

NMS (NÄHRSTOFFMANAGEMENT) STAND DEUTSCHLANDWEIT

Dr. Volker Stüber/Dr. Michael Mindrup

1. Einleitung

Die nachhaltige Waldbewirtschaftung bedingt eine ganzheitlich ressourcenbezogene Betrachtungsweise der Waldökosysteme. Hierzu gehört eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung, bei der die langfristig konstante Erhaltung der dem Wald aus Boden und Humus zur Verfügung stehenden Nährstoffvorräte gleichzusetzen ist mit der Nährstoffnachhaltigkeit. Die Nährstoffbilanzierung standörtlich und baumartenabhängig unterschiedlicher Biomasse – Nährstoffverhältnisse kann jegliche Biomassenutzung im Wald quantifizieren.

Die Nährstoffnachhaltigkeit der Nutzungen kann so beschrieben, geprüft und als Entscheidungsgrundlage genutzt werden: Für Stammholznutzung ebenso wie für die in den letzten Jahren deutlich erhöhten Waldrestholznutzungen zur energetischen Verwertung.

Beschleunigt durch das politisch vorgegebene Vorhaben „Energiewende“ erfolgte in den letzten Jahren eine Ausweitung der bisherigen Biomassenutzungen aus dem Wald. Derzeit werden ca. 70 % der Wärmeerzeugung und 8 % der Stromerzeugung aus Biomasse durch den Einsatz von Holz erbracht (Thorwarth, h., et al, 2015). Nach Thorwarth ist die „Energiewende der Umbau des Energiesystems hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung.“

Die besondere Berücksichtigung der Nährstoffvorräte und –bilanzen ist ein seit Jahrhunderten gegenwärtiges Thema der Waldbewirtschaftung und keineswegs eine neue Entwicklung. „Gegen Ende des Mittelalters waren die ursprünglich fast flächendeckenden deutschen Wälder durch Holznutzung zur Energiegewinnung und für Bauzwecke, Waldweide und Streunutzung nahezu vollständig vernichtet oder erheblich degradiert.“ (STEINECKE, K. et al.; 2003).

Die Verpflichtung der Waldeigentümer, auch unter diesen sich verän-

dernden Bedingungen ökosystemar ganzheitlich und nicht nur im Rahmen der Holznutzung nachhaltig zu wirtschaften, ergibt sich einerseits aus Erfahrungen (s. o.) andererseits aus unterschiedlichen Regelwerken.

2. Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für eine nachhaltige Nutzung der Wälder bildet das Bundeswaldgesetz als Rahmengesetz für die Waldgesetzgebungen der Länder. Sowohl im Bundeswaldgesetz (s. § 1), als auch in den Länderwaldgesetzen ist die nachhaltige Waldbewirtschaftung bezüglich aller Waldfunktionen im Rahmen einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft geregelt.

In Bezug auf die nachhaltige Bodenbewirtschaftung ist, synonym zum Begriff Nährstoffnachhaltigkeit, der in den Gesetzestexten verwendete Begriff „Bodenfruchtbarkeit“ zu werten. In den Ländergesetzeswerken wird meistens bereits im Abschnitt Gesetzeszweck auf die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder der Bodenfunktionen eingegangen.

3. Politische Programme

Politische Programme oder andere normierende Mechanismen verdichten die Handlungsvorgaben für die Waldbewirtschaftung.

3.1 Europäische Ebene

Eine nachhaltige Nutzung der Wälder auf europäischer Ebene wurde durch die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE 2002) durch die Formulierung von Nachhaltigkeitskriterien entwickelt.

3.2 Bundesebene

Die Waldstrategie 2020 (BMELF, 2008) wurde von der Bundesregierung vor dem Hintergrund steigender Ansprü-

che an den Wald in Deutschland verabschiedet. Unter Bezugnahme verstärkter Nutzung von Vollbaumsortimenten sollen die Anforderungen an den Bodenschutz angemessen berücksichtigt werden.

„Für die zusätzliche nachhaltige Nutzung von Energieholzsorimenten aus dem Wald sollen einheitliche Empfehlungen für eine Vorrangkartierung von Standorten mit ausreichender Nährstoffversorgung und stabilem Bodengefüge entwickelt werden.“

Dieses Zitat ist ein konkret formulierter Auftrag zur Entwicklung eines bundeseinheitlichen Standards zur Unterstützung der Sicherung der Nährstoffnachhaltigkeit bei einer erweiterten Biomassenutzung im Wald.

Die erhöhte Waldbiomassenutzung zur energetischen Verwertung dokumentiert der Bericht des statistischen Bundesamtes aus 2015 (Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tl. 6). Die Einnahmen der Forstbetriebe aus der Vermarktung von Brennholz (Energieholz) haben sich in Deutschland in den letzten 10 Jahren verfünffacht. Der Einnahmeanteil für Brennholz stieg von ca. 2,5 % der Gesamteinnahmen im Jahr 2003 auf über 6 % in 2013.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung muss einer nachhaltigen Nährstoffversorgung zukünftiger Wälder verstärkt Rechnung getragen werden.

3.3 Landesebene

Am Beispiel des Programms der Niedersächsischen Landesregierung „LÖWE“: Langfristige Ökologische Waldentwicklung (Nds. MELF, 1992) lässt sich eine weitere Ebene der Handlungsvorgaben für einen Landeswald darstellen. Im 1. Grundsatz: Bodenschutz und standortgemäße Baumartenwahl steht:

► Vorrangig ist die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der vollen natürlichen Leistungskraft der Waldböden. Sie bilden die Grundlage für

gesunde, vielfältige und leistungsstarke Wälder.

- Intakte Böden sind zu pflegen. Durch frühere Misswirtschaft – z. B. nach Heide oder durch Schadstoffeinträge aus der Luft – gestörte Böden sollen wiederhergestellt werden, sofern keine anderen ökologischen Belange entgegenstehen

Hier wird die nachhaltige Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Waldböden vorgegeben, die eine Berücksichtigung der Nährstoffnachhaltigkeit im Rahmen der Waldbewirtschaftung einschließt.

3.4 Zertifizierung

Die Wälder im Eigentum der Bundesländer sind durch die Systeme PEFC und/oder FSC zertifiziert. Aus diesen Zertifizierungen ergeben sich Vorgaben für die Waldbewirtschaftung, die die genannten Gesetze und Programme weiter ergänzen und konkretisieren.

Vor dem Hintergrund der genannten Regelwerke und gesellschaftlichen Anforderungen ist bezüglich der Biomassenutzung aus dem Wald bei der Waldbewirtschaftung eine Erweiterung der üblicherweise der Forsteinrichtung zugeordneten Inventur-, Analyse-, Planungs- und betriebsinternen Buchungsinstrumente notwendig.

4. Anforderungen an ein Nährstoffmanagementsystem

Theoretisch lässt sich die Nutzung von Biomasse dann als nachhaltig bezeichnen, wenn die Elementbilanzen der genutzten Waldökosysteme im räumlich-zeitlichen Mittel ausgeglichen und die Vorräte an verfügbaren Nährstoffen im Boden konstant sind. Dann ist davon auszugehen, dass mit Zuwachseinbußen nicht zu rechnen ist und auch mittelfristig die Waldernährungssituation sich nicht verschlechtert. Hieraus lassen sich Anforderungen an ein Nährstoffmanagementsystem ableiten: Sie beinhalten nicht nur das Vorhandensein von flächig vorliegenden Grundlegenden Daten zur Bilanzierung der Nährstoffflüsse durch Biomassenutzung, z. B. Standortkartierung, Bodennährstoffanalysen einschließlich Humusaufgabe, Kalkungskataster. Neben einer großmaßstäbigen Darstellung

(auf Bestandes- und Standortebene) zu Übersichts- und sachgerechten Planungszwecken muss ein Nährstoffmanagementsystem möglichst umfassend, operational, leicht zugänglich und leicht bedienbar sein. Hierzu gehört sowohl eine Protokollierung der Nutzungsmassen der verschiedenen Sortimente auf Bestandesebene als auch, im Falle der Waldrestholznutzung, die langfristige Speicherung der Flächen-daten, die unabhängig von einer Flächegeometrieänderung durch die Forsteinrichtung erhalten bleiben muss.

Nährstoffbezogene Biomasseverrats- und -entzugsdaten beruhen lange Zeit nur auf wenigen Untersuchungen und Quellen: Z. B. Forstliche Standortsaufnahme Tab. 74, S. 153, (Standortsaufnahme, Forstliche. (1996). Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft der Forsteinrichtung), Schätztafeln für Trockenmasse und Nährstoffspeicherung von Kiefernbeständen (HEINSDORF u. KRAUß (1990), für Ostdeutschland).

Bodenchemische Daten zur Beschreibung der Nährstoffquelle Boden liegen flächendeckend mit hinreichender Auflösung bundesweit nicht vor. Die Standortkartierungsverfahren in den Bundesländern stellen Daten sehr unterschiedlicher Qualität bereit. Erhebungen auf Stichprobenbasis, wie die Bodenzustandserhebung im Wald haben für konkrete Bestandes-, Standortssituationen eine nur begrenzte Aussagekraft.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Datenlage und Nutzungsentwicklung bestand und besteht die Aufgabe, mit den vorhandenen Daten Aussagen zur Biomassenutzung aus dem Wald zu treffen, um Nutzungsentscheidungen zu unterstützen. Ein Entwicklungsbedarf zur Verfeinerung vorhandener Methoden ist erkennbar.

Als Ergebnis muss ein operationales und dynamisches Entscheidungsunterstützungssystem zur Verfügung stehen, um bei der Bewirtschaftung der Wälder die Sicherung der Nährstoffnachhaltigkeit zu gewährleisten und die Möglichkeiten der Holznutzung zu optimieren.

Eine umfassende Beschreibung der komplexen Zusammenhänge und des derzeitigen Standes der Entwicklung findet man u. a. in der Veröffentlichung von Block, J., & Meiwes, K. J. (2013): Erhaltung der Produktivität der

Waldböden bei der Holz- und Biomassenutzung.

Im Zentrum der aktuellen Entwicklung von Nährstoffmanagementsystemen für die Waldbewirtschaftung stehen die Waldwachstumsmodelle und –simulatoren wie SILVA (Pretzsch, H., et al. 2002) und BWINPro / Waldplaner (Nagel, 2013), die um Biomassefunktionen sowie Nährelementgehalte in der Biomasse erweitert wurden.

Mit Hilfe dieser frei zugänglichen Software und einer deutlich verbesserten Datenbasis kann eine Vielzahl von Bestandes- / Standortssituationen in Bezug auf die Veränderungen der Biomasse- und Nährstoffvorräte im Rahmen unterschiedlicher Nutzungsszenarien analysiert und dargestellt werden. Der Waldplaner wurde mit Blickrichtung auf den nordwestdeutschen Raum entwickelt, der Waldwachstumssimulator SILVA findet eher im süddeutschen Raum Anwendung.

Durch die Forschung wurden in Deutschland deutlich verbesserte Instrumente entwickelt, die zusammen mit einer nachhaltigen Waldentwicklung ein nachhaltiges Nährstoffmanagement unterstützen.

4.1 Aktuelle Entwicklungen

Als Beispiel kann das DBU Projekt „Entscheidungsunterstützungssystem zum Nährstoffentzug im Rahmen der Holzernte“ herangezogen werden. Es stellt auf der Basis von Untersuchungen in Bayern und Rheinland – Pfalz eine richtungweisende Entwicklungsstufe für Nährstoffmanagementsysteme dar (PRETZSCH, H., et al., 2013).

Ein Ergebnis ist, dass „Biomasse und deren Verteilung auf die einzelnen Baumkompartimente sowie die Nährstoffgehalte in den einzelnen Kompartimenten erheblich in Abhängigkeit von Baumart, Standort, Waldbehandlung und genetischer Entwicklung variieren“ können.

Als Datengrundlage zur Ermittlung der Nährstoffgehalte der Baumkompartimente für fünf Baumarten (Fichte, Douglasie, Kiefer, Buche, Eiche), die jeweils möglichst auf alle betrachteten Standortseinheiten in gleicher Anzahl verteilt sein sollten, dienten repräsentative Proben von Splintholz, Kernholz, Rinde, Astholz ..., Zweige und Nadeln. Alle Bestandteile wurden „auf die Elemente C, N, P, S, Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, B analysiert“. Die Kalkulation

nen beziehen sich bei allen Baumarten auf Reinbestände und einen Kalkulationszeitraum von jeweils 100 Jahren (Entzüge bei Durchforstungen bis Alter 100 zuzüglich virtueller Abnutzung des 100-jährigen Bestandes).

Die Entzüge an Biomasse steigen bei allen Standorten in der Reihenfolge Eiche < Kiefer < Buche < Fichte < Douglasie an, wobei die Erntemenge an Biomasse bei Vollbaumnutzung von Nadelbäumen um bis zu 25%, von Laubbäumen um bis zu 40% höher ist als bei reiner Derbholtznutzung (Block, J., 2014).

Die Herleitung der baumbezogenen Biomassen und der Nährstoffvorräte erfolgt über Schätzfunktionen, die aus den Messungen entwickelt wurden. Durch die Nutzung des Einzelbaummodells des Waldwachstumssimulators SILVA können sowohl die Biomassen als auch die damit verknüpften Nährelementmengen für die einzelnen Baumkompartimente und für variierenden Baumdimensionen berechnet werden.

Unter Berücksichtigung der Nährelementdeposition aus der Atmosphäre, der Nährstoffnachlieferung aus der Mineralverwitterung im Boden, der Nährstoffverluste mit dem Sickerwasser sowie der Nährstoffbilanz relevanten Effekte der Waldkalkung wurde eine umfassende, Datenbank basierte Entscheidungsgrundlage für die Biomassenutzung im Wald erarbeitet.

Auf dieser Datenbasis können, unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren des Standorts, der Baumartenmischung, der Durchforstungsintensität und des Holzernteverfahrens Nährstoffbilanzszenarien unterschiedlicher Holznutzungsvarianten, wie z. B. Vollbaum- und Derbholtznutzung berechnet werden, um deren Nährstoffnachhaltigkeit schon im Planungsstadium zu beurteilen.

In Rheinland-Pfalz erfolgte die Umsetzung dieser Ergebnisse in ein praxistaugliches, operationales Entscheidungsunterstützungssystem, das zur Zeit geprüft wird. Unter anderem wird ein flächendeckendes System zur

Ausweisung von Sensitivitätsklassen gegenüber Bodendegradation durch übergroße Nährstoffverluste auf Basis einzelner Nährelemente erarbeitet. Hieraus kann, unterstützt durch entsprechende Kartenwerke, die Nährstoffnachhaltigkeit einzelner Standorte im Zusammenhang mit der Biomassenutzung beschrieben, beurteilt und zu Planungszwecken verwendet werden.

5. Aktuelle Situation in Landeswäldern

In den Bundesländern sind gesetzliche und andere Voraussetzungen und Vorgaben für die Holznutzung unterschiedlich. Nährstoffmanagementsysteme in den Bundesländern befinden sich derzeit in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Dies ist u. a. der länderabhängig unterschiedlichen Datengrundlage geschuldet. Tabelle 1 zeigt am Beispiel einiger Bundesländer einen Überblick über die derzeitigen Sachstände.

Nährstoffmanagementsysteme im Landeswald												
Nutzungsdifferenzierungen auf Basis der Angaben:												
Bundesland	aus forstl. Standortskartierung			nutzungsbezogener Vorgaben			betriebsinterner Regelungen			der Zertifizierungssysteme		von Dokumentationssystemen < Ø 7 cm m.R.
	Wasserhaushalt	Nährstoffhaushalt	Nährelementbezogen	Vollbaum	Nutzung mit Durchmessergränze		Nutzungshäufigkeit	baumartenbezogen	Differenzierung zwischen Laub- und Nadelholz	FSC D* (auch tlw.)	PEFC	
Rheinland-Pfalz				X	X				X	X		
Hessen		X		X*		X*	X			X	X	X (Naturaldatenkontrolle)
Saarland				X	X					X		
Brandenburg		X		X			X			X	X	
Mecklenburg - Vorpommern	X	X		X			X			X**	X	
Bayern			X	X		X	X	X			X	
Niedersachsen	X	X		X			X	X			X	X***
Schleswig-Holstein				X		X				X	X	
Nordrhein - Westfalen				X	X					X		
Baden-Württemberg				X	X					X		

Tabelle 1: Stand der Nährstoffmanagementsysteme in einigen Bundesländern. (Umfrage März 2016, gilt für Wälder im Landeseigentum zum angegebenen Zeitpunkt) *Standard für FSC Deutschland, X** Meck-Pom. ist auch FSC zertifiziert auf rund 8.300 ha. X*** in Bearbeitung. Die mit einem „X“ versehenen Kriterien bedeuten, dass eine für die Bewirtschaftung bindende Regelung vorliegt. Z. B. ein „X“ bei „Vollbaum“ kann bedeuten, dass die Vollbaumnutzung mit bestimmten Restriktionen erlaubt ist, es kann auch bedeuten, dass Vollbaumnutzung nicht erlaubt ist.

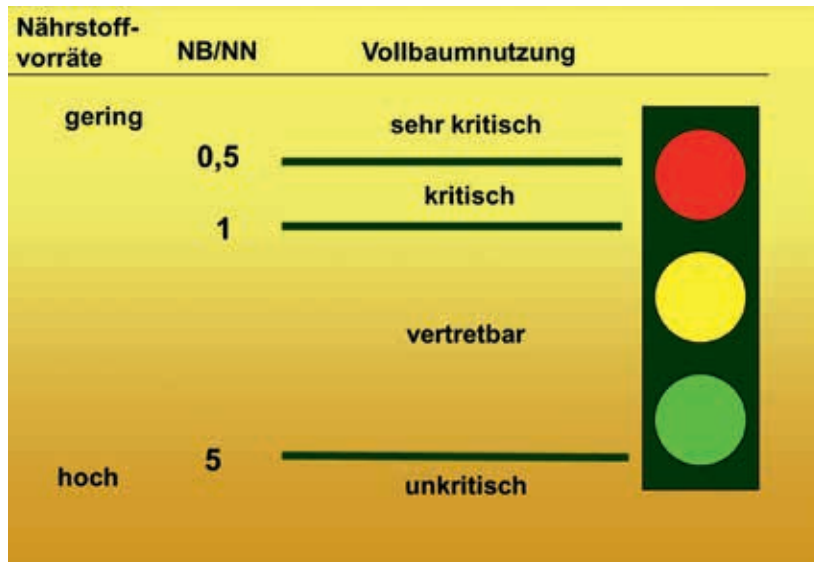


Abbildung 1: Beispiel: Ampelfarben zur Darstellung der standortsabhängigen Möglichkeiten einer Vollbaumnutzung (NB: Nährstoffvorräte im Boden, NN: Nährstoffe in der genutzten Biomasse. NB/NN = Nährstoffzugsindex (STÜBER, V.; et al.; 2008)

5.1 Zertifizierung

Die Tabelle zeigt, dass alle Bundesländer zertifiziert sind. Eine Doppelzertifizierung betrifft z. B. in Hessen, Mecklenburg – Vorpommern und Brandenburg derzeit Teilflächen der landeseigenen Forstbetriebe. Aus diesem Grund gibt es in diesen Ländern getrennte Regelungen für die Energieholznutzung.

Die FSC Zertifizierung gibt undifferenziert für alle Waldflächen vor, dass „Vollbaummethoden nicht durchgeführt werden“, 6.3.14 (dt. FSC Standards V. 2.3 v. 1.7.2012). Punkt 5.3.1.3 besagt: „Nichtderbholz (Anm.: Durchmesser kleiner 7 cm) verbleibt im Wald“.

Im PEFC-Zertifizierungssystem ist eine Vollbaumnutzung unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. (PEFC Deutschland, 2016). Hierdurch ist eine sinnvolle, standorts- und baumartenabhängige Differenzierung und eine Optimierung der Nutzungen möglich.

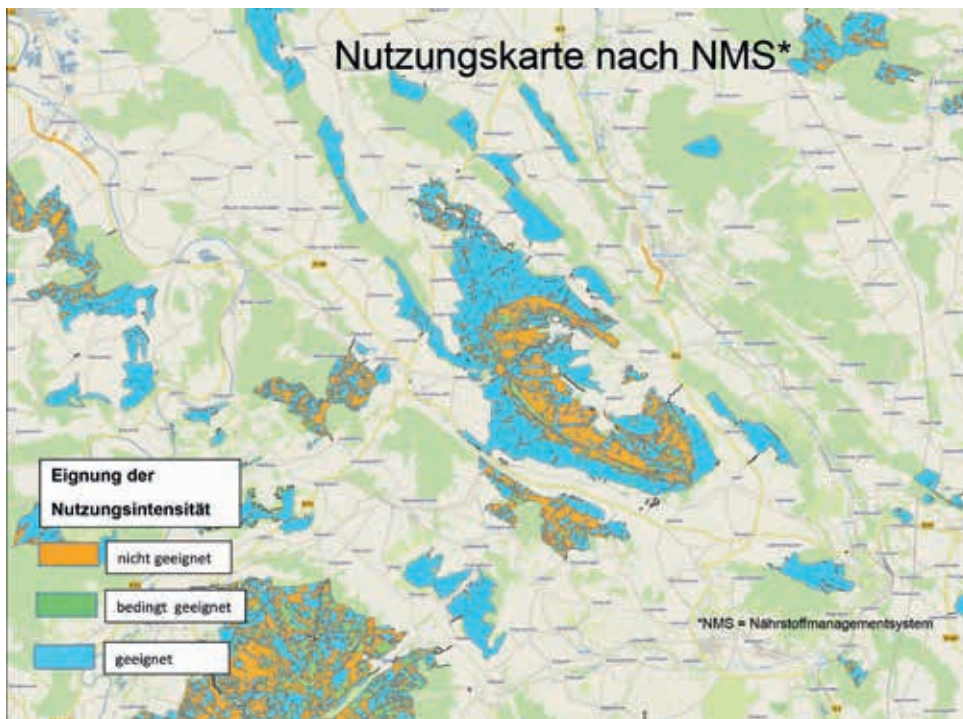


Abbildung 1: (Entwurfkarte: NWFVA Göttingen), Beispiel Niedersachsen: In Zusammenschau von Standortpotenzial und Bestockung können die erweiterten Nutzungsmöglichkeiten (Vollbaumnutzung) dargestellt werden.

5.2 Nährstoffmanagementsysteme

Die angewendeten Nährstoffmanagementsysteme außerhalb dieser Regelungen basieren immer mindestens auf dem Ansatz einer Nährstoffbilanzierung, die auf der Habenseite bodenbürtige Nährstoffvorräte, „X“ bei „Nährstoffhaushalt“ in Tabelle 1, (z. B. Niedersachsen, Brandenburg) einbezieht. Sollseitig werden aus verschiedenen Grundlagendaten Nährstoffgehalte der einzelnen Baumkompartimente (Holz, Rinde, Äste...) der unterschiedlichen Baumarten hinzugezogen.

Eine Häufung der Kreuze in der Rubrik „nutzungsbezogene Vorgaben“ zeigt, dass betriebsinterne Vorgaben in den Bundesländern die nachhaltige Nutzung von Waldrestholz in hohem Maße steuern und der Nutzungsdifferenzierung eine große Bedeutung beimessen.

Der Bereich „betriebsinterne Regelungen“ zeigt weiterhin, dass über die „Nutzungshäufigkeit“ und die Berücksichtigung der baumartenabhängig unterschiedlichen Nährstoffgehalte detaillierte Nutzungsbedingungen für die Forstbetriebe vorgegeben werden.

Das Kriterium „Nutzungshäufigkeit“ beschreibt die Anzahl der zulässigen Waldrestholznutzungen im Bestandesleben. Diese wird z. T. zudem noch abhängig gemacht vom jeweiligen Humuszustand (z. B. Bayern).

Die in der Spalte „Dokumentationssysteme“ belegten Anwendungen sehen z. B. in Hessen und Niedersachsen vor, jede Waldrestholznutzung mit Durchmessern < 7 cm m. R. flächenscharf langfristig zu dokumentieren. Das Risiko einer Übernutzung ist damit auf ein Minimum reduziert.

Die beschriebenen Vorgehensweisen zeigen ein hohes Verantwortungsbewusstsein der Forstbetriebe in Bezug auf eine Sicherung der Nährstoffnachhaltigkeit.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden häufig auf der Basis der forstlichen Standortkartierung als flächendeckende Darstellung umgesetzt. In Ampelfarben wird eine schnell erfassbare Information hinsichtlich der Waldrestholznutzung zur Verfügung gestellt.

Eine Erweiterung der Informationen für die Waldbewirtschaftung stellt die Betrachtung von standörtlichem Nährstoffpotenzial in Verbindung mit aufstockender Baumart dar.

Die oben zusammengefasste Darstellung der Grundlagen eines Nährstoffmanagementsystems zeigen die standorts- und bestandesbezogenen Differenzierungsmöglichkeiten bei der Holznutzung auf. Diese Systeme unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung und Verfeinerung, die durch eine Erweiterung der Kenntnisse und Anforderungen getrieben wird.

6. Zusammenfassung

Bedingt durch gesellschaftliche Entwicklungen, politische Vorgaben und Marktentwicklungen wird in deutschen Wäldern zunehmend Waldrestholz (Biomasse unter der Derbholzgrenze von 7 cm Durchmesser) genutzt. Die Nutzung erfolgt energetisch zur Wärme- und/oder Stromerzeugung. Das hohe Eigeninteresse der Waldbewirtschafter an nachhaltig leistungsfähigen und stabilen Wäldern sowie Vorgaben aus Gesetzen und politischen Programmen erfordert die besondere Betrachtung der Nährstoffbilanzen der Waldstandorte. Statisch feste Vorgaben, wie z. B. aus der FSC Zertifizierung, minimieren die optimale Erschließung des Holzpotenzials, das energetisch genutzt werden kann. Zur Erschließung des Potenzials und zur Feststellung einer nachhaltigen Nährstoffnutzung

war und ist die Entwicklung von Nährstoffmanagementsystemen notwendig. Unter Berücksichtigung der standörtlichen Nährstoffausstattung einschließlich der luftbürtigen Einträge sowie der baumartenabhängigen Austräge durch Holzernte und Austräge durch z. B. Sickerwasser lässt sich eine Nährstoffbilanz berechnen. Sie dient als Grundlage für eine Optimierung der Nutzungsentscheidungen im Wald. Das Beispiel einiger Landeswälder zeigt, dass die Nährstoffnachhaltigkeit durch die Vorgabe bestimmter Kriterien berücksichtigt wird. Durch Erweiterungen der Anforderungen und des wissenschaftlichen Kenntnisstandes unterliegen die Managementsysteme einer ständigen Weiterentwicklung.

Literatur

- Thorwarth, H.; Hein, S.; Kaiser, B. (2015): Holzenergie bleibt tragende Säule der Energiewende (Wood energy remains a supporting pillar for energy transition in Germany). *Holz-Zentralblatt*, 2015/8: 189-191. 1]
- (Block, J., & Meiwes, K. J. (2013). Erhaltung der Produktivität der Waldböden bei der Holz- und Biomassennutzung. *Bodenschutz-Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser*, 4200, 1-50.)

- (PRETZSCH, H., et al. Entscheidungsstützungssystem zum Nährstoffentzug im Rahmen der Holzernte-Nährstoffbilanzen wichtiger Waldstandorte in Bayern und Rheinland-Pfalz. *Schlussbericht zum Projekt*, 2013, S. 25966-33.)
- Block, J.: *Vortrag: Auswirkungen der Vollbaumnutzung auf die Nährstoffnachhaltigkeit*, FSC Fachveranstaltung zur Vollbaumnutzung, 19. November 2014
- Nds.Min. f. FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1992): *Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten*. 2. Auflage. Hrsgb. *Niedersächsische Landesregierung, Hannover*.
- Deutschland eV, P. E. F. C. (2009). *PEFC-Standards für Deutschland. Leitlinie für nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Einbindung des Waldbesitzers in den regionalen Rahmen*. PEFC Deutschland eV., Stuttgart.
- FSC Arbeitsgruppe Deutschland e.V., 2012: *Deutsche FSC Standards*, V. 2.3 v. 1.7.2012
- PEFC (2014): *Standards für nachhaltige Waldbewirtschaftung*. Normatives Dokument PEFC.D 1002-1:2014
- FI CE GERMANY, Federal Statistical Of. *Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen*. *Statistisches Bundesamt, Wiesbaden*, 2015.
- NAGEL, Jürgen (2013). *Waldwachstumssimulatoren und Forstliche Nachhaltigkeit*. DVFFA, Sektion Ertragskunde: *Beiträge zur Jahrestagung 2013*
- STUBER, V.; MEIWES, K. J.; MINDRUP M. (2008): *Nachhaltigkeit und Vollbaumnutzung: Bewertung aus Sicht der forstlichen Standortkartierung am Beispiel Niedersachsen*. *Forst und Holz*, 63, 28-33
- STEINECKE, K.; VENZKE, J. F. *Wald und Forst heute*. *Leibniz-Institut für Länderkunde (Ed.), Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen und Tierwelt*. *Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin*, 2003, S. 92-93.

Dr. Volker Stüber
 Dezernatsleiter Forst GIS und
 forstliche Standortkartierung
Niedersächsisches Forstplanungsamt
 Forstweg 1 A
 38302 Wolfenbüttel
 Tel.: +49 5331/300378
 volker.stueber@nfp.niedersachsen.de
 www.landesforsten.de



Dr. Michael Mindrup
 SG 3 Nährstoffmanagement
 Abt. Umweltkontrolle
**Nordwestdeutsche
 Forstliche Versuchsanstalt**
 Grätzelstr. 2
 37079 Göttingen
 Tel.: +49 551/69401-167
 michael.mindrup@nw-fva.de
 www.nw-fva.de

