

Bodenschutz im Wald – Beitrag der Waldpolitik 2020 des Bundes

Sabine Augustin und Silvio Schmid

Bundesamt für Umwelt, CH-3003 Bern, sabine.augustin@bafu.admin.ch, silvio.schmid@bafu.admin.ch

Der Boden ist Lebens- und Produktionsgrundlage. Ohne Vegetation gäbe es keinen Boden, ohne Boden keine Vegetation. Alle Ökosystemleistungen aus dem Wald sind direkt oder indirekt abhängig von funktionsfähigen Böden. Deshalb hat der Gesetzgeber auch den Schutz der Waldböden in der Bodenschutz- und Waldgesetzgebung festgehalten. In der Waldpolitik 2020 konkretisiert der Bund, wie er in den nächsten Jahren die Waldböden vor chemischen und physikalischen Schäden bewahren will. Der Artikel zeigt die in der Waldpolitik 2020 formulierten Ziele auf und erläutert die entsprechenden vorgesehenen Massnahmen.

1 Einleitung

Intakte Ökosysteme sind gekennzeichnet durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an wechselnde Umweltbedingungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber biotischem und abiotischem Stress. Die Stoffkreisläufe sind in einem standortgerechten Fließgleichgewicht, die Nahrungsketten sind vollständig und Nährstoffe werden der Vegetation bedarfsgerecht bereitgestellt. Diese die Nachhaltigkeit gewährleistenden Eigenschaften und die Ökosystemleistungen des Waldes werden wesentlich durch die Funktionsfähigkeit der Böden vermittelt. Böden sind damit eine der wichtigsten Grundlagen des Lebens.

2 Bodenschutz im Recht

Die Bundesverfassung beauftragt den Bund, dafür zu sorgen, dass der Mensch und die natürliche Umwelt vor schädlichen und lästigen Einwirkungen geschützt werden. Die Kosten entsprechender Massnahmen sind durch die Verursacher zu tragen (Verursacherprinzip). Für den Vollzug sind grundsätzlich die Kantone zuständig (Art. 74 BV; Art. 36 USG; Art. 13 Abs. 1 VBBo). Gleichzeitig sorgt der Bund dafür, dass der Wald seine Funktionen erfüllen kann und er legt Grundsätze für den Schutz des Waldes fest (Art. 77 BV).

Die Bodenschutzgesetzgebung in der Schweiz zielt auf die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Art. 1 Abs. 1 USG, Art. 1 VBBo). Dabei gilt die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können, als Boden. Dies gilt für alle Böden, und damit ist auch der Waldboden durch das Bodenschutzrecht geschützt (ITEN 2009).

Das Waldgesetz erwähnt im Artikel 20, Absatz 1, den Bodenschutz nur indirekt: «*Der Wald ist so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann (Nachhaltigkeit)*». Damit der Wald seine Funktionen und Ökosystemleistungen langfristig und nachhaltig erbringen kann, ist der Schutz des Bodens und seiner Fruchtbarkeit unabdingbar. Das Konzept der Ökosystemleistungen hat aufgrund der von den Vereinten Nationen um die Jahrtausendwende lancierten Millenniumziele an Bedeutung gewonnen. Es unterscheidet unterstützende, bereitstellende, regulierende und kulturelle Leistungen (REID *et al.* 2005; BERGEN *et al.* 2013). Die Waldverordnung beauftragt in Artikel 28 Buchstabe d die Kantone, Massnahmen zur Verminderung physikalischer Bodenschäden zu ergreifen, um Waldschäden zu verhüten.

Daraus folgt: Wenn der Wald bewirtschaftet wird, sind chemische oder physikalische Belastungen, die das natürliche Potenzial der Erneuerung und des Wachstums einschränken, nicht erlaubt (Art. 6 VBBo). Im Sinne des Verur-

sacherprinzips ist der Bewirtschafter dafür verantwortlich, dass keine irreversiblen Schäden entstehen.

In Artikel 1, Absatz 2, des Umweltschutzgesetzes wird das Vorsorgeprinzip verankert: «Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.» Aus dem Vorsorgeprinzip lässt sich ableiten, dass sowohl der Staat als auch der Waldbewirtschafter den Waldboden grundsätzlich vor Beeinträchtigungen bewahren sollen (Art. 74 BV; Art. 1, Abs. 1 USG).

3 Waldpolitik 2020 – Strategie des Bundes

In der Waldpolitik 2020 stellt der Bundesrat seine walddpolitischen Absichten bis 2020 vor. Eines der elf Ziele ist der Schutz der Waldböden: «*Waldböden, Trinkwasser und Vitalität der Bäume sind durch Stoffeinträge, unsachgemässe Bewirtschaftung und entsprechende physikalische Einwirkungen nicht gefährdet (Ziel 7; BAFU 2013).*»

Um dieses Ziel zu erreichen, sieht der Bund die drei folgenden Stossrichtungen vor:

- Sektorübergreifende Ansätze (u.a. zur Eindämmung der Einträge von Stickstoff und Schwermetallen)
- Befahren des Waldbodens
- Nährstoffhaushalt

In den folgenden Kapiteln werden diese Stossrichtungen, insbesondere der Handlungsbedarf und die vorgesehenen Massnahmen, genauer dargestellt.

3.1 Sektorübergreifende Ansätze

Viele in die Umwelt eingebrachte Stoffe wirken in allen Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft), sie werden

vielfältig umgewandelt, gespeichert oder an benachbarte Systeme (Gewässer) weitergeleitet. Gleichzeitig ist die Bodenschutzpolitik sehr stark mit anderen Politiken vernetzt. Wichtige Wechselwirkungen bestehen etwa zur Luftreinhalte-, zur Landwirtschafts-, zur Verkehrs- und Raumplanungspolitik (KNOEPFEL *et al.* 2010). Deshalb lassen sich die Schadstoffeinträge nur mit sektorübergreifenden Ansätzen eindämmen.

Stickstoff

Dies trifft in besonderem Masse auf Stickstoff zu, der – einmal in reaktiver Form in die Umwelt eingebracht – kaskadenartig durch alle Medien transportiert wird (GALLOWAY *et al.* 2003). Die unmittelbaren Quellen für den Stickstoff in der Atmosphäre sind landwirtschaftliche und industrielle Tätigkeit sowie der Verkehr. Wälder kämmen ihn mit ihrer rauhen und grossen Oberfläche aus der Luft aus, so dass der Eintrag in Wälder oft ein Vielfaches dessen beträgt, was auf benachbarten unbestockten Flächen deponiert wird. Der Stickstoff wirkt langfristig auf allen ökosystemaren Ebenen. In ehemals stickstofflimitierten Wäldern führt der zunächst düngende Effekt zu gesteigertem Wachstum der Bäume und zur Förderung stickstoffliebender Vegetation. Langfristig reichert sich Stickstoff im Wald an.

Bei zu hohen Einträgen, das heisst solchen, die nicht mehr von der Vegetation aufgenommen oder gespeichert werden können, versauern die Waldböden und verlieren wichtige Nährstoffe (Ca, Mg, K). Langfristig verringert dies das Nährstoffangebot für Pflanzen und führt zu Nährstoffungleichgewichten in der Ernährung. Abbildung 1 zeigt schematisch die Modellvorstellungen zum Verlauf der Stickstoffanreicherung in Wäldern.

Diverse Ergebnisse des Umweltmonitorings im Wald belegen viele dieser Entwicklungen für Waldstandorte auch in der Schweiz (Baumernährung, Wachstum, N-Austrag; FLÜCKIGER *et al.* 2011). In den letzten Jahren zeigt sich als Trend, dass die Phosphorkonzentrationen abnehmen und diese zum limitierenden Faktor in der Waldernährung werden (MELLERT *et al.* 2004; BRAUN *et al.* 2010). Besonders die Buche, die

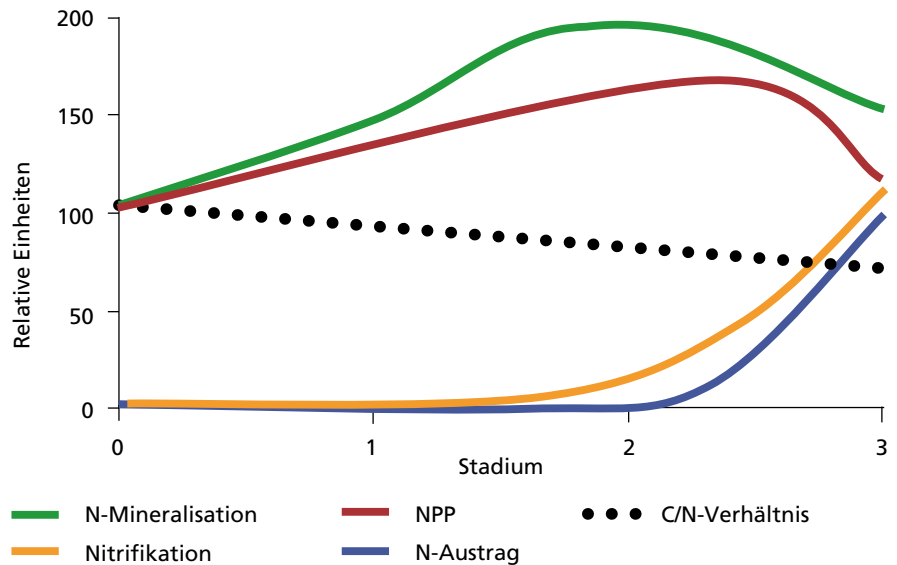


Abb. 1. Vorstellungen zum Verlauf der Stickstoff-Sättigung in Waldökosystemen, adaptiert nach ABER *et al.* 1989; ABER *et al.* 1998; EMMETT 2007. Stadium 0 = N-Kreislauf unter stickstofflimitierenden Bedingungen; Stadium 1 = anfängliche Effekte chronischer N-Deposition; Stadium 2 = Stickstoff-Sättigung; Stadium 3 = «Stickstoff-Übersättigung» (N-Austräge hoch). Die «relativen Einheiten» zeigen nur die jeweiligen Zu- und Abnahmen. N-Mineralisation = Abbau des Stickstoff aus organischer Substanz, z.B. Blättern und Nadeln auf dem Waldboden; NPP = Nettoprimärproduktion = Wachstum; C/N-Verhältnis = Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Oberboden; Nitrifikation = Bildung von Nitrat (NO₃⁻) aus Ammonium (NH₄⁺); N-Austrag = Stickstoffauswaschung aus dem Wurzelraum mit dem Sickerwasser, vorwiegend als Nitrat.

einen hohen P-Bedarf hat, scheint nicht mehr genug Phosphor aufnehmen zu können. Als Ursachen der verringerten Phosphorverfügbarkeit werden erhöhte Stickstoffeinträge und Bodenversauerung diskutiert, doch sind die Mechanismen noch weiter zu klären.

Massnahmen

Die Verminderung der Stickstoffeinträge ist daher ein wichtiges Anliegen des Waldsektors. Die Waldinteressen werden aktiv in andere Sektoralpolitiken, zum Beispiel die Luftreinhaltung, eingebracht. Die wichtigsten Elemente sind hierbei:

- Die Ermittlung von Ausmass und räumlicher Ausdehnung der potenziellen Gefährdung des Waldes durch Stickstoffeinträge
- Bestimmung quantitativer Ursache-Wirkungs-Beziehungen (Grundlage: Monitoring)
- Die Bewertung der Ergebnisse (Auswertung des Integrierenden Monitorings)

Die internationale und nationale Luftreinhaltung ist wirkungsbasiert, d.h. die

Emissions-Reduktionsziele orientieren sich unter anderem an den kritischen Belastungsraten für Wälder. Somit leistet das Langfrist-Umweltmonitoring in Wäldern wichtige Beiträge an die Luftreinhaltungspolitik.

Schwermetalle

Böden sind potenziell effektive «Filter» für Schwermetalle. Dabei werden Schwermetalle, im rein chemischen Sinne, nicht gefiltert, sondern deren Verbindungen werden umgewandelt und in Böden gespeichert. Für die Beurteilung der Belastung von Böden mit Schwermetallen und ihres langfristigen Gefährdungspotenzials ist daher die Kenntnis der (Wald-)Bodeneigenschaften und der Mobilitätsbedingungen der Schwermetalle unerlässlich.

Durch die Holzernte und die Versauerung können sich die chemischen Bedingungen für die Speicherung der deponierten Schwermetalle ändern. Die Mineralisation organischer Substanz (durch Erwärmung, zu grosse Auflichtung von Wäldern durch Stürme oder Holzschläge) führt insbesondere bei Blei, Kupfer und Quecksilber

zu Mobilisierung, während Cadmium, Nickel, Kobalt und Zink eher durch zunehmende Versauerung (Deposition, Nährstoffentzüge) verfügbar werden. Mobilisierung bedeutet, dass die betreffenden Elemente mit dem Sickerwasser transportiert werden können, aber auch, dass sie pflanzenverfügbar werden.

Während über die meisten mengenmässig bedeutenden Schwermetalle ausreichende Kenntnisse vorliegen, ist über das Verhalten und die Wirkungen des Quecksilbers (Hg) weniger bekannt. Quecksilber gehört neben Blei und Cadmium zu den hoch-toxischen Schwermetallen. Untersuchungen zeigten, dass insbesondere das methylierte Hg als Gift wirkt. Diese Verbindung wird im Boden durch Regenwürmer synthetisiert und kann Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Pilz- und Bakteriengemeinschaften haben (RIEDER und FREY 2013).

Massnahmen

Der Bund fördert Forschungsprojekte, um diese Zusammenhänge besser zu verstehen und nach Möglichkeit quantifizieren zu können. Die Resultate dieser Abklärungen sind ein wichtiger Beitrag für die Weiterentwicklung kritischer Grenzwerte für die Hg-Belastung von Böden und deren Festlegung in der Verordnung über Belastungen des Bodens, VBBo.

3.2 Befahren des Waldbodens

Werden Waldböden von Forstmaschinen befahren, verändern sich auf den meisten Böden deren Eigenschaften, insbesondere verringern sich das Volumen und die Vernetzung der Porenräume. Dadurch wird der Transport von Luft und Wasser, zweier für das Pflanzenwachstum unabdingbaren Elemente, eingeschränkt. Im Grundsatz gilt es – im Sinne des Vorsorgeprinzips – jegliche Bodenschädigung zu verhindern (LÜSCHER 2010). Die WSL hat hierfür eine wertvolle Hilfestellung für die Praxis entwickelt: Mit diesen soll die Forstpraxis befähigt werden, die Folgen der Bodenverdichtung zu erkennen, zu bewerten und möglichst zu verhindern. So kann etwa mit einer einfachen Bodenansprache der Spurtyp bestimmt

werden, um davon auch die notwendigen Schutzmassnahmen abzuleiten (LÜSCHER 2010; LÜSCHER *et al.* 2009a; LÜSCHER *et al.* 2009b).

Massnahmen

Die wichtigsten Vorkehrungen zur Vermeidung von Bodenverdichtung sind:

- Die systematisch angelegte Feinerschliessung: Für die bewirtschaftete Waldfläche wird ein Feinerschliessungskonzept erarbeitet. Nasse Stellen sind zu umfahren. Damit auch bei späteren Holzschlägen auf den selben Gassen gefahren wird, ist

die Feinerschliessung im Gelände und auf Plänen möglichst genau festzuhalten (KAUFMANN *et al.* 2010; LÜSCHER *et al.* 2009a).

- Technische Massnahmen bei den Maschinen: Durch technische Massnahmen, zum Beispiel die Wahl einer gut geeigneten Maschine mit entsprechender Bereifung sowie die Verringerung des Reifenfülldrucks lässt sich die Gefahr von Bodenverdichtungen verringern (LÜSCHER *et al.* 2009a).
- Sensibilisierung und Ausbildung der Waldbewirtschaftler: In der Aus- und Weiterbildung der Forstfachleute



Abb. 2. Fahrspur im Wald, Spurtyp 3. Das Befahren mit Forstmaschinen bewirkt Verdichtungen und Verformungen im Boden.



Abb. 3. Sensibilisierung und Ausbildung: Peter Lüscher und Fritz Frutig von der WSL sensibilisieren und erklären bei jedem Wetter.

werden das «Wieso» und das «Wie» einer bodenschonenden Waldbewirtschaftung vermittelt (KAUFMANN *et al.* 2010).

Hier setzt die Waldpolitik 2020 an. Der Bund prüft, wie die Anforderungen und Auflagen für die bodenschonende Bewirtschaftung bei den Subventionen des Bundes (Neuer Finanzausgleich NFA) berücksichtigt werden können. Gleichzeitig entwickelt der Bund Kom-

munikationsmassnahmen im Bereich des physikalischen Bodenschutzes (Stossrichtung 7.2 «Befahren des Waldbodens»; BAFU 2013).

3.3 Nährstoffhaushalt von Wäldern

Bei nachhaltiger Bewirtschaftung halten sich Holzzuwachs und Holzentnahme durch die Ernte und Freisetzung von Nährstoffen aus der Verwitterung

der Minerale die Waage, das heisst die Stoffbilanz ist ausgeglichen. Neben den nach wie vor zu hohen Stickstoffeinträgen beeinflusst heute vielerorts eine intensivere Holzernte für energetische Zwecke den Nährstoffhaushalt von Wäldern. Bei der Vollbaumernte werden neben dem Stamm- und Derbholz auch kleinere Äste und Reisig sowie Blätter/Nadeln aus dem Wald entfernt. Doch gerade diese Kompartimente enthalten viele Nährstoffe, die dem Wald verloren gehen. So kann die zusätzliche Nutzung von Baumkronen, Rinden und Reisig den Nährstoffentzug im Vergleich zur Stammholznutzung um ein Vielfaches erhöhen (Abb. 4).

Ob dies im Einzelfall eine Gefährdung darstellt, hängt sehr vom Zustand des Bodens, der Verwitterung und der Baumart ab. Nährstoffzüge über die natürliche Nachlieferung aus der Verwitterung übersteigen führen zu negativen Nährstoffbilanzen und damit zu einer Verarmung der Standorte.

Die wachsenden Ansprüche an den Wald sollten daher räumlich gesteuert werden, das heisst eine intensivere Nutzung sollte nur dort stattfinden, wo es der Nährstoffhaushalt und die Belastungen durch die Deposition zulassen. Hierfür stellt der Bund entsprechende Grundlagen bereit und macht vorhandene Informationen nutzbar.

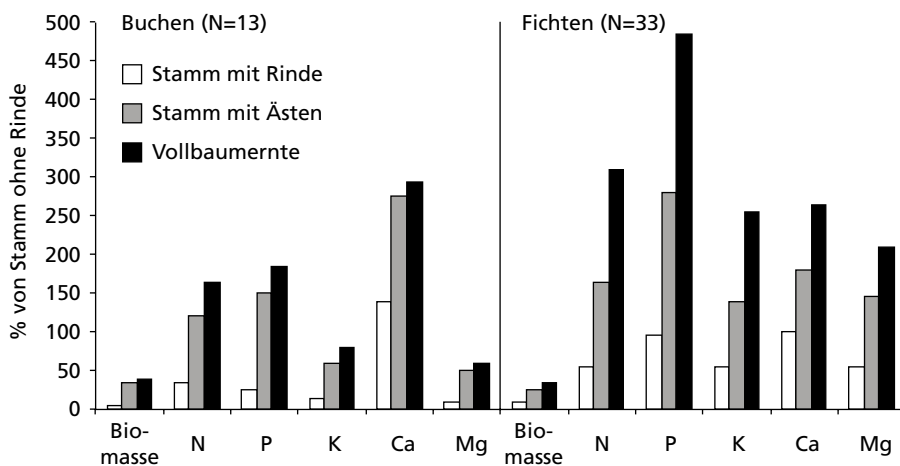


Abb. 4. Erhöhung des Nährstoffentzugs bei der Entfernung von Ästen oder der ganzen Krone, im Vergleich zur Ernte von «Stamm ohne Rinde». Datengrundlage: Literaturstudie von JACOBSEN *et al.* (2003) sowie DUVIGNEAUD *et al.* (1971), KRAUSS und HEINSDORF (2008), KRAPPENBAUER und BUCHLEITNER (1981).

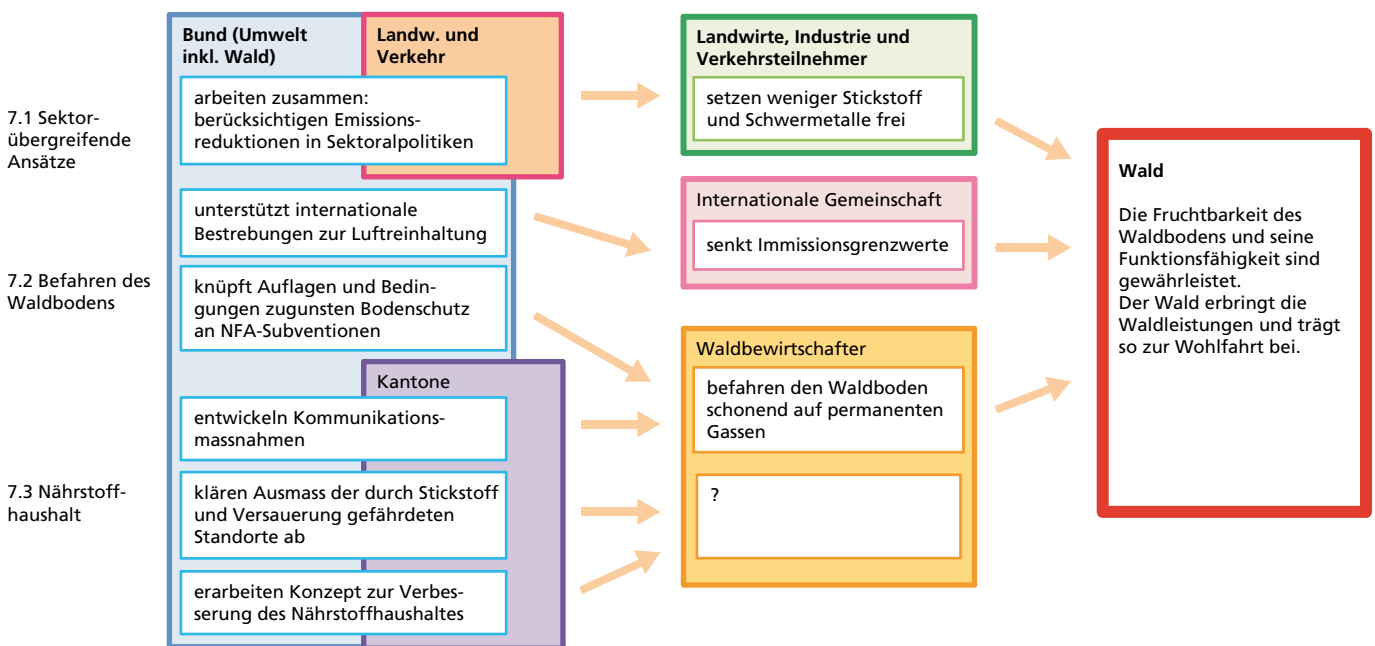


Abb. 5. Vereinfachte Übersicht über das in der Waldpolitik 2020 vorgesehene Massnahmenbündel des Bundes betreffend Bodenschutz im Wald und dessen geplanten Wirkungen und Effekte. Bei der Stossrichtung «Nährstoffhaushalt» werden derzeit genauere Abklärungen vorgenommen. Erst nach Vorliegen dieser Resultate können Handlungsbedarf und Massnahmen bestimmt werden.

Massnahmen

Für die Abklärung des Ausmasses der gefährdeten Waldstandorte sind folgende Massnahmen vorgesehen (Stossrichtung 7.3 «Nährstoffhaushalt»; BAFU 2013):

- Ermittlung des Bodenzustands der Wälder, um Risiken hinsichtlich Mangelernährung, Nährstoffungleichgewichten und Nährstoffverlusten aus dem Boden besser einschätzen zu können. Diese Arbeiten laufen derzeit in einem Projekt des BAFU.
- Bestimmung der Überschreitungen der Critical Loads: Überschreitungen weisen das langfristige Gefährdungspotenzial aus. Diese Arbeiten werden vom BAFU gefördert.
- Kartenmässige Verschneidung von Gefährdungspotenzialen, das heisst Critical Loads, Karten der Stoffeinträge, Standorte geringer Basensättigung im Wurzelraum, Verwitterungsraten und Trockenstress. Diese Arbeiten werden teils schon durchgeführt, teils sind sie in Planung.
- Formulierung von Empfehlungen für die Holzernte.

4 Schlussfolgerungen und Perspektiven

Die Waldpolitik 2020, inklusive der Massnahmen zum Bodenschutz, wird in den nächsten Jahren weiter umgesetzt. Der Schutz der Böden ist eine gemeinsame Aufgabe des Bundes, der Kantone und der Waldeigentümer. Dabei stützt sich der Bund auf die bestehenden Monitoringsysteme und arbeitet interdisziplinär mit weiteren Bundesstellen zusammen. Wichtige Partner sind auch die Forschungs- und Bildungsinstitute. Um die Risiken und zukünftigen Gefahren, gerade auch in Anbetracht des Klimawandels, besser abschätzen und voraussehen zu können, sind noch weitere Forschungsarbeiten, aber auch die Fortführung des Monitorings, notwendig. Ein wichtiger handlungsleitender Grundsatz ist das Vorsorgeprinzip. Die UNCED (1992) umschreibt das Vorsorgeprinzip wie folgt: «*Angesichts der Gefahr irreversibler Umweltschäden soll ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Entschuldigung*

dafür dienen, Massnahmen hinauszuzögern, die in sich selbst gerechtfertigt sind. Bei Massnahmen, die sich auf komplexe Systeme beziehen, die noch nicht voll verstanden worden sind und bei denen die Folgewirkungen von Störungen noch nicht vorausgesagt werden können, könnte der Vorsorgeansatz als Ausgangsbasis dienen.»

Wir werden wohl nie alle Details des komplexen Systems Boden mit all seinen Wechselwirkungen mit der Biomasse, der Atmosphäre und dem Klima kennen und vorhersagen können. Erforderlich für detailliertere und flächenscharfe Empfehlungen sind Angaben zum chemischen und physikalischen Bodenzustand. Diese bereitzustellen ist gemäss Waldpolitik 2020 Aufgabe des Bundes. In entsprechende Projekten wird daran gearbeitet.

Doch ist das nun schon vorhandene Wissen hinreichend um bereits jetzt zu handeln.

5 Literatur

- ABER, J.D.; NADELHOFER, K.J.; STEUDLER, P.; MELILLO, J.M., 1989: Nitrogen saturation in northern forest ecosystems. *BioScience* 39: 378–386.
- ABER, J.D.; McDOWELL, W.; NADELHOFER, K.J.; MAGILL, A.; BERNTSON, G.; KAMAKEYA, M.; McNULTY, S.; CURRIE, W.; RUSTAD, L.; FERNANDEZ, I., 1998. Nitrogen saturation in northern forest ecosystems – Hypotheses revisited. *BioScience* 48: 921–934.
- BERGEN V.; LÖWENSTEIN W.; OLSCHEWSKI, R., 2013: Forstökonomie – volkswirtschaftliche Ansätze für eine vernünftige Umwelt- und Landnutzung. München, Vahlen. 2. Auflage, 477 S.
- BRAUN, S.; THOMAS, V. F. D.; QUIRING, R.; FLÜCKIGER, W., 2010: Does nitrogen deposition increase forest production? The role of phosphorus. *Environ. Pollut.* 158: 2043–2052.
- BRAUN, S.; KURZ D., 2012: Nährstoffbilanzen bei Vollbaumnutzung. *Zür. Wald* 44: 20–22.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2013: Waldpolitik 2020 – Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern, Bundesamt für Umwelt. 66 S.
- DUVIGNEAU, P.; DENAERYER, S.; AMBROES, P.; TIMPERMAN, J., 1971: Recherches sur l'écosystème forêt. *Mémoires de l'institute Royal des Sciences Naturelle de Belgique* 164: 1–101.
- EMMETT, B., 2007: Nitrogen saturation of terrestrial ecosystems: some recent findings and their applications for our conceptual framework. *Water Air Soil Pollut. Focus* 7: 99–109.
- FLÜCKIGER, W.; BRAUN, S.; MAINIERO, R.; SCHÜTZ, K.; THOMAS, V., 2011: Auswirkung erhöhter Stickstoffbelastung auf die Stabilität des Waldes. Synthesebericht im Auftrag des BAFU.
- GALLOWAY, J.N.; ABER, J.D.; ERISMAN, J.W.; SEITZINGER, S.P.; HOWARTH, R.W.; COWLING, E.B.; COSBY, B.J., 2003: The Nitrogen cascade. *BioScience* 53: 341–356.
- ITEN B., 2009: Gesetzliche Grundlagen für den physikalischen Bodenschutz bei der Holzernte, in: Thees Oliver, Lemm Renato (Herausgeber), Management zukunfts-fähige Waldnutzung. Zürich, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, S. 247–259.
- JACOBSEN, C.; RADEMACHER, P.; MEESENBERG, H.; MEIWES, K. J., 2003: Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten. Literaturstudie und Datensammlung. Univ. Göttingen, Ber. Forsch.zent. Wald-ökosyst. B 69: 1–81.
- KAUFMANN G.; STAEDLI M.; WASSER, B., 2010: Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau. Projektbericht, Bundesamt für Umwelt, 86 S.
- KNOEPFEL, P.; NAHRATH, S.; SAVARY, J.; VARONE, F., 2010: Analyse des politiques suisses de l'environnement, Zurich/Coire, Verlag Rüegger, 2^{ème} édition, 592 p.
- KRAPFENBAUER, A.; BUCHLEITNER, E., 1981: Holzernte, Biomassen- und Nährstoffaustrag, Nährstoffbilanz eines Fichtenbestandes. *Cent.bl. gesamte Forstwes.* 98: 193–223.
- KRAUSS, H. H.; HEINSDORF, D., 2008: Herleitung von Trockenmassen und Nährstoffspeicherungen in Buchenbeständen. Eberswalde, Landesforstanstalt Eberswalde, 72 S.
- LÜSCHER, P., 2010: Bodenveränderungen und Typisierung von Fahrspuren nach physikalischer Belastung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 504–509.
- LÜSCHER, P.; FRUTIG F.; SCIACCA, S.; SPJEVAK, S.; THEES, O., 2009a: Physikalischer Bodenschutz im Wald – Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. Birnensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. *Merkbl. Prax.* 45: 12 S.
- LÜSCHER P.; BORER, F.; BLASER, P., 2009b: Langfristige Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit des Waldbodens durch mecha-

- nische Belastung. In: THEES, O.; LEMM, R. (Hrsg.) Management zukunftsfähige Waldnutzung. Zürich, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, S. 261–270.
- MELLERT, K. H.; PRIETZEL, J.; STRAUSSBERGER, R.; REHFUESS, K. E., 2004: Long-term nutritional trends of conifer stands in Europe: results from the RECOGNITION project. *Eur. J. For. Res.* 123: 305–319.
- REID, W. V.; MOONEY, H. A.; CROPPER, A.; CAPISTRANO, D.; CARPENTER, S. R.; CHOPRA K.; DASGUPTA, P. *et al.*, 2005: Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis, Island Press, Washington DC, 137 p. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- RIEDER, S.R.; FREY, B., 2013: Methyl-mercury affects microbial activity and biomass, bacterial community structure but rarely the fungal community structure. *Soil Biol. Biochem.*, in press.
- UNCED, 1992: UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, Rio de Janeiro. Rio -Erklärung über Umwelt und Entwicklung, Grundsatz 15. Agenda 21, Artikel 35.
- Gesetzliche Grundlagen:
 Bundesverfassung BV, vom 18. April 1999 (SR 101)
 Umweltschutzgesetz USG vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01)
 Waldgesetz WaG vom 4. Oktober 1991 (SR 921.0)
 Waldverordnung WaV vom 30. November 1992 (SR 921.01)
 Verordnung über Belastungen des Bodens VBBo vom 1. Juli 1998 (SR 814.12)

Abstract

Soil protection in forests – the contribution of the Swiss Confederation

According to the Federal Constitution of the Swiss Confederation, the Swiss government must protect people and the environment against harmful and disagreeable influences. The Swiss legislation on Soil Protection specifies that soil fertility, including that of forest soils, should be protected in the long term. The Forest Act states that forest owners manage their forests sustainably to ensure the forest can perform its functions in the long term.

The Forest Policy 2020, adopted by the Swiss Federal Council in 2012, defines a total of eleven policy objectives. These also concern the forest soil (including drinking water and tree vitality). Objective 7 “Forest soil, drinking water and the vitality of the trees shall not be endangered” formulates 3 strategic directions: intersectoral approaches, driving on forest soil, and nutrient balance. To pursue these objectives the Forest Division of FOEN cooperates with other sectors (intersectoral approaches), supports research and finances information campaigns in the form of information sheets. The Forest Division of FOEN also provides basic information, e.g. soil maps, or produces it if it is lacking, e.g. by preparing maps.

Keywords: soil protection, forest soil, Forest Policy 2020, Switzerland