

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 147 (1996)

Heft: 11

Artikel: Nachhaltige Entwicklung : Herausforderung und Lösungsansätze für die Ebenen Forstbetrieb und Forsttechnik

Autor: Heinemann, Hans Rudolf

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767067>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Nachhaltige Entwicklung – Herausforderungen und Lösungsansätze für die Ebenen Forstbetrieb und Forsttechnik¹

Von Hans Rudolf Heinemann, Zürich

Keywords: Sustainable development; ecology; forest enterprise; environmental policy.

FDK: 3: 611: 907: 97

1. Einleitung

Am Erdgipfel von Rio im Jahre 1992 wurde länderübergreifend der klare Wille geäussert, die gesellschaftliche Entwicklung dieser Welt in Richtung einer umfassenden Nachhaltigkeit zu steuern. Während auf der politisch-programmatischen Ebene Einigkeit besteht, welche Ziele angestrebt werden sollten, stellt sich auf der operativen Ebene die Frage, mit welchen sogenannten «*best practices*» (Bestverfahren, beste Praktiken) diese Ziele erreicht werden sollen. Wirkungen werden erst durch Handlungen erzeugt, weshalb im Wirtschaftsleben das Hauptaugenmerk auf die Produktionsprozesse gerichtet werden muss, die es zu optimieren gilt. Auch für eine zukunftsfähige Forstwirtschaft stellt sich die Frage, inwieweit die Forderungen nach ökologischer Qualität und Verträglichkeit verbessert werden können.

In der Fachliteratur, die sich mit forstlicher Betriebs- und Produktionstechnik befasst, sind bisher kaum Beiträge zu finden, die sich mit der Frage auseinandersetzen, wie das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung auf die operative Stufe transformiert werden soll. Erste Überlegungen dazu stellt Heinemann (1996) an, der vor allem die Herausforderung «Ökoeffizienz» unterstreicht. Forstwirtschaft hat Tradition im Umgang mit Nachhaltigkeit. Allerdings ist zu beachten, dass Nachhaltigkeit gemäss forstlichem Sprachgebrauch eine viel engere Sichtweise hat als das Konzept, wie es in Rio präsentiert wurde. Im englischen Sprachgebrauch kommt dieser Unterschied deut-

¹ Nach einem Referat, gehalten am 5. Februar 1996 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

licher zum Ausdruck, indem man Nachhaltigkeit im klassischen forstlichen Sinne als «sustained yield» bezeichnet, während die Zielsetzungen von Rio mit «sustainable development» (zukunfts-fähige, zukunfts-trächtige Entwicklung) umschrieben werden.

Der vorliegende Beitrag beabsichtigt (1) zu klären, was unter ökologisch verträglichem Handeln aus der Sicht der forstlichen Produktion zu verstehen ist, (2) das Konzept der Ökoeffizienz zu konkretisieren und (3) den Handlungsbedarf für die weiteren Umsetzungsarbeiten abzuleiten. Der Beitrag begrenzt sich klar auf die operative, ausführende Ebene und orientiert sich an der Holzproduktion, die auch in einer Dienstleistungsforstwirtschaft etwa 70 % der Kostenstruktur der Forstbetriebe ausmacht. Der vorliegende Beitrag analysiert vorerst die Zielsetzungen des Rio-Gipfels und dessen Folgeprozesse, stellt dann Überlegungen zu Flächen- und Energieeffizienz in der forstlichen Produktion an und versucht, den Handlungsbedarf im Bereich Forschung und Entwicklung zu skizzieren.

2. Nachhaltige Entwicklung – erweitertes Verständnis

2.1 Ziele des Weltgipfels von Rio 92 und der Folgeprozesse

Der Weltgipfel von Rio im Jahre 1992 verfolgte das Ziel, die wirtschaftliche Entwicklung, die Erhaltung der Lebensgrundlagen und die soziale Entwicklung in Einklang zu bringen. Die Resultate sind in der sogenannten Agenda 21 publiziert, die für verschiedene Bereiche politisch-programmatische Zielsetzungen vorgibt (UNCED, 1992). Die für forstlich Interessierte wichtigsten Kapitel sind das Kapitel 11 (Bekämpfung der Entwaldung), das Kapitel 13 (Nachhaltige Entwicklung der Berggebiete) und das Kapitel 14 (Landwirtschaft und Entwicklung der ländlichen Gebiete).

Die wirtschaftliche Entwicklung soll die menschlichen Grundbedürfnisse befriedigen, dabei die Stoff- und Energiedurchsätze minimieren, was unter dem Begriff Ökoeffizienz bekannt geworden ist. Gleichzeitig soll sie auch darauf abzielen, das Kapitalwachstum zu begrenzen und schädlichen Konsum und schädliche Produktion einzudämmen. Die Erarbeitung einer genügenden Wertschöpfung dürfte die Grundvoraussetzung sein, um andere Massnahmen im Umweltbereich überhaupt finanzieren zu können. Die Erhaltung der Lebensgrundlagen zielt darauf ab, die Nutzung sich erschöpfender Ressourcen zu reduzieren, die Erosion sich erneuernder Ressourcen zu verhindern, die Biodiversität zu erhalten und Risiken im Bereich der sozialen und natürlichen Umwelt vorbeugend einzugrenzen. Der dritte Aspekt, die soziale Entwicklung, verfolgt das Ziel, ungedeckte Bedürfnisse zu befriedigen, Armut zu bekämpfen, Arbeitslosigkeit zu vermindern und die Mitwirkung und Verant-

wortung Betroffener weltweit zu stärken. Gerade in diesem dritten Bereich gibt es ein Hauptproblem, für das heute noch keine Lösung in Sicht ist, den Umgang mit dem zunehmenden Bevölkerungswachstum. Grundsätzlich stehen zwei Lösungspfade zur Verfügung, das hohe Ziel einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen. Eine Suffizienzrevolution, welche die Bedürfnisse der Menschheit drastisch reduziert, und eine Effizienzrevolution, welche versucht, menschliche Bedürfnisse mit dem Einsatz von weniger Ressourcen zu befriedigen. Interessante Überlegungen dazu bietet das Buch von *Weizsäcker et al.* (1995) und die Studie «Zukunftsfähiges Deutschland» (*BUND/Misereor*, 1996).

Im Nachgang zur Konferenz von Rio 1992 entstanden mehrere Folgeprozesse, die sich aus forstlicher Sicht damit auseinandersetzen, welche Kriterien und Indikatoren verwendet werden können, um das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung auf die operative Ebene der Forstwirtschaft zu übertragen. Gemäss CSD (1996) sind fünf derartige Folgeprozesse im Gang: (1) der Helsinki-Prozess, an dem auch die Schweiz beteiligt ist, (2) der Montreal-Prozess, (3) der ITTO-Prozess (International Tropical Timber Organisation), (4) der Tarapoto-Prozess und (5) der Subsahara-Prozess. Die beiden wichtigsten Folgeprozesse aus europäischer Sicht sind der Helsinki-Prozess, in dem sich vor allem europäische Länder vereinigen, und der Montreal-Prozess, in dem Nordamerika und Länder der Südhalbkugel vereinigt sind. Die Kriterien aus den beiden Folgeprozessen befassen sich primär mit den Umweltleistungen, welche Waldökosysteme nachhaltig zu erbringen haben. Biodiversität, Gesundheit und Vitalität der Waldökosysteme, Erhaltung der Produktionskraft, Rolle der Wälder im globalen Kohlenstoffkreislauf, Rolle der Wälder zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und die regulierende Waldwirkung auf den Wasserkreislauf sind die wichtigsten Kriterien, auf die sich beide Prozesse geeinigt haben. Die Rohstoffleistung und die Sozialleistungen (Erholung, Schutz vor Naturereignissen) sind seit längerer Zeit allgemeines Gedankengut der entwickelten Forstwirtschaft und werden dementsprechend als mehr oder weniger gegeben hingenommen. Damit ist jedoch erst die Absicht formuliert. Zwischen Absicht und Resultaten sind wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Prozesse nötig, um Absichten in Taten umzusetzen. Konsum-, Produktions- und Verteilungsprozesse sind letzten Endes auch bei der Forstwirtschaft der Kern für unerwünschte Nebenwirkungen menschlichen Handelns. Sie sollten deshalb im Zentrum der Überlegungen stehen, wenn es darum geht zu prüfen, welches die bestmöglichen Praktiken sind.

2.2 Ökologisches Handeln

Seit dem Entstehen moderner Naturwissenschaften ist der Wissensstand im Bereich des technisch-ökonomischen Handelns sehr umfangreich geworden. Die Dimension hingegen, was ökologisches Handeln beinhaltet, ist erst in

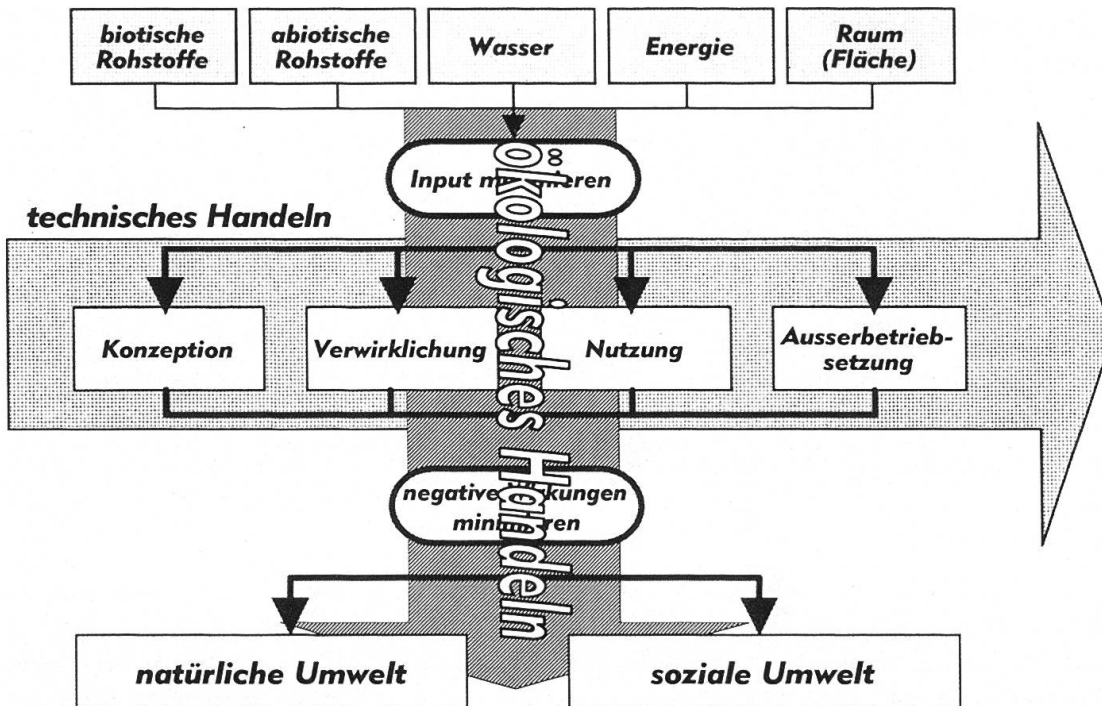


Abbildung 1. Dimensionen menschlichen Handelns. Die Dimension «Technisches Handeln» hat eine lange Tradition und kann heute auf ein umfassendes Wissen abstellen. Die Dimension «Ökologisches Handeln» umfasst die beiden Komponenten Minimierung des Umweltverbrauchs (biotische Rohstoffe, abiotische Rohstoffe, Wasser, Energie, Raum) und die Minimierung der negativen Wirkungen auf die natürliche Umwelt, die soziale Mitwelt und den Menschen selbst.

den letzten dreissig Jahren entstanden und muss noch kräftig weiterentwickelt werden. *Abbildung 1* zeigt die zwei Dimensionen menschlichen Handelns: die technisch-ökonomische und die ökologische. Das technische Handeln umfasst das Konzipieren, das Verwirklichen, das Nutzen und das Ausserbetriebsetzen. Die Dimension «ökologisches Handeln» stellt eine neue Herausforderung dar, die auch in der Forstwirtschaft noch beträchtlich entwickelt werden muss. Das Prinzip der Risikominimierung sowie der Grundsatz der «Güter- und Übelabwägung» (*Sachverständigenrat*, 1994) ist auf die Ebenen natürliche Umwelt und soziale Mitwelt zu beziehen. Der klassische Umweltschutz setzt bei der Minimierung der negativen Wirkungen an. Die Methoden, die entwickelt wurden, um unerwünschte Nebenwirkungen vorbeugend einzugrenzen, werden allgemein mit Umweltverträglichkeitsprüfungen im weitesten Sinne umschrieben. Dieser sogenannte «*end of pipe*»-Ansatz dominierte den Umweltschutz erster Generation, vermochte jedoch den Umgang mit den beschränkten Ressourcen nicht einzudämmen. Deshalb wurde in Rio 1992 das Prinzip der Ökoeffizienz definiert (in der *Abbildung 1* oben zu sehen), das versucht, den Input an Umweltgütern in die Produktionsprozesse zu minimieren. Der Bericht «Zukunftsfähiges Deutschland» (*BUND/Misereor*, 1996) beschreibt fünf massgebende Umweltindikatoren, mit denen der Umweltverbrauch und damit

auch die Ökoeffizienz gemessen und bewertet werden können. Es sind dies biotische Rohstoffe, abiotische Rohstoffe, Wasser, Energie und Raum (bzw. Fläche). Die zweite Generation des Umweltschutzes konzentriert sich auf die Input-Ebene und hat in der Zwischenzeit eigenständige Wissensgebiete entwickelt (vgl. z.B. *Baccini/Bader*, 1996).

Die Forstwirtschaft steht – zusammen mit anderen Wirtschaftsbranchen – vor einer Hauptherausforderung. Die Dimension des ökologischen Handelns wurde erst punktuell in das Denken und Handeln integriert. Forstwirtschaft hat eine lange Tradition im sorgsamem Umgang mit der Umwelt. Sie wäre prädestiniert, diese Hauptherausforderung herauszugreifen und nach innovativen Lösungen zu suchen.

3. Ökoeffizienz – ein neues Konzept

Zur Frage, wie Umweltverträglichkeit ins technisch-ökonomische Handeln integriert werden kann, existiert umfangreiche Literatur. Neben der reinen Analyse- und Bewertungskomponente beinhaltet Umweltverträglichkeit immer auch die Frage der öffentlichen Mitwirkung. Im forstlichen Bereich spielt die Umweltverträglichkeit insbesondere bei Erschliessungsanlagen eine Rolle (vgl. z.B. *Heinimann*, 1994).

Das Konzept der Ökoeffizienz, d.h. des möglichst günstigen Verhältnisses zwischen zu erzielenden Resultaten und einzusetzenden Umweltgütern, wurde im Forstbereich von *Sundberg* (1987) aufgegriffen. Er stellte für den Indikator Energie erste Überlegungen an, die jedoch noch wenig Beachtung fanden.

Nachfolgend wird versucht, das Konzept der Ökoeffizienz für zwei ausgewählte Bereiche und Indikatoren zu konkretisieren. Der erste Indikator, Raum bzw. Fläche, soll für den Bereich der Holznutzung eine Trendanalyse zeigen, in welche Richtung wir uns bewegen. Der zweite Indikator, Energie, soll bezüglich Rohholzgewinnung untersucht werden.

3.1 Umweltindikator «Fläche» – Flächenbilanz für den Holzverbrauch der Schweiz

Abbildung 2 zeigt eine Flächenbilanz der schweizerischen Holznutzung seit 1945. Gemäss Überlegungen von *BUND/Misereor* (1996) wird die Flächenbilanz für ein bestimmtes Gut wie folgt bestimmt: (Fläche, welche für die Holzproduktion in der Schweiz beansprucht wird) + (Fläche, welche für Holzimporte im Ausland beansprucht wird) – (Fläche, die im Inland für Holzexporte beansprucht wird). Das Zahlenmaterial der *Abbildung 2* entstammt den Jahrbüchern

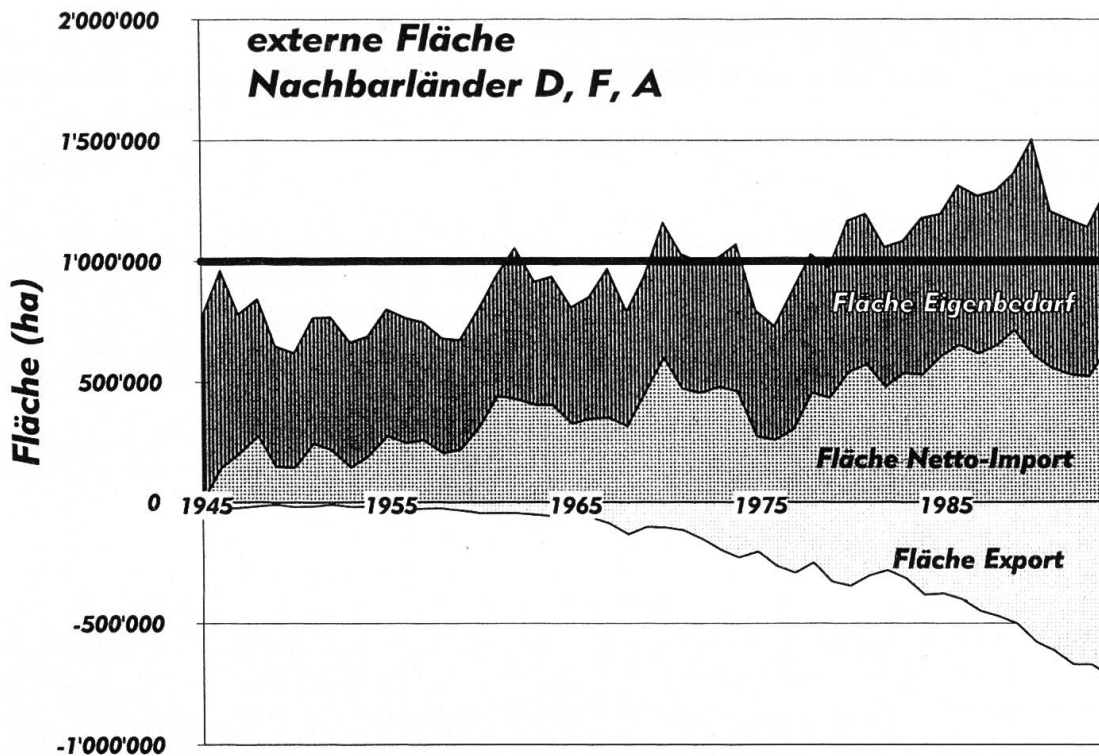


Abbildung 2. Flächenbilanz für die Rohholzgewinnung der Schweiz. Flächenbilanz = (Fläche für Rohholzproduktion der Schweiz) + (Fläche im Ausland für Rohholzimport beansprucht) – (Fläche für Rohholzexport). Zahlenmaterial aus Jahrbüchern der Schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft (1965 bis 1994), der schweizerischen Forststatistik bzw. den Aussenhandelsstatistiken (1945 bis 1964).

der schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft sowie den statistischen Jahrbüchern der Schweiz. Um die für die Holzproduktion effektiv beanspruchte Fläche zu rechnen, wurde eine mittlere Produktivität von sieben Kubikmeter pro Hektar und Jahr veranschlagt. Die Produktivität für die im Ausland beanspruchte Waldfläche geht im optimistischen Fall davon aus, dass diese Waldfläche in den umliegenden Nachbarländern beansprucht wird. Es wird eine mittlere Produktivität für die Länder Frankreich, Deutschland und Österreich von 5,5 Kubikmeter pro Hektar und Jahr angenommen. Verlagert man die im Ausland beanspruchte Fläche in die eurasiatischboreale Waldzone, so sinkt die Produktivität auf 3,5 bis 4 Kubikmeter pro Hektar und Jahr. *Abbildung 2* zeigt einige interessante Trends. Die Fläche, die wir in der Schweiz beanspruchen, um Holz zu exportieren, stieg seit 1965 mehr oder weniger linear an. Desgleichen nahm auch die im Ausland beanspruchte Fläche für Holzimporte seit 1945 kontinuierlich zu. Die gesamthaft beanspruchte Fläche überschreitet unter den zugrundeliegenden Annahmen seit etwa 1975 die schweizerische Gesamtwaldfläche. Nimmt man diese Flächenbilanz als Indikator zur Beurteilung der Nachhaltigkeit, so bewegt sich die Schweiz auf einem Trend, der von den Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung abweicht. Diese Feststellung mag erstau-

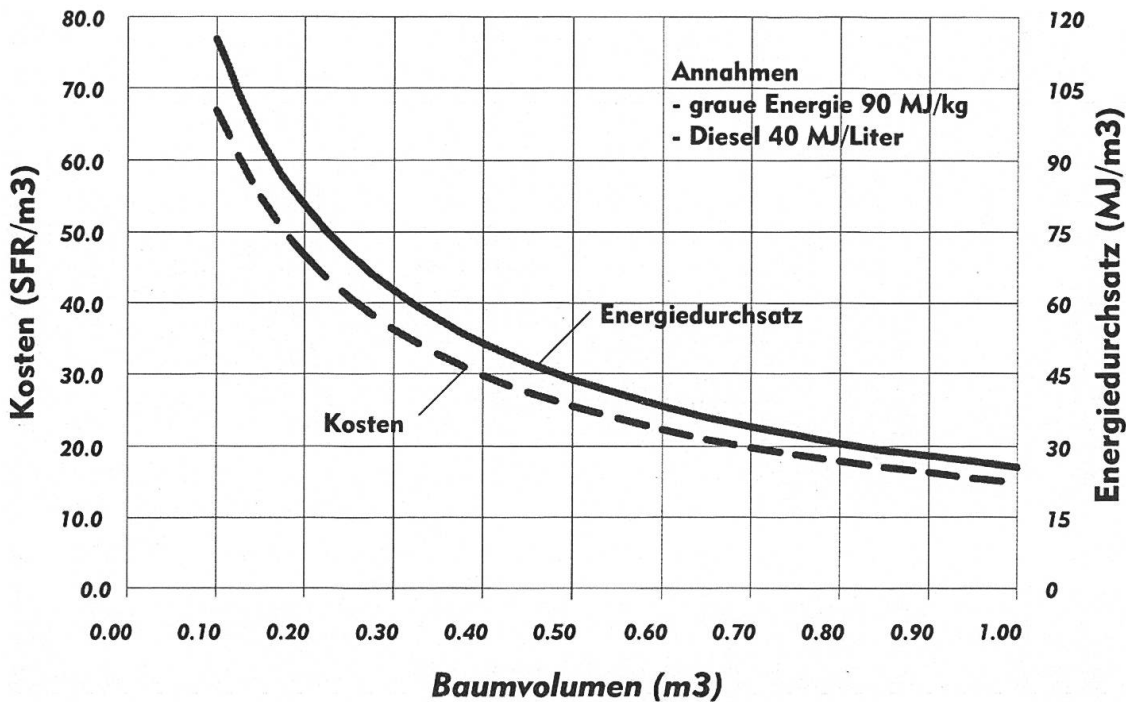


Abbildung 3. Ökonomische und ökologische Effizienz bei der Holzernte. Das Stückvolumen-Prinzip bestimmt auch das Verhalten der Energie-Effizienz. Im Bereich des Schwachholzes wird für die Aufarbeitung eines Festmeters Rohholz ein Energieäquivalent von etwa 2 Litern Dieselöl umgesetzt, während im Starkholzbereich lediglich ein Umsatz entsprechend 0,5 Litern Dieselöl benötigt wird. Beispiel für einen Starkholz-Vollernter.

nen. Die pessimistischere Annahme, die externe Fläche für die Holznutzung werde im borealeurasiatischen Raum beansprucht, ergibt ein noch deutlicheres Bild. Danach würde die Schweiz rund 1,7 Millionen Hektar totale Waldfläche beanspruchen (In- und Ausland), dies rein für die Holznutzung. Diese Effekte ausserhalb des eigenen Landes werden als sogenannte ökologische Fussabdrücke bezeichnet, die nach *BUND/Misereor* (1996) unerwünscht und zu vermindern sind. Ansätze, wie derartige Trends analysiert und gesteuert werden können, finden sich in dieser Heftnummer unter dem Beitrag «Szenarien zur nachhaltigen regionalen Holzbewirtschaftung» (*Müller* 1996).

3.2 Umweltindikator Energie – Effizienz der Rohholzgewinnung

Ein Grundprinzip bestimmt die Produktivität von Rohholzgewinnungsmassnahmen, ungeachtet des technischen Verfahrens, das eingesetzt wird. Es ist dies das sogenannte Stückvolumenprinzip, das – vielleicht nicht ganz präzise – in der Literatur auch als Stückmassegesetz bezeichnet wird. Dieser Grundzusammenhang besagt, dass der Aufwand, um eine Volumeneinheit Holz bereitzustellen, zunimmt, je mehr Stücke pro Volumeneinheit bearbeitet werden müssen. In

Abbildung 3 ist dieser Grundzusammenhang für einen Vollernter dargestellt. Bezüglich Kosten ergibt das, dass die Aufrüstung von Schwachholz im Bereich eines mittleren Baumvolumens von 0,1 Kubikmeter rund viermal soviel kostet wie die Aufarbeitung im Baumholzbereich (Baumvolumen 1 m³). Bei der Beurteilung der Energieeffizienz ist nicht nur die direkt verwendete Prozessenergie, das heisst der Treibstoffverbrauch, zu berücksichtigen, sondern auch die in den Maschinen gespeicherte graue Energie, die früher benötigt wurde, um die Maschine überhaupt herzustellen. Eine Grobschätzung geht davon aus, dass pro Kilogramm Harvestermasse eine graue Energie von rund 90 MJ gespeichert ist. Diese gespeicherte Energie ist analog dem investierten Kapital über den gesamten Nutzungszeitraum abzuschreiben und auf die Produkte umzulegen. *Abbildung 3* zeigt, wie viel Energie für die Aufbereitung eines Kubikmeters Rohholz mit dem Harvester total benötigt wird. Im Schwachholzbereich entspricht dies einem Energieäquivalent von rund zwei Litern Diesel pro Kubikmeter, im Starkholzbereich beträgt dieser Wert nur rund einen Viertel, d.h. rund 0,5 Liter Dieselöläquivalente pro Kubikmeter. Die von *Sundberg* (1987) aufgestellte Hypothese, dass bei der Rohholzgewinnung Produktivität und Ökoeffizienz proportional verlaufen, kann auch mit diesem einfachen Rechenbeispiel bestätigt werden.

Damit stellt sich die Frage, welche Konsequenzen derartige Feststellungen für verbesserte Holznutzungskonzepte haben. Waldbaukonzepte, die vor allem Starkholz produzieren und entsprechend Schwachholzproduktion minimieren, sind gemessen an der Energieeffizienz vorzuziehen. Es sind Modelle zu entwickeln, die Waldbaukonzepte über ganze Bestandeslebenszyklen analysieren und bewerten können. Damit muss die technische Machbarkeit in Zukunft die waldbaulichen Vorstellungen rückkoppelnd beeinflussen können. Auf Einzelstammnutzungen ausgerichtete Waldbaukonzepte, wie Plenterwald oder Zielstärkennutzung, sind erfolversprechende, bereits bekannte Ansätze, die dringend weiterentwickelt werden müssen.

Auf der Seite der Energieanalyse fehlen uns heute noch wesentliche Grundlagen. Vor allem ist zu klären, wie die graue Energie für verschiedenste Maschinen und Anlagen analysiert und bewertet werden kann. Ein erster Schritt wird sein, standardisierte Materialprofile für die wichtigsten Komponenten forsttechnischer Produktion zu erstellen, die danach auf vergleichbarer Basis bewertet werden. Unseres Wissens existieren zurzeit keine derartigen Ansätze, womit die Forschung in diesem Bereich besonders gefordert ist.

4. Herausforderungen an Forschung und Entwicklung

Aus den obigen Überlegungen geht hervor, dass in verschiedenen Bereichen zu wenig Klarheit besteht, wie die Konzepte eines ökologisch verträg-

lichen Handelns operationalisiert, d.h. messbar gemacht werden können. Es ergeben sich vier Hauptbereiche, in denen Forschung und Entwicklung nötig sind:

- Im Bereich der Umweltqualitätsstandards;
- im Bereich Umweltmanagementsysteme;
- im Bereich Vermarktung der Umweltqualität und
- im Bereich Forschung und Entwicklung.

Jedes zweckgerichtete Handeln setzt voraus, dass man die Ziele kennt, nach denen man sich richten soll. Wir benötigen dringend Methoden, wie Umweltqualitätsziele bestimmt, überwacht und analysiert werden können. Für alle Bereiche der operativen Ebene (Beschaffung, Produktion, Transporte, Infrastruktur, Unternehmerleistungen) sind klare Umweltqualitätsziele zu formulieren. Damit eine gewisse Einheitlichkeit innerhalb der ganzen Branche Forstwirtschaft gewährleistet ist, ist ein minimales Gerüst an Regeln und Standards aufzustellen. International erfolgt das in sogenannten «practice codes» (Verfahrenscodices?), die als Leitlinien für das Handeln auf der operativen Linie dienen können. Vor allem jene Länder, die am sogenannten Montreal-Prozess partizipieren, befassen sich zurzeit intensiv mit dem Aufstellen derartiger «practice codes».

Die Zielerreichung soll nicht erst am Ende einer Aktion überprüft werden. Dem Controlling-Gedanken folgend geht es darum, bereits während der Ausführung dauernd festzustellen, ob sich ein Vorgang auf Zielkurs befindet. Sinn und Zweck von umfassenden Qualitätssicherungssystemen ist es, ein dem Einzelbetrieb angepasstes Instrumentarium aufzubauen, das Abweichungen von der Zielrichtung laufend feststellt und entsprechende Korrekturmaßnahmen ermöglicht. Umweltmanagementsysteme, wie sie beispielsweise die internationale Normenorganisation ISO in der Norm 14000 vorschlägt, sind eine Möglichkeit, das Problem zu lösen. Aus heutiger Sicht muss auch davon ausgegangen werden, dass das Vorhandensein eines Umweltqualitätssicherungssystems eine Voraussetzung dafür bildet, um nachhaltige forstwirtschaftliche Produktion – im modernen, erweiterten Verständnis – auszuweisen und mit einer Zertifizierung am Markt sichtbar zu machen.

Umweltqualität wird heute in den verschiedensten Branchen vermarktet. Man denke nur an die verschiedenen Ökozeichen, die wir im Lebensmittelbereich überall antreffen. Die Frage eines Ökolabels für nachhaltig produziertes Holz muss vordringend an die Hand genommen werden. Rohholz für die internationalen Märkte wird von den Holzexporteuren dieser Welt in den nächsten Jahren mit einem Ökolabel versehen werden. Ein kleines Land wie die Schweiz kann es sich kaum leisten, bei diesem Trend abseits zu stehen und dabei bewusst einen Marktnachteil in Kauf zu nehmen.

Forschung und Entwicklung haben in den letzten zweihundert Jahren Beträchtliches geleistet, um technisch-ökonomisches Handeln zu optimieren.

Die grosse Herausforderung liegt darin, Analoges für den Bereich des ökologischen Handelns zu tun. Aus Analogie lässt sich grob abschätzen, wie derartige Entwicklungen vor sich gehen könnten. Mit zunehmendem Einsatz von Kapital in den Produktionsprozessen entstand das Fachgebiet der Produktionsökonomie, welches sich damit befasste, wie man Produktivität und Kosten analysieren und bewerten konnte. Analoges gilt für die ökologischen Kriterien. Wir benötigen dringend ein standardisiertes, vergleichbares Modell, damit wir Ökoeffizienz vergleichend messen und bewerten können. Auf regionaler Stufe sind Monitoring-Methoden zu entwickeln, die die Trendentwicklung von Umweltindikatoren verfolgen und entsprechend rechtzeitig Signale geben können, wenn Abweichungen von Zielzuständen zu erwarten sind. Generell sollten alle Entwicklungen unter der Prämisse des Qualitätszyklus (Zielsetzung, Verwirklichung, Überwachung, Steuerung) an die Hand genommen werden. Ausgehend von Umweltqualitätszielen sind Instrumente zu entwickeln, welche Zielkonformität versprechen. Ein Überwachungssystem sollte es ermöglichen, Abweichungen vom Zielkurs laufend zu signalisieren, damit vorbeugend oder korrigierend eingegriffen werden kann. Dieser Zyklus wird spiralförmig dauernd immer wieder im selben Umgang durchlaufen.

5. Ausblick

Der vorliegende Beitrag geht von der Frage aus, wie die ökologische Qualität forstwirtschaftlichen Handelns auf der operativen Ebene verbessert werden kann. Ausgehend von den politisch-programmatischen Zielsetzungen wurde definiert, was unter ökologischem Handeln zu verstehen ist. Dabei stehen zwei Zielsetzungen im Vordergrund, die es zu erreichen gilt: (1) die Minimierung des Verbrauchs an Umweltgütern (Ökoeffizienz) und (2) die Minimierung der negativen Nebenwirkungen unseres Handelns auf die natürliche und soziale Umwelt (Umweltverträglichkeit). Der Umweltschutz erster Generation setzte bei den negativen Wirkungen, d.h. bei der Umweltverträglichkeit an. Umweltschutz zweiter Generation wird sich auf die Inputseite, d.h. auf die Ökoeffizienz konzentrieren. Ökoeffizienz hat mehrere Dimensionen, die mit einem Gerüst von Umweltindikatoren branchenspezifisch analysiert und verwertet werden müssen. Es ist offen, welches Indikatorengerüst für die forstwirtschaftliche Produktion am besten angepasst ist. Erste Überlegungen, wie Ökoeffizienz im Bereich der Forstwirtschaft quantifiziert werden kann, zeigen, dass die schweizerische Forstwirtschaft nicht in allen Bereichen absolut nachhaltig ist. Dies gilt insbesondere beim Beanspruchten von forstwirtschaftlicher Fläche, die sich mehr und mehr ins Ausland verlagert hat.

Viele Überlegungen müssen sich vorläufig noch auf grobe Annahmen stützen. Dies beinhaltet die Gefahr, dass man das eine oder andere falsch beurteilt. Die Schweiz sollte eine aktive Rolle übernehmen, um unsere hohen Umweltleistungen auch im internationalen Kontext auszuspielen und auszunutzen. Getreu nach dem Motto: «Wer nicht besser wird, hört auf, gut zu sein.»

Zusammenfassung

Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung ist auf der politisch-programmatischen Ebene breit anerkannt. Es stellt sich die Frage, wie es auf die operative Ebene transformiert werden kann, da auch in der Forstwirtschaft Konsum-, Produktions- und Verteilungsprozesse den Kern der erwünschten und unerwünschten Wirkungen darstellen. Der vorliegende Beitrag präzisiert, was unter ökologischem Handeln zu verstehen ist, stellt erste Überlegungen zum Konzept der Ökoeffizienz an und leitet den Handlungsbedarf für die Zukunft ab.

Ökologisches Handeln beinhaltet zwei Teilziele: den sparsamen Umgang mit Umweltgütern (Ökoeffizienz) und das Minimieren der negativen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt (Umweltverträglichkeit), die soziale Mitwelt (Sozialverträglichkeit) und die Menschen selbst (Individualverträglichkeit). Überlegungen zur Ökoeffizienz zeigen, dass die Flächenbilanz der Holzproduktion in der Schweiz einen steigenden Trend aufweist, was ökologisch unerwünscht ist. Eine Quantifizierung der Energieeffizienz ergibt, dass die Produktion von Starkholz ökologisch sehr sinnvoll ist, weshalb die waldbaulichen Konzepte, welche auf Einzelstammnutzungen ausgerichtet sind, zu intensivieren sind.

Um die Qualität des ökologischen Handelns weiter zu verbessern, sind für die Forstwirtschaft Umweltmanagementsysteme anzupassen und einzuführen, wie sie beispielsweise die internationale Normenorganisation ISO mit ISO 14000 vorschlägt. Derartige Umweltmanagementsysteme sind die Basis für die Zertifizierung von Produktionsprozessen und das Labelling von Produkten. Die Forschung ist primär gefordert, forstrelevante Ökoinventare zu entwickeln, die als Grundlage für eine ökologische Bewertung verschiedener Handlungsalternativen dienen.

Résumé

Développement durable – un défi pour les entreprises forestières et pour la technique forestière

Le concept d'un développement durable est largement reconnu sur le plan politico-programmatique. Les processus de consommation, de production et de distribution produisant également dans l'économie forestière des effets positifs et négatifs, dans quelle mesure ce concept peut-il être appliqué sur le plan opératif? Cet article précise

l'idée d'agir d'une manière écologique, présente des premières considérations au sujet du concept d'efficacité écologique et en déduit le besoin d'agir dans le futur.

Agir d'une manière écologique implique deux buts: l'usage parcimonieux des biens de la terre et la minimisation des effets négatifs sur l'environnement naturel, sur le monde social et sur l'homme. Différentes études concernant l'efficacité écologique démontrent qu'en Suisse le bilan de surface de la production du bois est en augmentation. Du point de vue écologique cette tendance est indésirable. Une quantification de l'efficacité énergétique montre que du point de vue écologique, la production de bois fort est avantageuse. Pour cette raison, les conceptions sylvicoles qui permettent une exploitation de la forêt arbre par arbre, sont à favoriser.

Afin d'augmenter la qualité de l'action écologique, il est nécessaire pour l'économie forestière d'introduire des systèmes de gestion écologique adaptés à ses besoins. De tels systèmes sont proposés par exemple par l'organisation internationale de normalisation ISO, dans sa norme ISO 14000. Les systèmes de gestion écologique sont la base de la certification de processus de production et du label de produits. Une des tâches de la recherche est de développer des inventaires forestiers écologiques qui serviront de base pour l'évaluation des différentes manières d'agir.

Traduction: *Denise Burllet*

Summary

Sustainable Development – Challenge and Possible Solutions for Forest Enterprise and Forest Engineering Levels

The concept of sustainable development is widely accepted on the politico-programmatic level. The question now is how to transfer the concept on to the operating level since also in forestry consumption, production and distribution processes represent the core of desirable and adverse effects. The purpose of this paper is to define environmentally sound activities, reflect on the concept of eco-efficiency and suggest future activities.

Acting ecologically involves two partial goals: economical use of environmental goods (eco-efficiency) and minimising negative impacts on the natural environment (environmental integrity), the social environment (social integrity) and on human beings (individual integrity). Reflections on eco-efficiency show that the spatial balance of Swiss timber production is on the increase which is undesirable from an ecological point of view. Quantifying energy efficiency shows that the production of heavy timber is highly desirable ecologically, and the silvicultural concepts aimed at single-tree logging should therefore be intensified.

To improve the quality of ecologically sound activities further, forestry requires adaptation and introduction of environmental management systems EMS such as proposed in ISO 14000 by the International Standard Organisation ISO. Such environmental management systems provide a basis for the certification of production processes and product labelling. Researchers are faced primarily with the challenge to develop relevant life-cycle inventories that could serve as a basis for an ecological assessment of various alternative procedures.

Translation: *Rosmarie Louis*

Literatur

- Baccini/Bader* (1996): Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung, Steuerung. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg. 420 S.
- Bund/Misereor* (1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Studie des Wuppertaler Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Birkhäuser Verlag. Basel. 453 S.
- CSD* (1996): Scientific research, forest assessment and development of criteria and indicators for sustainable forest mangement. UN Commission on Sustainable Development. Electronic document ([gopher://gopher.un.org:70/00/esc/cn17/ipf/session2/ipf96-10.en](http://gopher.un.org:70/00/esc/cn17/ipf/session2/ipf96-10.en)).
- Heinimann, H.R.* (1994): Umweltverträglichkeit forstlicher Erschliessungen – Konzept für die Abwicklung, die Analyse und die Bewertung. Schweiz. Z. Forstwes., 145, 2: 139–157.
- Heinimann, H.R.* (1996): Umweltverträgliche Forsttechnik als Voraussetzung für eine naturnahe Waldwirtschaft. Forst und Holz, 51, 9: 299–310.
- Müller, D.* (1996): Szenarien zur nachhaltigen regionalen Holzbewirtschaftung. Schweiz. Z. Forstwes., 147, 11: 873–885.
- Sachverständigenrat* (1994): Umweltgutachten 94. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Metzler-Poeschel. Stuttgart. 380 S.
- Sundberg, U.; Svanquist, N.* (1987): Fuel consumption as an indicator of the economics in mechanization. Scandinavian Journal of Forest Research, 2.
- UNCED* (1992): Agenda 21 – Global Program of Action of Sustainable Development. Electronic document ([gopher://gopher.un.org:70/00/conf/unced/English/](http://gopher.un.org:70/00/conf/unced/English/)).
- v. *Weizsäcker, E.U.; Lovins, A.B.; Lovins, N.H.* (1995): Faktor vier: doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome. Droemer Knaur. München. 352 S.

Verfasser:

Prof. Dr. Hans Rudolf Heinimann, Professur für Forstliches Ingenieurwesen, Departement Wald- und Holzforschung der ETH Zürich, CH-8092 Zürich.