

WALDBODENSCHUTZ DURCH NÄHRSTOFFNACHHALTIGE WALDBEWIRTSCHAFTUNG IN RHEINLAND-PFALZ



Die Erhaltung der Fruchtbarkeit unserer Waldböden ist ein bedeutsamer Bestandteil der forstlichen Nachhaltigkeit. Hierzu muss die standortsgemäße Versorgung auch künftiger Waldgenerationen mit Nährstoffen sichergestellt werden (Nährstoffnachhaltigkeit). Die Nährstoffnachhaltigkeit ist nur in stabilen, naturnahen Waldökosystemen mit einem intakten Nährstoffkreislauf gewährleistet. Beeinträchtigungen des Nährstoffhaushalts durch versauernd wirkende Luftverunreinigungen müssen vermieden werden. Die Nutzung des Waldes muss am jeweiligen Standortpotenzial ausgerichtet werden.

Die Nutzung von Holz aus heimischen Wäldern ist nicht nur die Grundlage der Rohstoffversorgung des Forst-Holz-Clusters sondern auch für die Umwelt von großer Bedeutung. Die Verwendung des nachwachsenden und nahezu CO₂-neutralen Rohstoffs Holz trägt durch Substitution fossiler oder energieaufwändiger Produkte wie Erdöl, Erdgas, Stahl und Beton zum Klimaschutz bei. Darüber hinaus erfüllt der bewirtschaftete Wald eine Fülle weiterer Waldfunktionen wie Arbeit und Einkommen für viele Menschen, Schutz des Bodens und des Grundwassers, Verbesserung der Luftqualität und als Erholungsraum.

Allerdings muss die Nutzung des Waldes nachhaltig ausgerichtet sein. Die forstliche Nachhaltigkeit umfasst die dauerhafte Sicherung aller Leistungen und Wirkungen des Waldes und schließt damit auch die Erhaltung des Standortpotenzials ein. Eine grundlegende Bedingung für den Erhalt des Bodenfruchtbarkeit ist die Sicherung einer standortsangepassten Versorgung auch künftiger Waldgenerationen mit Nährstoffen („Nährstoffnachhaltigkeit“).

Für die Waldbewirtschaftenden sind die Grenzen zwischen einer nachhaltigen Ausnutzung des jeweiligen Standortpotenzials und einer die Nährstoffnachhaltigkeit verletzenden Übernutzung nur schwer zu erkennen. Daher wurden zur Beratung der Forstpraxis in Rheinland-Pfalz verschiedene Instrumente entwickelt, die als Entscheidungshilfen im Hinblick auf eine standortsverträgliche Nutzung des Waldes dienen. An zentraler Stelle

steht dabei eine Einschätzung der Vulnerabilität des jeweiligen Waldstandorts gegenüber einer Beeinträchtigung des Nährstoffhaushalts und einer Einschränkung der Standortsproduktivität. Die Einschätzung der Vulnerabilität wird dann mit konkreten Empfehlungen zur nährstoffnachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes verbunden.

Nährstoffbilanzen als Bewertungsgrundlage

Zur Überprüfung, ob der Nährstoffhaushalt eines Waldökosystems intakt und die Nährstoffnachhaltigkeit gewährleistet ist, werden Bilanzen der Nährelemente Kalium, Calcium, Magnesium, Stickstoff und Phosphor herangezogen. Die Nährstoffnachhaltigkeit ist eingehalten, wenn die genutzten Ökosysteme ausgeglichene oder positive Bilanzen dieser Nährstoffe aufweisen bzw. defizitäre Bilanzsalden aufgrund hoher Bodenvorräte keine wesentliche Verringerung der Nährstoffverfügbarkeit erwarten lassen.

Bei der Bilanzierung werden auf der Eintragsseite die atmosphärische Stoffdeposition und die Freisetzung von Nährstoffen aus der Mineralverwitterung und auf der Austragsseite der Nährelementexport durch die Holzernte und der Austrag von Nährstoffen mit dem Sickerwasserfluss unterhalb des Hauptwurzelsraums betrachtet (siehe Grafik).

Waldbäume filtern Stoffe aus der Umgebungsluft aus, die dann mit nachfolgenden Niederschlägen auf den Waldboden gelangen. Aufgrund ihrer höheren Filterwirkung weisen Fichte und Douglasie

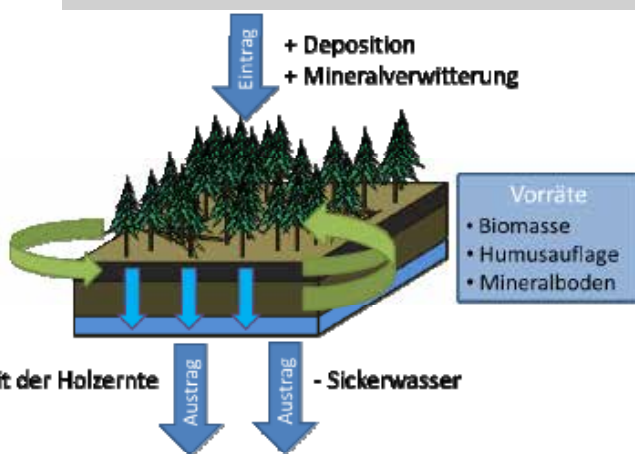
Foto links: Mit den Hiebsresten bleibt ein erheblicher Teil der in den geernteten Bäumen enthaltenen Nährstoffe dem Nährstoffkreislauf des Douglasienökosystems erhalten.

Foto rechts: Auf besonders vulnerablen Standorten, hier Sanden des Mittleren Buntsandsteins, sollte ein Teil des schwächeren Laubderbholzes zur Unterstützung des Nährstoffhaushalts im Bestand verbleiben.

Fotos J. Block

generell höhere Depositionsraten auf als Kiefer, Buche und Eiche. Über diese Stoffdeposition werden auch die vorgenannten Nährstoffe in das Waldökosystem eingetragen. Allerdings erfolgt dies in unterschiedlichem Ausmaß: Während Stickstoff, der im Wesentlichen aus der Landwirtschaft und dem Straßenverkehr stammt, in erheblichem Umfang über die atmosphärische

Nährstoffbilanz Waldökosystem



Deposition in die Waldökosysteme gelangt, ist der Eintrag an Calcium und Magnesium auf diesem Wege seit vielen Jahren rückläufig.

Der in der Zeitreihe nur wenig veränderte Stickstoffeintrag liegt meist deutlich über dem Stickstoffbedarf der Waldbäume und sonstigen Stickstoffkonsumenten im Waldökosystem. Ein erheblicher Teil des über Depositionsprozesse eingetragenen Stickstoffs verlässt das Ökosystem mit dem Sickerwasserfluss als Nitrat. Der Austrag der Nitrationen führt zu einem äquivalenten Austrag an Kationen, darunter auch die bedeutsamen Nährstoffe Kalium, Calcium und Magnesium. Überhöhte Stickstoffeinträge tragen somit zur Verarmung der Waldböden an diesen Nährstoffen und zur Versauerung bei.

Calcium und Magnesium gelangen vornehmlich als Stäube in die Atmosphäre und über Depositionsprozesse in die Waldökosysteme. Ihr Eintrag zeigt in der Zeitreihe einen deutlichen Rückgang, da die Staubemissionen aus Industrie und Verkehr effektiv reduziert worden sind und auch die Auf-

wehung von Bodenstaub durch veränderte landwirtschaftliche Verfahrensweisen zurückgegangen ist.

Ein bedeutsamer Eintragsweg für Kalium, Calcium und Magnesium ist die Mineralverwitterung. Bei der Verwitterung von primären Bodenmineralen wie Feldspaten, Amphibolen, Pyroxenen, der Lösung von Kalken und der Umwandlung von Tonmineralen werden diese Elemente in den pflanzenverfügbaren Nährstoffpool überführt. Allerdings ist die Mehrzahl der Waldstandorte in Rheinland-Pfalz arm an verwitterbaren Mineralen. So bestehen beispielsweise die sandigen Böden des Mittleren Buntsandsteins im Pfälzerwald oder die Böden aus devonischen Quarziten im Hunsrück nahezu ausschließlich aus dem Mineral Quarz, das keine Nährstoffe freisetzt.

Auf der Austragsseite der Bilanzen spielen die Nährstoffausträge mit dem Sickerwasserfluss eine große Rolle. Sie variieren vor allem in Abhängigkeit von Bodensubstrat, klimatischen Bedingungen und dem aufstockenden Waldbestand in einem sehr weiten Rahmen. Bei sonst gleichen Bedingungen zeigen Fichte und Douglasie höhere Nährstoffausträge mit dem Sickerwasser als Kiefer, Buche und Eiche. Wie bereits dargestellt beschleunigt die überhöhte Stickstoffdeposition den Austrag an Kalium, Calcium und Magnesium mit dem Sickerwasserfluss. Auch der Jahrzehnte andauernde Abbau der in Zeiten hoher Schwefeleinträge im Boden gespeicherten Sulfate trägt zu den Verlusten dieser Nährstoffe bei.

Mit jeder Nutzung von Holz oder sonstiger forstlicher Biomasse werden die darin enthaltenen Nährstoffe aus dem Wald exportiert und damit dem Nährstoffkreislauf entzogen. Die Nährstoffexporte mit der Holzernte werden vom Standort, der Baumart, der Wuchsleistung, dem Nutzungsalter und der Nutzungsintensität beeinflusst. Bei gleicher Baumart und Wuchsleistung sind die Nährstoffentzüge auf reicheren Standorten in der Regel höher als auf ärmeren. Während sich bei der Biomasseentnahme bei gleicher Wuchsleistung (Ertragsklasse) meist die Reihenfolge Douglasie > Fichte > Buche > Eiche und Kiefer ergibt, zeigen sich bei den Nährstoffentzügen

unterschiedliche Reihenfolgen: zum Beispiel bei Kalium (Derbholznutzung): Buche > Eiche > Fichte und Douglasie > Kiefer und bei Magnesium: Buche > Fichte > Eiche > Kiefer > Douglasie. Die Nährstoffentzüge einer Baumart sind bei höherer Wuchseistung höher als bei geringerer Wuchseistung und bei gleicher Entnahmemasse in jungen Beständen mit noch geringen Baumdimensionen aufgrund des höheren Rinden- und Reisiganteils höher als in älteren Beständen mit stärker dimensionierten Bäumen. Die Erntemenge an Biomasse ist bei Vollbaumnutzung (Nutzung aller oberirdischen Baumteile) über eine Nutzungsperiode bei Nadelbäumen meist um etwa 10 bis 25 %, bei Laubbäumen um bis zu 40 % höher als bei Derbholznutzung (Beschränkung der Nutzung auf Holz mit Rinde ab 7 cm Durchmesser). Der Entzug an Nährelementen nimmt dagegen von der Derbholznutzung zur Vollbaumnutzung deutlich stärker zu. Je nach Nährelement, Baumart und Ertragsklasse steigt der Entzug um das 1,4- bis nahezu 3-fache. Der Nährstoffexport mit der über das Derbholz hinausgehenden Baumbiomasse ist also im Vergleich zur geernteten Biomasse überproportional hoch.

Abgleich mit Bodenvorräten

Neben den Nährstoffbilanzen werden zur Bewertung der Nährstoffnachhaltigkeit auch die Vorräte der Nährelemente im Boden und der daraus abgeleitete Indikator „Nährstoffentzugsindex“ verwendet. Betrachtet werden dabei die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte in der Humusaufgabe und im durchwurzelten Bereich des Mineralbodens.

Die Indikatoren „Nährstoffentzugsindex-Derbholznutzung“ und „Nährstoffentzugsindex-Vollbaumnutzung“ setzen den Nährstoffvorrat im Boden in Beziehung zum über 100 Jahre aufsummierten Nährstoffentzug mit der Ernte bei Derbholznutzung bzw. Vollbaumnutzung. Hierdurch wird berücksichtigt, dass ein Ernteentzug bei geringen Bodenvorräten die Nährstoffnachhaltigkeit stärker gefährdet als bei hohen Bodenvorräten.

Vulnerabilität der Waldstandorte

Die Vulnerabilität beschreibt in diesem Zusammenhang die Verletzlichkeit des Waldökosystems

gegenüber der Nicht-Einhaltung der Nährstoffnachhaltigkeit. Ein vulnerables Ökosystem reagiert sensibel auf Störungen im ökosystemaren Stoffkreislauf zum Beispiel durch eine infolge eines Sturmwurfs entstandene Kahllage oder eine nicht standortsangepasste Nutzungsintensität. Es verfügt nur über eine geringe Anpassungsfähigkeit und reagiert bei länger andauernder Verletzung der Nährstoffnachhaltigkeit mit einer dauerhaften Einschränkung von wichtigen Funktionen, wie beispielsweise einer Abnahme der Standortproduktivität.

Mit Hilfe der Nährstoffnachhaltigkeitsindikatoren Nährstoffbilanz, Bodenvorrat, Nährstoffentzugsindex-Derbholznutzung und Nährstoffentzugsindex-Vollbaumnutzung werden fünf Vulnerabilitätsstufen ausgewiesen.

Waldstandorte mit geringer Vulnerabilität weisen entweder positive Bilanzsalden der bedeutsamen Nährstoffe auf oder die Bodenvorräte dieser Nährelemente sind so hoch, dass selbst die mit Vollbaumnutzungen verbundenen Nährstoffentzüge verkraftet werden und die Standortproduktivität auch langfristig selbst bei defizitärer Bilanz nicht gefährdet ist. Beispiele für Standorte mit „sehr geringer“ Vulnerabilität sind feinkörnige Kalklehme des Devon oder Magmatische Lehme aus Basalt. Der Vulnerabilitätsstufe „gering“ werden häufig Lößlehme oder Schichtlehme des Rotliegenden, die wurzelerreichbare Basenvorräte aufweisen, zugeordnet.

Eine „hohe“ oder „sehr hohe“ Vulnerabilität wird für Waldstandorte ausgewiesen, die auch bei Beschränkung auf Derbholznutzung defizitäre Bilanzsalden zeigen und zudem nur über geringe Nährstoffvorräte im Boden verfügen. Hier handelt es sich meist um tief basenarme oder nur im Unterboden bzw. Untergrund basenhaltige Standorte aus Sanden des Buntsandsteins oder aus Decklehmen über Quarzit des Devons.

Entscheidungsunterstützungssystem-Nährstoffbilanzen

Die Kalkulation der Bilanzen, Schätzung der Bodenvorräte, Berechnung der Indizes und die Herleitung der Vulnerabilitätsstufe erfolgen mit Hilfe eines Entscheidungsunterstützungssystems

(Decision Support System – DSS). Als Eingabeparameter werden aus Auswahllisten Informationen zur Lage (bspw. Wuchsbezirk), zum Klima (bspw. Wärmestufe, Niederschlagshöhe), zum Standort (bspw. Bodensubstrat, Wasserregime) und zum Waldbestand (Baumart, Ertragsklasse) eingesteuert. Ausgegeben werden die Bilanzen der Nährstoffe N, P, K, Ca, Mg und S (Bilanzgrößen: atmosphärische Deposition, Mineralverwitterung, Ernteentzug bei unterschiedlicher Nutzungsintensität, Sickerwasseraustrag), die Bodenvorräte dieser Nährstoffe, die Indikatoren „Nährstoffentzugsindex-Vollbaumnutzung“ und „Nährstoffentzugsindex-Derbholznutzung“ und die Netto-Säurebelastung des eingesteuerten Waldstandorts. Mit Hilfe dieser Informationen wird der jeweilige Standort im DSS einer Vulnerabilitätsstufe zugeordnet. Zudem wird aus den Befunden abgeleitet, ob der jeweilige Standort durch eine Kalkung vor weiterer Bodendegradation geschützt werden muss und wenn ja, in welchem Turnus und mit welchem Kalkungsmaterial eine solche Bodenschutzmaßnahme erfolgen sollte.

Digitale Karten zur Nährstoffnachhaltigkeit

Soweit die erforderlichen flächenbezogenen Grundlagendaten, insbesondere Standortdaten mit Angaben der Substratreihe (Standortseinheit) und der Frischestufe sowie Forstplanungsdaten mit Waldeinteilung und Bestockungsinfo-

mationen vorliegen, werden die im Entscheidungsunterstützungssystem-Nährstoffbilanzen kalkulierten Befunde und Bewertungen walddortbezogen in digitalen Karten dargestellt. Die in das rheinland-pfälzische Waldinformationssystem (WaldIS RLP) aufgenommenen Karten verschaffen dem Waldbewirtschaftenden einen einfachen Zugang zu den Entscheidungsgrundlagen für die einzelne Bewirtschaftungseinheit (Waldort) und können so unmittelbar in die Planung konkreter Maßnahmen einfließen.

Die erzeugten Karten zur Kalkungsnotwendigkeit und zum empfohlenen Kalkungsturnus sind zudem eine wesentliche Grundlage für die Planung von Bodenschutzkalkungen.

Bündelung von Maßnahmen zum Waldbodenschutz

Maßnahmen zum Waldbodenschutz und damit zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit müssen alle Einflussfaktoren auf den Stoffhaushalt der Waldökosysteme berücksichtigen. Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen zur Verhinderung weiterer Bodenversauerung und Stickstoffeutrophierung durch eine weitere Reduktion des Eintrags von Luftverunreinigungen, die Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes der Ökosysteme durch einen naturnahen und „störungsarmen“ Waldbau, die Anpassung der Nutzungsintensität an das Stand-

Screenshot Entscheidungsunterstützungssystem Nährstoffbilanzen

The screenshot displays the 'Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft' interface. It features a table of nutrient balance components, a list of input parameters on the right, and a summary of results at the bottom.

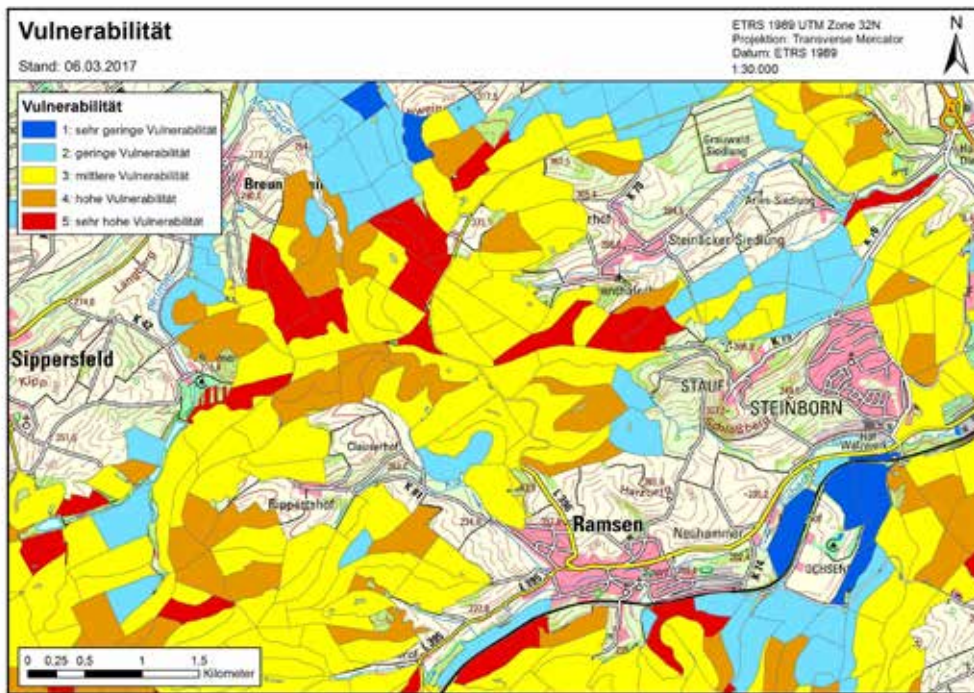
	Biomasse (t(Si)C/Jahr)	K	Ca	Mg	S	N	P
Deposition	0,0	2,1	5,9	0,8	6,4	14,7	0,2
Verwitterung	0,0	2,6	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Sickerwasserentzug	0,0	2,6	2,3	1,8	10,4	2,5	0,0
Ernte Entzug (Derbholz mit Rinde)	2,9	3,2	5,8	0,8	0,8	6,2	0,3
Ernte Entzug (Vollbaum Winterzustand)	3,5	4,4	8,3	1,0	0,7	6,5	0,3
Bilanz - keine Nutzung	0,0	2,1	1,1	-0,7	-6,8	13,9	0,2
Bilanz - Oberholz mit Rinde	-2,9	-1,1	-4,7	-1,3	-7,4	6,7	-0,1
Bilanz - Vollbaum Winterzustand	-3,6	-2,3	-7,2	-1,8	-7,7	3,5	-0,3

	Biomasse (t(Si)C/Jahr)	K	Ca	Mg	S	N	P
Bodenvorrat (Bumax + Mineralboden)	233,0	201,8	65,0	0,0	3.163,5	1.029,6	
Skonsumequivalent	0,7	0,4	1,0	0,0	0,0	29,7	
Nährstoffentzugsindex (Vollbaum)	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	19,3	
Nährstoffentzugsindex (Derbholz)	5,2	0,4	1,1	0,0	0,0	34,1	

	Netto - Säurebelastung - ohne Nutzung	Netto - Säurebelastung - Oberholz mit Rinde	Netto - Säurebelastung - Vollbaum Winterzustand
	1,7	1,7	1,7
	1,7	2,1	2,2
	1,7	2,1	2,2

hohe Vulnerabilität
Kalkungsempfehlung alle 20 Jahre mit Dolomit.

Parameters on the right: Wuchsgebiet: Pfläzswald, Wuchsbezirk: Mittlere Pfläzswald, Niederschlag: 850 - 949 mm, Wärmestufe: kolln, Grundform: eben < 10', Substrat: Sande d. Buntsandstein, Substratreihe: S's'aTR, Wasserregime: gemischt, Bodenart: S, Wasserhaushalt: frisch, Bestockung: Eiche und Buche, Ertragsklasse: 2,0.



ortspotenzial und, soweit erforderlich, Bodenschutzkalkungen. Nur wenn diese Maßnahmen Hand in Hand gehen und gemeinsam wirken, können die vielfältigen Bodenfunktionen dauerhaft erhalten werden.

Weitere Anstrengungen zur Luftreinhaltung erforderlich!

Seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts werden erhebliche Mengen an Luftverunreinigungen, insbesondere im Waldökosystem versauernd wirkende Schwefel- und Stickstoffverbindungen, emittiert, weit verfrachtet und in die Waldökosysteme eingetragen. Sie beeinflussen den Stoffhaushalt in vielfältiger Weise. Vor allem die nach wie vor überhöhten Einträge reaktiver Stickstoffverbindungen aus Landwirtschaft und Straßenverkehr beeinträchtigen den ökosystemaren Stoffhaushalt. Nachdem die Schwefeldioxidemissionen wirksam reduziert wurden, nimmt Stickstoff inzwischen die Spitzenposition bei den versauernd wirkenden Luftschadstoffen ein. Ein besonders hohes Versauerungspotenzial geht hier vom insbesondere aus der Landwirtschaft stammenden Ammonium aus. Die Nitratauswaschung infolge der überhöhten Stickstoffeinträge führt zu einer Mitauswaschung von wichtigen basischen Nährstoffen wie Calcium, Magnesium und Kalium und damit zu einer Verarmung der Böden an diesen Nährelementen.

Zur Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes der Waldökosysteme sind daher weitere Anstrengungen zur Luftreinhaltung auf nationaler und europäischer Ebene erforderlich. Vordringlich sind Maßnahmen zur Begrenzung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft und der Stickoxidemissionen aus dem Straßenverkehr.

Waldbauliche Maßnahmen zur Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes

Waldbauliche Maßnahmen zur Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit sind insbesondere auf die Erhaltung oder Schaffung stabiler, naturnaher Waldökosysteme mit möglichst geringen Risiken im Hinblick auf Sturmwurf oder Insektenkalamitäten ausgerichtet. Ziel ist es, einen möglichst geschlossenen Nährstoffkreislauf zu erhalten.

Ein Großteil unserer Waldökosysteme zeigt eine beginnende oder schon fortgeschrittene Stickstoffsättigung. Maßnahmen, die Bodenfreilagen begünstigen oder gar herbeiführen, verstärken in Verbindung mit erhöhtem Zutritt von Wärme und Wasser den Humusumsatz und damit die Freisetzung und Auswaschung von Nitrat und anderen Nährstoffen (v.a. Kalium, Calcium und Magnesium). Durch eine Minderung des Risikos von Freilagen werden Unterbrechungen

des Nährstoffkreislaufs vermieden und Auswaschungsverlusten der Nährstoffe als Folge von Überschusnnitrifikation entgegengewirkt. Waldbauliche Maßnahmen zur Pflege, Ernte oder Verjüngung sollten möglichst schonend durchgeführt werden. Um eine stetige Aufnahme von Nährstoffen zu gewährleisten und die Nitratauswaschung zu begrenzen, sollte eine ständige Bedeckung mit Bäumen angestrebt werden. Flächig anhaltende Dichtstände sind aber zu vermeiden, da diese zu einer Entkoppelung des Streuumsatzes führen.

Geeignete Baumarten und vor allem Baumartenmischungen können das Störungsrisiko durch abiotische (Sturm, Nassschnee) und biotische (Insekten, Pilze) Ereignisse minimieren, den Nährstoffkreislauf vor allem im Zusammenhang mit der Qualität und Umsetzung der Streu fördern und eine wirkungsvollere Nutzung der Standortressourcen ermöglichen. Gerade auf Standorten, die durch Streunutzung und Waldverwüstung in früheren Jahrhunderten und durch die Bodenversauerung infolge der Luftschadstoffeinträge an Nährstoffen verarmt sind, lassen sich so die Standorts- und Wachstumsbedingungen allmählich wieder verbessern. Besonders förderlich ist hierzu die Erschließung verfügbarer Nährstoffe in tiefen, dichten und luftarmen Bodenbereichen durch tiefwurzelnende Baumarten wie in erster Linie Weißtanne, Stiel- und Traubeneiche, aber auch Buche und auf stauwasserfreien Standorten Douglasie.

Reine Nadelbaumbestände sind in besonderem Maße durch Sturmwurf, Schneebruch und Borkenkäferbefall gefährdet. Hierdurch können Freilagen entstehen, die zu beträchtlichen Nährstoffverlusten führen können. Gerade auch im Interesse der Nährstoffnachhaltigkeit ist ihre frühzeitige, behutsame Überführung in Mischwälder sehr wichtig. Die Vorausverjüngung unter maßgeblicher Beteiligung der schattenertragenden Buche ist hier sehr wirkungsvoll. Stockrodungen sowie flächige Bodenbearbeitungen sollten aus Bodenschutzgründen grundsätzlich unterbleiben.

Anpassung der Nutzungsintensität an das Standortpotenzial

Der Entzug an Nährstoffen mit der Ernte von Holz oder sonstiger forstlicher Biomasse variiert bei unterschiedlicher Nutzungsintensität beträchtlich. Insbesondere die (Mit-)Nutzung auch von dünnerem Kronenmaterial (Reisig) zum Beispiel über eine Vollbaumnutzung erhöht den Nährstoffexport gegenüber einer auf Derbholz (Durchmesser > 7 cm) begrenzten Nutzung beträchtlich. Auf der anderen Seite lässt sich der Nährstoffentzug bei Laubbäumen durch Beschränkung der Nutzung auf stärkeres Stamm- oder Industrieholz merklich reduzieren.

Die Waldstandorte unterscheiden sich in den Nährstoffvorräten im Boden und in ihren Nährstoffbilanzen und damit in ihrer Vulnerabilität gegenüber überhöhten Nährstoffentzügen mit der Holzernte erheblich. Bei geringer Vulnerabilität sind in begrenztem Umfang auch Vollbaumnutzungen standortsverträglich. Bei mittlerer Vulnerabilität sollte Holz unterhalb der Derbholzgrenze (Material < 7 cm \varnothing) im Wald verbleiben. Bei hoher Vulnerabilität sollte bei Laubbäumen auch ein Teil des schwächeren Derbholzes im Waldbestand belassen werden. Beispielsweise kann die Nutzung auf Bäume mit einem Durchmesser in Brusthöhe (BHD) ab 15 cm mit einem Zopf (Durchmesser am dünneren Ende) von mindestens 10 cm beschränkt werden. Bei sehr hoher Vulnerabilität kann die Nutzungsgrenze auf 20 cm und der Zopf auf 12 cm verschoben werden. Bei Nadelbäumen ist ein dementsprechendes Belassen von Derbholz im Bestand wegen der damit verbundenen Gefahr von Borkenkäfer-Massenvermehrungen nicht möglich. Bei Nadelbäumen befindet sich ein Großteil der Nährstoffe im Reisig und in den Nadeln. Dieser Anteil sollte auf vulnerablen Standorten unter allen Umständen durch Zopfen bei 8 cm und zumindest grobe Entastung im Bestand verbleiben.

Die vorstehenden Empfehlungen gelten nicht für Fälle, in denen hohe Nährstoffentzüge zum Beispiel zum Erhalt nährstoffarmer Biotope, wie beispielsweise Moore, erwünscht sind. Ausnahmen

bilden auch die Lichtraumprofilpflege entlang befestigter Wege und Hiebsmaßnahmen entlang von Straßen oder zur gewässerbegleitenden Vegetationspflege.

Bodenschutzkalkung

Auf vielen rheinland-pfälzischen Waldstandorten reichen die waldbaulichen Maßnahmen und die Beschränkungen in der Nutzungsintensität zur Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes und zur Verhinderung fortschreitender Bodenversauerung nicht aus. Zur Vermeidung einer weiteren Verschlechterung des Bodenzustandes sind hier Bodenschutzkalkungen zwingend erforderlich. Mit Hilfe des Entscheidungsunterstützungssystems-Nährstoffbilanzen werden für jeden Waldort neben den Calcium- und Magnesiumbilanzen sowie den Bodenvorräten dieser Nährstoffe auch die Säurebelastung geschätzt und Empfehlungen zur Kalkungsnotwendigkeit, zum Turnus der ggfls. erforderlichen Kalkungen und zum Kalkungsmaterial abgeleitet. Diese in digitalen Karten dargestellten Befunde werden mit Informationen zu eventuell vorangegangenen Kalkungen und Ausschlussflächen, beispielsweise kalkungsempfindlichen Biotopen, verschnitten und bieten eine standortsdifferenzierte Grundlage für die Planung von Bodenschutzkalkungen.

Aktuell liegen für etwa 280.000 ha Waldfläche Kalkulationen zur Kalkungsbedürftigkeit und zum Kalkungsturnus mit Hilfe des Entscheidungsunterstützungssystems vor. Etwas mehr als die Hälfte dieser Fläche wird als kalkungsbedürftig eingestuft. Allerdings konnte der Kalkungsturnus von den bislang üblichen 10 Jahren anhand der Säurebilanzen auf meist 20 bis 30 Jahre erweitert werden.

Die Wirksamkeit der Bodenschutzkalkung und eventuelle Nebenwirkungen wie Nitratausträge oder unerwünschte Veränderungen der Waldlebensgemeinschaften werden bereits seit den 1980er Jahren anhand wissenschaftlicher Kalkungsversuche eingehend geprüft. Die Untersuchungen belegen, dass die Kalkung mit 3 t Dolomit je Hektar der Bodenversauerung zuverlässig entgegenwirkt, den Calcium- und Magnesiumhaushalt der Ökosysteme stabilisiert und nahezu keine Nebenwirkungen auftreten.

Weitere Informationen zu Kalkungsversuchen und Nährstoffnachhaltigkeit unter:
<http://www.fawf.wald-rlp.de/index.php?id=2601>

Kartenausschnitt Bodenschutzkalkung

