Heft 41, 2016
WSL Berichte
ISSN 2296-3448

FORUM
Suisse Romande
2016

Concilier bois-énergie et biodiversité en forêt

Chercher les synergies et atténuer les conflits

Energieholz und Waldbiodiversität

Synergien suchen und Konflikte mindern

Dialogue entre la recherche et la pratique
19 avril 2016
Lausanne, EPFL

Résumés

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, CH-8903 Birmensdorf

Heft 41, 2016
WSL Berichte
ISSN 2296-3448

FORUM
Suisse Romande
2016

Concilier bois-énergie et biodiversité en forêt

Chercher les synergies et atténuer les conflits

Energieholz und Waldbiodiversität

Synergien suchen und Konflikte mindern

Résumés

Éditeur
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL
CH-8903 Birmensdorf

Ce Forum a été organisé grâce à l'aimable contribution de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL, de la Faculté de l'Environnement Naturel, Architectural et Construit ENAC, de l'Office fédéral de l'environnement OFEV, de la Commission Energie et du Forum Biodiversité de l'Académie suisse des Sciences Naturelles SCNAT, et de l'Institut fédéral de recherches WSL.

Responsable de l'édition
Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor WSL

Citation
Institut fédéral de recherches WSL, 2016: Concilier bois-énergie et biodiversité en forêt. Chercher les synergies et atténuer les conflits. Energieholz und Waldbiodiversität Synergien suchen und Konflikte mindern. Résumés. Forum WSL Suisse Romande. WSL Berichte 41: 52 p.

Le contenu des contributions aux actes de la conférence relève de la responsabilité des auteurs.

Télécharger le fichier PDF: www.wsl.ch/publikationen/pdf/15447.pdf

ISSN 2296-3448 (Print)
ISSN 2296-3456 (Online)

© Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf, 2016

Préface

Comment pouvons-nous atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050? Le bois-énergie occupe une place non négligeable dans le débat autour de cette question. D'une part, la politique fédérale en matière de ressources veut continuer à utiliser au maximum le potentiel de production de bois suisse et à augmenter la valorisation du bois-énergie en forêt. D'autre part, la *Politique forestière 2020* ainsi que la *Stratégie Biodiversité Suisse* et son plan d'action prévoient de maintenir et de promouvoir la biodiversité par des mesures ciblées. La forêt est essentielle pour la biodiversité, puisqu'on estime que 40 % des 64 000 espèces connues en Suisse vivent en forêt.

Peut-on concilier les objectifs de l'utilisation des ressources et ceux de la conservation de la biodiversité? Le risque de conflit est évident. La production de bois peut encore augmenter, mais elle concurrence les autres prestations de l'écosystème forestier que sont la protection de l'eau potable, des sols et de la nature, les activités de détente, la chasse et la protection contre les dangers naturels. Comment l'économie forestière peut-elle satisfaire ces différents intérêts? La recherche au WSL contribue depuis de nombreuses années à répondre à cette question.

Je suis très heureux que le programme de recherche «Energy Change Impact», lancé en 2014, et la nouvelle interface du WSL entre la recherche et la pratique aient pris l'initiative de lancer en Suisse romande la tradition du *Forum für Wissen*, qui fête cette année son 25ème anniversaire sur le site du WSL à Birmensdorf. Le *Forum WSL Suisse Romande* a pour objectif de renforcer les synergies locales et le dialogue entre la recherche et la pratique. Son édition de 2016 explorera de nouvelles voies pour augmenter l'exploitation forestière tout en préservant la biodiversité forestière, voire en l'améliorant.

Cette manifestation n'aurait pas été possible sans l'engagement de Rita Bütler et Astrid Björnsen Gurung. Je les en remercie chaleureusement, ainsi que Michèle Kaennel Dobbertin, Sandra Levin et Susanne Senn pour leur contribution à l'organisation et au bon déroulement de ce Forum.

Birmensdorf, le 19 avril 2016

Konrad Steffen, Directeur du WSL

Vorwort

Wie lassen sich die Ziele der Energiestrategie 2050 erreichen? Das Waldenergieholz spielt bei der Beantwortung dieser Frage eine nicht unbedeutende Rolle. Einerseits will eidgenössische Ressourcenpolitik das nachhaltig nutzbare Holzproduktionspotenzial des Schweizer Waldes weiter ausschöpfen und die Verwertung von Waldenergieholz steigern. Gleichzeitig beabsichtigen die *Waldpolitik 2020* sowie die *Strategie Biodiversität Schweiz* und ihr Aktionsplan, die Biodiversität zu erhalten und gezielt zu verbessern. Der Wald spielt nämlich für die Biodiversität eine bedeutende Rolle, kommen doch von den schätzungsweise 64'000 in der Schweiz lebenden Arten 40 Prozent im Wald vor.

Sind die Ziele der Ressourcennutzung und der Biodiversitätsförderung vereinbar? Das Konfliktpotenzial in diesen beiden politischen Zielen ist offensichtlich. Die forstliche Produktion lässt sich zwar etwas steigern, steht aber in Konkurrenz mit anderen

Ökosystemleistungen des Waldes, wie dem Schutz des Trinkwassers und der Böden, der Erholung und Jagd und dem Naturgefahren- und Naturschutz. Zur Beantwortung der Frage, wie die Waldbewirtschaftung diesen unterschiedlichen Interessen gerecht werden kann, leistet die WSL seit vielen Jahren ihren wissenschaftlichen Beitrag.

Es freut mich besonders, dass auf Initiative des 2014 angestossenen Forschungsprogramms «Energy Change Impact» und der neuen WSL-Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis in der Romandie die Tradition des *Forum für Wissen*, das am Standort Birmensdorf dieses Jahr sein 25-jähriges Jubiläum feiert, in die Westschweiz getragen wird. Das *Forum WSL Suisse Romande* hat zum Ziel, lokale Synergien und den Dialog zwischen Forschung und Praxis zu fördern. 2016 sucht das Forum nach Wegen, wie die Holznutzung gesteigert und gleichzeitig die Waldbiodiversität erhalten, wenn nicht sogar verbessert werden kann.

Ohne das Engagement von Rita Bütler und Astrid Björnsen Gurung hätte diese Tagung nicht zustande kommen können. Herzlichen Dank für die Tagungsvorbereitung und -durchführung auch an Michèle Kaennel Dobbertin, Sandra Levin und Susanne Senn.

Birmensdorf, 19. April 2016

Konrad Steffen, Direktor WSL

Table des matières

Préface, Vorwort

Session 1: Conditions-cadres de la production de bois-énergie

Abandon ou récolte? Scénarios d'exploitation pour la forêt suisse 7
Verwildern oder ernten? Nutzungsszenarien für den Schweizer Wald 11
G. Stadelmann

Combien de bois-énergie les forêts suisses peuvent-elles produire? 13
Wie viel Energieholz liefert der Schweizer Wald? 18
O. Thees

Session 2: Impact d'une intensification de l'exploitation du bois(-énergie) sur la biodiversité en forêt

Le taillis en tant que source d'énergie: comment concilier exploitation et protection de la nature? 20
Niederwald als Energiequelle: Wie passen Nutzung und Naturschutz zusammen? 25
W. Konold

Exploitation du bois-énergie en forêt: quelles perspectives pour les habitants du bois mort et des vieux arbres? 28
T. Lachat

Impact d'une intensification de l'exploitation forestière sur la biodiversité des sol et sur le fonctionnement des forêts 32
E. Havlicek, B. Frey

Session 3: Exploiter les synergies et atténuer les conflits

Exploitation du bois dans le Steigerwald, Bavière: pour que la biodiversité ne finisse pas en fumée 35
Schutz trotz Nutzung – das Ebracher Konzept gegen das Verheizen der Artenvielfalt 40
U. Mergner

Un nouveau taillis-sous-futaie à Belpau: synergie entre bois-énergie et biodiversité 42
P. Graf

Open Space

Favoriser la biodiversité *malgré* l'utilisation du bois-énergie ou *grâce* à elle? 46
Biodiversitätsförderung trotz oder dank Energieholznutzung?
D. Pauli, J. Guntern, T. Lachat

Le taillis-sous-futaie pour les papillons, les essences pionnières, les chênes et le bois-énergie: peut-on tout concilier? 47
Mittelwald für Schmetterlinge, Pionierbaumarten, Eichen und Energie: ist das alles möglich?
P. Weber, C. Schiess

Intensification de l'exploitation du bois(-énergie): qu'en est-il des néophytes? 48
Intensivierte (Energie-)Holznutzung: wie steht es mit den Neophyten?
M. Conedera

Comment mobiliser du bois sans évincer la faune sensible aux dérangements? 49
Wie mobilisiert man Holz, ohne störungsempfindliche Wildtiere zu verdrängen?
P. Mollet

Différentes formes de bois-énergie: quels sont leurs impacts sur l'environnement? 50
J. Beck

Quel bois pour quelle qualité de plaquettes forestières? 51
R. Golay

Comment optimiser l'utilisation du bois-énergie dans les parcs régionaux? Approches pratiques 52
Wie kann Energieholznutzung in Regionalpärken optimiert werden? Praktische Ansätze im Regionalen Naturpark Gantrisch und Jurapark Aargau
C. Scheidegger, C. Ziegler

Abandon ou récolte? Scénarios d'exploitation pour la forêt suisse

Golo Stadelmann

Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf
golo.stadelmann@wsl.ch

Environ un tiers de la Suisse est recouvert par la forêt. Selon l'Inventaire forestier national, 90% de la surface forestière est accessible, de sorte que ces forêts peuvent en principe être exploitées. Le fait qu'une portion de forêt accessible est effectivement exploitée dépend des services que l'on attend de cette forêt ainsi que des recettes nettes réalisables par la commercialisation du bois. Dans les réserves forestières naturelles, où l'exploitation n'est pas souhaitée, mais également dans les forêts où l'exploitation est déficitaire, on observe un retour à l'état sauvage de la forêt. Dans les régions avec une forte proportion de peuplements à l'abandon, le volume sur pied et la mortalité augmentent. Suite à ce retour à l'état sauvage, le volume par hectare a beaucoup augmenté dans les Alpes (+14%) et au sud des Alpes (+30%) au cours des dix dernières années (Rigling et Schaffer, 2015). En moyenne suisse, le volume sur pied est aujourd'hui de 356 m^3/ha. Si l'augmentation du bois mort dans les forêts à l'abandon est précieuse du point de vue écologique, d'autres fonctions de la forêt, telles que la protection contre les dangers naturels, la production de bois et même le stockage du carbone peuvent s'en trouver diminuées. L'exploitation annuelle s'élève à 7,3 Mio m^3 de grumes (Rigling et Schaffer, 2015). L'intensité d'exploitation dépend du régime sylvicole et de la desserte, pour lesquels on constate de grandes différences régionales.

Régimes sylvicoles dans la forêt suisse

La futaie régulière, qui s'étend sur 65% de la surface forestière, est le régime sylvicole le plus répandu dans la forêt suisse. En termes de surface, les futaies irrégulières (21% de la surface forestière) sont également importantes, tandis que les taillis et les taillis-sous-futaie (4,5% au total) sont des régimes sylvicoles plutôt insignifiants en Suisse. En principe, l'entier du potentiel de production de bois peut être utilisé à des fins énergétiques. Cependant, le bois-énergie, surtout composé de bois de mauvaise qualité, de bois menu et de découpes, est plutôt vendu en tant que produit annexe car d'autres assortiments rapportent un meilleur prix. Le taillis et le taillis-sous-futaie se prêtent très bien à la production du bois-énergie grâce à leur accroissement élevé. Néanmoins, ils sont mal, voire pas du tout entretenus aujourd'hui, car une gestion rentable n'est guère possible (Stadelmann *et al.,* 2015). La raison principale pourrait résider dans les soins coûteux, alors que le bois produit n'a guère d'autres utilisations qu'à des fins énergétiques.

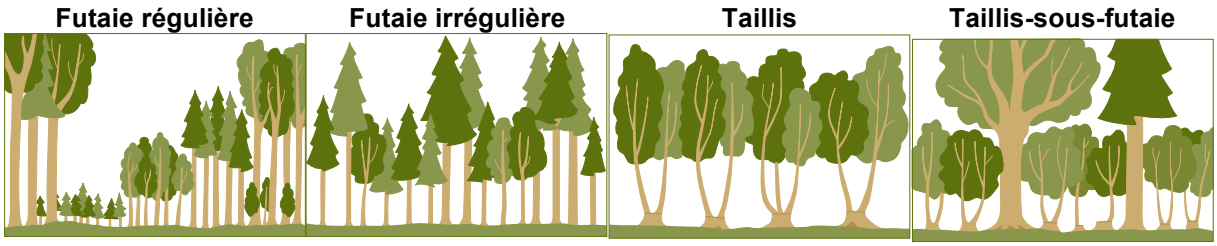


Fig. 1: Représentation schématique des principaux régimes sylvicoles dans la forêt suisse (source: IFN).

Abb. 1: Schematische Darstellung der wichtigsten Waldbewirtschaftungsformen im Schweizer Wald (Quelle: LFI). Gleichförmiger Hochwald, Ungleichförmiger Wald, Niederwald, Mittelwald.

Scénarios d'exploitation

Le modèle Massimo (Kaufmann, 2001) a été développé afin d'évaluer les effets à long terme des quantités de bois actuellement exploitées, ainsi que d'autres scénarios d'exploitation. A l'aide de Massimo, l'évolution des peuplements est simulée sur les placettes de l'Inventaire forestier national dans le but de pronostiquer le développement forestier régional. Pour ce faire, la croissance d'arbres individuels, l'exploitation et la mortalité sont simulées pour chaque période de 10 ans. En outre, des informations sur la structure du peuplement sont dérivées et les coûts d'exploitation calculés. Pour estimer les potentiels de récolte du bois en Suisse, trois scénarios d'exploitation ont été simulés: (i) dans le scénario *'augmentation du volume sur pied'* l'exploitation est maintenue, pour toutes les régions économiques, au même niveau que celle réalisée entre l'IFN 3 et l'IFN4b; (ii) dans le scénario

'fort accroissement continu' le volume sur pied est d'abord légèrement réduit puis gardé constant afin d'augmenter l'accroissement à long terme; et (iii) dans le scénario *'forte demande en bois-énergie'* le volume sur pied est réduit et le temps de rotation raccourci afin de maximiser la production de bois (Stadelmann *et al.*, 2016).

Dans le scénario *'augmentation du volume sur pied'* une forte augmentation du volume sur pied jusqu'à 510 m^3/ha est simulée d'ici la fin du siècle, car l'exploitation constante se situe clairement en dessous de l'accroissement brut. En particulier dans les Alpes et au sud des Alpes, la mortalité simulée s'est fortement accrue. Sur le Plateau, en revanche, le volume sur pied a baissé, car une sur-exploitation se dessine aujourd'hui. dans cette région.

Dans le scénario *'fort accroissement continu'* le volume sur pied a été réduit durant trois décennies et ensuite gardé constant à 300 m^3/ha. Vers la fin de la période de simulation on voit que cette stratégie mène à long terme à un accroissement plus important et augmente ainsi la possibilité d'exploitation, sans restreindre les potentiels de récolte.

Dans le scénario *'forte demande en bois-énergie'* une forte et rapide diminution du volume sur pied jusqu'à 250 m^3/ha a été simulée. La réduction abrupte de l'exploitation après trois décennies a entraîné un fort accroissement, de sorte qu'une augmentation simultanée du volume sur pied a été possible malgré une intensification répétée de l'exploitation.

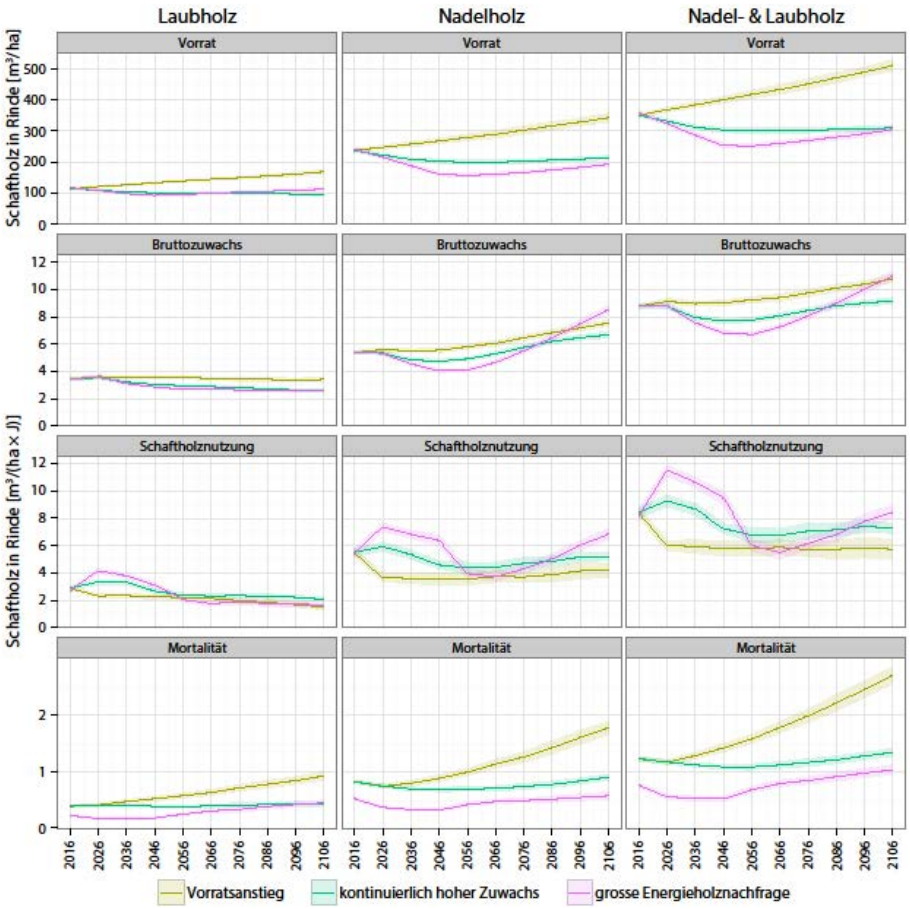


Fig. 2: Développement du volume sur pied, de l'accroissement et de la mortalité pour trois scénarios d'exploitation de la forêt suisse. Schaftholz in Rinde: bois de tige en écorce, Vorrat: volume sur pied, Bruttozuwachs: accroissement brut, Schaftholznutzung: bois de tige exploité, Mortalität: mortalité, Vorratsanstieg: augmentation du volume, Kontinuerlich hoher Zuwachs: fort accroissement continu, Grosse Energieholznachfrage: forte demande de bois-énergie.

Abb. 2: Entwicklung von Vorrat, Zuwachs und Abgängen für drei Bewirtschaftungsszenarien im Schweizer Wald.

Lors d'une continuation du scénario *'augmentation du volume sur pied'* la disponibilité en bois fort à prix abordable semble être compromise à long terme, bien que seule une partie de l'accroissement

soit exploitée. Ce scénario est susceptible d'entraîner une augmentation des vieux peuplements dans les Alpes, et la mortalité croissante montre que certaines forêts pourraient subir une perte de stabilité, ce qui limiterait leur fonction de protection.
Dans le scénario *'fort accroissement continu'*, après une forte augmentation, l'exploitation est réduite régulièrement et se stabilise finalement à un nouvel équilibre. Dans le scénario *'forte demande en bois-énergie'* l'exploitation est d'abord massivement augmentée puis drastiquement réduite entre 2047 et 2056. Par la suite, l'exploitation augmente à nouveau, sans qu'un équilibre se crée. Les deux scénarios permettent de récolter davantage de bois. Néanmoins, durant la réduction du volume sur pied jusqu'à 2046, la proportion en bois disponible à prix abordable diminue, avec pour conséquence de devoir récolter de grandes quantités de bois à des coûts supérieurs aux recettes. Le scénario *'fort accroissement continu'* montre ceci d'une façon particulièrement frappante, puisque la totalité du bois exploité augmente en même temps que les coûts d'exploitation et les assortiments de plus en plus fins qui peuvent utilisés surtout à des fins énergétiques. Avec les prix actuels, les recettes pour le bois-énergie sont nettement inférieures à celles du bois de tige, raison pour laquelle des incitations de mise en œuvre de ce scénario manquent.

Quel que soit le scénario choisi, lors de la récolte il en résulte une certaine quantité de bois qui peut soit être laissée en forêt soit être utilisée à des fins énergétiques. Les fonctions écologiques précieuses du bois mort incitent à laisser davantage de bois en forêt. En revanche, une utilisation comme bois-énergie peut augmenter la rentabilité d'une coupe. De plus, le bois-énergie est susceptible de remplacer des énergies fossiles. Par rapport au besoin énergétique total, cette part est cependant négligeable.

Gestion forestière et exploitation du bois en Suisse et leurs effets sur le CO_2

Pour une étude concernant les effets sur le CO_2 de la gestion forestière et de l'industrie du bois en Suisse, différents scénarios de gestion ont été simulés à l'aide de Massimo. Le but était de définir une gestion optimale ayant des effets climatiques minimes (Werner *et al.,* 2010). Une exploitation réduite permet à court terme d'augmenter l'effet de puits de carbone; elle a cependant comme corollaire une mortalité accrue et, à long terme, le carbone piégé sera de nouveau partiellement libéré. Sur une période de simulation de 100 ans, les scénarios de gestion active s'avèrent meilleurs en ce qui concerne les effets sur le carbone. En comparaison avec le scénario de base, où l'exploitation du bois reste constante, une augmentation de celle-ci à des fins énergétiques peut diminuer la libération annuelle de CO_2 dans l'atmosphère, pour autant que des énergies fossiles soient remplacées par le bois-énergie. L'effet de puits sera encore plus grand si le bois exploité est retiré durablement du système, en l'utilisant par exemple comme bois de construction. Au sens d'une utilisation en cascade, ce même bois sera utilisé ultérieurement à des fins énergétiques et contribuera aussi à remplacer des énergies fossiles.

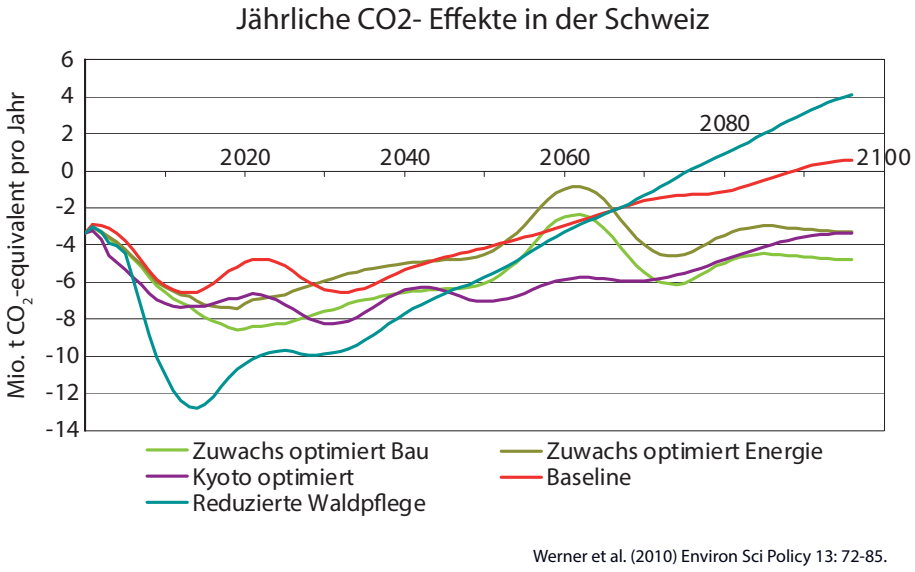


Fig. 3: Effets annuels sur le CO_2 de différents scénarios de gestion forestière de la forêt suisse.

Abb. 3: Jährliche CO_2-Effekte verschiedener Bewirtschaftungsszenarien im Schweizer Wald.

Références

Kaufmann E (2001) Prognosis and Management Scenarios. In: Brassel P, Lischke H, eds. Swiss National forest inventory: methods and models of the second assessment. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL. 197–206.

Nabuurs GJ, Schelhaas MJ, Pussinen A (2000) Validation of the European Forest Information Scenario Model (EFISCEN) and a projection of Finnish forests. Silva Fennica 34: 167–179.

Rigling A, Schaffer HP, éd. (2015) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf. 144 p.

Stadelmann G, Herold A, Didion M, Vidondo B, Gomez A, Thürig E (2016) Holzerntepotential im Schweizer Wald: Simulation von Bewirtschaftungsszenarien. Schweiz. Z. Forstwes. 167.

Stadelmann G, Temperli C, Conedera M, Gómez A, Brang P. 2015. Möglichkeiten zur Holzmobilisierung im Tessiner Kastaniengürtel. Schweiz. Z. Forstwes. 166: 291–298.

Werner F, Taverna R, Hofer P, Thürig E, Kaufmann E (2010) National and global greenhouse gas dynamics of different forest management and wood use scenarios: a model-based assessment. Environ. Sci. Policy 13: 72–85.

Verwildern oder ernten? Nutzungsszenarien für den Schweizer Wald

Golo Stadelmann

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf
golo.stadelmann@wsl.ch

Die Schweiz ist zu rund einem Drittel bewaldet. Gemäss Landesforstinventar sind rund 90% der Waldfläche zugänglich, sodass diese Wälder grundsätzlich bewirtschaftet werden können. Ob ein zugängliches Waldstück effektiv bewirtschaftet wird, hängt von den erwünschten Waldleistungen und von den erzielbaren Nettoerlösen aus dem Holzverkauf ab. In Waldreservaten, wo die Bewirtschaftung unerwünscht ist, aber auch in Wäldern, die nur defizitär bewirtschaftet werden können, kann ein Verwildern des Waldes beobachtet werden. In Regionen mit grossen Anteilen von verwildernden Beständen steigen Vorrat und Mortalität an. Als Folge der Verwilderung ist der Hektarvorrat in den Alpen (+14%) und auf der Alpensüdseite (+30%) während der letzten 10 Jahre stark angestiegen (Rigling und Schaffer, 2015). Gesamtschweizerisch liegt der Vorrat heute bei 356m^3/ha. Während zunehmendes Totholz in verwildernden Wäldern ökologisch wertvoll beurteilt wird, können andere Waldfunktionen wie die Schutzleistung vor Naturgefahren, die Holzproduktion oder sogar die Kohlenstoffspeicherung durch die Totholzzunahme eingeschränkt werden. Aus der Bewirtschaftung resultiert eine jährliche Schaftholznutzung von 7,3 Mio. m^3 (Rigling und Schaffer, 2015). Die Intensität der Bewirtschaftung ist abhängig von der Bewirtschaftungsform und der Erschliessung, woraus sich grosse regionale Unterschiede ergeben.

Bewirtschaftungsformen im Schweizer Wald

Der gleichförmige Hochwald ist mit einem Flächenanteil von 65% die wichtigste Bewirtschaftungsform des Schweizer Waldes. Flächenmässig sind auch ungleichförmige Wälder (21% der Waldfläche) bedeutend, während Nieder- und Mittelwald (zusammen 4,5%) in der Schweiz eher unbedeutende Bewirtschaftungsformen darstellen. Grundsätzlich kann das gesamte Holzerntepotenzial energetisch genutzt werden. Da sich andere Sortimente in der Regel teurer verkaufen lassen, wird Energieholz vor allem als Ergänzungsprodukt gehandelt, vorwiegend bestehend aus Holz mit schlechter Qualität, Reisig und Anschnitten. Nieder- und Mittelwald ist aufgrund des hohen Zuwachses sehr gut zur Energieholzproduktion geeignet, wird heute jedoch oft schlecht oder gar nicht gepflegt (Stadelmann *et al.,* 2015), da ein wirtschaftlicher Betrieb kaum möglich ist. Der Hauptgrund dürfte in der aufwändigen Pflege liegen, wobei die produzierte Holzmenge fast ausschliesslich energetisch genutzt werden kann.

Abb. 1 (s. frz. Version): Schematische Darstellung der wichtigsten Waldbewirtschaftungsformen im Schweizer Wald (Quelle: LFI).

Nutzungsszenarien

Um die langfristigen Auswirkungen der beobachteten Nutzungsmengen und weitere mögliche Bewirtschaftungsstrategien abzuschätzen, wurde das Modell Massimo (Kaufmann, 2001) entwickelt. Mit Massimo wird die Bestandesentwicklung auf den Stichprobenpunkten des Landesforstinventars LFI simuliert, um die regionale Waldentwicklung zu prognostizieren. Dabei werden das einzelbaumweise Wachstum, die Nutzung und Mortalität für jeden 10-Jahresschritt simuliert. Weiter werden Informationen zum Bestandesaufbau hergeleitet und die Erntekosten berechnet. Zur Abschätzung der Holzerntepotenziale wurden für die Schweiz drei Bewirtschaftungsszenarien simuliert: (i) im Szenario Vorratsanstieg wird die Nutzung in allen Wirtschaftsregionen auf dem Niveau zwischen LFI3 - LFI4b konstant gehalten, (ii) im Szenario kontinuierlich hoher Zuwachs wird der Vorrat leicht gesenkt und danach stabil gehalten, um den langfristigen Zuwachs zu steigern, und (iii) im Szenario grosse Energieholznachfrage werden der Vorrat gesenkt und die Umtriebszeit verkürzt, um die Holzproduktion zu maximieren (Stadelmann *et al.,* 2016).

Im Szenario Vorratsanstieg (i) wurde bis Ende Jahrhundert ein starker Vorratsanstieg auf 510 m^3ha^{-1} simuliert, da die konstante Nutzung deutlich unter dem Bruttozuwachs liegt. Insbesondere in den Alpen und auf der Alpensüdseite resultierte daraus ein starker Anstieg an Mortalität. Im Mittelland dagegen sank der Vorrat, da sich hier heute Übernutzung abzeichnet.

Im Szenario hoher Zuwachs (ii) wurde der Vorrat während drei Dekaden reduziert und danach bei 300 m^3ha^{-1} konstant gehalten. Gegen Ende des Simulationszeitraums zeigt sich, dass diese Strategie

langfristig zu einem höheren Zuwachs führt und somit grössere Nutzungsmengen ermöglicht ohne die Holzerntepotenziale einzuschränken.

Im Szenario grosse Energieholznachfrage (iii) wurde eine rasche und starke Vorratsabsenkung auf 250 m^3ha^{-1} simuliert. Die abrupte Nutzungsreduktion nach drei Dekaden liess den Zuwachs wieder stark zunehmen, sodass trotz wiederholter Nutzungssteigerung ein gleichzeitiger Vorratsanstieg möglich war.

Abb. 2 (s. frz. Version): Entwicklung von Vorrat, Zuwachs und Abgängen für drei Bewirtschaftungsszenarien im Schweizer Wald.

Beim Fortführen des Szenarios Vorratsanstieg (i) ist die Verfügbarkeit von bezahlbarem Derbholz langfristig gefährdet, obwohl nur ein Teil des Zuwachses genutzt wird. Dieses Szenario dürfte im Alpenraum zu einem Anstieg an Altholz führen und die steigende Mortalität zeigt, dass gewisse Wälder an Stabilität einbüssen, was die Schutzfunktion einschränken dürfte.

Im Szenario kontinuierlich hoher Zuwachs (ii) wird die Nutzung nach einer starken Steigerung regelmässig reduziert und pendelt sich danach auf einem neuen Gleichgewicht ein. Im Szenario grosse Energieholznachfrage (iii) wird die Nutzung massiv gesteigert und zwischen 2047-2056 auf einen Schlag reduziert. Danach steigt die Nutzung wieder an, ohne dass sich ein Gleichgewicht einstellt. In beiden Szenarien (i) und (ii) werden langfristig grössere Nutzungsmengen ermöglicht. Allerdings sinkt während des Vorratsabbaus bis 2046 der Anteil von günstig verfügbarem Holz, mit der Folge, dass wesentliche Holzmengen bei Kosten geerntet werden müssten, die über dem Erlös liegen. Im Szenario grosse Energieholznachfrage ist dies besonders drastisch, da die gesamte Nutzung steigt bei zunehmenden Erntekosten und immer dünneren Sortimenten, die sich vor allem energetisch gut nutzen lassen. Bei den aktuellen Energiepreisen liegen die Erlöse für Energieholz jedoch deutlich tiefer als diejenigen für Stammholz, weshalb Anreize für die Umsetzung des Szenarios fehlen.

Unabhängig von der Wahl eines Szenarios fallen bei der Holzernte jeweils bestimmte Mengen an, die entweder im Bestand liegen bleiben oder energetisch genutzt werden können. Für das Liegenlassen spricht, dass dieses in Form von Totholz wertvolle ökologische Funktionen erfüllen kann. Eine energetische Nutzung kann hingegen die Wirtschaftlichkeit eines Holzschlags steigern. Zudem können durch die energetische Nutzung fossile Energieträger substituiert werden. Gemessen am gesamten Energiebedarf ist dieser Anteil jedoch gering.

CO_2-Effekte der Waldbewirtschaftung und Holznutzung in der Schweiz

Für eine Studie zu den CO_2-Effekten der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft wurden mit Massimo verschiedene Szenarien zur Waldbewirtschaftung simuliert. Das Ziel war, eine optimale Bewirtschaftung zu finden, bei der die Klimaeffekte möglichst gering ausfallen (Werner *et al.* 2010). Eine reduzierte Waldpflege mit verringerter Holznutzung ermöglicht kurzfristig eine höhere Kohlenstoffspeicherung, die reduzierte Nutzung führt jedoch zu einer steigenden Mortalität. Dadurch wird der Kohlenstoff längerfristig wieder freigesetzt. Über einen Simulationszeitraum von 100 Jahren schneiden Szenarien mit aktiver Wald-Bewirtschaftung besser ab. Im Vergleich zum Basisszenario mit gleichbleibender Nutzung, kann eine Nutzungssteigerung für energetische Zwecke aufgrund der Substitution von fossilen Energieträgern die jährliche CO_2-Freisetzung senken. Eine noch grössere Senke ist zu erwarten, wenn genutztes Holz dem System längerfristig entzogen wird, z.B. in Form von Bauholz. Im Sinne der Kaskadennutzung wird dieses Holz zu einem späteren Zeitpunkt energetisch genutzt und trägt ebenfalls zur Substitution von fossilen Energieträgern bei.

Abb. 3 (s. frz. Version): Jährliche CO_2-Effekte verschiedener Bewirtschaftungsszenarien im Schweizer Wald.

Literatur

Kaufmann, E., 2001: Prognosis and Management Scenarios. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National forest inventory: methods and models of the second assessment. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL. 197–206.

Nabuurs, G.J.; Schelhaas, M.J.; Pussinen, A., 2000: Validation of the European Forest Information Scenario Model (EFISCEN) and a projection of Finnish forests. Silva Fennica 34: 167–179.

Rigling, A.; Schaffer, H.P. (eds) 2015: Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Bern, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.

Stadelmann, G.; Herold, A.; Didion, M.; Vidondo, B.; Gomez, A.; Thürig, E., 2016: Holzerntepotential im Schweizer Wald: Simulation von Bewirtschaftungsszenarien. Schweiz. Z. Forstwes. 167.

Stadelmann, G.; Temperli, C.; Conedera, M.; Gómez, A.; Brang, P., 2015: Möglichkeiten zur Holzmobilisierung im Tessiner Kastaniengürtel. Schweiz. Z. Forstwes 166: 291–298.

Werner, F.; Taverna, R.; Hofer, P.; Thürig, E.; Kaufmann, E., 2010: National and global greenhouse gas dynamics of different forest management and wood use scenarios: a model-based assessment. Environ. Sci. Policy 13: 72–85.

Combien de bois-énergie les forêts suisses peuvent-elles produire?

Oliver Thees, Matthias Erni, Renato Lemm

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf
oliver.thees@wsl.ch

Afin d'estimer l'utilisation future du bois-énergie de forêt, nous calculons les potentiels de production pour la période de 2017 à 2050, sur la base de l'inventaire forestier national (IFN 3). Il s'agit d'estimations de la disponibilité du bois à des fins énergétiques. Nous distinguons entre le potentiel théorique, le potentiel durable, le potentiel déjà utilisé et le potentiel supplémentaire. Pour l'estimation du potentiel durable du bois-énergie de forêt, nous avons soustrait du potentiel théorique les réserves forestières, les pertes de récolte, l'utilisation du bois à des fins non énergétiques et les quantités de bois ne pouvant être récoltées sans déficit. Le potentiel théorique représente la quantité maximale de bois utilisable, en tenant compte de l'accroissement annuel et d'une éventuelle diminution du volume sur pied.

Les potentiels ne sont pas des chiffres fixes mais dépendent de plusieurs variables de départ qui peuvent varier au cours du temps. Ils résultent surtout de la gestion forestière et des prix des différents assortiments de bois. C'est pourquoi nous avons estimé les potentiels pour trois stratégies ou scénarios d'exploitation et pour deux situations du marché du bois.

Il s'agit des scénarios suivants:

1. *Augmentation du volume sur pied* (l'utilisation se situe en majorité en dessous de l'accroissement)

2. *Fort accroissement continu* (diminution du volume sur pied dans les peuplements âgés)

3. *Forte demande en bois-énergie et en bois de chimie* (temps de rotation raccourci et forte diminution du volume sur pied).

L'intensité de l'utilisation augmente du scénario 1 au scénario 3. Les deux premiers scénarios contiennent un taux de mortalité de 15% et le troisième de 10%.

Les calculs de la situation du marché du bois se rapportent à une situation favorable pour le bois-énergie et une qui l'est moins. Ils sont effectués pour tous les scénarios. Selon la situation du marché respectivement selon la demande, nous déterminons quelle part d'un arbre récolté est utilisée en tant que bois-énergie.

La figure 1 montre les potentiels de bois-énergie résultant, après déduction des réserves forestières, des pertes de récolte et du bois utilisé à des fins non énergétiques (par exemple bois de scierie). Le dernier était estimé, avec l'aide des associations de l'économie forestière et du bois, pour chaque classe de dimension et, séparément, pour le bois de feuillus et de résineux. Les potentiels représentés dans la figure 1 contiennent tout le bois-énergie, indépendamment des coûts de production, avec ou sans déficit.

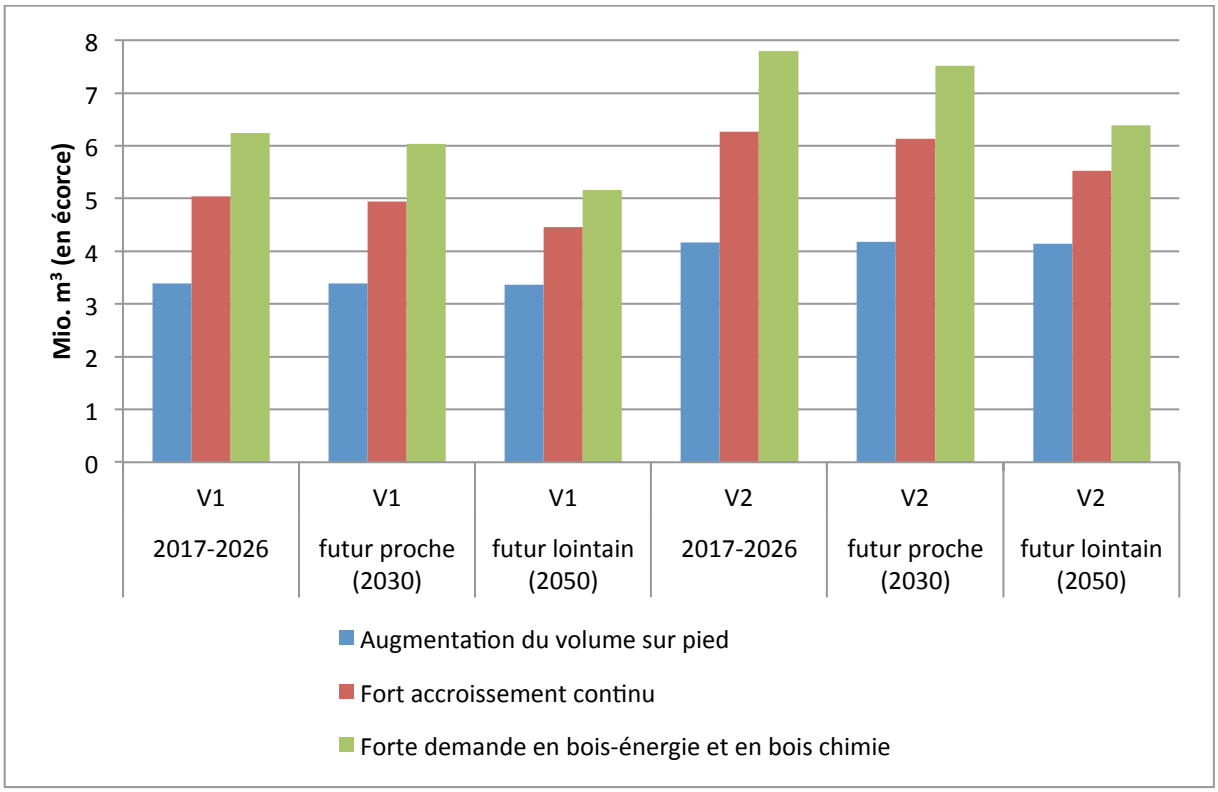


Fig. 1: Potentiels écologiquement durables du bois-énergie de forêt en Suisse – calculés pour trois scénarios d'exploitation, deux scénarios du marché du bois et trois horizons de temps, sans tenir compte des coûts d'exploitation. V1: marché peu favorable au bois-énergie, V2: marché favorable au bois-énergie.

Abb.1: Ökologisch nachhaltige Waldenergieholzpotenziale in der Schweiz – berechnet für drei Bewirtschaftungs-szenarien, zwei Holzmarktsituationen und drei Zeithorizonte unabhängig von den Holzerntekosten. V1: weniger energieholzfreundlicher Holzmarkt, V2: energieholzfreundlicher Holzmarkt.

Pour le scénario *«Augmentation du volume sur pied»*, c'est-à-dire une exploitation comme jusqu'à présent, on peut compter sur une quantité de bois-énergie d'environ 3,4 Mio de m^3 par année, constante jusqu'en 2050. Pour une situation du marché favorable, cette quantité est susceptible d'augmenter d'environ 0,8 Mio de m^3. Pour le scénario *«Fort accroissement continu»* on peut s'attendre à des quantités nettement plus élevées. Une diminution du volume sur pied à 300 m^3/ha a lieu. Le niveau d'utilisation se situe autour de 4,5–5 Mio de m^3 pour une situation du marché peu favorable au bois-énergie et entre 5,5 et plus de 6 Mio de m^3 pour une situation favorable. Il diminue légèrement au cours du temps. Pour le scénario *«Forte demande en bois-énergie et en bois de chimie»* le niveau d'utilisation est encore plus élevé. Le volume sur pied est réduit à 200 à 300 m^3/ha. Les utilisations se situent entre 5 et 6 Mio de m^3 pour une situation du marché peu favorable au bois-énergie et entre 6 et 8 Mio de m^3 pour une situation favorable.

Si l'on tient compte des coûts d'exploitation du bois, de la production des plaquettes forestières et du transport du bois et des plaquettes depuis la forêt jusqu'à l'installation de production énergétique, les potentiels sont significativement réduits. Dans la figure 2, on suppose que le bois-énergie de forêt frais, dont les coûts de production dépassent 5,9 centimes par kWh, n'est pas utilisé. Il en résulte une diminution des potentiels de 30 à 50%. Selon la statistique forestière, on utilise aujourd'hui déjà davantage que le potentiel écologiquement et économiquement durable calculé ici.

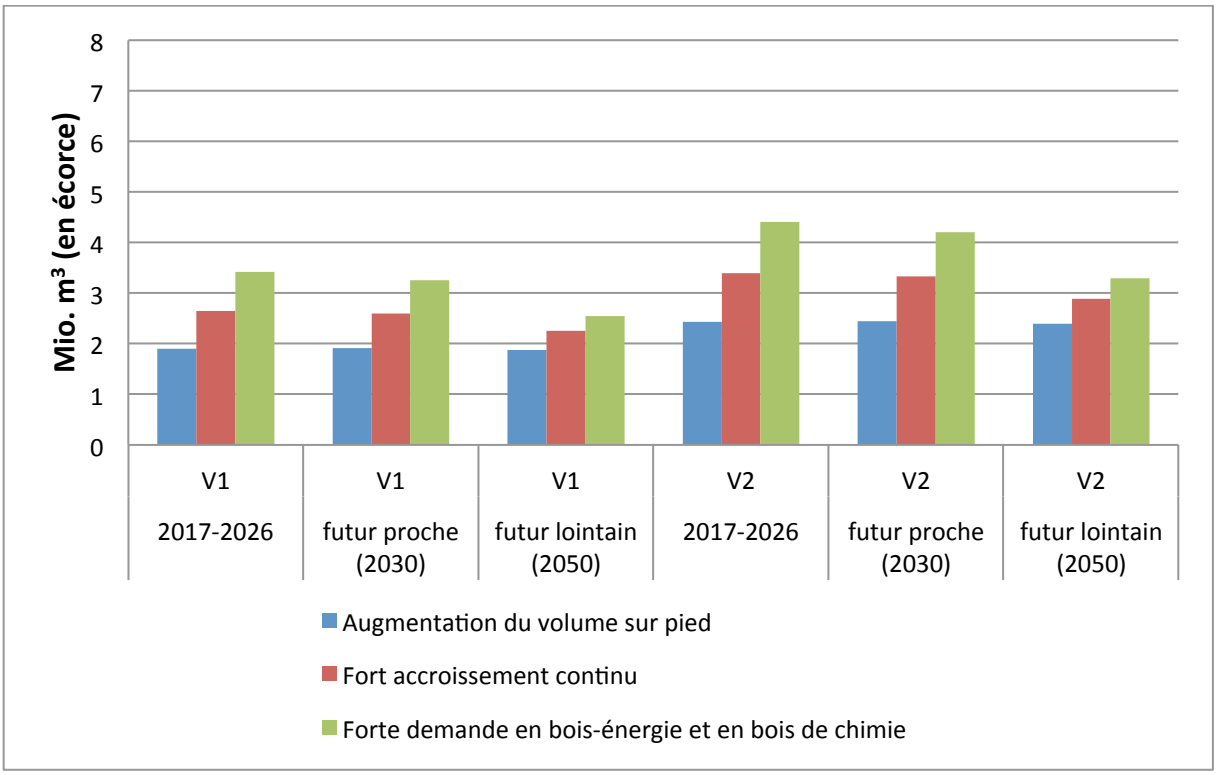


Fig. 2: Potentiels écologiquement et économiquement durables du bois-énergie de forêt en Suisse – calculés pour trois scénarios d'exploitation, deux situations du marché du bois et trois horizons de temps, pour des coûts d'exploitation de ≤ 5,9 centimes/kWh. V1: marché peu favorable au bois-énergie, V2: marché favorable au bois-énergie.

Abb. 2: Ökonomisch und ökologisch nachhaltige Waldenergieholzpotenziale in der Schweiz – berechnet für drei Bewirtschaftungsszenarien, zwei Holzmarktsituationen und drei Zeithorizonte für Holzerntekosten von ≤ 5.9 Rappen/kWh. V1: weniger energieholzfreundlicher Holzmarkt, V2: energieholzfreundlicher Holzmarkt.

La comparaison entre les régions de montagne et le Plateau (sans figure) montre des différences considérables concernant les potentiels de bois-énergie: la prise en compte des coûts de récolte met en évidence que les plus grands potentiels de bois-énergie en Suisse se situent en montagne, sous forme de bois de résineux. Cependant, ils ne sont utilisables qu'à des coûts de production élevés, en grande partie seulement pour >6,0 centimes par kWh.

La mortalité – et par conséquent le bois qui n'est pas utilisé et reste en forêt – dépend du scénario d'exploitation (cf. fig. 3). Comme il a été dit plus haut, un taux de mortalité de 15% est supposé dans le calcul des scénarios *«Augmentation du volume sur pied»* et *«Fort accroissement continu»*, et de 10% (de la quantité maximale pouvant être utilisée selon la stratégie d'exploitation) dans le scénario *«Forte demande en bois-énergie et en bois de chimie»*. L'apport continu de bois mort est conditionné par un certain taux de mortalité.

Dans tous les scénarios, la mortalité par hectare est de 30 à 50% plus élevée chez les résineux que chez les feuillus. Dans le scénario *«Augmentation du volume sur pied»* la mortalité augmente jusqu'en 2050; les quantités de bois mort créées chaque année se situent entre 0,5 à 0,9 m^3 par hectare. Dans le scénario *«Fort accroissement continu»,* la mortalité est du même ordre de grandeur, mais diminue durant ce même laps de temps. Dans le scénario *«Forte demande en bois-énergie et en bois de chimie»* elle augmente légèrement pour les feuillus et diminue un peu pour les résineux, tout en se situant à un niveau clairement plus faible de 0,2 à 0,5 m^3 par an et par hectare.

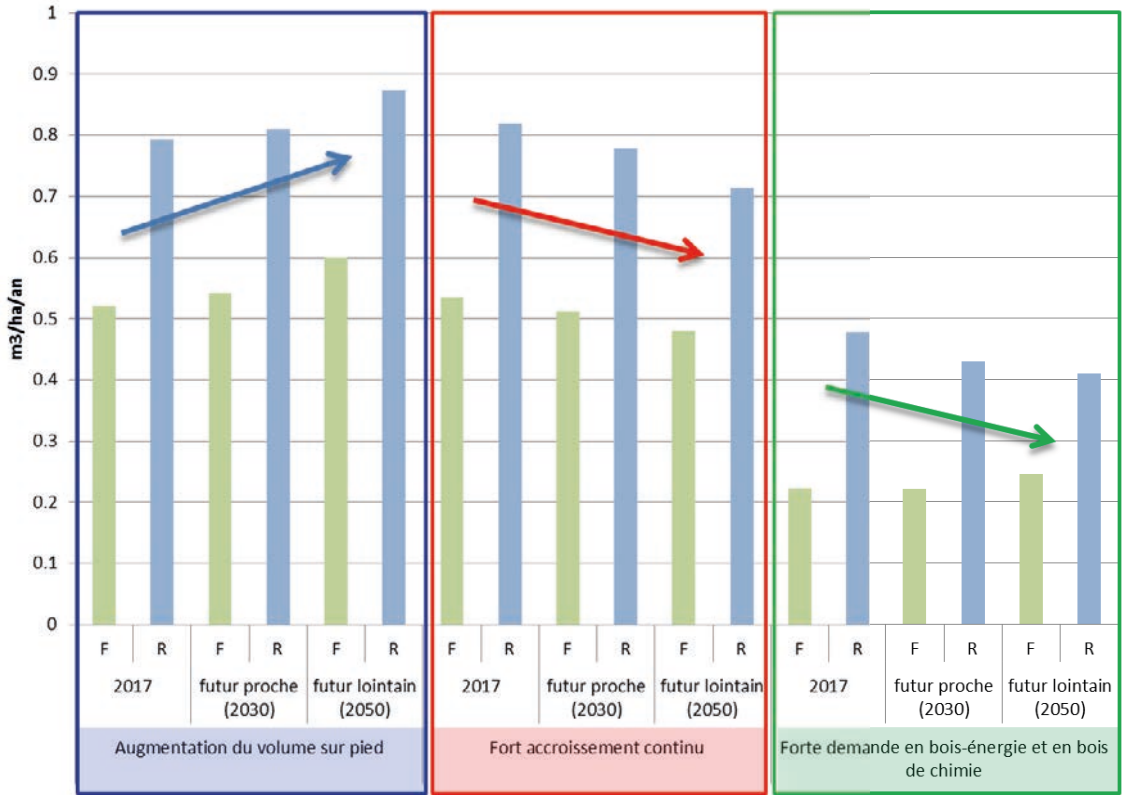


Fig. 3: Mortalité en forêt suisse pour trois scénarios d'exploitation et trois horizons de temps (F: feuillus; R: résineux).

Abb. 3: Mortalität bei drei Bewirtschaftungsszenarien und drei Zeithorizonten im Schweizer Wald (F: Laubholz; R: Nadelholz).

Concernant les impacts de l'exploitation du bois-énergie sur la biodiversité on peut faire les constats suivants:

- Pour les deux scénarios d'exploitation modérée, la mortalité garantit un apport annuel de bois mort d'environ 1,2 m^3 par hectare.
- Les pertes de récolte d'environ 10% du bois fort (diamètre >7 cm) et d'environ 50% du bois faible (diamètre <7 cm et rameaux) ne sont pas prises en compte dans les taux de mortalité mentionnés. Elles augmentent considérablement l'apport de bois mort (environ 0,5 Mio m^3 par an). Pour les feuillus on calcule au total un apport d'environ 26 m^3 en 30 ans; la valeur pour les résineux est d'environ 32 m^3.
- De plus, les stratégies d'exploitation plus intensive, comme c'est le cas dans le scénario *«Fort accroissement continu»,* peuvent augmenter la part d'arbres forts (davantage de place et de lumière), ont tendance à créer des peuplements structurés et rendent possible une plus grande diversité d'essences.

Au vu de la situation actuelle de l'économie forestière, on peut considérer qu'un accroissement considérable de l'exploitation forestière est peu vraisemblable à court terme. Par conséquent, c'est le scénario *«Augmentation du volume sur pied»* qui est actuellement le plus probable. C'est d'abord un avantage pour la biodiversité, en ce qui concerne le bois mort, mais vu intégralement et à long terme, cette perspective comporte davantage d'inconvénients (p.ex. risque de chablis).

D'autre part, on constate que toute utilisation accrue du bois-énergie en Suisse se heurte à des limites économiques, car les potentiels supplémentaires se trouvent surtout en montagne où la récolte du bois est (trop) chère. De toute évidence, il faut partir du principe qu'une certaine proportion du bois-énergie ne peut être récoltée qu'en acceptant un déficit. Ceci n'est cependant possible ni à long terme ni pour de grandes quantités. Dans ce sens, la durabilité économique protège donc également la biodiversité!

La durabilité doit être considérée sous ses multiples facettes afin d'éviter les mauvaises décisions. La biodiversité n'est qu'un aspect parmi d'autres, qui ne doit être interprétée ni maximisée de façon sectorielle; comme nous l'avons montré ci-dessus, pour le «bien de tous», la durabilité économique ne doit pas non plus être compromise.

Les potentiels et leur utilisation dépendent de plusieurs variables de départ qui peuvent varier au cours du temps. Des influences à court terme, par exemple le marché du bois, ont également une grande influence. Par conséquent, les potentiels ne sont pas des chiffres fixes. Ils ne représentent que des ordres de grandeur qui sont à interpréter de manière critique, que ce soit pour des décisions concernant la politique (énergétique) ou pour des planifications d'investissement ou d'exploitation.

Wie viel Energieholz liefert der Schweizer Wald?

Oliver Thees, Matthias Erni, Renato Lemm

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf
oliver.thees@wsl.ch

Um die Waldenergieholznutzung in der Zukunft abzuschätzen, werden auf der Grundlage des Landesforstinventars (LFI 3) Nutzungspotenziale für die Periode 2017 bis 2050 bestimmt. Dabei handelt es sich um Schätzgrössen der Verfügbarkeit von Waldholz für die energetische Nutzung. Wir unterscheiden das theoretische Potenzial, das nachhaltige Potenzial, das bereits genutzte Potenzial und das zusätzliche nutzbare Potenzial. Um das nachhaltig nutzbare Waldenergieholzpotenzial zu bestimmen, wurden die bestehenden Reservatsflächen, die Ernteverluste und die stoffliche Nutzung sowie die nicht kostendeckend zu erntenden Holzmengen vom theoretischen Potenzial abgezogen. Letzteres stellt die maximal nutzbare Holzmenge dar, für die man den jährlichen Zuwachs zuzüglich einem allfälligen Vorratsabbau in einem Wald heranziehen kann.

Die Potenziale sind keine festen Grössen. Jedes einzelne Potenzial ist von verschiedenen Einflussgrössen abhängig, die im Zeitablauf ändern können. Sie hängen in erster Linie davon ab, wie der Wald bewirtschaftet wird und wie hoch die Preise der verschiedenen Holzsortimente sind. Entsprechend wurden die Potenziale für drei Strategien bzw. Szenarien der Waldbewirtschaftung und für zwei Holzmarktsituationen geschätzt.

Es sind dies die Szenarien:

1. *Vorratsanstieg* (Nutzung mehrheitlich unter dem Zuwachs);
2. *Kontinuierlich hoher Zuwachs* (Vorratsabbau in überalterten Beständen);
3. *Grosse Nachfrage nach Energie- und Chemieholz* (Verkürzung der Umtriebszeit, umfassender Vorratsabbau).

Die Intensität der Nutzung steigt von Szenario 1 bis Szenario 3. Die beiden ersten Szenarien beinhalten eine Mortalität von 15% und das dritte von 10%.
Die Berechnungen der Holzmarktsituationen erfolgen für alle Szenarien und beziehen sich auf eine energieholzfreundliche und eine weniger energieholzfreundliche Marktsituation. Die Marktsituation, bzw. der Nachfrage, bestimmt wie viel von einem geernteten Baum als Energieholz verwertet wird.

Abbildung 1 zeigt die Energieholzpotenziale, die sich nach Abzug der Reservatsflächen, der Ernteverluste und des stofflich genutzten Holzes (z.B. Schnittholz) ergeben. Letzteres wurde mit Hilfe der Verbände der Forst- und Holzwirtschaft für die einzelnen Stärkeklassen getrennt nach Laub- und Nadelholz geschätzt. Die in Abbildung 1 ausgewiesenen Potenziale beinhalten sämtliches Energieholz unabhängig davon, ob die Bereitstellung kostendeckend erfolgen kann oder nicht.

Abb.1 (s. frz. Version): Ökologisch nachhaltige Waldenergieholzpotenziale in der Schweiz – berechnet für drei Bewirtschaftungsszenarien, zwei Holzmarktsituationen und drei Zeithorizonte unabhängig von den Holzerntekosten.

Beim *Szenario «Vorratsanstieg»*, also einer Bewirtschaftung wie bisher, welche den Zuwachs nicht ausnutzt, ist von einer Energieholzmenge von jährlich ca. 3,4 Mio. m^3 auszugehen und zwar gleichbleibend bis 2050. Bei einem energieholzfreundlichen Holzmarkt kann von einer Steigerung dieser Menge um ca. 0,8 Mio m^3 ausgegangen werden. Beim *Szenario «kontinuierlicher Zuwachs»* sind deutlich höhere Nutzungen zu erwarten. Es findet ein Vorratsabbau auf 300 m^3/ha statt. Das Nutzungsniveau liegt in der Grössenordnung von 4,5–5 Mio. m^3 beim weniger energieholzfreundlichen Holzmarkt. Beim energieholzfreundlichen Holzmarkt liegen die Nutzungen zwischen 5,5 und mehr als 6 Mio. m^3. Sie nehmen im Zeitablauf leicht ab. Beim *Szenario «grosse Nachfrage nach Chemie- und Energieholz»* ist das Nutzungsniveau noch höher. Es findet ein Vorratsabbau auf 200 bis 300 m^3/ha statt. Das Nutzungsniveau bewegt sich zwischen 5 und 6 Mio. m^3 beim weniger energieholzfreundlichen Holzmarkt und zwischen rund 6 und 8 Mio. m^3 beim energieholzfreundlichen Holzmarkt.

Berücksichtigt man die Kosten der Holzernte, der Hackschnitzelerzeugung und des Hackschnitzeltransports vom Wald zur Energieerzeugungsanlage, ergibt sich eine deutliche Reduktion der Potenziale. Bei den Potenzialen in Abbildung 2 wurde angenommen, dass waldfrisches Energieholz, dessen Bereitstellungskosten 5,9 Rappen pro kWh überschreiten, nicht genutzt wird. Es zeigt sich, dass die

Potenziale um 30 bis 50% abnehmen. Gemäss Forststatistik wird bereits heute mehr als das hier ausgewiesene ökonomisch und ökologisch nachhaltige Potenzial genutzt.

Abb. 2 (s. frz. Version): Ökonomisch und ökologisch nachhaltige Waldenergieholzpotenziale in der Schweiz – berechnet für drei Bewirtschaftungsszenarien, zwei Holzmarktsituationen und drei Zeithorizonte für Holzerntekosten von ≤ 5,9 Rappen/kWh.

Der Vergleich zwischen Gebirge und Mittelland (nicht abgebildet) zeigt beträchtliche Unterschiede bei den Energieholzpotenzialen: Die Berücksichtigung der Holzerntekosten macht hier deutlich, dass die grössten Energieholzpotenziale der Schweiz als Nadelholz im Gebirge stocken, aber nur zu hohen Erntekosten nutzbar sind. Nennenswerte Mengen sind nur zu Kosten von > 6,0 Rappen pro kWh zu ernten.

Die Mortalität – und daraus resultierend das nicht stofflich oder energetisch genutzte, im Wald verbleibende Holz – ist abhängig vom Bewirtschaftungsszenario (siehe Abb. 3). Bei der Berechnung der Szenarien «*Vorratsanstieg»* und *«Kontinuierlich hoher Zuwachs»* wird wie bereits erwähnt eine Mortalität von 15% und beim Szenario *«grosse Nachfrage nach Chemie- und Energieholz»* von 10% des Abgangs (= maximal nutzbare Holzmenge der Bewirtschaftungsstrategie) zu Grunde gelegt. Die Mortalität ist für die Nachlieferung von Totholz verantwortlich.
Bei allen Szenarien ist die Mortalität pro Hektar im Nadelholz um 30 bis 50% höher als im Laubholz. Beim *Szenario «Vorratsanstieg»* nimmt die Mortalität bis 2050 zu; es fallen jährlich 0,5 bis 0,9 m^3 Totholz pro Hektar an. Beim *Szenario «kontinuierlicher Zuwachs»* liegt die Mortalität in ähnlicher Grössenordnung, nimmt aber im gleichen Zeitraum ab. Beim *Szenario «grosse Nachfrage nach Chemie- und Energieholz»* nimmt sie beim Laubholz leicht zu, beim Nadelholz leicht ab und bewegt sich aber auf einem geringerem Niveau von 0,2 bis 0,5 m^3 pro Hektar und Jahr.

Abb. 3 (s. frz. Version): Mortalität bei drei Bewirtschaftungsszenarien und drei Zeithorizonten im Schweizer Wald.

Im Hinblick auf die Auswirkungen der Energieholznutzung auf die Biodiversität kann Folgendes festgehalten werden:

- Die Mortalität garantiert bei den beiden moderaten Bewirtschaftungsszenarien eine Totholznachlieferung pro Hektar und Jahr von ca. 1,2 m^3.
- Der Ernteverlust von ca. 10% beim Derbholz (Durchmesser > 7cm) und von ca. 50% beim Nichtderbholz (Durchmesser < 7cm bzw. Reisig) ist bei den genannten Mortalitäten noch nicht berücksichtigt und erhöht die Totholzmenge beträchtlich (ca. 0,5 Mio. m^3 pro Jahr). Für das Laubholz errechnet sich insgesamt ein Nachschub von ca. 26 m^3 in 30 Jahren; der entsprechende Wert für das Nadelholz beläuft sich auf ca. 32 m^3.
- Ausserdem: Nutzungsintensivere Bewirtschaftungsstrategien wie im Fall des Szenario *«kontinuierlich hoher Zuwachs»* können den Anteil dickerer Bäume im verbleibenden Bestand erhöhen (mehr Platz, mehr Licht), schaffen tendenziell strukturreichere Bestände und ermöglichen eine grössere Baumartenvielfalt.

Aufgrund der aktuellen Situation der Waldwirtschaft kann davon ausgegangen werden, dass kurzfristig nicht mit einem nennenswerten Anstieg der Holznutzung zu rechnen ist. Im Moment ist daher das *Szenario «Vorratsanstieg»* das wahrscheinlichste. Dies ist zunächst von Vorteil für die Biodiversität was das Totholz betrifft, hat aber ganzheitlich und langfristig betrachtet mehr Nach- als Vorteile (z.B. Sturmrisiko).

Der Mehrnutzung von Energieholz in der Schweiz sind ökonomisch Grenzen gesetzt sind. Zusätzlich nutzbaren Potenziale befinden sich vor allem im Gebirge, wo die Holzernte (zu) teuer ist. Auch ist davon auszugehen, dass ein Teil des Energieholzes nicht kostendeckend geerntet wird. Dies ist aber nicht in grossem Umfang und auch nicht langfristig möglich. Insofern schützt die ökonomische Nachhaltigkeit die Biodiversität!

Nachhaltigkeit muss mehrdimensional betrachtet werden, um Fehlentscheide zu vermeiden. Biodiversität ist nur ein Aspekt, der nicht sektoral betrachtet und maximiert werden darf; auch die ökonomische Nachhaltigkeit darf wie gezeigt zum «Wohle aller» nicht verletzt werden.
Die Potenziale und ihre Nutzung hängen von mehreren Einflussgrössen ab, die im Zeitablauf ändern können. Auch kurzfristig wirksame Faktoren wie der Holzmarkt üben einen starken Einfluss aus. Die Potenziale sind daher keine stabilen Grössen. Sie dienen lediglich als Orientierung für (energie)politische Entscheide sowie für betriebliche Investitions- und Nutzungsplanungen und sind bezüglich ihrer individuellen Verfügbarkeit kritisch zu prüfen.

Le taillis en tant que source d'énergie: comment concilier exploitation et protection de la nature?

Werner Konold

Professur für Landespflege, Albert-Ludwigs-Universität, Fribourg en Brisgau, Allemagne
werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de

J'ai la ferme conviction que chez nous, en Europe centrale, où tout n'est que paysages culturels, nous pouvons et devons stopper l'érosion de la biodiversité avant tout via les systèmes exploités. Sans entrer dans le détail, il faut considérer l'intensité d'utilisation, la dynamique spatio-temporelle, l'utilisation des potentiels et la diversification des usages. La forêt et son état actuel ont depuis toujours reflété l'histoire locale et les conditions d'un passé plus récent, mais également présenté une image des futures exigences. Les décisions actuelles se déroulent dans un contexte conflictuel, dans lequel de nombreux aspects jouent un rôle, par exemple: (i) les exigences du marché (utilisation énergétique vs. matérielle), (ii) contribution à la protection du climat et à l'adaptation aux changements climatiques, (iii) la pression des coûts, la rationalisation et la mécanisation du travail forestier, (iv) les exigences de la société en termes de stimuli, d'esthétique, de récréation et d'effets sur l'hygiène de vie, (v) les exigences vis-à-vis de la protection des eaux souterraines et de la fonction de puits de carbone (services écosystémiques), ainsi que (vi) les exigences de la protection de la nature, que ce soit la protection des processus naturels, la «naturalité» maximale, les mesures de protection des espèces ou une gestion favorable au milieu («interdiction de détérioration»).

Le terme de taillis désigne des forêts dont le rajeunissement se fait en partie ou entièrement par voie végétative. L'exploitation se fait par surface en recourant à la coupe rase. Afin de pouvoir exploiter du bois chaque année, la surface disponible totale est subdivisée en parterres de coupe individuels, en fonction de la durée de rotation. Les parterres de coupe sont utilisés régulièrement et entièrement. Après la coupe les souches résiduelles rejettent à nouveau, parfois également par drageons. Le régime du taillis ne peut fonctionner qu'à condition d'avoir suffisamment d'essences d'arbres et de buissons aptes à produire des rejets. Presque toutes les essences feuillus en sont capables.

De nos jours, seules quelques peuplements sont encore exploitées en tant que taillis. La majeure partie de la surface forestière est aujourd'hui surannée, de sorte que les peuplements se développent peu à peu en futaies, même si leur origine de taillis peut être encore facilement reconnue grâce aux tiges multiples (fig. 1).

Fig. 1: Dans ce taillis de chênes, le recépage remonte à longtemps. (Photo: W. Konold)

Abb. 1: Ein Eichen-Niederwald, der schon lange nicht mehr auf den Stock gesetzt wurde. (Foto: W. Konold)

Par le recépage en coupe rase, les complexes forestiers sont régulièrement restructurés et acquièrent une surface rugueuse. Chaque coupe crée de nouvelles lisières entre les peuplements à un étage. Des arbres individuels, marquant les limites ou servant de réserves, structurent encore davantage le peuplement et offrent une différenciation interne supplémentaire. Durant la reconversion, même de petites coupes peuvent offrir, dans leur ensemble, une structuration plus élevée que la futaie. De par leur position intermédiaire entre les lisières claires et la futaie fermée, les taillis sont particulièrement à même d'assurer la mise en réseau avec d'autres habitats. Les taillis sont notamment précieux au voisinage de vergers à hautes tiges, de haies et de bosquets, de pâturages boisés, de pelouses calcaires, futaies de feuillus, mais également de cours d'eau et de milieux humides.

Actuellement, nous connaissons relativement bien l'importance des taillis pour la biodiversité. Puisque le taillis est un type d'habitat culturel, il n'existe évidemment pas d'espèces qui lui sont strictement liées. Cependant, on lui attribue une multitude d'apparences différentes et de nombreuses associations de plantes. Il semble offrir un très bon habitat avec des ressources alimentaires abondantes pour les oiseaux, en particulier la gélinotte des bois, une grande importance pour les carabidés et les papillons, et des formes spécifiques d'assemblages d'espèces (tab. 1).

Tab. 1: Liens entre certains groupes d'animaux et le taillis (Suchomel et al. 2013, voir également les sources originales)

Groupes d'espèces	**Réaction au taillis**
Araignées (Arachnides)	Environ un tiers de plus d'espèces en comparaison avec la futaie
Centipèdes (Chilopodes)	Particulièrement abondants dans les stades jeunes du taillis
Mille-pattes (Diplopodes)	Se rencontrent plutôt dans les stades avancés du taillis
Coléoptères (Coleoptera)	Présence abondante, dans les jeunes stades surtout des carabidés, essentiellement des espèces forestières et des milieux ouverts, également beaucoup de cérambycides
Fourmis (Formicidés)	Présence abondante, entre autres fourmi rousse des bois
Hyménoptères (Hymenoptera)	Grande richesse spécifique, entre autres bourdon terrestre, xylocopes, frelons
Papillons (Lépidoptères)	Grande richesse spécifique, beaucoup d'espèces de la liste rouge, les papillons colonisent beaucoup de niches différentes, nombreuses espèces de papillons de nuit
Oiseaux (Aves)	Pipit des arbres dans les stades jeunes, fauvette des jardins dans les stades successifs, ensuite fauvette à tête noire et bruant jaune, plus tard mésanges bleue et charbonnière, dans les peuplements exploitables pouillot siffleur
Chauves-souris (Microchiroptères)	Beaucoup d'espèces de chauves-souris, p.ex. pipistrelle commune, murin de Daubenton, oreillard roux
Autres mammifères (Mammalia)	De nombreux mammifères en profitent, parmi eux quelques espèces de la liste rouge, p.ex. le muscardin, la belette, le lièvre d'Europe ou le putois d'Europe

Le besoin en bois-énergie, y compris la demande en bois de petites dimensions, s'est énormément accru ces dernières années en Allemagne. Dans certains endroits la demande ne peut plus guère être satisfaite. Quoi de plus évident que de faire revivre les traditionnels régimes des taillis et taillis-sous-futaie qui ont de surcroît des effets bénéfiques en termes de protection de la nature? Cela veut dire remettre en exploitation des taillis surannés et d'en créer de nouveaux (voir Becker *et al.* 2013; fig. 2).

Fig. 2: Coupe de bois dans le taillis de la Gehöferschaft Wadern-Wadrill dans la Sarre. (Photo: C. Suchomel)

Abb. 2: Holzeinschlag im Niederwald der Gehöferschaft Wadern-Wadrill im Saarland. (Foto: C. Suchomel)

Pour le maintien du régime du taillis dans un paysage, il est nécessaire de continuer à recéper les taillis à intervalles réguliers. Lors du choix de la taille des parterres de coupe, il faut évaluer s'il est plus important de créer de grandes surfaces à caractère ouvert ou de petites surfaces avec de nombreuses lisières. Le parterre de coupe ne devrait pas être inférieur à 0,5 ha, pour que les conditions microclimatiques puissent s'exprimer et afin de permettre le rajeunissement sur toute la surface. La taille des coupes devrait être adaptée aux essences présentes. Ainsi, les essences de lumière tels que le chêne, le sorbier domestique et les fruitiers sauvages nécessitent des surfaces plutôt grandes (au minimum 0,5 à 1 ha), alors que des essences tels que le hêtre ou le tilleul à petites feuilles profitent également de plus petites surfaces (0,3 à 0,5 ha). Néanmoins, en principe il faudrait exploiter le taillis de manière à favoriser tout le milieu avec sa dynamique spatio-temporelle et non pas certaines essences en particulier.

Lors de la mise en place de nouveaux taillis, non seulement les essences «classiques» comme le chêne et le charme, mais aussi l'érable champêtre, le frêne, le sorbier des oiseleurs et l'orme devraient également jouer un rôle important. Le pommier et le poirier sauvages, l'alisier et le sorbier domestique, favorisés autrefois par le régime du taillis, doivent être insérés ponctuellement. Le taillis du châtaignier s'avère très intéressant du point de vue de la production, de sorte que la châtaigne pourrait peut-être vivre une vraie renaissance sur des surfaces importantes. D'autres taillis vigoureux pourraient être établis avec le tilleul, le peuplier tremble, le robinier faux-acacia, l'aulne blanchâtre et l'aulne glutineux, ainsi que le noisetier, toutes ces essences étant encore présentes ça et là dans la forêt privée.

Où des taillis supplémentaires traditionnels et à caractère nouveau pourraient-ils être établis, afin que la concurrence qu'ils représentent pour la futaie en termes de surface disponible soit aussi faible que possible? Les possibilités suivantes sont envisageables:

- dans des bas-marais revitalisés (aulne glutineux),
- sur les sols organiques ne pouvant être réhydratés (bouleau),
- le long des routes de campagne (également avec un aspect esthétique),
- le long des routes publiques en forêt (bonne desserte, favorable du point de vue de la sécurité; fig. 3),

- le long des dessertes forestières (lisières internes, mise en réseau avec des peuplements de feuillus),
- en tant que lisière d'une futaie pour la stabilisation du peuplement,
- sur les tracés des lignes à haute tension, non seulement en forêt, mais également en zone agricole (mise en réseau des biotopes), (hauteur de croissance maximale sous les lignes 5,5 - 14 m),
- sur des talus,
- dans les zones alluviales,
- dans des bassins de rétention d'eau,
- sur des dépôts de terre,
- le long de cours d'eau (aulne, frêne, érable sycomore, orme montagnard).

Fig. 3: Lisière coupée pour des raisons de sécurité. Dans de tels endroits, on pourrait systématiquement établir un taillis, p.ex. avec le bouleau. (Photo: W. Konold)

Abb. 3: Ein zum Zweck der Verkehrssicherung freigeschlagener Waldrand. Hier könnte gezielt ein Stockausschlagwald etabliert werden, z.B. mit Birke. (Foto: W. Konold)

Le revitalisation du régime du taillis devrait faire partie d'une stratégie supérieure (fig. 4), dont le but est de diversifier les formes d'exploitation des forêts et d'introduire une dynamique spatio-temporelle accrue dans le paysage. La protection de la nature en sera un effet secondaire.

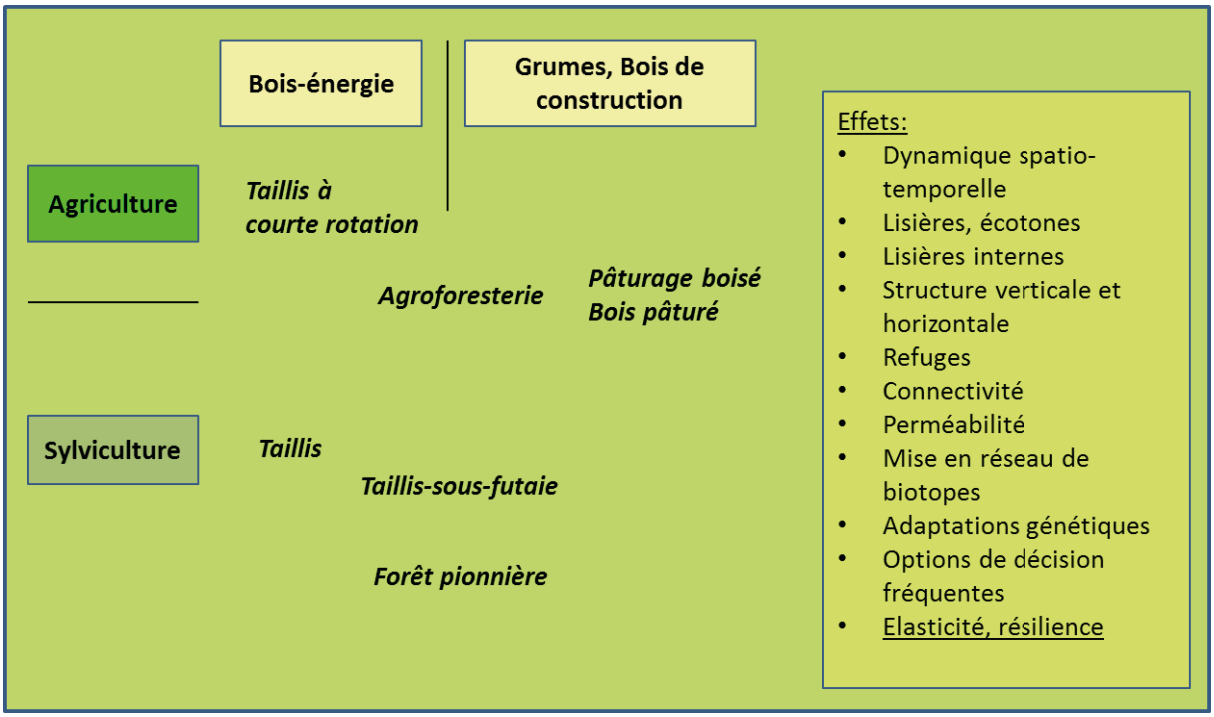


Fig. 4: Diversification de la sylviculture et ses effets dus à la diversité des régimes sylvicoles et à la suppression des limites entre agriculture et sylviculture.

Abb. 4: Diversifizierung des Holzanbaus und deren Effekte durch Vielfalt der Betriebsarten und Auflösung der Grenzen zwischen Land- und Forstwirtschaft.

Références

Becker, G.; Bauhus, J.; Konold W. (Hrsg.) 2013: Schutz durch Nutzung: Ein Raum-Zeit-Konzept für die multifunktionale Entwicklung der Stockausschlagwälder in Rheinland-Pfalz. Culterra, Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Band 62: 216 S.

Suchomel, C.; Konold, W.; Helfrich, T.; 2013: Niederwald. In: Konold, W., Böcker, R., Hampicke, U. (Hrsg.), 2013: Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. 27. Ergänzungslieferung, Kap. XIII-1.1: 24. S., Wiley-VCH-Verlag, Weinheim.

Niederwald als Energiequelle: Wie passen Nutzung und Naturschutz zusammen?

Werner Konold

Professur für Landespflege, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau, Deutschland
werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de

Ich bin der festen Überzeugung, dass wir bei uns in Mitteleuropa, wo alles Kulturlandschaft ist, dem Verlust der biotischen Vielfalt primär über die Nutzsysteme Einhalt gebieten können und müssen. Hierbei ist zu reden über Intensitäten, Raum-Zeit-Dynamik, Ausnutzung von Potenzialen und Diversifizierung der Nutzung – ganz allgemein gesprochen. Der Wald und sein jeweils aktueller Zustand haben immer räumlich differenzierte Geschichte und die Verhältnisse der jüngeren Vergangenheit, aber immer auch schon erwartete Ansprüche der Zukunft gespiegelt. Heutige Entscheidungen spielen sich in einem Konfliktfeld ab, in dem viele Aspekte eine Rolle spielen, als da sind: (i) Anforderungen des Marktes (energetische vs. stoffliche Verwertung), (ii) Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung, (iii) Kostendruck, Rationalisierung und Technisierung der Waldarbeit, (iv) Anforderungen der Gesellschaft nach Reizen, Schönheit, Erholung, hygienischen Wirkungen, (v) Anforderungen, Grundwasser zu schützen und Kohlenstoffsenke zu sein (Ökosystemleistungen) sowie (vi) Anforderungen des Naturschutzes von Prozessschutz über maximale «Naturnähe», Massnahmen zum Artenschutz bis zum biotoperhaltenden Management («Verschlechterungsverbot»).
Als Niederwälder werden Wälder bezeichnet, «[…] deren Verjüngung überwiegend oder ganz auf vegetative Weise erfolgt». Die Nutzung findet im Kahlschlagverfahren flächig statt. Um jedes Jahr Holz nutzen zu können, teilt man dazu die vorhandene Gesamtfläche gemäss der Umtriebszeit in einzelne Schläge ein. Die Schläge werden regelmässig und vollständig genutzt. Nach dem Schlag treiben die verbleibenden Stöcke erneut aus, teilweise auch als Wurzelbrut. Die Niederwaldwirtschaft kann nur funktionieren, wenn genügend ausschlagfähige Baum- und Straucharten vorhanden sind. Das sind nahezu ausschliesslich Laubhölzer.
Nur noch wenige Flächen werden heute noch aktiv als Niederwald bewirtschaftet. Die überwiegende Fläche ist durch Überalterung gekennzeichnet, so dass sich die Bestände nach und nach in Richtung Hochwald entwickeln, auch wenn die Herkunft an Hand der Mehrstämmigkeit oftmals noch gut zu erkennen ist (Abb. 1).

Abb. 1 (s. frz. Version): Ein Eichen-Niederwald, der schon lange nicht mehr auf den Stock gesetzt wurde. (Foto: W. Konold)

Durch das «Auf-den-Stock-setzen» im Kahlschlagverfahren werden Waldkomplexe immer wieder neu strukturiert und erhalten eine rauere Oberfläche. Jeder Schlag lässt zwischen den einschichtigen Beständen neue Grenzlinien entstehen. Einzelne Bäume, die als Grenzbäume oder Überhälter dienen, strukturieren den Bestand zusätzlich und bieten weitere innere Differenzierungen. In der Neuanlage können bereits kleine Schlagflächen durch die entsprechenden Nutzungen eine höhere Struktur aufweisen als der vergleichbare Hochwald. Durch ihre Übergangsstellung zwischen lichten Saumstrukturen und geschlossenem Hochwald können die Niederwälder besonders gut Verbundfunktionen übernehmen und mit anderen Lebensräumen vernetzt sein. Besonders wertvoll sind die Ausschlagwälder in Nachbarschaft zu Streuobstwiesen, Hecken, Gebüschen, Hutewäldern, Kalkmagerrasen, Laubhochwäldern, aber auch Fliessgewässern und Feuchtflächen.
Über die Bedeutung für die biotische Vielfalt wissen wir mittlerweile recht gut Bescheid. Da Niederwald eine Kulturform ist, gibt es natürlich keine eigenen Niederwaldarten. Doch wird ihnen bescheinigt, sie würden sich auszeichnen durch ganz unterschiedliche Erscheinungsformen, durch viele verschiedene Pflanzengemeinschaften, ein sehr gutes Habitat- und Nahrungsangebot für Vögel, spez. das Haselhuhn, eine hohe Bedeutung für Laufkäfer und Schmetterlinge und spezifische Formen bei der Artenkombination (Tab. 1).

Tab. 1: Bindungen einiger Tierartengruppen an Niederwald (Suchomel et al. 2013; dort auch die Originalquellen)

Artengruppe	**Reaktion auf Niederwald**
Spinnen (Arachniden)	Rund ein Drittel mehr Spinnenarten gegenüber dem Hochwald
Hundertfüsser (Chilopoden)	Besonders zahlreich in den jungen Niederwaldstadien
Tausendfüsser (Diplopoden)	Kommen eher in den älteren Stadien vor
Käfer (Coleoptera)	Reiches Vorkommen, in jungen Stadien vermehrt Laufkäfer, Zusammensetzung aus Wald- und Offenlandarten, auch zahlreiche Bockkäfer
Ameisen (Formicidea)	Reiches Vorkommen, u.a. Rote Waldameise
Hautflügler (Hymenoptera)	Überdurchschnittlicher Artenreichtum, u.a. Erdhummel, Holzbienen, Hornissen
Schmetterlinge (Lepidoptera)	Hoher Artenreichtum, viele Rote Liste-Arten, Schmetterlinge besiedeln zahlreiche Nischen, viele Arten der Nachtschmetterlinge
Vögel (Aves)	Baumpieper in frühen Stadien, Gartengrasmücke in Sukzessionsstadien, dann Mönchsgrasmücke und Goldammer später Blau- und Kohlmeise, in hiebsreifen Beständen Waldlaubsänger
Fledermäuse (Microchiroptera)	Viele Fledermausarten vorhanden, z.B. Zwergfledermaus, Wasserfledermaus, Braunes Langohr
Weitere Säugetiere (Mammalia)	Zahlreiche Säuger profitieren, darunter einige Rote Liste-Arten wie die Haselmaus, Mauswiesel, Feldhase, Iltis

Der Energieholzbedarf, damit auch die Nachfrage nach schwächerem Holz, ist in Deutschland in den letzten Jahren ganz enorm angestiegen. Mancherorts ist die Nachfrage kaum noch zu decken. Was liegt näher, als die traditionelle und die mit Naturschutzeffekten verbundene Stockausschlagwirtschaft wieder aufleben zu lassen, das heisst durchgewachsene Niederwälder in Nutzung zu nehmen und neue anzulegen (dazu Becker *et al.* 2013; Abb. 2)?

Abb. 2 (s. frz. Version): Holzeinschlag im Niederwald der Gehöferschaft Wadern-Wadrill im Saarland. (Foto: C. Suchomel)

Zur Erhaltung von Niederwald in der Landschaft ist es notwendig, die Stockausschlagbestände weiterhin in regelmässigen Abständen auf den Stock zu setzen. Dabei ist bei der Wahl der Schlaggrösse abzuwägen, ob mit kleineren Schlägen mehr Grenzlinien entstehen sollen oder mit grösseren Schlägen der Freiflächencharakter stärker im Vordergrund stehen soll. Die endgültige Schlaggrösse sollte 0,5 ha nicht unterschreiten, um eine flächige Verjüngung und den kleinklimatischen Ansprüchen gerecht zu werden. Die Schlaggrössen sollten den Ansprüchen der gewünschten Baumarten angepasst werden. So benötigen die Lichtbaumarten Eiche sowie Speierling und Wildobstarten eher grössere Schlagflächen (mind. 0,5 bis 1 ha), wohingegen Baumarten wie Buche oder Winterlinde auch von kleineren Schlägen profitieren (0,3 bis 0,5 ha). Genutzt werden sollte prinzipiell jedoch so, dass nicht einzelne Arten, sondern der Lebensraum Niederwald mit seiner Raum-Zeit-Dynamik als Ganzes gefördert wird.
Wenn es um die Baumartenwahl von neu zu etablierenden Niederwäldern geht, sollten neben den «klassischen» Gehölzarten Eiche und Hainbuche auch Feldahorn, Esche, Eberesche und Ulme eine bedeutende Rolle spielen. Wildapfel, Wildbirne, Elsbeere und Speierling wurden in der Vergangenheit durch die Niederwaldwirtschaft gefördert und sollten punktuell eingestreut werden. Vom Ertrag her sehr interessant sind die Edelkastanienniederwälder, so dass der Esskastanie möglicherweise eine echte Renaissance auf grösseren Flächen bevorstehen könnte. Weitere wüchsige Niederwälder liessen sich etablieren aus Linde, Aspe/Zitterpappel, Robinie, Grau- und Schwarzerle sowie aus der Hasel, die im Kleinprivatwald hier und dort noch vorkommen.
Wo können traditionelle und neuartige Niederwälder zusätzlich etabliert werden, dies auch vor dem Hintergrund, dass der Niederwald so wenig wie möglich in Flächenkonkurrenz zum Hochwald mit Stammholzproduktion treten sollte? Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

- in wiedervernässten Niedermooren (Schwarzerle),
- auf organischen Böden, die nicht wiedervernässt werden können (Birke),
- entlang von Strassen im Offenland (auch mit gestalterischen Komponenten),

- entlang von öffentlichen Strassen im Wald (gute Erschliessung, günstig im Hinblick auf Verkehrssicherung; Abb. 3),entlang von Walderschliessungsstrassen (Waldinnensäume, Biotopverbund mit Laubgehölzen),
- als Saum entlang von Hochwald zu dessen Stabilisierung,
- auf Leitungstrassen, nicht nur im Wald, sondern auch im Offenland (Biotopverbund) (maximal mögliche Wuchshöhe beträgt unter den Leitungen 5,5–14 m),
- an Böschungen,
- in Auen,
- in Rückhalteräumen,
- auf Erddeponien,
- entlang von Fliessgewässern (Erle, Esche, Hasel, Bergahorn, Bergulme).

Abb. 3 (s. frz. Version): Ein zum Zweck der Verkehrssicherung freigeschlagener Waldrand. Hier könnte gezielt ein Stockausschlagwald etabliert werden, z. B. mit Birke. (Foto: W. Konold)

Die Wiederaufnahme der Niederwaldwirtschaft sollte Teil einer übergeordneten Strategie sein (Abb. 4), die zum Ziel hat, die Waldnutzungsformen zu diversifizieren und eine grössere Raum-Zeit-Dynamik in die Landschaft zu bringen. Dadurch werden als «Abfallprodukt» Naturschutzeffekte erzielt.

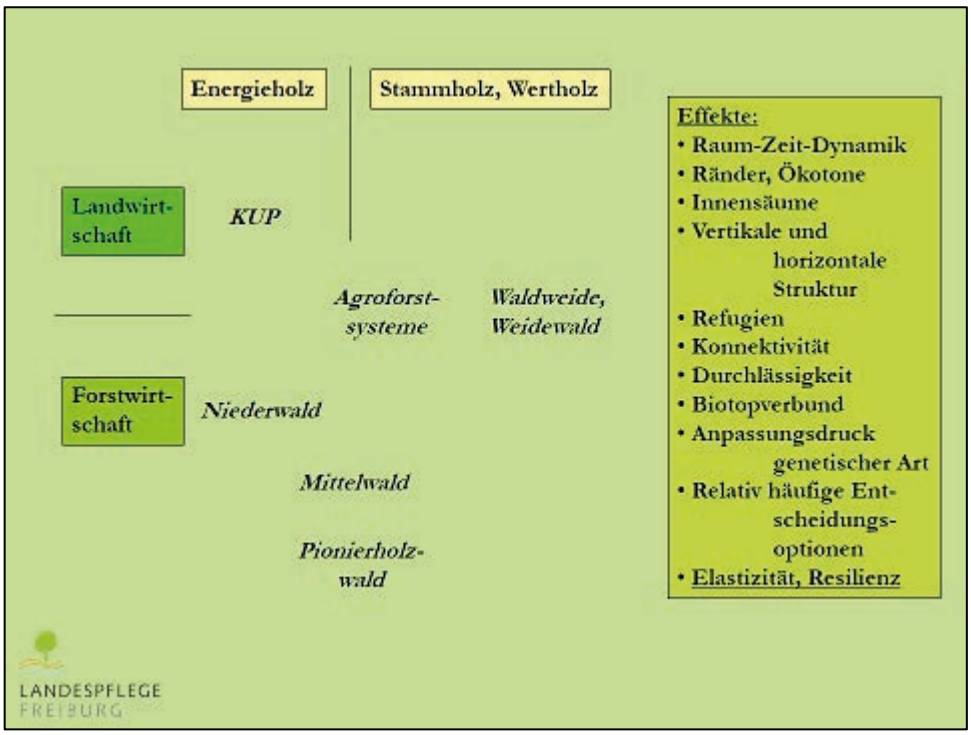


Abb. 4 (s. frz. Version): Diversifizierung des Holzanbaus und deren Effekte durch Vielfalt der Betriebsarten und Auflösung der Grenzen zwischen Land- und Forstwirtschaft.

Bibliographie

Becker, G.; Bauhus, J.; Konold, W. (Hrsg.) 2013: Schutz durch Nutzung: Ein Raum-Zeit-Konzept für die multifunktionale Entwicklung der Stockausschlagwälder in Rheinland-Pfalz. Culterra, Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Band 62: 216 S.

Suchomel, C.; Konold, W.; Helfrich, T., 2013: Niederwald. In: Konold, W.; Böcker, R.; Hampicke, U. (Hrsg.) Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. 27. Ergänzungslieferung, Kap. XIII-1.1: 24. S., Wiley-VCH-Verlag, Weinheim.

Exploitation du bois-énergie en forêt: Quelles perspectives pour les habitants du bois mort et des vieux arbres?

Thibault Lachat

Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL et Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf
thibault.lachat@wsl.ch

Le bois de nos forêts possède un gros potentiel en tant que source d'énergie renouvelable. C'est pourquoi la Confédération entend l'exploiter davantage à l'avenir. Il ne faut toutefois pas perdre de vue la conservation de la biodiversité, qui est une des fonctions principales de la forêt au même titre que la production de bois ou la protection contre les dangers naturels. Le principal défi consiste à prendre en considération les exigences des espèces sensibles à l'exploitation du bois énergie, malgré le regain de son exploitation.

Gagnants potentiels: espèces héliophiles

Ces dernières deux décennies, le volume de bois sur pied s'est accru dans la plupart des régions, sauf sur le Plateau suisse. Le potentiel d'exploitation n'est donc pas totalement mis à profit. En conséquence, environ 20% de la surface forestière n'ont plus été exploités depuis plus de 50 ans et de manière générale, les forêts suisses continuent à s'assombrir (Rigling et Schaffer, 2015). Cet assombrissement menace, voire fait disparaître les espèces héliophiles et thermophiles. Par exemple, une baisse de 40% des espèces de papillons diurnes a été mesurée durant les 70 dernières années en raison de l'abandon du taillis et de l'assombrissement des conditions en forêt (Schiess et Schiess-Bühler, 1997). Une intensification de l'exploitation du bois-énergie pourrait bénéficier à court et à moyen terme à de telles espèces qui profitent de l'apport de lumière engendré par une exploitation plus intensives des forêts.

Espèces saproxyliques et leurs exigences

Le fait qu'on exploite moins de bois qu'il n'en pousse a cependant également des conséquences positives sur la biodiversité. En effet, selon l'Inventaire forestier national (IFN), le volume de bois mort dans les forêts suisses a plus que doublé entre 1995 et 2013, passant de 11 à 24 m^3 par hectare. Même si cette évolution est réjouissante d'un point de vue de la conservation des espèces liées au bois mort et aux vieux arbres (espèces saproxyliques), ces quantités de bois mort restent bien inférieures à celles que l'on peut observer dans les forêts subnaturelles ou primaires. Par exemple, on peut mesurer en moyenne plus de 160 m^3/ha de bois mort dans une hêtraie primaire d'Ukraine (Commarmot *et al.*, 2013). Le nombre de gros arbres (dhp > 80 cm) est également en augmentation depuis une vingtaine d'années (Brändli et Abegg, 2009) (fig. 1). L'accroissement du volume de bois mort, du nombre de chandelles et de vieux, gros arbres dans la forêt suisse est bénéfique pour de nombreuses espèces animales et végétales, par exemple la plupart des pics (Mollet *et al.*, 2009) et certaines espèces de coléoptères saproxyliques. Ainsi, les effectifs de la rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*) sont en hausse depuis la Seconde Guerre mondiale (Lachat *et al.*, 2013), notamment grâce à l'augmentation du nombre de hêtres morts, bien exposés au soleil, sur des sites de basse et moyenne altitude. Cependant, les espèces saproxyliques restent un des groupes d'espèces les plus menacées de l'écosystème forestier, à l'image de quatre familles de coléoptères saproxyliques dont 40% des espèces figurent sur la liste rouge (Monnerat *et al.*, sous presse).

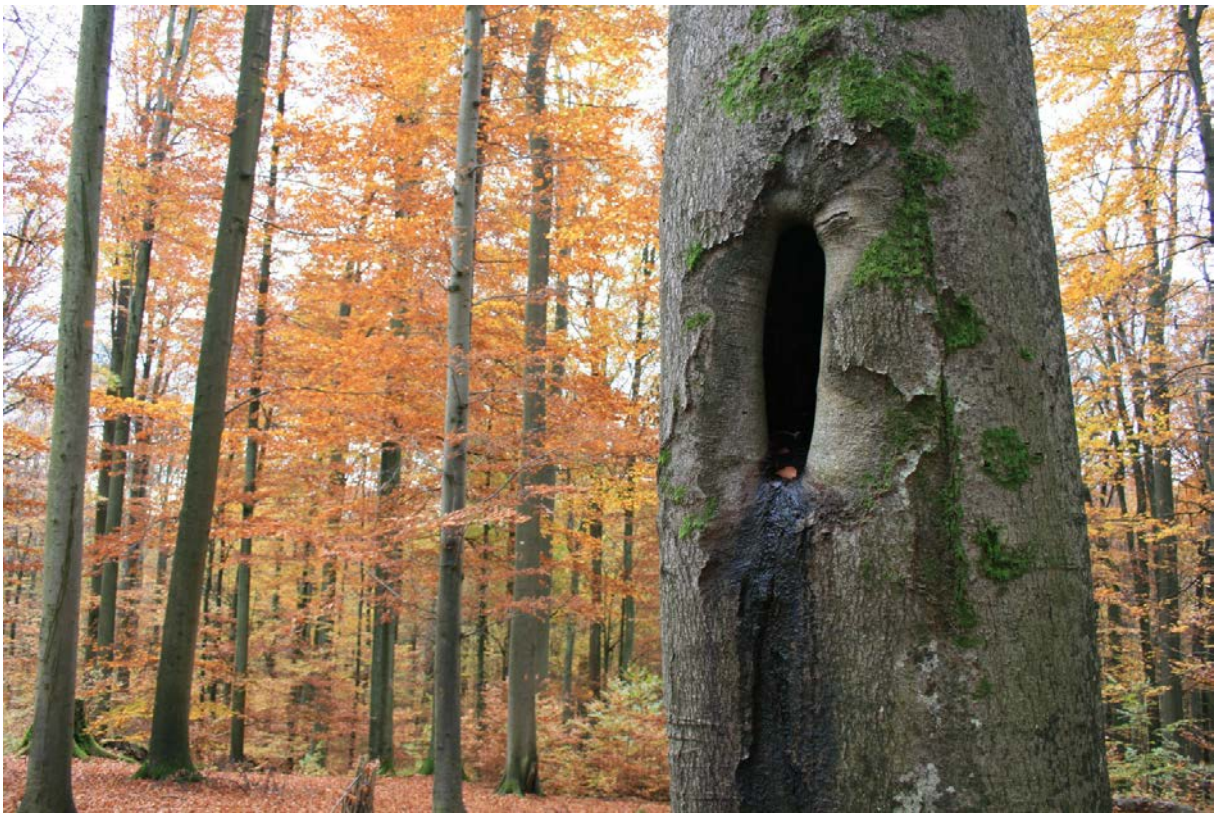


Fig. 1: De nombreuses espèces saproxyliques menacées vivent dans de grandes cavités à terreau. Le maintien de vieux et gros arbres portant ou susceptibles de développer de tels habitats est donc indispensable pour la conservation de ces espèces.

Les quantités de bois mort nécessaires au maintien de la plupart des espèces saproxyliques oscillent en fonction des types de forêts entre 20 et 50 m^3/ha (Müller et Bütler, 2010) (fig. 2). Même si ces seuils écologiques ne sont pas encore atteints sur le Plateau ou dans le Jura, les tendances de ces dernières années sont encourageantes. Il faut cependant préciser que les espèces exigeantes du point de vue écologique nécessitent des quantités de bois mort bien supérieures à ces seuils. Par conséquent, ces espèces ne peuvent pas survivre en forêt exploitée, même si la gestion est proche de la nature. En effet, certaines espèces saproxyliques requièrent des quantités de bois mort supérieures à 100 m^3/ha ou encore des arbres morts de grande dimension. En Suisse, de telles quantités et qualités de bois mort se retrouvent uniquement dans les forêts n'ayant plus été exploitées depuis plusieurs décennies (réserves forestières, accès difficile, mauvaise rentabilité) ou sur des chablis. Afin de maintenir les espèces exigeantes et par conséquent souvent les plus menacées, le maintien de forêts non exploitées sur le long terme est indispensable. Les réserves forestières naturelles jouent donc un rôle indispensable pour leur conservation.

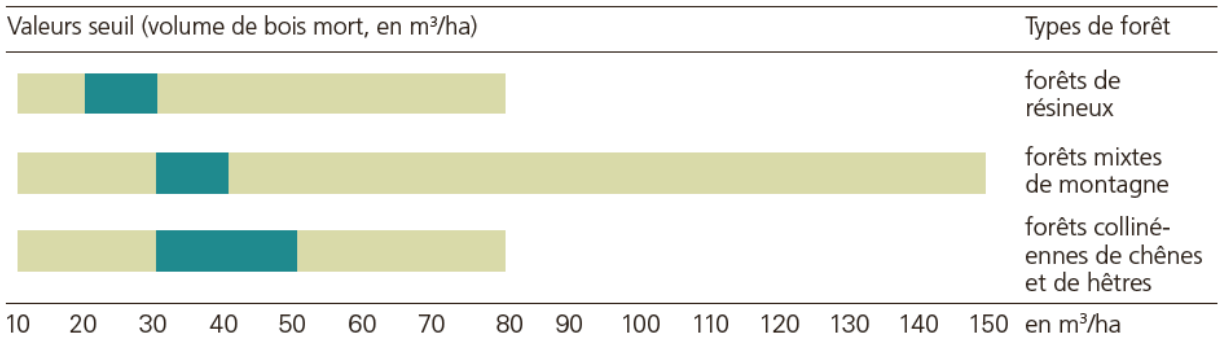


Fig. 2: Valeurs seuils de bois mort nécessaires au maintien de différentes espèces saproxyliques dans les forêts européennes. Les trois barres représentent les volumes requis par les espèces étudiées. Les quantités en foncé permettent la survie de la majorité des espèces (selon Müller et Bütler, 2010).

Effets de l'exploitation du bois énergie sur le bois mort et les vieux arbres

L'exploitation du bois-énergie permet la commercialisation de bois de mauvaise qualité. Il en résulte une exploitation accrue d'assortiments qui restaient ces dernières décennies en forêt. Dans les massifs exploités, les effets de l'exploitation du bois-énergie peuvent donc se faire sentir par une diminution du bois mort. La principale raison d'un recul potentiel du bois mort en forêt pourrait résider dans la récolte des arbres entiers. Dans ce cas, non seulement le bois des grumes est exporté de la forêt, mais aussi la couronne, si bien que le bois résiduel est pratiquement inexistant. La filière du bois-énergie peut valoriser à la fois les rémanents de coupe et les arbres sur-matures ou de mauvaise qualité. En effet, les arbres à tronc creux, fissuré ou avec une grande proportion de branches mortes (arbres-habitats) peuvent aujourd'hui être utilisés comme bois-énergie. L'exploitation du bois-énergie et la promotion du bois mort en forêt sont par conséquent concurrentiels.
Dans le cadre de la chaîne d'approvisionnement directe, les dépôts de bois-énergie destinés à la fabrication de plaquettes restent en forêt durant l'été pour sécher (fig. 3). Ces dépôts attirent de nombreux insectes saproxyliques, qui y trouvent des sites propices à la ponte. Cependant, comme le bois ne tarde pas à être déchiqueté, les larves de la plupart des espèces ne parviennent pas au terme de leur développement (Lachat *et al.*, 2014b). L'impact à long terme de ces «pièges écologiques» sur les coléoptères saproxyliques et encore inconnu.

Fig. 3: Les dépôts de bois-énergie agissent comme des pièges écologiques. Ils attirent de nombreuses espèces saproxyliques, dont certaines sont menacées, mais ne permettent pas leur développement. Cet effet est étudié par le WSL.

Perspectives

Si la rentabilité de l'exploitation du bois-énergie augmentait à l'avenir, des peuplements en phase de sénescence n'ayant plus été exploités pour une durée prolongée pourraient bientôt être récoltés. De tels peuplements sans statut de protection officiel peuvent être considérés comme des réserves forestières secrètes. Avec des quantités de bois mort et d'arbres-habitats souvent similaires à celles des forêts subnaturelles ou primaires, ces forêts complètent l'infrastructure écologique et participent au même titre que les réserves forestières naturelles à la conservation des espèces saproxyliques. En

effet, de nombreuses études montrent que la diversité des insectes, champignons, mousses ou lichens du bois mort est plus élevée en forêt non exploitée qu'en forêt exploitée (p.ex. Paillet *et al.*, 2010).

Il est difficile d'estimer comment la quantité de bois mort et le nombre d'arbres-habitats évolueront dans la forêt suisse. Cependant, l'augmentation constante de la demande en bois-énergie pourrait bien interrompre, voire inverser la tendance à la hausse que connaît cette ressource indispensable aux espèces saproxyliques. La proportion de vieux peuplements peu ou pas exploités ces dernières décennies pourrait également diminuer. A cela s'ajoute une intensification de l'exploitation dans les forêts gérées, qui se traduit par une période de révolution plus courte et une mécanisation accrue (Bouget *et al.*, 2011) et entraîne ainsi une régression des vieux et gros arbres et des bois morts debout, riches en espèces du fait des nombreux microhabitats associés (cavités, fentes ou polypores) (Lassauce *et al.*, 2013).
Dans un contexte d'intensification de l'exploitation des forêts, les réserves forestières, îlots de sénescence et arbres-habitats ont une fonction indispensable entre autres pour la conservation des espèces saproxyliques. En effet, si la matrice forestière perd en qualité d'habitat pour ces espèces, il faudra d'autant plus de mesures intégratives et ségrégatives pour permettre la conservation de la biodiversité forestière dans son ensemble. Idéalement, les mesures prises pour la conservation seraient organisées en réseaux d'habitats avec des peuplements forestiers de grande et de petite taille offrant des quantités élevées de bois mort et de multiples arbres-habitats (5 - 10/ha), intégrés dans des forêts gérées de façon durable et dont tous les peuplements comporteraient du bois mort (Lachat *et al.*, 2014a).

Aujourd'hui, le grand défi est de répondre aux exigences des espèces tributaires des arbres-habitats et du bois mort malgré une exploitation accrue du bois-énergie. Pour cela, il est indispensable d'améliorer les connaissances sur les effets à long terme et à l'échelle du paysage de l'exploitation du bois-énergie sur l'écosystème forestier. La recherche doit fournir des bases pour que des mesures adéquates et différenciées puissent être développées conjointement avec les services forestiers et les praticiens. Cela concerne par exemple les rémanents de coupe à laisser sur place en fonction des conditions locales, la localisation des dépôts de bois-énergie ou les arbres-habitats à laisser sur pied. Un compromis entre l'exploitation du bois-énergie et la biodiversité ne sera possible que si tous les acteurs conjuguent leurs efforts.

Références

Bouget, C. ; Gosselin, F. ; Gosselin, M., 2011 : Intensification des prélèvements de biomasse et préservation de la biodiversité forestière. Revue forestière française, LXIII, 265–275.

Brändli, U. B.; Abegg, M., 2009: Der Schweizer Wald wird immer natürlicher. Wald Holz 7.

Commarmot, B.; Brändli, U.B.; Hamor, F.; Lavnyy, V., 2013: Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure, Birmensdorf, Switzerland.

Lachat, T.; Brang, P.; Bolliger, M.; Bollmann, K.; Brändli, U.B.; Bütler, R.; Herrmann, S.; Schneider, O.; Wermelinger, B., 2014a: Totholz im Wald: Entstehung, Bedeutung und Förderung. Merkblatt für die Praxis 52, 12 p.

Lachat, T.; Ecker, K.; Duelli, P.; Wermelinger, B., 2013: Population trends of *Rosalia alpina* (L.) in Switzerland: a lasting turnaround? J. Insect Conserv. 17, 653–662.

Lachat, T.; Reich, T.; Wermelinger, B., 2014b: Bois énergie et saproxyles: dilemme. Hotspots 29, 20.

Lassauce, A.; Larrieu, L.; Paillet, Y.; Lieutier, F.; Bouget, C., 2013: The effects of forest age on saproxylic beetle biodiversity: implications of shortened and extended rotation lengths in a French oak high forest. Insect Conserv. Divers. 6, 396–410.

Mollet, P.; Zbinden, N.; Schmid, H., 2009: Steigende Bestandeszahlen bei Spechten und andere Vogelarten dank Zunahme von Totholz? Schweiz. Z. Forstwes. 160, 334–340.

Monnerat, C.; Barbalat, S.; Lachat, T.; Gonseth, Y., sous presse: Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse.

Müller, J.; Bütler, R., 2010: A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. Eur. J. For. Res. 129, 981–992.

Paillet, Y.; Bergès, L.; Hjalten, J.; Odor, P.; Avon, C.; Bernhardt-Roemermann, M.; Bijlsma, R.-J.; De Bruyn, L.U.C.; Fuhr, M.; Grandin, U.L.F.; Kanka, R.; Lundin, L.; Luque, S.; Magura, T.; Matesanz, S.; Meszaros, I.; Sebastia, M.T.; Schmidt, W.; Standovar, T.; Tothmrersz, B.; Uotila, A.; Valladares, F.; Vellak, K.a.I.; Virtanen, R., 2010: Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe. Conserv. Biol. 24, 101–112.

Rigling, A.; Schaffer, H.P. (eds) 2015: Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse: Office fédéral de l'environnement, Berne. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf.

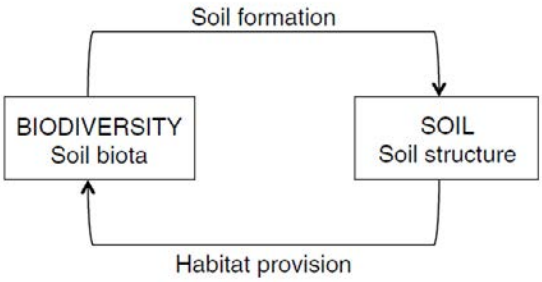
Schiess, H.; Schiess-Bühler, C., 1997: Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: die Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzung für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordostschweiz.

Impact d'une intensification de l'exploitation forestière sur la biodiversité des sol et sur le fonctionnement des forêts

Elena Havlicek, Office fédéral de l'environnement, Berne et **Beat Frey,** Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf
elena.havlicek@bafu.admin.ch

Le sol, support physique nécessaire à la croissance des forêts, est avant tout un compartiment des écosystèmes terrestres caractérisé par une activité biologique intense dont dépendent trois fonctions «naturelles»: (i) production des aliments, des fourrages et des fibres; (ii) régulation des cycles d'eau, de carbone et d'éléments nutritifs, (iii) source et support de la biodiversité, tant souterraine qu'aérienne. Le sol fournit également trois autres fonctions qui ne dépendent pas directement de ses composantes biologiques: (iv) support physique des activités humaines; (v) source de matières premières comme le gravier; (vi) archive de l'histoire humaine et naturelle. A travers ses fonctions, le sol contribue aux services écosystémiques. Par exemple, en régulant les flux de carbone, le sol est un élément important du fonctionnement climatique. Il est actuellement le réservoir de quelque 1580 gigatonnes de carbone, bien plus que l'air (750) ou la végétation (610). En Europe tempérée, environ 65% du carbone stocké dans l'écosystème forestier se trouve dans le sol et la litière, alors que la biomasse des arbres représente seulement 25%. Certaines fonctions sont cumulatives: un sol riche en humus stocke du carbone, permet des rendements agronomiques plus élevés, a une capacité de rétention hydrique augmentée et supporte une importante biodiversité. En revanche, le bétonnage lié à l'urbanisation exclut d'office toutes les autres fonctions et, indirectement, peut favoriser les inondations ou les changements climatiques.

La biodiversité globale des sols, en particulier leur richesse spécifique, est encore aujourd'hui peu connue: on sait qu'environ 25% des espèces décrites – sans prendre en compte les microorganismes! – se trouvent dans les sols (Decaëns *et al.* 2006). Au-delà de l'aspect quantitatif, la biodiversité fonctionnelle des sols reste aussi largement indéterminée, même s'il est clair que la formation et la majeure partie des propriétés des sols dépendent de l'activité biologique, et que le sol est un produit de la biodiversité spécifique. A l'inverse, on peut considérer la biodiversité souterraine comme un produit des sols, cette diversité spécifique étant particulièrement élevée en raison de l'hétérogénéité spatiale (micro- à macro-structuration) et des ressources alimentaires disponibles (chaîne de décomposition) dans les sols pour les organismes (Havlicek et Mitchell 2014). Dans le système sol, plus que dans tout autre compartiment des écosystèmes, la relation entre milieu et organismes est en étroite interdépendance, dans une boucle de rétroactions.

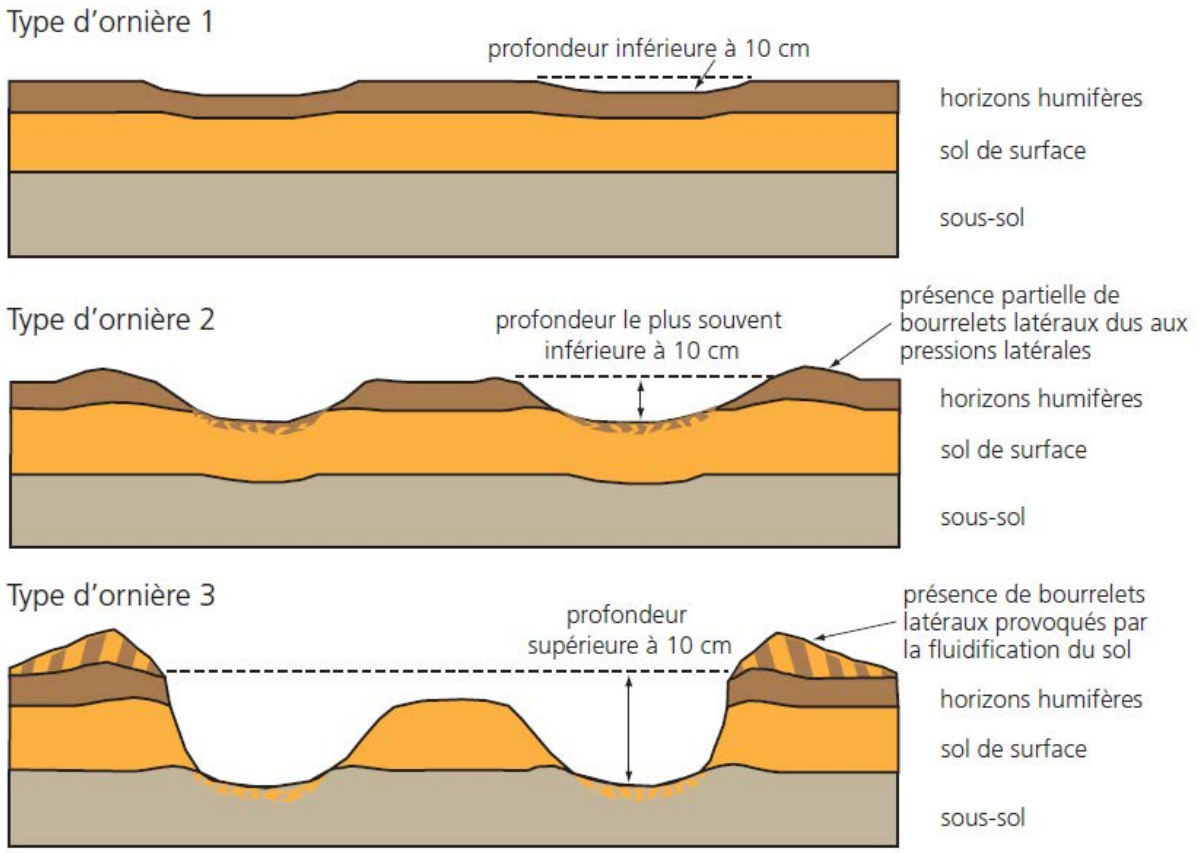


Par conséquent, les atteintes aux propriétés des sols, qu'elles soient physiques (compaction, érosion), chimiques (contamination, modification des éléments nutritifs) ou biologiques (introduction d'espèces allochtones ou d'organismes génétiquement modifiés) auront un impact direct sur le milieu (p.ex. perturbation de la structure – et de la porosité – par la compaction). Celui-ci se répercutera sur les communautés, et les changements de communautés biologiques auront à leur tour un effet sur les propriétés physico-chimiques des sols.

L'utilisation des forêts par l'humain génère des impacts directs sur les sols (principalement la compaction par des machines) et des impacts indirects (p.ex. modification de la litière par la modification des peuplements, modification du régime hydrique après une coupe rase, exportation de la biomasse). Les organismes du sol réagissent aux perturbations par des variations de leur diversité et peuvent être considérés comme des systèmes d'alerte intégrateurs et précoces. Parmi ces organismes, les microorganismes représentent le groupe le plus fréquent, en particulier les bactéries

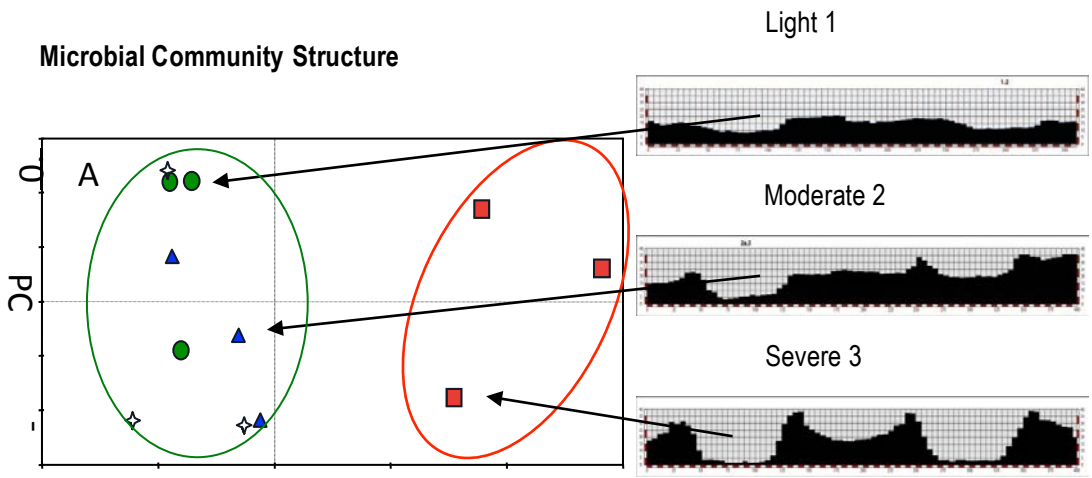
et les champignons. On estime qu'entre 2000 et 18 000 espèces bactériennes et jusqu'à 10 milliards de cellules bactériennes vivent dans un gramme de terre: jusqu'à récemment, leur étude n'était pas possible car seule une partie de ces organismes est cultivable en laboratoire. Le développement relativement récent de technologies de «next generation sequencing» (NGS) permet aujourd'hui de recenser et de quantifier la diversité des communautés microbiennes.

Une étude menée sur les sites de Ermatingen (TG) et Heiteren (BE) a mesuré l'impact de la circulation des machines lourdes sur les communautés microbiologiques des sols (Frey *et al.* 2011, Hartmann *et al.* 2014). Soumis à une contrainte mécanique, les sols souffrent d'une diminution du volume et de la connectivité des espaces poreux. Le poids des machines et l'état du sol (texture, humidité) sont les facteurs principaux qui mènent à une compaction du sol dans les ornières, plus ou moins importante, plus ou moins persistante.



Source : Lüscher et al. 2009 (Notice pour le praticien, WSL).

La comparaison entre des compactions de type 1 (légèrement compacté) et de type 3 (fortement compacté) a montré que l'altération de la porosité après compaction limite fortement l'aération et la conductivité hydrique des sols, générant des conditions anoxiques qui déterminent une modification des communautés microbiologiques. La compaction de type 3 a réduit significativement l'abondance des microorganismes, augmenté leur diversité et altéré de manière durable la structure des communautés microbiennes.



D'une part, une forte compaction des sols forestiers favorise les bactéries spécialisées dans des conditions pauvres en oxygène et génère une augmentation des émissions de méthane et du protoxyde d'azote. D'autre part, elle affecte les bactéries aérobies et les champignons mycorhiziens (essentiellement ectomycorhizes), réduisant leur nombre et perturbant la croissance forestière. Les études menées sur ces sites démontrent que la compaction due aux engins d'exploitation forestière induit des changements profonds et persistants dans les communautés microbiologiques et les fonctions qui leur sont associées. La combinaison des investigations des caractéristiques physiques, microbiennes et fonctionnelles des sols constitue un puissant outil pour l'évaluation de la résistance et de la résilience des sols forestiers. Les atteintes durables aux sols forestiers peuvent être minimisées ou évitées si la connaissance des conditions du milieu (texture, humidité du sol) est utilisée pour définir le temps de l'intervention en fonction des conditions météorologiques (pluviosité) et du type d'équipement (charge utile de la machine, type de pneus).

Références

Decaëns, T.; Jiménez, J.J.; Gioia, C.; Measey, G.J.; Lavelle, P., 2006: The values of soil animals for conservation biology. Eur. J. Soil Biol. 42, 23–38.

Frey, B.; Niklaus, P.A.; Kremer, J.; Lüscher, P.; Zimmermann, S., 2011: Heavy-machinery traffic impacts methane emissions as well as methanogen abundance and community structure in oxic forest soils. Appl. Environ. Microbiol. 77(17), 6060–6068.

Hartmann, M.; Niklaus, P.A.; Zimmermann, S.; Schmutz, S.; Kremer, J.; Abarenkov, K.; Lüscher, P.; Widmer, F.; Frey, B., 2014: Resistance and resilience of the forest soil microbiome to logging-associated compaction. The ISME journal, 8(1), 226–244.

Havlicek, E.; Mitchell, E.A., 2014: Soils Supporting Biodiversity. In: Interactions in Soil: Promoting Plant Growth. Springer Netherlands. 27–58.

Lüscher, P.; Frutig, F.; Sciacca, S.; Spjevak, S.; Thees, O., 2009: Protection physique des sols en forêt. Protection des sols lors de l'utilisation d'engins forestiers. Notice pour le praticien 45, 12 pp.

Exploitation du bois dans le Steigerwald, Bavière: pour que la biodiversité ne finisse pas en fumée

Ulrich Mergner

Forstbetriebsleiter Ebrach, Bayerische Staatsforsten, Allemagne
ulrich.mergner@baysf.de

Avec 20 000 à 25 000 mètres cubes de bois de feu pour une exploitation annuelle d'environ 100 000 mètres cubes de bois, l'entreprise forestière d'Ebrach (surface forestière: 16 500 ha) est un des plus grands producteurs de bois-énergie en Bavière. Les acheteurs du bois de feu sont plus de 2000 petits et quelques grands clients. De plus, on compte plus de 25 scieries régionales, souvent spécialisées sur la transformation du bois de feuillus. En même temps, l'entreprise forestière est responsable du maintien de la biodiversité dans le «Steigerwald» (proportion de feuillus: 75%), caractérisée par différentes associations de la hêtraie. Le maintien de la biodiversité est également un mandat légal.

Il s'agit donc de concilier des objectifs divergents par un concept intelligent. Notre but est de rendre l'implantation des espèces forestières dont la présence a été prouvée dans les réserves forestières naturelles à nouveau possible dans toutes les forêts, sans pour autant renoncer à l'exploitation du bois. L'indicateur principal est le groupe des coléoptères saproxyliques. En comparaison avec d'autres groupes d'espèces, ceux-ci n'ont qu'une faible capacité de dispersion, et le maintien de leurs populations nécessite une bonne mise en réseau des structures d'habitat.

Dans le cadre du concept régional de protection de la nature d'Ebrach, toute une gamme de mesures ont été prises:

Bois mort

Environ 15 à 20% du bois abattu restent en forêt en tant que bois mort à terre. Lors de la récolte, l'arbre est coupé au niveau de la première branche charpentière; le haut du tronc et la couronne restent en forêt. De cette manière, on crée également du bois mort de fort diamètre, particulièrement important pour les champignons saproxyliques.

Arbres-habitats

Dans tous les peuplements exploités, l'objectif est d'obtenir 10 arbres-habitats par hectare. Un arbre-habitat est défini comme un arbre à cavités, à polypores et avec du bois dur apparent. Ces arbres-habitats restent dans le peuplement jusqu'à leur mort naturelle. De cette manière, 150 000 arbres au total seront à disposition de la biodiversité sur toute la surface de l'entreprise forestière. Afin de permettre la création durable d'arbres-habitats, on renonce en principe à supprimer les arbres prédominants mal formés lors des soins sylvicoles. Les arbres fourchus, les arbres avec des grosses branches ou des branches pourries, ou encore avec des fentes ou autres défauts du bois sont ménagés en tant qu'arbres-habitats de relève; ils ne sont cependant pas spécialement favorisés. Etant donné que les feuillus développent de grandes couronnes, le maintien d'arbres-habitats doit être comptabilisé en considérant la surface occupée. Dans l'entreprise forestière d'Ebrach nous comptons 50 m^2 par arbre. Ceci représente une surface partielle non exploitée théorique d'environ 750 hectares.

Biotopes relais et lisières d'une grand valeur écologique

Sur toute la surface de l'entreprise forestière se trouvent des biotopes relais, c'est-à-dire des petites surfaces de 0,3 à 20 hectares sur lesquelles se concentrent des arbres à haute valeur écologique. Ils servent «d'escale» aux espèces lors de leur dispersion spatiale et relient les réserves forestières naturelles entre elles et avec la forêt exploitée. De plus, on notera les lisières d'une grande valeur écologique (sans intervention, pour permettre la création de bois mort). Ainsi, plus de 200 biotopes relais et 40 km de lisières à haute valeur écologique couvrent au total environ 700 hectares sur lesquels on renonce durablement à l'exploitation.

Réserves forestières naturelles

Six réserves forestières naturelles entre 23 et 180 hectares garantissent le maintien et l'intégrité de peuplements représentatifs, dans lesquels l'exploitation a été arrêtée déjà depuis plusieurs décennies. Leur surface totale se monte à 430 hectares. Les réserves forestières naturelles servent «d'assurance-vie» à la biodiversité en forêt, de référence pour l'évaluation de la diversité des espèces

forestières et de lieux d'apprentissage concernant les processus naturels. Ces dernières années, elles ont été étudiées attentivement par les scientifiques.

La biodiversité réagit aux mesures prises

Le concept de protection de la nature en forêt est bien ancré dans la gestion forestière de l'entreprise forestière d'Ebrach. Depuis 2006, il est mis en œuvre systématiquement par les 70 collaborateurs et collaboratrices. La biodiversité montre déjà une réaction. Par exemple, les hydnes (Hericium), réagissant surtout à l'offre en bois mort à terre, ou le ténébrion (*Bolitophagus reticulatus*), qui s'est répandu sur toute la surface et utilise l'offre de plus en plus abondante en amadouviers (*Fomes fomentarius*) avec une rapidité inattendue. Même des espèces extrêmement rares telles que le coléoptère *Trox perrisii* ont été trouvées – pas uniquement dans les réserves forestières naturelles, mais également dans un biotope relais en forêt exploitée.

Bois mort important pour la fertilité durable

L'abandon de bois en forêt – debout ou à terre, mort ou vivant – résulte dans la dernière étape de décomposition en humus riche en nutriments. Chez le hêtre, en particulier, souvent plus de la moitié des cations, tels que le magnésium, le manganèse, le phosphore, le calcium ou le potassium sont stockés dans le bois. D'un autre côté, les apports élevés d'azote entraînent un accroissement très élevé (8,5 silves/an et hectare), de sorte qu'une utilisation totale du bois abaisserait durablement le bilan de nutriments des sols et diminuerait fortement l'accroissement des arbres. C'est pourquoi la protection de la biodiversité par l'abandon de bois sert à long terme également les intérêts économiques.

La durabilité et l'utilisation matérielle du bois limitent l'exploitation du bois-énergie

Nous accordons une priorité absolue à la gestion durable au sens large. Elle pose des limites à l'exploitation du bois-énergie. De plus, du point de vue de la fixation à long terme du CO_2, il est plus sensé de privilégier d'abord l'utilisation matérielle du bois, et ensuite seulement son utilisation énergétique (utilisation en cascade), au lieu d'une utilisation immédiate en tant que bois-énergie. L'utilisation du bois-énergie de forêt peut être une option valable dans des régions riches en forêt («bois de flux court»), dans des bâtiments bien isolés et comme part d'un mix énergétique.

Suivi scientifique du concept de protection de la nature en forêt d'Ebrach

Le renoncement d'exploitation sur environ 11% de la surface forestière et le renoncement de valorisation jusqu'à 20% du bois lors de la récolte sont les prestations fournies pour la recolonisation de la forêt par la biodiversité. Actuellement, une étude scientifique s'attelle à la question de savoir si de tels efforts sont nécessaires.

Le concept de protection de la nature offre un autre avantage: les propriétaires, forestiers et protecteurs de la nature intéressés peuvent exporter certains éléments du concept dans leur domaine d'action. C'est la raison pour laquelle il existe une grande demande pour des excursions, des conférences et des publications au sujet du concept de protection de la nature d'Ebrach.

Annexe: Illustrations

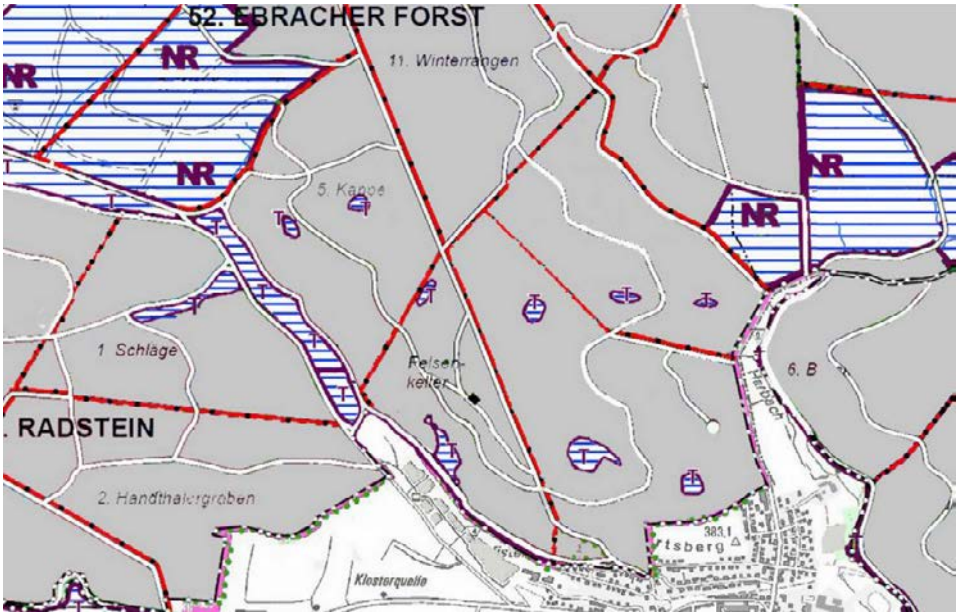


Fig. 1: Les réserves forestières naturelles (hachurées en bleu avec «NR») sont mutuellement mises en réseau par les biotopes relais (hachurés en bleu avec «T») – les deux types de surfaces sont durablement soustraites à l'exploitation – et également mises en réseau avec les arbres-habitats (10 par hectare dans les surfaces exploitées, en gris).

Abb. 1: Die Naturwaldreservate (blau schraffiert mit «NR») werden über Trittsteinflächen (blau schraffiert mit «T») – beide Flächen sind dauerhaft aus der Nutzung genommen – untereinander und mit den Biotopbäumen (10 St in den bewirtschafteten grauen Waldflächen) vernetzt.

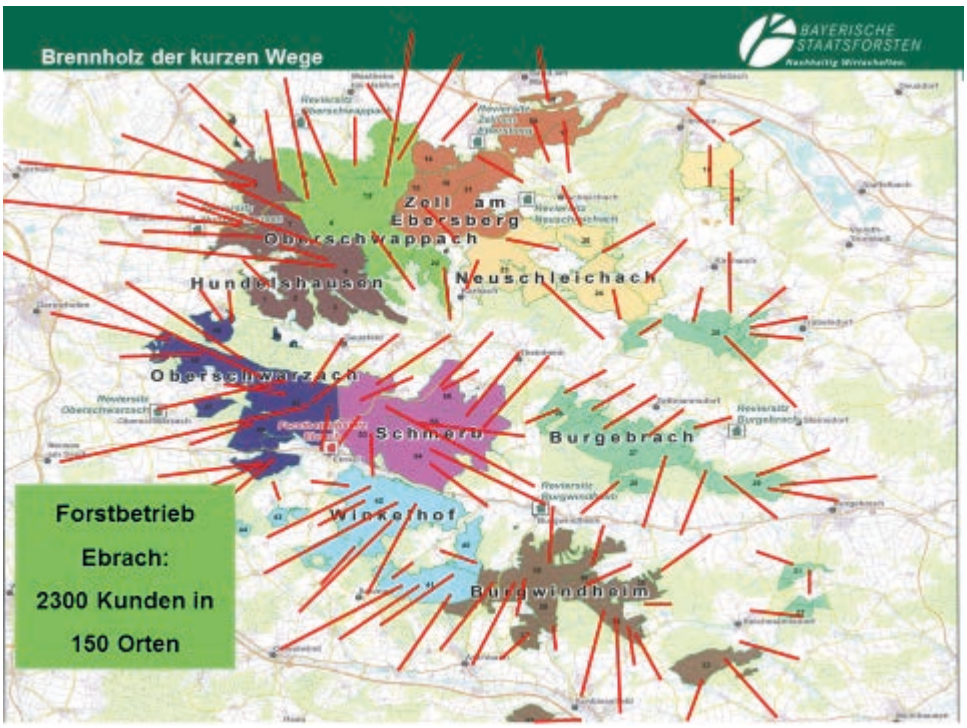


Fig. 2: Chaque ligne rouge mène d'une localité vers le «Staatswald» (forêt publique) le plus proche d'un triage de l'entreprise forestière d'Ebrach (en couleur, environ 1850 ha de surface forestière par triage).

Abb. 2: Jede rote Linie führt von einer Ortschaft in den nächst gelegenen Wald der Staatswaldreviere des Forstbetriebs Ebrach (farblich hervorgehobene Flächen, je Revier ca. 1850 ha Waldfläche).

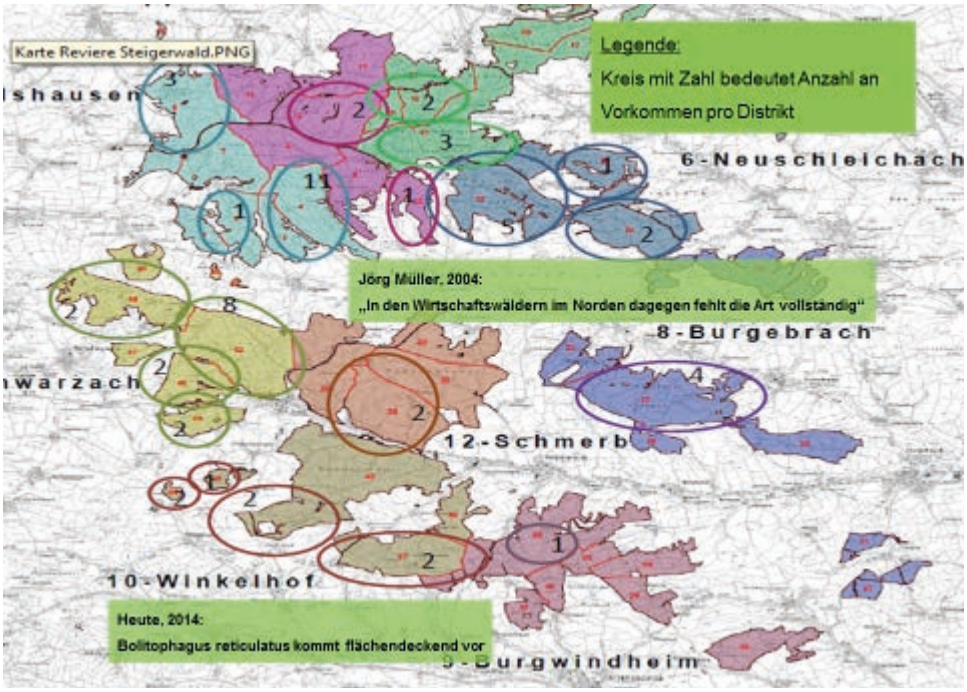


Fig. 3: Il y a 10 ans, le ténébrion (Bolitophagus reticulatus) était seulement présent dans les réserves forestières naturelles et leurs abords immédiats dans la partie nord du Steigerwald (triage Oberschwarzach, Schmerb, Winkelhof). Aujourd'hui, on le trouve sur toute la surface. Les chiffres accompagnant les cercles et les ovales indiquent le nombre d'occurrences pour l'arrondissement forestier.

Abb. 3: Vor 10 Jahren kam der Schwarzkäfer (Bolitophagus reticulatus) lediglich in den Naturwaldreservaten und dem näheren Umfeld im oberen Steigerwald vor (Revier Oberschwarzach, Schmerb, Winkelhof). Heute kommt er flächendeckend vor.

Fig. 4: Les arbres-habitats ne doivent pas forcément être très gros. Un arbre de petit diamètre avec une grande cavité a plus de valeur écologique qu'un arbre très gros sans cavité.

Abb. 4: Biotopbäume müssen nicht riesig sein. Ein dünner Baum mit Höhle ist ökologisch wertvoller als ein dicker Baum ohne Höhle.

Fig. 5: Les hêtres portant l'amadouvier sont souvent également porteurs de cavités de pic.

Abb. 5: Zunderschwammbuchen sind vielfach kombiniert mit Spechthöhlen.

Fig. 6: Jadis très rare, aujourd'hui de plus en plus fréquent: Hericium coralloides se développe sur les hêtres morts de gros diamètre. Ces bois morts sont créés lors de la récolte du bois en coupant au niveau de la première branche charpentière. Cette partie de l'arbre reste en forêt au lieu d'être découpé en bois de feu.

Abb. 6: Einst sehr selten – heute immer häufiger: der Ästige Stachelbart (Hericium coralloides) besiedelt starkes Buchentotholz, welches durch Zopfen beim ersten starken Ast im Wald liegen bleibt und nicht als Brennholz aufgearbeitet wird.

Schutz trotz Nutzung – das Ebracher Konzept gegen das Verheizen der Artenvielfalt

Ulrich Mergner

Forstbetriebsleiter Ebrach, Bayerische Staatsforsten, Deutschland
ulrich.mergner@baysf.de

Mit 20'000 bis 25'000 Festmeter Brennholz bei einem jährlichen Holzeinschlag von rund 100'000 Festmeter ist der Forstbetrieb Ebrach (Waldfläche: 16'500 ha) einer der grössten Energieholzproduzenten in Bayern. Über 2000 Kleinkunden aus dem Steigerwald und eine Handvoll Grosskunden sind die Abnehmer des Brennholzes. Hinzu kommen über 25 regionale Sägewerksbetriebe, die vielfach auf die Verarbeitung von Laubholz spezialisiert sind. Gleichzeitig trägt der Forstbetrieb die Verantwortung für die Sicherung der Waldartenvielfalt in dem von Buchenwaldgesellschaften geprägten Teil des Steigerwaldes (Laubbaumanteil: 75%). Die Sicherung der Biodiversität ist auch gesetzlicher Auftrag.

Es gilt somit divergierende Ziele durch ein intelligentes Konzept unter einen Hut zu bringen. Im Sinne von Optimierung statt Maximierung ist es das Ziel, die Waldarten, die in den Naturwaldreservaten nachgewiesen wurden, wieder in allen Wäldern anzusiedeln, ohne auf die Holznutzung völlig zu verzichten. Als wichtigster Weiser gilt dabei die Artengruppe der xylobionten Käferarten. Diese haben im Vergleich zu anderen Artengruppen nur eine geringe Ausbreitungsdynamik und benötigen zur Erhaltung der Populationen eine gute Vernetzung an Habitatstrukturen.

Im Rahmen des regionalen Ebracher Naturschutzkonzepts wurde dafür ein ganzes Bündel an Massnahmen auf den Weg gebracht:

Totholz

Etwa 15 bis 20% des eingeschlagenen Holzes verbleiben nach der Holzernte als liegendes Totholz im Wald. Dadurch, dass bei der Holzernte beim ersten starken Ast gezopft wird und der obere Stammteil mitsamt der Krone im Wald liegen bleibt, entsteht auch starkes Totholz, welches vor allem für xylobionte Pilzarten lebenswichtig ist.

Biotopbäume

In allen bewirtschafteten Waldbeständen wird die Anzahl von 10 Biotopbäumen pro Hektar angestrebt. Als Biotopbäume gelten Bäume mit Höhlen, mit Konsolenpilzen oder mit freiliegendem Holzkörper. Sie verbleiben bis zu ihrem natürlichen Absterben im Bestand. So werden der Waldartenvielfalt zukünftig auf der Fläche des Forstbetriebs 150'000 Bäume zur Verfügung stehen. Damit die Biotopbäume auch nachhaltig entstehen, wird auf den Aushieb von Protzen bei der Jugendpflege grundsätzlich verzichtet. Bäume mit Zwiesel, Stark- oder Faulästen, Rinnen oder anderen Holzfehlern werden als Biotopbaumanwärter geschont, jedoch nicht eigens gefördert. Laubbäume entwickeln grosse Kronen. Das Stehenlassen von Biotopbäumen muss deshalb flächenmässig berücksichtigt werden. Im Forstbetrieb Ebrach kalkulieren wir mit 50 m^2 pro Baum. Das stellt eine nicht genutzte ideelle Teilfläche von rund 750 Hektar dar.

Trittsteine und ökologisch wertvolle Waldränder

Trittsteine sind auf der gesamten Waldfläche des Forstbetriebs verteilte Kleinflächen zwischen 0,3 und 20 Hektar Grösse, auf denen sich eine grössere Anzahl ökologisch höherwertiger Bäume befindet. Sie dienen der Artenvielfalt zur «Zwischenlandung» bei der Ausbreitung und vernetzen so die Naturwaldreservate untereinander und mit dem bewirtschafteten Wald. Hinzu kommen ökologisch wertvolle Waldränder. Mehr als 200 Trittsteine und 40 km ökologisch wertvolle Waldränder ergeben rund 700 Hektar Fläche, in denen dauerhaft auf Bewirtschaftung verzichtet wird.

Naturwaldreservate

Sechs Naturwaldreservate zwischen 23 und 180 Hektar Grösse sichern repräsentative Waldorte, in denen teilweise schon seit Jahrzehnten die Nutzung eingestellt ist. Ihre Gesamtfläche beträgt 430 Hektar. Naturwaldreservate dienen als «Lebensversicherung» für die Waldartenvielfalt, als Benchmark für die Beurteilung der Waldartenvielfalt und Lernorte für natürliche Prozesse. Sie wurden in den vergangenen Jahren wissenschaftlich bereits gut untersucht.

Artenvielfalt reagiert auf Massnahmen

Das Naturschutzkonzept ist fest verankerter Bestandteil des integrativen Waldbewirtschaftungsansatzes des Forstbetriebs Ebrach. Es wird seit 2006 konsequent von allen 70 MitarbeiterInnen umgesetzt. Die Artenvielfalt reagiert bereits: Beispiele sind die Stachelbartpilze (Hericium-Arten), die überwiegend auf das Angebot an liegendem Totholz reagieren, oder der Schwarzkäfer (*Bolitophagus reticulatus*), der sich flächendeckend ausgebreitet hat und in unerwarteter Schnelligkeit das immer reichhaltigere Angebot an Zunderschwämmen (*Fomes fomentarius*) nutzt. Selbst seltenste Käferarten wie der Knochenkäfer *(Trox perrisii*) wurden gefunden – nicht im Naturwaldreservat, sondern auf einer Trittsteinfläche im Wirtschaftswaldbereich.

Totholz wichtig für Nährstoffnachhaltigkeit

Das Belassen von Biotopholz – sei das stehend oder liegend, tot oder lebend – führt in der letzten Verwertungsstufe zu einem nährstoffreichen Humus. Gerade bei der Baumart Buche sind oft weit über die Hälfte der Kationen wie Magnesium, Mangan, Phosphor, Calcium oder Kalium im Holz gespeichert. Der hohe Stickstoffeintrag führt andererseits zu sehr hohen Zuwächsen (8,5 Erntefestmeter/Jahr und Hektar), so dass eine vollständige Nutzung des Holzes auf lange Sicht die Nährstoffbilanz der Böden dauerhaft verringern würde und die Holzzuwächse drastisch sinken liesse. Deshalb dient der Schutz der Biodiversität durch Belassen von Biotopholz langfristig auch dem Menschen.

Nachhaltigkeit und stoffliche Verwertung setzen Brennholznutzung Grenzen

Oberste Priorität hat deshalb die umfassende Nachhaltigkeit. Sie setzt der Brennholznutzung Grenzen. Aus Sicht einer langfristigen Bindung von CO_2 sind zudem die stoffliche Verwertung von Holz und die energetische Nutzung am Ende andersweitiger Verwendungen (Kaskadennutzung) sinnvoller als die sofortige Nutzung als Brennholz. Allenfalls in waldreichen Gebieten («Holz der kurzen Wege»), bei Verwendung in gut gedämmten Gebäuden und als Teil eines Energiemix, ist eine Brennholznutzung vertretbar.

Wissenschaftliche Begleitung des Ebracher Naturschutzkonzepts

Der Nutzungsverzicht auf rund 11% der Waldfläche und der Verwertungsverzicht von bis zu 20% bei der Holznutzung sind die Leistung, die für die Wiederbesiedlung von Waldflächen durch die Waldartenvielfalt erbracht werden. Ob dies in dem genannten Mass erforderlich ist, wird derzeit wissenschaftlich untersucht.

Das Naturschutzkonzept bietet einen weiteren Vorteil: Interessierte Waldbesitzer, Forstleute und Naturschützer können einzelne Komponenten daraus für ihren Wirkungsbereich übernehmen. Exkursionen, Vorträge und Veröffentlichungen über das Ebracher Naturschutzkonzept werden deshalb stark nachgefragt.

Anhang: Bildmaterial

Abb. 1 (s. frz. Version): Die Naturwaldreservate (blau schraffiert mit «NR») werden über Trittsteinflächen (blau schraffiert mit «T») – beide Flächen sind dauerhaft aus der Nutzung genommen – untereinander und mit den Biotopbäumen (10 St in den bewirtschafteten grauen Waldflächen) vernetzt.

Abb. 2 (s. frz. Version): Jede rote Linie führt von einer Ortschaft in den nächst gelegenen Wald der Staatswaldreviere des Forstbetriebs Ebrach (farblich hervorgehobene Flächen, je Revier ca. 1850 ha Waldfläche)

Abb. 3 (s. frz. Version): Vor 10 Jahren kam der Schwarzkäfer (Bolitophagus reticulatus) lediglich in den Naturwaldreservaten und dem näheren Umfeld im oberen Steigerwald vor (Revier Oberschwarzach, Schmerb, Winkelhof). Heute kommt er flächendeckend vor.

Abb. 4 (s. frz. Version): Biotopbäume müssen nicht riesig sein. Ein dünner Baum mit Höhle ist ökologisch wertvoller als ein dicker Baum ohne Höhle.

Abb. 5 (s. frz. Version): Zunderschwammbuchen sind vielfach kombiniert mit Spechthöhlen.

Abb. 6 (s. frz. Version): Einst sehr selten – heute immer häufiger: der Ästige Stachelbart (Hericium coralloides) besiedelt starkes Buchentotholz, welches durch Zopfen beim ersten starken Ast im Wald liegen bleibt und nicht als Brennholz aufgearbeitet wird.

Un nouveau taillis-sous-futaie à Belpau: synergie entre bois-énergie et biodiversité

Philippe Graf

Office des forêts du canton de Berne, Berne
philippe.graf@vol.be.ch

Introduction

Le taillis-sous-futaie (TSF) est un régime forestier documenté depuis le XII^{ème} siècle. Initialement destinée principalement à la production de bois de feu, la production de bois de qualité a pris de l'importance avec le temps et les TSF ont gagné en volume sur pied, au détriment de l'exploitation des taillis. En Suisse, d'après l'IFN3, encore 1% de la surface forestière est traité en TSF.

Le Canton de Berne et la Confédération soutiennent les projets en faveur des TSF dans le cadre de la convention programme RPT Biodiversité en forêt. L'objectif premier du canton pour le projet présenté ci-dessous est la promotion de la biodiversité et non la production de bois-énergie.

Le taillis-sous-futaie «Obere Belpau»

En 2011, la bourgeoisie de Belp a décidé de transformer une partie de sa propriété forestière en TSF. Elle a conclu un contrat de servitude avec le canton, dans lequel elle s'engage à exploiter environ 25 ha en TSF durant les 50 prochaines années. La surface concernée est une ancienne forêt alluviale ayant perdu sa dynamique par la correction de l'Aare entre 1824 et 1859.

Par manque d'inondations régulières et l'abaissement de la nappe phréatique, la station s'est asséchée. Aujourd'hui, l'épicéa peut se régénérer naturellement. On y retrouve également du chêne, hêtre, pin sylvestre et différents saules ainsi que, selon les microstations, de l'érable, du frêne, de l'orme, du merisier ou de l'aulne blanc.

L'Obere Belpau se situe dans différents inventaires et zones protégées:

- Zone alluviale d'importance nationale
- Site de reproduction de batraciens d'importance nationale
- Paysage, sites et monuments naturels d'importance nationale
- Site Émeraude (Natura 2000)
- Réserve naturelle cantonale
- Inventaire cantonal des objets naturels en forêt

Techniquement, il s'agit d'une réserve forestière particulière. En 2011, le canton a mis en place une protection de la nature contractuelle avec la bourgeoisie de Belp au moyen d'un contrat de servitude sur 50 ans et d'un contrat d'exploitation sur 10 ans. Ce dernier sera renégocié en 2020.

L'objectif principal du projet est la mise en place et la gestion sur le long terme de la gestion en TSF de l'Obere Belpau. En outre, le projet définit des sous-objectifs concernant le mélange des essences, la mise en place de lisières étagées, de tas de branches ou encore la conservation de bois mort sur pied au sein du TSF.

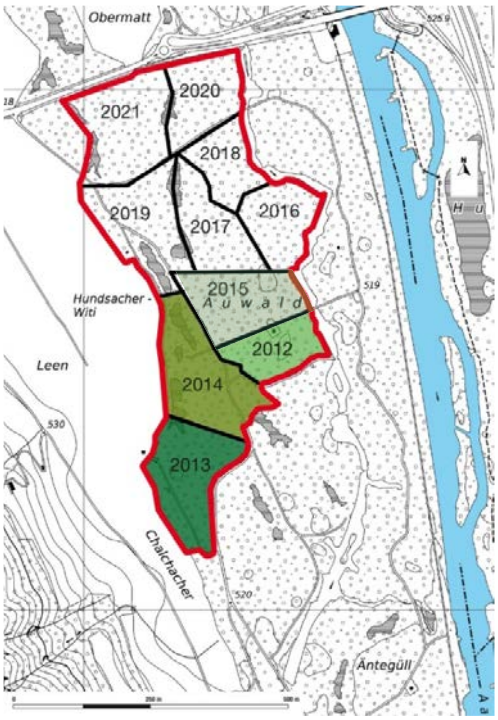


Fig. 1: Plan de balivage.

Le principe de gestion consiste à subdiviser les 25 ha du périmètre en 10 secteurs (fig. 1). Chaque année, un secteur est traité, soit pour la conversion dans un premier temps, soit pour l'exploitation du taillis et d'une partie de la réserve par la suite.

Jusqu'à présent, quatre secteurs ont été traités en vue de la conversion en TSF. Il s'agit d'interventions fortes avec un volume sur pied après l'intervention de 60 à 90 m^3/ha. Les photos présentées dans le tableau 1 permettent de comparer la situation avant (2010) et après les interventions effectuées à ce jour.

Synergie entre bois-énergie et biodiversité

Le projet présenté ci-dessus ne fait pas l'objet d'un suivi détaillé. Les points présentés ci-dessous sont ainsi issus d'une réflexion globale et ne sont pas tous étayés par des données significatives.

Aspect biodiversité

Le TSF se caractérise par un peuplement clair avec des arbres à larges houppiers qui favorisent les espèces hélio- et thermophiles. Les interventions étapées sur 10 ans permettent l'établissement d'une mosaïque de différentes structures présentant à une multitude d'espèces spécialisées une offre de niches différentes. On peut ainsi reproduire aussi bien un climat typiquement forestier que des conditions semblables à un milieu ouvert sur une petite surface.

Ce mode de gestion favorise l'établissement d'une grande diversité d'essences d'arbres et d'arbustes, ainsi qu'une diversité de structures.

Le peuplement clair en combinaison avec la conservation de bois mort sur pied et l'établissement de tas de branches sur l'ensemble du périmètre permet la mise en réseau de différents milieux, qu'ils soient forestiers ou non.

Tab. 1: *Photos avant/après.*

SECTEUR	ÉTAT 2010	ÉTAT 2016
2012		
2015		
2016		

Aspect production bois-énergie

Le peuplement est en phase de conversion de la futaie vers une gestion de TSF. Dans cette première phase, les interventions produisent une grande quantité de bois énergie mais également du bois d'œuvre. De manière générale, les interventions sont coûteuses et produiront avant tout du bois-énergie. Dans le cas présenté, l'exploitant a participé à la mise en place d'un réseau d'installations utilisant des plaquettes forestières. La proximité de tels acheteurs fait partie des facteurs de réussite de ce projet.

Quelques chiffres (source A. Biland)

Résultats de la coupe réalisée en 2015:

Surface de la coupe	3 ha
Volume sur pied avant coupe	240 m^3/ha
Volume sur pied après coupe	60 m^3/ha
Volume exploité:	540 m^3
• Grumes	246 m^3
• Bois-énergie	294 m^3

Vente des bois	CHF 38 736.–
Coûts de la coupe (y.c. nettoyage parterres de coupe)	CHF 36 391.–
Bénéfices hors contribution cantonale	CHF 2345.–
CHF 781.–/ha	
Contribution cantonale (RPT)	CHF 8000.–/ha

En conclusion

Ainsi que le titre l'évoque, dans le cas du TSF on assiste principalement à des synergies entre biodiversité et bois-énergie, mais il y a également quelques conflits que je souhaite aborder en conclusion. Les objectifs quant au volume de bois mort à conserver peuvent entrer en conflit avec l'exploitation du bois-énergie pour des questions de sécurité pour les travailleurs lors de l'exploitation. Un tel projet axé sur la biodiversité apporte également son lot de prérogatives telles que la création de tas de branches ou encore un volume cible de bois mort qui provoquent des charges supplémentaires.

Dans le cas de l'Obere Belpau, l'analyse ne doit pas se limiter à la confrontation entre biodiversité et bois-énergie mais certainement intégrer les aspects suivants dans les réflexions:

- Valeur historique et culturelle de cette forme culturale
- Fonction de délassement: en raison de sa proximité avec Belp et Berne, le périmètre est fortement visité par la population. De plus le peuplement en question est traversé par une piste cyclable.
- Protection contre les dangers naturels: le projet est à proximité immédiate de l'Aare et remplit une fonction de protection en cas de crue.
- Production d'eau potable: le périmètre est couvert par une zone S1 et S2 sur 80% de sa surface.

Selon les expériences faites jusqu'à présent dans le cadre du projet TSF Obere Belpau, les conditions *sine qua non* à la réussite d'une mise en place d'un TSF sont les suivantes:

- Un peuplement de départ riche en essences
- Sols/stations pauvres
- Bonne desserte
- Acheteurs/clients locaux pour le bois énergie ou propres installations
- Soutien des acteurs locaux (forestiers, propriétaires et population)

Références

Gubsch, M.; Lüscher, R., 2014: Wiederbelebung einer traditionellen Bewirtschaftungsform. Wald Holz 3/14, 24–27.

Schütz, J.-P., 1997: Sylviculture 2: la gestion des forêts irrégulières et mélangées, Lausanne: Presse polytechniques et universitaire romandes. 178 p.

Zahnd, Ch.; Gubsch, M.; Biland, A., 2010: Waldnutzung «Obere Belpau» – Grundlagen für eine Mittelwaldbewirtschaftung. Schlussbericht (rapport de projet non publié).

Biland, A., 2015: Nachkalkulation Los 4 (manuscrit).

Favoriser la biodiversité *malgré* l'utilisation du bois-énergie ou *grâce* à elle?

Daniela Pauli et Jodok Guntern

Forum Biodiversité, Scnat, Berne
daniela.pauli@scnat.ch

Thibault Lachat

Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, Zollikofen, et Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf

L'exploitation du bois-énergie peut avoir des conséquences négatives sur la biodiversité en forêt; à l'inverse, la promotion de la biodiversité peut entraver une exploitation du bois efficace. L'existence de conflits est donc bien connue – mais y a-t-il également des synergies? En d'autres mots: quelles espèces ou structures forestières ne peuvent pas seulement être favorisées *malgré* l'utilisation du bois-énergie, mais surtout *grâce* à elle? Quelles interventions sylvicoles servent les deux buts, bois-énergie et biodiversité, et dans quelles conditions s'excluent-elles mutuellement? Quels défis sont à relever, quels incertitudes subsistent-elles, à quels obstacles la réalisation sur place fait-elle face – et comment ceux-ci peuvent-ils être surmontés? Dans cet *open space* nous cherchons des solutions et discutons des approches qui profitent à la fois à l'économie forestière et à la promotion de la biodiversité. Si la discussion est riche en résultats, nous envisageons d'en tirer un document de travail adressé aux milieux de l'économie forestière, de la protection de la nature et de la recherche.

Biodiversitätsförderung *trotz* oder *dank* Energieholznutzung?

Daniela Pauli und Jodok Guntern

Forum Biodiversität, Scnat, Bern
daniela.pauli@scnat.ch

Thibault Lachat

Hochschule für Agrar, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, und Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf
thibault.lachat@wsl.ch

Die Energieholznutzung kann sich nachteilig auf die Waldbiodiversität auswirken; umgekehrt kann die Biodiversitätsförderung einer effizienten Holznutzung im Weg stehen. Dass es Konflikte geben kann, ist also bekannt – doch gibt es auch Synergien? Oder anders gefragt: Welche Arten oder welche Waldstrukturen lassen sich nicht nur *trotz*, sondern *dank* der Energienutzung fördern? Welche Eingriffe in den Wald sind beiden Zielen dienlich, unter welchen Bedingungen schliessen sie sich aus? Welche Herausforderungen sind dabei anzugehen, mit welchen Unbekannten ist zu rechnen, welche Hindernisse bestehen bei der Realisierung vor Ort – und wie lassen sie sich überwinden? In diesem Open Space wollen wir nach Lösungen suchen, von denen Waldwirtschaft und Biodiversitätsförderung gleichermassen profitieren und mögliche Annäherungen diskutieren. Je nach Ergiebigkeit der Diskussion planen wir, die Ergebnisse in ein Arbeitspapier einfliessen zu lassen, das in Botschaften zuhanden Waldwirtschaft, Naturschutz und Wissenschaft mündet.

Le taillis-sous-futaie pour les papillons, les essences pionnières, les chênes et le bois-énergie: peut-on tout concilier?

Pascale Weber et Corina Schiess

Amt für Landschaft und Natur, Zurich
pascale.weber@bd.zh.ch

Un grand nombre d'espèces forestières menacées dépendent moins de la forêt que des conditions d'habitat et des structures spécifiques qu'elle offre: par exemple des vieux arbres, du bois mort, une écorce rugueuse, des fleurs en abondance, et la présence de certaines plantes nourricières, une strate herbacée et buissonnante bien structurée et – ce qui est primordial – un ensoleillement suffisant. Un bon exemple d'une espèce ayant des exigences complexes est le thécla du chêne, un papillon dont la chenille est tributaire de jeunes chênes issus de francs pieds ou de rejets de souches pour son développement. Mais beaucoup d'autres papillons diurnes et de papillons de nuit, ainsi que nombre de coléoptères saproxyliques ont également des exigences d'habitat spécifiques que l'on ne trouve que rarement dans les forêts ombragées et à croissance rapide. A l'inverse, l'utilisation historique des forêts et leurs structures reliques existant encore il y a quelques décennies étaient favorables à ces espèces.
Dans cet *open space* nous discuterons des moyens de créer des synergies entre la production de bois-énergie et le maintien de la biodiversité. Quelles formes d'exploitation sont favorables à la biodiversité en forêt? Est-il réellement possible de concilier productivité et promotion de la biodiversité – et sinon, où faut-il accepter des sacrifices? De quoi faut-il tenir compte spécifiquement, par exemple pour un taillis-sous-futaie qui ne doit pas seulement produire du bois-énergie, mais également être un habitat de valeur, de la strate herbacée jusqu'à la canopée? Notre *open space* s'adresse à toutes les personnes intéressées du domaine forestier et de la biodiversité.

Mittelwald für Schmetterlinge, Pionierbaumarten, Eichen und Energie: ist das alles möglich?

Pascale Weber und Corina Schiess

Amt für Landschaft und Natur, Zürich
pascale.weber@bd.zh.ch

Viele gefährdete Waldarten sind weniger auf den Wald an sich, sondern auf spezifische waldtypische Habitateigenschaften und -strukturen angewiesen, wie z.B. Altholz, Totholz, Rindenstruktur, Blütenangebot und Vorkommen bestimmter Nahrungspflanzen, eine strukturierte Kraut-/Strauchschicht und – ganz wichtig – auf eine ausreichende Besonnung. Ein gutes Beispiel für komplexe Ansprüche ist der Eichenzipfelfalter, welcher besonnte Jung- und Ausschlageichen als Raupenentwicklungsort benötigt. Aber auch viele weitere Tag- und Nachtfalterarten, sowie xylobionte Käferarten haben spezifische Lebensraumansprüche, welche in den heutigen meist schattigen und raschwüchsigen Wäldern rarer erfüllt sind als dies unter historischer Waldnutzung und bis vor wenigen Jahrzehnten noch dank vorhandener Reststrukturen der Fall war.
In diesem Open-Space diskutieren wir auf diesem Hintergrund Möglichkeiten, wie Synergien geschaffen werden können zwischen Energieholzproduktion und Biodiversität. Welche Bewirtschaftungsformen bringen viel für die Biodiversität? Sind Produktivität und Biodiversitätsförderung überhaupt vereinbar oder wo braucht es Abstriche? Worauf ist besonders zu achten, z.B. wenn ein Mittelwald nicht nur Energieholz abwerfen, sondern auch von der Krautschicht bis zum Kronenbereich einen wertvollen Lebensraum bieten soll? Angesprochen sind alle am Thema interessierten sowohl aus dem Forst- als auch dem Biodiversitätsbereich.

Intensification de l'exploitation du bois(-énergie): qu'en est-il des néophytes?

Marco Conedera

Institut fédéral de recherches WSL, Bellinzona
marco.conedera@wsl.ch

Toute augmentation de l'exploitation de bois entraîne inévitablement des interventions sylvicoles plus intensives. Du point de vue écologique, celles-ci peuvent être considérées comme de fortes perturbations qui augmentent la sensibilité de l'écosystème forestier face à des invasions biologiques. La plus forte luminosité et les scarifications du sol après une coupe de bois représentent les conditions de germination idéales pour les essences forestières allochtones à caractère pionnier, par exemple le robinier faux-acacia ou l'ailante, mais également pour des néophytes herbacées envahissantes.
Partout où de telles néophytes envahissantes exercent une forte pression, il est difficile de satisfaire à la fois les objectifs de production de bois et les exigences en matière de la biodiversité. Il n'existe guère de mesures sylvicoles préventives adéquates, et les interventions de remédiation des sites risquent d'être très coûteuses.
Par contre, dans les régions où les néophytes arborescentes telles que le robinier faux-acacia ou l'ailante sont déjà fortement implantées et ne peuvent plus guère être combattues, une utilisation active de ces essences à croissance rapide et à haut pouvoir calorifique (avec 4,5 kwh/kg) en tant que bois-énergie pourrait être envisagée comme vision d'avenir ou matière à réflexion.
Dans le cadre des discussions en groupe de cet *open space* nous souhaitons rassembler puis discuter ensemble les expériences et autres réflexions issues de la pratique.

Intensivierte (Energie-)Holznutzung: wie steht es mit den Neophyten?

Marco Conedera

Institut fédéral de recherches WSL, Bellinzona
marco.conedera@wsl.ch

Eine erhöhte Holznutzung bringt zwangsläufig intensivere waldbauliche Eingriffe mit sich, die ökologisch als stärkere Störung der Waldökosysteme angesehen werden können. Solche Störungen gelten als ideale Voraussetzung für eine erhöhte Invasionsempfindlichkeit von Waldökosystemen. Verbesserte Lichtverhältnisse und Bodenschürfungen nach einem Holzschlag stellen ideale Keimbedingungen für viele gebietsfremde Baumarten mit Pioniercharakter dar, wie zum Beispiel für die Robinie oder den Götterbaum, aber auch für kräutige nicht-einheimische und zum Teil invasive Neophyten.
Überall dort, wo der Druck von solchen invasiven Neophyten gross ist, ist die Vereinbarung von Produktionszielen und Anforderungen an die Nachhaltigkeit der Waldbiodiversität nur sehr schwierig zu erreichen. Geeignete vorbeugende waldbauliche Massnahmen sind kaum vorhanden, und nachträgliche Sanierungseingriffe dürften sehr teuer werden.
Anderseits könnte in Gebieten, wo Baumneophyten wie die Robinie oder der Götterbaum ohnehin nicht mehr wegzudenken oder zu bekämpfen sind, eine aktive Energieholz-Nutzung solcher schnell wachsenden Baumarten mit hohem Brennwert (mit 4,5 kwh/kg) als Vision/Denkanstoss in Erwägung gezogen werden.
In Rahmen der Gruppendiskussion dieser Open Space Session wollen wir bereits bestehende Erfahrungen sowie Gedanken aus der Praxis sammeln und gemeinsam diskutieren.

Comment mobiliser le bois sans évincer la faune sensible aux dérangements?

Pierre Mollet

Station ornithologique suisse, Sempach
pierre.mollet@vogelwarte.ch

Les perturbations causées par les humains peuvent évincer les animaux sauvages de leurs habitats. Elles peuvent également engendrer une perte importante d'énergie ou un stress endocrinologique. Les espèces rares et farouches telles que le Grand Tétras sont encore plus mises en danger tandis que les ongulés entravent la régénération des forêts par un broutage accru. Il est essentiel que les habitats les plus importants de ces espèces ne reçoivent pas trop de visiteurs. Il existe plusieurs mesures, aussi bien actives que passives, pour éviter les perturbations. La mesure active la plus commune consiste à délimiter des zones de tranquillité pour la faune. Parmi les mesures passives, renoncer à ouvrir des routes et des chemins est particulièrement important.
Ces 20 dernières années, on a renoncé à ouvrir des routes et des chemins, notamment dans plusieurs habitats importants du Grand Tétras, et cela doit rester ainsi. Est-ce que cela signifie que le bois qui se trouve à cet endroit ne peut pas être exploité? Le cas échéant, est-ce vraiment un problème pour le «tournant énergétique» planifié? Existe-t-il des alternatives à l'ouverture de routes? Si oui, quels sont leurs avantages et leurs inconvénients?

Wie mobilisiert man Holz, ohne störungsempfindliche Wildtiere zu verdrängen?

Pierre Mollet

Schweizerische Vogelwarte, Sempach
pierre.mollet@vogelwarte.ch

Störung durch Menschen kann Wildtiere aus ihrem Lebensraum verdrängen. Sie kann aber auch hohen Energieverlust oder endokrinologischen Stress zur Folge haben. Seltene und scheue Arten wie Auerhühner können dadurch zusätzlich gefährdet werden, während Huftiere vermehrt Verbissschäden an der Waldverjüngung verursachen. Für alle diese Arten ist es wichtig, dass ihre wichtigsten Lebensräume nicht zu oft von zu vielen Menschen aufgesucht werden. Gegen zu viel Störung sind mehrere Massnahmen möglich, aktive und auch passive. Die gängigste Aktiv-Massnahme ist das Festlegen von Wildruhezonen, während als Passiv-Massnahme vor allem der *Verzicht auf Erschliessung mit Strassen und Wegen* von Bedeutung ist.
Auf solche Erschliessungen mit Strassen und Wegen wurden in den letzten rund 20 Jahren vor allem in mehreren wichtigen Auerhuhn-Lebensräumen verzichtet, und das soll auch so bleiben. Heisst das nun, dass Holz, welches dort steht, nicht genutzt werden kann? Falls ja, wäre dies für die geplante «Energiewende» tatsächlich ein Problem? Gibt es allenfalls Alternativen zum Strassenbau? Falls ja, welches sind ihre Vor- und Nachteile?

Différentes formes de bois-énergie: quels sont leurs impacts sur l'environnement?

Johanna Beck

Envirobois
jbeck@envirobois.ch

L'un des piliers de la Stratégie énergétique de la Suisse à l'horizon 2050 est le développement des énergies renouvelables. Le bois-énergie représentant un gisement important de chaleur, il convient de le valoriser au mieux, en tenant compte des aspects pratiques comme des aspects économiques.
Dans cette optique et en parallèle avec les tendances du marché, les différentes formes de bois-énergie disponibles seront présentées. Leurs avantages et inconvénients seront discutés, ainsi que l'impact sur l'environnement de toute la chaîne, de la production à la combustion. Quelle est la manière la plus efficace d'exploiter le bois de nos forêts, énergétiquement et économiquement parlant? Quels sont les bénéfices que peut en tirer notre pays? Cet atelier permettra d'en dessiner une ébauche.

Quel bois pour quelle qualité de plaquettes forestières?

Richard Golay

Energie-bois Suisse, Echandens
golay@energie-bois.ch

Le développement rapide en Suisse des réseaux de chauffage à distance a fait bondir la demande en plaquettes forestières ces dix dernières années.
L'engouement manifesté en particulier par les collectivités publiques et les milieux forestiers nécessite la bonne compréhension des spécificités de ce type de combustible renouvelable et neutre en CO_2.
Comme pour les combustibles fossiles, les plaquettes forestières doivent respecter certains critères clés pour assurer un fonctionnement fiable suivant le type de chaudières et garantir ainsi la réussite du projet tant d'un point de vue écologique qu'économique.
Cette session s'adresse à l'ensemble des acteurs de la filière ainsi qu'aux personnes intéressées. Elle a pour but d'amener la réflexion sur l'importance de chaque critère et leurs conséquences tant pour le fonctionnement de l'installation de production de chaleur qu'en ce qui concerne les contraintes pour l'approvisionnement en plaquettes.

Comment optimiser l'utilisation du bois-énergie dans les parcs régionaux? Approches pratiques dans les parcs naturels régionaux Gantrisch et Parc du Jura argovien

Christine Scheidegger
Parc naturel régional de Gantrisch, Schwarzenburg, christine.scheidegger@gantrisch.ch

Christine Ziegler
Parc du Jura argovien, Bözberg, c.ziegler@jura-park-aargau.ch

En juillet 2014, le parc naturel régional de Gantrisch a adopté une stratégie de bois-énergie contenant des objectifs stratégiques et des mesures, ainsi que les données concernant la disponibilités de plaquettes forestières dans le parc. Les communes sont ainsi soutenues dans le domaine du bois-énergie. Périodiquement, les données sur les nouvelles installations, leur consommation et le potentiel en plaquettes encore disponible dans la région sont mises à jour. Le parc assure une coordination intercommunale et diffuse les connaissances concernant les entrepôts de stockage et les chaudières à plaquettes. Une enquête récente a révélé une augmentation des chaudières avec une puissance supérieure à 70 kW, la création d'emplois et la réduction de l'énergie grise à un minimum grâce à l'utilisation régionale d'une ressource énergétique renouvelable. Les producteurs régionaux de bois soutiennent l'idée que la biodiversité en forêt doit être favorisée par l'utilisation du bois-énergie. Cependant, le prix du bois a une influence décisive sur l'exploitation. Il est donc nécessaire de trouver de nouvelles solutions dans ce domaine.
En 2016, le Parc du Jura argovien (JPA) a adopté une stratégie sur l'énergie et l'économie durable qui prévoit, entre autres, la sensibilisation des communes à l'utilisation du bois d'origine régionale pour la construction et la production énergétique. La surface du JPA est constituée de 43% de forêts de feuillus. L'exploitation forestière est donc une des priorités. L'approche multiple de la stratégie énergétique contient l'efficience énergétique dans les communes, l'utilisation efficace des ressources par les PME et la promotion des ressources énergétiques locales. Les forêts communales et le potentiel de bois-énergie en font partie. Le Parc du Jura argovien joue le rôle d'un centre d'information et de facilitateur.

Wie kann Energieholznutzung in Regionalpärken optimiert werden? Praktische Ansätze im Regionalen Naturpark Gantrisch und Jurapark Aargau

Christine Scheidegger
Parc naturel régional de Gantrisch, Schwarzenburg, christine.scheidegger@gantrisch.ch

Christine Ziegler
Parc du Jura argovien, Bözberg, c.ziegler@jura-park-aargau.ch

Der Regionale Naturpark Gantrisch hat im Juli 2014 eine Holzenergiestrategie verabschiedet. Inhalt sind strategische Ziele und Massnahmen sowie die Daten der Verfügbarkeit von Hackschnitzeln im Park. Die Gemeinden sollen damit im Bereich Holzenergie unterstützt werden. Periodisch werden die Daten über neu erstellte Anlagen, deren Verbrauch und das noch verfügbare Potenzial an Hackschnitzeln in der Region erhoben. Der Park übernimmt eine überkommunale Koordination und gibt das Wissen über Hackschnitzellagerhallen sowie Feuerungsanlagen weiter. Durch eine aktuelle Erhebung ist ein Zuwachs von Anlagen über 70 KW zu verzeichnen, Arbeitsplätze konnten geschaffen und Graue Energie durch die regionale Nutzung eines nachwachsenden Energieträgers auf ein Minimum reduziert werden. Dass die Waldbiodiversität mit der Energieholznutzung gefördert wird unterstützen die regionalen Holzverarbeiter, wobei der Holzpreis einen massgeblichen Einfluss auf die Bewirtschaftung hat und deshalb müssen hier neue Lösungsansätze gesucht werden.

Jurapark Aargau (JPA) hat ab 2016 eine Strategie zur «Energie und nachhaltige Wirtschaft», welche unter anderem die Sensibilisierung der Gemeinden für die Berücksichtigung von regionalem Holz bei Bauvorhaben und Energieproduktion vorsieht. Die Fläche vom JPA beträgt rund 43% Laubwaldfläche. Die Nutzung der Wälder ist somit ein Schwerpunktthema. Ein multipler Ansatz bei der Energiestrategie beinhaltet die Energieeffizienz in den Gemeinden, die Ressourceneffizienz bei den KMUs und die Förderung der regionalen nachhaltigen Energiequellen. Dazu gehören auch die kommunalen Wälder und das Potenzial von Energieholz. Der Jurapark nimmt dabei eine Rolle der Informationsdrehscheibe und Ermöglicher ein.

Verzeichnis der Schriftenreihe WSL Berichte

Ergebnisbericht über die Bevölkerungsbefragung «Leben mit Naturgefahren». Buchecker, M.; Maidl, E.; Wiederkehr, B., 2016. WSL Ber. 40: 126 S.

Météo, manteau neigeux et danger d'avalanche dans les Alpes suisses. L'année hydrologique 2014/15. Zweifel, B., 2016. WSL Ber. 39: 34 p.

Energie aus Landschaftspflegegrün. Müller, G.; Holderegger, R.; Bürgi, M., 2016. WSL Ber. 38: 56 S.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2014/15. Techel, F.; Zweifel, B.; Marty, C., 2015. WSL Ber. 37: 87 S.

Die Renaturierung und Revitalisierung von Fliessgewässern als Thema der Medien in eher alpinen ländlichen Regionen der Schweiz (2000–2013). Eine Medienanalyse im Rahmen einer Forschungskooperation mit dem Renaturierungsfonds des Kantons Bern (RenF). Zemp, H.; Buchecker, M. (Red.) 2015. WSL Berichte 36: 57 S.

Raumansprüche von Mensch und Natur. Synthesebericht des WSL Programms. Tobias, S. (Red.), 2015. WSL Berichte 35: 103 S.

Lawinen und Recht. Proceedings zum Internationalen Seminar vom 1.–3. Juni 2015. Schweizer, J. (Red.) 2015. WSL Ber. 34: 156 S.

Forum für Wissen 2015. Von der Siedlungsentwicklung zur Landschaftsgestaltung. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL (Hrsg.) 2015. WSL Ber. 33: 82 S.

Météo, manteau neigeux et danger d'avalanche dans les Alpes suisses. L'année hydrologique 2013/14. Stucki, T., 2015. WSL Ber. 32: 33 p.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2013/14. Techel, F.; Stucki, T.; Margreth, S.; Marty, C.; Winkler, R., 2015. WSL Ber. 31: 87 S.

Hintergründe der Akzeptanz von Regionalen Naturpärken. Frick, J.; Hunziker, M., 2015. WSL Ber. 30: 56 S.

Erneuerbare Energien Aargau. Sind die Ziele der nationalen Energiestrategie im Aargau erreichbar? Welche Rolle spielen dabei die einzelnen Erneuerbaren und insbesondere die Biomasse? Ballmer, I.; Thees, O.; Lemm, R.; Burg, V.; Erni, M., 2015. WSL Ber. 29: 186 S.

Berücksichtigung der Lawinen- und Schneedruckgefährdung bei Seilbahnen. Ein Leitfaden für die Praxis. Margreth, S.; Stoffel, L.; Schaer, M., 2015. WSL Ber. 28: 43 S.

Richtplancontrolling Landschaft. WSL-Programm «Raumansprüche von Mensch und Natur». Müller, G.; Hersperger, A.; Kienast, F., 2015. WSL Ber. 27: 88 S.

Situazione fitosanitaria dei boschi 2014. Meier, F.; Engesser, R.; Forster, B.; Odermatt, O.; Angst, A.; Hölling, D., 2015. WSL Ber. 26: 32 S.

Protection des forêts – Vue d'ensemble 2014. Meier, F.; Engesser, R.; Forster, B.; Odermatt, O.; Angst, A.; Hölling, D., 2015. WSL Ber. 25: 32 S.

Das Modell sedFlow und Erfahrungen aus Simulationen des Geschiebetransportes in fünf Gebirgsflüssen der Schweiz. Synthesebericht. Rickenmann, D.; Böckli, M.; Heimann, F.U.M.; Badoux, A.; Turowski, J.M., 2015. WSL Ber. 24: 68 S.

Forstschutz-Überblick 2014. Meier, F.; Engesser, R.; Forster, B.; Odermatt, O.; Angst, A.; Hölling, D., 2015. WSL Ber. 23: 32 S.

Landscape and Amenity Migration: Die Rolle von Landschaft für Wanderungsbewegungen in den ländlichen Raum der Schweiz. Zäch, C.; Schulz, T.; Waltert, F.; Pütz, M., 2015. WSL Ber. 22: 58 S.

Forum für Wissen 2014. Landschaft und Energiewende. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL (Hrsg.) 2014. WSL Ber. 21: 74 S.

Auswirkungen der Douglasie auf die Waldbiodiversität: Eine Literaturübersicht. Tschopp, T.; Holderegger, R.; Bollmann, K., 2014. WSL Ber. 20: 52 S.

Management von Raumnutzungskonflikten. Ein Leitfaden aus dem WSL-Programm «Raumansprüche von Mensch und Natur». Willi, C.; Pütz, M., 2014. WSL Ber. 19. 35 S.

Flexible debris flow barriers – Design and application. Volkwein, A., 2014. WSL Ber. 18: 31 pp.

ISSN 2296-3448 gedruckt, 2296-3456 elektronisch | www.wsl.ch/berichte