

PRO SILVA Europe



Prospektives Papier

Naturnahe Waldbehandlung – energiesparend und energiebewusst

Angenommen am 29.6.2012 an der Delegiertenversammlung von La Ferté Bernard, France

Kurzfassung

Die Vorteile der naturnahen Waldwirtschaft nach den Prinzipien von Pro Silva Europa für einen optimalen Energiehaushalt sowie eine sinnvolle Steuerung des Kohlenstoffkreislaufes werden hervorgehoben.

Sie ergeben sich aus der Erzeugung von verhältnismäßig viel Starkholz in guter Qualität, aus welchem mit geringem Energieaufwand zahlreiche langlebige Produkte hergestellt werden können. In diesen wird der Kohlenstoff für längere Zeit festgelegt. Bedeutsame Energieeinsparung wird zusätzlich möglich, wenn solche Produkte andere Materialien ersetzen, deren Herstellung mehr Energie benötigt oder die weniger gute Wärmeisolationseigenschaften aufweisen.

Die ständige Überschildung erhält die natürliche Fruchtbarkeit des Waldbodens und vermeidet energieverschwendende „inputs“, - ein ausschlaggebender Vorteil hinsichtlich der Energiebilanz von Waldwirtschaft und Holzherstellung.

Pro Silva Prinzipien gelten auch für innovative Vorschläge zur Nutzung von Holzenergie.

Bedeutung der Energie bei der Waldbehandlung

Eine der grundlegenden Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Waldbehandlung der letzten Jahre ist die zunehmende Bedeutung der Erneuerbarkeit der Waldressourcen. Diese steht in Zusammenhang mit den Bestrebungen, durch eine effizientere Energiebilanz den CO₂-Ausstoß so weit wie möglich zu begrenzen. Die Wälder stellen mit ihrem nachhaltigen Wachstum eine wichtige Senke für die CO₂-Wiederverwertung dar, weil im heranwachsenden Holz CO₂ langfristig festgelegt wird. Nach seiner Ernte kann Holz in den unterschiedlichen Phasen seiner Verarbeitung energieverschwendende (Bau)Stoffe ersetzen. Darüber hinaus kann durch seine Verwendung als Brennstoff, Treibstoff und sogar Rohstoff für die Polymerchemie eine erhebliche Menge an fossilen Energieträgern substituiert werden. Diese Funktion des Waldes nimmt heute eine wesentlich größere Bedeutung als in der Vergangenheit ein.

Zusätzlich zeichnet sich ein nach den Prinzipien des naturnahen Waldbaus behandelter Wald durch eine signifikant höhere Effizienz bezüglich dieser Art von Energieeinsparungen aus: er benötigt keine künstlichen Dünger, seine gute Bodenfruchtbarkeit wird ständig erneuert und durch die Zufuhr von toten organischen Stoffen spontan ausgeglichen (oberirdisch und unterirdisch insbesondere durch den laufenden Abbau von hohen Mengen an Feinwurzeln). Diese Biomasse wird in Huminstoffe abgebaut, die die Ionenaustauschkapazität (chemische Fertilität) des Bodens verstärken.

Bedeutung der Waldprodukte hinsichtlich ihrer ökologischen Bilanz

Welche Sortimenten die biologische Holzproduktion bevorzugt bereitzustellen hatte, war im Lauf der Geschichte ständigem Wechsel unterworfen. Heute muss bei der Bewertung der Holzprodukte die Energie- und CO₂-Bilanz stärker berücksichtigt werden. Daraus ergibt sich als Strategie für die biologische Produktion, möglichst viele hochwertige Nutzholzsортimente zu produzieren, die in langfristige Produkte mit hoher Wertschöpfung und großem Energiesparpotential z.B. im Holzbau umgewandelt werden und gleichzeitig Materialien ersetzen können, deren Herstellung vielfach höhere Energiemengen benötigt (z. B. Stahl, Beton, Aluminium). Idealerweise ist ein Kaskadeneffekt anzustreben, durch den diese Produkte am Schluss ihrer ersten Verwendung (z.B. als Dachstuhl) ein weiteres Mal stofflich (z. B. für die Erzeugung von Spanplatten) verwertet und erst danach durch Verbrennung in Wärmeenergie umgewandelt werden. Leider schränken bisher die Schwierigkeiten bei der Rückgewinnung bzw. Entsorgung von toxischen Substanzen einen solchen Multiplikationseffekt erheblich ein. Weil ein substanzieller Teil der natürlichen Holzproduktion (Kronenmaterial) nicht direkt für langlebige Produkte verwertbar ist (dies kann insbesondere für den Laubwald immerhin bis 40% der Einschlagsmenge ausmachen), ist die Verbrennung zur Wärmegewinnung (idealerweise in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung) weiterhin die energetisch sinnvollste Verwendung. Würden diese Produkte nicht energetisch genutzt und im Walde verbleiben, würden sie bei ihrer Verrottung die CO₂-Bilanz belasten. Allerdings ist es erforderlich, diese so genannten Schlagreste nur so weit zu nutzen, dass die Mindestmenge an toter Biomasse (Nekromasse), die für die Mineralisierung in Huminstoffe und den Erhalt der natürlichen Fertilität des Bodens nötig ist, gewährleistet bleibt.

Aus dem Blickwinkel der Organisation der Holzernte vereinfacht die energetische Nutzung aller Baumteile, die nicht in Sortimenten mit guter Wertschöpfung verwertbar sind, die Fällungs- und Rückarbeiten erheblich, weil im Falle der Aufarbeitung von Hackschnitzeln vorausgehende Arbeitsgänge (Entasten, Ablängen, evtl. Entrindung) entfallen. Einzig die Frage der Entfeuchtung des für die Verbrennung vorgesehenen Holzes ist bis jetzt noch nicht energetisch zufriedenstellend gelöst, weil der Wassergehalt des Brennholzes eng mit dessen Verbrennungseffizienz gekoppelt ist. Eine natürliche und energieeffiziente Trocknung ist zumindest teilweise anzustreben. Dies könnte zukünftig unsere Nutzungspraxis ändern. Schon jetzt ist eine erste natürliche Vortrocknung auf der Hiebsfläche oder an der Waldstrasse sowie bei Anwendung giftfreier Devitalisierungsmethoden (z. B. Ringelung) ein oder mehrere Jahre vor dem endgültigen Fällen möglich.

Vorteil des naturnahen Waldbaumodells

Die Besonderheiten der Bewirtschaftung im naturnahen Waldbau bestehen in der ständigen spontanen Erneuerung ohne wesentliche Unterbrechung des Kronendaches und der kontinuierlichen Produktion von hochwertigem Starkholz. Der Anteil von Bauholz und anderen hochwertigen Produkten ist in diesem Fall signifikant größer als im Bewirtschaftungssystem des gleichförmigen Waldes. Die subsidiäre Verwendung der restlichen Holzanteile als Biomasse ist völlig kompatibel. Somit entspricht dieses Modell idealerweise den oben beschriebenen Vorstellungen.

Ergänzende Produktionsressourcen für die Holzenergie

Prospektive Studien zum Holzbedarf der nächsten Jahrzehnte sehen deutliche Holzdefizite insbesondere wegen der zunehmenden Bedeutung im Rohstoff- und Energiebereich vor. Diese könnten bei neuen Verwendungsmöglichkeiten wie bei der Holzvergasung, als Treibstoff oder in der Zellulosechemie noch verstärkt werden und nicht ohne Konsequenzen für die Holzpreise bleiben. Der Preis ist aber nicht das einzige wichtige Element. Bei Nutzungskonflikten sollte die ökologische Bilanz als entscheidender Aspekt betrachtet werden. Ohne Zweifel werden die Biomassebedürfnisse für energetische Zwecke nicht allein aus der üblichen Waldproduktion gedeckt werden können. Neue Produktionsressourcen werden notwendig. Eine Holzproduktion nach agro-technischer Vorstellung (zum Beispiel in Stockausschlagwaldform mit äusserst kurzen Umtrieben) scheint nicht sehr sinnvoll, weil die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen der Produktion von Nahrungsgütern vorbehalten sein sollten und die Energiebilanz von Kurzumtriebsplantagen wegen des Inputs an Energie ungünstig ist. Die Lösung liegt eher in der besseren (d.h. gezielten) Steuerung von Brachflächen der Landwirtschaft, welche in Bergregionen nicht unerheblich sind, sowie im Flurholzbereich der Linienplantagen und Hecken.

Ökologische Modelle der Energieholzproduktion

Berücksichtigt man die ungünstige Geländebefahrbarkeit solcher Flächen, die für eine hohe Mechanisierung nicht geeignet sind, scheinen die Modelle der Kurzumtriebsplantagen für die Holzenergieproduktion nicht in Frage zu kommen. Eher umsetzbar sollten die Prinzipien der forstlichen Biorationalisierung sein, die sich auf die spontane natürliche Erneuerung stützt, d.h. man lässt die Bäume bis zur Erreichung ihres Leistungspotenzials (mehr als 60-80 Jahre) wachsen und nutzt anschließend den ganzen Baum mithilfe von Seilkränen (oder über die Luft mit von Zeppelin assistierten Helikoptern). Hier muss jedoch bedacht werden, dass die Vollbaumnutzung das notwendige Reservoir an Totholzresten für die kostenlose und energiefreie Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit nicht zu stark reduziert wird.

Bei einer langfristigen Produktion bzw. einzelstammweisen Nutzung wie beim naturnahen Waldbau bestehen hier keine wesentlichen Probleme. In der Tat bedeutet die dauerhafte Erhaltung eines Kronendaches auch eine dauerhafte Zufuhr von toter Biomasse aus Feinwurzeln mitsamt deren Mykorrhizenhüllen. Deren Anteil (bis 40 % der gesamten Biomasse) ist weithin nicht bekannt und stellt eine äußerst bedeutsame Komponente der Fertilitäts-erhaltung dar. Die notwendige Menge an Ästen,

Reisig, Unterlängen und anderen Nutzungsresten zur Erhaltung der energetisch wirksamen Fruchtbarkeit variiert stark je nach Standort. Für versauerte, substratarme Standorte sollte der Export von Reismaterial stark eingeschränkt werden, da ansonsten die Gefahr von mittelfristig irreversiblen Fruchtbarkeitschädigungen besteht. Die hier und da vorgeschlagenen systematischen Stockrodungen müssen als eine der energetisch unsinnigsten Methoden betrachtet werden.

Dagegen sind in solchen heranwachsenden ehemaligen Brachen einfache kosteneffiziente Eingriffe denkbar, um sie zu strukturieren, die Baumartenmischung zu fördern, z. B. durch Ringeln oder mit gelegentlicher Ergänzungspflanzung von brennenergetisch interessanten Baumarten wie Hybridsorbus (*Sorbus latifolia*), Kastanie und Nussbäumen. In Hecken oder Alleen (Linienforsten), entlang von Flüssen und an Straßen stellt z.B. die Kombination von hochwertigen Bäumen (Nussbaum, Kirsche, Esche) umgeben von spontan wachsenden Bäumen und Gehölzen ein interessantes Modell dar, abgesehen davon, dass solche strukturierten Gehölze für die Landschaft sowie für die Biodiversität recht interessant sind. Überhaupt könnten Baumarten, die eine spontane Stockausschlagkraft, gute Holzproduktion und einen hohen Energiegehalt aufweisen, wie z.B. Kastanien, in Zukunft eine neue Bedeutung bekommen.

Schlussfolgerungen

All dies zeigt, dass naturnahe Steuerungsprinzipien durchaus Anwendung auch im Bereich der Energieholzproduktion finden können. Sie besitzen hinsichtlich ihrer Energiebilanz sogar Vorteile gegenüber stark mechanisierten und agro-technisch intensiven Praktiken. Darüber hinaus schließen solche vermeintlich einseitigen Nutzungsstrategien eine - wenn auch begrenzte - Multifunktionalität nicht aus, da sich Struktur, Mischung und akzeptable Produktionsleistung auch bei der Erzeugung von Energieholz durchaus kombinieren und realisieren lassen.

Der Vollständigkeit halber wird abschließend darauf hingewiesen, dass – im Hinblick auf die Problematik des bislang weltweit ungebremsten CO₂- Ausstoßes - die geschilderten Vorteile einer energiebewussten und energiesparenden Waldbehandlung nur in bewirtschafteten Wäldern entstehen. Die anhaltenden Forderungen nach Ausdehnung und Vermehrung von Wald-Naturschutzgebieten und Wald-Nationalparken mit eingeschränkter oder gänzlich einzustellender Bewirtschaftung sind insoweit bezüglich der CO₂-Problematik kontraproduktiv. In weit stärkerem Maße gilt das natürlich für die weltweit noch immer andauernde Waldvernichtung und die vergleichsweise minimalen Anstrengungen, diesem Trend durch Erst- und Wiederaufforstungen entgegen zu wirken.

17.6.2012/Jps



PRO SILVA Europe

Papier prospectif

Gestion de la forêt compatible à une bonne utilisation des énergies

Adopté le 29.6.2012 par l'assemblée des délégués nationaux, à La Ferté Bernard, France

Sommaire

Ce papier met l'accent sur les avantages de la gestion des forêts selon les principes de Pro Silva pour une utilisation optimale de l'énergie et une bonne gestion du cycle du Carbone. Ils se fondent sur la propriété de la gestion Pro Silva de fournir une proportion importante de gros bois de bonne qualité dont l'utilisation en produits de longue durée de vie permet de remarquables économies énergétiques, car le bois est à la fois un matériau économe en énergie de mise en valeur et bon isolant thermique. Cela permet par ailleurs de prolonger substantiellement la durée de rétention du Carbone. La continuité du couvert garantit une remarquable durabilité de la fertilité du sol, sans apport externe d'énergie ce qui représente un atout majeur en terme de potentiel de production. Pro Silva développe en outre son expérience quant à la gestion économe en bois-énergie.

Importance de l'énergie dans la gestion forestière

Un des changements fondamentaux des conditions cadre de la gestion forestière de ces dernières années est l'importance nouvelle et accrue des ressources renouvelables dans la lutte pour un bilan énergétique le plus efficient et le plus propre possible en terme de contrôle du CO₂. La forêt représente à la fois une source importante de recyclage du CO₂ en Oxygène, de rétention du Carbone à longue durée et finalement de substitution de matériaux dispendieux en énergie. Le bois peut être utilisé à différentes étapes de sa transformation comme matériau conservé à longue durée et permet à la fois de substituer des matériaux dispendieux en énergie et d'augmenter significativement le cycle de rétention du C. Son utilisation comme comburant, carburant et même comme matière première pour la chimie des polymères permet une économie très significative de matières fossiles. Cette fonction de la forêt apparaît aujourd'hui acquérir une plus grande importance que par le passé.

De surcroît la forêt gérée selon les principes de PRO SILVA s'avère significativement supérieure en efficacité énergétique et en production de biomasse parce qu'elle ne nécessite aucun intrant de fertilisant artificiel, aucun travail du sol et parce que le système de fertilité du sol se recharge et s'équilibre spontanément grâce à l'apport continu de matières organiques (litière des résidus morts et nécromasse souterraine, essentiellement de racines fines) qui, se transformant en complexe humique renforce ainsi significativement la capacité d'échanges ioniques dans le sol.

Valeur des produits de la forêt en fonction de leur bilan énergétique

Vu sous cet angle les priorités dans la production d'assortiments de bois se modifient par rapport à ce qui prévalait jusqu'ici. Il faudrait à l'avenir mieux tenir compte du bilan énergétique et en CO₂ dans la valorisation des produits du bois. Sur le plan de la stratégie de production biologique forestière il devient aujourd'hui déterminant de produire d'une part le plus possible la proportion de bois d'œuvre de bonne qualité, transformable en produits de haute valeur ajoutée, énergétiquement économes, utilisables à longue durée de vie (en construction p.ex.) et d'autre part du bois-énergie permettant une substitution importante de carburants et combustibles fossiles. L'idéal serait de rechercher un effet de cascade, quand après une première utilisation (p.ex. les charpentes) le bois récupéré peut être utilisé pour la combustion. Cependant la technique de récupération et de dépollution des substances toxiques limite considérablement ce genre de récupération. De surcroît, surtout en forêt feuillue, une partie substantielle de la production de bois (branches et restes de coupe pouvant faire jusqu'à 40 % du volume) n'est pas encore transformable en matériau de haute valeur ajoutée. Il apparaît préférable de les utiliser comme source de chaleur. S'ils ne sont pas valorisés énergétiquement, ils restent sur le parterre de coupe et aggravent par leur décomposition le bilan CO₂. Cependant il ne faudrait pas non plus exploiter totalement ces restes de coupe, car un certain apport de nécromasse est indispensable au maintien de la fertilité naturelle et gratuite des sols par les acides humiques.

En termes d'organisation de l'exploitation des bois, l'utilisation en bois énergie (ou biomasse) de tout ce qui n'est pas valorisable avec haute valeur ajoutée simplifie très significativement les opérations de façonnage et de débusquage car pour une première transformation par déchiquetage il n'est pas nécessaire d'ébrancher ni de débiter, et sans doute pas d'écorcer. Seule la question de la déshydratation du bois destiné à la combustion n'est pas encore bien résolue (énergétiquement) car le taux d'humidité est fortement lié au rendement énergétique de la combustion. Le séchage naturel devrait être préféré, en tous cas partiellement, au séchage artificiel très gourmand en énergie. Cela pourrait modifier nos pratiques d'exploitation. Un premier séchage naturel est déjà parfaitement possible sur le parterre des coupes ou en bord de route, avant de songer à une dévitalisation (sans usage de phytocides), par ex. par annélation, précédant d'une ou quelques années la coupe principale.

Avantages du modèle de sylviculture PRO SILVA

La gestion de la forêt pérenne et continue est fondée sur le principe du renouvellement spontané sans interruption de couvert se basant sur l'utilisation de processus biologiques naturels favorisant la

production de gros bois de bonne qualité. La proportion de bois de construction et autres produits à haute valeur produits en futaie jardinée est significativement plus élevée de celle de la futaie régulière. L'utilisation du reste comme ressource de biomasse est parfaitement compatible. Ce modèle de production améliore la résolution des perspectives exposées plus haut.

Les sources d'appoint de bois énergie

Les études prospectives des besoins en bois pour les prochaines décennies en prévoient un manque assez manifeste en raison surtout de la montée en force des besoins en bois-énergie et de matière première. L'effet pourrait devenir d'autant plus prononcé que de nouvelles sources d'alimentation émergeront telles que les bio carburants à gaz de bois ou la chimie de la cellulose. Cela ne manquera pas d'avoir des conséquences sur les prix. Mais ces derniers ne sont pas le seul critère. En cas de conflits d'utilisations le bilan énergétique devrait être considéré et favorisé. Il ne fait pas non plus de doutes que l'utilisation du bois comme source de biomasse ne sera pas couverte par la seule production forestière classique. Il faut envisager des possibilités nouvelles. Une production de type agro-technique telle que le taillis à hyper-courte révolution n'est guère envisageable, les surfaces cultivables devant être réservées à couvrir les besoins d'alimentation humaine et parce que le bilan énergétique de telles cultures n'est pas particulièrement favorable. La solution réside sans doute dans l'utilisation des surfaces abandonnées par l'agriculture intensive, les friches (ou accrus) qui dans les régions montagneuses représentent des surfaces importantes, ou encore les alignements et haies.

Modèles écologiques de production forestière énergétique

En conditions d'accès et d'exploitation impropres à une mécanisation intensive, ce n'est pas tant la maximalisation de production à courte durée qui est déterminante, mais plutôt les principes de rationalisation biologique en forêt, fondés sur la recrue spontanée et gratuite qu'on laisse se développer quasi librement jusqu'au moment de culmination de l'accroissement moyen en volume (au-delà de 60-80 ans) et une exploitation par arbre entier et câblage (ou autre voie aéroportée par exemple hélicoptère assisté par ballon dirigeable). Doit être réservé ici le maintien d'une biomasse suffisante au cycle d'humification nécessaire à la conservation de la fertilité naturelle et gratuite des sols. Dans le cas d'une production à moyennement longue durée et d'une exploitation par pieds d'arbres et maintien d'un couvert continu cela ne semble pas trop problématique. La continuité du couvert signifie en effet continuité de l'apport de décomposition de racines fines, y compris leur manteau mycorrhizien, dont la proportion (jusqu'à 40 % de la biomasse totale) est généralement mal reconnue et qui contribuent largement à l'alimentation en biomasse du complexe humique des sols. La quantité de litière, de branchage voire de restes de coupe nécessaire à cette fonction essentielle varie selon les stations. Dans les stations acidophiles et sur les substrats pauvres en minéraux échangeables une exportation trop forte des branches peut conduire à des modifications irréversibles et s'avérer dommageable à la fertilité. Quant aux extractions systématiques des souches il s'agit d'une des opérations les moins efficaces qui soient en termes énergétiques.

Par contre il est loisible d'envisager des opérations simples et peu coûteuses de structuration et de favorisation des mélanges (par annélation) voire de pratiquer des plantations complémentaires avec des essences intéressantes en termes énergétiques tels que sorbiers hybrides (*Sorbus latifolia*), noyers, châtaignier. Dans les bocages haies d'alignement le long des routes et ripisylves la combinaison d'essences à haute valeur (noyers, merisiers, châtaigniers) peut être associée à une production de tout-venant tout en apportant des prestations environnementales et de biodiversité intéressantes. Des essences combinant bonne production (éventuellement bonne faculté de rejet de souche) et haute teneur énergétique comme le châtaignier pourraient être mieux valorisées.

Conclusions

Ces propositions ne représentent rien d'autre que l'application des principes de gestion proche de la nature à des surfaces jusqu'alors négligées par la foresterie classique. Elles surpassent largement en termes de bilan énergétique, les solutions agro-techniques généralement proposées. D'autre part il est possible d'appliquer les principes de multifonctionnalité à la production orientée prioritairement sur la biomasse et le bois-énergie dans la mesure où les modèles de gestion exposés ci-dessus sont parfaitement applicables tout en favorisant la structure et la diversité d'essences naturelles. Elles contribuent par conséquent à la bonne gestion des habitats et sont favorables à la conservation de la biodiversité.

Par souci d'exhaustivité il convient de rappeler à propos de l'augmentation continue des émanations de CO₂ dans l'atmosphère, que les avantages d'une gestion en forêt respectueuse de l'énergie ne se réalisent que dans la forêt régulièrement exploitée. Les exigences répétées de soustraire toujours plus de forêts de la gestion, comme réserves de protection de la nature et parcs nationaux sont donc contreproductives en ce qui concerne le bilan du CO₂. Cela vaut évidemment à plus forte raison pour la destruction par le feu des forêts du Sud, où le bilan de déperdition du C cumule la perte de biomasse et de fertilité du sol. La tendance des pays nantis de compenser ces pertes par le rachat d'actions de reboisement tend à masquer cette triste réalité.

PRO SILVA Europe



prospectus

Forest management consistent with the

efficient use of energy

Summary

This paper highlights the benefits of forest management based on Pro Silva principles that are founded on natural forest dynamics in the face of the risks posed by changing environmental conditions. They draw upon the broad genetic polymorphism of naturally regenerated stands, the large quantity of regeneration and continuity of renewal. Initially this provides the opportunity for natural selection to act upon the best adapted individuals, and subsequently for selective forestry management practices to maintain continuity and to allow adaptive responses. Furthermore, the use of mixed stands ensures a better allocation of risk.

Importance of energy in forest management

One of the fundamental changes under conditions of forest management in recent years is the new and increased importance of renewable resources in the struggle for an energy balance as efficient and as clean as possible in terms of CO₂ abatement. The forest is simultaneously a major source for the recycling of CO₂ to oxygen, the sequestration of carbon, and ultimately for the long-term substitution of high energy-intensive materials. Wood can be used at different stages of its processing as the material preserving the long-term storage of carbon and the substitution for expensive energy, and thus significantly increasing the sequestration of carbon. Used as a combustible, biofuel, and even as raw material for polymer chemistry, it becomes a highly significant alternative to fossil fuel energy sources. This function of the forest is now acquiring greater importance than before.

In addition, the managed close-to-nature forest is significantly higher in energy efficiency and biomass production because it requires no input of artificial fertilizers, no soil tillage, and because the system of soil fertility is naturally recharged and balanced due to the continuous supply of organic matter (litter of dead organic residue and subterranean decomposition, mostly of fine roots), which results in a humus complex that significantly reinforces the capacity of ionic exchange in the soil.

The value of forest products in terms of their energy balance

From this perspective, priorities in the production of timber assortments are changing with respect to that which existed before. We should take better account of the energy balance and CO₂ in the valuation of wood products. In terms of biological production strategy, the challenge now is to produce on the one hand as much timber of good quality as possible, converting it into products of high added value and energy efficiency with a long lifespan (e.g., construction material) and on the other hand energy timber allowing to substitute fossil fuel. The ideal would be to seek a cascading effect when, after its first use (e.g., framing material), salvaged wood could be repurposed for biofuel combustion. However the processes of scrap wood salvage and cleanup of toxic substances severely limit such recovery. Moreover,

especially in hardwood forests, a substantial component of timber harvest production (branches and harvest residues forming up to 40 %) cannot yet be converted into material of high-added value. It would be better utilized as a source for heating fuel. If not used for renewable energy production, it remains on the harvest site, increasing the CO₂ balance. However, one should not fully exploit the remnants of cut branches, for, as a supply of dead organic matter, it is essential for maintaining a freely-provided, natural source of soil fertility through catalytic transformation by the clay-humic soil complex.

When planning for wood utilization, the use as wood energy (or biomass) of everything that is not transformable with high added value very significantly simplifies harvesting and hauling operations, for, by chipping it, it becomes unnecessary to delimb or buck the material, and probably not even to debark it. Only the question of drying the wood for combustion energy is not well resolved. In fact the moisture content is strongly linked to its combustion efficiency. Natural drying should be preferred to artificial drying, at least to some extent as very energy efficient. This might modify our operating practices. An initial natural drying is already perfectly possible on harvest sites or at the roadside, before think to decay standing trees (without using chemical applications), e.g., by girdling, a few years prior to the main harvesting.

Advantages of the Pro Silva silvicultural model

Sustainable and perpetual forest management based on the principle of spontaneous natural regeneration under continuously uninterrupted canopy cover is founded on the utilization of natural biological processes which promote the production of large, good quality timber. The proportion of timber and other high-value products yielded by the Pro Silva silvicultural model is significantly greater than that by the uniform system of even-aged forestry. The use of harvest residues as a biomass resource is a fully compatible complementary. This production model thus corresponds well to the resolution of the perspectives outlined above.

Supplemental sources of wood energy

Prospective studies of wood requirements in the coming decades indicate a fairly clear shortage of wood primarily due to an increasing pressure of demand for wood energy and raw material. This impact could become even more pronounced as new sources of power emerge, such as organic fuels or the chemical gasification of cellulose. This is bound to affect prices. But it is not the only criterion. In cases of conflicting demands for utilization, the overall energy budget should be considered and promoted. There is no doubt that the use of wood as a source of biomass will not be tackled solely by conventional forestry practices. Thought must be given to new opportunities. Production of agro-technical types of biofuel production, such as super shortrotation coppicing, is hardly reasonable, as arable land must be reserved to cover food production needs and because their energy balance is not particularly favorable. The solution might lie in the use of land abandoned by agriculture, wasteland which accounts for large areas in mountainous regions, or even in windbreaks along roads and hedgerows.

Ecological models of forest energy production

Therefore, given conditions of access and use which are unsuitable for intensive mechanization, it is not the maximization of short-term production which is pertinent, but the principles of forestry based upon biological rationalization which facilitate the establishment and growth of natural regeneration at practically no cost, harvested at culmination of the mean annual volume increment (beyond 60-80 years), when whole-tree harvesting and cable yarding (or other means such as airborne helicopter assisted by zeppelin) takes place. Biomass levels sufficient to maintain the cycle of decomposition must be reserved to sustain the free provision of natural soil fertility. In the case of medium to long-term production and maintenance of a continuous canopy such an exhausting of fertility does not seem too problematic. Continuity of canopy cover means, in effect, continuity in the provision of fine root decomposition including their mycorrhizal mantle, whose proportion (up to 40% of the total biomass) is generally poorly acknowledged, yet contributes greatly to the nutritional biomass of the soil humus complex. The amount of litter, branches, and other harvest residues required for this critical fertility function varies according to site characteristics. On acidic sites and soils with poor fertility, excessive removal of harvest residues can lead to irreversible changes and cause serious problems with fertility. As for the systematic removals of stumps, this is one of the least efficient in terms of energy balance. In contrast, it is possible to consider simple operations, inexpensive structuring, and promoting mixtures (by girdling), or even the practice of enrichment planting with species of interest in terms of energy production, such as hybrid rowan (*Sorbus latifolia*), walnut, and chestnut. In hedgerow and other linear features (e.g., along river corridors), the combination of high-value species (walnut, cherry, chestnut) can be combined with the production of any number of species while simultaneously providing environmental services and valuable biodiversity. Species combining excellent yield characteristics (as well as good sprouting potential) with high energy content, such as chestnut, could be better valued.

Conclusions

All this represents nothing more than the application of close-to-nature management principles, in areas previously neglected by traditional forestry, which largely exceed, in terms of their energy balance, what agro-technical solutions generally offer. On the other hand, it is possible to apply the principles of multifunctionality oriented primarily to the production of biomass and wood energy to the extent that the business models outlined above become fully applicable, while promoting structural diversity of native species, thus contributing to good habitat management and, therefore, supporting the conservation of biodiversity.

In the interests of completeness, it should be noted, regarding the continued increase in CO₂ emissions in the atmosphere, that the benefits of forest management in respect to energy can only be realized in the forest that is consistently and routinely managed. Repeated demands to remove ever more forest area from management as nature conservation reserves and national parks are counterproductive with regard to managing the CO₂ balance. This obviously applies even more so to the destruction by fire of forests in the Southern hemisphere, where the C balance is lost through the accumulated depression of biomass and soil fertility. The tendency of wealthy countries to compensate for these losses by the purchase of carbon credits for reforestation projects tends to mask this sad reality.

