

ARBEITSBERICHT

aus dem Institut für Weltforstwirtschaft

Nr. 2011/04

Hintergründe zur Reduktion der Senkenleistung aus Waldbewirtschaftung seit 1990

Joachim Krug, Konstantin Olschofsky (WFW)
Karsten Dunger, Thomas Riedel (WOI)



Institut für Weltforstwirtschaft (WFW)

Institut für Waldökologie und Waldinventuren (WOI)



Hintergründe zur Reduktion der Senkenleistung aus Waldbewirtschaftung seit 1990

Stellungnahme im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Joachim Krug, Thomas Riedel, Konstantin Olschofsky (WFW)

Karsten Dunger (WOI)

Hamburg, 31.03.2010

Dr. Joachim Krug, Dr. Thomas Riedel (ab Juli 2010: WOI) und Konstantin Olschofsky sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts für Weltforstwirtschaft (WFW) des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI). Karsten Dunger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren (WOI) des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI). Die vorliegende Stellungnahme entstand im Frühjahr 2010 im Zuge einer Anfrage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Adresse: Institut für Weltforstwirtschaft
Leuschnerstr. 91
21031 Hamburg
Telefon: (49) 40 73962 141
Email: joachim.krug@vti.bund.de

Die *Arbeitsberichte aus dem Institut für Weltforstwirtschaft* stellen vorläufige, nur eingeschränkt begutachtete Berichte über Arbeiten aus den beteiligten Instituten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts dar. Die in den Arbeitsberichten geäußerten Meinungen spiegeln nicht notwendigerweise die der Institute wider. Kommentare sind erwünscht und sollten direkt an die Autoren gerichtet werden.

Der vorliegende Arbeitsbericht kann unter <http://www.vti.bund.de/de/startseite/vti-publikationen/> kostenfrei heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

0. Vorbemerkungen und Eingrenzung	4
1. Stand des Wissens	4
2. Analyse der verringerten Senkenleistung	6
2.1 Analyse der verringerten Senkenleistung über alle Baumarten und Altersklassen	6
2.2 Die Verteilung der Zunahme des Zuwachses und der Nutzung auf die Baumartengruppen und Altersklassen	12
3. Standflächenentwicklung	12
4. Schlussfolgerung	14

0. Vorbemerkungen und Eingrenzung

Die auffällige Reduktion der Senkenleistung aus Waldbewirtschaftung seit 1990 (insbesondere seit 2002) wurde bisher sowohl dem aus Nachkriegsaufforstungen angelasteten Alterklassenaufbau der Waldbestände, als auch einer erhöhten Vorratsanreicherung bis 2002 und einer verstärkten Mobilisierung seit 2002 zugeordnet. Aufgabe dieser Ausarbeitung ist eine nähere Beleuchtung hierzu.

Prinzipiell ist es allerdings kaum möglich eine Senkenleistung alleinig einem ererbten Altersklassenaufbau oder alleinig einer verstärkten Bewirtschaftung zuzuordnen, da sich beide (und auch weitere) Effekte gegenseitig bedingen. Ziel kann daher vielmehr eine Erklärung sein, durch welche Baumarten- und Altersklassenverteilung eine stärkere Senkenleistung bedingt war, bzw. eine Reduktion derer bedingt ist.

Eingrenzend muss von vornherein die hierzu benötigte Datengrundlage betrachtet werden. Einerseits kann der Datenspeicher Waldfond (Bestände der neuen Bundesländer) nur bedingt mit den BWI 1 Daten (alte Bundesländer) verglichen werden und führt (wahrscheinlich) zu einer Unterschätzung der Vorräte zum Zeitpunkt 1993. Dies wiederum führt (wahrscheinlich) zu einer Überschätzung des Zuwachses zwischen BWI 1 und BWI 2.

Weiterhin basieren die Veränderungsschätzer der BWI und der Inventurstudie 2008 auf unterschiedlichen Netzen. Beide Netze liefern zwar für die Periode 1987-2002 äquivalente Schätzer, d.h. sie unterscheiden sich nicht signifikant, aber trotz allem differieren sie leicht, was den Effekt der Senkenreduktion (wahrscheinlich) zusätzlich bedingt¹.

1. Stand des Wissens

Abbildung 1 beschreibt die Entwicklung der Speicherleistung aus Waldbewirtschaftung und die deutliche Abnahme der Senkenleistung. Während des betrachteten Zeitraumes (basierend auf BWI 1, BWI 2, Inventurstudie 08 und Waldgesamtrechnung) nimmt die Senkenleistung (negative, rote Zahlen bedeuten die Speicherung von atmosphärischem Kohlenstoff) kontinuierlich ab und tendiert in der Zukunft gegen Null.

Die WEHAM Projektion (Basisszenario A) spiegelt die nach aktuellem Stand und bestem Wissen zu erwartende Speicherentwicklung wieder: die Umkehr von der derzeitigen Senkenleistung des Waldes zu einer C-Quelle in sehr naher Zukunft. Eine langfristige Quellensituation wird allerdings bei Beibehaltung der nachhaltigen Forstwirtschaft nicht erwartet. Auffällig sind weiterhin die deutlichen Reaktionen auf Kalamitätenereignisse (Stürme Lothar 1999 und Kyrill 2007).

¹ Siehe hierzu „Vorstudie über die Netzrepräsentativität für die Zuwachs- und Nutzungsanalyse nach Baumartengruppen und Altersklassen“ von T. Riedel (Studie vom 26.03.2010) im Anhang.

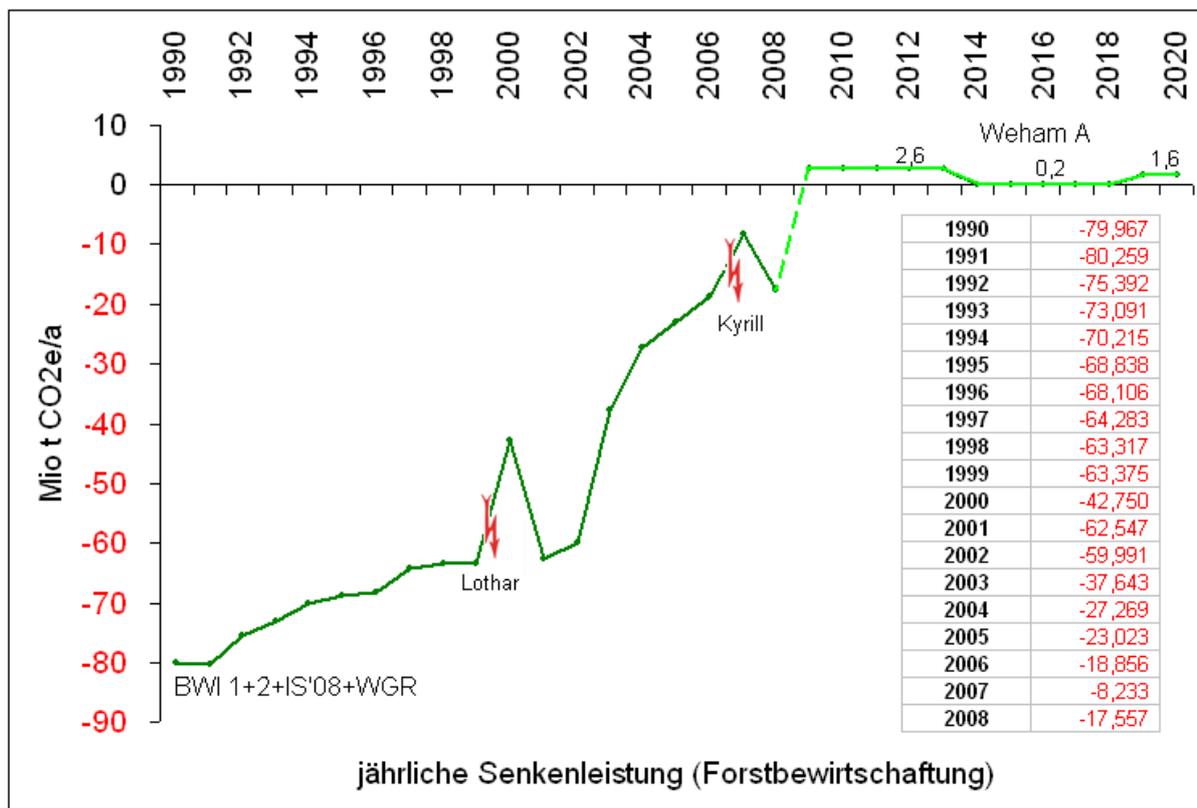


Abbildung 1: Senkenleistung der Forstbewirtschaftung in Deutschland historisch und durch WEHAM (Basiszenario A) bis 2020 projiziert. Rote, negative Ziffern bezeichnen die Entnahme atmosphärischen Kohlenstoffs, also den Senkeneffekt, schwarze, positive Zahlen dagegen Emissionen.

Die Addition der periodischen CO₂-Speicherleistungen aus der BWI und der Inventurstudie 2008 (dunkelblau gestrichelt in Abbildung 2) sowie der in CO₂-Äquivalente umgerechnete jährlichen Holznutzungsmengen (rot in Abbildung 2) resultieren in der Entstehung der dunkelgrünen Kurve in Abbildung 1.

Abbildung 2 verdeutlicht zwei Dinge: Die Verdopplung der Nutzungsmengen (Abgänge) im betrachteten Zeitraum und eine Schwankung des Zuwachses um etwa 10% zwischen beiden Inventurperioden. Bei Letzterem spielt der Netzeffekt eine Rolle, aber auch die jeweils betrachtete Grundgesamtheit (mit oder ohne unproduktiven Wald etc.) bzw. die angewandten Konversionsverfahren von Derbholz in lebende Biomasse.

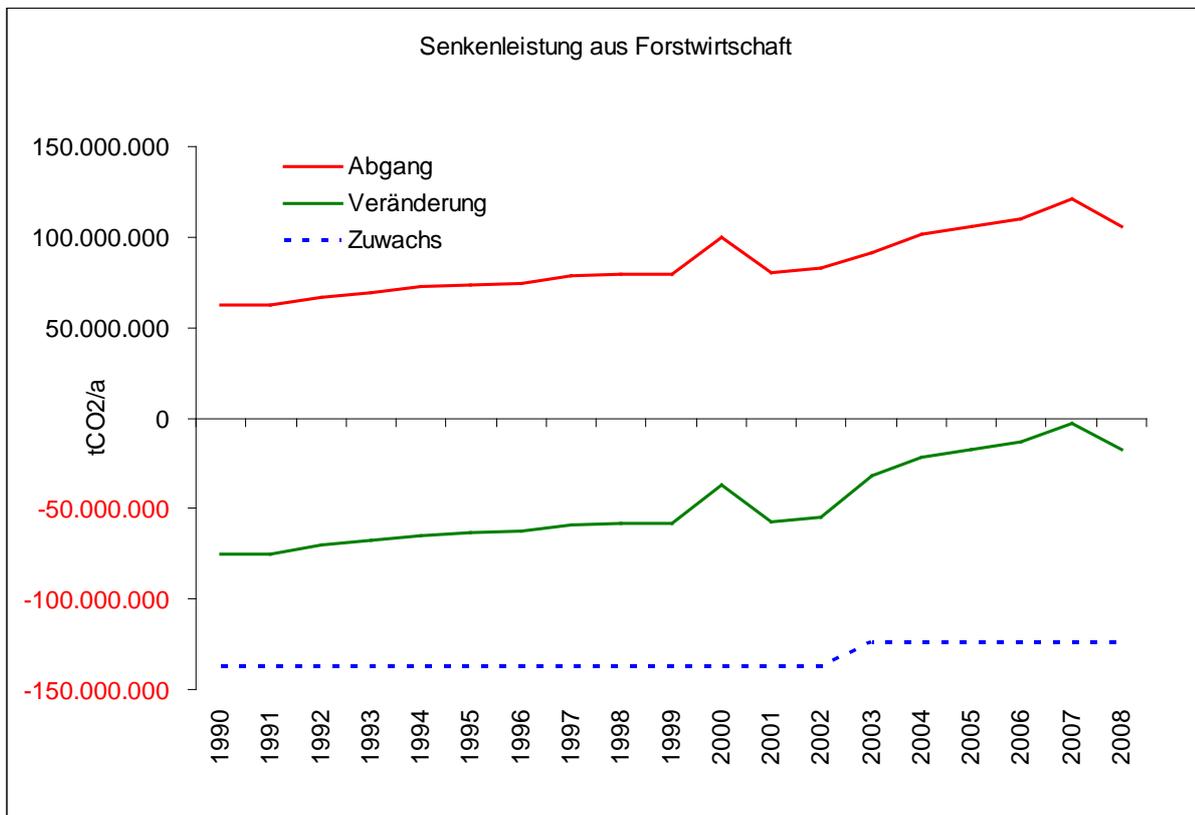


Abbildung 2: Entstehen der Senkenleistung aus Forstwirtschaft zwischen 1990 und 2008 (tCO₂) - (dunkelgrün entspricht der dunkelgrünen Funktion in Abbildung 1) durch Addition der periodischen Zuwächse (gestrichelt blau) aus der BWI und der jährlichen Holznutzungsstatistik (rot).

Zur Klärung der Aufgabe muss grundlegend berücksichtigt werden, dass die Entwicklung der Speicher- und Senkenleistung des Waldes eng zusammenhängt mit der Altersklassenverteilung: Während junge und wüchsige Bestände eine hohe Produktionsleistung und damit eine hohe C-Senkenleistung aufweisen, wird diese Leistung bei älteren und überalternden Beständen reduziert. In Deutschland wird durch die bestehende Altersklassenstruktur erwartet, dass der Wald innerhalb der kommenden Jahre zur THG-Quelle wird.

2. Analyse der verringerten Senkenleistung

2.1 Analyse der verringerten Senkenleistung über alle Baumarten und Altersklassen

Die Auswertung und Summierung der Zuwächse und Abgänge zwischen BWI 1 (Stichjahr 1987) und BWI 2 (Stichjahr 2002) für das Gebiet der alten Bundesländer auf dem 8x8-Netz weisen eine Bindung im jährlichen Mittel von 7,9 Millionen Tonnen Kohlenstoff auf. Im darauf folgenden Zeitraum von 2002 bis zur Inventurstudie im Jahre 2008 sinkt die mittlere jährliche Bindung auf 0,1 Millionen Tonnen Kohlenstoff ab. Verdeutlicht wird dies anhand der Abbildung 3, in welcher der Abschöpfungsgrad für alle Baumarten dargestellt ist. Abschöpfungsgrade

über 100% entstehen bei einer gegenüber dem Zuwachs höheren Nutzung. In Abbildung 3 zeigt sich ein deutlich steilerer Anstieg und eine Stabilisierung des Abschöpfungsgrades auf einem höheren Niveau in der Inventurperiode 2002-2008 gegenüber der Periode 1987-2002. D.h. auch in jüngeren Jahrgängen wird in der Periode 2002-2008 stärker genutzt als in der vorangegangenen Periode, wobei sich ab den Altersklassen 81-100 und darüber der Abschöpfungsgrad nahezu verdoppelt hat.

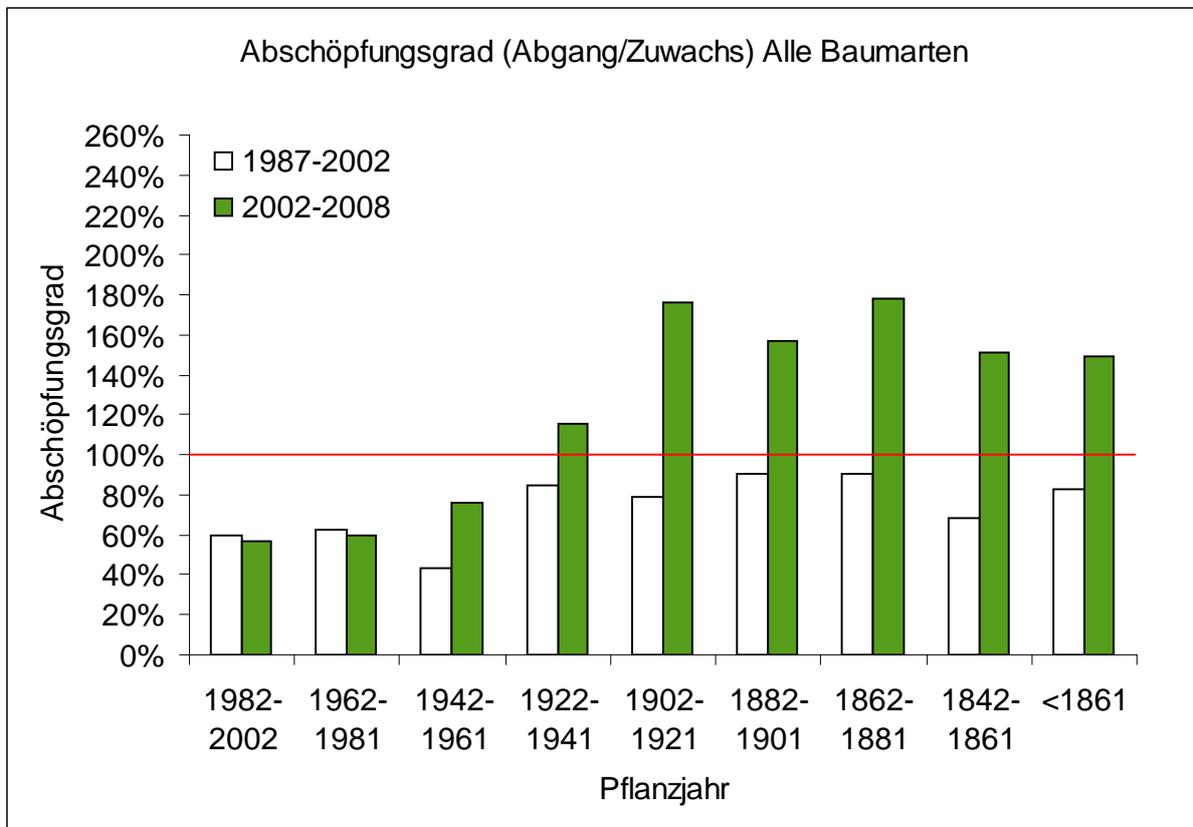


Abbildung 3: Unterschiedliche Abschöpfungsgrade zwischen beiden Inventurperioden pro Altersklasse für alle Baumarten (nur alte Bundesländer).

Eine weitere Differenzierung zur Erklärung dieser Unterschiede nach Hauptbaumartengruppen und Altersklassen erscheint an dieser Stelle sinnvoll.

Nadelholz:

Abbildung 4 zeigt die Unterschiede für die Entwicklung des Abschöpfungsgrades der Nadelholzbestände. Deren Verlauf orientiert sich stark am Kurvenverlauf in Abbildung 3, liegt jedoch mit Abschöpfungsgraden > 200% in einigen Altersklassen auf einem deutlich höheren Niveau. In der Inventurperiode 2002-2008 wird ab dem Alter 60 deutlich mehr genutzt als zuwächst. Dagegen liegt der Zuwachs in der ersten Inventurperiode im Schnitt deutlich über der Nutzung.

Eine andere Herangehensweise an die Klärung der Fragestellung zeigt die Abbildung 5, in welcher die beiden Inventurperioden dem Begründungsjahr der Bestände gegenübergestellt werden. Positive Werte entsprechen Zuwächsen und negative Werte Abgängen. In Ohne Füllung sind die mittleren jährlichen Zuwächse und Abgänge der Inventurperiode 1987 bis 2002 und blau gefüllt für den Inventurzeitraum 2002 bis 2008 dargestellt. Die Einteilung nach Jahren der Bestandesbegründung ermöglicht einen Vergleich zwischen den Inventurzeiträumen. Die Verrechnung von Zuwachs und Abgang ergibt die als Dreieck dargestellte Netto Änderung. Durch die Verwendung von Totalen wird der Einfluss von sich ändernden Flächenanteilen ausgeschlossen.

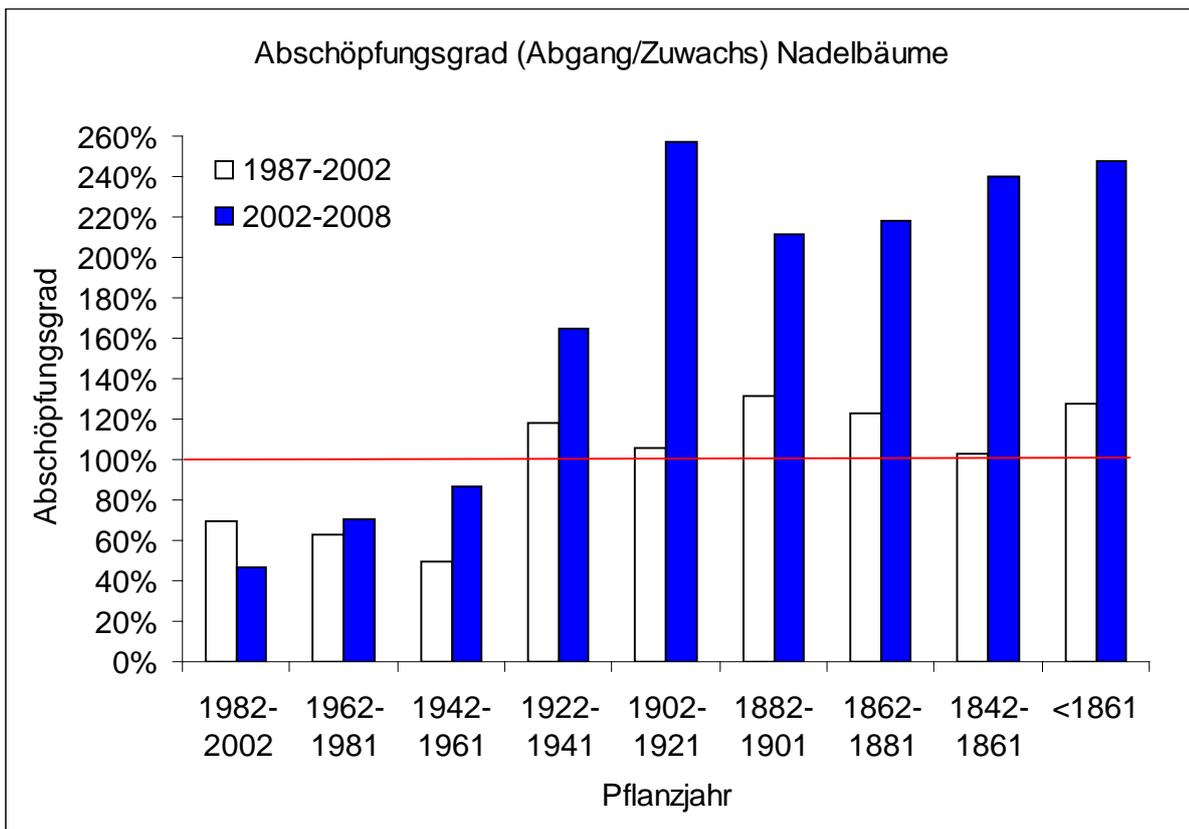


Abbildung 4: Unterschiedliche Abschöpfungsgrade zwischen beiden Inventurperioden pro Altersklasse für Nadelhölzer (alte Bundesländer).

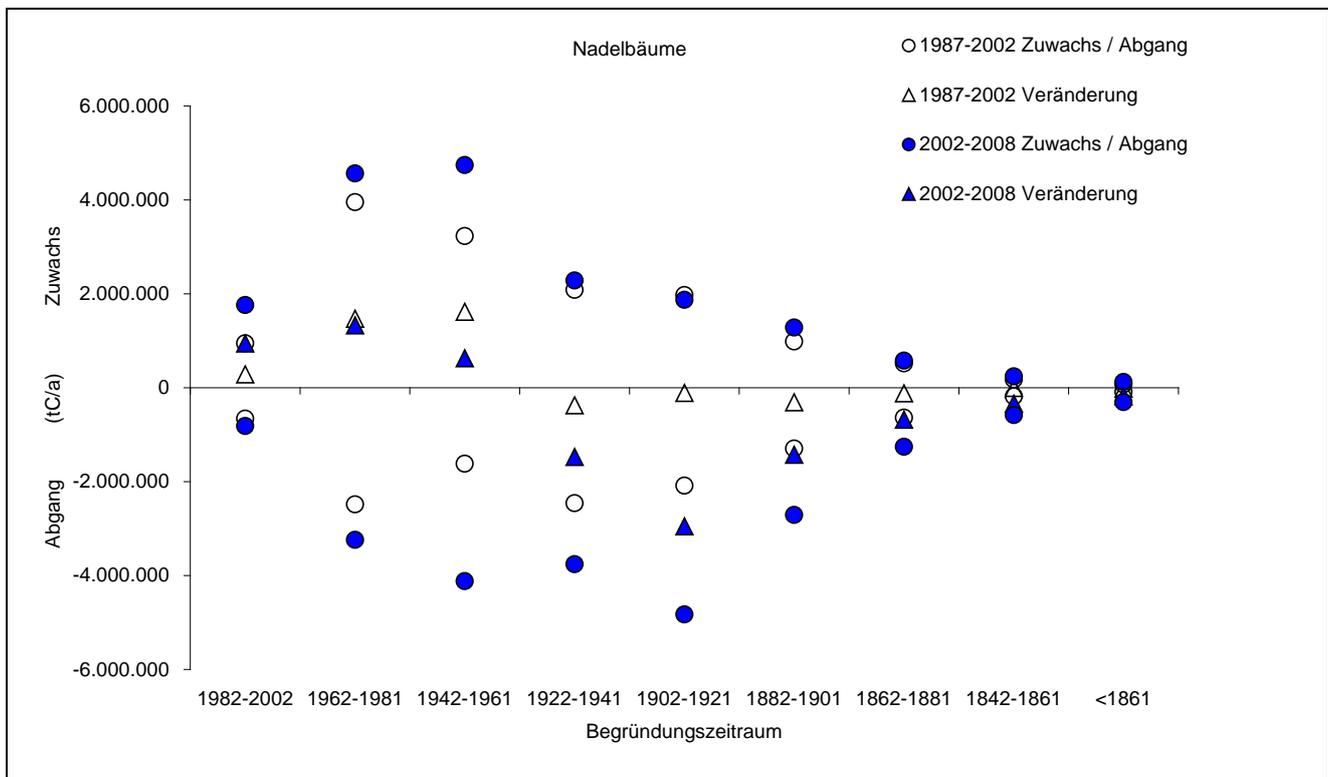


Abbildung 5: Unterschiede für die Entwicklung der Nadelholzbestände in t Kohlenstoff/Jahr, alte Bundesländer. Positive Werte entsprechen Zuwächsen und negative Werte Abgängen. Ohne Füllung sind die mittleren jährlichen Zuwächse und Abgänge der Inventurperiode 1987 bis 2002 und in Blau für den Inventurzeitraum 2002 bis 2008 dargestellt. Die Verrechnung von Zuwachs und Abgang ergibt die als Dreieck dargestellte Netto Änderung.

Gemäß den Wachstumsgesetzen ist ein Rückgang des Zuwachses mit dem Alter zu beobachten. Die Entwicklung der zwischen 1942 und 1961 gegründeten Bestände zeigt ein mit zunehmenden Alter steigenden Zuwachs aber auch eine steigende Nutzung dieser Bestände in der Inventurperiode 2002-2008 auf. Die daraus resultierende Nettoveränderung ist geringer als in dem Inventurzeitraum 1987-2002. Die unter 60-jährigen Bestände im Zeitraum 2002 bis 2008 weisen einen größeren Zuwachs auf als in den Jahren 1987-2002. Die Abgänge in dem Zeitraum 2002-2008 fallen in allen Altersklassen stärker aus als in dem Zeitraum davor. Da für das Nadelholz die Nutzung höher als der Zuwachs ist, ergibt sich netto ein Verlust im Kohlenstoffvorrat; es wird Kohlenstoff emittiert.

Laubholz:

Die Abbildung 6 zeigt analog zur Abbildung 4 die Entwicklung des Abschöpfungsgrades für Laubholz. Dessen Entwicklung ist gegenüber den Nadelhölzern deutlich verzögert und liegt mit maximal 150% deutlich unter dem Niveau der Nadelhölzer. Im Inventurintervall 2002-2008 wird in einigen Altersklassen über den Zuwachs hinausgenutzt, während dieser Effekt in der ersten Inventurperiode nicht auftritt.

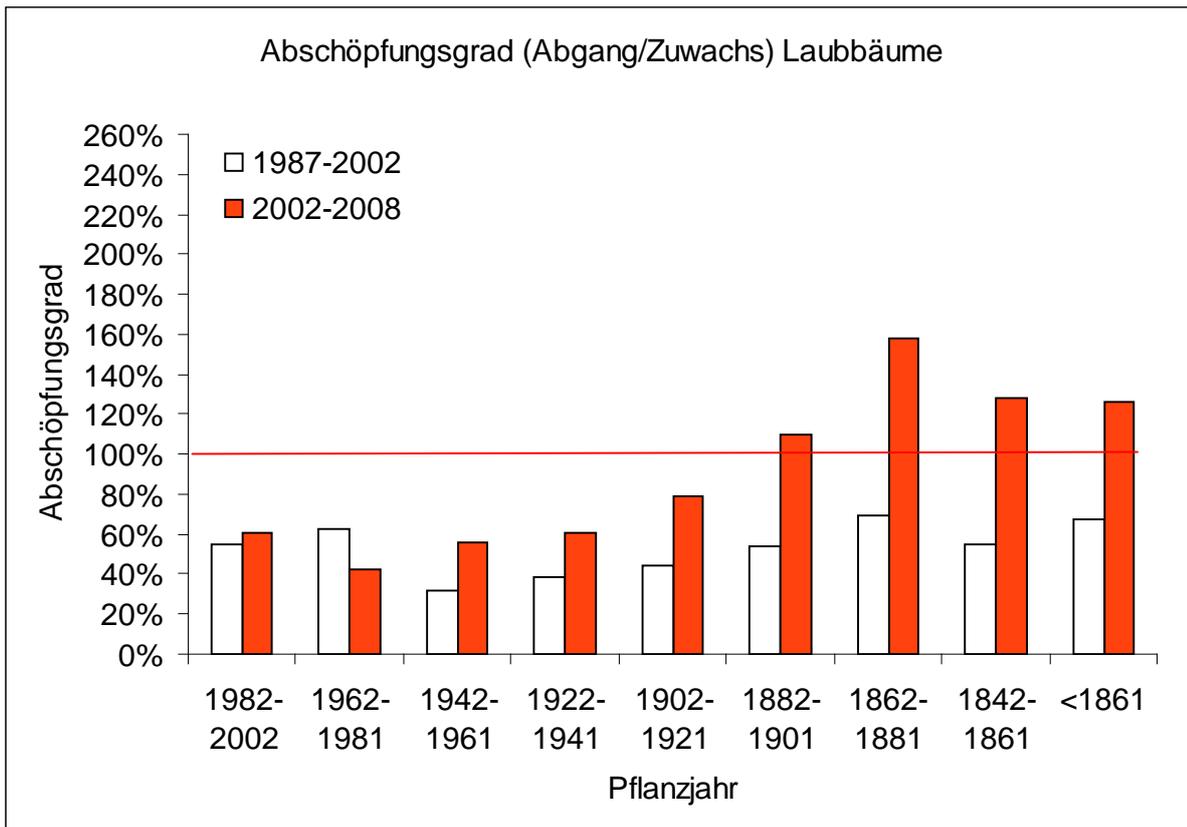


Abbildung 6: Unterschiedliche Abschöpfungsgrade zwischen beiden Inventurperioden pro Altersklasse für Laubhölzer, alte Bundesländer.

In Abbildung 7 sind die Zuwächse und die Abgänge pro Inventurperiode bezogen auf das Begründungsjahr für das Laubholz dargestellt. Auch hier steigt der Zuwachs und die Nutzung ab 2002 an und führt Netto zu einer Zunahme. Diese kompensiert den Rückgang des Nadelholzes wie es Tabelle 1 verdeutlicht. Die drastische Steigerung des Zuwachses in den jungen Beständen ist vor allem auf die starke Standflächenzunahme (Waldumbau) der Buche zurückzuführen, vergl. Abbildung 8a und 8b.

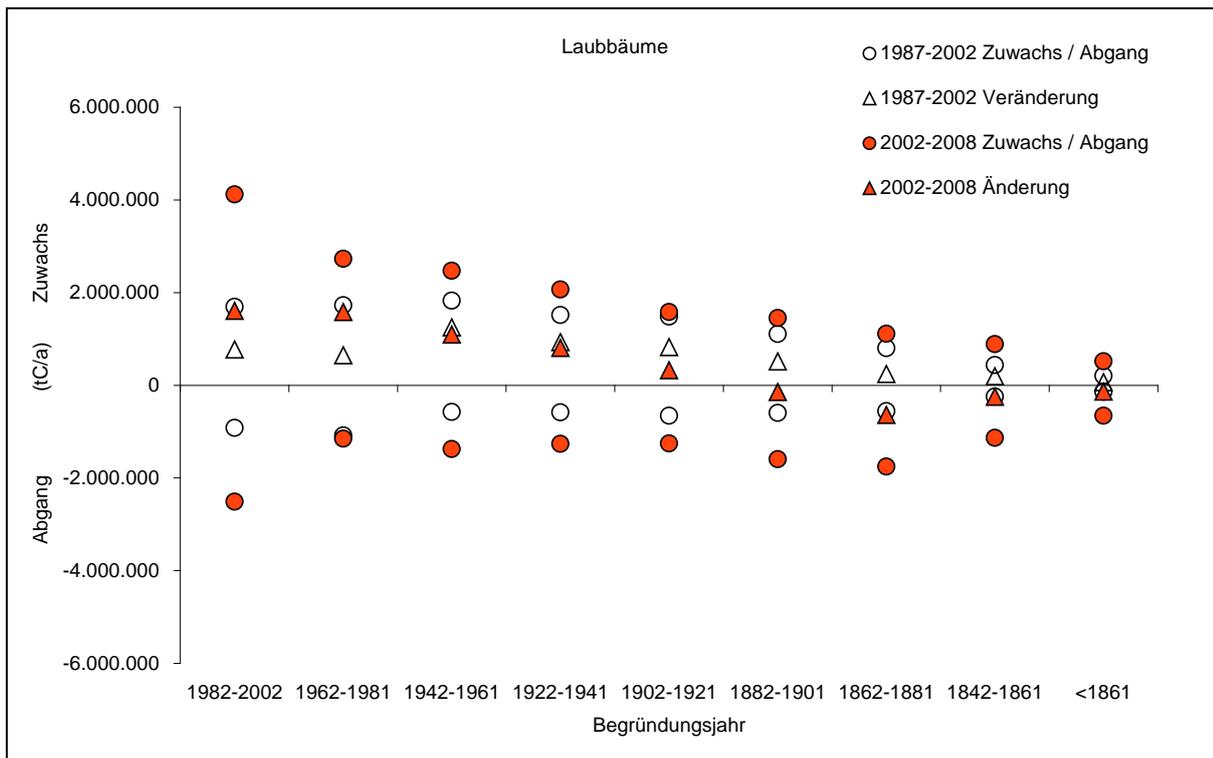


Abbildung 7: Unterschiede für die Entwicklung der Laubholzbestände in t Kohlenstoff/Jahr, alte Bundesländer. Positive Werte entsprechen Zuwächsen und negative Werte Abgänge. Ohne Füllung sind die mittleren jährlichen Zuwächse und Abgänge der Inventurperiode 1987 bis 2002 und rot gefüllt für den Inventurzeitraum 2002 bis 2008 dargestellt. Die Verrechnung von Zuwachs und Nutzung ergibt die als Dreieck dargestellte Netto Änderung.

Tabelle 1: Jährliche Nettoveränderungen in t C/a, alte Bundesländer.

Zeitraum	Nadelholz	Laubholz	Gemeinsam
BWI 1 – BWI 2	2.435.738	5.446.878	7.882.616
BWI 2 – IS 08	-4.152.686	4.256.634	103.948

2.2 Die Verteilung der Zunahme des Zuwachses und der Nutzung auf die Baumartengruppen und Altersklassen

Der Vergleich der Inventurperioden zeigt eine Zunahme des Zuwachses und der Nutzung für Laub und Nadelhölzer. Wie sich die Zunahmen in der Periode 2002-2008 prozentual im Bezug auf die Veränderungen in der Periode 1987-2002 auf die Altersklassen von Nadelholz-, Laubholz- und Gesamtvorrat verteilen, verdeutlicht Tabelle 2.

Tabelle 2: Prozentuale Zu- bzw. Abnahme des Zuwachses und der Abgänge in der Periode 2002-2008 nach Baumartengruppen und Altersklassen (Bestandesbegründung), bezogen auf die Periode 1987-2002 (=100%). Werte über 20% sind grün hervorgehoben, alte Bundesländer.

Zuwachs

	t C/a*	1982 - 2002	1962 - 1981	1942 - 1961	1922 - 1941	1902 - 1921	1882 - 1901	1862 - 1881	1842 - 1861	< 1861
Nadelholz	3.514.389	23%	17%	43%	6%	-3%	9%	2%	2%	1%
Laubholz	6.145.103	39%	16%	11%	9%	2%	6%	5%	7%	5%
zusammen	9.659.492	34%	17%	22%	8%	0%	7%	4%	5%	4%

Abgang

	t C/a*	1982 - 2002	1962 - 1981	1942 - 1961	1922 - 1941	1902 - 1921	1882 - 1901	1862 - 1881	1842 - 1861	< 1861
Nadelholz	-10.102.813	2%	7%	25%	13%	27%	14%	6%	4%	2%
Laubholz	-7.335.347	22%	1%	11%	9%	8%	14%	16%	12%	7%
zusammen	-17.438.160	10%	5%	19%	11%	19%	14%	10%	7%	4%

* = zusätzliche Bindung bzw. Abnahme der C-Vorräte in der Periode (2002 bis 2008) gegenüber der ersten Periode (BWI 1 bis BWI 2, bzw. 1987-2002).

Es wird deutlich, dass 25% der zusätzlichen Abgänge aus Aufforstungen nach dem 2. Weltkrieg stammen und gleichzeitig in dieser Altersklasse 43% des Zuwachses im Nadelholz vorliegen. Die Masse der genutzten Nadelhölzer (27%) stammen aus der Zeit vor dem 1. Weltkrieg, aus den Anfängen des 20sten Jahrhunderts. In dieser Zeit wurden im großen Stil Nadelhölzer aufgefördert, welche jetzt das wirtschaftliche Alter für eine Endnutzung erreicht haben.

3. Standflächenentwicklung

Eine weitere Begründung, warum die Senkenleistung in der Periode 2002-2008 rückläufig ist, liefert ein Blick auf die Standflächenentwicklung (Abbildung 8a und 8b). Während sich die Standflächen der einzelnen Baumartengruppen und Altersklassen in der ersten Periode nur ge-

ringförmig pro Jahr ändern, sind die Änderungen in der Periode 2002-2008 etwa doppelt so hoch, wobei zusätzlich eine deutliche Verlagerung der Standflächen hin zur jüngsten Altersklasse erfolgt. Diese sequestrieren in den ersten Jahren nur wenig Kohlenstoff, im Gegensatz zu den zuwachsstärkeren Altersklassen > 20 Jahre, welche jedoch – wie oben diskutiert – entsprechend stärker genutzt wurden.

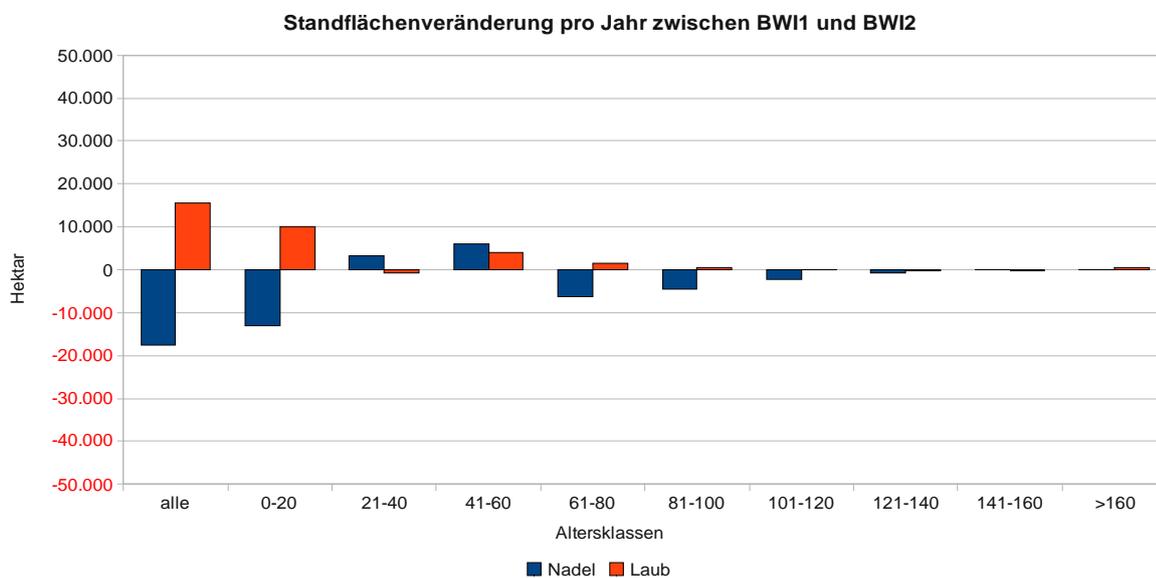


Abbildung 8a: Standflächenveränderung pro Jahr in Hektar nach Laub- und Nadelholzbeständen zwischen der BWI 1 (1987) und der BWI 2 (2002), alte Bundesländer.

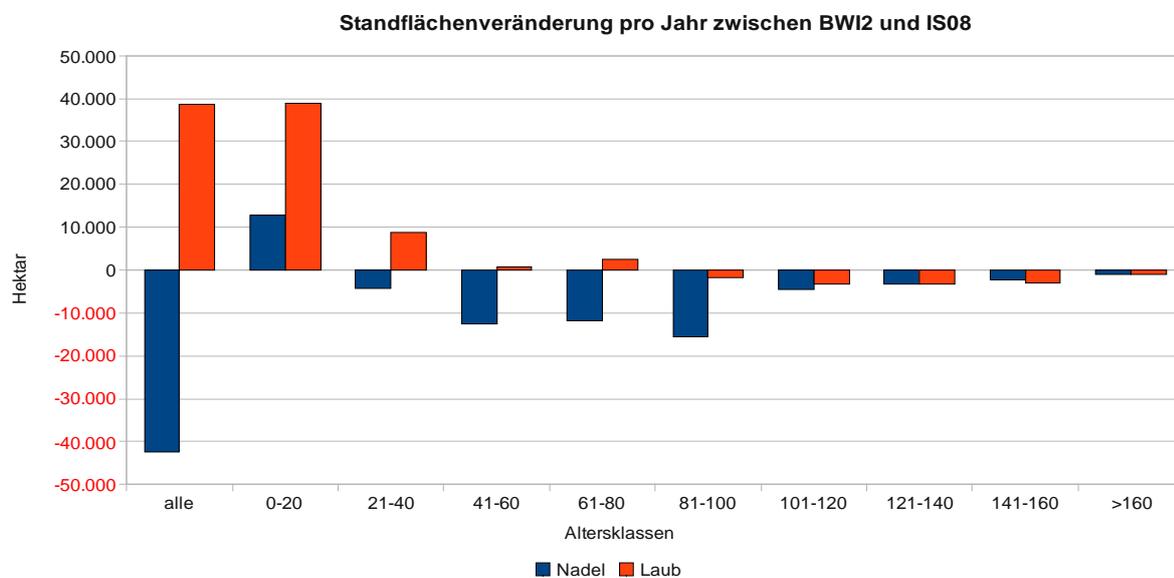


Abbildung 8b: Standflächenveränderung pro Jahr in Hektar nach Laub- und Nadelholzbeständen zwischen der BWI 2 (2002) und der IS 08 (2008), alte Bundesländer.

4. Schlussfolgerung

Forstliches Handeln, wie beispielsweise Entscheidungen für Neubegründungen, hier speziell die Nachkriegsaufforstungen, haben Auswirkungen auf die Entwicklung der nächsten Jahrzehnte. Daher sind die Unterschiede in der Bindungsrate zwischen den Inventurperioden nur zum Teil die Folge der historisch bedingten ungleichmäßigen Altersklassenzusammensetzung des Waldes in der Bundesrepublik.

Zum Anderen spielen hier aber auch veränderte ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen eine Rolle, wie bspw. unterschiedliche Preisentwicklungen in unterschiedlichen Holzsortimenten, Stürme und Kalamitäten.

Mit den durch die BWI und der IS 08 periodisch zur Verfügung gestellten Daten, ist es jedoch nicht möglich, direkte kausale Zusammenhänge zwischen Ursachen (Stürme, Kalamitäten, Änderungen in der Bewirtschaftungsstrategie sowie Nachfrageänderungen) und Resultaten (veränderte Zuwächse, Abgänge und Nettoänderungen) zu erbringen.

Periodisch erhobene Daten lassen nur (lineare) Interpolationen zu, welche durch die Verwendung zusätzlicher Statistiken über Abgänge und Preisentwicklungen in jährlicher Auflösung mehr oder weniger gut an die tatsächlichen Entwicklungen adaptiert werden könnten, so wie dies bspw. in Krug et. al. (2009)² erfolgte.

Abschließend kann festgehalten werden:

1. Die Nutzung und damit die Abschöpfung des Zuwachses setzt in der Inventurperiode 2002-2008 wesentlich früher, d.h. in jüngeren Altersklassen, ein als in der vorangegangenen Periode.
2. Die Nutzungsintensität hat sich nahezu verdoppelt.
3. Maßgebend für die Verringerung der C-Bindung ist die deutlich stärkere Nutzung der hiebsreifen Bestände ab dem Alter 80 weit über den Zuwachs hinaus, wobei die Nachkriegsaufforstungen aus dem 1. Weltkrieg in diese Kategorie fallen; die Nachkriegsaufforstungen nach dem 2. Weltkrieg spielen jedoch noch eine untergeordnete Rolle.
4. Stärkere Verlagerung der Standflächenanteile hin zu jüngeren, Zuwachsärmeren Beständen in Folge der stärkeren Nutzung älterer Bestände.

Für eine weiterführende differenziertere Betrachtung der Ursachen der erhöhten Nutzungsaktivitäten bedarf es einer Modellierung der Entwicklung zwischen den Inventurzeitpunkten unter Verwendung statistisch erfasster Einflussfaktoren wie beispielsweise Einschlagsmengen, Holzpreise oder Sturmereignisse. Unter der Annahme einer Baumarten spezifische typischen be-

² <http://www.cbmjournal.com/content/4/1/5>

wirtschaftungsweise könnten Management bedingte Abweichungen quantifiziert werden. Diese Modellierungen liefern nur Aussagen nur unter den getroffenen Annahmen und dienen dem besseren Verständnis der Mechanismen und damit der Potentiale. Weiterhin ist die Datengrundlage aus der Inventurstudie in ihrer Quantität der Erhebungen und der Qualität der Erfassung von Nutzungszeitpunkten bzw. waldbaulichen Maßnahmen limitiert. Es stehen im Moment keine Kapazitäten für eine solche detaillierte Untersuchung zur Verfügung.