

Der Einfluß moderner Holzernteverfahren auf die Ökologie des Waldes

Karl Kreutzer

Modern procedures of timber harvesting have to be ecologically criticized regarding their influence on soil texture, humus supply, and nutrient balance. Use of heavy machinery destroys the texture of the humus layer, may cause water-logging in level situations and favour erosion on slopes. Stump removal has the same effects. Utilization of the entire above-ground tree biomass (full-tree harvesting) and complete tree harvesting (including stumps and roots) may reduce nutrient supply particularly on poor soils. As nutrients are concentrated in the smaller slash at least this should remain on the site.

Forest ecosystem, timber harvesting, whole-tree utilization, sustained timber yield.

1. Einleitung

Die weltweite Tendenz zur Mechanisierung und technischen Rationalisierung revolutionierte in den letzten Jahrzehnten auch die Holzernteverfahren. Die Entwicklung ist noch im vollen Gange. Aus forstökologischer Sicht muß sie in folgenden Punkten kritisch betrachtet werden:

- a) Das Rücken des Holzes vom Fällungsort zur mit Lastkraftwagen befahrbaren Waldstraße wird in zunehmendem Maße mit Fahrzeugen durchgeführt, die durch hohe PS-Leistung und großes Gewicht gekennzeichnet sind.
- b) Das Entasten und Entrinden der Stämme wird nicht mehr am Fällungsort, sondern außerhalb des Bestandes auf Waldstraßen oder in Holzöfen vorgenommen.
- c) In einigen Ländern wie in Finnland und Schweden führt die Entwicklung zu Baum- und Stockrodemaschinen, um eine vermehrte Ausbeute an Biomasse zu erreichen.

2. Die ökologischen Probleme

2.1 Störung des Gefüges im Oberboden

Die modernen Rückefahrzeuge entwickeln an der Bodenoberfläche besonders während der Arbeitsfahrt erhebliche Druck- und Scherkräfte, denen das gewachsene Gefüge des Oberbodens oft nicht standhalten kann, auch wenn die Baumwurzeln und das am Boden liegende Astwerk wie Armierungen wirken und den Gefügeveränderungen einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Im allgemeinen sind die Veränderungen umso größer, je öfter die Rückefahrzeuge auf der gleichen Gasse fahren. Die Gefügeveränderungen bestehen hauptsächlich in einer Verdichtung der Böden: Die günstige Hohlraumstruktur geht verloren, die Porosität wird verringert, vor allem vermindert sich der Anteil der größeren Poren. Es ist dies die Folge sowohl der direkten Einwirkung der Druck- und Scherkräfte als auch des Verschlämmens der feinen Bodenpartikel, die durch die Reifen aus dem Strukturverband gerissen werden, dadurch mit dem Bodenwasser verlagert werden können und Poren verstopfen.

Besonders anfällig sind dafür die wechselfeuchten, feuchten und nassen Standorte. Auch trockenere Standorte sind gefährdet, wenn es sich um Schlufflehme und Tone handelt und die Rückearbeiten bei feuchtem Wetter durchgeführt werden. In ebenen Lagen hemmen diese Verdichtungen das Eindringen und den Abzug des Regenwassers, so daß Luftarmut im Boden entsteht oder verstärkt wird. Die Standorte vernässen, Binswuchs macht sich breit. An Hängen sind die Gefügestörungen oft Ansatzpunkte für Erosionen, besonders wenn die Rückefahrzeuge tiefe Rinnen hinterlassen. Nach den Erfahrungen des Münchener Instituts für forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik treten beim Einsatz schwerer Rückefahrzeuge an Hängen mit skelettarmen Böden bei Neigungen über 8.5° deutliche Erosionsschäden auf, besonders wenn bei Regenwetter gearbeitet wird.

Nicht immer basiert der Schaden jedoch auf Bodenverdichtung; zuweilen führt das Rücken auch zu einer Auflockerung und Vermischung der obersten humosen Bodenzone, was einer teilweisen Bearbeitung der Schlagfläche gleichkommen kann. Dies freilich ist ebenfalls nicht selten mit unerwünschten Folgewirkungen verbunden wie Humuschwund und zu starker Nährstoffmobilisierung durch Mineralisierung der organischen Substanz.

Neben dem Rücken mit schweren Fahrzeugen sind Stockrodungen sehr nachteilig für das Gefüge des Bodens. Auch hier kann es zu Dichtschlämmungen, Vernässungen und verstärkter Mineralisierung kommen. Außerdem fehlen die Grobporen aus der Verrottung der Grobwurzeln. An Hängen wächst zudem die Erosionsgefahr erheblich an.

2.2 Schäden an lebenden Wurzeln und Stämmen

Der Einsatz schwerer Maschinen hinterläßt am verbleibenden Bestand oft Schäden durch Verletzungen. Besonders verbreitet, aber schwer erkennbar sind die Wurzelbeschädigungen. Sie bilden die Eintrittspforten für pathogene Pilze, die empfindliche Holzentwertungen hervorrufen können.

2.3 Humusschwund durch verstärkten Entzug an Biomasse

Der verstärkte Entzug an Biomasse ergibt sich vor allem bei der 'Vollbaum'- und 'Ganzbaum'nutzung.

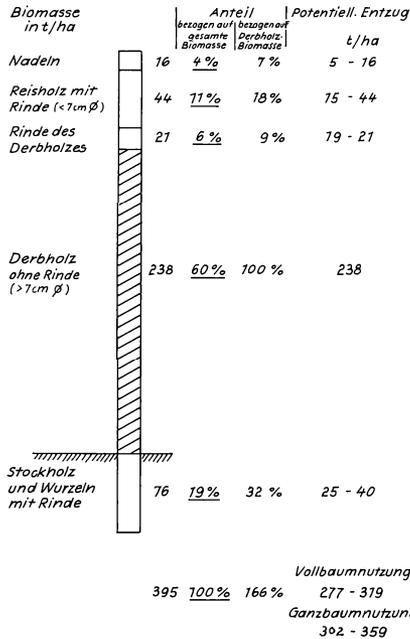


Abb. 1: Biomasseanteile eines 80jährigen Fichtenreinbestandes (Wiedemann m.Df.I.Bon.)

Unter 'Vollbaum'nutzung verstehen wir die Entnahme der oberirdischen Baumbiomasse, während bei der 'Ganzbaum'nutzung auch das Stockholz in die Nutzung einbezogen ist. In Abb. 1 wird eine Übersicht über die einzelnen Biomassekomponenten gegeben, die bei Voll- bzw. Ganzbaumnutzung in einem 80jährigen Fichten-Altbestand entzogen werden können. Die als potentielle Nutzung angegebenen Spannen entstehen dadurch, daß absichtlich oder unabsichtlich ein Teil der Baumbiomasse am Hiebsort verbleibt, z.B. durch Abzopfen des Gipfelstückes oder Stummeln der Äste, um das Rücken zu erleichtern oder auch dadurch, daß beim Rücken ein Teil der Äste und Zweige abbricht und auf diese Weise im Walde verbleibt.

Der verstärkte Entzug an Biomasse, besonders wenn er über längere Zeit hinweg betrieben wird, kann zu einer Minderung des Humusvorrates am Standort führen; denn die Rinde, die Baumkronen und Wurzeln sind wichtige Ausgangsstoffe für den Humus, der im Boden einem ständigen Umsatz und Abbau unterliegt.

Besonders nachteilig wirkt sich der Humusschwund auf feinerdearmen Böden aus, da deren Speicherungsvermögen für Nährstoffe und Wasser wesentlich vom Humusgehalt abhängt.

2.4 Verstärkter Nährstoffentzug

Noch ernster zu nehmen als der Humusschwund ist der verstärkte Entzug an Nährstoffen; denn die Nährelemente sind in den Nadeln, den Feinästen und in der Rinde besonders angereichert. Tab. 1 gibt hierfür ein Beispiel. Hinzu kommt, daß die Nährelemente in der Biomasse als mobile Fraktion dem Ökosystem bereits erschlossen sind.

Tab. 1: Nährelementgehalte und -relationen in verschiedenen Biomassekomponenten der Fichte (in mg/g)

	Derbholz ohne Rinde	Rinde des Derbholzes	Reisholz mit Rinde	Nadeln
Stickstoff	0.55 1	4.3 8	6.5 12	11.5 21
Phosphor	0.04 1	0.6 15	0.65 16	1.15 29
Kalium	0.53 1	4.0 8	3.4 6	5.0 9
Calcium	0.9 1	8.9 10	2.2 2	4,0 4
Magnesium	0.12 1	0.60 5	0.62 5	0.95 8

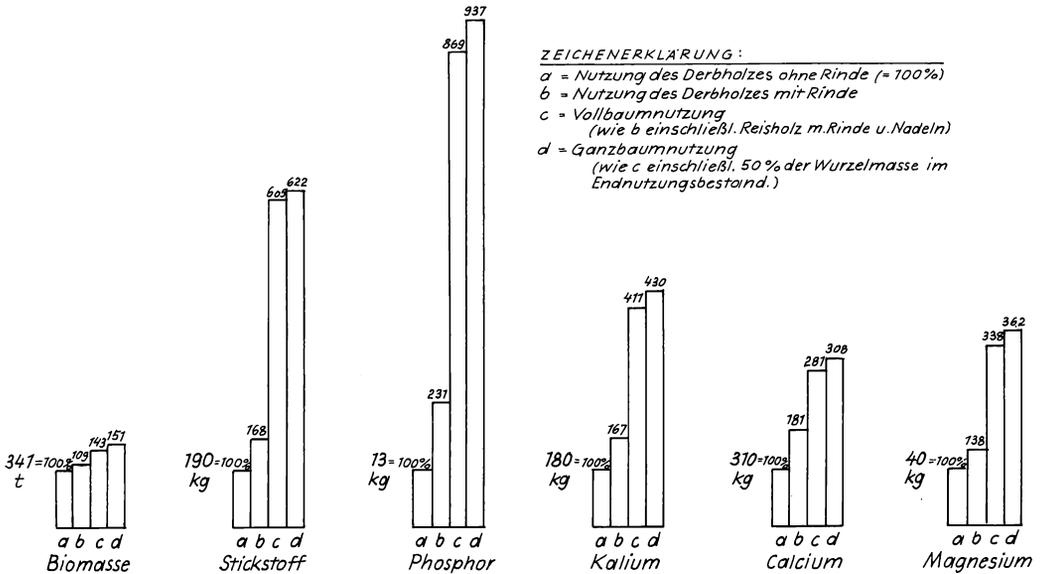


Abb. 2: Potentieller Entzug an Biomasse und Nährelementen in einer Fichtenbetriebsklasse (Wiedemann m.Df.I.Bon.) während einer 80jährigen Umtriebszeit mit verschiedener Nutzungsintensität (in t/ha bzw. kg/ha; Derbholznutzung = 100 %)

In welchem Ausmaß verschiedene Nutzungsintensitäten sich auf den Nährstoffexport auswirken, zeigt Abb. 2. Hieraus ist zu erkennen, daß bei der Ganzbaumnutzung die Biomasseentnahme auf das 1,5-fache der Derbholznutzung anwachsen kann, während die Nährstoffentnahme bei N und P auf das 6-9-fache und bei K, Ca und Mg auf das 3-4-fache ansteigt.

Besonders auf nährstoffarmen Standorten können diese Entzüge zu einer Minderung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit führen.

Tab. 2: Nährelementbilanzen in kg/ha·Jahr auf gutwüchsigen Standorten mit Fichtenbestockung (I. Bon.) bei Vollbaum- und Derbholznutzung. (Die Zahlen sind gerundet; der natürliche Austrag ist für nährstoffreiche Standorte kalkuliert; die Zahlen in Klammern geben die Bereiche wieder.)

	N	P	K	Ca	Mg
1. Eintrag	18.5 (10-33)	0.40 (0.1-0.7)	3.5 (1.5-9.6)	15.5 (2.9-45.3)	2.6 (0.7-12.7)
2. Austrag					
a) ohne Nutzung	6 (1.5-20)	0.03 (0.005-0.1)	6 (2.1-17)	18 (7-20)	4 (2-10)
b) einschließlich Nutzung des Derbholzes o.R.	8.4	0.19	8.3	21.9	4.5
c) einschließlich Nutzung der Vollbäume (100 %)	20.4	1.44	15.3	28.9	5.7
3. Bilanz					
bei Derbholznutzung (o.R.)	+10.1	+0.21	-4.8	-6.4	-1.9
bei Vollbaumnutzung	- 1.9	-1.04	-11.8	-13.4	-3.1

Tab. 2 zeigt eine durchschnittliche Bilanz für einen gutwüchsigen Fichtenstandort bei Derbholznutzung und bei Vollbaumnutzung. Die Einträge erfolgen vorwiegend über die Atmosphäre, die natürlichen Austräge durch Auswaschungen. Der Anteil der Nutzungen ist besonders hoch bei Ca, K und Mg. Beurteilbar werden solche Bilanzvorstellungen, wenn wir auch die mobilen und mobilisierbaren Nährelementvorräte des Bodens in die Betrachtungen miteinbeziehen. Dabei zeigt sich in Tab. 3, daß vor allem die K-, Ca- und Mg-armen Standorte betroffen sind (KREUTZER 1979).

Tab. 3: Mobilisierbare und mobile Nährelementvorräte in kg/ha bis 50 cm Tiefe (nach ULRICH 1975); verglichen mit 10jähr. Bilanzen bei Vollbaumernte in gutwüchsigen Fichtenbeständen (N als Gesamt-N; P im DL-Auszug ohne okkludierte Phosphate; K, Ca und Mg als austauschbare und wasserlösliche Fraktion).

	Vorräte		10jährige Bilanz bei Fichten Vollbaumernte
	arme Standorte	reiche Standorte	
N	2000 - 3000	6000 - 15 000	- 19
P	200 - 300	1000 - 2 000	- 10
K	200 - 400	600 - 2 000	- 118
Ca	200 - 500	600 und mehr	- 134
Mg	50 - 150	400 und mehr	- 31

3. Möglichkeiten der Schadensmilderung

Mit Hilfe von Düngungen können natürlich die Nährelemententzüge egalisiert werden. Allerdings müssen häufig größere Nährstoffmengen gedüngt werden, als es einfache Nährstoff-Bilanzierungen ausweisen; denn nur ein Teil der mit dem Dünger zugeführten Nährstoffe wird in den Stoffumsatz des Ökosystems einbezogen. Ein anderer Teil geht durch Auswaschung verloren. Er kann in Wassergewinnungsgebieten sogar nachteilig werden, indem er die Qualität des Wassers beeinträchtigt. Auch die Eutrophierung der Oberflächengewässer wird möglicherweise verstärkt (KREUTZER, HÜSER 1978).

Schwierig auszugleichen sind die Nachteile, die durch die verminderte Humusproduktion entstehen. Besonders benachteiligt sind sorptionsschwache Mineralböden (Sande, steinige Böden) in trockenen Gebieten, da durch den Humusschwund ihr Wasserhaushalt ebenso leidet wie ihr Nährstoffhaushalt. Noch sehr wenig bekannt ist über den Aus-

gleich jener Schäden, die durch den Einsatz schwerer Maschinen am Bodengefüge und am Wurzelwerk entstehen. Reisiglagen auf den Rückegassen mindern zwar die Schäden, bedingen aber eine ungleichmäßige Verteilung des künftigen Nährstoffangebotes.

4. Schluß

Die Nachhaltigkeit der Holzerzeugung setzt eine pflegliche Behandlung der Standortskräfte voraus. Den meisten forstlichen Praktikern ist dieser Zusammenhang klar; dies gilt vor allem für diejenigen, die in Mitteleuropa tätig sind; denn die raubbauartigen Waldnutzungen früherer Jahrhunderte hinterließen auf weiten Flächen ertragschwache Standorte. Ganzbaumethoden dürften deshalb heute im mitteleuropäischen Waldbau von vornherein ausscheiden. Die Vollbaumverfahren werden derzeit in einigen Betrieben angewandt, allerdings in einer abgeschwächten Form, die das Feinreisig dem Waldboden beläßt. Neue Entwicklungen müssen einer kritischen ökologischen Prüfung unterzogen werden.

Literatur

- KREUTZER K., HÜSER R., 1978: Der Einfluß der Waldbewirtschaftung auf die Wasserspende und die Wasserqualität. Forstwiss. Centralbl. 97: 80-92.
- KREUTZER K., 1979: Ökologische Fragen zur Vollbaumernte. Forstwiss. Centralbl. 98: 298-308.
- ULRICH B., 1975: Rückwirkungen der Wirtschaftsführung über den Nährstoffhaushalt auf die Leistungsfähigkeit der Standorte. Forstarchiv 46.

Adresse

Prof. Dr. Karl Kreutzer
Lehrstuhl für Bodenkunde
Forstwiss. Fakultät Univ. München
Amalienstr. 52

D-8000 München 40

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Kreutzer Karl

Artikel/Article: [Der Einfluß moderner Holzernteverfahren auf die Ökologie des Waldes 229-233](#)