

~~10 UBB 4/86~~

10 UBB 86/4

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERS DES INNERN

— Umweltplanung/Ökologie —

Forschungsbericht 101 03 086

UBA-FB 85-091

ZUR MONETÄREN BEWERTUNG VON UMWELTSCHÄDEN

Methodische Untersuchung am Beispiel
der Waldschäden

von

Prof. Dr. Hans-Jürgen Ewers

Technische Universität Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Grobgliederung

Methodische Probleme der monetären Bewertung eines komplexen Umweltschadens am Beispiel des Waldsterbens in der Bundesrepublik Deutschland

0 Vorwort

1 Grundfragen der monetären Bewertung eines komplexen Umweltschadens, dargestellt am Beispiel des Waldsterbens
(Verfasser: H.-J. Ewers)

2 Szenarien zur Zukunft des Waldes in der Bundesrepublik Deutschland
(Verfasser: H.-J. Ewers und A. Jahn)

3 Forst- und Holzwirtschaft
(Verfasser: H.D. Brabänder, E. Hayessen, B. Möhring und M. Moog)

4 Freizeit und Erholung
(Verfasser: W. Nohl und U. Richter)

5 Wasser und Boden
(Verfasser: H.-M. Brechtel und M. Both)

6 Zur Größenordnung der Folgewirkungen des Waldsterbens
(Verfasser: H.-J. Ewers)

(Feingliederung vor den jeweiligen Kapiteln)

Gliederung

	Seite
1 Grundfragen der monetären Bewertung eines komplexen Umweltschadens, dargestellt am Beispiel des Waldsterbens	1-01
1.1 Zur Notwendigkeit einer monetären Bewertung von Umweltschäden	1-01
1.2 Die grundlegenden Annahmen der monetären Bewertung von Umweltschäden	1-04
1.2.1 Die Wertprämissen	1-04
1.2.2 Die Bewertungsmethoden	1-09
1.3 Die Komplexität von Umweltschäden als Bewertungshindernis: Das Beispiel des Waldsterbens	1-12
1.3.1 Die Bewertungsschritte	1-12
1.3.2 Der Schadensbegriff	1-13
1.3.3 Dimensionen der Komplexität des Umweltschadens Waldsterben	1-15
1.3.3.1 Entkoppelung von Schädigern und Schaden	1-15

	Seite
1.3.3.2 Mangelnde Klarheit des Ursache-Wirkungs-Zusammenhanges	1-16
1.3.3.3 Mangelnde sachliche und zeitliche Abgrenzbarkeit des Schadens	1-17
1.4 Zwei Möglichkeiten zur Komplexitätsreduktion	1-22
1.4.1 Komplexitätsreduktion durch Fortschritte bei der Kausalanalyse: Gefährliches Abwarten	1-22
1.4.2 Komplexitätsreduktion durch Einsatz strukturierter Verfahren zur Überbrückung der Wissenslücke	1-23
1.4.3 Die Kombination des kausalanalytischen Vorgehens mit der Überbrückungsstrategie	1-24
1.5 Vorgehensweise im Rahmen dieser Untersuchung	1-25
1.6 Nicht berücksichtigte Schadensbereiche	1-28
1.6.1 Klima- und Immissionsschutz durch Waldbestände	1-28
1.6.2 Die Kulturfunktion des Waldes	1-34
1.6.3 Der Wald als Jagdgelegenheit	1-36
1.7 Literaturverzeichnis zu Abschnitt 1	1-38

Gliederung zu Abschnitt 2

Seite

2	Szenarien zur Zukunft des Waldes in der Bundesrepublik Deutschland.....	2-01
2.1	Definition und Notwendigkeit der Szenarien.....	2-01
2.2	Betrachtungsperiode und Szenarioannahmen.....	2-05
2.2.1	Betrachtungsperiode.....	2-05
2.2.2	Die Annahmen.....	2-07
2.3	Durchführung der Delphi-Runden.....	2-12
2.4	Die Szenarien im einzelnen - Ergebnisse.....	2-16
2.4.1	Die Variablen.....	2-16
2.4.2	Ein Lesehinweis für den eiligen Leser.....	2-19
2.4.3	Ergebnisse für einzelne Variablen.....	2-19
2.4.3.1	Trend-Szenario.....	2-20
	(1) Gesamtwaldfläche, Wirtschafts- hochwald, sonstige Waldflächen....	2-20
	(2) Baumartenzusammensetzung.....	2-23
	(3) Struktur der sonstigen Wald- flächen.....	2-26

	(4)	Schadstufenanteile des gesamten Wirtschaftshochwaldes.....	2-28
	(5)	Schadstufenanteile Fichte gesamt..	2-31
	(6)	Altersklassenverteilung Fichte....	2-36
	(7)	Schadstufenanteile Fichte nach Altersklassen.....	2-40
	(8)	Aufteilung Mischwald/Rein- bestände.....	2-46
	(9)	Einzelnutzung/Totalabgang bei starken Schäden.....	2-49
	(10)	Wiederaufforstbarkeit nach Totalabgang.....	2-52
2.4.3.2		Status-quo-Szenario und Referenz- Szenario.....	2-56
2.4.3.3		Gemeinsame Variablen des Fichten- Simulationsmodells für alle Szenarien..	2-82
2.4.4.		Zusammenfassung der Ergebnisse.....	2-93
2.5		Literaturverzeichnis zu Abschnitt 2.....	2-104

Gliederung

Seite

3.	<u>Forst- und Holzwirtschaft</u>	1
3.1	<u>Holzproduktion und Forstwirtschaft</u>	2
3.1.0	Vorbemerkungen	2
3.1.1	Modellvorstellungen zur Waldentwicklung	4
3.1.1.1	<u>Normalwaldmodell</u>	5
3.1.1.2	<u>Modell zur Abbildung dynamischer Waldschäden</u>	6
3.1.2	Die Szenario-Simulation für die Fichtenbetriebsklasse	7
3.1.2.1	<u>Das Simulationsmodell</u>	7
3.1.2.1.1	Grundlagen des Modells	8
3.1.2.1.2	Modellstruktur	8
3.1.2.1.3	Beschreibung der Inputvariablen	10
3.1.2.1.4	Modellkritik	11
3.1.2.2	<u>Darstellung der Ergebnisse der Modell-simulation</u>	14
3.1.2.2.1	Ausgangssituation	14
3.1.2.2.2	Szenario-Simulationen	21
3.1.2.2.2.1	Graphische Darstellung der Entwicklungen der drei Szenarien	21
3.1.2.2.2.1.1	Referenz-Szenario	21
3.1.2.2.2.1.2	Trend-Szenario	29
3.1.2.2.2.1.3	Status-Quo-Szenario	38
3.1.2.2.2.2	Zahlenmäßige Dokumentation der Ergebnisse	46

3.1.3	Vergleichende Schadensbilanz der Fichten- betriebsklasse für die Gesamtperiode	54
3.1.4	Allgemeine Aussagen zu den Szenarien der Entwicklung des Wirtschaftshochwaldes	62
3.1.4.1	<u>Die Flächenentwicklung des Wirtschaftshoch- waldes in ihrer Verteilung auf die Baumarten</u>	62
3.1.4.2	<u>Referenz-Szenario</u>	64
3.1.4.2.1	Buche	64
3.1.4.2.2	Kiefer	66
3.1.4.2.3	Sonstige Baumarten	67
3.1.4.3	<u>Trend-Szenario</u>	68
3.1.4.3.1	Buche	68
3.1.4.3.2	Kiefer	69
3.1.4.3.3	Sonstige Baumarten	69
3.1.4.4	<u>Status-Quo-Szenario</u>	70
3.1.4.4.1	Buche	71
3.1.4.4.2	Kiefer	72
3.1.4.4.3	Sonstige Baumarten	73
3.1.4.5	<u>Regionale und besitzartenspezifische Belange</u>	74

3.2	<u>Holzwirtschaft</u>	75
3.2.1	Einleitung	75
3.2.2	Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Holzwirtschaft	77
3.2.3	Die Versorgungsleistung der forstlichen Produktion nach Abnehmerbereichen	79
3.2.4	Konzept und Aufbau des Holzmarktmodells	83
3.2.5	Simulation des Holzbedarfs	88
3.2.5.1	<u>Die Entwicklung der Produktion der größten Holzabnehmer</u>	88
3.2.5.1.1	Schnittholz	88
3.2.5.1.2	Spanplatte	92
3.2.5.1.3	Zellstoff und Holzschliff	96
3.2.5.2	<u>Die Entwicklung des Stammholz-, Industrieholz- und Industrierestholzverbrauchs der größten Holzabnehmer</u>	100
3.2.5.2.1	Schnittholz	100
3.2.5.2.2	Spanplatte	103
3.2.5.2.3	Zellstoff und Holzschliff	109
3.2.5.2.4	Holzeinsatz übrige Sektoren	115
3.2.5.3	<u>Die zusammengefaßten Einzelergebnisse</u>	119
3.2.6	Gegenüberstellung von Holzbedarf und Holzaufkommen	125
3.2.6.1	<u>Ermittlung des Holzaufkommens</u>	125
3.2.6.2	<u>Referenz-Szenario</u>	127
3.2.6.3	<u>Trend-Szenario</u>	129
3.2.6.4	<u>Status-Quo-Szenario</u>	138

3.2.7	Zusammenfassende Beurteilung	141
3.3	<u>Schlußbemerkungen</u>	142
3.3.1	Charakter der Modelle	142
3.3.2	Forstwirtschaft	142
3.3.3	Holzwirtschaft	147
3.3.4	Offene Bewertungsprobleme	148
3.4	<u>Literaturverzeichnis</u>	149
Anhang 3.1 A		153
Anhang 3.1 B		158
Anhang 3.1 C		164
Anhang 3.2		169

Gliederung

4. Erholung und Freizeit

4.1. Problemaufriß	4-01
4.1.1 Überblick	4-01
4.1.2 Modellvorstellung	4-03
4.2. Einflüsse auf den Waldbesuch	4-06
4.2.1 Präferierte Waldbilder	4-06
4.2.2 Der bevorzugte Waldanteil	4-10
4.2.3 Schadenswahrnehmung, -bewußtsein und Waldpräferenz	4-11
4.2.4 Das Erlebnis funktionsloser Infrastruktur	4-13
4.3. Modellannahmen zum Zusammenhang von Waldpräferenz und Erholung im Wald	4-15
4.3.1 Allgemeine Modellannahmen	4-15
4.3.2 Randbedingungen	4-19
4.3.3 Szenario-orientierte Operationalisierung der Waldpräferenzfaktoren	4-20
4.3.3.1 Entwicklung der Waldpräferenzvariablen	4-21
4.3.3.2 Entwicklung der Waldschadenswahrnehmung	4-24
4.4. Monetärer Bewertungsansatz	4-27
4.4.1 Voraussetzungen der monetären Bewertung von Freizeit und Erholung	4-27
4.4.2 Diskussion monetärer Bewertungsmethoden	4-28
4.4.2.1 Erholungsnutzen	4-28
4.4.2.2 Optionsnutzen	4-32
4.4.2.3 Wertschöpfung aus dem Fremdenverkehr	4-33
4.5. Bestimmung des Walderholungswerts und Schadenser-mittlung	4-36
4.5.1 Derzeitiger Walderholungswert	4-36
4.5.2 Szenario-orientierte Schadenser-mittlung	4-44
4.5.2.1 Schadensraten	4-44
4.5.2.2 Schadenshöhe	4-44

Literaturverzeichnis	4-52
----------------------	------

Anhang I	4-57
Anhang II	4-69
Anhang III	4-74

Gliederung

Seite

5.	WASSER UND BODEN.....	5 - 1
5.1	Der grundsätzliche Wirkungszusammenhang Wald, Wasser und Boden.....	5 - 1
5.1.1	Einflüsse auf hydrologische Prozesse.....	5 - 1
5.1.1.1	Interzeption.....	5 - 1
5.1.1.2	Interzeptionsverdunstung.....	5 - 3
5.1.1.3	Auf- und Abbau der Schneedecke.....	5 - 3
5.1.1.4	Infiltration.....	5 - 4
5.1.1.5	Bodenverdunstung, Pflanzenverdunstung und Bodenwasserspeicherung.....	5 - 5
5.1.1.6	Absickerung und Abfluß.....	5 - 6
5.1.2	Jahreshöhe der Evapotranspiration und des Abflusses.....	5 - 6
5.1.2.1	Unterschiede zwischen Landoberflächen und Vegetationsdecken.....	5 - 7
5.1.2.2	Klima und Boden als Einflußgrößen.....	5 - 12
5.1.3	Zeitliche Verteilung und Qualität des Abflusses.....	5 - 14
5.1.4	Boden- und Lawinenschutz.....	5 - 17
5.1.5	Zusammenfassende Wertung.....	5 - 20
5.2	Größenordnung und Probleme der Quantifizierung des Wirkungszusammenhanges Wald, Wasser und Boden.....	5 - 21
5.2.1	Wasserwirtschaftliche Funktionen.....	5 - 27
5.2.2	Schutzfunktionen.....	5 - 29
5.3	Art und Ausmaß der Waldschäden aus hydrologischer Sicht..	5 - 31
5.3.1	Ergebnisse von Schadenserhebungen.....	5 - 32
5.3.2	Hydrologische Abgrenzung der Schadstandorte.....	5 - 36
5.3.3	Entwicklung der Waldschäden.....	5 - 38
5.3.4	Hydrologische Wertung der vorliegenden Informationen.....	5 - 41

5.4	Größenordnungen und monetäre Bewertung von Folgewir- kungen der Waldschäden auf Wasser und Boden.....	5 - 42
5.4.1	Nutzbare Wasserdargebot und Bodenschutz in kleinen Modellgebieten.....	5 - 46
5.4.1.1	Grundwasserneubildung.....	5 - 47
5.4.1.2	Häufigkeit und Ausmaß des Hochwasserabflusses.....	5 - 50
5.4.1.3	Wasserqualität.....	5 - 54
5.4.1.4	Bodenerosion, Muren und Lawinen.....	5 - 60
5.4.2	Mittlerer jährlicher Gebietsabfluß und Hochwasserschutz..	5 - 63
5.4.2.1	Modellgebiet Hessen.....	5 - 64
5.4.2.1.1	Referenz-Szenario.....	5 - 69
5.4.2.1.2	Trend- und Status-Quo-Szenario.....	5 - 74
5.4.2.2	Abschätzung für Bayern und Baden-Württemberg.....	5 - 77
5.4.2.3	Hochrechnung für das gesamte Bundesgebiet.....	5 - 78
5.5	Interdependenzen zu den übrigen Waldfunktionen.....	5 - 82
5.6	Zusammenfassung.....	5 - 83
5.7	Literatur.....	5 - 89
5.8	Begriffsdefinitionen.....	5 - 100
5.9	Verzeichnis der Abbildungen.....	5 - 107
5.10	Verzeichnis der Tabellen.....	5 - 109
5.11	Verzeichnis der Anlagen.....	5 - 111

GLIEDERUNG

	Seite
6. Zur Größenordnung der Folgewirkungen des Waldsterbens.....	6-1
6.1 Vorbemerkung.....	6-1
6.2 Schäden im Bereich der Forst- und Holzwirtschaft.....	6-1
6.2.1 Zuwachs- und Vorratsschäden in der Forstwirtschaft.....	6-1
6.2.1.1 Schäden bei der Fichte.....	6-1
6.2.1.2 Schäden bei anderen Baumarten.....	6-9
6.2.2 Schäden in der Holzbearbeitung und in vor- bzw. nachgelagerten Wirtschaftsbereichen.....	6-10
6.3 Schäden bei Freizeit- und Erholungsaktivitäten....	6-13
6.3.1 Nutzungsausfälle bei der Naherholung.....	6-13
6.3.2 Nutzungsausfälle bei der Fernerholung.....	6-17
6.3.3 Ausfälle bei Optionsnutzen.....	6-19
6.3.4 Einkommensausfälle in der Fremdenverkehrs- wirtschaft.....	6-20
6.3.5 Restschaden.....	6-23

6.3.6	Monetärer Gesamtschaden bei Freizeit- und Erholungsaktivitäten.....	6-24
6.4	Wasserwirtschaft.....	6-24
6.5	Gesamter monetarisierter Schaden aus dem Waldsterben.....	6-31

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 6-1:	Monetäre Schäden aus dem Waldsterben in der Forstwirtschaft.....	6-6
Tab. 6-2:	Monetäre Schäden aus dem Waldsterben bei Freizeit- und Erholungsaktivitäten (Varianten 1 und 2).....	6-16
Tab. 6-2a:	Monetäre Schäden aus dem Waldsterben bei Freizeit- und Erholungsaktivitäten (mittlere Variante).....	6-18
Tab. 6-3:	Monetäre Schäden aus dem Waldsterben in der Wasserwirtschaft.....	6-25
Tab. 6-4:	Gesamter monetarisierter Schaden aus dem Waldsterben.....	6-30