

Notre façon de conduire les éclaircies a évolué ces 50 dernières années: et pourquoi? (Essai)

Jean-Philippe Schütz Département des sciences systémiques EPF Zurich (CH)*

Notre façon de conduire les éclaircies a évolué ces 50 dernières années: et pourquoi? (Essai)

La façon de conduire les éclaircies a toujours varié largement entre une conception d'une part d'interventions modérées visant à maintenir une masse élevée d'arbres (utilisant l'effet de masse) et d'autre part de fortes libérations des houppiers sur un nombre limité d'arbres. Aujourd'hui, le genre d'intervention, selon la conception de Schädelin, d'éclaircies sélectives focalisées sur des arbres d'avenir de qualité et intervenant de façon efficiente en éliminant les concurrents qui exercent le plus de gêne, est assez largement accepté. Cependant, en ce qui concerne la force et l'intensité des interventions il y a des propositions très différentes en termes de nombres d'arbres de place et d'intensité de libération de leurs houppiers. Il n'y a pas non plus, de consensus sur la transition entre une phase de compression en jeunesse et quand commencer d'intervenir en éclaircies, ni non plus, à quelle densité de peuplement restant les agencer. Avec les chutes dramatiques des rendements forestiers, les concepts de conduite des jeunes peuplements, qui en raison du grand nombre de tiges étaient excessivement coûteux, ont dû être reconsidérés. Il s'avère aujourd'hui nettement plus efficient économiquement d'utiliser les forces naturelles de différenciation sociale et laisser la nature exprimer les potentiels naturels de différenciation sociale gratuits. Des interventions conformes à ces rationalisations biologiques permettent de diminuer considérablement les coûts de telles opérations. Les résultats de bilan économique des régimes d'éclaircie, mesurés à l'accroissement moyen en valeur nette démontrent l'avantage de garder une densité suffisante des peuplements. Il faut cependant tenir compte des questions de stabilité en fin de vie, qui permet d'engager des régénérations naturelles différées dans l'espace et le temps, à la fois objectif principal d'une sylviculture polyvalente et une des façons les plus efficaces de gérer la production.

Keywords: thinning, sylviculture, Switzerland

doi: 10.3188/szf.2015.0002

* Brüggliäcker 37, CH-8050 Zurich, courriel jph.s@bluewin.ch

En Europe continentale, l'éclaircie représente sans doute l'intervention principale en sylviculture, et le professionnel peut se poser la question si cela ne relègue pas à l'arrière-plan d'autres mesures sylvicoles de valorisation tout aussi performantes, sinon plus, telles que la bonne conduite du renouvellement, utilisant les effets du dosage de la lumière sur la densité et la bonne structuration des futurs peuplements. Un regard critique sur l'application de la sylviculture dans notre pays démontre une sorte d'obnubilation autour de l'éclaircie et, plus encore, des soins aux jeunes peuplements, au détriment de la bonne conduite du renouvellement. Cela provient peut-être du fait qu'une bonne conduite de la régénération demande des qualités d'observation, de patience et tout simplement de compétences sylvicoles bien plus élevées que celle de définir des concurrents pour les éliminer. Il y a aussi d'autres méthodes plus techniques d'amélioration de la valeur telles que

l'élagage artificiel qui, dans le cas de conifères par exemple, conduit à une amélioration de valeur économique largement plus efficiente que celle due à l'ensemble des éclaircies. Schütz et al (in revision)¹ montrent à l'exemple du douglas que l'élagage contribue à une augmentation nette de la valeur finale de 47%. L'efficacité d'une telle mesure ne fait dès lors aucun doute.

L'avènement historique de l'éclaircie

La pratique de l'éclaircie est née vers la fin du XX^e siècle. Il s'agissait, d'une part, d'anticiper la mortalité naturelle due à la surdensité, qui conduisit à

¹ SCHÜTZ JP, ZINGG A, AMMANN PL (in revision) Optimizing the yield of douglas-fir with an appropriate thinning regime. Eur J For Res.



Fig.1 Exemple d'éclaircie sélective avec marquage des arbres de place.

l'éclaircie par le bas, de tradition germanique. Et, d'autre part, d'interventions vigoureuses de libération des houppiers, suite logique des essais danois de conduite des peuplements de hêtre de Reventlow (1818) appelée à l'époque éclaircie danoise et reprise plus tard par l'école française de sylviculture (Broilard 1901) sous la dénomination d'éclaircie par le haut. Ces deux tendances diamétralement opposées, de favoriser soit plutôt la densité des peuplements en profitant de l'effet de masse qu'elle confère, ou alors de libérer les couronnes et agir sur le grossissement de la tige et l'équilibre des houppiers, vont influencer durablement les conceptions d'éclaircie jusqu'à aujourd'hui. En effet, si les concepts d'éclaircie sont bien reconnus aujourd'hui en termes de genre d'interventions, la question de savoir s'il faut intervenir vigoureusement ou modérément, à partir de quand et jusqu'à quel moment de la vie du peuplement fait l'objet de propositions encore bien contrastées, entre les tenants de favoriser l'effet de masse (Preushler 1989, Utschig 2002) et ceux de forte libération des houppiers (Bastien 1997, Wilhelm & Rieger 2013) et d'une sylviculture dite d'arbres.

Le rôle de pionnier de la sylviculture suisse en matière de concepts d'éclaircie

L'école suisse de sylviculture a toujours exercé une influence prépondérante et avant-gardiste sur le développement des concepts d'éclaircie, avec un premier pas décisif dû à Walter Schädelin et la formulation de l'éclaircie dite sélective (1926, 1934), élevant l'effet de l'éclaircie à une mesure d'amélioration

fondée sur la sélection phénotypique, visant à ennobler la production en promouvant la qualité («Veredlung» est le terme utilisé par Schädelin) et intervenant de façon efficiente, c'est-à-dire de façon positive et principalement dans les classes sociales plutôt élevées, notamment les codominants. Aujourd'hui, les sylviculteurs s'accordent à reconnaître très largement la valeur de l'éclaircie conçue comme mesure d'influence bénéfique et biologiquement efficiente du développement, au contraire de l'éclaircie par le bas pratiquée encore largement en Suisse jusqu'au milieu du XX^e siècle. Cette dernière n'avait que peu d'effet sur le développement, dans la mesure où l'élimination exclusive des arbres socialement inférieurs est relativement peu efficiente en ce qui concerne les classes sociales les mieux loties. En Allemagne, l'éclaircie sélective commence à percer véritablement dans la pratique sous l'impulsion des propositions de Peter Abetz (1975) d'éclaircie sélective d'arbres de place («Z-Baum-Auslesedurchforstung») à partir des années 1980 (figure 1). Abetz avait d'ailleurs repris les idées développées à l'école forestière de Zurich lors d'un stage à l'institut de sylviculture de Leibundgut (comm. pers.). La seule différence consistait à focaliser les interventions améliorantes sur un nombre fixe d'arbres, les arbres d'avenir ou «Zukunftsbäume», considérés comme constituant le peuplement final. Les propositions de nombre optimal d'arbres de place ont cependant varié considérablement. Dans le cas de l'épicéa, elles allaient de 450 par hectare à l'origine pour descendre successivement vers 250, voire 220 aujourd'hui. Cela dénote bien ici le même dilemme entre les deux tendances exprimées plus haut. Dans le cas des feuillus, le hêtre par exemple, les propositions de nombre d'arbres de



Fig. 2 Structuration sociale d'un collectif où la différenciation sociale exprime surtout les différences de potentiel de croissance. Il convient de favoriser au mieux cette différenciation pour en tirer l'avantage de la spontanéité naturelle de développement.

place à favoriser abondent, allant jusqu'à seulement 60 tiges par hectare, ce qui paraît loin en dessous du raisonnable, comme nous allons le montrer plus loin. Les conséquences de ce choix sur la pratique et finalement sur le coût des interventions sont évidemment importantes.

Application des principes de sélection positive aux soins aux jeunes peuplements

On doit à Leibundgut la généralisation des interventions sylvicoles positives au traitement des jeunes peuplements, ciblées sur des arbres candidats, incluant ainsi l'effet de bénéfice sélectif (Leibundgut 1976). Précédemment, leur traitement ne consistait qu'à des mesures de réglage de la densité en plein et sans objectif de sélection, avec de surcroît l'élimination parfois des «loups» (dominants de médiocre qualité). La notion de «loups» est cependant assez subjective et assez floue et leur élimination systématique peut conduire à des dérives parfois néfastes, car supprimant des arbres en principe à bon potentiel de développement.

Le forestier s'est petit à petit rendu compte que préférer la qualité (quelle que soit la position sociale) n'était pas la solution optimale et que le compromis entre croissance et qualité allait à l'avantage du potentiel de croissance. La pratique systématique de tels soins aux jeunes peuplements, à périodicité relativement courte, de trois à quatre ans, s'est instaurée en Suisse à la fin des années 1960 avec la mise en place de la formation technique, notamment dans les écoles de gardes forestiers. Cela pouvait se comprendre en termes de biologie du développement, mais la fréquence et l'intensité des telles interventions s'avèrent, aujourd'hui, exagérées. Cela conduit à des coûts de soins culturels de plus en plus prohibitifs, à mesure que les salaires forestiers se sont améliorés et alignés aux salaires des professions comparables. L'évidence d'interventions répétées à brève

périodicité sur le plan du bon développement n'est pas véritablement avérée. Aujourd'hui, les ardeurs interventionnistes ont tendance à être plus tempérées afin de mieux laisser la nature exprimer les différences de structuration sociales.

Efficiences des coûts et rationalisation biologique

L'heure de vérité pour les principes d'éclaircie et, à plus forte raison encore, pour les interventions culturelles dans les jeunes peuplements commence au début des années 1990 avec la dérive défavorable des résultats de gestion forestière vers la zone déficitaire, en raison de la disproportion toujours plus marquée entre coûts et résultats de vente des produits. Cette nouvelle dimension économique change évidemment radicalement les rapports de performance. Il a fallu se rendre à l'évidence que les interventions de soins aux jeunes peuplements pesaient lourd dans la balance des déficits financiers.

A la recherche de solutions autres que le subventionnement, il fallut remettre en question un certain nombre de principes dans une optique plus d'opportunité que de déterminisme, en réfléchissant à ce que le développement naturel produit spontanément gratuitement, et de mieux concevoir les interventions comme aide prolongeant les effets favorables du développement naturel et atténuant les effets néfastes. C'est le fondement de ce qui est appelé les rationalisations biologiques (Schütz 1999) utilisant les deux principes de l'automation biologique et de la concentration sur l'essentiel, par exemple en focalisant particulièrement, voire uniquement, sur les arbres de place.

En analysant de plus près la structure sociale des peuplements, il peut être constaté que les positions sociales sont très remarquablement stables (figure 2). Elles expriment principalement le potentiel évolutif des individus. Dans tout collectif se trouvent des arbres potentiellement dominants, qui le restent, tout comme ceux qui n'ont aucune chance de s'élever socialement. Plus la position sociale des individus est élevée, mieux ils se maintiennent spontanément et moins ils nécessitent d'aide. Ammann (2004) a démontré que cela valait quel que soit le traitement antérieur. Mieux, il existe dans des perchis intouchés depuis leur création un nombre suffisant d'arbres à bon houppier, stables et potentiellement valables pour constituer un collectif de candidats suffisamment large.

Cela signifie qu'il faut davantage prendre en compte la structuration sociale et mieux l'utiliser comme critère de sélection (Ammann 2013). A la limite, il vaut mieux laisser faire le développement naturel que le contrecarrer en voulant homogénéiser. Cette phase dite de compression peut durer as-

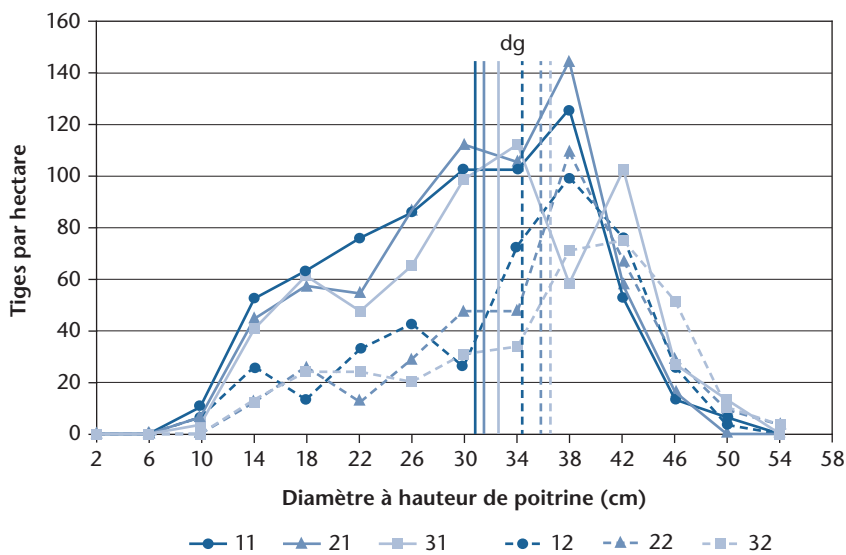


Fig. 3 Distribution des nombres de tiges restantes à l'âge de 41 ans après cinq interventions d'éclaircies entre les six variantes de traitement de l'essai d'éclaircie du douglas de Neuendorf (Schütz et al, in revision). Bloc 1 (interventions modérées avec un degré de plénitude naturelle de 0.73, variantes 11, 21, 31; en traits pleins) et interventions fortes (bloc 2; avec un degré de plénitude naturelle de 0.52, variantes 12, 22, 32; en traitillés). dg = diamètre quadratique moyen.



Fig. 4 Interventions d'élimination des concurrents en coupe oblique dans les perchis. Le matériel débité en quelques découpes à la tronçonneuse reste debout dans le peuplement. Coût de l'opération: 5-10 heures par ha, soit 9% de la durée d'une intervention classique.



Fig. 5 Elimination des concurrents par anelage simple (sans application de phytotoxiques). Coût de l'opération: 15 heures par ha, soit 19% de la durée d'interventions classiques.

sez longtemps. Tant que le nombre d'arbres est suffisant, les interventions trop précoces doivent être évitées. Ainsi, il est possible de renoncer assez largement aux interventions dans les recrûs et gaulis. Reste alors la question de savoir quand intervenir la première fois.

Les résultats de l'essai d'éclaircie de Neuendorf installé dans une plantation de douglas de 11 ans en 1977 et comprenant trois fois deux variantes de traitement confirment l'invariance dimensionnelle des prédominants. La distribution des nombres de tiges à l'âge de 41 ans après cinq interventions (figure 3) montre que l'éclaircie n'a pratiquement pas d'effet sur les catégories les plus larges (les dominants). Il y a par contre une grande différence de nombre dans les diamètres médians entre les deux blocs (éclaircies modérées et éclaircies fortes) à l'avantage des interventions modérées.

La mécanisation des interventions d'éclaircie

L'arrivée des récolteuses (harvesters), en gros depuis la tempête Lothar (1999), semble résoudre la question des coûts déficitaires des interventions d'éclaircie. Cela mérite cependant une analyse quelque peu différenciée. D'abord, notre pays n'est accessible aux récolteuses que dans une proportion estimée à 55% dans le cas du Plateau suisse (Hofer et al 2000). Ensuite, l'intervention de telles machines, tout de même assez lourdes et encombrantes, demande une organisation spatiale rigoureuse avec la création de layons de travail denses (tous les 25-30 m) et suffisamment larges (4 m), ce qui peut conduire dans les très jeunes peuplements à haute densité de tiges à des interventions traumatisantes pour la stabilité. Pour des raisons de rentabilité, les machines poussent «à bouffer du bois» à l'inverse des rationalisations biologiques (Schütz 1999) qui ne prélèvent que l'essentiel, c'est-à-dire uniquement autour des arbres de place et uniquement pour ce qui est strictement nécessaire, compte tenu du potentiel d'auto-développement des dominants (interventions dites situatives). L'utilité des machines ne nous paraît donc raisonnable qu'à partir du stade de jeune futaie dans le meilleur des cas. Il faut convenir que l'évolution des techniques de récolte mécanisée, de même que la meilleure rentabilité d'exploitation du bois-énergie ont bien changé ces dernières années, notamment dans les cas des feuillus, et par conséquent a reculé nettement le seuil de rentabilité d'engagement des récolteuses.

De surcroît, il existe des alternatives économiquement raisonnables pour l'élimination des concurrents. Ce qui coûte véritablement est de mettre les concurrents abattus à plat au sol, les ébrancher et, pour autant qu'ils puissent être commercialisés, de

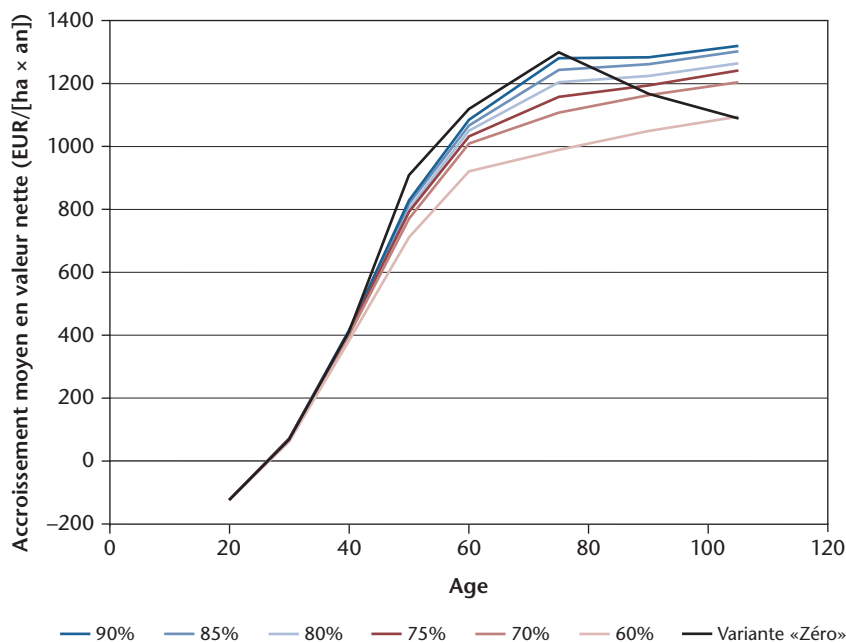


Fig. 6 Evolution de l'accroissement moyen en valeur nette de peuplement de douglas simulée pour des interventions conduisant à une densité constante par rapport à la densité maximale (variante «zéro»), à l'aide du simulateur SiWaWa développé pour le douglas sur la base des essais d'éclaircies de Neuendorf (Schütz et al, in revision).

les sortir du peuplement. Tout cela peut s'économiser en se contentant d'une dévitalisation mécanique par un débitage grossier en quelques coupes obliques, ou par annelage à la serpe (ou à la gouge à anneler), et en laissant debout les arbres ainsi traités (Roth et al 2001). Cela permet de réduire les coûts de traitement dans un rapport de 10 à 15 fois par rapport aux interventions d'antan.

L'avantage de l'annelage est de pouvoir enlever plus de concurrents que dans une intervention classique, car la mort n'est pas instantanée et les arbres éliminés continuent de protéger le fût des arbres de place, puisqu'ils restent debout plusieurs années avant de se décomposer naturellement. Ainsi, une seule opération est envisageable avant la première éclaircie mécanique.

Intensité et optimisation du régime des interventions

Une façon relativement reconnue de mesurer les performances d'un régime d'éclaircie est de déterminer l'évolution de l'accroissement moyen en valeur, déterminé par la valeur nette de la production (peuplement restant et somme de produits prélevés en éclaircie). C'est la voie classique de détermination du rendement économique momentané. Ce n'est cependant pas le seul critère à prendre en considération. Les questions de stabilité, par exemple, peuvent influencer le rendement économique, mais il est difficile d'en prévoir l'importance. En effet, la stabilité dépend de facteurs différents selon les phases de vie. Il s'agit en gros des dégâts de neige

dans les jeunes peuplements (Ivanov 2007). Leur incidence est assez relative, car il reste en général suffisamment de tiges pour reconstituer le peuplement. Ce sera surtout en fin de développement que le critère stabilité à l'égard des tempêtes prend de l'importance. C'est en effet alors, au moment du renouvellement, que la bonne stabilité permettra d'engager une régénération différée et décalée dans l'espace et le temps pour obtenir naturellement des peuplements mélangés et structurés. Il en va de même pour l'option stratégique de changer le régime et pour passer à la futaie jardinée. La stabilité sera dans ce cas une condition préliminaire indispensable pour ce faire, et ceci assez tôt dans la vie du peuplement (à mi-période de vie) où doivent commencer les opérations de conversion (Schütz 1981).

Les données de l'essai d'éclaircie du douglas de Neuendorf (déjà cité) ont permis de construire un modèle fiable de simulation du développement, car sensible à des interventions d'intensité fort différente, dans l'esprit des modèles de développement catégoriels comme SiWaWa² utilisé dans d'autres études (Schütz et al 2007, 2010). SiWaWa rend une distribution des arbres du peuplement par catégories de diamètre. Un module récemment développé permet de déterminer les assortiments, sur la base des coefficients de forme. En incorporant les fonctions du simulateur d'exploitation HeProMo (Frutig et al 2009), la valeur nette de réalisation pour des conditions actuelles d'exploitation faciles (exploitation par récolteuse et porteur dans la plage de grosseur 40–60 cm de diamètre, et manuelle avec porteur pour les gros bois) peut être déterminée. A l'exemple du douglas, la figure 6 montre l'évolution de l'accroissement moyen en valeur nette pour différentes variantes de densité constante (en pour cent de la densité maximale des peuplements laissés sans interventions). Les résultats sont parfaitement parlants: plus le peuplement reste dense, meilleure est la production en valeur. Par ailleurs, pour les peuplements traités, la productivité optimale n'est pas encore atteinte à l'âge de 105 ans, puisque l'accroissement en valeur n'a pas encore culminé. Cela démontre clairement l'importance de révolutions élevées ainsi que de l'effet de masse sur la production. Cela vient modérer de surcroît les ardeurs d'interventions trop incisives.

D'autres simulations montrent que des interventions précoces diminuent la productivité, mais assez légèrement (de 10% environ). Par contre l'effet d'interventions d'éclaircie prononcées en jeunesse (30% de la surface terrière) se fait sentir sur la valeur nette du peuplement final (à 105 ans) qui augmente de 18% par rapport à un régime d'éclaircies tardives conduisant à la même densité finale (Schütz et al, in revision).

² www.siwawa.org (5.11.2014)

Conclusions

En considérant, dans le cas d'essences sensibles à la dislocation par les tempêtes, comme l'épicéa, l'effet favorable qu'exerce un régime d'éclaircies fortes sur la stabilité, il apparaît juste de proposer un régime d'éclaircies vigoureuses au stade de la jeune futaie et qui continue jusqu'en phase de renouvellement. Cette meilleure stabilité est due essentiellement au bon ancrage du système racinaire, tel que démontré expérimentalement par Vanomsen (2006) qui s'avère 1.7 fois plus stable à l'arrachement que dans le cas d'éclaircies faibles.

En effet, le régime d'éclaircie ne doit pas se mesurer seulement sur un peuplement monospécifique et uniquement sur une seule génération, mais dans une conception globale du traitement sylvicole. Déjà Leibundgut et al (1971) avaient démontré, à l'exemple de l'essai d'éclaircie du Sihlwald, que, dans le cas du hêtre, les éclaircies vigoureuses favorisaient le mélange d'essences précieuses, ce qui contribuait à augmenter très sensiblement la production en valeur. Nous avons également mis en évidence après l'ouragan Lothar, l'effet favorable du mélange de feuillus sur la stabilité des peuplements d'essences sensibles comme l'épicéa (Schütz et al 2006). Nous pouvons donc proposer aujourd'hui de pratiquer une première intervention situative, au perchis, en laissant les arbres concurrents morts debout, puis au stade de la jeune futaie de pratiquer (à intervalle de env. 8 à 15 ans) des interventions prononcées au début, pour profiter de la bonne réaction des peuplements et aboutir à conformer un peuplement apte à être renouvelé autrement qu'en coupe définitive rapide, par peur de la dislocation par les tempêtes.

L'effet favorable du nombre d'arbres que démontrent les simulations ne doit pas être suivi aveuglément. Les simulations ne sont pas en mesure de bien caractériser ni les questions de risques, ni celles d'utilisation du potentiel individuel de production en phase de maturation et de renouvellement différencié, deux facteurs importants de prolongement de la production. L'exemple du jardinage nous démontre par ailleurs que les effets compensatoires entre ouverture du peuplement et accroissement s'équilibrent remarquablement puisque la futaie jardinée produit tout autant en volume et apparemment nettement plus en valeur, en raison de l'avantage des gros bois de qualité (Schütz 1981). Le forestier doit se donner les conditions de base propices à une gestion polyvalente et l'éclaircie y contribue. ■

Soumis: 17 septembre 2014, accepté (avec comité de lecture): 4 novembre 2014

Références

ABETZ P (1975) Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. *Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge* 30: 666–667.

- AMMANN P (2004)** Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungwaldbeständen: Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche. Zürich: Eidg Techn Hochschule, PhD Thesis 15761. 342 p.
- AMMANN P (2013)** Erfolg der Jungwaldpflege im Schweizer Mittelland? Analyse und Folgerungen (Essay). *Schweiz Z Forstwes* 164: 262–270. doi: 10.3188/szf.2013.0262
- BASTIEN Y (1997)** Pour l'éducation du hêtre en futaie claire et mélangée. *Rev For Fr* 49: 49–68.
- BROILLARD CH (1901)** Des résultats de l'éclaircie. *Rev Eaux For* 40: 1–10.
- FRUTIG F, THEES O, LEMM R, KOSTADINOV F (2009)** Holzernteproduktivitätsmodelle HeProMo; Konzeption, Realisierung, Nutzung und Weiterentwicklung. In: Thees O, Lemm R, editors. *Management zukunftsfähige Waldnutzung*. Zürich: VDF. pp. 441–466.
- HOFER P, TAVERNA R, KAUFMANN E (2000)** Charakterisierung der Starkholzvorkommen nach Nutzungsparametern. In: Eidg Forstdirektion. *Starkholz: Problem oder Chance? Eine Standortbestimmung*. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft. pp. 37–82.
- IVANOV DE (2007)** Stabilité et résistance individuelle et collective et phénomène de désintégration collective face aux sollicitations de neige lourde au sein de peuplements de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.). Zürich: Eidg Techn Hochschule, PhD Thesis 17513. 237 p.
- LEIBUNDGUT H, AUER C, WIELAND C (1971)** Ergebnisse von Durchforstungsversuchen 1930–1965 im Sihlwald. *Mitt Eidgenöss Forsch.anst Wald Schnee Landsch* 47: 259–389.
- LEIBUNDGUT H (1976)** Grundlagen zur Jungwaldpflege: Ergebnisse zwanzigjähriger Untersuchungen über die Vorgänge der Ausscheidung, Umsetzung und Qualitätsentwicklung in jungen Eichenbeständen. *Mitt Eidgenöss Forsch.anst Wald Schnee Landsch* 52: 311–371.
- PREUSHLER T, SCHMIDT R (1989)** Beobachtungen auf einem spät durchforsteten Fichtenversuch. *Forstwiss Cent.bl* 108: 271–288.
- REVENTLOW CDF (1818)** Formeentlige Resultater af endeel fortsatte Undersøgelser angaaende Indflydelsen af Traeernes gien-sidige Afstand paa deres mere eller mindre fordeelagtige Vegetation. *Det kgl Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter* 3, Raekke, 6.
- ROTH B, BUCHER HU, SCHÜTZ JP, AMMANN P (2001)** Ringeln: alte Methode neu angewendet. *Wald Holz* 82 (4): 38–41 & (5): 30–31.
- SCHÄDELIN W (1926)** Bestandserziehung. *Schweiz Z Forstwes* 77: 1–15 & 33–44.
- SCHÄDELIN W (1934)** Die Durchforstung als Auslese und Veredlungsbetrieb höchster Wertleistung. Bern: Haupt. 96 p.
- SCHÜTZ JP (1981)** Que peut apporter le jardinage à notre sylviculture? *Schweiz Z Forstwes* 132: 219–242.
- SCHÜTZ JP (1999)** Neue Waldbehandlungskonzepte in Zeiten der Mittelknappheit: Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewussten Waldpflege. *Schweiz Z Forstwes* 150: 451–459. doi: 10.3188/szf.1999.0451
- SCHÜTZ JP (2006)** Opportunities and strategies of biorationalisation of forest tending within nature-based management. In: Diaci J, editor. *Nature-based forestry in central Europe: alternatives to industrial forestry and strict preservation*. Ljubljana: Univerza Ljubljana, Studia Forestalia Slovenica 126. pp. 39–46.
- SCHÜTZ JP, GÖTZ M, SCHMID W, MANDALLAZ D (2006)** Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forests stands to storms and consequences for silviculture. *Eur J For Res* 125: 291–302.
- SCHÜTZ JP, ZINGG A (2007)** Zuwachsprognose nach der sozialen Hierarchie im Entwicklungs- und Wachstumsmodell SiWaWa. In: Nagel J, editor. *Jahrestagung Deutscher Verband forstlichen Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde*. pp. 180–187.

SCHÜTZ JP, ZINGG A (2010) Improving estimations of maximal stand density by combining Reineke's size-density rule and the yield level, using the example of spruce (*Picea abies* L. Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Ann Forest Sci* 67: 507–518.

UTSCHIG H (2002) Analyse der Standraumökonomie von Einzelbäumen auf langfristig beobachteten Versuchsflächen: Me-

thoden, Programmentwicklung und erste Ergebnisse. *Forstwiss Cent.bl* 121: 335–348.

VANOMSEN (2006) Einfluss der Durchforstung auf die Verankerung der Fichte hinsichtlich ihrer Sturmresistenz. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule, PhD Thesis 16532. 248 p.

WILHELM GJ, RIEGER H (2013) Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD Strategie. Berlin: Ulmer. 207 p.

Unsere Art des Durchforstens hat sich in den letzten 50 Jahren verändert: warum? (Essay)

Die Art und Weise, wie Durchforstungen ausgeführt werden, unterliegt einem ständigen Wandel. Dabei steht auf der einen Seite die Überlegung, mit schwachen Eingriffen die Bestockungsdichte hoch zu halten und so den Masseneffekt auszunutzen, und auf der anderen Seite diejenige, mit starken Eingriffen die Kronen einer bestimmten Anzahl Bäume freizustellen. Breit akzeptiert ist heute das Konzept von Schädelin, mithilfe von Auslesedurchforstungen die Bäume guter Qualität durch die Entfernung der stärksten Konkurrenten zu begünstigen. Dabei bestehen jedoch in Bezug auf die Stärke und die Intensität der Eingriffe (Anzahl Zukunftsbäume und Befreiungsgrad ihrer Kronen) unterschiedliche Vorstellungen. Zudem gibt es heute noch kaum Konsens darüber, wann der richtige Zeitpunkt gekommen ist, um nach der Kompressionsphase in der Jugend mit den ersten Durchforstungseingriffen zu beginnen, und welche Bestockungsdichten anzustreben sind. Wegen des dramatischen Rückgangs der forstlichen Erträge ist es notwendig, die Jungwaldpflegekonzepte zu überdenken, da deren Kosten wegen der hohen Stammzahlen extrem gross waren. Es stellt sich als wesentlich effektiver heraus, die kostenlose Kraft der Natur zur Selbstdifferenzierung auszunutzen. Diese biologische Rationalisierung erlaubt es, die Kosten der Pflegeeingriffe deutlich zu reduzieren. Die finanziellen Ergebnisse, gemessen am durchschnittlichen erntekostenfreien Wertzuwachs, zeigen den klaren Vorteil von Durchforstungsregimes, die die Bestockungsdichte genügend hoch halten. Dabei ist Fragen der Stabilität im Hinblick auf das Ende des Bestandeslebens Rechnung zu tragen. Stabile Bestände machen eine räumlich und zeitlich gestaffelte Naturverjüngung möglich, was unseren Zielen eines polyvalenten Waldbaus am besten entspricht.

Our approach to thinning has changed over the last 50 years: why? (Essay)

Thinning methods and principles have always fluctuated between an approach based on moderate interventions, aimed at maintaining a sufficient stocking level (the so-called "volume effect") and the liberation of crowns of a limited number of trees. Nowadays Schädelin's concept of selective thinning focused on trees with high potential for the future, based on the efficient removal of those competitors which cause the most interference, is widely accepted. However, as regards the intensity and strength of thinning there are different suggestions in terms of number of trees to be removed and the extent of liberation of the crowns. Moreover, there is no consensus on the transition between the phase of compression in the young stand and the first thinnings, nor on the optimal final stand density to be aimed at. After the dramatic fall in income from forests, it was necessary to revisit the principles of tending young stands, as the costs were excessively high especially because of the high number of trees. It now appears more efficient to use the natural, and free, processes of social differentiation. Interventions founded on the so-called biological rationalisation make possible a significant reduction in costs. The results of the economic analysis of the various thinning regimes, measured by the net average increment in value, net of harvesting costs, show clearly the advantage of the volume effect and of maintaining sufficient stand density. However, it is also necessary to bear in mind stand stability, especially towards the end of the rotation period. Stand stability makes it possible to keep open, in both space and time, options for natural regeneration, which corresponds best to our goals of a multifunctional silviculture in the most efficient fashion.