

## **Den Waldboden schonen – Vorsorgender Bodenschutz beim Einsatz von Holzerntetechnik**

Martin Gröll

(Unter Verwendung von Ergebnissen der Arbeitsgruppe Holzernteverfahren des Landesbetriebs Forst Brandenburg 2009/10)

### **1. Einleitung**

Die Definition des forstlichen Nachhaltigkeitsbegriffs betont die Gleichrangigkeit von Ökonomie, Ökologie und Sozialem. Trotzdem werden forsttechnische Verfahrensentscheidungen meist von kurzfristiger Wirtschaftlichkeit, technischer Machbarkeit oder logistischen Vorgaben und weniger von ökologischen Rücksichtnahmen bestimmt. Beim Einsatz von schweren Forstspezialmaschinen ist jedoch auch die Umwidmung der wertvollen Ressource Boden für die permanente Feinerschließung und die Beeinträchtigung natürlicher Bodenfunktionen durch die Befahrung zu berücksichtigen. Ein auf dem Nachhaltigkeitsprinzip aufgebautes forsttechnisches Entscheidungssystem sollte daher die Waldstandorte nicht nur hinsichtlich technischer Befahrbarkeit bzw. Befahrungsbehinderung, sondern auch hinsichtlich ökologischer Wertkategorien beurteilen.

Die kontroversen Diskussionen um die langfristigen ökologischen Auswirkungen der zunehmenden Mechanisierung auf die Waldböden haben in Deutschland zu einer strikten Trennung von Befahrungs- und Produktionsfläche geführt. Auch die Forstzertifizierungssysteme halten die Verwendung von bis zu 20% der Produktionsfläche für eine technisch optimale, permanente Feinerschließung für vertretbar<sup>1</sup>. Die prinzipiell bestehenden Variationsmöglichkeiten zur Wahl nicht nur technisch geeigneter, sondern auch standörtlich angepasster oder sogar besonders umweltverträglicher Holzernteverfahren werden von der Forstpraxis meist nicht ausreichend genutzt.

Zur Problemlösung wird ein standortszentriertes Entscheidungsmodell vorgestellt, das durch die Klassifizierung von natürlichem Wert des Bodens, technischer Befahrbarkeit des Standorts und technischer Eignung des Holzernteverfahrens eine kombinierte, standörtlich-technische Verfahrensbewertung ermöglicht. Mit diesem Modell können die Anforderungen von drei verschiedenen Bodenschutzstrategien (Mindestvorsorge, erhöhte Vorsorge, spezielle Vorsorge) bildlich vereinfacht dargestellt und operationale Entscheidungsempfehlungen für „standortgerechte“ Holzernteverfahren gegeben werden.

Vergleichbar der Anbaueignungsbeurteilung der unterschiedlichen Baumarten im Rahmen der biologischen Produktionsplanung können die Ergebnisse der forstlichen Standortkartierung somit auch zur Wahl geeigneter Holzernteverfahren im Rahmen der technischen Produktionsplanung genutzt werden.

---

<sup>1</sup> Die deutschen Bewirtschaftungsstandards von PEFC (2009) und FSC (2010) unterscheiden sich bei den Vorgaben zum Einsatz von Holzerntetechnik lediglich formal durch unterschiedliche Muss-, Soll- und Kann-Formulierungen. Durch die technisch mögliche Harvesterkranreichweite bis 10 m ergibt sich ein grundsätzlicher Mindestgassenabstand von 20 m. Ein erweiterter Gassenabstand von 40 m ist bei PEFC auf verdichtungsempfindlichen und bei FSC eigentlich auf allen Standorten „anzustreben“, aber in beiden Zertifizierungssystemen nicht verpflichtend einzuhalten. Bisher fordert nur Naturland in den Richtlinien zur ökologischen Waldnutzung (1998) einen generellen Mindestgassenabstand von 40 m.

## 2. Modifizierte forsttechnische Standortklassifizierung

Die zwei Eingangsgrößen zur Zuordnung eines bestimmten Waldstandorts zu einer modifizierten forsttechnischen Standortklasse sind der potenzielle Produktionsfunktionswert (**P-Klasse**) und die technische Befahrbarkeit (**T-Klasse**). Mit Hilfe eines speziellen Bewertungsschlüssels kann das natürliche Leistungsvermögen und die mittlere Bodenfeuchte von Waldstandorten in jeweils fünf P- und T-Klassen unterteilt werden. Auf diese Weise kann jede ökologische Standortgruppe der forstlichen Standortkartierung eindeutig einer modifizierten forsttechnischen Standortklasse zugeordnet werden.

„Modifiziert“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass zusätzlich zu den technischen Kriterien Hangneigung, Oberflächenform und Bodentragfähigkeit auch der Wert des Waldbodens, der für ein dauerhaftes Feinerschließungssystem aus der biologischen Produktion genommen wird, bei forsttechnischen Verfahrensentscheidungen berücksichtigt wird.

### 2.1 Die Produktionsfunktionsklasse (P-Klasse)

Zur Bestimmung des natürlichen Bodenwerts ist die nährkraft- und feuchteabhängige Bodenfruchtbarkeit (Ertragspotenzial) besser geeignet als der Bodenverkehrswert oder der Bodenertragswert [1]. Aus ökonomisch motiviertem Interesse an der nachhaltigen Wertsicherung seines Bodenkapitals sollte der Waldbesitzer mit steigendem Ertragspotenzial auf eine technisch optimale Feinerschließung (20 m Gassenabstand) verzichten und Feinerschließungsvarianten mit geringerer Flächenbeanspruchung (40 m oder 60 m Gassenabstand) bevorzugen. Bei sehr hohem Ertragspotenzial ist die für Befahrung genutzte Produktionsfläche am geringsten zu halten und Holzerntetechnik am besten nur vom Maschinenweg aus oder auf Seiltrassen einzusetzen.

Jeder P-Klasse wird daher eine maximal zulässiges Flächenbefahrungsprozent bzw. ein bestimmter Mindestgassenabstand zugeordnet. Darstellung 1 zeigt als Beispiel die Bodenfruchtbarkeitsbewertung der ostdeutschen Tieflandserkundung mit Hilfe sog. Fruchtbarkeitsziffern für Holzmasse. Jeder kartierten forstlichen Standortgruppe kann eine bestimmte Stammfruchtbarkeitsziffer (SFZ) und somit unabhängig von der aktuellen Bestockung eine langfristige natürliche Leistungserwartung zugeordnet werden. Diese Differenzierung in fünf Bodenwertklassen ist auf die in der Wuchsregion „Nordostdeutsches Tiefland“ (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen) vorkommende Standortsamplitude zugeschnitten.

Produktionsfunktionsklassen (P-Klassen)				
Kriterium	Parameter	SFZ	Bewertung	Bezeichnung
Natürliche Bodenfruchtbarkeit (Dendromasseproduktivität)	Stammfruchtbarkeitsziffer (SFZ) für Holzmasse (dGZ max. in dt/ha x Jahr oberirdische, nutzbare Derbholztrockenmasse mit Rinde)	≥ 61	sehr hoch	P 5
		51 - 60	hoch	P 4
		41 – 50	mittel	P 3
		31 – 40	gering	P 2
		≤ 30	sehr gering	P 1
keine Einstufung möglich				P 0

Darst. 1: Wertklassifizierung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit forstlicher Standortgruppen im nordostdeutschen Tiefland

Je nach Bodenschutzmotivation des Waldbesitzers können auf Basis von Ergebnissen der forstlichen Standortserkundung neben der Produktionsfunktion auch für andere essentielle Bodenfunktionen (Regelungsfunktion, Lebensraumfunktion) Wertklassen ermittelt und wertabgestufte Befahrungsrestriktionen formuliert werden.

## 2.2 Die Befahrbarkeitsklasse (T-Klasse)

Aufgrund von Eigengewicht und Nutzlast der in Deutschland eingesetzten Forstspezialmaschinen kann die Forderung nach bodenpfeglichem Einsatz von Holzertetechnik derzeit nur durch die Befahrung von permanenten Rückegassen erfüllt werden. Die Konzentration von Maschinenbewegungen auf ein permanentes Rückegassensystem setzt jedoch voraus, dass dessen technische Befahrbarkeit dauerhaft gewährleistet bleibt. Die Bodenfeuchte zum Befahrungszeitpunkt hat maßgeblichen Einfluss auf das Risiko gravierender Befahrungsschäden. Die technische Befahrungseignung (T-Klasse) eines Waldstandorts wird daher unmittelbar aus der mittleren Feuchtestufe der ökologischen Standortgruppe abgeleitet. Witterungsbedingte Veränderungen der kartierten Bodenfeuchte (Trocken- oder Nassphase) können durch einstufigen Zu- oder Abschlag berücksichtigt werden. Mit zunehmender Bodenfeuchte bzw. abnehmender Befahrbarkeit werden bestimmte zeitliche, technische und organisatorische Restriktionen für den Forstmaschineneinsatz verbunden.

Darstellung 2 zeigt am Beispiel von Bodenfeuchtestufen der ostdeutschen Standortserkundung die abgestufte Bewertung in Form von fünf technischen Befahrbarkeitsklassen. Diese ganz bewusst sehr einfach und praktikabel gehaltene Befahrbarkeitsbewertung kann sowohl auf Basis der forstlichen Standortskarte als auch durch einfache Feldansprache über Zeigerwerte der Bodenvegetation erfolgen. Die Beachtung der feuchteabhängigen Grenzen der technischen Befahrbarkeit kann als Mindeststandard der Guten fachlichen Praxis (GfP) beim Forstmaschineneinsatz verstanden werden.

Technische Befahrbarkeitsklassen (T-Klassen)				
Kriterium	Parameter	Feuchtestufe	Bewertung	Bezeichnung
Erhaltung der technischen Befahrbarkeit bzw. Funktionsfähigkeit des permanenten Feinerschließungssystems	Feuchtestufe der Standortsguppe	sumpfig	nicht befahrbar	T 5
		nass	kaum befahrbar	T 4
		feucht	stark eingeschränkt befahrbar	T 3
		frisch	eingeschränkt befahrbar	T 2
		mäßig frisch - trocken	uneingeschränkt befahrbar	T 1
keine Einstufung möglich				T 0

Darst. 2: Klassifizierung der technischen Befahrbarkeit forstlicher Standorte in Ostdeutschland mit Hilfe von Bodenfeuchtestufen<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Befahrbarkeitsklassifizierung auf Grundlage der Richtlinie Holzertetechnologien des Staatsbetriebs Sachsenforst (2006) [2], verändert durch den Autor

## 2.3 Beispiele zur modifizierten forsttechnischen Standortsklassifikation

In Abbildung 1 wird die Ableitung modifizierter forsttechnischer Standortsklassen durch kombinierte Bewertung des potenziellen Produktionswertes und der technischen Befahrbarkeit an Hand von drei für Brandenburg typischen Standortgruppen beispielhaft veranschaulicht. Jede der in Brandenburg aktuell kartierten 62 forstökologischen Standortgruppen kann auf Grundlage des in Darstellung 1 und 2 erläuterten Bewertungssystems eindeutig einer der 16 technischen Standortsklassen zugeordnet werden. Die Übertragbarkeit dieses Bewertungssystems auf andere Länder mit vergleichbarer Standortssystematik erscheint prinzipiell möglich.

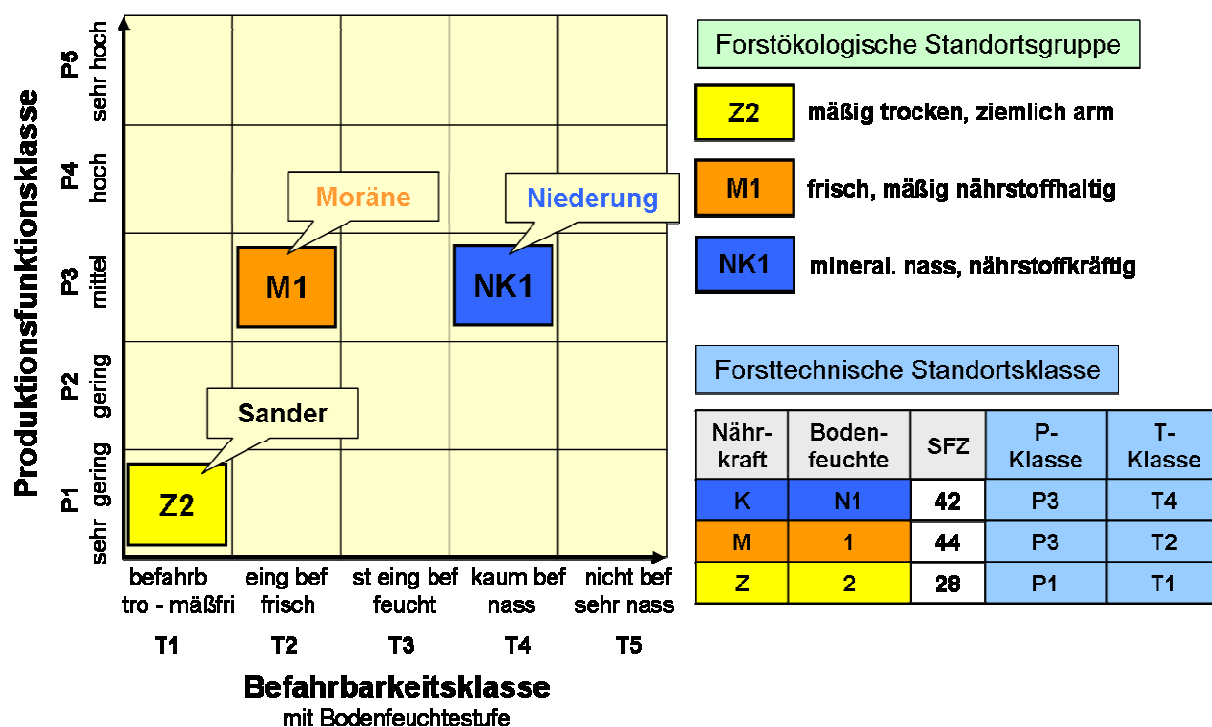


Abb. 1: Modifizierte forsttechnische Klassifizierung ökologischer Standortgruppen

Der ziemlich nährstoffarme, mäßig trockene Sander-Standort (**Z2**) wird nach dem Bewertungsschlüssel in Standortklasse **P1T1** und damit als **sehr gering produktiv** und **technisch uneingeschränkt befahrbar** eingestuft.

Der mäßig nährstoffhaltige, frische Moränen-Standort (**M1**) wird auf Grund höherer Nährkraft und Feuchte in Standortklasse **P3T2** und damit als **mittel produktiv**, aber bereits bei Normalfeuchte als **technisch nur eingeschränkt befahrbar** bewertet.

Zunehmende Bodenfeuchte erhöht die Bodenfruchtbarkeit nur bis zur Bodenfeuchtestufe „feucht“; d. h. die Wasserübersversorgung auf nassen und sumpfigen Standorten verringert nicht nur die technische Befahrbarkeit, sondern auch die Bodenfruchtbarkeit maßgeblich. Daher wird der nasse Niederungs-Standort (**NK1**) trotz hoher Bodennährkraft nur als **mittel produktiv** und **technisch kaum befahrbar** (Standortklasse **P3T4**) eingestuft.

Durch die Bewertung des Standortinventars eines einzelnen Forstbetriebes, eines bestimmten Wuchsgebietes oder eines ganzen Landes mit Hilfe dieses einfachen Klassifikationssystems wird die Grundlage für die anschließende Kennzeichnung eines standortsindividuellen, forsttechnischen Restriktionsrahmens mit Hilfe sog. Technogramme gelegt.

Bei den folgenden Ausführungen werden nur noch die technisch sehr problematischen Standortgruppen NK1 und NR1 bzw. deren forsttechnische Standortklasse P3T4 betrachtet.

### **3. Das Technogramm der forsttechnischen Standortklasse**

Vergleichbar dem Bewertungsschema zur modifizierten forsttechnischen Standortklassifikation wird für jede der 16 forsttechnischen Standortklassen ein sog. Technogramm erstellt, wobei die fünf T-Klassen beibehalten und jeder der fünf P-Klassen ein maximal zulässiges Flächenbefahrungsprozent bzw. ein bestimmter Rückegassenabstand zugewiesen wird.

Mit Hilfe des Technogramms können die Anforderungen von vier verschiedenen Bodenschutzstandards („Keine Vorsorge“, „Gesetzliche Mindestvorsorge“, „Erhöhte Zertifizierungsvorsorge“, „Spezielle Vorsorge“) bildlich vereinfacht mit Ampelfarben dargestellt und standortsindividuelle Empfehlungen für Feinerschließungsdichte und Befahrungszeitpunkt gegeben werden. Das Technogramm bietet dem Waldbesitzer somit die Möglichkeit den vorsorgenden Bodenschutz für jeden Waldstandort in Abhängigkeit von jeweiliger Bodenschutzmotivation, natürlichem Bodenfunktionswert und technischer Befahrbarkeit zu operationalisieren.

Wie die anhaltend kontroverse Diskussion um die inhaltliche Konkretisierung der sog. Guten fachlichen Praxis (GfP) in der Forstwirtschaft zeigt, bereitet die Festlegung von allgemein verbindlichen, gesetzlichen Mindeststandards für den bodenpfleglichen Forsttechnikeinsatz noch erhebliche Konsensschwierigkeiten. Nach den deklaratorischen Grundsätzen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft des Bundes- und Landesforstrechts ist fast alles zulässig, was forsttechnisch möglich ist. Auch das Bundesbodenschutzrecht enthält keine konkreten Ge- und Verbote für die forstwirtschaftliche Bodennutzung und nennt keine verbindlichen Vorsorge-, Prüf- oder Grenzwerte für den nicht-stofflichen, physikalischen Bodenschutz.

Nur in den Forstzertifizierungsstandards (PEFC, FSC) sind bisher konkrete Anforderungen für den Einsatz von Holzerntetechnik formuliert:

- Anlage eines systematischen oder geländeangepassten, dauerhaften Feinerschließungssystems
- Verbot der flächigen Maschinenbefahrung bzw. Verbot der Unterschreitung des Mindestgassenabstands
- Muss-Forderung eines grundsätzlichen Mindestgassenabstands von 20 m
- Soll-Forderung eines erweiterten Gassenabstands von 40 m auf empfindlichen Standorten (PEFC) oder möglichst auf allen Standorten (FSC)
- Schonende Gassenbefahrung zur dauerhaften Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Feinerschließungssystems

Durch die Festlegung dieser Ge- und Verbote haben die Forstzertifizierungssysteme einen Standard für den umweltverträglichen Forsttechnikeinsatz geschaffen, der für sich beansprucht den Mindeststandard der konventionellen Forstwirtschaft zu übertreffen. Zusätzlich zum gesetzlichen Mindeststandard und zum erhöhten Forstzertifizierungsstandard wird mit der speziellen Vorsorge ein Optimalstandard beschrieben, der die forsttechnische Mechanisierungsintensität in Abhängigkeit von Bodenfunktionswert und Befahrungsempfindlichkeit soweit einschränkt, dass negative Nebenwirkungen möglichst minimiert werden. Insbesondere die Bewirtschaftung von sehr befahrungsempfindlichen, ökologisch besonders wertvollen oder gesetzlich geschützten Waldflächen erfordert neben (jahres)zeitlichen Befahrungseinschränkungen auch spezielle Feinerschließungslösungen.

Dies trifft insbesondere für Erlenbruchwälder mit gesetzlichem Biotopstatus in Standortsklasse P3T4 zu.

In Abbildung 2 wird am Beispiel des Technogramms der Standortsklasse P3T4 der Restriktionsrahmen für den Forsttechnikeinsatz bei verschiedenen Vorsorgestufen veranschaulicht. Dabei wird deutlich, welche entscheidende Bedeutung die witterungsabhängige, aktuelle Bodenfeuchte für die Zulässigkeit verschiedener forsttechnischer Optionen hat.

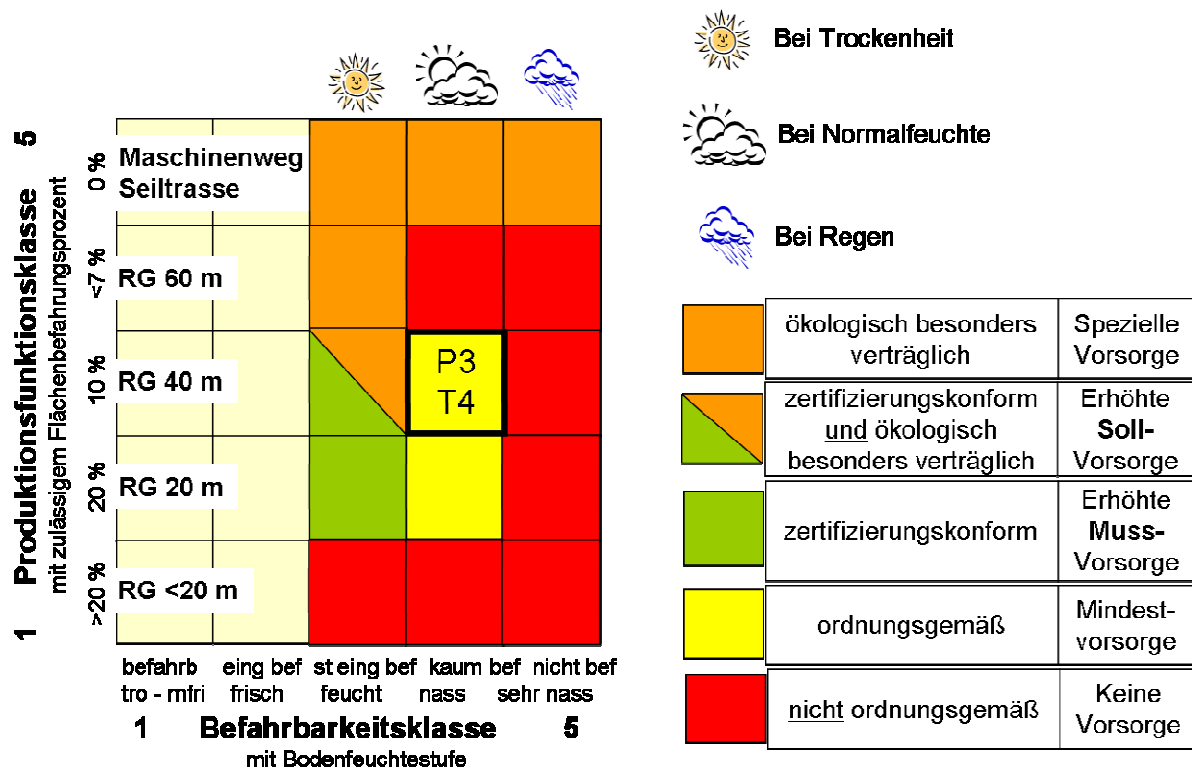


Abb. 2: Technogramm der forsttechnischen Standortsklasse P3T4

Der Restriktionsrahmen für Waldstandorte (NK1, NR1) in der Standortsklasse P3T4 ist wie folgt zu interpretieren:

- Eine sog. flächige Befahrung ist bei allen drei möglichen Standortzuständen (Trockenheit, Normalfeuchte, Regen) **nicht ordnungsgemäß**.
- Eine Gassenbefahrung bei Regen („nicht befahrbar“) ist bei allen Gassenabstandsvarianten **nicht ordnungsgemäß**.
- Eine Gassenbefahrung bei Normalfeuchte im Abstand 60 m ist wegen der zu erwartenden Tragfähigkeitsüberlastung bei Konzentration der Holzurückung auf ein stark erweitertes Gassensystem **nicht ordnungsgemäß**.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand  $\geq 20 - 40$  m ist nur bei Normalfeuchte oder bei Trockenheit **ordnungsgemäß**.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand  $\geq 20 - 60$  m ist nur bei Trockenheit **zertifizierungskonform**, da schon bei Normalfeuchte („kaum befahrbar“) ein hohes Risiko für den dauerhaften Verlust der technischen Befahrbarkeit besteht.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand  $\geq 40 - 60$  m nur bei Trockenheit oder der witterungsunabhängige Forsttechnikeinsatz nur vom Maschinenweg aus oder nur auf Seiltrassen ist **ökologisch besonders verträglich**.

#### 4. Das Ökogramm des Holzernteverfahrens

Mit Hilfe von Ökogrammen, mit denen die komplexe Natur auf die vereinfachte bildliche Darstellung des Standortes anhand des Säuregrades und der Feuchte des Bodens reduziert wird, veranschaulicht die forstliche Vegetationskunde die Standortsansprüche, die Konkurrenzstärke und die Eignungsgrenzen der verschiedenen Baumarten [3].

Dieser Modellansatz wird analog auf die Bewertung verfahrenstechnischer Zusammenhänge übertragen. Vergleichbar der vom jeweiligen Standort abhängigen Anbaueignung der verschiedenen Baumarten hat jedes Holzernteverfahren einen bestimmten Einsatzbereich („technische Nische“) mit Optimum, Suboptimum, Grenz- und Ausschlussbereich. Daher wird für jede mögliche Holzernteverfahrensvariante ein individuelles Verfahrensökogramm angefertigt.

Als Kriterien zur bildlich vereinfachten Eignungsbewertung der verschiedenen Holzernteverfahren werden die Feinerschließungsdichte (Gassenabstand) und die technische Befahrbarkeit (Bodentragfähigkeit) verwendet. In den Abbildungen 3a, 3b und 3c wird am Beispiel von drei verschiedenen Holzernteverfahren die Einpassung in das Verfahrensökogramm veranschaulicht.

Die Eignungsbewertung der drei ausgewählten Holzernteverfahren wird von folgenden technischen Einflussfaktoren bestimmt:

- Fahrwerkskonstruktion der Maschine(n)
- Zusatzausrüstung (Verwendung von sog. Moor-Bogiebänder)
- Kranreichweite
- Entfernung zum Vorrücken mit Seilwinde oder Pferd.

Zusätzlich werden ausgewählte Produktmerkmale wie

- Baumartengruppe (Nadel- und/oder Laubholz)
- Stärkeklasse (schwach, mittelstark, stark, überstark)
- Aufarbeitungsgrad (Vollbaum, Rohschaft, Sortiment, Schüttgut)

bei der Verfahrensbewertung berücksichtigt.

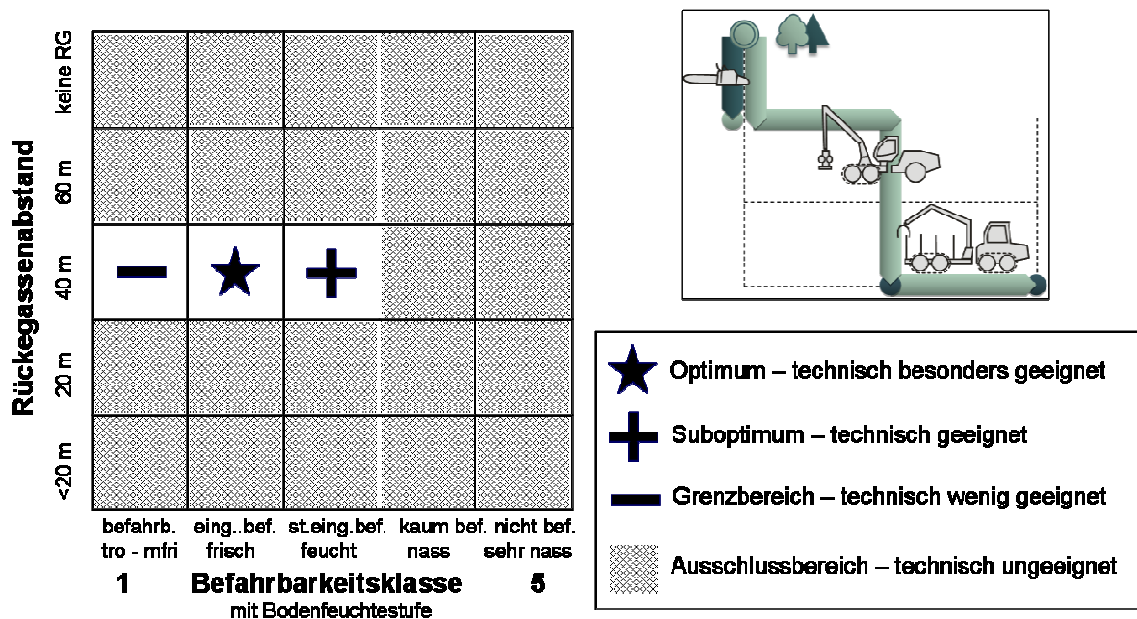


Abb. 3a: Ökogramm des fast vollmechanisierten Sortimentverfahrens „Radharvester (mit Moorbändern) + Radforwarder (mit Moorbändern) + Motormanuelles Zufällen in die Kranzone“

Die Bewertung des Holzernteverfahrens in Abb. 3a ist wie folgt zu kommentieren:

- Das Verfahren kann im schwachen bis mittelstarken Laub- und Nadelholz eingesetzt werden.
- Der Einsatzbereich wird vorrangig von der maximalen Kranreichweite (10 m) des nur auf der Gasse arbeitenden Radharvesters bestimmt. Ein Einsatz bis zu einem Gassenabstand von 40 m wird möglich, wenn die nicht erreichbaren Bäume durch Waldarbeiter mit Motorsäge in die Kranzone zugefällt und anschließend vom Kran des Radharvester aufgenommen, an die Gasse vorgerückt und dort zu Sortimenten aufgearbeitet werden.
- Die Eignungsabstufung wird von der technischen Befahrbarkeit des Standorts und der Zusatzausrüstung bestimmt. Durch die Verwendung von Moorbändern mit vergrößerter Aufstandsfläche kann die technische Eignung von Radmaschinen auf (stark) eingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 2 und 3) verbessert werden.
- Die Einsatzgrenzen des Verfahrens werden bestimmt durch
  - o die bessere technische Eignung von Radmaschinen ohne Moorbänder auf uneingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 1)
  - o die feuchteabhängige Befahrbarkeit mit Radmaschinen (auch mit Zusatzausrüstung) bis höchstens T-Klasse 3
  - o die für das Zufällen in die Kranzone notwendige Mindestbaumlänge sowie die erforderliche Mindeststärke an der Zugriffsstelle des Aggregats.

Das in Abbildung 3b dargestellte, zweite Verfahrensbeispiel ist für den Einsatz unter vergleichbaren Bestandes- und Standortsbedingungen vorgesehen und lässt trotz geringeren Mechanisierungsgrads eine ähnliche Ökogrammbewertung erkennen.

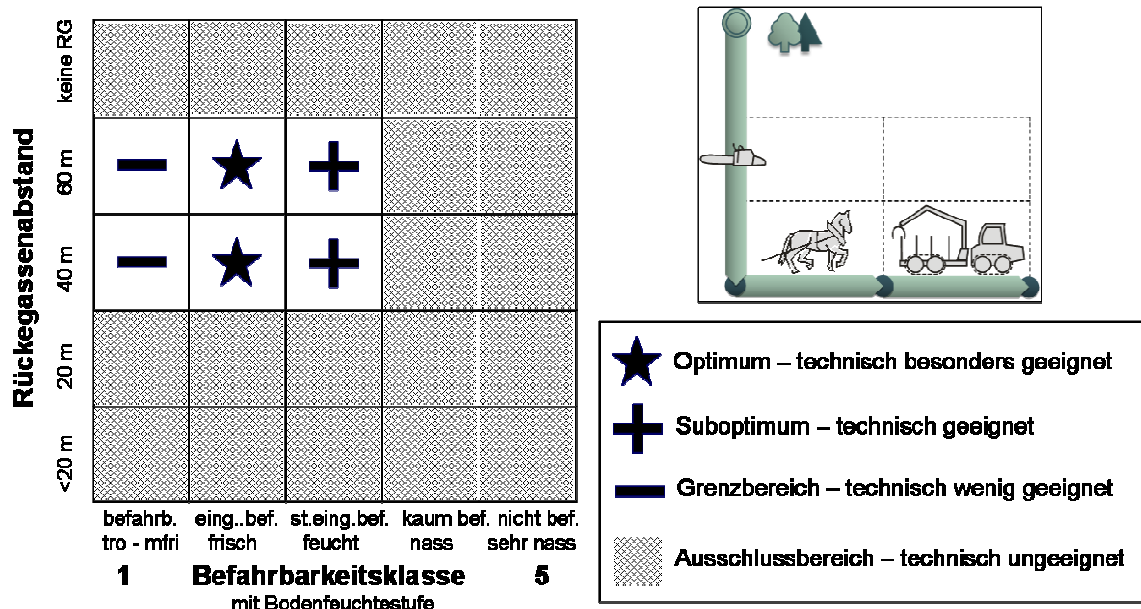


Abb. 3b: Ökogramm des teilmechanisierten Sortimentverfahrens "Motorsäge + Pferd + Radforwarder (mit Moorbändern)"



Die Bewertung des Holzernteverfahrens in Abb. 3b ist wie folgt zu kommentieren:

- Der Einsatzbereich wird vorrangig von der Leistung des Arbeitspferdes bestimmt, die bei mittleren Vorrückentfernungen von 20 – 30 m bzw. bei Gassenabständen von 40 – 60 m erfahrungsgemäß einen Idealwert erreicht.
- Die Eignungsabstufung wird vorrangig von der feuchteabhängigen, technischen Befahrbarkeit für den Radforwarder mit Moorbändern, aber auch von der technischen Begehrbarkeit für das Arbeitspferd bestimmt.
- Die Einsatzgrenzen des Verfahrens werden bestimmt durch
  - o die Leistungsüberlegenheit von Arbeitsmitteln mit Kran bei einem Gassenabstand  $\leq 20$  m
  - o die deutlich verringerte Vorrückeleistung des Arbeitspferdes bei Erweiterung des Gassenabstands  $> 60$  m
  - o den tierschutzgerechten Einsatz des Arbeitspferdes nur bei ausreichender Bodentragfähigkeit bis höchstens T-Klasse 3
  - o die technische Befahrbarkeit mit Radmaschinen (auch mit Zusatzausrüstung) bis höchstens T-Klasse 3
  - o die bessere technische Eignung von Radmaschinen ohne Moorbänder auf uneingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 1).

Das dritte Verfahrensbeispiel verzichtet auf den Einsatz bodengebundener Rückemittel und benötigt daher keine Feinerschließung mit Rückegassen, sondern stattdessen eine Grunderschließung mit Waldstraße oder Maschinenweg zur sicheren Aufstellung und schnellen Umsetzung eines mobilen Kurzstreckenseilkran (Tragseillänge ca. 300 m) sowie einen Bestandesfeinaufschluss mit Seiltrassen im Abstand von  $\geq 30$  m.

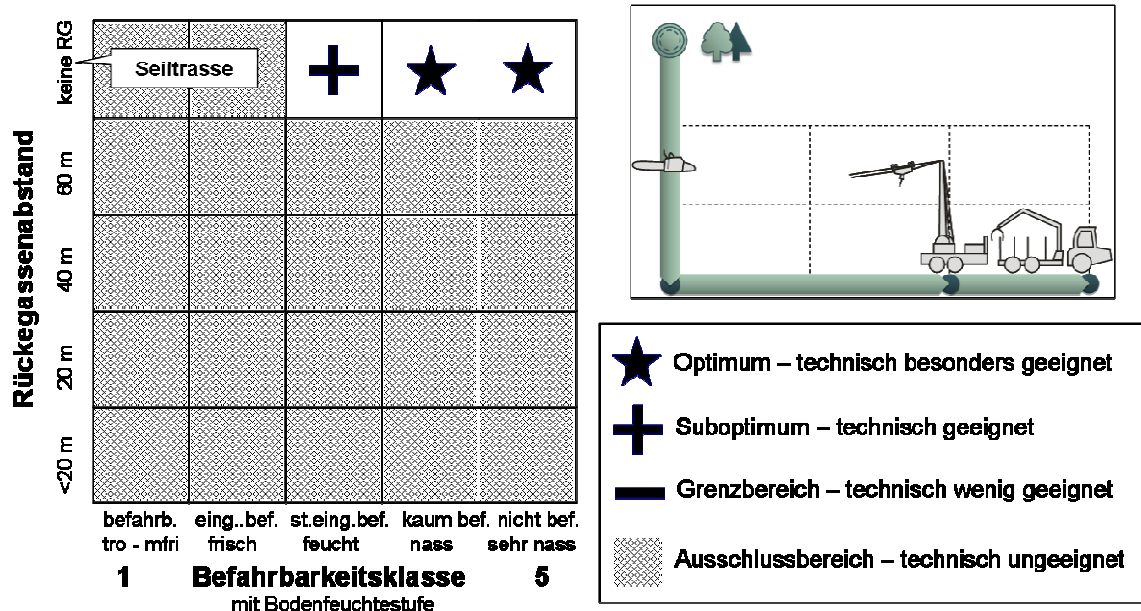


Abb. 3c: Ökogramm des hochmechanisierten Sortimentverfahrens "Motorsäge + Kurzstreckenseilkran + Radforwarder"

Die Bewertung des speziell für Problemstandorte entwickelten Holzernteverfahrens in Abb. 3c ist wie folgt zu kommentieren:

- Das Verfahren kann v. a. im mittelstarken bis starken Laub- und Nadelholz eingesetzt werden.

- Der optimale Einsatzbereich für den Mobilseilkran im Flachland sind Standorte mit ganzjährig oder jahreszeitlich bzw. witterungsbedingt nicht ausreichender Bodentragfähigkeit (T-Klasse 4 und 5).
- Die Einsatzgrenzen werden v. a. durch die Überlegenheit bodengebundener Arbeitsmittel bei technisch ausreichender Bodentragfähigkeit (T-Klasse 1 – 3) bestimmt.

## 5. Verschneidung des Technogramms der Standortsklasse P3T4 mit den drei Verfahrensökogrammen

Ähnlich der Ableitung von standortgerechten Bestandeszieltypen durch Vergleich von Standortskarte und Baumarteneignungstabellen im Rahmen der biologischen Produktionsplanung kann durch die Verschneidung des Technogramms einer forsttechnischen Standortsklasse mit den Ökogrammen verschiedener Holzernteverfahren die standörtlich und technisch bestgeeignete Lösung ermittelt werden.

Die Abbildung 4 zeigt die Verschneidung des Technogramms der technischen Standortsklasse P3T4 mit den Ökogrammen der drei ausgewählten Holzernteverfahren und veranschaulicht das Prinzip der kombinierten, standörtlich-technischen Verfahrensbewertung. Durch einfache Entschlüsselung der verwendeten Symbole werden sowohl das Bewertungsergebnis als auch die Eignungsrangfolge der Verfahren offensichtlich. Die dicke blaue Umrandung kennzeichnet die mit dem Verfahren jeweils erreichbare, standörtlich-technische Optimalität.

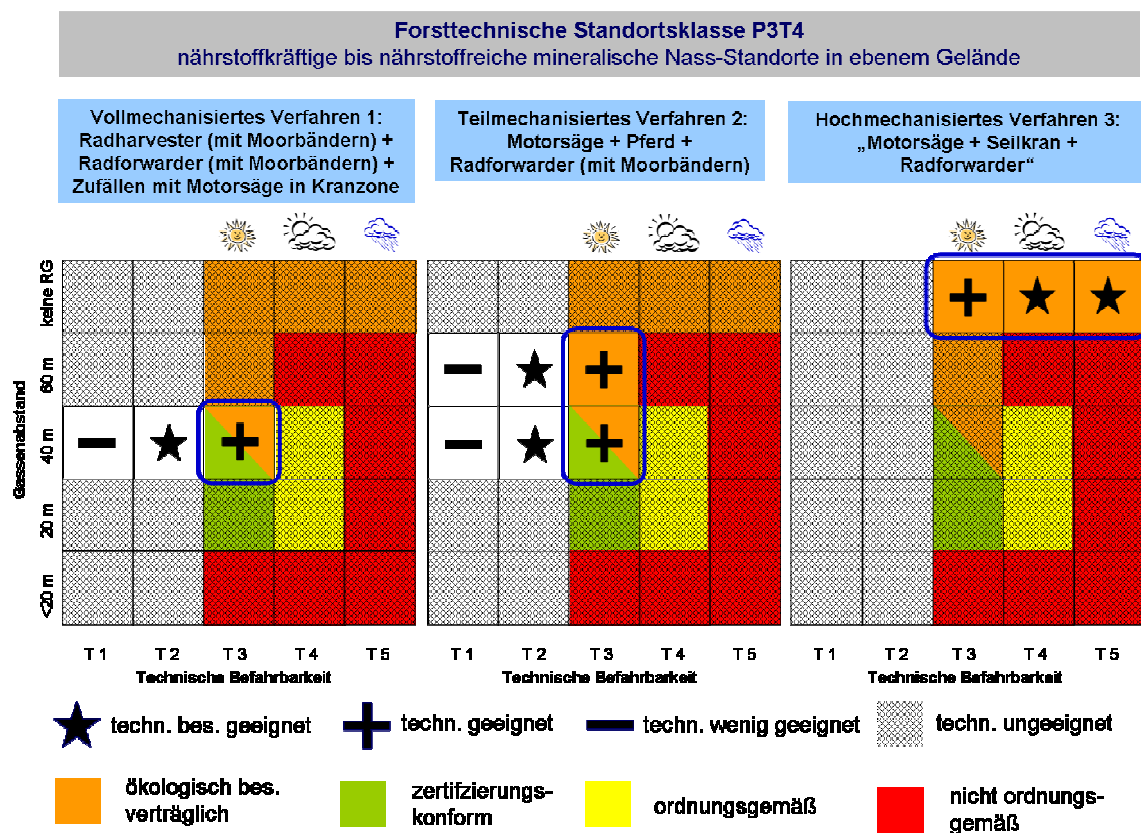


Abb. 4: Verschneidung des Technogramms der technischen Standortsklasse P3T4 mit den drei Verfahrensökogrammen

Das **Holzernteverfahren 1 „Radharvester (mit Moorbändern) + Radforwarder (mit Moorbändern) + Motormanuelles Zufällen in die Kronzone“** ist auf mineralischen Nass-Standorten (NK1, NR1) mit Gassenabstand 40 m nur bei Trockenheit **technisch geeignet**. Bei konsequenter Einhaltung der zeitlichen Befahrungseinschränkung und der Verwendung von Moorbändern zur Gassenschonung ist das Verfahren nicht nur **zertifizierungskonform**, sondern auch **bodenökologisch verträglich** einsetzbar.

Das **Holzernteverfahren 2 „Motorsäge + Pferd + Radforwarder (mit Moorbändern)“** ist auf mineralischen Nass-Standorten (NK1, NR1) in Trockenperioden bei Gassenabstand 40 m oder 60 m gleichermaßen **technisch geeignet** und bei Einhaltung der zeitlichen Einschränkung **zertifizierungskonform** einsetzbar. Durch die Erweiterung des Gassenabstands von 40 m auf 60 m kann die bestmögliche **bodenökologische Verträglichkeit** erreicht werden.

Im Ergebnis der Vergleichsprüfung ist das **Holzernteverfahren 3 „Motorsäge + Seilkran + Radforwarder“** für mineralische Nass-Standorte (NK1, NR1) sowohl das **technische** als auch das **ökologische Bestverfahren**. Durch den Verzicht auf eine bodengebundene Holzurückung sind keine jahreszeitlichen oder witterungsbedingten Einschränkungen zu beachten, wodurch ein zusätzlicher arbeitsorganisatorischer und logistischer Vorteil erreicht wird.

## 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

Beim Einsatz moderner Holzerntetechnik ist der forstliche Standort – mithin unser wichtigstes betriebliches Naturkapital – stärker bei der Verfahrenswahl zu berücksichtigen, um die langfristige Nachhaltigkeit nicht zu leichtfertig zu Gunsten kurzfristiger Wirtschaftlichkeit aufs Spiel zu setzen.

Bodengebundene, vollmechanisierte Holzernteverfahren haben klare standörtliche und technische Einsatzgrenzen, deren Überschreitung nicht „ohne Spuren“ und auch nicht ohne langfristige bodenökologische Folgen bleibt. Auch der mit der öffentlichen Wahrnehmung von Bodenschäden häufig verbundene Vorwurf unzureichender forstlicher Bewirtschaftungskompetenz ist durchaus ernst zu nehmen.

Ob ein auf ca. 16 m breite Gassenzwischenfelder beschränkter Waldbau tatsächlich mit den Ansprüchen und Zielen einer naturnahen Waldbewirtschaftung in Einklang gebracht werden kann, wird nicht nur von einigen forstlichen Fundamentalisten oder Vertretern von Naturschutzverbänden, sondern zunehmend auch von einer waldinteressierten Öffentlichkeit kritisch hinterfragt. Daher sollte der Wahl bestandes- und standortsangepasster Arbeitsverfahren bei der praktischen Ausführung des naturnahen Waldbaus mehr Beachtung geschenkt werden.

Mit dem vorgestellten Modell zur kombinierten standörtlich-technischen Verfahrensbewertung kann der vorsorgende Bodenschutz für jede denkbare Einsatzsituation operationalisiert werden. In Abhängigkeit von der gewählten Vorsorgestufe (Mindestvorsorge, Erhöhte Vorsorge, Spezielle Vorsorge) kann im Rahmen der technischen Produktionsplanung für jeden Bestand eine Auswahl an standörtlich und technisch geeigneten Verfahren bestimmt werden. Die möglichen Folgen ungünstiger Witterung für den Einsatz bodengebundener Holzernteverfahren sind für jeden Standort im Voraus erkennbar, so dass Befahrungsschäden vermieden oder das Bodenschadensrisiko zumindest verringert werden kann.

Die Arbeitsgruppe Holzernteverfahren hat für die in Brandenburg vorherrschenden Einsatzbedingungen ca. 50 Holzernteverfahrensvarianten beschrieben und in Ökogrammform bewertet. Zur Unterstützung und Erleichterung der forsttechnischen Verfahrenswahl wurde eine programmgestützte Entscheidungshilfe erstellt, die den Mitarbeitern des Landesforstbetriebs im Rahmen eines Pilotprojektes 2011 testweise zur Verfügung gestellt wird.

In öffentlichen Forstbetrieben werden mechanisierte Holzerntearbeiten regelmäßig im Rahmen von Ausschreibungen an Forstunternehmer vergeben. Neben dem Problem der leistungsgerechten Preisfindung ergeben sich zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer häufig Kontroversen über unzureichende Informationen zu „Risiken und Nebenwirkungen“, die insbesondere auf befahrungskritischen Standorten neben technischem und organisatorischem Mehraufwand auch erhebliche Bodenschäden zur Folge haben können.

Bei der Ausschreibung von Holzerntearbeiten müssen daher alle technisch relevanten Bestandes- und Standortsbedingungen sowie witterungsabhängige Befahrungseinschränkungen offenbart werden, damit ein Forstunternehmer geeignete Verfahrenslösungen anbieten kann. Wahlweise kann der forsttechnisch kompetente Auftraggeber in Kenntnis der Einsatzbedingungen die standörtlich und technisch geeigneten Holzernteverfahren selbst ermitteln und sich für die möglichen Verfahrensalternativen Kostenangebote erstellen lassen.

Die hohen Systemkosten moderner Holzerntemaschinen verleiten dazu bei deren Einsatz einseitig produktivitäts- und kostenorientiert zu optimieren und Zusatzkosten für Bodenschonung und Umweltverträglichkeit möglichst zu vermeiden oder diese einem anderen Kostenträger anzulasten.

Die Mehrkosten einer schadensverringenden, bodenschonenden Holzernte hat der Waldbesitzer zu tragen und nicht der beauftragte Forstunternehmer oder „die Gesellschaft“. Die Sanierungskosten zur Wiederherstellung der technischen Befahrbarkeit des Feinerschließungssystems bei fahrlässiger Gassenüberlastung oder bei fehlerhaftem Einsatz technisch ungeeigneter Verfahren sind in das Wirtschaftlichkeitskalkül von Holzerntemaßnahmen zu integrieren.

Trotz fehlender rechtlicher Präzisierung ist jeder Waldbesitzer im Rahmen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft zur Bodenschutzmindestvorsorge gesetzlich verpflichtet. Mit Hilfe des Technogramms wird die rechtlich geforderte Bodenpfleglichkeit beim Forsttechnikeinsatz standortsindividuell soweit präzisierbar, dass ordnungsgemäße von nicht mehr ordnungsgemäßen Praktiken unterschieden werden können. Im Zuge der forstlichen Officialberatung ist die Einhaltung ordnungsgemäßer Praktiken beim Einsatz von Holzerntetechnik zu überwachen und vom Waldbesitzer bei Bedarf einzufordern. Hierzu muss der Hoheitsförster forsttechnische Beratungskompetenz besitzen und standortgerechte Verfahrensvarianten empfehlen können.

## **7. Literatur**

- [1] Erler, J., Was kostet die Rückegasse, AFZ Der Wald 60 (2005), S. 297 – 301
- [2] Staatsbetrieb Sachsenforst (Hrsg.), Richtlinie Holzerntetechnologien (2006)
- [3] Ellenberg, H., Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl. (1986)