



1. Mai 2024

Optionen zur Verbesserung des Nährstoff- haushalts von Wäldern

Bericht an den Bundesrat in Erfüllung der Aufträge
vom 15. Februar 2017

Aktenzeichen: BAFU-463.11-3063/3/3/1



Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Wissenschaftliche Grundlagen - Aktualisierung	3
2.1	Entwicklung der Stickstoff-Emissionen und der Deposition in die Wälder	3
2.2	Wirkungen der Stickstoff-Deposition auf die Wälder	4
3	Stand der Umsetzung des Postulats	5
4	Erfüllung der Prüfaufträge	7
4.1	Einführung des Verursacherprinzips und damit verbundene allfällige rechtliche Anpassungen zur Finanzierung der waldbaulichen Massnahmen	7
4.2	Rechtliche Anpassungen zur möglichen breiten Anwendung von Kalkungen	8
5	Finanzierung	9
6	Schlussfolgerungen	10
7	Literaturverzeichnis	11
Anhang	13

1 Ausgangslage

Mit dem Postulat 13.4201 «Rückführung von Asche in den Wald als Sofortmassnahme gegen Bodenversäuerung» von Erich von Siebenthal vom 12. Dezember 2013 wurde der Bundesrat aufgefordert, gesetzliche Anpassungen zu prüfen und darüber Bericht zu erstatten, wie saubere Asche aus Holzheizungen, die unbehandeltes Holz verbrennen, in den Wald zurückgeführt werden kann. Der Nationalrat nahm das Postulat am 21. März 2014 an und folgte dem Antrag des Bundesrates.

Am 15. Februar 2017 veröffentlichte der Bundesrat den Bericht «Optionen zur Kompensation der Versauerung von Waldböden und zur Verbesserung der Nährstoffsituation von Wäldern - Darstellung und Bewertung»¹ (nachfolgend: Postulatsbericht) in Erfüllung des Postulats von Siebenthal (13.4201). Gleichzeitig wurde das UVEK (BAFU) beauftragt, über die Umsetzung der im Postulatsbericht vorgeschlagenen Massnahmen zu berichten sowie folgende Prüfaufträge zu bearbeiten:

- zur Umsetzung waldbaulicher Massnahmen die Einführung des Verursacherprinzips und damit verbundene allfällige rechtliche Anpassungen zu prüfen.
- zur möglichen breiteren Anwendung von Kalkungen allenfalls notwendige, rechtliche Anpassungen zu prüfen.
- dem Bundesrat bis zum 31. Dezember 2022 über die Ergebnisse Bericht zu erstatten und ihm die allenfalls notwendigen rechtlichen Anpassungen zu unterbreiten.

Die fachlichen Grundlagen sind bereits im Postulatsbericht ausführlich dargelegt worden. Sie werden deshalb in vorliegendem Bericht nicht wieder aufgenommen.

2 Wissenschaftliche Grundlagen - Aktualisierung

Im Postulatsbericht sind die Zusammenhänge zwischen dem Eintrag von versauernden Depositionen² und den Wirkungen auf Wälder eingehend dargestellt. Sie werden deshalb hier nur kurz erwähnt und mit neueren Erkenntnissen ergänzt.

2.1 Entwicklung der Stickstoff-Emissionen und der Deposition in die Wälder

Die Stickstoffeinträge in die Wälder sind in den letzten Jahren leicht gesunken. Sie betragen 2020 durchschnittlich 19,4 kg Stickstoff pro ha, je nach Standort schwankt dieser Eintrag zwischen 2 und über 50 kg Stickstoff pro ha und Jahr. Demgegenüber betragen die natürlichen Stickstoffeinträge 1 bis 3 kg pro ha. Somit werden auf ca. 90% der Schweizer Waldfläche die kritischen Belastungsraten (Critical Loads) für Stickstoffeinträge überschritten. Folgende Entwicklung der Stickstoff-Emissionen und der Deposition wurde in die Wälder festgestellt:

- Die versauernden Einträge in Wälder stammten in 2020 zu rund 60 % aus Ammoniakemissionen (NH₃), zu 30 % aus Stickoxidemissionen (NO_x) und zu 10 % aus Emissionen von Schwefeldioxid (SO₂).
- Die Ammoniakemissionen in der Schweiz sind zwischen 2005 und 2021 um 10 % gesunken (BAFU 2023); die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen, welche rund 90 % des emittierten Ammoniaks ausmachen, haben um 6 % abgenommen.

¹ [Optionen zur Kompensation der Versauerung von Waldböden und zur Verbesserung der Nährstoffsituation von Wäldern - Darstellung und Bewertung \(admin.ch\)](#)

² Unter Deposition werden die Stoffflüsse aus der Erdatmosphäre auf die Erdoberfläche verstanden.

- Die Stickoxidemissionen, hauptsächlich aus dem Verkehr und der Industrie, sind in derselben Zeitspanne um 44 % zurückgegangen. Die Schwefelemissionen, hauptsächlich aus der Industrie, haben seit 2005 um 70 % abgenommen (siehe Abbildung 1).

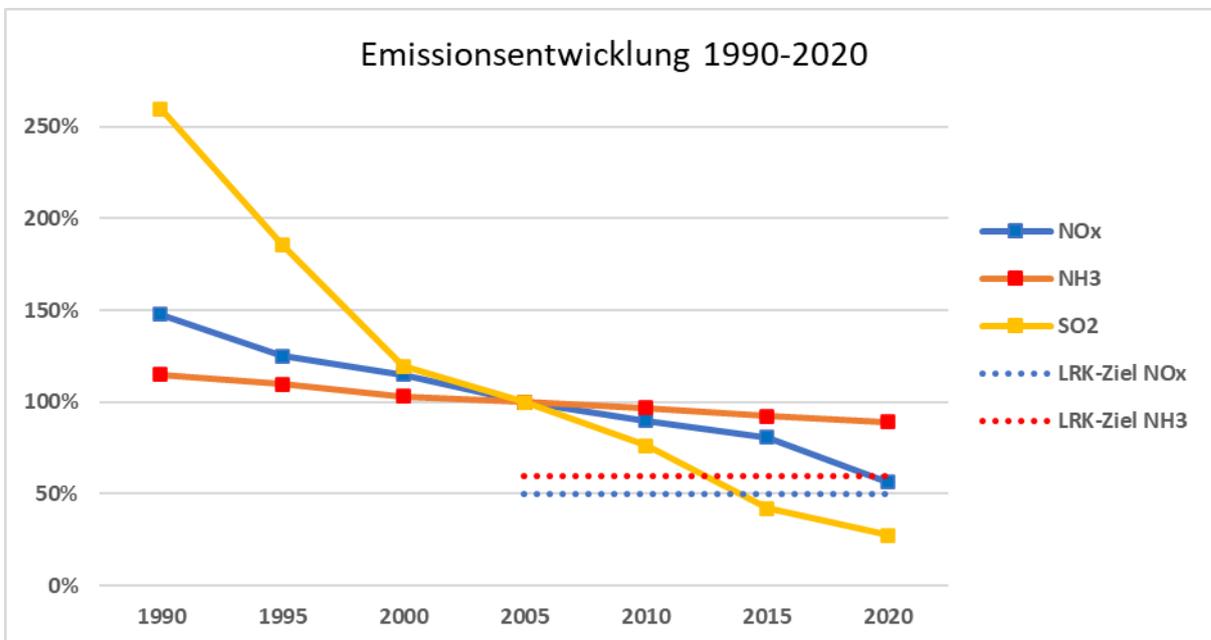


Abbildung 1: Entwicklung der Emissionen von Ammoniak (NH₃), Stickoxiden (NO_x) und Schwefeldioxid (SO₂) in der Schweiz von 1990-2020, normiert auf das Jahr 2005 (=100 %). Die gestrichelten Linien zeigen die Zielsetzung gemäss Luftreinhaltekonzept des Bundesrates (LRK-Ziel); für SO₂ gilt es, einen Wiederanstieg der Emissionen zu verhindern (BAFU 2023, Luftreinhaltekonzept des BR 2009).

2.2 Wirkungen der Stickstoff-Deposition auf die Wälder

Folgende Wirkungen der Stickstoff-Deposition wurde auf die Wälder festgestellt:

- Stickstoffeinträge steigern zunächst das Wachstum der Bäume, bei höheren Einträgen sinkt das Baumwachstum. Dieser Zusammenhang wurde in der Schweiz an verschiedenen Standorten für die Baumarten Buche, Fichte, Tanne, Föhre und die Eiche festgestellt (Etzold und Zweifel 2018). Die Buche reagiert sensibler als die anderen untersuchten Baumarten auf Stickstoffeinträge. Eine Kombination von Trockenheit und Stickstoffbelastung wirkt sich negativer auf Wachstum und Vitalität aus (Braun et al. 2017).
- Stickstoffeinträge führen zu unausgewogener Mineralstoffernährung der Bäume und zu Nährstoffmängeln (Braun et al. 2020). Hierdurch wird ihre Vitalität vermindert. Insbesondere der Mangel an Phosphor und Kalium führt in Kombination mit Trockenheit zu erhöhter Mortalität (Braun et al. 2021). Mangelnde Magnesium-Gehalte in den Bäumen sind direkt auf die Bodenversauerung zurückzuführen.
- Stickstoffeinträge reduzieren die Vielfalt und Anzahl der Mykorrhiza-Pilze an den Wurzeln von Buchen, was zu einer verminderten Phosphoraufnahme führt, wie Untersuchungen in der Schweiz zeigten (De Witte et al. 2017). Dass hohe Stickstoffeinträge zu einer reduzierten Mykorrhizen-Vielfalt führen, wurde auch in einer europäischen Studie bestätigt (van der Linde et al. 2018).
- Hohe Stickstoffeinträge kombiniert mit Trockenheit steigern die Mortalität von Fichten (Tresch et al. 2023).

- Nährstoffarmut des Bodens und Versauerung führen zu höherer Anfälligkeit gegenüber Trockenheit (Kohler et al. 2019). Insbesondere sogenannte Zukunftsbaumarten, die gut mit Trockenheit umgehen können, sind auf tiefgründige nährstoffreiche Böden angewiesen (Mellert et al. 2018). Dies führt langfristig zu Problemen, noch geeignete Standorte für sie zu finden.
- Eine Kalkung fördert die Durchwurzelung, stabilisiert die Bestände und erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber Trockenheit (von Wilpert et al. 2020).

3 Stand der Umsetzung des Postulats

Im Postulatsbericht wurden folgende Massnahmen zur Verbesserung des Nährstoffhaushalts bzw. zur Sanierung von tiefgründig versauerten Standorten vorgeschlagen:

1) Reduktion der Stickstoffemissionen an der Quelle

Um Menschen, Tiere, Pflanzen und deren Lebensräume vor den schädlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung zu schützen, sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 Umweltschutzgesetz, USG; SR 814.01). Emissionsbegrenzungen werden verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden (Art. 11 Abs. 3 USG). Mit dem Luftreinhaltekonzept (LRK) hat der Bundesrat schweizweite Reduktionsziele für Luftschadstoff-Emissionen definiert, darunter auch für Ammoniak, Stickoxide und Schwefeldioxid.

Auf Bundesebene existieren Vorschriften über den Schadstoff-Ausstoss von Heizungen, industriellen Anlagen, Motorfahrzeugen, Maschinen und Geräten sowie Schiffen und Schienenfahrzeugen, und Vorschriften über die Qualität von Brenn- und Heizstoffen. Um die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen zu mindern, müssen Güllelager seit 2022 fest abgedeckt werden und Gülle muss ab 2024 schweizweit mit emissionsarmen Systemen (z. B. Schleppschlauch) ausgebracht werden (Ziffer 55, Anhang 2 Luftreinhalte-Verordnung, LRV; SR 814.318.142.1). Weitere emissionsmindernde Massnahmen gemäss dem Stand der Technik sind in der Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft» beschrieben. Verschiedene stallbauliche Massnahmen werden über Finanzhilfen für Strukturverbesserungen gefördert (Ziffer 3.1, Anhang 6 Strukturverbesserungsverordnung, SVV; SR 913.1). Ausserdem wird die stickstoffreduzierte Phasenfütterung von Schweinen über Ressourceneffizienzbeiträge gefördert (Art. 82b Direktzahlungsverordnung, DZV; SR 910.13).

Auf internationaler Ebene setzt sich die Schweiz für eine Reduktion der grenzüberschreitenden Luftverunreinigung ein. Im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) wurden wirkungsorientierte Belastungsgrenzen für Säure- und Stickstoffeinträge in Ökosysteme festgelegt. 2022 wurden die empirischen kritischen Eintragsraten für Stickstoff (Critical Loads) überarbeitet und verabschiedet (Bobbink et al. 2022).

2) Erarbeitung von Empfehlungen zur nährstoffnachhaltigen Holzernte

Die Grundlagen für eine schweizweite Anwendung wurden verbessert. Es wurde die Verwitterung der Waldböden der Schweiz kartiert, um die natürliche Nährstoffnachlieferung in die Wälder zu quantifizieren (Rihm et al. 2023). Um die Nährstoffauswaschung mit dem Sickerwasser schweizweit abzuschätzen, wurde das Nitratauswaschungsrisiko berechnet (Waldner et al. 2019). Auf diesen Grundlagen wurde eine Bilanz der wichtigsten Nährelemente für Wälder berechnet.

Im Ergebnis zeigte sich, dass schon allein die durch die Stickstoffdeposition angetriebene Nährstoffauswaschung dazu führt, dass vielerorts die Ernte nicht nachhaltig sein kann. Das Belassen von Ernterückständen sowie Baumrinden und Grünmasse im Bestand ist dringend empfohlen. Die standortgerechten Empfehlungen dienen dem Schutz und der nachhaltigen Nutzung der Bestände.

In diesem Zusammenhang, wird derzeit eine Publikation des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) «Umwelt-Wissen» zu nährstoffnachhaltiger Holzernte erarbeitet. Diese Publikation hat das Ziel, eine für den Umweltvollzug gültige und akzeptierte Wissensgrundlage zu schaffen. Sie richtet sich an das relevante Fachpublikum und wird 2024 erscheinen. Grundlage hierfür ist der Bericht «Erfassung und Behandlung gefährdeter Waldstandorte» im Auftrag des BAFU. Dieser Bericht wurde 2015 publiziert und bildet die Grundlage einer Standortkartierung, um nährstoffarme Standorte, d.h. solche mit einer geringen Basensättigung des Bodens, zu erkennen. Dies ist der erste Schritt für eine Entscheidung über standörtlich geeignete Ernteverfahren und Erntemengen, wie zum Beispiel die Unterlassung der Vollbaumernte.

3) Erarbeitung von Empfehlungen zur Berücksichtigung der standörtlichen Nährstoffsituation bei der Baumartenwahl

Es wird ein Boden-Modul in das digitale Tool zur Baumartenwahl (www.tree-app.ch) integriert. Die TreeApp ermöglicht es den Praktikerinnen und Praktikern, eine standortgerechte Baumartenwahl zu treffen. Bislang wird dabei nur auf das künftig am Standort erwartete Klima fokussiert, basierend auf den aktuellen Klimaszenarien (CH2018, 2018).

Da viele Baumarten auf tiefgründig nährstoffreiche Böden angewiesen sind, ist die Kenntnis der Nährstoffsituation für die Planung hilfreich. Deshalb wird eine bessere Berücksichtigung der Nährstoffsituation des Bodens die Baumartenwahl unterstützen. Diese Arbeiten werden 2023 und 2024 durchgeführt.

4) Sanierung von tiefgründig versauerten Standorten mittels Kalkung (Prüfung in einem praxisnahen Kalkungsversuch)

Derzeit wird der Versuch zur Sanierung tiefgründig versauerter Standorte mittels Kalkausbringung in der Schweiz durchgeführt. Die Planung hierfür startete 2017 mit einem Workshop mit internationaler Beteiligung. Die Ergebnisse des Workshops bildeten die Grundlagen für die Auswahl der drei Versuchsstandorte für die Baumarten Tanne, Buche, Fichte in der Schweiz.

Am «Forum für Wissen» 2022 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) wurden erste Ergebnisse des Versuchs vorgestellt (Tresch et al. 2022). Die Behandlung mit Dolomitkalk wirkte sich unterschiedlich

auf den Boden aus, je nach Baumart und Standorteigenschaften. Im Standort mit dem höchsten Niederschlag (Fichte) sind im Oberboden nach 1,5 Jahren schon höhere Gehalte an Calcium festzustellen, damit verbunden ein Anstieg des Calcium-/Aluminium-Verhältnisses in der Bodenlösung. In den anderen Standorten (Tanne, Buche) sind erst Tendenzen in der Bodenlösung feststellbar. Der Versuch soll mindestens 8 Jahre laufen, da die Lösung des Kalks langsam erfolgt und sich die erwünschten Wirkungen an der Bodenfestphase, das heisst das Auffüllen der Nährstoffspeicher sowie die positiven Wirkungen auf das Bodenleben, erst langsam einstellen werden.

4 Erfüllung der Prüfaufträge

Die Frist zur Berichterstattung bis Ende 2022 konnte wegen knappen personellen Ressourcen nicht eingehalten werden. In Betrachtung der Ergebnisse im vorliegenden Bericht, werden die Prüfaufträge aus dem Bundesratsbericht vom 15. Februar 2017 wie folgt erfüllt:

4.1 Einführung des Verursacherprinzips und damit verbundene allfällige rechtliche Anpassungen zur Finanzierung der waldbaulichen Massnahmen

Mit der Einführung des Verursacherprinzips wären folgende Arbeiten zur Umsetzung der waldbaulichen Massnahmen, inkl. einer allfälligen Kalkung, zu finanzieren:

- **Erstellen von Planungsgrundlagen** für die waldbaulichen Massnahmen. Dazu zählen Standortsaufnahmen und bodenchemische Analysen als Entscheidungsgrundlagen (einmalige Ausgabe). Die Beschaffung von Planungsgrundlagen wird derzeit im Teilprogramm Waldbewirtschaftung der Programmvereinbarung Wald unterstützt.
- **Kompensation von Ertragsausfällen** bei Verzicht auf eine (geplante) Vollbaumernte. Liegenlassen und Ausbreiten von Ernterückständen im Bestand (arbeitsintensiv).
- **Kalkung** sanierungsbedürftiger Standorte.

Artikel 2 des Umweltschutzgesetzes (USG, SR 814.01) stipuliert bereits im Grundsatz das Verursacherprinzip. Es soll vermieden werden, dass die Kosten, die durch umweltbelastende Tätigkeiten verursacht werden, auf die Allgemeinheit abgewälzt werden. Für die Anwendung des Verursacherprinzips müssen jedoch die Verursacher eines Schadens bekannt sein und der Schaden muss möglichst quantifizierbar sein. Dies ist immer dann problematisch, wenn die Verursacher einer Umweltschädigung nicht eindeutig ermittelt werden können. Die Hauptverursacher der eutrophierenden und versauernden Einträge in die Schweizer Wälder sind die Landwirtschaft, der Verkehr und die Industrie.

Eine Finanzierung der Reduktion bzw. Beseitigung von Umweltschäden über eine Lenkungsabgabe wurde bereits in der Motion der UREK-S (94.3005) «Einführung von Lenkungsabgaben auf Mineraldüngern, Hofdüngerüberschüssen und Pflanzenbehandlungsmitteln» vorgeschlagen. Im Bericht des Bundesrates in Erfüllung dieser Motion wurde 2003³ festgehalten:

³ [BBI 2003 4802 - Bericht des Bundesrates über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln \(admin.ch\)](#)

- a. Auf die Einführung von Lenkungsabgaben auf Mineraldüngern, Hofdünger-Überschüssen und Pflanzenschutzmitteln wird verzichtet. Mit einer konsequenten Umsetzung und Anwendung der vorhandenen umwelt- und agrarpolitischen Instrumente lässt sich das mit der Anwendung dieser Stoffe verbundene Umweltrisiko wirksam senken.
- b. Eine Lenkungsabgabe liesse sich aus ökologischen Gründen einzig bei den Hofdünger-Überschüssen rechtfertigen. Diesem Problem soll jedoch mit dem spezifischen Förderungsinstrumentarium nach Artikel 62a GSchG begegnet werden.
- c. Übermässige landwirtschaftliche Ammoniak-Emissionen sollen durch verstärkte Massnahmen im Rahmen des Vollzugs der Luftreinhalte-Verordnung, auch durch verbesserte Anpassung der Düngung und der Bodenbewirtschaftung auf die standörtliche Bewirtschaftungspotenziale in empfindlichen Gebieten, abgebaut werden.

Die Problematik des versauerten Bodens im Wald geht auf die gleichen Emissionen (Stickstoff) zurück wie bei den Umweltschäden, die in der Motion der UREK-S (94.3005) adressiert sind. Die Anwendung des Verursacherprinzips zur Finanzierung der Reduktion und Beseitigung allfälliger Umweltschäden von versauernden Depositionen im Wald durch die Ausbringung von Kalken wird deshalb nicht weiter aufgenommen. Seit 2003 wurden zudem die vorhandenen umwelt- und agrarpolitischen Instrumente weiterentwickelt, ihre Wirksamkeit wird überwacht.

4.2 Rechtliche Anpassungen zur möglichen breiten Anwendung von Kalkungen

Die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist das übergeordnete Ziel des Bodenschutzes gemäss Artikel 33 ff. des Umweltschutzgesetzes (USG). Aufgrund dieser Bestimmungen ist der Bundesrat verpflichtet, in mehreren Umweltbereichen den Bodenschutz zu berücksichtigen. Der Auftrag zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit betrifft unter anderem auch die Ausführungsbestimmungen zur Luftreinhaltung und zum Umgang mit Stoffen. Da ein erheblicher Teil der lufttransportierten Schadstoffe über die Deposition in die Wälder gelangt und dies zu erhöhten Bodenbelastungen führt, ist der Schutzauftrag aus Artikel 33 ff. USG auch für die Erhaltung der Fruchtbarkeit des Waldbodens relevant. Die Erhaltung und Förderung der Produktionskraft des Waldbodens ist eine Voraussetzung für die nachhaltige Sicherstellung des Holzertrags und der Schutz- und Wohlfahrtswirkungen im Sinne von Artikel 20 WaG. Daher sollten Bestimmungen zur Erhaltung und Verbesserung der Qualität des Waldbodens und damit zur Sicherstellung der Waldfunktionen erlassen werden.

Für die Ausbringung von Kalken ausserhalb von gezielten Forschungsprojekten wäre eine Anpassung der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) erforderlich. Kalke sind im engeren Sinne Bodenverbesserungsmittel, die in der Dünger-Verordnung (DüV, SR 916.171) als Dünger im Sinne der Verordnung gelistet sind (Art. 5 DüV). Die ChemRRV regelt in Anhang 2.6 «Dünger» die Anwendung von Düngern, sowie Verbote und Ausnahmen dazu. Folgende Ziffern sind hier relevant:

Anhang 2.6 Ziffer 3.3.1 (Verbote), Absatz 5: Die Verwendung von Düngern im Wald sowie in einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung ist verboten.

Ziffer 3.3.2 (Ausnahmen): Ausnahmen können von den kantonalen Fachstellen bewilligt werden:

In Abweichung vom Verbot nach Ziffer 3.3.1 Absatz 5 und unter Vorbehalt von Ziffer 3.3.1 Absätze 1–4 kann die Anwendung von Düngern im Wald und in einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung ausserhalb von Grundwasserschutzzonen bewilligt werden (Art. 4–6) für:

- a. *die Verwendung von Kompost, festem Gärgut und Mineraldüngern:*
 - 1. *in forstlichen Pflanzgärten,*
 - 2. *bei Wieder- und Neuanpflanzungen sowie für Ansaaten,*
 - 3. *zur Förderung der Begrünung von Waldstrassenböschungen sowie im Lebendverbau,*
 - 4. *auf kleinen Flächen im Rahmen wissenschaftlicher Versuche.*
- b. *das Ausbringen von Hofdüngern, Kompost, festem Gärgut und nicht stickstoffhaltigen Mineraldüngern auf bestockten Weiden.*

Für die Ausbringung von Kalken im Wald müsste demnach ein weiterer Ausnahmetatbestand eingeführt werden. Eine entsprechende Regelung könnte wie folgt lauten:

Anhang 2.6 Ziffer 3.3.2 (Ausnahmen), Absatz 2 Bst. c

In Abweichung vom Verbot nach Ziffer 3.3.1 Absatz 5 und unter Vorbehalt von Ziffer 3.3.1 Absätze 1–4 kann die Anwendung von Düngern im Wald und in einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung ausserhalb von Grundwasserschutzzonen bewilligt werden (Art. 4–6) für:

- c. *die Verwendung von Kalkdüngern in Wäldern, soweit sie auf tiefgründig versauerten und an Nährstoffen verarmten Böden ausgebracht werden.*

5 Finanzierung

Die Anwendung des Verursacherprinzips wurde 2003 mit Verweis auf die Beantwortung der Motion der UREK-S (94.3005) verworfen.

Für eine allfällige Finanzierung, unabhängig vom Verursacherprinzip, wäre die Einführung eines neuen Fördertatbestandes in Artikel 38 WaG (Waldbewirtschaftung) erforderlich. Dies wird im Rahmen der Erarbeitung der Integralen Wald- und Holzstrategie 2050 (IWHS2050) überprüft. Ein möglicher Formulierungsvorschlag lautet wie folgt:

Artikel 38a Absatz 1, Bst. h WaG

Der Bund gewährt Finanzhilfen an Massnahmen, welche die Wirtschaftlichkeit der nachhaltigen Waldbewirtschaftung verbessern, namentlich an:

- h. waldbauliche Massnahmen, die zur Behebung und Beseitigung der Folgen atmosphärischer Einträge in den Wald dienen, namentlich an die Ausbringung von Kalkdüngern auf tiefgründig verarmten Böden.*

Eine Einschätzung der finanztechnischen Auswirkungen findet sich in der Tabelle im Anhang.

6 Schlussfolgerungen

Der Bericht kommt zu den folgenden Schlussfolgerungen:

- Auf die Anwendung des Verursacherprinzips zur Finanzierung der Reduktion und Beseitigung allfälliger Umweltschäden im Wald soll verzichtet werden. Eine nochmalige Prüfung des Berichts in Erfüllung der Motion 94.3005 der UREK-S ergab, dass dies auch weiterhin zielführend ist, zumal seit 2003 die Massnahmen zur Luftreinhaltung nochmals verschärft wurden.
- Es werden rechtliche Anpassungen in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 841.81) vorgeschlagen, die es den Waldbewirtschaftenden ermöglichen würden, in ihrem Wald Kalke auszubringen.
- Eine Kostenbeteiligung für allfällige waldbauliche Massnahmen und Kalkungen seitens Bund mit Mitteln aus der Programmvereinbarung Wald soll geprüft werden. Dies würde auch eine Anerkennung der depositionsbedingten Gefährdungen bedeuten. Diese Gefährdung wird durch externe Verursacher hervorgerufen, ohne Einflussmöglichkeit der Waldeigentümer.

Die hier vorgestellten Massnahmen zur Verbesserung des Nährstoffhaushalts des Waldes und der nachhaltigen Waldbewirtschaftung sollen in der vom UVEK beauftragten Integralen Wald- und Holzstrategie 2050 (IWHS2050) integriert werden. Die vertiefte Prüfung der finanztechnischen Auswirkungen erfolgt somit in Zusammenhang mit der Erarbeitung der Integrale Wald- und Holzstrategie 2050 (IWHS2050). Die notwendigen Mittel sollen innerhalb des Kredits Wald kompensiert werden.

Im Vordergrund steht für den Bundesrat nach wie vor die Reduktion der Stickstoffemissionen an der Quelle. Dies insbesondere, weil damit die grösste Wirkung erzielt und zukünftige Schäden vermieden werden können. Im Zusammenhang mit der Umsetzung der parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» und der Motion 22.3795 «Ziel zur Verringerung von Nährstoffverlusten senken» hat der Bundesrat am 1. November 2023 das Ziel definiert, bis 2030 die Stickstoffverluste im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2014 – 2016 um mindestens 15 Prozent zu reduzieren. Je nach Ausgestaltung der konkreten Massnahmen zur Zielerreichung hat das auch positive Auswirkungen auf den Nährstoffhaushalt der Wälder.

7 Literaturverzeichnis

BAFU 2023. Switzerland's Informative Inventory Report 2023 (IIR) – Submission under the UNECE Convention on long range transboundary air pollution. Berne: Federal Office Environment. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/fachinfo-daten/iir_che_2023.pdf.download.pdf/IIR_CHE_2023.pdf

Bobbink R, Loran C, Tomassen H. 2022. Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe. UBA-Texte 110/2022, 358 S. ISSN 1862-4804.

Braun 2015, unter Mitwirkung von Belyazid S, Burger T, Stocker R, Kurz D, Remund J, Rihm B. 2015. Erfassung und Behandlung gefährdeter Waldstandorte. Ber. im Auftrag des BAFU, 173 S. [Erfassung und Behandlung](#)

Braun S, Schindler C, Rihm B. 2017. Growth trends of beech and Norway spruce in Switzerland: The role of nitrogen deposition, ozone, mineral nutrition and climate. *Science of the Total Environment* 599–600: 637–646. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.230>.

Braun S, Schindler C and Rihm B. 2020. Foliar Nutrient Concentrations of European Beech in Switzerland: Relations with Nitrogen Deposition, Ozone, Climate and Soil Chemistry. *Front. For. Glob. Change* 3:33. doi: 10.3389/ffgc.2020.00033.

Braun S, Hopf S-E, Tresch S, Remund J and Schindler C. 2021. 37 Years of Forest Monitoring in Switzerland: Drought Effects on *Fagus sylvatica*. *Front. For. Glob. Change* 4:765782. doi: 10.3389/ffgc.2021.765782.

CH2018 (2018). CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurich, 271 pp. ISBN: 978-3-9525031-4-0. https://www.nccs.admin.ch/dam/nccs/de/dokumente/website/klima/CH2018_Technical_Report_v2.pdf.download.pdf/CH2018_Technical_Report_v2.pdf

De Witte LC, Rosenstock NP, van der Linde S, Braun S. 2017. Nitrogen deposition changes ectomycorrhizal communities in Swiss beech forests. *Science of the Total Environment* 605–606: 1083–1096. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.06.142](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.142)

Etzold S, Zweifel R. 2018. TreeNet – Daten und Analysen der ersten fünf Messjahre. Mit Beiträgen von: Haeni M, Burri S, Braun S, Walthert L, Dawes M, Buchmann N, Haeler E, Köchli R, Schaub M, Eugster W. WSL Bericht 72. 69 S.

Braun 2015, unter Mitwirkung von Belyazid S, Burger T, Stocker R, Kurz D, Remund J, Rihm B. 2015. Erfassung und Behandlung gefährdeter Waldstandorte. Ber. im Auftrag des BAFU, 173 S. [Erfassung und Behandlung](#)

Kohler M, Kunz J, Herrmann J, Hartmann P, Jansone L, Puhlmann H, von Wilpert K, Bauhus J. 2019. The Potential of Liming to Improve Drought Tolerance of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Front. Plant Sci.* 10:382. doi: 10.3389/fpls.2019.00382

Luftreinhaltekonzept des Bundesrates 2009. Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes. BBl 2009 6585. [BBl 2009 6585 - Bericht. Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes \(admin.ch\)](#)

Mellert KH, Canullo R, Mette T, Ziche D, Göttlein A. 2018. Die klimatische Trockengrenze häufiger Baumarten hängt vom Bodennährstoffstatus ab. *Schweiz Z Forstwes* 169: 323–331.

Rihm B, Braun S, Kurz D. 2023. Verwitterungskarte für Waldböden der Schweiz. *Schweiz Z Forstwes* 174: 40-43.

Tresch S, Hopf SE, Braun S. 2022. Pilotprojekt Experimentelle Kalkung von Waldstandorten: Hintergrund und erste Ergebnisse. In: WSL (Ed.). (2022). Waldböden - intakt und funktional. WSL Berichte 126. Forum für Wissen 2022, S. 65-70. doi.org/10.55419/wsl:31996

Tresch S, Roth T, Schindler C, Hopf SE, Remund J, Braun, S. 2023. The cumulative impacts of droughts and N deposition on Norway spruce (*Picea abies*) in Switzerland based on 37 years of forest monitoring. *Science of the Total Environment*. 892.

Van der Linde S et al. 2018. Environment and host as large-scale controls of ectomycorrhizal fungi. *Nature* 558: 243-249. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0189-9>

Von Wilpert K, Hartmann P, Puhlmann H, Gärtig T, Schäffer J, Thren M. 2020. Trägt die Bodenversauerung zu den aktuellen Waldschäden bei? *AFZ-Der Wald* 2020. [Sonderdruck_Wilpert_Bodenzustand_Kalkung.indd](#)

Waldner P, Braun S, Rihm B. 2019. Schlussbericht des Projekts ‚Nitrate leaching risks mapping‘ (NitLeach II). Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Witterswil, Institut für Angewandte Pflanzenbiologie; Bern, Meteotest, 46 S. [NitLeach_Schlussbericht_21_mitAnhang-Braun.pdf \(ethz.ch\)](#)

Anhang

Übersicht über allfälligen rechtlichen Regelungsbedarf sowie fachlich und finanziell Fragen.

Massnahme	Regelungsbedarf	Fachlich	Finanzen ¹⁾
Erarbeitung von Empfehlungen zur Nährstoffnachhaltigen Holzernte.	Nein, kann mit bestehenden Regelungen umgesetzt werden.	Bund: Bereitstellung fachlicher Grundlagen. Kantone: Beschaffung kantonaler Grundlagen (Standortskunde).	Bund: klein (Abdeckung durch ordentliches Budget). Kantone/Waldbesitzer: klein.
Erarbeitung von Empfehlungen zur Berücksichtigung der standörtlichen Nährstoffsituation bei der Baumartenwahl.	Nein, kann mit bestehenden Regelungen umgesetzt werden.	Nein.	Bund: Implementierung in Tool, Bedarf klein, durch ordentliches Budget abgedeckt. Kantone: Budget via PV.
Sanierung von tiefgründig versauerten Standorten mittels Kalkung.	Ja.	Kantone: Beschaffung Planungsgrundlagen.	<u>Planungsgrundlagen:</u> - Bund: klein, durch ordentliches Budget abgedeckt. - Kantone: klein. <u>Umsetzung:</u> - Bund: moderat - Kantone: moderat - Waldeigentümer: allf. Restkosten

¹⁾ Kostenschätzung:

Waldböden mit Sanierungsbedarf

Solche Waldböden mit < 20 % Basensättigung = ca. 10 % der Waldböden.

Waldfläche = 1.3 Mio. ha.

Waldböden mit Sanierungsbedarf = 10 % x 1.3 Mio. ha = 130'000 ha. Davon werden geschätzt ca. 50 % gekalkt = 65'000 ha.

Kosten Kalkung

3 t Dolomit / ha = 300 € inkl. Umsetzung (Zahlen aus Deutschland und Österreich).

65'000 ha (Waldböden mit Sanierungsbedarf) x 300 € = 19'500'000 €.

19.5 Mio. € (= CHF) aufgeteilt auf 30 Jahre (Dauer von der Sanierung) = 650'000 CHF / Jahr in 30 Jahren.

Hiervon können 40 % der beitragsberechtigten Kosten vom Bund übernommen werden d.h. 7.8 Mio. CHF (260'000 CHF/Jahr).