

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 161 (2010)

Heft: 12

Artikel: Ressourcenplan Boden : neue Impulse für die forstliche Planung (Essay)

Autor: Hepperle, Erwin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097803>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ressourcenplan Boden – neue Impulse für die forstliche Planung (Essay)

Erwin Hepperle Bodenschutz, Institut für Terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (CH)*

Soil resource plan – new stimuli for forest planning (essay)

Sustainable use of soils requires a long-term equilibrium between the demand of society for ecological goods and services of soils and their actual capacity, also in forest areas. In general, the way soils are treated at present is too much influenced by reasoning along sectorial lines. Protection of this resource is very complex and involves a number of specialist departments. This requires a high degree of coordination. The presented resource protection concept intends to make pedological knowledge of the systemic behavior of soils available for spatial planning. Soil protection is not only a concern of forestry itself, safeguarding the sustainability of forest soil capacities is also relevant to the whole society. Therefore, social demands and activities inside and outside forests have to be adjusted to the capacities of forest soils. There is a wide range of methods to deduce the potential and sensitivities of soils. The bases for the implementation of the resource protection concept are, however, rather inhomogeneous, thus reducing the applicability of the deduction methods. Despite the insufficient data and some knowledge gaps it should nevertheless be possible to improve the basis for decision-making aiming to assure a sustainable development of the soil resource.

Keywords: soil functions, forest planning, forest functions, soil protection
doi: 10.3188/szf.2010.0489

* Universitätstrasse 16, CH-8092 Zürich, E-Mail erwin.hepperle@env.ethz.ch

Der Schutz der Böden vor Qualitätseinbussen wird in der Schweiz explizit vorab im Umweltschutzrecht, teilweise auch im Landwirtschafts- und im Waldrecht geregelt. In der Raumplanung steht demgegenüber die flächenmässige Verteilung von Nutzungen im Vordergrund. Der bodenschutzrechtliche Teil des Umweltschutzrechts wurde in den 1990er-Jahren neu gefasst und 1997 (Revision des Bundesgesetzes vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz, USG, SR 814.01) beziehungsweise 1998 (Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens, VBBo, SR 814.12) in Kraft gesetzt. Erstmals wurde auch der physikalische Bodenschutz einbezogen.

Es wird immer deutlicher, dass die Ursachen der Bodendegradation nicht allein sektoral angegangen werden dürfen. Vielmehr müssen Bodenqualitätsänderungen auch in der räumlichen Planung thematisiert werden. Diese Tendenz ist europaweit festzustellen (Van-Camp et al 2004). Angesichts der nur beschränkt vorhandenen Ressource Boden und

der langen Regenerationszeiten beeinträchtigter Böden steht beim Bodenschutz das Vorsorgeprinzip im Vordergrund, das nicht nur dem Umweltschutzrecht inhärent ist (Griffel 2001), sondern beispielsweise auch dem Raumplanungsrecht (BGE 116 Ib 265 E. 4a) sowie dem Natur- und Heimatschutzrecht (Zufferey 1997). Auch das Waldprogramm Schweiz (WAP-CH) enthält Massnahmenvorschläge für die Erhaltung biologisch funktionsfähiger Böden und den Schutz vor Erosion (Projektleitung WAP-CH, BHP-Brugger 2004). Die forstliche Planung obliegt den Kantonen (Art. 20 Abs. 2 des Bundesgesetzes vom 4. Oktober 1991 über den Wald [WaG, SR 921.0], Art. 18 der Verordnung vom 30. November 1992 über den Wald [WaV, SR 921.0]). Das Planungskonzept unterscheidet die behördenbezogene, überbetriebliche Ebene (Waldentwicklungsplanung) und die eigentümerbezogene, massnahmenorientierte Ebene. Die Verknüpfung der forstlichen Planung mit der Raumplanung erfolgt im Wesentlichen im Rahmen der Waldentwicklungsplanung. Als Grundlage für eine



Abb 1 Einbettung des Ressourcenplans Boden als ämterübergreifende Fachplanung in die Raumplanung und die forstliche Planung.

nachhaltige Waldbewirtschaftung (Bachmann et al 1996) hat die forstliche Planung konsequenterweise auch das öffentliche Interesse an intakten Waldböden einzubeziehen.

Grundidee des Ressourcenplans Boden

Soll der Schutz der Ressource Boden zu einer Aufgabe der gesamt-räumlichen Planung werden, so braucht es dazu eine konzeptionelle Grundlage, welche die Raumplanung mit den bodenschutzrechtlichen Anliegen, wie sie in anderen Rechtsbereichen zum Ausdruck kommen, verknüpft. Wie eine solche aussehen könnte, wurde mit dem Ressourcenplan Boden vorgestellt (Hepperle & Stoll 2006). Das besondere an diesem Konzept ist, dass es den Raumbezug über die Systemleistungen (Wasserhaushalt, Nähr- und Schadstoffkreislauf) herstellt. Dabei soll die ökologische Leistungsfähigkeit der Böden im Gesamtinteresse der Gesellschaft gesichert werden.

Nach Art. 73 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (BV, SR 101) soll die Bilanz von Qualitätsverlust und Regeneration «auf Dauer ausgewogen» sein. Der Bestimmung kommt programmatischer Charakter zu (Griffel 2001). Nachhaltigkeit ist in sämtlichen Politikbereichen umzusetzen (vgl. auch Art. 2 Abs. 2 BV).

Der Bedarf nach Ökosystemleistungen und das Potenzial der Böden, solche zu erbringen, sind deshalb schon auf der strategischen Ebene der raumbezogenen Planung anzusprechen.

Inhaltlich geht es darum, auf strategischer Ebene die Ziele festzulegen, die mit dem Schutz der Böden verfolgt werden sollen, und entsprechende Leitlinien zu verfassen. Für deren Umsetzung ist ein besonderes Augenmerk auf die zahlreichen rechtlichen und administrativen Schnittstellen und Verknüpfungen zu richten. In organisatorischer Hinsicht ist es am wichtigsten, die bodenschutzrelevanten Entscheidungen in den einzelnen Planungs- und Projektierungsverfahren aufzugreifen und sie frühzeitig sowohl inhaltlich wie auch verfahrensmässig mit dem Ressourcenplan Boden zu koordinieren.

Der Ressourcenplan Boden ist ein Konzept, das im geschilderten Sinne einen Weg aufzeigt, wie ein Massnahmenpaket zum Schutz der Ressource Boden geschnürt werden kann (Abbildung 1). Jede raumbezogene Planung – auch eine solche im Wald – gibt Anlass, die Auswirkungen auf die Böden zu reflektieren und notfalls mit anderen Planungen abzustimmen. Es sind alle Behörden angesprochen, deren Entscheidungen einen Einfluss auf den Zustand und die Entwicklung der Ressource Boden haben. Eine Schnittstelle besteht dementsprechend auch zur forstlichen Planung. Die Synthese aus dem Zwischenbericht zum Waldprogramm Schweiz hält fest,

dass die Zielerreichung beim Schutz von Boden, Wasser und Bäumen weitgehend von anderen Sektoren abhängig ist. Mit diesen soll die Zusammenarbeit intensiviert werden (Landolt 2009). Das trifft sich mit den Anliegen, die der Ressourcenplan Boden verfolgt. Der Bericht nennt zum Ziel «Schutz Boden, Wasser, Bäume» die Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau als zentrale walddpolitische Massnahme (Landolt 2009), deren erster Grundsatz lautet: «Die naturgegebene Bodenfruchtbarkeit wird durch die Waldbewirtschaftung nicht beeinträchtigt» (Kaufmann et al 2009). Naturnaher Waldbau leistet auch einen bedeutenden Beitrag zur Erhaltung der Grundwasserqualität (Buwal 2005). Der Bundesrat sieht in diesen Grundanforderungen keine neue Verpflichtung, sondern eine Konkretisierung von Art. 20 WaG (Schweizerischer Bundesrat 2009). Die gesetzliche Grundlage für Massnahmen findet sich allerdings nicht nur im Waldrecht, sondern auch in anderen Gesetzgebungen, namentlich im USG, im Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20) und in der Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV, SR 814.81). Der Ressourcenplan Boden nimmt genau diese Sachzusammenhänge auf. Indem er den Fokus auf die räumlichen Systemzusammenhänge legt, werden im Wald die Bodeneigenschaften zwangsläufig nicht mehr nur aus dem Gesichtspunkt der walddwirtschaftlichen Bedürfnisse betrachtet. Es muss auch beurteilt werden, ob die «externe» Nachfrage nach Bodenleistungen befriedigt werden kann. Damit ist gemeint, dass eine Vielzahl von Tätigkeitsbereichen von einer intakten Funktionsfähigkeit der Böden abhängig ist. Neben Wald, Landwirtschaft, Naturschutz, Gewässerschutz und Wasserversorgung betrifft dies auch den Schutz vor Störfällen, die Luftreinhaltung, den Umgang mit Stoffen, Organismen und Abfällen und wie erwähnt die Raumplanung. Weil es um überbetriebliche Aspekte geht, ist in erster Linie die Waldentwicklungsplanung gefordert, aber nicht nur: Die Kantone können auch die Waldeigentümer in die Pflicht nehmen und diese dazu bewegen, Bodenschutzmassnahmen in die Betriebsplanung und in die Feinerschliessungsplanung zu integrieren (Spjevak & Thees 2009, Iten 2009).

Ressource Boden als Gegenstand der forstlichen Planung

Wenn es darum geht, die Tragweite der bodenökologischen Auswirkungen von Entscheidungen in den einzelnen Planungs- und Projektierungsverfahren festzustellen, dann gilt das auch für Entschei-

dungen, welche die Art und Weise der Waldnutzung (mit Einschluss der Nichtnutzung) betreffen. Die denkbaren Folgen für die Böden sollen möglichst früh, also schon in der Waldentwicklungsplanung, erfasst werden.

Im Sinne der nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung sind dabei aus einer systembezogenen Sicht insbesondere die folgenden Fragen zu stellen:

- Auf welche Nachfragen nach ökologischen Leistungen der Böden ist Rücksicht zu nehmen?
- Welche Anforderungen sind aus langfristiger Optik an die Böden und an Einflüsse auf ihre Entwicklung zu stellen, um die Waldfunktionen zu sichern?
- Inwieweit verändert sich der Zustand der Böden durch die Waldentwicklung?
- Welches ist der Einfluss der Waldbewirtschaftung auf den Boden, respektive wie lässt sich die Ressource Boden durch angepasste Nutzung schützen?
- Auf welche raumübergreifenden äusseren Entwicklungstrends soll sich die Waldentwicklungsplanung vorbereiten?

Auf einige Punkte soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

«Externe» Nachfrage nach Bodenleistungen

Die Ansprüche der Gesellschaft an den Wald gehen über die Schutz- und die Nutzfunktion hinaus. Sie erstrecken sich auch nicht allein auf direkt sichtbare Wohlfahrtswirkungen, wie beispielsweise Erholung, Landschaftsaspekte oder Artenvielfalt. Sie umfassen – vielfach unbewusst – auch die indirekten Wohlfahrtswirkungen, also auch jene der Waldböden. Diese von aussen an die Funktionsvielfalt der Waldböden herangetragenen Bedürfnisse werden hier als «externe» Nachfrage nach Bodenleistungen bezeichnet. Werden sie nicht berücksichtigt, steht weit mehr als eine aus der Sicht von Partikularinteressen suboptimale Bewirtschaftung auf dem Spiel. Gefährdungen treffen die Bevölkerung in ihrer Gesamtheit. Dazu zählen Schadstoffverlagerungen in Grundwasservorkommen, Reduktion der Grundwasserneubildung, grössere Schäden durch Hochwasser, Murgänge und Rutschungen sowie Zerstörung von guten Landwirtschaftsböden (Lüscher 2004). Bei Erosionsprozessen kann es dabei nicht nur am Herkunftsstandort, sondern auch am «Empfängerstandort» zu unerwünschten Wirkungen kommen.

Bei Vernachlässigung der direkt oder indirekt von einem Ökosystem für die Gesellschaft erbrachten Leistungen verschärfen sich vor allem im Nichtsiedlungsgebiet die Konflikte. Auch die Walddwirtschaft wird sich dem nicht entziehen können. Die bodenökologischen Anforderungen an Waldböden erwachsen rechtlich insbesondere aus dem Gewässerschutz, dem Hochwasserschutz, dem Artenschutz, dem Schutz der Fruchtfolgefleichen und dem Landwirtschaftsrecht.

Ausrichtung der multifunktionalen Waldwirtschaft auf die Leistungen der Böden

Das Selbstregulierungsvermögen der Waldböden ist für die Nährelement- und Wasserversorgung der Waldvegetation und die Stabilität der Waldökosysteme von essenzieller Bedeutung. Die Unversehrtheit der Waldböden ist damit für die Forstwirtschaft zentral. Zusätzlich erwartet die Gesellschaft von den Waldböden die oben erwähnten Leistungen. Weil die Waldleistungen über ökologische Kreisläufe mit der Leistungsfähigkeit der Böden verbunden sind, sind nicht nur die auf den Wald bezogenen Bedürfnisse, sondern auch die darüber hinausgehenden Ansprüche der Allgemeinheit an die Waldböden und den Ressourcenschutz in die forstliche Planung einzubeziehen.

Auch die frühzeitige Einordnung in die gesamträumliche Planung ist wichtig. Die Waldentwicklungsplanung ist eine fachliche Planung, die mit anderen raumbezogenen Fachplanungen (Naturschutz, Naturgefahrenplanung, Gewässerschutz, Wasserversorgung, Planung des Naherholungsgebiets von Siedlungen, Infrastruktur usw.) abgestimmt werden muss, vorzugsweise im Zuge der Richtplanung (Abbildung 1). Es wird seit geraumer Zeit gefordert, die Waldentwicklung dürfe nicht allein aus einer auf den Wald bezogenen Sicht betrachtet werden. Dies deshalb, weil neben der besonders hervorgehobenen Schutzfunktion alle weiteren dem Gemeinwohl dienenden Waldleistungen zu den Wohlfahrtsfunktionen im Sinne von Art. 1 Abs. 1 Bst. c WaG zu zählen sind. Handlungsbedarf bestehe darum gerade auch in Bezug auf eine bessere Integration der forstlichen Planung in die räumliche Gesamtplanung (Buwal 2003, Bachmann 2005). Der Wald wird nach dieser Vorstellung «nicht mehr als statische Fläche mit Nutzfunktion verstanden, sondern als mit Bäumen bestockter Raum, der Leistungen im Hinblick auf verschiedene Ansprüche der Gesellschaft erbringt» (Buwal 2003).

Sollte sich die Vermutung bewahrheiten, dass der Erhaltung und kontinuierlichen Verbesserung der ökologischen Bodenfunktionen in Zukunft immer grössere gesellschaftliche Bedeutung zukommt, so wird auch der Beitrag der forstlichen Planung zu deren Entwicklung immer wichtiger. In Verbindung mit der Raumplanung ergibt sich die Forderung, die Waldentwicklungsplanung und die räumliche Entwicklung so aufeinander abzustimmen, dass die vorhandenen Bodenpotenziale und deren künftige Entwicklung die steigenden Ansprüche auch weiterhin zu erfüllen vermögen.

Auf welcher räumlichen Skala Handlungsbedarf besteht, ergibt sich aus den jeweils berührten öffentlichen Interessen. Schadstoffbelastungen, teilweise auch Naturgefahren, müssen lokal angegangen werden. Andere Zusammenhänge, beispielsweise solche in Bezug auf den Wasserhaushalt oder den Hoch-

wasserschutz, benötigen Konzepte auf der Ebene von Regionen beziehungsweise Einzugsgebieten. Damit erhöht sich die Komplexität der Planungen. Die zunehmende Verflechtung der verschiedenen Politikerebenen und der daraus resultierende erhöhte Koordinationsbedarf münden in einen Mix verschiedener Steuerungsinstrumente (Zingerli & Zimmermann 2006).

Bodenveränderungen und Waldentwicklung

Die Wechselwirkung zwischen Waldentwicklung und Raumentwicklung ist – neben der Flächeninanspruchnahme – aus ökosystembezogener Optik in den Bereichen Biodiversität, Schutzleistungen und Trinkwasserschutz besonders eng. Hier spielen Zustand und Leistungsfähigkeit der Böden eine entscheidende Rolle. Diesbezüglich liefern die bestehenden Fachplanungen wie Waldentwicklungspläne oder Landschaftsentwicklungskonzepte allerdings kaum ausreichende konzeptionelle Grundlagen. Sie müssen durch eine bilanzierende Betrachtung der Leistungsfähigkeit der Böden inner- und ausserhalb des Waldes ergänzt werden. Negative Entwicklungen in Bezug auf natürliche Kreisläufe sind nach Möglichkeit zu korrigieren oder wenigstens abzumildern. Im Wald geschieht dies prioritär mit den Mitteln der forstlichen Planung.

Gemäss Art. 20 Abs. 1 WaG ist der Wald so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Während Aufforstungen eine Verbesserung gewisser Bodenpotenziale bewirken können, kann umgekehrt eine unangepasste Bewirtschaftung zu oftmals erheblichen Einbussen der Leistungskraft der Böden führen. Um dies zu vermeiden, haben die Kantone beim Erlass von Planungs- und Bewirtschaftungsvorschriften (Art. 20 Abs. 2 WaG) den Erfordernissen des naturnahen Waldbaus Rechnung zu tragen. Zudem ergreifen sie entsprechend Art. 27 Abs. 1 WaG die forstlichen Massnahmen gegen die Ursachen und Folgen von Schäden, welche die Erhaltung des Waldes gefährden können. Diese Bestimmung liefert in Bezug auf die Böden nicht nur die gesetzliche Grundlage für den physikalischen Bodenschutz (Art. 28 Bst. d WaV), sondern auch für weitere Bodenschutzmassnahmen, die der Erhaltung des Waldes dienen.¹ Beispielsweise kann auf lange Sicht die konsequente Bevorzugung standortgemässer Baumarten die natürliche Leistungsfähigkeit der Böden wiederherstellen (vgl. Abschnitt Baumartenwahl weiter hinten).

¹ Die hier zu Art. 27 WaG und weiter hinten zu Art. 16 WaG vertretene Auffassung mag für viele Forstleute ungewohnt sein. Sie stützt sich auf die grammatikalische, systematische, teleologische und insbesondere auf die geltungszeitliche Interpretation der Gesetze. So sind seit der Inkraftsetzung des WaG neue Bodenschutzbestimmungen ins USG aufgenommen worden. Daneben hat auch die technische Entwicklung neue Holzernteverfahren hervorgebracht.



Abb 2 Baumartenwechsel in einer Fahrspur anlässlich der Wiederbestockung eines Windwurf- und Käferlochs. Foto: Barbara Allgaier Leuch

Einflussfaktoren der Waldbewirtschaftung

Nach Art. 16 Abs. 1 WaG sind Nutzungen, welche die Funktionen des Waldes gefährden oder beeinträchtigen, unzulässig. In Waldentwicklungsplänen wird für nachteilige Nutzungen oftmals die folgende Definition verwendet: «Nutzung von Wald und seinen Gütern, die direkt oder indirekt, unmittelbar oder langfristig zu dessen Schädigung führt» (Forstamt beider Basel 2003). Der hinter dieser Forderung stehende Grundgedanke findet sich in abgewandelter Form auch in Art. 20 Abs. 1 WaG, wonach der Wald so zu bewirtschaften ist, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Damit wird klar, dass das Waldrecht grundsätzlich jede Gefährdung der Waldfunktionen durch menschliche Nutzungen bekämpft, auch solche, die aus nutzungsbedingten Einwirkungen auf Böden entstehen. Dies sollte auch in die Bewirtschaftungspläne einfließen, sowohl, was die Betriebsart angeht, als auch betreffend die Form und die Intensität, wie die Nutzung ausgeübt wird. Es gibt einige Möglichkeiten, die Nutzung den vorhandenen Bodenverhältnissen so anzupassen, dass Bodenpotenziale erhalten blei-

ben (dazu Lüscher et al 2009). Im Fokus stehen dabei einerseits die Funktion der Wälder im Wasser- und Nährstoffkreislauf und andererseits Massnahmen gegen die Versauerung der Böden. Im Interesse des Grundwasserschutzes verdienen bereits belastete Böden besondere Aufmerksamkeit.

Baumartenwahl

Der Schadstoffanreicherung und der Versauerung kann waldbaulich durch eine geeignete Baumartenwahl entgegengewirkt werden (Buwal 2005, Baudirektion des Kantons Zürich 2008). Eine geeignete Baumartenwahl kann auf sauren Böden Sturmschäden vorbeugen (Mayera et al 2005, Schindler et al 2009) und ist für langfristig wirksame Waldbodensanierungen mitentscheidend (Danneberg 2001). Standortgerechte Baumartenwahl kann also nicht nur bedeuten, dass die erfassten Standorteigenschaften mit den ökologischen Ansprüchen der Baumart möglichst gut übereinstimmen sollten, sondern auch, dass die bodenkurierende Wirkung von geeigneten Baumarten genutzt werden soll, allenfalls in Abweichung von der standortüblichen Bestockung. Die Effekte sind allerdings stark standortabhängig, wie zum Beispiel Untersuchungen von gleichartigen Bestandeszusammensetzungen auf Flysch und auf Molasse zeigen (Berger et al 2009). Zudem sind neben der Ökologie weitere Faktoren für die Baumartenwahl ausschlaggebend (Robustheit, naturlandschaftliche Einordnung, Holzertrag u.a.; Abbildung 2).

Unter diesen Voraussetzungen ist eine Vorgehensweise zu empfehlen, wie sie beispielsweise die Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (Frehner et al 2005) vorzeichnet, ist doch auch hier ein gesellschaftlicher Anspruch (Schutz vor Naturgefahren) für den Handlungsbedarf massgeblich. Dabei wird der aktuelle Waldzustand mit den waldbaulichen Anforderungsprofilen für verschiedene Standorte und Naturgefahren verglichen, unter Berücksichtigung der natürlichen Dynamik des Waldes. Es spricht grundsätzlich nichts dagegen, in analoger Weise auch andere gesamtgesellschaftliche Ansprüche als Anforderungen einfließen zu lassen.

Holzernte

Bei der Holzernte hat die Grösse des Schlags eine strategische Bedeutung für die Nährstoffkreisläufe. Es muss die Balance zwischen den positiven Wirkungen der Mineralisierungsschübe und den unerwünschten Nitratauswaschungen mit entsprechender Belastung des Grundwassers gesucht werden (Buwal 2005). Daneben ist insbesondere ein Augenmerk auf die Gefahr der Bodenverdichtung durch den Maschineneinsatz zu richten. Waldböden sind als natürlich gelagerte Böden gegenüber dem Befahren mit Forstmaschinen besonders empfindlich (Lüscher et al 2005, Frey et al 2009).

Der Wasser- und der Bodenlufthaushalt sind nicht nur aus waldbaulichem Interesse zu schützen, sondern ebenso sehr aus Gründen der Wasserversorgungssicherheit und zum Schutz vor Naturereignissen. Angesprochen sind vor allem die Auswirkungen von längeren Trockenheits- und Niederschlagsperioden. Dazu kann auf einschlägige Rechtsgrundlagen verwiesen werden (Pflicht der Kantone, physikalische Belastungen der Waldböden zu vermindern: Art. 28 Bst. d WaV; allgemeine Pflicht zur Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion: Art. 6 VBBo in Verbindung mit Art. 33 Abs. 2 USG; Pflicht zur integralen Planung bei der Sicherung von Gefährdungsgebieten: Art. 17 Abs. 3 WaV).

Gefährdungszunahme durch äussere Einflüsse

Bodendegradation ist ein weltweites Phänomen, das überall eng mit der Verteilung und der Intensität der Bodennutzung verknüpft ist. Mehr Effizienz bei der Nutzung ist nicht zuletzt eine ökonomische Notwendigkeit. Die damit zusammenhängenden Probleme dürften sich in Zukunft noch verschärfen, nimmt doch die Weltbevölkerung stetig zu. Der ökonomische Druck geht einerseits in Richtung Rationalisierung, andererseits entstehen neue Nutzungskonkurrenzen als Folge des anwachsenden Nahrungsmittelbedarfs (mehr Fläche für Futter- und Nahrungsmittel), des Klimawandels (Flächen für CO₂-Speicherung und für den Schutz vor Hochwassern) und der Notwendigkeit, fossile Energien durch erneuerbare zu ersetzen (Flächen für Biotreibstoff, Wasserkraft, Wind- und Sonnenenergie). Die kurze Aufzählung zeigt, dass bei der forstlichen Planung auch der volkswirtschaftliche Aspekt von Bodenleistungen einzubeziehen ist. Will man hier längerfristig eine weitere Problemverschärfung vermeiden, müssen die Rahmenbedingungen entsprechend gesetzt werden. Das bedeutet, dass sich die Rücksichtnahme auf gesamtgesellschaftliche Bedürfnisse auch lohnen muss.

Hinweise zum methodischen Vorgehen

Die Grundlagen für das geschilderte sektorenübergreifende Konzept «Ressourcenplan Boden» sind wenig homogen. Die Bearbeitung durch mehrere Fachstellen erfordert eine hohe Koordination und einen entsprechenden Austausch von Daten und Informationen.

Die räumliche Verteilung der Ansprüche an die Funktionen der Böden ist im Allgemeinen nicht deckungsgleich mit dem standortabhängigen Potenzial der Böden, solche Funktionen erfüllen zu können. Zudem hat jeder Boden seine spezifische Empfindlichkeit gegenüber Einwirkungen. Voraussetzung

für jeden Ressourcenplan ist deshalb, dass sich die Bodenpotenziale (Wasseraufnahme- und -retentionsvermögen, Potenziale im Nährstoffhaushalt, Bindungsfähigkeit für Schadstoffe, Kohlenstoffspeicherkapazität usw.) kartografisch erfassen lassen, wie dies die forstliche Standortkarte mit Darstellung der Waldstandorttypen vorzeichnet.

Es gibt bereits eine Vielzahl von Methoden, mit denen sich aus Bodeninformationen Potenziale ableiten lassen. Sie benötigen ungleich viele Ausgangsdaten und unterscheiden sich im Detaillierungsgrad und in der Aussagenstärke (Tabelle 1 und ausführliche Zusammenstellung bei Hepperle & Stoll 2006). Für spezifische Bedürfnisse, beispielsweise die Beurteilung der Waldböden im Hochwasserschutz, können für einzelne Waldstandorttypen vereinfachte Methoden zur Anwendung kommen. Verknüpft man die so erstellten Potenzialkarten mit dem Einfluss von Nutzungen auf die Potenziale, so werden auch die standortbedingten Empfindlichkeiten der Böden wichtig. Für den Einfluss der Nutzungen können, neben wissenschaftlichen Untersuchungen, auch Daten der Bodenbeobachtung und das bei Praktikern vorhandene Erfahrungswissen herangezogen werden. Damit lassen sich Hinweise auf nutzungsbedingte Potenzialveränderungen gewinnen.

Eine exakte Prognose der Auswirkungen von Nutzungsvarianten in einem konkreten Raum ist nicht möglich. Je nach Datenlage können aber qualitative Hinweise bis hin zu semiquantitativen Angaben zur Beurteilung beigezogen werden. Mit diesen Angaben sollte versucht werden, die räumlichen Konsequenzen in qualitativer Hinsicht darzustellen oder zu modellieren. Auch wenn die wissenschaftliche Erprobung solcher Ansätze noch in den Anfängen steckt, so ist davon doch eine klare Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen zu erwarten.

Räumliche Konkretisierungen sind für die Umsetzung von Planungsanforderungen vielseitig einsetzbar. Auf strategischer Ebene betrifft dies etwa das Abschätzen der Standorteinflüsse, wenn Zielkonflikte, zum Beispiel zwischen Holznutzung und Ökosystem-Dienstleistungen, gelöst werden müssen. Ungünstige Nebenwirkungen können raumbezogen offengelegt werden. Auf betrieblicher Ebene kann die Schadenanfälligkeit der betroffenen Waldböden in Varianten der Feinerschliessungsplanung einfließen. Es ist auch schon viel geholfen, wenn sich Trends ableiten lassen: Bund und Kantone sollen im Rahmen ihrer Kompetenzen, im Sinne eines aus Art. 73 BV fliessenden Auftrags, nach Möglichkeit negative Trends brechen.

Insgesamt haben die modernen Informationssysteme die inhaltlichen Koordinationsprobleme zumindest theoretisch entschärft. Die Situationsanalyse und die Ursachenbekämpfung benötigen allerdings eine ausreichende Datenbasis. Wichtig ist,

dass das Richtige und das Wichtige, möglichst GIS-gestützt, in eine Koordinationsplattform eingespielen wird, die es erlaubt, Rauminformationen (z.B. Bestandeskarten) mit raumbezogenen Anforderungen (z.B. Zieltypen) zu verknüpfen. Es müssen alle Instanzen bedient werden, die relevante Entscheidungen treffen. Diese sind dann gehalten, sich mit

den Belastungen des Bodens frühzeitig auseinanderzusetzen. Das hat einen wesentlichen Vorteil. Wenn, was leicht möglich ist, für Nutzungsentscheidungen stereotyp immer dieselbe Begründung herangezogen wird (z.B. ausschliessliches Abstellen auf Kosteneffizienz), dann kann nicht mehr von einer substanziellen und auf den konkreten Raum bezogenen

| Potenzial | wichtigste verwendete Bodenparameter | andere oft verwendete Eingangsgrößen | Endgrößen |
|--|--|---|--|
| Stofffluss-Regelungspotenziale | | | |
| Wasserinfiltrations- und -speichervermögen, Grundwasserneubildung (8 Methoden) | Rohdichte Lagerungsdichte Humusgehalt Bodenart | Bodennutzung Niederschlagsmenge | mm/Jahr oder 5 Bewertungsstufen |
| Filterung und Pufferung von Schwermetallen (9 Methoden) | Humusgehalt pH-Wert Bodenart (Tongehalt) Rohdichte | (nur teilweise verwendet) Bodennutzung Niederschlag/KWB evtl. weitere | 5–6 Bewertungsstufen (teilweise element-spezifisch) |
| Filterung und Pufferung von Organika (7 Methoden) | Humusgehalt Bodenart (Tongehalt) Wasser-, Lufthaushalt evtl. weitere | (nur teilweise verwendet) Durchschnittstemperatur KWB stoffspezifische Eigenschaften | 5 Bewertungsstufen |
| Risiko von Nährstoffverlusten durch Auswaschen/Ab-schwemmen (13 Methoden) | Lagerungsdichte Humusgehalt Bodenart Wasserhaushalt Horizontbezeichnung evtl. weitere | Hangneigung Bodennutzung/Deckungsgrad evtl. weitere | 4–5 Bewertungsstufen oder metrisch skaliert |
| Lebensraumpotenziale | | | |
| Standort für Kulturpflanzen (5 Methoden) | Wasserhaushalt Gründigkeit Bodenart (bis 25 cm) Skelettgehalt evtl. weitere | Klima Geländeform evtl. weitere | 2–7 Bewertungsstufen |
| Standort für natürliche Vegetation (6 Methoden) | pH-Wert Nährstoffangebot Wasserhaushalt/Feuchtestufe evtl. weitere | (nur teilweise verwendet) Klimadaten Hangneigung evtl. weitere | unterschiedlich |
| Empfindlichkeiten | | | |
| Versauerungsempfindlichkeit (4 Methoden) | Humusgehalt pH-Wert Lagerungs-/Rohdichte Tongehalt Horizontbezeichnung (bei Waldböden zusätzlich Torfart, Zersetzungsstufe, Bodentyp, geologisches Ausgangsgestein) | (nur bei Waldböden) Art des Waldbestands Exposition Zahl der Nebeltage | 5 Bewertungsstufen |
| Verdichtungsempfindlichkeit (9 Methoden) | Humusgehalt Lagerungs-/Rohdichte Bodenart Gefügeform und/oder Skelettanteil (methodenspezifisch weitere) | (nur teilweise verwendet) Grundwasserstand Klimafaktoren Nutzungsart | 4–7 Bewertungsstufen oder metrisch skaliert |
| Erosionsempfindlichkeit (13 Methoden) | Bodenart Skelettgehalt (nur teilweise verwendet: Humusgehalt, Gründigkeit, Lagerungs-/Rohdichte, evtl. weitere) | Hangneigung (nur teilweise verwendet: Niederschlag, Nutzung, evtl. weitere) | 2–6 Bewertungsstufen oder metrisch |

Tab 1 Überblick über existierende Methoden zur Ableitung von Bodenpotenzialen und -empfindlichkeiten (nach Hepperle & Stoll 2006, verkürzt).
KWB = klimatische Wasserbilanz.

Interessenabwägung gesprochen werden, würde sich doch im Ergebnis die gesamträumliche Bilanz kontinuierlich verändern. Mit jedem Potenzialverlust erhält die Sicherung der verbleibenden Potenziale eine zunehmend wichtigere Bedeutung.

Fazit

Der forstlichen Planung kommt in der Absicherung der von den Böden erbrachten ökologischen Leistungen aus gesamtgesellschaftlicher Sicht eine wichtige Funktion zu. Der aus den vorhandenen oder allenfalls neu zu beschaffenden Daten abzuleitende Handlungsbedarf mündet teils in forstliche Massnahmen, teils in einen Prozess der raumbezogenen Abstimmung der gesellschaftlichen Ansprüche an die Waldböden. Entsprechende Rechtsgrundlagen sind im Grundsatz schon heute vorhanden, sollten aber konkretisiert werden. Wichtig ist, dass die Planabstimmung im Sinne der Vorsorge von allem Anfang an sowohl die Änderung von Ansprüchen wie auch Kapazitätseinbussen der Ressource Boden antizipiert. Das gilt für alle beteiligten Planungen, von der Steuerung der Raumentwicklung über das Risikomanagement für Naturgefahren bis hin zur forstlichen Planung.

Die Ausrichtung der Waldpolitik auf Nachhaltigkeit hat eine lange Tradition. Die Koordination und Abstimmung der Ansprüche respektive Nutzungsinteressen und die Förderung einer naturnahen Vegetation sind heute Bestandteil zahlreicher Waldentwicklungspläne. Relativ neu ist hingegen die Einsicht, dass manche Fragen sektorenübergreifend angegangen werden müssen. Das zeigt sich etwa an der Strategie für die nachhaltige Entwicklung des Bundesrates (Schweizerischer Bundesrat 2008). Dieser verlangt im Aktionsplan 2008–2011, vermehrt von einem sektoriell orientierten Denken und Handeln auf eine stärker querschnittsorientierte transdisziplinäre Betrachtung hinzuarbeiten. In Bezug auf den Wald fällt indessen auf, dass dieser nur in wenigen Textpassagen angesprochen wird, obschon Klimawandel, Naturgefahren, Energie, Raumentwicklung und die Nutzung natürlicher Ressourcen zu den «Schlüsselherausforderungen» zählen. Offensichtlich besteht hier noch erheblicher Nachholbedarf. ■

Eingereicht: 11. Februar 2010, akzeptiert (mit Review): 4. November 2010

Literatur

- BACHMANN P ET AL (1996) Forstliche Planung. Handbuch. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt. 155 p.
- BACHMANN P (2005) Forstliche Planung – heute und morgen. Schweiz Z Forstwes 156: 137–141. doi: 10.3188/szf.2005.0137
- BAUDIREKTION DES KANTONS ZÜRICH (2008) Zustand der Umwelt, Boden. In: Umweltbericht 2008 Kanton Zürich. Zürich: Baudirektion. pp. 104–109.
- BERGER TW, INSELSBACHER E, MUTSCH F, PFEFFER M (2009) Nutrient cycling and soil leaching in eighteen pure and mixed stands of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*). For Ecol Manage 258: 2578–2592.
- BUWAL (2003) Forstliche Planung und Raumplanung. Standortbestimmung und Entwicklungstendenzen. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Eidgenöss Forstdirektion. 19 p.
- BUWAL (2005) Grundwasserschutz im Wald. Merkblatt. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt VU-7028. 6 p.
- DANNEBERG O ET AL (2001) Wald(boden)sanierung. Empfehlungen des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien: Fachbeirat Bodenfruchtbarkeit Bodenschutz. 27 p.
- FORSTAMT BEIDER BASEL (2003) Waldentwicklungsplan (WEP) Leimental. Liestal: Forstamt beider Basel.
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt. 564 p.
- FREY B ET AL (2009) Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. Eur J Soil Biol 45: 312–320.
- GRIFFEL A (2001) Die Grundprinzipien des schweizerischen Umweltrechts. Zürich: Schulthess. 412 p.
- HEPPERLE E, STOLL T (2006) Ressourcenplan Boden. Ein Konzept zum planerisch-nachhaltigen Umgang mit Bodenqualität. Bern, Bundesamt Umwelt, Umwelt-Wissen 0633. 298 p.
- ITEN B (2009) Gesetzliche Grundlagen für den physikalischen Bodenschutz bei der Holzernte. In: Thees O, Lemm R, editors. Management zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente. Zürich: VDF. pp. 247–259.
- KAUFMANN G, STAEDELI M, WASSER B (2009) Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau. Bern: Bundesamt Umwelt, Projektbericht. 42 p.
- LANDOLT D (2009) Synthese aus dem Zwischenbericht WAP-CH. Bern: Bundesamt Umwelt. 6 p.
- LÜSCHER C (2004) Bodendaten – ein Werkzeug für Planung, Nutzung und Schutz des Lebensraumes Boden. Projekt Bodeninformation Schweiz BI-CH, Teilprojekt 3. Ennetbaden: Arcoplan. 79 p.
- LÜSCHER P, FRUTIG F, THEES O (2005) Physikalischer Bodenschutz im Wald ist kein Luxus. Zürcher Wald 37 (6): 10–13.
- LÜSCHER P, FRUTIG F, SCIACCA S, SPIJEVAK S, THEES O (2009) Physikalischer Bodenschutz im Wald – Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. Birmensdorf: Eidgenöss Forstanstalt Wald Schnee Landschaft, Merkblatt für die Praxis 45. 12 p.
- MAYERA P ET AL (2005) Forest storm damage is more frequent on acidic soils. Ann For Sci 62: 303–311.
- PROJEKTLEITUNG WAP-CH, BHP-BRUGGER (2004) Waldprogramm Schweiz (WAP-CH). Handlungsprogramm 2004–2015. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Schriftenreihe Umwelt 363. 119 p.
- SCHINDLER D, GREBHAN K, ALBRECHT A, SCHÖNBORN J (2009) Modelling the wind damage probability in forests in Southwestern Germany for the 1999 winter storm “Lothar”. Int J Biometeorol 53: 543–554.

- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (2008)** Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011. Bericht vom 16. April 2008. Bern: Bundesamt Raumentwicklung. 56 p.
- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (2009)** Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau und Biodiversitätsstrategie des Bafu. Antwort des Bundesrates vom 19.8.2009 auf die Interpellation 09.3698 von Siebenthal. www.parlament.ch/D/Suche/Seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20093698. (6.1.2010).
- SPJEVAK S, THEES O (2009)** Konzeptionelle Überlegungen zum Management des physikalischen Bodenschutzes bei der Holzernte. In: Thees O, Lemm R, editors. Management zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente. Zürich: VDF. pp. 271–291.
- VAN-CAMP L ET AL (2004)** Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection. EUR 21319 EN/1, Luxembourg: Office Official Publications European Communities. 872 p.
- ZINGERLI C, ZIMMERMANN W (2006)** Ansätze moderner politischer Steuerung in der Schweizer Waldpolitik. Schweiz Z Forstwes 157: 8–16. doi: 10.3188/szf.2006.008
- ZUFFEREY JB (1997)** Le fondement constitutionnel et la systématique de la LPN. In: Keller PM, Zufferey JB, Fahrlander KL, editors. Kommentar NHC: Kommentar zum Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz. Zürich: Schulthess. pp. 27–65.

Ressourcenplan Boden – neue Impulse für die forstliche Planung (Essay)

Der nachhaltige Umgang mit der Ressource Boden verlangt ein langfristiges Gleichgewicht zwischen der Nachfrage der Gesellschaft nach ökologischen Leistungen der Böden und deren Leistungsfähigkeit, auch im Wald. Generell ist der gegenwärtige Umgang mit Boden zu stark vom sektoriell orientierten Denken geprägt. Der Schutz der Ressource Boden ist aber vielschichtig und involviert zahlreiche Fachstellen. Daraus resultiert ein hoher Koordinationsbedarf. Der «Ressourcenplan Boden» ist ein Konzept, das bodenkundliche Aussagen zum Systemverhalten des Bodens für raumbezogene Planungen greifbar machen will. Insbesondere ist Bodenschutz nicht nur ein Anliegen der Waldwirtschaft selbst, die Sicherung der Leistungsfähigkeit der Waldböden ist auch aus gesamtgesellschaftlicher Sicht von Bedeutung. Dazu müssen die gesellschaftlichen Ansprüche und Aktivitäten inner- und ausserhalb des Waldes auf die Leistungsfähigkeit der Waldböden abgestimmt werden. Es existiert eine breite Palette von Methoden zur Erfassung der Potenziale und Empfindlichkeiten von Böden. Die Grundlagen für die Implementierung des Ressourcenplans sind allerdings wenig homogen. Das reduziert die Anwendbarkeit der Ableitungsmethoden. Es sollte aber trotz mangelhafter Datenlage und Wissenslücken möglich sein, die Entscheidungsgrundlagen zu verbessern, mit dem Ziel, die nachhaltige Entwicklung der Ressource Boden längerfristig zu gewährleisten.

Le plan de ressource sol – impulsions nouvelles pour la planification forestière (essai)

La gestion durable de la ressource sol exige un équilibre à long terme entre la demande de la société en prestations écologiques des sols et de la capacité productive réelle de ceux-ci. Généralement, la gestion des sols est façonnée par une pensée sectorielle. Mais la protection de la ressource sol est complexe et concerne une multitude d'instances administratives. Il en résulte donc un besoin fort de coordination. Le plan de ressource sol est un concept qui essaye d'intégrer la protection qualitative des sols au processus de planification de l'aménagement du territoire. La protection des sols n'est pas qu'une préoccupation de la foresterie, la conservation de la capacité productive réelle des sols est aussi d'importance pour l'entier de la société. Pour cette raison, l'exigence et les activités de la société à l'intérieur et à l'extérieur des forêts doivent être concertées avec les capacités productives réelles de celles-ci. Il existe déjà une palette de méthodes pour la déduction du potentiel et des sensibilités des sols. Les bases pour l'implémentation du plan de ressource sont par contre peu homogènes. Ceci diminue l'applicabilité des méthodes de déduction. Malgré la déficience au niveau des données disponibles et malgré les connaissances manquantes, il devrait être possible d'améliorer la base de décision, dans le but d'assurer à long terme le développement durable de la ressource sol.