebensdauer	5,4	14,0	8,6
Langlebige Produkte	26,4	28,8	2,4
kumulierter Speicher	36,8	49,5	12,7

4.3.2.2 C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2002): TBN-Daten

Die Betrachtung der zeitlich aufgelösten TBN-LFV-Daten ist besonders mit Hinblick auf die extremen Sturmereignisse Vivian/Wiebke und Lothar interessant, da durch sie der Einschlag stark erhöht wurde. Lothar hat 1999 in Baden-Württemberg eine zufällige Nutzungsmenge verursacht, die rd. 8,2 Mio. t C entspricht. Davon waren über 60% Fichte (ODENTHAL-KAHABKA 2005). Etwa 84% dieser Holzmenge wurden aufgearbeitet, der Rest hat zu einer Vorratzzunahme im Totholz geführt (ZELL ET AL. 2006). Die Entwicklung der Produktspeicher zeigt, dass solche Ereignisse zu einem starken Anstieg der Produktspeicher führen, weil eine Verschiebung vom Speicher ‚Biomasse‘ in den Speicher ‚Technosphäre‘ stattfindet. Die direkte extreme Zunahme in Sturmjahren ist auch auf die Modellannahme zurückzuführen, dass geschlagenes Holz noch im gleichen Jahr verkauft und verarbeitet wird. Das entspricht zwar nicht ganz der Realität, weil viel Holz zunächst auf Nasslagern konserviert wird. Es zeigt jedoch, wie beeinflussbar die Produktspeicher sind. Außerdem erkennt man, dass durch starke zufällige Nutzungen verursachte Vorratsabsenkungen nicht automatisch zu einer stärkeren Belastung der Atmosphäre mit CO₂ führen. In der Summe wachsen die Produktspeicher im betrachteten Zeitraum wie in Variante 1 mit den Nutzungsinformationen der BWI (Abb. 4-16 und Tab. 4-26).

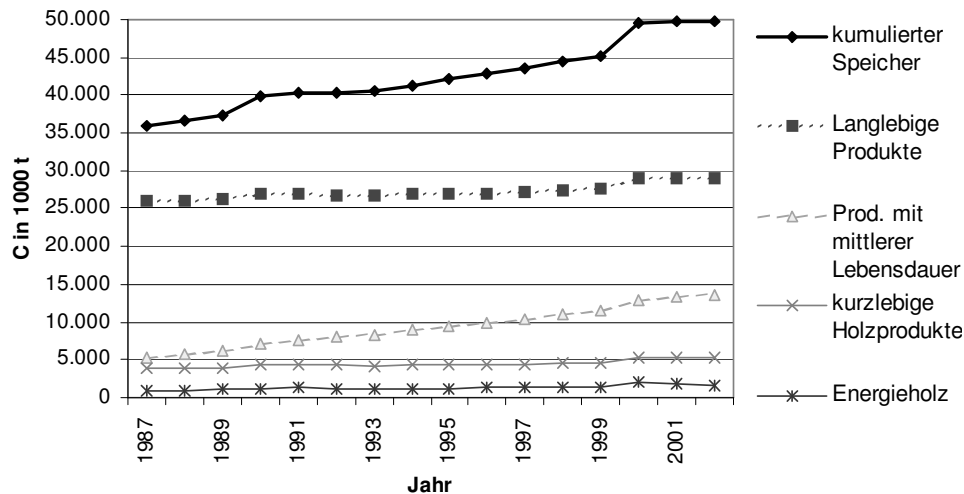


Abb. 4-16: Zeitlich aufgelöste Entwicklung der Produktspeicher (1987 bis 2002)

Tab. 4-26: Entwicklung der Produktspeicher mit TBN-Daten (1987 bis 2002)

C-Speicher in Mio. t C	1987	2002	Veränderung
Energieholz	1,0	1,6	0,6
kurzlebige Holzprodukte	4,0	5,2	1,2
Prod. mit mittlerer Lebensdauer	5,4	13,7	8,3
Langlebige Produkte	26,4	29,0	2,6
kumulierter Speicher	36,8	49,5	12,7

In Sturmjahren werden zunächst die wertvolleren Nadel-Stammholzsortimente aufgearbeitet, die zu einem großen Teil für langlebige Produkte verwendet werden. Eine verstärkte Aufarbeitung von Energieholz, das niedrigere Preise erzielt und meist in Selbstwerbung aufgearbeitet wird, findet in den Folgejahren statt (Abb. 4-17). In diesen Jahren gibt es eine Einschlagszurückhaltung beim Stammholz, um die Nachhaltigkeit nicht zu gefährden. Außerdem reagieren die Holzpreise negativ auf das Überangebot und reduzieren die Holzerträge erheblich. Diese Faktoren erklären die Stagnation der Produktspeicher nach dem überproportionalen Anstieg durch die zufälligen Nutzungen.

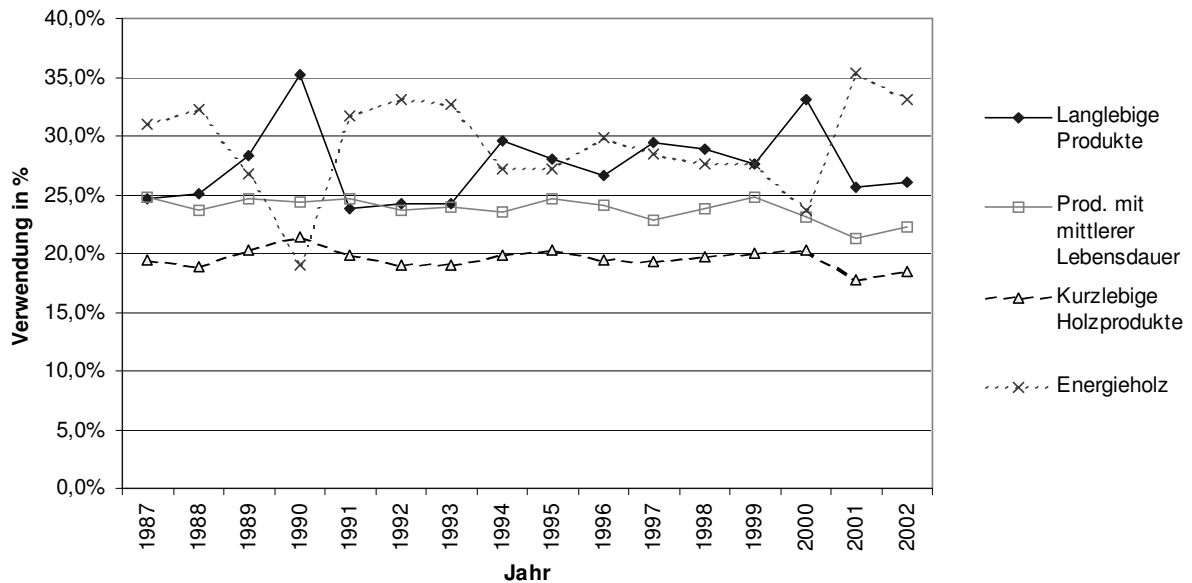


Abb. 4-17: Prozentuale Holzverwendung nach LFV/TBN-Daten (1987 bis 2002)

4.3.2.3 Größenordnung der Energie- und Materialsubstitutionseffekte

Das Holzproduktmodell berechnet auf Basis der verwendeten Holzmengen auch die Energie- und Materialsubstitutionseffekte. Wie bereits dargestellt wurde, können diese Effekte nicht in die C-Bilanz mit aufgenommen werden, obwohl sie für die Bewertung der Klimaschutzleistung von Wirtschaftswäldern von großer Bedeutung sind, da ohne sie dieser zusätzliche Klimaschutzbeitrag nicht entstehen würde. In der Summe wurden zwischen 1987 und 2002 rd. 21,6 Mio. t Waldholz und SNP⁷² direkt energetisch verwendet, weitere 31,8 Mio. t Altholz wurden thermisch verwertet. Dadurch wurden insgesamt 16,8 Mio. t C-Emissionen vermieden (Tab. 4-27). Im selben Zeitraum wurde jährlich rd. 1,4 Mio. t Holz (atro) als Bauholz verarbeitet und haben so im gesamten Zeitraum zusätzlich rd. 6,4 Mio. t C-Emissionen vermieden.

⁷² In den Tabellen als Energieholz zusammengefasst.

Tab.4-27: Substitutionseffekte durch energetische Nutzung von Holz und Altholz

Jahr	Trockenmasse Energieholz in 1000 t	Trockenmasse Endverwertung in 1000 t	Energiesubstitution		
			durch Energieholz	durch die energ. Endverwertung von Produkten	Substitution in 1000 t C
1987	537	1.751	140	613	752
1988	1.005	1.784	261	624	886
1989	1.237	1.818	322	636	958
1990	1.353	1.851	352	648	999
1991	1.410	1.883	367	659	1.026
1992	1.439	1.915	374	670	1.044
1993	1.453	1.947	378	681	1.059
1994	1.460	1.978	380	692	1.072
1995	1.463	2.008	380	703	1.083
1996	1.465	2.038	381	713	1.094
1997	1.466	2.068	381	724	1.105
1998	1.466	2.097	381	734	1.115
1999	1.467	2.125	381	744	1.125
2000	1.467	2.153	381	754	1.135
2001	1.467	2.181	381	763	1.145
2002	1.467	2.208	381	773	1.154
Summe	21.621	31.806	5.621	11.132	16.754

4.4 C-Vorräte in Boden, Auflage und Totholz

4.4.1 Methodik: Modellierung der C-Vorräte in Boden und Auflage mit YASSO

YASSO ist ein dynamisches Modell für die Berechnung von Boden-C, das speziell auf forstliche Anwendungen zugeschnitten ist. Es wurde am EFI in Finnland von LISKI ET AL. (2005) entwickelt und wird aufgrund seiner flexiblen Anbindung an Waldwachstumsmodelle häufig verwendet (THÜRIG 2004, PALOSUO ET AL. 2005, SCHMID 2005). YASSO ermöglicht die Prognose von im Boden gespeicherten C-Vorräten, deren Veränderungen und der Freisetzung von CO₂ durch Abbauprozesse. Eingangsgrößen sind die Menge an Streufall, dessen chemische Zusammensetzung und regionale Klimadaten. Das Modell wurde im Rahmen des Projektes auf Baden-Württemberg angewendet (ZELL 2005). Die grundsätzlichen Modellannahmen, die im Rahmen der Anwendung für diese Untersuchung getroffen werden mussten, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Der gesamte Streufall wird in drei chemische Gruppen mit verschiedenen Abbauraten zusammengefasst: Akzessorische Bestandteile⁷³, Zellulose und ligninartige Bestandteile.
- Die Abbauraten der verholzten Kompartimente sind von der chemischen Zusammensetzung und der relativen Angriffsfläche (und damit von Durchmesserklassen) abhängig.
- Die Abbauraten der akzessorischen Bestandteile sind am höchsten, und die von Nadelbäumen aufgrund schwer zersetzbarer Harze niedriger als die von Laubbäumen.
- Der Abbau verläuft konstant und wird als Differentialgleichung angegeben.

⁷³ Zucker, wasserlösliche Phenole, Fette und Öle.

C-Verluste werden entweder als CO₂ an die Atmosphäre abgegeben⁷⁴ oder verlassen das System über das Sickerwasser. Akzessorische Bestandteile und Zellulose werden der Kategorie ‚ligninartige Bestandteile‘ zugeordnet⁷⁵. Diese werden in einen schnell abbauenden Humus umgewandelt, der dann zu einer sich langsam abbauenden Humusform verändert. Die mikrobiologische Aktivität ist abhängig von der Temperatur und der Feuchtigkeit vor Ort. Die Umwandlungen des Humus sind weniger stark temperaturabhängig.

Um das Modell auf die Waldflächen in Baden-Württemberg anzuwenden, braucht man Angaben zur Streulieferung auf der Fläche und die regionalen Klimadaten⁷⁶. Die Abbauraten sind in YASSO von der Jahrestemperatur (T) und der Sommertrockenheit (D) abhängig. Die Sommertrockenheit entspricht der klimatischen Wasserbilanz der Vegetationsperiode und kann als Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Evaporation zwischen Mai und September berechnet werden. Grundlage für die Berechnung der klimatischen Wasserbilanz sind langjährige Beobachtungen an zwölf Klimastationen in Baden-Württemberg. Mit Hilfe eines linearen Zusammenhangs zwischen Wasserbilanz und Höhe über NN konnte für alle BWI-Punkte die klimatische Wasserbilanz geschätzt werden. Die Temperaturdaten stammen aus einer Verschneidung der Jahrestemperaturwerte für die Fläche von Baden-Württemberg mit den Stichprobenpunkten der BWI. So wurde der klimatische Einfluss auf die Abbauraten für jeden Stichprobenpunkt ermittelt. Mit Hilfsfunktionen und Auswertungen der BWI wurde auch die gesamte Anlieferung toter organischer Substanz für jeden Stichprobenpunkt abgeleitet. Anschließend wurden die Abbauraten und die Streulieferungen in ein Fließgleichgewicht (gesättigter, konstanter C-Vorrat) gebracht. Diese Nachlieferung wurde anschließend in unterschiedliche Kompartimente zur Modellierung des Abbaus eingeteilt, dargestellt mit sinkender Abbaugeschwindigkeit:

- Nichtholzige Streuanteile: Blätter, Nadeln, Samen, Feinwurzeln: ‚*non woody litter*‘.
- Feine holzige Streuanteile, Äste und Grobwurzeln: ‚*fine woody litter*‘.
- Mittelstarkes Totholz aus Ernteresten und verbleibenden Stammabschnitten mit einem Durchmesser < 20 cm: ‚*mean woody litter*‘.
- Starkes Totholz aus Ernteresten und verbleibenden Stammabschnitten mit einem Durchmesser >20 cm: ‚*coarse woody litter*⁷⁷‘.

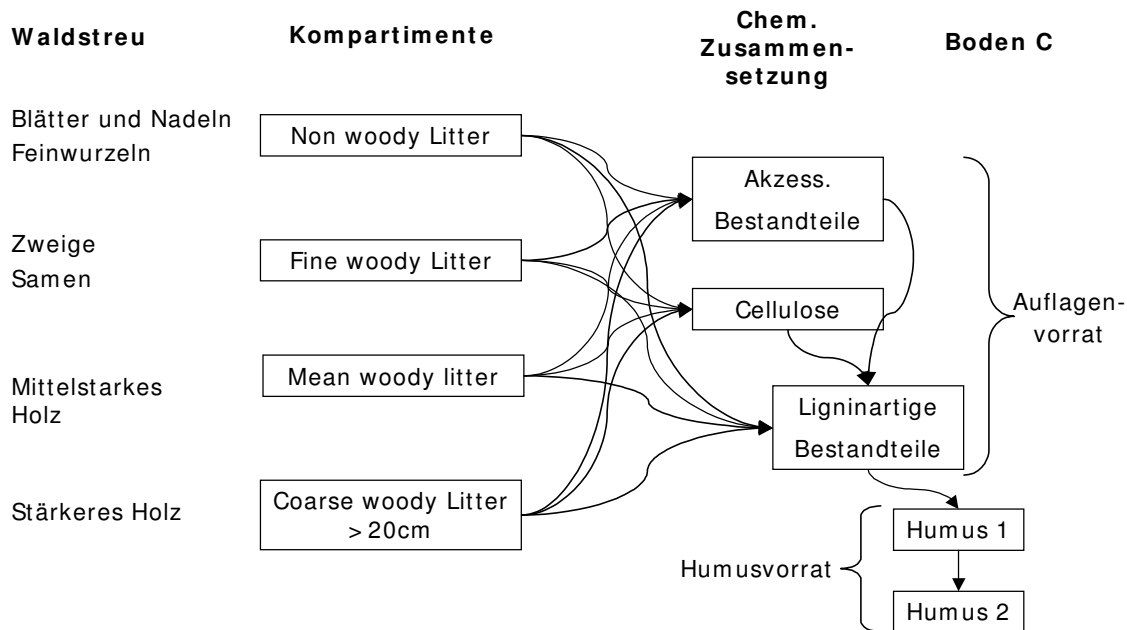
Abb. 4-18 zeigt den Input, seine Verteilung auf die verschiedenen Kategorien, deren Abbauraten sich je nach chemischer Zusammensetzung unterscheiden, und die Verteilung auf die Speicher ‚Auflage‘ und ‚organischer Boden-C‘.

⁷⁴ Heterotrophe Respiration.

⁷⁵ Es findet keine chemische Umwandlung statt, sondern eine Zuordnung zu den langsam abbaubaren Bestandteilen.

⁷⁶ Durchschnittliche Lufttemperatur und klimatische Wasserbilanz während der Vegetationsperiode.

⁷⁷ Im Englischen wird für starkes Totholz die Bezeichnung ‚*coarse woody debris*‘ gebraucht. In der hier verwendeten Modellierung werden die Speicher und Nachlieferungen nach dem Durchmesser unterschieden und deswegen als ‚*coarse woody litter*‘ und ‚*mean woody litter*‘ bezeichnet.

Abb. 4-18: Modellstruktur YASSO⁷⁸

4.4.2 Quantifizierung der C-Vorräte in der toten Biomasse

Bei der Durchführung der BWI II wurde an den Stichprobenpunkten auch Totholz aufgenommen. Diese Informationen dienen als Grundlage für die separate Berechnung der C-Vorräte im Totholz für Baden-Württemberg (ZELL 2005). Die Aufnahme der Totholzstücke wurde in einem Probekreis mit einem Radius von fünf Metern durchgeführt. Falls Totholzstücke über diesen Radius hinausragten, wurden nur solche Stücke aufgenommen, deren stärkeres Ende innerhalb des Probekreises lag. Grundsätzlich wurde nur Totholz mit einem Durchmesser ab 20 cm am dickeren Ende sowie Wurzelstöcke ab 50 cm Höhe oder 60 cm Schnittflächendurchmesser erfasst.⁷⁹ Neben einer Einteilung in die Baumartengruppen ‚Nadelbäume‘, ‚Laubbäume ohne Eiche‘ und ‚Eiche‘ wurde eine Typisierung in liegendes Totholz, stehendes Totholz, Wurzelstock und Abfuhrrest vorgenommen. Bei den liegenden Stücken wurden die Längen und der Durchmesser aufgenommen. Diese Angaben dienen als Grundlage zur Volumenbestimmung. Außerdem wurden die Zersetzungsgrade des Totholzes bestimmt und zwischen vier Graden von frisch abgestorben bis stark vermodert unterschieden.

Nach der Berechnung des Volumens wurden typische Raumdichten für den jeweiligen Zersetzungsgrad und die Baumartengruppe benutzt (FRAVER ET AL. 2002), um das Trockengewicht aus dem Volumen ableiten zu können (Tab. 4-28). Der C-Vorrat im Totholz hängt vom Zersetzungsgrad ab, da die Dichte abnimmt. Es wurde unterstellt, dass der C-Gehalt der Trockenmasse in jeder Zersetzungsphase konstant bei 50% bleibt (ZELL 2005).

⁷⁸ Nach: www.efi.fi/projects/yasso/

⁷⁹ www.bundeswaldinventur.de

Tab. 4-28: Raumdichten von Totholz nach Zersetzungszustand (nach FRAVER ET AL. 2002)

Baumartengruppe	Zersetzungsgrad	Raumdichte in [g/cm ³]
Nadelbäume	1	0,372
	2	0,308
	3	0,141
	4	0,123
Laubbäume	1	0,441
	2	0,331
	3	0,19
	4	0,121

4.4.3 Ergebnisse: C-Vorräte in Boden, Auflage und Totholz

Der ermittelte landesweite Durchschnitt des C-Vorrates im Totholz beträgt 2,65 t C/ha oder 3,5 Mio. t C Gesamtvorrat (ZELL 2005). Da in der BWI I kein Totholz erfasst wurde, ist keine Berechnung der Veränderung dieses Wertes möglich. Die Schätzung für das Jahr 2002 liegt wahrscheinlich über dem langjährigen Mittelwert, da die Sturmwurfflächen in den Berechnungen enthalten sind. YASSO berechnet für Baden-Württemberg einen Auflagevorrat von 27,6 t C je ha, in dem Totholz enthalten ist, und einen C-Vorrat im Bodenumus von 135,4 t je ha (ZELL 2005). Insgesamt waren 2002 nach dieser Modellierung 179,2 Mio. t C in den Waldböden Baden-Württembergs gespeichert, wovon 142,6 Mio. t C auf den Bodenumus und 36,5 Mio. t C auf die Auflage entfallen.

4.5 Prognose der C-Vorratsentwicklung (2003 bis 2012)

Die Entwicklung der C-Vorräte in den Speichern ‚lebende Biomasse‘, ‚Holzprodukte‘, ‚Böden und Humus‘ sowie ‚Totholz‘ hängen von einer Vielzahl unterschiedlicher Faktoren ab, z.B. der AKL-Struktur, der Baumartenzusammensetzung und der Struktur der Wälder und haben einen signifikanten Einfluss auf die Dynamik der C-Vorräte. Die wichtigste Größe ist die Nutzung: Je nachdem, wie intensiv der Zuwachs genutzt wird, fließt ein Teil entweder in die anderen genannten Speicher oder verstärkt den Vorratsaufbau in der Biomasse. Ziel ist es, durch die Entwicklung verschiedener Szenarien kurz- und mittelfristige Einflussmöglichkeiten der Bewirtschaftung auf die Vorräte zu identifizieren. Zu diesem Zweck werden mit dem Modell WEHAM, das im folgenden Kapitel detailliert beschrieben wird, drei Szenarien definiert:

- Szenario 1 (S1) beschreibt die potentielle Nutzung, d.h. es wird das gesamte Holz genutzt, das nach der gängigen waldbaulichen Praxis in Vor- und Endnutzungen anfällt.
- Szenario 2 (S2) beschreibt die wahrscheinliche Nutzung, die aus dem tatsächlichen Einschlagsverhalten der Jahre 2002 bis 2004 abgeleitet wurde.
- Szenario 3 (S3) geht zunächst von demselben, zurzeit realisiertem Nutzungsniveau wie Szenario 2 aus. Ab 2007 werden jedoch sämtliche Vor- und Endnutzungen eingestellt.

Die Szenarien wurden gewählt, um die ganze Spannweite an Möglichkeiten aufzuzeigen, die kurzfristig durch die Wahl verschiedener Bewirtschaftungsgrade möglich wären. Szenario 1

zeigt, wie sich die Vorräte entwickeln würden, wenn man konsequent den Zuwachs nutzen würde. Szenario 3 als anderes Extremszenario geht davon aus, dass zunächst bis 2007 so genutzt wird, wie dies bisher der Fall war, nämlich vor allem bei den Laubbäumen signifikant unterhalb des Zuwachses, und dann die Nutzung komplett eingestellt wird. Dieses Extremszenario ist weder realistisch noch wünschenswert, aber es zeigt auf, wie beeinflussbar die Größe der Speicher und der Substitutionseffekte durch Wahl des Bewirtschaftungsgrades ist. Zwischen diesen beiden Extremszenarien findet sich das Szenario 2, das die tatsächliche Nutzung im jetzigen Bewirtschaftungsgrad widerspiegelt. Dieses Szenario ist am ‚realistischsten‘, obwohl auch hier keine zufälligen Nutzungen berücksichtigt werden. Alle Szenarien bergen eine große Anzahl von Unsicherheiten, die mit Sicherheit einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Sie wurden bei der Beschreibung der gewählten Ansätze und verwendeten Modelle nach bestem Wissen dargestellt und bieten Ansatzpunkte für weiterführende Forschungen.

WEHAM steht für Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (BÖSCH 1995) und bildet die Grundlage für die Berechnung der Szenarien. Aufgabe dieses Prognoseprogramms ist eine Abschätzung der Entwicklung der oberirdischen Derbholtzvorräte und der potentiellen nachhaltig nutzbaren Holzerntemengen für einen Zeitraum von bis zu 40 Jahren. Es handelt sich um eine Datenbank, in der die Daten der BWI, Modellvorgaben, Wachstumfunktionen und Steuerparameter gespeichert werden. Die BWI-Daten bieten eine einheitliche, statistisch belastbare Datengrundlage, die eine flächige Berechnung ermöglicht und vergleichbare Ergebnisse für verschiedene Regionen liefert. Dabei wird jede Traktecke als eine virtuelle Probefläche von einem ha interpretiert, auf der die Einzelbäume dieser Probefläche entlang individuell zugewiesener Wachstumspfade wachsen (BÖSCH 2003). Das Wachstum von Bäumen aus Mischbeständen wird wie das Wachstum in Reinbeständen behandelt und berechnet. WEHAM geht von konstanten Bedingungen aus, d.h. klimatische Bedingungen, Behandlung und andere Standortfaktoren bleiben unverändert. Entscheidende Größe für die Wachstumsprognosen ist die Zielgröße des Einzelbaumes und die Differenz seiner Wachstumsparameter zwischen BWI I und II, weil sie die Wachstumsdynamik innerhalb der Bestandesstruktur widerspiegelt (BÖSCH 2003). WEHAM liefert in 5-Jahresperioden die Entwicklung von Vorrat und Zuwachs nach Baumartengruppen, den Gesamtzuwachs, die Vor- und Endnutzungen und sortiert diese (BÖSCH 2005). Für den Zweck der Prognose der C-Vorräte wurde im Rahmen der Untersuchung ein Zusatzmodul entwickelt, das auf Basis der modellierten Einzelbaumdaten die C-Vorräte nach demselben Verfahren berechnet und aggregiert wie in der Quantifizierung der Biomassevorräte.

Das Programm verwendet die Durchforstungsfunktion von ALDER (1979) und nutzt Wachstums- und Durchforstungsmodellen als Steuerungsparameter, die nach Bedarf verändert werden können. So können die Parameter Durchforstungsart, Durchforstungsperiode und Durchforstungsstärke eingestellt werden. Als Möglichkeiten stehen Nieder-, Hoch, Gleich- und Auslesedurchforstungen zur Verfügung. Mischbestände werden nach den Baumarten durchforstet, deren Standflächenanteil an einem Stichprobenpunkt am größten ist. Dieser Anteil bleibt konstant. In Plenterwäldern finden nur Hochdurchforstungen statt. Auch die Art der Endnutzung ist variabel und kann entweder als Zielstärkennutzung, selektive Endnutzung oder

als flächige Räumung durchgeführt werden. Bei der Zielstärkennutzung muss ein Prozentsatz definiert werden, der bestimmt, wie viele Bäume einer Baumart mit einem ebenfalls festgelegten BHD geerntet werden. Sind nicht genügend Bäume mit diesem BHD vorhanden, werden auch schwächere Bäume gefällt bis die Vorgabe erreicht ist. Die Standfläche der Hauptbaumart darf dabei den Wert von 20% nicht unterschreiten, da sonst eine flächige Endnutzung vorliegt. Bei der selektiven Endnutzung werden die stärksten Bäume genutzt; das Vorgehen gleicht dem einer Hochdurchforstung. Flächige Nutzungen entsprechen virtuellen Kahlschlägen (BÖSCH 2003). Nach der Räumung eines Bestandes wird eine neue Kultur mit derselben Bonität und denselben Baumarten des vorherigen Bestandes begründet. Da WEHAM in 5-Jahresschritten arbeitet, bestimmen Zufallsfaktoren, in welchem Jahr innerhalb einer solchen Periode ein Baum genutzt wird. So kommt es zu geringfügigen Abweichungen in den Ergebnissen der einzelnen Szenarien, die jedoch kleiner als 1% sind.

WEHAM beschränkt sich in seiner Betrachtung auf den bewirtschafteten Wald. Die Ecken und Trakte, die von den BWI als unbewirtschafteter Wald erfasst und in den Berechnungen für die Jahre 1987 und 2002 mit berechnet wurden, werden von WEHAM nicht modelliert. Da es sich um sehr kleine Flächen handelt, wurden die Ergebnisse mit baumartenspezifischen Korrekturfaktoren korrigiert (Tab. 4-29). Flächen mit Nutzungseinschränkungen werden nur zu 50% genutzt (BÖSCH 2003). Auch zufällige Nutzungen und die von der BWI erfassten Verjüngungsvorräte und die natürliche Mortalität von Bäumen können noch nicht berücksichtigt werden. In diesem Bereich herrscht noch erheblicher Forschungsbedarf und ist bei Hochrechnungen und Interpretationen zu berücksichtigen (BÖSCH 2003).

Tab. 4-29: Korrekturfaktor für die WEHAM-Szenarien

AKL / Baumarten	Korrekturfaktor
Fi	1,0085
Ta	1,0068
Dgl	1,0039
Kie	1,0042
Lä	1,0031
Bu	1,0055
Ei	1,0088
ALh	1,0108
ALn	1,0062
alle BA	1,0074

4.5.1 Szenario 1: Vollständige Nutzung

Szenario 1 (S1) geht davon aus, dass vollständig genutzt wird, d.h. jeder Baum wird gefällt, der nach den gängigen waldbaulichen Strategien in Baden-Württemberg Hiebsreife erlangt. Die Auswertung der BWI für Baden-Württemberg hat gezeigt, dass aufgrund der beiden Jahrhundertstürme ein Nutzungsniveau von rund 95% erreicht wurde. Daher kann dieses Szenario auch einen Eindruck vermitteln, wie sich im Falle zukünftiger Kalamitäten von ähnlichem Ausmaß die verschiedenen Speicher verändern. Tab. 4-30 beschreibt die Entwicklung der C-Vorräte in der Biomasse zwischen 1987 und 2012 für dieses Szenario.

Tab. 4-30: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S1

Baumarten- gruppe	1987	2002	2007	2012
Fi	73,0	66,0	66,9	69,1
Ta	14,6	16,2	16,1	15,7
Dgl	2,3	3,9	4,4	5,0
Ki	10,6	9,2	8,7	8,3
Lä	2,8	2,7	2,7	2,7
Bu	35,8	42,7	41,3	39,3
Ei	11,9	13,2	12,7	12,2
ALh	10,3	14,9	14,1	14,1
ALn	2,1	2,9	2,4	2,6
Summe	163,3	171,7	169,3	168,8

Bei vollständiger Nutzung sinken die C-Vorräte in der Summe zwischen 2002 und 2012 leicht von rd. 171,7 Mio. t C auf 168,8 Mio. t C. Die einzelnen Baumarten müssen genauer betrachtet werden, um das zu verstehen. Vor allem die Vorräte bei den Nadelbaumarten Fichte und Douglasie steigen stark an, was hauptsächlich in der AKL-Struktur begründet liegt: Große Anteile dieser Baumarten sind in der 3. bis 5. AKL und haben in dieser Phase einen starken laufenden Zuwachs. Die Vorräte der Kiefer und der Tanne nehmen ab, da mehr Bestände in die Endnutzung kommen. Die Vorräte der Laubbaumarten sind zwischen 1987 und 2002 stark angestiegen, was aber auf die Unternutzung zurückzuführen ist. Zum einen gab es aufgrund der Stürme und folgenden Käferkalamitäten viel aufzuarbeitendes Nadelholz, so dass weniger Laubholz eingeschlagen wurde. Zum anderen sind die Sortimentsstruktur und die erzielbaren Preise für niedrigere Qualitäten dafür verantwortlich, weshalb im Laubholz weit unter den Möglichkeiten genutzt wurde. Wenn die Preise für diese Qualitäten stark steigen, weil beispielsweise die Nachfrage nach Energieholz wächst, könnte es zu einer verstärkten Nutzung kommen, die den Vorratsaufbau verlangsamt. Viele Bestände im Laubholz haben Hiebsreife erreicht und entsprechend stark fällt der Vorratsrückgang bei diesen Baumarten aus. In der Summe kompensieren sich jedoch die Vorratsveränderungen zu einem großen Teil.

Entscheidend für die Anrechnung der Senkenleistung nach Art. 3.4 KP ist die Veränderung der Vorräte zwischen 1990 und 2012. Um die Vorratsentwicklung in diesem Zeitraum berechnen zu können, müssen die Ergebnisse der BWI wie im NIR (UBA 2005) interpoliert und so die Vorräte im Jahr 1990 ermittelt werden. So können dann die jährlichen Veränderungen quantifiziert werden, die in der ersten VP anrechenbar sind. Die jährliche Senkenleistung von Baden-Württemberg würde in diesem Szenario von 1990 bis 2012 rd. 166.000 t C pro Jahr betragen (Tab. 4-31). Die Vorratsentwicklungen bei der Douglasie, der Buche und der Laubbäume mit langer Lebensdauer tragen am stärksten zu dieser Senkenleistung bei. Sie kompensieren die hauptsächlich sturmbedingte Vorratsentwicklung der Fichte und der Kiefer. Die Senkenleistung Baden-Württembergs beträgt in diesem Szenario 13,4% dessen, was für die Wälder Gesamtdeutschlands anrechenbar ist – trotz erheblich stärkerer Nutzung.

Tab. 4-31: C-Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S1

Baumarten- gruppe	1990 (interpoliert)	2012 (prognostiziert)	jährliche Veränderung
Fi	71,6	69,1	-0,110
Ta	14,9	15,7	0,032
Dgl	2,6	5,0	0,103
Ki	10,3	8,3	-0,086
Lä	2,8	2,7	-0,002
Bu	37,2	39,3	0,091
Ei	12,1	12,2	0,001
ALh	11,2	14,1	0,124
ALn	2,3	2,6	0,013
Summe	165,0	168,8	0,166

Die starke Nutzung führt dazu, dass das erreichte hohe Niveau der Holzproduktspeicher weitgehend erhalten bleibt (Tab. 4-32). Diese Speicher sind stark von der Nachlieferung abhängig, vor allem die Speicher, deren Lebensdauer relativ gering ist, wie z.B. Papier, Verpackungen und Energieholz. In diesem Szenario verändern sich die beiden genannten Kategorien signifikant. Das liegt bei den kurzlebigen Produkten daran, dass im Vergleich zu der Periode 1987 und 2002 weniger Nadelholz geerntet wird (keine zufälligen Nutzungen). Die Vorratszunahme an Energieholz ist durch die Annahme bedingt, dass zukünftig mehr Erntereste energetisch verwendet werden.

Tab. 4-32: Entwicklung der Holzproduktspeicher in Mio. t C (1987 bis 2012) – S1

Produktkategorie	1987	2002	2007	2012
Langlebige Produkte	26,4	28,8	28,9	29,0
Produkte mit mittlerer Lebensdauer	5,4	14,0	14,3	14,6
Kurzlebige Holzprodukte	4,0	5,2	2,4	1,9
Energieholz	1,0	1,5	2,9	2,9
kumulierter Speicher	36,8	49,5	48,5	48,3

Die Speicher ‚langlebige Produkte‘ und ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ wachsen nur noch leicht. Insgesamt sinkt der in der Technosphäre gespeicherte C leicht und pendelt sich auf hohem Niveau ein (Abb. 4-19). Starke Veränderungen finden hauptsächlich in den Kategorien der ‚Produkte mit kurzer Lebensdauer‘ und beim Energieholz statt.

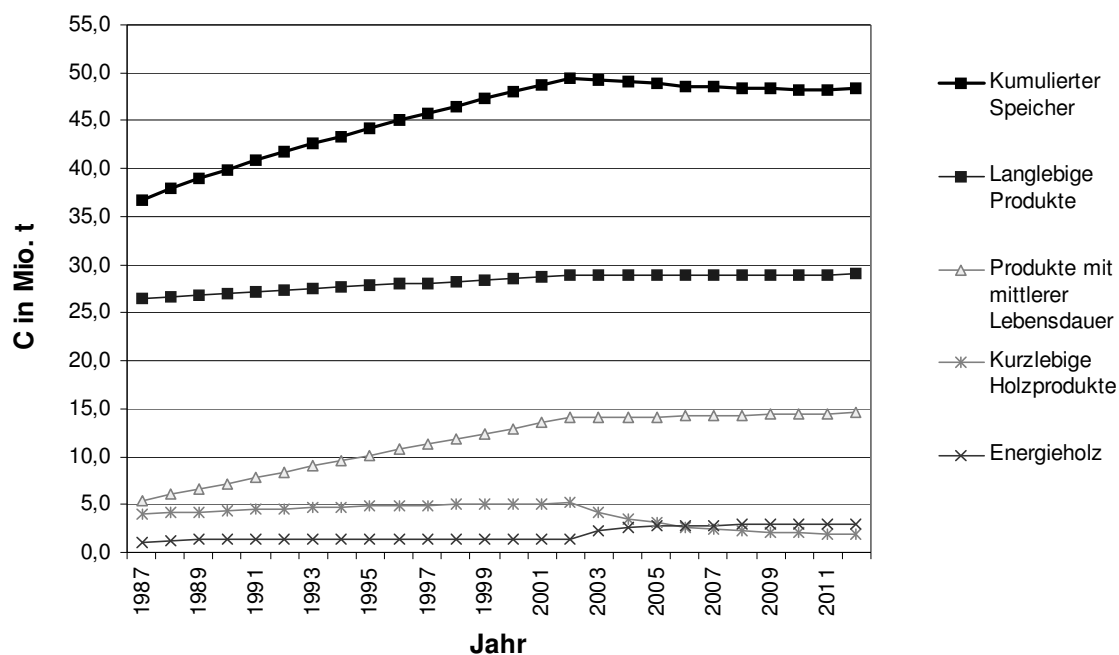


Abb. 4-19: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S1

Zu den Entwicklungen der Speicher kommen noch die Substitutionseffekte hinzu. Insgesamt werden in diesem Szenario durch energetische Nutzung von Holz und Altholz rund 13,6 Mio. t C-Emissionen vermieden. Weitere 3,3 Mio. t C-Emissionen bleiben der Atmosphäre dadurch erspart, dass Holz anstelle von Stahl oder Beton im Bauwesen verwendet wird (Tab. 4-33).

Tab. 4-33: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S1

Jahr	Holzaufkommen		Energiesubstitution			Materialsubstitution	
	Trockenmasse Energieholz in 1000 t	Trockenmasse Endverwertung in 1000 t	durch Energieholz in 1000 t C	durch energ. Endverwertung von Produkten in 1000 t C	Summe in 1000 t C	Trockenmasse verw. Holz für langlebige Produkte	Substitution in 1000 t C
2003	2.196	2.235	571	782	1.353	1.176	329
2004	2.558	2.063	665	722	1.387	1.176	329
2005	2.738	1.972	712	690	1.402	1.176	329
2006	2.827	1.878	735	657	1.392	1.176	329
2007	2.872	1.810	747	634	1.380	1.176	329
2008	2.894	1.723	752	603	1.356	1.176	329
2009	2.894	1.725	752	604	1.356	1.176	329
2010	2.904	1.699	755	595	1.350	1.176	329
2011	2.910	1.680	757	588	1.345	1.176	329
2012	2.913	1.667	757	583	1.341	1.176	329
Summe	27.705	18.451	7.203	6.458	13.661	11.757	3.290

Die Substitutionseffekte werden hauptsächlich durch energetische Verwendung von Energie- und Altholz generiert. Auch die Materialsubstitutionseffekte leisten einen kontinuierlichen Beitrag zur Reduktion industrieller Emissionen. Die Substitutionseffekte zeigen deutlich, dass dieses Modell mit Annahmen behaftet ist. So lässt der starke Anstieg beim Energieholz in den Jahren zwischen 1987 bis 1991 auf eine Unterschätzung der Anfangsvorräte schließen, die sich aber schnell einpendelt. Die Substitution von fossilen Brennstoffen durch die energetische Nutzung von Altholz steigt bis ins Jahr 2002 an (Abb. 4-20).

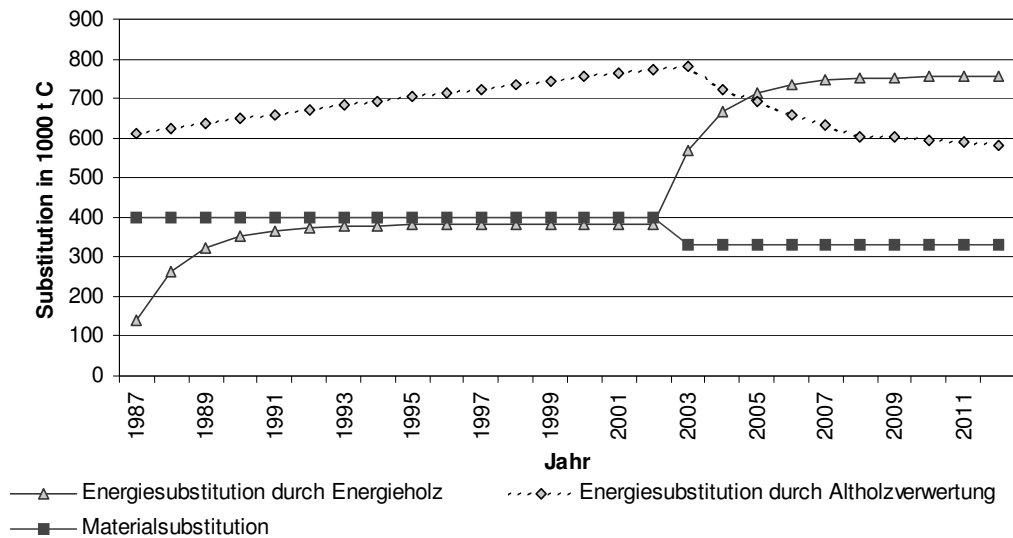


Abb. 4-20: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S1

Dass dieser Anstieg bis 2002 linear verläuft liegt daran, dass die Nutzungsmengen in diesem Zeitraum als Durchschnittswerte in das Modell eingespeist werden. Danach sinkt die Kurve, vor allem da die Vorräte der kurzlebigen Produkte zurückgehen, was auf eine reduzierte Nadelholznachlieferung zurückzuführen ist. Die Werte des Modells beziehen sich nur auf das in Baden-Württemberg produzierte Holz. In der Realität würde wahrscheinlich mehr Papierholz, Zellstoff oder fertiges Papier importiert, um den Bedarf zu decken. Ähnlich wie die gestiegenen Vorräte an Energieholz steigen auch die Substitutionseffekte aus der energetischen Nutzung stark an, was neben einer viel stärkeren Laubholznutzung gegenüber 1987 und 2002 auf eine Modellannahme zurückzuführen ist: In den Szenarien wird das Astderbholz, das bei der Ernte anfällt, energetisch verwendet. Durch die reduzierte Nachlieferung an Bauholz, was zum großen Teil aus Nadelholz hergestellt wird, sinken auch die Materialsubstitutionseffekte leicht. Dass die betreffenden Produktspeicher trotzdem noch leicht steigen, mutet wie ein Widerspruch an, lässt sich aber dadurch erklären, dass sich der Speicher aufgrund der langen Lebensdauer nur langsam abbaut, wohingegen die Effekte nur einmalig im Jahr der Nutzung auftreten.

4.5.2 Szenario 2: Realistische Nutzung

Das zweite Szenario geht von einer ‚realistischen Nutzung‘ und den durchschnittlichen Erntemengen der Jahre 2002 bis 2004 in Baden-Württemberg aus (HARTEBRODT & FILLBRANDT 2006). Hier zeichnet sich ab, dass der Schwerpunkt der Nutzung ähnlich wie in der Vergangenheit auf den ‚Brotbäumen‘ der Forstwirtschaft, der Fichte und der Douglasie liegt. Sie werden wie in S1 zu 100% genutzt. Ihre Umtriebszeit ist kürzer und ihre Produktivität höher als die der meisten Laubbaumarten. Eine Umrechnung in C relativiert die Aussage über die Produktivität, da das Holz der Laubbäume meist wesentlich dichter ist und so trotz langsameren Wachstums vergleichbar viel C gespeichert wird. Laubbäume haben häufig nur einen sehr geringen Wertholzanteil, für den sehr gute Preise erzielt werden. Die Massensortimente bringen

nur geringe positive Deckungsbeiträge, was die Nutzung unter den Möglichkeiten erklärt. In den Jahren 2002 bis 2004 wurden nur rd. 50% der potentiellen Erntemenge⁸⁰ der Buche genutzt; bei der Eiche und den anderen Laubhölzern mit langer und kurzer Lebensdauer waren es sogar nur rd. 30% (HARTEBRODT & FILLBRANDT 2006). Diese Annahmen wurden in WEHAM implementiert und als Szenario berechnet. Insgesamt steigt die Senkenleistung in diesem realistischen Szenario trotz der ohnehin schon sehr hohen Vorräte stark an, von 171,7 Mio. t C im Jahr 2002 bis auf 185 Mio. t C zehn Jahre später (Tab. 4-34). Die Vorräte der Nadelbäume entwickeln sich ähnlich wie in S1 und steigen bei Fichte und Douglasie, während sie bei Kiefer, Tanne und Lärche leicht sinken. Abweichungen werden bedingt durch die Zufallszahlen, die WEHAM nutzt, um das tatsächliche Jahr der Ernte zu bestimmen. Die Vorräte der Laubholzarten steigen stark.

Tab. 4-34: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S2

Baumarten- gruppe	1987	2002	2007	2012
Fi	73,0	66,0	66,9	69,6
Ta	14,6	16,2	16,1	15,8
Dgl	2,3	3,9	4,5	5,0
Ki	10,6	9,2	8,8	8,5
Lä	2,8	2,7	2,7	2,7
Bu	35,8	42,7	44,9	46,8
Ei	11,9	13,2	13,9	14,8
ALh	10,3	14,9	16,6	19,0
ALn	2,1	2,9	3,0	3,6
Summe	163,3	171,7	177,5	185,8

Bezieht man die Vorratswerte wieder auf den für das KP relevanten Zeitraum, ergibt sich hier eine jährliche Senkenwirkung von rd. 905.000 t C. Das entspricht bereits mehr als 76% dessen, was sich Deutschland für seine gesamte Waldfläche anrechnen lassen kann. Auf das Jahr 1990 bezogen sinken die Vorräte bei der Fichte und Kiefer, weil sie noch nicht wieder ihr Vorsturmniveau erreicht haben. Besonders die Vorratsveränderungen bei der Buche, der ALh, der Eiche und der Douglasie generieren die starke Senke (Tab. 4-35).

Tab. 4-35: C-Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S2

Baumarten- gruppe	1990 (interpoliert)	2012 (prognostiziert)	jährliche Veränderung
Fi	71,6	69,6	-0,087
Ta	14,9	15,8	0,036
Dgl	2,6	5,0	0,104
Ki	10,3	8,5	-0,077
Lä	2,8	2,7	-0,001
Bu	37,2	46,8	0,418
Ei	12,1	14,8	0,116
ALh	11,2	19,0	0,340
ALn	2,3	3,6	0,057
Summe	165,0	185,8	0,905

Die Produktspeicher nehmen stärker ab als im Vollnutzungsszenario S1. Das ist logisch, da die Nachlieferung reduziert wird und betrifft vor allem die Kategorien ‚Produkte mit mittlerer

⁸⁰ Vor- und Endnutzung.

Lebensdauer' und das Energieholz. Auch die anderen Kategorien nehmen gegenüber den Vorräten im Jahr 2002 ab (Tab. 4-36).

Tab. 4-36: Entwicklung der Holzproduktspeicher in Mio. t C (1987 bis 2012) – S2

Produktkategorie	1987	2002	2007	2012
Langlebige Produkte	26,4	28,8	28,7	28,5
Prod. mit mittlerer Lebensdauer	5,4	14,0	13,5	13,1
Kurzlebige Holzprodukte	4,0	5,2	2,1	1,5
Energieholz	1,0	1,5	1,8	1,8
Kumulierter Speicher	36,8	49,5	46,1	44,9

Diese Entwicklung zeigt sich auch deutlich im grafischen Verlauf. Interessant ist die schnelle Reaktion der Kurven auf einen verminderten Einschlag: Die Produktspeicher nehmen deutlich ab (Abb. 4-21). Das ist ein Indiz dafür, wie wichtig für den Erhalt großer Produktspeicher eine nachhaltige Nachlieferung ist.

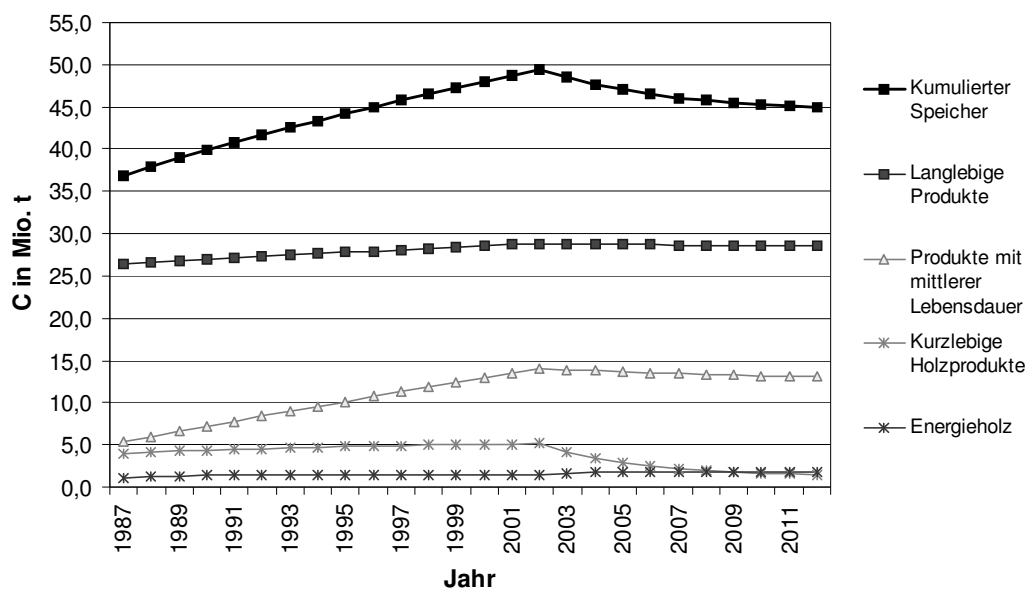


Abb. 4-21: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S2

Die reduzierte Nutzung macht sich sowohl bei der Entwicklung der Produktspeicher als auch bei den Substitutionseffekten bemerkbar. Alle Kategorien gehen zurück, wobei der Rückgang der Kategorien ‚Produkte mit mittlerer Lebensdauer‘ und ‚Produkte mit kurzer Lebensdauer‘ besonders hervorstechen. Die Abnahme der kurzlebigen Produkte fällt noch stärker aus als in S1 und der Energieholzvorrat stagniert trotz der Modellannahme, dass ab 2003 auch Astderholz und Zöpfe bis zum Durchmesser von 7 cm energetisch genutzt werden.

Die energetische Nutzung von Altholz geht zwischen 2003 und 2012 zurück und reduziert die Substitutionseffekte auf rd. 6,2 Mio. t, weil weniger in die Produktspeicher hineinfließt: Da die Lebensdauerfunktionen degressiv verlaufen, ist die Abnahme der neu hinzugekommenen Produkte am Anfang besonders hoch. Die Materialsubstitutionseffekte nehmen ebenfalls ab, auf rd. 3,0 Mio. t. Besonders gravierend ist aber die reduzierte direkte energetische Verwendung: sie führt zu einem starken Rückgang der Substitutionseffekte auf 4,6 Mio. t (Tab. 4-37).

Tab. 4-37: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S2

Jahr	Holzaufkommen		Energiesubstitution			Materialsubstitution	
	Trockenmasse Energieholz in 1000 t	Trockenmasse Endverwertung in 1000 t	durch Energieholz in 1000 t C	durch energ. Endverwertung von Produkten in 1000 t C	Summe in 1000 t C	Trockenmasse verw. Holz für langlebige Produkte	Substitution in 1000 t C
2003	1.582	2.154	432	782	1.214	1.067	299
2004	1.682	1.996	457	713	1.170	1.067	299
2005	1.731	1.914	470	673	1.142	1.067	299
2006	1.756	1.828	476	634	1.109	1.067	299
2007	1.768	1.766	479	604	1.083	1.067	299
2008	1.774	1.685	480	570	1.050	1.067	299
2009	1.774	1.689	480	566	1.047	1.067	299
2010	1.777	1.665	481	554	1.035	1.067	299
2011	1.778	1.649	482	544	1.025	1.067	299
2012	1.779	1.637	482	536	1.018	1.067	299
Summe	17.400	17.983	4.719	6.175	10.894	10.674	2.989

Der Verlauf der beschriebenen Entwicklungen wird besonders in folgender Grafik deutlich (Abb. 4-22). Die Substitutionseffekte aus der energetischen Nutzung von Altholz und aus der Nutzung als Baumaterial nehmen stärker ab als im ersten Szenario. Die Effekte aus direkter energetischer Verwendung nehmen nicht so stark zu wie in S1.

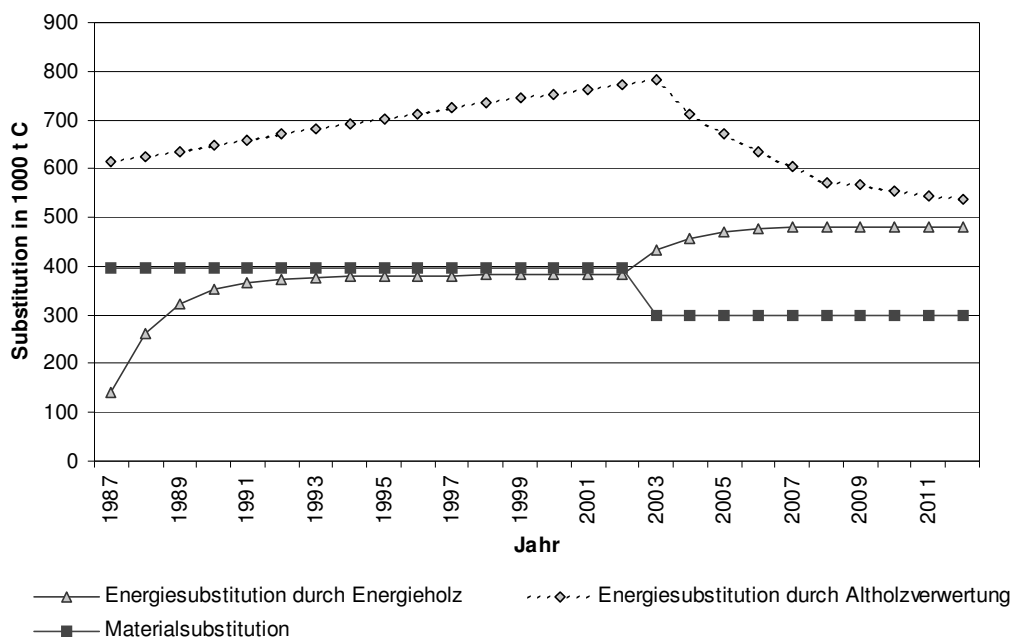


Abb. 4-22: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S2

4.5.3 Szenario 3: Wie Szenario 2, aber Einstellung aller Nutzungen ab 2007

Das dritte Szenario ist rein theoretischer Natur und orientiert sich an der tatsächlichen Nutzung (S2) – mit dem Unterschied, dass ab dem Jahr 2007 sämtliche Vor- und Endnutzungen eingestellt werden. Wie zu erwarten war, steigen die Vorräte nach kompletter Nutzungseinstellung stark an, vor allem in der Periode zwischen 2007 und 2012. Dieser Vorratsanstieg zieht sich durch alle Baumartengruppen hindurch, wobei der Anstieg bezogen auf die Fläche besonders stark bei der Fichte und der Douglasie ausfällt, was auf die AKL-Struktur dieser Baumarten zurückzuführen ist (Tab. 4-38).

Tab. 4-38: Veränderung der C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse in Mio. t C – S3

Baumarten- gruppe	1987	2002	2007	2012
Fi	73,0	66,0	66,9	79,6
Ta	14,6	16,2	16,0	18,7
Dgl	2,3	3,9	4,4	5,9
Ki	10,6	9,2	8,8	9,7
Lä	2,8	2,7	2,7	3,1
Bu	35,8	42,7	44,8	51,3
Ei	11,9	13,2	13,8	15,5
ALh	10,3	14,9	16,6	20,3
ALn	2,1	2,9	3,0	4,0
Summe	163,3	171,7	177,1	208,1

Bezieht man die Vorratsveränderungen wieder auf das Jahr 1990, so zeigt sich, dass die starke Zunahme der Vorräte die anrechenbare Senkenleistung von 1,24 Mio. t C übersteigt. In der Summe werden pro Jahr 1,88 Mio. t C gebunden. Nur die Kiefer weist einen geringen Vorratsrückgang aus. Besonders die Vorratszunahmen der Buche, der ALh und der Fichte haben zu der modellierten Senkenwirkung in diesem Zeitraum beigetragen. Auch die Vorräte der Baumarten Tanne, Douglasie und Eiche nehmen deutlich zu (Tab. 4-39).

Tab. 4-39: Vorratsänderung in der lebenden Biomasse in Mio. t C (1990 bis 2012) – S3

Baumarten- gruppe	1990 (interpoliert)	2012 (prognostiziert)	jährliche Veränderung
Fi	71,6	79,6	0,349
Ta	14,9	18,7	0,164
Dgl	2,6	5,9	0,143
Ki	10,3	9,7	-0,027
Lä	2,8	3,1	0,015
Bu	37,2	51,3	0,616
Ei	12,1	15,5	0,147
ALh	11,2	20,3	0,394
ALn	2,3	4,0	0,074
Summe	165,0	208,1	1,876

Während die Produktspeicher wie in S2 in der ersten WEHAM-Periode bis 2007 relativ moderat zurückgehen, beginnt ein massiver Vorratsabbau in allen Produktspeicherkategorien, der durch die fehlende Nachlieferung ab dem Jahr 2008 bedingt ist (Tab. 4-40). Am schnellsten reduzieren sich aufgrund der kurzen Lebenszyklen die Produktspeicher von Energieholz und

kurzlebigen Produkten. Auch die Kategorien der Produkte mit mittlerer und langer Lebensdauer nehmen stark ab.

Tab. 4-40: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S3

C-Speicher in Mio. t C	1987	2002	2007	2012
Langlebige Produkte	26,4	28,8	28,6	25,9
Produkte mit mittlerer Lebensdauer	5,4	14,0	13,5	11,0
Kurzlebige Holzprodukte	4,0	5,2	2,1	0,4
Energieholz	1,0	1,5	1,9	0,1
Kumulierter Speicher	36,8	49,5	46,1	37,3

Dieser Verlauf wird besonders in folgender Grafik deutlich: Alle Kategorien nehmen ab 2008 deutlich ab. Der Vorratsabbau im Wald kompensiert zwar diesen Rückgang, lässt jedoch die Substitutionseffekte außer Acht. Außerdem steigen mit den Vorräten auch die Risiken, wie z.B. das Sturmwurfisiko. Dies wird in den Simulationen nicht berücksichtigt (Abb. 4-23).

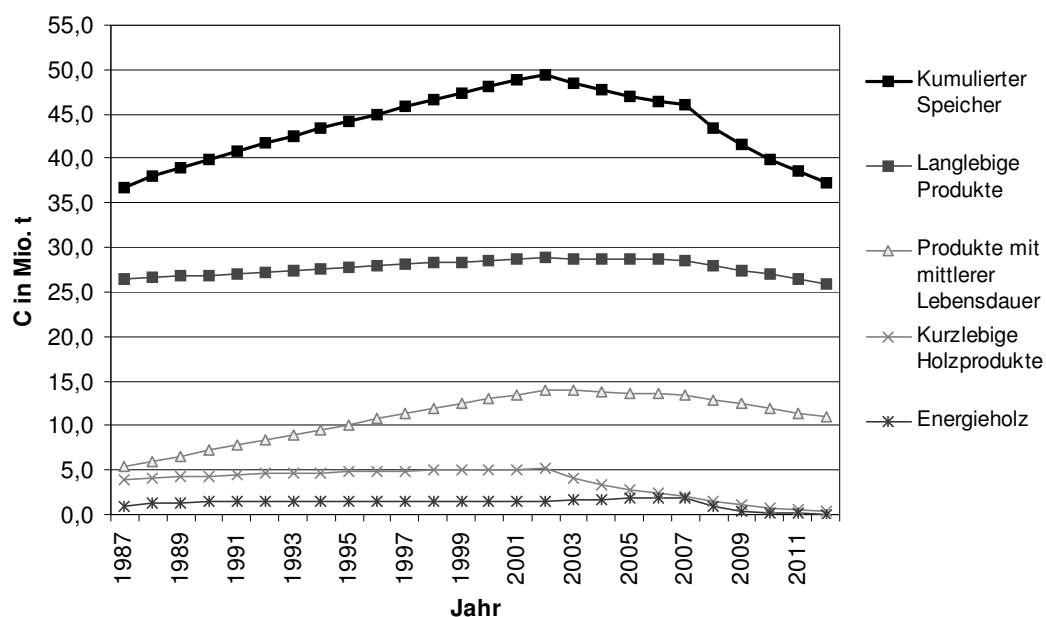


Abb. 4-23: Entwicklung der Holzproduktspeicher (1987 bis 2012) – S3

Der Vorratsanstieg in der Biomasse kompensiert und übertrifft den Rückgang der Produktspeicher, was u.a. an der trägen Reaktion derselben liegt. Allerdings gehen die Substitutionseffekte ebenfalls sehr stark zurück (Tab. 4-41): Energieholz- und Materialsubstitution sinken binnen weniger Jahre auf null. Die energetische Substitution durch Nutzung von Altholz sinkt langsamer, da aus den Produktspeichern weiter Produkte ausscheiden, die das Ende ihres Lebenszyklus erreicht haben. Während die Substitutionseffekte durch energetische Altholznutzung auf 5,7 Mio. t C zurückgehen, reduzieren sich die Effekte aus direkter energetischer Holznutzung und

Materialsubstitutionseffekte in nur 5 Jahren fast vollständig; in der Summe vermeiden sie noch 3 Mio. t durch Energieholz und weitere 1,4 Mio. t C-Emissionen durch Materialsubstitution.

Tab. 4-41: Entwicklung der Substitutionseffekte (2003 bis 2012) – S3

Jahr	Energieholzaufkommen		Energiesubstitution			Materialsubstitution	
	Trockenmasse Energieholz in 1000 t	Trockenmasse Endverwertung in 1000 t	durch Energieholz in 1000 t C	durch energ. Endverwertung von Produkten in 1000 t C	Summe in 1000 t C	Trockenmasse verw. Holz für langlebige Produkte	Substitution in 1000 t C
2003	1.467	2.235	381	782	1.163	1.051	294
2004	1.677	2.036	436	713	1.149	1.051	294
2005	1.781	1.922	463	673	1.136	1.051	294
2006	1.833	1.811	477	634	1.110	1.051	294
2007	1.859	1.727	483	605	1.088	1.051	294
2008	1.872	1.628	487	570	1.056	0	0
2009	930	1.517	242	531	773	0	0
2010	462	1.400	120	490	610	0	0
2011	229	1.306	60	457	517	0	0
2012	114	1.229	30	430	460	0	0
Summe	11.601	16.341	3.016	5.719	8.736	5.256	1.472

Abb. 4-24 verdeutlicht den Verlauf dieser Entwicklung. In der Realität hieße das, dass das benötigte Holz entweder importiert und über weite Strecken transportiert werden müsste oder, je nach Verwendungszweck, andere Materialien mit einer schlechteren Energiebilanz zum Einsatz kommen würden.

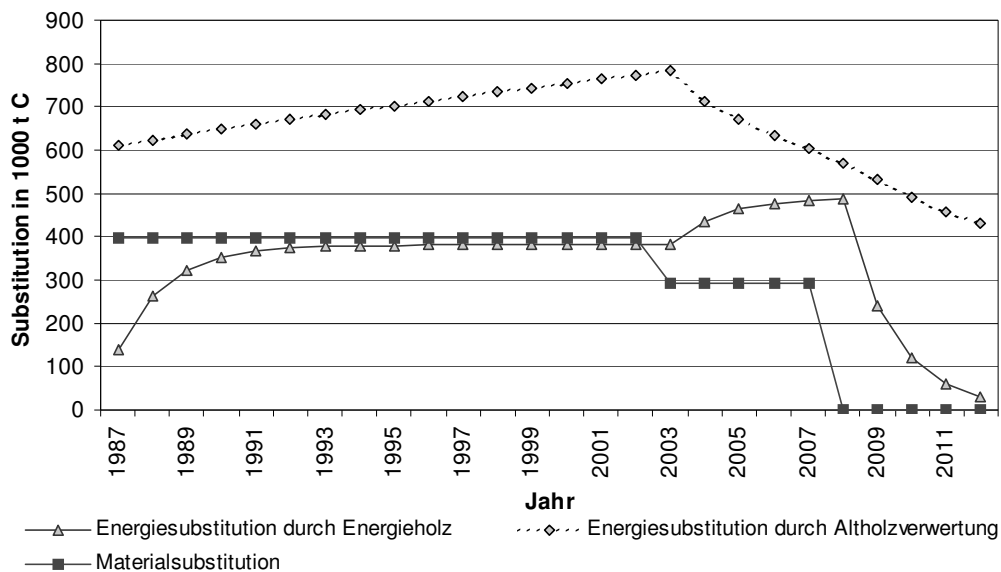


Abb. 4-24: Entwicklung der Substitutionseffekte (1987 bis 2012) – S3

5 Diskussion (Teil A)

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Dass es sich bei der Speicher- und Senkenleistung um bedeutende Mengen und Größenordnungen handelt, zeigt der Vergleich mit den C-Emissionen von Baden-Württemberg: Im Jahr 2002 wurden rd. 22 Mio. t C emittiert, im Durchschnitt seit 1987 jährlich rd. 21,1 Mio. t C.⁸¹ Diese Menge unterlag während dieser Zeit nur geringen Schwankungen. Insgesamt waren nach den Berechnungen 1987 rd. 163,3 Mio. t C in der Biomasse gespeichert (Tab. 5-1) – eine Menge die in rund 7,5 Jahren durch Industrie, Verkehr und Haushalten emittiert wird. Der unterirdische Anteil betrug 35,3 Mio. t C, was 21,6% des Gesamtspeichers der lebenden Biomasse entspricht. Der Vorrat der Waldbiomasse bezieht sich ausschließlich auf die von den BWL erfassten Bäume. Die Bodenvegetation wurde aufgrund ihrer geringen Größenordnung, fehlenden Daten und der sehr wahrscheinlich relativen Konstanz dieses Speichers nicht erfasst.

Tab. 5-1: C-Vorräte der Waldbiomasse in Baden-Württemberg in Mio. t C (1987)

Baumarten- gruppe	oberirdischer C-Vorrat	unterirdischer C-Vorrat	C-Vorrat ges.
Fi	57,7	15,3	73,0
Ta	10,7	3,9	14,6
Dgl	1,9	0,4	2,3
Kie	8,8	1,8	10,6
Lä	2,3	0,4	2,8
Bu	28,0	7,8	35,8
Ei	9,2	2,7	11,9
ALh	7,8	2,6	10,3
ALn	1,8	0,4	2,1
Summe	128,0	35,3	163,3

In 15 Jahren hat sich der Speicher trotz der hohen Nutzungsrate von rund 95% auf 171,6 Mio. t C vergrößert (Tab. 5-2), was 129,8 t C je ha entspricht. Das Verhältnis von unter- zu oberirdischem Vorrat hat sich zwischen den beiden Inventurzeitpunkten nur marginal verändert.

Tab. 5-2: C-Vorräte der Waldbiomasse in Baden-Württemberg in Mio. t C (2002)

Baumarten- gruppe	oberirdischer C-Vorrat	unterirdischer C-Vorrat	C-Vorrat ges.
Fi	52,1	13,8	66,0
Ta	12,0	4,2	16,2
Dgl	3,2	0,7	3,9
Kie	7,6	1,6	9,2
Lä	2,3	0,4	2,7
Bu	33,5	9,2	42,7
Ei	10,2	3,0	13,2
ALh	11,3	3,5	14,9
ALn	2,4	0,5	2,9
Summe	134,6	37,0	171,7

⁸¹ <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Pressemit/2005044.asp>

Die Ergebnisse zeigen, dass der Wald in Baden-Württemberg, trotz der Stürme von 1990 und 1999, die zu starken Vorratsverlusten geführt haben, zwischen 1987 und 2002 eine Senke für 8,3 Mio. t C war (Tab. 5-3). Es zeigt, dass der Wald in der Summe zurzeit trotz intensiver Bewirtschaftung noch ungenutzte Potentiale hat, mehr Holz nachhaltig geerntet werden könnte und durch Kalamitäten nicht automatisch zu einer Quelle wird, wie dies der konservative Ansatz des IPCC unterstellt. Die Vorräte innerhalb der einzelnen Baumartengruppen haben sich jedoch sehr unterschiedlich entwickelt. Die Vorratsstruktur ist abhängig von der AKL-Verteilung, der Umtriebszeit der einzelnen Baumarten und der Intensität der Bewirtschaftung. Buchenbestände z.B. haben eine längere Umtriebszeit als Fichtenbestände; sie wurden und werden zurzeit aufgrund des großen Anteils schlechter Qualitäten und niedriger Preise weniger genutzt und sind weniger von Kalamitäten betroffen. Daher sind die Bestände im Durchschnitt älter und speichern in den älteren AKL mehr C als die Fichte.

Tab. 5-3: Veränderung der C-Vorräte nach der ‚stock-change method‘ in Mio. t C

Baumarten- gruppe	BW I (1987)	BW II (2002)	Vorratsänderung
Fi	73,0	66,0	-7,0
Ta	14,6	16,2	1,6
Dgl	2,3	3,9	1,6
Kie	10,6	9,2	-1,4
Lä	2,8	2,7	-0,0
Bu	35,8	42,7	6,9
Ei	11,9	13,2	1,3
ALh	10,3	14,9	4,6
ALn	2,1	2,9	0,7
Summe	163,3	171,7	8,3

Die Vorratsentwicklung innerhalb der einzelnen Baumarten des Waldes von Baden-Württemberg hat unterschiedliche Ursachen. Der Rückgang der Vorräte bei der Fichte ist vor allem auf die Stürme zurückzuführen, aber auch auf die veränderten waldbaulichen Konzepte. Diese sehen eine Erhöhung des Laubholzanteils vor; insbesondere der Anteil der Buche soll durch eine Reduktion der Fichte auf labilen Standorten gesteigert werden. Auch die Kieferanteile werden sukzessive reduziert und durch Laubbäume ersetzt. Die Tanne als wichtiger Vertreter der pNV wird wieder verstärkt gefördert, weil sie Teil des Bergmischwaldkonzeptes ist und sie auf vielen für sie geeigneten Standorten durch den Anbau von Fichte verdrängt wurde. Die Douglasie wird seit 100 Jahren in Baden-Württemberg angebaut und hat vor ca. zwei Jahrzehnten begonnen, sich massiv zu verjüngen. Durch ihre enorme Wuchsleistung von teilweise über 20 Vfm pro Jahr hat sich ihr Vorrat stark erhöht.

Ebenfalls starke Vorratszunahmen verzeichnen die Buche und die ALh. Ursache ist aber weniger die konsequente waldbauliche Förderung: Junge Bestände der ersten Altersklasse haben generell zunächst einen geringen laufenden Zuwachs und niedrige Vorräte. Die Vorratszunahmen haben stattgefunden, weil bis 2002 im Laubholz weit unter den Möglichkeiten einer nachhaltigen Nutzung geerntet wurde. Das liegt daran, dass nur für gute Qualitäten entsprechende Preise bezahlt wurden, mit denen die notwendigen Deckungsbeiträge erzielt

werden konnten, aber die Mengensortimente mit C und D-Qualität keine Kostendeckung ermöglicht haben. Dies hat sich mit dem Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe und der wachsenden Nachfrage nach Energieholz grundlegend geändert und führt inzwischen zu Konkurrenzsituationen zwischen einzelnen Sortimenten. So ist es inzwischen manchmal rentabler, Holz als Energieholz statt als Industrieholz zu verkaufen.

In Holzprodukten sind ebenfalls relevante Mengen C gespeichert. Diese relevanten Speicher haben im Modell gegenüber der ersten BWI stark zugenommen (Tab. 5-4). Das liegt einerseits an der starken Nachlieferung durch die relativ hohe Nutzungsquote, kann aber auch durch eine Unterschätzung der Anfangsvorräte begünstigt worden sein. An dieser Stelle sei noch mal darauf hingewiesen, dass die Berechnung der Biomassespeicher nach *tier 3* erfolgt ist, während die Quantifizierung der Produktspeicher nur den Anforderungen von *tier 1* genügt. Um das zu ändern, müssen aufwändige Datenerhebungen und Untersuchungen durchgeführt werden, um die bestehenden Wissenslücken zu schließen. Das Modell gibt jedoch einen guten Überblick über die Größenordnung der Produktspeicher und unterstreicht die Notwendigkeit weiterführender Forschung. Das ist vor allem vor dem Hintergrund der Anwendung von Art. 3.4 wichtig, falls Deutschland sich in den internationalen Verhandlungen für die Möglichkeit der Einbeziehung dieser Speicher einsetzt. Nach der Modellierung mit dem WPM waren 2002 rd. 49,5 Mio. t C in Produkten gebunden, davon mehr als die Hälfte in langlebigen Produkten.

Tab. 5-4: C-Speicher ‚Holzprodukte‘ in Mio. t C (2002)

C-Speicher in Mio. t C		2002
Holzprodukte	lange Lebensdauer	28,8
	mittlere Lebensdauer	14,0
	kurze Lebensdauer	5,2
	Energieholz	1,5
	Summe	49,5

Die Vorräte für Totholz, Boden und Auflageschicht konnten für das Jahr 2002 quantifiziert werden, nicht jedoch ihre Veränderungen seit 1987. Durch die enormen Nachlieferungen kann man jedoch davon ausgehen, dass sie ebenfalls eine Senke für C waren. Der C-Speicher ‚Totholz‘ ist, bedingt durch die beiden Stürme von 1990 und 1999, im Vergleich zu anderen Bundesländern relativ hoch. Da die Zersetzungsraten wesentlich langsamer sind als bislang angenommen und Totholz wichtige ökologische Funktionen erfüllt, kommt diesem Speicher eine wachsende Bedeutung zu. In Baden-Württemberg waren im Jahr 2002 etwa 3,5 Mio. t C im Totholz gespeichert. Das entspricht etwa 2,65 t C/ha. Da in der BWI I kein Totholz erfasst wurde, muss dieser Wert als einmalige Schätzung für das Land angesehen werden, die wahrscheinlich über dem langjährigen Mittelwert liegt, da die Sturmwurfflächen in den Berechnungen enthalten sind. Die Totholzvorräte werden auch durch das Modell YASSO modelliert und sind dort Teil der sogenannten Auflageschicht. Deswegen werden sie hier nicht separat aufgeführt. Auch diese Modellierung entspricht nur *tier 1*. In der Auflage und dem Totholz sind demnach durchschnittlich 27,6 t C gespeichert, und im Bodenumus rund 107,8 t C je ha. BARITZ (1999) hat auf Basis der Bodenzustandserfassung (BZE) den durchschnittlichen

C-Vorrat in Baden-Württemberg auf 120,7 t C je ha geschätzt, was die Plausibilität dieser Modellierung bestätigt. Die BZE unterschätzt die C-Vorräte, weil die Lagerungsdichte von Feinböden um 35% und der Skelettgehalt um 40% überschätzt wurden (WIRTH ET AL.2004a).

Ergebnis der verschiedenen Modelle ist eine C-Bilanz für das Land Baden-Württemberg im Jahr 2002 (Tab. 5-5). Obwohl es sich, abgesehen von der Biomasse, um modellierte Werte handelt, sind die Werte plausibel und geben realistische Größenordnungen für die Speichergrößen an. Während in der Biomasse mit 43% am meisten C gebunden ist, bilden Boden und Humus einen Speicher, der zusammen genommen mit 44% des Gesamtvorrats C in der gleichen Größenordnung liegt⁸². Produkte erweitern die Speicherleistung des Waldes um 12% und Totholz um 1% des Gesamtvorrats. Insgesamt waren im Wald und in den Holzprodukten 400,3 Mio. t C gespeichert, auf den ha Waldfläche bezogen 302,5 t C je ha. Die größten Mengen sind in der lebenden Biomasse und im Boden gespeichert. Insgesamt haben sich die C-Vorräte in der lebenden Waldbiomasse zwischen 1987 und 2002 um 0,55 Mio. t C pro Jahr und die Produktspeicher sogar um 0,85 Mio. t C pro Jahr vergrößert. Das heißt, zusammen haben diese beiden Speicher durch ihre Senkenleistung mehr als 6,5% der Emissionen in diesem Zeitraum durch Bindung in Holz kompensiert. Substitutionseffekte durch energetische Nutzung von Altholz und Energieholz haben in diesem Zeitraum ca. 16,8 Mio. t C-Emissionen verhindert⁸³. Dazu kommen weitere 6,4 Mio. t durch die Nutzung von Holz in langlebigen Produkten. Diese insgesamt rd. 23,2 Mio. t vermiedenen C-Emissionen entsprechen 7,3% der Gesamtemissionen von Baden-Württemberg.

Tab. 5-5: C-Bilanz für den Wald und die Technosphäre in Baden-Württemberg (2002)

C-Speicher Wald/Produkte im Jahr 2002			
	absolut in Mio. t C	je ha Waldfläche	in %
Waldbiomasse	171,7	129,8	43%
Holzprodukte	49,5	37,4	12%
Auflage	36,5	27,6	9%
Bodenhumus	142,6	107,8	36%
Summe	400,3	302,5	100%

Die Ergebnisse zeigen, dass der in Baden-Württemberg praktizierte Waldumbau nicht nur eine Maßnahme gegen die Auswirkungen des Klimawandels ist, sondern auch durch den Schutz von Vorräten zum Klimaschutz beiträgt.

5.2 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien

Die Ergebnisse können eingeschränkt mit denen von zwei anderen Studien (BÖSWALD ET AL. 1996, WIRTH ET AL. 2004a) verglichen werden (Tab. 5-6 und 5-7). Dabei darf man jedoch

⁸² Nach der Modellierung mit YASSO.

⁸³ Unter der Annahme, dass diese Energie ansonsten durch Verbrennung von Öl erzeugt worden wäre

wesentliche Unterschiede nicht vergessen: Zum einen wurden unterschiedliche Methoden für die Berechnung der Vorräte verwendet, zum anderen variiert die verwendete Ausgangsqualität der Daten. Um Datenlücken zu schließen, wurden unterschiedliche Annahmen getroffen. Ebenfalls von Bedeutung ist der Zeitpunkt, zu dem die C-Vorräte berechnet werden, da es sich bei Bilanzen immer um Momentaufnahmen handelt, die durch normale und extreme Ereignisse beeinflusst werden. So liegen die Basisjahre für die Berechnung der Vorräte für Bayern bereits zwanzig Jahre und für Thüringen 14 Jahre zurück. Die C-Vorräte in Bayern wurden auf Basis der aggregierten Daten der BWI I mit den BEF nach BURSHEL ET AL. (1993) quantifiziert. In der Thüringen-Studie haben WIRTH ET AL. (2004a) diese Faktoren mithilfe von Biomassefunktionen verbessert. In Baden-Württemberg wurden die C-Vorräte der Einzelbäume mit dem beschriebenen Verfahren der Volumenexpansion berechnet, bevor eine Aggregation durchgeführt wurde. Auffällig ist das sehr hohe Vorratsniveau in Baden-Württemberg, das auch durch die bundesweiten Ergebnisse der BWI II bestätigt wird⁸⁴. Es bestehen mehr Ähnlichkeiten zwischen den Vorratsstrukturen von Baden-Württemberg und Bayern als mit der in Thüringen, vor allem wenn man berücksichtigt, dass die Vorräte in Bayern aufgrund des Nutzungsverhaltens in den 15 Jahren noch erheblich angestiegen sein dürften und die verwendeten BEF die Biomasse unterschätzen. Die Unterschiede zu Thüringen dürften sich weitgehend mit unterschiedlichen AKL-Strukturen erklären lassen.

Tab. 5-6: Verfahren, Datengrundlage und berechnete C-Vorräte für die lebende Biomasse in Bayern, Thüringen und Baden-Württemberg in t je ha

	Bayern (Böswald et al. 1996)	Thüringen (Wirth et al. 2004)	Baden Württemberg (Pistorius & Zell 2007)	
<i>Berechnungsjahr</i>	1987	1993	1987 / 2002 (dargestellt)	
<i>Datengrundlage</i>	aggregierte Ergebnisse der BWI I	Forsteinrichtungsdaten	Einzelbaumdaten BWI I und BWI II	
<i>Berechnungsverfahren</i>	Biomasseexpansionsfaktoren (BEF) nach Burschel (1993)	verbesserte BA-spezifische Expansionsfaktoren (Wirth et al. 2004 a,b)	Volumenexpansionsfaktoren (Pistorius & Zell 2005)	
Lebende Biomasse	Fichte	120	74,9	132,1
	Tanne	129	53,5	155,4
	Douglasie	77	38,8	102,8
	Kiefer	92	61,4	102,8
	Lärche	105	44,6	109,5
	Buche	134	131	152,2
	Eiche	100	89,7	135,8
	ALH	59	80,9	110,6
	ALN		41,8	52,4
	Durchschnitt	108	82,9	129,8

⁸⁴ www.bundeswaldinventur.de

Ein Vergleich der anderen quantifizierten Speicher der beiden Studien ist noch schwieriger, da sehr verschiedene und mit starken Mängeln behaftete Daten herangezogen werden mussten. Auf eine Schätzung der Bodenvegetation in Baden-Württemberg wurde verzichtet, da dieser Pool relativ unbedeutend und konstant ist; daher muss über ihn nicht berichtet werden. Das Totholz ist aufgrund des verwendeten Verfahrens anhand von berechneten Fließgleichgewichten der Streunachlieferung mithilfe von YASSO auf Basis regionaler Klimainformationen, Biomasseanlieferungen und Abbaufunktionen modelliert worden und ist in dem Pool ‚Auflageschicht‘ enthalten. Inwieweit diese Ergebnisse für die einzelnen Messpunkte der BWI den tatsächlichen C-Vorräten an diesen Punkten entsprechen, wird die derzeit vorbereitete und methodisch verbesserte BZE III zeigen. Die C-Vorräte der Bodenvegetation, des Mineralbodens und der Auflageschicht wurden am genauesten für Thüringen untersucht. Diese Fehler wurden mit Hilfe von Korrekturfunktionen korrigiert, was die wesentlich niedrigeren Werte im Mineralbodenhumus erklärt. Holzprodukte wurden für Thüringen nicht quantifiziert. Die Produktspeicher für Bayern wurden mit Hilfe von statistischen Daten geschätzt, die von Baden-Württemberg wurden nach einer Schätzung der Anfangsvorräte anhand der tatsächlich angefallenen Erntemengen modelliert.

Tab. 5-7: Verfahren, Datengrundlage und berechnete C-Vorräte in Totholz, Boden und Holzprodukten in t C je ha Waldfläche

	Bayern (Böswald et al. 1996)	Thüringen (Wirth et al. 2004)	Baden Württemberg (Pistorius & Zell 2007)
Bodenvegetation	1,0	1,7	-
<i>Datengrundlage / Methode</i>	<i>einfache Schätzung</i>	<i>Kalkulation anhand von Funktionen und Spross-/Wurzelverhältnissen</i>	<i>nicht berechnet</i>
Totholz	1,9	8,9	2,7
<i>Datengrundlage / Methode</i>	<i>Schätzung</i>	<i>Literaturstudie, Kalkulation von Gleichgewichtsvorräten</i>	<i>nur Totholz mit gr. Durchmesser, Gesamtmenge in Auflage enthalten (modelliert)</i>
Auflageschicht	19,0	27,7	27,6
Mineralboden	98,0	69,9	107,8
<i>Datengrundlage / Methode</i>	<i>Literaturauswertung, bayr. Waldbodeninventur / Bodenzustandserfassung (BZE) / Schätzungen</i>	<i>4 Waldbödeninventuren (z.B. BZE & Ökol. Waldbodenzustandskontrolle), Korrekturfunktionen</i>	<i>Modellierung mit YASSO für BWI-Ecken</i>
Produkte	langlebig	-	21,8
	mittellebig	17,0	10,6
	kurzlebig	1,5	3,9
	Energieholz	-	1,1
	<i>Datengrundlage / Methode</i>	<i>Kalkulation auf Basis von Literatur- und Datenquellen</i>	<i>nicht berechnet</i>

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in drei Untersuchungen völlig verschiedene Herangehensweisen gewählt wurden, um diese Speicher näherungsweise zu bestimmen. Ein detaillierter Vergleich ist nicht möglich. Die großen Unterschiede in den Ergebnissen zeigen die teilweise mangelhafte Qualität und Verfügbarkeit wichtiger Daten und Informationen. Dennoch vermitteln die berechneten Vorräte in den verschiedenen Speichern einen Eindruck der

Größenordnungen, deren Dimensionen so groß sind, dass es sinnvoll erscheint, diese in waldbauliche Überlegungen zu Klimaschutzstrategien zu berücksichtigen und weitere Forschung in diesem Bereich zu betreiben, um bessere Bilanzen erstellen zu können.

5.3 Vergleich der Szenarien

Viele Faktoren bestimmen die C-Vorratsentwicklung in den verschiedenen Speichern. Deswegen ist es für Waldbesitzer, politische Entscheidungsträger und andere relevante Stakeholder interessant, wie sich die Speicher in Zukunft verändern werden. Da prognostizierte klimatische Veränderungen und ihre Auswirkungen bislang nicht berücksichtigt werden können, erlauben die entwickelten Modelle zurzeit nur kurzfristige Prognosen. Die Sensitivität des Wachstums unter veränderten standörtlichen Bedingungen sollte ein Aspekt für die weiterführende Forschung sein.

Die Speicher nehmen in den einzelnen Szenarien eine unterschiedliche Entwicklung. Sie zeigen, dass trotz der für Wirtschaftswälder bereits extrem hohen Vorräte ein weiterer Anstieg zu erwarten ist, wenn die Einschlagspotentiale nicht ausgeschöpft werden. Der folgende Vergleich der Szenarien zeigt, dass dieser Vorratsaufbau im Wald auf Kosten der Entwicklung der Produktspeicher und der Substitutionseffekte geschieht. Er bringt eine steigende Anfälligkeit gegen Stürme und biotische Folgekatastrophen mit sich, wie z.B. die Ausbreitung des Buchdruckers als Folge des Nahrungsangebots. Welches Ausmaß das haben kann, hat die Kombination der für die Borkenkäfer optimalen Witterungsverhältnisse im extremen Trockenjahr 2003 mit dem sturmbedingten Nahrungsangebot von 1999 gezeigt. Aus Sicht des Klimaschutzes ist die Stabilität von Wäldern ein wichtiges Kriterium, auch in Hinblick auf die geltenden Bestimmungen zur Bilanzierung von THG-Vorräten in terrestrischen Speichern. Ein weiterer Vorratsaufbau birgt auch zunehmende Risiken für nach Art. 3.4 angerechnete Flächen.

Hinzu kommt, dass die anrechenbare Senkenwirkung in der ersten VP stark begrenzt ist und eine Übererfüllung keine zusätzlichen Emissionsberechtigungen erbringt. Kommt es dann in einer späteren VP zu einer mit Lothar vergleichbaren Katastrophe, wäre die ‚Quellenwirkung‘, für welche die Bundesregierung in Form von zusätzlichen Berechtigungen aufkommen müsste, wahrscheinlich wesentlich größer, weil nicht nur das Sturmrisiko der einzelnen Bestände ansteigt, sondern auch nur 5-Jahres-Perioden betrachtet werden. Würde man sich in Baden-Württemberg für einen weiteren Vorratsaufbau entscheiden, muss man sich darüber im Klaren sein, dass bei mäßiger Nutzung der beschriebene AKL-Effekt trotzdem einsetzen wird und in einigen Jahrzehnten zu einem Vorratsabbau führen wird. Würde die Nutzung völlig eingestellt, würden sich über einen langen Zeitraum ohne starke Störungen Vorräte ähnlich wie in einem Primärwald auf hohem Niveau einstellen.

Selbst in Szenario 2, das unterstellt, dass sich das Nutzungsniveau in den nächsten Jahren nicht ändern wird und unterhalb des Zuwachses eingeschlagen wird, findet ein signifikanter Anstieg der C-Vorräte im Wald statt. Dieses Ergebnis wird durch Auswertungen von POLLEY ET AL. (2005) unterstützt. Nur wenn alle hiebsreifen Bestände genutzt und auch entsprechende

Durchforstungen konsequent durchgeführt werden, pendelt sich der C-Vorrat in der lebenden Biomasse auf relativ hohem Niveau ein (Abb. 5-1).

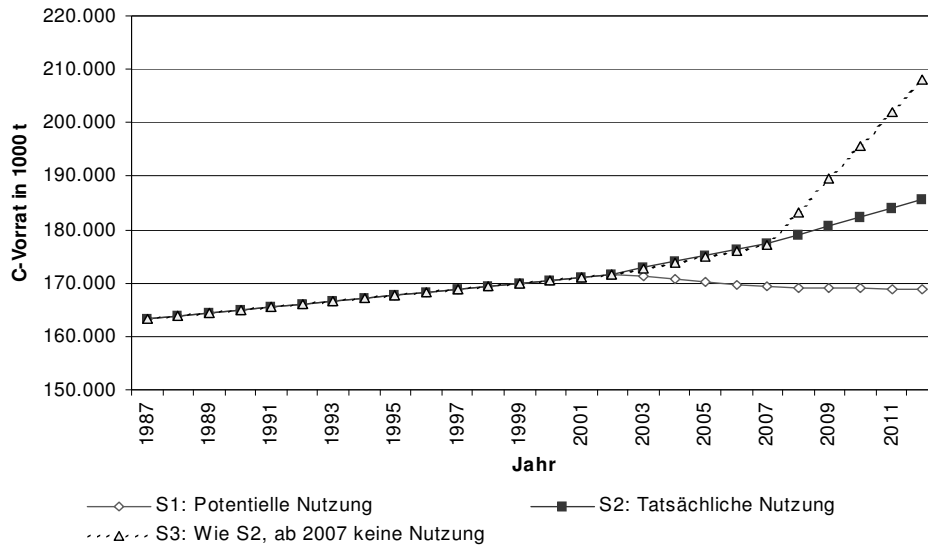


Abb. 5-1: Dynamik der C-Vorräte in der lebenden Biomasse (1987 bis 2012)

Wird weniger genutzt, wie dies im Moment der Fall ist, sinken die Vorräte der Produktspeicher. Bei einer Einstellung der Nutzung kommt es zu einem rapiden Abbau dieser Vorräte (Abb. 5-2).

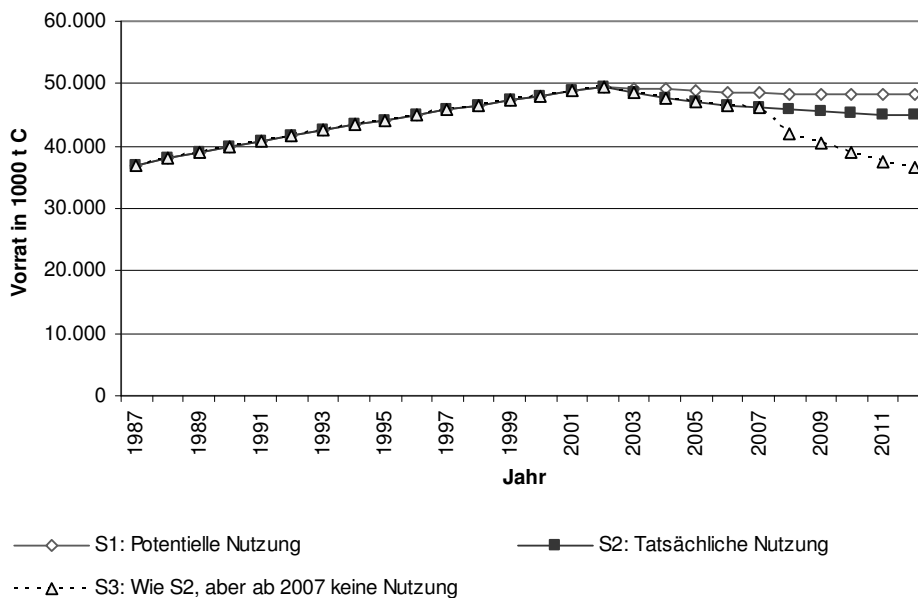


Abb. 5-2: Dynamik der C-Vorräte in den Produktspeichern (1987 bis 2012)

Die Substitutionseffekte sind, wie die Produktspeicher, stark abhängig von der Nachlieferung. Wird die Nutzung reduziert oder sogar ganz eingestellt, schlägt sich dies unmittelbar und stark auf ihre Größenordnung nieder (Abb. 5-3). Das bedeutet, dass andere Produkte oder

Energieträger Holz ersetzen müssen und mehr Emissionen in die Atmosphäre gelangen. Wird das fehlende Holz importiert, stellt sich zudem die Frage, ob es aus nachhaltiger Bewirtschaftung stammt und wie viel Energie für den Transport aufgewendet werden musste.

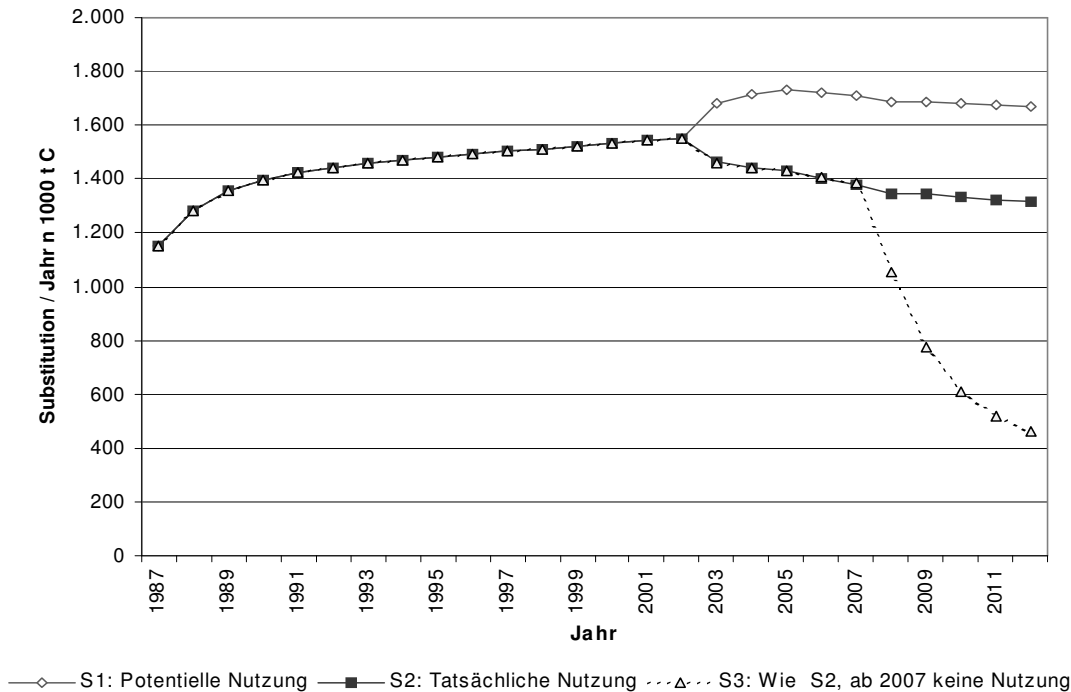


Abb. 5-3: Substitutionseffekte pro Jahr in 1000 t C (1987 bis 2012)

Szenario 3 ist aus vielen Gründen keine ernstzunehmende Option für nachhaltig bewirtschafteten Wäldern, nicht zuletzt, da mit der Holzverarbeitenden Industrie ein großer Wirtschaftszweig mit sehr vielen direkt und indirekt Beschäftigten von der Forstwirtschaft abhängt, und zum anderen die Waldbesitzstrukturen und damit verbundenen Eigentumsrechte diese Variante zu einer rein hypothetischen Überlegung machen. Über 37% der Waldfläche in Baden-Württemberg ist in privatem Besitz; ein Viertel dieser Fläche ist Großprivatwald, deren Besitzer von der Bewirtschaftung des Waldes leben; 69% ist Kleinprivatwald, der häufig eine wichtige Säule in der Einkommensstruktur von bäuerlichen Waldbesitzern ist. Dieses Szenario ist dennoch für das Verständnis der C-Flüsse sehr aufschlussreich, weil es zeigt, wie leicht die Vorratsentwicklung zu beeinflussen ist, auch wenn WEHAM noch nicht in der Lage ist, die veränderten Zuwachsverhältnisse zu berücksichtigen.

YASSO berechnet die Auflagevorräte hauptsächlich anhand der Nachlieferung, die vollständig erfasst wird. Daher sind hier in der Auflage auch die Totholzvorräte erfasst (Tab. 5-8). In der Gesamtwirkung auf den Boden-C zeigt sich nur eine Relevanz für das Extremszenario S3, bei dem die Bewirtschaftung ab 2007 komplett eingestellt wird. Hier reduziert sich der Auflagevorrat durch die reduzierte Nachlieferung schnell. Das widerspricht anderen Untersuchungen, die vor allem in unbewirtschafteten Wäldern hohe Humusvorräte gemessen haben und ist auf die

Modellannahmen zurückzuführen. Die C-Vorräte im Bodenhumus bleiben in den Szenarien gleich, lediglich die Auflage wird durch die Bewirtschaftung in dem kurzen Modellierungszeitraum beeinflusst (ZELL 2005).

Tab. 5-8: YASSO modellierte Durchschnittswerte für C-Vorräte in Bodenhumus und Auflage

		2002			2007			2012		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Auflage	in t C je ha	27,6	27,8	27,7	29,3	27,9	27,8	30,7	29,1	23,6
Bodenhumus		107,8	108,7	108	107,9	108,6	108	108	108,7	107,7
Summe		135,4	136,5	135,7	137,2	136,5	135,8	138,7	137,8	131,3
Auflage	Ba-Wü. in Mio. t C	36,5	36,8	36,7	38,8	36,9	36,8	40,6	38,5	31,2
Bodenhumus		142,6	143,8	142,9	142,8	143,7	142,9	142,9	143,8	142,5
Summe		179,2	180,6	179,5	181,5	180,6	179,7	183,5	182,3	173,7

Die Ergebnisse der Szenarien in dieser Arbeit zeigen deutlich, in welchem Spannungsfeld sich Wald und Forstwirtschaft in der Klimapolitik befinden. Wird wie in S1 das gesamte Holz genutzt, können die C-Vorräte in der Biomasse auf bereits hohem Niveau stabil und der Wald länger im Aufbaustadium gehalten werden. Durch die Nachlieferung, die sich über die Zeit durch AKL-Verschiebungen verändert, sinkt der in Produkten gespeicherte Vorrat nur leicht und auch die Substitutionseffekte vermeiden weiterhin große Emissionsmengen. Wird der Wald wie bisher, nämlich signifikant unter dem Einschlagspotential genutzt, sinkt der Produktspeicher deutlich, weil mehr Produkte ausscheiden als nach fließen. Entsprechend wird sich auch die Größenordnung der Substitutionseffekte reduzieren. Dafür steigen die Biomassevorräte noch weiter an, was die Risikoanfälligkeit gegenüber Kalamitäten erhöht. Veränderungen in Boden und Totholz finden in den beiden modellierten Szenarien kaum statt.

Bei einer Einstellung der Nutzung werden in der Biomasse zunächst große Vorräte aufgebaut. Auch wenn die Vorräte für Wirtschaftswälder in Baden-Württemberg bereits sehr hoch sind, weisen sie im Vergleich zu Primärwäldern noch Zuwachspotential auf – zumindest mittelfristig. Da sich die Struktur jedoch nur langsam ändern wird, bedeutet ein weiterer Vorratsaufbau ein großes Anfälligkeitspotential für künftige Sturmkatastrophen und biotische Folgekalamitäten. Es ist wahrscheinlich, dass der Zuwachs in S3 stark überschätzt wird, da WEHAM weder die veränderten Zuwachsverhältnisse bei Nichtnutzung berücksichtigt, noch zufällige Nutzungen stattfinden, wie sie in der Realität durch Kalamitäten verursacht werden. Sind die Speicher bildlich gesprochen ‚voll‘, reduziert sich die Senkenleistung und die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels zu einer Quelle nimmt zu. Die Produktspeicher gehen stark zurück, und mit ihnen reduzieren sich auch die Substitutionseffekte langfristig auf 0. Aus diesem Grund ist die folgende Tabelle (Tab. 5-9) nur als ein zeitlicher Ausschnitt zu betrachten, der zu kurz ist, um die tatsächliche Klimaschutzleistung der verschiedenen Varianten zu bewerten. Die Modelle müssen weiterentwickelt werden, um langfristige Betrachtungen zu ermöglichen.

Tab. 5-9: Entwicklung der Speicher in den Szenarien in Mio. t C

		2002 bis 2012		
		S1	S2	S3
Speicher- entwicklung	Biomasse	- 3,9	13,4	35,7
	Produktspeicher	- 1,2	- 4,6	- 13
	Auflage / Totholz	4,1	1,7	- 5,4
	Bodenhumus	0,3	0	- 0,4
	Summe	0,7	10,5	16,9

Eine vereinfachende Grafik (Abb. 5-4) verdeutlicht diesen Zusammenhang: In nicht genutzten Wäldern, hier als ungenutzter Wald bezeichnet, entstehen große Vorräte, die sich auf hohem Niveau einpendeln. Wirtschaftswälder erreichen nicht so hohe Vorräte, da sie durch regelmäßige Vor- und Endnutzungen in einem Aufbaustadium gehalten werden.

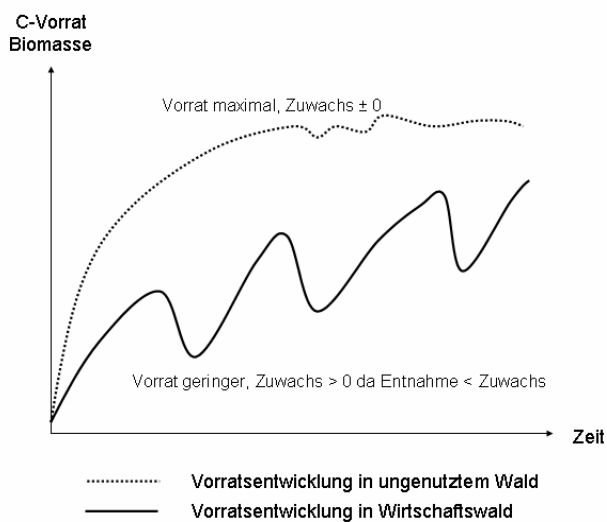


Abb. 5-4: Schematische Darstellung der Vorratsentwicklung in ungenutzten und in bewirtschafteten Wäldern (nach: BURSCHEL & HUSS 1993, WBGU 1998)

Die Zahlen zeigen, dass sich der für Wirtschaftswälder bereits hoch bevorratete Wald Baden-Württembergs noch in einem Aufbaustadium befindet. Der Betrachtungszeitraum reicht nicht aus, um die Auswirkungen zu erfassen, wenn sämtliche Nutzungen eingestellt werden. Bei einer längerfristigen Betrachtung unter gleich bleibenden Bedingungen würden sich die Biomassevorräte im Fall einer Nichtnutzung sehr wahrscheinlich auf einem höheren Niveau als heute einpendeln, vorausgesetzt, es treten keine der prognostizierten klimatischen Extremereignisse auf, während sich die Produktspeicher unter den Modellannahmen eines geschlossenen Systems wie die Substitutionseffekte nach und nach auf null reduzieren.

Die in S3 noch entstehenden Substitutionseffekte beruhen zum großen Teil auf energetischer Nutzung von Produkten die aus den jeweiligen Produktpools ausscheiden. Auch diese Effekte werden in dem kurzen Zeitraum nicht vollständig erfasst, dass sie den Einfluss der völligen Einstellung der Bewirtschaftung darstellen können (Tab. 5-10). Dass in diesem Szenario

weiterhin Effekte aus der energetischen und materiellen Nutzung entstehen, liegt daran, dass in den ersten 5 Jahren noch wie in S2 genutzt wird. Dennoch erkennt man deutlich, wie leicht diese Effekte durch Einstellung der Nutzung reduziert werden können – zum Schaden des Klimas, da die benötigte Energie andersweitig produziert werden muss und dies heute immer noch weitgehend durch fossile Energieträger geschieht. Alternativ könnte Holz verstärkt importiert werden, was Transportemissionen verursachen würde und die Frage aufwirft, ob dieses Holz nachhaltig produziert wurde.

Tab. 5-10: Entwicklung der Substitutionseffekte in den Szenarien in Mio. t C

		2002 bis 2012		
		S1	S2	S3
Substitution s- effekte	Energetische Holznutzung	7,2	4,6	3,2
	Energetische Altholznutzung	6,5	6,2	5,9
	Materialsubstitution	3,3	3,0	1,5
	Summe	17,0	13,8	10,6

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem relativ kurzen Zeithorizont keine eindeutige Antwort auf die Frage gegeben werden kann, ob Wälder aus Sicht des Klimaschutzes besser intensiv oder extensiv genutzt werden. Dazu bedarf es weiterer Forschung und einer Verbesserung der Modelle. Die in den Tabellen dargestellten Zahlen geben einen zu kleinen Zeitausschnitt wieder. Auch wenn dieses Ergebnis auf den ersten Blick unbefriedigend wirkt, zeigt es, dass eine Integration der Forstwirtschaft in die Klimaschutzstrategie sinnvoll ist, da Wälder und Holzprodukte durch ihre Eigenschaften als C-Speicher und durch die Substitutionseffekte einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

5.4 Bedeutung sich verändernder Standortfaktoren für die C-Speicherung und Konsequenzen für waldbauliche Strategien

Die Forstwirtschaft in Deutschland wird in Zukunft sehr wahrscheinlich noch stärker von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Ein Problem bei der Bestimmung der ökologischen, und damit auch der ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels auf Wald und Forstwirtschaft, liegt in der Notwendigkeit, einen relativ langen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten betrachten zu müssen. Aufgrund der Klimaprognosen ist anzunehmen, dass sich die standörtlichen Rahmenbedingungen währenddessen entscheidend verändern werden. Der jeweilige Prognosehorizont hat aber einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse, da sich bestehende Fehler und Unsicherheiten mit Zunahme der Zeit vergrößern. Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Prognosen sinkt umso stärker, je weiter diese in die Zukunft reichen. Dieses Dilemma erfordert einen transparenten und nachvollziehbaren Umgang mit Unsicherheit, z.B. einen Kompromiss, der ein bestimmtes Maß an Unsicherheiten in Kauf nimmt und trotzdem einen Zeitraum betrachtet, der die lange Produktionsdauer von Holz berücksichtigt. In diesem Sinn erscheint eine Weiterentwicklung der Prognosemodelle für Zeiträume angemessen, die mindestens 50 Jahre abdecken. Kürzere Zeiträume werden dem

Anspruch der Forstwirtschaft, langfristig und für kommende Generationen zu denken, nicht gerecht. Einen längeren Zeitraum zu betrachten erscheint angesichts der erwarteten Veränderungen nicht sinnvoll, da mit der regionalen Entwicklung des Klimas auch die heutigen Erkenntnisse über den Zusammenhang von Waldwachstum und klimatischen Bedingungen an Gültigkeit verlieren können. Die Abhängigkeit des Waldwachstums, und damit der Speicherleistung von vielen Variablen zeigen Vergleiche von Inventurergebnissen mit Forsteinrichtungsdaten, die oft mit Hilfe von alten, nur regional gültigen Ertragstafeln für Reinbestände fortgeschrieben werden. Die Unterschiede in den Ergebnissen sind häufig so gravierend, dass den Ertragstafeln heute nur noch ein eingeschränkter Nutzen zugestanden werden kann.

Die Klimamodelle werden immer besser und ihre Ergebnisse zeigen in dieselbe Richtung: Die Durchschnittstemperatur soll in ganz Deutschland in den nächsten 100 Jahren um bis zu 3,5°C steigen. Die Niederschlagsverteilung soll sich dahingehend verändern, dass signifikant mehr Niederschlag im Winter und weniger während der Vegetationsperiode fallen wird (UBA 2006). Es muss vor allem im Sommer mit mehr Starkniederschlägen gerechnet werden, was die Wasserverfügbarkeit in der für das Wachstum essentiellen Zeit zusätzlich reduziert. Das ist vor allem in den Regionen Baden-Württembergs problematisch, in denen schon heute eine negative Wasserbilanz vorherrscht. Auch die Zunahme der Wintertemperaturen und die Abnahme der Frosttage stellen ein besonderes Problem für die Forstwirtschaft dar, weil die Holzernte und Bringung in den kalten Wintermonaten stattfindet, um Bodenschäden zu vermeiden. Eine bewusste Anpassung an diese prognostizierten Veränderungen hat bislang nicht stattgefunden. Sie konnte es auch nicht, da die Diskussion stark auf die Senken und damit verbundenen Zertifikate fokussiert wurde. Zusätzlich erschweren die großen bestehenden Unsicherheiten über die Zusammenhänge zwischen der Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme, der Geschwindigkeit des Klimawandels und den regionalen Auswirkungen die Diskussion: Bis auf allgemeine Aussagen können noch keine genauen Vorhersagen gemacht werden. Außerdem birgt diese Diskussion erhebliches Konfliktpotential, wenn z.B. gefordert wird, dass nicht-heimische oder gar gentechnisch modifizierte Baumarten eingesetzt werden sollten. Dennoch sind Anpassungsmaßnahmen mit Hinblick auf die C-Speicherung essentiell, da die Veränderungen und extreme Ereignisse zu einem allmählichen oder relativ schnellen Ausfall von Baumarten mit entsprechenden Vorratsverlusten führen können.

Es wird vermutet, dass extreme Wetterereignisse verstärkt auftreten werden und zu Kalamitäten führen, die einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung aller Speicher haben. Ein wesentlicher Aspekt, der direkt die Höhe der gespeicherten C-Vorräte betrifft, ist der Zusammenhang zwischen der Sturmwurfwahrscheinlichkeit und der Vorratshöhe (LEXER ET AL. 2006). Deshalb sollten die Vorräte in Wäldern, in denen die Produktionsfunktion im Vordergrund steht, konsequent genutzt werden, um das Kalamitätenrisiko zu minimieren (BÜRGI & BRANG 2001). Der stärkere Zuwachs, wie ihn die Ergebnisse der BWI aufzeigen, erfordert eine Anpassung und Intensivierung der Nutzung, sowohl bei der Durchforstung als auch bei der Endnutzung. Der Durchforstung kommt bei der Stabilisierung von Beständen eine wichtige

Rolle zu, da zu starke Eingriffe ebenso wie Durchforstungsrückstände das Sturmrisiko erhöhen. In den Folgejahren von Sturmereignissen kommt es aufgrund des großen Nahrungsangebots häufig zu Massenvermehrungen, z.B. von Borkenkäfern wie Buchdrucker und Kupferstecher, deren Schäden in ihrem Ausmaß in diversifizierten Beständen geringer ausfallen. Diese Populationsgradationen werden durch wärmere Winter zusätzlich begünstigt und stellen ein Risiko für die C-Vorräte dar.

Aus Sicht des Klimaschutzes weisen die Baumarten unterschiedliche Stärken und Schwächen auf. Generell kann man sagen, dass in Bezug auf den Zuwachs unter den Klimaszenarien zunächst die meisten Laubbaumarten profitieren. Wird es wärmer und trockener, sinkt beispielsweise die Produktivität der Fichte; vor allem Niederschlagsreduktionen stellen eine Gefährdung dar (LEXER ET AL. 2006, KÖLLING ET AL. 2007). Die Wahl der richtigen Baumart für einen bestimmten Standort hängt jedoch von vielen Faktoren ab. Eine ausschließliche Betrachtung der Funktion der C-Speicherung ist nicht zielführend, da der Wald auch andere wichtige Funktionen erfüllen muss. Setzt man z.B. nur auf einzelne Baumarten wie Fichte oder Douglasie im AKL-Wald, die zurzeit durch ihre hohe Wuchseistung sehr viel C binden, nimmt man ein höheres Risiko in Kauf als in diversifizierten Mischbeständen (VOLZ 1991). Da die Dichte des Holzes bei den meisten Laubbaumarten höher ist, kompensiert dies auch einen Teil der geringeren Wuchseistung. Besonders im Tiefland sollten wärmeliebende und Trockenstress tolerierende Baumarten und Provenienzen gefördert werden. Bewirtschaftungskonzepte sollten neben der Wirtschaftlichkeit die Stabilität der Bestände zum obersten Ziel haben (WAGNER 2004). Für die Wälder in Mittelgebirgen gilt es, den auf vielen Standorten begonnenen Waldumbau voranzutreiben. Dazu zählen eine standortabhängige Einbringung anderer Baumarten, der Umbau von Reinbeständen in Bergmischwälder und eine Erhöhung des Laubholzanteils. Mischbestände vergrößern das Reaktionsspektrum der Ökosysteme; die natürliche Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen kann durch die Erhaltung von Pionierbaumarten gefördert werden (FLAIG 2003).

Regionale waldbauliche Empfehlungen wurden z.B. von IRRGANG (2002) für Sachsen entwickelt, der nach Tiefland und Mittelgebirgsstandorten getrennt Empfehlungen für eine Stabilisierung und Diversifizierung der Bestände gegeben hat. Eine Vielzahl von Maßnahmen steht zur Verfügung. Durch eine kleinräumliche Bewirtschaftung kann die Struktur der Bestände verbessert werden. Struktureiche, mehrschichtige Bestände sind gegenüber den wahrscheinlich zunehmenden Kalamitäten weniger anfällig (BÜRGI & BRANG 2001). Auch der Verjüngung kommt mit Bezug auf die künftige C-Speicherung eine besondere Bedeutung zu. Für bereits heute besonders trockene Standorte sollte über ein entsprechendes Verjüngungskonzept nachgedacht werden, da diese wahrscheinlich besonders betroffen sein werden. Man sollte diskutieren, ob besonders stresstolerante Provenienzen angebaut werden sollen oder ob man verstärkt auf Naturverjüngung setzt. In jedem Fall muss eine konsequente Regulierung der Schalenwildichten stattfinden, damit beim Auftreten von Kalamitäten ausreichende Verjüngungsvorräte zur Verfügung stehen und sich reduzierte Speicher regenerieren können.

5.5 Kritische Würdigung der Modelle und weiterführende Forschung

Ziel dieses Teiles der Arbeit war die Entwicklung einer Methode, nach der die C-Speicher quantifiziert werden können, die den Ansprüchen der internationalen Berichterstattungspflichten gerecht wird. Dabei sollte besonderen Wert auf die in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigten Produktspeicher und Substitutionseffekte gelegt werden, um eine vollständige Betrachtung der Klimaschutzleistung des Waldes zu ermöglichen. Um künftige Berechnungen auf ein höheres Niveau zu bringen, muss in bestimmten Fachgebieten verstärkt Monitoring und Grundlagenforschung betrieben werden. Außerdem müssen die Informationen der verschiedenen Fachrichtungen miteinander abgeglichen und verknüpft werden, was ein interdisziplinäres Arbeiten und ein hohes Maß an Kooperationsbereitschaft erforderlich macht.

Im Folgenden werden die Bereiche aufgeführt, an denen die Modellergebnisse verbessert werden können, auch im Sinne einer Verifizierung der getroffenen Annahmen. Die Berechnung der C-Speicher in Baden-Württemberg wurde anhand der besten verfügbaren Daten und Modelle durchgeführt. Während für die Biomasse mit den BWI eine besonders gute Datengrundlage zur Verfügung stand, gibt es für die Bereiche Produktspeicher und Boden-C bislang nur wenig belastbares Zahlenmaterial und Datenquellen. Diesen Mängeln wurde mit einer Vielzahl von dargestellten plausiblen Annahmen begegnet, um eine vollständige Betrachtung aller relevanten Speicher zu ermöglichen. Dasselbe gilt für die in den Modellen verwendeten Funktionen und bietet weiteres Potential für Verbesserungen.

Bei der Quantifizierung der Biomassevorräte hat sich als besonders problematisch erwiesen, dass für Bäume unterhalb der Derbholtzgrenze keine Biomassefunktionen vorliegen. Biomasseexpansionsfaktoren enthalten für die erste AKL einen pauschalen Zuschlag für die Verjüngung, während im verwendeten Einzelbaumverfahren Bäume unterhalb der Derbholtzschwelle fehlen und über Annahmen berechnet werden müssen. Das gleiche Schwellenproblem ergibt sich für die Biomassefunktionen, die für einen bestimmten Durchmesserbereich parametrisiert sind. Zurzeit werden Daten für eine Berechnung der Verjüngungsvorräte erhoben. Ebenfalls problematisch ist die Quantifizierung der unterirdischen Vorräte, die im Gegensatz zur oberirdischen Biomasse auf Bestandesebene berechnet wurden. Dabei wurde für jede Traktecke die Hauptbaumart bestimmt, um dann die Funktionen von DIETER & ELSASSER (2002) anwenden zu können. Diese Funktionen sind das Ergebnis einer Metaanalyse von Untersuchungen zur unterirdischen Biomasse. Ihre Anwendbarkeit auf mitteleuropäische Verhältnisse ist bislang nicht überprüft worden, da Wurzeluntersuchungen mit angemessenen Stichprobenzahlen sehr aufwändig sind und selten im Mittelpunkt des forstlichen Interesses stehen. Dementsprechend groß ist auch der Forschungsbedarf in diesem Bereich.

Besonders große Datenlücken gibt es im Bereich Produktmodellierung (EGGERS 2002). Hier mussten für viele Bereiche Annahmen getroffen werden, um eine Quantifizierung überhaupt erst zu ermöglichen. Es beginnt mit der Berechnung der Anfangsvorräte auf Basis der Schätzung von FRÜHWALD ET AL. (2001). Die Anfangsvorräte waren notwendig, um das Modell

initiieren zu können; die Werte sind aber nicht durch Datenerhebungen fundiert und es gibt keine Untersuchung zum tatsächlichen Bestand an Holzprodukten. Durch erhobene Daten wäre dann auch eine Quantifizierung des Fehlers möglich, der hier für den Produktsektor nicht bestimmt werden konnte. Wenn der Produktspeicher auch zurzeit noch nicht anrechenbar ist, so wird dennoch seine Integration in die nationalen THG-Inventare diskutiert. Eine Fehlerberechnung ist eine Voraussetzung die THG-Berichterstattung.

Dasselbe Problem ergibt sich aus den für das Modell essentiellen Zerfallsfunktionen der Holzprodukte, die den Lebenszyklus in Abhängigkeit der Holzverwendung beschreiben. Sie basieren auf einer detaillierten Metaanalyse von WIRTH ET AL. (2004a), die neun verschiedene Studien gefunden und daraus Funktionen entwickelt haben. Viele dieser Quellen beziehen sich jedoch auf Skandinavien oder Nordamerika und ihre Anwendbarkeit auf Deutschland kann durchaus hinterfragt werden. So wird beispielsweise in Nordamerika viel mehr Holz beim Bau von Häusern eingesetzt als in Deutschland; allerdings gibt es große Unterschiede in der Bauweise und damit auch in der Lebensdauer der Häuser. Über die tatsächliche Verwendung von Holz in Deutschland ist wenig bekannt. Von großem Wert sind in diesem Zusammenhang die jährlich von der BFH erstellten Holzbilanzen, die aber für spezielle Fragestellungen, wie sie in dieser Untersuchung gestellt werden, aufbereitet und ergänzt werden müssen. Das WPM geht mangels Daten davon aus, dass das Holz in Baden-Württemberg im Jahr 2002 wie in ganz Deutschland verwendet wurde, und dass der Verwendungsschlüssel für den gesamten Zeitraum von 1987 bis einschließlich 2012 gilt. Die Größenordnungen werden sich nur langsam verändern, aber es gibt deutliche Hinweise auf Trends in der Verwendung, die durch das Modell nicht abgebildet werden. Durch den rapiden Preisanstieg für fossile Energieträger seit 2001 hat die Nachfrage nach Holz als Energierohstoff massiv zugenommen. Das hat zu einem Preisanstieg in den entsprechenden Sortimenten geführt und macht die Nutzung von Sortimenten mit schlechter Qualität für diesen Zweck interessant, die bislang hauptsächlich stofflich verwertet wurden. Auch der Anteil an Holzhäusern nimmt in Deutschland zu. Die Erforschung und das Monitoring von Verwendungstrends könnte das Modell entscheidend verbessern.

Die Erfassung der Totholzvorräte durch die BWI II ist eine Basis für eine Quantifizierung dieses C-Speichers. Allerdings sind nur große Totholzstücke erfasst worden. Auch die Klassifizierung ist problematisch: Es können nur Näherungswerte angegeben werden, die mit entsprechender Vorsicht betrachtet werden sollten. Auch die Zerfallsdauer von Totholz ist noch weitgehend unerforscht. Neue Erkenntnisse darüber, dass die tatsächlichen Abbauraten sehr viel langsamer sind als bislang angenommen, zeigen die Arbeiten von WIRTH ET AL. (2004a) und MUND (2004). Spezielle Totholzinventuren können die Wissenslücken in diesem Bereich reduzieren. Sie sind auch deshalb von Bedeutung, weil über Veränderungen der C-Vorräte in der Nekromasse berichtet werden muss.

Die größten Probleme bereitet die Erfassung der Boden-C-Vorräte. In der BZE wurden zwar auch C-Vorräte erhoben, allerdings nach einer Methode, die erhebliche Unsicherheiten erwarten lässt. Zum einen wird nur die bereits humifizierte Auflagenschicht berücksichtigt, zum

anderen wird die C-Konzentration pro Stichprobenpunkt gemessen und mit dem Volumen des Bodens multipliziert. Das ist insofern problematisch, dass das Volumen durch eine grobe Schätzung des Skelettanteils ermittelt wurde. Generell kann man sagen, dass eine Vielzahl von Parametern die Höhe des Boden-C bestimmt und dass es viele kleinräumige Unterschiede gibt (ZIRLEWAGEN & V. WILPERT 2004). Um diese Vorräte besser zu erfassen, ist eine Verschneidung mit dem Stichprobennetz der BWI geplant (SCHÄFFER 2006). Diese Erweiterung der BZE um eine sog. Bestockungsinventur erfolgt an der FVA Baden-Württemberg durch die Abteilungen ‚Boden und Umwelt‘ und ‚Biometrie und Informatik‘. Die Datenaufnahme dafür wurde im Mai 2006 abgeschlossen (KÄNDLER 2006). Durch sie lässt sich der waldbauliche Einfluss auf die Vorräte besser erforschen, weil die größere Stichprobenzahl genauere Aussagen zulässt. Auch eine Verbesserung der Erhebung ist geplant, da dieser Speicher ebenfalls von Relevanz für die Berichterstattung ist.

WEHAM ist für die Modellierung der Waldentwicklung und des Holzaufkommens gut geeignet – vor allem, da der Benutzer die Möglichkeit hat, die zu Grunde gelegten waldbaulichen Parameter wie Umtriebszeit, Durchforstungsmodelle und Endnutzungsart im Modell einzustellen und damit Szenarien genau zu definieren. Problematisch wird der Blick in die Zukunft vor allem bei extremen Szenarien, da das Modell die veränderten Zuwachsbedingungen nicht berücksichtigen kann. Die hinterlegten Wachstumsfunktionen für die Einzelbäume sind nicht klimasensitiv, d.h. veränderte standörtliche Rahmenbedingungen und Kalamitäten können nicht berücksichtigt werden. Angesichts der Klimaprognosen ist das ein wichtiger Ansatzpunkt für die weitere Forschung: Kann man den Einfluss auf das Wachstum abbilden und veränderte Risikosituationen für bestimmte Standorte integrieren, so kann WEHAM auch für längerfristige Prognosen verwendet werden. Angesichts der hier herrschenden Bedingungen für Forstwirtschaft ist ein Prognosezeitraum von 50 Jahren das Minimum, wenn man auf dieser Basis Strategieanpassungen implementieren möchte. Diese Verbesserung würde auch eine ökonomische Bewertung der Leistung einzelner Waldbesitzer ermöglichen, die sich entscheiden, ihren Wald nach dem besten Wissen C-ökologisch zu bewirtschaften und damit eine zusätzliche, bislang nicht marktfähige Leistung für die Gesellschaft erbringen.

Trotz dieser Defizite liefern die Modelle wertvolle Erkenntnisse über die Dimension und Entwicklung der C-Speicherung in Biosphäre und Technosphäre und ermöglichen ein besseres Verständnis der Flüsse zwischen den einzelnen Speichern. Die Modelle stellen eine Basis für die Berechnung der Speicher dar, die durch weiterführende Forschung die Möglichkeit einer kontinuierlichen Verbesserung bietet.

Teil B: Politikwissenschaftlicher Teil

6 Hintergrund und Stand des Wissens (Teil B)

6.1 Wald in der Klima- und Umweltpolitik

Es besteht inzwischen Konsens darüber, dass es einen zusätzlichen, anthropogenen verursachten Klimawandel gibt, der die Ökosysteme und damit die Lebensgrundlage der Menschheit nachhaltig verändern wird. Die Hauptursachen dieses globalen Umweltproblems sind die Verbrennung fossiler Energieträger und die Zerstörung von Wäldern. Die zu erwartenden Folgen betreffen die gesellschaftliche Wohlfahrt direkt und indirekt. Wie bei allen Umweltproblemen gibt es divergierende Interessen, besonders zwischen den betroffenen Akteuren auf der einen Seite und den Hauptverursachern auf der anderen Seite. Ein Verständnis der Akteursinteressen ist bei komplexen Umweltproblemen essentiell, wenn man Konflikte reduzieren und einen Ausgleich herbeiführen möchte.

Die politische Diskussion um eine Integration von Wäldern und Senken in die internationale Klimapolitik hat auch in Deutschland zu einem intensiven Diskurs geführt, der seine Wurzeln in den Verhandlungen der UNFCCC hat und weitgehend auf fachlicher Ebene, also ohne nennenswerte Beteiligung der Öffentlichkeit, geführt wurde. Der naturwissenschaftliche Hintergrund der Diskussion ist, dass Wald-Ökosysteme eine zentrale Rolle im C-Kreislauf spielen (ausführlich dargestellt in Teil A dieser Arbeit): Wälder sind auf der einen Seite in besonderem Maße und direkt vom Klimawandel betroffen; auf der anderen Seite können sie durch zusätzliche Speicherung von THG helfen, diesen zu verlangsamen. Wird Wald jedoch zerstört, entweichen die gespeicherten Gase in die Atmosphäre und beschleunigen den Klimawandel. Die Verantwortlichen haben in diesem Fall Verursacherinteressen. Diese verschiedenen Rollen von Waldökosystemen und der Forstwirtschaft in der Klimapolitik lassen sich mit Hilfe des ‚Interessendreiecks der Umweltpolitik‘ darstellen (VON PRITTWITZ 1990). Hierbei handelt es sich um eine spezifische Erweiterung der Rational-Choice-Theorie, deren Ziel es ist, das Verhalten und die Entscheidungen einzelner Akteure auf Basis ihres individuellen Nutzens zu erklären und zu verstehen. Klassischerweise wird dabei von einem Interessenkonflikt zwischen Wirtschafts- und Umweltinteressen ausgegangen (NEWIG 2002). Es illustriert die Situation der Forstwirtschaft im Themenkomplex ‚Wald und Klima‘. Nach VON PRITTWITZ (1990) gibt es bei Umweltproblemen drei Arten von Interessen (Abb. 6-1):

- Verursacherinteressen herrschen bei den Wirtschaftssubjekten vor, deren individueller Nutzen aus ihrem Umweltbelastenden und -verbrauchenden Handeln größer ist, als eine verbesserte Umweltqualität durch Verzicht auf dieses Handeln. Müssten sie die dadurch verursachten negativen externen Effekte internalisieren, würde das die Rentabilität und Attraktivität dieser Aktivitäten reduzieren.

- Betroffeneninteressen entstehen durch die Umweltbelastung bei den Konsumenten der Umwelt. Sie haben Nutzungseinbußen und höhere Kosten, da sie die externen Effekte der Verursacher internalisieren müssen, sei es durch direkten Schaden oder indirekt durch eine Beteiligung an den Vermeidungskosten.
- Helferinteressen unterscheiden sich von Verursacher- und Betroffeneninteressen dadurch, dass sie sich nicht auf den Prozess der Umweltbelastung, sondern auf die Form ihrer Bewältigung beziehen: Damit Hilfe notwendig wird, muss ein Problem bestehen und Betroffenheit politisch relevant sein.

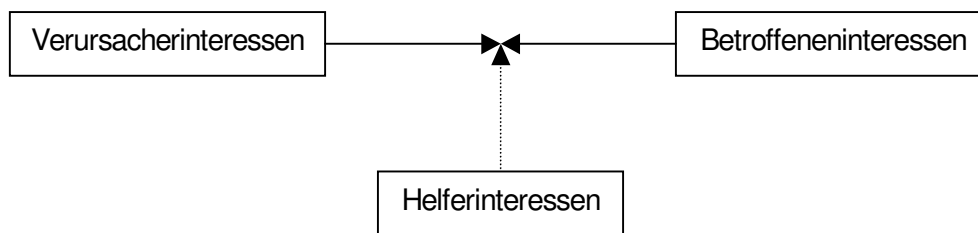


Abb. 6-1: Das umweltpolitische Interessendreieck (nach: VON PRITTWITZ 1990)

Das Besondere an der Rolle der Forstwirtschaft in Bezug auf die Bekämpfung des Klimawandels ist, dass alle Interessenskategorien auf sie zutreffen. Werden zum Beispiel Senken durch die Folgen eines sich schnell verändernden Klimas zu Quellen für C, würden die (Forst)Unternehmen zu (Mit-)Verursachern des Umweltproblems. Waldbesitzer verkörpern in Zusammenhang mit dem Klimawandel vor allem typische Betroffeneninteressen, da ihre Einkommens- und Vermögenssituation durch reduzierte Produktivität und Holzqualität direkt negativ beeinflusst werden. Sie internalisieren also durch die veränderten Produktionsbedingungen und verstärkt auftretenden biotischen und abiotischen Kalamitäten die negativen externen Effekte aller Wirtschaftssubjekte, welche durch ihre Emissionen diesen Wandel beschleunigen und verstärken. Gleichzeitig haben Waldbesitzer auch Helferinteressen, da sie durch zusätzliche Speicherung von THG in Wäldern und durch die Produktion des regenerativen Rohstoffs Holz beitragen können, den zusätzlichen anthropogenen Effekt auf das Klima zu reduzieren.

Diese verschiedenen Eigenschaften des dynamischen Speichers Wald und die damit verbundenen Interessen dominieren den internationalen und nationalen Diskurs um eine Einbindung der Forstwirtschaft in die Klimapolitik. Die Akteure betonen immer bestimmte Aspekte aus der Rolle des Waldes im globalen C-Kreislauf, die zu ihrer jeweiligen Argumentationslinie passen. Dieses Argumentationsverhalten wird durch zwei Faktoren erleichtert: Die großen bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten und die verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen, auf denen sich die Diskussion führen lässt. Gleichzeitig erschweren sie einen Konsens für eine gemeinsame Strategie zu finden, die den möglichen Beitrag des Waldes und der Forstwirtschaft in Deutschland sichert und optimiert. Daher ist eine Entschärfung dieses Konfliktes eine wichtige Aufgabe der Umweltpolitik, deren Zweck die

Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen ist. Sie ist in Deutschland als Staatsziel im Grundgesetz verankert:

Artikel 20a GG: Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.

Umweltpolitik wird in der Theorie im Idealfall von Prinzipien geleitet (SEEL 1993, SIMONIS 2001):

- Das Verursacherprinzip⁸⁵ besagt, dass derjenige, der Umweltschäden verursacht, für den Schaden aufkommen muss.
- Das Gemeinlastenprinzip geht davon aus, dass der Erhalt einer intakten Umwelt im Interesse der Allgemeinheit liegt und diese daher auch an den Umweltschutzkosten beteiligt werden. Das gilt vor allem, wenn Verursacher nicht bestimmbar oder nicht in der Lage sind, für die Kosten aufzukommen.
- Das Kooperationsprinzip besagt, dass Umweltschutz eine Gemeinschaftsaufgabe ist und daher die Gesellschaft als Ganzes dazu beitragen muss.
- Das Vorsorgeprinzip ist zukunftsorientiert und basiert auf der Erkenntnis, dass es billiger ist Umweltschäden vor ihrer Entstehung zu vermeiden, als sie zu beseitigen. Natur sollte möglichst so genutzt werden, dass kein Schaden entsteht.

Nach dem Verursacherprinzip muss der Schädiger die Verantwortung für sein Handeln übernehmen und die Kosten tragen. Dadurch wird das Mischgut ‚Umwelt‘ zu einem knappen Gut, dessen Verbrauch einen Preis bekommt (ZIMMERMANN 2005). Das impliziert eine Internalisierung der entstehenden Kosten, wie z.B. die beschriebenen negativen externen Effekte. In diesem Zusammenhang muss besonders die Wiederherstellung von beeinträchtigten Umweltfunktionen betrachtet werden, sofern sie überhaupt möglich ist⁸⁶. Wirtschaftliches Handeln mit derartigen Konsequenzen widerspricht dem Grundsatz der Nachhaltigkeit, die Lebensqualität und Wohlfahrt künftiger Generationen nicht zu gefährden. Das Prinzip erhält jedoch nicht nur bei der Schädigung der Umwelt Anwendung, sondern auch in der Vermeidung von potentiellen Umweltbelastungen.

Die verschiedenen Interessen der Akteure spielen auch eine wichtige Rolle bei der Auswahl geeigneter umweltpolitischer Instrumente. In der Ökonomie wird die Umwelt als „Gesamtheit der den menschlichen Lebensraum definierenden natürlichen Gegebenheiten“ definiert (WICKE 1993). Der Mensch ist in seinem Handeln, auch im ökonomischen Sinn, von der Umwelt und ihren Ressourcen abhängig. Diese Ressourcen werden als Güter mit wertvollen Funktionen betrachtet (ROGALL 2000):

- Die Produktionsfunktion: Versorgung mit Luft, Wasser, Landschaft, Böden und Rohstoffen.

⁸⁵ Engl : ‘polluter-pays-principle’.

⁸⁶ Der Verlust von Biodiversität durch die Zerstörung eines Lebensraumes für existenzbedrohte Arten zum Beispiel kann nicht rückgängig gemacht werden.

- Die Aufnahmefunktion: Aufnahme der bei der Produktion entstehenden Nebenprodukte, Abfälle und Emissionen.
- Die Lebensraumfunktion für Pflanzen, Tiere und den Menschen.
- Die Reproduktionsfunktion: Ästhetik und Erholung.

In dieser Arbeit liegt der Fokus in erster Linie auf der Aufnahmefunktion der Wälder von CO₂, das von allen Wirtschaftssubjekten in den Sektoren Industrie, Haushalte und Verkehr emittiert wird. Der Wald internalisiert nicht nur die externen Effekte, wie z.B. eine reduzierte Produktivität durch veränderte Standortbedingungen oder direkte Schäden durch extreme Wetterereignisse, sondern mildert durch diese Infrastrukturleistung auch den Treibhauseffekt. Die Produktionsfunktion ist eine Nebenbedingung in dieser Betrachtung. Da Holz eine positive Energiebilanz hat, ist jedoch auch die Versorgung mit diesem Rohstoff ein Beitrag zum Klimaschutz.

In der klassischen Lehre der Ökonomie werden Umweltgüter wie Luft und Wasser als ‚öffentliche Güter‘ bezeichnet. Charakteristisch für solche Güter ist, dass sie nicht knapp sind und damit auch keinen Preis haben, der sich über Angebot und Nachfrage regelt, weil sie vermeintlich unbegrenzt verfügbar sind. Das aus diesem Grund auch ‚Kollektivgüter‘ genannte Umweltkapital wird meistens kostenlos ge- und übernutzt. Dieses Verhalten, das die Umweltprobleme verursacht, kann durchaus als rational bezeichnet werden, da den Verursachern durch die Vermeidung umweltbelastender Tätigkeiten Kosten im Sinne von reduziertem Nutzen entstehen würden, der individuelle Vorteil jedoch sehr gering und für sie nicht wahrnehmbar wäre.⁸⁷ Rationalität ist in diesem Zusammenhang die Auswahl aus einer Reihe von Verhaltensalternativen, die im Rahmen eines Wertesystems anderen Alternativen vorgezogen werden (BEHRENS 1980). Eine Handlung wird dann als rational bezeichnet, wenn der Handelnde gemäß seiner Präferenzen für bestimmte Ziele die Handlungsalternative wählt, die ihm den höchsten Nutzen bringt; dabei wird unterstellt, dass er seinen Nutzen in jeder Situation bewerten kann. Die Spieltheorie bezeichnet das als Gefangenens-Dilemma und erklärt das rationale Trittbrettfahrerverhalten der Akteure, nichts gegen die Verschmutzung zu tun, folgendermaßen: Verursacher profitieren, wenn andere Akteure umweltbewusster handeln; gleichzeitig haben sie keinen materiellen Anreiz, ihr eigenes Verhalten zu ändern. Das ist der Grund, der übergeordnete Instanzen wie den Staat dazu zwingt, die verursachenden Akteure in ihrem Handeln einzuschränken (BRAUN 1999). Dazu steht ihm ein breites Spektrum an verschiedenen Instrumenten von der regulativen Kontrolle über Marktregulation bis zum kooperativen Umweltmanagement zur Verfügung (FEES 1998):

- Ordnungsrechtliche Instrumente: Gebote, Verbote, Auflagen, Grenzwerte etc.
- Indirekte Instrumente, kooperative Maßnahmen: Freiwillige Selbstverpflichtungen.

⁸⁷ Ein klassisches Allmende-Dilemma: OLSON (1971) hat auf Basis der Annahmen ökonomischer Theorieansätze nachgewiesen, dass Akteure umso weniger zur Realisierung gemeinsamer Ziele beitragen werden, je größer die Zahl der interessierten Akteure ist.

- Ökonomische Instrumente, die wirtschaftliche Anreize für eine Verhaltensänderung bewirken sollen: Beispiele sind der Handel mit Emissionszertifikaten, die Ökosteuern oder das Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Mit den globalen grenzüberschreitenden Umweltproblemen⁸⁸ hat sich ein anderes Verständnis des Kollektivgutes ‚Umwelt‘ entwickelt: Bedingt durch die Übernutzung entsteht eine Nachfrage nach dem vermeintlich freien Gut ‚Umwelt‘, die das Angebot übersteigt. Obwohl kein Preis für seine Nutzung bezahlt werden muss, unterliegt es einer Konsumrivalität, da durch die Nutzung den anderen Wirtschaftssubjekten externe Kosten entstehen, die von den Verursachern der Umweltprobleme nicht internalisiert werden (WICKE 1993). In der klassischen Ökonomie wird ein Maximum an Wohlfahrt erzielt, wenn Güter über den Markt pareto-optimal⁸⁹ verteilt wurden. Bei öffentlichen Gütern versagen Märkte häufig aus den genannten Gründen. Hauptaufgabe der Umweltpolitik ist es, dieses Marktversagen durch einen Ausgleich der Interessen zwischen Betroffenen und Verursachern der Umweltprobleme zu entschärfen.

Damit ein Instrument die gewünschte Wirkung erzielt, muss es ökonomisch effizient, ökologisch effektiv und politisch durchsetzbar sein (JÄNICKE 2002). Im Folgenden wird nur der Handel mit Emissionszertifikaten beleuchtet, da er vom internationalen Klimaregime als das ökonomische Instrument der Wahl zur Bekämpfung des Klimawandels beschlossen wurde. Die Idee des Zertifikathandels mit Verschmutzungsrechten ist es, eine Vorgabe für ein bestimmtes Maß an Umweltbelastung für einen definierten Bereich und Zeitraum zu geben, das die Menge der Zertifikate bestimmt, die dann auf die Akteure verteilt werden⁹⁰. Ein Emissionszertifikat ist also ein verbrieftes und veräußerbares Recht, einen Schadstoff in einem bestimmten Umfang und Zeitraum zu emittieren (STEHLING 1999). Die Mengen von Schadstoffemissionen durch handelbare Emissionszertifikate zu begrenzen basiert auf einem Konzept, das seit Ende der 70er Jahre diskutiert wird. Dieses Instrument wurde erstmals in den USA mit dem sog. Clean Air Act von 1990 erfolgreich in die Praxis umgesetzt (UNEP 2002).

Ziel dieses Instruments ist die künstliche Schaffung eines Marktes für das Umweltgut ‚Atmosphäre‘, der das beschriebene Marktversagen korrigieren und gleichzeitig die Gesamtkosten für ihre Entlastung minimieren soll. Der Zertifikatspreis bildet sich in einem funktionierenden Markt mit vollkommener Konkurrenz durch Angebot und Nachfrage und macht damit die Atmosphäre von einem ‚öffentlichem‘ zu einem ‚knappen‘ Gut (JÄNICKE ET AL. 2002). Es handelt sich um ein indirektes Instrument der Umweltpolitik, da bei den Akteuren ökonomische Anreize für ein umweltverträglicheres Wirtschaften geschaffen werden sollen. Im Gegensatz zu Auflagen und anderen ordnungsrechtlichen Instrumenten, wie z.B. Grenzwerten oder Verboten, bietet der Zertifikatshandel den Verursachern sehr viel mehr Flexibilität bei der Erfüllung ihrer Anstrengungen, die Emissionen zu reduzieren. Dadurch dass die Akteure die Emissionsreduktionen an den Quellen vornehmen können, wo sie am einfachsten und am

⁸⁸ Z.B. Ozonloch, saurer Regen, Stickstoffeinträge.

⁸⁹ Pareto-optimal heißt: Kein Wirtschaftssubjekt kann besser gestellt werden ohne ein anderes schlechter zu stellen.

⁹⁰ Hier die Vertragsstaaten, die in Kyoto Reduktionsverpflichtungen übernommen haben.

günstigsten realisierbar sind, können sie die Auflagen effizienter und kostenoptimal durchführen. Werden die (Mengen-)Ziele nicht erreicht, muss der Preis angepasst werden. Im Gegensatz zu Instrumenten, die über einen Preismechanismus steuern⁹¹, werden durch Zertifikate Mengen gesteuert. „Preis- und Mengelösungen sind die beiden idealtypischen Ausprägungen marktwirtschaftlicher Umweltpolitik: Entweder werden die Preise für bestimmte Umweltnutzungsrechte festgelegt und es wird dem Markt überlassen, welche Emissionsmengen sich bei solchen Preisen noch rechnen, oder die insgesamt zulässigen Emissionsmengen werden kontingentiert und es wird dem Markt überlassen, welche Preise von Umweltnutzungen sich unter diesen Umständen herausbilden (SIMONIS 2004).“.

6.2 Hintergrund und Entstehung des Diskurses um die Integration des Waldes in die Klimapolitik

Um die vertretenen Positionen der deutschen Akteure besser verstehen und einordnen zu können, muss man die historische Entstehung dieses Diskurses betrachten. Viele der vertretenen Positionen spiegeln die international vertretenen Positionen der Akteure wider. Wie im nachfolgend gezeigt wird, vertreten die Umwelt-Nichtregierungsorganisationen (ENGO) auf nationaler Ebene dieselben Argumente, die in den internationalen Verhandlungen von den Gegnern einer Einbeziehung der Biosphäre vorgebracht wurden. Dazu zählen die Allianz der kleinen Inselstaaten, die EU und die ENGO. Als es 1997 bei der Gestaltung und Verabschiedung des KP darum ging, ob terrestrische Senken in das erste internationale Abkommen zur Reduktion anthropogener THG-Emissionen aufgenommen werden sollten, stimmten vor allem besonders walddreiche Länder der Industrienationen, z.B. Kanada, USA und Japan, für ihre Berücksichtigung. Aufgrund ihres Anteils an den globalen Emissionen zeichnete sich bereits damals ab, dass ‚terrestrische THG-Senken in Wäldern‘ eines der kritischen Themen innerhalb der komplizierten Verhandlungen werden würde. Um das KP 1997 verabschieden zu können, wurden die Artikel 3.3 und 3.4 aufgenommen. Sie ermöglichen eine Berücksichtigung von Emissionsreduktionen durch Landnutzungsänderungen bzw. durch gezieltes Management bestimmter Landnutzungskategorien. Das betrifft insbesondere Wälder, da sie die größten terrestrischen Speicher sind. Die Vertragsstaaten können ihre Emissionsreduktionsverpflichtungen reduzieren, wenn sie für eine VP eine Senkenwirkung aus LULUCF-Aktivitäten nachweisen können (Kap. 3.1.2). Da die genauen Modalitäten einer Anrechnung in Kyoto nicht mehr verhandelbar waren, hat man sich darauf geeinigt, diese auf den weiteren Verhandlungsprozess in Folgekonferenzen zu vertagen. In diesem Zeitraum ist der Diskurs zwischen den verschiedenen Akteurskoalitionen entstanden.

Es gab eine Vielzahl von unterschiedlichen Argumenten und Begründungen für und gegen eine Integration. Der Diskurs hat aufgrund der Komplexität des Themas und der Abstraktheit seiner Behandlung in den Verhandlungen nie die öffentliche Diskussion erreicht und wurde

⁹¹ Z.B. Abgaben und Steuern.

weitestgehend auf fachlicher Ebene unter den Akteuren geführt – im Gegensatz zur allgemeinen Diskussion über die Verursacherrolle des Menschen im übergeordneten Diskurs über den Klimawandel. Eine besondere Rolle nimmt in diesem Kontext die Wissenschaft ein, die ebenfalls geteilter Auffassung war. Entscheidungsträger und Akteure konnten somit für jede Argumentationslinie eine passende wissenschaftliche Begründung finden. Dieser Konflikt ließ sich auch nicht im weiteren Verhandlungsprozess klären und gipfelte auf internationaler Ebene auf COP6 I in Den Haag darin, dass die Senkenfrage beinahe zu einem Scheitern der gesamten Verhandlungen geführt hätte. Er resultierte in einem Ausstieg der USA als größten Emittenten aus den Verhandlungen, die die Senkenfrage und die Beteiligung der Entwicklungsländer zu den zentralen Voraussetzungen für ihre Ratifizierung des KP gemacht hatten.

Nach diesem Eklat im internationalen Prozess kam man im Juli 2001 in Bonn auf COP6 II nach komplizierten Verhandlungen zu Kompromissen in den wichtigsten Streitpunkten und führte mit dem ‚Bonn Agreement‘ eine politische Lösung herbei, um die Erfolge des inzwischen fast zehn Jahre alten Prozesses nicht zu gefährden. Russlands Bedeutung ist in der internationalen Klimapolitik durch den Ausstieg der USA extrem gestiegen, da ohne den im Jahr 1990 zweitgrößten Emittenten kein Inkrafttreten des KP mehr möglich gewesen wäre. Erst durch die Ratifizierung Russlands wurde es zu international geltendem Recht.⁹² Aufgrund seiner riesigen Wälder hatte Russland genau wie die USA das Interesse, die Möglichkeiten von LULUCF auszuschöpfen und konnte dadurch durchsetzen, dass es 33 Mio. t C pro Jahr in der ersten VP statt der berechneten 17 Mio. t C anrechnen lassen kann. Im Gegensatz zur obligatorischen Anrechnung von Landnutzungsänderungen nach Art. 3.3 für die Vertragsstaaten wurde beschlossen, dass eine Anwendung von Art. 3.4, der das Management von Landnutzungskategorien zum Gegenstand hat, in der ersten VP freiwillig ist. Die Senkengegner haben in Bonn und auf der Folgekonferenz in Marrakesch 2002 (COP7) dafür gesorgt, dass für jedes Land nur eine begrenzte Anrechenbarkeit der Senken möglich ist. Diese landesspezifischen Mengen sind im Annex Z des Bonn Agreements festgehalten. Sie wurden auf Basis der Differenz von Zuwachs und Nutzung berechnet und um einen Abschlag von 85% reduziert, um nicht-additionale Effekte⁹³ auszuschließen. Das zeigt, dass es im internationalen Prozess darum ging, eine Verminderung der mit durchschnittlich 5,17% ohnehin relativ bescheiden ausgefallenen Emissionsreduktionsziele zu verhindern. Wenden alle Annex-I-Staaten diese Option an, reduziert sich das Gesamtreduktionsziel des KP auf 2,49%.

Das KP trat am 16.2.2005 in Kraft und gilt bis zum Ende der ersten VP am 31.12.2012. Dadurch ist das über viele Jahre verhandelte Ziel, die Emissionen zu senken, für die Vertragsstaaten

⁹² Eine Voraussetzung für das Inkrafttreten des KP war, dass mindestens 55% der Emissionen der Annex-I-Staaten im Jahr 1990 durch Staaten abgedeckt waren, die das KP ratifiziert und in nationales Recht überführt haben. Da im Jahr 1990 die USA rd. 32,8% und Russland rd. 17,4% der weltweiten Emissionen verursacht haben, war es unabdingbar, dass eines der beiden Länder das Protokoll ratifiziert.

⁹³ Z.B. eine wachstumsfördernde Wirkung durch zunehmende atmosphärische CO₂-Konzentration oder Stickstoffeinträge.

verbindlich geworden. Deutschland hat in Kyoto mit einem Reduktionsziel von 21% gegenüber 1990 ein ehrgeiziges Ziel übernommen, wobei damals schon klar war, dass ein großer Teil durch den absehbaren Zusammenbruch der ostdeutschen Industrie erbracht werden würde. Viele Maßnahmen, wie der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Modernisierung der Baussubstanz, haben zu einer weiteren Reduktion der Emissionen geführt. Der Regierungswechsel 2005 hat nicht zur Veränderung der groben politischen Linie geführt, die eine weitere signifikante Senkung der Emissionen fordert und weiterhin eine internationale Vorreiterrolle im Klimaschutz übernehmen will. Dennoch stagniert seit 2002 das Emissionsniveau, und auf europäischer Ebene ist eine Erfüllung des gemeinsamen Reduktionsziels von 8% unwahrscheinlich.

International wird seit COP11 in Montreal im Jahr 2005 diskutiert, wie Wald in zukünftiges Klimaregime nach 2012 eingebunden werden soll. Aktuell geht es allerdings darum, Wege zu finden, wie die THG-Emissionen aus Entwaldung und Walddegradierung vor allem in den Entwicklungsländern reduziert werden können. Die weltweite Entwaldung beträgt zurzeit ca. 13 Mio. ha pro Jahr, mit Schwerpunkt auf den Tropen und Subtropen; Entwaldung und Degradation von Wäldern sind für 18% (Stern 2006) bis 25% (IPCC 2001) der globalen Emissionen verantwortlich und haben darüber hinaus verheerende Auswirkungen auf Biodiversität, Wasserversorgung und Bodenqualität (FAO 2005). In dieser Diskussion sind alle Akteure, Senkengegner wie Senkenbefürworter, derselben Meinung, nämlich dass diese bedeutende anthropogene Quelle für THG reduziert werden muss.

6.3 Deutsche und europäische Senkenpolitik

Neben dem internationalen Prozess gibt es eine Vielzahl an nationalen und europäischen Prozessen und politischen Programmen, die die C-Speicherfunktion von Wäldern thematisieren und entsprechende Forderungen ableiten. Sie werden in diesem Kapitel vorgestellt.

Aus der UNCED 1992 in Rio hat sich der pan-europäische Helsinki-Prozess entwickelt, dessen Ziel die Gewährleistung einer nachhaltigen und umweltgerechten Bewirtschaftung der Wälder in Europa ist. 1993 wurden die wesentlichen Aspekte der Waldbewirtschaftung in Europa in den vier Helsinki-Resolutionen definiert. Ein Schwerpunkt war die Entwicklung von Strategien für die langfristige Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Ein Jahr nach der Verabschiedung des KP wurden 1998 auf der dritten Ministerkonferenz in Lissabon zwei Resolutionen verabschiedet, die sich im Rahmen der nachhaltigen Bewirtschaftung direkt und indirekt mit der Problematik der C-Speicherung und dem Beitrag der Wälder zum Klimaschutz befassen. Mit der zweiten Resolution wurde beschlossen, die sechs gesamteuropäischen Kriterien für eine nachhaltige Bewirtschaftung zu verabschieden (BMLF ÖSTERREICH 1998):

- Erhaltung und angemessene Verbesserung der Waldressourcen und ihr Beitrag zu den globalen C-Kreisläufen,
- Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Waldökosystemen,

- Erhaltung und Stärkung der produktiven Funktionen der Wälder,
- Erhaltung, Schutz und Verbesserung der biologischen Vielfalt,
- Erhaltung und angemessene Verbesserung der Schutzfunktionen in der Waldbewirtschaftung, insbesondere Boden und Wasser,
- Erhaltung anderer sozioökonomischer Funktionen und Bedingungen.

Die Positionierung an erster Stelle der Kriterien unterstreicht die Bedeutung der C-Speicherung, die dieser Waldfunktion zugemessen wird. Die Kriterien sind als Ziele zu bewerten, deren inhaltliche Ausgestaltung nicht näher definiert wird. Alle hängen direkt oder indirekt mit dem Thema ‚Klimawandel‘ zusammen. Ein Ergebnis des pan-Europäischen Forstprozesses ist die partizipative Entwicklung nationaler Waldprogramme (NWP). Es handelt sich nicht um operationale, fachpolitische Programme, sondern um einen Dialog, der als Grundkonsens der Gesellschaft zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung betrachtet werden kann, Maßnahmen fordert und Handlungsbedarf aufzeigt. „Die Kommunikationsfunktion des NWP war für eine Mehrheit der Beteiligten offensichtlich ein wesentlicher Teilnahmegrund, wesentlicher noch als die Hoffnung auf konkrete inhaltliche Einigungen (ELSASSER 2007:103).“ Die inhaltliche Bedeutung wird wegen der Unübersichtlichkeit und Inkohärenz der Ergebnisse skeptisch beurteilt (WINKEL 2007). Ziel ist die Weiterentwicklung eines sorgsamem Umgangs mit Waldökosystemen unter Berücksichtigung aller relevanten Interessen. Daher wurden 1999 vom damals zuständigen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF) alle interessierten Organisationen, Gewerkschaften und Verbände aus den Bereichen Land-, Forst- und Holzwirtschaft, Jagd, Umwelt und Entwicklung, Naturschutz, Forschung sowie Handel und Industrie eingeladen, an seiner Erarbeitung teilzunehmen (ELSASSER 2007). „Für das BMELF ist das NFP eine Grundlage für sein künftiges forstpolitisches Handeln. Es ist zugleich Handlungsempfehlung an alle anderen Akteure (BMELV 2000).“

Während sich im Schlussdokument der 1. Phase ein Kapitel des damals noch als nationales Forstprogramms (NFP) bezeichneten Prozesses der Rolle des Waldes im globalen C-Haushalt widmet und Forderungen mit entsprechend abgeleitetem Handlungsbedarf formuliert, ist es im NWP der 2. Phase nicht mehr zu finden (BMELV 2000, BMVEL 2003). In diesem Dokument wird die Erhaltung der Waldflächen gefordert, und dass waldbauliche Maßnahmen zur Sicherung und Erhöhung der C-Speicherung beitragen sollen. Das soll durch Umsetzung und Förderung einer naturnahen Waldbewirtschaftung auf möglichst großer Fläche durch bodenschonende Arbeitsverfahren sowie durch die Integration der C-Bindung in das Zielsystem der Forstwirtschaft geschehen. Die Waldfläche soll durch verbesserte Förderung und vereinfachte Genehmigungsverfahren vergrößert und eine Berücksichtigung dieses Ziels in der Raumordnung erreicht werden (BMELV 2000). Besondere Bedeutung kommt der Erhaltung der Vitalität und Anpassungsfähigkeit zu. Die Reduktion von Stickstoffeinträgen und der Aufbau naturnaher, möglichst artenreicher Mischbestände sollen zur Risikominderung beitragen, denn die Erhaltung der Artenvielfalt ist Voraussetzung für eine Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen. Ein weiteres wichtiges Ziel stellt die vermehrte Verwertung von Holz als

Rohstoff und Energieträger dar. Neben einer gesteigerten Holzverwendung sollen Forschung und Entwicklung gefördert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit von Holzprodukten zu verbessern. Ihre ökologischen Vorzüge sollen bei der Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere bei der energetischen Nutzung von Holz und im Abfallrecht, stärker berücksichtigt werden. Dringender Handlungsbedarf wird auch in den Punkten Forschung und Monitoring gesehen.

Im Oktober 2000 wurde das nationale Klimaschutzprogramm der Bundesrepublik verabschiedet. Der Arbeitskreis ‚Land- und Forstwirtschaft‘ hatte den Auftrag, Beiträge der Land- und Forstwirtschaft zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung zu identifizieren und zu prüfen. Sein Bericht ist Bestandteil des nationalen Klimaschutzprogramms (BMU 2000). Die Rolle der Forstwirtschaft wird dort folgendermaßen beschrieben: Einleitend wird auf ihr ‚vitales Interesse‘ an der Verhinderung einer Klimaänderung hingewiesen, da Pflanzengemeinschaften nur begrenzt in der Lage sind, sich an schnelle Veränderungen der durchschnittlichen Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie vermehrt auftretende Witterungsextreme wie Dürreperioden oder stärkere Stürme anzupassen. Laut dem Bericht werden jährlich über 30 Mio. t CO₂ in der Biomasse des Waldes gebunden, weil der Zuwachs die Summe der Nutzungen übersteigt. Das entspricht einem Anteil von etwa 4% der gesamten CO₂-Emissionen Deutschlands. Eine Vergrößerung des in Holzprodukten gebundenen C könnte langfristig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Der Bericht fordert eine bessere Integration des Problems der Klimaänderung in die Agrar- und Forstpolitik. Potentielle Auswirkungen von Maßnahmen auf die Klimaänderung sollen geprüft und berücksichtigt werden, unter anderem eine stärkere Einbeziehung der C-Bindung in das Zielsystem der Forstwirtschaft (BMU 2000).

Ein wesentliches Potential wird in der Verminderung der CO₂-Emissionen durch Bereitstellung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen für den Energiesektor und in einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Energieträger gegenüber fossilen Rohstoffen gesehen. Land- und Forstwirtschaft sollten Böden und Wälder so bewirtschaften, dass dort vermehrt CO₂ gespeichert und der Atmosphäre für längere Zeit entzogen wird. Dennoch kommt der Bericht zu folgender Schlussfolgerung: „Bei der Anrechnung von CO₂-Senken im Rahmen internationaler und europäischer Verpflichtungen zur Minderung der THG-Emissionen ist allerdings, wie der Umweltrat in seinen Schlussfolgerungen zur Gemeinschaftsstrategie im Bereich der Klimaänderung vom 23.06.2000 feststellt, „große Zurückhaltung geboten, weil Methoden und Umfang der Anrechnung, die Ermittlung und Belastbarkeit der Daten und die Überwachung bisher nicht hinreichend geklärt sind. Außerdem könnte eine solche Anrechnung bestimmten Ländern einen Vorteil verschaffen, die wesentlich mehr Wald- bzw. landwirtschaftlich genutzte Flächen haben als etwa Deutschland (BMU 2000).“ Aus diesen Gründen sollte eine Anrechnung der Senken in der ersten VP unterbleiben.

Das europäische Klimaschutzprogramm (ECCP) wurde ein Jahr später im Juni 2001 verabschiedet. Eine seiner Hauptschlussfolgerungen ist, dass jeder Sektor seinen Beitrag zum Klimaschutz leisten soll und Maßnahmen getroffen werden sollten, die neben einem Beitrag zum Klimaschutz zusätzlichen Nutzen generieren, um die Gesamtkosten der europäischen

Klimapolitik zu senken (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001). Die Bedeutung von Forst- und Holzwirtschaft ist im europäischen Klimaschutzprogramm zwar dargestellt, ihre Leistungen und Möglichkeiten aber nicht in die Strategie zur Bekämpfung eines Klimawandels integriert (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2002). Diese Position entspricht der Argumentation in den internationalen Klimaverhandlungen. Die Arbeitsgruppe des ECCP zu forstlichen Senken kommt zu folgenden Feststellungen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003):

- Die Erhaltung und Vergrößerung der in Wäldern gespeicherten C-Vorräte durch nachhaltige Forstwirtschaft ist eine Voraussetzung für die langfristige Steigerung der Material- und Substitutionseffekte.
- Holzprodukte sind ein physischer Speicher für C, der energieaufwändigere Materialien ersetzen kann.
- Eine Hierarchie sollte beachtet werden, welche die C-Speicherung bei der Nutzung von Holz als Produkt, Nebenprodukt oder Abfall ohne Marktverzerrungen berücksichtigt.

Die EU vertritt die Position, dass eine Integration von Holzprodukten im Rahmen der Senkenberichterstattung weiter diskutiert werden sollte. Sie sollte konsistent mit den bestehenden LULUCF-Entscheidungen sein und die im KP vereinbarten Reduktionsverpflichtungen nicht abschwächen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003). Im Jahr 2005 wurde das zweite ECCP verabschiedet. Darin wird das Senkenpotential der 15 alten EU-Mitgliedsstaaten bis 2010 mit 33 Mio. t CO₂-Äquivalenten angegeben. Dort wird auch darauf verwiesen, dass ein nicht näher quantifizierter Teil der landwirtschaftlichen Förderung für die Verbesserung von Waldbewirtschaftung verwendet wird.

6.4 Die Positionen von Gegnern und Befürwortern einer Einbeziehung von Senken in die deutsche Klimapolitik

Seit der Verabschiedung des KP 1997 wurde auch in Deutschland ein Diskurs zwischen Senkenbefürwortern und Senkengegnern geführt, ohne dass eine erkennbare Annäherung zwischen den Positionen stattgefunden hat. MICHAELOWA ET AL. (2001) bewerten den Diskurs folgendermaßen: „Insgesamt lässt sich konstatieren, dass die Gegner der Einbeziehung von Senken in Deutschland die Debatte beherrschen; die Institutionen der Forstwissenschaft zeichnen sich insgesamt durch erstaunlich geringes Engagement aus.“

Die Bundesregierung hat im internationalen Klimaprozess sowohl die Einbeziehung von Waldprojekten in den CDM, als auch die Anrechnung von Aktivitäten unter Art. 3.4 abgelehnt (MICHAELOWA ET AL. 2001). Grundsätzlich wurde eine Berücksichtigung der Biosphäre befürwortet; die im KP beschlossenen Modalitäten für eine Anrechnung auf die vereinbarten Emissionsreduktionsziele wurden jedoch kategorisch abgelehnt (SCHULZE 2001). Da in Kyoto nur der Rahmen für einen Einbezug von LULUCF verankert wurde, galt es daher im Ausgestaltungsprozess dieser Regelungen möglichst wenige Senken anrechenbar zu machen. Bis Ende 2006 musste Deutschland an das Sekretariat der UNFCCC verbindlich melden, ob es

in der ersten VP von 2008 bis 2012 Art. 3.4 KP anwenden möchte. Die Bundesregierung hat zur großen Überraschung aller Beteiligten diese Option gewählt, was einen klaren Paradigmenwechsel in ihrer Senkenpolitik darstellt (vgl. BMU 2000). Aus dieser Entscheidung erwachsen nun eine Vielzahl an Konsequenzen und Fragen, die geklärt werden müssen:

- Ein geeignetes Monitoring-System muss installiert werden, um verifizierbar über Vorratsveränderungen gemäß der internationalen Vorgaben berichten zu können.
- Wissenschaftliche Untersuchungen, wie z.B. die Modellierung von Vorratsveränderungen unter Berücksichtigung des Nutzungsverhaltens und von Kalamitätenrisiken, müssen durchgeführt werden, wenn das Ziel einer langfristig optimalen C-Bindung in der Biosphäre in die Zielhierarchien der Forstwirtschaft integriert werden soll.
- Wie soll der aus den RMU-Zertifikaten entstehende Gegenwert verwendet werden?
- Es stellt sich außerdem die Frage, wie die Forstwirtschaft in Zukunft in die nationale Klimaschutzstrategie eingebunden werden kann, da ihre künftigen positiven oder negativen Beiträge zur Reduktion von Emissionen durch diese Entscheidung nicht mehr nur symbolischen Charakter haben.

Vor dem Hintergrund dieser Entscheidung gewinnt auch der ursprüngliche Konflikt zwischen denen, die eine Integration befürwortet und denen, die sie abgelehnt haben, neue Aktualität. Ihre Positionen und Argumente werden im Folgenden anhand einer Literaturanalyse dargestellt.

6.4.1 Position und Argumentation der Senkengegner

Im Juni 1998 hat der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) das Sondergutachten "Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz?" veröffentlicht (WBGU 1998b). In einer Pressemitteilung bewertet das Expertengremium das KP als Meilenstein für den globalen Klimaschutz, „trotz gravierender Mängel bei der Anrechnung von Quellen und Senken (WBGU 1998a).“ Im Folgenden wird die Argumentation des Gutachtens dargestellt:

- Das Anrechnungsverfahren für das langfristige Ziel der Stabilisierung der THG-Konzentrationen ist kontraproduktiv.
- Die Anrechnung von Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung auf die nationalen Reduktionsziele ist „nicht vereinbar mit dem Ziel des Klima-, Boden- und Biosphärenschutzes“, da unklare Definitionen und Probleme einen Missbrauch der Vereinbarungen ermöglichen.
- Als wichtige Voraussetzungen werden eine vollständige Bilanzierung aller terrestrischen Speicher und die kontinuierliche Fortführung dieser Bilanzen gefordert.

- Die Regelungen haben die Gesamtreduktionsverpflichtung „verwässert, da die vereinbarten prozentualen Emissionsminderungen zwar gleich, die absoluten Minderungen aber niedriger ausfallen.“
- Es bestehen große Unsicherheiten über die Kapazität der Speicher und ihre Permanenz, da sie z.B. durch geringfügige Klimaänderungen zu Quellen werden können.

Auf dieses Gutachten und die darin vertretene Argumentationslinie haben sich die Positionen der Bundesregierung und der großen Umweltorganisationen in den internationalen Verhandlungen und im nationalen Diskurs gestützt. Es stellt eine Evaluation eines extrem komplexen politischen Verhandlungsprozesses dar, dessen Ergebnis das KP war. Die Betonung auf die zu diesem Zeitpunkt extrem großen Unsicherheiten und die globale Betrachtungsweise kennzeichnen die Position. Gleichzeitig erkennt das Gutachten die Bedeutung der Biosphäre im globalen C-Kreislauf an und stellt über den Einfluss von Forstmanagementmaßnahmen fest, dass „grundsätzlich nicht zu bezweifeln ist, dass forstliche Maßnahmen wie schonende Ernteverfahren⁹⁴, Verlängerung der Umtriebszeit, Sicherung der Verjüngung⁹⁵, Schutz vor Schädlingen etc. die Senkenfunktion von Wäldern schützen (WBGU 1998b:27).“ Auch die Rolle der Holzprodukte für der C-Bilanz, insbesondere der mit langer Lebensdauer, und die Substitutionseffekte wird gewürdigt, aber durch die Aussage relativiert, dass die Nutzung des Waldes als Ersatz für fossile Brennstoffe „nur begrenzt, oder auf Kosten der Senken- und anderer Waldökosystemfunktionen möglich ist.“ (WBGU 1998b:28). In den Empfehlungen akzeptiert der WBGU, dass aufgrund der internationalen politischen Verhandlungssituation die aus seiner Sicht wünschenswerte „Streichung oder Umformulierung von Art. 3.3 und 3.4“ keine Option ist. Ähnlich hat das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) argumentiert: Aufforstung sei kein weltweites Patentrezept zum Schutz des Klimas, das Stehenlassen von Wäldern hingegen schon. Die Anrechnung von biologischen Senken sei also „aus wissenschaftlicher Sicht unsinnig und klimapolitisch ein Risiko (vgl. MICHAELOWA ET AL. 2001).“

Vertreter der Bundesregierung und der ENGO sowie den Senkenregelungen gegenüber kritisch eingestellte Wissenschaftler, haben in ihrer Argumentation immer die internationale Dimension des Senkenproblems betont (SCHULZE 2001 & 2002). Sie haben auf die mit einer Anrechnung verbundenen Risiken und die Schwierigkeiten des damit verbundenen Monitorings hingewiesen, sowie dass der Schutz großer THG-Vorräte in Primärwäldern wichtiger sein sollte als die Bewirtschaftung von Wäldern. Ebenfalls wurden Verlagerungseffekte (Permanenz, Leakage)⁹⁶ in andere Länder als Argumente gegen eine Anrechnung angeführt.

GERMANWATCH (2001), eine deutsche ENGO, beobachtet den internationalen politischen Klimaprozess und beschreibt nach COP6 II die Probleme, die mit den LULUCF-Regelungen des

⁹⁴ Z.B. Baumschutz, Bodenschutz.

⁹⁵ Durch Schutz vor Verbiss, Lawinen, Erosion, etc.

⁹⁶ Während die Permanenz-Problematik eine zeitliche Verlagerung von Emissionen beschreibt, entstehen ‚Leakage-Effekte‘ durch eine räumliche Verlagerung von Aktivitäten.

Bonn Agreements einhergehen, wie folgt: „Es kann durchaus sein, dass diese Anrechenmethoden unseriös ausgestaltet werden, so dass dem Klima nur auf dem Papier, nicht aber in Wirklichkeit gedient ist. So ist wissenschaftlich nicht gesichert, wie viel CO₂ von Wäldern (gerade auch im Erdboden) gebunden wird. Bei höheren Temperaturen können sie in vielen Regionen der Welt sogar wieder zu Nettoemissionsquellen werden. Unklar ist, wie gesichert werden kann, dass der Kohlenstoff dauerhaft in Wäldern gebunden bleibt. Was passiert bei Waldbränden? Bleiben die Anrechnungen auf dem Papier bestehen, obwohl die Wälder abgebrannt sind (GERMANWATCH 2001:3)?“ Generell wird nicht in Frage gestellt, dass der Mensch einen Einfluss auf die C-Speicherung durch die Schaffung von Senken hat: „Menschliche Aktivitäten können nicht nur den Ausstoß von THG bewirken, sondern auch das Gegenteil, wenn sogenannte CO₂-Senken geschaffen werden (GERMANWATCH 2002:4).“ Durch die Gegenrechenbarkeit von Waldaktivitäten gegen Emissionsminderungen wird kein zusätzlicher Nutzen für das Klima erbracht, was durch Unsicherheiten und „unseriöse Anrechnungsmethoden“ zusätzlich verschärft wird.

Auch der Bericht des ‚Forums Umwelt und Entwicklung‘ mit dem Titel „Paradepferd mit bleiern Füßen – Internationaler Klimaschutz und die Umsetzung in Deutschland“ stellt im übertitelten Kapitel ‚Don’t sink the Kyoto Protokoll‘⁹⁷ fest, „dass es in erster Linie darum ging, keine Gleichstellung von tatsächlich eingesparten Emissionen mit in Pflanzen oder Boden gebundenem CO₂ vorzunehmen (BROUNS & TREBER 2002:9).“ Als problematisch, aber nur als eine Frage der Zeit, sehen die Autoren, dass es „nur äußerst unzureichende oder aber sehr kostspielige Methoden“ gibt, um die C-Bindung zu quantifizieren. Weiter wird die Nicht-Permanenz, z.B. durch Kalamitäten, als Grund für die ablehnende Haltung angeführt: C-Bindung durch Senken sei begrenzt, von „vorübergehendem Charakter“ und verhindere „den notwendigen strukturellen Wandel hin zur postfossilen Gesellschaft (vgl. auch Schulze 2000).

6.4.2 Position und Argumentation der Senkenbefürworter

Senkenbefürworter sind in diesem Diskurs vor allem Akteure der Forst- und Holzwirtschaft sowie Vertreter aus verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen. Sie legen den Fokus verstärkt auf die nationale Ebene und argumentieren für eine Anrechnung der Senken. Im Jahr 1999 haben auf Initiative der Münchener Fakultät für Forstwissenschaft mehr als 240 Wissenschaftler in einem Manifest an die Bundesregierung dafür plädiert, „die herausragenden Möglichkeiten, die Wald, Forst- und Holzwirtschaft national und global für den Klimaschutz bieten“ zu berücksichtigen (MICHAELOWA ET AL. 2001).

Die deutsche Forstwirtschaft sieht ihre Rolle im Klimawandel vor allem als Helfer: Sie trägt durch die Senkenleistung zu einer Abmilderung des Wandels bei und will diese Infrastrukturleistung in Wert setzen. Die nachhaltige Nutzung ist ein aktiver Beitrag der Forstwirtschaft zur Abschwächung des Klimawandels, da Holz die Speicherleistung des Waldes

⁹⁷ Ein Wortspiel, das darauf anspielt, dass die Senken das KP, bzw. seine Wirkung „versenken“.

verlängert und Substitutionseffekte generiert. Außerdem wird der Wald durch Nutzung in einem Aufbaustadium gehalten und so eine weitere Senkenleistung ermöglicht. BÖSWALD ET AL. (2000) nennen konkrete Maßnahmen, wie durch Waldbewirtschaftung und nachhaltige Holznutzung „das globale CO₂-Emissionsniveau deutlich reduziert werden kann“ – also wie die Forstwirtschaft in diesem Umweltproblem helfen kann. Zu diesen Maßnahmen gehören neben Walderhaltungsmaßnahmen, verbesserter Bewirtschaftung und Aufforstungen auch die Vergrößerung der Holzproduktspeicher und die Substitution fossiler Brennstoffe und energieaufwändig zu produzierender Materialien. Dieser Maßnahmenkatalog wurde zur Basis für die nachfolgend vorgestellte ‚Wald-Holz-Option‘, die als Positionierung der Forstwirtschaft und anderer Senkenbefürworter gewertet werden kann und konkrete Maßnahmen beschreibt, mit denen die Speicherleistung in bewirtschafteten Wäldern optimiert werden kann (BURSCHEL & WEBER 2001:83). Schon damals erkannten BÖSWALD ET AL. (2000), „dass vor allem die Forstpolitik und -wissenschaft leider nur unzureichend die Chance nutzt, auf ihre [Anmerk.: der Forstwirtschaft] Bedeutung im Rahmen der Klimakonvention hinzuweisen, wie Teilnehmer- und Rednerlisten auf internationalen politischen Konferenzen und wissenschaftlichen Kongressen zum Thema Wald und Kyoto belegen.“

Die AGDW organisierte am 19.7.2001 im Vorfeld zu COP6 II eine Demonstration von Waldbesitzern mit dem Slogan ‚Holzhaus statt Treibhaus‘ zum Tagungsgelände der Konferenz in Bonn. Mit dieser Kundgebung sollten die positiven Effekte einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung auf das Klima kommuniziert und die Forderung unterstrichen werden, dass die Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik einbezogen werden sollte. Sie hat gleichzeitig ein Manifest der Waldbesitzer zum Klimaschutz an die Bundesregierung übergeben, in dem u.a. gefordert wird (AGDW 2001:870):

- Punkt 2: Die Stärkung der Leistungsfähigkeit der Forstwirtschaft soll einen zentralen Platz in der Klima- und Umweltpolitik erhalten.
- Punkt 3: Die positiven Leistungen europäischer Wirtschaftswälder im Kyoto-Prozess sind anzuerkennen und die Methoden der Anrechnung durch die Einbeziehung der C-Speicherung in Holzprodukten zu verbessern.
- Punkt 4: Waldbesitzer sollen als Bewirtschafteter von CO₂-Senken im Handel mit CO₂-Zertifikaten berücksichtigt werden.
- Punkt 7: Holz soll als CO₂-neutralen Energieträger zur Substitution fossiler Brennstoffe flächendeckend etabliert werden.

BURSCHEL & WEBER (2001:75) bemängeln, dass der Wald-Holz-Option in der nationalen und europäischen Klimapolitik keine Bedeutung beigemessen wird und dass „sich die deutsche Forst- und Holzwirtschaft, trotz der enormen Herausforderung und Chance (...), bisher nicht mit der nötigen Ernsthaftigkeit mit dem Thema auseinandergesetzt hat und ihr daher auch nicht das politische Gewicht verschafft hat, das ihr entspräche.“ Die Autoren nehmen auch explizit zum beschriebenen Gutachten des WBGU Stellung, indem sie auf den beachtlichen Beitrag der Waldökosysteme verweisen und angesichts der Dringlichkeit des Klimawandels fordern, dass

alle technischen und biologischen Möglichkeiten zur Reduktion von THG-Emissionen genutzt werden müssen.

BURSCHEL & WEBER (2001:82) sehen den eigentlichen Gewinn für die Atmosphäre in den Energiesubstitutionseffekten, durch die Emissionen aus fossilen Brennstoffen vermieden werden, was dem Hauptziel der Klimapolitik entspricht, und fordern vehement verstärkte wissenschaftliche Anstrengungen zur Quantifizierung dieser Effekte. Daher wird die Wald-Holz-Option auch als „Brücke zwischen Klimapolitik und Wirtschaft“ bezeichnet (BEMMANN & HASENKAMP 2002). Das zentrale ‚Helferargument‘ ist, dass die Biosphäre die einzige Möglichkeit bietet, bereits emittiertes CO₂ wieder der Atmosphäre zu entziehen; alle anderen Maßnahmen zielen darauf ab, Emissionen zu reduzieren, akzeptieren aber, dass die Konzentration der Atmosphäre weiter ansteigt (BEMMANN & HASENKAMP 2002). WEGENER & ZIMMER (2001:68) bezeichnen den Wald als „Trumpfkarte für den Klimaschutz“ und stellen fest, dass „eine dauerhafte Sicherung der Senkenwirkung des Waldes erst durch die in jeder Beziehung nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und die Nutzung des Holzes erreicht wird.“ Nach HASENKAMP (2002:385) ist die Wald-Holz-Option

- kosteneffizient und äußerst rentabel,
- umweltfreundlich,
- eine an Bedeutung gewinnende klimapolitische Option,
- ein Schlüsselement in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit,
- ein effizienter Hebel, um THG-Emissionen zu kompensieren, und
- eine Geldquelle für Länder, die vernünftige Waldprojekte realisieren.

Ein Aufsatz von MÜLLER-USING (2002) mit dem Titel „Wegmarken und Unzulänglichkeiten in der CO₂-Minderungspolitik und die Rolle der Forstwirtschaft in diesem Prozess – von Kyoto bis Marrakesch“ analysiert die Verhandlungsergebnisse von Bonn und der kurz darauf folgenden Konferenz in Marrakesch. Er bewertet die im Bonn Agreement für Deutschland beschlossene Obergrenze der Anrechenbarkeit von 1,24 Mio. t C als sehr gering, „wenn man bedenkt, dass allein schon in Niedersachsen nach Berechnungen von BÖSWALD & WIERLING (1997) die Differenz zwischen jährlichem Zuwachs und jährlichem Einschlag 1 Mio. t C jährlich ausgemacht hat (MÜLLER-USING 2002: 412).“ BEMMANN & HASENKAMP (2003:484) sind der Meinung, dass „die Behauptung, die Wald-Holz-Option sei ‚Ablasshandel‘, indem sich reiche Länder aus der CO₂-Minderungspflicht freikaufen können, aufgrund der Beschlüsse von Bonn und Marrakesch nicht mehr pauschal vertreten werden kann.“ Es sei nachvollziehbar „wenn in der Forstwirtschaft hochgesteckte Erwartungen gehegt werden, dass die Senkenfunktion ihrer Wälder nunmehr auch im nationalen Rahmen nicht nur verbal gewürdigt, sondern explizit in Wert gesetzt wird (THOROE 2003).“

MICHAELOWA (2001), MÜLLER-USING (2002) und THOROE (2003) stellen übereinstimmend fest, dass Wald und Forstwirtschaft in der nationalen Klima- und Energiepolitik praktisch keine Rolle spielen. MÜLLER-USING (2002: 415) erklärt das damit, „dass nicht abgestritten werden kann,

dass die Gutschrift von Senkenwirkungen in der Tat auch Probleme in sich birgt. Einerseits ist sie schwer mess- und überprüfbar, andererseits ist sie im Gegensatz zu den definitiven Einsparwirkungen neuer Technologien von unsicherer Dauer, insbesondere wegen des Risikos von Kalamitäten wie Sturm und Feuer. Außerdem kommen Nichtförster gedanklich mit der Rolle der Nutzungen im Wirtschaftswald nicht klar, weil sie sie in erster Linie als Vernichtung akkumulierten Kohlenstoffs sehen.“

In seinen Empfehlungen zum Thema „Waldwirtschaft als Modell für nachhaltige Entwicklung: Ein neuer Schwerpunkt für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ empfiehlt der Rat der Bundesregierung den Wald auf der gesamten Fläche naturnah zu bewirtschaften, verstärkt heimisches Holz aus naturnaher Bewirtschaftung zu verwenden und bislang nicht genutzte Potentiale der Nutzung des Rohstoffs Holz auszuschöpfen (RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG 2004). Im Jahr 2005 wurde mit der „Tharandter EntschlieÙung zur künftigen Berücksichtigung der ‚Wald-Holz-Option‘ bei der Umsetzung des Kyoto Protokolls durch die Bundesregierung“ erneut ein Manifest der Senkenbefürworter verfasst (THARANDTER ENTSCHLIEÙUNG 2005). In ihm wird die neue Bundesregierung aufgefordert,

- die Leistungen der Forstwirtschaft in Deutschland für den Klimaschutz anzuerkennen,
- Voraussetzungen für die Honorierung dieser Leistungen in Deutschland zu schaffen, und
- ein Expertengremium aus Waldeigentümern, der Wissenschaft, der Politik, Naturschutzorganisationen und interessierten Unternehmen zur Vorbereitung der Entscheidungen einzusetzen.

Die erste dieser Forderungen wurde im Dezember kurz vor Ablauf der Meldefrist mit der Meldung der Anwendung von Art. 3.4 an die Europäische Kommission und an das Klimasekretariat erfüllt (DFWR 2007a). In einer Pressemitteilung des BMELV vom 22.12.2006 hat Staatssekretär Lindemann die „Gute Botschaft für die Forstwirtschaft“ verkündet: Der Beitrag der Deutschen Wälder zum Klimaschutz wird anerkannt“. Die Waldbesitzer dürfen sich laut Lindemann Hoffnung auf die Erfüllung der zweiten Forderung machen, denn „damit werden entscheidende Weichen für neue Wege der Förderung für die Forstwirtschaft gestellt. Die daraus zu erzielenden Erlöse werden wir zu einem substantiellen Teil dem Wald und den Waldbewirtschaftern in Deutschland zu Gute kommen lassen. Ich denke, dies wird für viele Waldbesitzer eine gute Nachricht sein. Wir honorieren damit ein Stück weit die Leistungen, die sie mit ihrer nachhaltigen Waldbewirtschaftung für die Gesellschaft erbringen.“ Zu dieser Entscheidung gab es bislang keine offizielle Stellungnahme der Senkengegner.

7 Untersuchungsansatz

7.1 Theoretischer Rahmen: Die Politikfeldanalyse

„In den Sozialwissenschaften besteht ein Grundkonsens darüber, dass die Beziehungen der Menschen zur Welt durch kollektiv erzeugte symbolische Sinnsysteme oder Wissensordnungen vermittelt werden (KELLER 2004).“ Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften stehen den Erfahrungswissenschaften Fakten häufig nur in Form von in ‚Sprache gefasster Realität‘ zur Verfügung. Daher streben sie nach Aussagen und Theorien, die empirische Phänomene mit ihren möglichen Ursachen in Verbindung bringen. „Soziales Handeln hat – anders als naturwissenschaftliche Phänomene – eine sinnhafte Dimension, und Handlungen sind deshalb nicht nur erklärbar, sondern auch verstehbar (HILL 2002:34).“ Die Theorie der Politikwissenschaft versucht mit relativ allgemeingültigen Aussagen die Regelmäßigkeiten politischen Entscheidens und Handelns zu beschreiben und zu erklären: „Politikwissenschaft ist der Versuch, methodisch gesicherte Erkenntnisse über das Verhalten politischer Systeme zu gewinnen (VON ALEMANN 1989).“ Man kann ihr keine bestimmte Forschungsmethode zuordnen; es herrscht vielmehr ein Methoden-Pluralismus, aus deren Fundus sich die Untersuchungen je nach Aufgabenstellung bedienen: „Im Bereich der Handlungs- und Entscheidungstheorien verschiedener sozialwissenschaftlicher und anderer Disziplinen besteht ein nahezu unübersichtlicher Pluralismus an Semantiken und theoretischen Konzepten, der es nicht nur aus wissenschaftstheoretischer Sicht schwierig macht, die einzelnen Problemfelder überhaupt zu identifizieren, sondern auch konsensual zu behandeln (DREIER 1996:78).“

Die Politikfeldanalyse als ein Bereich der Politikwissenschaft beansprucht Kompetenz sowohl in der wissenschaftlichen Analyse, als auch in der politisch-konstruktiven Beratung. Ihr Leitbild „ist eine Wissenschaft von der Politik für die Politik (SCHUBERT 2003:37 ff).“ Dabei will sie einerseits das Bestehende analysieren, und andererseits konstruktiv an den politischen Entscheidungen mitarbeiten, die die Zukunft gestalten. Insofern unterscheidet sich die Politikfeldanalyse von der Naturwissenschaft, die stets nach gesicherten Erkenntnissen strebt und deren retrospektiver Charakter auf faktisch begründeten Informationen und Daten basiert. Da soziale Probleme und Konflikte häufig einem Wandel unterliegen und sich Interessen und Ansprüche durch andere und neue Fragen verändert darstellen, liegt der Politikfeldanalyse häufig ein pragmatischerer Ansatz als anderen wissenschaftlichen Disziplinen zu Grunde. SCHUBERT (2003:41) zufolge ist hierbei das umgangssprachlich eher negativ belegte Wort ‚pragmatisch‘ als philosophische Strömung zu verstehen, "die die lebenspraktische Bedeutung des Nachdenkens, Reflektierens in den Mittelpunkt stellt und danach fragt, welchen Nutzen unterschiedliche Handlungen, Ideen, Wertungen etc. bewirken.“ Ein Merkmal dieses Pragmatismus ist, dass wesentliche Elemente und Aussagen zusammen hängen und sich häufig überschneiden, was zu mehrdimensionalen

Betrachtungen führen kann. Das Grundverständnis von Politik ist also, dass es sich um dynamische Prozesse handelt, denen konfligierende Interessen und Ziele zu Grunde liegen.⁹⁸

SCHUBERT & BANDELOW (2003) nennen als Problem für Akteure, dass sie aufgrund der Komplexität bei bestimmten Problemen dazu tendieren, für die eigenen Ziele unwichtige Faktoren zu ignorieren, was man in bestimmten Fällen als ‚rationale Ignoranz‘ bezeichnen kann. Die Politikwissenschaft versucht dies mit Hilfe von Politikfeldanalysen zu erklären, die einen starken Anwendungsbezug haben und die Akteure bei komplexen Entscheidungen unter Unsicherheit sowie der Lösung damit verbundener Konflikte unterstützen möchte. LASSWELL (1951) schreibt der Politikfeldanalyse drei programmatische Aspekte zu: Sie ist inhaltlich orientiert und multidisziplinär, problemlösungsorientiert und explizit normativ. Sie strebt nach Antworten darüber, was politische Akteure tun, warum sie es tun und was sie letztlich bewirken: „Politikfeldanalyse befasst sich mit den konkreten Inhalten, Determinanten und Wirkungen politischen Handelns (SCHUBERT & BANDELOW (2003:3).“

Die Aufgabe der Politikfeldanalyse besteht darin, Meinungen und Entscheidungen indirekt dadurch zu beeinflussen, dass durch neue Informationen die Wahrnehmung und Bewertung der Akteure verändert wird. Diejenigen, die Politikfeldanalysen durchführen, werden damit zu ‚Anwälten von Argumenten‘. FISCHER & FORESTER (1993) beschreiben diese Tätigkeit von Politikfeldanalysten so: „They scan a political environment as much as they locate facts, and they are involved with constructing values, even if they identify costs and benefits“. Produkte sind also nicht Schlussfolgerungen, „deren Wahrheit und Richtigkeit exakt bewiesen oder demonstriert werden konnte, sondern mehr oder weniger gut begründete, mehr oder weniger stark überzeugende Argumente (SARETZKI 2003:401).“ Die Ergebnisse können daher nicht als ‚richtig‘ oder ‚falsch‘ betrachtet werden, sondern ihre Bewertungskriterien werden maßgeblich vom politischen Prozess bestimmt. Diese neue Ausrichtung der Politikfeldanalyse wird als Reaktion auf ihre Anwendungsprobleme in der Praxis als ‚argumentative Wende‘ bezeichnet. SARETZKI (2003) versteht sie als eine empirisch orientierte Selbstaufklärung der Politikfeldanalyse über ihre eigene Praxis. Wissenschaftliche Politikberatung muss zunehmend komplexere Anforderungen bewältigen und „kann wegen der fortschreitenden Pluralisierung immer seltener einen grundlegenden Wertekonsens bei der Problembearbeitung unterstellen (...) (SARETZKI 2003:394).“ „Policy analysis and planning are practical processes of argumentation (FISCHER & FORESTER 1993).“ Das Bewusstsein, dass alle Wissensansprüche nur vorläufig und immer korrigierbar sind, ist heute zu einer existenziellen Bedingung der Wissensform und der Beratungspraxis geworden (GIDDENS 1993:469). Ein Risiko besteht also schon in der Auswahl der Experten, so dass selbst die Heranziehung von Expertenwissen zur Risikominimierung problematisch geworden ist. Daraus entstehen zwei zentrale Fragen: Einerseits welche Art von Wissen durch Politikfeldanalysen erzeugt wird, und andererseits, welche Rolle die Analytiker von Politikfeldern im Verhältnis zu den Akteuren spielen bzw. spielen sollten (SARETZKI 2003:392).

⁹⁸ REYNOLDS ET AL (2007:XV) haben dazu folgendes Politikverständnis: „Policy is not an authoritative choice of values, it is also a representation of a particular way of seeing and understanding the world.“

7.1.1 Wissenschaftliche Politikberatung

Wissenschaft ist seit langer Zeit ein politischer Faktor in der Gesellschaft; in der jüngeren Vergangenheit haben sich in einigen Themenfeldern die Interaktionen von Politik und Wissenschaft intensiviert. Trotzdem bleibt die Verknüpfung von substantiellem Wissen und politischen Entscheidungsprozessen eine Herausforderung (PREGERNIG 2007b). Es wurde bereits der Beratungscharakter praxisrelevanter, wissenschaftlicher Untersuchungen angesprochen, der sich auch in dem Gesamtanspruch dieser Arbeit widerspiegelt: Es sollen Lösungsansätze für Fragen und Entscheidungen in einem politischen Kontext geliefert werden, die unter Unsicherheit getroffen werden müssen, weitreichende Konsequenzen haben können und über deren Möglichkeiten erheblicher Dissens besteht. Es stellt sich die Frage, inwieweit politikberatende Wissenschaft das zu leisten vermag, da „ihre Ergebnisse selten politische Entscheidungen auf eine Art und Weise beeinflussen, dass die Forscher einen Beratungserfolg im Sinne der wissenschaftlichen Erkenntnis wahrnehmen können (KROTT & SUDA 2007:7).“

WEWER (2003) stellt fest, dass Politik gleichbedeutend mit ständigem Handeln unter Unsicherheit ist. Daher benötigt die Politik die Unterstützung der Wissenschaft, um in einer komplexer werdenden Welt adäquate Lösungen zu finden (BÖCHER 2007). „Das Problem von Politikern ist nicht, zu wenige Ratschläge zu bekommen, sondern in der Fülle an Informationen, die täglich auf sie einprasseln, die richtigen und wichtigen zu erkennen. Wichtig sind Ratschläge, die politische Flurschäden vermeiden helfen und das Überleben im Amt sichern, richtig sind Ratschläge, die aktuell oder strategisch für die politische Profilbildung verwertbar sind (WEWER 2003:363).“ Diese Rationalität unterscheidet sich von Rationalitäten der Wirtschaft oder der Wissenschaft. Daher kann auch politisch falsch sein, was sachlich richtig wäre. „Da die meisten Konflikte eher auf unterschiedliche Interessen als auf unterschiedliche kognitive Möglichkeiten verweisen dürfen, wäre auch die Hoffnung verfehlt, Sachverstand oder gar Wissenschaft könnten die Konflikte auflösen (HOFFMANN-RIEM 1988:54).“

Nach SARETZKI (2003:391) entstehen in Zusammenhang mit Politikberatung Probleme im Verhältnis zwischen Wissenschaft (Wissen) und Politik (Macht) sowie zwischen Wissen und Werten. So ist ein wesentliches Merkmal bei Entscheidungen unter Unsicherheit und dem resultierenden Bedarf nach Beratung die Ergänzung des Expertenwesens durch Gegenexperten: „Das harte Sachzwänge suggerierende Wissen wird diskursiv in ein Ideenangebot aufgelöst, aus dem die Politiker und die politisierte Öffentlichkeit sich bedienen können.⁹⁹ Das wissenschaftliche Expertenwissen selber basiert auf einer Kombination aus Skeptizismus und Universalismus (REESE-SCHÄFER 2001:36).“ Politische Konflikte werden häufig von einem Diskurs zwischen Expertisen und Gegenexpertisen geprägt (BECK 1986). Das liegt daran, dass es oft mehrere Lösungen für ein Problem gibt und die Experten sich für ihre wissenschaftliche Überzeugung einsetzen. Damit können sie ihre wissenschaftliche Neutralität verlieren und werden zu Vertretern ihrer eigenen Interessen (WEINGART 2001).

⁹⁹ „Für jeden Experten, der A sagt, gibt es Experten, die mit dem gleichen Anspruch an ihre professionelle Autorität als Experten B sagen können.“ (eigene Übersetzung von PARSONS 1995:158).

Man unterscheidet drei klassische Modelle von Politikberatung. Sie haben ihre Wurzeln in einer Arbeit des Philosophen und Soziologen HABERMAS (1968), der zwischen einem dezisionistischen, einem technokratischen und einem pragmatischen Beratungsmodell unterscheidet. Im dezisionistischen Modell nach WEBER (1988) gibt es eine strikte Trennung zwischen dem Sachverständigen und dem Politiker, der alleine entscheidet, inwieweit wissenschaftliche Erkenntnisse in seine Entscheidungen einfließen. Diese sind somit nicht rational begründbar und Ergebnis konkurrierender Werteordnungen und Glaubensmächte. „Der Experte ist abhängig vom Politiker, der sich dem Expertenwissen zwar bemächtigen kann, Entscheidungen immer nach seinen Wertvorstellungen trifft (BÖCHER 2007:17).“ Dieses Modell unterstellt, dass die Wissenschaft eine optimale Lösung für ein komplexes Problem präsentieren kann; in der Realität gibt es aber häufig verschiedene, konstruierte Lösungen, die stark von den Interessen und dem Betrachtungswinkel abhängen. Im technokratischen Beratungsmodell hingegen wird der Politiker „zum Vollzugsorgan einer wissenschaftlichen Intelligenz, die unter konkreten Umständen den Sachzwang der verfügbaren Techniken und Hilfsquellen sowie der optimalen Strategien und Steuerungsvorschriften entwickelt (WEWER 2003: 365).“ Die Abhängigkeit der Politik vom Expertenwissen führt zu einer Vermischung von Wissenschaft und Politik.

Das dezisionistische und das technokratische Modell zeigen ein Legitimationsdilemma zwischen Politik und Wissenschaft auf. Beide sind nicht geeignet, um das komplexe Verhältnis zwischen Politik und Wissenschaft zu beschreiben. Dennoch können sie, trotz ihrer unzureichenden Übertragbarkeit auf die Realität, dabei helfen, ein Verständnis für die Beziehung zwischen Wissenschaft und politischen Entscheidern zu entwickeln. HABERMAS (1968) selbst vertritt eine pragmatische Auffassung, in der Politikberatung durch eine wechselseitige Beziehung zwischen Sachverständigem und Politiker gekennzeichnet ist, die durch Lernprozesse geprägt wird: Weder ist der Wissenschaftler gegenüber den Politikern souverän geworden, die nach dem technokratischen Modell faktisch nur noch Sachzwängen unterworfen sind, noch behalten diese, wie im dezisionistischen Modell angenommen, „ein Reservat außerhalb der zwingend rationalisierten Bereiche der Praxis, in dem praktische Fragen nach wie vor durch Willensakt entschieden werden müssten (WEWER 2003:364).“

Aus Sicht der Public-Choice-Theorie, einer Erweiterung der Rational-Choice-Theorie für die Umweltpolitik, kann Politikberatung auch dazu dienen, die Interessen der Akteure zu verwirklichen; diese Sichtweise widerspricht dem Ideal ‚optimaler sachrationaler Lösungen‘ der vorgestellten Ansätze, da Wissen von Interessengruppen selektiv verwendet wird: Sie nutzen „das Wissen, das ihren Interessen am nächsten kommt und übergehen konkurrierende Meinungen (BÖCHER 2007:23).“ Nach LANDFRIED (1986:110) gibt es verschiedene Funktionen, die durch Politikberatung erfüllt werden können (WEWER 2003:385, PREGERNIG 2007:64 ff):

- Die Problemlösungs- oder Prognosefunktion, durch die Probleme rechtzeitig erkannt und, unabhängig von aktuellen Streitfragen, Lösungen gefunden werden sollen. Die Wissenschaft sollte dabei das Defizit der Politik kompensieren und langfristig denken, was sie häufig wegen interessenspolitischer Zwänge nicht kann.

- Die Unterstützungs- oder Autoritätsfunktion, durch die politische Entscheidungen oder Positionen fundiert werden sollen. Obwohl der Wissenschaft häufig mangelnder Praxisbezug vorgeworfen wird, kann (und will) Politikberatung Handlungsspielräume und Konsequenzen von verschiedenen Möglichkeiten aufzeigen und somit Entscheidungen unterstützen.
- Die Argumentationsfunktion, durch die Politiker einen taktisch nutzbaren Informationsvorsprung bekommen, indem sie Politikberatung als Lieferung von aufbereiteten Informationen und Argumentationen nutzen.
- Die Feigenblattfunktion, durch die mit wissenschaftlichen Argumenten anders motivierte Entscheidungen und Maßnahmen begründet werden können.
- Die Verschiebungs- oder Befreiungsfunktion, bei der wissenschaftliche Argumente helfen sollen, in bestimmten Entscheidungen Zeit zu gewinnen.
- Die Konfliktschlichtungs- oder Schiedsrichterfunktion, in der beratende Wissenschaft beitragen soll, politisch kontroverse Fragen und Konflikte zu versachlichen. Ein sachlicher Charakter des Konfliktes ist Voraussetzung dafür, dass Expertise eine schlichtende Funktion in der Auseinandersetzung über ‚Fakten‘ einnehmen kann.
- Die Evaluierungs- oder Kontrollfunktion, durch die für bestimmte Maßnahmen eine Kontrolle etabliert wird.
- Die Prestigefunktion, durch die sich Instanzen mit renommierten Wissenschaftlern und deren Expertisen schmücken.

Die Public-Choice-Theorie kann nicht alle Aspekte der häufig sehr dynamischen Politikprozesse abbilden; sie kann aber hilfreich sein, um die tatsächlichen Funktionen wissenschaftlicher Expertise zu beleuchten (BÖCHER 2007:25). Diese Arbeit kann mehrere der genannten Funktionen erfüllen: In erster Linie soll sie dazu beitragen, den Konflikt um die Einbindung der Senken zu auflösen. Sie erfüllt darüber hinaus vor allem im technischen Teil Problemlösungs- und Prognosefunktionen, mit der sich auch bestimmte politische Positionen begründen lassen. Auch wenn diese Problemlösungen nicht 1:1 von der Praxis umgesetzt werden, so bieten sich vielfältige Möglichkeiten, erfolgreich Ideen einzubringen und zu beraten. Dadurch hinterlässt Forschung Spuren, welche die Politikfelder verändert (KROTT & SUDA 2007). Der tatsächliche Einfluss wissenschaftlicher Politikberatung wird dabei jedoch nicht nur durch die Qualität der wissenschaftlichen Expertise, sondern auch durch die Spielregeln, Akteure, Institutionen und den Verlauf politischer Prozesse bestimmt (BÖCHER 2007).

7.1.2 Die Diskursanalyse

Ein relativ junger Ansatz in der Politikwissenschaft, der sich neben den klassischen politisch-ökonomischen Ansätzen und lerntheoretischen Ansätzen der Politikfeldanalyse durchgesetzt hat, versucht Politikfelder anhand der geführten politischen Diskurse zu erklären. Diese sind ein wesentliches Element von Politik, weil Sprache die Realität nicht neutral abbildet, sondern

immer auch formt (MEMMLER & WINKEL 2007). Die ‚Diskursanalyse‘ ist ein Sammelbegriff für die wissenschaftliche Analyse von Diskursphänomenen, für die eine Vielzahl verschiedener qualitativer Forschungsansätze zur Verfügung steht, die den Diskursbegriff in unterschiedlicher Weise interpretieren. Dieser Arbeit liegt die Definition von KELLER (2004:64) zugrunde, der einen Diskurs folgendermaßen definiert:

Ein Diskurs ist eine nach unterschiedlichen Kriterien abgrenzbare Aussagepraxis bzw. Gesamtheit von Aussageereignissen, die im Hinblick auf institutionell stabilisierte gemeinsame Strukturmuster, Praktiken, Regeln und Ressourcen der Bedeutungserzeugung untersucht werden.

Es herrschen unterschiedliche Auffassungen darüber, was analysiert werden kann, d.h. ob man sich auf sprachwissenschaftliche Phänomene beschränkt oder ob auch Inhalte von Diskursen betrachtet werden können: Linguistisch orientierte Diskursanalysen fokussieren auf das ‚wie‘ der Kommunikation, während im Feld der soziologischen Forschung gesellschaftlich institutionalisierte Diskursfelder im Mittelpunkt des Interesses stehen, also die Klärung der Fragen, wie Themen in Diskursen entstehen und welchen Einflüssen sie unterliegen. KELLER (2004a:26ff) nennt verschiedene inhaltliche Strömungen:

- ‚Kritische Diskursanalysen‘ verknüpfen linguistische Eigenschaften von Diskursen mit gesellschaftskritischen und allgemeinen sozialwissenschaftlichen Fragestellungen (vgl. JÄGER 2001).
- ‚Kulturalistische Diskursforschung‘ ist ein „mehr oder weniger unglücklicher Sammelbegriff für unterschiedliche Beschäftigungen mit der gesellschaftlichen Bedeutung symbolischer Ordnungen (KELLER 2004:34).“
- ‚Wissenssoziologische Diskursanalysen‘ untersuchen, wie Akteure argumentieren und Prozesse der sozialen Konstruktion, Kommunikation und Legitimation von Deutungs- und Handlungsstrukturen gestalten. Diese werden dann rekonstruiert, um die gesellschaftliche Wirkung zu analysieren (KELLER 2004:57).
- ‚Narrative‘ (VIEHÖVER 2004) und ‚argumentative‘ Diskursanalysen (HAJER 2004) fokussieren auf die strukturierenden Momente von Aussagen und Diskurse, durch die verschiedene Deutungsmuster, Klassifikationen und Dimensionen der Phänomenstruktur zueinander in spezifischer Weise in Beziehung gesetzt werden (KELLER 2007).

Der geistige Ursprung der Diskursanalyse liegt in den Arbeiten von Foucault. Ihm zufolge „fügen sich Macht und Wissen im Diskurs ineinander (FOUCAULT 1999:122).“ Die Diskursanalyse hat sich im angelsächsischen Raum entwickelt und entspricht weitgehend einer Kommunikationsanalyse. Der deutsche Sozialphilosoph J. HABERMAS (1981) hat mit seiner ‚Diskursethik‘ einen Meilenstein in der Diskursforschung gesetzt, als er die Theorie kommunikativen Handelns begründet hat, in der ‚herrschaftsfreie Diskurse‘ eine wichtige Rolle spielen. Diskursforschung beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen Sprache und der Reproduktion von „Sinnsystemen/Wissensordnungen, den darin eingebundenen sozialen Akteuren, den diesen Prozessen zu Grunde liegenden Regeln und Ressourcen sowie ihren Folgen in sozialen Kollektiven (KELLER 2004).“

Diskurse können als Gruppierungen von Aussagen definiert werden, die teilweise sehr flexibel sind und auch Widersprüche enthalten können. Sie sind nach FOUCAULT (1999:123) „taktische Elemente oder Blöcke im Feld der Kraftverhältnisse“ und damit gleichzeitig Machtinstrument und -effekt (OELS 2003). Die objektive Begründung für die Existenz von Problemen und Konflikten spielt bestenfalls eine untergeordnete Rolle. Konflikte entwickeln sich vielmehr so, wie die Akteure politische Prozesse mit ihren Diskursen gestalten. Sprache ist dabei das Medium, mit dem die Wirklichkeit konstruiert wird (HAJER 2004:273). Daher ist ihr Gebrauch „im politischen Leben oder im politischen Diskurs ein wichtiger Gegenstand politischer Analyse (KELLER ET AL. 2001:9).“ Argumentationslinien sollen mehrdeutigen sozialen Phänomenen Bedeutung zuschreiben. Es geht nicht darum, ob die verwendeten Argumentationslinien ‚richtig‘ sind, sondern um die Konstruktion von Problemen an sich. „Das bedeutet nicht, dass keine Probleme und Konflikte existieren, sondern dass sie im Diskurs für die jeweiligen Akteure wesentliche Aspekte unterstreichen, während andere unterschlagen werden (HAJER 2004:278, VON PRITTWITZ 1996).“ Diskursforschung ist nach KELLER (2004:61) „durch ein unhintergebares Reflexivitätsverhältnis gekennzeichnet, über das sie sich im Klaren sein sollte: Sie produziert nicht Wahrheit, sondern Aussageereignisse, die selbst Teil eines Diskurses sind.“

Aufgabe der Diskursanalyse ist eine Rekonstruktion der Komplexität und Widersprüchlichkeit von verwendeten diskursiven Elementen. „Die angewandte Diskursforschung zielt darauf ab, strukturelle Probleme der Kommunikation zu rekonstruieren und die Handlungsformen zu beschreiben, die den Beteiligten als verfestigte Lösungen für diese Probleme zur Verfügung stehen (BECKER-MROTZEK & MEIER 2002:21).“ Die Diskursanalyse kann nicht als spezifische Methode verstanden werden sondern ist vielmehr eine Forschungsperspektive auf besondere, als Diskurse begriffene Forschungsgegenstände (KELLER 2004:7). Nach KELLER (2004) treffen vier Merkmale auf alle Ausprägungen der Diskursanalyse zu:

- Forschungsgegenstand ist der tatsächliche Gebrauch von geschriebener und gesprochener Sprache.
- Der Bedeutungsgehalt von Phänomenen wird als sozial konstruiert betrachtet.
- Es gilt die Annahme, dass sich Interpretationsangebote als Teil einer umfassenden Diskursstruktur verstehen lassen, die von ihren spezifischen institutionell-organisatorischen Kontexten geprägt werden.
- Außerdem wird angenommen, dass Regeln des Deutens und Handelns rekonstruierbar sind.

Das Forschungsinteresse entscheidet letztendlich, welche Form der Diskursanalyse geeignet ist. „Auch wenn es keinen Königsweg der Diskursanalyse gibt, so müssen die getroffenen Entscheidungen doch begründet und erläutert werden (KELLER 2004:76).“ Für diese Arbeit erschien eine argumentative Diskursanalyse am besten geeignet zu sein, weil diese nicht mehr von objektiv wahrgenommenen Problemen ausgeht, sondern davon, dass Diskurse als soziale Konstrukte entstehen. Sie fokussiert zudem mehr auf inhaltliche Aspekte als auf rein sprachliche Merkmale des Diskurses. Der Diskurs ist ein „Ensemble von Ideen, Konzepten und

Kategorien, durch die ein benennbares Set von Praktiken hervorgebracht wird (HAJER 2004: 275).“ Der Diskurs um die Einbindung von Senken in die Klimapolitik weist die traditionellen Züge von Umweltpolitik auf, innerhalb derer die Akteure spezifische Ideen und Vorstellungen über die optimale Klimaschutzstrategie haben.

Im Kontext der Erklärungsdefizite bestehender Ansätze der Politikfeldanalyse ist die sogenannte ‚argumentative Wende‘ entstanden. Dieser Ansatz der Politikfeldanalyse geht auf die soziologisch ausgerichtete Diskursforschung zurück. „Wesentliches Merkmal dieses Verständnisses von Politik ist, dass behandelte Probleme ebenso wie dabei verwendete Lösungslogiken nicht gleichsam ‚real‘ bzw. ‚extern‘ vorgegeben sind, sondern vielmehr das Ergebnis politische Realitäten konstituierender Diskurse sind (WINKEL & MEMMLER 2007).“ Das ist zum einen auf den veränderten Status der Wissenschaft zurückzuführen, die bei komplexen Problemen häufig nicht mehr als Quelle objektiven und sicheren Wissens betrachtet wird; zum anderen kann die Politik „immer seltener einen grundlegenden Wertekonsens bei der Problembearbeitung unterstellen (...) (SARETZKI 2003:394).“ Die Beziehung zwischen „Wissen und Entscheiden ist sehr komplex und wirft Fragen danach auf, wie Probleme gestellt werden, welche Wissensgrundlagen für ihre Lösung herangezogen werden, welchen Grad an Zustimmungsfähigkeit dieses Wissen hat, welchen Interpretationsspielraum dieses Wissen erlaubt, wie viele Antworten auf das gestellte Problem es zulässt und in welcher Beziehung das Wissen zu gesellschaftlichen Werten und politischen Interessen, das heißt zu dem jeweiligen Bedeutungskontext, steht (WEINGART 2001:144).“

Die argumentative Diskursanalyse geht über die ansonsten stark auf sprachliche Elemente ausgerichtete Kommunikationsforschung hinaus. Es wird auf Basis des Konstruktivismus angenommen, dass der zu untersuchende Gegenstand Regeln und Regelmäßigkeiten in Diskursen unterliegt. Ziel ist es, Zusammenhänge zwischen sprachlichem Handeln und vorherrschenden gesellschaftlichen Strukturen darzustellen, Realitäten zu konstruieren und Veränderungen zu berücksichtigen. Zentraler Bestandteil des Forschungsinteresses ist das Auftreten bestimmter Aussagen und Strukturen in den Argumentationslinien, den ‚*story lines*‘. Sie sind der gemeinsame Nenner von ähnlichen Diskurspositionen, die die politische Einstellung einer Person oder Organisation beschreiben (JÄGER 2004), oder einfacher ausgedrückt: Probleme werden anhand von Argumentationslinien konstruiert und so auf die politische Agenda gebracht.

Die im Diskurs verwendeten Argumentationslinien werden dabei häufig durch eine Vielzahl sprachlicher und sozialer Strategien unterstützt, welche die Argumentation für die Diskursteilnehmer verständlich und glaubhaft machen sollen. MEMMLER & WINKEL (2007) geben einen Überblick über eine Auswahl diskursiver Strategien. Sie stellen als sprachliche Merkmale die Nutzung von Metaphern, die Hierarchisierung von bestimmten Diskursaspekten, die Dramatisierung in speziellen Ausdrucksweisen, das sogenannte ‚*black boxing*¹⁰⁰, die Positionierung und die wechselseitige Funktionalisierung heraus. Diskurse helfen den Akteuren,

¹⁰⁰ Sachverhalte, die keiner weiteren Klärung bedürfen.

die ihnen wichtigen Aspekte und Argumente herauszustellen. Dabei kann man häufig beobachten, dass andere Sichtweisen und Situationsaspekte unterschlagen werden.

Häufig bilden sich Diskurskoalitionen zwischen einzelnen Akteuren mit identischen oder zumindest ähnlichen Überzeugungen und Interessen. Dies äußert sich in Gemeinsamkeiten zwischen den Argumentationslinien, die auch Elemente verschiedener Diskurse zusammenfassen, um die Komplexität des Problems aufzulösen. Keller (2004:64) definiert eine Diskurskoalition als ...

„... eine Gruppe von Akteuren, deren Aussagen demselben Diskurs zugeordnet werden können, z.B. durch Benutzung derselben Story Line; der Zusammenschluss kann, muss aber nicht bewusst oder strategisch erfolgen.“

„Anliegen politischer Akteure ist nun, über Argumentation zu einer überwiegend oder allgemein geteilten Logik der politischen Intervention beizutragen, die der eigenen Interventionslogik entspricht bzw. den eigenen politischen Zielen dienlich ist. Im Falle der Auseinandersetzungen sind also die Akteure (...) bereit, durch Konstruktionen von notwendigen Handlungsmustern ihre Interpretation anzubieten und durchzusetzen. Konkurrierenden Argumentationslinien, also ‚argumentativen Verständnisgebäuden‘, kommt hierbei eine zentrale Rolle zu (WINKEL & MEMMLER 2007).“ Diese Konstruktion von politischen Problemen und Themen ist ein wichtiger Teil des politischen Prozesses: Man kann beobachten, wie die Akteure einer Diskurskoalition versuchen, „anderen ihre Sicht der Wirklichkeit aufzuzwingen, manchmal durch Überzeugen und Debattieren, aber auch durch sprachliche Manipulation und Machtausübung (HAJER 2004:277).“ Diese Diskurse werden entsprechend wahrgenommen und bilden häufig die Grundlage für eine Meinungsbildung bei den Beobachtern und unbeteiligten Akteuren. Das Potential für einen Meinungswandel der Akteuren hängt stark von der Intensität der jeweiligen Überzeugungen ab: Bei den sog. Kernüberzeugungen¹⁰¹ ist nicht von einer Änderung auszugehen, da es sich um Grundüberzeugungen handelt, wohingegen sich sekundäre Aspekte, wie z.B. instrumentelles Handeln, spezifische Überzeugungen und Einstellungen im Laufe der Zeit durchaus verändern können (BANDELOW 2003:292). Nach HAJER (2004:281) hat der Ansatz der Diskurskoalition drei Vorteile gegenüber anderen Erklärungsmodellen:

- Strategisches Handeln wird im Kontext spezifischer Diskurse und institutioneller Praktiken in einem weiteren politischen Kontext analysiert.
- Er erklärt die Kontroversen nicht nur mit den Interessen der Akteure, sondern analysiert auch deren Konkretisierung im Kontext des Diskurses.
- Er zeigt, wie die Akteure mit verschiedenen (Argumentations-)Praktiken ihre Positionen reproduzieren und andere Sichtweisen bekämpfen, ohne dass diese dieselben Grundüberzeugungen teilen oder ihre Argumentation koordinieren.

¹⁰¹ Engl.: core beliefs.

7.1.3 Politisches Entscheiden und Einordnung des Themenkomplexes

Wie werden politische Entscheidungen unter Unsicherheit im Hinblick auf die Leitfrage der Arbeit getroffen und inwieweit sind wissenschaftliche Untersuchungen in der Lage, Konflikte zwischen Akteuren in einem konkreten komplexen Problem zu entschärfen? Diese Auflösung ist eine wesentliche Voraussetzung, um zu Entscheidungen mit einem hohen Maß an Legitimation zu gelangen. Im Fall des untersuchten Themenkomplexes geht es konkret darum, wie Wald und Forstwirtschaft in die nationale Strategie zum Klimaschutz eingebunden werden können, da diesbezüglich auch in der Wissenschaft höchst konträre Auffassungen vertreten werden. Im Folgenden hält sich der Autor an die Struktur und Gedankenstränge eines Buchbeitrages von EBERLEIN & GRANDE (2003), weil sich dieser sehr gut eignet, um Aspekte aus dem Diskurs ‚Wald und Forstwirtschaft in der nationalen Klimapolitik in die Theorie zu politischem Handeln einzuordnen. Obwohl eine Integration von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik vielfach gefordert wurde, konnte diese Forderung bislang nicht operationalisiert werden.

Kernelement politischen Handelns sind Entscheidungen, die in demokratischen Systemen entweder hierarchisch, per Mehrheit oder im Konsens getroffen werden. Die Rationalität hierarchischer Entscheidungen ist häufig in Frage zu stellen, da vor allem bei komplexen Problemen nicht der Zugang zu den notwendigen Informationen gewährleistet werden kann. Es „kann davon ausgegangen werden, dass die Leistungsfähigkeit von hierarchischen Anordnungen als Modus der Entscheidungsfindung und Konfliktregelung in modernen Demokratien begrenzt ist (EBERLEIN & GRANDE 2003:177).“ Mehrheitsentscheidungen werden als praktikabel angesehen und weisen eine signifikante Legitimation auf. Sie gelten aber im Zusammenhang mit sachlich komplexen und risikobehafteten Entscheidungen als besonders problematisch. Daher erscheinen diese beiden Formen politischen Entscheidens als wenig geeignet, um eine integrative Klimaschutzstrategie zu entwickeln, die den vielfältigen Ansprüchen an den Wald gerecht wird.

Besonders große Legitimation haben Entscheidungen, wenn sie im Konsens getroffen werden. Da von ihnen eine integrative und befriedende Wirkung ausgeht, wird dieses Entscheidungsverfahren häufig dann verwendet, wenn der zu treffenden Entscheidung heftige politische Konflikte zu Grunde liegen (EBERLEIN & GRANDE 2003:186). Ihre Leistungsfähigkeit hängt nach EBERLEIN & GRANDE (2003:188) von verschiedenen Bedingungen ab. Nachfolgend werden diejenigen dargestellt und kurz erörtert, die für den in dieser Arbeit untersuchten Konflikt relevant sind:

1. Der Typus der Verhandlung,
2. die Konfliktstrukturen,
3. die Interessenskonstellationen,
4. die Handlungsorientierungen der Akteure,
5. die Verhandlungsstrategien der Akteure und
6. die Machtverteilung in Verhandlungssystemen.

Ad 1.) SCHARPF (2000:212 ff) unterscheidet vier Verhandlungstypen mit wachsender Notwendigkeit, individuelles mit kollektivem Handeln zu vereinbaren: Spotverträge (A), distributives Bargaining (B), Problemlösen (C) und positive Koordination (D). Die Integration von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Strategie zum Klimaschutz bewegt sich im Augenblick zwischen den Kategorien (B) und (C), da die Diskussion hauptsächlich auf die Entgeltung von Beiträgen zum Klimaschutz abzielt. Unter der Annahme, dass der Klimawandel mit der antizipierten Geschwindigkeit und Intensität statt findet, wird sich die politische Diskussion wahrscheinlich in Richtung (C) und (D) verlagern.

Ad. 2.) Es können verschiedene Konfliktdimensionen unterschieden werden (EBERLEIN & GRANDE 2003:190). Während materielle Konflikte meistens Verteilungskonflikte sind, werden ideologische Konflikte von gegensätzlichen politischen Grundüberzeugungen geprägt. Der international in den Verhandlungen geführte und sicher häufig interessen geleitete Diskurs lässt vermuten, dass beide Konfliktdimensionen auftreten und diese entsprechend den Interessen des jeweiligen Akteurs variieren. Das legt die Vermutung nahe, dass der Konflikt auf verschiedenen Ebenen ausgetragen werden könnte.

Ad. 3.) Auch die Interessenskonstellationen haben großen Einfluss: Stark divergierende Interessen verhindern Konsensentscheidungen. Das ist vor allem dann von Bedeutung, wenn wie im vorliegenden Themenkomplex sowohl materielle als auch ideologische Charakteristika einen Konflikt bestimmen und die Grenzen nicht klar trennbar sind.

Ad. 4.) Die Handlungsorientierungen der Akteure spielen eine wichtige Rolle. Sie müssen pragmatisch und kooperationsbereit eingestellt sein, da es sonst gar nicht zu einem ernst zu nehmenden Austausch und ‚Verhandlungen‘ kommt. Die verhandelnden Akteure können egozentrische, kompetitive oder kooperative Verhandlungszüge aufweisen. Der Diskussionsverlauf um ein neues NWP, der im Ausstieg der ENGO aus der Diskussionsrunde gipfelte, hat gezeigt, dass eine kooperative Einstellung keineswegs selbstverständlich ist. Daher ist anzunehmen, dass auch in diesem Themenkomplex den Handlungsorientierungen der Akteure eine zentrale Rolle beizumessen ist.

Ad. 5.) In der Literatur gibt es verschiedene Ansätze, die versuchen, die Verhandlungsstrategien der Akteure zu beschreiben und zu differenzieren. Die Natur des Themenkomplexes legt nahe, dass es teilweise um ‚*bargaining*‘ geht, also um eine Nutzenmaximierung auf Basis von Gewinnkalkülen. Eine zweite Verhandlungsstrategie ist problemorientiert. Sie basiert auf einer Trennung von Konflikte fördernden Verteilungsfragen von einer gemeinsamen Problemlösung. Es scheint daher, als sei vor allem ein problemlösungsorientierter Ansatz erfolgsversprechend (EBERLEIN & GRANDE 2003:193). HABERMAS (1981) hat eine weitere Verhandlungsstrategie in seiner Theorie zu kommunikativen Handeln beschrieben, die er als ‚*arguing*‘ bezeichnet; sie unterstellt, dass die Akteure bereit sind, ihre persönliche „Sichtweise über kausale oder normative Zusammenhänge in einem diskursiven Prozess zur Disposition zu stellen.“ Dies ist eine Voraussetzung, die in diesem Themenkomplex nicht vorausgesetzt werden kann.

Ad. 6.) Machtverteilung bei Akteuren spielt eine zentrale Rolle, vor allem wenn sie in der Lage sind, Verhandlungen abubrechen. Kooperation ist wahrscheinlicher, wenn eine symmetrische Verteilung von Macht und Einfluss vorliegt. Das ist in dem genannten Konfliktfeld nicht der Fall.

Es gibt kein universal einsetzbares, optimales Verfahren zur politischen Entscheidungsfindung; vielmehr hängen Effektivität und Legitimität stark vom Kontext und dem Entscheidungsgegenstand ab. Da eine Einbindung von Wald und Forstwirtschaft in die Klimapolitik viele unterschiedliche Interessen an den Wald berührt, erscheint ein partizipativer Prozess angebracht, um derartig weitreichende Entscheidungen zu treffen. Allerdings kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein solcher Prozess tatsächlich zu einem konsensualen Ergebnis führt. Für diesen Fall schlagen EBERLEIN & GRANDE (2003:195) und SCHARPF (2000) vor, das Verhandlungssystem an hierarchische Autoritätsstrukturen zu koppeln, um die Leistungsfähigkeit zu verbessern. Welche Rolle können wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Fall spielen? Zum einen können sie eine Diskussionsgrundlage bieten, vor allem durch eine Schiedsrichterfunktion bei rein materiellen Konflikten. Dafür müssen sie jedoch als neutrale und objektive Grundlage anerkannt sein. Zum anderen können sie hierarchisch oder per Mehrheit getroffene Entscheidungen legitimieren.

7.2 Forschungsdesign

Bei der Gestaltung eines sozialwissenschaftlichen Forschungsdesigns stellt sich zunächst die Frage, ob quantitative oder qualitative Methoden das geeignete Instrumentarium für die Beantwortung der Forschungsfragen sind. MAYRING (2003:18) definiert den Unterschied so: „Qualitative Wissenschaft als Verstehende will am Einmaligen, am Individuellen ansetzen, quantitative Wissenschaft als Erklärende will an allgemeinen Prinzipien, an Gesetzen oder gesetzähnlichen Aussagen ansetzen. Erstere versteht sich eher als induktiv, zweitere eher als deduktiv.“ Quantitative Untersuchungsmethoden beschreiben Sachverhalte und Merkmale mit Zahlen und berechnen Häufigkeiten, um Zusammenhänge aufzuzeigen. Prozesse, die sich durch hohe soziale Komplexität charakterisieren lassen, können jedoch nur sehr begrenzt dargestellt werden. Während in den Naturwissenschaften mit Hilfe quantitativer Methoden versucht wird, möglichst objektiv die Realität abzubilden, ist das Anliegen der Sozialwissenschaften, die Wirklichkeit in einem Forschungskollektiv mit qualitativen Methoden zu rekonstruieren (MAYRING 2002). Dieses beschreibende Forschungsdesign eignet sich besonders für weitgehend unerforschte Untersuchungsfelder, da Informationen explorativ generiert und verarbeitet werden. Beschreibungen dienen dazu, den Verlauf gesellschaftlicher Interaktionen in einem Bereich nach zu zeichnen (BORTZ 1984:224).

Für den Forschungsgegenstand dieser Arbeit wurde eine empirische Untersuchung mit einer qualitativen Methode gewählt: Mit Hilfe der diskursiven Forschungsperspektive soll der Spezialdiskurs um die Einbindung von Senken in die nationale Klimapolitik rekonstruiert und

dargestellt werden.¹⁰² Zu diesem Zweck werden die Meinungsbilder und Positionen relevanter Akteure erfasst und ihre Argumentationsstrukturen analysiert. Dabei werden theoretisch formulierte Annahmen daraufhin geprüft, inwiefern sie in der Realität Bestand haben. Das Forschungsdesign lässt sich einem Basisdesign zuordnen oder anhand spezifischer Komponenten charakterisieren (FLICK 2000). Tab. 7-1 zeigt die Komponenten des gewählten Forschungsdesigns und das Vorgehen.

Tab. 7-1: Forschungsdesign (nach FLICK 2000)

Komponenten des Forschungsdesigns	gewähltes Vorgehen
Zielsetzung der Untersuchung	Rekonstruktion des Diskurses um die Einbindung von Senken in die nationale Klimapolitik
konkrete Fragestellung	Können wissenschaftliche Untersuchungen dazu beitragen, den Konflikt um eine Einbindung der Senken in die Klimapolitik aufzulösen?
theoretischer Rahmen	Diskursanalyse nach Hajer
methodische Herangehensweise	problemzentrierte Experteninterviews
Auswahl der Interviewpartner	Expertenstatus und Organisationszugehörigkeit
Grad an Standardisierung	durch Leitfaden teilstandardisiert
Auswertung / Darstellung	systematisiert aufbereitet, Darstellung der Akteurspositionen
Generalisierungsziel	Zuordnung der Akteurspositionen zu den verschiedenen Storylines mit dem Ziel, den Charakter des Diskurses aufzuzeigen.

7.2.1 Methodik: Problemzentrierte Experteninterviews

Es gibt verschiedene Methoden der Datenerhebung. Zunächst kann man nach schriftlichen und mündlichen Befragungen differenzieren. Letztere werden in Form von Interviews durchgeführt. Diese können mit Hilfe von Kommunikationsmedien durchgeführt werden, zum Beispiel als Telefoninterviews. Solche Interviews haben den Nachteil, dass eine persönliche und vertrauliche Atmosphäre fehlt, was zu einem reduzierten Engagement der Befragten führen kann. Dem gegenüber steht der Vorteil, dass große Distanzen kostengünstig überbrückt werden können (LAMNEK 1993: 59). Die Wahl des Verfahrens (Tab. 7-2) hängt also davon ab, welche Information man von seinem Gegenüber erhofft: Es gibt Untersuchungen, in denen es ausschließlich um die persönliche Einstellung der Befragten geht. Bei derartigen Untersuchungen ist es sinnvoll, einen offenen, narrativen Interviewstil in einem persönlich geführten Interview zu wählen. Ein problemzentriertes Experteninterview stellt hingegen immer auf den Wissensvorsprung der Befragten ab und basiert auf einem Interesse an sachlichen und

¹⁰² KELLER (2004:64) unterscheidet je nach Öffentlichkeitsgrad zwei verschiedene Ebenen von gesellschaftlichen Diskursen: Während Spezialdiskurse das Sachwissen über einen bestimmten Themenkomplex konstituieren, verhandeln öffentliche Diskurse Themen, die auf die politische Öffentlichkeit zielen. Diese Ebenen lassen sich manchmal schwer trennen.

inhaltlichen Informationen. Ziel ist, durch eine Befragung spezifische Sach- und Strukturzusammenhänge zu verdeutlichen. „In ExpertInneninterviews fragen wir nicht nach individuellen Biographien, untersuchen keine Einzelfälle, sondern sprechen die ExpertInnen als RepräsentantInnen einer Organisation oder Institution an, insofern sie die Problemlösungen und Entscheidungsstrukturen (re)präsentieren (MEUSER & NAGEL 1991:444).“ Eine völlige Neutralität des Interviewers ist, im Gegensatz zu anderen Interviewformen, nicht notwendig.

Tab. 7-2: Methodologischer Vergleich von drei typischen Formen qualitativer Interviews (nach LAMNEK 1993b)

Methodologische Prämissen	Narratives Interview	Problemzentriertes Interview	Fokussiertes Interview
Offenheit	völlig offen	weitgehend offen	bedingt offen
Kommunikation	erzählend	zielgerichtet fragend	Leitfaden
Flexibilität	hoch	relativ hoch	relativ gering
Hypothesen	Generierung	Generierung & Prüfung	eher Prüfung als Generierung
Perspektive der Befragten	gegeben	gegeben	bedingt

Das problemzentrierte Experteninterview ist aus dem fokussierten Interview entstanden. Zentral ist die Ausrichtung auf einen vorab bestimmten Gesprächsgegenstand. Weitere Eigenschaften sind die Gegenstands- und Prozessorientierung (MAYRING 2002:70). Basisdesign des Experteninterviews ist die Momentaufnahme: Man führt während der Phase der Datenerhebung eine Zustands- und Prozessanalyse durch. Verschiedene Ausprägungen des Expertenwissens, die in einem eingegrenzten Feld zum Zeitpunkt der Forschung existieren, werden in Interviews erhoben und miteinander verglichen. Nach FLICK (2000:253) gibt es vier Qualitätskriterien:

- Das Spektrum der angeschnittenen Problemstellung darf nicht zu eng sein, damit die Befragten die maximale Chance haben, auf die ‚Stimulus-Situation‘ zu reagieren.
- Die Themen sollen in spezifizierter Form abgehandelt werden.
- Die Tiefendimension soll angemessen sein, d.h. die persönliche, affektive, kognitive und wertbezogene Einschätzung der Befragten soll bei der Darstellung unterstützt werden.
- Die Erfassung des persönlichen Kontextes ist Voraussetzung für die Interpretation.

Befragungen liegen meistens strukturierende, flexibel eingesetzte Gesprächsleitfäden zugrunde. Sie sind freier als standardisierte Interviews, weil ihr Ziel in einer Maximierung der Themenreichweite besteht und auch nicht antizipierte Gesichtspunkte zur Geltung kommen. Nicht die befragte Person steht im Vordergrund der Untersuchung, sondern ihr Wissen über spezielle Sachverhalte und für die Forschung relevante Problemstellungen (MIEG & BRUNNER 2001:2). Ziel des Experteninterviews ist, Informationen über die Handlungsbedingungen der Zielpersonen zu gewinnen. Für die Bearbeitung der aus der Theorie abgeleiteten, thematisch sehr speziellen Forschungsfragen kann auf das Wissen und die Meinung von Experten aus ihrem Handlungsfeld nicht verzichtet werden. Bei standardisierten Interviews sind Fragewortlaut

und die Fragereihenfolge vorgegeben, während die Antwortmöglichkeiten relativ offen gehalten werden (GLÄSER & LAUDEL 2004). Bei nicht standardisierten Interviews gibt es solche Vorgaben nicht. Dadurch wird das Gespräch offener, was in bestimmten Situationen erwünscht sein kann. Offene Interviews arbeiten zwar auch mit vorgegebenen Themen, stützen sich jedoch nicht auf einen Leitfaden der die Themen vorgibt, die der Interviewer in seiner Befragung ansprechen möchte und nach denen sich die Fragen richten.

Für diese Arbeit erschien ein teilstrukturiertes Interviewdesign mit einem Leitfaden geeignet. Während explizit vorgegebene Fragen in fester Reihenfolge die Offenheit der Untersuchung limitieren, führen völlig offen geführte Interviews häufig zu einer Informationsflut, die weit über das eingegrenzte, konkrete Thema hinausgeht. Der Leitfaden ist eine relativ verbindliche Vorgabe für den Interviewer, da die Inhalte und der Ablauf des Gesprächs vorab festgelegt werden (BORTZ 1984:166). Dennoch bleibt ihm die Möglichkeit, die Reihenfolge spontan zu verändern oder gezielt nachzufragen. Die zu Beginn der Untersuchung identifizierten Probleme bilden die zentralen Themen des Leitfadens, die bei den Interviewpartnern abgefragt werden sollen. MAYRING (2002:70) unterscheidet zwischen allgemeinen Sondierungsfragen, die einen Einstieg in das Interview ermöglichen und den Leitfadenfragen sowie spontanen Ad-hoc-Fragen, die zwar nicht Teil des Leitfadens sind, aber sich aus der Gesprächssituation ergeben und für die Untersuchung interessant sind.

7.2.2 Auswahl der Interviewpartner

Bei problemzentrierten Experteninterviews spielen Aspekte wie die Repräsentativität der Befragten eher eine untergeordnete Rolle (LAMNEK 1993:93). Eine wichtigere Voraussetzung für erfolgreiche Interviews ist die sorgfältige Auswahl der Experten. Experten sind nach MEUSER & NAGEL (1997) Personen, die Verantwortung „für den Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle einer Problemlösung“ tragen. Der Expertenstatus richtet sich hier also nach der Fragestellung und dem Funktionskontext einer Person. Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Expertenstatus eines potentiellen Interviewpartners zu bestimmen:

- Ein Experte ist eine Person, von der sich der Forscher einen relevanten Beitrag in Bezug auf sein Forschungsthema verspricht (MEUSER & NAGEL 1997:483), z.B. dass er über exklusives Expertenwissen und einen privilegierten Zugang zu Informationen über Personengruppen und Entscheidungsprozesse verfügt (MEUSER & NAGEL 1991:443).
- Experten sind Menschen, „die ein besonderes Wissen über soziale Sachverhalte besitzen (GLÄSER & LAUDEL 2004:10).“

Der Forscher muss also entscheiden, wem er den ‚Expertenstatus‘ verleiht. Da die Experten nicht repräsentativ ausgewählt werden, sind ihre Aussagen nicht verallgemeinerungsfähig: Es handelt sich um die subjektiven Perspektiven einer bestimmten Person. Daher ist eine vollständig getrennte Betrachtung der Person und ihrem Expertenstatus unmöglich. Im Unterschied zu anderen Interviews bildet bei Experteninterviews nicht die Gesamtperson den Gegenstand der Analyse, sondern ihr organisatorischer und institutioneller Zusammenhang, in

dem die Person nur einen Faktor darstellt (MEUSER & NAGEL 1994:442). Die Aussagen der Experten werden in dieser Untersuchung anonym behandelt; nur wenn es aus Sicht des Autors für das Verständnis erforderlich ist, wird der Handlungskontext des Akteurs erwähnt.

Box: Im Rahmen der Untersuchung befragte Experten

Experten aus relevanten Institutionen der Politik:

- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)
- Umweltbundesamt (UBA)
- Umweltministerium Baden-Württemberg (UM Baden-Württemberg)

Experten verschiedener relevanter wissenschaftlicher Forschungsinstitute:

- Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH Hamburg)
- Technische Universität Dresden
- Max-Planck-Institut für Bio-Geochemie (MPI-BGC Jena)
- Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd & Fischerei (TLWJF)
- Ein privater Consultant, ehemals Hamburger Welt-Wirtschaftsarchiv (HWWA)

Vertreter verschiedener Institutionen der Forst- und Holzwirtschaft

- Deutscher Forstwirtschaftsrat (DFWR)
- Deutscher Holzwirtschaftsrat (DHWR)
- Arbeitsgemeinschaft deutscher Waldbesitzer (AGDW)
- Deutscher Forstverein

Experten der Umwelt-Nichtregierungsorganisationen

- Greenpeace Deutschland
- World Wildlife Fund (WWF Deutschland)
- Germanwatch
- Forest & the European Union Resource Network (FERN)

Im Rahmen dieser Untersuchung erschien es sinnvoll, Befragungen mit Experten derjenigen Organisationen durchzuführen, die mit dem Thema vertraut sind und in dem Diskurs bestimmte Interessen und Positionen abdecken. Die Experten entsprechen der dargestellten Definition, da sie als Personen befragt werden, welche Informationen über bestimmte Entscheidungsprozesse haben und auch an der Problemlösung mitwirken.

7.2.3 Vorgehen und Durchführung

Nach einer umfassenden Literaturanalyse, deren Ergebnisse in Kap. 6 dargestellt wurden, mussten zunächst relevante Akteure aus den dargestellten Akteursgruppen identifiziert werden. Diese wurden dann kontaktiert, um sie nach weiteren potentiellen Interviewpartnern zu fragen. Um geeignete Interviewpartner zu identifizieren wurden zunächst die beteiligten Akteursgruppen dieses Spezialdiskurses bestimmt. Ein Auswahlkriterium war die Beteiligung am klimapolitischen Dialog allgemein, d.h. es wurden Experten in diesen Gruppen ausgewählt, die in diesem Themenkomplex aktiv Positionen und Interessen vertreten bzw. Forschungs- und

Beratungstätigkeiten für andere Akteure und Stakeholder durchgeführt haben. Vorab wurde mit je einem Vertreter aus den genannten Gruppen ein persönliches Gespräch geführt und nach weiteren geeigneten Interviewpartnern gefragt. Die meisten Experten der aufgezählten Organisationen sind also entweder auf Nachfrage als Wald- und Klimaexperten genannt worden oder haben sich durch Veröffentlichungen in diesem Bereich der Klimapolitik einen Expertenstatus erarbeitet. Diese wurden dann angeschrieben, um ihnen das Thema dieser Untersuchung zu beschreiben und sie um ihre Bereitschaft zu bitten, dem Autor ein Interview zu geben. Es wurde angekündigt, dass in den folgenden Wochen im Frühjahr 2007 eine Kontaktaufnahme stattfindet, um einen Termin für ein telefonisches Interview zu vereinbaren. An Hilfsmitteln wurde ein Telefon mit Lautsprecher, ein Aufnahmegerät mit Mikrofon und ein Fußpedal für die Transkription benötigt.

Zunächst wurden auf Basis der Theorie und der Literaturanalyse vier Annahmen abgeleitet.

Box: Zugrunde liegende Annahmen

Annahme 1:

Die Positionen der Akteure lassen sich verschiedenen Argumentationslinien zuordnen, die entweder durch ihre grundlegenden Überzeugungen oder materielle Interessen geprägt sind.

Annahme 2:

Wissenschaft spielt eine wichtige Rolle in dem Diskurs, da das Thema und damit verbundene Entscheidungen durch große Komplexität und Unsicherheit gekennzeichnet sind. Sie wird teilweise instrumentalisiert und ihre Erkenntnisse dienen der Legitimation der jeweiligen Position.

Annahme 3:

Wissenschaftliche Untersuchungen können nur begrenzt zu einer Auflösung des Konfliktes um die Rolle von Wald in der Klimapolitik beitragen, da es den meisten Akteuren nicht um sachliche Fragen sondern um ideologische Überzeugungen und materielle Verteilungsfragen geht. Die bestehenden Unsicherheiten und der Umgang mit ihnen spielen eine wichtige Rolle in den Argumentationslinien.

Annahme 4:

Die Wissenschaft kann ihre Erkenntnisse nicht an eine breite Öffentlichkeit transportieren, da sie den Widerspruch zwischen der Komplexität des Themas und dem Wunsch nach einfachen Handlungsoptionen nicht auflösen kann.

Es wurde ein Leitfaden für das Interview erstellt. Er hat eine Strukturierungsfunktion hinsichtlich Inhalt und Ablauf des Gesprächs und soll gewährleisten, dass alle Fragen möglichst vollständig und hinreichend beantwortet werden (MIEG & BRUNNER 2001:9). Optimal ist, sich nicht zu eng am Leitfaden zu bewegen, aber auch nicht zu weit davon abzuschweifen. Die Interviews wurden daher so offen gestaltet wie möglich. Diese Interview-Variante verbindet „die sehr lockere Bindung an einen knappen, der thematischen Orientierung dienenden Leitfaden mit dem Versuch, den Befragten sehr weite Artikulationschancen einzuräumen und ihn zu freien Erzählungen anzuregen (HOPF 1996).“

Box: Interviewleitfaden

- Seit wann beschäftigen Sie sich mit dem Thema Wald und Klima in Zusammenhang mit dem KP?
- Welchen Beitrag können nachhaltig bewirtschaftete Wälder in Deutschland zum Klimaschutz leisten?
- In den Verhandlungen der internationalen Klimapolitik (3.4 KP/Bonn & Marrakesch) wurde für die Vertragsstaaten die Möglichkeit geschaffen, die nationalen Reduktionsverpflichtungen durch Waldbewirtschaftung und Landnutzungsänderungen zu reduzieren. Wie beurteilen Sie das?
- Wo sehen Sie Defizite in den Beschlüssen (nur auf Art. 3.3 und 3.4 bezogen, kein CDM)?
- Hat sich Ihre Position zu diesem Thema in den letzten Jahren verändert? Warum?
- Welche Rolle sollten Holzprodukte in der THG-Bilanzierung und Berichterstattung spielen? (nur wenn keine Antwort auf Frage 3)
- Wie beurteilen Sie die bisherige Rolle von Wald und Forstwirtschaft in der nationalen Klimapolitik? Was würden Sie verändern?
- Es gibt seit der Verabschiedung des KP eine lange Diskussion zwischen Senkenbefürwortern und Senkengegnern. Warum sind Ihrer Meinung nach deren Positionen so unvereinbar?
- Welche Argumente sprechen für, welche gegen eine Einbeziehung von Senken in die Klimapolitik?
- Die Bundesregierung zählte lange Zeit zu den Senkengegnern und hat international und national immer wieder betont, dass Emissionsreduktionen technisch / ‚an der Quelle‘ erbracht werden sollen und war gegen eine Einbeziehung der THG-Speicherung in der Biosphäre. Welche Faktoren waren Ihrer Meinung nach dafür ausschlaggebend?
- Wie erklären Sie sich die Entscheidung der Bundesregierung kurz vor Ablauf der Meldefrist Ende 2006, Art. 3.4 doch anzuerkennen?
- Wie sollte mit den RMU-Zertifikaten (bzw. deren Gegenwert) verfahren werden, die Deutschland aufgrund der Senkenleistung seiner Wälder zwischen 1990 und 2012 in der ersten VP erhalten wird?
- Wie sollten Ihrer Meinung nach Wald und Forstwirtschaft in Zukunft in die nationale Strategie zum Klimaschutz eingebunden werden?
- Ich lese Ihnen jetzt ein Zitat vor, mit der Bitte, dazu Stellung zu nehmen. Herr Müller-Using schreibt im Jahr 2002: „Es kann nicht abgestritten werden, dass die Gutschrift von Senkenwirkungen in der Tat auch Probleme mit sich bringt. Einerseits ist sie schwer messbar und überprüfbar, andererseits ist sie von unsicherer Dauer, insbesondere wegen des Risikos von Kalamitäten wie Sturm und Feuer. Außerdem kommen Nichtförster gedanklich mit der Rolle von Nutzung im Wirtschaftswald nicht klar, weil sie sie in erster Linie als Vernichtung akkumulierten Kohlenstoffs sehen.“
- Welche Rolle spielen wissenschaftliche Untersuchungen in der Diskussion?
- Wie bewerten Sie die wissenschaftlichen Unsicherheiten und die Aussagekraft von THG-Bilanzen und Modellierungen?
- Welche Voraussetzungen müssen THG-Bilanzen und Modellierungen erfüllen damit sie die Diskussion und Entscheidungen in diesem Bereich vereinfachen können?
- Glauben Sie, dass wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, sie dazu beitragen können, die Konflikte zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern aufzulösen?

- Habe ich einen wesentlichen Aspekt in Zusammenhang mit dem Themenkomplex ‚Wald in der nationalen Klimaschutzstrategie‘ nicht angesprochen?

Alle 16 geplanten Interviews wurden realisiert. Die Befragung wurde in allen Fällen aufgrund großer räumlicher Distanz und zeitlichen Restriktionen per Telefon durchgeführt. Die Interviews wurden mit einem Minidisk-Gerät aufgezeichnet, nachdem die Befragten zuvor nach ihrem Einverständnis gefragt wurden und ihnen zugesichert wurde, dass diese Aufnahme nach der Transkription gelöscht wird. Außerdem wurde Ihnen erklärt, dass es um ihre Meinung als Experten geht und die Aussagen nicht mit den offiziellen Positionen der Organisationen, für die sie arbeiten, konform sein müssen. Um etwaige Bedenken zu zerstreuen wurde Ihnen eine Anonymisierung ihrer Aussagen zugesichert. Die Interviews dauerten zwischen 10 und 35 Minuten, im Durchschnitt ca. 25 min. Anschließend wurden die Interviews transkribiert, um die Daten zu sichern. „Unter Transkription versteht man die graphische Darstellung ausgewählter Verhaltensaspekte von Personen, die an einem Gespräch teilnehmen und ist nötig, um das flüchtige Gesprächsverhalten für wissenschaftliche Analysen auf dem Papier dauerhaft verfügbar zu machen (KOWAL & O’CONNEL 2000:438).“ Welche Merkmale verbaler Natur transkribiert werden hängt von der Zielsetzung der Studie ab. Der Fokus der Auswertung liegt auf den Inhalten der Expertenäußerungen, die durch eine wörtliche Protokollierung, ohne Berücksichtigung von Pausen, Betonungen und Sprachbesonderheiten, festgehalten wurden. „Da es bei Experteninterviews um gemeinsam geteiltes Wissen geht, halten wir aufwendige Notationssysteme [...] für überflüssig. Pausen, Stimmenlagen sowie sonstige nonverbale und parasprachliche Elemente werden nicht zum Gegenstand der Interpretation gemacht (NORBERT 2002, MEUSER & NAGEL 1991:455). Es wurden nur die Gesprächsmerkmale transkribiert, die tatsächlich analysiert und interpretiert wurden. Insgesamt umfassen die Interviewtranskripte etwa 120 Seiten.

7.2.4 Auswertung: Inhaltsanalyse nach MAYRING

In der Literatur existieren verschiedene Ansätze für eine methodisch kontrollierte, interpretative Analyse von Texten. Die meisten Verfahren der qualitativen Sozialforschung wurden für konkrete Anwendungen entwickelt, wie z.B. die Analyse bestimmter Textarten, Konversationsformen oder gesellschaftlicher Bereiche. Da sie häufig flexibel und auch auf andere Fragestellungen anwendbar sind, wurden allgemeine Regeln für ihre Anwendung formuliert. Der Untersuchungsgegenstand, die Zielsetzung und die gewählte Methode bestimmen, welche Analyseverfahren für den konkreten Fall angewendet werden soll. „Trotz wichtiger Unterschiede (...) eint sie das Bemühen um eine selbstreflexive Haltung, welche die Interpretationsleistungen der SozialforscherInnen berücksichtigt, sie methodisch nachvollziehbar gestaltet und beansprucht, gute Gründe für die jeweiligen Interpretationsangebote anzugeben (KELLER 2004:74).“ Diese Methoden lassen sich in kategoriebezogene und sequenzielle Analysen einteilen (FLICK 2005:257 ff):

- Kategoriebezogene Analysen lösen die Textstruktur auf, um anschließend einzelne Sequenzen des Textes systematisch den Kategorien zuzuordnen. Form und Struktur des Textes sind nebensächlich und werden nicht für die Analyse verwendet.
- Sequenzielle Analysen messen der Struktur des Textes größere Bedeutung bei, d.h. die Reihenfolge der im Gesamttext getroffenen Aussagen ist von Bedeutung. Satzstruktur und Form der Aussage sind Elemente, die der Befragte gezielt oder unabsichtlich einsetzt.

In seltenen Fällen ist keines der bekannten Analyseverfahren anwendbar. Dann können die verschiedenen Methoden miteinander kombiniert werden: „Die kreative, qualitativ orientierte Forschung bedeutet Vielfalt, nicht Einseitigkeit, bedeutet Gegenstandsbezogenheit, nicht Methodenfixiertheit (MAYRING 2002:133).“ MEUSER & NAGEL (1991:447) halten die ‚Sequenzialität von Äußerungen‘ bei Experteninterviews für vernachlässigbar. Auf eine Einzelanalyse der Interviews kann verzichtet werden, weil die Vergleichbarkeit auch durch den Leitfaden und den gemeinsamen Funktionskontext der Befragten gegeben ist. Er impliziert, dass die Experten die gegnerischen Argumente und Positionen kennen. Für diese Untersuchung erschien eine kategoriebezogene Analyse angemessen: Zum einen standen durch die Annahmen und Leitfragen die Kategorien teilweise schon vor der Durchführung der Interviews fest, zum anderen fokussiert auch die Auswertung auf den Themenbezug. Das Forschungsinteresse richtet sich auf die Akteure mit dem Ziel, über Auswertung der Interviews eine Generalisierung der Wissens- und Handlungsstrukturen, Einstellungen und Prinzipien zu ermöglichen. „Das Ziel ist, im Vergleich mit den anderen Expertentexten das Überindividuell-Gemeinsame herauszuarbeiten, Aussagen über Repräsentatives, über gemeinsam geteilte Wissensbestände, Relevanzstrukturen, Wirklichkeitskonstruktionen, Interpretationen und Deutungsmuster zu treffen (MEUSER & NAGEL 1997:452).“

Die qualitative Inhaltsanalyse will sprachliches Material, also Texte, systematisch analysieren. Das Untersuchungsmaterial wird durch Gliederung vorbereitet und dann schrittweise bearbeitet; die Analyseaspekte werden mit Hilfe eines am Material entwickelten Kategoriensystems definiert (MAYRING 1995:91). Folgende Aspekte müssen beachtet werden (MAYRING 2003:42 ff):

- Die Einbettung des Materials in den Kommunikationszusammenhang,
- die Anbindung der Technik an den konkreten Gegenstand,
- die Analyse wird von der Theorie geleitet,
- die Überprüfung der spezifischen Instrumente durch Rücklaufschleifen,
- die Einschätzung der Ergebnisse.
- ein systematisches Vorgehen,
- im Zentrum der Analyse stehen die Kategorien.

MAYRING (2003:58) teilt die Inhaltsanalyse in drei Schritte ein. Zunächst wird das Material zusammengefasst und durch Abstraktion reduziert. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Erweiterung des Verständnisses durch Explikation. Im letzten Schritt wird das Material strukturiert, geordnet und anhand zuvor festgelegter Ordnungskriterien bewertet. Abb. 7-1 zeigt

MAYRINGS (2003) Vorschlag für die Arbeitsschritte in einer strukturierenden Inhaltsanalyse, der von MEMMLER (2003) leicht modifiziert wurde. In der **Vorphase der Auswertung** wird nach einer das Material festgelegt, das den Gegenstand der Inhaltsanalyse darstellt. In dieser Untersuchung sind das die Transkripte der 16 geführten, leitfadengestützten Experteninterviews. Dann wird die Entstehungssituation analysiert: In dieser Untersuchung wurden die Interviews ausnahmslos telefonisch durchgeführt. Die Befragten wurden nach einer Terminvereinbarung an ihren Arbeitsplätzen angerufen. In drei Fällen fand das Interview spontan statt. Zu den formalen Charakteristika des Materials zählen die Aufzeichnung der Gespräche mit einem Minidiskgerät und die wörtliche Transkription im Anschluss. Die Analyserichtung ist die Charakterisierung des Konfliktes um die Einbindung von Wald und Forstwirtschaft in den nationalen Klimaschutz sowie eine Analyse der Rolle Wissenschaft in diesem Diskurs. Die Differenzierung der Fragen wurde bereits im vorigen Kapitel beschrieben.

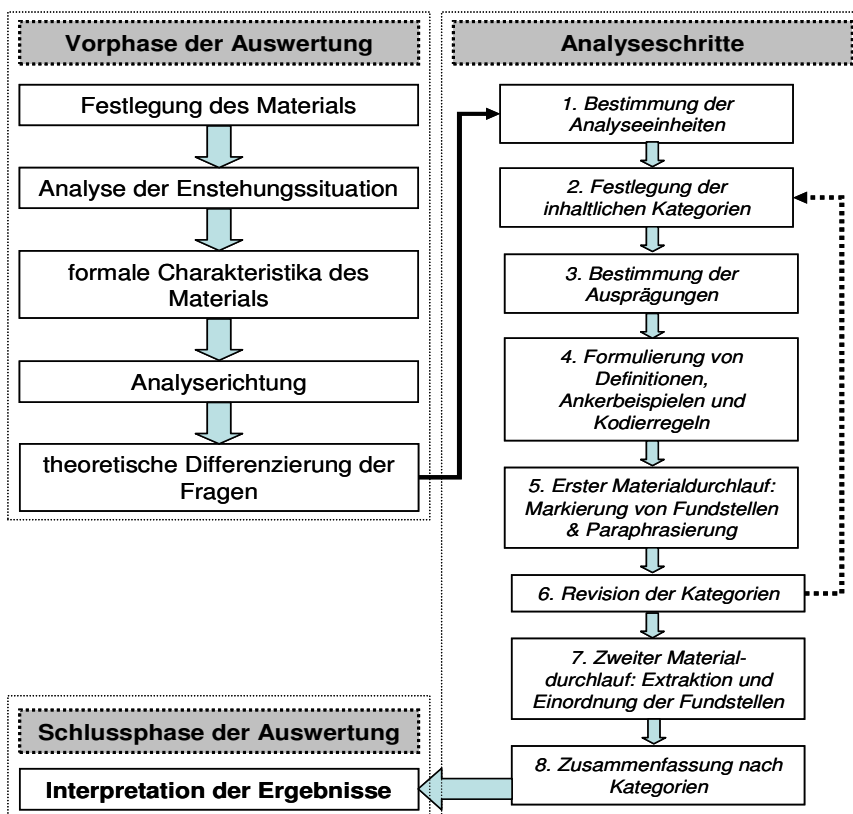


Abb. 7-1: Vorgehen bei der Inhaltsanalyse nach MAYRING (2003) und MEMMLER (2003)

Nach dieser Vorphase der Auswertung beginnen die einzelnen **Analyseschritte**:

Schritt 1: Zuerst müssen die Analyseeinheiten festgelegt werden. Das sind die Kodiereinheit¹⁰³, die Kontexteinheit¹⁰⁴ und die Auswertungseinheit. In dieser Untersuchung ist die Kodiereinheit ein einzelnes Wort, die Kontexteinheit das vollständige Transkript eines Interviews und die Auswertungseinheit eine thematisch zuordenbare Fundstelle.

¹⁰³ Kleinster auswertbarer Textbestandteil.

¹⁰⁴ Größter auswertbarer Textbestandteil.

Schritt 2: Die theoriegeleitete Festlegung der inhaltlichen Kategorien wird weitgehend durch den Leitfaden bestimmt, der eine Kategorisierung des Materials vorwegnimmt und trotz seiner flexiblen Handhabung für die Auswertung wesentlich ist (WITZEL 1996). Durch ihn wird nicht nur die Vergleichbarkeit der Interviews gewährleistet, sondern er gibt die Kategorien vor, die später für Kodierung der Textstellen benötigt werden. Diese werden auf Basis der theoretischen Überlegungen zur Politikfeldanalyse und zur Diskursanalyse abgeleitet. Viele Fragen dienen der Erfassung der Argumentationslinien, um den Konflikt zu charakterisieren und zu bewerten.

Schritt 3 & 4: Die Bestimmung der Ausprägungen des Kategoriensystems ist ein wesentlicher Teil des Analyseverfahrens, da hier festgelegt wird, welche Teile des Materials einer Kategorie zugeordnet werden. MAYRING (2003:83) schlägt ein dreistufiges Verfahren vor: Zuerst wird definiert, welche Textbestandteile einer Kategorie zugeordnet werden. Dann werden besonders illustrierende Beispiele für jede Kategorie gewählt, sog. ‚Ankerbeispiele‘. Im letzten Schritt werden für eine eindeutige Zuordenbarkeit von nicht eindeutigen Aussagen abgrenzende Kodierregeln für die Kategorien formuliert (MAYRING 2003:94). Diese Kodierungsregeln sollen sicherstellen, dass die Auswertung nachvollziehbar bleibt.

Schritt 5 & 6: Anhand der aufgestellten Kodierungsregeln werden relevante Stellen im Material farblich markiert, um sie den jeweiligen Kategorien zuordnen zu können. Die Regeln werden nach der ersten Auswertung überarbeitet; anschließend werden die Stellen einer Kurzparaphrasierung unterzogen, um das Material zu verdichten und einen besseren Überblick zu bekommen. Die Relevanz für die Forschungsfragen bestimmt, welche Textteile paraphrasiert werden, unter Berücksichtigung des Gesprächsablauf um das Wiedergegebene nicht zu verzerren. Die wichtigen Aussagen und Abschnitte der Interviews werden verdichtet und teilweise umformuliert.

Schritt 7 & 8: Der zweite Materialdurchlauf dient der Extraktion der relevanten Passagen und ihrer anschließenden Zuordnung zu den jeweiligen Kategorien. Redundante und unwichtige Aussagen werden ausgeblendet. Wichtig ist an dieser Stelle eine Überprüfung der vorgenommenen Zuordnungen, da eine große Datenmenge verdichtet werden muss um darstellen zu können, bei welchen Fragen und Aspekten Übereinstimmungen und Gemeinsamkeiten vorherrschen bzw. wo es unterschiedliche Auffassungen gibt.

Nach diesen Analyseschritten findet in der Schlussphase der Auswertung eine Interpretation und Formulierung der ‚empirisch generalisierten Tatbestände‘ statt.

8 Ergebnisse der Experteninterviews

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der im Frühjahr 2007 durchgeführten Experteninterviews dargestellt. Es handelt sich dabei um Aussagen, die in einem begrenzten Zeitfenster gemacht wurden und somit als eine Momentaufnahme zu betrachten sind. Sie wurden nach den identifizierten und nachfolgend aufgelisteten Kategorien getrennt zusammengefasst, wobei eine eindeutige Trennung nicht immer möglich war:

- Beurteilung der Bedeutung der Wälder Deutschlands für den Klimaschutz.
- Beurteilung der Kyoto-Regelungen zu LULUCF.
- Beurteilung der Integration von Holzprodukten in die THG-Berichterstattung.
- Charakterisierung des Konfliktes um eine Einbindung von Wäldern in die Klimapolitik.
- Bewertung der deutschen Senkenpolitik.
- Bewertung der Positionierung der Forstwirtschaft.
- Beurteilung der Rolle der Wissenschaft.
- Nicht angesprochene, für das Thema relevante Aspekte.

Da den Interviewpartnern Anonymität zugesichert wurde, werden Aussagen allenfalls durch Nennung ihres Funktionskontextes in Form der Zugehörigkeit zu einer Akteursgruppe kenntlich gemacht. Außerdem wird zugunsten der Leserfreundlichkeit und im Rahmen der Anonymisierung auf eine Gender-Unterscheidung der befragten Expertinnen und Experten verzichtet¹⁰⁵; diese Verwendung der männlichen Form möge nicht als diskriminierend gewertet werden.

8.1.1 Beurteilung der Bedeutung der Wälder Deutschlands für den Klimaschutz

Das Ziel der Fragen zu dieser Kategorie war, durch die Äußerungen der Experten ein Bild über ihre Einschätzung des Beitrages der Wälder und der Forstwirtschaft zum Klimaschutz zu erhalten. Dieser ‚helfende‘ Beitrag wurde von Seiten der Befürworter einer Integration von terrestrischen Senken häufig als Argument angeführt, mit dem auch die Forderung nach einer materiellen Honorierung dieser Leistung über eine Teilnahme am Zertifikathandel begründet wurde. Wie bereits aufgrund der analysierten Literatur und Positionspapiere zu erwarten war, gab es in der Kategorie ‚Beurteilung der Bedeutung der Wälder Deutschlands für den Klimaschutz‘ stark divergierende Ausprägungen, die sich durch drei Ankerbeispiele darstellen lassen.

¹⁰⁵ Die überwiegende Mehrzahl der Interviewpartner war männlich. Da es sich bei dem Thema um einen kleinen Expertenkreis handelt, wäre die Identität der Expertinnen anhand ihrer Aussagen leicht zu rekonstruieren.

Ankerbeispiel 1: Die von der Forstwirtschaft nachhaltig bewirtschafteten Wälder in Deutschland leisten einen großen und bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz.

Ankerbeispiel 2: Wälder haben global eine große Bedeutung im Klimaschutz, der Beitrag der Forstwirtschaft und der Wälder in Deutschland ist jedoch marginal und relativ unbedeutend.

Ankerbeispiel 3: Der Beitrag der Forstwirtschaft und der Wäldern in Deutschland ist zwar gering, jedoch bedeutend genug, um sich damit zu beschäftigen.

Der durch **Ankerbeispiel 1** beschriebenen Unterkategorie lassen sich die Aussagen aller Befragten der Forst- und Holzwirtschaft sowie auch der von Vertretern der ENGO zuordnen. Jedoch muss bereits hier klar gestellt werden, dass weder Konsens zwischen den beiden genannten Gruppen darin besteht, was konkret als Beitrag zum Klimaschutz verstanden wird, noch bezüglich der Implikationen, die daraus entstehen. Die Experten der Forst- und Holzwirtschaft sehen den Beitrag als sehr bedeutend und noch weiter ausbaufähig an. Beispielhaft dafür ist folgende Aussage:

„Unsere Wälder können für mich einen Riesenbeitrag leisten, vor allem wenn wir mal davon ausgehen, dass unsere Wälder hier naturgemäß bewirtschaftet werden. Wir haben zwar teilweise hohe Vorräte, aber da ist im Bereich des Holzvolumens noch ein gewisser Puffer nach oben drin. Auch im Boden kann man sicherlich die C-Speicherung noch erhöhen, indem man eben die Wälder durch naturnahe Bewirtschaftung auch humusoptimiert bewirtschaftet (...).“

Ein anderer Vertreter sieht den Beitrag relativ zu den Reduktionsverpflichtungen und betont den komplementären Charakter des Beitrages, den die Forstwirtschaft leisten kann:

„Sie [Anmerk: die Wälder] können auf jeden Fall einen nennenswerten Beitrag leisten. Ich denke mal in der Reduktion so um die 5% der üblichen Reduktionsverpflichtungen. Es ist ein Teilbeitrag. Es ist ein Baustein, eine Brüstung des Gebäudes, das ist nicht der Hauptteil, das ist mir klar.“

Ein Vertreter der Wissenschaft äußerte sich ganz ähnlich und vergleicht die Größenordnung mit dem Beitrag der erneuerbaren Energieträger:

„Also dieser Beitrag ist nach meiner Auffassung sehr groß und könnte die Werte erreichen, die sich die Bundesregierung vorgenommen hat mit dem Einsatz von erneuerbaren Energien. Die Größenordnung könnte zwischen 5% und 10% liegen.“

Ein weiterer Experte aus der Gruppe der Wissenschaft betont einen anderen Aspekt – nämlich dass das Bewusstsein um die Bedeutung des momentanen Beitrages zum Klimaschutz wichtig ist, um Waldbesitzer für andere Themen zu sensibilisieren, die in diesem Zusammenhang relevant sind, wie z.B. die notwendige Anpassung an veränderte standörtliche Bedingungen:

„Ich denke, dass der Beitrag der Wälder ganz wichtig ist. Vor allem ist das Bewusstsein der Waldbesitzer ganz wichtig, gerade bei den Privatwaldbesitzern, (...) schon angesichts der Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel.“

Die anderen befragten Experten der ENGO betonen die globale Rolle der Wälder im C-Kreislauf und in diesem Zusammenhang insbesondere die Waldvernichtung (**Ankerbeispiel 2**). Der Beitrag zum Klimaschutz, den Wälder leisten können, wird in erster Linie als Erhaltung von

hohen Vorräten gesehen, d.h. Quellen von THG zu vermeiden. Senken werden traditionell als temporär und daher als nicht-permanent betrachtet. Außerdem sind Deutschlands Wälder C-Speicher, die im Gegensatz zu den verbleibenden Urwäldern in den Tropen nicht unter starkem Landnutzungsdruck stehen. Aufgrund der Asymmetrie der C-Bindung ist die Menge, die global durch die Senkenleistung gebunden wird, nicht mit den enormen Emissionen durch Entwaldung und Walddegradierung zu vergleichen, wodurch über Jahrzehnte oder Jahrhunderte gebundene THG schlagartig in die Atmosphäre entlassen werden. Daher wird der Beitrag der Wälder Deutschlands als relativ unbedeutend bis irrelevant eingeschätzt, was der traditionellen Argumentation der ENGO entspricht:

„In Deutschland ist er nicht ganz so wichtig. Was wir sehen, ist weltweit: Da trägt die Waldvernichtung mit bis zu 28% zu den THG-Emissionen bei. Das müssen wir natürlich angehen, dieses Problem. In Deutschland müsste ich mir die Inventare angucken, ich glaube da ist die Relevanz nicht ganz so hoch.“

„Innerhalb Deutschlands ist der Beitrag völlig irrelevant. Der direkte Beitrag der deutschen Forstwirtschaft zur Lösung des weltweiten Klimaproblems ist meiner Ansicht nach verschwindend gering. Was aber ganz wichtig ist, ist dass ja alles in einem politischen Verhandlungssystem eingezogen ist. Und was auch ziemlich wichtig ist, ist die Entwaldung in Tropen. Das ist quantitativ sehr bedeutsam: 30% der globalen THG-Bilanz, bzw. 25%, jedenfalls eine ganze Menge.“

Folgende Aussage betont die Bedeutung des Beitrages der Wälder in Deutschland, jedoch mit Schwerpunkt auf der Eigenschaft als Speicher und nicht als Senke für C:

„Ich denke, die Bedeutung der Wälder ist schon gegeben. Leider ist die bisherige Betrachtung nur auf Quellen und Senken verlagert worden und weniger auf die Frage, wie man eigentlich die vorhandenen Speicher schützen kann. Gerade bei der Senkengeschichte, da muss man glaube ich noch mal sehr differenziert reingucken.“

Auch ein anderer ENGO-Experte sieht den Beitrag, ist aber gegen eine Vermischung biogener Senken und industrieller THG-Emissionen:

„Sie spielen eine große Rolle und sie können einen Beitrag leisten, weil einfach andere Formen von Waldnutzung bzw. eine nachhaltige Waldnutzung auch vermehrt C binden kann. Problematisch wird es aber dann, wenn man versucht, die CO₂-Bindung im Wald mit der Anrechnung zu verbinden, oder gleichzusetzen mit der Reduktion von Emissionen.“

Die Unterkategorie, die durch **Ankerbeispiel 3** beschrieben wird, kann als intermediäre Position zwischen den beiden ersten Unterkategorien bezeichnet werden. Dieser Einschätzung lassen sich die Aussagen der befragten Experten aus der Politik zuordnen. Die Aussagen der befragten Wissenschaftler verteilen sich auf alle drei Kategorien, mit einem Schwerpunkt auf dieser Unterkategorie. Tenor dieses Statements ist, dass der Beitrag zum Klimaschutz zwar relativ gering ist, aber in seiner Größenordnung bedeutend genug, um ihn zu berücksichtigen.

„Der Beitrag liegt unter 10%. Das ist wichtig genug, sich damit zu beschäftigen.“

„Ich denke, dass die ganze Dramatik des Klimawandels es einfach gebietet, dass man alle Möglichkeiten, die einem zur Verfügung stehen, nutzt, und dass dort die Waldbewirtschaftung auch eine Rolle spielen kann in dem Gesamtrepertoire zu sämtlichen Möglichkeiten in Bezug auf Klimaschutz.“

8.1.2 Beurteilung der Kyoto-Regelungen zu LULUCF

Das KP wird von den Befragten sehr unterschiedlich beurteilt, insbesondere was die Möglichkeit der Anrechnung von Landnutzungsaktivitäten auf die Emissionsreduktionsverpflichtungen nach Art. 3.3 und 3.4 und die Defizite dieser Regelungen betrifft. Auch innerhalb der einzelnen Akteursgruppen variiert das Bild. Weitgehende Einigkeit herrscht darin, dass die bestehenden Regelungen große Defizite aufweisen, die in einem Folgeregime behoben werden sollten. Auf die Frage, wie die Befragten die Aufnahme von LULUCF in die Klimapolitik beurteilen, wurden verschiedene Positionen vertreten, die sich durch folgende Ankerbeispiele beschreiben lassen:

Ankerbeispiel 1: Die Aufnahme von LULUCF ist generell positiv zu bewerten, weil damit der Rolle der Wälder im globalen C-Haushalt Rechnung getragen wird und die bestehenden Probleme mit dem Wald angegangen werden können; allerdings gibt es große Defizite bei der Ausgestaltung der Bestimmungen, wie z.B. dass die Anforderungen an die Senkenberichterstattung zu komplex sind und der Produktsektor nicht berücksichtigt wird.

Ankerbeispiel 2: Die Einbeziehung von LULUCF ist negativ zu bewerten, da sie nur aus verhandlungstaktischen Gründen aufgenommen wurden und die Klimaschutzziele von Kyoto aufweichen. Emissionen aus zwei völlig verschiedenen Bereichen werden miteinander vermischt und eine korrekte Berichterstattung ist aufgrund der Unsicherheiten praktisch nicht möglich.

Ankerbeispiel 3: Die Berücksichtigung von LULUCF ist ambivalent zu bewerten: Einerseits verwässern sie zunächst die Ziele und die Regelungen sind schlecht konzipiert. Insbesondere das Monitoring und die Berichterstattung bereiten erhebliche Probleme. Andererseits ist es mit Hinblick auf die Entwaldungsproblematik in den Entwicklungsländern wichtig, dass die Industrienationen mit gutem Beispiel voran gehen.

Die durch **Ankerbeispiel 1** beschriebene Position wird hauptsächlich von der Forst- und Holzindustrie vertreten, die dadurch ihren Beitrag zum Klimaschutz gewürdigt sieht. Auch einzelne Vertreter der Wissenschaft befürworten die Integration von LULUCF. Der Hauptansatz für die Kritik der ‚Senkenbefürworter‘ an den Kyoto-Regelungen besteht darin, dass die Holzprodukte nicht berücksichtigt werden und sehen in Art. 3.4 falsch gesetzte Anreize. Dieser Punkt wird zwar explizit im nächsten Unterkapitel behandelt, ist aber aufgrund der schlechten Trennbarkeit bereits an dieser Stelle durch mehrere Äußerungen dargestellt:

„Der [Anmerk: Art. 3.4] beinhaltet ja erstmal eine Reihe von forstlichen Maßnahmen, die auch sinnvoll für den Klimaschutz sind. Das ist ja sozusagen erstmal die reine Forstseite, die da abdeckt wird, auch in Bezug auf die Maßnahmen der einzelnen Waldbesitzer. Was uns natürlich massiv fehlt ist die Einbeziehung der Wertschöpfungskette, d.h. die anschließende Holzverwendung.“

„Ich beurteile es [Anmerk: Die Aufnahme von LULUCF in das Regelwerk] positiv. Der Hauptpunkt ist, dass die Holznutzung draußen ist. Das hat sehr schlechte Folgen. Ich finde, dass es einen Anreiz bietet, sozusagen einen Überanreiz, die C-Anreicherung im Wald zu fördern, was natürlich wiederum wirtschaftlich, auch in Bezug auf C-Speicherung, große Risiken z.B. durch Stürme bietet. Die Risiken werden einfach größer.“

Ein Experte bemängelt, wie die Regelungen zu Stande gekommen sind, d.h. dass sie nicht auf wissenschaftlichen Grundlagen basieren, sondern Teil der politischen Verhandlungsmasse waren:

„Das größte Problem war und ist, dass keine wissenschaftlichen objektiven Speicherpotenziale zählen, sondern dass es in Bonn und Marrakesch wie auf einem orientalischen Basar zugeht, bei diesen Verhandlungen. Dabei kam dann raus, dass Deutschland sich 4,5 Mio. t CO₂ anrechnen lassen kann und dabei kann der Waldspeicher tatsächlich viel, viel mehr, und deshalb sollte man dort wissenschaftlich basiert vorgehen und nicht, wie in den politischen Verhandlungen, entsprechend rumprobieren.“

Andere Experten haben die Aufnahme ebenfalls positiv beurteilt, sehen die Verpflichtungen zum Monitoring jedoch kritisch – zum einen ist ihrer Meinung nach fraglich, ob man es tatsächlich so genau messen kann wie gefordert wird, und zum anderen, welche Kosten dadurch entstehen:

„Allgemein ist das sehr positiv. Die Frage ist für mich die Kosten im Monitoring an sich und auch die Frage, wie ich das im Monitoring überhaupt hinreichend erfassen kann.“

„Also das ist erst mal sehr gut, dass der Wald in den Bestimmungen berücksichtigt wird, aber da gibt es ja eine ganze Menge an Monitoring-Verpflichtungen und das wird unter Umständen relativ teuer.“

Ein Experte betont die Bedeutung der Regelungen für die globalen Probleme, die in Bezug auf nicht nachhaltige Bewirtschaftungspraktiken bestehen und sieht das KP als ersten Schritt, um sich diesem Problem zu stellen:

„Ich halte das für enorm wichtig, weil der Wald im Gesamtsystem – jetzt weltweit gesehen – eine große Bedeutung haben wird, weil so eben auch die Waldvernichtung gestoppt werden kann. (...) Ich sehe als Hauptproblem, dass keine klaren Regelungen gefunden sind, diese C-Bindung als Anreiz für die Grundstückseigentümer in Wert zu setzen.“

Die Experten der ENGO beurteilen die Einbeziehung von LULUCF negativ (**Ankerbeispiel 2**). Die in Kyoto vereinbarten Ziele werden „aufgeweicht“ und darunter leidet die Integrität der Beschlüsse. Es werden verschiedene Quellen für THG vermischt, was als nicht zielführend betrachtet wird, um effektiv Klimaschutz zu betreiben.

„Ich teile da vom Grundsatz schon her die Auffassung von denjenigen, die das in Hinblick auf unsere mitteleuropäischen Wälder als ‚Verwässern‘ des gesamten Klimaschutzbereiches ansehen. Hätte man es geschafft wirklich zu gewährleisten, dass die Wälder einen Schutz bekommen, wäre das von weitaus größerem Vorteil bzw. ein weitaus größerer Gewinn für die Atmosphäre (...).“

„Schlecht ist vor allem, dass es sich nur um kurze Vorratsänderungen handelt. Letztendlich ist im KP alles viel zu stark senkenorientiert und man vergisst dabei völlig, dass der Erhalt des globalen Biosphärenkohlenstoffreservoirs die wesentlich größere, langfristige Herausforderung ist. Da jetzt so ein bisschen mit zusätzlichen Senken herumzudoktern, die eben nur vorübergehend sind, das ist keine echte Klimaschutzmaßnahme. Das heißt ja, dass ich die Chance der Biosphäre als C-Speicher und als Lieferant von nachwachsenden Rohstoffen komplett verkenne.“

Hinzu kommen die großen ungelösten Monitoring-Probleme und die Frage nach der Permanenz der C-Bindung:

„Ich sehe das sehr problematisch – aus zwei Gründen: Zum einen wurde das KP, bzw. die

Reduktionsverpflichtungen des KP undifferenzierbar, weil (...) es bisher keine Methoden gibt, die Menge an C, die im Wald gespeichert ist, über längere Zeiträume auch nur im Ansatz präzise bestimmen können. Auch aufgrund der relativ geringen Emissionsverringerungen, die im KP festgeschrieben sind, sind die Schwankungen, die bei den Messungen im Waldbereich auftreten, besonders problematisch, weil Messungenauigkeiten unter Umständen größer sind (...), als die von einem Land aufgenommenen gesamten Reduktionsverpflichtungen. Das zweite Problem, was wir eben sehen, sind die fehlenden Methoden, die C-Kreisläufe im Wald zu messen, mit der notwendigen Genauigkeit.“

Besonders problematisch ist vor allem der im Boden gespeicherte C, über den, wie der erste Teil der Arbeit gezeigt hat, nach wie vor sehr große Wissenslücken bestehen:

„Die größten Defizite sind natürlich die Wissenslücken. Das liegt daran, dass teilweise keine Inventare da sind, dass man nicht weiß, wie viel aufgenommen und abgegeben wird, wie der Boden reagiert.“

Andere Experten bemängeln die Gleichsetzung von Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und dem in der Biosphäre gespeicherten C, der nur eine temporäre Bindung darstellt. Ein Interviewpartner der ENGO drückte das so aus:

„(...) mit diesen Artikeln werden die Emissionen aus fossilen Brennstoffen gleichgesetzt mit den Emissionen von nur temporär biologisch gespeichertem C. Das ist für uns eines der grundlegenden Probleme mit der jetzigen Regelung, nämlich dass aus der Klimaperspektive diese beiden Formen von C natürlich vollkommen unterschiedlichen Einfluss auf das Klima haben und es für die Menschen das eine wirklich viel einfacher regulierbar ist als das andere: Fossile Brennstoffe können wir uns entscheiden zu fördern oder nicht zu fördern, und damit sehr gezielt die Freisetzung von fossilen C regulieren. Die menschliche Beeinflussbarkeit beim biologischen C ist auf einer völlig anderen Ebene, wenn man sich anguckt, wie begrenzt da unsere Möglichkeiten sind (...) das eine ist viel einfacher und das andere ist kaum steuerbar durch den Menschen.“

Einer der befragten Experten aus der Wissenschaft erklärte die Art und Weise, wie Senken in das Kyoto-Regelwerk aufgenommen wurden, folgendermaßen:

„Man hat das aufgenommen um zu erreichen, dass die Energiewirtschaft und die Industrie nicht so viel machen müssen, um ihre Emissionen zu reduzieren. Eigentlich hatte es [Anmerk: Die Aufnahme in das politische Regelwerk] so eine Art Ventilfunktion, und es ist ja von vielen Ländern bekannt, dass die ja gar keine Inventare haben – und ohne Inventare kann man sich das nicht richtig anrechnen lassen. Um das dann seriös zu nennen, da fehlt noch sehr viel.“

Ein anderer Experte bezweifelt darüber hinaus den Nutzen von Plantagen für den Klimaschutz, die durch die Kyoto-Regelungen zum CDM gefördert werden sollten. Insgesamt stellt er die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in Bezug auf den Klimaschutz in Frage:

Ich bzw. wir beurteilen das eher negativ, weil da Äpfel und Birnen verglichen werden. (...) Man muss an der Schraube fossiler Energieträger drehen. (...) Die größten Defizite sind meiner Meinung nach, dass man tatsächlich jetzt beispielsweise mit der Plantagenwirtschaft sagt, dass es etwas Sinnvolles für das Klima ist. Da haben gerade auch neuere Untersuchungen gezeigt, dass genau das auch in Frage steht. (...) Und das, was international unter einer ‚nachhaltigen Waldbewirtschaftung‘ verstanden wird, da kann man, zumindest was Deutschland betrifft, nicht von einer klimapolitisch sinnvollen Maßnahme sprechen.

Vor allem die Vertreter der Wissenschaft und der Politik beurteilen die Aufnahme ambivalent. Deren Positionen lassen sich am Besten durch **Ankerbeispiel 3** charakterisieren: Auf der einen

Seite sehen die Experten die technischen Probleme, die mit dem Monitoring und der Ausgestaltung der Regelungen verbunden sind, auf der anderen Seite finden sie auch positive Aspekte. Immer wieder wird betont, dass die Kyoto-Regelungen nicht auf sachlichen oder wissenschaftlichen Überlegungen basiert haben, sondern Teil der ‚Verhandlungsmasse‘ waren:

„Das hätte man sich mal in Kyoto richtig überlegen müssen. Im Nachhinein war das eine ziemlich faule Ausrede, die da geschaffen worden ist. Da sind die ganzen Mechanismen sehr komplex und unwirksam geworden. An sich ist es ja eine gute Sache. Aber die Art und Weise, wie es gemacht worden ist, ist wirklich stümperhaft.“

Ein Wissenschaftler sieht die potentiellen Vorteile, die sich aus den Schwächen der Regelungen für die weiteren Verhandlungen ergeben:

„Es ist letztendlich ein Geschenk an die Staaten gewesen. Die Zugeständnisse haben die mühsam verhandelten Ziele zwar aufgeweicht und noch mehr heiße Luft produziert. Vielleicht ist das aber gar nicht schlecht für die Verhandlungen, die jetzt laufen: Wir können nicht von den Entwicklungsländern verlangen, ihre Wälder gut zu bewirtschaften, wenn wir nicht zeigen, wie das gehen kann.“

Ein Experte aus der Politik betont den Vorbildcharakter, den die Industrieländer einnehmen müssen, um in den weiteren Klimaverhandlungen, in denen die Einbindung des Waldschutzes in den Entwicklungsländern einer der zentralen Aspekte ist, erfolgreich zu sein:

„Wenn wir nun verhandeln wollen, dass die Entwicklungsländer irgendwie ihre Tropenwaldentwaldung stoppen, dann müssen wir zwangsläufig irgendwie selber mit entsprechenden Beispielen vorangehen, sonst sind wir gar nicht verhandlungsfähig. Das ist der Beitrag, den die deutsche Forstpolitik zum Klimapolitik leistet.“

Ein Wissenschaftler nannte noch ein weiteres Defizit, das ihn an den Regelungen stört:

„Das Defizit ist, dass es derzeit nur zu einer positiven Anrechnung kommen kann. Das ist das Einstiegsgeschenk – aber wer einmal dabei ist, der bleibt dabei und insofern ist das akzeptabel. Es mag auch ein technisches Problem sein, aber mir ist bis heute nicht ganz klar, wieso das dann begrenzt sein muss, also warum die Anrechnung von 3.4 eine Obergrenze hat. Ich finde ‚wenn schon, denn schon‘ und dass man nicht irgendwas gegen Quellen rechnen lassen können soll, wenn man was für die Senke haben will.“

Wenig überraschend ist, dass sich die Aussagen der Befragten, die sich diesem dritten Ankerbeispiel zuordnen lassen, in ihren Aussagen einen Schwerpunkt auf die technische Machbarkeit der Berichterstattungspflichten legen:

„Problematisch ist dabei sicher die Frage ‚wie kann man das überhaupt anrechenbar machen‘, wie ist das in der Praxis handlebar und dabei gibt es ja mit dem Monitoring eine Reihe von Problemen. Nach Kyoto bzw. Marrakesch müssen wir die oberirdische Biomasse erfassen, aber eben auch die unterirdische Biomasse, die Streu und das Totholz, den Boden-C und ich muss den Nachweis erbringen, dass keines dieser C-Sortimente eine Nettoquelle von THG darstellt.“

Ein Experte aus der Politik zeigt konkrete Probleme der Berichterstattung auf, die bei Beschluss der Regelungen nicht bedacht wurden, z.B. die Tatsache, dass selbst die Länder mit den besten Monitoring-Programmen nicht in der Lage sind, die hohen Anforderungen zu erfüllen:

„Die größten Probleme liegen, also zum einen in der technischen Natur, dass heißt das Monitoring: Das

ist völlig überzogen. Ich kenne x Staaten, die also wirklich gute Monitoring-Programme laufen haben, die große Schwierigkeiten haben, die Berichtspflichten überhaupt richtig zu erfüllen. Das ist ein ganz großes Problem. Die Beschlüsse als solches sind zum Teil widersprüchlich und werden dann auch noch durch die Experten unterschiedlich interpretiert, und diese Unklarheit führt dann wiederum zu Rechtsunklarheit bei der nationalen Umsetzung. (...) Das Problem liegt eben darin, dass der Beitrag vom Wald alleine, wenn man das nicht in einen größeren Kontext stellt, z.B. mit Holzprodukten, so nur sehr gering sein kann.“

8.1.3 Beurteilung der Integration von Holzprodukten in die THG-Berichterstattung

Klare und in den Argumentationslinien konsistente Positionen werden von den Experten über eine Integration des Produktsektors in die nationalen THG-Inventare bezogen. Auch hier werden drei verschiedene Positionen vertreten, die folgende Ankerbeispiele charakterisieren:

Ankerbeispiel 1: Holzprodukte müssen in die THG-Berichterstattung integriert werden, da ohne sie ein wichtiger Teil der Leistung unberücksichtigt bleibt und so falsche Anreize gesetzt werden.

Ankerbeispiel 2: Die Aufnahme von Holzprodukten in die THG-Berichterstattung wäre ein weiteres Schlupfloch, um industrielle Emissionen nicht reduzieren zu müssen. Außerdem lassen sich die Produktspeicher nicht seriös kalkulieren.

Ankerbeispiel 3: Eine Aufnahme in die THG-Berichterstattung wäre logisch und wünschenswert, um das System zu vervollständigen und alle Bereiche zu erfassen, birgt jedoch erheblichen politischen Sprengstoff und ist zudem technisch sehr schwierig umzusetzen.

Die Position, die durch **Ankerbeispiel 1** beschrieben wird, wurde übereinstimmend von allen befragten Experten der Gruppe der Forst- und Holzwirtschaft vertreten. Sie sehen die Regelungen des KP zu Art. 3.4 als Anreiz dafür, die Bewirtschaftung einzustellen. Aus ihrer Sicht ist aufgrund der positiven Produkteigenschaften und der nachhaltigen Bewirtschaftung die Nichtberücksichtigung des Produktsektors in der THG-Berichterstattung eine Lücke im System, die geschlossen werden muss:

„Ich halte das für ein Loch in dem ganzen System. Es bedeutet einfach, dass man sagt: O.K., wir nehmen die C-Speicher im Wald, nehmen auch die 0-Option für die Verbrennung von Holz¹⁰⁶ und den ganzen Bereich dazwischen, den wir (...) durch eine Nutzung beeinflussen können, den berücksichtigen wir nicht.“

„Sie [Anmerk: Die Holzprodukte] sollten eine große Rolle spielen, es macht ansonsten auch ganz wenig Sinn. Es ist nur stringent, sozusagen die anschließende Speicherung von C in den langlebigen Holzprodukten auch zu beachten und auch entsprechend mit einzubringen in die Methodik.“

Auch Vertreter der Wissenschaft lassen sich dieser Position zuordnen:

„Dass die Produkte nicht drin sind ist nicht unbedingt zielführend für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung, und da muss eben der Holzproduktpool als zusätzlicher C-Pool mit aufgenommen werden, damit auch die Waldbewirtschaftung wieder an Bedeutung gewinnt.“

¹⁰⁶ Anmerkung: Gemeint ist, dass die Verbrennung von Holz mit dem Emissionsfaktor 0 bewertet wird.

„Diese Möglichkeit mit den biologischen C-Senken ist nicht zu Ende gedacht. Also was Holz betrifft, dass man am Waldrand aufhört, also nur mit der lebenden Biomasse arbeitet und nicht in die Holzprodukte weitergeht. Also man müsste dringend die Speicherung im Waldökosystem über- und unterirdisch betrachten und gleichzeitig die Komponente ‚Speicherung von C in Produkten‘ mit einbeziehen und das dann auch weiterführen – in der energetischen Nutzung, in der ganzen Breite.“

Ein anderer Wissenschaftler begründete seine Aussage damit, dass der C in Produkten mit sehr viel weniger Risiko gespeichert werden kann, als das bei einer verstärkten Speicherung im Wald durch wachsende Vorräte gegeben ist:

„Ich finde, dass es einen Anreiz bietet, sozusagen ein Überanreiz, die C-Anreicherung im Wald, was natürlich wiederum wirtschaftlich auch in Bezug auf C-Speicherung große Risiken z.B. durch Stürme bietet. (...) Auf der anderen Seite ist die Speicherung in Holzprodukten qualitativ geringer, aber vom technischen bzw. physikalischen her genauso effektiv, nur diesen Risiken entzogen. Der Unterschied ist, dass die Waldwirtschaft selbst beeinflusst wird. Auf der einen Seite ohne die Anerkennung der Holzprodukte ist das Hauptaugenmerk irgendwie auf der Vorratshaltung, also möglichst hohe Vorräte. Mit der Anerkennung von Holzprodukten ist das Augenmerk auf möglichst hohen Zuwächsen. Insgesamt ist natürlich quantitativ dem Klima besser gedient, wenn die Zuwächse möglichst hoch sind und dann entweder nicht den Kreislauf wieder zurückgeführt werden oder dann, wenn sie wieder zurückgeführt werden, irgendwas anderes energetisch zu ersetzen.“

Ankerbeispiel 2 beschreibt die konträre Position zu diesem Thema, die hauptsächlich von den ENGO vertreten wird. Sie lehnen eine Einbeziehung der Holzprodukte in die THG-Bilanzierung kategorisch ab. Begründungen dafür sind zum einen die kurzfristig nicht lösbaren wissenschaftlichen Unsicherheiten bei der Quantifizierung der Produktspeicher, zum anderen die Tatsache, dass durch eine Bilanzierung weitere Möglichkeiten geschaffen werden, die Reduktionsverpflichtungen für Emissionen noch weiter zu reduzieren.

„Damit [Anmerk: Mit der Berücksichtigung der Produktspeicher] treibt man, glaube ich, das Problem noch einen Schritt weiter, weil da natürlich noch viel mehr die Frage aufkommt, wie lückenlos sich denn überhaupt der Produktlebenszyklus verfolgen lässt oder eben auch nicht. Man fängt im Grunde genommen am falschen Ende der Diskussion an, wenn man überlegt oder argumentiert, dass Holzprodukte auch in die Berechnung mit einbezogen werden sollen. Man vergisst dabei eben einfach die unterschiedliche Qualität der [Anmerk: biotischen] CO₂-Speicherung und dass über ¾ der Emissionen aus fossilen Brennstoffen kommen. Das übrige Viertel geht auf die Waldzerstörung oder Waldverluste. Wenn man sich das anguckt, dann ist es sicherlich sinnvoller, die Ursachen von Waldzerstörung und Degradierung anzugehen, als am anderen Ende zu versuchen, Unmengen von Produktströmen zu monitoren (...). Unseres Erachtens sind da auch noch gar nicht die technischen Möglichkeiten da, wenn man sich anguckt wie schwierig es ist, einfachste Produktströme im Holzbereich nachzuvollziehen.“

Ein anderes Argument ist, dass auch Holzprodukte C nicht permanent speichern:

„Es mag sein, dass ein kleiner Teil der genutzten Holzressourcen sicherlich auch in langfristigen Produkten gespeichert werden kann, wodurch ein C-Speicher aufgebaut werden kann. Der Großteil, und das sind bis zu 90%, wird aber tatsächlich in sehr kurzen Zeiträumen wieder freigesetzt. Das ist eine Augenwischerei, wenn man das jetzt großartig mit einbezieht.“

Ein weiterer ENGO-Vertreter hat nichts gegen eine Anrechnung, solange der Grundsatz einer seriösen Berichterstattung eingehalten wird. Er wertet es aber als weitere Bemühung, eine

tatsächliche Reduktion von Emissionen zu verhindern und sieht in einer Anerkennung keinen zusätzlichen Nutzen für den Klimaschutz:

„Man kann das machen, man kann das in die Berichterstattung aufnehmen – nur ändert es nichts daran, dass man natürlich die Emissionen reduzieren und das auch seriös nachweisen muss. Und wenn man sich da davon erhofft, dass man das nicht muss, dann ist das ein Trugschluss. Wenn man einerseits dem Klimawandel effektiv begegnen möchte, aber dann weiter nach Schlupflöchern sucht, dann kann man natürlich alles machen. Wenn wir jetzt sagen, wir möchten wirklich versuchen, dieses Problem in den Griff zu kriegen, dann wird das nicht viel helfen.“

Ein Experte der Wissenschaft sieht neben der Komplexität der Quantifizierung auch die Schwierigkeiten solcher Themen in den Verhandlungen:

„Das kann vielleicht drauf setzen, aber es ist klar, dass das jede Menge Verhandlungszeit erfordert (...),mein Eindruck ist, dass es extrem kompliziert ist, wenn man das machen will [Anmerk: Bilanzierung der Produktspeicher]. Und dass man das wissenschaftlich korrekt macht, da habe ich meine Zweifel.“

Ankerbeispiel 3 beschreibt die Position, die von den befragten Experten der Politik und den meisten aus der Gruppe der Wissenschaft vertreten wurden. Sie sehen die technischen Schwierigkeiten, die sie jedoch als lösbar betrachten, erkennen aber auch das politische Sprengstoffpotential, das sich bereits aus dem historischen Diskurs und den vergangenen internationalen Verhandlungen ergibt:

„Das ist ein Thema, wo ich mich bislang erfolgreich drum rumgedrückt habe, weil ich die Ahnung hab, dass da sehr viel Sprengstoff hinter steckt. Ganz besonders in der Nutzung als Bioenergie, also Holz als Bioenergie, (...) weil dann keine Speicherung stattfindet, sondern sofortige Emission.“

„Auf der einen Seite (...) glaube ich, wenn man das mit dem Wald in einem Kontext sieht, wird der Beitrag vom Holz und damit von Wald und von Holzprodukten wieder sehr wichtig. Aber ich sehe das Monitoring als Problem. Auch da werden wir einfach wieder große Schwierigkeiten haben, das zu erfassen und nachzuweisen, was international gefordert werden wird.“

Ein besonders mit den Regelungen vertrauter Experte hat einen anderen, sehr wesentlichen Aspekt angesprochen, nämlich das technische Detail, welcher Ansatz für die Bilanzierung verwendet wird. Es gibt verschiedene Ansätze für eine Quantifizierung und Bilanzierung der Produktspeicher, die unterschiedlich mit dem Problem der Handelsströme umgehen und entsprechend die Speicheränderungen den jeweiligen Ländern zuordnen. Er glaubt, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis eine politische Verhandlung nicht rechtfertigt:

„Das [Anmerk: die Anrechnung der Produktspeicher] ist ein technisches Detail ohne Auswirkungen. Wenn man sie rein nimmt, hat man immer die Schwierigkeit, was man mit dem Handel macht, genauso wie man es bei vielen anderen Brennstoffen letztendlich auch hat. Es ist ein bisschen komisch, in dem Fall ist es ja praktisch umgekehrt – das Land, das exportiert, kriegt ja eventuell die Quelle und ein Land, das importiert dann die Senke oder so. Das ist sehr schwierig, das zu implementieren. Mein Eindruck ist, also allein für die Anrechnung, dass man viele politische Mühen hinein steckt, dafür, dass es sich letztendlich einen C-Pool handelt, der global ja relativ konstant ist. Man hat da glaub ich mehr politischen Ärger, als dass es der Klimapolitik irgendwie zu Gute trägt.“

8.1.4 Charakterisierung des Konfliktes um eine Einbindung von Wäldern in die Klimapolitik

Die Charakterisierung des Konfliktes ist wichtig, weil auf dieser Analyse aufbauend mögliche Lösungsansätze entwickelt werden können. Dabei steht die Frage im Vordergrund, ob es sich um einen ideologischen Konflikt handelt oder um einen sachlichen Konflikt, der durch bessere Informationen und entsprechende Kommunikation aufgelöst werden könnte. Ein Indikator dafür, dass es sich um einen stark ideologisch geprägten Konflikt handelt, ergibt sich bereits aus den Antworten der Experten auf die Frage, ob sich ihre Meinung zum Thema Wald im Klimaschutz und der Klimapolitik in den letzten Jahren geändert habe. Bis auf drei Befragte, alle aus der Gruppe der Wissenschaft, haben sämtliche Interviewpartner angegeben, dass sich ihre Positionen nicht verändert, sondern eher noch verstärkt haben, d.h. sie vertreten seit der Entstehung des Konfliktes dieselbe Meinung. Neue Informationen und der Diskurs haben nicht zu einer Veränderung geführt. Die Äußerungen dieser Experten sind sehr aufschlussreich:

„Ich habe es [Anmerk: die Integration des Waldes in die Klimapolitik] immer als Chance gesehen, aber es war immer ärgerlich, dass es im Grunde die Emissionsminderungen in den anderen Sektoren reduziert. Dadurch hat man immer den Konflikt gehabt, dass es eigentlich die Umweltintegrität des KP beeinträchtigt, obwohl es an sich eine kluge Maßnahme ist.“

Ein Experte hat seine Meinung über einen längeren Zeitraum gebildet und sieht die Bedeutung der Wälder als Speicher:

„Ich bin anfangs sehr skeptisch an den Wald ran gegangen und eigentlich habe ich mich aus der Perspektive erstmal eingehend mit dem Thema beschäftigt, und je länger, desto weniger kritisch sehe ich das, weil ich halt die Bedeutsamkeit terrestrischer C-Speicher sehe und deswegen denke ich, man findet dafür einen Grund, und das ist sicherlich kein Hintertürchen, auch wenn es für einige Länder so sein mag und für andere Länder so scheint.“

Ein anderer Experte hält die Erfassung der Wälder durch das KP für wichtig, weil sie zu einer Grundlage für den internationalen Waldschutz werden kann:

„Damals [Anmerk: vor Kyoto] fand ich das Thema albern, weil es mir quantitativ in Deutschland nicht wesentlich erschien. Durch diese ganze Kyoto-Geschichte sind die Rahmenbedingungen anders geworden und insofern hat sich das nach dem Kyoto Prozess geändert: Weltweit gesehen ist die Waldvernichtung eine wichtige Ursache für den Treibhauseffekt und dadurch, dass man mit KP einen politischen Mechanismus zur Eindämmung hingekriegt hat, kann ein Nachfolgeabkommen unter der Klimarahmenkonvention den internationalen Waldschutz voranbringen – auch wenn das eine Aktivität ist, die man jetzt noch nicht durchführen kann, kriegt das endlich eine Bedeutung.“

Auf die Frage, warum die Positionen zwischen Senkenbefürwortern und Senkengegnern so unvereinbar sind, gab es insgesamt sehr unterschiedliche Antworten. Diese Frage wurde von den Befragten häufig mit denselben Aussagen wie zu der Frage beantwortet, welche Gründe für, bzw. gegen eine Berücksichtigung der Biosphäre sprechen. Auch hier ließen sich drei Ankerbeispiele identifizieren, denen die Antworten zugeordnet werden können.

Ankerbeispiel 1: Angesichts des Klimawandels müssen alle zur Verfügung stehenden Mittel genutzt werden. Den Senkengegnern geht es darum, die Emissionen nur an der Quelle zu reduzieren und dass die Reduktionsverpflichtungen durch die Senkenanrechnung reduziert werden. Dabei verkennen sie das Potential, das die Biosphäre bietet, und damit auch den Beitrag, den der Wald zum Klimaschutz leisten kann.

Ankerbeispiel 2: Es handelt sich um verschiedene ideologische und materielle Interessen – wäre diese dogmatische Diskussion losgelöst vom Kyoto-Prozess, gäbe es den Konflikt wahrscheinlich nicht. Auf dieser Basis sind die Positionen jedoch unvereinbar, da durch die Integration der Senken die Reduktionsziele verwässert werden.

Ankerbeispiel 3: Die Diskussion und der Konflikt sind ideologisch und aus dem historisch-politischen Kontext nach der Festlegung der Ziele entstanden. Die Art der politischen Ausgestaltung ist also die eigentliche Ursache des Konfliktes. Sie werden sich wahrscheinlich nach 2012 von alleine auflösen. Die Biosphäre muss berücksichtigt werden, weil global ihre Bedeutung enorm ist.

Ankerbeispiel 1 beschreibt die Position, die hauptsächlich von den Vertretern der Forst- und Holzwirtschaft vertreten werden. Sie fühlen sich missverstanden und teilen die Ansicht, dass die Emissionen zwar an der Quelle reduziert werden sollten, dass aber darüber hinaus auch ihr Beitrag zum Klimaschutz gewürdigt, anerkannt und entlohnt wird:

„Die Senkengegner sitzen im Wesentlichen auf der Seite der Umweltschützer. Bei ihnen besteht das Primat, dass sie auf eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes setzen, und sie befürchten einfach, wenn wir jetzt großzügig Senkenprojekte zustimmen, dass dadurch eben der Druck auf die tatsächliche Senkungen der Emissionen nachlässt. Das ist aber eine sehr gradlinige, politisch harte, vielleicht fast auch schon ein bisschen illusorische Position. (...) Meine Position lautet von Anfang an: Die Senkenleistung des Waldes ist anzuerkennen. Man muss die Gegner davon überzeugen, dass diese einseitige Sicht der Dinge nicht so richtig zielführend ist.“

Andere Befragte stellen den möglichen Beitrag der Forstwirtschaft und des Waldes in den Vordergrund und betonen, dass aufgrund der Dringlichkeit, dem Klimawandel zu begegnen, alle zur Verfügung stehenden Mittel genutzt werden müssen:

„Ich denke mir, dass die Senkengegner davon ausgehen, dass man damit ein Schlupfloch schafft, mit der Nutzung von Senken, und dabei vergessen sie im Grunde, dass man alle Möglichkeiten nutzen muss, den Klimawandel abzuschwächen. Das ist einfach ein ganz grundsätzlicher anderer Ansatz, dass man sagt ‚wir negieren diese Senke, weil sie im Endeffekt ein Problem darstellt bei der Reduktion der Emissionen der Industrie‘. Man muss sowohl Reduktion wie auch die Senken nutzen. Genauso wie wenn ein Boot vollläuft man ja auch alle Möglichkeiten nutzt, das Wasser raus zu kriegen.“

Ein Vertreter der Forstwirtschaft stellt die Einzigartigkeit der Forstwirtschaft in den Vordergrund und beklagt explizit den Aufwand, der mit den Regelungen verbunden ist:

„Für eine Einbeziehung spricht, dass wir mit der Komponente ‚Forst‘ einzigartig dastehen, dass wir nicht nur aus der Atmosphäre CO₂ herausziehen können, sondern wir können mit dem Wald Holz, und damit ein C-Produkt, erzeugen, was uns einzigartig macht. (...) Was dagegen spricht ist der Wust an administrativen Regelungen und der Aufwand, das nachprüfbar zu machen.“

Die Position von ENGO und anderen Gegnern einer Einbeziehung von Senken in die Klimapolitik wird dahingehend interpretiert, dass sie eigentlich Naturschutzziele wie den Artenschutz als Hauptziele verfolgen und den Klimaschutz als Transportmedium für dieses Anliegen benutzen:

„Also ich habe den Eindruck, dass die Senkengegner häufig sehr stark durch Artenschutzaspekte motiviert sind. Die möchten gerne Klimapolitik als Mittel zur Umsetzung der CBD [Anmerk: Konvention über biologische Vielfalt] nutzen, und von da aus ist es natürlich schwierig, auf einer sachlichen Ebene zu einer Einigung zu kommen, da für diese Ziele der Klimaschutz nur ein Transportmedium ist. Weil es doch sinnvoll ist, alle Mittel gegen den Klimawandel zu nutzen, auch für den Artenschutz, weil er [Anmerk: Klimawandel] die größte Gefahr für die Vielfalt ist.“

Ankerbeispiel 2 ist die Argumentationslinie, die von Befragten aus allen Gruppen, aber am stärksten von den ENGO, vertreten wird. Sie argumentieren, dass durch die Art, wie das KP und die Folgevereinbarungen gestaltet wurden, die Reduktionsverpflichtungen effektiv reduziert werden. Das sehen auch Experten aus anderen Gruppen so. Die Experten der ENGO vermuten, dass die Forderung einer Anerkennung der Senken hauptsächlich materiell motiviert ist. Zudem sind für sie die Probleme der Permanenz und der Messbarkeit der C-Speicherung nicht lösbar. Diese Sichtweise wird auch von Akteuren der anderen Expertengruppen geteilt. Unterschiede in den einzelnen Positionen bestehen hauptsächlich darin, wie mit diesen Problemen umgegangen werden sollte – das spielt jedoch an dieser Stelle in Zusammenhang mit der Frage nach den Ursachen der Unvereinbarkeit der Positionen eine untergeordnete Rolle. Beispielhaft für den Vorwurf, der Forstwirtschaft ginge es vorrangig um materielle Interessen, sind folgende Aussagen:

„Also diejenigen, das sind z.B. Vertreter des Großprivatwaldes, hoffen jetzt da über Zertifikathandel schnell an Geld zu kommen. Das ist eine ideologische Sichtweise, die ist sachlich nicht fundiert, nicht zu Ende gedacht.“

„Es gibt da einige in der Forstwirtschaft, die meinen, dass sie da einen Vorteil saugen können.“

„Ich glaube, dass eine ernsthafte Klimapolitik überhaupt nicht betrieben wird von Seiten der Forstwirtschaft, sondern man versucht opportunistisch ich sage mal ‚Geldquellen zu erschließen‘ und möglichst viel abzugreifen.“

Eine Verteilung von Zertifikaten an die Forstwirtschaft findet ein Experte aus der Wissenschaft vor allem wegen der nicht garantierbaren Permanenz problematisch:

„Die Senkenbefürworter, also vor allem die Forstwirtschaft, die rechnen mit zusätzlichen Einnahmemöglichkeiten. Sie haben aber nicht zu Ende gedacht, wie man mit dem Thema ‚Quellsituation‘ umgeht, z.B. bei Kalamitäten. Wenn ich eine große Kalamität habe, dann komme ich in die unglückliche Situation, dass dann Zertifikate zugekauft werden müssen (...).“

Ein Experte vertritt in Anlehnung die inzwischen als überholt geltende Kielwassertheorie, die besagt, dass die anderen Infrastrukturleistungen, die in Wäldern generiert werden, im Zuge der Holzproduktion sowieso entstehen. Dennoch ist die Aussage wichtig, weil sie zeigt, dass eine Leistung erkennbar und kommunizierbar sein muss. So sieht er keinen Grund, der Forstwirtschaft Zertifikate zukommen zu lassen, da sie nichts Zusätzliches dafür getan hat:

„Was ich bisher gesehen hab, nämlich dass man [Anmerk: die Forstwirtschaft] für das, was sie sowieso macht, also den Wald bewirtschaften, auch noch Zertifikate haben will. Also ich habe auch jetzt irgendwie nicht den Eindruck, dass die deutsche Forstwirtschaft additional was zum Klimaschutz beitragen will, sondern man möchte sich noch ein Feld eröffnen, wo man noch ein paar Euro mehr kriegt.“

Auch ein anderer Experte sieht die Unvereinbarkeit der Positionen in den materiellen Interessen auf der einen und den ideologischen Überzeugungen auf der anderen Seite:

„Die Positionen sind in der Tat unvereinbar oder zumindest scheint es so. Primär geht es um die Interessenvertretungen und um Geld. Oder einfach auch um Interessenwahrung. Die Kontroverse um die Waldbewirtschaftung, die gibt es natürlich auch schon seit Jahrzehnten. Und dass das auf einmal auch im Kontext der Klimaverhandlungen auftaucht hat die Klima-Verhandler überrascht. Nicht so sehr hat dann überrascht, dass es in der Diskussion die gleichen Meinungsunterschiede gab, wie sie auch in den anderen internationalen Verhandlungen zum Thema Wald aufgetreten sind: Also die Diskussion zwischen denen, die sich der Ursachen von Waldzerstörung annehmen wollen auf der einen Seite, und eben das Handlungsinstrument im Klimabereich als ungeeignet sehen, und auf der anderen Seite diejenigen, die in den Klimaverhandlungen einen zusätzlichen Finanztransfer für die Forstwirtschaft sehen.“

Diese unterschiedlichen Interessen existieren auch auf internationaler Ebene. Dort haben sich die walddreichen Länder dafür stark gemacht, diese terrestrischen Speicher mit einzubeziehen.

„Ich denke, dass es damit zusammenhängt, dass es Länder gibt, wo die Forstwirtschaft eine riesige Rolle spielt für die Gesamtökonomie, und andere Länder, bei denen es das eben nicht tut. Ich glaube, darum hat das auch letztendlich das KP aufgeweicht. Darum ist es überhaupt rein gekommen. Das sind rein materielle Interessen. Durch die Macht der nordamerikanischen Länder musste man es ihnen anbieten, um das KP zu ratifizieren und vor dem Hintergrund sind dann so auch die Ziele nach und nach aufgeweicht worden.“

Es gibt auch Experten, die technische Probleme als Hauptgrund für ihre Haltung sehen, z.B. genau zu messen wie viel C tatsächlich im Wald gespeichert wird und wie permanent diese Speicherung ist:

„Also wenn man das glaubwürdig messen könnte mit den Senken, d.h. wissenschaftlich fundiert, was nimmt der Wald langfristig auf, dann wäre das vielleicht eine andere Situation. (...) Wenn es nur darum geht, ich sag mal drei Bäume zu pflanzen und dafür in den Industrieländern nichts machen zu müssen – dann ich halte das für Schaumschlägerei. Die Deutschen sollten sich genau überlegen, ob sie darauf drängen, dass ihr Wald als Senke anerkannt wird, weil der deutsche Wald wird irgendwann mal in ein paar Jahren auch eine Quelle werden.“

„Der Druck lässt nach, tatsächlich zu reduzieren. Das andere Argument, was man immer hört, ist dass der Speicher ‚Wald‘ bald voll ist und was passiert zum Beispiel in einem Fall wie jetzt bei Sturm Kyrill, wenn die Forstbetriebe die Senken anerkannt bekommen haben und nun ist der ganze Wald und damit auch die Quelle fort. Das ist ein Problem.“

Ein anderer Experte geht noch weiter und betont die Signalwirkung, die durch die wissenschaftlichen Unsicherheiten an die großen Emittenten der Industrie entsteht.

„Es ist schwierig, da zuzustimmen. Die wissenschaftliche Seriosität ist eben bei den Senken nicht so ganz gegeben. Damit wurde die Intention, Signale an die Industrie zu geben, dass das so nicht weitergeht, das sie was anders machen muss, kaputt gemacht. Wenn die mühsam verhandelte Reduktion durch den Wald erfüllt werden kann, wird halt alles dadurch wieder abgeschwächt.“

Ankerbeispiel 3 steht für eine Überzeugung, die von einigen Vertretern der Gruppe der Wissenschaft vertreten wird. Sie sind der Überzeugung, dass es sich um einen historisch erklärbaren Konflikt handelt, der sich mit der Zeit und vor allem mit den kommenden Verhandlungen relativieren wird. Ein Experte sieht die Gründe für die Diskussion im historischen Zusammenhang der internationalen Verhandlungen, in denen zunächst hauptsächlich Politiker und keine Wissenschaftler die Regelungen über eine Einbeziehung festgelegt haben:

„Die Diskussion ist nur historisch zu verstehen. Zum einen wusste bei der Verabschiedung des KP und immer noch bei der COP6 II in Bonn keiner so Recht über den Wald Bescheid. Es waren kaum Techniker und Wissenschaftler involviert, sondern eigentlich nur Politiker. Dann ist die Diskussion auch viel zu spät und falsch geführt worden, weil erst die Ziele festgelegt worden sind und dann die Möglichkeiten ihrer Erfüllung. Aus dieser Konstellation resultiert dieser grundsätzliche Konflikt. Alle anderen Fragen sind methodischer Art, also was Messunsicherheiten angeht, was indirekten menschlichen Einfluss angeht.“

Ein Experte sieht das Problem darin, dass dieser Konflikt dadurch ausgelöst wurde, dass die Details für die Anrechnung von Senken erst nachträglich definiert wurden:

„In erster Linie ging es darum, was für mich vielleicht sogar ansatzweise noch nachvollziehbar ist, natürlich die Quellen zu reduzieren, ja, darum geht es in Kyoto: Die Quellen. Dann kam das andere dazu, was natürlich eine Möglichkeit ist, sich sozusagen durch die Senken Rechte zu verschaffen, um die Quellen doch nicht so stark zu beschränken bzw. nicht so stark zu reduzieren und da ist natürlich der Fokus dieser ganzen Debatte (...).“

Die Auffassung, dass sich dieser Konflikt wahrscheinlich von alleine auflösen wird, wird auch von anderen Wissenschaftlern geteilt. Sie sehen auch die Notwendigkeit, die Biosphäre zu berücksichtigen:

„Es ist ja nur für die erste Verpflichtungsperiode so unvereinbar, weil es letztendlich um den Glauben an die Integrität des KP geht. Sobald man jetzt über 2012 hinausschaut, sind die Horizonte und Interessen durchaus wieder vereint. Also über 2012 hinaus gibt es eigentlich nur Gründe, die dafür sprechen [Anmerk: den Wald in die Klimapolitik einzubeziehen] – vor allen Dingen, weil die Potenziale für C-Verluste aus dem Wald größer sind als die Potenziale für C-Speicherung. Deswegen würde man einfach eine wichtige anthropogene Quelle auslassen, wenn man die Wälder nicht einbezieht.“

„Wir müssen die Biosphäre ganzheitlich betrachten, wenn wir sie berücksichtigen wollen, und genau das tut Kyoto ja nicht. Es sind nur die Senken drin, und die sind nun mal im Moment hauptsächlich in den Industrieländern, aber nicht die Quellen in den Entwicklungsländern. Wir nehmen immer ganz massiv Einfluss auf die Biosphäre und besonders dann, wenn wir jetzt auch noch anfangen, die fossilen Brennstoffe substituieren zu wollen. Dann können wir gar nicht mehr umhin, die Auswirkungen der Biosphäre irgendwie auch zu bilanzieren, sonst schießen wir uns selbst ins Knie.“

Immer wieder zur Sprache kommt das Argument der Waldzerstörung in den Entwicklungsländern, das zurzeit ein zentrales Thema in der internationalen Klimapolitik ist:

„Wenn wir verhindern wollen, dass weltweit Wälder weiter abgeholzt werden usw. müssen wir selber mit gutem Beispiel voran gehen. Das spricht dafür, die Biosphäre ab 2012 mit reinzunehmen.“

Die Frage, welcher Natur der Konflikt tatsächlich ist, wurde auch über die Frage angeschnitten, wie mit den Zertifikaten verfahren werden sollte, die wahrscheinlich aus der Anerkennung von

Art. 3.4 in der ersten VP entstehen werden. Hier entstand ein klares Bild, das im Folgenden durch drei Ankerbeispiele dargestellt wird.

Ankerbeispiel 1: Die Forstwirtschaft soll direkt oder indirekt für ihren Beitrag zum Klimaschutz entlohnt werden. Eine direkte Auszahlung ist aufwändig und technisch schwer machbar. Dennoch muss der Waldbesitzer von den RMU-Zertifikaten profitieren.

Ankerbeispiel 2: Die Zertifikate sollten nicht genutzt werden.

Ankerbeispiel 3: Eine Menge technischer, rechtlicher und politischer Fragen müssen in diesem Zusammenhang geklärt werden. Es sollte eine gerechte Lösung gefunden werden, aber keine direkte Verteilung an die Waldbesitzer vorgenommen werden.

Ankerbeispiel 1 wird von der Forstwirtschaft vertreten, die die Ansprüche als gerechtfertigt empfindet: Sie leistet einen Beitrag zum Umweltschutz, für den sie entlohnt werden möchte. Außerdem ist sie durch den Klimawandel in besonderem Maß betroffen und möchte dafür einen Ausgleich erhalten, um sich an den Wandel anpassen zu können. Dennoch unterscheiden sich die Vorstellungen über die gerechte Verwendung dieser Mittel:

„Am gerechtesten wäre, wenn jeder einzelne Waldbesitzer für den CO₂-Speichereffekt in seinem Bestand sozusagen einen Ausgleich bezahlt bekäme. Ich weiß aber, dass das (...) praktisch nicht möglich ist. Und deshalb suchen wir nach anderen Lösungen, zum Beispiel zukünftige Fördertöpfe für forstliche Bereiche. (...) einen speziellen Fördertopf aufzumachen, zur Beseitigung klimabedingter Waldschäden, das wäre für mich schon eine sinnvolle Maßnahme, denn wir wissen ja, dass insbesondere die Fichte in größeren Flächen Deutschlands zu ersetzen ist, die wird mit den erhöhten Temperaturen nicht klar kommen. Da ist ein riesiges Volumen in den nächsten Jahrzehnten erforderlich und das kann man mit solchen Geldmitteln, denke ich, gut bezahlen.“

Ein Experte findet, dass einzelne Waldbesitzer direkt entlohnt werden könnten, wenn sie ihren Wald im Sinne des Klimaschutzes bewirtschaften:

„Ich bin der Meinung, dass es für die Waldbesitzer die Möglichkeiten geben muss, auch direkt zu profitieren. Das ist in gewisser Weise eine methodische Frage. (...) Es müsste doch eigentlich möglich sein, diese Option für den Waldbesitzer, der sagt ‚gut ich nutze mein Holz nicht, sondern ich lasse es stehen‘ – eine Verwendungsoption, die heute in der Methodik noch nicht mit drin ist – dass er dann auch diese Leistung anerkannt bekommt und das somit dann auf den Waldbesitzer runter gebrochen wird.“

Eine völlig andere Position wird jedoch häufiger und differenzierter vertreten, nämlich dass es keinen Sinn macht, zu versuchen, den Beitrag jedes einzelnen Waldbesitzers einzeln zu honorieren. Vielmehr wird vorgeschlagen, die Mittel für eine Stabilisierung der Wälder durch entsprechenden Waldumbau zu benutzen:

„Also ich bin grundsätzlich dagegen, dass das an Waldbesitzer verteilt wird, weil ich da den Aufwand nicht mehr gerechtfertigt sehe – oder besser gesagt den Nutzen, den der einzelne Waldbesitzer daraus ziehen kann, als nicht mehr angemessen dem Aufwand gegenüber ansehe. (...) Insgesamt finde ich die Idee gut, was man dort an Zertifikaten generiert, dass man das für Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft in Hinblick auf den bevorstehenden Klimawandel (...) nutzt (...), weil wir davon ausgehen, dass wir in vielen Gebieten zum Beispiel mit der Fichte Probleme kriegen werden, und dass wir in absehbarer Zeit nicht die Finanzmittel kriegen (...), um auf den Problemstandorten wirklich intensiv in

Richtung Waldumbau oder Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft arbeiten zu können.“

„Im Grunde sollten diese Mittel zielgerichtet für Belange der Forstwirtschaft eingesetzt werden. Diese Mittel werden ja im Grunde nur deswegen erzeugt, weil dort C gebunden worden ist. Das heißt, man muss also Maßnahmen fördern, die zum einen die Wälder stabilisieren, zum anderen den Zuwachs erhöhen und zum dritten die Risiken abzuschwächen, die aufgrund von Stürmen oder anderen Katastrophen steigen.“

Ankerbeispiel 2 ist im Kontext der Kritik zu sehen, dass durch Art. 3.4 ein Staat seine Reduktionsverpflichtungen aus dem KP reduziert. Daher fordern die Experten der ENGO, die Zertifikate nicht zu nutzen:

„Ich glaube, die sollten stillgelegt werden. Es gibt keine seriösen Verfahren für das Monitoring. Auch die Bundesregierung hat ja große Schwierigkeiten, das alles irgendwie seriös zu monitoren.“

„Im Prinzip sollten sie sie nicht einspeisen, um so eben den Druck auf die Industrie zu behalten. Die sollte sich endlich überlegen, wie sie ihren Beitrag zum Klimaschutz leistet.“

„Unserer Ansicht nach wäre es einfach besser, wenn man von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch macht.“

Auch ein Vertreter der Wissenschaft schließt sich der Position an, dass es nicht sinnvoll ist, die Mittel zu verteilen – im Gegensatz zu den vorhergehend genannten Statements fordert er, dass die Mittel als Risikovorsorge aufgehoben werden sollten und zu vermeiden ist, dass weitere Mitnahmeeffekte geschaffen werden:

„Wenn Deutschland wirklich so grün sein will, wie es am Anfang war, müsste man die [Anmerk.: RMU-Zertifikate] nehmen und als Risikoausgleich zurücklegen, als Risikostrukturausgleich. Ansonsten schafft man einen weiteren Mitnahmeeffekt, wie in allen anderen Sektoren auch. Irgendwie her zu gehen und das auf die Eigentümer zu verteilen oder so – das ist ganz großer Quatsch. Das ist auch nicht umsonst gar nicht erst angedacht worden.“

Ankerbeispiel 3 illustriert vor allem die Position der politisch Verantwortlichen und der Vertreter der Wissenschaft. Sie sehen die technischen und rechtlichen Aspekte und wissen noch nicht, wie man dieses Verteilungsproblem lösen kann. Das ist sicherlich auch dem kurzen Zeitraum seit dem Beschluss der Anwendung von Art. 3.4 geschuldet, mit der eigentlich aufgrund der langjährigen Position Deutschlands zum Thema ‚Senken‘ niemand gerechnet hat:

„Das ist eine ganz schwierige Frage. Da sollte man noch detailliert nachgehen. Ich kann mir noch nicht vorstellen, dass man die Werte aufteilt nach unten bis auf den letzten Waldbesitzer. Man sollte überlegen, wie man damit umgeht, hier könnte ich mir eine Fondlösung vorstellen.“

„Das ist viel zu früh, darüber etwas zu sagen, weil das überhaupt noch nicht ausgegoren ist, weil das erst noch besser ausgestaltet werden muss. Die im Ministerium wissen doch noch gar nicht, wie das funktionieren soll.“

Ein Experte aus den befragten Wissenschaftlern nähert sich dem Thema mit einer Überlegung, welche die rechtlichen Voraussetzungen dem gegenüberstellt, was er für gerecht hält. Darauf aufbauend begründet er seine pragmatische Meinung folgendermaßen:

„Rein formal gehören sie [Anmerk: die RMU-Zertifikate] ja zunächst einmal dem Staat. Das KP ist eine Vereinbarung zwischen Staaten und deswegen stehen die RMUs oder der Gegenwert zunächst dem

Staat zu. Andere Akteure sind ja rechtlich gar nicht beteiligt. Auf der anderen Seite, wenn sie physisch durch die Waldbesitzer generiert werden, in welcher Form auch immer, ist die Frage allerdings, wie man die beteiligen könnte. Wenn man jedem Gartenbesitzer für jeden einzelnen Baum, der Zuwachs zeigt – der würde sowieso nicht erfasst von 3.4 – aber jeden kleinen Waldbesitzer einzeln entschädigen wollte oder einzeln an diesen RMUs beteiligen wollte, würde das wahrscheinlich höhere Kosten aufwerfen, als insgesamt überhaupt zu verteilen ist. Von da aus ist es ein System es hinzukriegen, was in möglichst fairer Form Waldbesitzer beteiligt und gleichzeitig effizient ist, und nicht alle möglichen Gewinne auffrisst.“

Ein Experte aus der Politik sucht in seiner Antwort nach finanzierbaren Maßnahmen, die einerseits der Forstwirtschaft zugute kommen und andererseits von den Senkengegnern als zusätzliche Maßnahmen akzeptiert werden:

„Es gibt eine Grundsatzentscheidung, dass ein großer, substantieller Betrag des potenziellen Nutzens der deutschen Forstwirtschaft zu Gute kommen soll, dahinter stehe ich. Allerdings bin ich nicht dafür, dass das Ganze als Flächenprämie ausgezahlt wird. Ich bin auch viel mehr für Projektansätze. Es gibt eine Anzahl von Maßnahmen, die dazu führen, die Pools im deutschen Wald zu erhöhen, dazu zählt, soweit ich weiß, die Anreicherung von Totholz. Das käme auch den Naturschützern entgegen, das käme auch der Forstwirtschaft entgegen (...).“

Auf die Frage, ob wissenschaftliche Untersuchungen in der Lage sind, diesen Konflikt aufzulösen, wenn sie die von den Experten als wichtig angesehenen Voraussetzungen erfüllen, ergab sich ein recht unterschiedliches Bild, das aber zu den sich bereits abzeichnenden *story lines* passt. Zwei Ankerbeispiele illustrieren die Aussagen, die teilweise schon in Zusammenhang mit anderen Fragen aufgetaucht sind:

Ankerbeispiel 1: Es handelt sich um einen grundlegenden, ideologisch-dogmatisch geprägten Konflikt, der mit neuen Erkenntnissen nicht aufgelöst werden kann.

Ankerbeispiel 2: Wissenschaftliche Untersuchungen können teilweise den Konflikt auflösen, da nicht in allen Fragen Dissens besteht. Sie können beitragen, den Diskussionsprozess zu objektivieren.

Die durch **Ankerbeispiel 1** illustrierte Position wird stringent von allen befragten Experten der ENGO vertreten, aber auch von Vertretern der andern Akteursgruppen:

„Es geht hier um dogmatische Aspekte. Auf der einen Seite die Gegner, die nicht ganz zu Unrecht sagen ‚im Vordergrund müssen die Emission aus dem Energie- und Industriebereich stehen‘. Das heißt, fossile Brennstoffe. Dann natürlich auf der anderen Seite die Befürworter, die auch wieder zu Recht sagen, international, global kann Wald wiederum eine sehr große Rolle spielen und auch die Holzprodukte und deswegen muss es mit rein. Das sind halt unvereinbare Positionen als solche, denn sie sind dogmatisch und damit emotional geprägt und weniger inhaltlich.“

„Nein, weil es ein dogmatischer Konflikt ist. Modelle können da nicht helfen.“

Auch folgende Aussagen machen den ideologischen Charakter deutlich:

„Der Grundkonflikt ist ja (...), dass wir an den energiebedingten Emissionen ansetzen wollen. Der ist ja damit nicht ausgeräumt.“

„Die Konflikte gehen ja nun nicht unbedingt über Unsicherheiten. Ich kann mir nicht vorstellen, dass man diese durch bessere Prognosen überwinden oder die Leute irgendwie überzeugen kann, weil das andere

Ursachen hat, warum die dagegen sind. Das wird man nicht dadurch entkräften können, dass man sagt ‚wir können ja jetzt viel genauer rechnen‘.“

Ein Experte sieht Anzeichen dafür, dass die zu erwartende Verschärfung der Situation dazu führen wird, dass teilweise ein Umdenken in dieser Diskussion stattfindet:

„Für mich ist das eine ideologische Diskussion. Auch mit besseren wissenschaftlichen Argumenten, denke ich, bekommen wir eine Reihe von Gegnern nicht auf unsere Seite. Aber mit der zunehmenden Problematik in der Klimaveränderung habe ich das Gefühl, mit vielen Leuten, die das vor zehn Jahren noch sehr kontrovers diskutiert haben, dass hier ein Umdenken vorhanden ist.“

Immer wieder wird das materielle Interesse der Forstwirtschaft in den Vordergrund gestellt:

„Ich glaube nicht, dass dieser Konflikt sich dadurch auflösen würde, aber ich glaube, dass die Durchsetzbarkeit von Positionen, die auf wissenschaftlicher Basis basieren, sehr viel leichter wäre und was ich ja vorhin schon gesagt habe, dass der Konflikt eine ganz andere Ursache hat. Die Waldbesitzer und -verbände im Wesentlichen versuchen einfach, an mehr Gelder ranzukommen für ihre Waldnutzung. Deswegen wird das Klimaargument auch strapaziert.“

Ankerbeispiel 2 beschreibt die Positionen, die neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen einen Beitrag zur Auflösung des Konfliktes zutrauen, im Sinne einer Objektivierung der Diskussion.

„Der Konflikt wird an dem Punkt aufgelöst werden, wo man es schafft, über die reine Senkenfrage hinaus zu denken. Wenn man die Biosphäre nicht nur als Senke versteht, dann hat man ja praktisch diese Ansicht begriffen. Der Konflikt ist nur ideologisch gewesen, als die Senken dazu kamen und solange die Ziele des KP nicht festgelegt waren. Inzwischen bestreitet selbst der WWF nicht mehr, dass Waldfunktionen im Klimaschutz eine wichtige Rolle haben.“

Manche der Befragten waren etwas optimistischer und halten es wenigstens für möglich, dass die Diskussion durch sie objektiviert wird:

„Ich denke mal, die Bilanzen können schon dazu dienen, die Bedenken bei den Skeptikern abzubauen, den ganzen Diskussionsprozess zu optimieren und zu objektivieren. Sicherlich gibt es auch andere Hintergründe, die eher politisch angelegt sind, die auch weiterhin dazu führen werden, dass man das ganze Thema auch weiterhin sehr skeptisch betrachtet.“

„Wenn es ein ideologischer Konflikt ist, nein. Wenn es ein sachlicher Konflikt ist, ja. Teilweise ist es ein ideologischer Konflikt. Das hat Beides in sich.“

Noch positiver sehen zwei andere Experten die Rolle der Wissenschaft. Sie sind der Meinung, dass ihr Beitrag bereits erheblich ist und dass langsam eine Annäherung der Positionen stattfindet:

„Sie können dazu beitragen, das zu objektivieren und ich denke, sie tun das im Moment auch schon. Die Frage ist immer, von wem sie in Auftrag gegeben werden, die Untersuchungen. Gerade die extremen Senkengegner und -befürworter – da setzen sich die Gegner im Moment gerne mit Fachleuten an einen Tisch und lassen sich aufklären. (...) Auch die Befürworter sind nicht mehr so euphorisch, wie sie das mal waren, sondern stellen durchaus auch dar, wo die Probleme ihrer Position liegen.“

„Davon bin ich überzeugt [Anmerk: Dass wissenschaftliche Erkenntnisse den Konflikt auflösen können]. Ich bin sicher, dass wenn es klare Aussagen geben würde über die Nützlichkeit von Projekten oder von Maßnahmen, dann würde man diese beiden doch sehr dogmatischen Fronten doch zueinander bringen“

können. (...) Die Senkengegner denken oft sehr global und haben Angst um die Urwälder, die wir im Grunde in Deutschland gar nicht mehr haben. Wir müssen sehen, es ist ein nationaler Ansatz im Moment da in 3.4., und wir müssen national tätig werden.“

8.1.5 Bewertung der deutschen Senkenpolitik

Um den Diskurs besser zu verstehen erschien es auch notwendig, dass die Befragten eine Bewertung der deutschen Senkenpolitik vornehmen – vor allem vor dem Hintergrund, dass die Bundesregierung lange Zeit zu den Senkengegnern zählte und, sowohl international als auch national, immer wieder betont hat, dass Emissionsreduktionen technisch, also ‚an der Quelle‘ erbracht werden sollen. Die überraschende Anerkennung von Art. 3.4 kann als klarer Paradigmenwechsel bezeichnet werden. Die Experten wurden daher einerseits gefragt, welche Faktoren Ihrer Meinung nach für die damalige Haltung ausschlaggebend waren, und andererseits, was ihrer Auffassung nach die Gründe für diesen Wechsel waren. Zwei Ankerbeispiele illustrieren die Einschätzungen der Experten:

Ankerbeispiel 1: Die rot-grüne Vorgängerregierung hat aus Unwissen, verhandlungstaktischen Gründen und aufgrund der Nähe zu den ENGO eine Integration der Wälder in die Klimapolitik abgelehnt. Dass Deutschland überraschend Art. 3.4 gewählt hat, war keine Entscheidung aus Überzeugung, sondern weil man anders die eingegangenen Verpflichtungen aus eigener Kraft nicht erfüllen kann.

Ankerbeispiel 2: Die Position der rot-grünen Vorgängerregierung war ein konservativer Ansatz und von dem Willen geprägt, möglichst ehrgeizige Reduktionsziele zu erreichen. Daher wollte sie Senken nicht in die Klimapolitik integrieren. Der Paradigmenwechsel, der durch die Anerkennung von Art. 3.4 zum Ausdruck kommt, ist nicht nachvollziehbar bzw. lässt sich mit dem Regierungswechsel und Emissionsentwicklung der Industrie in Deutschland erklären.

In dieser Frage zeichnen sich klar zwei verschiedene *story lines* ab, nämlich die der Senkenbefürworter und die der Senkengegner. **Ankerbeispiel 1** beschreibt die Position der Senkenbefürworter. Ein Vertreter der Forstwirtschaft sieht den Paradigmenwechsel dadurch begründet, dass die jetzige Regierung industriefreundlicher ist:

„Es war einfach die politische Zielsetzung der ehemaligen rot-grünen Bundesregierung, die Emissionen durch die Industrie drastisch zu reduzieren. Die Politik hat sich da auch in Widersprüchen verstrickt. Nach außen konnte man immer sehr gut seinen umweltpolitischen Ärger darstellen und bei einer genauen Betrachtung hat man dann festgestellt, dass es doch in einem großen Bereich eine Mogelpackung war. Die jetzige Regierung fährt einen industriefreundlicheren Kurs.“

Ein anderer Experte erklärt das Verhalten mit der politischen Aufmerksamkeit, die dem übergeordneten Thema ‚Klimawandel‘ im Moment zu Teil wird:

„[Anmerk: Der Politikwechsel] hat uns ja alle sehr überrascht. Für mich ganz praktisch zu erklären, weil aufgrund der Klimawandeldiskussion Brüssel Druck ausgeübt hat, noch weitere CO₂-Reduzierungen vorzunehmen. (...) Das war wirklich mehr industriepolitischer Druck und war weniger der Druck aus dem forstlichen Fachbereich oder aus dem Ministerium.“

Wie der im Vorigen zitierte Experte weist auch ein anderer Befragter auf den Druck hin, der hinsichtlich der Emissionen von Seiten der EU ausgeübt wird. So sieht er die Anerkennung als das kleinere Übel im Vergleich zu der Möglichkeit, die Verpflichtungen über einen teuren Zukauf von Zertifikaten aus CDM-Projekten zu erfüllen:

„Angeführt wurde die Meinung [Anmerk: der Vorgängerregierung] von den Dogmatikern, die sich dafür eingesetzt hat, die Emissionsverminderung im Industriebereich zu erbringen. Jetzt hat die Kommission den deutschen nationalen Reduktionsplan heftig kritisiert und hier mussten schnell Lösungen gefunden werden. Und die Anrechnung von Artikel 3.4 war sicherlich hier (...) eine schnelle Alternative zu anderen Möglichkeiten, z.B. CDM-Zertifikate einzukaufen. Hier hat man ja auch viel weniger finanziellen Aufwand.“

Das vermuten auch andere Experten aus der Wissenschaft und der Politik, die ebenfalls pragmatische Gründe für den Meinungswandel der Bundesregierung sehen:

„Also ich denke mir, Deutschland ist ein Industrieland, das natürlich in der technischen Entwicklung seine größten Stärken hat, und da eben auch Möglichkeiten der Produktentwicklung gesehen hat, und mit Sicherheit sind die auch im großen Umfang schon genutzt worden. Die Möglichkeiten, etwas in der Biosphäre zu tun, sind ja begrenzt, aufgrund der Flächengröße und auch die Waldbewirtschaftung ist schon relativ weit organisiert, dass es da nicht so das Potenzial gibt. Also wurde ganz klar Richtung Export von Technologie gedacht. Ich denke, dass der Druck, die Reduktionsverpflichtung einzuhalten dann doch so groß war und man einfach gesagt hat ‚wir nutzen das kleine Zipfelchen, was wir da zusätzlich aus der Anerkennung von 3.4 bekommen können‘, um hier noch, sagen wir mal ‚nicht das Ziel zu verfehlen‘. Es ist, glaube ich, keine Entscheidung aus Überzeugung gewesen.“

Die Experten sehen keinen Meinungswandel, sondern die Tatsache, dass Deutschland sein ehrgeiziges Klimaschutzziel ohne Nutzung dieser Möglichkeit wahrscheinlich nicht erreichen wird:

„Zunächst schien unsicher, ob Deutschland seine Klimaschutzziele überhaupt erreicht, die sie sich ja selbst gesteckt und verbindlich kommuniziert haben, und es könnte damit zu tun haben, dass sich die Verantwortlichen sozusagen Sorgen machen. (...) Deutschland kann sich das ja erstmal anrechnen und an die (...) Industrieunternehmen weiterreichen. Das ist natürlich erstmal eine Erleichterung (...).“

„(...) In den ersten Jahren hat man durch die industriellen Veränderungen in Ostdeutschland es geschafft, schnell die Emissionen zu mindern, aber vor einigen Jahren ist man dann an einen Punkt gekommen, wo alles [Anmerk: die Emissionsreduktionen] stagnierte.“

Mit **Ankerbeispiel 2** lässt sich die Position der Senkengegner beschreiben. Sie verstehen die Position, die Deutschland in den internationalen Verhandlungen eingenommen hat, als den richtigen Weg, nämlich die Vorreiterrolle im Klimaschutz:

„Na ja, wenn man im Klimaschutz ein Vorreiter sein will und sich gleichzeitig unglaublich viele Reduktion anzurechnen, dass passt nicht ganz zusammen. Ich glaube, da war sicher der Druck der Industrie und auch der Forstwirtschaft, die haben dazu geführt. Und dass das quantitativ nicht so erheblich ist.“

„Die Politik hat sicherlich den richtigen Ansatz, eine Bewußtseinsänderung beim Energieverbrauch voran zu bringen. Das ist für mich ein Punkt, wo ich auch die Position der früheren Regierung verstehe, ideologisch etwas verändern zu wollen. Daher wollte man das andere nicht zulassen.“

Auch in diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, dass es der Forstwirtschaft nicht gelungen ist, bzw. sie es versäumt hat, ihre möglichen Beiträge zum Klimaschutz zu kommunizieren:

„Also ich glaube, dass nicht die Gesamtbetrachtung dieser Problematik ausschlaggebend war, sondern die Notwendigkeit, Handlungsdruck aufzubauen, und dass man auch Schlupflöcher, wie international so auch national, nicht aufmachen wollte, nicht unterstützen wollte. Das ist eigentlich eine sehr klare, konsequente Haltung. (...) Ein weiterer Aspekt ist, dass man eigentlich die nachhaltige Waldnutzung, die bei uns herrschen soll, überhaupt nicht nachweisen konnte, und ob sie einen klimapolitisch sinnvollen Beitrag leistet. Ich meine Neuwahlen machen einiges möglich.“

Ein anderer Experte begründet die ablehnende Haltung der Vorgängerregierung mit dem bereits genannten Argument der technischen Schwierigkeiten, genau die THG-Speicher zu bestimmen. Außerdem führt er als wichtigste Maßnahme im Bereich ‚Wald‘ die Reduktion der Emissionen aus Waldzerstörung an. Den Paradigmenwechsel kann er sich nicht erklären:

„Meines Erachtens waren es wirklich die wissenschaftlichen Grundlagen, die einfach zeigten, dass es weder die Mess- und Monitoringmöglichkeiten gibt, die ja notwendig sind, um solch eine Einbeziehung sinnvoll überprüfbar zu machen, und zum anderen die Überzeugung, dass man mit dem größten Batzen der Emissionen, also denen aus fossilen Brennstoffen, anfangen muss. Man muss es einfach getrennt sehen, wie man am besten die Emissionen aus fossilen Brennstoffen reduziert und andererseits getrennt davon die Emissionen aus Waldzerstörung in den Griff bekommt. Das war auch in den frühen Äußerungen der Bundesregierung immer sehr deutlich, dass diese Entscheidungen der Bundesregierung von den wissenschaftlichen Erkenntnissen beeinflusst wurden, die ganz klar sagten, mit der Einbeziehung der Biosphäre macht man das KP ganz unrealisierbar. Warum sich diese Haltung jetzt geändert hat, kann ich mir nicht erklären (...).“

8.1.6 Bewertung der Positionierung der Forstwirtschaft

Über die Positionierung der Forstwirtschaft und der Rolle, die sie in diesem Diskurs gespielt hat, herrschte seltener Konsens zwischen allen Befragten. Die Frage, wie sie die Rolle der Forstwirtschaft in diesem Diskurs beschreiben würden, beantworteten alle dahingehend, dass sie keine klare Position bezogen hat und ihr Beitrag zur Diskussion unbedeutend war:

„Marginal. Die deutsche Forstwirtschaft hat sich mit dem Thema kaum befasst, es gibt kaum Spezialisten in dem Bereich. Das Thema wurde von der deutschen Forstwirtschaft, auch von den Interessenvertretern der Forstwirtschaft, nur oberflächlich angegangen.“

Deutlicher formuliert das ein anderer Experte, der auf Forderungen der Forstwirtschaft verweist, die nicht durch entsprechend fundierte Begründungen und Vorschlägen begleitet wurden:

„Die Forstwirtschaft hat sich bis jetzt nicht in der nationalen Klimapolitik beteiligt. Sie hat nur Forderungen allgemeiner Art gestellt, aber hat keine konkreten Vorschläge gemacht, wie (...) die Forstwirtschaft ausgerichtet werden kann, an den Klimaschutz. Sogar die Anpassung an den Klimawandel läuft nur sehr schläfrig, mit einfachen Worten. Allgemein wurde viel gefordert, konkrete Ansätze sind nicht gemacht worden.“

„Das war ja auch nicht so ganz leicht, die Forstwirtschaft da zum Denken zu motivieren.“

Der Forstwirtschaft wird attestiert, weder eine einheitliche Position zu vertreten, noch ihren Beitrag zum Klimaschutz wirkungsvoll zu demonstrieren:

„Die Forstpartie ist sich nicht einig, sie zeigt auch nicht, was dieses Segment zu leisten im Stande ist, also wo ihr Beitrag liegt.“

„Das ist das übliche Bild, was die Forstwirtschaft abgibt: Dass man die Dinge frühzeitig intern nicht richtig diskutiert und aufbereitet und nicht wirklich zu einer Meinung kommt, sondern jeder eine Stimme vertritt. Man hat das halt alles jahrelang im Unklaren gelassen (...).“

Einer der Befragten spricht auch die Risiken und die damit verbundene Haftungsfrage an, die mit einer Anrechnung verbunden sind. Er sieht die Forderungen, die gestellt wurden, ohne sich die möglichen Konsequenzen einer Anwendung von Art. 3.4 auf den Wald zu überlegen und zu diskutieren und beurteilt die Rolle der Forstwirtschaft folgendermaßen:

„Lange wurde Klimaschutz im Forstbereich überhaupt nicht wahrgenommen, dann wurden überzogene Erwartungen geweckt und jetzt endlich, wo sich Deutschland für 3.4 entschieden hat, will keiner letztendlich die Risiken tragen, die mit C-Verlusten durch Ernte, Stürme oder sonstwie verbunden sind. Insofern gibt es Versuche von Gewinnmitnahmen. Also eine echte Diskussion, welchen Beitrag der Forstsektor leisten kann, ist überhaupt nicht geführt worden, vor allen Dingen im Hinblick auf Rohstoffe.“

Die Vertreter der Forstwirtschaft sehen weniger drastisch, wie sie dieses Thema bearbeitet haben. Aber auch sie erkennen, dass mehr Input hätte geleistet werden können:

„Vielleicht ein bisschen zu schwach. Wir hatten halt sehr zu kämpfen, dass die Senken überhaupt eine Rolle spielen, (...) und vielleicht ist das nicht in jedem Stadium so massiv passiert, wie es hätte passieren müssen. Also es ging ja lange Zeit nur um die Quellen; es war da auch gar kein Fortkommen in dieser Diskussion und da hätte man sich eventuell ein bisschen massiver einbringen müssen.“

Ein Experte begründet das mit der Komplexität des Themas:

„Ich wundere mich sehr, dass dieses Thema in der Forstverwaltung noch gar nicht richtig angekommen ist. (...) Insgesamt ist das zu bemängeln, aber die Sachverhalte sind sehr, sehr komplex ...“

Die Gruppen der anderen befragten Experten sehen die Rolle der Forstwirtschaft in dieser Diskussion auch als unbedeutend an, legen aber den Schwerpunkt unterschiedlich. Ein Experte der ENGO sieht die Passivität der Forstwirtschaft in einer Kapitulation vor der politischen Realität begründet:

„Weitgehend defensiv. Dann hatte ich so den Eindruck, in der Zeit nach der Verabschiedung des Protokolls, da wurden noch Hoffnungen gehegt oder geweckt, dass dadurch ein Finanzierungsinstrument kommen könnte. Da war doch relativ klar, dass diese Erwartungen nicht erfüllt werden können und dann sind die eher wieder zurückgegangen, weil auch die Forstseite verstanden hat, dass sie nicht umgesetzt werden können.“

8.1.7 Beurteilung der Rolle der Wissenschaft

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist, die Rolle zu bewerten, die die Wissenschaft in diesem komplexen Thema spielt. Sind wissenschaftliche Untersuchungen, wie die in dieser Arbeit vorliegende C-Bilanz und Modellierung, geeignet, um den Konflikt zwischen Senkengegnern

und Befürwortern zu entschärfen? Um die Positionen der Experten in diesem Themenbereich zu erfassen, wurde ihnen zunächst folgendes, leicht gekürztes Zitat von MÜLLER-USING (2002) vorgelesen, mit der Bitte, dazu Stellung zu nehmen:

„Es kann nicht abgestritten werden, dass die Gutschrift von Senkenwirkungen in der Tat auch Probleme mit sich bringt. Einerseits ist sie schwer messbar und überprüfbar, andererseits ist sie von unsicherer Dauer, insbesondere wegen des Risikos von Kalamitäten wie Sturm und Feuer. Außerdem kommen Nichtförster gedanklich mit der Rolle von Nutzung im Wirtschaftswald nicht klar, weil sie sie in erster Linie als Vernichtung akkumulierten Kohlenstoffs sehen.“

Den Aussagen des Zitates haben fast alle Befragten zugestimmt, jedoch bewerten sie die Aspekte unterschiedlich. Dies soll anhand von zwei Ankerbeispielen verdeutlicht werden.

Ankerbeispiel 1: Es gibt wissenschaftliche Unsicherheiten, vor allem im Bereich Monitoring. Diese sind jedoch technisch lösbar und existieren auch in anderen Sektoren, über die Bericht erstattet werden muss.

Ankerbeispiel 2: Das Zitat zeigt die immer noch bestehenden großen wissenschaftlichen Unsicherheiten und Probleme auf.

Ankerbeispiel 1 wird in erster Linie von den Experten der Forst- und Holzwirtschaft vertreten. Die Schwierigkeiten bei der Messung werden als lösbare Probleme gesehen:

„Er sagt jetzt hier drei, vier Punkte auf, die im Grunde die Gutschrift der Senken problematisch erscheinen lassen. Da kann man mit Sicherheit zustimmen, dass sie schwer messbar oder prüfbar sind. Allerdings müssen wir sie ja sowieso messen, weil wir ja durch den THG-Bericht verpflichtet sind, das nachzuweisen. Das Kalamitätsrisiko, denke ich, kann man lösen. Das Dritte ist der Punkt der Öffentlichkeitsarbeit, die nachhaltige Bewirtschaftung der Bevölkerung nahe zu bringen. Also von daher kann ich diesem Zitat nicht zustimmen. Ich denke, dass das im Grunde alles lösbare Probleme sind, die er da aufzeigt.“

Ein anderer Experte der Wissenschaft fordert, diese Probleme durch verstärkte Forschung anzugehen, um die Unsicherheiten zu reduzieren:

„Sicher ist das Monitoring problematisch, und die damit verbundenen Kostenfragen, der administrative, bürokratische Aufwand. Das ist eine Riesenhürde, das ist keine Frage. Wir wissen ja, dass der Vorrat, vor allem den Zuwachs zu messen, Schwierigkeiten darstellt und das unterirdisch gebundene CO₂ ist noch schwieriger zu messen. Das ist keine Frage. Dafür ist die Wissenschaft ja da, damit wir uns da ranpirschen. Aber es steht auch außer Frage, dass wir große Mengen von C im Wald gebunden haben. Wenn es um diese lebenswichtige, also die Menschheit bedrohende Frage geht, muss ich mich wissenschaftlich mehr damit befassen.“

Diese Haltung findet auch Zustimmung von den Experten der Wissenschaft und der Politik. Ein Befragter nennt in Zusammenhang mit der Kommunikation des Themas den Aspekt der Waldwahrnehmung der Bevölkerung:

„Da umkreist er die methodischen Probleme sehr gut, natürlich auch die Probleme mit der Vermittelbarkeit. Da würde ich sagen, das mit der Vermittelbarkeit hat auch eine andere Seite: Eigentlich ist Wald, was öffentliches Ansehen angeht, sehr gut vermittelbar. Man stellt es immer wieder fest (...),

das Wald einfach etwas sehr Sympathisches ist, und wenn man Maßnahmen zur Erhaltung macht, wird das eigentlich immer sehr gut angesehen. Methodische Probleme – gar keine Frage. Die Unsicherheiten sind enorm, sehe ich auch so. Lässt sich nicht vermeiden, man muss da mit großem Risiko rechnen, auch bei der Permanenz. Beides sind Probleme, die in einem unvollständigen Klimaregime besonders auffällig werden und die umso kleiner werden, desto mehr Leute daran teilnehmen, je weniger Verlagerungseffekte treten auf und dann mittelt es sich, wenn es regional mal Verluste gibt.“

Die Probleme der Unsicherheiten bei der Messung von Emissionen bestehen auch in anderen Sektoren, wie der Beitrag eines Vertreters der Wissenschaft zeigt:

„Das ist natürlich ein sehr enger Blick, der da erhoben wurde. Im Grunde spricht dieses Zitat nur Anrechnungsprobleme für die erste Verpflichtungsperiode an und die sind alle technisch lösbar. (...) Ganz viele Schwankungen, die er hier letztendlich als Problem anspricht, finden in den anderen Sektoren in den gleichen Maßen statt. Das trifft für die Unsicherheiten ganz genauso zu. Also der Müllsektor ist keinesfalls präziser messbar und insofern würde ich sagen, man sieht das Kredo der heutigen Zeit.“

Ein Experte nahm besonders ausführlich Stellung zu diesem Zitat, u.a. zur Permanenzproblematik und zum Monitoring. Auch er verweist in Bezug auf die Einstellung zur Holznutzung auf die Beziehung der Deutschen zu ihrem Wald:

„Er hat Recht, Monitoring ist schwierig. Nichts desto trotz, in einem Industrieland wie Deutschland werden wir es ja hinbekommen, da bin ich schon optimistisch. Aber wie werden das die anderen Staaten machen? Insofern ist ja die Kritik natürlich bedingt berechtigt, weil es [Anmerk: das Monitoring] mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Was die Permanenzfrage angeht, kann man wieder Gegenhalten, denn die RMUs sind ja zeitlich befristet. Ich kann die RMUs nicht in die nächste Verpflichtungsperiode übertragen, ich kann sie nur in einer Verpflichtungsperiode nutzen. Insofern ist das System hier sogar korrekt und ich kann da die Kritik nicht verstehen. Was das Problem der Nichtförster angeht, das ist eine Frage der Kommunikation. Wir haben in Deutschland ohnehin in der Bevölkerung ein romantisch geprägtes Bild vom Wald. Die Nutzung ist etwas, was die Deutschen lange Zeit nicht sehen wollten im Wald. Der Förster, das war mal jemand, der mit seinem Dackel durch die Gegend lief und den Leuten erzählt hat, wie schön es im Wald ist, aber nicht jemand, der die Axt in die Hand genommen hat. Dieses Bild, denke ich, ist auch nur eine subjektive Wahrnehmung von mir, hat sich in den letzten Jahren auch durch die Ressourcenknappheit etwas geändert. Brennholz ist en vogue geworden, z.B. die Verbrennung von Holzpellets nimmt immer mehr zu. Also hier ist eine größere Akzeptanz aus dem Volk gekommen und das ist jetzt eine Aufgabe von Wissenschaft und Politik, mit der Bevölkerung hier zu kommunizieren.“

Ankerbeispiel 2 beschreibt die vergleichsweise knappen Antworten der ENGO Experten.

„Also den ersten zwei Aussagen stimme ich voll zu. Es ist sinnvoll an sich, dass C auch in Produkten gespeichert wird, aber da sind wir noch nicht so weit, und ich frage mich, ob es das wirklich wert ist, das Ganze zu verfolgen. Da kann ich zustimmen, dass man damit nicht klar kommt, im Sinne von ob es das Wert ist, so dezidiert darüber nachzudenken.“

„Das kann man alles nur unterstreichen und dem zustimmen. Ob die Nichtförster damit klar kommen weiß ich nicht – aber der Rest stimmt.“

„Das zeigt genau die Diskussion und die Schwierigkeiten, die jetzt auftreten bzw. auftreten werden, wo man sich jetzt entschieden hat, trotz dieser Probleme oder auch Widersprüche die terrestrische Biosphäre mit in das Berechnungssystem von Kyoto einzubeziehen (...).“

Als nächstes wurden die Experten gefragt, welche Rolle ihrer Meinung nach wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Bereich der Umweltpolitik spielen. Auch hier gibt es verschiedene Positionen.

Ankerbeispiel 1: Wissenschaftliche Untersuchungen sind in diesem Diskussionsprozess wesentlich und spielen im Diskurs eine tragende Rolle.

Ankerbeispiel 2: Wissenschaftliche Untersuchungen spielen eine untergeordnete Rolle in diesem politischen Diskurs.

Vor allem die Vertreter der Wissenschaft sehen wissenschaftliche Untersuchungen als wesentlich für die Klimapolitik allgemein und den Diskurs im besonderen (**Ankerbeispiel 1**). Auf die Frage, welche Rolle wissenschaftliche Untersuchungen spielen, antworteten sie folgendermaßen:

„Eine ganz wesentliche. Ich glaube, wenn es diesen wissenschaftlichen Fortschritt nicht gäbe und das regelmäßige Festhalten davon in den IPCC-Berichten, dann käme die Diskussion nicht vom Fleck. Ich glaube, da hat sich einiges bewegt und ich habe die Zuversicht, dass man technische Lösungen für die methodischen Probleme finden kann.“

„Das ist eines der schönen Beispiele, wo tatsächlich Wissenschaft und Politik gut aufeinander hören. Das ist ein Prozess, der aus den Tiefen aus den Haag vielleicht hervor gegangen ist, wo ja nicht nur aufgrund des Streits in der Wissenschaft man sich vor lauter Unsicherheiten an das Thema ‚Senken‘ nicht herangetraut hat. Inzwischen ist der Austausch eigentlich sehr gut organisiert und auch bei den Verhandlern sitzen immer mehr Leute mit einem wissenschaftlichen Hintergrund.“

Auch die anderen Befragten betonen immer wieder den Stellenwert der Wissenschaft, wobei ihre Rolle nicht nur in Bezug auf die Senkenpolitik, sondern auch im Kontext der internationalen Klimapolitik hervorgehoben wird:

„Also ganz klar ist, dass die Wissenschaft der Treiber von dem Ganzen ist. Als Beispiel für Wissenschaft benenn‘ ich jetzt einfach die IPCC-Berichte.“

„Ohne fundierte wissenschaftliche Untersuchungen befinden wir uns auf dünnem Eis. Wir sind trotz aller Erfolge oder Ergebnisse, die wir in Deutschland schon haben, erst am Anfang des Weges, wie ich damit umgehe. Ich denke, ohne diese Grundlagen ist eine jegliche Diskussion auf brüchigem Eis, ob ich ‚politisch‘ davor setze oder nicht.“

Auf die Fortschritte in den wissenschaftlichen Erkenntnissen verweist ein Experte, der sie als Fundament für Entscheidungen geeignet hält:

„Also es gibt noch Unsicherheiten in dem Bereich, aber ich glaube, dass man sehr viel weiter ist als man es noch vor 10 Jahren war. Speziell bei der Gesamtbilanzierung da sehe ich noch erhebliche Schwächen auf Landesebene, die man noch angehen müsste. Insgesamt glaube ich, dass die Wissensgrundlage schon so gegeben ist, dass man da auch konkretes Handeln ableiten kann.“

Ein Befragter nennt explizit die Angewiesenheit der Politik auf interpretierte Forschungsergebnisse, um sie in ihrer Entscheidungsfindung zu unterstützen:

„[Anmerk: Die Wissenschaft hat] einen sehr hohen Stellenwert, weil ich ja keinem Politiker, der nicht aus

dem forst- oder naturwissenschaftlichen Bereich kommt, zutraue, das objektiv einzuschätzen zu können, dass der sich eine Meinung bilden kann, die auch wirklich fundiert ist. Also da denke ich, dass da die Arbeit der Wissenschaftler erforderlich ist, Daten auch zu liefern, gegebenenfalls auch mit einer Tendenz zur Interpretation, um die Entscheidungen der Politiker zu erleichtern.“

Was die Senkenpolitik betrifft antwortet ein Experte, dass spezifische Fragen mit ökonomischen Auswirkungen von der Wissenschaft bearbeitet werden sollten, für die dringender Informationsbedarf besteht:

„Ich glaube, sie [Anmerk: die wissenschaftlichen Untersuchungen] sind relativ wesentlich. Ein Hauptteil der Diskussion (...) geht darum, wann und in welcher Höhe wird der Wald zur Quelle und wird er das überhaupt. Wie kann man das erfassen – also es sind viele physische Fragen, aber auch viele Inventurfragen. Das wird die Leute bewegen. Da ist die Wissenschaft relativ stark gefragt.“

Zwei Experten weisen auf die existierenden Auftragsforschungen hin, bei denen das Ergebnis bereits zu Beginn der Untersuchung feststeht:

„Es gibt schon noch Unsicherheiten und ich halte sie auch für wichtig, obwohl einige wissenschaftliche Untersuchungen auch Auftragsuntersuchungen sind, denke ich mal, womit die immer bestimmte Interessen durchsetzen wollen. Aber die finde ich schon nicht irrelevant.“

Andere Befragte wünschen sich einen verstärkten Einfluss der Wissenschaft auf die Politik:

„Sie wären hilfreich für Diskussionen mit den zuständigen Fachministerien.“

„Also ich habe den Eindruck, dass diese Diskussion voneinander gekoppelt sind, also sowohl die wissenschaftlichen wie auch die politischen und dass die eigentlich viel zu wenig Eingang finden an Ideen bei der Diskussion. Viele Sachen werden nicht berücksichtigt und sollten viel stärker eigentlich in den Politikbereich mit eingehen. Auch über diese Life-Cycle-Assessments und CO₂-Bilanzen von Produkten wird viel geredet, aber es passiert wenig (...).“

Eine interessante Antwort bezieht sich auf die Interpretation von wissenschaftlichen Untersuchungen, um politische Botschaften zu fundieren und Entscheidungen zu begründen:

„Sie werden eine gewisse Grundlage darstellen in dieser Diskussion. Das ist auch ganz klar und vollkommen wichtig. Wir fordern an dieser Stelle, dass die Wissenschaft da deutlich nachlegt und das auch entsprechend kommuniziert. Ich habe auch eine gewisse Schwierigkeit damit, was aus wissenschaftlichen Informationen politisch gemacht wird.“

Ankerbeispiel 2 sieht die Rolle der Wissenschaft und den Einfluss von einschlägigen Untersuchungen eher skeptisch. Dazu nannte ein Befragter die Veränderung des Charakters von wissenschaftlichen Berichten, die sich seiner Meinung nach zunehmend nach den Wünschen der Politik richten:

„Ich würde sagen, da hat es einen großen Wandel gegeben, insbesondere in Bezug auf Wald. Wenn man sich das anguckt, die frühen Forschungsergebnisse, die das Fehlen von Mess- und Monitoringmöglichkeiten in den Vordergrund stellen und einfach auch wissenschaftliche Forschung und Grundlagenforschung in den Mittelpunkt stellten, die darüber hinaus eben die Schlussfolgerungen zogen für die Anwendung im Politikbereich. (...) Aber zumindest in den Schlussfolgerungen würde ich sagen, dass da einfach der Druck oder auch der Wille der Politik da ist, Lösungen zu finden, auch wenn eigentlich die Wissenschaft zeigt, dass man einen anderen Weg einschlagen muss.“

Auch folgende Aussage nimmt ähnlich Stellung:

„Ein Punkt, der für mich mehr und mehr problematisch wird, dass nämlich die Grenze wissenschaftlicher Forschung und Politikberatung mehr und mehr verschwimmt, gerade beim Klima, und das ist meines Erachtens immer mehr der Fall, insbesondere im Zusammenhang mit Wald, wo oft nicht mehr sauber getrennt wird zwischen den wissenschaftlichen Gegebenheiten, also dem Stand der Forschung, wo es immer mehr Lücken gibt, und auf der anderen Seite der Politikberatung, die davon ausgeht, dass all diese Lücken relativ problemlos überwindbar sind.“

Ein Experte der Politik bemängelt, dass die Kommunikation zwischen Wissenschaft und Politik nicht so funktioniert, wie sie sollte:

„[Anmerk: Wissenschaftliche Untersuchungen spielen] eine untergeordnete Rolle. Weil nach wie vor bei diesen Themen, wie auch bei vielen anderen Themen, bei der Politik und selbst bei denen, die Politikberatung betreiben, nicht viel ankommt. Es gibt bis heute nur ein sehr schwach ausgeprägtes policy-science-interface, da wird seit Jahren drüber gesprochen, aber es gibt sehr wenige Bemühungen, diese PSI auszubauen. (...) Wichtig ist der schnelle Zugang zu den wissenschaftlichen Ergebnissen, sauber aufbereitet, so dass also ein Politikberater auch schnell die Kernbotschaften übernehmen kann.“

Ein Experte der Forstwirtschaft spricht wissenschaftlichen Untersuchungen keine Bedeutung zu:

„[Anmerk: Sie spielen] so gut wie keine, nach meiner Einschätzung.“

Immer wieder werden die Kommunikationsprobleme der wissenschaftlichen Untersuchungen angesprochen, die als verwirrend bezeichnet werden, weil es ihnen nicht gelingt, die Komplexität des Themas aufzulösen und deshalb nur geringen Einfluss ausüben können:

„Man muss sagen, wissenschaftliche Untersuchungen gibt es ja ohne Ende in diesem Bereich, und die haben im Grunde relativ wenig Außenwirkung. Sie führen eher dazu, dass das Thema ‚Klima‘ als zu kompliziert begriffen wird und Handlungsoptionen nicht aufgezeigt werden. Es ist auch eine Möglichkeit, dass man sagt, wir beginnen einfach mit bestimmten Maßnahmen, auch wenn sie sich nur zu 99 % sicher sind, C verstärkt binden. Ich würde sagen, die wissenschaftlichen Untersuchungen und Diskussionen sind eher verwirrend (...).“

Weitgehende Einigkeit besteht bei fast allen Befragten, dass es noch große Wissenslücken und entsprechenden Forschungsbedarf gibt. Auch die Belastbarkeit von THG-Bilanzen und Modellierungen wird kritisch gesehen. Unterschiede gibt es darin, wo der größte Forschungsbedarf gesehen wird.

„Man muss halt, wie bei allen Modellen auch, Annahmen treffen, und die größte Unsicherheit in den Modellen ist der Markt: Was holt der Förster raus? Das ist von Steuergrößen abhängig, die ganz schwer bestimmbar sind. Es wird in der Realität mit anderen ökonomischen Rahmenbedingungen für die Forstwirtschaft immer wieder eine andere Richtung geben als das, was die Modelle letztendlich zeigen können. Wenn man mal Sensibilitätsanalysen macht und schaut, welche Parameter da eigentlich die Vorräte beeinflussen, in Deutschland am aller meisten, dann ist es der Einschlag.“

Als besonders wichtig wird auch die Dynamik der Speicherkapazität gesehen, woraus sich die Notwendigkeit von konservativen Bilanzierungsansätzen ergibt:

„Wir müssen, wenn wir uns das irgendwie anrechnen, sehr konservativ rechnen, und das, was wir an Beständen verlieren, eher übertreiben, und wenn wir einen Bestand dazu gewinnen, eher untertreiben. Und wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass das natürlich alles eine Grenze hat und dass die

Bindungserfolge, die wir in Deutschland in den letzten Jahrzehnten erleben, auch nicht unendlich so weiter gehen werden.“

Andere Experten betonen den Unterschied zwischen tatsächlich gemessenen und modellierten Daten und die Wichtigkeit eines transparenten Umgangs mit Unsicherheiten:

„Was die THG-Modellierungen angeht – das ist ein altes Problem, da gehört sehr viel Glaube dazu, insofern sollte man tunlichst mit Messungen arbeiten und weniger mit Modellen. Das ist übrigens für mich auch eine Schwäche der GPG, die ihren 3.3 Ansatz sehr hoch halten, der gerade auf Modellierungen aufbaut. Jeder weiß, der sich mal mit Modellen beschäftigt hat, die sind nur so gut wie die Daten, die man einstellt. Insofern lässt sich das Problem leicht lösen, indem ich einfach messe. Ich muss eben mit gewissen Unsicherheiten leben, die, wenn ich sie benennen kann, aber durchaus darstellbar sind und kein Problem darstellen.“

„Wir arbeiten immer mit Unsicherheiten. Wir können die Unsicherheiten ein bisschen verringern, das ist nicht das Wesentliche. Wir können sie in einem System einbinden, indem sie akzeptabel werden und sich nicht gegenseitig aufschaukeln (...).“

In Bezug auf die internationalen Kapazitäten für die Bilanzierung terrestrischer Speicher und der Erfassung ihrer Dynamik weist ein Befragter darauf hin, dass in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern relativ geringe Probleme bei der Quantifizierung existieren. Dennoch gibt es auch hier noch große Unsicherheiten, die nie ganz beseitigt werden können:

„Die [Anmerk: Unsicherheiten] sind noch relativ hoch, weil man erst angefangen hat mit der ganzen Berichterstattung, dem Monitoring – das geht ja in unseren Breiten einigermaßen, aber wir haben ja alle Konsequenzen diskutiert, wenn diese Entscheidung in anderen Ländern getroffen werden müsste. In Entwicklungsländern gibt es gar keine Möglichkeiten so einen Regenwald mal zu bilanzieren, wo so viel mehr verschiedene Bäume sind. Das ist also sehr viel schwieriger als bei uns. Auch wird da viel weniger geforscht. Der Boden ist auch bei uns noch so eine ganz unsichere Kiste, also da sehe ich massenhaft Forschungsbedarf (...). Ich denke, das werden wir nie erreichen auf diesem Gebiet, das ist eben Biologie, und Biologie ist etwas Lebendes und es ist kein Kraftwerk, wo wir mit Sicherheit die CO₂-Emissionen aus Abgasen messen können.“

Das sieht auch ein anderer Experte so:

„Ich glaube, dass man das Hauptproblem zurzeit im Bereich des Bodens hat, aber dass man die Biomasse eigentlich schon ganz gut erfassen kann und auch die unterirdische Biomasse ganz gut abgreifen kann, mit den Möglichkeiten der BWI. Im Bereich der Böden, die meiner Meinung nach als Speicher sehr interessant sein können, kenne ich jedenfalls keine Modellierung oder Aussagen, die ich für belastbar halte.“

Dennoch werden teilweise auch Modellierungen mit Unsicherheiten als wertvoll betrachtet, um eine gewisse Orientierung zu erhalten:

„Die Unsicherheiten sind da. Das schwierige ist bei Modellierungen gerade, wenn wir von Ökosystem reden und von Klimawandel reden und wie sich der C im Waldökosystem verhalten wird, dass eben die unbekannte Stellgröße ‚Klimaveränderung‘, gerade in kleinräumigen Bereichen mit Niederschlag und Temperatur, dass dort natürlich die Unsicherheit eher vergrößert anstatt verkleinert wird und damit auch die ganzen Modellierungsergebnisse. Sie geben (...) eine Orientierung für die Entwicklung und auch Hilfestellung für die Entscheidungen. Ich sehe sie nicht als abträglich an sondern eher als förderlich und ausbauerforderlich.“

Eine weitere Aussage zeigt, wie unterschiedlich die Betrachterwinkel der Akteure sind und für welchen Zeitraum Entscheidungen getroffen werden müssen. Außerdem gibt es eine Vielzahl an wissenschaftlichen Studien, die allein aufgrund ihrer Menge und ihres Umfangs nicht alle gelesen werden können:

„Die Unsicherheiten sind insofern sehr groß, weil der Betrachtungswinkel bzw. der Horizont sehr unterschiedlich ist. Das geht z.B. los, ob ich bei dem Vergleich von Energieholzplantagen oder nachhaltig bewirtschafteten langumtriebigen Wäldern den Aspekt der Substitution von fossilen Brennstoffen bei den Produkten mit einbeziehe oder nicht. Sicherlich gibt es nach meinem Verständnis nicht den vollständigen Überblick über das, was die Wissenschaft zurzeit betreibt, wahrscheinlich gibt es dutzende unterschiedliche Ansätze.“

Immer wieder wird deutlich, dass die Ansprüche an die Genauigkeit und Sicherheit von wissenschaftlichen Ergebnissen sehr unterschiedlich sind.

„[Anmerk: Modellierungen sind] sinnvoll, um einen groben Anhaltspunkt zu bekommen dessen was zu erwarten ist. Problematisch und eigentlich völlig ungeeignet, wenn man versucht mit solchen Grundlagen oder sehr generellen Annahmen ein System aufzubauen, wie das jetzt passiert ist, wo viel zu viele Durchschnittswerte und viel zu wenig direkte Messungen herbeigezogen werden.“

„Ich bin von Natur aus skeptisch. Ich denke wir sind da noch nicht so schlau, wie wir denken bzw. wie es auch kommuniziert wird. (...) Da muss man noch stärker ran.“

„Das ist besser als gar nichts, sonst stochern wir völlig in der Luft herum. Wenn ich einen Nachweis führen will, muss ich mich auf irgendwas beziehen können.“

Die letzte Frage zur Kategorie ‚Rolle der Wissenschaft‘ zielte darauf ab zu erfahren, wie der Einfluss wissenschaftlicher Untersuchungen dazu beitragen kann, den Konflikt zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern zu reduzieren.

Ankerbeispiel 1: Wissenschaftliche Untersuchungen müssen vor allem einfach und verständlich geschrieben sein, um die komplexen Sachverhalte zu transportieren.

Ankerbeispiel 2: Wissenschaftliche Untersuchungen müssen vor allem die wissenschaftlichen Unsicherheiten in bestimmten Bereichen reduzieren.

Ankerbeispiel 1 beschreibt vor allem die Positionen der Vertreter der Forst- und Holzwirtschaft. Aussagen waren z.B.:

„Ich halte das insgesamt für ein sehr komplexes Thema. Ich glaube, die Kunst besteht darin, das überhaupt kommunizierbar zu machen. Ich erlebe es selber als sehr schwierig und sehr komplex. Das geht ja schon damit los, was man alles einbezieht – also die unterirdische Biomasse und was weiß ich nicht alles und wie sich das verändert.“

Ein Experte unterstreicht die Wichtigkeit, die Ergebnisse der Öffentlichkeit vermittelbar zu machen:

„Ich habe jetzt gerade den THG-Bericht von Luxemburg in der Hand gehabt und muss sagen: Eigentlich wertloses Papier, das ist auch von der Darstellung her nicht so für die breite Öffentlichkeit gemacht. Man kann einfach sagen, so und so viel C wird in einem guten Bestand gebunden, da hat man einen

bestimmten Mittelwert. Wenn man jetzt den Boden raus lässt, wird das auch relativ genau greifbar sein, dass man so eine Spannbreite hat. Also da denke ich ist auch die Darstellung das Problem, dass man einfach die Darstellung so bringen muss, dass der Entscheider sagen kann ‚ja wir machen hier was‘ und was bringt uns was (...). Im Moment sagen die Entscheider ‚das ist alles zu unsicher‘.“

Immer wieder wird bestätigt, dass wissenschaftliche Untersuchungen zunächst ‚übersetzt‘ und auf Kernbotschaften reduziert werden müssen, die dann bei der Formulierung von Positionen verwendet werden können:

„Die Unsicherheiten sind insofern sehr groß, weil der Betrachtungswinkel bzw. der Horizont sehr unterschiedlich ist. (...) Wissenschaft und Forschung, das ist das eine, wo sicher intensiv weitergearbeitet werden muss, aber wenn ich so was in politisches Handeln umsetzen will, dann muss das in irgendeiner Weise, im ersten Schritt wahrscheinlich erst mal zu einem verbandspolitischen Konsens zusammengeführt werden, zu ein paar Eckpunkten, und das muss dann so aufbereitet werden, dass es für die politischen Akteure umsetzbar ist. Da sind wir im Moment weit entfernt davon.“

Das wird auch von einem Experten aus der Gruppe der Wissenschaft selber so gesehen:

„Das betrifft ja alle Gebiete der Wissenschaft: Wir müssen uns fragen, wenn wir mit der Politik diskutieren ‚wie können wir besser kommunizieren?‘ Wir müssen versuchen, uns von unserem Wissenschaftsdeutsch herunter zu bewegen, damit wir in die Ohren und die Gehörgänge von Politikern kommen. Wir müssen versuchen, uns einfacher auszudrücken. Ich denke, hier ist uns die Energiebranche überlegen, sie versteht das besser als wir, mit der Politik mit einfachen Termini, mit einfachen Begriffen, mit einfacheren Zusammenhängen zu argumentieren.“

Ein Experte aus der Gruppe der Politik sieht als großes Manko, dass häufig keine konkreten Optionen geliefert werden, die als Beratungoutput hilfreich wären:

„Die Modelle müssen möglichst einfach sein und transparent hinsichtlich der Datenqualität, die benötigt wird, um Ergebnisse zu produzieren. Dass heißt, der Politik, wenn sie mit den Ergebnissen von Modellen konfrontiert wird, muss klar sein, was die Optionen sind – und das fehlt oft genug. Denn Modelle werden meist unreflektiert und wenig kritisch von der Politikberatung aufgenommen und wenn im Nachhinein aus der Wissenschaft wieder Kritik kommt, dann fällt das Ganze in sich zusammen und das Modell als solches wird wieder in Frage gestellt. Die Wahrheit liegt fast immer genau dazwischen.“

Ankerbeispiel 2 beschreibt die Aussagen, die eine schwerpunktmäßige Forschung zu bestimmten Themen als besonders zielführend für die Diskussion halten:

„Ich glaube, dass die Kosten rein müssen. (...) Man muss wegdenken von diesen Einzelmaßnahmen, also im Wald nur auf die Zuwächse oder Vorräte pro Hektar oder so zu gucken, ist total dumm. Man muss sich wirklich genau überlegen, welchen Wald man wo am klimafreundlichsten wofür nutzen kann. Was sind die Bereiche, wo wir stabil strukturieren können, das sind vielleicht sogar die Bereiche mit exotischen Baumarten, die irgendwelche schnelllebigen Produkte bedienen können. (...) Wie schaffen wir es, langlebige Holzprodukte aus dem Wald zu fördern und den Anbau von Holz dafür auch entsprechend zu fördern. Das geht weiter über das hinaus, was bisher diskutiert wird.“

Immer wieder wird auch die allgemeine Reduktion wissenschaftlicher Unsicherheiten als wichtigste Aufgabe genannt:

„Es muss halt eine Belastbarkeit, eine Sicherheit, eine Aussage da sein. Auch eine Stabilität, wenn die Rahmenbedingungen sich ändern, dass dann die Aussagen auch bleiben und dann unter gewissen

Rahmenbedingungen immer noch zutreffen, dass auch eine Robustheit dabei ist.“

Ein ENGO-Experte glaubt, dass bessere Untersuchungen sogar zeigen würden, dass Waldnutzung kein Beitrag zum Klimaschutz ist:

„Das eine ist, glaube ich, dass wir sauber trennen können, welche Emissionen stammen aus fossilen Energieträgern, welche aus biogenen Quellen. Das ist methodisch schon möglich, aber das ist verbesserungsfähig, vor allem wenn man auch einen regionaleren Bezug herstellen will. Das heißt, ob man die regionale Messbarkeit und die lokale Zuordenbarkeit angeht – da müssen Methoden noch verbessert werden, weil man dann auch aus Managementeinheiten und Umweltmanagement Aussagen ableiten könnte. Also im Prinzip ein reales Messen und nicht herumbilanzieren, was ja mit sehr vielen theoretischen Annahmen erfolgt. Da ist meiner Meinung nach noch die große Schwäche und ich glaube, wenn man das verbessern würde, dann würden sich einige andere Aussagen noch relativieren, z.B. dass die Waldnutzung ein guter Beitrag zum Klimaschutz ist.“

Auch wird häufig genannt, dass eine genaue Beschreibung der verwendeten Daten und Modelle sehr wichtig sind, um die Qualität von Ergebnissen einschätzen zu können. Häufig wird eine fehlende Transparenz der Methoden und Datengrundlagen bemängelt:

„Sie [Anmerk: die Untersuchungen] müssten sehr deutlich und viel ehrlicher als heute aufzeigen, wo die Angaben auf tatsächlichen Messungen beruhen und wo die Angaben auf Modellberechnungen oder Durchschnittswerten auf anderen Studien beruhen. Dass dann dem Leser einfach auch klar wird, wie viel von den Zahlen oder Daten, die dort präsentiert werden, auch tatsächlich auf direkte Berechnungen vor Ort zurückgehen, und wie viele von den Daten nichts mit direkter Messung zu tun haben. Die sind einfach nicht sehr unterscheidbar.“

8.1.8 Nicht angesprochene, für das Thema relevante Aspekte

Mit der letzten Frage sollte sichergestellt werden, dass in den Interviews alle wesentlichen Aspekte zu diesem Themenkomplex angesprochen wurden. Die Mehrheit der Befragten war dieser Auffassung. Anderen fehlten jedoch einzelne, in diesem Zusammenhang wichtige Aspekte. Die meisten von ihnen waren der Meinung, dass das zurzeit in der internationalen Diskussion sehr aktuelle Thema des Waldschutzes in Entwicklungsländern stärker hätte betont werden müssen. Ein Experte nennt den Einfluss der getroffenen Entscheidungen auf die Waldsituation in anderen Ländern:

„Ich würde mir auch Gedanken darüber machen, wie nationales Handeln bei uns zum internationalen Waldschutz beiträgt oder nicht – und da spielt Deutschland schon eine erhebliche Rolle, als großer Importeur von sämtlichen Rohstoffen und auch als Exporteur, und ich glaube, das muss man bei solcher Betrachtung auf jeden Fall mit einbeziehen.“

Am häufigsten wird der Fokus auf den nationalen Kontext in den Interviews bemängelt. Auch das zeigt, wie vielschichtig dieser Themenkomplex ist. Entsprechend unterschiedlich ist der jeweilige Betrachtungswinkel, was nicht selten dazu führt, dass auch Experten aneinander vorbei reden.

„Ja [Anmerk: Sie haben wichtige Themen nicht angesprochen]. Die Frage der Ursachen von Waldzerstörung, und ob eine solche Anrechnung denn solche Ursachen überhaupt angehen kann.“

Die mangelhafte Verknüpfung zur aktuellen internationalen Klimapolitik wurde vor allem von den Vertretern der ENGO angesprochen:

„Ja, das ist der Bezug zur internationalen Klimapolitik, der Wald im Gesamtkontext und da denke ich muss auch die nationale Klimapolitik damit konfrontiert werden, dass die nicht losgelöst im Raum steht, sondern das es schlicht drum geht, auch Entwicklungsländer an Bord zu bekommen, vor allem jetzt mit diesem neuen Thema Vermeidung von Emissionen aus der Waldung.“

Ein anderer Experte zeigte einen interessanten Aspekt auf, der ebenfalls nicht in den Interviews abgehandelt wurde und sich auf die Möglichkeit regional variierender Interessen bezieht:

„Vielleicht wäre es interessant herauszufinden, Du hast jetzt das Beispiel Baden-Württemberg genommen, ob es spezifische Interessen Baden-Württembergs gibt, die z. B. mit denen von Brandenburg oder Nordniedersachsen kollidieren können. Ich könnte mir vorstellen, Brandenburg mit der zunehmenden Trockenheit, Baden-Württemberg mit dem Lothar“

Ein Experte aus der Wissenschaft betonte, dass er von sich aus einen, ihm besonders wichtigen Aspekt stärker betont hat, als in den Interviews angesprochen wurde, nämlich den Aspekt der Produktketten:

„Also ich habe ja von mir aus viel stärker auf die Produktketten und die Nutzungen des Waldes abgehoben als Du es gemacht hast, und das ist ein Punkt, der in der Klimaschutzdiskussion immer noch massiv fehlt.“

Ein Experte aus der Gruppe der Forstwirtschaft bemängelte, dass die Anpassung des Waldes an den Klimawandel nicht thematisiert wurde:

„Was mir fehlt ist der Bereich Anpassung an den Klimawandel. Ich denke, dass der Zusammenhang C-Senke Wald und Anpassung an den Klimawandel der Entscheidende ist.“

8.2 Zusammenfassung der Ergebnisse: Darstellung der Argumentationslinien

Bei genauer Analyse der Ergebnisse der Interviews zeichnen sich vier verschiedene, unterschiedlich stark ausgeprägte Argumentationslinien ab. Zwei dieser *story lines* werden besonders konsequent mit denselben, immer wiederkehrenden Argumenten vertreten. Sie entsprechen weitgehend dem seit Kyoto geführten Diskurs und haben sich seitdem nur geringfügig verändert. Eine eindeutige Zuordnung der Interviewaussagen zu allen Kategorien der Argumentationslinien war nicht immer möglich, aber die Experten innerhalb der vier identifizierten Akteursgruppen vertreten bis auf wenige Einzelaussagen sehr ähnliche Positionen. Diese werden im Folgenden dargestellt.

8.2.1 Story line I: Senkenbefürworter

Die Position der Forstwirtschaft und teilweise von Vertretern der Forstwirtschaft nahe stehenden wissenschaftlichen Institutionen wird durch *story line I* dargestellt. Diese Senkenbefürworter haben das Anliegen eine umweltpolitische Leistung, die sie für die Gesellschaft erbringt, in Wert zu setzen. Daher begrüßen sie grundsätzlich, dass in Kyoto eine Möglichkeit geschaffen wurde,

die Leistung der C-Speicherung zu honorieren. Da jedoch Holzprodukte in den Bilanzen nicht berücksichtigt werden, entsteht für die Forstwirtschaft von fast vollständig bewirtschafteten Wäldern, wie in Deutschland, ein gravierender Zielkonflikt. Es wird nur die C-Speicherung im Ökosystem, also in den verschiedenen Pools im Wald, in der entsprechenden Berichterstattung berücksichtigt. Dadurch, dass der Wald für die Holzernte genutzt wird und der so entstehende Vorratsabbau als Emission gewertet wird, reduziert die Forstwirtschaft nach den geltenden Regeln durch Nutzung ihre möglichen anrechenbaren Vorräte. Ihre Vertreter sind überzeugt, dass wenn der nachgelagerte Pool der Holzprodukte in der Berichterstattung berücksichtigt würde, dieses Problem aus der Welt geschaffen wäre. Der durch die geltenden Bestimmungen geschaffene Anreiz, Flächen nicht mehr zu bewirtschaften, mit dem Ziel, die dort stehenden Vorräte zu erhöhen, würde relativiert.

Die Vertreter dieser Argumentationslinie halten den gesamten Konflikt um die Einbindung terrestrischer C-Speicher in die Klimapolitik für stark ideologisch geprägt, weil die Senkengegner die Emissionen nur an der Quelle reduzieren wollen. Angesichts der Dringlichkeit des Problems vertreten sie die Auffassung, dass alle Möglichkeiten zur Bekämpfung des Klimawandels genutzt werden sollten. Das schließt die Biosphäre mit ein, selbst wenn deren Beitrag begrenzt ist. Sie halten es für gerechtfertigt, dass diese Leistung entsprechend vergütet wird, auch vor dem Hintergrund der wahrscheinlich eintretenden Veränderungen der klimatischen und standörtlichen Rahmenbedingungen. Sie machen einen konsequenten und kostenintensiven Waldumbau erforderlich, um die Bestände anzupassen.

Die Forstwirtschaft sieht selber die schwache Vertretung ihrer oben dargestellten Interessen in der Politik; begründet wird das unter anderem mit der Komplexität des Themas und dem politischen Prozess, verknüpft mit der Forderung nach einer stärkeren Einbindung in die Klimapolitik. Sie hält den Paradigmenwechsel der Regierung in ihrer Senkenpolitik, der durch die Anwendung von Art. 3.4 deutlich wird, nicht für ein Ergebnis ihrer Einflussnahme. Vielmehr sieht sie die Entwicklung der Gesamtemissionen in Deutschland als Hauptursache. Diese Einschätzung wird dadurch unterstützt, dass auch ohne Art. 3.4 die Pflichten der Berichterstattung erfüllt und die methodischen Probleme gelöst werden müssen.

Die Wissenschaft kann den Konflikt aufgrund der ideologischen Ursachen nicht auflösen, aber ihre Untersuchungen, die häufig Beratungscharakter haben, stellen eine Grundlage für den Diskurs und Positionen dar. Wissenschaftliche Unsicherheiten, die nach wie vor eines der Hauptargumente der Senkengegner sind, haben bereits abgenommen und werden als technisch lösbare Probleme gesehen. Die Senkenbefürworter sehen die Hauptaufgabe der Wissenschaft darin, dass sie daran arbeiten sollte, die komplexen Sachverhalte einfach und klar verständlich darzustellen und die Ergebnisse von Untersuchungen besser zu kommunizieren.

Tab. 8-1 beschreibt die Argumentationslinie der Senkenbefürworter.

Tab. 8-1: *Story line I* – Senkenbefürworter

KATEGORIE		STORY LINE I (Senkenbefürworter)
I	Beurteilung der Bedeutung der Wälder für den Klimaschutz	Die Wälder Deutschlands leisten einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz.
II	Beurteilung der internationalen politischen Rahmenbedingungen für eine Integration von Wäldern in die internationale Klimapolitik	Dass Wälder in die internationalen Regelungen aufgenommen wurden, erkennt diesen Beitrag an und wird sehr positiv beurteilt. Allerdings bestehen große Defizite, wie z.B. dass der nachgelagerte Bereich der Holznutzung nicht berücksichtigt wird und zu wenig Anreize für Waldbesitzer entstehen, eine C-optimierte Bewirtschaftung zu betreiben.
III	Beurteilung der Rolle der Holzprodukte in der THG-Berichterstattung	Der Produktsektor sollte in der THG-Bilanzierung erfasst werden, da ihn zu ignorieren eine unvollständige Betrachtung zur Folge hätte und falsche Anreize in Richtung einer Reduktion der Nutzung setzt. Gerade die nachhaltige Nutzung ist ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz
IV	Charakterisierung des Diskurses / Konfliktes	Der Konflikt ist ideologischer Natur und besteht, weil Senkengegner nur an der Quelle reduzieren wollen. Die Dramatik des Klimawandels gebietet aber die Nutzung aller Möglichkeiten. Wälder und die Forstwirtschaft leisten einen großen Beitrag zum Klimaschutz und sollen dafür direkt oder indirekt durch die Zertifikatserlöse aus Artikel 3.4 belohnt werden.
V	Bewertung der Forstwirtschaft im Diskurs um die Einbindung von Senken in die Klimapolitik	Die Forstwirtschaft hat ihre Interessen zu schwach vertreten und ihre Leistung schlecht kommuniziert. Sie sollte z.B. durch ein Fachgremium stärker in die nationale Klimapolitik eingebunden werden.
VI	Bewertung der nationalen Politik bez. der Integration der Wälder in die Klimapolitik	Die Politik der rot-grünen Vorgängerregierung hat aus Unwissen, verhandlungstaktischen Gründen und der Nähe zu den ENGO eine Integration der Wälder in die Klimapolitik abgelehnt. Dass Deutschland überraschend Artikel 3.4 gewählt hat, war keine Entscheidung aus Überzeugung, sondern weil man anders die Verpflichtungen der Industrie nicht erfüllen kann.
VII	Bewertung der Rolle der Wissenschaft in diesem Konflikt	Die Wissenschaft stellt eine gewisse Grundlage für den Diskurs dar, muss aber besser und verständlicher kommunizieren. Es existieren noch wissenschaftliche Unsicherheiten, aber diese Schwierigkeiten sind technisch lösbar.

8.2.2 *Story line II*: Senkengegner

Dieser Position gegenüber steht *story line II*, die die Position der Gegner einer Integration von Senken in die Klimapolitik beschreibt. Sie wird hauptsächlich von den Vertretern der ENGO vertreten. Ähnlich wie in *story line I* haben sich die traditionellen Argumentationslinien des historischen Diskurses seit der politischen Aushandlung und Verabschiedung der Regelungen nicht wesentlich verändert.

Vertreter dieser Argumentationslinie würdigen die Rolle der Wälder im globalen C-Haushalt, sehen jedoch den Beitrag der Wälder Deutschlands als gering und relativ unbedeutend an. Sie waren bereits in den internationalen Verhandlungen dagegen, dass die Wälder der Industriestaaten als Möglichkeit aufgenommen wurden, um die eingegangenen Reduktionsverpflichtungen zu reduzieren. Gründe, die dagegen sprechen, sind die ihrer Ansicht nach nicht vergleichbaren energiebedingten Emissionen und denen aus dem Landnutzungssektor, die immer noch bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten und dass ein genaues Monitoring praktisch nicht möglich ist. Dass Wälder dennoch in die Regelungen mit aufgenommen wurden ist verhandlungstaktischen Notwendigkeiten nach dem Scheitern von COP6 I geschuldet. Die Berichterstattung und Anrechenbarkeit noch um den Sektor der Holzprodukte zu erweitern, wird kategorisch abgelehnt, weil man das nicht seriös berechnen und überwachen kann. Diese Forderung wird als weiterer Versuch der Senkenbefürworter

gewertet, materielle Vorteile zu erzielen. So wird auch die bisherige Rolle der Forstwirtschaft beschrieben: Sie tritt nur mit materiellen Forderungen auf, ohne klare Vorschläge über ihre tatsächlich möglichen Beiträge zum Klimaschutz zu machen. Sie würden sie auch eine stärkere Integration der Forstwirtschaft in die Klimapolitik befürworten, wenn es um die Themenbereiche ‚Anpassung an den Klimawandel‘ oder ‚Bioenergie‘ geht.

Es besteht eine grundsätzlich andere Auffassung darüber, was ein Beitrag des Waldes zum Klimaschutz ist und daher würden Senkengegner die Zertifikate aus Art. 3.4 gerne löschen, um nicht die Emissionsziele der Industrie aufzuweichen. Die Ablehnung einer Integration von Senken in die Klimapolitik ist richtig, um eine Verwässerung der vereinbarten Ziele zu verhindern; das war auch das Ziel der alten Bundesregierung in den Verhandlungen. Der Paradigmenwechsel ist nicht nachvollziehbar und wird einerseits der Politik der neuen Regierung, andererseits einem Druck der Industrie zugeschrieben. Aus den genannten Gründen halten sie auch ihre Positionen mit der der Senkenbefürworter für unvereinbar und glauben, dass wissenschaftliche Untersuchungen das nicht ändern können.

Die Rolle der Wissenschaft wird als sehr wichtig eingestuft; allerdings in dem Kontext, dass sie international in den Verhandlungen Handlungsdruck aufbaut und die Klärung der großen bestehenden Unsicherheiten als sehr wichtig angesehen wird. Bezüglich einzelner Untersuchungen wird jedoch eine gewisse Skepsis gehegt, weil die Ergebnisse häufig von den Auftraggebern der Studie beeinflusst werden. Tab. 8-2 beschreibt die Argumentationslinie der Senkengegner.

Tab. 8-2: *Story line II* – Senkengegner

KATEGORIE		STORY LINE II (Senkengegner)
I	Beurteilung der Bedeutung der Wälder für den Klimaschutz	Global spielen die Wälder eine wichtige Rolle für das Klima, aber der Beitrag der Wälder Deutschlands ist gering und relativ unbedeutend.
II	Beurteilung der internationalen politischen Rahmenbedingungen für eine Integration von Wäldern in die internationale Klimapolitik	Dass Wälder in die internationalen Regelungen aufgenommen wurden ist verhandlungstaktischen Gründen geschuldet und basiert nicht auf sachlichen Informationen. Defizite sind die Verknüpfung von Kohlenstoffspeicherung in der Biosphäre mit energiebedingten Emissionen und die fehlenden Möglichkeiten für ein seriöses Monitoring.
III	Beurteilung der Rolle der Holzprodukte in der THG-Berichterstattung	Es ist Augenwischerei, Holzprodukte in die THG-Berichterstattung zu integrieren, weil diese Speicher nicht seriös kalkulierbar sind.
IV	Charakterisierung des Diskurses / Konfliktes	Die Positionen in diesem Konflikt sind unvereinbar, weil es um materielle Interessen geht, die grundlegenden Überzeugungen gegenüber stehen. Sie wären vielleicht nicht unvereinbar, wenn es nur um Klimaschutz ginge. Wissenschaftliche Untersuchungen können diesen Konflikt nicht auflösen. Die Zertifikate aus Art. 3.4 sollten gelöscht werden.
V	Bewertung der Forstwirtschaft im Diskurs um die Einbindung von Senken in die Klimapolitik	Die Forstwirtschaft hat bislang keine wesentliche Rolle gespielt. Ihre Position ist nur von materiellen Motiven getrieben. Sie sollte bei bestimmten Themen in Zukunft stärker in die Klimapolitik eingebunden werden, z.B. was die Anpassung an den Klimawandel oder Bioenergie betrifft.
VI	Bewertung der nationalen Politik bez. der Integration der Wälder in die Klimapolitik	Die Politik der rot-grünen Vorgängerregierung war durch Sachkenntnis und den Willen geprägt, Emissionen zu reduzieren und keine Schlupflöcher zuzulassen. Daher wollte sie Senken nicht in die Klimapolitik integrieren. Die Gesinnungsänderung bez. Artikel 3.4 ist nicht nachvollziehbar bzw. wird mit dem Regierungswechsel und Druck der Industrie erklärt.
VII	Bewertung der Rolle der Wissenschaft in diesem Konflikt	Wissenschaft ist der Treiber der Verhandlungen und wichtig. Allerdings spielt es eine Rolle, wer die Untersuchungen in Auftrag gegeben hat. Insgesamt sind die bestehenden Unsicherheiten sehr groß und problematisch. Es sollte mehr gemessen als modelliert werden. Den grundsätzlichen Konflikt können sie nicht auflösen.

8.2.3 *Story lines III und IV: Politik und Wissenschaft*

Die beiden dargestellten *story lines* werden durch zwei weitere ergänzt, die teilweise den Aussagen entsprechen, in denen jedoch einzelne Aspekte differenzierter und teilweise auch pragmatischer gesehen werden. Diese Argumentationslinien werden von den Akteuren der Politik (*story line III*) bzw. der Wissenschaft (*story line IV*) vertreten.

In den ersten Kategorien herrscht bei den Positionen weitgehende Übereinstimmung: Beide Gruppen bewerten den Beitrag der Wälder Deutschlands zum Klimaschutz als relativ gering, halten ihn jedoch für groß und wichtig genug, sich mit ihm zu beschäftigen. Die Argumente dafür liegen in der Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel sowie in der Signalwirkung und Glaubwürdigkeit über den Umgang mit terrestrischen C-Speichern gegenüber anderen Vertragsstaaten des Klimaregimes, vor allem den Entwicklungsländern. Dort sind die waldbedingten Emissionen so bedeutend, dass künftige Vereinbarungen diese Quelle adressieren sollten. Die Industrieländer müssen durch verantwortungsvollen Umgang mit ihren natürlichen Ressourcen den ersten Schritt tun und Vorbildcharakter haben. Aus diesem Grund halten die Vertreter dieser Argumentationslinie die Aufnahme der Biosphäre in die Bestimmungen für sinnvoll, obwohl es gravierende Defizite gibt und sie die vereinbarten Ziele in der ersten VP verwässern. Aus Gründen der Vollständigkeit wird eine Bilanzierung des Produktsektors als sinnvoll erachtet. Gleichzeitig ist man sich der damit verbundenen großen technischen Probleme und es politischen Sprengstoffs für die internationalen Verhandlungen bewusst.

Hinsichtlich der Natur des Konfliktes sind sich die Vertreter auch einig, dass es ein weitgehend ideologischer Konflikt ist. Ein Unterschied ist, dass Vertreter der Wissenschaft glauben, dass sich dieser Konflikt über die Zeit von alleine auflösen wird, weil es bei der Ausgestaltung der Regelungen nur um ein anfängliches Verteilungsproblem ging, und dass für die Zeit nach 2012 die aktuell diskutierten Positionen sehr viel näher beieinander liegen. Beide Argumentationslinien sehen die Politik der ehemaligen rot-grünen Regierung als konservativen Ansatz, der versucht hat, möglichst stark die tatsächlichen Quellen zu reduzieren. Der Paradigmenwechsel wird unterschiedlich begründet, in der Hauptsache jedoch mit der Entwicklung der Emissionen in Deutschland und der EU begründet. Auch bei der Einschätzung der Forstwirtschaft in dem Diskurs herrscht ein ähnliches Bild: Sie ist mit großen materiellen Erwartungen aufgetreten ohne klare Positionen zu beziehen, ihre Wahrnehmung ist gering. Während sich die Politik eine stärkere Positionierung wünscht, ist den Vertretern der Wissenschaft vor allem eine verstärkte Einbindung mit Hinblick auf die notwendige Anpassung des Waldes an den Klimawandel wichtig.

Unterschiedliche Auffassungen bestehen über die Rolle der Wissenschaft. Die Vertreter der Politik (*story line III*) verweisen darauf, dass es ihnen kaum möglich ist, die Fülle der verschiedenen Informationen der Wissenschaft zu verarbeiten. Da sie verantwortlich sind, dass Deutschland seinen internationalen Verpflichtungen nachkommt, sind sie darauf angewiesen, dass die Wissenschaft daran arbeitet die bestehenden Unsicherheiten zu reduzieren. Untersuchungen werden somit zu einer wichtigen Grundlage für ihre Entscheidungen. Dennoch

kann nicht erwartet werden, dass sie 1:1 übernommen werden, da häufig Macht und Einfluss von anderen Stakeholdern die Entscheidungen mitgestalten. Wissenschaftliche Politikberatung kann zu einem besseren Verständnis komplexer Zusammenhänge beitragen; den Konflikt um die Einbindung von Wäldern in die Klimapolitik kann sie jedoch nicht auflösen. Die Vertreter der Wissenschaft sehen einen großen Forschungsbedarf und halten die Unsicherheiten im Monitoring der Speicher und ihrer Veränderungen für technisch lösbar. Die Wissenschaft muss ihre Ergebnisse besser kommunizieren.

Tab. 8-3 beschreibt die inzwischen in weiten Teilen ähnlichen Argumentationslinien der Politik und der Wissenschaft.

Tab. 8-3: *Story line III und IV* – Politik und Wissenschaft

KATEGORIE	STORY LINE III (Politik)	STORY LINE IV (Wissenschaft)
I	Beurteilung der Bedeutung der Wälder für den Klimaschutz	Der Beitrag der Wälder Deutschlands zum Klimaschutz ist relativ gering, aber groß genug, um sich damit zu beschäftigen - auch in Bezug auf andere Themen wie z.B. Anpassung oder die Signalwirkung an Entwicklungsländer. Er wird in der Bilanz größer, wenn Holzprodukte miteinbezogen werden.
II	Beurteilung der int. politischen Rahmenbedingungen für eine Integration von Wäldern in die internationale Klimapolitik	Dass Wälder in die internationalen Bestimmungen aufgenommen wurden ist generell sinnvoll, obwohl sie zunächst die Klimaschutzziele verwässern. Es gibt viele verschiedene Defizite.
III	Beurteilung der Rolle der Holzprodukte in der THG-Berichterstattung	Es wäre generell sinnvoll, Holzprodukte in die THG-Berichterstattung aufzunehmen; das birgt aber viel politischen Sprengstoff und große methodische Herausforderungen.
IV	Charakterisierung des Diskurses / Konfliktes	Der Konflikt ist rein ideologischer und materieller Natur. Es bestehen noch viele ungelöste offene Fragen bezüglich der Verteilung der Erlöse aus RMU-Zertifikaten nach Artikel 3.4. Der Konflikt ist mehr ideologischer als sachlicher Natur. Wahrscheinlich wird er sich durch eine veränderte Diskussion nach 2012 von alleine auflösen. Erlöse aus Zertifikaten sollten nicht an einzelne Waldbesitzer verteilt werden sondern in einen Fonds fließen, der Klimaschutzprojekten im Wald zu Gute kommt.
V	Bewertung der Forstwirtschaft im Diskurs um die Einbindung von Senken in die Klimapolitik	Die Forstwirtschaft hat keine klare Position bezogen und das Thema nur oberflächlich behandelt. Der Beitrag der Forstwirtschaft zur Diskussion war bislang marginal und ist durch große Erwartungen gekennzeichnet. Mehr Input und klare Positionen wären wünschenswert. Die Forstwirtschaft hat materielle Erwartungen, ist in der Diskussion nicht gut repräsentiert und wird kaum wahrgenommen. Durch eine stärkere Einbindung könnte der Beitrag der Wälder und der Forstwirtschaft verbessert werden, insbesondere hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und der Anpassung an den Klimawandel.
VI	Bewertung der nationalen Politik bez. der Integration der Wälder in die Klimapolitik	Die Position der ehemaligen Bundesregierung war ein konservativer Ansatz und von dem Willen geprägt, möglichst ehrgeizige Reduktionsziele zu erreichen. Das Umdenken ist u.a. auf die Emissionsentwicklung in Deutschland und der Kritik der EU am 2. nationalen Allokationsplan zurück zu führen. Verschiedene Aspekte haben die Haltung der ehemaligen Regierung begründet, hauptsächlich der Wille, Emissionen an der Quelle zu reduzieren. Der Paradigmenwechsel hat verschiedene Ursachen, vor allem ökonomische Interessen. Wichtig ist der Blick nach vorne, d.h. der Fokus auf ein Folgeprotokoll, in dem die globale Entwaldung berücksichtigt wird.
VII	Bewertung der Rolle der Wissenschaft in diesem Konflikt	Die Rolle wissenschaftlicher Untersuchungen ist eher untergeordnet und es ist schwer, einen Überblick zu bekommen. Sie können einen Beitrag zu einem besseren Verständnis leisten, aber sie können den Konflikt nicht lösen. Trotzdem sind sie wichtig. Unsicherheiten existieren; es ist wichtig, sie zu benennen und zu quantifizieren. Gemessene Daten sind Modellierungen vorzuziehen. Die Wissenschaft hat einen hohen Stellenwert in der Diskussion. Es existieren technisch lösbare Probleme beim Monitoring und wissenschaftliche Unsicherheiten, die durch konservative Ansätze berücksichtigt werden müssen. Der Forschungsbedarf ist noch groß. Insgesamt muss die politikberatende Wissenschaft besser kommunizieren.

9 Diskussion (Teil B)

9.1 Diskussion der Ergebnisse

Ein wichtiges Ergebnis dieser Diskursanalyse ist, dass sich aus den beiden traditionellen, extremen Argumentationslinien des historischen Diskurses zwei weitere heraus gebildet haben, die einander sehr ähnlich sind. Zu Beginn des Diskurses zwischen 1997 (Kyoto) und 2002 (Marrakesch) wurden die beiden extremen Positionen hinsichtlich einer Einbindung von Wäldern in die nationale und internationale Klimapolitik nicht nur von den in dieser Arbeit untersuchten Akteursgruppen ‚Forst- und Holzwirtschaft‘ und ‚ENGO‘ vertreten. Auch die meisten Akteure und Experten aus der Politik und der Wissenschaft vertraten entweder die Positionen der Senkengegner oder die der Senkenbefürworter.

Annahme 1 war, dass die Positionen der Akteure sich verschiedenen konstanten Argumentationslinien zuordnen lassen, die entweder durch ihre grundlegenden Überzeugungen oder durch rationale materielle Interessen geprägt sind. Diese Annahme kann nur bedingt als bestätigt gesehen werden, da sich zwar die Positionen der ENGO und der Forstwirtschaft nicht verändert haben, wohl aber die Positionen der Wissenschaftler, deren Argumentation durch neue Erkenntnisse differenzierter geworden sind. Die Positionen der politischen Akteure, deren Entscheidungen Ergebnisse von Aushandlungsprozessen zwischen verschiedenen Interessen darstellen, haben sich ebenfalls verändert. Diese beiden Gruppen, deren Akteure sich zu Beginn der Diskussion jeweils einer der beiden extremen *story lines* zuordnen ließen, haben außer einer traditionellen Verbundenheit zu anderen Akteuren im Diskurs keine offensichtlichen materiellen oder ideologischen Motive, mit denen sich ihre Position erklären ließe. In den letzten fünf Jahren haben sich in diesen beiden Gruppen jeweils eigene Argumentationslinien entwickelt.

Die Experten der Forst- und Holzwirtschaft betonen den positiven Beitrag zum Klimaschutz, den sie durch den gleichzeitigen Vorratsaufbau und die nachhaltige Produktion eines umweltfreundlichen Produktes mit positiver Energiebilanz leisten. Diese Senkenleistung ist der Vorratsaufbau, der zurzeit in fast der gesamten nördlichen Hemisphäre zu beobachten ist. In Deutschland ist die Senkenleistung vor allem dadurch bedingt, dass sich die Wälder aufgrund einer ungleichen Altersklassenstruktur und trotz teilweise schon sehr hoher Vorräte noch in einem Aufbaustadium befinden und weniger genutzt wird als zuwächst. Weitere schwer differenzierbare Faktoren für das verstärkte Zuwachsverhalten sind die erhöhte CO₂-Konzentration der Atmosphäre, signifikante Stickstoffeinträge und die Erholung der Waldböden von den historischen Nutzungen.

Da es sich um ‚zusätzliche Reduktionen‘ handeln soll, und aufgrund der großen Unsicherheit, inwieweit diese Faktoren zur Senke beitragen, hat man sich auf COP6 II in Bonn darauf geeinigt, nur eine begrenzte Anrechnung von 15% des Nettozuwachses auf die Emissionsreduktionsverpflichtungen zuzulassen. Dieser an sich sehr konservative Ansatz wird generell als positiv beurteilt, weil er die Senkenleistung anerkennt. Allerdings hat die

Forstwirtschaft einen gravierenden Zielkonflikt, der vor allem in Zeiten steigender Holzpreise offensichtlich wird: Wird der Zuwachs konsequent und nachhaltig genutzt, entstehen zwar für das Klima keine nachteiligen Effekte, aber da sich die Senkenleistung nur auf den im Ökosystem gespeicherten C bezieht, würde sie dadurch den eigenen Beitrag zunichte machen, für den sie entlohnt werden möchte. Aus diesem Grund prangern die Vertreter der Forstwirtschaft als größtes Defizit der Bilanzierungsregeln an, dass die Veränderung der Produktspeicher nicht berücksichtigt wird. Aus ihrer Sicht ist die Betrachtung ohne diese unvollständig, und daher schaffen die Regelungen Anreize für Waldbesitzer, die Bewirtschaftung zu reduzieren oder sogar aufzugeben. Auch mit Hinblick auf den Klimaschutz seien diese Anreize falsch, da durch die Nutzung von Holz als Produkt und Energieträger Emissionen vermieden werden. Diese Argumentationslinie ist, bezogen auf die positive Rolle von Wald und Holzprodukten im globalen C-Kreislauf, nachvollziehbar und wird nur noch selten in Zweifel gezogen. Was die Vertreter dieser Position nur begrenzt sehen sind die methodischen Probleme, die mit einer Bilanzierung der Holzprodukte verbunden sind. Sie halten diese für technisch lösbar und sind überzeugt, dass eine Integration zu für die Bilanz positiven Effekten führen würde.

Diese Sichtweise wird in dieser Form weder von den Experten der Wissenschaft noch von der Politik geteilt. Im komplexen Kontext des KP und seiner Konkretisierung hat man versucht, gleiche Regelungen für alle beteiligten Länder zu schaffen, ungeachtet der Unterschiede, die vor allem im Landnutzungssektor, und dort insbesondere bei der Bewirtschaftung von Wäldern, vorherrschen. Das ist aus verhandlungstaktischen Gründen nachvollziehbar, führt aber dazu, dass alle Detailregelungen den kleinsten gemeinsamen Nenner repräsentieren und fachliche Defizite in Kauf genommen werden. Gründe dafür sind politischer und auch methodischer Natur. Eine Grundregel des KP für sämtliche Bilanzierungen im Rahmen der THG-Berichterstattung lautet, dass Emissionen grundsätzlich dem Ort ihrer Entstehung zugerechnet werden sollten. Dadurch entstünde bei einer Integration des Produktsektors das zusätzliche Problem, dass sämtliche Handelsströme von importiertem Rohholz, Halbfertig- und Fertigprodukten bilanziert werden müssten – mit dem Effekt, dass Länder, die viel Holz exportieren, besser gestellt werden als Nettoverbraucherländer. Diese Zuordnungsprobleme führen zu den politischen Gründen, die gegen die Bilanzierung der Produktspeicher sprechen: Es kommt zu neuen Verteilungskonflikten in nennenswerter Größenordnung, was großen Sprengstoff für die Verhandlungen in sich birgt, da sich kein Land diese ‚Emissionen‘ zuschieben lassen möchte. Auch im internationalen Kontext würde eine Anrechnung vor dem Hintergrund der historischen Umstände – nämlich die Schaffung der Möglichkeit Art. 3.4 zu nutzen, nachdem die Ziele festgelegt wurden – als weiterer Versuch gewertet werden, sich der Verantwortung zu entziehen, tatsächlich Emissionen zu reduzieren. Das ist sehr problematisch, da es gegenwärtig darum geht eine internationale Vereinbarung für die Zeit nach 2012 zu erzielen, was nur möglich und sinnvoll erscheint wenn es gelingt, auch die Entwicklungsländer in ein künftiges Regime mit einzubeziehen.

An dieser Betrachtung wird ein grundlegendes Problem des Konfliktes offensichtlich. Die Diskussion findet auf verschiedenen Ebenen statt: Was für den Klimaschutz regional sinnvoll ist

muss nicht aus Sicht der viel allgemeineren internationalen Klimapolitik sinnvoll sein. In der Konsequenz reden Senkengegner und Senkenbefürworter häufig aneinander vorbei. Vor allem die Senkengegner argumentieren häufig aus globaler Sicht und haben dabei den internationalen Klimaprozess im Auge. Es geht ihnen nicht so sehr darum, wie man die Biosphäre am besten für den Klimaschutz nutzen kann, sondern zu verhindern, dass Staaten sie als Ausrede missbrauchen, um ihre Emissionen nicht zu drosseln. Daher argumentieren sie, dass es wichtig ist die Quellen zu reduzieren und diese Bemühungen nicht dadurch zu konterkarieren, dass Senken belohnt werden.

Die Forstwirtschaft auf der anderen Seite sieht, dass sie einen Beitrag leisten kann, der aber nicht entsprechend gewürdigt wird. Darin besteht der Konflikt, der nach Auffassung fast aller Befragten stark ideologisch geprägt ist. Die Forstwirtschaft teilt die Überzeugung, dass die Emissionen an der Quelle reduziert werden sollten. Im Unterschied zu den Senkengegnern betont sie allerdings, dass die Dramatik des Klimawandels gebietet, alle Möglichkeiten zu seiner Bekämpfung auszuschöpfen. Daher müssen Anreize geschaffen werden um die Leistung zu optimieren, und, noch wichtiger, um einen konsequenten und sehr kostenintensiven Waldumbau zu unterstützen, der an veränderte klimatische Rahmenbedingungen und Extremwetterereignisse besser angepasst ist. Deshalb sollten Waldbesitzer direkt oder indirekt von den Zertifikatserlösen aus Art. 3.4 profitieren.

Die Position der Senkenbefürworter war lange Zeit nur schwach vertreten, weitgehend unklar und hat die nationale Politik allenfalls geringfügig beeinflusst. Die rot-grüne Regierung stand den ENGO sehr nahe und hat nach Sichtweise der Senkenbefürworter aus verhandlungstaktischen Gründen eine Integration der Wälder abgelehnt. Fast alle Befragten waren sich darin einig, dass bislang die Rolle der Forstwirtschaft in diesem Prozess bestenfalls marginal war. Ihre Vertreter sehen vor allem, dass ihre Leistungen schlecht kommuniziert werden und fordern in diesem Bereich mehr Unterstützung von der Wissenschaft sowie eine stärkere Einbindung in die nationale Klimapolitik. Die Senkenbefürworter haben die internationalen Verhandlungen nur oberflächlich zur Kenntnis genommen, was sicher auch deren Komplexität geschuldet ist.

Die Senkengegner betonen die generelle Bedeutung der Wälder für den globalen C-Kreislauf und für das Klima; sie argumentieren, dass die heimischen Wälder in diesem globalen Kontext nur eine sehr geringe Rolle spielen können. Sie waren in den Verhandlungen traditionell gegen die Möglichkeit einer Anrechnung der Senken auf die Reduktionsverpflichtungen und sehen es auch heute noch als ein Schlupfloch, das die Integrität des KP im Nachhinein stark reduziert hat. Sie sehen ihre Aufnahme rein verhandlungstaktischen Gründen geschuldet, die jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehren – vor allem was die Möglichkeiten betrifft, die C-Flüsse einem seriösen Monitoring zu unterziehen. Vor diesem Hintergrund, und angesichts der noch größeren wissenschaftlichen Unsicherheiten, wäre es auf die Spitze getrieben, wenn auch noch der Produktsektor in die Bilanz aufgenommen würde.

Senkengegner halten die Positionen in dem Konflikt für unvereinbar, weil sie die materiellen Interessen der Forstwirtschaft mit denen der Vertragsstaaten gleich setzen, die eine Aufnahme

in Bonn und Marrakesch erhandelt haben: Sie wollen für die vielleicht nur temporären Senkenleistungen geldwerte Vorteile für sich erreichen. Dem steht das grundlegende Interesse gegenüber, die Emissionen an der Quelle zu reduzieren. Senkengegner haben ein grundlegend anderes Verständnis davon, wie der Wald zum Klimaschutz beitragen kann. Sie sehen die gewaltigen Emissionen, die vor allem in den Tropen durch Waldzerstörung entstehen; deren Größenordnung ist immens und beträgt ca. ein Viertel der gesamten weltweiten THG-Emissionen. Aus diesem Grund ist ihr erklärtes Ziel, vor allem in Primärwäldern mit hohen C-Vorräten, verbesserte Waldschutzmaßnahmen durchzusetzen, wie zurzeit im internationalen Klimaregime diskutiert wird. Diese Wälder befinden sich hauptsächlich in den Entwicklungsländern, die keine Reduktionsverpflichtungen haben, die aufgeweicht werden könnten. Eine Verbesserung des Waldschutzes könnte auch einen signifikanten positiven Beitrag zur Reduktion des Verlustes der globalen Artenvielfalt leisten, einem traditionellen Hauptanliegen der ENGO. Auch hier zeigen sich die unterschiedlichen Betrachtungswinkel der komplexen Rolle, die Wälder im Kontext der globalen Umweltprobleme haben: Die ENGO fühlen sich der Erhaltung und des Schutzes der verbleibenden Primärwälder verpflichtet. Die deutsche Forstwirtschaft hingegen ist stolz auf die nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Sekundärwälder, die sich in vielerlei Hinsicht von tropischen Primärwäldern unterscheiden, z.B. was die Waldfunktionen, Ansprüche an den Wald und die damit verbundenen Probleme betreffen.

Die Senkengegner fordern auf der einen Seite, dass die Zertifikate aus Art. 3.4 gelöscht bzw. nicht genutzt werden, weil sie der Industrie zugute kämen, die damit ihre Emissionen entsprechend weniger reduzieren müsste. Auf der anderen Seite befürworten sie eine stärkere Einbindung bei den Themen ‚Bioenergie‘ oder ‚Anpassung an den Klimawandel‘, da auch der Wald in Deutschland vom Klimawandel betroffen sein wird. Dass innerhalb der Bundesregierung der beschriebene Paradigmenwechsel stattgefunden hat ist für sie nur mit dem Regierungswechsel und dem Druck der Industrie zu erklären.

Die Rolle der Wissenschaft beurteilen die Senkengegner differenziert. Wissenschaftliche Untersuchungen allgemein werden einerseits als wichtiger Treiber für die Verhandlungen gesehen, andererseits auch wegen des konstruktivistischen und teilweise ergebnisorientierten Charakters einzelner Arbeiten kritisiert. So wurde zum Beispiel lange Zeit der Einfluss der anthropogenen THG-Emissionen auf das Weltklima in Frage gestellt und mit Gegenuntersuchungen begründet, die versucht haben, die Erkenntnisse anzuzweifeln. Zwar haben sich viele Gegensätze mit der Zeit immer weiter aufgelöst, aber nach wie vor wird Wissenschaft instrumentalisiert, um bestimmte politische Positionen zu unterstützen. Die Wissenschaft hat eine schwierige Rolle inne, die sich darin manifestiert, dass es einen Meinungspluralismus bezüglich verschiedener Aspekte des Klimawandels und seiner Auswirkungen gibt. Vor diesem Hintergrund sehen Senkengegner allgemein die Rolle der beratenden Wissenschaft kritisch, vor allem wenn überwiegend mit Modellierungen und nicht mit gemessenen Daten gearbeitet wird. Ihrer Meinung nach sind die Unsicherheiten immer noch sehr groß und auch bessere Informationen werden nicht so gut sein, dass sie diesen grundsätzlichen Konflikt auflösen können. Mittlerweile ist unbestritten, dass sich das Klima

verändert und der Mensch durch die Emissionen von THG einen großen Einfluss auf das Klima nimmt. Zu dieser Erkenntnis haben die Berichte des IPCC einen großen Beitrag geleistet, da sie den Konsens der überwiegenden Mehrheit der Wissenschaft darstellen. Seitdem der Klimawandel nicht mehr ernst zu nehmend in Frage gestellt werden kann, beginnt sich jedoch eine neue Dimension im Diskurs herauszubilden, die nun darauf abzielt die Frage zu stellen, ob der Wandel negativ ist oder in seiner Summe vielleicht positive Auswirkungen hat, die die negativen überwiegen.¹⁰⁷

Insgesamt hat die Arbeit gezeigt, dass wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Diskurs eine meinungsbildende Funktion haben, die die Positionen der Akteure unterstützen. Der Konflikt ist sowohl durch fundamentale Grundüberzeugungen ideologisch, als auch durch materielle Interessen geprägt. Daher ist es unwahrscheinlich, dass einzelne wissenschaftliche Untersuchungen eine Schiedsrichterfunktion in diesem Konflikt einnehmen können. Das wird zusätzlich dadurch erschwert, dass immer noch große Unsicherheiten bestehen. Annahme 3 besagt, dass wissenschaftliche Untersuchungen nur begrenzt zur Auflösung des Konfliktes beitragen können. Dies kann damit als bestätigt betrachtet werden. Die Wissenschaft kann jedoch durch die Reduktion bestehender Unsicherheiten dazu beitragen, die Diskussion unter zu Hilfenahme von Modellierungen zu objektivieren und den Akteuren die Handlungsspielräume aufzuzeigen. Die unterschiedlichen Argumentationslinien in dieser Gruppe haben sich in den vergangenen Jahren dahingehend verändert, dass eine spürbare Annäherung statt gefunden hat. So bestreiten z.B. die Wissenschaftler, die gegen eine Einbeziehung der Biosphäre in die Klimapolitik waren, nicht mehr den positiven Klimaschutzbeitrag, der in Form von Substitutionseffekten durch die Nutzung von Holz als Produkt und Energieträger entsteht. Der Forstwirtschaft nahe stehende Wissenschaftler sehen die Unsicherheiten und Schwierigkeiten bei der Quantifizierung von C-Flüssen und das Problem des AKL-Effektes, durch den der Wald nach der Kyotologik zu Quelle wird.

Diese Annäherung hat jedoch nur begrenzt die Wahrnehmung der Befürworter und Gegner verändert, die zum großen Teil immer noch mit denselben Argumenten wie zu Beginn der Senkendiskussion ihre Positionen untermauern: Senkenbefürworter mit Hinblick auf ihre materiellen Forderungen, Senkengegner hingegen auf ihre traditionellen Naturschutzinteressen. Einzelne Argumente und Aspekte aus wissenschaftlichen Untersuchungen mit Politikberatungscharakter werden herangezogen um die Positionen zu begründen und erfüllen bisweilen eine Feigenblattfunktion, weil den Positionen andere Motive zu Grunde liegen. Das zeigt den politisch konstruierten Charakter, den wissenschaftliche Politikberatung haben kann: Um die Komplexität aufzulösen werden Argumentationslinien entwickelt, die aufgrund verschiedener Blickwinkel und Betrachtungsebenen unterschiedliche Aussagen unterstützen. Der Umgang mit Unsicherheiten spielt ebenfalls eine große Rolle. Die Interpretation der Ergebnisse unterliegt einer gewissen Subjektivität, die dadurch vergrößert wird, wenn einzelne Argumente, Zahlen oder Ergebnisse aus ihrem Zusammenhang gerissen werden. Das bestätigt

¹⁰⁷ Vgl. z.B. FAZ 5.9.07: „Wir müssen unsere Urängste relativieren“, Spiegel Heft 19/2007: „Hilfe, der Planet schmilzt“, Newsweek Apr. 16: „The War of the Words“, Newsweek Feb. 19, 2007: „Global Warming – Get used to it“.

Annahme 2, der zu Folge beratende Wissenschaft eine wichtige Rolle in dem Diskurs spielt, da der Themenkomplex und damit verbundene Entscheidungen durch große Unsicherheit gekennzeichnet sind.

Auch Annahme 4 wurde durch die Interviews bestätigt: Die Wissenschaft kann ihre Erkenntnisse nicht an eine breite Öffentlichkeit transportieren, da sie den Widerspruch zwischen der Komplexität des Themas und dem Wunsch nach einfachen Handlungsoptionen nicht auflösen kann. Damit löst sich auch die Diskussion nicht aus ihrem begrenzten, sehr fachlichen Expertenumfeld und erreicht keine breiteren Schichten. Die Politik vertritt inzwischen nicht mehr die Position der Senkengegner sondern folgt der Annäherung der Wissenschaft und nimmt eine differenziertere Sicht ein. Sie hat mit der Anwendung von Art. 3.4 eine folgenreiche Entscheidung getroffen, mit der wissenschaftlichen Untersuchungen auch eine Legitimationsfunktion zukommt.

9.2 Diskussion der in den Argumentationslinien verwendeten Sprache

Die Argumentationslinien und der gesamte Diskurs weisen bestimmte sprachliche Merkmale auf. Vor allem Vergleiche, Metaphern und Bilder werden verwendet, um die Komplexität aufzulösen und die eigene Position ‚transportfähig‘ zu machen. Auch Übertreibungen finden sich bei den extremen Positionen, denen somit Nachdruck verliehen werden soll.

Befürworter einer Anrechnung von Senken beurteilen den Beitrag, den die Wälder Deutschlands zum Klimaschutz leisten können, als „Riesenbeitrag“, während Senkengegner ihn als „völlig irrelevant“ und „verschwindend gering“ bezeichnen. Wissenschaftler sehen den Beitrag global als relativ gering, jedoch „groß genug, um sich damit zu beschäftigen.“ Die Politik sieht das genauso, insbesondere vor dem Hintergrund der „Signalwirkung für andere Länder“ und dem Thema „Anpassung“.

Senkenbefürworter bewerten die internationalen politischen Rahmenbedingungen für eine Integration von Wäldern in die Klimapolitik generell positiv, weil dadurch die C-Speicherung von Wäldern anerkannt wird. Sie bemängeln aber Defizite wie den „Wust an administrativen Regelungen“, die durch den Annex Z des Bonn Agreements begrenzte Anrechenfähigkeit und dass der Produktsektor nicht berücksichtigt wird. Dadurch wird ein „Überanreiz“ geschaffen, den Wald nicht zu nutzen. Ein Experte nannte als Ursache, dass es „bei den Verhandlungen zu ging wie auf einem orientalischen Basar.“ Senkenbefürworter bezeichnen den Ausschluss der Holzproduktspeicher in den Regelungen zu Berichterstattung als „Loch im System“ der C-Bilanzierung und als „großes Manko“, das davon zeugt, „dass nicht zu Ende gedacht“ wurde.

Senkengegner betrachten die Beschlüsse von Bonn und Marrakesch als taktische Notwendigkeit, die ein Scheitern der Verhandlungen verhindert haben und bewerten diesen Kompromiss als „Ventilfunktion“, der zu einer starken „Verwässerung“ der ohnehin sehr schwachen Klimaschutzziele geführt hat. Die Integration der Senken in das KP sei eine „faule Ausrede“, die ein „Hintertürchen“ für die Vertragsstaaten geschaffen hat, mit dem sie sich „davor drücken können“ ihre Emissionen nicht reduzieren zu müssen. Das ganze Thema sei

„Schaumschlägerei“. Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe mit dem in der Biosphäre gebundenen C zu verrechnen wird als „Vergleich zwischen Äpfeln und Birnen“ charakterisiert. Das wird durch die „unseriösen“ Anrechenmethoden verstärkt. Den nicht berücksichtigten Urwaldschutz einzubeziehen wäre ihrer Meinung nach ein weitaus „größerer Gewinn für die Atmosphäre“ gewesen als das „Herumdokorn mit den Senken“. Senkengegner sehen in der Diskussion um die Produktspeicher einen neuen Versuch der Industrieländer „wieder nach Schlupflöchern zu suchen.“ Dass sich das positiv auf die Atmosphäre auswirkt, wird als „Trugschluss“ charakterisiert und die Quantifizierung dieser Speicher als „unseriös“ bezeichnet, da „belastbare“ Daten fehlen.

Die Vertreter der Wissenschaft und der Politik beurteilen die Beschlüsse differenzierter. In ihrer Argumentationslinie beschreiben sie die Berücksichtigung der Biosphäre als „kluge Maßnahme“ und eine „an sich gute Sache“, da die Biosphäre nicht zu berücksichtigen gleichkommen würde „mit sich selbst ins Knie zu schießen“ und weil man für den Dialog mit anderen Ländern „mit gutem Beispiel vorangehen muss.“ Dennoch erkennen die Experten den Einfluss des schwierigen Verhandlungsprozesses auf die Ergebnisse und dass mit den Senkenregelungen den Vertragsstaaten des KP ein „Einstiegsgeschenk“ gemacht wurde, was seine „Umweltintegrität beeinträchtigt“. Ein Experte der befragten Wissenschaftler bezeichnete diese Verhandlungsergebnisse als „wirklich stümperhaft“, da durch sie „heiße Luft in großem Umfang produziert wurde“. Vertreter der Wissenschaft und der Politik sehen vor allem den „politischen Sprengstoff“, den das Thema ‚Holzprodukte‘ in sich birgt.

Der Konflikt wird dadurch bestimmt, dass grundlegend verschiedene Überzeugungen von den Senkenbefürwortern, also den Vertretern der Forstwirtschaft, und den Senkengegnern, die hauptsächlich aus den ENGO bestehen, vertreten werden. Die jeweils andere Argumentationslinie wird von den Akteuren als „ideologisch“ und „dogmatisch“ bezeichnet. Vor allem Senkenbefürworter beklagen die „einseitige Sicht der Senkengegner“. Die Metapher des „vollaufenden Bootes“ wird verwendet, um die Situation der Bedrohung der Menschheit durch den Klimawandel darzustellen, in der die Wald-Holz-Option ein Instrument zur Abschwächung des Problems sein kann – wie „man ja auch im Boot alle Möglichkeiten nutzt, das Wasser herauszubekommen“. Diese umweltpolitische Leistung soll dadurch gewürdigt werden, dass man sie „in Wert setzt“.

Genau darin sehen die Senkengegner Parallelen zum internationalen Verhandlungsprozess, in dem die walddreichen Länder durch eine möglichst weitreichende Einbeziehung von terrestrischen C-Speichern komparative Vorteile gegenüber walddarmen Staaten erzielen wollten. Sie betrachten die Argumentationslinie als „opportunistisch“ und sehen die Forderungen der Forstwirtschaft als Versuch, „Geldquellen zu erschließen“, „einen Vorteil saugen“ und „möglichst viel abzugreifen“. Vertreter der Wissenschaft und der Politik sehen die Gefahr, dass die Forstwirtschaft „auf einen Mitnahmeeffekt baut“ und nicht berücksichtigt, dass unter den geltenden Regelungen gesunkene Vorräte, gleich ob durch geplante oder zufällige Nutzungen, als Emissionen gewertet werden. Aus diesen Gründen wird die Forderung nach einer Aufteilung der Erlöse aus dem Verkauf der RMU-Zertifikate auf die einzelnen Waldbesitzer nach dem „Gießkannenprinzip“ als „ganz großer Quatsch“ bezeichnet.

Die Politik der Bundesregierung wird sehr kontrovers beurteilt: Senkenbefürworter beurteilen den Paradigmenwechsel damit, dass die neue Regierung einen „industriefreundlicheren Kurs fährt“ und außerdem erkannt hat, „dass die Politik der alten Regierung eine Mogelpackung war.“ Senkengegner argumentieren, dass durch die Anerkennung der „Druck auf die Industrie nachlässt“, was nicht kompatibel mit dem Bild des „Vorreiters im Klimaschutz“ ist. Über die Rolle und das Agieren der Forstwirtschaft gibt es ein einheitliches Bild unter allen Befragten – sie war und ist in diesem Prozess nur „marginal vertreten“, zeichnet sich durch „erstaunlich geringes Engagement“ aus und verhält sich „weitgehend defensiv.“

9.3 Diskussion der Methoden

Die angewendeten Methoden haben sich für den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit als geeignet erwiesen: Die Forschungsfragen konnten beantwortet und Argumentationslinien der relevanten Akteursgruppen identifiziert werden. Die Durchführung von Telefoninterviews mit digitaler Aufzeichnung hat sich aufgrund der großen räumlichen Distanz und der engen Terminpläne der Experten bewährt. Die befragten Experten haben das Meinungsspektrum gut abgedeckt, was sich auch an der relativ eindeutigen Ausprägung der Argumentationslinien zeigt. Da der Diskurs weitgehend unter Experten und unter Ausschluss der Öffentlichkeit geführt wird und wenige Experten an diesem Prozess beteiligt sind, wurde mit den durchgeführten Interviews ein großer Teil der wichtigen Akteure erfasst. Als schwierig erwies sich lediglich, Experten aus der Holzindustrie zu finden, die sich für ein Interview bereit erklären. Auf eine Befragung anderer Industrievertreter wurde wegen des forst-spezifischen Themas verzichtet. Auch das Auswahlverfahren der Experten im Schneeballsystem hat sich bewährt. Nur in einem Fall wurde offensichtlich eine Person befragt, die zu wenig Hintergrundwissen hatte, um die Fragen kompetent zu beantworten. Die Fragen waren so formuliert, dass es nur wenig Stimulation durch Nachfragen oder Erläuterungen bedurfte, um die gewünschten Informationen zu erhalten. Auch die kategoriebezogene Auswertung des Datenmaterials hat sich bewährt, wenngleich eine eindeutige Zuordnung nicht immer möglich war.

Ein häufiges Manko sozial-empirischer Arbeiten, insbesondere von Diskursanalysen, ist die Frage der richtigen Abgrenzung des Themas, d.h. ob alle problemrelevanten Argumente berücksichtigt worden sind und ob sie auf angemessene Art interpretiert wurden. Die Experten wurden daher explizit am Ende des Interviews gefragt, ob alle wesentlichen Aspekte zu diesem Themenkomplex angesprochen wurden. Die Reaktionen waren unterschiedlich: Knapp die Hälfte der Befragten war der Auffassung, dass die relevanten Themen zur Sprache gekommen waren. Die andere Hälfte verwies auf bewusst vom Autor ausgeklammerte Themen, wie z.B. den Zusammenhang mit den zurzeit unter der UNFCCC diskutierten Ansätzen für eine Einbindung des Primärwaldschutzes in Entwicklungsländern und die Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Die Äußerungen zeigen, wie vielschichtig dieses Thema ist und wie wichtig eine genaue und konsequente Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes war. So wurde nur der Spezialdiskurs zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern seit seinem Beginn durch die politischen Beschlüsse von Kyoto bis Mitte 2007 betrachtet, mit dem klaren Fokus auf

die Wälder in Deutschland. Typische Grenzziehungsprobleme, die durch Entscheidungen bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen entstehen, wurden so weitgehend vermieden.

Die Diskurstheorie hat sich im Rahmen der Politikfeldanalyse als geeignetes theoretisches Fundament erwiesen, weil einzelne Positionen nicht hinreichend mit den rationalen Interessen der Akteure erklärt werden können. Im Fokus stand die Rolle der Wissenschaft in ihrer beratenden Funktion für die Politik in diesem komplexen Thema, und wie ihre Untersuchungen die Argumentationslinien der Akteure beeinflussen. Diese *story lines* konnten über die Interviews erfasst und in Bezug auf die Fragestellung und Annahmen der Arbeit untersucht werden. Durch die Darstellung der historischen Entwicklung des Diskurses konnten, unter Berücksichtigung seiner Vorgeschichte und des Kontextes, die Vorbelastungen sichtbar gemacht werden, die sich über die Jahre wenig verändert und eine Lösung des Konfliktes bislang verhindert haben.

Teil C: Synthese

10 Diskussion der Ergebnisse beider Teile

Der naturwissenschaftlich-technische Teil dieser Arbeit hatte zum Ziel, alle relevanten C-Flüsse und C-Speicher einer größeren Beispielregion zu quantifizieren, deren weitere Entwicklung zu modellieren und Einflussfaktoren zu identifizieren. Der Untersuchungszeitraum wurde auf den politisch wichtigen Kyoto-Zeitraum 1987 bis 2012 festgelegt¹⁰⁸, damit die Ergebnisse von politischen Entscheidern und anderen Interessierten als Diskussionsgrundlage für die Integration der Senken in die nationale Klimapolitik nach den Regelungen des KP verwendet werden können. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass der Wald von Baden-Württemberg eine Senke von nicht zu vernachlässigender Größenordnung ist, und auch die intensive Holznutzung einen wichtigen zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Da die Senkenkapazität von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, ist vor allem vor dem Hintergrund der beschlossenen Anwendung von Art. 3.4 wichtig, wie sich die Speicher in Zukunft entwickeln und wie diese Entwicklung gesteuert werden kann. In diesem Zusammenhang ist der Grad der Bewirtschaftung essentiell, da er entscheidenden Einfluss auf die Vorratsdynamik hat.

Der Bewirtschaftungsgrad und die Art der waldbaulichen Praxis sind Gegenstand gesellschaftlicher Diskussionen über die Ansprüche an den Wald und seine Funktionen. Der politikwissenschaftliche Teil dieser Arbeit hat gezeigt, dass der Konflikt bezüglich der Anrechnung auf die Emissionsreduktionsverpflichtung Deutschlands bis heute nicht entschärft werden konnte: Während die ENGO der Forstwirtschaft materielle Interessen vorwerfen, führen umgekehrt die Senkenbefürworter ideologische Grundüberzeugungen der Umweltschützer dafür an, dass der Wald nicht als Option für die Klimapolitik genutzt wird. Während sich die traditionellen Argumentationslinien dieser extremen Positionen nicht verändert haben, scheint sich unter den Vertretern der Wissenschaft und der Politik zunehmend ein Konsens zu bilden – obwohl die Grundüberzeugungen dieser Akteure nach wie vor den Diskurs prägen. Im Gegensatz zur Forstwirtschaft und den ENGO hat die Wissenschaft allenfalls moderate materielle oder ideologische Interessen, auch wenn ihre Vertreter sich traditionell eher der einen oder der anderen Akteursgruppe verbunden fühlen. Ähnliches gilt für die Vertreter der Politik, deren Rolle im Diskurs primär in der Herbeiführung eines Interessensausgleiches besteht.

Ziel der Synthese der beiden Teile ist die Klärung der folgenden Fragen:

- Wie ist die Entscheidung der Bundesregierung ökonomisch und politisch zu bewerten, sich die Senkenleistung der Wälder nach Art. 3.4 auf ihre Emissionsreduktionsverpflichtung anrechnen zu lassen?

¹⁰⁸ Für die Kyoto-Berichterstattung ist das Basisjahr 1990 entscheidend. Da das Stichjahr der BWI I aber 1987 ist, mussten die Werte für 1990 interpoliert werden.

- Kann eine Reduktion der wissenschaftlichen Unsicherheiten im Bereich der C-Bilanzierung und Modellierung der Stoffflüsse dazu beitragen, die Überzeugungen der Akteursgruppen zu verändern und damit den Konflikt zwischen Senkengegnern und -befürwortern zu entschärfen?
- Wie können Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik integriert werden?

10.1 Ökonomische Bewertung der Senkenleistung

Deutschland hat überraschenderweise die erste Option wahrgenommen und Art. 3.4 auf die Wälder angewendet. Da der Erlös der so entstehenden RMU-Zertifikate am Ende der ersten VP nicht automatisch an die Waldbesitzer verteilt wird, profitiert die Forstwirtschaft davon zunächst höchstens indirekt. Die RMU-Zertifikate gehören zunächst dem Staat, da das KP nur Rechtsverhältnisse zwischen den Vertragsstaaten regelt, die es ratifiziert haben und nicht zwischen anderen Wirtschaftssubjekten (DIETER & ELSASSER 2005). Da Deutschland das in Kyoto vereinbarte Reduktionsziel von 21% wahrscheinlich nicht erreicht, kann es durch die Anerkennung von Art. 3.4 RMU-Zertifikate für 4,54 Mio. t CO₂ pro Jahr der ersten VP erhalten.¹⁰⁹ Dadurch würde das Reduktionsziel um 2% auf rd. 19% gegenüber der Gesamtemissionsmenge von 1990 sinken. Bis 2004 sind die Emissionen gegenüber 1990 um ca. 18% gesenkt worden; durch einen Konjunkturaufschwung, dessen zyklisches Eintreten nach einer Rezession wahrscheinlich ist und zurzeit in Deutschland beobachtet werden kann, steigen die Emissionen durch erhöhte wirtschaftliche Aktivität in den Bereichen ‚Industrie‘ und ‚Verkehr‘ wieder an. Das bedeutet, dass wahrscheinlich keine überzähligen Zertifikate zur Erstausrüstung¹¹⁰ hinzukommen, die im Jahr 2012 nach der ersten VP veräußert werden können. Die RMU-Zertifikate müssen dann für die Erfüllung der nationalen Reduktionsverpflichtung verwendet werden, da sie nicht in eventuelle Folgeperioden übertragen werden können.¹¹¹ Damit kommen die Waldbesitzer direkt für einen Teil der Kosten auf, die dem Staat entstehen würden, wenn er die zusätzlich benötigten Zertifikate für die Emissionen aus Industrie, Verkehr und Haushalten anderweitig erwerben müsste.

Studien von MISSFELDT & HAITES (2001) und MACCRACKEN ET AL. (1999) zeigen, dass die Nutzung des Potentials von terrestrischen Senken die Kosten für die Erfüllung der Emissionsreduktionen durch die Vertragsstaaten reduzieren kann. Allein die erwartbare Senkenleistung der Wälder in Baden-Württemberg wird in der ersten VP bei der derzeitigen Nutzung rd. 73% (S2) der anrechenbaren Menge in der Biomasse binden. Wollte man das Geld der Forstwirtschaft zukommen lassen, sollten folgende Aspekte Beachtung finden:

¹⁰⁹ Das entspricht den im Annex Z des Bonn Agreements für Deutschland festgelegten 1,24 Mio. t C.

¹¹⁰ Die Erstausrüstung sind die sog. AAU-Zertifikate (Assigned Amount Units).

¹¹¹ Diese Regelung kann leicht durch das sog. ‚swapping‘ umgangen werden: RMU-Zertifikate mit ‚Verfallsdatum‘ werden als erstes für die Erfüllung der Verpflichtungen aufgebraucht, überschüssige übertragbare Zertifikate (AAU, ERU, CER) werden übertragen oder verkauft. Hier ist die Vermutung berechtigt, dass es zu einem Ausgleich der Zertifikatspreise kommen wird, da jeder Staat seinen Klimaschutz so günstig wie möglich betreiben möchte.

- Ein Teil der Mittel sollte für die Erfüllung der Berichterstattungspflichten verwendet werden, wie z.B. für Wiederholungen der BWI, BZE und Totholzinventuren. Die Kosten für eine BWI betragen ca. 15 Mio. €¹¹². Das beinhaltet sowohl die Erhebung der Felddaten als auch die ‚overhead‘-Kosten für die Einweisung und Schulung der Aufnahmeteams, die Datenaggregation und ihre Auswertung. Da sie nur einmal in 10 Jahren durchgeführt werden muss, kann man für Deutschlands Waldfläche mit Kosten von ca. 1,5 Mio. € pro Jahr rechnen, plus die Kosten für weitere terrestrische Inventuren.
- Zusätzliche Mittel müssen für die Erforschung und Reduzierung der bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten sowie für methodische Verbesserungen der Berechnungen bereitgestellt werden, um den Qualitätsanforderungen der Berichterstattung gerecht zu werden. Das gilt insbesondere für die Ausweitung und Anpassung der BZE an die Erfordernisse der Berichterstattung.

Die Monitoringkosten würden teilweise auch ohne Anrechnung anfallen, da die BWI unabhängig von der Anerkennung der Senkenleistung durchgeführt werden und Deutschland auch die Berichterstattungspflichten der UNFCCC erfüllen muss. Die Anforderungen an die Kyoto-Berichterstattung, die in Kap. 3.3 detailliert dargestellt wurden, sind jedoch anspruchsvoller; Qualitätsmängel führen in der ersten VP dazu, dass keine Gutschriften erfolgen. Um das zu vermeiden, werden die Daten von Wiederholungsinventuren dringend benötigt, da ohne sie die methodischen Voraussetzungen für eine Berichterstattung auf hohem Niveau (*tier 3*) nicht erfüllt werden können. Weitere potentielle Kosten sind Vermarktungskosten, falls die Bundesregierung diese Zertifikate nicht verbrauchen sondern veräußern möchte.

Was die nach Art. 3.4 anrechenbare Senkenleistung auf dem Zertifikatmarkt wert ist hängt von vielen Faktoren ab, z.B. von der Preisentwicklung für Zertifikate im internationalen Handel und der globalen Konjunktorentwicklung. Wächst die Konjunktur, steigen auch die Emissionen, weil mehr produziert und konsumiert wird. Entscheidend für den Preis, der durch eine t eingespartes CO₂ erzielt werden kann, wird sein, wie sich die Nachfrage nach den Zertifikaten entwickelt. Ebenfalls spielt die Erwartung der Marktteilnehmer über ein Kyoto-Folgeabkommen und das künftige Bestehen des internationalen Klimaregimes eine wichtige Rolle. Zurzeit sieht es so aus, als ob die wenigsten Vertragsstaaten in der Lage sein werden, ihre Verpflichtungen zur Emissionsreduktion aus eigener Kraft zu erfüllen. Das bedeutet, sie müssen Zertifikate zukaufen. Durch die erhöhte Nachfrage kann mit steigenden Preisen gegen Ende der ersten VP gerechnet werden, da die Vertragsstaaten dann für ihre Emissionen der vergangenen fünf Jahre mit Zertifikaten bezahlen müssen. Zerbricht das Klimaregime an den Fragen der Teilnahme der Entwicklungsländer, vor allem der aufstrebenden und bevölkerungsreichen Staaten wie China, Indien und Brasilien, wird sich dies negativ auf den Preis für Emissionsrechte auswirken. Kommt es zu weiteren VP mit ehrgeizigeren Reduktionszielen, ist mit dem Gegenteil zu rechnen. Die Preisentwicklung für forstliche RMU-Zertifikate ist besonders schwierig zu prognostizieren; da sie mit Nachteilen gegenüber den anderen Zertifikatstypen

¹¹² Je nach Bundesland zwischen € 1,30 und € 1,50 je ha; Mündliche Information von G. Kändler (FVA Freiburg, Abt. Biometrie und Informatik).

hinsichtlich ihrer Gültigkeitsdauer und Akzeptanz behaftet sind, gehen manche Marktakteure von niedrigeren Preisen aus. Gegen diese Annahme spricht, dass alle Zertifikatstypen die gleiche ‚Währung‘ haben, was einen Austausch möglich macht.¹¹³

Anhaltspunkte für die Preisentwicklung kann der Preis für Zertifikate (EUA, EU-Allowances) des Europäischen Handelssystems (EU-ETS) liefern. Dass diese jungen, künstlich geschaffenen Märkte vor allem in ihrer Etablierungsphase sehr volatil sind zeigt sich an ihrer historischen Preisentwicklung. Ein vorläufiger Höhepunkt der Preisentwicklung wurde im Frühjahr 2006 bei über 30 € erreicht, dem ein starker Einbruch folgte, als bekannt wurde, dass weit mehr Emissionsrechte an die Emittenten verteilt wurden als diese benötigen. Diese Überallokation von Emissionsrechten für die erste Handelsperiode (2005 bis 2007) hat dazu geführt, dass eine t CO₂ im September 2007 für 0,06 € gehandelt wurde und damit praktisch wertlos geworden ist; interessanter ist der Zertifikatspreis für die zweite Handelsperiode des EU-ETS von 2008 bis 2012 der zeitgleich von 35 € auf 12 € je t emittiertes CO₂ gefallen ist, sich aber seitdem bei 20 € stabilisiert (Abb. 9-1).



Abb. 9-1: Preisentwicklung für EUA in der 2. Phase (2008 bis 2012) des EU-ETS¹¹⁴

Um den Wert der Senkenleistung der Wälder zu quantifizieren wurden die Ergebnisse der drei Szenarien für Baden-Württemberg mit Preisen von 5 €, 10 € und 20 € je t CO₂ bewertet. Diese Kalkulationen dienen dazu, eine Vorstellung von der Größenordnung des Wertes der Senkenleistung zu bekommen. Ihr Wert hängt stark vom gewählten Szenario (S1 – S3) und dem unterstellten Zertifikatspreis ab (Tab. 9-1). Bei der Bewertung wurden nur die Veränderungen der lebenden Biomasse in der Landnutzungskategorie ‚Wald‘ betrachtet. Das impliziert, dass plausibel nachgewiesen werden muss, dass andere Speicher wie z.B. der Boden im Untersuchungszeitraum keine Quelle war. Bei den Szenarien sei noch einmal darauf hingewiesen, dass mehr als 95% der Waldflächen Deutschlands bewirtschaftet werden und daher S1 und S2 die besten Anhaltspunkte für den theoretischen Wert bieten. In S3 übertrifft die Senkenleistung des Waldes die maximal mögliche Anrechnungsmenge für ganz

¹¹³ Eine Tonne CO₂.

¹¹⁴ Quelle: www.eex.de

Deutschland. Daher wird in diesem Szenario die im Annex Z des Bonn Agreements maximal anrechenbare Menge als Berechnungswert herangezogen. Wenn man S2 betrachtet, das eine realistische Nutzungssituation widerspiegelt, sieht man, dass der jährliche Wert der Speicherleistung der Wälder Baden-Württembergs für den Zeitraum 2008 bis 2012 zwischen 16,7 Mio. € bei einem niedrigen (5 €), und 66,8 Mio. € bei einem hohen Zertifikatspreis (20 €) liegt. Für ganz Deutschland können die Werte von S3 herangezogen werden. Bei einem geschätzten Preis von € 10 je t CO₂ entsteht ein Wert von € 45,5 Mio. pro Jahr der ersten VP.

Tab. 9-1: Quantifizierung des Wertes der Senkenleistung der Wälder Baden-Württembergs für die drei Szenarien

Szenario	C-Speicherung in Mio. t C / Jahr	Umrechnung in Mio. t CO ₂ / Jahr	Jährl. Wert der anrechenbaren Zertifikate in Mio. €		
			€ 5 je t CO ₂	€ 10 je t CO ₂	€ 20 je t CO ₂
S1 Vollständige Nutzung	0,17	0,62	3,1	6,2	12,5
S2 realistische Nutzung	0,91	3,34	16,7	33,4	66,8
S3 wie S2, ab 2007 keine Nutzung	1,88 (1,24 anrechenbar)	8,07 (4,55 anrechenbar)	22,75	45,5	91

Der Grad der Nutzung hängt von den Holzpreisen ab, die in den letzten Jahren stark angestiegen sind (Richtung S1). Auch Kalamitäten wie die starken Stürme Vivian/Wiebecke 1990 und Lothar 1999, haben einen direkten Einfluss auf Vorratsniveau und AKL-Struktur, der durch biotische Folgekalamitäten zusätzlich verstärkt wird. Kalamitäten konnten in den Szenarien aufgrund der Modelldefizite nicht berücksichtigt werden.

10.2 Politische Bewertung der deutschen Senkenpolitik

Mit der Anwendung von Art. 3.4 hat die Bundesregierung einen klaren Paradigmenwechsel in ihrer nationalen und internationalen Senkenpolitik vollzogen (vgl. BMU 2000). Lange Zeit hat sie die Argumentationslinie der Senkengegner vertreten, die hauptsächlich auf dem WBGU-Gutachten von 1998 basiert. Über die wahren Ursachen für diese Kehrtwende lässt sich trefflich spekulieren. Die in den Interviews befragten Experten nannten als wahrscheinliche Gründe mehrfach den Regierungswechsel und das Ausscheiden der Grünen aus der Regierungskoalition, den Druck aus der Industrie und die, nach einer Stagnation bei 18,3%, wieder ansteigenden THG-Emissionen. Durch die Anrechnung der Wälder kann Deutschland seine Kyoto-Reduktionsverpflichtung von 21% auf rund 19% gegenüber 1990 drücken. Ohne die Anrechnung müsste die Regierung im Jahr der Abrechnung 2014 sehr wahrscheinlich Zertifikate in Höhe der Differenz zwischen dem Ziel und der tatsächlichen Reduktion erwerben. Verschiedene andere Länder haben ebenfalls die Option gewählt, sich die Bewirtschaftung ihrer Wälder anrechnen zu lassen¹¹⁵: Norwegen, Schweden, England, Dänemark, Schweiz, Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, Polen, Tschechische Republik, Slowenien, Ungarn, Rumänien, Ukraine, Russland, Lettland, Litauen und Japan.

¹¹⁵ www.unfccc.int/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/items/3765.php

Die Aussagen der Experten legen nahe, dass die Senkenbefürworter diese Entscheidung nicht durch ihre Interessenvertretung ausgelöst haben. Auch wissenschaftliche Untersuchungen und Erkenntnisse waren nicht der unmittelbare Grund, obwohl sie zu diesem komplexen Diskurs dadurch beitrugen bzw. noch immer beitragen, dass sie durch Betrachtung verschiedener Teilbereiche und Ebenen die Basis für die unterschiedlichen Argumentationslinien bilden. Dabei muss die Wissenschaft mit Unsicherheiten umgehen, die sie bislang nicht zu einem zufrieden stellenden Grad reduzieren konnte. Dadurch, dass die Wissenschaft alle anderen Akteure in diesem Prozess berät oder zumindest mit Argumenten versorgt, kommt es vor, dass Ergebnisse aus dem Zusammenhang gerissen werden, um bestimmte Positionen zu untermauern. Auch in der Kommunikation der Ergebnisse gibt es Defizite, da es im Allgemeinen nicht gelingt, die Komplexität auf einfache Aussagen zu reduzieren, die von der Politik und anderen Akteuren übernommen werden können. Das gilt sowohl für die Modellierung des regionalen Klimas als auch für die Quantifizierung unterschiedlicher C-Speicher. Unsicherheiten lassen sich nur durch zeit- und kostenaufwändige Untersuchungen und Datenerhebungen reduzieren, da die Ergebnisse von Modellen nur so gut sind, wie die Daten, mit denen sie gespeist wurden.

In der politikberatenden Wissenschaft haben sich in diesem Diskurs die Positionen angenähert: Man ist sich inzwischen einig, dass die Biosphäre im globalen C-Kreislauf eine wichtige Rolle spielt und dass der Wald durch Bewirtschaftung nicht zu einer Quelle wird, es jedoch darauf ankommt, wie er bewirtschaftet wird. Ebenso ist unbestritten, dass langfristig genutzte Holzprodukte eine Verlängerung der Speicherung darstellen und die Substitution von fossilen Brennstoffen und energieaufwändigen Materialien einen positiven Beitrag zum Klimaschutz leistet. Auf der anderen Seite ist inzwischen Konsens, dass aufgrund der AKL-Verteilung die C-Vorräte in Deutschlands Wäldern in 20 bis 40 Jahren abnehmen werden, was nach den bestehenden Regelungen als THG-Quelle gewertet wird. Dies ist mit der Entscheidung zu Art. 3.4 in Kauf genommen worden. Unterschiede bestehen nach wie vor darin, welche Implikationen das hat und welche Forderungen sich daraus ableiten lassen. Verschiedene Szenarien sind denkbar:

- Es gibt ein Folgeabkommen zum KP, aber die Produktspeicher werden nach wie vor nicht angerechnet. In diesem Fall müsste Deutschland seine Reduktionsziele in den anderen Sektoren wie Industrie, Verkehr und Haushalt übertreffen, um die als Emissionen gewerteten Vorratsabsenkungen aus dem Landnutzungssektor auszugleichen.
- Es gibt ein Folgeabkommen und die Flächen müssen weiter bilanziert werden, aber die Bilanzierung und Anrechnung des Produktsektors entsprechend der Regelungen zur Berichterstattung wird ermöglicht. Sinkende Vorräte sind dann nicht mehr so problematisch, weil die Produktspeicher bei stärkerer Nutzung entsprechend wachsen. Entscheidend für die nationale Bilanz wird jedoch sein, wie sie die Holzhandelsbilanz berücksichtigt, d.h. wem Nettoimport oder Nettoexport von Holz zugerechnet wird.
- Es gibt keine Fortführung des KP, weil sich die Vertragsstaaten nicht auf ein verbindliches Folgeabkommen einigen können. Damit erlischt dann auch die Verpflichtung, einmal angerechnete Flächen über alle Folgeperioden weiter zu bilanzieren und die Verantwortung

für den gespeicherten C zu übernehmen. Das wäre ein kurzfristiger geldwerter Vorteil für Deutschland und die Forstwirtschaft, aber eine Rückschritt im Klimaschutz, der eigentlichen Zielgröße, der sich alle Akteure verpflichtet fühlen.

Mit der Anwendung von Art. 3.4 und aufgrund der Antizipation des AKL-Effektes müsste Deutschland wie viele andere einflussreiche Länder das Interesse haben, trotz der großen Unsicherheiten in den internationalen Verhandlungen auf eine Anrechnung der Produktspeicher hinzuwirken. Das könnte den AKL-Effekt zunächst deutlich abmildern und wäre für die Forstwirtschaft durch eine größere Menge an zur Verfügung stehenden Zertifikaten gut – der Klimaschutz hätte dadurch jedoch nicht gewonnen, weil damit das Argument der Senkegegner wieder greift, dass die Reduktionsziele durch zusätzliche Anrechnungen reduziert werden. Gibt es wider Erwarten kein Folgeabkommen, ist die Konsequenz, in absehbarer Zukunft über eine Quelle aus dem Wald berichten und die Konsequenzen tragen zu müssen, bedeutungslos.

Durch die Anwendung von Art. 3.4 ist also ein Zielkonflikt zwischen konsequenter nachhaltiger Nutzung durch Abschöpfung der Zuwächse und der Vorratsanreicherung im Wald entstanden. Dieser Konflikt wird dadurch etwas entschärft, dass sich Deutschland seine Senkenleistung nur bis zum definierten ‚Deckel‘ von 1,24 Mio. t C pro Jahr anrechnen lassen kann. Das entspricht einem Bruchteil der tatsächlichen Senkenleistung, wie die BWI, der NIR (UBA 2005) und diese Untersuchung gezeigt haben. Dieser ‚Deckel‘ für die erste VP könnte fast allein durch den Vorratsaufbau in Baden-Württemberg erfüllt werden, vorausgesetzt es wird weiter auf dem Niveau genutzt, wie die es die BWI für Deutschland zwischen 1987 und 2002 festgestellt haben. Der Grad der Nutzung hat einen entscheidenden Einfluss darauf, wie sich die Vorräte entwickeln.

Auch in potentiellen Folgeperioden wird der Wald in Deutschland wahrscheinlich kurz- und mittelfristig nicht zu einer Quelle. Regionale Kalamitäten mit kurzfristigen Vorratsabsenkungen können teilweise durch vorübergehende Einschlagszurückhaltung in anderen Regionen kompensiert werden. Langfristig, d.h. in einigen Jahrzehnten, wird der Vorrat der Wälder jedoch kulminieren und sich dann durch Abbau wieder reduzieren. Wann dieser Zeitpunkt erreicht wird hängt stark von den geplanten und zufälligen Nutzungen ab. Durch den rasanten Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe ist auch die Nachfrage nach Holz als Energieträger massiv gestiegen und hat zu Preisaufschlägen von über 70% binnen weniger Jahre geführt. Dieser Trend wird wahrscheinlich aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Erdöl, Erdgas und Kohle vor allem durch Länder wie China und Indien bei sinkendem Angebot weiter zunehmen. Diese Entwicklung hat zu einer Rohstoffkonkurrenz geführt, die es lohnender macht, Holzsortimente mit niedriger Qualität, z.B. Industrieholz, energetisch zu verwenden, als Produkte mit längerer Lebensdauer herzustellen. Holzreserven werden mobilisiert, vor allem bei den Laubbaumarten, deren Nutzung zuvor nur bei den guten Qualitäten und Sortierungen statt gefunden hat. Dadurch sinken sowohl die Vorräte in der Biomasse im Wald als auch in den Produktspeichern, da Energieholz nicht die Speicherleistung des Waldes verlängert. Es ist daher sinnvoller, Holz zuerst als Produkt und erst am Ende seiner Lebensdauer energetisch zu nutzen.

Die prognostizierten Klimaänderungen eines massiven Temperaturanstiegs bei gleichzeitiger Verschiebung des Niederschlags in den Winter erlauben die Erwägung, dass in Zukunft neben intensiven Sturm- und Käferkalamitäten auch Feuer eine zunehmende Rolle spielen wird. Das betrifft vor allem die Kieferwälder im Nordosten Deutschlands, aber auch alle anderen Gebiete. Verheerende Waldbrände, wie sie im Süden Europas¹¹⁶ nicht ungewöhnlich sind, könnten bei Eintreten der Szenarien auch die C-Bilanz der Wälder Deutschlands negativ beeinflussen. Einen weiteren Zielkonflikt stellt das Totholz dar: Während der Naturschutz aus Gründen der Biodiversität eine Erhöhung des Totholzanteils fordert, der ebenfalls einen wichtigen C-Speicher darstellt, argumentieren Förster damit, dass damit das Nahrungsangebot für Borkenkäfer stark erhöht wird, was wiederum die Wahrscheinlichkeit für Massenvermehrungen in klimatisch günstigen Jahren vergrößert. Auch für Feuer sind große Totholz mengen in trockenen Jahren ein ‚gefundenes Fressen‘.

Diese Überlegungen zeigen, dass sich eine Vielzahl an Zielkonflikten mit der C-Speicherleistung von Wäldern verbinden lässt, die nicht durch rein naturwissenschaftliche Untersuchungen aufzulösen sind, sondern einen intensiven Dialog mit allen Beteiligten erforderlich machen. Die Überlegungen zeigen auch, dass Art. 3.4 nicht die geeignete Grundlage ist, um Leistungen der Forstwirtschaft in Wert zu setzen: Aus Sicht des Klimaschutzes und aller C-Effekte ist eine nachhaltige und schonende Bewirtschaftung durchaus sinnvoll, vor allem wenn das geerntete Holz in langlebige Produkte überführt wird. Da diese Produkte aber nicht in der Bilanzierung berücksichtigt werden, setzt Art. 3.4 eher einen Anreiz Wälder nicht zu bewirtschaften. Mit steigenden Vorräten wächst aber auch das Risiko für Kalamitäten und damit die Gefahr, dass große Holzmengen den Speicher ‚Biomasse im Wald‘ verlassen. Das wirft die Frage auf, wie durch eine sinnvolle Ausgestaltung eines Anreizsystems die Forstwirtschaft in die Klimaschutzpolitik eingebunden werden kann, um so zur Umsetzung forst- und klimapolitischer Ziele beizutragen und gleichzeitig die Risiken für Waldbesitzer und den Staat zu reduzieren. Ein Anreizsystem sollte die aufgezeigten Interessenskonflikte und bestehenden Förderinstrumente berücksichtigen – vor allem was die walddpolitisch angestrebte nachhaltige Nutzung von Holz betrifft.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die häufig gestellte Frage, was passiert, wenn der Wald nach den Bilanzierungsregeln in einigen Jahrzehnten zur Quelle wird, bzw. wer in diesem Fall die Haftung übernimmt. Zunächst muss der Staat die Emissionen in den anderen Sektoren einsparen oder Zertifikate zu kaufen, um seine Verpflichtungen zu erfüllen. Das ist aus Sicht des Klimaschutzes nicht schlecht, weil es den Handlungsdruck auf andere Emittenten erhöht. Direkte Transferzahlungen an Waldbesitzer sind allein aufgrund der großen Transaktionskosten nicht sinnvoll. Sie würden bei der Quantifizierung und Verifizierung entstehen und einen großen Teil der zusätzlichen Mittel aufzehren. Dennoch wird eine direkte Verteilung vereinzelt gefordert. Für die Forstwirtschaft könnte die Vereinbarung solcher Transferzahlungen bedeuten, dass Betriebe für sinkende Vorräte haftbar gemacht werden. Das ist jedoch völlig unrealistisch und kann nicht im Interesse von Unternehmen sein, deren

¹¹⁶ Frankreich 2005, Portugal 2006, Griechenland 2007.

Geschäft in der nachhaltigen Produktion von Holz besteht. Wird ein Forstbetrieb stark von einer Kalamität betroffen, kann dies seinen wirtschaftlichen Bankrott bedeuten, wenn er nicht finanziell unterstützt wird. In dieser Situation könnte er nicht noch zusätzlich belangt werden.

Die Forstwirtschaft versucht seit vielen Jahren die Leistungen, die sie für die Gesellschaft erbringt und die selbstverständlich konsumiert werden, in Wert zu setzen. Das ist bislang nur in wenigen Fällen im Bereich Wasserversorgung gelungen. Durch den Zertifikathandel ist die Erwartung geweckt worden, dass sich das für die Klimaschutzleistung erstmals grundlegend ändern könnte. Allerdings hat die Forstwirtschaft bislang versäumt, sich in dem Diskurs durch konstruktive Vorschläge zu profilieren, wie sie zum Klimaschutz beitragen kann. Dadurch wird die Bedeutung der Waldbewirtschaftung und ihrer Leistung nicht deutlich und bleibt schlecht kommunizierbar. Senkengegner argumentieren nicht zu Unrecht, dass der Vorratsaufbau nicht durch aktive forstliche Maßnahmen zu Stande gekommen ist, sondern weil der Wald aus anderen Gründen nicht so intensiv bewirtschaftet wird, wie es nachhaltig möglich wäre. Werden die Zertifikate einfach an die Waldbesitzer nach dem Gießkannenprinzip verteilt, ist das aufgrund des unterschiedlichen Beitrages einzelner Waldbesitzer zum Vorratsaufbau weder gerecht, noch als zusätzlicher Beitrag zum Klimaschutz kommunizierbar.

Der Verwendung der Zertifikate kommt eine entscheidende Rolle in der Entschärfung des Konfliktes um die Art der Einbindung der Forstwirtschaft in die Klimapolitik zu: Eine ausgewogene Lösung könnte dazu beitragen, den Konflikt zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern zumindest auf der nationalen Ebene zu reduzieren. Die Diskussion um die Verteilung der Erlöse aus einem Verkauf der Zertifikate bietet eine Möglichkeit den Konflikt zu reduzieren: Das Geld könnte für Maßnahmen verwendet werden, die nicht die Helferrolle der Forstwirtschaft im Sinne zusätzlicher C-Speicherung honorieren, sondern mehr auf eine Kompensation von entstehenden klimawandelbedingten Kosten abzielen. Diese Kosten entstehen durch Mehraufwendungen für einen ökologischen Waldumbau und sind im Gegensatz zum Wert der individuellen Senkenleistung einzelner Waldbesitzer eine monetär leicht bewertbare und gut kommunizierbare Leistung, mit der die Forstwirtschaft dazu beiträgt, C-Vorräte und andere Funktionen langfristig zu sichern (FRITZ 2006). VOLZ (1991) beziffert die entstehenden Kosten nur für den Staatswald im Bundesland Bayern auf rund 1 Milliarde €; für den bayrischen Privatwald würde nach seiner Kalkulation ein Fördermittelbedarf von ca. 800 Mio. € entstehen. HANEWINKEL & NAVARRO (2005a) zeigen in einem Rechenbeispiel bei einem Zinsfuß von 1% einen 27% niedrigeren Kapitalwert für Umbaubestände, die mit Altersklassenbeständen verglichen wurden. Mit diesen Zahlen wird deutlich, dass selbst im besten Fall die entstehenden Mittel nur einen Teil des notwendigen Investitionsvolumens abdecken können. Eine Möglichkeit damit zu beginnen ist die Einrichtung eines Fonds, mit dem Anpassungsmaßnahmen finanziell unterstützt werden. Dazu zählen eine Vielzahl von Umbau- und Überführungsmaßnahmen, die die Stabilität von Beständen erhöhen – bei gleichzeitigem Gewinn für die Diversität, durch die vor allem auf Problemstandorten das Ausfallen einzelner Arten wie z.B. der Fichte abgemildert werden kann. Ebenfalls sinnvoll wäre ein Katastrophenfonds, mit dem nach biotischen und abiotischen Kalamitäten eine Wiederbewaldung finanziert werden kann.

10.3 Fazit

Diese Untersuchung hat gezeigt, dass der Wald in Baden-Württemberg im Betrachtungszeitraum trotz seiner Nutzung durch seine Nettosenkenwirkung zum Klimaschutz in nennenswertem Umfang beigetragen hat. Das ist bemerkenswert, da durch die Jahrhundertstürme Vivian/Wiebke 1990 und Lothar 1999 Vorräte zusätzlich massiv abgesenkt wurden. Durch die weitgehende Aufarbeitung haben sich nicht nur die Holzproduktspeicher signifikant vergrößert, sondern die durch Holznutzung entstehenden Substitutionseffekte haben Emissionen bei der Energie- und Materialproduktion vermieden. Von den Emissionen im Untersuchungsgebiet wurden durch die Netto-Zunahme der Speicher in Wald und Holzprodukten ca. 7% davon kompensiert und zusätzlich durch Substitutionseffekte Emissionen in derselben Größenordnung vermieden. Dies zeigt zweierlei:

- Nachhaltig bewirtschaftete Wälder können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Diese Aussage stellt nicht in Frage, dass der Schutz von großen Vorräten, z.B. in tropischen Primärwäldern, einen noch wichtigeren Beitrag leistet.
- Die Vorräte sind zu einem gewissen Grad durch waldbauliche Einflussnahme steuerbar. Damit hat die Einbindung der Vorratshaltung in die Klimapolitik konkrete Auswirkungen auf die Bewirtschaftung von Wäldern.

Die Integration der Senken in die nationale und internationale Klimapolitik ist seit der Verabschiedung des KP umstritten. Senkengegner argumentieren damit, dass C-Senken zu Quellen werden können und Emissionen an der Quelle reduziert werden müssen, also bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. In Bezug auf den Wald gilt es vor allem die Waldzerstörung in den Entwicklungsländern aufzuhalten. Die genannten Aspekte vergrößern nach Ansicht der Senkengegner die ohnehin gegebenen Unsicherheiten bei der Quantifizierung der C-Speicher in nicht akzeptablen Maße.

Dieser Diskurs hat sich bis heute in seinen Grundstrukturen und Argumentationslinien wenig verändert und ist scheinbar nicht auflösbar, da der resultierende Konflikt weniger sachlicher Natur, als vielmehr stark von ideologischen Grundüberzeugungen geprägt ist. Senkengegner sehen materielle Interessen der Waldbesitzer als den Antrieb für ihre Argumentation, während diese dagegen die Anerkennung und Honorierung ihrer Leistung schon aufgrund der Tatsache für gerechtfertigt halten, dass sie durch den Klimawandel bedingte Vermögens- und Produktionseinbußen internalisieren müssen. Dazu zählen folgende, sich teilweise gegenseitig verstärkende Auswirkungen:

- Schwächung des Gesundheitszustandes der Bäume durch Stress
- Zunehmende Anfälligkeit für biotische Kalamitäten
- Neuartige Schädlinge und Krankheiten, verstärktes Auftreten durch Verkürzung der Reproduktionszyklen
- Reduzierte Verjüngungsfähigkeit bei manchen Baumarten
- Reduziertes Wachstum

- Artenverlust
- Vorratsverluste und Holzschäden durch abiotische Kalamitäten

Waldbesitzer internalisieren damit mehr als andere Wirtschaftssubjekte die Kosten, da die Produktivität der Wälder durch die langsamen Veränderungen von Standorten und zunehmende Extremereignisse reduziert wird. Ungeplante Vorratsabsenkungen sind mit gravierenden ökonomischen Auswirkungen verbunden. Daher ist es für Waldbesitzer durchaus sinnvoll, den Zuwachs konsequent im Rahmen der Nachhaltigkeit zu nutzen. Die Preisanstiege für fossile Brennstoffe können zu einer weiter wachsenden Nachfrage nach dem Rohstoff Holz als Energieträger führen. Die daraus resultierende, verstärkte Mobilisierung von Holz als Energieträger wird die Vorräte im Wald spürbar reduzieren und auch die Produktspeicher beeinflussen, weil die anfallenden Sortimente und die tatsächliche Verwendung eine wichtige Rolle für ihre Entwicklung spielen: Während im Bauholz die Speicherleistung des Waldes stark verlängert wird, bevor es zu einer energetischen Nutzung kommt, wird bei der verstärkten Nutzung als Energieträger dieser Effekt nicht erzielt, da hier der gespeicherte C sofort in die Atmosphäre entweicht.

Auch wenn die Entwicklung der Speicher bislang nur unter Inkaufnahme großer Unsicherheiten modelliert werden kann, zeigen die Ergebnisse der Szenarien, dass der Bewirtschaftungsgrad einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Speicher ‚lebende Biomasse‘ und ‚Produktspeicher‘ hat. Die Speicherung und Stoffflüsse in allen relevanten Speichern korrekt und nachvollziehbar zu erfassen, ist aufgrund zahlreicher Einflussgrößen, Unsicherheiten und mangelhaften Datengrundlagen schwierig. Um weiter in die Zukunft zu blicken, müssen die Modelle und Methoden entscheidend verbessert werden. Auch durch die Ratifizierung der UNFCCC und der Anwendung von Art. 3.4 ergeben sich für Deutschland umfassende Berichterstattungspflichten, die es erforderlich machen, die Bemühungen für eine genauere Erfassung der verschiedenen Speicher und Flüsse zu verstärken.

Die politikberatende Wissenschaft soll, teilweise mit unzureichenden Datengrundlagen und unter großen Unsicherheiten, den Akteuren Handlungsempfehlungen liefern, die die Komplexität des Problems in einfache Zusammenhänge auflöst. Auch wenn die Daten und Ergebnisse der Untersuchungen immer besser werden, lassen sich die Unsicherheiten nicht vollständig eliminieren und werden auch nicht den Konflikt zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern auflösen. Zu groß sind die bestehenden Unsicherheiten, vor allem was den Boden-C, die Produktspeicher und die Auswirkungen veränderter standörtlicher Bedingungen auf die Wuchsleistung der Wälder betrifft, und zu weit liegen die ideologisch geprägten Überzeugungen auseinander. Die meisten Untersuchungen fokussieren auf ein begrenztes Untersuchungsgebiet und einen festgelegten Zeitraum. Dadurch sind sie nur bedingt für allgemeine Aussagen verwendbar: Je größer die betrachteten Gebiete und Zeiträume werden, desto mehr Unsicherheiten müssen in Kauf genommen werden.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass einzelne Untersuchungen nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage für die Politik geeignet sind, obwohl sie als Unterstützung bei der Entscheidungsfindung wichtig sind. Ein weiteres Defizit, das diese Schlussfolgerung unterstützt,

ist dass die entsprechenden Untersuchungen nur auf die Klimaschutzfunktion und die C-Speicherung fokussieren. Da der Wald aber eine Vielfalt von unterschiedlichen Funktionen erfüllt, müssen unter Berücksichtigung der Ergebnisse in einem partizipativen Prozess auch die anderen Ansprüche an den Wald erfasst werden. Diese Aspekte machen die Untersuchungen nicht wertlos, weil die Ergebnisse in Form von Szenarien Handlungsspielräume und Mechanismen aufzeigen können. Sie machen aber einen transparenten Umgang mit diesen Unsicherheiten erforderlich. Allerdings kann die Wissenschaft einen bedeutenden Beitrag dadurch leisten, indem sie versucht, ihre Ergebnisse besser zu kommunizieren und somit die Diskussion zu objektivieren. Das ist möglich, da die Akteure in diesem Diskurs immer wieder auf wissenschaftliche Erkenntnisse zurückgreifen. Außerdem kann sie Handlungsempfehlungen formulieren, die dann jedoch mit allen Beteiligten diskutiert werden müssen.

In den letzten Jahren wurden die wissenschaftlichen Unsicherheiten in Deutschland durch verstärkte Forschung in einzelnen Bereichen reduziert. Allerdings bleiben noch viele Fragen offen, z.B. wie sich die C-Speicherung in Zukunft entwickeln wird. Diese Entwicklung ist angesichts der ungewissen klimatischen Veränderungen und damit einhergehenden veränderten Wachstumsbedingungen sowie den Auswirkungen von Extremereignissen schwer zu prognostizieren. Auch ist nicht bekannt, wie sich der Bedarf nach der Ressource Holz entwickeln wird. Für solche Fragen können Modellierungen Handlungsspielräume aufzeigen; die Modelle liefern aber nur Antworten auf bestimmte Fragestellungen und nehmen geringen Einfluss auf das Verständnis des Problems. Über den Umgang in der Forstwirtschaft mit solcher Unsicherheit schrieb schon LAMPRECHT (1970:199): „Da die zukünftigen Anforderungen an die Wälder nicht explizit bekannt sind, ist die einzige Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, Waldzustände herzustellen, die dem denkbar breitesten Fächer möglicher Anforderungen künftiger Generationen zu genügen vermögen.“

Insgesamt hat die vorliegende Untersuchung gezeigt, dass Art 3.4 des KP nicht geeignet ist, um die Klimaschutzleistung des Waldes zu optimieren, und sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene den Konflikt zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern entfacht hat. Durch die Art, wie er entstanden ist und konzipiert wurde, hat Art. 3.4 bislang eine sachliche Diskussion über eine Einbindung der Forstwirtschaft in die nationale Klimaschutzstrategie verhindert:

- Er war ein politischer Kompromiss, der dazu diente, ein Scheitern der Verhandlungen zu verhindern. Er hat die verhandelten Reduktionsziele nachträglich aufgeweicht, was durch nationale Caps¹¹⁷ begrenzt wurde. Diese basieren nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern waren Teil der Verhandlungsmasse.
- Er berücksichtigt nicht die nachgelagerten Holzproduktspeicher. Dadurch werden die Regelungen den nachhaltig bewirtschafteten Wäldern nicht gerecht und nicht alle relevanten Stoffflüsse werden erfasst.

¹¹⁷ Deckelungen im Annex-Z des Bonn Agreements, welche die Anrechenbarkeit beschränken

- Insgesamt ist es ein Problem, dass eine gemeinsame Regelung für alle Waldtypen gefunden werden musste: Unbewirtschaftete Wälder weisen kaum anrechenbare Zuwächse auf, weil sie sich häufig im Klimaxstadium befinden. In bewirtschafteten Wäldern ist es dagegen nicht sinnvoll, die Vorräte über ein bestimmtes Niveau steigen zu lassen, da sich das Risiko für Kalamitäten überproportional erhöht.

Aufgrund der ungleichen AKL-Struktur der Wälder ist mit einem natürlichen Umschlagen der Senkenleistung in wenigen Jahrzehnten zu rechnen. Das zeigt nicht nur, dass Art. 3.4, nicht geeignet ist, um die Senkenleistung nachhaltig bewirtschafteter Wälder in Wert zu setzen, sondern auch dem politischen Ziel einer konsequenten Mobilisierung ungenutzter Zuwachspotentiale widerspricht. Paradoxerweise ist die Anwendung von Art. 3.4 ein Argument dafür, Vorräte im Wald zu belassen – wie dies die Senkengegner immer gefordert, aber aus anderen Gründen abgelehnt haben. Sowohl aus Sicht der Forstwirtschaft, die ihr Geld in erster Linie mit der Produktion von Holz verdient, als auch aus Sicht der Bundesregierung, die mit der Anerkennung von Art. 3.4 die ‚Haftung‘ für diese Vorräte übernommen hat, sind die Kyoto-Regelungen nicht zielführend. Problematisch ist auch die qualifizierte, verifizierbare Quantifizierung aller relevanten C-Speicher, wenn nicht die erforderlichen Mittel dafür bereitgestellt werden. Kommt es zu einem post-Kyoto-Abkommen und damit zu weiteren VP, sollte sukzessive auf eine Quantifizierung der Produktspeicher hingearbeitet werden – insbesondere aufgrund des wachsenden Bedarfs an Bioenergie. Auch wenn Art. 3.4 in der ersten VP nicht optimal konzipiert ist und eine politische Verhandlungslösung darstellt, ist er ein erster Schritt dafür, dass die Vertragsstaaten auch Verantwortung für ihre terrestrischen C-Speicher übernehmen. Um in einer globalisierten Welt Verlagerungseffekte zu vermeiden, sollten jedoch so viele Länder wie möglich dazu motiviert werden, ihre Ökosysteme nachhaltig zu bewirtschaften. Das bedeutet, dass auch in den Entwicklungsländern entsprechende Regelungen vereinbart und Monitoringsysteme installiert werden müssen.

Für die Senkenbefürworter, die angenommen haben, mit dieser Regelung eine Kompensation ihrer Leistung erwirken zu können, stellt sich heraus, dass sie dafür ein gänzlich ungeeignetes Mittel ist: Es ist nur ein kleiner Teil der Senkenleistung anrechenbar. Eine gerechte Verteilung der Zertifikatserlöse auf einzelne Waldbesitzer würde eine genaue Quantifizierung erforderlich machen, wobei durch entstehende Transaktionskosten ein großer Teil der Einnahmen aufgezehrt würde. Außerdem würde eine starke Mobilisierung von Holzvorräten kontraproduktiv wirken – es könnte sich sogar die Haftungsfrage stellen, wenn ein Waldbesitzer Geld für den Vorratsaufbau erhält und diese Vorräte dann planmäßig oder zufällig reduziert werden. Vor allem große Sturmkalamitäten wie die der Jahre 1990, 1999 und 2007 werden in künftigen VP nicht leicht auszugleichen sein, da der Referenzzeitraum nur 5 Jahre beträgt.

Der Kurswechsel der Bundesregierung hat mit der Entscheidung zu Art. 3.4 zu einer neuen Situation der nunmehr realen Verteilungsproblematik geführt: Es stellt sich nämlich die Frage, was mit den RMU-Zertifikaten geschehen soll, die Deutschland im Jahr 2014 für den Zeitraum zwischen 2008 und 2012 gutgeschrieben bekommen wird. Dieser neue Diskurs, der sicher noch stärker als bisher von materiellen Verteilungsaspekten geprägt sein wird, bietet allerdings die Chance, Wald und Forstwirtschaft dauerhaft in die nationale Klimaschutzpolitik einzubinden. Die

Forstwirtschaft hat bislang keinen eigenen Vorschlag gemacht, sondern wie in der Vergangenheit dafür plädiert, dass der einzelne Waldbesitzer direkt für seine Leistung von den RMU-Zertifikaten profitieren soll. Diese Forderung erscheint zu undifferenziert, da

- eine Verteilung nach dem Gießkannenprinzip nicht gerecht wäre, weil die ‚Leistung‘ im Vorratsaufbau besteht, der hauptsächlich dadurch zu Stande kommt, dass der Wald nicht bewirtschaftet wird. Das widerspricht der Forderung nach einer konsequenten und verstärkten Nutzung des Rohstoffs Holz.
- die Leistung der einzelnen Waldbesitzer zu quantifizieren durch die entstehenden Transaktionskosten einen großen Teil der zusätzlichen Einnahmen aufzehren würde.

Dabei steht außer Frage, dass die Forstwirtschaft von den Mitteln, die über die Zertifikate generiert werden, profitieren soll (BMELV 2006). Die Ausgestaltung und Verwendung der Mittel bietet nun eine neue Möglichkeit, den Konflikt zwischen Senkengegnern und Senkenbefürwortern dadurch zu entschärfen, dass ein bedeutender Teil der Mittel Waldbesitzern und Projekten zugeteilt wird, die sinnvolle Anpassungsmaßnahmen wie die beschriebenen Umbau- und andere Anpassungsmaßnahmen in ihren Wäldern durchführen wollen. Eine Anpassung und Umsetzung waldbaulicher Strategien benötigt mehrere Jahrzehnte. Angesichts der sich abzeichnenden Geschwindigkeit des Wandels stellt das ein weiteres Argument dafür dar, schon heute einen Prozess zu initiieren, der die Erhaltung der vielfältigen Funktionen von Waldökosystemen unter veränderten Bedingungen zum Ziel hat. Dabei sollte auch dem Ziel einer C-ökologischen Waldbewirtschaftung hohe Priorität beigemessen werden, damit sich Wald und Forstwirtschaft einerseits anpassen können und gleichzeitig zur Abmilderung des Klimawandels beitragen, anstatt das Problem durch zusätzliche THG-Emissionen zu verstärken.

Aus den dargestellten Ergebnissen und Überlegungen ergeben sich folgende waldbauliche Empfehlungen, in denen eine Stabilisierung der Bestände und damit der C-Vorräte das Hauptkriterium sein muss:

- Anpassung der Baumartenzusammensetzung an die prognostizierten künftigen standörtlichen Bedingungen, insbesondere auf identifizierten Problemstandorten.
- Förderung der Diversität von Beständen sowie Umbau und Überführung von älteren Reinbeständen in strukturreiche Mischwälder.
- Reduktion von Durchforstungsrückständen, Anpassung von Erntemaßnahmen und Durchforstungskonzepten, Waldrandgestaltung.
- Voranbau und Unterbau mit entsprechenden Baumarten sowie eine Etablierung von Verjüngungsvorräten.

Eine geeignete Basis für diese Maßnahmen sind in Deutschland die ausgewiesenen Waldentwicklungstypen, die anhand der Klimaprognosen überarbeitet und angepasst werden müssen. Mit diesen Maßnahmen kann die Forstwirtschaft eine Stabilisierung der Wälder erreichen und damit zugleich eine umweltpolitische Leistung für die Gesellschaft erbringen. Die

dabei entstehenden Kosten lassen sich quantifizieren und werden auch von den Senkengegnern als notwendige Investition betrachtet, mit der die Funktionen des Waldes gesichert werden sollen.

Die Forstwirtschaft, die bislang in diesem Diskurs nur mit Forderungen aufgetreten ist, könnte durch konkrete Vorschläge über potentielle Beiträge und Maßnahmen zu einer Entschärfung des Konfliktes beitragen. Damit würde wahrscheinlich auch die Akzeptanz der Senkengegnern für die Forderung nach materieller Unterstützung wachsen, da langfristig der größte potentielle Beitrag zum Klimaschutz in Anpassungsmaßnahmen bestehen wird – und nicht in einem Vorratsaufbau, der dadurch generiert wird, dass der Wald so lange nicht genutzt wird, bis Kalamitäten den Vorratsabbau auf natürliche Weise erledigen. Beiträge der Forstwirtschaft für eine aus Sicht des Klimaschutzes optimale Waldbewirtschaftung sind:

- Der Auf- und Umbau von Waldökosystemen in Abhängigkeit des Standortes und regionaler Klimaprognosen, mit dem Ziel, die Stabilität zu erhöhen.
- Eine Minimierung von Risiken durch Risikostreuung, z.B. durch eine Diversifizierung des Baumartenspektrums und Erhöhung der Mischbestandsanteile.
- Die Waldfläche vergrößern.
- Holznutzung für Produkte mit langer Lebensdauer fördern.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen bedeuten in der Regel erhebliche Einkommenseinbußen, die zumindest teilweise über einen speziellen Fonds auf Projektebene kompensiert werden könnten. Der Vorteil einer Fondslösung wäre, dass einerseits das Betriebsrisiko reduziert, und andererseits ein wichtiger Beitrag des Waldes zum Klimaschutz auf Dauer gewährleistet wird. Ein Nachteil dieser Empfehlung ist, dass es bereits einen GAK-Fördertatbestand ‚Anpassung‘ gibt und die Gefahr besteht, dass Fördertöpfe miteinander verrechnet werden. Ein anderer Vorschlag wäre ein Fonds, mit dem nach extremen Kalamitäten wie dem Sturm Kyrill im Jahr 2007 Wiederaufforstungsmaßnahmen und Soforthilfen für Forstbetriebe finanziert werden können. Dadurch würde nicht nur ein Beitrag zur Wiederherstellung der Waldfunktionen geleistet, sondern auch die Möglichkeit gegeben, problematische waldbauliche Entscheidungen der Vergangenheit zu korrigieren und solche Flächen mit Baumarten oder Provenienzen zu bepflanzen, die wahrscheinlich den künftigen Anforderungen besser gewachsen sind.

Die Wälder in stark besiedelten Gebieten wie Deutschland haben, neben ihrer Eigenschaft als C-Speicher und Senke, auch andere wichtige Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen. Will man die Klimaschutzleistung optimieren, sollte dies in Abhängigkeit der jeweiligen Funktionsschwerpunkte lokaler Wälder unter Berücksichtigung der ökonomischen Auswirkungen geschehen. Dabei existieren oft auch kongruente Ziele: Stehen zum Beispiel ökologische Funktionen im Vordergrund, kann es sinnvoll sein, die Bewirtschaftung zu extensivieren, was zu höheren Biomassevorräten führt. In anderen Regionen, in denen viele Menschen und Unternehmen von den Erträgen der Forstwirtschaft abhängen und produktive Wirtschaftswälder stocken, sollte die nachhaltige konsequente Abschöpfung der Vorräte im Vordergrund stehen. MROSEK ET AL. (2005) haben in einer Clusterstudie für die Forst- und

Holzwirtschaft berechnet, dass es in Deutschland im Jahr 2005 nach der Definition der EU rd. 2 Mio. Waldbesitzer und 185.000 Betriebe gibt. Deren ca. 1,3 Mio. direkt oder indirekt Beschäftigte haben einen Umsatz von mehr als 180 Milliarden € erwirtschaftet (MROSEK & SCHULTE 2007). Diese Zahlen zeigen, dass eine starke Reduzierung der Bewirtschaftung ökonomisch nicht vertretbare Konsequenzen hätte. Außerdem besteht die Gefahr, dass die Versorgungslücke durch Importe aus weniger bis gar nicht nachhaltig bewirtschafteten Waldregionen¹¹⁸ gedeckt wird.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass der Wald unbestritten eine entscheidende Rolle im globalen C-Haushalt und damit auch für unser Klima spielt. Daher sollten angesichts der Klimawandelproblematik alle Optionen genutzt werden; das bezieht sich in erster Linie auf die Emissionen an der Quelle, beinhaltet aber auch die Wald-Holz-Option, durch die mehr C in Wäldern und Holzprodukten gebunden werden kann (SIMONIS 2007). Das Problem der Menschheit und auch des Waldes ist, dass sich der Klimawandel wahrscheinlich zu schnell vollzieht, als dass sich die Wälder von alleine anpassen können. Alleine das Wort ‚Anpassung‘ impliziert, dass nach einer Veränderung ein neuer Gleichgewichtszustand eintritt, was nach heutigen Erkenntnissen eher unwahrscheinlich ist. Vielmehr wird eine Entwicklung eintreten, die einen permanenten Anpassungsprozess erforderlich macht. Das bedeutet, dass sich die Forstwirtschaft einem fortwährenden Lernprozess über ihre Waldbausysteme, andere Bewirtschaftungsmethoden und Baumarten unterziehen muss und sich nicht auf den Erfolgen der Vergangenheit ausruhen darf. Dazu gehört auch eine Abkehr der pNV als Leitbild des Naturschutzes im Wald, da diese im Zuge des Klimawandels in immer kürzeren Abständen angepasst werden müsste (IBISCH 2006): „Gefragt sind also eine neue Offenheit und Toleranz gegenüber sukzessiven Veränderungen mit ungewissem Ausgang, die nicht der Tradition des in der Romantik geborenen deutschen Naturschutzes entsprechen (BOLTE & IBISCH 2006).“

In unserer privilegierten Situation in Mitteleuropa haben wir im Gegensatz zum überwiegenden Rest der Welt die besten Voraussetzungen, diese Herausforderung anzugehen: Wir erforschen seit Jahrhunderten systematisch unsere Ökosysteme, haben die finanziellen und technischen Mittel um sie nachhaltig zu bewirtschaften und leben in einer klimatisch begünstigten Zone. Unter diesem Aspekt wäre auch die unpopuläre Idee zu erwägen, ob nicht ein Teil der Erlöse aus den RMU-Zertifikaten in Waldprojekte in die Tropen fließen könnte, um die dortige Waldzerstörung zu reduzieren. Auch wenn der deutsche Wald die so reduzierten Emissionen nicht direkt spüren würde, wäre es ein wirkungsvoller Beitrag, den Wandel zu verlangsamen und Zeit zu gewinnen. Mehr noch, es wäre eine Unterstützung der Länder darin, nicht dieselben Fehler zu begehen, die in Deutschland überhaupt erst zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder geführt haben.

¹¹⁸ Z.B. aus illegalem Holzeinschlag aus Ländern wie Russland.

11 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für eine Integration des Waldes in die deutsche Klimaschutzstrategie abzuleiten. Dabei steht die Beantwortung der Frage im Vordergrund, ob es aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoller ist, einen Wald intensiv im Rahmen der Nachhaltigkeit zu bewirtschaften oder durch Extensivierung der Bewirtschaftung höhere Vorräte in der Biomasse aufzubauen. Um jedoch das Thema ‚C-Speicherung in Wäldern‘ in seiner Gesamtheit zu erfassen, ist es notwendig, verschiedene wissenschaftliche Disziplinen miteinander zu verknüpfen: Auf der einen Seite steht der Bedarf nach naturwissenschaftlich fundierten Erkenntnissen über die C-Speicherung im Ökosystem ‚Wald‘ und in Holzprodukten, auf der anderen Seite hängt die Zielhierarchie der verschiedenen Waldfunktionen immer von den Ansprüchen der Gesellschaft und der Waldbesitzer an den Wald ab. Die resultierenden Zielkonflikte machen das Thema zum Gegenstand der Politikwissenschaft. In diesem Sinn soll die Arbeit zum Verständnis der C-Flüsse im Wald beitragen, die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge erklären und diese Erkenntnisse in den politischen Kontext stellen. Daher besteht die Arbeit aus zwei gleichgewichtigen Teilen, einem naturwissenschaftlich-technischen und einem sozialwissenschaftlichen, die am Ende der Arbeit in einer Synthese zusammengeführt werden.

Im naturwissenschaftlich-technischen Teil wird zunächst ein ‚*full carbon accounting*‘-Ansatz entwickelt, auf dessen Basis mit den besten verfügbaren Daten und Modellen sämtliche relevanten C-Speicher und Flüsse im Wald und im nachgelagerten Produktsektor berechnet wurden. Die Untersuchung beschränkt sich auf die Wälder von Baden-Württemberg (1,3 Mio. ha) und den Zeitraum zwischen 1987 und 2012. Die Methodik und verwendeten Modelle, die zum Teil im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurden, ist auch auf andere Regionen übertragbar, sofern die notwendigen Daten als Input zur Verfügung stehen. Grundlage für die Berechnungen waren die IPCC-Vorgaben zur internationalen THG-Berichterstattung, der ‚Guten Fachlichen Praxis‘ für den Bereich LULUCF. Die Veränderungen der C-Vorräte der Biomasse im Wald wurden nach der ‚*stock-change method*‘ mit den Einzelbaumdaten der Bundeswaldinventurdaten quantifiziert. Dabei wurde das Verfahren der Volumenexpansion der Einzelbäume angewendet, um den gesamten Kohlenstoff (C) der lebenden Biomasse, also einschließlich der Äste und Wurzeln, zu erfassen.

Zusätzlich wurde ein Holzproduktmodell entwickelt, um die Veränderungen der Holzproduktspeicher in die Betrachtung zu integrieren. Die theoretische Basis für dieses Modell ist der sog. ‚*production approach*‘, der sich für eine Bewertung des Klimaschutzbeitrages eines nachhaltig bewirtschafteten Waldes besonders eignet, weil er das gesamte produzierte Holz berücksichtigt und Importe ausblendet. Auf dieser Basis konnten außerdem die Substitutionseffekte quantifiziert werden, die entstehen, wenn Holz als Material oder Energieträger eingesetzt wird. Obwohl die Vertragsstaaten über diese bedeutenden Speicher bislang nicht in ihren nationalen THG-Inventaren Bericht erstatten können, ist ihre Berücksichtigung für die Bewertung des Klimaschutzbeitrages eines Wirtschaftswaldes

unerlässlich. In dieser Arbeit wurde eine vollständige Betrachtung des Forst- und Holzsektors durch die zusätzliche Berücksichtigung der Technosphäre ermöglicht.

Es konnte gezeigt werden, dass der Wald in Baden-Württemberg aufgrund nicht genutzter Zuwachspotentiale und trotz der Stürme von 1990 und 1999 zurzeit eine bedeutende Senke für C ist. Im Zeitraum von 1987 bis 2002 hat der Gesamtvorrat um 8,3 Mio. t C auf 171,7 Mio. t C zugenommen, was einem Vorrat von 129,8 t C je ha entspricht. Der Gesamtfehler dieser Berechnungen beträgt rd. 8%. Die Nutzung von 190 Mio. m³ Holz in diesen 15 Jahren hat dazu geführt, dass die Produktspeicher um 12,7 Mio. t C auf 49,5 Mio. t C zugenommen haben. Die Zunahme der Vorräte der Waldbiomasse und der Produktspeicher haben damit zusammen ca. 6,6% der Emissionen Baden-Württembergs in diesem Zeitraum kompensiert. Die Substitutionseffekte von Holz als langlebiges Produkt und durch energetische Nutzung haben einen hypothetischen Mehrausstoß von rd. 23,2 Mio. t (7,3% der C-Emissionen) vermieden. Außerdem wurden die Vorräte, der C der Auflage inklusive Totholz und der Böden mit YASSO für das Jahr 2002 modelliert, um eine vollständige Bilanzierung zu ermöglichen. Im Ergebnis sind 107,8 t C je ha, bzw. insgesamt 142,6 Mio. t C im Bodenumus und weitere 27,6 t C je ha, bzw. 36,5 Mio. t. C in der Auflage gespeichert.

Das Modell WEHAM wurde erweitert, um Aussagen darüber zu treffen, wie sich die C-Vorräte in den Speichern von 2003 bis zum Ende der ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode entwickeln. Eine längere Prognose war nicht möglich, da die hinterlegten Wachstumsfunktionen noch nicht klimasensitiv sind und WEHAM weder Kalamitäten noch veränderte Zuwachsverhältnisse berücksichtigen kann. Ziel war, die Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsintensitäten zu untersuchen. Dazu wurden drei Szenarien definiert, die sich im Grad der Nutzung unterscheiden und zu stark differierenden Ergebnissen in den einzelnen Speichern und der Größenordnung der Substitutionseffekte führen.

In Szenario 1 wird der gesamte Zuwachs genutzt. Das führt zu einem Absinken des in der Biomasse gespeicherten C. Auch die Produktspeicher sinken leicht, während der in Auflage und Boden gespeicherte C durch die starke Nachlieferung diese Verluste kompensiert. Der eigentliche Gewinn in diesem Szenario besteht in der großen Summe der Substitutionseffekte. In Szenario 2, das einer realistischen Nutzung im Anhalt an das durchschnittliche Nutzungsniveau in Deutschland zwischen den Inventuren entspricht, steigt der Biomassespeicher weiter massiv an. Dieser Vorratsaufbau wird durch den zurzeit hohen Anteil der Baumarten in den mittleren Altersklassen verursacht. Die Produktspeicher sind aufgrund der Lebensdauern relativ träge, nehmen aber bereits deutlich ab; dasselbe gilt für die Substitutionseffekte. Der C-Vorrat der Auflage steigt nur leicht und der Vorrat im Bodenumus bleibt konstant. Szenario 3 liegen die gleichen Annahmen wie Szenario 2 zugrunde, nur dass die Bewirtschaftung ab 2007 komplett eingestellt wird. Das führt in diesem rein hypothetischen Szenario zu einem schnellen ‚voll laufen‘ des Biomassespeichers. Die Produktspeicher reagieren nicht in gleichem Maße, reduzieren sich aber aufgrund der fehlenden Nachlieferung massiv. Dasselbe gilt für den Speicher ‚Auflage‘, der weniger Holz durch Ernterückstände nachgeliefert bekommt. Die Substitutionseffekte reduzieren sich massiv, wobei nach wie vor

durch das Ausscheiden alter Produkte solche Effekte entstehen. In einer längeren Betrachtung gäbe es in diesem Szenario keine Substitutionseffekte. Die Szenarien haben gezeigt, dass durch Bewirtschaftung Einfluss auf die Speicher genommen werden kann und ein nachhaltig bewirtschafteter Wald einen wichtigen Klimaschutzbeitrag leistet. Wirtschaftswälder nicht zu bewirtschaften bedeutet, die Kontrolle über die C-Speicher dahin gehend aufzugeben, dass sich die Anfälligkeit gegenüber Kalamitäten ab einem bestimmten Niveau stark erhöht – dieser Zusammenhang gewinnt angesichts der prognostizierten Veränderung der klimatischen Standortbedingungen besondere Relevanz.

Im sozialwissenschaftlichen Teil der Arbeit wird der naturwissenschaftlich-technische Teil durch die Analyse des Diskurses zwischen den Befürwortern und Gegnern einer Integration der Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik in den politischen Kontext gestellt. Ziel ist die Untersuchung der Rolle der politikberatenden Wissenschaft in diesem Diskurs allgemein und der grundsätzlichen Eignung wissenschaftlich fundierter C-Bilanzen als Basis und Instrument für komplexe politische Entscheidungen. Diese Analyse soll aufzeigen, ob und wie beratende Wissenschaft dazu beitragen kann, den bestehenden Konflikt aufzulösen. Dazu wurden auf Basis einer Literaturstudie und 16 problemzentrierten Leitfadeninterviews mit Experten aus Forst- und Holzwirtschaft, ENGO, Politik und Wissenschaft die Argumentationslinien des Diskurses identifiziert. Die Interviews wurden telefonisch geführt, wörtlich transkribiert und mit Hilfe einer Inhaltsanalyse nach MAYRING (2003) ausgewertet.

Bei der Untersuchung wurden vor allem die traditionellen Argumentationslinien der Senkenbefürworter und Senkengegner offensichtlich. Senkenbefürworter sind in erster Linie die Vertreter der Forst- und Holzwirtschaft. Sie fordern, dass die für die Gesellschaft bislang kostenlos erbrachte umweltpolitische Leistung der C-Speicherung als Beitrag zum Klimaschutz honoriert und in Wert gesetzt wird. Senkengegner auf der anderen Seite lehnen die Integration der forstlichen Senken in die nationale und internationale Klimapolitik ab, da ihre Anrechnung die vereinbarten Emissionsreduktionsziele abschwächt und die C-Flüsse nicht mit der erforderlichen Genauigkeit quantifizierbar sind. Die Befragung der Experten und die Untersuchung der verschiedenen Argumentationslinien haben gezeigt, dass sich der Diskurs im Laufe der Zeit verändert hat. Während der Ausgestaltung der internationalen Regelungen zwischen 1997 und 2002 ließen sich fast alle Experten und Akteure einer der beiden extremen Positionen zuordnen, die relativ dogmatisch begründet wurden. Seitdem haben sich bei den Experten der Wissenschaft und der Politik neue zusätzliche Argumentationslinien etabliert, die einander sehr ähneln. Das ist insofern bemerkenswert, da die anderen Akteure nach wie vor an den traditionellen Argumentationslinien festhalten. Unter den Wissenschaftlern, die seinerzeit die Argumentationsbasis für die extremen Positionen geliefert haben, ist ein gewisser Konsens entstanden.

Diese Annäherung ist zum einen auf die inzwischen wesentlich verbesserte wissenschaftliche Erkenntnislage zurückzuführen, zum anderen darauf, dass das Thema objektiver und weniger emotional diskutiert wird als noch vor einigen Jahren: Wissenschaftler, die eine Integration der Senken gefordert haben, erkennen inzwischen an, dass die C-Speicherung einer Dynamik

unterliegt, die nur bedingt beeinflussbar ist und teilweise große Unsicherheiten bei der Messung bestehen. Wissenschaftler, die eher der Gruppe der Senkengegner zuzuordnen zu waren, bestreiten nicht mehr, dass Holzprodukte die Speicherung nach der Ernte verlängern, so lange sie in Gebrauch sind, und dass Substitutionseffekte durch die Nutzung von Holz dabei helfen, Emissionen zu vermeiden. Insofern haben wissenschaftliche Untersuchungen zu einer Objektivierung der Diskussion geführt, auch wenn weiterhin unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich der Bedeutung und Größenordnung dieser Effekte existieren. Es ist allerdings unwahrscheinlich, dass die Entscheidung der Bundesregierung, Art. 3.4 des Kyoto Protokolls anzuwenden, auf diese Annäherung zurückzuführen ist. Auf jeden Fall stellt die Entscheidung einen klaren Paradigmenwechsel dar, da Deutschland noch im Kyoto-Prozess die Einbeziehung von Wäldern als Senken abgelehnt hat, um die vereinbarten Reduktionsziele nicht aufzuweichen.

Die Verknüpfung der beiden Untersuchungsteile hatte zum Ziel, eine wissenschaftliche Basis für eine Integration von Wald und Forstwirtschaft in die nationale Klimaschutzpolitik zu begründen, unter besonderer Berücksichtigung der Implikationen, die sich aus den internationalen Regelungen und der Speicherdynamik der Wälder ergeben. Ergebnis dieser Synthese ist, dass aus Sicht des Klimaschutzes Art. 3.4 nicht sinnvoll konzipiert ist, da er Anreize schafft, Vorräte im Wald zu erhöhen und die Nutzung zu reduzieren. Mit dem Vorratsniveau, vor allem in mit Nadelbäumen bestockten Reinbeständen, steigt nämlich das Risiko für zufällige Nutzungen durch Kalamitäten, und die anrechenbaren C-Vorräte sinken. So kann nach der bestehenden Berichterstattungslogik eine C-Quelle entstehen, für die Deutschland zusätzliche Zertifikate kaufen oder in anderen Sektoren verstärkt Emissionen reduzieren muss. Art. 3.4 ist auch nicht geeignet, um Anreize für eine C-optimale Waldbewirtschaftung zu liefern. Allein die Transaktionskosten für das notwendige Monitoring und eine Verifizierung der individuellen Beiträge einzelner Waldbesitzer würden die Erlöse aus einer Veräußerung der entstehenden RMU-Zertifikate aufzehren. Außerdem kann seine Anwendung zu neuen Zielkonflikten hinsichtlich der Interessen der Waldbesitzer als Rohstoffproduzenten führen. Letztendlich verringert Art. 3.4 den Druck auf die Industrie, ihre Emissionen zu reduzieren, weil sich durch ihn das deutsche Ziel zur Reduktion von THG-Emissionen von 21% auf rd. 19% in der ersten Verpflichtungsperiode abschwächt.

Die Einbeziehung von LULUCF in die internationale Klimapolitik ist aufgrund der Beutung im globalen C-Kreislauf generell sinnvoll. Art. 3.3 und 3.4 können und sollten aufgrund der naturwissenschaftlichen und politischen Komplexität des gesamten Themenkomplexes auch als Beginn eines Lernprozesses verstanden werden, der einer kontinuierlichen Verbesserung bedarf. Je umfassender die Berichterstattungspflichten sind, desto mehr Aufmerksamkeit wird den Möglichkeiten einer Steuerung der Speicher entgegengebracht; das bezieht sich sowohl auf einzelne Speicher wie z.B. den gesamten Produktsektor, der bislang nicht berücksichtigt wird, als auch auf die Länder und Regionen, die diesen Regelungen unterliegen. Gelingt die Verabschiedung eines Folgeprotokolls, ist es z.B. von entscheidender Bedeutung, Anreize für Entwicklungsländer zu schaffen, auch für ihre Wälder verstärkt Verantwortung zu übernehmen

und die Probleme der Entwaldung und der Degradierung von Waldflächen zu bekämpfen. Dafür bieten die Erfahrungen der Industrieländer in der ersten Periode mit den genannten Regelungen eine gute Grundlage. Voraussetzung für eine Einbeziehung der Entwicklungsländer ist die Etablierung von Monitoringsystemen in diesen Ländern, die den Besonderheiten der dortigen Wälder gerecht werden. Es ist klar, dass diese Länder beim Aufbau ihrer Kapazitäten unterstützt werden müssen und die großen, wenig erforschten Waldökosysteme einen besonderen Umgang mit Unsicherheiten erforderlich machen. Art. 3.3 und 3.4 haben zwar die Reduktionsverpflichtungen aufgeweicht und können als Einstiegsgeschenk an die Industrieländer gewertet werden. Mit den Regelungen geht jedoch die Verpflichtung einher, in allen Folgeperioden die Entwicklung dieser Speicher weiter zu bilanzieren. Insofern wäre es besonders dann als unnötige Aufweichung der Ziele zu werten, wenn kein Folgeprotokoll beschlossen wird und damit diese Verpflichtung erlischt.

Basierend auf einer ökonomischen und politischen Bewertung wurden daher Vorschläge für eine Verwendung der Mittel, die aus einem Verkauf der RMU-Zertifikate entstehen, für Maßnahmen gemacht, die nach den gewonnen Erkenntnissen einen allgemein anerkannten Beitrag zum Klimaschutz darstellen. Auch wenn sie nicht verkauft sondern für die Erfüllung der Verpflichtungen verwendet werden, soll dem BMELV zufolge die Forstwirtschaft von dieser umweltpolitischen Leistung, die sie für die Gesellschaft erbracht hat, profitieren. Die Entscheidung über die Anwendung von Art. 3.4 und die daraus resultierende schwierige Frage nach einer gerechten und sinnvollen Verteilung der Gelder bietet eine Möglichkeit, den Konflikt zwischen Senkengegnern und -befürwortern dahingehend zu entschärfen, dass entstehende Mittelflüsse auf eine Art und Weise eingesetzt werden, die von beiden Seiten gut geheißen werden.

Eine fundamentale Ursache für die Unvereinbarkeit der Positionen ist, dass die Forstwirtschaft bislang ihre Ansprüche hauptsächlich mit ihrer momentanen Helferrolle im Klimaschutz begründet hat, die dadurch entsteht, dass Vorräte aufgebaut werden, weil nicht alle Einschlagspotentiale genutzt werden. Diese Argumentation ist für viele Nicht-Förster schwerer nachzuvollziehen als die besser kommunizierbaren Betroffeneninteressen, die sich angesichts der prognostizierten Klimaänderungen entwickeln und damit der Forstwirtschaft große Einkommens- und Vermögensverluste zufügen werden. Die großen Stürme in Deutschland von 1990, 1999 und 2007 und die folgenden Borkenkäferkalamitäten haben gezeigt, dass solche Ereignisse immense ökonomische Schäden verursachen, die die Forstwirtschaft häufig nicht alleine bewältigen kann. Sie sind auch Beispiele dafür, wie schnell Vorräte wieder abgebaut werden können. Die Wiederherstellung dieser Flächen ist nicht nur für die C-Speicherung, sondern für alle Waldfunktionen essentiell. Da Konsens zwischen allen Beteiligten herrscht, dass Anpassungsmaßnahmen, mit den Zielen einer Stabilisierung der Bestände und der Erhaltung ihrer Produktivität die wohl wichtigsten Beiträge der Forstwirtschaft zum Klimaschutz sind, sollte hier mit entsprechenden politischen Forderungen und Maßnahmen angesetzt werden.

12 Summary

The objective of this study was to derive scientifically sound recommendations for integrating forests and forestry into the German strategy for climate protection. In particular, the question should be answered, whether it is better in terms of carbon storage to intensively use forests within the limits of sustainable management or to increase standing biomass stocks by extensification. In order to gain a comprehensive view on the issue of carbon sequestration in forests, it is necessary to link different scientific disciplines: On the one hand, there is a need for consolidated findings from the natural sciences on carbon storage and fluxes in forests and wood products; on the other hand, decisions on the prioritization of forest functions are subject to the demands of society and forest owners. Varying interests and demands lead to conflicts which make the forest sink issue a subject for policy analysis. In order to gain a comprehensive view on the issue of forest sinks in German climate policy, the study consists of two equal-weighted parts – a carbon balance for the forest and wood products of a large region in Germany and a policy analysis. These parts are merged in a synthesis at the end of the study

The first part of this study is related to natural sciences: a ‘full carbon accounting’-approach was developed to quantify all relevant carbon pools and fluxes in the forest ecosystem and in the techno-sphere (wood products) with the best data and models available. The scope of the investigation is the forested area (1.3 Mio. ha) of the state of Baden-Württemberg in southwestern Germany between 1987 and 2012. The methodology and the models used can be transferred to other regions as well, if the necessary data are available. The IPCC good practice guidance for LULUCF was used as basis for the calculations. Changes in the carbon stocks of the living biomass were calculated using the ‘*stock-change method*’ by applying volume expansion to the single tree data of the two national German forest inventories (1987 and 2002) for Baden-Württemberg. This allowed for calculating the carbon stored in roots and branches. Although parties of the Kyoto Protocol cannot balance and report on stock-changes in the product pools, their consideration is essential for the evaluation of the environmental service of carbon sequestration provided by commercially used forests. Thus a new wood product model was developed to integrate changes in the different wood product pools, which until now have not been considered in the national GHG inventories. The theoretical basis is the so-called ‘production approach’. It is suitable to evaluate the contribution of sustainably managed forests to the efforts of mitigating climate change, because the entire wood produced for domestic use and export is included; imported wood and wood products are not considered. The model also allows for quantifying the substitution effects generated when wood replaces energy intensive materials or fossil fuels.

The results of these carbon balances and models are used for a discussion of political, economic and silvicultural implications and challenges imposed by the increasingly important forest function of carbon storage. Due to unused increment and despite the severe storms of 1990 and 1999, the forest in Baden-Württemberg was a net sink for 8.3 Mio. t C between 1987 and 2002. Carbon stored in the living biomass totalled 171.7 Mio. t C which corresponds to a

stock of 129.8 t C per ha. The statistic error for these living biomass calculations amounts to approx. 8%. Within these 15 years approx. 190 Mio. m³ of wood were harvested and increased the wood product pools by 12.7 Mio. t C to a total of 49.5 Mio. t C. Thus forests and wood products compensated approx. 6.6% of the emissions of the same region. The substitution of fossil fuels by the energetic use of wood and the utilization as building material with a positive energy balance avoided the (theoretical) increase of carbon emissions by 7.3% (23.2 Mio. t C). Additionally the process-based model YASSO was used for quantifying carbon stored in litter, including dead wood, and soil. As a result, in the year 2002 approx. 107.8 t C per ha were stored in soil, respectively a total of 142.6 Mio. t C; another 27.6 t C per ha, respectively 36.5 Mio. t C were stored in litter and dead wood.

Furthermore a new module for carbon was added to the model WEHAM which allows a forecast on how standing stocks will develop under changing utilization parameters and how much wood will go into the product pools. Three scenarios were developed to show by modelling how these pools are likely to develop until 2012 – the end of the first Kyoto commitment period. For longer projections the models need to be amplified. In scenario 1 annual increment is used to 100%. This leads to a light decrease of C stored in both, the living biomass and the product pools. An increase of the compartments 'soil' and 'litter including dead wood' compensates these losses. The actual benefit in this scenario in terms of carbon consists of the large amount of substitution effects. Scenario 2 is the business as usual scenario in which utilization takes place as calculated by the inventories for the entire German forest. The C-pool of the living biomass continues to increase significantly, due to the large share of middle-aged stands with a large running increment. At the same time the product pools, which tend to react slowly due to the life spans of the products, begin to decrease. The same can be observed at the substitution effects. Carbon in litter and dead wood shows only little increment and C in soils remains constant. Scenario 3 alleges utilization as in the previous scenario, but examines the effects if harvesting completely stopped from 2007 on. This leads to a rapid 'filling-up' of the living biomass pool. The product pools are relatively inert and thus do not respond in the same dimension. However, their decrease is significant. The same holds true for the litter and dead wood due to reduced subsequent delivery of biomass from harvesting operations. The substitution effects decline rapidly as well; some remain because there are still wood products leaving their pools and being used for energetic purposes.

The scenarios show that management has strong influence on how the various C-pools develop and that the managed forests of Baden-Württemberg contribute significantly to mitigating climate change by sequestering C in biomass, product pools and producing substitution effects. Complete ceasing of harvesting in production forests means to give up controlling these pools and accepting an increasing risk for calamities at a certain stock level – a correlation which gains momentum in the face of changing climatic stand conditions.

The second part of the study is a social science study which aims at putting the results of the first part into the political context by analyzing the discourse between the advocates and opponents of an integration of forest sinks into the national climate policy. The objective was to

examine the general role of policy consulting scientific studies in this discourse and the suitability of scientifically sound carbon balances as a basis and instrument for complex political decisions. Also, the question shall be answered, whether and how such studies can contribute to settle this conflict. Based on a literature analysis and 16 structured, problem-focused interviews with German experts from universities and institutes, forestry, ENGO and politics, the main story lines were identified. The interviews were conducted by phone, verbally transcribed and interpreted by using a category-related content analysis.

The interviews revealed the traditional and prominent story lines of the advocates and opponents of forest sinks in climate policy. Advocates are predominantly the representatives of the forest owners and wood processing industry; they stipulate to honour the environmental service of carbon sequestration to society as a contribution to mitigate climate change and to attribute a price to this service. Opponents reject an integration of sinks into national and international climate policy, because their accounting dilutes the agreed emission reduction targets. In their opinion a serious measuring of the fluxes with the necessary accuracy is not possible. The expert interviews and the literature study showed that the discourse has changed in recent years. During the political negotiations between 1997 and 2002 most experts had a clear opposing or advocating position concerning the sink issue. Meanwhile, additional story lines have developed among the experts from science and politics, which are similar and more differentiated than the extreme positions. Some sort of basic consensus evolved among the group of scientists who at the beginning of the discussion used support one side or the other by providing the respective arguments. This is remarkable, because the other actors still stick to their traditional story lines with the corresponding arguments.

This change can partly be explained by the significantly improved state of knowledge on carbon cycles and climate change and by less emotional discussions among scientists compared to the initial phase of the discourse. Meanwhile the scientific sink advocates acknowledge that the dynamics of carbon sequestration can be influenced only to a limited extent, and that measuring and monitoring is acquainted with many uncertainties. Opposing scientists do not deny any more the importance of carbon pools in wood products and the positive effects resulting from the substitution of fossil fuels and energy intensive materials through wood. In this regard scientific studies have led to a more objective discussion, although different views on the significance of the dimensions and the implications of the findings still exist. It seems unlikely that such findings significantly influenced the decision of the German government to report carbon stock changes in forests according to art. 3.4. This is a clear change of paradigms, because Germany previously opposed this option in the international negotiations.

The linking of the two parts of the study helped to establish a scientific basis for formulating recommendations concerning the integration of forests and forestry into a national climate policy. These recommendations took into account the international regulations of the Kyoto Protocol and the dynamics of carbon stocks in forests. Result of the synthesis was that the regulations of the Kyoto Protocol on art. 3.4 are neither suitable to create incentives for forest owners to improve their management with respect to the optimization of sinks nor to attribute a

chargeable price to this environmental service. They create an incentive to increase the standing stocks in the living biomass and to reduce utilization, which, at a certain level, leads to increasing risks for calamities – especially with respect to already high standing stocks in southern Germany and the expected effects of climate change. If the proceeds from selling the RMU certificates resulting from art. 3.4 were to be distributed to forest owners according to their contribution to the increasing of standing stocks, the transaction costs for monitoring and verification would reap most, if not all benefits. The election of forest management as a sink activity can also create a conflict of goals with respect to forest owners' interest of wood production. Last but not least it decreases the pressure on industry to reduce its emissions because choosing art. 3.4 diluted the German GHG reduction target from 21% to approximately 19% in the first Kyoto commitment period.

The integration of LULUCF into international climate policies is important due to the significance of terrestrial GHG pools in the global carbon cycle. Art. 3.3 and 3.4 could and should be understood as an initial step of a learning process, which demands a continuous improvement due to the high degree of scientific and political complexity. The more comprehensive the reporting responsibilities become, the larger the incentive will be to consider the aspects of carbon storage in all relevant pools. This holds true for single pools like those of the presently unconsidered product sector, as well as for the countries and regions submitting to these regulations. If for example a post-Kyoto agreement can be negotiated within the next years, it will be of utmost importance to create incentives for developing countries to resume increased responsibility for their forests and address the problems of deforestation and forest degradation. The regulations and experiences made by industrial countries during the first commitment period are a good basis, because it is obvious that developing countries will depend on capacity building concerning monitoring and reporting. Dealing with uncertainties will remain an issue because these countries seldom have permanent forest inventories and less scientific background on their forest ecosystems. Although art. 3.3 and 3.4 diluted the reduction targets of the first commitment period, countries have to continue reporting on these areas in all subsequent periods. Thus it could be considered as an unnecessary dilution if the parties cannot agree to a new agreement and there will be no further commitment periods.

Based on an economic and political evaluation, a proposal was made for the allocation of proceeds from art. 3.4. The complex question of a fair distribution creates an opportunity to partly resolve the conflict by using the benefits of forest activities approved by both, sink advocates and opponents. A fundamental reason for their infringement is that the advocates, mainly the forest owners, have always underlined their monetary claims with their role as helpers in mitigating climate change. Their contribution, however, mainly results from extensive management and not harvesting the increment, leading to growing stocks. This rationale is hard to follow and agree to for many non-foresters, because it is not an active management activity. However, the most likely changing conditions for production and the increasing number of climate-related biotic and abiotic forest calamities cannot be overcome by many private and communal forest enterprises and require changes of silvicultural practices and forest

restructuring in order to increase stability of stands, reduce their vulnerability and thus protect the function as a pool for carbon. Forest owners are being heavily affected by the consequences of climate change, e.g., through the loss of income and reduced values of their assets. The reasoning of compensating such future costs as an environmental service to society has not been prominent. Yet it is essential with respect to all forest functions, including carbon storage, to prepare forests for the expected changes and restore affected areas after extreme events. Thus it is consensus among all parties thereto, that concerted and costly measures for adaption, with the aim of stabilizing the structure of stands and maintaining their productivity, are the most important contributions forestry in Germany can make to combat climate change.

13 Literatur

- AGDW (2001): Holzhaus statt Treibhaus. www.waldbesitzerverbaende.de [28.4.2003]
- ALDER, D. (1979): A distance independent tree model for exotic plantations in East Africa. *Forest Science*, Vol. 25, Nr.1, pp. 59-71
- BADECK, F.W. (2001): Sollte die Forstwirtschaft mit dem Klimawandel rechnen? *AFZ-DerWald*, Nr. 26, S. 1401-1402
- BADECK, F.W., LISCHKE, H., BUGMANN, H., HICKLER, T., HONNINGER, K., LASCH, P., LEXER, M.J., MOUILLOT, F., SCHABER, J., SMITH, B., REYNOLDS, J.F., PITELKA, L.F. (2001): Tree species composition in European pristine forests: comparison of stand data to model predictions. In: How much physiology is needed in forest gap models for simulating long term vegetation response to global change? Pingree Park / Co. (USA), July 1999, *Climatic Change*, Vol. 51 (3/4), pp. 307-347
- BAIER, R. (2002): Mögliche Folgen einer Klimaveränderung auf Waldgesellschaften der Alpen. *AFZ-DerWald* Nr.20, S. 1071-1074
- BANDELOW, N.C. (2003): Policy Lernen und politische Veränderungen. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): *Lehrbuch der Politikfeldanalyse*, Oldenburg Verlag, München, S. 289-331
- BARITZ, R. (1999): Kohlenstoffvorräte der Waldböden Deutschlands. *Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung, BFH*, Nr. 98/1, 61 S.
- BARTELINK, H.H. (1996): Allometric relationships on biomass and needle area of Douglas-fir. *Forest Ecology and Management*, Vol. 86 (1/3), pp. 193-203
- BECK, U. (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. 18. Aufl., Suhrkamp, Frankfurt am Main, 391 S.
- BECKER-MROTZEK, M. & MEIER, C. (2002): Arbeitsweisen und Standardverfahren in der angewandten Diskursforschung. In: BRÜNNER, G., FIEHLER, R., KINDTH, W. (2002): *Angewandte Diskursforschung – Bd. 1: Grundlagen und Beispielanalysen*. Verlag für Gesprächsforschung, Radolfzell, S. 18-45
- BEHRENS, H. (1980): *Politische Entscheidungsprozesse*. Westdeutscher Verlag, Opladen
- BEHRENS, M. (2003): Quantitative und qualitative Methoden in der Politikfeldanalyse. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): *Lehrbuch der Politikfeldanalyse*, Oldenburg Verlag, München, S. 203-235
- BELLMANN, K., GRAßL, H., KAISER, M., KÜRZINGER, J., LINDNER, M., MÜLLER-KRAENNER, S., SCHMIDT, R., SCHÜTT, P., SPERBER, G. (1994): *Waldökosysteme im globalen Klimawandel*. V.W.F., Bonn

- BEMMANN, A. & HASENKAMP, K.P. (2003): Die Wald-Holz-Option: Eine Brücke zwischen Klimapolitik und Wirtschaft – zehn Thesen. Schweiz. Z. Forstw., Nr. 12, S. 480-488
- BEUDERT, M. & WEGENER, G. (1994): Bewertung des Energieeinsatzes in der Forstwirtschaft Deutschlands. AFZ-DerWald, Nr.16, S. 884-886
- BFH (2000): Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II.
<http://www.bundeswaldinventur.de/media/archive/214.pdf> [24.04.06]
- BFN (1995): Klimaänderungen und Naturschutz – Klimabedingte Vegetations- und Faunenänderungen und Konsequenzen für den praktischen Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg
- BMELV (2006): Gute Botschaft für die Forstwirtschaft – Lindemann: Beitrag der Deutschen Wälder zum Klimaschutz wird anerkannt. Pressemitteilung. 22.12.2006, 1 S.
- BML (Hrsg.) (2000): Bundes/Länderarbeitsgruppe BZE: Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE, Arbeitsanleitung), 147 S.
- BMLF ÖSTERREICH (1998): Beschlüsse und Resolutionen der dritten Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa. Druckerei Starzengruber, Wien
- BMU (2000): Nationales Klimaschutzprogramm. Berlin, 421 S.
- BMVEL (2000): Nationales Forstprogramm Deutschland. Ein gesellschaftlicher Dialog zur Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftung im Rahmen einer Nachhaltigen Entwicklung 1999/2000 (1. Phase) <http://www.nwp-online.de/fileadmin/redaktion/dokumente/Phase-1/langfassung.pdf> [19.09.2007], 74 S.
- BMVEL (2001): Gesamtwaldbericht der Bundesregierung. Bonn, 141 S.
- BMVEL (2003): Nationales Waldprogramm Deutschland – Ergebnisse 2. Phase 2001 bis 2003: Vom nationalen Forstprogramm zum nationalen Waldprogramm, Bonn, 76 S.
- BÖCHER, M. (2007): Wissenschaftliche Politikberatung und politischer Prozess. In: KROTT, M. & SUDA, M. (Hrsg.): Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Politikberatung im Politikfeld Wald und Umwelt, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 14-43
- BOLTE, A. & IBISCH, L.P. (2007): Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Naturschutz. AFZ-DerWald, Nr. 11/2007, S. 572-576
- BORTZ, J. (1984): Lehrbuch der empirischen Sozialforschung für Sozialwissenschaftler. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
- BÖSCH, B. (1995): Ein Informationssystem zur Prognose des künftigen Nutzungspotentials. Forst u. Holz, JG 50, S. 587-593
- BÖSCH, B. (2003): WEHAM II – Fachkonzept. FVA Baden-Württemberg, Freiburg, 48 S.

- BÖSCH, B. (2005): Benutzeranleitung WEHAM (Version 1.14). FVA Baden-Württemberg, Freiburg, 37 S.
- BOSSHARD, H.H. (1984): Holzkunde. Bd. 2. Aufl., Birkhäuser Verlag, Stuttgart, 301 S.
- BÖSWALD, K. (1996): Zur Bedeutung des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt, eine Analyse am Beispiel des Bundeslandes Bayern. Forstliche Forschungsberichte München, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität München & Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, 147 S.
- BÖSWALD, K., MARTINI, S., MARTIN SCHRÖDER (2001): Das Bonn Agreement und die Rolle der Wälder. AFZ-DerWald, Nr.23, S. 1246-1248
- BÖSWALD, K., RUMBERG, M., SCHULTE, A. (2000): Die Forstwirtschaft in der internationalen Klimapolitik, Forst & Holz, JG 55 Nr.21, S. 691-695
- BRANDL, H. (1996): Die Bedeutung der Holznutzung für den CO₂-Haushalt. AFZ-DerWald, Nr.10, S. 573-576
- BRANDL, H. (2001): CO₂-Handel - Eine Option für die Deutsche Forstwirtschaft? In: FVA (Hrsg.), FVA Forschungstage. Freiburg,
- BRAUN, D. (1999): Theorien rationalen Handelns in der Politikwissenschaft. Leske & Budrich, Opladen
- BROUNS, B. & TREBER, M. (2002): Paradeferd mit bleiernen Füßen – Internationaler Klimaschutz und die Umsetzung in Deutschland, Forum Umwelt und Entwicklung, Bonn
- BROWN, S., LIM, B., SCHLAMADINGER, B. (1998): Evaluating approaches for estimating net emissions of carbon dioxide from harvesting and wood products. IPCC/OECD/IEA Programme on National Greenhouse Gas Inventories, Dakar /Senegal, 40 pp.
- BÜRGI, A. & BRANG, P. (2001): Das Klima ändert sich - Wie kann sich der Waldbau anpassen? Wald Holz, JG 82, Nr.3, S. 43-46
- BURSCHEL, P. & HUSS, J. (1997): Grundriss des Waldbaus, 2. Aufl., Parey Buchverlag, Berlin
- BURSCHEL, P., KÜRSTEN, E., LARSON, B.C. (1993): Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt - eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Forschungsberichte München, Forstwissenschaftliche Fakultät d. Universität München u. Bayrische Landesanstalt f. Wald u. Forstwirtschaft, Freising, 135 S.
- BURSCHEL, P. & WEBER, M. (2001): Wald - Forstwirtschaft - Holzindustrie, Zentrale Größen der Klimapolitik. Forstarchiv, JG 72, S. 75-85
- BUSH, M.B., SILMAN, M.R., URREGO, D.H. (2004): 48,000 years of climate and forest change in a biodiversity hotspot, science, No. 303, pp. 827-829
- CAIRNS, M.A., BROWN, S., HELMER, E.H., BAUMGARDNER, G.A. (1997): Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia, Vol. 111 (1), pp. 1-11

- CARMEN (2006): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln. www.carmen-ev.de [16.12.2006]
- CZAIKOWSKI, T. & BOLTE, A. (2006): Unterschiedliche Reaktion deutscher und polnischer Herkünfte der Buche (*Fagus sylvatica*) auf Trockenheit. AFJZ, JG 177 Nr. 2, S. 30-40
- DE JONG, B. (2001): Uncertainties in estimating the potential for carbon mitigation of forest management. *Forest Ecology & Management*, Vol. 154, pp. 85-104
- DFWR (2007): Wälder als CO₂-Speicher anerkannt – DFWR: Langfristig Sinn macht nur die Anerkennung des Produktspeichers Holz. *Holzzentralblatt*, JG 133, Nr.2, 12.1.07
- DICKE, K. - HRSG. (2001): „Politisches Entscheiden“. DGfP. Bd. 17. Nomos Verlagsges. Baden-Baden
- DIETER, M. & ELSASSER, P. (2002): Carbon stocks and carbon stock changes in the tree biomass of Germany's forests. *Forstwissenschaftl. Centralblatt*, JG 121 (4), S. 195-210
- DIETER, M. & ELSASSER, P. (2004): Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbschancen von Wald-Senkenprojekten in Deutschland. *Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie / BFH*, Nr.11, Hamburg, 40 S.
- DIETER, M.; ELSASSER, P. (2005): Staatliche Fördermöglichkeiten für eine verstärkte Kohlenstoffspeicherung. *Kongressbericht. 62. Jahrestagung des DFV*, Weimar, 15. - 18.9.05, S. 294-306
- DIXON, R.K., BROWN, S., HOUGHTON, R.A., SOLOMON, A.M., TREXLER, M.C., WISNIEWSKI, J. (1994): Carbon Pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, Washington, Vol. 263 (5144), S.185-190
- DOERK, S., HÖCHTL, F., BIELING, C. (2005): Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder in Mitteleuropa. *Institut für Landespflege Freiburg*, unveröffentlicht, 29 S.
- DREIER, V. (1996): Metatheoretische Reflexionen über Handlungs- & Entscheidungstheorien. in: DRUWE, U. & KUNZ, V. (Hrsg.): *Ökonomische Handlungslehre*. Stuttgart
- EBERLEIN, B. & GRANDE, E. (2003): Entscheidungsfindung und Konfliktlösung. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): *Lehrbuch der Politikfeldanalyse*, Oldenburg, München, S. 175-202
- EGGERS, T. (2002): The impacts of manufacturing and utilisation of wood products on the European Carbon budget. *EFI Internal Report 9*, 90 S.
- ELSASSER, P. (2007): Der Wald, der Brei, seine Köche und ihre Berater. In: KROTT, M. & SUDA, M. (Hrsg.): *Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Politikberatung im Politikfeld Wald und Umwelt*, VS Verlag Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 80-106
- EMMER, I.M. (2006): An introduction to CO₂FIX - a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood products. <http://cd4cdm.org> [15.7.06]
- ENGEL, J. (2006): Die Kehrseite des Sommers: laubholzkulturen vielfach vertrocknet, *Brandenburgische Forstnachrichten*, Jg. 125 Nr. 15, S. 6/7

- EUROPÄISCHE KOMMISSION (1997): Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger - Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan. http://europa.eu.int/comm/energy/library/599fi_de.pdf [21.4.06]
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001): Europäisches Klimaschutzprogramm (ECCP). www.europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm [24.3.03]
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2002): ECCP - Working Group on Forest Sinks. Final Report: Conclusions and recommendations regarding forest related sinks & climate change mitigation. http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/forest_sinks_final_report.pdf [21.7.06]
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2003): Comprehensive report 2002 – 2003 regarding the role of Forest products for Climate change mitigation. www.ec.europa.eu/enterprise/forest_based/ccmreport.pdf [16.5.06]
- FAO (2005): Forest Resource Assessment. www.fao.org [18.11.2006]
- FEEMERS, M., SKATULLA, U., GULDER, H.-J. (2003): Klimaveränderungen und Biotische Schäden im Wald. LWF-aktuell, Nr. 37, S. 19-22
- FEESS, E. (1998): Umweltökonomie und Umweltpolitik. 2. Aufl., Vahlen, 359 S.
- FISCHER, F. & FORESTER, J. (1993): The argumentative turn in policy analysis and planning. Durham, London
- FLAIG, H., ARETZ, A., ELSNER, D., WEIMER-JEHLE, W. (2003): Klimaentwicklung und Wald - ein Beitrag zum Waldprogramm Baden-Württemberg 2003. Arbeitsberichte Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, 59 S.
- FLICK, U. (2000): Design und Prozess qualitativer Sozialforschung. In: FLICK, U. (Hrsg.): Qualitative Sozialforschung – ein Handbuch. Reinbek, S. 252-265
- FLICK, U. (2002): Qualitative Sozialforschung – eine Einführung. Reinbek
- FOUCAULT, M. (1999) Der Wille zum Wissen. Sexualität und Wahrheit. Band I, Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Frankfurt a. M.
- FRAVER, S., WAGNER, R.G., DAY, M. (2002): Dynamics of coarse woody debris following gap harvesting in the Acadian forest of central Main, USA. Can. J. For. Res.; Nr. 32, pp. 2094-2105
- FRITZ, P. (2006): Ökologischer Waldumbau in Deutschland. Oekom Verlag, München, 351 S.
- FRÜHWALD, A., HEUVELDOP, J., THOROE, C. (2002): Stellenwert der Forst- und Holzwirtschaft in der Klimapolitik. www.bfafh.de/bibl/frp/frp_1-02_bfh.pdf [10.5.2004]
- FRÜHWALD, A., POHLMANN, C.M., WEGENER, G. (2001): Holz - Rohstoff der Zukunft, nachhaltig verfügbar und umweltgerecht. Informationsdienst Holz DGFH, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., Holzabsatzfond, München, Bonn, 31 S.

- GERMANWATCH (2000): COP6 kurz und bündig, Briefing Paper zum Klimagipfel in Den Haag, 11.11.2000, 8 S.
- GERMANWATCH (2002): Nach COP7: Freie Bahn für ernsthaften Klimaschutz. Briefing Papier zu den Ergebnissen des Klimagipfels in Marrakesch 2001, 21.2.2002, 14 S.
- GIDDENS, A. (1993): Tradition in der post-traditionalen Gesellschaft. Soziale Welt, Nr. 44, S. 444-485
- GLÄSER, J. & LAUDEL, G. (2004): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 340 S.
- GRENPEACE (2006): Greenpeace Stellungnahme zum Entwurf des Nationalen Allokationsplans 2008 – 2012, 04/2006, 8 S.
- GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952): Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. 10. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 216 S.
- HABERMAS, J. (1968): Verwissenschaftlichte Politik und öffentliche Meinung. Technik & Wissenschaft als Ideologie, Frankfurt / Main, S. 120-145
- HABERMAS, J. (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 1 & 2, Frankfurt
- HAJER, M. (2004) Argumentative Diskursanalyse. Auf der Suche nach Koalitionen, Praktiken und Bedeutung. IN: KELLER, R., HIRSELAND, A., SCHNEIDER, W.; VIEHÖVER, W. (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse Bd. 2. Forschungspraxis, S. 271-298.
- HAKKILA, P. (1972): Utilisation of residual forest biomass. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 568 S.
- HANEWINKEL, M. & NAVARRO, G. (2005): Finanzielle Konsequenzen des Waldumbaus und Methoden der Risikoprognose anhand von Fallbeispielen – Einführung. In: VON TEUFFEL, K., BAUMGARTEN, M. HANEWINKEL, M., KONOLD, W., SAUTER, U.H., SPIECKER, H. & VON WILPERT, K. (2005): Waldumbau für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 247-260
- HANSEN, J., SATO, R., RUEDY, K., LO D. W. LEA, MEDINA-ELIZADE, M. (2006): Global temperature change. Proceedings National Academy of Science (PNAS), pp. 14288-14293
- HARTEBRODT, C. & FILLBRANDT, T. (2006): Wirtschaftliche Risiken der Baumartenverschiebung. Holz-Zentralblatt, Nr. 3, S. 88-89
- HASENKAMP, K.P. (2002): Nutzen & Kosten der Wald-Holz-Option, AFZ-DerWald, Nr. 8/2003, S.383-385
- HILL, P.B. (2002): Rational-Choice-Theorie. transcript Verlag. Bielefeld
- HIRSCHBERG, M., MENZEL, A., RASPE, S. (2003): Klimaänderungen unter forstlichem Aspekt. LWF aktuell, Nr. 37, S. 8-13

- HOFFMANN-RIEM, W. (1988): Sachverstand: Verwendungstauglich? Eine Fallanalyse zur Politikberatung im Rahmen der Enquete-Kommission „Neue Informations- und Kommunikationstechniken“, Jahrbuch für Rechtssoziologie und Rechtstheorie, S. 367 ff.
- HOFMANN, G., JENSSEN, M. & ANDERS, S. (2002): Kohlenstoffpotenziale mitteleuropäischer Wälder. AFZ-DerWald, Nr. 12, S. 605-607
- HOPF, C. (1996): Hypothesenprüfung und qualitative Sozialforschung, in: STROBL, R. & BÖTTGER, A. (Hrsg.), Wahre Geschichten? Zu Theorie und Praxis qualitativer Interviews. Baden-Baden, Nomos. 9-21.
- IBISCH, P.L. (2006): Klimawandel & Naturschutz: Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen für den Naturschutz im Wald. In: HÖLTERMANN, A. & HIERMER, J. D. (Red.): Wald, Naturschutz und Klimawandel – ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, BfN-Skripten Nr. 185, S. 71-80
- IPCC (2000a): GPG and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. UNEP/WMO, www.grida.no/climate/gpg/index.htm [25.6.06]
- IPCC (2000b): Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry. Geneva / Switzerland, www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm [13.4.2005]
- IPCC (2001): Climate Change 2001: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, J.; XIAOSU, D., Cambridge University Press, UK., 944 S.
- IPCC (2003): Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 307 p., www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.htm [10.12.2004]
- IPCC (2006): IPCC Guidelines for National GHG Inventories Vol. 4: Agriculture, Forestry and other Land Use, www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm
- IPCC 2007. IPCC 4th Assessment Report, Working Group 3. Summary for Policymakers. pp 35.
- IRRGANG, S. (2002): Klimafolgenabschätzung für den Wald in Sachsen. AFZ-DerWald, Nr. 20, S. 1075-1078
- JÄGER, M. (2004): Die Kritik am Patriarchat im Einwanderungsdiskurs – Analyse einer Diskursverschränkung. In: KELLER, R.; HIRSELAND, A.; SCHNEIDER, W.; VIEHÖVER, W. (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. Bd. 2. Forschungspraxis, VS Verlag, S. 421-438
- JÄGER, S. (2001): Diskurs und Wissen. In: KELLER, R.; HIRSELAND, A.; SCHNEIDER, W.; VIEHÖVER, W. (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. Bd.1: Theorien & Methoden., VS Verlag, S. 81-113

- JÄNICKE, M. (2002): No Withering Away of the Nation State: Ten Theses on Environmental Policy. Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. Conference Proceedings, Potsdam, pp. 134-138
- JÄNICKE, M., KUNIG, P., STITZEL, M. (2002): Lern- und Arbeitsbuch Umweltpolitik. 2. Aufl. Aufl. Dietz, Bonn, 432 S.
- JANSSENS, I.A., FREIBAUER, A., CIAIS, P., SMITH, P., NABUURS, G.J., FOLBERTH, G., SCHLAMADINGER, B., HUTJES, R.W.A., CEULEMANS, R., SCHULZE, E.D., VALENTINI, R., DOLMAN, A.J. (2003): Europe's terrestrial biosphere absorbs 7 to 12 % of European anthropogenic CO₂ emissions. *Science*, Vol. 300, pp. 1538-1542
- JOOSTEN, R., SCHUMACHER, J., WIRTH, C., SCHULTE, A. (2004): Evaluating tree carbon predictions for beech in western Germany. *Forest Ecology & Management*, Vol. 189, pp. 87-96
- KÄNDLER, G. (2006): Bestockungsinventur auf den Stichproben der Bodenzustandserhebung 2006. FVA-Einblick, Nr. 2/06, S. 11-12
- KÄNDLER, G., BÖSCH, B., SCHMIDT, M. (2005): Wesentliche Ergebnisse der 2. Bundeswaldinventur in Baden-Württemberg – Rückblick und Ausblick, *Forst und Holz*, JG 60 (2), S. 45-49
- KÄNDLER, G., SCHMIDT, M., BREIDENBACH, J. (2004): Die wichtigsten Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur. FVA-Einblick (4/2004)
- KARJALAINEN, T.; KELLOMÄKI, S.; PUSSINEN, A. (1994): Role of wood-based products in absorbing atmospheric carbon. *Silva Fennica*, Vol. 28(2), pp. 67-80
- KELLER, R. (2001): Wissenssoziologische Diskursanalyse. In: KELLER, R.; HIRSELAND, A.; SCHNEIDER, W.; VIEHÖVER, W. (Hrsg.): *Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse Bd. 1.: Theorien und Methoden*. 113-143.
- KELLER, R. (2004): *Diskursforschung – Eine Einführung für SozialwissenschaftlerInnen*. Reihe Qualitative Sozialforschung. Bd. 14, 2. Aufl., VS Verlag Sozialwissenschaften, Wiesbaden
- KELLER, R. (2007): Diskurse und Dispositive analysieren. Die Wissenssoziologische Diskursanalyse als Beitrag zu einer wissensanalytischen Profilierung der Diskursforschung. *Forum Qualitative Sozialforschung*, Vol. 8, Nr. 2, Art. 19 – Mai 2007
- KEVENHÖRSTER, P. (1997): *Politikwissenschaft – Entscheidungen und Strukturen der Politik*. Leske & Budrich. Opladen
- KLIWA (2000): *Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft*. KLIWA-Symposium. Karlsruhe
- KLIWA (2004): *Klimaänderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft*. KLIWA Berichte, www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt2/umweltdaten2003/kap_d2/kap_d2.html [13.6.2006]

- KNIGGE, W. & SCHULZ, H. (1966): Grundriss der Forstbenutzung. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 584 S.
- KÖHL, M. & DIETER, M. (2007): Wie lässt sich die Senkenwirkung in der Praxis nachweisen? AFZ-DerWald, Nr. 11/2007, S. 566 - 570
- KOHLMAIER, G.H., WEBER, M., HOUGHTON, R.A. (Eds.) (1998): Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry. Springer Verlag, Berlin, 375 pp.
- KÖLLING, C., ZIMMERMANN, L. WALENTOWSKI, H. (2007): Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? AFZ-DerWald, Nr. 11/2007, S. 584-588
- KOLLMANN, F. (1982): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Bd. 1, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1050 S.
- KOLSHUS, H.H. (2001): Carbon sequestration in sinks: An overview of potential and costs. CICERO Working paper, Nr.11, University of Oslo, 22 S.
- KOUPLEVATSKAYA, I. (2007): Participation as a New Mode of Governance? Scientists and Policymakers Linked in a double Spiral. In: REYNOLDS, K.M., THOMSON, A.J., KÖHL, M., SHANNON, M.A., RAY, D. AND RENNOLLS, K. (Hrsg.): Sustainable Forestry – From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science, CAB International, Oxfordshire, S. 35-55
- KOWAL, S. & O'CONNELL, D. (1995): Notation und Transkription in der Gesprächsforschung. In: KODIKAS/CODE: Ars Semiotica 18 (1), S.113-138
- KROTT, M. & SUDA, M. (2007): Spuren im Politikfeld hinterlassen. In: KROTT, M. & SUDA, M. (Hrsg.): Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Politikberatung im Politikfeld Wald und Umwelt, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 7-14
- KUBLIN, E. (2003): Einheitliche Beschreibung der Schaffform - Methoden und Programme - BDATPro. Forstwissenschaftl. Centralblatt, JG 122 (3), S. 183-200
- KUBLIN, E. & SCHARNAGL, G. (1998): Verfahrens- und Programmbeschreibung zum BWI-Unterprogramm BDAT. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Freiburg
- KÜRSTEN, E. & BURSCHEL, P. (1991): Forstliche Energieplantagen und Treibhauseffekt. AFZder Wald, Nr.6, S. 230-234
- KURZ, W.A., BEUKEMA, S.J., APPS, M.J. (1996): Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector, Canadian Journal of Forest Science, Nr. 26 (11), pp.1973-1979
- LAMNEK, S. (1993a): Qualitative Sozialforschung: Methodologie. Bd. 1, Beltz, Weinheim
- LAMNEK, S. (1993b): Qualitative Sozialforschung: Methoden und Techniken. Bd. 2, Beltz, Weinheim

- LAMPRECHT, H. (1970): Über allgemein gültige Grundlagen im Waldbau von heute und morgen. Forstarchiv, Nr. 10, S.199-205
- LASSWELL, H. (1951): The Policy-Oriented. in: LERNER, D. & LASSWELL, H. (Eds.): The policy Sciences: Recent developments in Scope and Method, Stanford, pp. 3 – 15
- LATIF, M. (2005): Verändert der Mensch das Klima? Forst und Holz, JG 60 Nr.11, S. 443-446
- LEITGEB, M. (2006): Klimawandel - standörtliche Rahmenbedingungen für die Forstwirtschaft. BFW-Praxisinformation Wien (10, April 2006,), S. 9-11
- LEUSCHNER, C. & SCHIPKA, F. (2004): Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. BfN-Skripte, BfN, Bonn
- LEXER, M., SEIDL, R., RAMMER, W., JÄGER, D. (2006): Waldbaukonzepte im Klimawandel - ein simulationsgestützter Vergleich. BFW-Praxisinformation (10.4.2006), S. 25-27
- LIM, B., BROWN, S., SCHLAMADINGER, B. (1999): Carbon Accounting for harvesting and wood products: review and evaluation of different approaches. Environmental Science & Policy, Nr. 2, pp. 207-216
- LINDNER, M. (1999): Waldbaustrategien im Kontext möglicher Klimaänderungen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Nr. 118, S.1-13
- LISKI, J., PALOSUO, T., PELTONIEMI, M., SIEVÄNEN, R. (2005): Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. Ecological Modelling, Vol. 189 (1-2), pp. 168-182
- MACCRACKEN, C.N., EDMONDS, J.A., KIM, S.H., SANDS, R.H. (1999): The Economics of the Kyoto Protocol. The Costs of the Kyoto Protocol: a Multi-Model Evaluation. A Special Issue of the Energy Journal, pp. 25-71
- MANTAU, U. (2004a): Holzrohstoffbilanz - Überschuss oder Knappheit. In: BUNDESVERBAND BIOENERGIE E.V. (Hrsg.): HolzEnergie 2004 - Internationaler Fachkongress für Holzenergie. Augsburg, S. 107-126
- MANTAU, U. (2004b): Holzrohstoffbilanz für Deutschland - Holzrohstoffaufkommen und dessen Verwendung im Jahr 2002. Holz-Zentralblatt, JG 76, S. 1026-1028
- MANTAU, U. & WEIMAR, H. (2003): Standorte der Holzwirtschaft – Aufkommens- und Vermarktungsstruktur von Altholz. Abschlussbericht, Universität Hamburg, 18 S.
- MARCEA, R.L. & LAU, K.K. (1992): Carbon dioxide implications of building materials. Journal of Forest Engineering, Vol. 43, pp. 37-43
- MAYER, H., HOLST, T., BRUGGER, U., KIRCHGÄSSNER, A. (2005): Trends der forstlich relevanten Klimavariablen Lufttemperatur und Niederschlag im Südwesten Deutschlands von 1950 bis 2000. AFJZ, JG 176 Nr.2/3, S. 45-56
- MAYRING, P. (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung – eine Anleitung zu qualitativem Denken. Beltz Verlag, 5. Aufl., Weinheim

- MAYRING, P. (2003): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz Verlag, 8. Aufl., Weinheim / Basel
- MELLINGHOFF, S. (1997): Distribution des Holzes in Deutschland 1995. Institut für Forstpolitik, Arbeitsbereich Markt und Marketing, Universität Freiburg, 124 S.
- MEMMLER, M. (2003): Der Konflikt um die Novellierung des Bundeswaldgesetzes. Advocacy-Koalitionen und Belief Systems. Diplomarbeit, Universität Freiburg, unveröff., 193 S.
- MEUSER, M. & NAGEL, U. (1991): ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion, in: GARZ, D. & KRAIMER, K. (Hrsg.): Qualitativ-empirische Sozialforschung – Konzepte, Methoden, Analysen, Opladen, S. 441-471
- MEUSER, M. & NAGEL, U. (1997): Das ExpertInneninterview – Wissenssoziologische Voraussetzungen und methodische Durchführung. in: FRIEBERTSHÄUSER, B. & PRENGEL, A. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft, Weinheim, S. 481-491
- MICHAELOWA, A., GREINER, S., DUTSCHKE, M. (2002): Positionen von Ländern und walddpolitisch engagierten Organisationen zur Einbeziehung von Aufforstung und Walderhalt in CDM und Joint Implementation sowie in die nationalen Treibhausgasinventare. Studie im Auftrag von PrimaKlima - weltweit - e.V., Düsseldorf, September 2001, 41 S.
- MIEG, H.A. & BRUNNER, B. (2001). Experteninterviews: Eine Einführung und Einleitung. MUB Working Paper 6
- MISSFELDT, F. & HAITES, E. (2001): The Potential Contribution of Sinks to Meeting Kyoto Protocol Commitments. Environmental Science and Policy, Vol. 4 (6), pp. 269-292.
- MROSEK, T., KIES, U., SCHULTE, A. (2005): Clusterstudie Forst und Holz Deutschland. Holzzentralblatt, Nr. 84. S. 1113-1117
- MROSEK, T. & SCHULTE, A. (2007): Cluster Organisation in Forestry: Supporting Information and Knowledge Transfer in the Practice, Science and Policy of Sustainable Forest Management. In: REYNOLDS, K.M., THOMSON, A.J., KÖHL, M., SHANNON, M.A., RAY, D. AND RENNOLLS, K. (Hrsg.): Sustainable Forestry – From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science, CAB International, Oxfordshire, S. 145-148
- MÜLLER-USING, B. (2002): Wegmarken und Unzulänglichkeiten in der CO2-Minderungspolitik und die Rolle der Forstwirtschaft in diesem Prozess – von Kyoto bis Marrakesch, Forst & Holz, Nr.13/14, S.411-416
- MUND, M. (2004): Carbon pools of European beech forests under different silvicultural management. Göttingen, Universität Göttingen, Dissertation, 255 S.
- MUND, M. & SCHULZE, E.D. (2006): Impacts of forest management on the carbon budget of European beech (*fagus sylvatica*) forests, AFJZ, JG 177 Nr. 3/4, S. 47 - 63

- MURACH, D. (2002): Kohlenstoffspeicherung in Wäldern - Holz als Energieträger. AFZ-DerWald, Nr. 20, S. 1079-1082
- MYNENI, R.B., DONG, J., TUCKER, C.J., KAUFMANN, R.K., KAUPPI, P.E., LISKI, J., ZHOU, L., ALEXEYEV, V., HUGHES, M. (2001): A large carbon sink in the woody biomass of Northern Forests. PNAS, Vol.98 Nr.26, pp.14784-14789
- NABUURS, G. & SIKKEMA, R. (2001): International trade in wood products: its role in the land use change and forestry cycle. Climatic Change, Vol. 49, pp. 377-395
- NABUURS, G.J., GARZA-CALIGARIS, J.F., KANNINEN, M., KARJALAINEN, T., LAPVETELAINEN, T., LISKI, J., MASERA, O., MOHREN, G.M.J., PUSSINEN, A., SCHELHAAS, M.J. (2003): Modelling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO₂FIX V.2 approach. Ecological modelling, Vol.164, pp .177-199
- NEWIG, J. (2002): Akteurbezogene Analyse im Umweltpolitischen Kontext. Vorlesungsskript WS 02/03. Universität Osnabrück
- NICOLUSSI, K. & PATZELT, G. (2006): Klimawandel und Veränderungen an der alpinen Waldgrenze - aktuelle Entwicklungen im Vergleich zur Nacheiszeit. BFW-Praxisinformation Wien (10), S. 3-5
- NORBERT, D. (2002): Transkription: ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien. Leske & Budrich, Opladen
- NWP (2003): Nationales Waldprogramm. BMELV, www.nwp-online.de/index1.htm [10.4.2006]
- OBERTHÜR, S. & OTT, H.E. (2000): Das Kyoto Protokoll, Int. Klimapolitik für das 21. Jahrhundert. Leske & Budrich, Opladen
- ODENTHAL-KAHABKA, J. (2005): Handreichung Sturmschadensbewältigung. FVA, Freiburg
- OELS, A. (2003): The Power of Discourse in Global Climate Policy. Paper presented at the 44th Annual Convention of the International Studies Association, Portland, Oregon/USA, 25.2 -1.3.2003, available at: mail@angelaels.de
- OELS, A. (2006): Von Governance zu Gouvernementalität: Der Mehrwert einer Diskursanalyse nach Foucault für die internationale Politik – das Beispiel Klimapolitik. Kongress Paper (28.09.2006)
- OHL J. & SCHÄFER A. (2001): Schutz durch Nutzung – Energieholz durch die Wiederaufnahme einer historischen Waldwirtschaftsform. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, Nr. 40, S. 207-231.
- OLSON, M. (1968): Die Logik kollektiven Handelns. Mohr-Verlag. Tübingen
- OTT, H.E. (1996): Völkerrechtliche Aspekte der Klimarahmenkonvention. In: BRAUCH, H.G. (Hrsg.): Klimapolitik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,
- OTT, H.E. (2002): Climate Policy after the Marrakech Accords - from Legislation to Implementation. www.wupperinst.org/download/Ott-after-marrakesh.pdf [12.10.2004]

- PALOSUO, T., LISKI, J., TROFYMOW, J.A., TITUS, B.D. (2005): Litter decomposition affected by climate and litter quality - Testing the Yasso model with litterbag data from the Canadian intersite decomposition experiment. *Ecological Modelling*, Vol. 189 (1-2), S. 183-198
- PARRY, M.L. (2000): Assessment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: The Europe ACACIA Project. University East Anglia, Jackson Environment Institute
- PARSONS, W. (1995): Public Policy – An introduction to the theory and practice of policy analysis. Edward Elgar Publishing Ltd., 675 p.
- PETERSEN, A.K. & SOLBERG, B. (2005): Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analyses from Norway and Sweden. *Forest Policy & Economics*, Vol. 7, S. 249-259
- PFISTER, C. (1999): *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496-1995)*. Verlag P. Haupt, Bern, 304 S.
- PIENGOUD, K., LEHTILA, A. (2002): Fossil carbon emissions associated with carbon flows of wood products. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 7 (1), pp. 63-83
- PISTORIUS, T. & ZELL, J. (2005): Die Dynamik der Kohlenstoffvorräte in Baden-Württemberg zwischen 1987 und 2002. Veränderungen der Waldbiomasse und Modellierung der Holzproduktspeicher. *AFJZ. JG 176*, S. 111-119
- POKER, J., DIETER, M., THOROE, C. (2002): Integration of harvested wood products into accounting approaches of the carbon dioxide cycle in the forestry sector. Working Paper 2002/3, BFH, Hamburg, 21 S.
- POLLEY, H., HENNIG, P., SCHWITZGEBEL, F. (2005): Holzvorrat, Holzzuwachs und Holznutzung. *AFZ-DerWald*, Nr.3, S.111-113
- PREGERNIG, M. (2007a): Zwischen Alibi und Aushandlung: Ein empirischer Blick auf die Interaktion zwischen Wissenschaft und Politik am Beispiel der österreichischen Umwelt- und ressourcenpolitik. In: KROTT, M. & SUDA, M. (Hrsg.): *Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Politikberatung im Politikfeld Wald und Umwelt*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 43-79
- PREGERNIG, M. (2007b): Science Policy Consultation as Boundary Spanning: the Interaction of Science and Politics in two US Bioregional Assessments. In: REYNOLDS, K.M., THOMSON, A.J., KÖHL, M., SHANNON, M.A., RAY, D. AND RENNOLLS, K. (Hrsg.): *Sustainable Forestry – From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science*, CAB International, Oxfordshire, S. 129-144
- RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG (2004): Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung zum Thema: Waldwirtschaft als Modell für

- nachhaltige Entwicklung: Ein neuer Schwerpunkt für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie. 15.6.2004, 11 S.
- REESE-SCHÄFER, W. (2001): Niklas Luhmann zur Einführung, 4. Aufl., Junius, Hamburg
- RENNENBERG, H., SEILER, W., MATYSSEK, A., GESSLER, A., KREUZWIESER, J. (2004): Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) - ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? AFJZ, JG 175 Nr10/11, S. 210-224
- REYNOLDS, K.M., SHANNON, M.A., KÖHL, M., RENNOLLS, K. THOMSON, A.J., RAY, D. (2007): Overview. In: REYNOLDS, K.M., THOMSON, A.J., KÖHL, M., SHANNON, M.A., RAY, D., RENNOLLS, K. (Hrsg.): Sustainable Forestry – From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science, CAB International, Oxfordshire, S. 1-13
- ROGALL, H. (2000): Bausteine einer zukunftsfähigen Umwelt- und Wirtschaftspolitik. Duncker & Humboldt, Berlin
- ROSENBAUM, K.L., SCHOENE, D., MEKOUAR, A. (2004): Climate change and the forest sector. FAO Forestry Paper 144, Rome, 58 pp.
- SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. Bd. 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- SARTZKI, T. (2003): Aufklärung, Beteiligung und Kritik: Die „argumentative Wende“ in der Policy-Analyse. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): Lehrbuch der Politikfeldanalyse, Oldenburg Verlag, München, S. 391-421
- SCHÄFFER, J. (2006): Erste Wiederholung der Bodenzustandserfassung im Wald angelaufen. FVA-Einblick, Nr. 2/06, S. 5-7
- SCHARPF, F.W. (2000): Interaktionsformen – Akteurszentrierter Institutionalismus in der Politikforschung. Opladen
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Ulmer Verlag, Stuttgart
- SCHLAMADINGER, B., MARLAND, G. (1996): The role of forest and bioenergy strategies in the global carbon cycle. Biomass and Bioenergy, Vol. 10 (5/6), S. 275-300
- SCHMID, S. (2005): Carbon budget of Swiss forests: Evaluation and application of process models for assessing the future impact of management and environmental change. Zürich
- SCHÖNWIESE, C.-D. (2002): Klima in der Diskussion. AFZ-Der Wald, S. 386-389
- SCHÖNWIESE, C.-D. (2005a): Globaler und regionaler Klimawandel. Indizien der Vergangenheit, Modelle der Zukunft. UWSF-Z. Umweltchemische Ökotoxikologie, Nr. 17, S. 171-175
- SCHÖNWIESE, C.-D. (2005b): Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von klimatologischen Extremereignissen. UBA, Berlin

- SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (2003): Politikdimensionen und Fragestellungen der Politikfeldanalyse. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): Lehrbuch der Politikfeldanalyse, Oldenburg Verlag, München, S. 3-22
- SCHUBERT, K. (2003): Pragmatismus, Pluralismus, Policy Analysis: Ursprünge und theoretische Verankerung der Policy Analyse. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): Lehrbuch der Politikfeldanalyse, Oldenburg Verlag, München, pp. 37 – 70
- SCHULTE, A., BÖSWALD, K., JOOSTEN (2001): Weltforstwirtschaft nach Kyoto: Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher und regenerative Energieträger. In: SCHULTE, A., BÖSWALD, K., JOOSTEN, R. (Hrsg.): Weltforstwirtschaft nach Kyoto. Paderborn
- SCHULZE, E. D. (2001): Die Wälder als Kohlenstoffsenke. AFZ-DerWald. 16/01, S.836 bis 838
- SCHULZE, E. D. (2002): Die Bedeutung der naturnahen Waldwirtschaft für den globalen CO₂-Haushalt. AFZ-DerWald. 20/02, S.1051 bis 1053
- SCHULZE, E.D (2000). Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde. Max-Planck-Forschung, JV2000
- SCHÜTZ, C. (2002): Schweigen im Walde. Süddeutsche Zeitung (20.8.02), S.18
- SEEL, A. (1993): Zur Effizienz der Umweltpolitik: die Sicht der Ökonomischen Theorie der Politik. TU München, Dissertation
- SEIPEL, C. & RIEKER, P. (2003): Integrative Sozialforschung – Konzepte und Methoden der qualitativen und quantitativen empirischen Forschung. Juventa Verlag, Weinheim / München
- SHACKLETON, N.J. (2000): The 100,000-Year Ice-Age Cycle Identified and Found to Lag Temperature, Carbon Dioxide, and Orbital Eccentricity. Science 15, Vol. 289 Nr. 5486, pp. 1897-1902
- SHANNON, M.A., BUTTOUD, G. & PÄIVINEN, R. (2007): Science is Endogenous to Sustainable Forestry – Implications for Scientists and Policymaker. In: REYNOLDS, K.M., THOMSON, A.J., KÖHL, M., SHANNON, M.A., RAY, D. & RENNOLLS, K. (Hrsg.): Sustainable Forestry – From Monitoring & Modelling to Knowledge Management & Policy Science, CAB International, Oxfordshire, S. 1-13
- SIMONIS, U.E. (2001): Stichwort Umweltpolitik. www.bibliothek.wz-berlin.de/pdf/2001/ii01-403.pdf [20.4.2001]
- SIMONIS, U.E. (2004): Energieoption und Waldooption - der technische und der natürliche Weg zum Internationalen Klimaschutz. In: WZB - DISKUSSION PAPERS (Hrsg.): Festrede auf der Deutschen Forstwissenschaftlichen Tagung. München-Weihenstephan, 33 S.
- SIMONIS, U.E. (2007): Energieoption und Waldooption – Plädoyer für eine Doppelstrategie im Klimaschutz. Solarzeitalter, 01/2007, S. 39-46

- STEHLING (1999): Ökon. Instrumente der Umweltpolitik zur Reduzierung stofflicher Emissionen. www.elib.unistuttgart.de/opus/volltexte/2004/1816/pdf/oekonomischeinstrumente.pdf [12.2.2005]
- STERN (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change. www.hm-treasury.gov.uk [13.12.2006]
- STMLF (2003): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe. www.stmlf-design2.bayern.de/tfz/dow/pdf/gesamtkonzept_nawaro.pdf [14.04.2005]
- TACCONI, L. (2003): Fires in Indonesia: Causes, Costs and Policy Implications. CIFOR Occasional Paper, 34 p.
- THARANDTER ENTSCHLIEßUNG (2005): Tharandter Entschließung zur künftigen Berücksichtigung der ‚Wald-Holz-Option‘ bei der Umsetzung des Kyoto Protokolls durch die Bundesregierung, in: AFZ-DerWald, Nr.22/2005, S. 1221
- THOROE, C. (2003): Senkeneffekte der Forst- und Holzwirtschaft unzureichend honoriert?, Forst & Holz, JG58 Nr.3, S.55-58
- THÜRIG, E. (2004): Carbon budget of Swiss forests: evaluation and application of empirical models for assessing future management impacts, Dissertation ETH Zürich, 123 S.
- UBA (2003): Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement zur Unsicherheitsbestimmung. Stand 30.12.2003
- UBA (2005): Deutsches Treibhausgasinventar 1990 - 2003. Berlin, 504 S.
- UBA (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jhdt., www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Klimaaenderungsworkshop.pdf [3.5.06]
- UNEP (2002): An emerging market for the environment: A guide to Emission Trading. www.unep.org/energy/publications/pdfs/EmissionsTrading-Feb03.pdf [15.5.2005]
- UNFCCC (1992): Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> [2.12.02]
- UNFCCC (1997): Kyoto Protokoll. [www.unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf) [15.6.2003]
- UNFCCC (1999): Klimaveränderungen besser verstehen - ein Leitfaden für Anfänger zur Klimakonvention der Vereinten Nationen und zum Kyoto Protokoll. http://unfccc.int/resource/docs/publications/beginner_ge.pdf [12.4.05]
- UNFCCC (2002): Decision 11/CP.7: Land use, land-use change and forestry. http://unfccc.int/files/meetings/workshops/other_meetings/application/pdf/11cp7.pdf [21.5.04]
- UNFCCC (2003): Estimation, reporting and accounting of harvested wood products. Technical Paper, FCCC/TP/2003/7, 44 pp.
- UNFCCC (2006): GHG Data 2006: Highlights from greenhouse gas (GHG) emissions for 1990 – 2004 for Annex-I-Parties, 24 p.

http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/ghg_booklet_06.pdf [29.8.07]

- VIEHÖVER, W. (2004): Die Wissenschaft und die Wiederverzauberung des sublunaren Raumes. Der Klimadiskurs im Licht der narrativen Diskursanalyse. In: KELLER, R., HIRSELAND, A., SCHNEIDER, W., VIEHÖVER, W. (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Band 2: Forschungspraxis, 2. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 233-269.
- VOGT, K.A., VOGT, D.J., PALMIOTTO, P.A., OON, P., OHARA, J., ASBJORNSEN, H. (1996): Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. Plant and Soil, Vol. 187 Nr.2, pp. 159-219
- VOLZ, K.-R. (1991): Zur ökonomischen Dimension des Waldumbaus. AFZ-DerWald, Nr. 24/1991, S.1228-1234
- VON ALEMANN, U. (1989): Organisierte Interessen in der Bundesrepublik. Leske & Budrich. Opladen
- VON LÜPKE, B. (2004): Risikominimierung durch Mischwälder und naturnahen Waldbau: Ein Spannungsfeld. Forstarchiv, JG 75, S.43-50
- VON PRITTWITZ, V. (1990): Das Katastrophenparadox. Leske & Budrich, Opladen
- VON PRITTWITZ, V. (1996): Verhandeln und Argumentieren: Dialog, Interessen und Macht in der Umweltpolitik. Leske & Budrich, Opladen
- VON TEUFFEL, K., BAUMGARTEN, M. HANEWINKEL, M., KONOLD, W., SAUTER, U.H., SPIECKER, H. & VON WILPERT, K. (2005): Waldumbau für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 422 S.
- WAGNER, S. (2004): Klimawandel - einige Überlegungen zu waldbaulichen Strategien. Forst und Holz, JG 59, S. 394-398
- WBGU (1998a): Presseerklärung: Anrechnungsverfahren gefährdet Fortschritte beim Klimaschutz, WBGU-Sondergutachten zum Kyoto Protokoll der Klimarahmenkonvention, 26.6.1998, 4 S.
- WBGU (1998b): Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz? WBGU, Bremerhaven, 52 S.
- WBGU (2003): Über Kioto hinaus denken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert. Sondergutachten des Wissenschaftl. Beirates für Globale Umweltfragen, Berlin, 87 S.
- WEBER, M. (1988): Gesammelte politische Schriften. 5. Aufl., J.C.B. Mohr Verlag, Tübingen
- WEGENER, G. (1994): Bewertung von Holz im Vergleich mit anderen Rohstoffen unter dem Aspekt der CO₂-Bilanz. München,

- WEGENER, G.; ZIMMER, B. (2001a): Holz als Rohstoff - Holz und seine Bedeutung als zukunftsfähiger Rohstoff, Energieträger und Kohlenstoffspeicher. In: Baden-Württemberg, L.F.P.B. (Hrsg.): Der Deutsche Wald, JG 51 Nr. 1, Stuttgart, 84 S.
- WEGENER, G.; ZIMMER, B. (2001b): Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher und Energieträger. In: SCHULTE, A., BÖSWALD, K. & JOOSTEN, R. (Hrsg.): Weltforstwirtschaft nach Kyoto: Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher und regenerative Energieträger. Paderborn
- WEINGART, P. (2001) Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Velbrück, 397 S.
- WEISS, P., SCHIELER, K., SCHADAUER, K., RADUNSKY, K., ENGLISCH, M. (2000): Die Kohlenstoffbilanz des Österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto Protokoll. 106, Umweltbundesamt GmbH, Wien, 94 S.
- WEWER, G. (2003): Politikberatung und Politikgestaltung. In: SCHUBERT, K. & BANDELOW, N.C. (Hrsg.): Lehrbuch der Politikfeldanalyse, Oldenburg Verlag, München, S. 361-390
- WICKE, L. (1993): Umweltökonomie. 4. Aufl, Vahlen, München
- WINKEL, G. & MEMMLER, M. (2007): Argumentative Politikberatung in der Naturschutzpolitik. In: KROTT, M. & SUDA, M. (Hrsg.): Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Politikberatung im Politikfeld Wald und Umwelt, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 203-245
- WIRTH, C., SCHULZE, E.-D., SCHWALBE, G.; TOMCZYK, S.; WEBER, G.; WELLER, E. (2004a): Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Jena, 308 S.
- WIRTH, C., SCHUMACHER, J., SCHULZE, E.-D. (2004b): Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe - a meta-analysis approach towards prediction and uncertainty estimation. Tree Physiology, Vol. 24, S. 121-139
- WITZEL, A. (1996): Auswertung problemzentrierter Interviews – Grundlagen und Erfahrungen. in: Strobl, R. & Böttger, A. (Hrsg.): Wahre Geschichten? Zu Theorie und Praxis qualitativer Interviews. Baden-Baden, S. 49-76
- WITZEL, A. (2000): Das problemzentrierte Interview. Forum Qualitative Sozialforschung, 1 (1), <http://qualitative-research.net/fqs-texte/1-00/1-00witzel-d.htm> [30.4.07]
- WOLFF, B., ERHARD, M., HOLZHAUSEN, M., KUHLLOW, T. (2003): Das Klima in den forstlichen Wuchsgebieten und Wuchsbezirken Deutschlands. Mitteilungen der BFH, Hamburg
- ZELL, J. (2005): Anwendung des Bodenkohlenstoffmodells YASSO in Baden-Württemberg. FVA Baden-Württemberg, unveröffentlicht, 18 S.
- ZELL, J., HANEWINKEL, M., NEEFF, T. (2006): Influence on catastrophic storm events on carbon storage – the “Lothar” case study. European Journal of Forest Research (eingereicht)

- ZIMMERMANN, K. (2005): Wälder als Kohlenstoffsinken unter "Kyoto"-Artikel 3.4. Freiburg, Albert-Ludwigs-Universität, Diplomarbeit, 75 S.
- ZIRLEWAGEN, D., v. WILPERT, K. (2004): Using model scenarios to predict and evaluate forest-management impacts on soil base saturation at landscape level. European Journal of Forest Research, Vol. 123, S. 269-282
- ZMP (2005): Forst und Holz Marktbilanz. Bonn