

PAPIERRECYCLING – WALD

Papierrecycling – Forstwirtschaft – Wald: Darstellung möglicher Zusammenhänge

Wolfram Allinger-Csollich, Josef Hackl, Felix Heckl, Eduard Hochbichler,
Peter Schwarzbauer, Bernhard Schwarzl

MONOGRAPHIEN

Band 131

M-131

Wien, 2000

Projektleitung

DI Josef Hackl, Bernhard Schwarzl

Autoren

DI Wolfram Allinger-Csollich, DI Josef Hackl, Ing. Felix Heckl, Dr. Eduard Hochbichler,
Univ. Prof. Dr. Peter Schwarzbauer, Bernhard Schwarzl

Mitarbeit

Mag. Manfred Domenig, Mag. Margit Gross, Ewald Hiesel, DI Robert Zotrin

Übersetzung

Brigitte Read

Lektorat

Bernhard Schwarzl

Satz/Layout

Brigitte Nerger

Dank

Für die Bereitstellung von Unterlagen und Informationen sei dem Fachverband der Sägeindustrie Österreichs, der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie AUSTROPAPIER, der Altpapier- Recycling-Organisationsgesellschaft m. b. H. (ARO) sowie dem Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier (FPP) herzlich gedankt.

Impressum

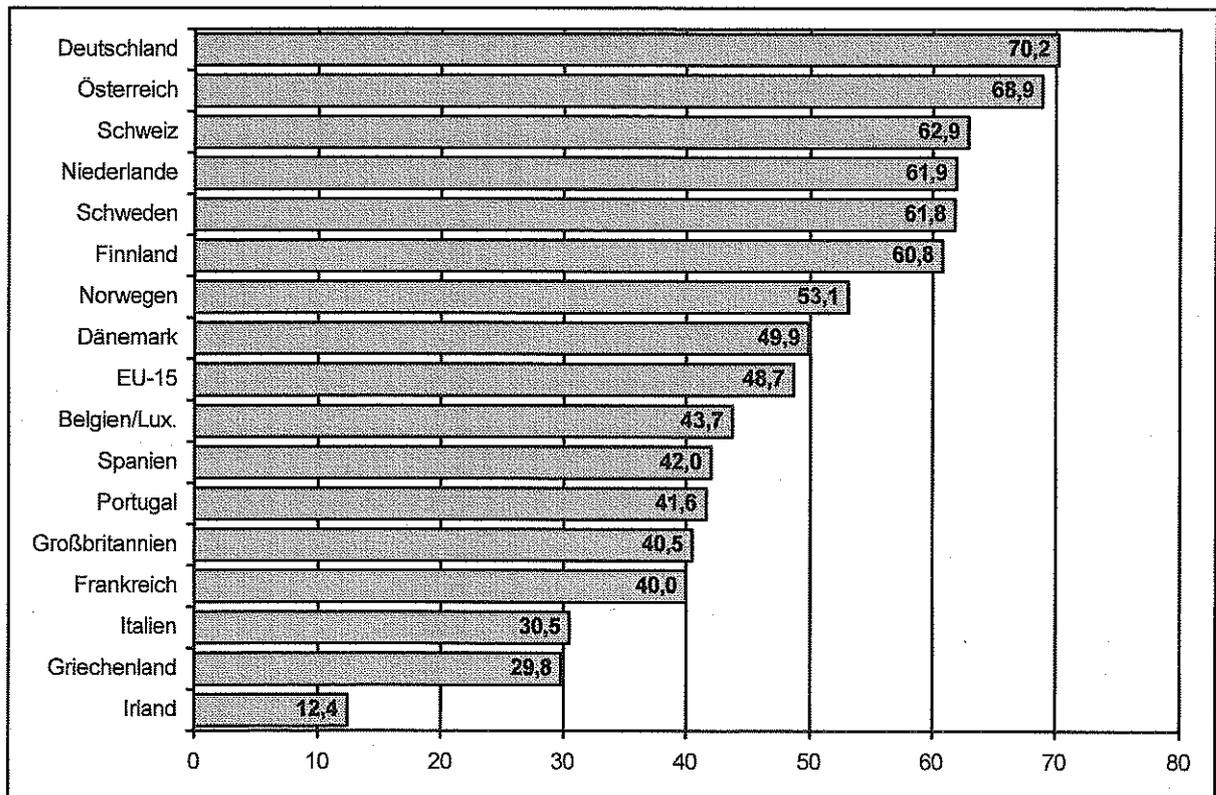
Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd)
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegelnik, Wien

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2000
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-565-3

Erratum zur Publikation M-131 „Papierrecycling Wald“

Die auf Seite 24 in Kap. 2.2.1 dargestellte Abbildung 2.2-2 ‚Altpapierrücklaufquoten im europäischen Vergleich (1997)‘ ist unvollständig. Richtig hat sie folgendermaßen auszusehen:



ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund der Studie

In der Öffentlichkeit wurde in den letzten Jahren wiederholt der Eindruck erweckt, Papierrecycling könne übertrieben werden. Der verstärkte Einsatz von Altpapier in der Papiererzeugung führe zu einer derartigen Verschlechterung der forstwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, dass Durchforstungen unterblieben, was in weiterer Folge auch dem Wald schade. Da sowohl die österreichische Waldbewirtschaftung als auch die Verwertung von Altpapier als Komponenten einer nachhaltigen Entwicklung angesehen werden, ist eine Überprüfung derartiger Vermutungen von großem umweltpolitischen Interesse.

Vorgangsweise

Die vorliegende Studie beleuchtet diese Fragestellung anhand bisheriger Entwicklungen der Sammlung von Altpapier, dessen Einsatz in der Papierindustrie und der Zusammenhänge mit anderen Papierrohstoffen, insbesondere im Hinblick auf den Industrieholzpreis. Für die Abschätzung möglicher künftiger Entwicklungen werden auch Szenarien in einem Simulationsmodell berechnet. Weiters werden Wechselwirkungen mit der Waldbewirtschaftung dargestellt und Grundlagen für die Beurteilung eventueller negativer Beeinflussungen von Waldökosystemen erarbeitet, um festzustellen, ob die eingangs erwähnte Hypothese bestätigt werden kann bzw. ob die Notwendigkeit gegensteuernder Maßnahmen besteht.

Ergebnisse

Papiererzeugung

Insgesamt wurden 1998 in Österreich rund vier Millionen Tonnen Papier und Pappe erzeugt, etwa 82 % davon exportiert und mehr als eine Million Tonnen importiert. Der Inlandsverbrauch beträgt insgesamt ca. 1,8 Mio. t. Die heimische Produktion von Papier und Pappe wird bis 2020 voraussichtlich um 80 % steigen, der Verbrauch sogar um 86 %. Der österreichische Anteil an der Weltproduktion hielt 1997 bei 1,3 %, stärkster Produktionszweig sind Druck- und Schreibpapiere. Preise für Papiererzeugnisse werden nicht primär in Österreich, sondern vom Weltmarkt bestimmt.

Einsatzstoffe

Rohstoffe für die Papier- und Pappeproduktion in Österreich sind Holz und Altpapier. Zu den in Österreich relevanten Papierhalbstoffen zählen Zellstoff, Holzstoff und Altpapier, wobei Zell- und Holzstoff gemeinsam als „Frischfaser“ bezeichnet werden. Rohstoffe für die Erzeugung von Frischfaser sind einerseits Industrieholz direkt aus dem Wald und andererseits sogenannte Sägenebenprodukte (SNP; beim Einschnitt von Sägerundholz anfallende Holzreste).

Altpapier wird aus Umweltschutz- und wirtschaftlichen Überlegungen gesammelt und vor allem in der Papierindustrie einer Verwertung zugeführt. Bei der Sammlung (knapp 70 % des Verbrauches) liegt Österreich im internationalen Spitzenfeld. Der Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie (49 % der eingesetzten Papierhalbstoffe) liegt zwar über dem EU-15 Schnitt (43 %), jedoch nicht im Spitzenfeld. Große Steigerungen werden nicht mehr erwartet. Um-

weltpolitische Maßnahmen zielen in erster Linie auf die Erhaltung dieser Standards, maßgeblich für Sammlung und Verwertung ist der freie Markt.

Je nach Datenquelle liegt das gesamte jährliche **Industrieholzangebot** aus dem österreichischen Wald zwischen 2,7 und 3,4 Mio. Erntefestmetern (Efm), davon entfallen 89 % auf Nadelholz. Rund 2,3 Mio. Efm des inländischen Industrieholzangebots aus dem Wald fließen in die Papierindustrie (1998).

Das Industrieholzangebot aus dem österreichischen Wald liegt deutlich unter den Nutzungsmöglichkeiten. Nach Daten der Österreichischen Waldinventur 1992/96 ergibt sich insgesamt ein Mehrnutzungspotenzial aus Durchforstung (inkl. Standraumerweiterung) von ca. 65 Mio. Vorratsfestmetern (Vfm), davon mehr als 40 Mio. (63 %) im Kleinwald. Ein Großteil des Industrieholzes stammt aus Durchforstungen.

Wesentliche Gründe für die Unterlassung von Durchforstungen im Kleinwald liegen in der Unterschätzung des Nutzungspotenzials, in der Angst vor Engpässen in der Eigenversorgung (vor allem mit Brennholz), im Zeit- und Arbeitskräftemangel der Kleinwaldbesitzer, in der weitgehenden Ablehnung des Stockverkaufs („Nutzung durch Fremde“) und in den niedrigen Holzpreisen.

Obwohl noch weit entfernt von einer Ausschöpfung des Durchforstungspotenzials, gab es in den letzten Jahrzehnten eine deutliche Steigerung der Vornutzungsmengen (Durchforstung). Das Industrieholzangebot erhöhte sich allerdings nur unwesentlich, woraus zu schließen ist, dass vor allem bei Nadelholz die zusätzlichen Durchforstungsmengen auf Grund höherer Erlöse vermehrt als schwaches Sägerundholz an die Sägeindustrie verkauft wurden.

Das jährliche inländische Angebot an **Sägenebenprodukten** (SNP) beträgt derzeit etwa 3,2 Mio. fm (ohne Sägespäne und Kappholz). Von den in Österreich produzierten SNP fließen ca. 2,5 Mio. fm in die Zellstoff- und Papierindustrie (1998). Dies entspricht einem Anteil von 78 %.

Sägenebenprodukte sind bis zu 50 % billiger als Industrieholz. Die Papierindustrie deckt daher ihren Holzbedarf in erster Linie mit den billigeren Sägenebenprodukten und erst in zweiter Linie mit dem teureren Industrieholz aus dem Wald. Diese Tatsache wirkt sich dämpfend auf die Industrieholzpreise aus.

Märkte von Roh- und Halbstoffen

Der gesamte **Holzverbrauch** der Papierindustrie ist zwischen 1970 und 1998 um 75 % gestiegen und betrug 1998 ca. 6,6 Mio. fm o.R, davon 46 % SNP. Von allen Komponenten des Holzverbrauchs weisen SNP die stärksten Zuwächse auf. Rund 60 % des gesamten Holzverbrauchs der Papierindustrie stammen aus dem österreichischen Wald.

Insgesamt wurden 1998 ca. 3,5 Mio. Tonnen **Papierhalbstoffe**, davon 1,4 Mio. t (40 %) Papierzellstoff, 0,4 Mio. t (11 %) Holzstoff und 1,7 Mio. t (49 %) Altpapier in der Papiererzeugung eingesetzt. Innerhalb des gesamten Faserverbrauchs ist Altpapier die am stärksten wachsende Komponente. Der Preis für Altpapier liegt deutlich unter den Preisen für Frischfaser und sinkt langfristig leicht, eine plausible Erklärung für den zunehmenden Einsatz von Altpapier, solange dem produktionstechnisch nichts widerspricht. Altpapiereinsatz und Altpapierpreise wirken *indirekt* über die Zellstoffpreise auch auf die Höhe der Industrieholzpreise. Je niedriger der Altpapierpreis, desto niedriger auch der Industrieholzpreis. Allerdings ist der statistisch messbare indirekte Einfluss des Altpapierpreises auf den Industrieholzpreis etwas geringer als der *direktere* Einfluss der Preise von SNP.

Die österreichischen Preise für Papierhalbstoffe hängen maßgeblich von der internationalen Preisentwicklung ab. Preisschwankungen in Westeuropa erklären bei Zellstoff 60 %, bei Altpapier sogar 78 % der inländischen Preisschwankungen.

Von großer Bedeutung für die Papierindustrie sind die **Importe** von Rohstoffen. Bei allen drei Arten von Papierhalbstoffen liegt der Verbrauch über der Produktion, es wird mehr importiert als exportiert. Die Importe von Industrieholz sind in den letzten Jahrzehnten relativ wenig, jene von Sägenebenprodukten jedoch bedeutend gestiegen. Besonders die Importe von Altpapier sind eine strukturelle Notwendigkeit, da der größte Teil der österreichischen Papierproduktion exportiert und daher nicht im Inland verbraucht wird. Nur wenn in Österreich – theoretisch – 100 % des verbrauchten Papiers gesammelt würden, könnte die Papierindustrie derzeit ihren Bedarf an Altpapier aus Österreich decken. Aufgrund der als steigend prognostizierten Papierproduktion ist trotz höheren Altpapieraufkommens in Österreich ein Ansteigen des Nettoimports von Altpapier zu erwarten.

Internationale Entwicklungen der Papierindustrie – globale Zukunftsaussichten

Die gesamte **Welpapierproduktion** (\approx Verbrauch) hat sich zwischen 1970 und 1997 mehr als verdoppelt (+136 %), die an **Papierhalbstoffen** ist in ähnlichem Ausmaß (+116 %) gewachsen. Die größten Steigerungen liegen beim Altpapieraufkommen (259 %).

Die Weltproduktion von Papier und Pappe wird sich zwischen 1990 und 2010 um ca. 66 % erhöhen. Um das Jahr 2000 wird Europa von der Region Asien/Pazifik überholt werden.

Seit 1970 ist weltweit die Altpapier-**Recyclingrate** von 24 % auf 38 % gestiegen, in der EU-15 von 27 % auf 45 %. Altpapier ist in allen Weltregionen der vergleichsweise „billigste“ Papierhalbstoff.

Die Weltproduktion an **Frischfaser** wird sich zwischen 1990 und 2010 um ca. 33 % erhöhen, das Aufkommen von Altpapier hingegen um 133 %. Weltweit werden um das Jahr 2010 ca. 51 % des verbrauchten Papiers recycelt werden.

Die weltweit größten **Handelsströme** von Papier, Pappe und Papierhalbstoffen zwischen einzelnen Ländern finden zwischen Kanada als Exportland und den USA als Importland statt (umgekehrte Richtung bei Altpapier). Asien (vor allem China) gewinnt zunehmende Bedeutung als Importregion. Innerhalb Europas haben die größten Handelsströme ihren Ursprung vor allem in Skandinavien. Bei Altpapier werden in Zukunft besonders die Handelsströme von Nordamerika (als weltweit einzige Überschussregion) nach Asien (als weltweit größte Defizitregion) Weltmarktpreise und Handelsmengen zwischen anderen Ländern und Regionen bestimmen.

Anknüpfungspunkte zwischen Altpapiereinsatz, Industrieholz und Waldökologie in Österreich

Mit ökonomischen Schätzungen basierend auf Zeitreihendaten über Holzeinschlag, Holzpreise, Schadholzmengen und anderen Größen wurde zu erfassen versucht, welchen Einfluss eine Verminderung der Industrieholzpreise (infolge Nachfragerückgang durch erhöhten Altpapiereinsatz in der Papierindustrie) hätte. Demnach ließe ein theoretisches **Sinken der Industrieholzpreise** von Nadelholz um 10 % eine Verringerung des Industrieholzangebotes aus dem österreichischen Wald um 5-6 % erwarten. Dieser Zusammenhang bedeutet, dass der Preis durchaus das Angebot an Industrieholz beeinflusst. Eine bei niedrigen Preisen zwangsläufig damit verbundene Unterlassung von Durchforstungen kann jedoch daraus nicht abgeleitet werden: Ein zunehmender Anteil des bei Durchforstungen anfallenden Holzes könnte – wie bereits in der Vergangenheit – als schwaches Sägerundholz angeboten werden.

Mit einem Computersimulationsmodell, das aufbauend auf Daten der letzten 30 Jahre Schätzungen bis ins Jahr 2025 erlaubt, wurden **Szenarien** anhand von z. T. überzeichneten Annahmen über Altpapiersammelraten und Einsatzquoten in der Papierindustrie (Zunahme bzw. Abnahme) konstruiert, um **mögliche wirtschaftliche Auswirkungen** zu verdeutlichen. Dabei zeigt sich, dass besonders deutliche Erhöhungen oder Senkungen des Einsatzes von

Altpapier die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Forstwirtschaft, Sägeindustrie und Plattenindustrie mit teils unterschiedlichen Vorzeichen merklich beeinflussen können. Eine fiktive Erhöhung der Recyclingraten von Papier hätte hingegen keinen bzw. nur sehr geringen negativen Einfluss auf die Wirtschaftslage der Forstwirtschaft, jedoch einen positiven auf die Papierindustrie.

Die Industrieholzproduktion im Rahmen der Waldbewirtschaftung hat zahlreiche **ökologische und ökonomische Aspekte**. Industrieholz fällt insbesondere bei Durchforstungen aber auch bei der Endnutzung an. Es ist ein Koppelprodukt der Forstwirtschaft bei der Erzeugung des wertvolleren Sägerundholzes. Durch die Wahl der Betriebsform (Kahlschlagverfahren, Plenterwaldbetrieb, etc.) kann die im Produktionszeitraum anfallende Industrieholzmenge beeinflusst werden. Durchforstungen dienen in erster Linie betriebswirtschaftlichen Zielen. Da Durchforstungen in einer breiten Variation auf ökologische Parameter von Waldökosystemen wirken, können sie auch mit ökologisch unerwünschten Folgen verbunden sein. Als Beispiele dafür können genetische Verarmung oder das Zurückdrängen von Baumarten genannt werden.

Fazit

Wie die Untersuchungen im Rahmen dieser Studie zeigen, ist der Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie ein – über die Gestaltung von Industrieholzpreisen – marktwirtschaftlich relevanter Faktor für die Forstwirtschaft. Der Industrieholzpreis ist allerdings nur eine von zahlreichen Einflussgrößen, die auf die Durchforstungstätigkeiten der Forstwirtschaft wirken. Aufgrund der deutlich gestiegenen Durchforstungsaktivitäten in den letzten Jahr(zehnt)en kann davon ausgegangen werden, dass der Faktor Altpapiereinsatz in der Papierindustrie im Vergleich zu anderen Einflüssen auf die Durchführung von Durchforstungen im Hintergrund steht.

Durchforstungen sind vorrangig betriebswirtschaftlich und nicht ökologisch motiviert. Die Hypothese, Altpapierrecycling würde übertrieben bzw. der Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie könne in der Folge Schaden für den Wald bedeuten, kann zumindest für österreichische Verhältnisse nicht bestätigt werden. Beide, Papierrecycling und Waldbewirtschaftung, sind (Wirtschafts-)aktivitäten, die dem Leitbild einer nachhaltigen Wirtschaftsweise entsprechen und in einem nachhaltigen Wirtschaftskonzept gemeinsam Platz finden.

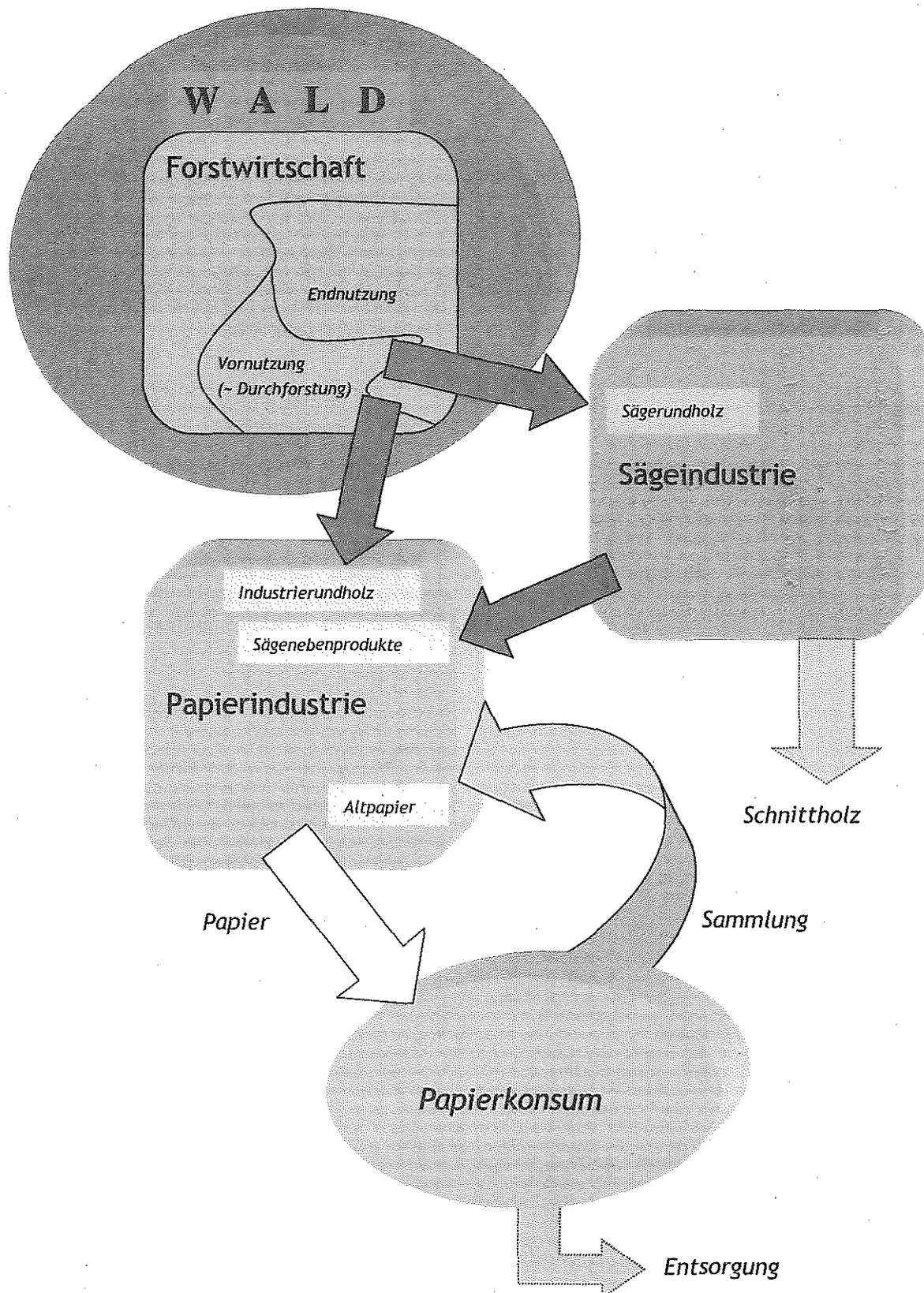


Abb. 1: Stoffflüsse Wald – Papier (vereinfacht)

SUMMARY

Background of the study

In recent years the information that the claimed benefits of paper recycling might be exaggerated has repeatedly been spread among the general public. It was assumed that the increased use of recycled paper in paper production would lead to a deterioration of the economic conditions of forest management to such an extent that there would be less thinning, which would have a harmful impact on the forest. Since both Austrian forest management and the use of recycled paper are considered to be components of sustainable development, it is in the interest of environmental politics to check these assumptions.

Procedure

In the present study the problem is approached by examining the past developments of recycled paper collections, the use of recycled paper in the paper industry and the links with other paper raw materials with regard to the industrial timber price especially. To assess potential future developments, possible scenarios are worked out using a simulation model. Interactions with forest management are described and basic ideas for an assessment of potential negative impacts on forest ecosystems are elaborated in order to establish whether the assumption mentioned above can be confirmed and, if so, whether counter-measures are required.

Results

Paper production

In 1998, the total paper and paperboard production in Austria amounted to about four million tonnes, of which about 82% was exported. About one million tonnes were imported. Domestic consumption currently amounts to a total of approximately 1.8 million tonnes. Until 2020, the domestic paper and paperboard production is likely to increase by 80%, consumption by 86%. The Austrian proportion of the world production was 1.3% in 1997, with printing and writing paper being the major production line. Paper products are priced primarily not in Austria, but on the world market.

Used materials

The raw materials for the paper and paperboard production in Austria are wood and recycled paper. Relevant fibre furnishes in Austria are chemical pulp, mechanical pulp and recycled paper. Chemical and mechanical pulp together are referred to as pulp. The raw materials used for the production of pulp are industrial timber directly from the forest and saw mill residues (wood chips left over from the cutting of saw mill timber).

Paper collections are carried out for environmental and economic reasons and paper is recycled above all in the paper industry. As regards paper collections, Austria (with almost 70% of the paper consumed) ranges at the top of the international scale. As far as the use of recycled paper in the paper industry (49% of total fibre furnish used) is concerned, Austria

ranges above EU average (43%), but not at the top. Major increases are not expected. Environmental policy measures aim at maintaining current levels. Collections and recycling are regulated by the free market.

According to individual data sources, the annual supply of industrial timber from the Austrian forests ranges between 2.7 and 3.4 million cubic metres of timber harvested, 89% of which is from coniferous trees. About 2.3 million cubic metres of industrial timber harvested from domestic forests go to the paper industry (1998).

The potential for industrial timber production from Austrian forests is clearly not fully exploited. According to data from the Austrian Forest Inventory of 1992/96, there could be an extra potential created by thinning amounting to 65 million cubic metres of standing crop, 40 million (63%) of which in small forests. A major proportion of industrial timber comes from thinning.

The main reasons speaking against thinning in small forest estates are under-estimation of their potential for use, fear of shortages of individual supplies (of fuelwood especially), time and labour shortages of small forest owners, widespread refusal to sell growing stock („use by strangers“) and low timber prices.

Although nowhere near its full potential, the last few decades have seen a clear increase in the quantity of timber obtained from thinning. The increase of industrial timber supplies however was insignificant. It can therefore be concluded that, because of the higher proceeds, extra yields from thinning (of coniferous trees especially) were sold as thin saw mill timber to the saw mill industry.

The annual supply of saw mill residues is currently about 3.2 million cubic metres (excluding sawdust). Of the saw mill residues produced in Austria, about 2.5 million cubic metres go to the chemical pulp and paper industry (1998), which means a proportion of 78%.

Saw mill residues are up to 50% cheaper than industrial timber. Therefore, saw mill residues are the first choice for covering the demand for wood in the paper industry. The more expensive industrial timber from the forests is only the second choice, a fact which has a lowering effect on industrial timber prices.

Markets of raw materials and fibre furnishes

From 1970 to 1998, the total amount of **wood** used in the paper industry rose by 75%, amounting to about 6.6 million cubic metres in 1998. The proportion of saw mill residues was 46%. Of all components of the wood used in the paper industry, saw mill residues have seen the largest increase. About 60% of the total amount of wood used in the paper industry comes from Austrian forests.

In 1998, a total of 3.5 million tonnes of **fibre furnishes**, of which 1.4 million tonnes of chemical pulp (40%), 0.4 million tonnes of mechanical pulp (11%) and 1.7 million tonnes of recycled paper (49%) were used for paper production. Of the total fibre furnishes used, recycled paper is the component with the largest increase. The price for recycled paper is significantly lower than the prices for pulp with a tendency to decrease even further in the long term, which explains why recycled paper has been used increasingly whenever production methods have allowed it. The amount of recycled paper used as well as its price have, through chemical pulp prices, an *indirect* effect on industrial timber prices. The lower the price for recycled paper, the lower the price for industrial timber. However, the statistically measurable indirect effect that the price for recycled paper has on the prices for industrial timber is somewhat lower than the *more direct* effect of the saw mill residue prices.

Austrian prices for fibre furnishes depend on international price developments. Price fluctuations in Western Europe account for 60% of the domestic chemical pulp price fluctuations and for 78% of the domestic recycled paper price fluctuations.

Imported raw materials are of great importance for the paper industry. With all three forms of fibre furnishes, the amounts used in the paper industry exceed the amounts produced, more is imported than exported. The amount of imported industrial timber has risen only slightly in the last decades, the amount of imported saw mill residues considerably. That recycled paper is imported is a structural necessity since most of the domestic paper production goes into exports and is thus not used at home. Only if, theoretically speaking, 100% of recycled paper were collected in Austria would it be possible for the paper industry to cover its demand for recycled paper from Austrian supplies. Predicted increases in the paper production will lead to an increase in the net imports of recycled paper despite the growing amounts of recycled paper in Austria.

International developments of the paper industry – global future prospects

The total **world production of paper** (~ consumption) more than doubled (+136%) between 1970 and 1997. The total world production of **fibre furnishes** increased at a similar rate (+116%). The amounts of recycled paper increased at the highest rate (+259%).

Between 1990 and 2010, the world paper and paperboard production will rise by about 66%. Around 2000, Europe will be overtaken by the Asian/Pacific region.

Since 1970, the paper **recycling rate** has risen from 24% to 38% worldwide, in the 15 EU countries from 27% to 45%. Recycled paper is the „cheapest“ form of fibre furnishes all over the world.

The world production of **pulp** will rise by about 33% between 1990 and 2010, recycled paper by 133%. Around the year 2000, about 51% of paper will be recycled worldwide.

The most important **trade flows** of paper, paperboard and fibre furnishes between individual countries worldwide take place between Canada (exporting country) and USA (importing country; with recycled paper, the trade flow moves in the opposite direction). Asia (China especially) is gaining more and more importance as an importing region. Within Europe, the most important trade flows originate from the Scandinavian countries. As regards recycled paper, the trade flows from America (the only country worldwide with an excess production) will determine world market prices and trade volumes between countries and regions.

Links between the use of recycled paper, industrial timber and forest ecology in Austria

By means of econometric evaluations based on time scale data on logging, timber prices, volumes of wood from incidental felling and other parameters it was attempted to assess what the impact of lowering the industrial timber price (as a result of reduced demand due to the increased use of recycled paper in the paper industry) would be. In theory, **lowering the industrial timber price** for coniferous trees by 10% would lead to a decrease of industrial timber supplies from Austrian forests by 5-6%. This means that the price of industrial timber clearly does influence its supply. However, it does not mean that thinning should be discontinued: a larger proportion than in the past of the timber yields from thinning could be sold as thin saw mill timber.

With a computer simulation model that, based on data from the last 30 years, allows estimations up to the year 2025, possible **scenarios** have been designed on the basis of partly exaggerated assumptions of increased or decreased paper recycling rates and quotas used in

the paper industry to describe **potential economic impacts**. It can be seen that a significant increase or decrease in the use of recycled paper may have a pronounced positive or negative influence on the economic situation of the forest industry, the saw mill industry and wood-based panel industry. While a fictitious increase of paper recycling rates has no or very little impact on the economic situation of the forest industry, it has a positive effect on the paper industry.

With industrial timber production in forest management, various **ecological and economic aspects** have to be considered. Industrial timber is produced as a yield from thinning and final cutting. It is a by-product of the forest industry which is produced along with the more valuable saw mill timber. Choosing a silvicultural system (clear cutting, coppice with standards, etc.) may influence the quantity of industrial timber produced within the production period. Thinning serves primarily economic purposes. Since thinning influences the ecological parameters of forest ecosystems in a number of very different ways, it may also have ecologically undesirable effects, such as genetic impoverishment or reduced diversity of tree species.

Conclusion

As the investigations carried out for this study show, the use of recycled paper in the paper industry is, through industrial timber pricing, a relevant market factor for the forest industry. The price for industrial timber is, however, only one of many parameters that affect the thinning activities of forest management. From the clear increase in thinning activities in the last years/decades it can be concluded that, compared to other factors, the use of recycled paper in the paper industry is of little relevance for the carrying out of thinning activities.

Thinning serves primarily economic, not ecological purposes. The assumption that paper recycling could be exaggerated or that the use of recycled paper in the paper industry could eventually be harmful for the forests cannot be confirmed, at least as far as the situation in Austria is concerned. Both paper recycling and forest management are (economic) activities which are in conformity with the idea of a sustainable economy and which both have their place in a system of economic and ecological sustainability.

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	3
1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	17
2 PAPIERKREISLAUF	18
2.1 Allgemeines	18
2.1.1 Kurzdefinitionen der Produkte der Papier- und Zellstoffindustrie	18
2.1.2 Altpapier	19
2.1.3 Entwicklung der Altpapierverwertung	20
2.1.4 Technische Aspekte des Einsatzes von Altpapier in der Papier- und Pappeindustrie	21
2.2 Papier in der Abfallwirtschaft	22
2.2.1 Sammlung von Altpapier	22
2.2.1.1 Organisation der Sammlung	22
2.2.1.2 Sammelmengen	23
2.2.1.3 Qualität des gesammelten Altpapiers	25
2.2.2 Verwertung von Altpapier	25
2.2.3 Wirtschaftliche Aspekte	28
2.2.4 Umweltrelevante Aspekte	31
2.3 Möglichkeiten und Instrumente zur Steuerung des Altpapierkreislaufes	32
2.3.1 Legistische Maßnahmen	32
2.3.1.1 Österreich	32
2.3.1.2 Europäische Union	36
2.3.2 Allgemeine Maßnahmen	37
2.3.2.1 Branchenkonzepte	37
2.3.2.2 Abfallwirtschaftskonzept	37
2.3.2.3 Freiwillige Vereinbarungen und Kooperationen	37
2.3.3 Förderungen	38
3 BESCHAFFUNGS- UND ABSATZMÄRKTE DER ZELLSTOFF-, HOLZSTOFF-, PAPIER- UND PAPPEERZEUGENDEN INDUSTRIE	39
3.1 Das Holzangebot für die Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie aus dem österreichischen Wald	39
3.1.1 Darstellung und Analyse des Angebots und der Preise von Industrieholz aus dem Wald im Lichte unterschiedlicher Datenquellen	39
3.1.1.1 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten der Holzeinschlagsmeldungen (HEM)	39
3.1.1.2 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten der Forst- bzw. Wald inventuren	45
3.1.1.3 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Holzbilanz	47
3.1.1.4 Entwicklung der Holzpreise für Industrieholz sowie von „Konkurrenzsortimenten“	48
3.1.1.5 Zukunftsaussichten für das Holzaufkommen auf Basis von ETTS V und einer auf der ÖWI 1992/96 basierenden Holzaufkommensprognose	51
3.1.2 Reaktionen des Industrieholzangebots aus dem Wald auf Preisveränderungen und Schadholzanfall	54
3.1.2.1 Einfluss des Industrie-(Faser-)holz-Preises auf das Holzangebot der Forstwirtschaft	54
3.1.2.2 Konkurrenzbeziehungen zwischen Industrieholz, Sägeschwachholz und Brennholz	62
3.1.2.3 Einfluss von Schadholzmengen auf Holzpreise	70

3.1.3	Durchforstungsreserven und deren Möglichkeiten zur Mobilisierung.....	72
3.1.3.1	Durchforstungsreserven in Österreichs Wald	72
3.1.3.2	Motive für die Durchführung bzw. Unterlassung von Durchforstungen im Kleinwald	75
3.1.3.3	Strategien für die mögliche Mobilisierung von Durchforstungsreserven im Kleinwald	76
3.2	Das Angebot an Sägenebenprodukten für die Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie von der österreichischen Sägeindustrie	77
3.2.1	Zur Definition und den Kategorien von Sägenebenprodukten	77
3.2.2	Entwicklung des Angebots an Sägenebenprodukten in Österreich	78
3.2.3	Entwicklung der Preise von Sägenebenprodukten im Vergleich zu den Preisen für Industrieholz	81
3.2.4	Zukunftsaussichten für das Aufkommen von Sägenebenprodukten auf Basis von ETTS V	82
3.3	Die österreichische Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie – die Märkte von Roh- und Halbstoffen, Papier und Pappe	84
3.3.1	Darstellung und Analyse des Holzverbrauchs der Papierindustrie	84
3.3.1.1	Holzverbrauch nach Holzsorten und Bezugsquellen	84
3.3.1.2	Industrieholzpreise	88
3.3.1.3	Zukunftsaussichten für den Holzverbrauch der Papierindustrie	92
3.3.1.4	Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Holzverbrauchs der Papierindustrie ..	93
3.3.2	Darstellung und Analyse der Produktion und des Verbrauchs der Papierindustrie von Papierhalbstoffen unter besonderer Berücksichtigung von Altpapier	97
3.3.2.1	Produktion und Verbrauch von Papierhalbstoffen	97
3.3.2.2	Papierhalbstoffpreise	106
3.3.2.3	Zukunftsaussichten für Papierhalbstoffe	111
3.3.2.4	Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Papierhalbstoffverbrauchs der Papierindustrie	112
3.3.3	Darstellung und Analyse der Produktion und des Absatzes von Papier und Pappe	117
3.3.3.1	Produktion und Verbrauch von Papier und Pappe.....	117
3.3.3.2	Papier- und Papppreise	123
3.3.3.3	Zukunftsaussichten für Papier und Pappe	127
3.4	Die internationale Entwicklung der Papier- und Papierhalbstoffmärkte – die Stellung Europas und Österreichs	129
3.4.1	Darstellung und Vergleich von Produktion, Verbrauch und Preisen von Papier und Pappe sowie von Papierhalbstoffen: Welt – Osteuropa – EU-15 – Österreich.....	129
3.4.1.1	Papier- und Pappemärkte	129
3.4.1.2	Papierhalbstoffmärkte	136
3.4.2	Darstellung und Analyse der größten weltweiten Handelsströme von Papier & Pappe sowie von Papierhalbstoffen	144
3.4.2.1	Handelsströme von Papier- und Pappe	144
3.4.2.2	Handelsströme von Papierhalbstoffen	146
3.4.3	Globale Zukunftsaussichten für Papier, Pappe und Papierhalbstoffe	150
3.5	Mögliche Auswirkungen der Veränderung von Papier-Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten – eine Modellstudie	156
3.5.1	Das Modell.....	157
3.5.2	Annahmen und Ergebnisse für den Basislauf.....	159
3.5.3	Annahmen für die Szenarien mit veränderten Altpapier-Einsatzquoten/-raten.....	162
3.5.4	Ergebnisse.....	163
3.5.4.1	Erhöhungen der Altpapier-Einsatzquoten bzw. Recyclingraten (Szenarien 1-3).....	163
3.5.4.2	Verringerung des Altpapiereinsatzes bzw. der für die Papierindustrie verfügbaren Altpapiermenge (Szenarien 4-5)	168

3.5.5	Die Modellergebnisse in Relation zu realen Marktveränderungen der jüngeren Vergangenheit sowie zu simulierten Marktstörungen in der Zukunft.....	170
3.5.5.1	Die Modellergebnisse in Relation zu realen Marktveränderungen der jüngeren Vergangenheit..	170
3.5.5.2	Die Modellergebnisse in Relation zu simulierten zukünftigen Marktstörungen.....	170
3.5.6	Unwägbarkeiten und Möglichkeiten zusätzlicher/veränderter Annahmen.....	174
4	WALDBEWIRTSCHAFTUNG – ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ASPEKTE.....	175
4.1	Entwicklung und Stabilität von natürlichen Waldökosystemen	177
4.2	Ökologische Auswirkungen der Waldbewirtschaftung mit dem Schwerpunkt auf Durchforstung	179
4.2.1	Auswirkungen auf die Bestandesstabilität	179
4.2.2	Auswirkungen auf die ökologischen Verhältnisse.....	181
4.2.3	Auswirkungen auf die Bestandesstruktur	183
4.2.4	Auswirkungen auf die genetische Vielfalt	186
4.2.5	Auswirkungen auf Biomassen- und Nährstoffverhältnisse	187
4.2.6	Gegenüberstellung verschiedener ökologischer Auswirkungen von waldbaulichen Eingriffen im Zuge der Bestandesbehandlung.....	193
4.3	Auswirkungen von waldbaulichen Eingriffen auf die Industrieholzproduktion ...	195
4.3.1	Unterschiede im Anteil der Industrieholzproduktion durch die Produktionskonzepte Schlagwald und Plenterwald	195
4.3.2	Beeinflussung der Industrieholzproduktion durch verschiedene Methoden der Bestandespflege	198
4.3.2.1	Auswirkungen der Ausgangsbaumzahl auf die Industrieholzproduktion	199
4.3.2.2	Auswirkungen der Läuterung auf die Industrieholzproduktion	200
4.3.2.3	Auswirkungen von Durchforstungen auf die Industrieholzproduktion.....	200
4.4	Möglichkeiten der Holzernte in der Bereitstellung von Industrieholz	201
4.4.1	Neue Technologien für eine rationelle Durchforstung.....	203
4.4.2	Zur Umweltverträglichkeit der vollmechanisierten Holzernte	206
4.5	Die Industrieholzproduktion im Rahmen einer rationellen Waldwirtschaft	207
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	211
	Zur Verwertung von Papier	211
	Zur Wechselwirkung Altpapier – Forstwirtschaft aus marktwirtschaftlicher Sicht.....	211
	Industrieholzaufkommen für die Papierindustrie.....	213
	Globale Zukunftsaussichten.....	214
	Zur Wechselwirkung Altpapier - Forstwirtschaft aus waldökologischer und waldökonomischer Sicht.....	214
	Industrieholz aus Wirtschaftswäldern.....	214
	Industrieholz aus Nicht-Wirtschaftswäldern.....	215
	Fazit:	216
6	LITERATURVERZEICHNIS	217
7	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	226

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die österreichische Papier- und Papperezeugende Industrie hat in den letzten Jahrzehnten beträchtliche Produktionssteigerungen erfahren. Der klassische Grundstoff für die Papiererzeugung ist Holz. Dieses kommt einerseits in Form von Industrieholz direkt aus dem Wald, andererseits auch in Form von Sägenebenprodukten aus der Sägeindustrie. Im selben Zeitraum wurde auch immer mehr bereits verwendetes Papier gesammelt und als Grundstoff in der Papiererzeugung verwertet. Holz aus dem Wald, aber auch aus der Sägeindustrie – weiterverarbeitet zu Zell- und Holzstoff auch als ‚Frischfaser‘ bezeichnet – trat in dieser Form stärker in „Konkurrenz“ mit Altpapier.

Im Zuge dieser Entwicklung stellten Vertreter der Forstwirtschaft wiederholt fest, dass die verstärkte Verwertung von Papier einen niedrigeren Preis für Industrieholz bedinge. Aus Kostengründen würden daher Durchforstungen (Maßnahmen der Waldbewirtschaftung zur Erzielung eines höheren Ertrages, bei denen der Großteil des Industrieholzes anfällt) reduziert bzw. unterlassen, was in weiterer Folge mit einer Destabilisierung von Waldbeständen verbunden sei. In den Medien wurden solche Aussagen z. T. so dargestellt, dass der Eindruck entstehen musste, Papierrecycling schade dem Wald. Beispiele dazu:

- „Zuviel Recycling schadet dem Wald“ (*Die Zeit*, 7. 10. 1994)
- Sinngemäß schreibt die Tageszeitung ‚Kurier‘ am 10. 10. 1995, dass durch den erhöhten Altpapiereinsatz die Durchforstung und Pflege der Wälder gefährdet werde.
- „Der Wald nimmt ständig zu. Weil aber die Holzaufbringung [aufgrund starken Papierrecyclings; Anm. d. Autoren] nicht kostendeckend ist, verkommt der Wald dabei“ (*Der Standard*, 12. 6. 1996)
- Die Zeitschrift *profil* berichtet – sich auf Befürchtungen der Forstwirtschaft berufend – in der Ausgabe vom 1. 12. 1997, dass durch enorme Mengen an Altpapier „...auch dem ökologischen Gleichgewicht ernster Schaden drohe“.

Aus umweltpolitischer Sicht steht die grundsätzliche Sinnhaftigkeit des Papierrecyclings heute außer Diskussion. Es handelt sich dabei um eine auf breiter Basis erfolgreich durchgeführte Maßnahme einer nachhaltigen Ressourcennutzung im Sinne einer vielfach propagierten Kreislaufwirtschaft. Auch die Bewirtschaftung der Wälder hat lange Tradition in nachhaltiger Ressourcennutzung. Umsó interessanter ist daher die Frage, ob ein grundsätzlich als nachhaltig und ökologisch unumstrittenes Prinzip – nämlich die Verwertung eines Stoffes mit hoher Wertschöpfung – ein anderes nachhaltiges System - im Konkreten Waldökosysteme - stören und in der Folge im ökologische Sinne schädigen kann.

Ziel dieser Studie ist es, mögliche Berührungspunkte dieser beiden Bewirtschaftungsformen herauszuarbeiten und mögliche negative Wechselwirkungen zu identifizieren. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage ökologischer Auswirkungen des Papierrecyclings auf den Wald in Österreich. Es sollen daher Stand und Entwicklung des Papierrecyclings sowie des Einsatzes von Altpapier in der Papierindustrie in Österreich, aber auch international beleuchtet werden. Der medialen Argumentationskette folgend sollen die (markt-) wirtschaftlichen Folgen daraus für die Industrieholzproduktion im besonderen und die Forstwirtschaft im allgemeinen untersucht werden. Anhand eines Modells sollen mögliche Entwicklungen der Verwertung von Papier und Zusammenhänge mit der Forstwirtschaft und der Papierindustrie in Szenarien skizziert werden. Dabei sollen Annahmen unterschiedlicher umweltpolitischer Vorgaben, wie die regulative Erhöhung der Verwertung von Papier ebenso wie marktrelevante Prognosen die Zusammenhänge verdeutlichen. Die Frage, ob eventuelle Auswirkungen der Verwertung von Papier auf die Forstwirtschaft auch den ökologischen Zustand des Waldes *negativ* beeinflussen – und damit die Frage nach einem direkten Zusammenhang zwischen Papierrecycling und Ökosystem Wald – soll abschließend so weit wie möglich beantwortet werden.

Karton: Der Begriff Karton ist nur im deutschsprachigen Raum üblich. Sein Flächengewicht bewegt sich im Rahmen zwischen 150-600 g/m². Karton ist somit nach Gewichtskriterien nicht streng von den Papieren und Pappen abgegrenzt. Er ist allerdings steifer als Papier und aus hochwertigeren Stoffen hergestellt als Pappe. Als Faltschachtelkarton (boxboard) wird jener Karton bezeichnet, der sich aufgrund seiner Falz-, Ritz-, Rill-, Nut- und Bedruckbarkeit zum Herstellen von Faltschachteln eignet.

Zellstoff (chemical wood pulp): Papierzellstoff und Textilzellstoff. Holz wird als Hackgut mittels verschiedener chemischer Verfahren durch Kochen aufgeschlossen. Dabei wird die Bindung zwischen den Fasern gelöst, indem das unerwünschte Lignin weitgehend herausgelöst wird und die Zellulose in der Lösung verbleibt. Als Endprodukt erhält man den ungebleichten Zellstoff. Ist die Kochlösung alkalisch, erhält man den Sulfatzellstoff, ist sie sauer, den Sulfitzellstoff. Je nach Vollständigkeit der Ligninentfernung ergeben sich Voll- oder Halbzellstoffe.

Holzstoff (mechanical wood pulp): Der Aufschluss erfolgt mechanisch. Dabei kommen mehrere Verfahren zur Anwendung (z. B. Stein-, Braun- oder Druckschliff).

2.1.2 Altpapier

Lt. ÖNORM A 1121 ist **Altpapier** (*recycled paper; recovered paper*) der Oberbegriff für Papiere und Pappen, die

- nach Gebrauch getrennt vom Restmüll erfasst werden oder
- bei der Produktion oder Verarbeitung von Papier- und Pappeprodukten als Reststoffe anfallen

und erneut einer Verwertung zugeführt werden.

Andere Quellen (UN-ECE/FAO) definieren *recovered/recycled paper* als wiederverwendetes, bereits für den ursprünglichen Verwendungszweck einmal verwendetes Papier bzw. Pappe. Dabei sind in Österreich die bei der Produktion von Papier und Pappe entstehenden Papierabfälle der papier- und pappeerzeugenden Industrie selbst nicht enthalten.

Im Sinne der Abfallwirtschaft ist Altpapier ein Altstoff, somit ein Abfall, der einer zulässigen Verwendung oder Verwertung zugeführt wird oder aufgrund einer gesetzlichen Verpflichtung zuzuführen ist. Dabei wird „Verwerten“ als das Behandeln von Abfällen mit dem vorrangigen Ziel, Sekundärrohstoffe oder Energie aus diesen Abfällen zu gewinnen, definiert.

Über 50 Altpapiersorten werden laut ÖNORM EN 643 unterschieden. Sortenreine und ohne Verunreinigungen durch einen Gebrauch bereits beim Produzenten anfallende Papierabfälle sind die qualitativ hochwertigsten Sorten. Sie wurden schon immer verwertet. Mengenmäßig von großer Bedeutung sind die Altpapiere in Form von Zeitschriften und Illustrierten. Sie werden vor allem zur Erzeugung von Zeitungsdruckpapier und Hygienepapieren verwendet. Gemischte und unsortierte Altpapiersorten, wie sie vornehmlich aus Haushalten stammen, sind nach ihrer Auflösung grau gefärbte Faserstoffe und eignen sich vor allem zur Herstellung von Wellpappe-Rohpapieren sowie von Grau- und Faltschachtelkarton. Diese Sortimente leisten den mengenmäßig größten Beitrag zur Verringerung des Abfallaufkommens.

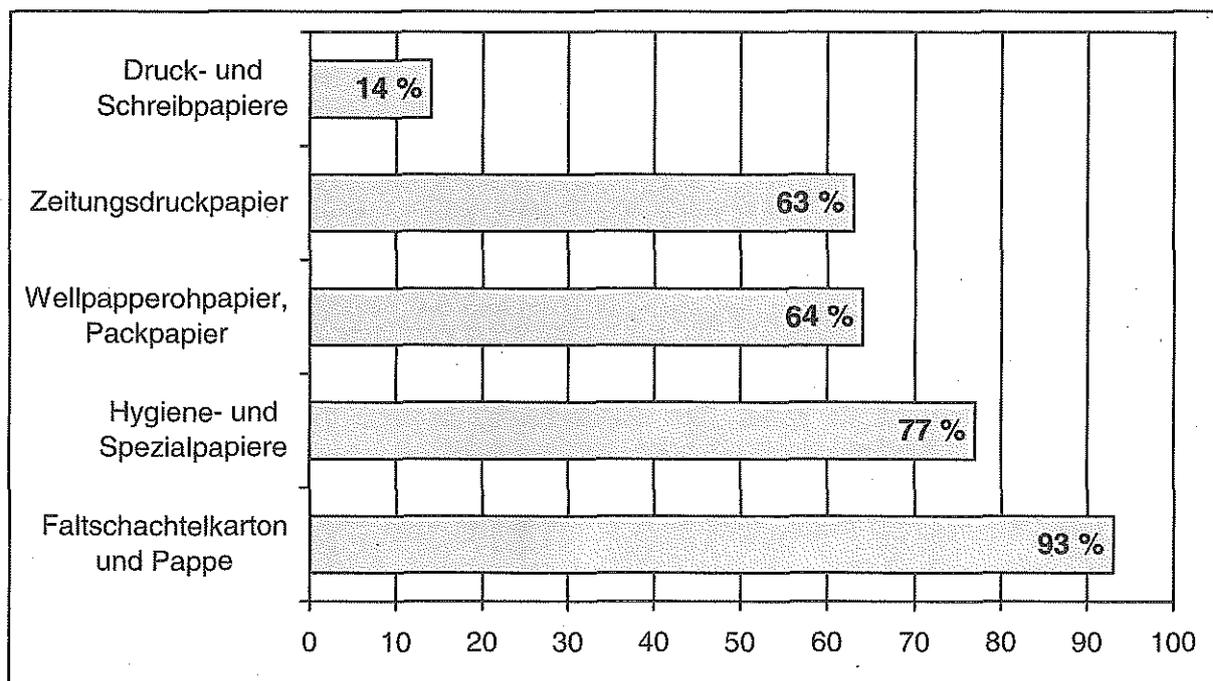


Abb. 2.1-1: Durchschnittlicher Anteil von Altpapier in verschiedenen Papiererzeugnissen

Quelle: AUSTROPAPIER, E. D.

2.1.3 Entwicklung der Altpapierverwertung

Die Verwertung von Papier als Grundstoff für Papier- und Pappproduktion lässt sich bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückverfolgen. Es waren jedoch vor allem ökonomische Gründe, welche die Papierindustrie dazu veranlasste, Sekundärfasern anstelle von Primärfasern einzusetzen. Die Produktionskosten konnten durch den Zusatz von Altpapierfasern zum Teil erheblich verringert werden.

Das Motiv, Altpapier aus ökologischen Gründen wiederzuverwerten, erlangte erst im Zuge des allgemeinen gesellschaftlichen Wandels hin zu einer nachhaltigen, zukunftsverträglichen Wirtschaftsweise zunehmend Bedeutung. Nachhaltige Entwicklung ist u. a. durch ein Wirtschaften in Kreisläufen und somit eine Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe, womit Ressourcen geschont und die durch Entsorgung hervorgerufenen Umweltbelastungen gesenkt werden, gekennzeichnet.

Die ständig zunehmende Menge an Abfällen hat es erforderlich gemacht, nach neuen Wegen der Reduktion dieses Müllaufkommens zu suchen. Da ein erheblicher Teil des Hausmülls aus Papier bestand - ca. 30 % - wurde von der Papierindustrie eine höhere Altpapier-Einsatzquote in ihren Produktionsprozessen gefordert, um dem Problem des wachsenden Abfallaufkommens entgegenzuwirken. Um die Umsetzung dieser Forderungen zu erleichtern, förderte der Staat Investitionen der Papier- und Zellstoffindustrie, die einer stofflichen Verwertung des Altpapiers aus dem heimischen Abfallaufkommen dienen. Diese umfassten Maßnahmen, welche die Voraussetzungen für einen höheren Einsatz von Altpapier schufen, wie z. B. die Errichtung von Deinking-Anlagen, Altpapiersammel- und Sortiereinrichtungen (NILSSON et al., 1998).

Der Steigerung des Einsatzes von Altpapier bei der Produktion von Papier und Pappe war auch mit bedeutenden ökologischen Auswirkungen verbunden: Im Vergleich mit Zell- und Holzstofferzeugung ist der Aufbereitungsprozess von Altpapier mit bedeutend geringerem

Bedarf an Energie, Frischwasser und Chemikalien sowie einer Reduktion der Emissionen im Abwasser und in der Abluft gekennzeichnet.

In der Abfallwirtschaft führt die Verwertung von Altpapier zu einer Reduktion des Deponievolumens für den zu entsorgenden Restmüll. Dadurch kommt es auch zu einer Verringerung der Emissionen treibhauswirksamer Deponiegase (insbesondere Methan aus dem anaeroben Abbau von Papier in Mülldeponien).

2.1.4 Technische Aspekte des Einsatzes von Altpapier in der Papier- und Pappindustrie

Der Verwendung von Altpapier als Rohstoff für die Erzeugung von Papier- und Pappprodukten sind durch technische und physikalische Faktoren Grenzen gesetzt.

Altpapierfasern haben im allgemeinen eine geringere Faserlänge und eine geringere Festigkeit als Frischfasern. Zudem sind sie meist gefärbt. Jede Recyclingstufe führt zu einer Abnützung, also zu einer Veränderung der physikalischen Eigenschaften der Fasern durch Verlust an Festigkeit und damit zu einer Qualitätsminderung des Fasermaterials, die Fasern werden kürzer und dünner. Dadurch werden die Eigenschaften der hergestellten Papiere verändert. In Vergleich zu Papier aus Frischfasern haben Papiere mit einem hohen Anteil an Altpapierfasern Nachteile hinsichtlich ihrer mechanischen (Reißfestigkeit, Bedruckbarkeit) und optischen Eigenschaften. Im Durchschnitt können Fasern etwa sechs Mal im Recycling eingesetzt werden, ehe sie gemeinsam mit Verunreinigungen und Farbstoffen als „Reject“ aus dem Produktionsprozess ausgeschieden und teils verbrannt und/oder deponiert werden.

Fremdstoffanteile (z. B. Kleber, Wachs, Bitumen) können bei unzureichender Auflösetechnik oder -kapazität zu Produktionsstörungen führen.

Altpapier werden Papiere und Pappen genannt, die entweder nach Gebrauch oder als bei der Produktion oder Verarbeitung anfallende Reststoffe erfasst und wiederverwertet werden. Es unterliegt dem Abfallbegriff und ist es ein Altstoff, der einer zulässigen Verwendung oder Verwertung zugeführt werden muss.

Papier wird aus zwei Hauptmotiven verwertet: Zum einen ist es ein attraktiver Rohstoff für die Papierindustrie und zum anderen wird damit das Volumen des stark gestiegenen Abfallaufkommens gesenkt. Die Verwertung von Altpapier bei der Papiererzeugung unterliegt physikalischen Grenzen, im Durchschnitt können Fasern etwa sechs Mal eingesetzt werden.

2.2 Papier in der Abfallwirtschaft

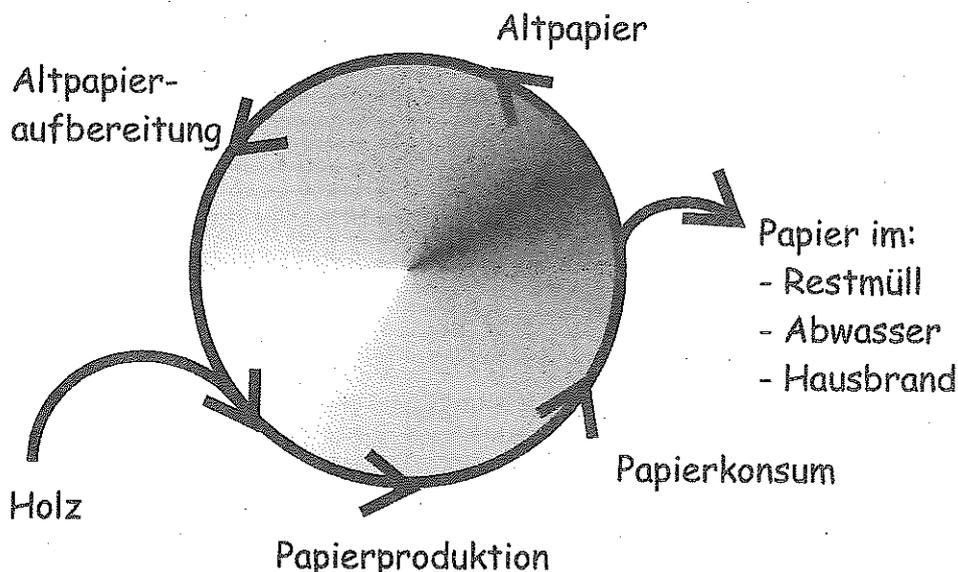


Abb. 2.2-1: Altpapierkreislauf

2.2.1 Sammlung von Altpapier

2.2.1.1 Organisation der Sammlung

Die Verwertung der gesamten Menge des in Österreich gesammelten Altpapiers wird in einer freiwilligen Vereinbarung zwischen der Papierindustrie, der Bundeswirtschaftskammer, dem Wirtschafts- und dem Umweltministerium geregelt (s. Kap. 2.3.2.3).

Altpapier wird bei Druckereien, Papierverarbeitern, dem „auspackenden Gewerbe“ wie Kaufhäusern und Supermärkten, beim Handel und in Verwaltungen sowie in den Haushalten gesammelt. Dabei wird das Altpapier entweder vom Sammler geholt (Holsystem) oder es kann an einem bestimmten Sammelort, z. B. Recyclinghof, abgegeben werden (Bringsystem).

Die Sammlung von *Papierverpackungen* wird in Österreich durch die Verpackungsverordnung (VerpackVO; BGBl. 648/1996) geregelt. In Haushalten und im haushaltsnahen Bereich werden Zeitungen, Illustrierte, Drucksorten u. ä. gemeinsam mit den Papierverpackungen gesammelt. Die Verpackungsverordnung verpflichtet Hersteller, Importeure, Abpacker und Vertreiber von Transport- oder Verkaufsverpackungen, diese nach Gebrauch unentgeltlich zurückzunehmen. Die im Kalenderjahr zurückgenommenen oder im Betrieb anfallenden Verpackungen sind einem allenfalls vorgelagerten Rücknahmeverpflichteten zurückzugeben, wiederzuverwenden oder zu verwerten. Um diesen Stoffstrom zu gewährleisten und zu erleichtern, wurden Sammel- und Verwertungssysteme eingerichtet. Sie gehen mit den Verpflichteten Verträge ein und übernehmen deren Verpflichtungen, indem sie die Verpackungen sammeln und einer Verwertung zuführen. Die Sammlung, Sortierung und z. T. auch die Verwertung von Verpackungsmaterial wird über eine Lizenzgebühr finanziert, die der Lizenznehmer (das produzierende Unternehmen) auf den Produktpreis aufschlägt. Der per Verwertungsquote geforderte Recyclingstoffstrom wird durch die Lizenzeinnahmen bezahlt.

Großanfallstellen sind von diesen Verpflichtungen ausgenommen. Es sind dies Betriebe mit einer vorgeschriebenen Mindestmenge an den verschiedensten Packstoffen. Für Papier und Pappe beträgt diese Mindestmenge 80 Tonnen pro Jahr. Sie sind dazu berechtigt, diese Verpackungen innerbetrieblich wiederzuverwenden bzw. zu verwerten.

Seit 1993 ist das ARA System das bundesweite Sammel- und Verwertungssystem für Verpackungen. Es ist arbeitsteilig organisiert und setzt sich aus der ARA AG und acht wirtschaftlich selbständigen Unternehmen, den Branchenrecycling-Gesellschaften (BRG) zusammen, die nicht gewinnorientiert arbeiten. Die Altpapier-Recycling Organisationsgesellschaft m.b.H. (ARO) ist jene BRG, die für die Sammlung und Verwertung von lizenzierten Papierverpackungen verantwortlich ist. Sie wurde 1992 von 16 österreichischen papiererzeugenden und -verarbeitenden Unternehmen gegründet. Zur Sicherstellung der bundesweit flächendeckenden Sammlung und Verwertung schloss die ARO Vereinbarungen mit 538 Gebietskörperschaften (Gemeinden, Gemeindeverbände und Abfallverbände) und mit 77 Entsorgungsunternehmen aus Gewerbe und Industrie.

Mit den Novellen des Abfallwirtschaftsgesetzes 1996 und 1998 (AWG, BGBl. Nr. 325/1990 idF BGBl. I Nr. 151/1998) und der Verpackungsverordnung (VerpackVO, BGBl. Nr. 648/1996 idF BGBl. II Nr. 232/1997) wurde die gesetzliche Basis für konkurrierende Sammel- und Verwertungssysteme neben der ARA geschaffen, wodurch die Monopolstellung der ARA aufgehoben wurde. Seit Herbst 1997 sind mehrere Sammel- und Verwertungssysteme zugelassen.

2.2.1.2 Sammelmengen

Folgende Mengen an Papier und Pappeabfällen wurden in den Bereichen Gewerbe und Industrie sowie Haushalt gesammelt, was eine Rücklaufquote (=Recyclingrate), wie angegeben, ergibt. Die Rücklaufquote ist das gesammelte Papier in Prozent des Papier- und Papperverbrauchs. Die Rücklaufquote stieg zwischen 1970 und 1993 rasant, sie steigerte sich von 19,3 % auf 68,4 %. Seit 1993 ist sie jedoch annähernd konstant.

Tab. 2.2-1: *Abfallaufkommen/Sammelmengen an Papier in Österreich nach Herkunft*

	Gewerbe, Industrie	Haushalt			Gesamt in Tonnen	Rücklauf- quote in %
		Papier gesamt	kg je Ein- wohner	Massen% aller Haus- haltsabfälle		
1970					101.529	19,3
1975					171.661	31,2
1980					224.366	32,8
1985					323.276	40,5
1990	455.799	208.600	27,0	8,3	664.799	51,8
1991	454.364	273.300	34,9	11,3	727.364	53,2
1992	452.280	307.600	38,9	12,4	760.280	55,6
1993	559.407	348.900	43,7	13,9	908.407	68,4
1994	590.826	392.800	48,9	15,3	983.826	66,0
1995	567.622	405.800	50,5	15,4	973.622	66,3
1996	622.747	438.900	54,5	15,8	1.061.747	70,8
1997	694.957	468.000	52,7	15,7	1.120.957	68,9
1998	748.106	491.800	55,1	16,3	1.193.986	67,5

Quelle: ARO, Umweltbundesamt

Eine maximale Rücklaufquote von 100 % ist aus mehreren Gründen nur theoretisch. Hygienepapiere werden großteils über das Abwasser oder verunreinigt mit dem Restmüll entsorgt, bestimmte Spezialpapiere und -pappen sind oft derart beschichtet oder verklebt, dass nur ein geringer Teil der Fasern recycelt werden kann und Verpackungspapiere und -pappen

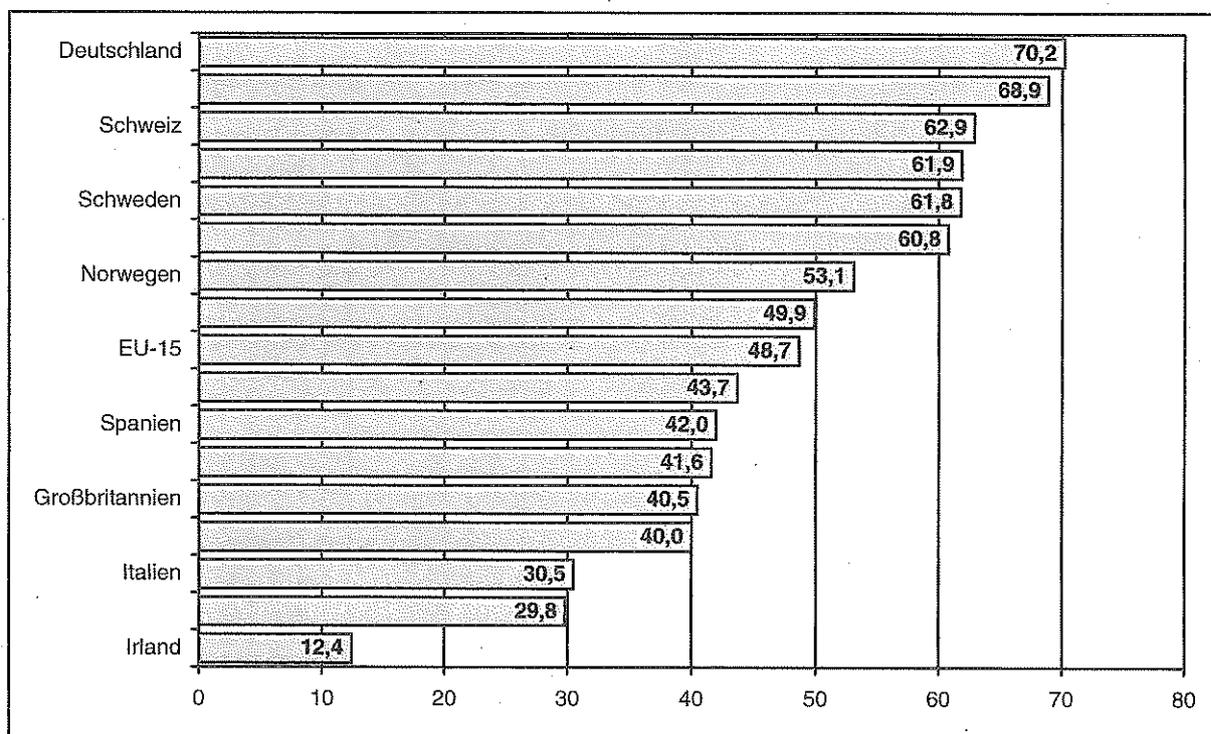
des haushaltsnahen Bereiches müssen oft aufgrund starker Verunreinigungen aussortiert werden, sofern sie überhaupt in das Sammelsystem gelangen. PILZ (1996) schätzt die maximale Recyclingquote, gewichtet nach der Sortenstruktur des österreichischen Papierkonsums, auf 80 %. Dabei trifft er folgende Annahmen:

Tab. 2.2-2: Recyclingpotenziale für Papier

Papiersorte	Papierkonsum	maximales Recyclingpotenzial	maximaler Altpapierrücklauf
Druck- u. Schreibpapier	35,8 %	95 %	34 %
Zeitungen	11,4 %	95 %	11 %
Verpackungspapier u. -pappen	38,1 %	90 %	34 %
Hygiene- u. Spezialpapier	14,8 %	5 %	1 %
SUMME	100,0 %		80 %

Quelle: PILZ (1996)

Der Vergleich der Rücklaufquote in Österreich, die 1997 bei 68,9 % lag, mit jener anderer Länder zeigt, dass Österreich eine hohe Sammelleistung vollbringt. Nur in Deutschland lag sie 1997 geringfügig höher, nämlich bei 70,2 % (siehe Abb. 2.2-2)



Quelle: AUSTROPAPIER, E. D.

Abb. 2.2-2: Altpapierrücklaufquoten im europäischen Vergleich (1997)

Betrachtet man die Rücklaufquoten für den Anteil der Verpackungen aus Papier, so liegen diese deutlich höher als jene für das Papier gesamt (ARO-Report, 1998).

Tab. 2.2-3: Anteil der gesammelten Papiermengen gesamt und an den Verpackungspapieren

	1998	1997	1996	1995
Papier gesamt	68 %	69 %	68 %	68 %
Verpackungen	84 %	>80 %	84 %	80 %

Quelle: ARO

Das Altpapier, das aus Haushalten und haushaltsnahen Bereichen im ARO-System gesammelt wurde (445.000 t), bestand 1998 zu ca. 15,9 % oder 71.000 t aus Verpackungspapier, der überwiegende Teil waren Druckerzeugnisse wie Zeitungen, Zeitschriften, Kataloge und Werbedrucksachen (AUSTROPAPIER; 1999).

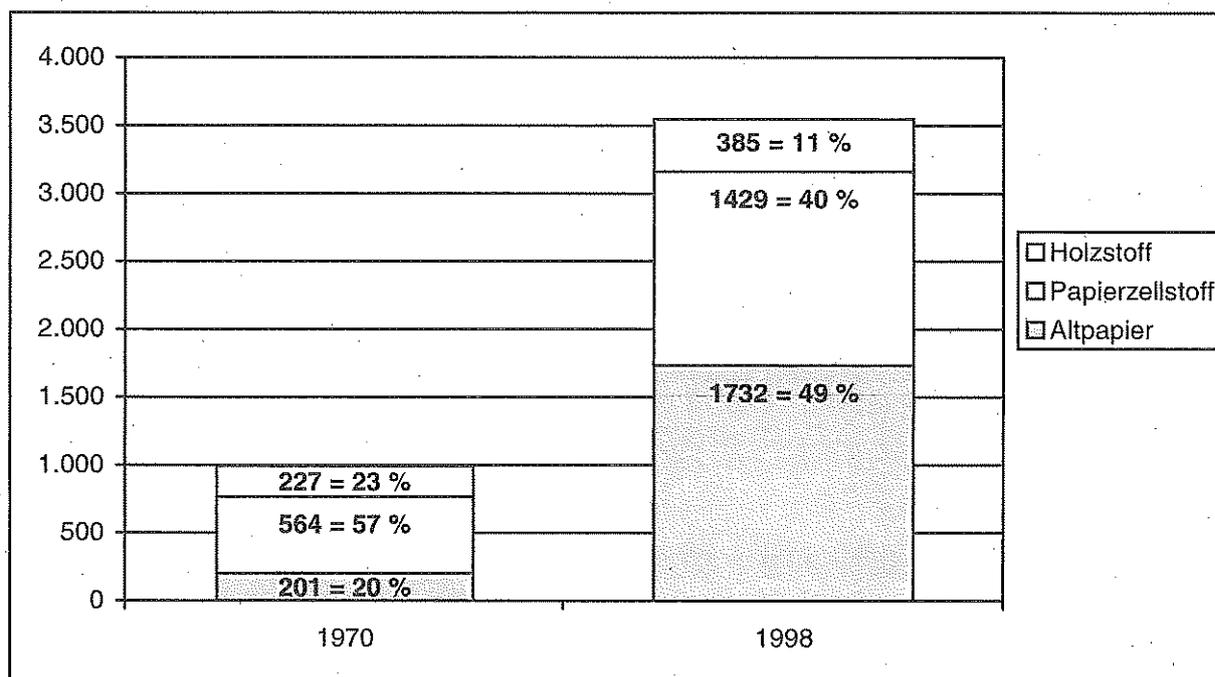
2.2.1.3 Qualität des gesammelten Altpapiers

Die Sammelquote hat sich seit 1990 deutlich erhöht. Mit der stetig zunehmenden Altpapiermenge durch flächendeckende Sammlung treten Qualitätsprobleme auf. Allgemein kann festgestellt werden, dass die Qualität des gesammelten Altpapiers mit zunehmender Erfassungsquote sinkt. Diese Tatsache führt zu einem unzureichenden Angebot an hohen bzw. sortenreinen Altpapierqualitäten. Zudem kann die Verminderung der Altpapierqualität durch sogenannte Fehlwürfe (in die Behälter eingebrachte Fremdstoffe) nur teilweise durch nachfolgende Sortierungsmaßnahmen ausgeglichen werden.

Gemischte und unsortierte Altpapiersorten, wie sie vornehmlich aus Haushalten stammen, weisen unterschiedliche Faserqualitäten auf und enthalten neben Druckfarben auch Verunreinigungen wie Kleber und Kunststoffe. Nach ihrer Auflösung im Aufbereitungsprozess erscheinen sie als grau gefärbte Faserstoffe und eignen sich vor allem zur Herstellung von Wellpappe-Rohpapieren sowie von Grau- und Faltschachtelkarton.

2.2.2 Verwertung von Altpapier

Das gesammelte Altpapier wird in Österreich einer stofflichen Verwertung zugeführt. Für die Papier- und Pappeindustrie ist Altpapier mengenmäßig bereits seit einigen Jahren der wichtigste Grundstoff.



Quelle: AUSTROPAPIER, E. D.

Abb. 2.2-3: Einsatzstoffe in der Papierindustrie (in 1.000 t)

Der erste Schritt zur Verwertung des gesammelten Papiers ist die **Sortierung**. Dabei werden durch manuelles Aussortieren Störstoffe entfernt. Solche Störstoffe sind papierfremde Bestandteile und produktionsschädliche Papiere und Pappen. Papierfremde Bestandteile sind jegliches Fremdmaterial im Altpapier, das bei dessen Verarbeitung Schäden an den Maschinen oder Störungen während der Produktion verursachen kann sowie zu einer Wertminderung des Fertigprodukts führen kann. Dazu zählen u. a. Metalle, Glas und Textilien. Unerwünschte Papiere und Pappen wurden als Rohpapier so behandelt, dass sie für eine normale oder standardmäßige Ausrüstung als Rohstoff für die Herstellung von Papier und Pappe ungeeignet sind, oder durch ihre Anwesenheit die gesamte Altpapierlieferung unbrauchbar machen.

1996 waren in Österreich 35 Anlagen zur Sortierung und Aufbereitung von Papier gemeldet, ca. 50 % des aus der haushaltsnahen Sammlung stammenden Papiers werden sortiert. Die andere Hälfte wird unsortiert weiterverarbeitet.

Nach der Sortierung wird das Altpapier der **Altpapieraufbereitung** zugeführt. Dies erfolgt in Papier- und Pappefabriken. Die Aufbereitung erfolgt in drei Schritten:

- I. **Auflösen:** Im Pulper (Stofflöser) wird eine breiartige Faseraufschwemmung hergestellt, indem das Altpapier im meist gebräuchlichen Nassverfahren seine Festigkeit verliert. Diese Papier-Wassersuspension wird in turbulente Strömung versetzt, wobei es zu einer Auflösung des Faserverbundes ohne Beschädigung der Fasern und zu einer Ablösung der Druckfarben von den Fasern kommt.
- II. **Reinigen:** In mehreren Verfahrensschritten wird nun das Fasermaterial von Fremdstoffen und Verunreinigungen getrennt und gereinigt. Zuletzt wird die Suspension eingedickt und hohen Scherkräften ausgesetzt, um noch vorhandene Schmutzteilchen und Druckfarben bis unter die Sichtbarkeitsgrenze zu verteilen.

Diese zwei Verfahrensschritte sind ausreichend, wenn aus dem Altpapierfasermaterial Pappen hergestellt werden sollen. Um die Voraussetzungen zur Herstellung von graphischen Papieren zu schaffen, müssen die Fasern einem weiteren Aufbereitungsschritt unterzogen werden:

- III. *Deinking*: Der Druckfarbenanteil nach den beiden ersten Schritten beträgt ca. 5 %. Um diesen Anteil noch zu verringern und damit einen höheren Weißgrad des Papiers zu erreichen, werden spezielle Chemikalien (Natronlauge, Wasserstoffperoxid etc.) eingesetzt.

Der Verlust an Fasermaterial bei der Altpapieraufbereitung beträgt ca. 6 %.

Der Anteil an Altpapierfasern hängt vom jeweiligen Verwendungszweck ab. Papier- und Pappeprodukte mit einem hohen Altpapierfaseranteil haben schlechtere optische und mechanische Eigenschaften, sie sind schlechter bedruckbar und weniger reißfest. Bei manchen Papier- und Kartonsorten besteht der Faserstoffeintrag ausschließlich aus Altpapier (s. auch Abb. 2.1-1 und Tab. 2.2-4).

Das aufbereitete Altpapier wurde 1998 wie folgt zur Produktion der folgenden Sorten eingesetzt:

Tab. 2.2-4: Einsatz des aufbereiteten Altpapiers in Produktgruppen der österreichischen Papierindustrie

Altpapierverbrauch 1998: 1.732.000 Tonnen =	100 %
Verpackungspapiere und -pappen:	
- Faltschachtelkartons und Pappe	23 %
- Wellpappenrohpapier und Packpapier	39 %
graphische Papiere:	
- Zeitungsdruckpapier	14 %
- Druck- und Schreibpapiere	16 %
Hygienepapier	8 %

Quelle: AUSTROPAPIER

Papier, das dem Altpapierkreislauf nicht zugeführt bzw. entnommen wird, ist zum einen jenes Papier, welches nach dem Gebrauch nicht gesammelt wird, und zum anderen sind das Papierfasern, welche bei der Sortierung und Aufbereitung ausgeschieden werden.

Der Anteil des nach dem Gebrauch nicht einer Sammlung zugeführten Papiers beträgt 32,5 %. Dazu zählen vor allem Papiere, die nicht verwertet werden können. Mit diesen Papieren geschieht folgendes:

- Papier im Restmüll: Der Anteil an Papier im Restmüll beträgt etwa 14 % (HAUER, 1999). Dieses Papier wird je nach Behandlung des Restmülls entweder verbrannt oder - teilweise nach Behandlung in mechanisch-biologischen Anlagen - deponiert.
- Papier im Abwasser (Hygienepapiere)
- Hausbrand

Die Fasern, die bei der Altpapieraufbereitung ausgeschieden werden, sind Teil der Spuckstoffe und des Reject. Sie werden zum Teil verbrannt oder direkt deponiert.

2.2.3 Wirtschaftliche Aspekte

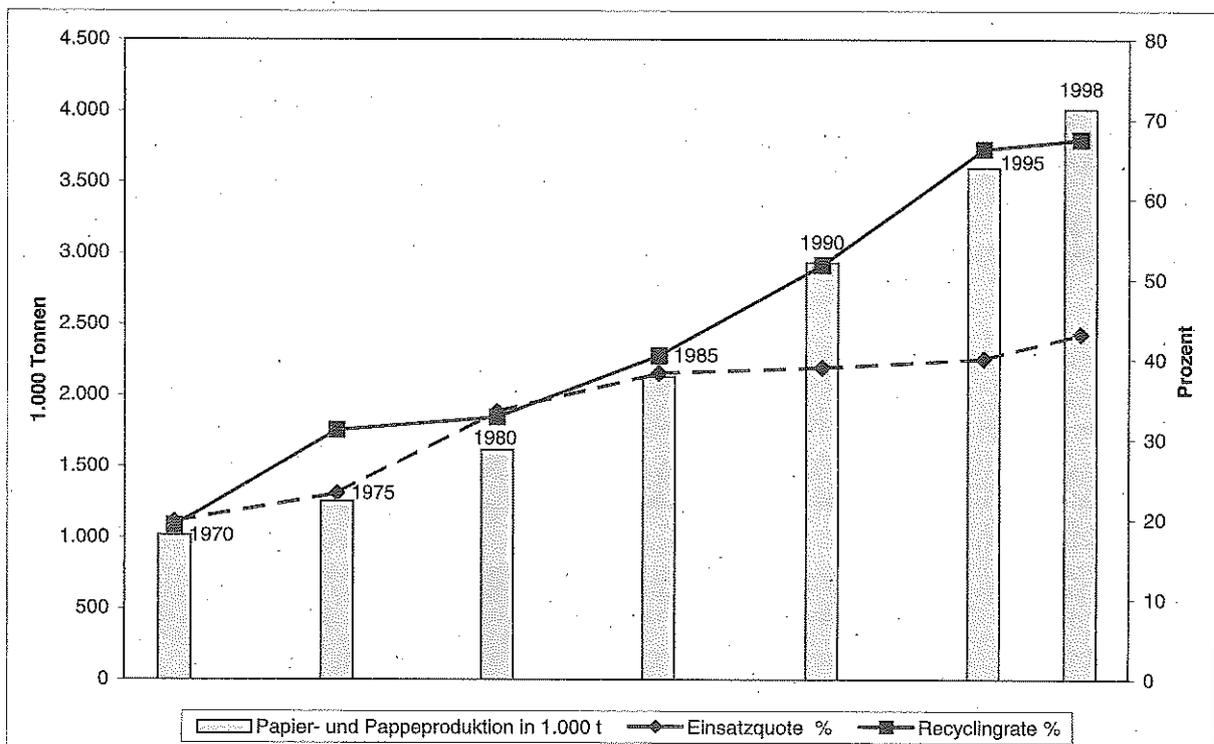
1998 waren in 30 Betrieben der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie 9.659 Menschen beschäftigt, die einen Umsatz von 39,91 Mrd. ATS erwirtschafteten. Von der Jahresproduktion an Papier, Karton und Pappe, die 1998 etwas mehr als vier Mio. Tonnen betrug, wurden 82 % - vorwiegend nach Deutschland - exportiert. Um die inländische Nachfrage zu befriedigen, wurden allerdings auch über eine Mio. Tonnen in dieser Produktgruppe – ebenfalls vorwiegend aus Deutschland - importiert, das ergibt einen Inlandsverbrauch von ca. 1.768 Mio. Tonnen. Der Importanteil am Inlandsverbrauch von Papier, Karton und Pappe beträgt nahezu 60 %, bei Druck- und Schreibpapieren waren es nahezu 78 %.

Tab. 2.2-5: Kennzahlen der österreichischen Papierindustrie 1998 (in 1.000 Tonnen)

	Produktion	Inlandsabsatz	Export	Import	Verbrauch
Papier, Karton, Pappe	4.009	713	3.286	1.044	1.768
Zellstoff	1.274	965	286	596	1.584
Holzstoff	376	376	0	9	384
Altpapier	-	-	98	636	1.732

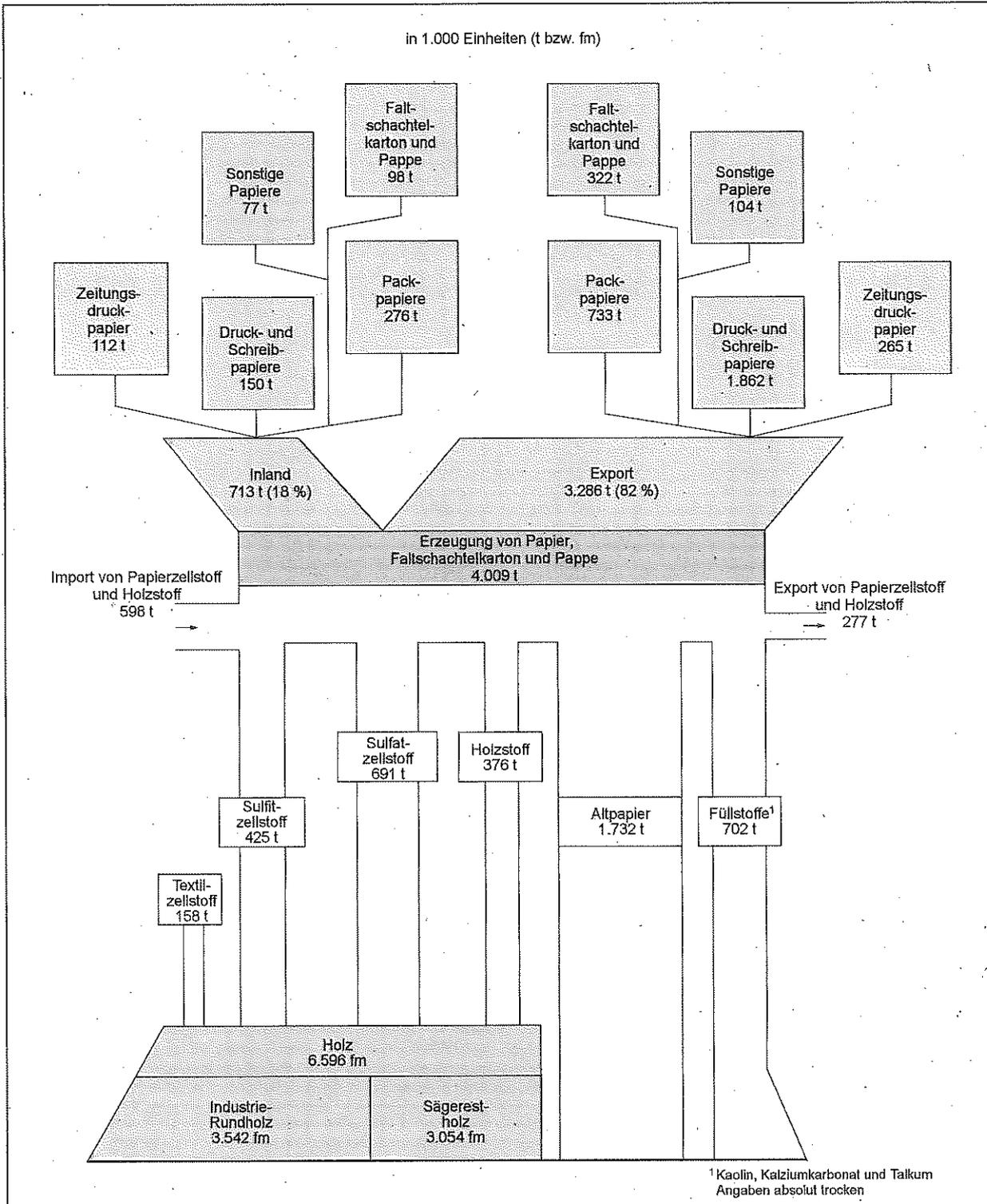
Quelle: AUSTROPAPIER

Sowohl die Produktion der österreichischen Papierindustrie als auch der österreichische Papierkonsum werden von den Druck- und Verpackungspapieren dominiert.



Quelle: AUSTROPAPIER, E. D.

Abb. 2.2-4: Papierproduktion (in 1.000 t), Altpapier-Einsatzquote und Recyclingrate (in %) in Österreich 1970-1998



Quelle: AUSTROPAPIER

Abb. 2.2-5: Papierproduktion in Österreich 1998: Input - Output

Der Bedarf der Papier- und Zellstoffindustrie an **Altpapier** kann allein aus dem Inlandbezug nicht abgedeckt werden. Etwa ein Drittel der eingesetzten Menge wird importiert. Derzeit wird das gesamte im Inland gesammelte Papier von der Papierindustrie abgenommen. Diesbezüglich gibt es eine schriftliche Abnahmegarantie der Vereinigung der Papierindustriellen (s. auch Kap. 2.3.2.3). Vergleicht man den Importanteil mit dem Verbrauch, so erkennt man, dass noch vor wenigen Jahren, der Anteil des Importes am Verbrauch ca. 50 % betrug. Mit der höheren Rücklaufquote von Altpapier im Inland muss nicht mehr so viel Altpapier importiert werden. Derzeit wird Altpapier vor allem aus Deutschland importiert. Dies wird sich voraussichtlich in näherer Zukunft ändern, da deutsche Betriebe zunehmend in die Altpapieraufbereitung investieren und so die eigenen Kapazitäten zu dessen Einsatz steigern werden.

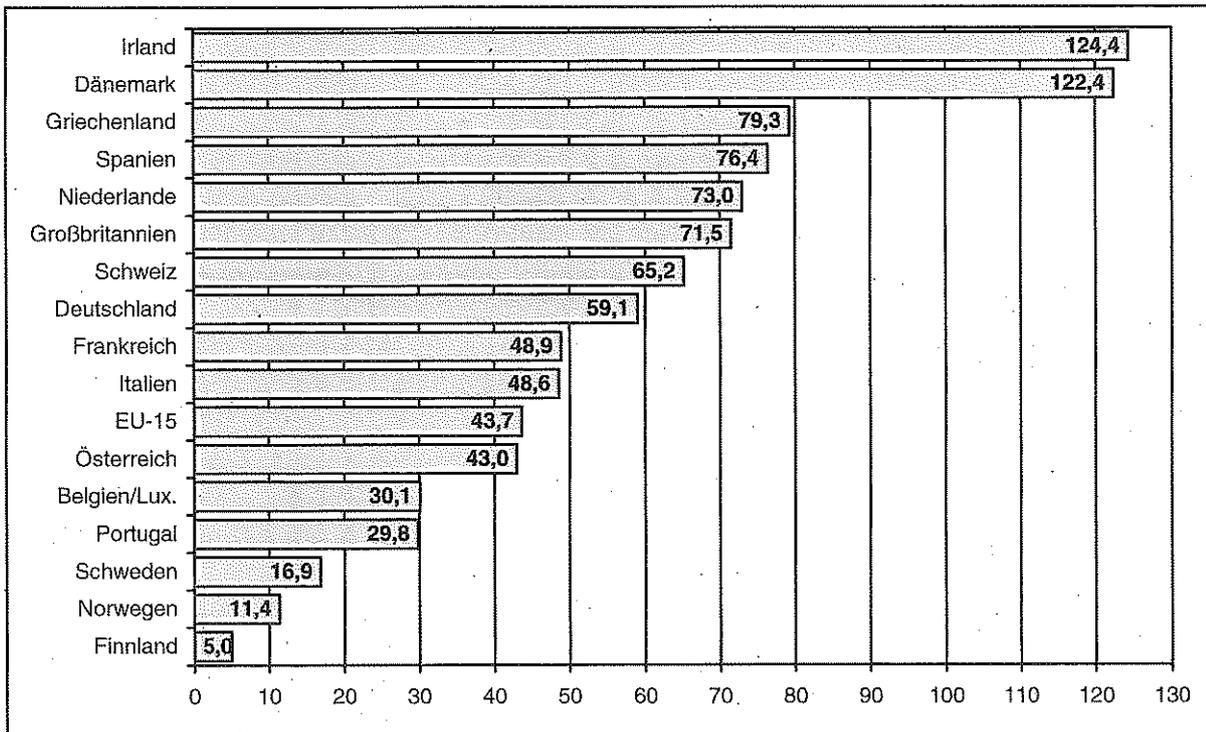
Tab. 2.2-6: *Anteile von Altpapier in der österreichischen Papier- und Pappeherzeugung (in Tsd. Tonnen)*

	Papier- und Pappeproduktion	Altpapier:		Einsatzquote in %
		Verbrauch	Import	
1970	1.017	201	99	19,8
1975	1.254	292	120	23,3
1980	1.616	542	317	33,5
1985	2.127	814	491	38,3
1990	2.932	1.143	590	39,0
1991	3.090	1.184	551	38,3
1992	3.252	1.272	602	39,1
1993	3.301	1.274	440	38,6
1994	3.603	1.405	503	39,0
1995	3.599	1.442	578	40,1
1996	3.653	1.537	579	42,1
1997	3.817	1.642	614	43,0
1998	4.009	1.732	636	43,2

Quelle: AUSTROPAPIER

Die **Altpapier-Einsatzquote** wird von der österreichischen Papierindustrie als „Altpapierverbrauch in Prozent der Papier-, Faltschachtelkarton- und Pappeproduktion“ definiert. Wie auch in Kap. 3.3.2.1 in Fußnote 17 ausgeführt, wird nach der Definition von BYSTRÖM & LÖNNSTEDT (1995) die **Altpapier-Einsatzquote** als Anteil des Altpapiers am gesamten Fasereinsatz der Papierindustrie zur Papier- und Pappeproduktion verstanden und ist damit bezüglich der Konkurrenzsituation zwischen Primär- und Sekundärfasern aussagekräftiger. Demnach würde die **Altpapier-Einsatzquote** für 1998 48,8 % betragen und nicht wie hier angegeben 43,2 %. Aus Gründen der Datenkontinuität werden an dieser Stelle die oben angeführten Zahlen interpretiert und in Abb. 2.2-6 die europäischen Quoten nach Angaben der österreichischen Papierindustrie dargestellt.

Die Einsatzquote hat sich seit 1985 nur wenig gesteigert (s. Abb. 2.2-4). Bedingt durch die Steigerung der Papierproduktion ist jedoch die absolute Menge des eingesetzten Altpapiers gestiegen. Die Entwicklung zum Einsatz von Altpapier als Sekundärrohstoff vollzog sich vor allem in den Jahren 1970 bis 1985. In Österreich hat der Altpapiereinsatz die Grenze der technischen Machbarkeit nahezu erreicht, sodass besondere Steigerungsraten nicht mehr erwartet werden können. Im internationalen Vergleich liegt Österreich im Mittelfeld (s. Abb. 2.2-6).



Quelle: AUSTROPAPIER, E. D.

Abb.2.2-6: Altpapier-Einsatzquoten im internationalen Vergleich (1997)

2.2.4 Umweltrelevante Aspekte

Bei der Papier- und Pappeproduktion fielen 1,29 Mio. Tonnen Reststoffe an (1998). Davon wurden 62 % stofflich und 26 % thermisch verwertet sowie 11 % deponiert, was einem Anteil an der gesamten stofflichen Einsatzmenge von 1,9 % entspricht (AUSTROPAPIER, 1999).

Altpapier ist laut Definition des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) Abfall. Seit Jahren ist die Papierindustrie nicht nur in Österreich bestrebt, Altpapier aus dem Abfallbegriff herauszunehmen (vgl. z. B. AURACHER, 1999). Gründe dafür liegen einerseits im Image – die Papierindustrie möchte keine „Abfälle“ verarbeiten, sondern sieht Altpapier als Sekundärrohstoff – aber auch in rechtlichen Konsequenzen, die aus den Bestimmungen des AWG erwachsen (Aufzeichnungspflichten etc.). Da diese legislative Änderung nur im Gleichklang mit der EU möglich und sinnvoll ist, die Mehrheit der Mitgliedstaaten diesen Schritt aber derzeit aus unterschiedlichen Motiven ablehnt, ist eine dahingehende Entwicklung vorerst nicht absehbar.

Ein weiterer umweltrelevanter Aspekt der Altpapiersammlung und -verwertung liegt im Energiebedarf der Papierindustrie bei der Faserstoffproduktion. Frischfaserproduktion benötigt einen bedeutend höheren Energieeinsatz als die Aufbereitung von Altpapier (PILZ, 1996; ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999). Allerdings wird dieser höhere Bedarf mit biogenen Energieträgern (Reststoffen) gedeckt, sodass beide Prozesse etwa gleich hohe fossile Energiemengen benötigen. Theoretisch könnten jene biogenen Brennstoffe, die bei erhöhtem Altpapiereinsatz in der Papierindustrie nicht benötigt würden, der Substitution anderer fossiler Energieträger sowohl innerhalb als auch außerhalb der Papierindustrie dienen (PILZ, 1996).

In derselben Studie über die Bedeutung von Papierkreisläufen für Treibhausgas-relevante Emissionen kommt PILZ (1996) auch zum Schluss, dass die höchsten Reduktionspotenziale von treibhauswirksamen Kohlenstoffemissionen in einer Kombination aus der Verbrennung

von Altpapier im Restmüll bei gleichzeitiger Erhöhung der Einsatzquote und der Substitution fossiler Energieträger durch biogene liegen. Ein Vergleich zwischen einem Modell linearer Papierflüsse (kein Papierrecycling) und jenem von zyklischen Papierflüssen (80 % Altpapiereinsatzquote) zeigt, dass Güter- und Energieflüsse im linearen Modell um durchschnittlich einen Faktor zwei bis drei höher liegen. Besonders der Verbrauch biogener Energieträger sinkt im zyklischen Modell stark. Diese Aussage steht zumindest für Österreich im Widerspruch zu Ergebnissen von VIRTANEN & NILSSON (1993), die von einer Erhöhung bei SO₂-, NO_x- und CO₂-Emissionen und höherem Verbrauch fossiler Energieträger bei maximalem Recycling ausgehen. Weitere Ausführungen zu diesem Thema siehe auch Kap. 3.4.3 (*Exkurs Altpapierverbrennung versus Einsatz in der Papierindustrie*).

Die Verwertung des gesamten in Österreich gesammelten Altpapiers wird in einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Industrie und öffentlicher Verwaltung geregelt. Die Sammlung und Verwertung von Papierverpackungen unterliegt gesetzlichen Regelungen (Abfallwirtschaftsgesetz, Verpackungs- u. Zielverordnung). Sammelmengen als auch Rücklaufquoten sind in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen. Das nicht erfasste Altpapier findet sich im Restmüll (~ 14 % Anteil), im Abwasser (Hygienepapiere) und im Hausbrand.

Das gesammelte Altpapier wird stofflich verwertet, mit der Erhöhung der Erfassungsquote sinken jedoch die Altpapierqualitäten. Je nach Endprodukt können unterschiedliche Anteile an Altpapierfasern in der Erzeugung eingesetzt werden. Im Durchschnitt können Altpapierfasern 5-7 Mal wiederverwertet werden, bevor sie als Reststoffe endgültig aus dem Recyclingprozess ausscheiden.

Die Papierindustrie ist in Österreich ein bedeutender Industriezweig und stark exportorientiert (82 %). Die Altpapiereinsatzquote stieg von 1970 bis 1985 stark, seither nur mehr leicht. Die absolute Menge an Altpapierverbrauch der Papierindustrie nahm jedoch parallel stark mit der Produktionsmenge zu.

Der Einsatz von Altpapier in der Papierproduktion hat ökologische Vorteile hinsichtlich Energieeinsatz und Treibhausgas-relevanter Emissionen. Unterschiedliche Aussagen bestehen über die ökologische Sinnhaftigkeit der Intensivierung der Verwertung bzw. der möglichen Alternativen (Verbrennung).

2.3 Möglichkeiten und Instrumente zur Steuerung des Altpapierkreislaufes

2.3.1 Legistische Maßnahmen

2.3.1.1 Österreich

Eine Grundlage zur Umsetzung von Vorgaben zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen bietet primär das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG, BGBl. Nr. 325/1990 idF BGBl. I Nr. 151/1998). Zur Umsetzung produktbezogener Abfallvermeidung und -verwertung bestehen nach dem AWG grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

Einerseits kann der Bundesminister **Zielverordnungen** gemäß § 8 des AWG erlassen. Andererseits können Maßnahmen zur Abfallvermeidung und -verwertung durch **Verordnungen** im Sinne des § 7 AWG vorgeschrieben werden, wie die Pflicht zur Kennzeichnung der Waren hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit, eine Rücknahmeverpflichtung zur Wiederverwendung oder Verwertung durch Hersteller und Vertreiber, die Anordnung von Sammelsystemen, die Verpflichtung, Waren nur gegen Einhebung eines Pfandbetrages oder Abführung eines Verwertungs- und Entsorgungsbeitrages abzugeben.

Zur Vorgabe bzw. Einführung des Standes der Technik bei Anlagen und Betriebsweisen tragen auch **Richtlinien** und **Normen** bei.

Abfallwirtschaftsgesetz (AWG), BGBl. Nr. 325/1990 idF BGBl. I Nr. 151/1998

Dieses Gesetz bietet die Grundlage für die Regelung von Vermeidungs-, Verwertungs- und Behandlungsmaßnahmen aller Abfälle.

Im folgenden einige Auszüge aus dem Gesetz, welche die Verwertung von Papier betreffen.

§ 1 Ziele und Grundsätze:

Die Abfallwirtschaft ist danach auszurichten, dass Rohstoffe und Energiereserven geschont werden.

Die Grundsätze der Abfallwirtschaft sind:

- Abfallvermeidung
- Abfallverwertung, wobei Abfälle stofflich oder thermisch zu verwerten sind, soweit dies nicht ökologisch unvorteilhaft, technisch möglich, Kosten nicht unverhältnismäßig höher und der Markt für die gewonnenen Stoffe oder Energie vorhanden oder geschaffen werden kann.
- Abfallentsorgung

§ 2 Abs. 3 Altstoffe:

Ein Altstoff ist ein Abfall, der einer Verwertung zugeführt wird. Das gilt so lange, bis er oder die aus ihm gewonnenen Stoffe einer zulässigen Verwendung oder Verwertung zugeführt sind.

§ 5 Bundes-Abfallwirtschaftsplan (BAWP)

Der Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie (im folgenden kurz BM f. Umwelt genannt) hat alle drei Jahre einen Bundes-Abfallwirtschaftsplan zu erlassen und zu veröffentlichen. Dieser muss zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des § 1 u. a. beinhalten:

- eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft
- konkrete Vorgaben zur Reduktion, der sinnvollen Verwertung, zur Entsorgung und zur Verbringung der Abfälle
- Maßnahmen des Bundes zur Erreichung dieser Vorgaben

§ 7 Maßnahmen zur Abfallvermeidung

Als Maßnahmen zur Abfallvermeidung können vom BM f. Umwelt folgende Pflichten angeordnet werden:

- die Pflicht zur Rücknahme, zur Wiederverwendung oder Verwertung der nach der bestimmungsgemäßen Verwendung der einer Ware verbleibenden Abfälle u. a. durch Hersteller und Vertreiber von Waren solcher Art oder durch bestimmte Dritte (insbesondere durch Sammel- und Verwertungssysteme gemäß § 7a sowie die entsprechende Pflicht der Abfallbesitzer zur Rückgabe, Wiederverwendung oder Verwertung.
- die Pflicht, als inländischer Produzent oder als Importeur für die im Inland in Verkehr gesetzten Waren und Umschließungen einen Verwertungs- und Entsorgungsbeitrag abzuführen.

§ 7a Sammel- und Verwertungssysteme

Für die Errichtung eines Sammel- und Verwertungssystems ist eine Genehmigung des BM f. Umwelt erforderlich. Es hat eine dem Stand der Umwelttechnik entsprechende Sammlung und Verwertung zu gewährleisten.

§ 7c Verordnung

In einer Verordnung des BM f. Umwelt sind – im Einvernehmen mit dem Wirtschaftsminister - Voraussetzungen und Kriterien für die Einrichtung, Aufgaben und Betriebsweise von zur Sammlung und Verwertung eingerichteten Sammel- und Verwertungssystemen und Sammel- und Verwertungsquoten, sowie Abgrenzungskriterien zu bestehenden anderen Sammel- und Verwertungssystemen festzulegen.

§ 8 Zielverordnung

Anstatt einer Verordnung nach § 7 kann der BM für Umwelt ebenfalls im Einvernehmen mit dem Wirtschaftsminister durch Verordnung bestimmte Ziele festsetzen. Eine Zielverordnung hat u. a. zu enthalten:

- zu erreichendes Abfallvermeidungsziel
- angemessene Frist zur Zielerreichung
- Verfahren zur Feststellung der Zielerreichung
- regelmäßige Informationspflichten
- Ersatzmaßnahmen nach § 7, wenn das Ziel nicht erreicht wird.

§ 10 Altstoffverwertung

Der BM für Umwelt kann anordnen, dass Waren nur hergestellt werden dürfen, wenn zu ihrer Herstellung ein dem Stand der Technik sowie den abfallwirtschaftlichen Erfordernissen einer Verwertung von Altstoffen entsprechenden Altstoffanteil verarbeitet wird. Weiters kann er anordnen, dass bestimmte Abfälle, die nach den jeweiligen technischen Gegebenheiten auf eine unschädliche Weise verwertet werden können, getrennt zu sammeln sind, wenn dies nicht unverhältnismäßig ist.

§ 14 Aufzeichnungspflicht

Wer eine Tätigkeit ausübt, bei der Abfälle anfallen, oder wer Abfälle sammelt oder behandelt, hat, getrennt für jedes Kalenderjahr, fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib dieser Abfälle zu führen und darüber den Behörden auf Verlangen Auskunft zu erteilen.

§ 38 Datenverbund

Der BM f. Umwelt hat einen Datenverbund zur Kontrolle von Art, Menge, Herkunft und Verbleib von Abfällen einzurichten

Verpackungsverordnung (VerpackVO), BGBl. Nr. 648/1996 idF BGBl. II Nr. 232/1997**§ 3 Pflichten der Hersteller, Importeure, Abpacker und Vertreiber von Transport oder Verkaufsverpackungen**

Diese sind verpflichtet, Verpackungen nach Gebrauch unentgeltlich zurückzunehmen, soweit sie nicht nachweislich direkt an Großanfallstellen geliefert werden. Die im Kalenderjahr zurückgenommenen oder im Betrieb anfallenden Verpackungen sind einem

- allenfalls vorgelagerten Rücknahmeverpflichteten zurückzugeben,
- wiederzuverwenden oder
- zu verwerten.

Nehmen sie nicht an einem Sammel- und Verwertungssystem teil, haben sie dem BMUJF ihre Verpackungen getrennt nach Packstoffen und Menge jedes Jahr melden.

Sind die Verpflichteten an einem Sammel- und Verwertungssystem beteiligt, gehen die Verpflichtungen nach § 1-4 auch für die vorgelagerten und nachfolgenden Vertriebsstufen an die Betreiber dieses Systems über. Werden bestimmte Rücklaufquoten nicht erreicht, muss der Verpflichtete an einem Sammel- und Verwertungssystem teilnehmen.

§ 8 Großanfallstellen

Inhaber von Betriebsstätten können unter bestimmten Voraussetzungen ihre anfallenden Verpackungen einer innerbetrieblichen Erfassung, Wiederverwendung oder Verwertung zuführen. Die anfallenden Verpackungen sind, soweit dies nicht unverhältnismäßig ist, stofflich zu verwerten. Sie haben für die von ihnen in Verkehr gebrachten Verpackungen dieselben Pflichten und Möglichkeiten wie die in § 3 genannten Verpflichteten. Die Mindestmenge an Verpackungen für Packstoffe aus Papier, Karton, Pappe und Wellpappe, die im Betrieb anfallen, muss 80 Tonnen jährlich überschreiten.

§ 10 Stoffliche Verwertung

Hersteller, Importeure, Abpacker und Vertreiber von Transport- oder Verkaufsverpackungen sind verpflichtet, 90 % der zurückgenommenen und im Betrieb anfallenden Verpackungen aus Papier, Karton, Pappe und Wellpappe (Massenprozent) in eine Anlage zur stofflichen Verwertung einzubringen.

§ 11 Sammel- und Verwertungssystem

Ein Sammel- und Verwertungssystem für Verpackungen hat die Sammlung und Verwertung von denjenigen Packstoffen sicherzustellen, für die Verträge mit den Verpflichteten abgeschlossen wurden. Soweit nicht bei Anfallstellen direkt abgeholt wird, sind Sammelstellen mit ausreichender Übernahmekapazität in zumutbarer Entfernung zur jeweiligen Anfallstelle einzurichten. Das Sammel- und Verwertungssystem muss ein Verzeichnis jener betrieblichen Anfallstellen führen, von denen Verpackungsabfälle übernommen werden, nach Packstoffen und Mengen getrennt.

Verpackungszielverordnung, BGBl. Nr. 646/1992 idF BGBl. Nr. 232/1997

Sie gilt für Verpackungen, die der Verpackungsverordnung unterliegen. Folgende Ziele wurden festgelegt:

- bis 1994 durften nur mehr 209.000 t Restmengen an Abfällen von Papier-, Karton-, Pappe- und Wellpappeverpackungen in Abfallbehandlungsanlagen behandelt werden.
- bis 1998 durften nur mehr 140.000 t, 2001 nur mehr 99.000 t an Abfällen von Papier-, Karton-, Pappe- und Wellpappeverpackungen auf Deponien abgelagert werden.

- in den Jahren 1996 bis 1998 waren 60 % der Verpackungen aus von Papier, Karton, Pappe und Wellpappe in eine Anlage zur stofflichen Verwertung einzubringen.

Die in dieser VO festgeschriebenen Ziele im Bereich der oben angegebenen Restmengen an Verpackungen für Papier, Karton, Pappe und Wellpappe, wurden bis dato (1999) erreicht.

Deponieverordnung, BGBl. Nr. 164/1996:

Verordnung über die dem Stand der Technik entsprechende Ausstattung und Betriebsweise von Anlagen zur Ablagerung von Abfällen.

Das beim mikrobiellen Abbau von organischer Substanzen entstehende Deponiegas, wird entweder verbrannt oder zur betrieblichen Wärme- bzw. Energiegewinnung (Gasmotoren) genutzt. In dieser Verordnung wird eine weitgehende Reduktion des Anteils an abbaubarem Kohlenstoff in den abzulagernden Abfällen vorgegeben.

Abfallnachweisverordnung, BGBl. Nr. 65/1991:

Diese Verordnung regelt die Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflicht der Abfallbesitzer im Sinne des AWG.

Umweltförderungsgesetz, BGBl. Nr. 185/1993:

Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung und zum Schutz der Umwelt im Ausland.

Eines von insgesamt vier Förderungszielen bezieht sich auf den Schutz der Umwelt durch Verringerung der Belastungen in Form von Luftverunreinigungen, klimarelevanten Schadstoffen, Lärm und Abfällen („Umweltförderung im Inland“). Für Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen zur Reduktion von nicht gefährliche Abfälle sieht dieses Gesetz jedoch nur eine Förderung von Pilotprojekten vor.

2.3.1.2 Europäische Union

Die Grundlagen für abfallrechtliche Maßnahmen bildet das Kapitel Umwelt des EG-Vertrags. Rechtsakte im Abfallbereich können entweder auf Art. 130s EWG (Umweltschutzmaßnahmen) oder auf Art. 100a EGV (binnenmarktrelevante Harmonisierungsmaßnahmen) gestützt werden.

Richtlinie über Abfälle 75/442/EWG (geändert durch Richtlinie 91/156/EWG)

Schwerpunkte dieser Richtlinie sind eine einheitliche Abfallterminologie, Aufzeichnungspflichten, die Entsorgungsautarkie der Gemeinschaft und die Erstellung von Abfallwirtschaftsplänen. Hinsichtlich einer einheitlichen Abfallterminologie wurde das Europäische Abfallverzeichnis - European Waste Catalogue (EWC) erstellt.

Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle 94/62/EG

In der Verpackungsrichtlinie ist vorgesehen, dass bis spätestens 2001 folgende Verwertungsquoten erfüllt werden müssen:

- 50 - 65 % der Verpackungsabfälle müssen verwertet werden
- 25 - 45 % der Verpackungsabfälle müssen stofflich verwertet werden, mindestens 15 % jedes einzelnen Verpackungsmaterials

Weiters sieht die Richtlinie

- Grenzwerte für die Konzentration von Schwermetallen in Verpackungen
- grundlegende Anforderungen an die Zusammensetzung, Wiederverwendbarkeit und Verwertbarkeit von Verpackungen
- Errichtung von Datenbanken über Verpackungen
- Berichtspflichten

vor.

In Österreich ist diese Richtlinie durch die Verpackungsverordnung und die Verpackungszielverordnung umgesetzt.

Verbringungsverordnung 93/259/EWG

Verordnung zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen innerhalb, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft.

In dieser Verordnung sind die drei Listen der OECD enthalten. In diesem Listensystem werden die Altstoffe hinsichtlich ihrer Gefährdungspotenziale in drei Gruppen geteilt (grüne, gelbe und rote Liste). Das Ziel dieser Einteilung ist die Erleichterung der grenzüberschreitenden Verbringung von verwertbaren Abfällen. Altpapier als nicht gefährlicher Altstoff wird in der grünen Liste geführt. Diese sieht für Abfälle, deren Verwertung im OECD-Raum kein Risiko darstellt nur eine Kontrolle wie bei üblichen Handelswaren vor.

Richtlinienvorschlag über die Ablagerung von Abfällen (Deponierichtlinie)

Dieser Richtlinienvorschlag wird durch die Deponieverordnung und die Novelle zum Wasserrechtsgesetz umgesetzt.

2.3.2 Allgemeine Maßnahmen

2.3.2.1 Branchenkonzepte

Sie wurden erarbeitet, um die Vermeidungs- und Verwertungspotenziale für Abfälle verschiedener Branchen und Produktionsstufen zu beschreiben sowie zu quantifizieren. Sie sind überbetrieblich und werden in Kooperation zwischen BMUJF, Wirtschaftskammer und Fachorganisationen erstellt. Sie sollen den betroffenen Betrieben Hilfestellungen und Anregungen bieten und auch als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen der Umweltförderung dienen. Das Abfallbranchenkonzept der Zellstoff- und Papierindustrie wurde 1995 herausgegeben.

2.3.2.2 Abfallwirtschaftskonzept

Jeder Betrieb und jede öffentliche Dienststelle muss ein Abfallwirtschaftskonzept erstellen. Es soll einen Überblick über die Art und Menge der im Betrieb anfallenden Abfälle geben und Möglichkeiten zur sinnvollen Abfallvermeidung und -verwertung aufzeigen

2.3.2.3 Freiwillige Vereinbarungen und Kooperationen

Zur Umsetzung notwendiger Maßnahmen steht auch das Instrument der freiwilligen Erklärung, Vereinbarung oder Kooperation zur Verfügung, welches sich im Bereich von Verwertungsmaßnahmen bewährt.

Die Vereinigung österreichischer Papierindustrieller deponierte im Jahr 1989 im Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten eine schriftliche Abnahmegarantie, mit der sich die österreichischen altpapierverbrauchenden Papier- und Kartonfabriken bereit erklären, das in inländischen Haushalten anfallende Altpapier zu international konkurrenzfähigen Preisen zu übernehmen. Diese mengen- und zeitmäßig uneingeschränkte und von der Industrie freiwillig eingegangene Abnahmeverpflichtung ist eine wesentliche Grundlage für die Fortsetzung und den weiteren Ausbau der Altpapierentsorgung.

2.3.3 Förderungen

Direkte, umweltrelevante Projekte werden in der Papier- und Zellstoffindustrie hauptsächlich über die Österreichische Kommunalkredit AG, aus Mitteln des Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds, abgewickelt.

Die Umweltförderungen nach dem Umweltförderungsgesetz betreffen den Einsatz von Altpapier nur am Rande, da unter dem Thema betriebliche Umweltförderungen fast ausschließlich die Vermeidung, Verwertung, Entsorgung gefährlicher Abfälle fällt. Nur Pilotprojekte können dadurch gefördert werden. Innerhalb der Umweltförderungen dominiert die Wasserreinhaltung und die Luftreinhaltung. Abfallwirtschaftliche Maßnahmen konnten sich in der letzten Zeit am dynamischsten entwickeln. 45 % der Investitionszuschüsse wurden zur Steigerung der Ressourceneffizienz aufgewendet.

Ein Beispiel für eine Förderung ist die *Papieraktion* des ehemaligen Handelsministeriums. Sie wurde in den Jahren 1973 bis 1982 durchgeführt und bestand in Form der Gewährung von Zinszuschüssen. Ein Ziel der dritten Förderaktion (1982-1984) war u. a. die Verwertung von Rohstoffen aus heimischem Abfall. In der Papierindustrie führten diese Maßnahmen zu einem erhöhten Einsatz von Altpapier in der Produktion. Investitionen wie Deinking-Anlagen, Neubau eines Altpapiersammel- und Sortierbetriebes, Errichtung eines Altpapierlagers, Erweiterung der Altpapieraufbereitung schufen die Voraussetzungen für einen erhöhten Einsatz von Altpapier. Der Altpapierverbrauch konnte u. a. mit Hilfe der Zinsstützungen von 20.100 t (1970) auf 542.000 t (1980) gesteigert werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Förderungen im Bereich der Verwertung von Altpapier besonders in der Entwicklungsphase dieses Prozesses vor allem für die Papierindustrie Bedeutung erlangten. Heute werden für den gesamten Altpapier-Recyclingprozess keine nennenswerten Mittel aus öffentlicher Hand aufgewendet. Auf kommunaler Ebene werden zwar Mittel für Sammel- und Verwertungssysteme eingesetzt, jedoch ist jener Anteil, der theoretisch dem Papierrecycling zufallen würde, nicht zu erheben und vermutlich nicht relevant.

Möglichkeiten zur Steuerung des Papierkreislaufes liegen sowohl in legislatischen Maßnahmen (Abfallwirtschaftsgesetz und dazugehörige Verordnungen) als auch in nicht legislativen Maßnahmen (Branchenkonzepte, freiwillige Vereinbarungen etc.). Direkte Anreizmaßnahmen (Förderungen) waren in der Vergangenheit wichtige Instrumente, um die Altpapierverwertung zu initialisieren, erlangen jedoch heute keine Bedeutung.

3 BESCHAFFUNGS- UND ABSATZMÄRKTE DER ZELLSTOFF-, HOLZSTOFF-, PAPIER- UND PAPPEERZEUGENDEN INDUSTRIE

Dieses Kapitel behandelt die Beschaffungs- und Absatzmärkte der Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappe erzeugenden Industrie (im folgenden meist mit „Papierindustrie“ abgekürzt) unter besonderer Berücksichtigung von Altpapier. Zwar steht die österreichische Industrie im Mittelpunkt der Betrachtung, doch wird ihre Situation eingebettet in internationale (europäische und globale) Entwicklungen. In Kapitel 3.1 wird das Holzangebot aus dem Wald dargestellt, in Kapitel 3.2 das Angebot von Holz durch die Sägeindustrie, also Sägenebenprodukte. Kapitel 3.3 behandelt die Nachfrage der Papierindustrie nach Holz und die Märkte der daraus erzeugten Halbprodukte (Papierhalbstoffe, inkl. Altpapier) sowie von Papier- und Pappe. Kapitel 3.4 beschäftigt sich mit der internationalen Situation der Papierindustrie, in Kapitel 3.5 werden die bisherigen Ergebnisse in einem Computersimulationsmodell der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft zusammengeführt, mit dem verschiedene zukünftige Szenarien mit Annahmen über Altpapiereinsatz- und Papierrecyclingraten berechnet werden.

3.1 Das Holzangebot für die Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie aus dem österreichischen Wald

3.1.1 Darstellung und Analyse des Angebots und der Preise von Industrieholz aus dem Wald im Lichte unterschiedlicher Datenquellen

In diesem Abschnitt geht es um die Darstellung und Analyse der Entwicklungen des Holzangebots der österreichischen Forstwirtschaft für die Papierindustrie der letzten Jahrzehnte. Diese Darstellung folgt im wesentlichen den verfügbaren Datenquellen und umfasst folgende Bereiche:

- Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten der Holzeinschlagsmeldungen (BMLF)
- Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten von österreichweiten Forst- bzw. Waldinventuren durch die Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA)
- Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Holzbilanz (BHWR und ÖSTAT)
- Entwicklung der Holzpreise für Industrieholz sowie von „Konkurrenzsortimenten“
- Zukunftsaussichten für das Holzaufkommen auf Basis von ETTS V (UN-ECE/FAO) und einer auf der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) 1992/96 basierenden Holzaufkommensprognose

3.1.1.1 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten der Holzeinschlagsmeldungen (HEM)

Zu den Holzeinschlagsmeldungen und den Kategorien von Einschlagstypen und Holzsortimenten

Obwohl die Qualität der HEM-Daten vor allem bezüglich des Kleinwaldes zu kritisieren ist (s. z. B. SCHWARZBAUER, 1993), besteht in der HEM die einzige Datenquelle, die alle folgenden, für das gegenständliche Projekt relevanten Kennzeichen aufweist:

- Jährliche Erhebung und damit Verfügbarkeit von Zeitreihendaten
- Untergliederung in die Eigentumsarten (EA): Kleinwald, Betriebe und ÖBf AG
- Untergliederung nach Nadel- und Laubholz
- Untergliederung nach Endnutzung- und Vornutzung

- Untergliederung nach Starknutzholz, Schwachnutzholz und Brennholz
- Ausweisung von Schadholzmengen

Zur Präzisierung der folgenden Fragestellungen ist es notwendig, die entsprechenden Begriffe der HEM für die relevanten Nutzungskategorien zu definieren bzw. klarzustellen (s. dazu BMLF, 1998, S. 82ff und auch das Glossar).

Abgesehen von spezifischen Kategorien, wie etwa Schadholz und Eigenverbrauch, lässt sich der österreichische Gesamteinschlag nach zwei unterschiedlichen Gesichtspunkten weiter untergliedern. Eine Gliederungsmöglichkeit ist verrichtungs-, die andere verwendungsorientiert (Tab. 3.1-1).

Nach der verrichtungsorientierten Gliederung wird der Gesamteinschlag zunächst nach **Endnutzung** und **Vornutzung** unterschieden. Endnutzung bedeutet dabei Nutzungen, die zur Verjüngung von Beständen führen oder diese einleiten. Als Vornutzung werden jene Nutzungen angesehen, die nicht zur Endnutzung zählen (vorwiegend Erziehungs- und Pflegehebe). Sowohl End- als auch Vornutzung werden nach Nadel- und Laubholz sowie nach Eigentumsarten (EA) weiter untergliedert.

Nach der verwendungsorientierten Gliederung wird der Gesamteinschlag zunächst nach **Nutz- und Brennholz** unterschieden. Brennholz ist jenes Holz, das für Brennzwecke bestimmt ist, Nutzholz wird großteils industriell verwendet, jedenfalls nicht verbrannt. Nutzholz kann weiter in **Stark- und Schwachnutzholz** unterteilt werden. Bei Starknutzholz handelt es sich um Sägerundholz (inkl. Furnierholz, Masten etc.), und zwar sowohl schwaches und starkes Rundholz. Die Bezeichnung „Starknutzholz“ ist also insofern irreführend, als es sich dabei nicht um eine Stärke-, sondern um eine Verwendungsbezeichnung handelt. Starknutzholzmengen können sowohl aus der Endnutzung als auch aus der Vornutzung kommen. Bei Schwachnutzholz handelt es sich vor allem um Industrieholz (für die Papier- und Plattenindustrie), egal welcher Stärke. Die Bezeichnung „Schwachnutzholz“ ist also ebenfalls irreführend, als es sich dabei wiederum nicht um eine Stärke-, sondern um eine Verwendungsbezeichnung handelt. Auch Schwachnutzholzmengen können sowohl aus der Endnutzung als auch aus der Vornutzung kommen. Alle Nutzholz- und Brennholzkategorien werden weiter nach Nadel- und Laubholz sowie nach Eigentumsarten untergliedert.

Tab. 3.1-1: Gliederung des Holzeinschlags nach HEM

GESAMTEINSCHLAG – verrichtungsorientierte Gliederung																	
Endnutzung									Vornutzung								
Nadel-Endnutzung						Laub-Endnutzung			Nadel-Vornutzung						Laub-Vornutzung		
Kleinwald	Betriebe	ÖBf	Kleinwald	Betriebe	ÖBf	Kleinwald	Betriebe	ÖBf	Kleinwald	Betriebe	ÖBf	Kleinwald	Betriebe	ÖBf			
GESAMTEINSCHLAG – verwendungsorientierte Gliederung																	
Nutzholz												Brennholz					
Starknutzholz						Schwachnutzholz						Nadel-brennholz			Laub-brennholz		
Nadel-Starknutzholz			Laub-Starknutzholz			Nadel-schwachnutzholz			Laub-schwachnutzholz			Nadel-brennholz			Laub-brennholz		
KW	Betr.	ÖBf	KW	Betr.	ÖBf	KW	Betr.	ÖBf	KW	Betr.	ÖBf	KW	Betr.	ÖBf	KW	Betr.	ÖBf

Quelle: BMLF, 1998, E.D.

Strukturen und Entwicklungen des österreichischen Holzeinschlags nach HEM

Im folgenden werden die Strukturen und Entwicklungen des österreichischen Holzeinschlags sowohl gesamt (also aggregiert über alle EA) als auch getrennt nach EA dargestellt und analysiert. Im Hinblick auf die Fragestellung des Projektes stehen immer Vornutzungs- und Schwachnutzholzmengen im Mittelpunkt.

Abb. 3.1-1, 3.1-2 und Tab. 3.1-2 geben eine erste Übersicht über Strukturen und zeitliche Entwicklungen. Die wesentlichen Erkenntnisse für alle Eigentumsarten zusammen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In den letzten beiden Jahrzehnten ist der gesamte Einschlag um etwa 20 % gestiegen, am deutlichsten im Kleinwald (+33 %)¹, am wenigsten bei der ÖBf AG (5 %).
- Die Vornutzung ist im selben Zeitraum um 81 %, die Endnutzung hingegen nur um knapp 7 % gestiegen. Da sich das für die Papierindustrie relevante Schwachnutzholzangebot (Industrieholz) nur geringfügig erhöht hat, kann daraus abgeleitet werden, dass ein zunehmend größer gewordener Anteil der Durchforstungsmengen entweder als schwaches Sägerundholz (vor allem bei Nadelholz)² oder als Brennholz (vor allem bei Laubholz) ausgeformt wurde.
- Dafür spricht auch, dass die Steigerung bei Starknutzholz (Sägerundholz) stärker ausgefallen ist als die Erhöhung der Endnutzung sowie der deutliche Zuwachs des Brennholzangebots um fast 50 %.
- Das Angebot an Industrieholz aus dem Wald (Schwachnutzholz) ist nicht nur kaum gestiegen, sein Anteil am Gesamteinschlag hat um drei Prozentpunkte abgenommen.

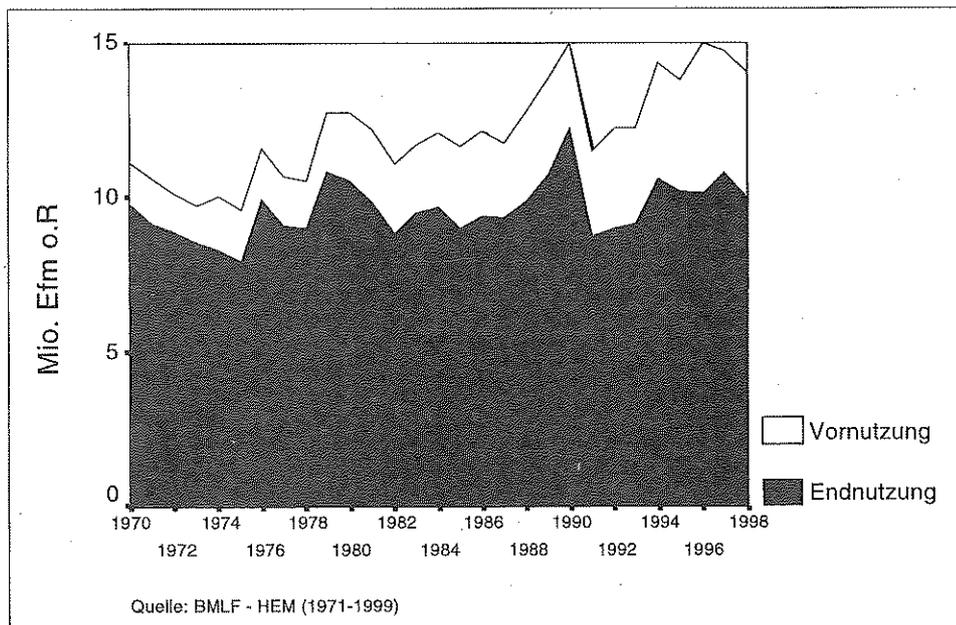


Abb. 3.1-1: Gesamteinschlag nach End- und Vornutzung - alle Eigentumskategorien auf die verbesserten Methoden bei der Erhebung des Einschlags aus dem Kleinwald zurückzuführen und entspricht daher nicht ausschließlich einer realen Zunahme.

¹ Diese Erhöhung ist zu einem Teil vermutlich auch auf die verbesserten Methoden bei der Erhebung des Einschlags aus dem Kleinwald zurückzuführen und entspricht daher nicht ausschließlich einer realen Zunahme.

² Dies steht im Gegensatz zur Behauptung von CEPI, dass Durchforstungsholz und die Endabschnitte stärkerer Bäume nicht für andere industrielle Zwecke, wie Bau und Möbelerzeugung, verwendet werden können (CEPI, 1998).

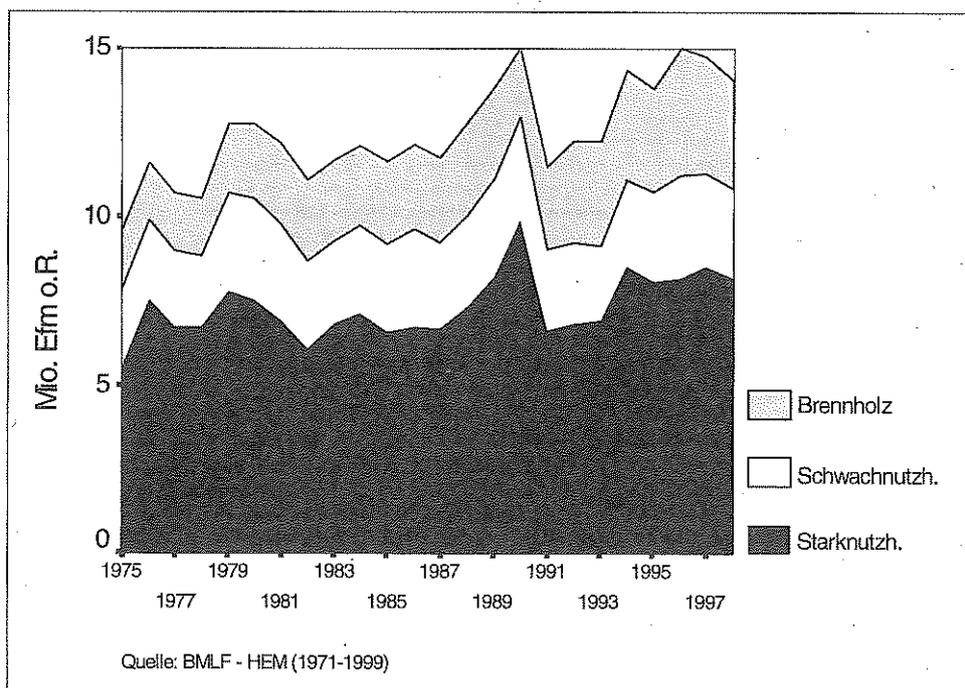


Abb. 3.1-2: Gesamteinschlag nach Verwendung - alle Eigentumskategorien

Tab. 3.1-2: Strukturen des österreichischen Holzeinschlags - alle Eigentumskategorien

Einschlags- kategorie	Ø 1975/84		Ø 1989/98		Veränderungen 89/98 zu 75/84 (%)
	(Mio. Efm)	(%)	(Mio. Efm)	(%)	
Einschlag gesamt	11,50	100,0	13,75	100,0	+19,6
Kleinwald	5,20	45,2	6,93	50,4	+33,3
Betriebe	4,28	37,2	4,71	34,3	+10,1
ÖBf AG	2,02	17,6	2,11	15,3	+4,5
Endnutzung	9,51	82,7	10,15	73,8	+6,7
Vornutzung	1,99	17,3	3,60	26,2	+80,9
Starknutzholz	6,87	59,7	8,00	58,2	+16,4
Schwachnutzholz	2,56	22,3	2,67	19,4	+4,3
Brennholz	2,07	18,0	3,08	22,4	+48,8

Quellen: BMLF (1971-1999a), E.B.

Bei der Analyse des Holzeinschlags nach EA werden die einzelnen Einschlagstypen bzw. Sortimente etwas differenzierter, nämlich nach Nadel- und Laubholz getrennt betrachtet.

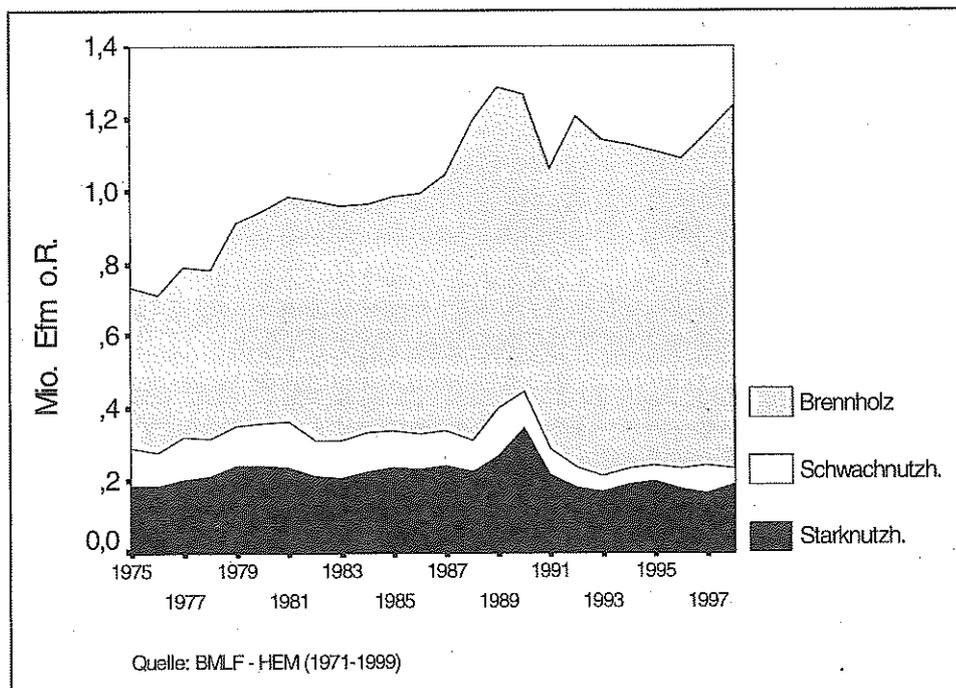
Kleinwald:

- Die Steigerung der Vornutzung liegt sowohl bei Nadel- als auch bei Laubholz mit durchschnittlich +176 % deutlich über der Steigerung des Gesamteinschlags (+33 %).
- Dies bedeutet aber nicht, dass damit das Angebot an Industrieholz (Schwachnutzholz) für die Papierindustrie gestiegen wäre. Bei Nadel- schwachnutzholz ist nur eine geringfügige Steigerung (+2 %), bei Laubholz sogar ein deutlicher Rückgang (-36 %) zu vermerken.
- Ein großer Teil des Mehranfalls der Vornutzung ist somit als schwaches Sägerundholz (bei Nadelholz) bzw. als Brennholz (bei Laubholz) ausgeformt worden. Letzteres wird auch aus Abb. 3.1-3 deutlich.

Tab. 3.1-3: Strukturen des österreichischen Holzeinschlags - Kleinwald

Einschlags- kategorie	Ø 1975/84		Ø 1989/98		Veränderungen 89/98 zu 75/84 (%)
	(Mio. Efm)	(%)	(Mio. Efm)	(%)	
Einschlag gesamt	5,20	100,0	6,93	100,0	+33,3
N-Vornutzung	0,59	11,3	1,60	23,1	+171,2
L-Vornutzung	0,11	2,1	0,33	4,8	+200,0
Vornutzung N+L	0,70	13,4	1,93	27,9	+175,7
N-Schwachnutzholz	1,09	21,0	1,11	16,0	+1,8
L-Schwachnutzholz	0,11	2,1	0,07	1,0	-36,4
Schwachnutzholz N+L	1,20	23,1	1,18	17,0	-1,7
Brennholz	1,19	22,9	2,27	32,8	+80,8

Quellen: BMLF (1971-1999a), E.B.



Quelle: BMLF - HEM (1971-1999)

Abb. 3.1-3: Laubholzeinschlag nach Verwendung – Kleinwald

Betriebe:

- Die Steigerung der Vornutzung liegt sowohl bei Nadel- als auch bei Laubholz mit durchschnittlich +46 % deutlich über der Steigerung des Gesamteinschlags (+10 %).
- Dies bedeutet aber nicht, dass damit das Angebot an Industrieholz (Schwachnutzholz) für die Papierindustrie im selben Umfang gestiegen wäre. Die Steigerungen bei Nadel-schwachnutzholz von 19 % und bei Laubschwachnutzholz von 8 % liegen deutlich unter jenen der Vornutzung. Im Gegensatz zum Kleinwald erfolgte in den Betrieben aber grundsätzlich eine absolute Erhöhung des Industrieholzangebots.
- Ein großer Teil des Mehranfalls der Vornutzung ist somit als schwaches Sägerundholz ausgeformt worden.
- Das Brennholzangebot aus Betrieben ist rückläufig. Eine deutliche Verschiebung von Laubschwachnutzholz zu Laubbrennholz (wie im Kleinwald) ist nicht festzustellen.

Tab. 3.1-4: Strukturen des österreichischen Holzeinschlags - Betriebe

Einschlags- kategorie	Ø 1975/84		Ø 1989/98		Veränderungen 89/98 zu 75/84 (%)
	(Mio. Efm)	(%)	(Mio. Efm)	(%)	
Einschlag gesamt	4,28	100,0	4,71	100,0	+10,1
N-Vornutzung	0,70	16,4	1,03	21,9	+47,1
L-Vornutzung	0,09	2,1	0,12	2,5	+33,3
Vornutzung N+L	0,79	18,5	1,15	24,4	+45,6
N-Schwachnutzholz	0,86	20,1	1,02	21,7	+18,6
L-Schwachnutzholz	0,12	2,8	0,13	2,8	+8,3
Schwachnutzholz N+L	0,98	22,9	1,15	24,4	+17,3
Brennholz	0,56	13,1	0,52	11,0	-7,1

Quellen: BMLF (1971-1999a), E.B.

ÖBf AG:

- Im Gegensatz zu den beiden anderen EA liegt die Steigerung der Vornutzung bei Nadelholz mit knapp 3 % **unter** der Steigerung des Gesamteinschlags (+5 %), Nadel- und Laubvornutzung zusammen haben sich etwa im selben Ausmaß erhöht wie der Gesamteinschlag.
- Das Angebot an Industrieholz (Schwachnutzholz) für die Papierindustrie ist insgesamt um etwa 8 % zurückgegangen, bei Nadelschwachnutzholz sogar um 13 %.
- Die ÖBf AG hat ihre Vornutzung also zwar nicht wesentlich gesteigert, wohl hat ebenfalls eine Umschichtung von Industrieholz zu schwachem Sägerundholz stattgefunden.
- Das Brennholzangebot der ÖBf AG ist rückläufig. Eine deutliche Verschiebung von Laubschwachnutzholz zu Laubbrennholz (wie im Kleinwald) ist nicht festzustellen.

Tab. 3.1-5: Strukturen des österreichischen Holzeinschlags – ÖBf AG

Einschlags- kategorie	Ø 1975/84		Ø 1989/98		Veränderungen 89/98 zu 75/84 (%)
	(Mio. Efm)	(%)	(Mio. Efm)	(%)	
Einschlag gesamt	2,02	100,0	2,11	100,0	+4,5
N-Vornutzung	0,39	19,3	0,40	19,0	+2,6
L-Vornutzung	0,10	5,0	0,11	5,2	+10,0
Vornutzung (N+L)	0,49	24,3	0,51	24,2	+4,1
N-Schwachnutzholz	0,32	15,8	0,28	13,3	-12,6
L-Schwachnutzholz	0,06	3,0	0,07	3,3	+16,7
Schwachnutzholz N+L	0,38	18,8	0,35	16,6	-7,9
Brennholz	0,33	16,3	0,29	13,7	-12,1

Quellen: BMLF (1971-1999a), E.B.

- **Das Industrieholzangebot aus dem Wald lt. HEM liegt im letzten Jahrzehnt in der Höhe von durchschnittlich ca. 2,7 Mio. Efm o.R., davon 2,4 Mio. Nadel- und 0,3 Mio. Laubholz.**
- **Das gesamte Industrieholzangebot aus dem Wald hat sich in den letzten Jahrzehnten kaum erhöht, beim Kleinwald ist es geringfügig, bei der ÖBf AG deutlicher rückläufig. Nur aus den Betrieben hat sich das Industrieholzangebot vergrößert.**
- **Da sich trotz deutlicher Steigerung der Vornutzungsmengen das Industrieholzangebot nur unwesentlich erhöht hat, ist zu schließen, dass die zusätzlichen Durchforstungsmengen bei allen EA und vor allem bei Nadelholz als schwaches Sägerundholz ausgeformt wurden. Im Kleinwald wurde Laub-Durchforstungsholz zunehmend als Brennholz ausgeformt.**

3.1.1.2 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Daten der Forst- bzw. Wald inventuren

Im Zuge der durch die Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA) durchgeführten Forst- bzw. Waldinventuren wurden in den Perioden 1961/70, 1986/90 und 1992/96 auch Nutzungsmengen erhoben (FBVA, 1973, 1993, 1997). Diese Nutzungsmengen sind nicht direkt mit den HEM-Daten vergleichbar, da sie sich nicht auf Ernte- (Efm), sondern auf Vorratsfestmeter (Vfm) beziehen. Weiters sind sie wesentlich weniger detailliert und weniger konsistent, da in den Inventurperioden mit unterschiedlichen Methoden und unterschiedliche Kategorien erhoben bzw. veröffentlicht wurden. So wurden etwa in der Periode 1961/70 keine Vornutzungsmengen erhoben, dafür sind nur in dieser Periode Nadel- und Laubholzmengen getrennt nach EA angeführt.

Die folgende Darstellung bezieht sich daher nur auf die Gesamtnutzung (N+L) und enthält, soweit vorhanden, die Vornutzungsmengen. Nach den Definitionen der FBVA beinhaltet die Vornutzung (1986/90 und 1992/96) die Nutzungskategorien Standraumerweiterung, Durchforstung und Entrümpelung.

In Tab. 3.1-6 sind zunächst die Nutzungsdaten lt. Österreichischer Forstinventur, nunmehr Österreichische Waldinventur (ÖWI), in Vorratsfestmetern (Vfm) dargestellt. Die beiden letzten Zeilen enthalten prozentuelle Veränderungen zwischen den beiden letzten Inventurperioden. Die erstere bezieht sich auf die Inventurdaten. Diesen werden in der zweiten Zeile den Veränderungen lt. HEM-Daten gegenübergestellt. Die HEM-Daten (in Efm o.R.) wurden dabei so gemittelt, dass die unten angeführten Werte exakt den Erhebungsperioden der ÖWI entsprechen.

Sichtbar ist, dass mit Ausnahme der Gesamtnutzung über alle EA (bei HEM-Daten vor allem beeinflusst durch den Kleinwald) die Richtung der Veränderungen übereinstimmt. Allerdings liegen die Zunahmen im Kleinwald lt. HEM deutlich über den Angaben der Inventur. Dies könnte wiederum darauf zurückzuführen sein, dass die HEM-Erhebungen im Kleinwald die tatsächlichen Holzmengen im Zeitablauf zunehmend besser erfassen bzw. die bisher vermutete Unterschätzung verringern.

Tab. 3.1-6: Durchschnittliche jährliche Nutzungsmengen nach Daten der Österreichischen Forst-/Waldinventuren in Tsd. Vfm

Periode	Alle EA		Kleinwald		Betriebe		ÖBf AG	
	Gesamtnutzung	Vornutzung	Gesamtnutzung	Vornutzung	Gesamtnutzung	Vornutzung	Gesamtnutzung	Vornutzung
1961/70	12.166		7.216		3.493		1.457	
1986/90	19.846	2.889	9.738	1.266	7.123	1.171	2.985	452
1992/96	19.521	3.108	10.028	1.449	6.746	1.264	2.747	395
% 92/96 zu 86/90 lt. ÖWI	-1,6	+7,6	+3,9	+14,5	-5,3	+7,9	-8,0	-12,6
% 92/96 zu 86/90 lt. HEM	+7,4	+23,9	+16,8	+62,0	-0,1	+4,8	-1,5	-12,2

Quellen: BMLF (1971-1999a), FBVA (1993, 1997), E.B.

Das gesamte Vornutzungsangebot lt. Waldinventur liegt für die Periode 1992/96 bei 3,1 Mio. Vfm. Das Vornutzungsangebot lt. HEM liegt für denselben Zeitraum bei über 3,3 Mio. Efm, hier sind aber Ernteverluste und Rindenabzug bereits berücksichtigt. Der Unterschied dürfte vermutlich z. T. auf unterschiedliche Zuordnung der Nutzung in End- und Vornutzung bei der Waldinventur und bei der HEM zurückzuführen sein.

- **Das Vornutzungsangebot aus dem Wald lt. Waldinventur 1992/96 liegt bei ca. 3,1 Mio. Vfm. Unter Berücksichtigung von Ernteverlusten und Rindenabzug liegen die Vornutzungsmengen lt. Waldinventur deutlich unter den Angaben der HEM.**
- **Das Angebot an Industrieholz (Schwachnutzholz) lässt sich aus den Inventurdaten nicht ableiten, da die Nutzung nicht nach Sortimenten gegliedert wird.**
- **Bezüglich der Entwicklung der Vornutzung ergibt sich nach den Inventurdaten ein ähnliches Bild wie nach den HEM-Daten. Die Vornutzung nimmt grundsätzlich zu. Die ÖBf AG bildet dabei eine Ausnahme, wobei die Umstrukturierung des Unternehmens mit neuen Zielen und Kreditrückzahlungen in den letzten Jahren dafür ausschlaggebend sein könnten.**

3.1.1.3 Entwicklung des Holzangebots auf Basis der Holzbilanz

Die Holzbilanz wurde bis 1978(79) vom Bundesholzwirtschaftsrat (BHWR) und danach (1983 und 1988-1993) vom ÖSTAT publiziert (BHWR, 1980 und ÖSTAT, 1995). Dabei wird vom Holzverbrauch der Industrie und anderer Holzverwender ausgegangen und unter Einbeziehung des Außenhandels und anderer Aufkommensquellen (z. B. Sägenebenprodukte, Abbruchholz) rückgerechnet, wie viel Holz aus dem österreichischen Wald stammt. Dabei hat sich gezeigt, dass durch die HEM das tatsächliche Holzaufkommen offenbar unterschätzt wird, da das lt. Holzbilanz berechnete Holzaufkommen aus dem Wald deutlich über den Angaben der HEM liegt (s. Tab. 3.1-7).

Auch die Angaben der Holzbilanz sind mit Unsicherheiten verbunden, da insbesondere die Erfassung des Brennholzverbrauchs Probleme verursacht. Unterschiedliche Erfassungen des Brennholzverbrauchs durch BHWR und ÖSTAT führten zu einem (scheinbaren) Sprung des Brennholzangebots aus dem Wald von ca. 600.000 Efm (Ende der 70er Jahre) auf mehr als 4 Mio. Efm in den 80er und 90er Jahren. Für die folgenden Überlegungen werden daher nur die Daten ab 1983 verwendet.

Grundsätzlich unterscheidet die Holzbilanz das Holzaufkommen nur nach Nutzholz und Brennholz und nicht weiter in Sortimente. Weiters wurde nur vom BHWR Nadel- und Laubholz unterschieden, nicht mehr vom ÖSTAT. Darüber hinaus wird das Holzangebot nicht nach EA untergliedert. Die Daten der Holzbilanz sind im Zusammenhang mit dem Waldindustrieholzangebot nur als „Ankerwerte“ für eine eventuelle Korrektur der Holzmengen lt. HEM zu verwenden.

Für 1997 wurden die Daten der Holzbilanz (die seit 1993 nicht mehr veröffentlicht werden) auf Basis der veröffentlichten Verbrauchswerte der Industrie, des Außenhandels und unter Fortschreibung der Verbrauchswerte der übrigen Holzverwender geschätzt.

Tab. 3.1-7 stellt die Werte der HEM und der Holzbilanz für vier Jahre gegenüber. Darin ist ausschließlich Derbholz aus dem Wald enthalten. Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, wiederverwertetes Holz sowie Holz vom Nichtwaldboden, Nichtwirtschaftsbaumarten und Dünnholz sind nicht berücksichtigt.

Tab. 3.1-7: Einschlagsmengen nach Daten der HEM und der Holzbilanz in Tsd. Efm

Quelle	Kategorie	1983	1990	1993	1997
HEM	Nutzholz	9.289	12.939	9.107	11.302
	Brennholz	2.391	2.772	3.149	3.423
	Gesamteinschlag	11.680	15.711	12.256	14.725
Holzbilanz	Nutzholz	11.221	14.985	11.807	14.400 ¹
	Brennholz	4.656	4.461	4.428	4.300 ¹
	Gesamteinschlag	15.877	19.446	16.235	18.700 ¹
Diff. Holzbilanz/ HEM in Tsd. fm	Nutzholz	+1.932	+2.046	+2.700	+3.098
	Brennholz	+2.265	+1.689	+1.279	+877
	Gesamteinschlag	+4.197	+3.735	+3.979	3.975
Diff. Holzbilanz/ HEM in %	Nutzholz	+21,0	+15,8	+29,6	+27,4
	Brennholz	+94,7	+60,9	+40,6	+25,6
	Gesamteinschlag	+35,9	+23,8	+32,5	+27,0

¹ Schätzwerte

Quellen: BMLF (1971-1999a), ÖSTAT (1995), E.B.

Nach Angaben der Holzbilanz unterschätzt die HEM den tatsächlichen Holzeinschlag um ca. 4 Mio. Efm oder um etwa 24-36 %, Tendenz abnehmend. Deutlich ist, dass anfangs vor allem das Brennholzaufkommen stärker differiert (bis zu 95 %) als das Nutzholzaufkommen (16-30 %).

Wenn man unterstellt, dass die Verteilung von Stark- und Schwachnutzholz im gesamten Nutzholz der Holzbilanz etwa gleich ist wie die entsprechende Verteilung nach HEM, dann liegt das gesamte tatsächliche Industrieholzaufkommen aus dem Wald lt. Holzbilanz bei ca. 3,4 Mio. Efm und damit um 0,7 Mio. Efm (oder etwa ein Viertel) höher als lt. Angaben der HEM.

3.1.1.4 Entwicklung der Holzpreise für Industrieholz sowie von „Konkurrenzsortimenten“

Die konkrete Ausformung von Industrieholz (Faserholz und Schleifholz) steht im Spannungsfeld von qualitativen Gesichtspunkten und Preisentwicklungen unterschiedlicher, „konkurrierender“ Sortimente. Sowohl die absolute Höhe von Holzpreisen als auch die relativen Entwicklungen zueinander sind dabei von Bedeutung.

Nadelholz

Abb. 3.1-4 zeigt die Entwicklung der laufenden Preise für die Nadelholzsortimente: Industrieholz (Fi/Ta 1a/b Mischpreis³), Schleifholz (Fi/Ta 1a/b), schwaches Sägerundholz (Fi/Ta B 1b) und Brennholz weich. Der Vergleichbarkeit wegen wurden die Brennholzpreise mit dem Faktor 0,7 von Raum- auf Festmeterpreise umgerechnet.

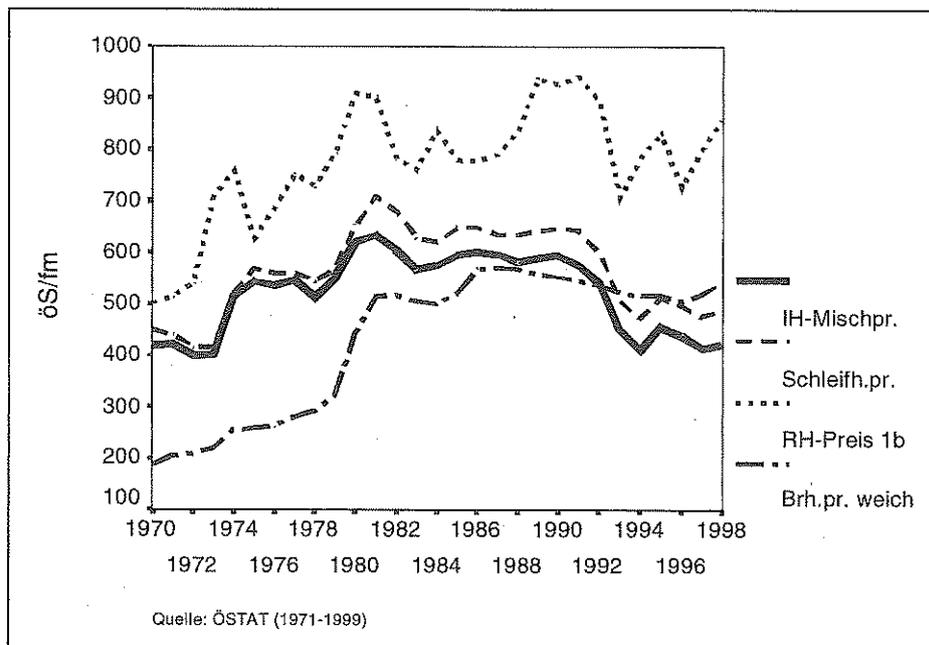


Abb. 3.1-4: Nadelholzpreise laufend

³ Der eigentliche Faserholzpreis ist konsistent nur für einen relativ kurzen Zeitraum verfügbar. Daher wurde stellvertretend der Mischpreis aus Faser- und Schleifholz verwendet. Der Mischpreis wird jedoch aufgrund des Mengenanteils eher vom Faserholzpreis dominiert.

Aus Abb. 3.1-4 kann über die Entwicklung der Nadelholzpreise folgendes entnommen werden:

- Obwohl die Inflation nicht bereinigt wurde (laufende Preise), stagnieren die beiden Industrieholzpreise bzw. sinken in den 90er Jahren ab.
- Der Schleifholzpreis liegt konstant über dem Industrieholz Mischpreis.
- Der Preis für schwaches Sägerundholz liegt nicht nur deutlich über den Industrieholzpreisen, sondern zeigt insgesamt einen steigenden Trend (vor allem allerdings in den 70er Jahren).
- Der Preis für weiches Brennholz zeigt Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre eine deutliche Steigerung (Nachwirkungen der Ölkrise) und „überholt“ den Industrieholz Mischpreis in den 90er Jahren. Allerdings ist die Produktion von vermarktbarem Brennholz teurer als von Industrieholz, und daher bedeutet diese Preisentwicklung nicht automatisch eine verstärkte Ausformung von Brennholz (höhere Aufarbeitungskosten).

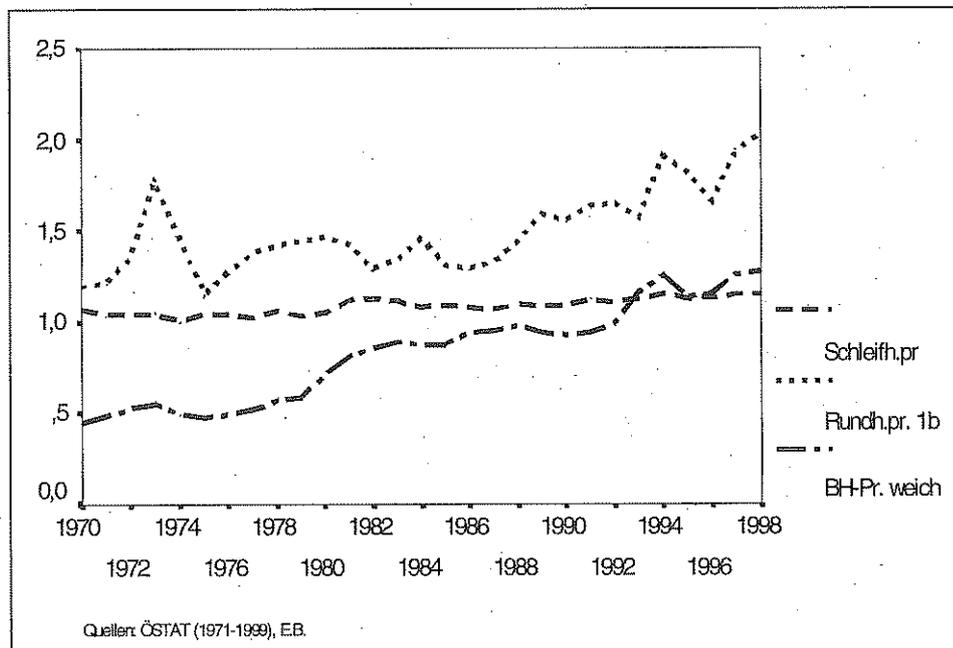


Abb. 3.1-5: Preisverhältnisse bei Nadelholz: „Konkurrenz“-Sortimente zu Faserholz

Abb. 3.1-5 zeigt die Preisverhältnisse von Schleifholz, schwachem Sägerundholz und Brennholz weich zu Nadelfaserholz:

- Das Preisverhältnis von Schleif- zu Faserholz (Mischpreis) bleibt ziemlich konstant bei 1,08.
- In unterschiedlicher Höhe weisen die Preisverhältnisse sowohl von schwachem Sägerundholz als auch von Brennholz weich zu Faserholz eine deutlich steigende Tendenz auf. Schwaches Sägerundholz (1b) ist ca. doppelt so teuer wie Industrieholz.

Laubholz

Abb. 3.1-6 zeigt die Entwicklung der laufenden Preise für die Laubholzsortimente: Industrieholz (Buche lang), Sägerundholz (Buche B3⁴) und Brennholz hart. Der Vergleichbarkeit wegen wurde der Brennholzpreis mit dem Faktor 0,7 von Raum- auf Festmeterpreise umgerechnet.

⁴ Explizite Preise für schwaches Laubsägerundholz werden vom ÖSTAT nicht veröffentlicht.

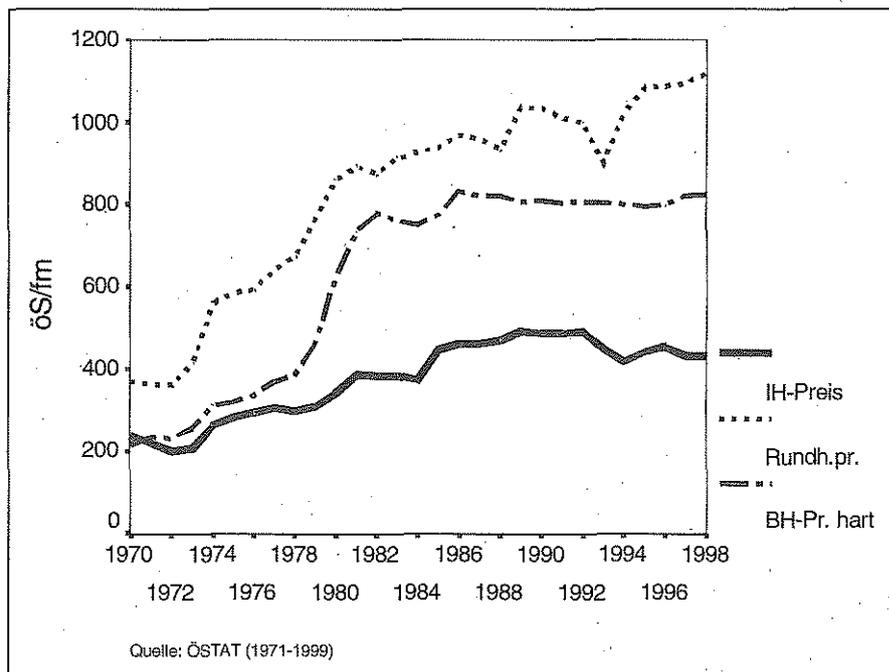


Abb. 3.1-6: Laubholzpreise laufend

Aus Abb. 3.1-6 kann über die Entwicklung der Laubholzpreise folgendes entnommen werden:

- Im Gegensatz zu Nadelindustrieholz weist der Laubindustrieholzpreis (Buche lang) insgesamt eine zumindest leicht steigende Tendenz auf, allerdings sinkt auch dieser Preis in den 90er Jahren ab.
- Der Preis für Laubsägerrundholz liegt nicht nur deutlich über dem Industrieholzpreis, sondern zeigt insgesamt einen deutlich steigenden Trend (besonders steil in den 70er Jahren).
- Der Preis für hartes Brennholz zeigt Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre eine deutliche Steigerung (Nachwirkungen der Ölkrise). Auf Festmeterbasis umgerechnet liegt er seit 1971 über dem Industrieholzpreis.

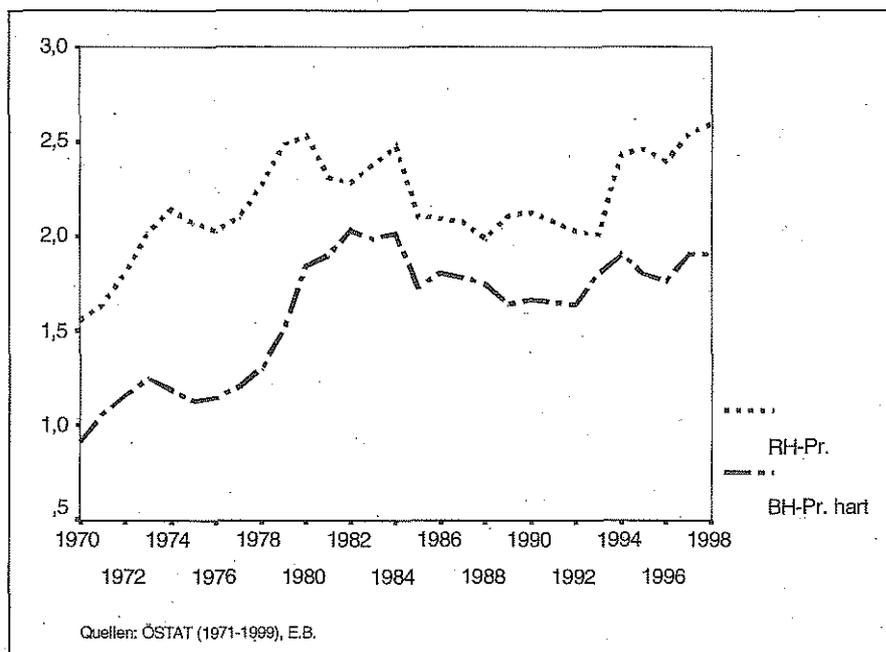


Abb. 3.1-7: Preisverhältnisse bei Laubholz: „Konkurrenz“-Sortimente zu Industrieholz

Abb. 3.1-7 zeigt die Preisverhältnisse von Laubrundholz und Brennholz hart zu Laubfaserholz:

- Laubfaserholz verliert sowohl gegenüber Laubrundholz als auch gegenüber Brennholz hart deutlich an Wert.
- Laubrundholz (Stärkeklasse 3) kostet Ende der 90er Jahre zweieinhalb Mal soviel wie Laubfaserholz, Brennholz hart fast das Doppelte (auf Festmeterbasis).

- **Die Preisentwicklungen von Industrieholz und „Konkurrenz“-Sortimenten machen deutlich, dass Industrieholz aus der Sicht der Waldbesitzer in den letzten Jahrzehnten an Attraktivität deutlich eingebüßt hat.**
- **Die zunehmende Ausformung des Durchforstungsholzes als schwaches Sägerundholz (vor allem bei Nadelholz) bzw. als Brennholz (vor allem bei Laubholz) ist somit vor allem durch veränderte Preisrelationen zu erklären (s. dazu auch 3.1.2.2 unten).**

3.1.1.5 Zukunftsaussichten für das Holzaufkommen auf Basis von ETTS V und einer auf der ÖWI 1992/96 basierenden Holzaufkommensprognose

Seit fünf Jahrzehnten veröffentlichen die beiden UNO-Organisationen, UN-ECE (UN Economic Commission for Europe) und FAO (Food and Agriculture Organisation) gemeinsam Studien über langfristige Zukunftsaussichten der Forst- und Holzwirtschaft für ECE-Mitgliedsländer. Die fünfte Studie „European Timber Trends and Prospects: Into the 21st Century“ (ETTS V) erschien 1996 (UN-ECE/FAO, 1996a). Neben Schätzungen des Angebots und der Nachfrage von Holzprodukten in europäischen Ländern (inkl. Österreich) enthält sie sowohl für Holzprodukte als auch für das Rohholzangebot aus dem Wald Prognosen bis zum Jahr 2020. Während die Prognosen für Holzprodukte (Schnittholz, Platten, Zellstoff- und Holzstoff sowie Papier und Pappe) auf ökonomisch geschätzten Gleichungen beruhen, wurden die zukünftigen Angebotsmengen für Rohholz von den einzelnen Mitgliedsländern der ECE gutachtlich geschätzt. Tab. 3.1-8 gibt eine Übersicht für das Rohholzangebot in Europa und Österreich.

Tab. 3.1-8: *Zukünftiges Rohholzangebot in Europa und Österreich aus dem Wald (ohne SNP) lt. ETTS V in Tsd. Efm*

Region	Einschlagskategorie	1990 (historisch)	2000	2010	2020	%-Veränderung 2020 zu 1990
Europa	Einschlag gesamt	392.060	422.222	452.288	479.896	+22
	Industrieholz	141.970	146.476	156.976	166.408	+17
Österreich	Einschlag gesamt	17.430	18.110	20.020	21.170	+21
	Industrieholz	3.164	3.336	3.579	3.897	+23

Quellen: UN-ECE/FAO (1996b), SCHWARZBAUER (1996), E.B.

Aus den Daten der Tab. 3.1-8 kann folgendes entnommen werden:

- Zwischen 1990 und 2020 wird der gesamte Holzeinschlag als steigend prognostiziert, für Österreich und Europa in ähnlich hohem Ausmaß (> 20 %).
- Während das Industrieholzangebot in Europa etwas weniger steigt als der Gesamteinschlag, liegt seine Zunahme in Österreich etwas darüber.
- Das Industrieholzangebot in Österreich liegt um 2020 bei 3,9 Mio. Efm.

Auf Basis der Waldinventurdaten 1992/96 entstand als Gemeinschaftsprojekt der FBVA, der Universität für Bodenkultur Wien und dem Fachverband der Sägeindustrie Österreichs ein Programm (bzw. eine CD-ROM), welches jedem Anwender ermöglicht, das zukünftige Holzaufkommen in Österreich für bestimmte Sortimente, Holzarten und Holzqualitäten - unter Berücksichtigung der Eigentumsart (Kleinwald sowie – zusammengefasst - Betriebe > 200 ha und ÖBf AG) - zu berechnen (FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS, 1998). Diese Prognosen beruhen auf einer Art Fortschreibung der naturalen Inventurdaten unter Berücksichtigung von bisherigem Nutzungsverhalten und Schadansprachen. Ökonomische Einflüsse, wie etwa Holzpreisveränderungen, gehen nicht ein. In diesem Sinne sind diese Holzaufkommensprognosen als naturale Potenziale zu verstehen.

Die verwendeten Sortierprotokolle gehen von Sortenertragstabellen aus und berücksichtigen ebenfalls nicht unterschiedliche Ausformungsmöglichkeiten je nach Preissituation. Unterstellt wird allerdings, dass bei der Ausformung eines Stammes der höchstmögliche Wert erzielt wird. Wenn man die Ergebnisse für die Periode 1992/96 mit jenen der Einschlagsdaten der HEM vergleicht, wird deutlich, dass im zitierten Projekt der Anteil von Sägerundholz über- und die Anteile von Industrie- und Brennholz tendenziell unterschätzt werden.

Tab. 3.1-9: Jährliche Nutzungsmengen lt. „Holzaufkommen in Österreich“ in Tausend Efm

Sortiment	EA	1992/96	2002/2006	2012/2016	Veränderung 2012/2016 zu 1992/1996 in %
Gesamteinschlag (N+L)	Alle EA	11.936	13.235	14.745	+24
	Kleinwald	6.040	7.601	8.605	+42
	Betr./ÖBf AG	5.896	5.634	6.140	+4
Nadelholzeinschlag	Alle EA	9.996	10.688	11.764	+17
	Kleinwald	4.923	6.060	6.896	+40
	Betr./ÖBf AG	5.073	4.628	4.868	-4
Laubholzeinschlag	Alle EA	1.940	2.547	2.981	+54
	Kleinwald	1.117	1.541	1.709	+53
	Betr./ÖBf AG	823	1.006	1.272	+55
Industrieholz (N+L)	Alle EA	3.334	3.555	3.652	+10
	Kleinwald	1.783	2.236	2.265	+27
	Betr./ÖBf AG	1.551	1.319	1.387	-11
Nadelindustrieholz	Alle EA	2.847	2.779	2.820	-1
	Kleinwald	1.473	1.738	1.779	+21
	Betr./ÖBf AG	1.374	1.041	1.041	-24
Laubindustrieholz	Alle EA	487	776	832	+71
	Kleinwald	310	498	486	+57
	Betr./ÖBf AG	177	278	346	+95

Quelle: FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS (1998) – CD-ROM, E.B.

Ein weiteres, bisher nicht ganz geklärtes Problem ist die Höhe der Ernteverluste und des Rindenabzuges. Die Inventur 1992/96 weist eine Gesamtnutzung (alle EA, N+L) von 19,521 Mio. Vfm aus. Dem steht nach den Daten der Holzaufkommensprognose eine Gesamtnutzung von 11,936 Mio. Efm gegenüber. Dies entspricht einer Differenz von 39 %, ein Verlust,

der etwas hoch erscheint. Obwohl man auch heute noch davon ausgehen muss, dass die HEM den tatsächlichen Holzeinschlag unterschätzt (s. 3.1.1.3), liegt der in Holzaufkommensprognose für 1992/96 angegebene Wert (aufgrund der hohen Ernteverluste) sogar noch ca. 1,4 Mio. Efm unter dem vergleichbaren Wert der HEM und ca. 4.9 Mio.(!) Efm unter dem vergleichbaren Wert der Holzbilanz.

Bei den folgenden Überlegungen sind im Zusammenhang mit dem Industrieholzangebot daher weniger die absoluten Mengen als vielmehr deren Veränderungen über der Zeit von Bedeutung. Für das Nadelindustrieholzpotezial wurde zum eigentlichen „Industrieholz“ auch Rundholz der Stärke 1b dazugezählt⁵. Von den vier möglichen Szenarien bezüglich des Nutzungsverhaltens wurde die Variante „Nutzung wie bisher“ gewählt. Tab. 3.1-9 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse:

- Die Gesamtnutzung wird zwischen 1992/96 und 2012/16 um 24 % steigen, die Nadelnutzung nur um 17 %, die Laubnutzung um 54 %. Nach EA liegt die größte Steigerung im Kleinwald (+42 %), Betriebe und ÖBf AG erhöhen ihren Gesamteinschlag nur um 4 %.
- Das Angebot am gesamten Industrieholz (bei Nadelholz auch inkl. Rundholz der Stärke 1b) erhöht sich deutlich weniger (+10 %) als die Gesamtnutzung. Während es im Kleinwald um 27 % steigt, fällt es bei Betrieben um 11 %.
- Nadel- und Laubindustrieholz weisen unterschiedliche Tendenzen auf. Das Angebot an Nadelindustrieholz geht insgesamt leicht zurück (-1 %), allerdings erhöht der Kleinwald sein Angebot um 21 %, Betriebe und ÖBf AG reduzieren um 24 %.
- Das Angebot von Laubindustrieholz wird als insgesamt um 71 % steigend prognostiziert, bei diesem Sortiment ist die Steigerung bei Betrieben und ÖBf AG (+95 %) erheblich größer als beim Kleinwald (+57 %).

Dies bedeutet, dass infolge der gegebenen bzw. weiter fortgeschriebenen Vorrats- und Zuwachsstruktur bei gleichbleibendem Nutzungsverhalten das Industrieholzangebot aus dem Kleinwald erheblich ansteigen, jenes aus Betrieben und ÖBf AG aber fallen wird. Es ist nochmals zu betonen, dass es sich bei diesen Prognosen um reine naturale Größen ohne ökonomischem Einfluss handelt.

- **Das Industrieholzangebot aus dem österreichischen Wald wird lt. ETTS V bis 2020 bzw. lt. „Holzaufkommensprognose“ bis 2016 auf 3,9 bzw. 3.7 Mio. Efm steigen.**
- **Diese Steigerung fällt nach den Schätzungen der „Holzaufkommensprognose“ insgesamt etwas niedriger aus als nach jenen von ETTS V (10 % gegenüber 23 %).**
- **Laut „Holzaufkommensprognose“, die nach Eigentumsarten differenziert, wird nur im Kleinwald eine – allerdings deutliche – Zunahme des Industrieholzangebots (+27 %) erwartet, bei Betrieben und ÖBf AG hingegen ein Rückgang.**

⁵ Aufgrund der Annahmen in diesem Projekt wird der Industrieholzanteil systematisch unterschätzt. Um ein realistischeres Industrieholzpotezial abbilden zu können, wird die Sortimentsklasse 1b des Rundholzes zum Industrieholz hinzugezählt.

3.1.2 Reaktionen des Industrieholzangebots aus dem Wald auf Preisveränderungen und Schadholzanfall

In diesem Abschnitt werden dreierlei Arten von Beziehungen analysiert:

- Einfluss des Industrieholzpreises auf die Höhe des forstlichen Holzangebots (Angebotsreaktion der Forstwirtschaft)
- Konkurrenzbeziehungen zwischen Sägeschwachholz – Industrieholz (Nadel) bzw. Brennholz – Industrieholz (Laub)
- Einfluss von Schadholzmengen auf Holzpreise

3.1.2.1 Einfluss des Industrie-(Faser-)holz-Preises auf das Holzangebot der Forstwirtschaft

Die wesentliche hier zu klärende Frage ist, ob und in welchem Ausmaß Preisänderungen von Industrieholz Einfluss auf Höhe und Struktur des Holzangebots haben bzw. in der Vergangenheit gehabt haben. Grundsätzlich wird aufgrund von verschiedenen Ergebnissen (z. B. SCHWARZBAUER, 1993, 1994b) davon ausgegangen, dass verstärktes Recycling und/oder verstärkter Einsatz von Altpapier in der Papierproduktion einen dämpfenden Effekt auf die Nachfrage und damit die Preise von Industrieholz aus dem Wald und SNP ausüben können. Festzustellen bzw. zu schätzen ist, ob und inwieweit Änderungen der Industrieholzpreise (insbesondere ein Rückgang derselben) die Durchforstungstätigkeit bzw. das Angebot von Schwachnutzholz (Definition lt. HEM) verändern.

Methodik

Auf Basis der Daten der Holzeinschlagsmeldungen (HEM) des BMLF, der veröffentlichten Rohholzpreise des ÖSTAT (Sägerundholz, Faser-/Industrieholz, Brennholz nach Nadel- und Laubholz), der ÖWI-Holzvorratsdaten der FBVA, eines Hiebsatzindex (SEKOT, 1988-98) – für Betriebe > 200 ha -, der nach Nadel- und Laubholz und nach End- und Vornutzung veröffentlichten Hiebsatzdaten der ÖBf AG sowie – für den Kleinwald – der Daten über den landwirtschaftlichen Endproduktionswert (Grüner Bericht: BMLF, 1991-1999b) wurde das Angebotsverhalten der drei Eigentumskategorien (EA) Kleinwald (< 200 ha), Betriebe (> 200 ha) und ÖBf AG mit ökonomischen Methoden (Regression) geschätzt⁶. Dabei standen die sogenannten „Preiselastizitäten“ des Angebots und die „Schadholzelastizitäten“ im Vordergrund⁷. Da Schadholzmengen, differenziert nach Nadel- und Laubholz und nach EA sowie nach End- und Vornutzung erst ab den 80er Jahren zur Verfügung stehen, wurden als unabhängige Variablen für alle Schätzungen die gesamten Schadholzmengen (N+L), nach EA für die Berechnungen herangezogen.

Für die unterschiedlichen Kategorien des Holzeinschlags stehen für die einzelnen Eigentumskategorien nach HEM verschieden lange Zeitreihen zur Verfügung:

⁶ Die hier verwendeten statistischen Begriffe im Zusammenhang mit der Regressionsanalyse sind im Glossar ausführlich erklärt.

⁷ Die „Preiselastizität“ des Angebotes gibt an, um wie viele Prozent etwa das Schwachnutzholzangebot steigt/fällt, wenn der „eigene“ Preis (z. B. Industrieholzpreis) um 10 % steigt/fällt. Eine Preiselastizität von +0,3 bedeutet, dass das Schwachnutzholzangebot um 3 % steigt/fällt, wenn der Industrieholzpreis um 10 % steigt/fällt. Bei einer Elastizität von $\geq 1,0$ spricht man von „elastischem“, bei darunterliegender von „unelastischem“ Verhalten einer Variablen.

Nadelendnutzung Nadelvornutzung Nadelbrennholz Laubendnutzung Laubvornutzung Laubbrennholz	}	1970-98 (Σ EA und ÖBf AG), 1973-1998 (Kleinwald und Betriebe)
Nadelstarknutzholz Nadelschwachnutzholz Laubstarknutzholz Laubschwachnutzholz	}	1975-98 (alle EA)

Für alle diese Holzeinschlagskategorien wurden sowohl für die einzelnen EA als auch für die Summe aller EA Angebotsfunktionen ökonomisch geschätzt. Um die Stabilität und die statistische Signifikanz der Preis- und Schadholzelastizitäten zu testen wurden für jede Einschlagskategorie und Eigentumsart (bzw. Summe der EA) folgende Schätzungen durchgeführt (Tab. 3.1-10):

Tab. 3.1-10: Angebotsschätzungen nach Schätzungstyp, Länge der Zeitreihe und Berücksichtigung der Inflation für jede(s) Nutzungskategorie/Sortiment und jede Eigentumsart

Schätzungstyp	Länge der Zeitreihe
Absolute Werte und Differenzen laufende Preise	Maximale mögliche Länge bis 1998
	zusätzlich: 1984-1998
Relative Differenzen laufende Preise	Maximale mögliche Länge bis 1998
Absolute Werte und Differenzen reale Preise	Maximale mögliche Länge bis 1998
	zusätzlich: 1984-1998
Relative Differenzen reale Preise	Maximale mögliche Länge bis 1998

Da es sich bei Forstbetrieben i.d.R. um Mehrprodukt-Betriebe handelt (es werden verschiedene Holzsortimente angeboten), sind Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Nutzungskategorien und Sortimenten nicht auszuschließen bzw. zu erwarten (s. z. B. MOOG, 1992). Zur Erfassung dieser Wechselwirkungen werden daher für jede Angebotsfunktion als erklärende Variablen nicht nur die „eigenen“ (direkten) Preise (also z. B. Nadelstarknutzholzangebot – Fi/Ta 3a B Preis), sondern grundsätzlich auch die Preise anderer Sortimente (z. B. Fi/Ta 1a/b Faserholzmischpreis, Brennholzpreis weich) verwendet und daher auch Kreuzpreiselastizitäten⁸ geschätzt.

Bei drei EA (+ Summe der EA), zehn Holzeinschlagskategorien/-sortimenten (N+L) und sechs Schätzungstypen (s. Tab. 3.1-10) ergeben sich insgesamt 240 verschiedene Angebotsfunktionen.

⁸ Die „Kreuzpreiselastizität“ gibt an, um wie viele Prozente die abhängige Variable (z. B. Schwachnutzholzangebot) steigt/fällt, wenn die unabhängige Variable „fremder“ Preis (z. B. Sägerundholzpreis) um 10 % steigt/fällt. Eine Kreuzpreiselastizität des Schwachnutzholzangebotes gegenüber dem Sägerundholzpreis von +0,3 bedeutet, dass das Schwachnutzholzangebot um 3 % steigt/fällt, wenn der Sägerundholzpreis um 10 % steigt/fällt.

„Schätzungen mit absoluten Werten und Differenzen“ bedeutet, dass die abhängige Variable (Holzeinschlagskategorie/Sortiment) in ihrer absoluten Höhe nach HEM behandelt wird (in Efm o.R.), und dass die unabhängigen Preise sowohl in ihrer absoluten Höhe (öS/fm) als auch in ihren relativen Differenzen (%-Veränderungen gegenüber Vorjahr) eingehen. Es besteht also die Hypothese, dass der Holzeinschlag in einer Periode sowohl vom Niveau der Holzpreise als auch von den Veränderungen gegenüber dem Vorjahr abhängt. Die aus den geschätzten Parametern berechneten Preiselastizitäten enthalten bei diesen Schätzungen daher sowohl die langfristige (Niveau) als auch die kurzfristige (relative Veränderungen) Komponente (s. dazu auch HETEMÄKI & KUULUVAINEN, 1991). Vorräte, Hiebssätze (bzw. Indices) und der landwirtschaftliche Endproduktionsindex als weitere Einflussgrößen auf den Holzeinschlag gehen nur in ihrer absoluten Höhe ein. Alle Schätzungen wurden sowohl mit laufenden Preisen (also ohne Inflationsbereinigung) als auch mit realen Preisen (also mit Inflationsbereinigung; Verbraucherpreisindex) durchgeführt.

„Schätzungen mit relativen Differenzen“ bedeutet, dass alle Variablen nur als prozentuelle Veränderungen gegenüber dem jeweiligen Vorjahr dargestellt sind und damit der Trend als Problem für kausale Zusammenhänge ausgeschaltet wird⁹. Andererseits können durch Schätzungen dieser Art nur kurzfristige Zusammenhänge dokumentiert werden.

Bei allen Schätzungen wurde insbesondere auf Multikollinearität (unabhängige Variablen korrelieren miteinander und sind damit nicht unabhängig voneinander) geachtet. Weniger wurde die Erzielung eines möglichst hohen Bestimmtheitsmaßes (R^2) angestrebt, als möglichst unverzerrte Parameter für die einzelnen Variablen, aus denen sich direkt oder indirekt die Preiselastizitäten ergeben. Dies heißt, dass bei Vorliegen von Multikollinearität verschiedene Variablen ausgeschieden werden. Der Vorgang des Ausscheidens von Variablen (zur Ausschaltung von Multikollinearität) ist nicht immer ein vollständig objektiver Vorgang und hängt nicht nur von statistischen Kenngrößen, sondern auch von Plausibilitätsüberlegungen ab. Beim Ausscheiden von Variablen infolge angezeigter Multikollinearität wurden folgende Grundsätze angewandt:

- Das Vorliegen von Multikollinearität wurde wie folgt operationalisiert: wenn (i) sich ein Korrelationskoeffizient von über 0,5 ergibt und/oder (ii) der sogenannte „Toleranzwert“ unter 0,6 liegt.
- Wenn mehrere Preise miteinander korrelieren (z. B. Nadelrund-, Nadelfaser- und Nadelbrennholzpreis) wurde grundsätzlich versucht, die Preisvariable mit dem theoretisch direkten Einfluss („eigener“ Preis) zu belassen (z. B. Nadelstarknutzholz – Nadelrundholzpreis), außer es ergaben sich durch das Weglassen anderer Variabler entscheidende Verschlechterungen des Bestimmtheitsmaßes (R^2). D. h., dass den direkten Preiselastizitäten grundsätzlich der Vorzug gegeben wurde. In einigen Fällen war der direkte Zusammenhang aber statistisch so ungesichert, dass andere Preise in der Schätzgleichung verblieben.
- Wenn Preise und andere Variablen (z. B. Vorräte, Hiebssätze oder – im Fall des Kleinwaldes – der landwirtschaftliche Endproduktionsindex) miteinander korrelieren, wird grundsätzlich den Preisen als unabhängigen Variablen der Vorzug gegeben; einerseits, weil sie für die Fragestellung relevanter sind, andererseits, weil die jährlichen zeitlichen Veränderungen von Vorräten und Hiebsätzen aufgrund der Datenqualität auf schwächeren Füßen stehen.

Grundsätzlich steht also die Unverzerrtheit der Parameter/Elastizitäten vor der Erklärungskraft (Bestimmtheitsmaß) der Schätzung.

Die linearen Regressionsschätzungen wurden mit dem Computerprogrammpaket SPSS-8 durchgeführt.

⁹ Aufgrund gleichlaufender oder gegenläufiger Trends in Zeitreihen können zwei Zeitreihen statistisch miteinander korrelieren, ohne dass zwischen ihnen ein kausaler Zusammenhang besteht. Ein Zusammenhang könnte „vorgetäuscht“ werden.

Aus den 240 Angebotsfunktionen wurden Preiselastizitäten berechnet und in Tab. 3.1-11 und 3.1-12 verdichtet. Da Nadelholz den überwiegenden Teil der Nutzung aus dem Wald in Österreich stellt (84 %), kann davon ausgegangen werden, dass die Angebotsreaktion bezüglich Nadel- und Laubholz unterschiedlich erfolgt. Deshalb wird im folgenden auch diese Differenzierung vorgenommen. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Ergebnisse für Nadelholz statistisch besser und – im Sinne der Richtungen von Einflüssen – eindeutiger zu interpretieren sind als jene für Laubholz.

Ergebnisse Nadelholz:

Tab. 3.1-11: Nadelholz: Preis- und Schadholzelastizitäten nach Eigentumsarten (gesicherte Elastizitäten fett, ungesicherte normal)

Nutzungstyp/ Sortiment	Eigentums- art	Nadel- rundholz- preis	Nadel- industrie- holzpreis	Nadel- brenn- holzpreis	Schadholz gesamt (N+L)	Sonstige Variable
Nadel- Endnutzung	Alle EA ¹	0,5	-	-	0,2	-
	Kleinwald	1,1	-	-	0,2	-
	Betriebe	0,2	-0,4	-	0,2	-
	ÖBf AG	0,0	-0,7	-	0,1	1,5 ³
Nadel- Starknutzholz	Alle EA ¹	0,7	-	-	0,2	-
	Kleinwald	1,1	-	-	0,2	-
	Betriebe	0,4	-0,4	-	0,2	-
	ÖBf AG	0,2	-0,8	-	0,1	1,3 ³
Nadel- Vornutzung	Alle EA ¹	-	0,5	-	0,2	-
	Kleinwald	0,1	-0,7	-1,1	0,3	-1,0 ²
	Betriebe	0,3	-	0,3	0,0	-
	ÖBf AG	0,2	0,8	-	0,2	-
Nadel- Schwachnutzholz	Alle EA ¹	-	0,6	-	0,15	-
	Kleinwald	0,7	0,9	-	0,2	-0,4 ²
	Betriebe	-0,1	0,1	0,7	0,05	-
	ÖBf AG	0,3	-	1,7	0,0	-
Nadel-Brennholz	Alle EA ¹	-0,2	-1,0	-	0,14	-
	Kleinwald	-0,2	-2,5	-	0,2	-1,5 ²
	Betriebe	-0,3	-	0,8	0,15	-
	ÖBf AG	0,0	-	0,7	0,0	1,6 ³

Anmerkungen:

¹ Die Elastizitäten für „alle EA“ sind nicht einfach die Mittelwerte der Elastizitäten der einzelnen EA, sondern beruhen auf separaten Schätzungen mit aggregierten Daten (über alle EA)

² Landwirtschaftlicher Produktionswert

³ Hiebsatz; für Endnutzung und Starknutzholz N-Endnutzungshiebsatz, für Brennholz gesamter N-Hiebsatz

Grundsätzlich ist zu Tab. 3.1-11, die auf einer Verdichtung von 120 verschiedenen Angebotsschätzungen erfolgt, folgendes festzuhalten:

Für die Summe aller EA:

- Die **Nadel-Endnutzung** bzw. die **Nadel-Starkholzproduktion** wird im wesentlichen vom Nadelrundholzpreis und vom Schadholzanfall bestimmt.
- Die Preis-Angebotsreaktion bei Endnutzung bzw. Starknutzholz ist grundsätzlich marktrichtig, aber unelastisch (0,5 bzw. 0,7).
- Die **Nadelvornutzung** bzw. die **Nadel-Schwachholzproduktion** wird im wesentlichen vom Nadelindustrieholzpreis (0,5 bzw. 0,6) und in etwas geringerem Ausmaß als die Nadel-Endnutzung/Nadel-Starkholzproduktion vom Schadholzanfall bestimmt.
- Die Höhe des **Nadel-Brennholzanfalls** hängt vor allem von der Höhe des Schadholzanfalls ab. Statistisch nicht gesichert ist die Erhöhung des Brennholzanfalls bei Verringerung des Industrieholzpreises.

Für den Kleinwald:

- Der Kleinwald reagiert bei der **Nadel-Endnutzung** bzw. der **Nadel-Starknutzholzproduktion** wie auch bei der **Nadel-Schwachnutzholzproduktion** preiselastischer auf den Nadelrundholzpreis (1,1) als die anderen Eigentumsarten, d. h., er kann offensichtlich sein Angebot **flexibler** den Preisen anpassen.
- Die Preiseinflüsse bei der **Nadel-Vornutzung** sind alle statistisch nicht signifikant. Der einzig statistisch gesicherte Einfluss auf die Nadel-Vornutzung besteht durch den Schadholzanfall (0,3).
- Im Gegensatz dazu reagiert das **Nadel-Schwachnutzholzangebot** deutlich und statistisch gesichert auf den Industrieholzpreis (0,9)¹⁰. Der Einfluss des Sägerundholzpreises ist auch positiv, aber statistisch nicht gesichert.
- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch nicht gesichert) negativ von der Höhe der Rund- und Industrieholzpreise und nicht vom Brennholzpreis selbst bestimmt. Einzig gesicherter Parameter ist wiederum jener für den Schadholzanfall.
- Der Einfluss der **Wirtschaftssituation in der Landwirtschaft** lässt sich nur bei Nadel-Vornutzung, Nadel-Schwachnutzholz und Nadel-Brennholz nachweisen, ist allerdings statistisch nicht gesichert und negativ. Bei sinkender Ertragslage in der Landwirtschaft würde (bei sonst gleichbleibender Situation) mehr durchforstet werden bzw. mehr Nadel-Schwachnutz- und Nadel-Brennholz angeboten werden.

Für die Betriebe:

- Die **Nadel-Endnutzung** bzw. die **Nadel-Starknutzholzproduktion** reagiert zwar marktrichtig, aber deutlich weniger preiselastisch auf den Nadelrundholzpreis (0,2 bzw. 0,4) als beim Kleinwald und der Summe aller EA. Der Industrieholzpreis übt einen signifikant negativen Einfluss aus; d. h., dass sinkende Industrieholzpreise eine Erhöhung des Angebots aus Nadel-Endnutzung bzw. an Nadel-Starknutzholz bewirken würden.
- Bei der **Nadel-Vornutzung** wirkt der Nadelrundholzpreis (statistisch gesichert) positiv, die Reaktion ist aber unelastisch (0,3). Der Industrieholzpreis selbst wirkt sich nicht aus, was bedeutet, dass sich bei sinkenden Industrieholzpreisen die Nadel-Vornutzungsmenge nicht ändern würde. Ein Einfluss des Schadholzes ist nicht nachzuweisen.
- Im Gegensatz dazu reagiert das **Nadel-Schwachnutzholzangebot** nur geringfügig (und statistisch nicht gesichert) auf Nadelrundholz- und Industrieholzpreise. Sinkende Indu-

¹⁰ Dieses Ergebnis entspricht im wesentlichen auch den Ergebnissen von SCHMOELZER (1998) und METZKER (in Arbeit), die – gestützt auf Sekundärdaten und auf Primärerhebungen – das Holzangebotsverhalten des Kleinwaldes in einzelnen Bezirken in Kärnten und Oberösterreich untersucht haben. In beiden Fällen zeigte sich eine deutlich positive Preiselastizität des Industrieholzangebots.

strieholzpreise würden bei Betrieben nur zu einer geringen Verminderung des Nadel-Schwachnutzholzangebots führen.

- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch nicht gesichert) negativ von der Höhe des Rundholzpreises, nicht vom Industrieholzpreis und deutlich positiv vom Brennholzpreis (0,8) bestimmt.

Für die ÖBf AG:

- Die **Nadel-Endnutzung** bzw. die **Nadel-Starknutzholzproduktion** reagiert am wenigsten (und statistisch nicht gesichert) von allen EA auf den Nadelrundholzpreis (0 bzw. 0,2). Deutlicher als bei den Betrieben ist der negative Einfluss des Industrieholzpreises (-0,7 bzw. -0,8); d. h., dass sinkende Industrieholzpreise eine Erhöhung des Angebots aus Nadel-Endnutzung bzw. an Nadel-Starknutzholz bewirken würden.
- Im Gegensatz zu den Betrieben wirkt der Industrieholzpreis deutlich positiv (und statistisch gesichert) auf das **Nadel-Vornutzungsangebot** (0,8). Dies bedeutet, dass sich bei sinkenden Industrieholzpreisen die Nadel-Vornutzungsmenge ebenfalls erniedrigen würde.
- Anders als bei den Betrieben ist eine Reaktion des **Nadel-Schwachnutzholzangebots** auf den Industrieholzpreis nicht nachzuweisen. Geringfügig positiver Einfluss geht vom Sägerundholzpreis aus (0,3), auf eine Veränderung des Brennholzpreises reagiert das Nadel-Schwachnutzholzangebot sogar sehr elastisch (1,7). Sinkende Industrieholzpreise würden bei der ÖBf AG zu keiner Verminderung des Nadel-Schwachnutzholzangebots führen.
- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch nicht gesichert) nur vom Brennholzpreis positiv beeinflusst. Die Elastizität bewegt sich dabei in der Höhe der Betriebe (0,7).
- Der Einfluss der Höhe von **Hiebsätzen** ist zwar statistisch nicht gesichert, hat aber die erwartete Richtung (positiv) und liegt über 1.

Ergebnisse Laubholz:

Grundsätzlich ist zu Tab. 3.1-12, die auf einer Verdichtung von 120 Angebotsschätzungen erfolgt, folgendes festzuhalten:

Für die Summe aller EA:

- Die **Laub-Endnutzung** bzw. die **Laub-Starknutzholzproduktion** wird im wesentlichen vom Laubrundholzpreis bestimmt, der gesamte Schadholzanfall ist im Gegensatz zum Nadelholz keine bedeutende Einflussgröße.
- Die Preis-Angebotsreaktion von **Endnutzung** bzw. **Starknutzholz** ist grundsätzlich marktrichtig, aber unelastisch (0,3-0,6).
- Die **Laub-Vornutzung** bzw. die **Laub-Schwachnutzholzproduktion** wird im wesentlichen vom Laubrundholzpreis und weniger vom Laub-Industrieholzpreis selbst sowie praktisch gar nicht vom Schadholzanfall bestimmt.
- Die Höhe des **Laub-Brennholzanfalls** hängt vor allem vom Brennholzpreis und nicht von der Höhe des Schadholzanfalls ab.

Tab. 3.1-12: Laubholz: Preis- und Schadholzelastizitäten nach Eigentumsarten (gesicherte Elastizitäten fett, ungesicherte normal)

Nutzungstyp/ Sortiment	Eigentums- art	Laubrund- holzpreis	Laubfaser- holzpreis	Laubbrenn- holzpreis	Schadholz gesamt (N+L)	Sonstige Variable
Laub- Endnutzung	Alle EA ¹	0,3	-	0,2	-	-
	Kleinwald	0,7	-	-	-	0,0 ²
	Betriebe	0,5	0,4	0,0	0,0	-
	ÖBf AG	0,1	-0,3	-	0,0	2,5³
Laub- Starknutzholz	Alle EA ¹	0,6	-	-	0,07	-
	Kleinwald	1,0	-	-0,5	0,1	0,5 ²
	Betriebe	0,7	0,5	-	0,1	-
	ÖBf AG	0,1	-0,3	-	0,0	2,6³
Laub- Vornutzung	Alle EA ¹	0,4	0,3	-	0,07	-
	Kleinwald	-	-	-	0,2	-0,9 ²
	Betriebe	0,4	-	0,8	0,0	-
	ÖBf AG	0,1	-	1,5	0,0	-
Laub- Schwachnutzholz	Alle EA ¹	0,9	-	-	-	-
	Kleinwald	1,4	-0,9	-	-	0,0 ²
	Betriebe	0,5	-0,1	-0,3	0,0	-
	ÖBf AG	0,3	-0,7	-	-	-
Laub- Brennholz	Alle EA ¹	-	-	0,6	-	-
	Kleinwald	-	-0,2	0,1	-	-0,5 ²
	Betriebe	-	0,4	1,5	0,0	-
	ÖBf AG	-0,1	0,2	1,0	0,0	-

Anmerkungen:

¹ Die Elastizitäten für „alle EA“ sind nicht einfach die Mittelwerte der Elastizitäten der einzelnen EA, sondern beruhen auf separaten Schätzungen mit aggregierten Daten (über alle EA)

² Landwirtschaftlicher Produktionswert

³ Hiebsatz; für Endnutzung und Starknutzholz L-Endnutzungshiebsatz

Für den Kleinwald:

- Die **Laub-Endnutzung** bzw. die **Laub-Starknutzholzproduktion** reagiert preiselastischer auf den Laubrundholzpreis (0,7 bzw. 1,0) als bei den anderen EA.
- Die Preiseinflüsse bei der **Laub-Vornutzung** sind größtenteils statistisch nicht nachweisbar. Dies würde bedeuten, dass bei sinkenden Industrieholzpreisen die Laub-Vornutzungsmenge gleich bleibt. Der einzig statistisch gesicherte Einfluss auf die Laub-Vornutzung besteht durch den Schadholzanfall (0,2).
- Im Gegensatz dazu reagiert das **Laub-Schwachnutzholzangebot** deutlich und statistisch gesichert auf den Laubrundholzpreis (1,4). Der Einfluss des Industrieholzpreises ist sogar statistisch signifikant negativ. Dies ist schwer zu interpretieren und vermutlich auf Datenprobleme in der HEM zurückzuführen, die vor allem den Kleinwald betreffen.
- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch nicht gesichert) negativ von der Höhe des Industrieholzpreises (-0,2) und (statistisch gesichert) geringfügig vom Brennholzpreis selbst bestimmt (0,1).

- Der Einfluss der **Wirtschaftssituation in der Landwirtschaft** ist statistisch nirgends gesichert und seine Richtung schwer zu interpretieren. Bei Laub-Starknutzholz ist er positiv (0,5), bei Laub-Endnutzung und Laub-Schwachholz nicht gegeben (0) und nur bei Laub-Vornutzung und Laub-Brennholz (erwartungsgemäß) negativ (-0,5 bzw. -0,9).

Für die Betriebe:

- Die **Laub-Endnutzung** bzw. die **Laub-Starknutzholzproduktion** reagiert preiselastischer als die Nadelnutzung auf den Rundholzpreis (0,5 bzw. 0,7), aber weniger elastisch als der Kleinwald und deutlich elastischer als die **ÖBf AG**. Bei der Laub-Endnutzung wirkt auch der Industrieholzpreis gesichert positiv. Dies ist plausibel, da beim Laubholz ein wesentlicher Anteil des Endnutzungsanfalls als Industrieholz verwendet wird. Eine Verringerung des Industrieholzpreises würde somit auch das Laub-Endnutzungsangebot verringern.
- Bei der **Laub-Vornutzung** geht der größte Einfluss vom Brennholzpreis aus (0,8), da ein großer Teil des Laub-Vornutzungsanfalls als Brennholz verwendet wird. Ein Einfluss des Industrieholzpreises ist nicht feststellbar; ein statistisch nicht gesicherter, geringfügig positiver Einfluss des Rundholzpreises (0,4) gegeben. Eine Verringerung des Industrieholzpreises würde sich also kaum auf die Höhe der Laub-Vornutzung auswirken.
- Im Gegensatz dazu reagiert das **Laub-Schwachnutzholzangebot** negativ (aber statistisch nicht gesichert) auf den Brennholzpreis (-0,3), positiv und statistisch gesichert auf den Laubrundholzpreis (0,5). Der Einfluss des Industrieholzpreises ist gering, statistisch nicht signifikant und negativ (-0,1). Das Laub-Schwachnutzholzangebot würde von Verringerungen des Industrieholzpreises somit kaum betroffen sein.
- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch gesichert) vor allem von der Höhe des Brennholzpreises (1,5) bestimmt und reagiert damit sehr elastisch.

Für die ÖBf AG:

- Wie bei Nadelholz reagiert die **ÖBf AG** bei **Laub-Endnutzung** bzw. bei der **Laub-Starknutzholzproduktion** am preisunelastischsten aller Eigentumskategorien gegenüber dem Rundholzpreis (0,1). Der Industrieholzpreis wirkt gleichzeitig negativ. Bei der **ÖBf AG** wirken sich – im Gegensatz zu Betrieben – sinkende Industrieholzpreise eher positiv auf Laub-Endnutzung/Laub-Starkholzproduktion aus. Als größter Laubholzanbieter Österreichs dürfte es der **ÖBf AG** vermutlich leichter gelingen, flexibler auf relative Preisänderungen zu reagieren. Eine Verringerung des Industrieholzpreises würde somit auch das Laub-Endnutzungsangebot etwas erhöhen. Statistisch gesichert und überaus elastisch reagieren Laub-Endnutzung und Laub-Starknutzholz auf Veränderungen des Laub-Endnutzungshiebsatzes. Eine Erhöhung/Verminderung desselben um 10 % führt zu einer Erhöhung/Verminderung um 25-26 %!
- Bei der **Laub-Vornutzung** geht auch der größte Einfluss vom Brennholzpreis aus (1,5), da ein großer Teil des Laub-Vornutzungsanfalls als Brennholz verwendet wird. Die Vornutzung reagiert überaus elastisch auf den Brennholzpreis. Ein Einfluss des Industrieholzpreises ist nicht feststellbar, ein statistisch nicht gesicherter, geringfügig positiver Einfluss des Rundholzpreises (0,1) gegeben. Eine Verringerung des Industrieholzpreises würde sich also kaum auf die Höhe der Laub-Vornutzung auswirken.
- Im Gegensatz dazu reagiert das **Laub-Schwachnutzholzangebot** gar nicht auf den Brennholzpreis, leicht positiv und statistisch gesichert auf den Laubrundholzpreis (0,3). Der Einfluss des Industrieholzpreises ist statistisch nicht signifikant, aber deutlich negativ (-0,7), was kaum zu interpretieren ist.
- Der **Brennholzanfall** wird (statistisch gesichert) vor allem von der Höhe des Brennholzpreises (1,0) bestimmt und reagiert damit elastisch.

Eine Verringerung der Industrieholzpreise hätte folgende Auswirkungen auf das Holzangebot aus dem Wald:

Nadelholz

- **Die Nadel-Vornutzung/Nadel-Schwachnutzholzproduktion geht für alle EA um ca. 5-6 % zurück, wenn der Nadelindustrieholzpreis um 10 % sinkt. Bei der Nadel-Vornutzung ist der Rückgang vor allem auf die Reaktion der ÖBf AG zurückzuführen (-8 %), bei Nadel-Schwachnutzholz vor allem auf die Reaktion des Kleinwaldes (-9 %).**
- **Bei Betrieben und ÖBf AG (nicht beim Kleinwald) haben sinkende Industrieholzpreise eine erhöhende Wirkung auf Nadel-Endnutzung/Nadel-Starknutzholzangebot. Eine Industrieholzpreissenkung um 10 % würde bei den Betrieben einer Erhöhung der Endnutzung/Starkholznutzung um 4 %, bei der ÖBf AG um 7-8 % führen.**

Laubholz

- **Die Laub-Vornutzung geht für alle EA – statistisch NICHT gesichert - um ca. 3 % zurück, wenn der Laubindustrieholzpreis um 10 % sinkt. Bei den Schätzungen der einzelnen EA lässt sich überhaupt kein Einfluss des Industrieholzpreises feststellen.**
- **Sinkende Industrieholzpreise wirken sich in gegensätzlicher Weise auf die Laub-Endnutzung/Laub-Starknutzholzproduktion von Betrieben und ÖBf AG (gar nicht im Kleinwald) aus. Ein Industrieholzpreistrückgang um 10 % führt bei Betrieben zu einem Rückgang des Holzangebots um 4-5 %, bei der ÖBf AG aber zu einer Erhöhung um 3 %.**
- **Generell ist der Einfluss von Industrieholzpreisänderungen auf das Holzangebot bei Laubholz geringer als bei Nadelholz.**

3.1.2.2 Konkurrenzbeziehungen zwischen Industrieholz, Sägeschwachholz und Brennholz

Ausgehend von den Vornutzungsmengen stellt sich die Frage, inwieweit sich die Zusammensetzung der in der Durchforstung anfallenden Sortimente aufgrund unterschiedlicher Preisentwicklungen verändert. Im Zusammenhang mit der Versorgungslage der Papierindustrie bedeutet dies die Konkurrenz der Sortimente: schwaches Sägerundholz – Industrieholz (Nadel) bzw. Brennholz – Industrieholz (Laub). Nicht genau identisch damit ist die Frage, wie sich innerhalb des Nutzholzeinschlags das Verhältnis Starknutzholz – Schwachnutzholz verschoben hat.

Wie aus Abschnitt 3.1.1.1 hervorgeht, lässt die Datenlage der HEM eine exakte Zuordnung der Sortimente Starknutzholz und Schwachnutzholz zur Vornutzung nicht zu. Bei den Vornutzungsdaten handelt es sich um Holz mengen, die im Zuge von Durchforstungen anfallen, unabhängig davon, ob diese Mengen als Sägerundholz, Industrieholz oder Brennholz Verwendung finden. Schwachnutzholz wiederum kann sowohl aus der End- als auch aus der Vornutzung stammen.

Trotz fehlender exakter Zuordnung zwischen Nutzungskategorien (End-, Vornutzung) und Sortimenten (Stark-, Schwachnutzholz) können aus der zeitlichen Entwicklung von Vornutzung und Schwachnutzholz zueinander Rückschlüsse gezogen werden.

- *Fall a)* Wenn die Vornutzungsmengen stärker steigen als die Schwachnutzholzmengen, ist dies bei Nadelholz ein Hinweis auf die zunehmende Verwendung von Durchforstungs-

holz als (schwaches) Sägerundholz. Bei Laubholz deutet dies auf eine stärkere Verwendung des Durchforstungsholzanfalls als Brennholz hin.

- *Fall b)* Wenn die Schwachnutzholzmengen stärker steigen als die Vornutzungsmengen, ist dies insgesamt ein Hinweis auf die zunehmende Verwendung von Durchforstungsholz als Industrieholz.
- *Fall c)* Wenn Vornutzungs- und Schwachholzmengen in etwa gleichem Umfang steigen, bedeutet dies, dass die Sortimentsverteilung ungefähr gleich bleibt.

Die Entwicklung der Beziehung zwischen Stark- und Schwachnutzholz ist leichter darzustellen, aber im Zusammenhang mit der eigentlichen Fragestellung weniger aussagekräftig. Da im Starknutzholz sowohl starkes wie auch schwaches Sägerundholz enthalten ist, kann die direkte Konkurrenz zwischen schwachem Sägerundholz und Industrieholz (Schwachnutzholz) nicht scharf abgebildet und untersucht werden.

Methodik

Aus den HEM-Daten wurden für die einzelnen EA (sowie für die Summe aller EA) Quotienten aus Vornutzungs- und Schwachnutzholzmengen gebildet und diese in Zeitreihen dargestellt. Zusätzlich wurden ebenfalls für alle EA (und deren Summe) die Anteile des Schwachnutzholzes (Industrieholz) am gesamten Nutzholz gebildet. Die Anteile von Schwachnutzholz erlauben einen Rückschluss auf die Konkurrenz zwischen Stark- und Schwachnutzholz.

Abgesehen von einer rechnerischen und graphischen Auswertung dieser Quotienten bzw. Anteile wurde auch durch ökonometrische Schätzungen der Zusammenhang zwischen der Entwicklung dieser Quotienten/Anteile (aus Mengen) und den Quotienten aus den Preisen konkurrierender Sortimente zu erfassen versucht.

Ergebnisse Nadelholz

In Abb. 3.1-8 wird die zeitliche Entwicklung der Mengenquotienten (Vornutzung/ Schwachholznutzung) für Nadelholz dargestellt. Zwischen 1975 und 1998 ist dieser Quotient im Durchschnitt aller EA von ca. 0,7 auf ca. 1,4 gestiegen, damit liegt Fall a) vor. Dieser Anstieg erfolgte beim Kleinwald am stärksten, von ca. 0,5 auf über 1,5, bei ÖBf AG und Betrieben ist zwar auch ein Ansteigen festzustellen, dieses verläuft aber deutlich flacher. Auffällig ist weiters, dass bei der ÖBf AG – im Gegensatz zu den anderen EA - der Quotient bereits am Beginn der Zeitreihe deutlich über 1 liegt. Mit anderen Worten: Die Ausformung von schwachem Sägerundholz aus dem Durchforstungsholzanfall wird von der ÖBf AG schon länger und intensiver betrieben als bei den anderen EA, der Kleinwald hat aber mittlerweile die ÖBf AG „überholt“.

Tab. 3.1-13: Regressionsschätzung (1): Zusammenhang zwischen Quotient aus N-Vornutzung/N-Schwachnutzholz und Quotient aus N-Sägeschwachholzpreis/N-Industrieholzpreis

Abhängige Variable Mengenquotient	Unabh. Variable Preisquotient	
Eigentumsart	b_1	R^2
Kleinwald	1,80***	0,65
Betriebe	0,40***	0,57
ÖBf AG	0,37**	0,23
Σ alle EA	1,00***	0,67

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Für die Summe aller Eigentumsarten beträgt der hochgesicherte Parameter 1. Dies bedeutet, dass sich der Mengenquotient etwa im selben Ausmaß verschiebt wie der Preisquotient; vergleichsweise stärker steigende Sägeschwachholzpreise führen auch zu einer erhöhten Ausformung von Sägeschwachholz. Sowohl hinsichtlich der Höhe der Parameter als auch der Erklärungskraft der Schätzungen ergeben sich nach EA deutliche Unterschiede. Der Kleinwald reagiert am stärksten auf veränderte Preisrelationen, weniger stark die Betriebe und die ÖBf AG.

In Tab. 3.1-14 wird für die zweite Regressionsschätzung nur der Parameter b_2 sowie das Bestimmtheitsmaß (R^2) für die Erklärungskraft dargestellt.

Tab. 3.1-14: Regressionsschätzung (2): Zusammenhang zwischen Anteil N-Schwachnutzholz und Quotient aus N-Industrieholzpreis/N-Sägeschwachholzpreis

Abhängige Variable Mengenquotient	Unabhängige Var. Preisquotient	
Eigentumsart	b_2	R^2
Kleinwald	0,26***	0,66
Betriebe	0,02	0,01
ÖBf AG	0,16**	0,27
Σ alle EA	0,14***	0,36

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die zweite Regressionsgleichung weist generell geringere Erklärungskraft und einen geringeren Einfluss des Preisquotienten als die erste auf. Nur im Kleinwald ist das Bestimmtheitsmaß befriedigend und auch der Preis(quotient)einfluss deutlicher. Grundsätzlich sind die Schätzparameter bei allen EA positiv, was bedeutet, dass sich erwartungsgemäß bei vergleichsweise höheren Industrieholzpreisen der Schwachnutzholzanteil erhöht und bei niedrigeren zurückgeht. Der im Vergleich zu Regressionsgleichung 1 geringere Zusammenhang zwischen Schwachnutzholzanteil und Preisquotient ist generell darauf zurückzuführen, dass es selbst bei steigenden Industrieholzpreisen ökonomisch nur sehr begrenzt sinnvoll ist, den Industrieholzanfall zu Lasten des Sägerundholzes zu erhöhen.

Insgesamt ergeben die Schätzungen einen deutlichen Hinweis darauf, dass die Höhe des Sägeschwachholzpreises in Relation zum Industrieholzpreis einen positiven Einfluss auf die Ausformung von Schwachnutzholz aus Durchforstungen hat. Steigende Industrieholzpreise führen zwar zum Ansteigen des Schwachnutzholzanteils (Industrieholz), aber nur in geringem Maße.

Ergebnisse Laubholz

In Abb. 3.1-11 wird die zeitliche Entwicklung der Mengenquotienten (Vornutzung/Schwachholznutzung) für Laubholz dargestellt. Zwischen 1975 und 1998 ist dieser Quotient im Durchschnitt aller EA von ca. 0,8 auf ca. 2 gestiegen, damit liegt auch hier Fall a) vor. Allerdings ist die Steigung des Gesamtquotienten ausschließlich auf den Kleinwald zurückzuführen. Die im Kleinwald als Laub-Nutzholz ausgeschiedenen Holzmen- gen sind relativ gering (der größte Teil ist Brennholz) und insgesamt sinkend. Einer sinkenden Laub-Schwachnutzholzproduktion steht im Kleinwald eine deutlich steigende Durchforstungstätig- keit im Laubholz gegenüber. Die Vornutzungsmengen werden allerdings großteils als Brenn- holz verwendet. Aus diesem Grund ergibt sich der dramatische Anstieg des Quotienten, der hier allerdings nicht in Richtung mehr schwaches Sägerundholz, sondern vor allem Richtung mehr Brennholz zu argumentieren ist. Bei ÖBf AG und Betrieben sinkt der Quotient sogar, was bedeutet, dass diese die Laub-Durchforstungsmengen mehr als Industrieholz ausfor- men.

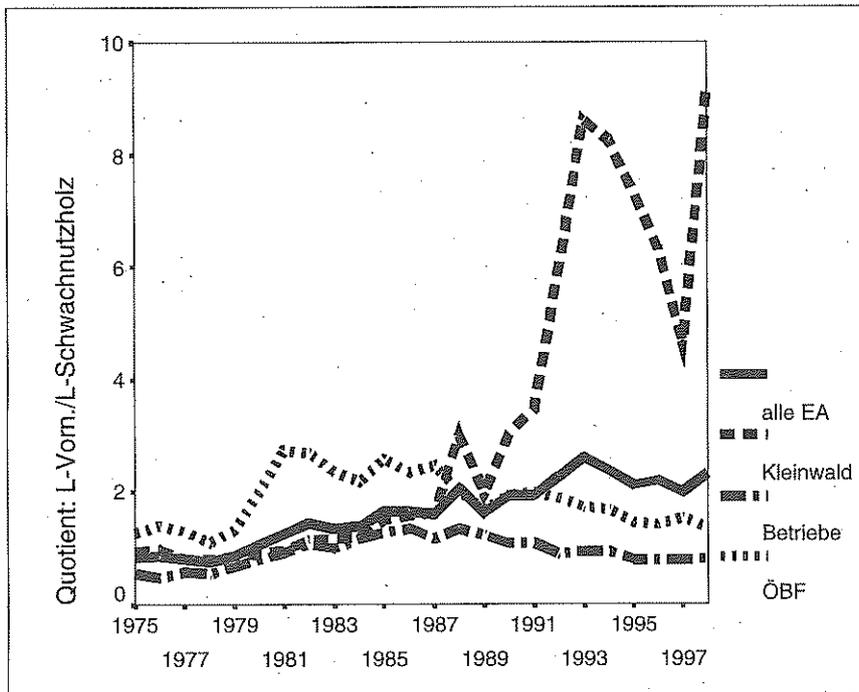


Abb. 3.1-11: Quotienten aus L-Vornutzung/L-Schwachholz nach EA

Abb. 3.1-12 lässt auf den ersten Blick, keinen deutlichen Zusammenhang zwischen den Ent- wicklungen des Mengenquotienten und der Preisquotienten erkennen. Allerdings führte in den 70er und frühen 80er Jahren offenbar das Ansteigen des Brennholzpreises (Ölkrise) zu verstärkter Durchforstungstätigkeit im Laubholz. Da der starke Anstieg der Laub-Durchfor- stung vor allem auf den Kleinwald zurückzuführen ist, kann dieser durch den hohen Eigen- verbrauch bei Brennholz erklärt werden. Weniger die Brennholzpreise, sondern der gestie- gene Eigenbedarf im Kleinwald haben die Laub-Durchforstungen ansteigen lassen.

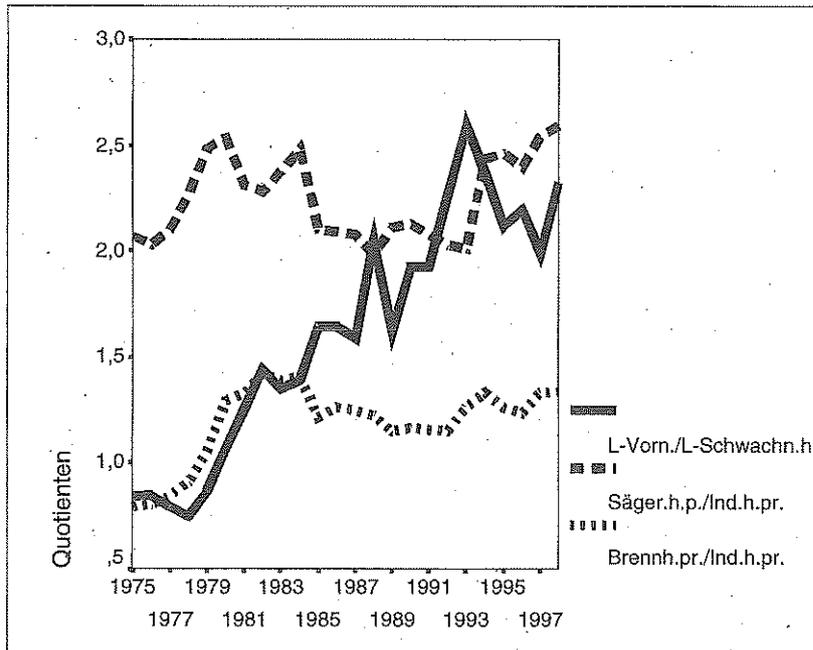


Abb. 3.1-12: Quotienten aus L-Vornutzung/L-Schwachholz sowie L-Sägerundholzpreis/L-Industrieholzpreis und Brennholzpreis (hart)/ L-Industrieholzpreis – alle EA

Ähnliches ergibt sich aus Abb. 3.1-13, die den Anteil des Laubschwachnutzholzes am gesamten Laub-Nutzholz nach EA darstellt. Für die Summe aller EA bleibt der Laub-Schwachnutzholzanteil im Zeitablauf etwa gleich. Während im Kleinwald dieser Anteil aber zurückgeht und damit anteilig mehr Laub-Starknutzholz angeboten wird, produzieren Betriebe und ÖBf AG (anteilig) zunehmend mehr Laub-Schwachnutzholz.

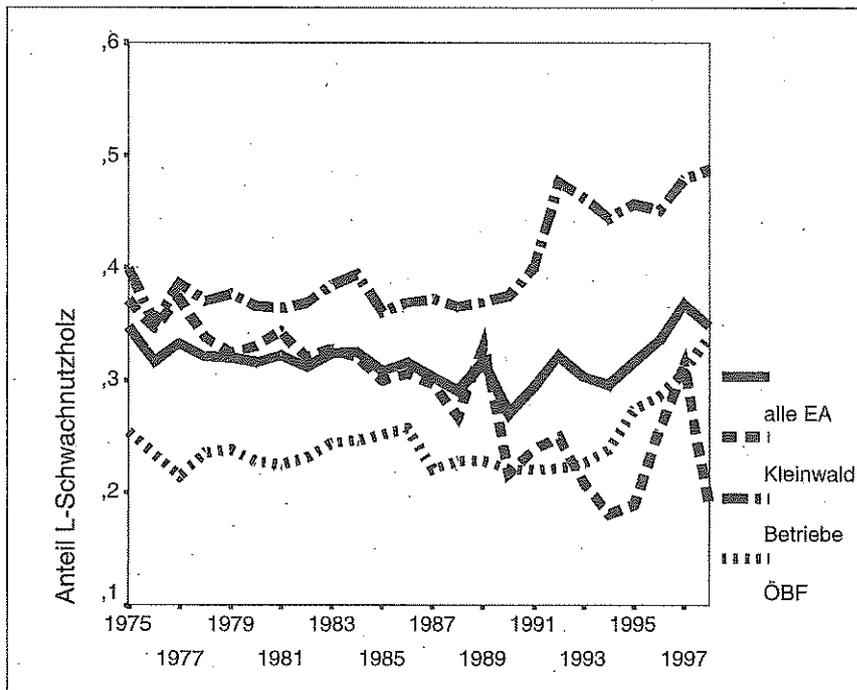


Abb. 3.1-13: Anteil von L-Schwachholz am gesamten L-Nutzholz – alle EA

Zusammenhänge zwischen dem Quotienten aus Vornutzungs-/Schwachnutzholzmengen und den Quotienten aus Sägerundholz-/Industrieholzpreis und Brennholz(hart)/Industrieholzpreis (1) einerseits sowie zwischen dem Schwachnutzholzanteil (am gesamten L-Nutzholz) und dem Quotienten aus Industrieholzpreis/Sägerundholzpreis (2) andererseits werden im folgenden statistisch erfasst. Dabei wird von folgenden Regressionsgleichungen ausgegangen:

$$(1) Q_m = a_1 + b_1 \cdot Q_{p1} + b_2 \cdot Q_{p2} + u$$

$$(2) A_m = a_2 + b_3 \cdot Q_{p3} + u$$

Wobei:

- A_m = Anteil L-Schwachnutzholzmenge an gesamter L-Nutzholzmenge
- Q_m = Quotient aus L-Vornutzung/L-Schwachnutzholzmenge
- Q_{p1} = Quotient aus L-Sägerundholzpreis/L-Industrieholzpreis
- Q_{p2} = Quotient aus Brennholzpreis (hart)/L-Industrieholzpreis
- Q_{p3} = Quotient aus L-Industrieholzpreis/L-Sägerundholzpreis (=1/ Q_{p1})
- $a_{1,2}$ = zu schätzende Konstanten
- $b_{1,2,3}$ = zu schätzender Parameter (Steigung)
- u = Störgröße

In Tab. 3.1-15 werden nur die Parameter b_1 und b_2 sowie das Bestimmtheitsmaß (R^2) für die Erklärungskraft dargestellt.

Tab. 3.1-15: Regressionsschätzung: Zusammenhang zwischen Quotient aus L-Vornutzung/L-Schwachnutzholz sowie Quotienten aus L-Sägerundholzpreis/N-Industrieholzpreis und Brennholzpreis (hart)/Industrieholzpreis

Abh. Variable Mengenquotient	Unabh. Variable Preisquotienten		R^2
	b_1	b_2	
Eigentumsart			
Kleinwald	1,17	4,48	0,11
Betriebe	-0,88***	1,31***	0,75
ÖBf AG	-1,40***	2,35***	0,63
Σ alle EA	-0,87	2,16***	0,39

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
 *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Für die Summe aller Eigentumsarten liegt die Erklärungskraft dieser Schätzungen deutlich unter jener für Nadelholz. Allerdings sind hier die Unterschiede nach EA beträchtlich größer. Der schlechteste Zusammenhang besteht erwartungsgemäß für den Kleinwald, da weniger Marktpreise als vielmehr der Eigenbedarf für die Höhe der Laub-Durchforstung bzw. Brennholzausformung wichtig ist. Die Schätzungen für die EA Betriebe und ÖBf AG zeigen einerseits eine deutlich höhere Erklärungskraft, andererseits auch hochgesicherte Parameter, vor allem für den Brennholz/Industrieholzpreis-Quotienten. Allen EA ist gemeinsam, dass letzterer Quotient deutlich stärker und positiv auf den Durchforstungs-/Schwachholzquotienten einwirkt als der Sägerundholz-/Industrieholzpreis-Quotient.

Insgesamt ergeben die Schätzungen einen Hinweis darauf, dass die Höhe des Brennholzpreises in Relation zum Industrieholzpreis einen positiven Einfluss auf die Ausformung von Durchforstungsholz als Brennholz hat.

In Tab. 3.1-16 wird für die zweite Regressionsschätzung nur der Parameter b_3 sowie das Bestimmtheitsmaß (R^2) für die Erklärungskraft dargestellt.

Tab. 3.1-16: Regressionsschätzung (2): Zusammenhang zwischen Anteil L-Schwachnutzholz und Quotient aus L-Industrieholzpreis/N-Sägerundholzpreis

Abhängige Variable Mengenquotient	Unabh. Variable Preisquotient	
Eigentumsart	B ₃	R ²
Kleinwald	0,18	0,01
Betriebe	-0,37	0,11
ÖBf AG	-0,45***	0,34
Σ alle EA	-0,23**	0,19

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die zweite Regressionsgleichung weist nur für die ÖBf AG ein einigermaßen brauchbares Ergebnis aus. Ein Ansteigen des Laub-Industrieholzpreises im Vergleich zum L-Sägerundholzpreis führt in diesem Fall zu einem Rückgang des Laub-Schwachnutzholzanteils. Dieses Ergebnis kann aber auch anders interpretiert werden. Eine Erhöhung des Quotienten bedingt eine Erhöhung des Laub-Starknutzholzanteiles. Da die Erhöhung des Quotienten auch erfolgt, wenn der L-Sägerundholzpreis im Vergleich zum L-Industrieholzpreis stärker zurückgeht, liegt in diesem Fall markt inverses Verhalten vor.

- Für Nadelholz bedeuten die Schätzungen, dass bei gleichbleibenden Sägeschwachholzpreisen sinkende Industrieholzpreise weniger deutlich zu einem Rückgang des Durchforstungsangebots als vielmehr zu Verschiebungen von Industrieholz zu Sägeschwachholz führen.
- Für Laubholz bedeuten die Schätzungen, dass sinkende Laub-Industrieholzpreise kaum zu einem Rückgang des Schwachnutzholzangebots führen (eher zu einer Erhöhung) als vielmehr steigende Brennholzpreise (Verschiebungen innerhalb des Durchforstungsanfalls zu Brennholz).

3.1.2.3 Einfluss von Schadholzmengen auf Holzpreise

Schematisch betrachtet verschieben Schadereignisse (Kalamitäten) die Kurven im Angebots-/Nachfragediagramm kurzfristig nach rechts. Bei Gleichbleiben der Nachfragekurve würde sich nach dem Konzept eines vollkommenen Marktes daraus ein neues Marktgleichgewicht mit höherem Holzangebot und niedrigeren Preisen ergeben. Im folgenden wird versucht zu testen, ob diese Marktreaktion auch empirisch nachweisbar ist.

Methodik

Die Daten der HEM weisen Schadholzmengen aus, allerdings im Zeitablauf in unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Durchgehend von 1970 bis 1998 ist nur der gesamte Schadholzanfall (Summe aller EA, N+L), erst seit 1984 ist die tiefste Gliederung des Schadholzanfalls nach EA, nach Nadel- und Laubholz sowie nach End- und Vornutzung verfügbar.

Mit ökonometrischen Schätzungen wurde versucht, den Einfluss der Schadholzmengen auf die unterschiedlichen Holzpreise zu erfassen. Dabei wurden Schätzungen mit unterschiedlichen Schadholzdaten (Schadholz gesamt, Nadel- und Laubschadholz, Nadelschadholz Endnutzung, Laubschadholz Endnutzung) und damit unterschiedlichen Zeitreihenlängen durch-

geführt. Alle Schätzungen beruhen auf relativen Differenzen (prozentuelle Veränderungen gegenüber dem Vorjahr).

Jede der Regressionsgleichungen enthält einen Preis als abhängige Variable (z. B. Fi/Ta 3a B) und Schadholzmengen (aller EA) des laufenden sowie des vergangenen Jahres als unabhängige Variablen.

Ergebnisse

Aus statistischer Sicht sind nur einige Ergebnisse als signifikant zu bezeichnen. In die Ergebnisdarstellung wurden nur die Schätzungen mit den gesamten Schadholzmengen als erklärende Variable aufgenommen, da hier die längste Zeitreihe vorliegt und diese vergleichsweise die aussagekräftigeren Ergebnisse liefert. Tab. 3.1-17 enthält die aus den Parametern berechneten Elastizitäten sowie das Bestimmtheitsmaß (R^2).

Gesicherte Elastizitäten mit dem erwarteten Vorzeichen liegen für Nadelrundholz, Nadelindustrieholz sowie Laubindustrieholz vor. Demnach würde eine Erhöhung des gesamten Schadholzanfalls um 10 % die Nadelrundholz- und die Nadelindustrieholzpreise um ca. 2-3 % verringern, den Laubindustrieholzpreis nur um ca. 0,6-1 %. Brennholzpreise (weich und hart) sowie Laubrundholzpreise reagieren kaum auf die Höhe des Schadholzanfalls.

Tab. 3.1-17: Elastizitäten von Holzpreisen bezüglich Schadholzmengen

Holzpreis	Elastizität gegenüber		R^2
	Schadholz lfd. Jahr	Schadholz Vorjahr	
Nadelrundholz	-0,21**	-0,23**	0,35
Nadelindustrieholz	-0,23*	-0,32***	0,39
Brennholz weich	-0,03	-0,02	0,02
Laubrundholz	0,01	-0,03	0,01
Laubindustrieholz	-0,06	-0,10**	0,23
Brennholz hart	0,05	0,07	0,05

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
 *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Insgesamt ist zwar ein Einfluss des Schadholzanfalls vor allem auf Nadelnutzholzpreise festzustellen, dieser fällt aber gering aus. Der Grund dafür liegt vor allem darin, dass österreichische Rund- und Industrieholzpreise weniger von Angebot und Nachfrage im Inland als vielmehr von Weltmarktpreisen bestimmt werden. Inländische Veränderungen des Angebots und der Nachfrage von Rohholzsortimenten wirken sich daher nur marginal auf die Holzpreise aus. Diese Überlegungen werden nur dann durchbrochen, wenn Schadholzereignisse in der Dimension von 1990 eintreten und ein über Österreich hinausgehender, plötzlicher und großer Angebotsschub vorliegt¹¹.

¹¹ Ein derartiger Einfluss ist nach den Winterstürmen 1999/2000 mit verheerenden Auswirkungen vor allem in Frankreich, Deutschland und der Schweiz zu erwarten. Nach ersten Schätzungen wurden in diesen Ländern möglicherweise mehr als 160 Mio. Festmeter geworfen.

3.1.3 Durchforstungsreserven und deren Möglichkeiten zur Mobilisierung

3.1.3.1 Durchforstungsreserven in Österreichs Wald

Die inländische Versorgung der Papierindustrie mit Holz aus dem österreichischen Wald wird nicht zuletzt durch die Nichtausschöpfung des Zuwachspotenzials beschränkt. Vor allem im Kleinwald haben sich große Durchforstungsreserven aufgebaut. Laut Ergebnissen der Österreichischen Waldinventur (Inventurperiode 1992/96) werden auf insgesamt 37 % der Fläche Pflegemaßnahmen¹² vorgeschlagen. Dieser Wert hat sich gegenüber der letzten Inventur nur geringfügig verringert. Davon wird auf 50 % der Fläche ein Durchforstungseingriff empfohlen (Tab. 3.1-18). Zählt man die Standraumerweiterung zur Durchforstung dazu, dann sind es sogar 78 % der Fläche (FBVA, 1997).

Tab.3.1-18: Vorgeschlagene Pflegemaßnahmen in Österreichs Wald lt. ÖWI (alle EA)

Pfleßmaßnahmen	1992/96		1986/90	
	1000 ha	%	1000 ha	%
Kulturpflege	101	8	96	8
Standraumerweiterung	344	28	376	32
Durchforstung	596	50	641	53
Verjüngungshieb	107	9	50	4
Räumung	31	3	30	2
Entrümpelung	25	2	15	1
Gesamt	1204	100	1208	100

Quelle: FBVA (1993, 1997)

Im folgenden werden die Durchforstungsreserven getrennt nach Betriebs- und Eigentumsarten dargestellt. Die Darstellungen umfassen nur Angaben zum Hochwald-Ertragswald (dazu zählt Wirtschaftswald-Hochwald und Schutzwald in Ertrag-Hochwald), da aus der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) nur diese Daten zur Verfügung stehen (Tab. 3.1-19 bis 3.1-22 und Abb. 3.1-14).

Tab.3.1-19: Durchforstungsreserven im Ertragshochwald - Waldfläche – Betriebsarten in 1000 ha

Betriebsart		1986/90			1992/96		
		Gesamtfläche	Df.-Reserve		Gesamtfläche	Df.-Reserve	
				%			%
Hochwald	Wiwa	2.949	633	21,5	2.967	585	19,7
	SwiE	286	8	2,8	289	11	3,8
Hochwald – Ertragswald		3.235	641	19,8	3.256	596	18,3

Quelle: FBVA (1993, 1997)

¹² Der Begriff „Pfleßmaßnahme“ wird hier aus der ÖWI übernommen, obwohl es sich nicht um Pflege im eigentlichen Sinne, sondern um Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Erzielung eines höheren Ertrages handelt (s. auch Kap. 4)

Tab. 3.1-20: Durchforstungsreserven im Ertrags-Hochwald - Vorrat – Betriebsarten in 1000 Vfm

Betriebsart		1986/90			1992/96		
		Gesamtvorrat	Df.-Reserve		Gesamtvorrat	Df.-Reserve	
				%			%
Hochwald	Wiwa	885.814	64.635	7,3	902.722	56.622	6,3
	SwiE	72.725	734	1,0	73.889	1.011	1,4
Hochwald - Ertragswald		958.539	65.369	6,8	976.889	57.633	5,9

Quelle: FBVA (1993, 1997)

Tab.3.1-21: Durchforstungsreserven im Ertrags-Hochwald - Waldfläche – Eigentumsarten in 1000 ha

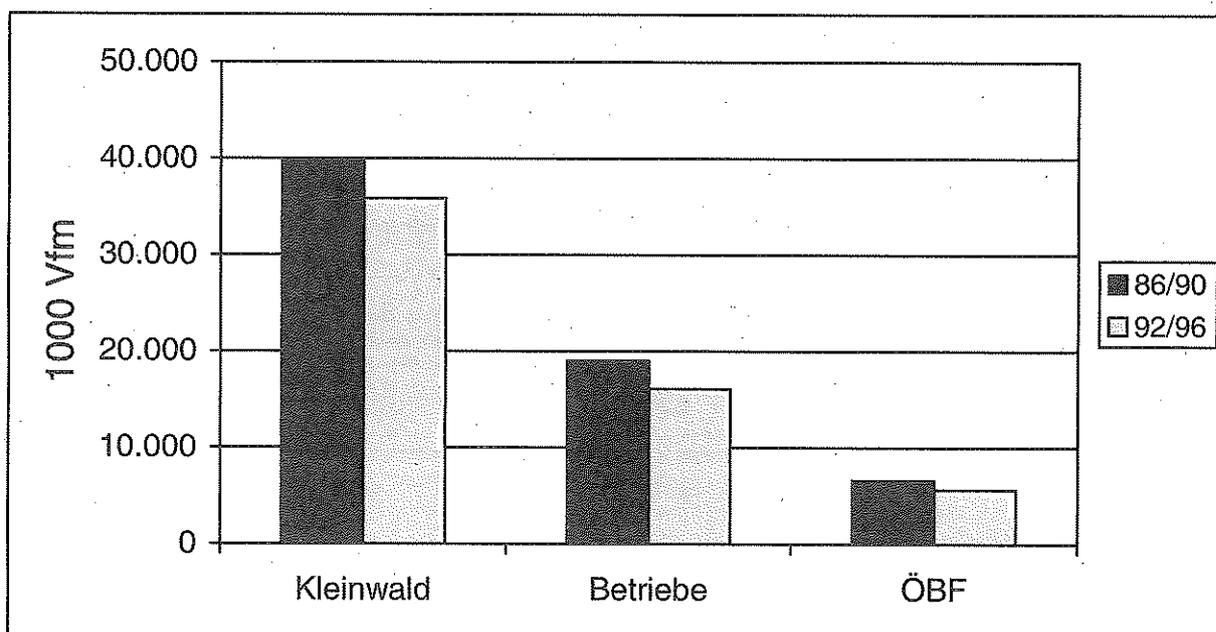
Eigentumsart	1986/90			1992/96		
	Gesamtfläche	Df.-Reserve		Gesamtfläche	Df.-Reserve	
			%			%
Kleinwald	2.059	412	20,0	2.097	386	18,4
Betriebe	1.238	171	13,8	1.239	153	12,3
ÖBf AG	581	58	10,0	588	58	9,9

Quelle: FBVA (1993, 1997)

Tab. 3.1-22: Durchforstungsreserven im Ertrags-Hochwald - Vorrat – Eigentumsarten in 1000 Vfm

Eigentumsart	1986/90			1992/96		
	Gesamtvorrat	Df.-Reserve		Gesamtvorrat	Df.-Reserve	
			%			%
Kleinwald	524.536	39.752	7,6	547.144	35.877	6,6
Betriebe	308.255	19.007	6,2	304.005	16.105	5,3
ÖBf AG	138.752	6.609	4,8	136.761	5.651	4,1

Quelle: FBVA (1993, 1997)



Quelle: FBVA (1993, 1997)

Abb. 3.1-14: Durchforstungsreserven - Vorrat – Eigentumsarten

Bemerkungen zu den Tab. 3.1-18 bis 3.1-22 und Abb. 3.1-14:

- Die Durchforstungsreserven wurden bei der jüngsten Inventur 1992/96 mit 57,6 Mio. Vfm etwas geringer geschätzt als in der vorangegangenen Periode 1986/90 (65,4 Mio. Vfm).
- Das **Schwergewicht** der vorgeschlagenen Durchforstungen liegt eindeutig im **bäuerlichen Kleinwald**, was einerseits durch das Einwachsen der zahlreichen Neuaufforstungen auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden (BMLF, 1971-1998), aber auch durch, über längere Zeiträume nicht durchgeführte, Vornutzungen begründet ist. Laut ÖWI 1992/96 liegt der gesamte Zuwachs im Kleinwald bei 17 Mio. VfmD/Jahr, die gesamte Nutzung jedoch nur bei 10 Mio. (FBVA, 1997). Damit werden in dieser Eigentumskategorie insgesamt nur 58 % des Zuwachses genutzt.
- Die Prozentanteile der Durchforstungsreserven am Gesamtvorrat in der jeweiligen Eigentumskategorie errechnen sich für die Inventurperiode 1992/96 für den Kleinwald mit 6,6 %, für Betriebe mit 5,3 % und für die ÖBf AG mit 4,1 % (Periode 1986/90: 7,6 %, 6,2 % und 4,8 %). Es ist also ein leichter Rückgang festzustellen.
- Bei den Betriebsarten liegt das Schwergewicht mit 6,3 % des Gesamtvorrates eindeutig im Wirtschaftswald-Hochwald. Der Anteil der Durchforstungsreserven im Schutzwald i.E. liegt mit 1,4 % deutlich darunter.

Zählt man nun die Standräumerweiterung zur eigentlichen Durchforstung dazu (BMLF, 1998), so erhöhen sich die Werte der Durchforstungsreserven wie folgt:

- Die Durchforstungsreserven in der Periode 1992/96 betragen 64,5 Mio. Vfm und in der Periode 1986/90 71,5 Mio. Vfm.
- In Prozentanteilen des Gesamtvorrates ausgedrückt, ergeben die Durchforstungsreserven für den Kleinwald 7,4 % (8,4 %), für die Betriebe 5,9 % (6,6 %) und für die ÖBf AG 4,6 % (5,1 %). In Klammer die Werte der Periode 1986/90.
- Für die Betriebsarten ergeben sich für den Wirtschaftswald-Hochwald 7 % (8 %) und für den Schutzwald im Ertrags-Hochwald 1,5 % (1,2 %) des Gesamtvorrates.

Unter Berücksichtigung der Standraumerweiterung ergibt sich insgesamt ein Mehrnutzungspotenzial an Durchforstung von ca. 65 Mio. Vfm, davon mehr als 40 Mio. Vfm (63 %) im Kleinwald.

3.1.3.2 Motive für die Durchführung bzw. Unterlassung von Durchforstungen im Kleinwald

In den letzten Jahren wurden am Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft (Universität für Bodenkultur Wien) eine Reihe von Diplomarbeiten durchgeführt, die sich in verschiedenen Teilen Österreichs mit dem Angebotsverhalten des Kleinwaldes (inkl. Vornutzung) auseinandersetzen. Dabei ging es u. a. um die Erfassung von Motiven für die Durchführung oder Unterlassung von Durchforstungen (bzw. Nutzungen im allgemeinen) sowie daraus ableitbare Überlegungen für die Mobilisierung von (Durchforstungs-)Reserven. Allen diesen Arbeiten ist gemeinsam, dass sie Primärdaten enthalten, welche in Form von persönlichen (im Falle der Waldwirtschaftsgemeinschaften in NÖ schriftlichen) Interviews erhoben wurden. Damit verbunden ist allerdings auch das Problem, dass diese Erhebungen jeweils nur ein eng begrenztes geographisches Gebiet umfassen, da bei Durchführung persönlicher, mündlicher Interviews größere Erhebungseinheiten den DiplomandInnen finanziell und organisatorisch nicht zumutbar wären. Die Erhebungen sind somit aus statistischer Sicht keineswegs repräsentativ für ganz Österreich und die Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Fragebögen nur teilweise unmittelbar vergleichbar. Trotzdem können einige generelle Schlussfolgerungen gezogen werden, welche als Ergänzung zu den oben diskutierten, auf Sekundärdaten und vor allem auf Preisen aufbauenden Analysen zu sehen sind.

Gründe für die Durchforstungstätigkeit im Kleinwald

Alle der ausgewerteten Arbeiten gingen in unterschiedlichem Ausmaß der Frage nach, worin die wesentlichen Beweggründe für die Durchführung von Vornutzungsaktivitäten liegen und lagen.

- Der wichtigste Grund für die Durchführung von Durchforstungen im Kleinwald ist – wenn auch mit regional unterschiedlichem Anteil - der Eigenbedarf, vor allem an Brennholz, danach folgen Kalamitäten und die Finanzierung von Anschaffungen für den Betrieb oder für private Zwecke (LUNGKOFER, 1997; PIRKER, 1995).
- Nur wenige Kleinwaldbesitzer geben an, aufgrund eines günstigen Holzpreises bzw. günstiger Marktlage zu durchforsten (LUNGKOFER, 1997; PIRKER, 1995).
- KAPPELLER (1995) hat mit einer anderen Fragestellung die Motivation zur Durchforstung untersucht und kommt zu folgenden wichtigen Beweggründen (in absteigender Bedeutung): Erzielung eines höheren Wertzuwachses, schnellere Erzielung stärkerer Durchmesser, Erzielung stabilerer Bestände, Sauberkeit in den Beständen (alle Gründe von 80 % und mehr der Befragten angegeben), Eigenbedarf (ca. zwei Drittel). Die Erzielung von Einkommen durch Verkauf von Durchforstungsholz wird von nur einem Drittel der Befragten als wichtig angegeben.

Gründe für die Unterlassung von Durchforstung im Kleinwald

Aufgrund der hohen Durchforstungsrückstände stellte sich vor allem die Frage, aus welchen Gründen Durchforstungen **nicht** durchgeführt wurden und werden.

- SCHMOELZER (1998) diagnostiziert u. a. eine Unterschätzung des Nutzungspotenzials durch die Kleinwaldbesitzer, einerseits durch die Unterschätzung des Zuwachses, andererseits durch den Glauben, dass im eigenen Betrieb gar keine Durchforstungsreserven

vorhanden wären (ca. zwei Drittel der Befragten). PIRKER (1995) kann letzteres bei ca. einem Drittel der Befragten feststellen.

- Im Zusammenhang damit dürfte die Angst davor stehen, dass Durchforstungen später Engpässe bei der Eigenversorgung nach sich ziehen könnten (KAPELLER, 1995).
- Schlechte Holzpreise werden unterschiedlich gesehen. Bei SCHMOELZER (1998) sind es nur 11 % der befragten Kleinwaldbesitzer, die einen zu niedrigen Holzpreis als Grund für die Unterlassung von Durchforstungen angeben, bei PIRKER (1995) ca. ein Drittel, bei LUNGKÖFLER (1997) geben 20 % „fehlende Kostendeckung“ an. Bei KAPELLER (1995) hingegen sind es mehr als 70 %, die den niedrigen Holzpreis als Begründung nennen. Bei den letzteren drei Autoren fehlte als Antwortmöglichkeit allerdings die Kategorie „fehlende Durchforstungsreserven“, welche bei SCHMOELZER an erster Stelle genannt wurde.
- Als grundsätzliches Problem der Waldbewirtschaftung im Allgemeinen werden bei allen ausgewerteten Arbeiten Zeitmangel und Arbeitskräftemangel an vorderster Stelle für die Begründung der Unterlassung von Nutzungen genannt (KAPELLER, 1995; LUNGKÖFLER, 1997; PIRKER, 1995; SCHMOELZER, 1998).
- Verschiebungen in den Betriebsstrukturen (vom Vollerwerb zum Neben- und Zuerwerb) und damit die verstärkte Betätigung im nicht-landwirtschaftlichen Bereich (z. B. Dienstleistungssektor) haben vielfach das Interesse von Waldbesitzern an der Holznutzung und auch ihren Bezug dazu verringert (vgl. z. B. BUERG, 1998), was sich infolge des geringeren Erlöses bzw. Deckungsbeitrages besonders auf Durchforstungsaktivitäten auswirkt.
- Trotz Zeit- und Arbeitskräftemangels war und ist der Großteil der Waldbesitzer nicht bereit, Holz am Stock zu verkaufen bzw. durch „Fremde“ nutzen zu lassen (LUNGKÖFLER, 1997; SCHMOELZER, 1998). Die Gründe dafür sind in absteigender Reihenfolge: Verlust an Arbeitseinkommen, lange Vertragsbindung, geringe Pfléglichkeit.

3.1.3.3 Strategien für die mögliche Mobilisierung von Durchforstungsreserven im Kleinwald

Manche der im folgenden genannten Strategien werden von verschiedenen Institutionen bereits konkret verfolgt.

- Intensivere **Information** der Kleinwaldbesitzer über ihren Zuwachs bzw. das mögliche Nutzungspotenzial und die Existenz von Durchforstungsrückständen im eigenen Wald: In KAPELLER (1995) geben ca. 30 % jener Waldbesitzer, die zu keiner Intensivierung der Durchforstung bereit sind, als Begründung an, dass ihr Wald ohnehin ausreichend durchforstet ist. Nach LUNGKÖFLER (1997) sind nur 36 % der befragten Kleinwaldbesitzer der Meinung, dass Durchforstungsrückstände in ihrem Wald existieren.
- Stärkere Bewusstmachung des **Einkommensbeitrages**: Während der Entgang von Arbeitseinkommen durch Stockverkauf durchaus bewusst ist, wird die Existenz bzw. Höhe eines Einkommensbeitrages (auch ohne eigenes Arbeitseinkommen) aus der Holznutzung generell unterschätzt. Im Zuge der zunehmenden Probleme der Einkommenssituation in der Landwirtschaft verliert dieser Aspekt zwar an Bedeutung, könnte aber durchaus noch stärker bewusst gemacht werden.
- **Durchforstungsprämien**: Nach KAPELLER (1995) hat die Industrie mit Durchforstungsprämien (mit denen auch die zeitliche Verteilung des Holzanfalls gesteuert werden kann) in OÖ positive Erfahrungen gemacht. Nach allen Umfragen wäre ein großer Teil der Befragten (> 40 %) bereit, bei höherem Preis auch mehr zu durchforsten.
- Förderung von **Waldwirtschaftsgemeinschaften (WWG)**: Alle Umfragen der letzten Jahre deuten darauf hin, dass die Mitgliedschaft bei einer Waldwirtschaftsgemeinschaft (bzw. ähnlichen gemeinschaftlichen Organisation) und in weiterer Folge gemeinsame Holznutzung sowie Holzvermarktung mittlerweile von einem Großteil, manchmal auch der Mehr-

heit der Waldbesitzer als wichtig oder notwendig erachtet wird. Dabei geht es vor allem um bessere Absatzbedingungen (Verkaufbarkeit kleiner Mengen, Abnahmegarantie) und die Erzielung höherer Preise. BICHL (1999) konnte für Niederösterreich nachweisen, dass WWG tatsächlich überdurchschnittliche Preise für ihre Mitglieder erzielen. In Niederösterreich stehen alle von den WWG-Funktionären genannten Hauptzwecke der Organisation mittelbar und unmittelbar im Zusammenhang mit der Erhöhung des Holzaufkommens und der Holzvermarktung. Diese WWG konnten in den letzten Jahren die über sie vermarkteten Holz mengen deutlich steigern, besonders die Umsätze von Sägerundholz und Sonder sortimenten, aber auch von Industrieholz (BICHL, 1999). *Andienungszwang*, also die Verpflichtung der Mitglieder zum Verkauf ihres gesamten Holzanfalls über die WWG zur Verhinderung von „Schlechtwettergenossenschaften“, wäre vermutlich kontraproduktiv, da wahrscheinlich der Mitgliederstand zurückgehen würde (BICHL, 1999).

- **Zusammenarbeit** von WWG mit Maschinenringen (Verfügbarkeit einer ökonomisch und ökologisch überzeugenden Forsttechnik) und der ÖBf AG zur Schaffung größerer Angebotsmengen (BICHL, 1999). Verbesserung der Logistikkette zwischen Forstwirtschaft und Holzwirtschaft.
- **Unterstützung bei Organisation, Know-how** (Auszeige) etc. durch WWG, aber auch durch Landwirtschaftskammern (KAPELLER, 1995).
- Aus Sicht der Holzindustrie erscheint die Ausrichtung der Unterstützungsaktivitäten auf jüngere Waldbesitzer am effizientesten, da die Bereitschaft zu alternativen Vermarktungsformen mit dem Alter sinkt (KAPELLER, 1995) bzw. auf größere Kleinwaldbesitzer, da diese stärker vom regelmäßigen Einkommen aus dem Wald abhängig sind (SCHMOELZER, 1998).

3.2 Das Angebot an Sägenebenprodukten für die Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie von der österreichischen Sägeindustrie

In diesem Abschnitt geht es um die Darstellung und Analyse der Entwicklungen des Angebots an Sägenebenprodukten durch die österreichische Sägeindustrie der letzten Jahrzehnte. Die Darstellung umfasst folgende Bereiche:

- Definition und Kategorien von Sägenebenprodukten
- Entwicklung des Angebots von Sägenebenprodukten
- Entwicklung der Preise von Sägenebenprodukten im Vergleich zu den Preisen für Industrieholz
- Zukunftsaussichten für das Aufkommen von Sägenebenprodukten auf Basis von ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a)

3.2.1 Zur Definition und den Kategorien von Sägenebenprodukten

Sägenebenprodukte (SNP) fallen bei der Produktion von Schnittholz als Koppelprodukt an. Einerseits sind sie vor dem Einschnitt im Sägerundholz enthalten (und werden damit automatisch mitverkauft), andererseits stellen sie nach ihrer Herstellung ein Konkurrenzprodukt zu Holz aus dem Wald dar - und zwar sowohl zu Industrieholz (Papier-, Plattenindustrie) als auch zu Brennholz (Verbrennung). Galten SNP früher als „Abfallprodukte“ und wurden hauptsächlich für Brenn- und Streuzwecke verwendet, werden sie nun zunehmend und überwiegend in der Papier- und Plattenindustrie eingesetzt.

Der Anfall von SNP ist eng mit der Einschnittstechnologie verknüpft. Im Zuge des vermehrten Einsatzes von Profilerspanneranlagen verdrängte Hackgut mehr und mehr die traditionellen Spreißel und Schwarten (Gatter). Dem Nachteil des größeren Volumens von Hackgut (1 fm = 2,86 rm) im Vergleich zu Spreißel und Schwarten (1 fm = 2 rm; BMLF, 1971-1998) steht die bessere Manipulierbarkeit gegenüber (JÖBSTL, 1994). Mittlerweile ist auch teilweise die Rinde zu einem vermarktbareren Produkt geworden; angebotseitig bedingt durch verstärkte Lieferung von Holz in Rinde, nachfrageseitig durch industrielle Verwertungsmöglichkeiten (Kompostierung, Verbrennung, Einsatz zur Spanplattenherstellung; JÖBSTL, 1994).

Mit verstärkter industrieller Verwendung ging auch eine Änderung der Bezeichnung einher. Sprach man früher häufig von **Sägeabfallholz** und später auch von **Sägerestholz**, hat sich nunmehr der Name **Sägenebenprodukte** eingebürgert.

Sägenebenprodukte sind zwar dem 'Rohholz' zuzuzählen (Rohstoff), haben aber bereits eine Verarbeitungsstufe durchlaufen. Die heute vom Fachverband der Sägeindustrie Österreichs unterschiedenen Kategorien von SNP sowie deren Anfall (1998) sind in Tab. 3.2-1 ersichtlich.

Tab. 3.2-1: Kategorien und Anfall von Sägenebenprodukten in Österreich 1998

Kategorie	Produktion in Tsd. rm	1 rm ≈ fm	Produktion in Tsd. fm	Anteil in %
Schwarten/Spreißel m.R.	322	0,5	161	4
Schwarten/Spreißel o.R.	548	0,5	274	6
Hackgut m. R.	778	0,35	272	4
Hackgut o. R.	7.156	0,35	2.505	43
Sägespäne	5.293	0,3	1.588	31
Kappholz	150	0,5	75	2
Rinde	1.590	0,35	557	10
GESAMT	15.837	0,34	5.432	100

Quellen: FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS (1986-1999), E.B.

Von den in Tab. 3.2-1 angeführten Sägenebenprodukten ist vor allem Hackgut ohne Rinde für die Papierindustrie von besonderer Bedeutung. Auf Festmeterbasis erreicht es mittlerweile mehr als 40 % Anteil an den gesamten Sägenebenprodukten (inkl. Rinde).

3.2.2 Entwicklung des Angebots an Sägenebenprodukten in Österreich

In den verfügbaren Statistiken werden SNP in unterschiedlichem Umfang definiert. Die von 1970 bis 1998 durchgängigen Zeitreihen umfassen nur Spreißel, Schwarten und Hackgut, jedoch nicht Sägespäne, Kappholz und Rinde (vgl. die Waldberichte, früher: Jahresberichte über die Forstwirtschaft des BMLF). Abb. 3.2-1 zeigt die Summe der SNP dieser Kategorien.

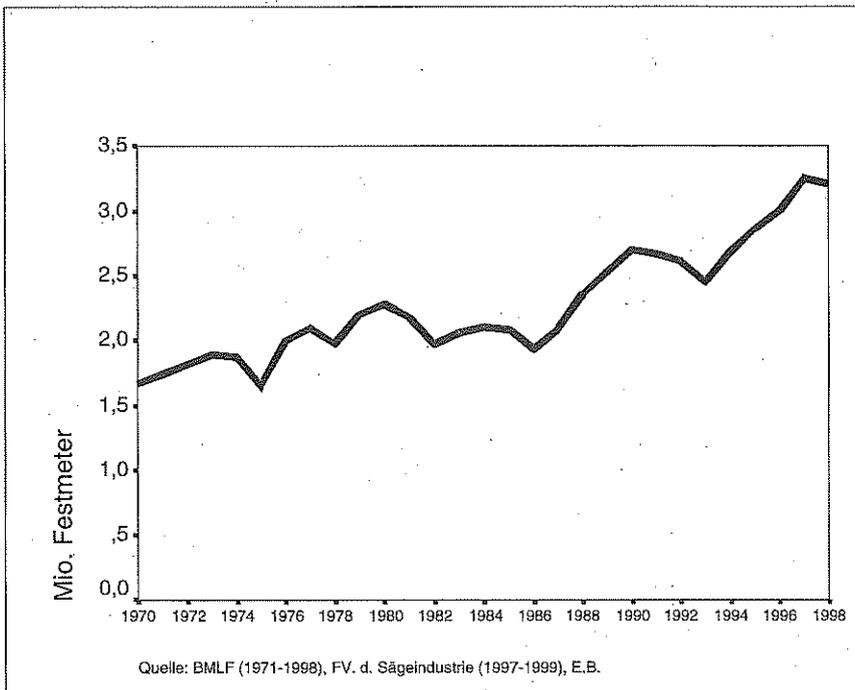


Abb. 3.2-1: Inlandsproduktion von Sägenebenprodukten in Festmeter – nur Spreißel, Schwarten und Hackgut (mit und ohne Rinde)

Seit 1986 werden im Jahresbericht des Fachverbandes der Sägeindustrie auch Sägespäne, Kappholz und Rinde ausgewiesen. Abb. 3.2-2 zeigt die Entwicklung nach einzelnen Kategorien, bei Spreißel/Schwarten und Hackgut auch weiter untergliedert nach SNP mit und ohne Rinde. Da Rinde für die Papierindustrie nicht als Einsatzstoff für die Zellstoff- und Holzstoffproduktion in Frage kommt, ist sie in dieser Abbildung nicht enthalten.

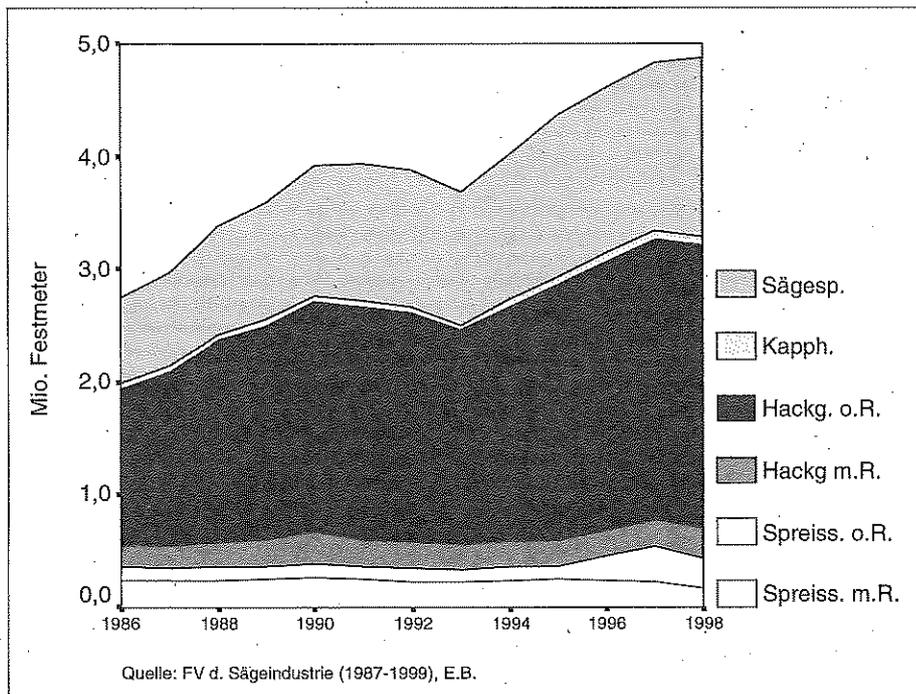


Abb. 3.2-2: Inlandsproduktion von Sägenebenprodukten in Festmeter (ohne Rinde)

Je nach Betrachtungsweise umfasst das Angebot an SNP (1998) zwischen 3,2 Mio. fm (ohne Sägespäne, Kappholz) und 4,9 Mio. fm (mit Sägespänen und Kappholz). Das Angebot an SNP incl. Sägespäne und Kappholz ist zwischen 1986 und 1998 um 77 % gestiegen. Diese Steigerung ist nicht ausschließlich auf die Erhöhung des Rundholzeinschnittes der Sägeindustrie, sondern auch auf die gesunkene Ausbeute infolge neuer Einschnittstechnologien (Wechsel vom Gatter zum Profilerspaner), verbunden mit schwächeren Rundholzdimensionen, zurückzuführen. Brauchte man 1986 im Durchschnitt nur ca. 1,55 fm Rundholz, um 1 m³ Schnittholz zu erzeugen, waren es 1997 schon 1,62 fm. Umgekehrt fiel die Ausbeute von 0,65 auf 0,62 m³ Schnittholz pro Festmeter (BMLF, 1971-1998; FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS, 1987-1999; E.B.).

Tab. 3.2-1: Strukturen des österreichischen Angebots an Sägenebenprodukten auf Festmeterbasis (ohne Kategorie Rinde)

SNP-Kategorie	1986		1998		Veränderungen 1998:1986 (%)
	(Tsd. fm)	(%)	(Tsd. fm)	(%)	
SNP gesamt	2.749	100,0	4.872	100,0	+77,2
SpreiBel/Schwarten m.R.	239	8,7	161	3,3	-32,6
SpreiBel/Schwarten o.R.	115	4,2	274	5,6	+138,3
Hackgut m.R.	200	7,3	272	5,6	+36,0
Hackgut o.R.	1.377	50,0	2.502	51,4	+81,7
Sägespäne	761	27,7	1.588	32,6	+108,7
Kappholz	57	2,1	75	1,5	+ 31,6

Quellen: Fachverband der Sägeindustrie Österreichs (1987-1999), E.B.

Aus Abb. 3.2-2 und Tab. 3.2-1 wird deutlich, dass sich vor allem das Angebot an SNP ohne Rinde deutlich erhöht hat. Das Angebot von SpreiBel/Schwarten mit Rinde ist um 33 % zurückgegangen (jenes ohne Rinde hat sich hingegen um 138 % erhöht), das Angebot an Hackgut mit Rinde ist nur um 36 % gestiegen (jenes ohne Rinde um 82 %). Von allen Kategorien hat Hackgut ohne Rinde absolut am meisten zugenommen und stellt derzeit mehr als die Hälfte des gesamten SNP-Angebots.

Von den in Österreich produzierten SNP fließen derzeit (1998) ca. 2,5 Mio. fm in die Zellstoff- und Papierindustrie. Dies entspricht einem Anteil von 51 % (inkl. Sägespäne und Kappholz) bzw. von 78 % (ohne Sägespäne und Kappholz). Obwohl SNP und Industrieholz aus dem Wald gleichermaßen (als gleichwertige Rohstoffe) in der Zell- und Holzstoffproduktion eingesetzt werden können, ergeben sich aus Sicht dieser Industrie zwei völlig unterschiedliche Angebotskomponenten.

- Abgesehen vom Import hat die Industrie als Beschaffer zwei unterschiedliche Märkte bzw. zwei unterschiedliche Kategorien von Anbietern vor sich: Die Forstwirtschaft (Industrieholzmarkt) und die Sägeindustrie (SNP-Markt).
- Für die Forstwirtschaft ist Industrieholz zwar auch gewissermaßen ein Koppelprodukt (es fällt entweder als Durchforstungsholz im Zuge von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen zur Erzielung eines höherwertigen Endproduktes an, oder als schwächere Stämme oder Stammteile bei der Endnutzung an), allerdings ist der Koppelprodukt-Charakter nicht so ausgeprägt wie bei den SNP. Die Durchforstungstätigkeit und die Ausformung von Industrieholz hängt zumindest teilweise von der Höhe des Industrieholzpreises ab (s. auch Kap. 3.1.2 sowie 4).

- Ganz anders ist die Angebotssituation der Sägeindustrie. Ihre Produktion von SNP wird fast ausschließlich von der Höhe des Rundholzeinschnitts und von der verwendeten Einschnittstechnologie bestimmt – und nicht vom SNP-Preis. Mit anderen Worten, das Angebot der Sägeindustrie ist fast völlig preisunelastisch.
- Da die Zellstoff- und Holzstoffindustrie (1) ihren inländischen Beschaffungsmarkt in zwei Teilmärkte trennen kann und (2) das Angebotsverhalten der Sägeindustrie hinsichtlich SNP preisunelastisch ist, kann sie den Preis für SNP im allgemeinen unter dem Preis für das vergleichbare Produkt aus dem Wald (Industrieholz) halten (s. Kap. 3.2.3).
- Es ist daher ökonomisch völlig rational, wenn die Zell- und Holzstoffindustrie ihren Bedarf in erster Linie zunächst mit den billigeren SNP und erst in zweiter Linie mit dem teureren Industrieholz aus dem Wald deckt.

3.2.3 Entwicklung der Preise von Sägenebenprodukten im Vergleich zu den Preisen für Industrieholz

Aufgrund der Teilung des Beschaffungsmarktes durch die Zellstoff- und Holzstoffindustrie sowie aufgrund des unelastischen Angebotsverhaltens der Säger liegt eine sogenannte „Preisdifferenzierung“ bzw. „Preisdiskriminierung“¹³ vor. Für vergleichbare Produkte werden vom Abnehmer unterschiedliche Preise bezahlt. Abb. 3.2-3 zeigt die Preisentwicklungen für Industrieholz aus dem Wald sowie für die SNP Industriespreißel und Hackgut, jeweils ohne Rinde. Das höherwertigere, weil leichter manipulierbare, Hackgut liegt näher am Industrieholzpreis als die Industriespreißel. Die stärkeren Schwankungen bei SNP im Vergleich zum Industrieholz aus dem Wald ist wesentlich durch das preisunelastische Angebotsverhalten der Sägeindustrie bedingt.

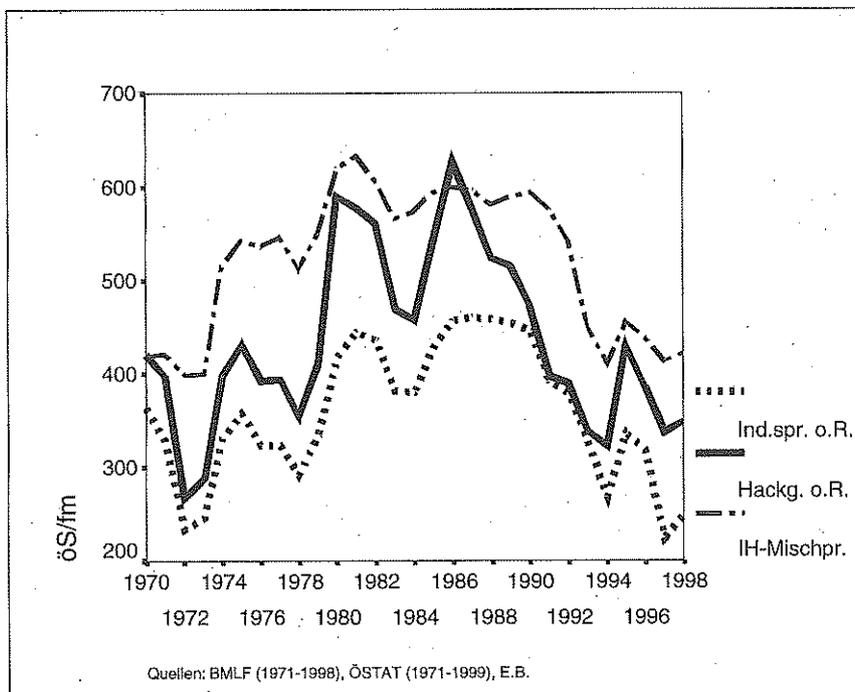


Abb. 3.2-3: SNP-Preise und Nadelindustrieholzpreise laufend (Festmeterbasis)

¹³ Der Begriff „Preisdiskriminierung“ ist hier keinesfalls im Sinne eines Vorwurfes an die Papierindustrie zu verstehen, sondern stellt einen in den Wirtschaftswissenschaften gebräuchlichen Terminus dar.

Abb. 3.2-4 zeigt die Preisrelationen der beiden SNP-Kategorien zum Industrieholz. Industrieholz (Fi/Ta 1a/b Mischpreis) ist im Durchschnitt um ca. 25 % (Extremwert 50 %) teurer als Hackgut ohne Rinde und um ca. 50 % (Extremwert 80 %) teurer als Industriespreißel ohne Rinde (auf Festmeterbasis).

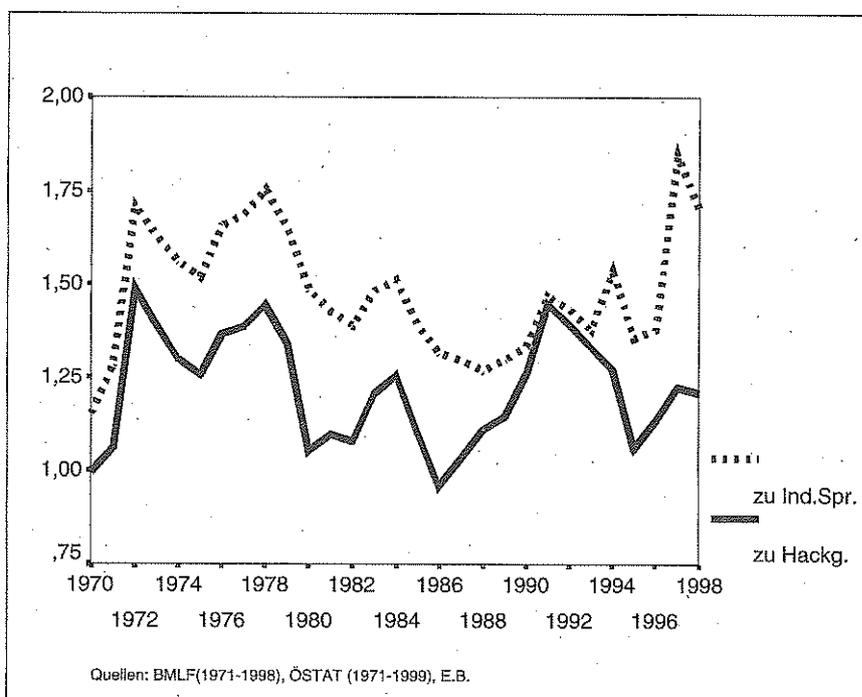


Abb. 3.2-4: Preisverhältnis von Nadelindustrieholz zu SNP (Festmeterbasis)

Für die Sägeindustrie ist die Preissituation für SNP keineswegs als befriedigend zu bezeichnen, da das vergleichbare Industrieholz aus dem Wald mehr erlöst. Zwei Strategien aus der Sicht der Sägeindustrie sind theoretisch denkbar, um der „Preisdiskriminierung“ auszuweichen. Eine davon bestünde darin, den bisher geteilten (teilbaren) Markt zu einem Markt zusammenzuschließen, also SNP gemeinsam mit dem Industrieholz der Forstwirtschaft anzubieten. Dazu wäre aber eine diesbezügliche Kooperation mit der Forstwirtschaft Voraussetzung, zu der es bisher nicht gekommen ist. Die andere Strategie bestünde in der Suche nach anderen Märkten, um nicht ausschließlich von den Abnehmern der Papier- und Plattenindustrie abhängig zu sein. Dieser zu folgen, wird derzeit auch konkret versucht. Sie zielt vor allem auf Energiegewinnung aus SNP ab, sowohl als Energieversorger über Heizungen bzw. Fernheizwerke auf Basis von Hackschnitzeln, als auch in der innerbetrieblichen Energiegewinnung. Beide Möglichkeiten beziehen sich vor allem auf geringwertigere SNP, also Rinde bzw. Spreißel/Schwarten und Hackgut mit Rinde.

3.2.4 Zukunftsaussichten für das Aufkommen von Sägenebenprodukten auf Basis von ETTS V

In der Studie ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a) wurde auch das Aufkommen von SNP in Europa erfasst. Dabei wurde unterschieden nach der Produktion von SNP (gesamt) und der Produktion von industriell verwertbaren SNP.

Die europäische Studie (UN-ECE/FAO, 1996a,b) ergibt für das SNP-Angebot in Österreich und Europa folgendes Bild:

- Das Gesamtangebot an SNP in Europa wird von 76 Mio. fm (1990) um 30 % auf 99 Mio. fm (2020) steigen und erhöht sich damit mehr als das Holzaufkommen aus dem Wald (+22 %).

- Das Angebot an industriell verwertbaren SNP wird in ganz Europa bis 2020 von derzeit ca. 47 Mio. fm auf 74 Mio. fm steigen. Damit erhöht sich der Anteil der industriell verwertbaren SNP am Gesamtangebot von 61 % auf ca. 75 %.
- In Österreich steigt das Gesamtangebot an SNP zwischen 1990 und 2020 um ca. 22 % und damit etwa im selben Ausmaß wie das Holzaufkommen aus dem Wald.
- Der Anteil der industriell verwertbaren SNP am SNP-Gesamtaufkommen in Österreich liegt von Anfang an deutlich über dem europäischen Durchschnitt (94 %) und ist damit kaum zu steigern. Das Aufkommen von industriell verwertbaren SNP wird um 2020 etwa 4,9 Mio. fm betragen und liegt damit um 29 % höher als 1990.

Tab. 3.2-2: *Zukünftiges SNP Aufkommen in Europa und Österreich lt. ETTS V in Tsd. fm (niedriges Wachstumsszenario)*

Region	Produktion SNP	1990	2000	2010	2020	Veränderung 2020 zu 1990 in %
Europa ges.	SNP gesamt	75.860	81.953	90.654	98.969	+30
	SNP industriell	47.009	54.582	64.441	74.051	+58
	Anteil industriell %	62	67	71	75	-
Österreich	SNP gesamt	3.897	4.152	4.457	4.756	+22
	SNP industriell	3.680	4.152	4.457	4.756	+29
	Anteil industriell %	94	100	100	100	-

Quelle: UN-ECE/FAO (1996b)

- **Mit Sägespänen und Kappholz beträgt das inländische Angebot an Sägenebenprodukten derzeit etwa 4,9 Mio. fm (3,2 Mio. ohne Sägespäne und Kappholz).**
- **In den letzten beiden Jahrzehnten ist vor allem das Angebot von Sägenebenprodukten ohne Rinde gestiegen. Den größten Anteil mit ca. 2,5 Mio. fm oder 51 % hält Hackgut ohne Rinde.**
- **Von den in Österreich produzierten SNP fließen ca. 2,5 Mio. fm in die Zellstoff- und Papierindustrie. Dies entspricht einem Anteil von 51 % (inkl. Sägespäne und Kappholz) bzw. von 78 % (ohne Sägespäne und Kappholz).**
- **Aufgrund der Teilbarkeit des Beschaffungsmarktes (Forstwirtschaft, Säge) aus der Sicht der Zellstoff- und Holzstoffindustrie und dem preisunelastischen Angebotsverhalten der Sägeindustrie ist die Papierindustrie in der Lage, die Preise für Sägenebenprodukte durchschnittlich zwischen 25 % (Hackgut o.R.) und 50 % (Industriespreiße o.R.) unter dem Industrieholzpreis (aus dem Wald) zu halten.**
- **Die Papierindustrie deckt sich daher in erster Linie mit den billigeren Sägenebenprodukten und erst in zweiter Linie mit dem teureren Industrieholz aus dem Wald ein.**
- **Im gesamten Europa werden derzeit nur etwa 62 % der anfallenden Sägenebenprodukte industriell genutzt. In Österreich beträgt dieser Anteil mehr als 90 %.**
- **Das Gesamtangebot an Sägenebenprodukten in Österreich wird bis 2020 um 22 %, jenes an industriell verwertbaren Sägenebenprodukten um 29 % steigen. Letzteres wird um 2020 etwa 4,9 Mio. fm erreichen.**
- **Die zukünftige Zunahme des Angebots von Sägenebenprodukten liegt in Österreich leicht über jener des Holzeinschlags aus dem Wald.**

3.3 Die österreichische Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie – die Märkte von Roh- und Halbstoffen, Papier und Pappe

Dieser Abschnitt beinhaltet die Darstellung und Analyse von Entwicklungen in der österreichischen Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie bezüglich Holz und Papierhalbstoffen sowie Papier und Pappe. Er umfasst folgende Bereiche:

- Darstellung und Analyse des Holzverbrauchs der Papierindustrie
- Darstellung und Analyse der Produktion und des Verbrauchs von Papierhalbstoffen durch die Papierindustrie unter besonderer Berücksichtigung von Altpapier
- Darstellung und Analyse der Produktion und des Absatzes von Papier und Pappe

Internationale Entwicklungen sowie Außenhandelsflüsse von Holz, Papierhalbstoffen sowie von Papier und Pappe in regionaler Hinsicht werden in Kapitel 4 behandelt.

3.3.1 Darstellung und Analyse des Holzverbrauchs der Papierindustrie

3.3.1.1 Holzverbrauch nach Holzsorten und Bezugsquellen

Holz wird nicht direkt in der Produktion von Papier und Pappe verwendet, sondern in einer ersten Stufe zu verschiedenen Zellstoffsorten und Holzstoff (Holzschliff) verarbeitet. Der Holzverbrauch der Papierindustrie besteht aus Nadel- und Laubrundholz sowie aus SNP. Holz kann sowohl aus dem Inland als auch aus dem Ausland bezogen werden. Dabei entstehen unterschiedliche Konkurrenzbeziehungen:

- Holz aus dem Wald – SNP
- Holz aus dem Inland – Holz aus dem Ausland
- Holz (in verarbeiteter Form als Zellstoff und Holzstoff) insgesamt – Altpapier.

Die verschiedenen Komponenten des Holzverbrauchs weisen in ihren zeitlichen Veränderungen höchst unterschiedliche Entwicklungen auf (Abb. 3.3-1 und Tab. 3.3-1).

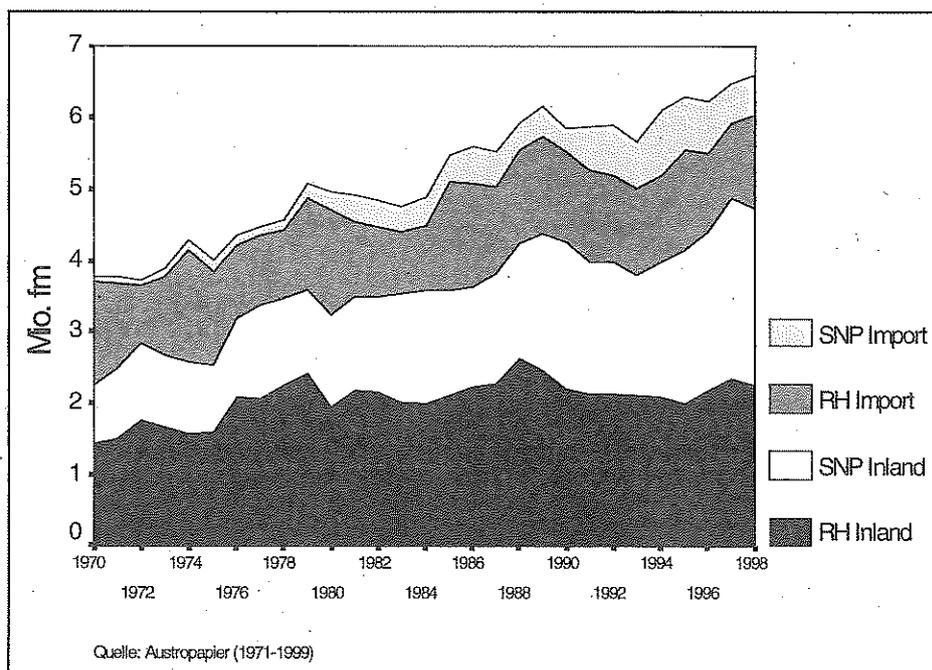


Abb. 3.3-1: Holzverbrauch der Zellstoff- und Holzstoffindustrie – Laub- und Nadelholz

Tab. 3.3-1: Strukturen des Holzverbrauchs der österreichischen Zellstoff-, Holzstoff-, Papier- und Pappeindustrie

Komponenten	1970		1998		Veränderungen 1998:1970 %
	Tausend fm o.R.	%	Tausend fm o.R.	%	
Holz gesamt	3.775	100,0	6.596	100,0	+74,7
<i>davon Inland</i>	<i>2.251</i>	<i>59,6</i>	<i>4.740</i>	<i>71,9</i>	<i>+110,6</i>
<i>davon Import</i>	<i>1.524</i>	<i>40,4</i>	<i>1.856</i>	<i>28,1</i>	<i>+21,8</i>
Rundholz (N+L)	2.874	76,1	3.542	53,7	+23,2
<i>davon Inland</i>	<i>1.428</i>	<i>37,8</i>	<i>2.247</i>	<i>34,1</i>	<i>+57,4</i>
<i>davon Import</i>	<i>1.446</i>	<i>38,3</i>	<i>1.295</i>	<i>19,6</i>	<i>-10,4</i>
Nadelrundholz	1.808	47,9	2.554	38,7	+41,3
<i>davon Inland</i>	<i>1.248</i>	<i>33,1</i>	<i>1.871</i>	<i>28,3</i>	<i>+49,9</i>
<i>davon Import</i>	<i>560</i>	<i>14,8</i>	<i>683</i>	<i>10,4</i>	<i>+22,0</i>
Laubrundholz	1.066	28,2	988	15,0	-7,3
<i>davon Inland</i>	<i>180</i>	<i>4,8</i>	<i>376</i>	<i>5,7</i>	<i>+108,9</i>
<i>davon Import</i>	<i>886</i>	<i>23,5</i>	<i>612</i>	<i>9,3</i>	<i>-30,9</i>
Sägenebenprod.	901	23,9	3.054	46,3	+239,0
<i>davon Inland</i>	<i>823</i>	<i>21,8</i>	<i>2.493</i>	<i>37,8</i>	<i>+202,9</i>
<i>davon Import</i>	<i>78</i>	<i>2,1</i>	<i>561</i>	<i>8,5</i>	<i>+619,2</i>

Quellen: AUSTROPAPIER (1971-1999), E.B.

Die wichtigsten Erkenntnisse aus Abb. 3.3-1 und Tab. 3.3-1:

- Der gesamte Holzverbrauch der Papierindustrie ist zwischen 1970 und 1998 um 75 % gestiegen und beträgt derzeit ca. 6,6 Mio. fm o.R.
- Lag der Anteil der SNP 1970 noch bei 24 %, ist er mittlerweile auf 46 % gestiegen. Von allen Komponenten des Holzverbrauchs weisen SNP mit +239 % die stärksten Zuwächse zwischen 1970 und 1998 auf. Die Importe an SNP sind im selben Zeitraum noch weit stärker gewachsen als das Inlandsaufkommen (+619 %).
- Im Gegensatz dazu ist der Verbrauch an rundem Industrieholz (3,5 Mio. fm o.R.) insgesamt nur um 23 % gestiegen. Anders als in der Sägeindustrie sind jedoch die Importe von Rundholz weniger gestiegen als der Inlandsbezug (Nadelholz) bzw. deutlich zurückgegangen (Laubholz). Die Inlandsbezüge haben sich um 57 % erhöht.
- Bedingt durch den hohen Anteil am SNP-Einsatz sowie durch die absolute Höhe der Importe an Rundholz kommt nur ca. ein Drittel des gesamten Holzverbrauchs der Papierindustrie direkt von der österreichischen Forstwirtschaft (2,2 Mio. fm o.R.). Der Anteil des direkten Rundholzbezugs von der österreichischen Forstwirtschaft stagnierte im letzten Jahrzehnt.
- Zählt man die inländischen SNP hinzu (und zieht davon wieder 30 % ab, da die Sägeindustrie Sägerundholz in ca. dieser Größenordnung importiert), stammen direkt und indirekt ca. 60 % des gesamten Holzverbrauchs der Papierindustrie aus dem österreichischen Wald.

Bei den verwendeten Holzarten dominieren insgesamt Fichte/Tanne (Abb. 3.3-2). Fast die Hälfte des eingesetzten Rundholzes entfällt auf diese Baumarten. Der Anteil von Kiefer/Lärche beträgt knapp ein Viertel des Rundholzes, jener von Buche etwas mehr als ein Fünftel, jener von sonstigen Laubholzarten ca. 6 %. SNP sind zwar nicht weiter nach Holzarten untergliederbar, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass weit mehr als 90 % davon aus Nadelholz bestehen (nach den Produktionszahlen der Sägeindustrie). Aufgrund der Inlandsverfügbarkeit von Fichte/Tanne fallen Importe dieser Holzarten vergleichsweise geringer aus als für Kiefer/Lärche, Buche und sonstige Laubholzarten (letztere werden fast ausschließlich importiert).

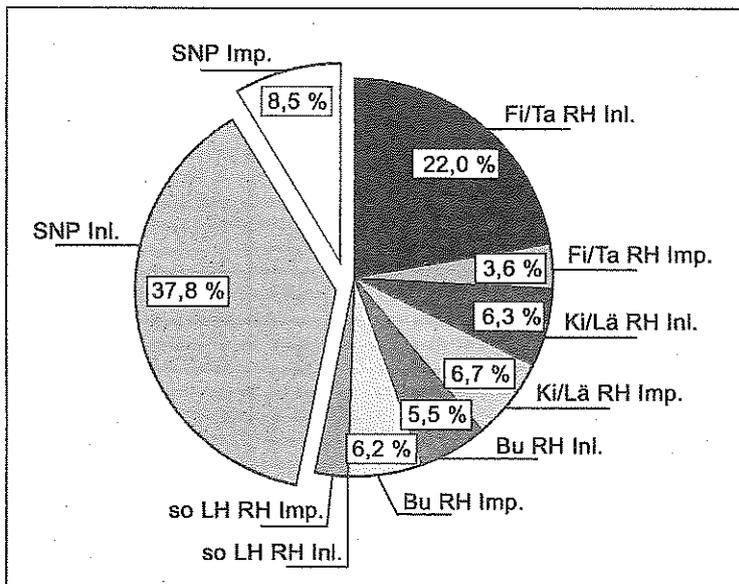


Abb. 3.3-2: Holzverbrauch der Zellstoff- und Holzstoffindustrie nach Holzsorten sowie nach Inlands- und Importbezug

Der Außenhandel von Industrieholz (Faserholz) wurde vom ÖSTAT nur bis zum EU-Beitritt Österreichs 1994 eigens ausgewiesen, seitdem wird es gemeinsam mit Sägerundholz, Furnierholz etc. als „Nutzholz“ geführt, allerdings nach wie vor unterscheidbar in Nadel- und Laubholz. Die letzten verfügbaren Daten für Faserholzimporte nach Ländern stammen somit aus 1994 (Abb. 3.3-3). Sowohl für Nadel- als auch für Laubfaserholz gilt, dass – nicht zuletzt aufgrund Transportkosten – der größte Teil der Importe aus den unmittelbaren Nachbarländern Tschechien, Slowakei, Deutschland und Ungarn stammt.

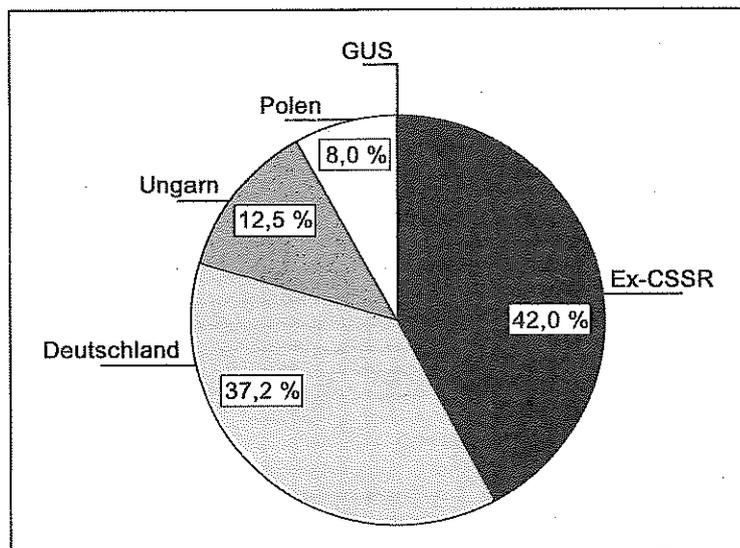


Abb. 3.3-3: Österreichs Nadelfaserholzimporte nach Ländern 1994 (987 Tsd. fm)

In Abb. 3.3-4 sind die österreichischen Buchenfaserholzimporte 1994 dargestellt, die den Großteil der Laubfaserholzimporte abdecken.

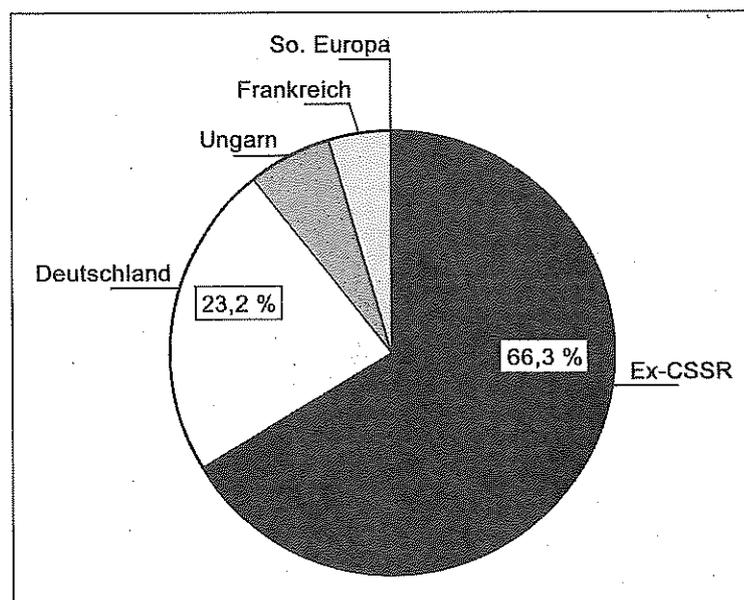


Abb. 3.3-4: Österreichs Buchenfaserholzimporte nach Ländern 1994 (256 Tsd. fm)

Die forst- und holzwirtschaftliche Datenbank des Europäischen Forstinstitutes enthält als eine der wenigen leicht zugänglichen internationalen Quellen Daten zu Handelsströmen zwischen einzelnen Ländern, allerdings in sehr grober Produktgliederung und derzeit nur in Geldwerten (US \$). Abb. 3.3-5 zeigt die zeitliche Entwicklung (wertmäßig) der gesamten österreichischen Nutzholzimporte (also inkl. Sägerundholz) nach Regionen. An der relativen Bedeutung der unmittelbaren Nachbarn hat sich im Zeitablauf wenig geändert. Seit der politischen Wende in Osteuropa hat sich die Bedeutung Russlands und Polens als Nutzholzlieferant für Österreich deutlich verringert.

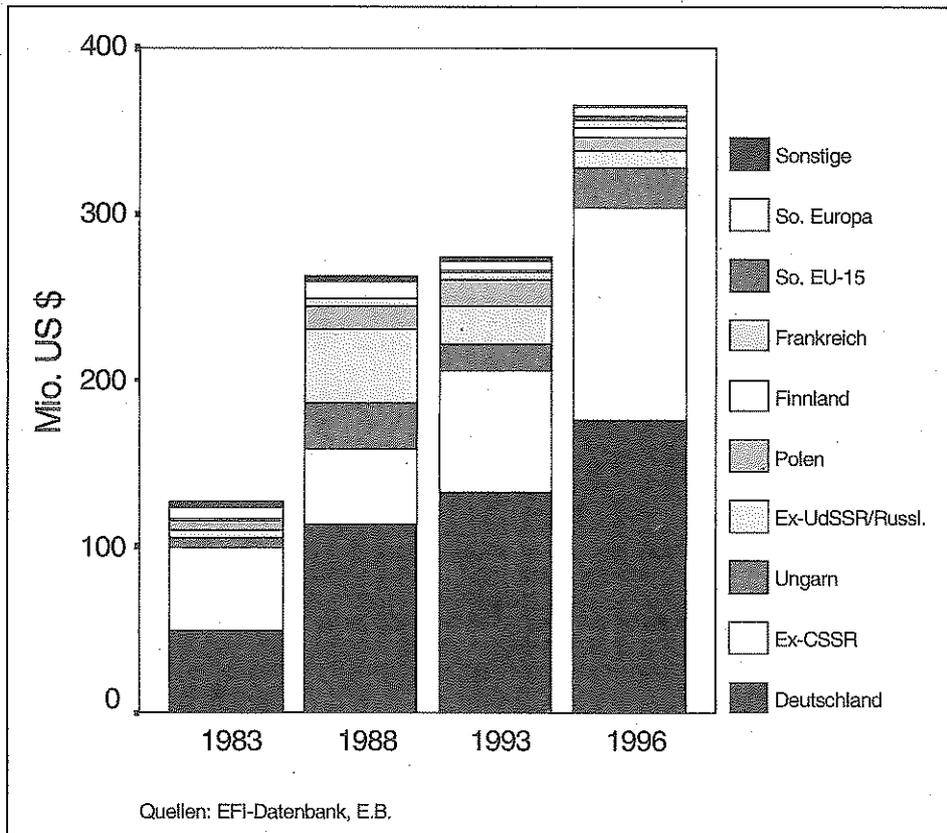


Abb. 3.3-5: Österreichs Nutzholzimporte nach Ländern/Regionen (Mio. US \$)

3.3.1.2 Industrieholzpreise

Entwicklung der Industrieholzpreise

Die Inlandspreise für Industrieholz aus dem Wald und für SNP wurden bereits in den Kapiteln 3.1.1.4 und 3.2.3 behandelt. Aufgrund der möglichen „Preisdiskriminierung“ von SNP ist Nadelindustrieholz (Fi/Ta 1a/b Mischpreis) im Durchschnitt um ca. 25 % teurer als Hackgut ohne Rinde und um ca. 50 % teurer als Industriespreißel ohne Rinde (auf Festmeterbasis). Die Papierindustrie deckt sich daher in erster Linie mit den billigeren SNP und erst in zweiter Linie mit Industrieholz aus dem Wald ein.

Für eine Analyse der Holzimportmengen sind auch Daten über Importpreise notwendig. Echte Importpreise sind in der Statistik zwar nicht verfügbar, doch können als Preisersatz sogenannte „Importdurchschnittswerte“ (Importwert : Importmenge) berechnet werden. Da in der österreichischen Außenhandelsstatistik seit dem EU-Beitritt Nadel- und Laubnutzholz nicht mehr weiter untergliedert wird, ist seitdem eine Berechnung der Durchschnittswerte nicht möglich. In den FAO-Außenhandelsdaten wird diese Unterscheidung bereits seit 1991 nicht mehr durchgeführt, daher können Außenhandelsdurchschnittswerte für Industrierundholz nur bis einschließlich 1994 angegeben werden¹⁴. Importdurchschnittswerte für Sägenebenprodukte stehen hingegen für den gesamten Zeitraum zur Verfügung.

¹⁴ Aufgrund der durchgängig verfügbaren Zeitreihendaten für Industrierundholzimporte und Werte erfolgte die Berechnung der Importdurchschnittswerte auf Basis der FAO-Statistik (FAOSTAT). Dabei wurden Importwerte für Industrierundholz (pulpwood round & split) durch die Importmengen dividiert und die sich ergebenden Importdurchschnittswerte (import unit-values) mit den jeweiligen Wechselkursen von Dollar auf Schilling umgerechnet.

Abb. 3.3-6 zeigt, (1) dass der durchschnittliche Importdurchschnittswert für rundes Industrieholz (eine Trennung nach Nadel- und Laubholz ist in der FAO-Statistik nicht möglich) stärker schwankt als Inlandspreise, (2) dass er bis 1989 zwischen den beiden Inlandspreisen für Nadel- und Laubindustrieholz liegt und (3) dass er mit Beginn der 90er Jahre sogar etwas über den Inlandspreis für Nadelholz angestiegen ist. Insgesamt ist der Importdurchschnittswert also stärker gestiegen als der Inlandspreis für Nadelholz, was ein erster Hinweis für die gesunkenen Rundholzimporte der Zellstoff- und Holzstoffindustrie ist. Der drastische Abfall aller drei Kurven nach 1990 dürfte u. a. auf das Schadholzereignis im März 1990 zurückzuführen sein.

In Abb. 3.3-6 sind die Industrierundholzpreise für Buche dargestellt, da diese Baumart den Großteil des Laubholzpreises abdeckt.

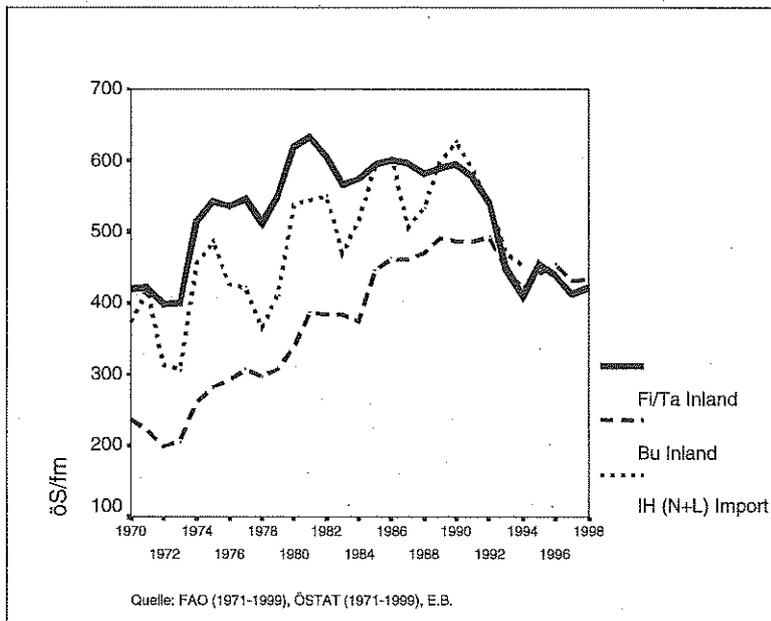


Abb. 3.3-6: Industrierundholzpreise: Inland und Import (lfd.)

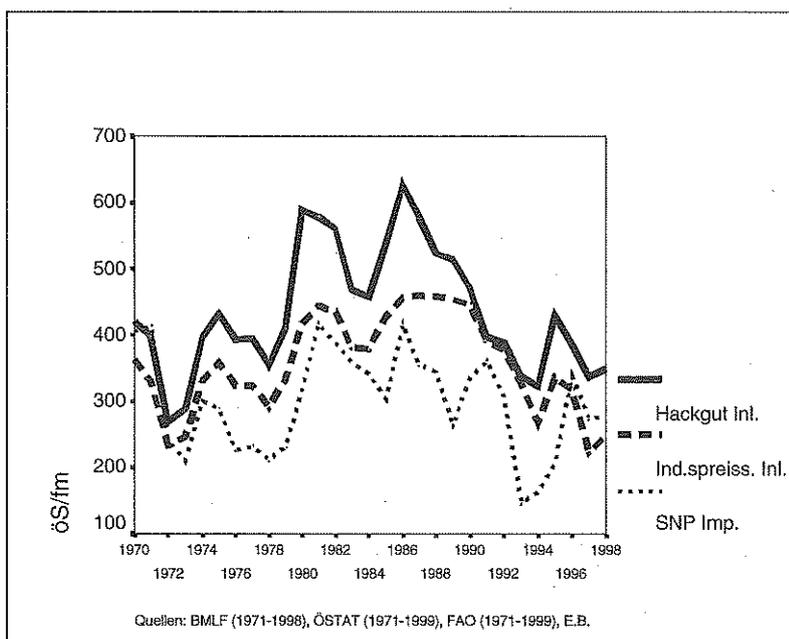


Abb. 3.3-7: SNP-Preise: Inlandspreise und Importdurchschnittswert (lfd., Festmesterbasis)

Im Gegensatz zu Industrierundholz bewegt sich der Importdurchschnittswert für SNP in der Regel unter den beiden Inlandspreisen für Hackgut und Industriespreißel ohne Rinde (Abb. 3.3-7). Dies ist eine plausible Begründung für die deutliche Zunahme der SNP-Importe. Dieser Wert stellt allerdings einen Durchschnitt aus sämtlichen SNP-Importen dar und kann nach der FAO-Statistik nicht weiter differenziert werden.

Zusammenhänge zwischen Industrieholzpreisen und Preisen für die Papierhalbstoffe Zell- und Holzstoff

Die Nachfrage der Papierindustrie nach Industrierundholz und SNP ist eine abgeleitete. Dies bedeutet, dass die Höhe der benötigten Holzmengen nicht von Konsumenten bestimmt wird, sondern von der Höhe der Produktion von Zellstoff- und Holzstoff abgeleitet ist. In weiterer Konsequenz ist zu vermuten, dass die von der Industrie bezahlten bzw. kalkulierten Preise für Holz auch von den Preisen der daraus produzierten Produkte, also Zellstoff und Holzstoff, abhängig sind. Im folgenden wird mittels Korrelations- und Regressionsanalysen versucht, die Zusammenhänge zwischen Holzpreisen und Papierhalbstoffpreisen¹⁵ (ohne Altpapier) statistisch zu analysieren. Drei Fragen stehen dabei im Vordergrund:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Preisen (Korrelationskoeffizient)?
- Welcher Anteil der Schwankungen von Holzpreisen kann durch Schwankungen in den Papierhalbstoffpreisen erklärt werden (Bestimmtheitsmaß, R^2)?
- In welche Richtung und um wie viele Prozent verändern sich die Holzpreise, wenn sich die Papierhalbstoffpreise um 10 % verändern (Elastizitäten)?

Um den Einfluss von Trends in den Zeitreihen zu eliminieren (potenzielle Scheinkorrelation) wurde statt mit absoluten Preisen mit relativen Preisdifferenzen gerechnet, d. h. mit prozentuellen Veränderungen der laufenden Preise gegenüber dem Vorjahr. Dabei wurden jeweils die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Holzpreisen und allen verfügbaren Zellstoff- und Holzstoffpreisen geschätzt. In Tab. 3.3-2 sind die wichtigsten Ergebnisse der Korrelations- bzw. Regressionsschätzungen zusammengestellt, wobei neben dem durchschnittlichen Zellstoffpreis auch die am höchsten korrelierende Zellstoffsorte (dies war vor allem Sulfitzellbleicht) angegeben ist.

Am Beispiel des Fi/Ta 1a/b Mischpreises für Industrierundholz ist die Tabelle wie folgt zu lesen: Der Mischpreis korreliert statistisch hoch gesichert mit dem durchschnittlichen Zellstoffpreis (Korrelationskoeffizient = 0,61, signifikant bei Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,01), die Veränderungen des Zellstoffpreises – obwohl statistisch hoch gesichert – erklären aber nur 37 % der Holzpreisänderungen ($R^2 = 0,37$). Eine Steigerung/Verringerung des Zellstoffpreises um 10 % bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen (*ceteris paribus*) bewirkt eine Steigerung/Verringerung des Holzpreises um 2,4 % (Elastizität = 0,24).

¹⁵ Als Papierhalbstoffe werden Zellstoff, Holzstoff (häufig auch „Frischfaser“ genannt) und Altpapier bezeichnet. Die Darstellung und Analyse der Papierhalbstoffpreise erfolgt in Kapitel 3.3.2.2.

Tab. 3.3-2: Zusammenhänge zwischen relativen Holzpreisveränderungen (%) und relativen Veränderungen von Papierhalbstoffpreisen (%), basierend auf laufenden Preisen

Holzpreis (abh. Variable)	Zellstoffpreis			Sulfit-ZS gebleicht ¹			Holzstoffpreis		
	unabhängige Variablen								
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Fi/Ta 1a/b Mischpr.	0,61***	0,37***	0,24***	0,61***	0,38***	0,24***	0,29	0,08	0,10
Fi/Ta Schleifholzpr.	-	-	-	-	-	-	0,33**	0,11*	0,11*
Buche lang	0,44***	0,20***	0,17**	0,40**	0,16**	0,15**	0,24	0,06	0,08
Hackgut o.R.	0,42**	0,17**	0,32**	0,43**	0,19**	0,34**	0,21	0,05	0,15
Ind.Spreißel o.R.	0,37**	0,14*	0,27*	0,37**	0,14*	0,27*	0,26*	0,07	0,16

¹ bei Buche lang Sulfatzellstoff gebleicht

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %, *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die wesentlichen Erkenntnisse aus Tab. 3.3-2 sind:

- Von allen Holzpreisen ist der Zusammenhang zwischen Fi/Ta 1a/b Mischpreis und Zellstoffpreisen statistisch am besten gesichert.
- Änderungen von Zellstoffpreisen im Ausmaß von 10 % bewirken Änderungen von Holzpreisen im Ausmaß von 1,7 % bis 3,2 % in dieselbe Richtung.
- Änderungen von Holzstoffpreisen wirken sich statistisch kaum gesichert und in der Höhe wesentlich weniger als Zellstoffpreise auf die Holzpreise aus.
- Auch bei statistisch gesicherten Zusammenhängen werden nur zwischen 11 % und 38 % der Holzpreisschwankungen durch die Schwankungen der Papierhalbstoffpreise erklärt. Dies ist einerseits dadurch zu erklären, dass Holzkosten nur einen Teil der Produktionskosten ausmachen, andererseits darauf zurückzuführen, dass die Industrieholzpreise neben den Papierhalbstoffpreisen vor allem auch durch Preisschwankungen von Importholz und anderen, „konkurrierenden“ Holzsortimenten (bei Nadelholz Sägerundholz, bei Laubholz Brennholz) beeinflusst werden.

Die Preise von SNP hängen einerseits von den Preisen für Papierhalbstoffe ab, andererseits korrelieren sie aber auch mit den Preisen für Nadelindustrierundholz (Tab. 3.3-3).

Tab. 3.3-3: Zusammenhänge zwischen relativen Preisveränderungen von Nadelindustrierundholz (%) und relativen Veränderungen von SNP-Preisen (%), basierend auf laufenden Preisen

Nadelindustrierundholz	Hackgut o.R.			Industriespreißeil o.R.		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Fi/Ta 1a/b Mischpreis	0,82***	0,67***	0,42***	0,84***	0,71***	0,46***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
 *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Der Zusammenhang zwischen SNP-Preisen und Industrierundholzpreisen ist statistisch sehr gut gesichert, die Erklärungskraft (R²) wesentlich höher als von den Zellstoffpreisen. Weiters reagieren die Preise von Industrierundholz unelastisch auf Änderungen der SNP-Preise (Elastizitäten 0,4-0,5), was u. a. auch durch das preisunelastische Angebotsverhalten der Sägeindustrie bedingt ist (s. auch 3.2.3)¹⁶.

3.3.1.3 Zukunftsaussichten für den Holzverbrauch der Papierindustrie

In der Studie ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a) wird der spezifische Holzverbrauch der Papierindustrie nicht eigens ausgewiesen, auch die Arbeit von SCHWARZBAUER (1996) lässt nur Aussagen über den Industrierundholzverbrauch der Papier- und Plattenindustrie zu (Tab. 3.3-4):

- In Österreich steigt der Gesamtverbrauch an Industrierundholz (inkl. SNP) zwischen 1990 und 2020 um ca. 30 % auf mehr als 10 Mio. fm und damit deutlich stärker als das inländische Holzaufkommen.
- Der Verbrauch von SNP steigt im selben Zeitraum mit 38 % stärker als jener von Industrierundholz (22 %). Der Anteil der SNP am gesamten Holzverbrauch steigt leicht (von derzeit ca. 48 % auf 52 %).
- Da der Verbrauch von Holz stärker steigt als das Aufkommen, ist mit steigenden Importen, vor allem bei SNP, zu rechnen.

¹⁶ Bei der Schätzung des Zusammenhanges zwischen Industrierundholzpreisen und Preisen für SNP – und das ist problematisch – wird auch die Richtung des Zusammenhangs unterstellt, nämlich dass der Industrierundholzpreis (als abhängige Variable) von SNP-Preisen (als unabhängige Variablen) beeinflusst wird. Während diese Richtung bei Preisbeziehungen zwischen einem weiterverarbeiteten Produkt und einem Rohprodukt (z. B. Zellstoffpreis auf Industrierundholzpreis) theoretisch begründet werden kann (abgeleitete Nachfrage), ist aber die Eindeutigkeit der Richtung dieses Einflusses bei Produkten der gleichen Verarbeitungsstufe (z. B. SNP-Preis auf Industrierundholzpreis) in der Realität nicht eindeutig gegeben. Es liegen gegenseitige Beeinflussungen vor, die – wenn die kausale Richtung nicht klar ist – theoretisch nur mittels Korrelationsanalyse erfasst werden können. Die Formulierung eines Regressionsmodells mit unabhängiger und abhängiger Variable erfolgte trotzdem, um über die Berechnung einer Elastizität feststellen zu können, welcher der beiden Preise auf den jeweils anderen stärker reagiert. Außerdem deckt sich aufgrund des niedrigeren Preisniveaus die Papierindustrie zuerst mit SNP ein, erst in zweiter Linie mit Industrierundholz aus dem Wald; aus diesem Grund ist die unterstellte Richtung des Zusammenhangs durchaus berechtigt. Bei umgekehrter Formulierung des Industrierundholzpreises als unabhängige und der SNP-Preise als abhängige Variable ergeben sich zwar gleiche Korrelationskoeffizienten aber andere Elastizitäten. Mit anderen Worten: die SNP-Preise reagieren auf Änderungen des Industrierundholzpreises elastisch (Elastizität > 1,5).

Tab. 3.3-4: Zukünftiger Verbrauch von Industrieholz der Papier- und Plattenindustrie in Österreich in Tsd. fm (niedriges Wachstumsszenario, 1990 historisch)

Industrieholz	1990	2000	2010	2020	Veränderung 2020:1990 in %
Holz gesamt	8.080	8.326	9.196	10.488	+30
davon IH rund	4.121	4.163	4.509	5.034	+22
davon SNP	3.959	4.163	4.687	5.454	+38
Anteil SNP %	49	50	51	52	-

Quelle: SCHWARZBAUER (1996)

3.3.1.4 Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Holzverbrauchs der Papierindustrie

Zusammenhänge zwischen Inlandsbezug und Importen von Holz für die Papierindustrie

Industrieholz aus dem österreichischen Wald sowie SNP aus der österreichischen Sägeindustrie stehen in Konkurrenz mit Importholz. Im Gegensatz zur Sägeindustrie haben Rundholzimporte der Papierindustrie zwischen 1970 und 1998 nicht nur nicht zugenommen, sondern sind insgesamt sogar gefallen. Die Importe bzw. die Importanteile am Verbrauch von SNP sind im selben Zeitraum hingegen deutlich gestiegen (Abb. 3.3-8).

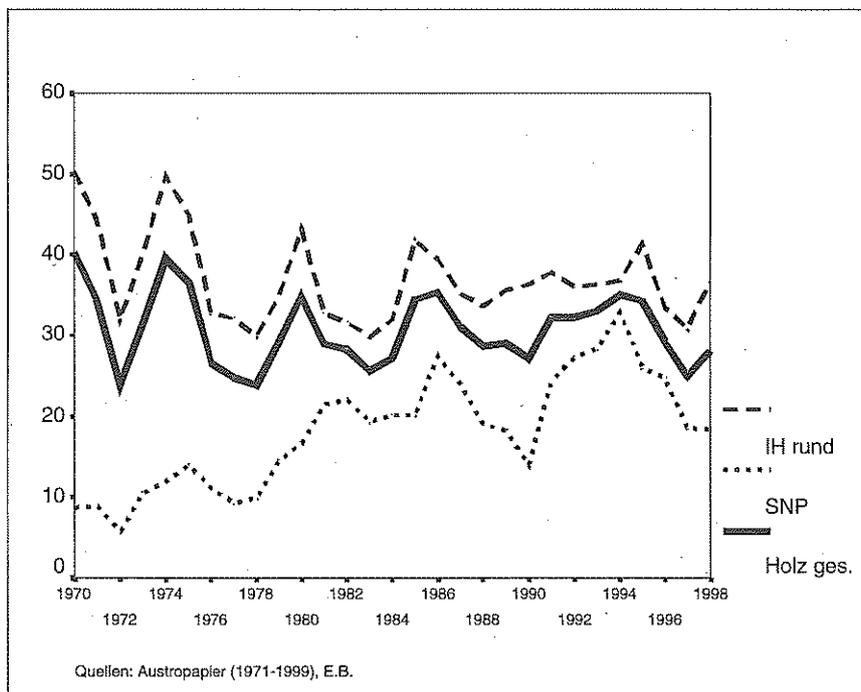


Abb. 3.3-8: Importanteile (am Verbrauch) von Holz für die Papierindustrie (%)

Zusammenhänge zwischen Importanteilen an Holz sowie Inlands- und Importpreisen wurden mittels Korrelations- und Regressionsanalyse statistisch zu erfassen versucht. Dabei wurde der jeweilige Importanteil (als abhängige Variable) mit einem Preisverhältnis (Quotient) aus Inlands- und Import-„Preis“ (als unabhängige Variable) in Beziehung gesetzt. Bei einem steigenden Preisverhältnis (entweder durch einen relativ zum Import-„Preis“ steigenden Inlandspreis oder durch einen relativ zum Inlandspreis sinkenden Import-„Preis“) ist theoretisch auch

ein Ansteigen des Importanteils zu erwarten (da damit Importe im Vergleich zum Inlandsbezug billiger werden). Die Schätzgleichungen haben dabei folgende Struktur:

$$\Delta MA = a + b \cdot \Delta(IP/MP) + u$$

Wobei:

- MA = Importanteil des jeweiligen Holzsortiments
 IP = Inlandspreis des jeweiligen Holzsortiments, bei Nadelholz Fi/Ta 1a/b Mischpreis, bei Laubholz Buche lang
 MP = Import-„Preis“ aus FAO-Außenhandelsdaten für rundes Industrieholz
 a = zu schätzende Konstante (in Tab. 3.3-5 nicht eigens dargestellt)
 b = zu schätzende Elastizität
 u = Störgröße
 Δ = bedeutet, dass relative Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in die Schätzung eingehen

Zur Datenlage ist zu bemerken, dass es sich bei den Inlandspreisen um echte „Preise“ handelt, während Import-„Preise“ real Durchschnittswerte darstellen. Weiters ist nach den FAO-Daten für Import-„Preise“ eine Trennung nach Nadel- und Laubholz nicht möglich (es handelt sich um einen Durchschnitt aus Nadel- und Laubholz). Darüber hinaus bestehen Import-„Preise“ nur bis 1994, da danach Industrieholz nicht mehr getrennt von Sägerundholz und anderem Nutzholz ausgewiesen wird. Um Trends auszuschalten (potenzielle Scheinkorrelation) wird wieder mit relativen Veränderungen der jeweiligen Daten gegenüber dem Vorjahr (in %) gearbeitet.

Tab. 3.3-5 gibt eine Übersicht über die Schätzungen, die aus theoretischer und statistischer Sicht sehr wenig aussagekräftig ausfallen.

Tab. 3.3-5: Zusammenhang zwischen jeweiligem Holz-Importanteil und Preisverhältnis aus Inlands- und Import-„Preis“

<i>Importanteil Holzsortiment (abhängige Variable)</i>	<i>Preisverhältnis Inland/Import (unabh. Variable) Elastizität (b)</i>	<i>R²</i>
<i>IH-Rundholz gesamt</i>	<i>-1,02***</i>	<i>0,41***</i>
<i>Nadelrundholz</i>	<i>-1,80***</i>	<i>0,32***</i>
<i>Laubrundholz</i>	<i>-0,27</i>	<i>0,08</i>
<i>SNP</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,03</i>

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
 *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Wie schon SCHWARZBAUER (1996) festgestellt hat, scheint der Einfluss des Preisverhältnisses mit den „falschen“ (negativen) Vorzeichen auf, gesichert allerdings nur bei Nadelindustrierundholz und für Rundholz gesamt. Dies würde bedeuten, dass die Papierindustrie bei sinkenden Inlandspreisen bzw. bei steigenden Importpreisen mehr importiert, was auf den ersten Blick widersinnig scheint. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass bei sinkenden Inlandspreisen für Industrieholz auch weniger Holz aus dem Wald angeboten wird (s. auch Kapitel 3.1.2) und daher die Industrie zum Ausgleich potenzieller Fehlmengen mehr importieren muss (Restmengkalkulation). Die Schätzungen sind ein Hinweis darauf, dass weniger Preise und Preisrelationen, sondern vor allem strukturelle Aspekte die Höhe und Entwicklung der Holzimporte bedingen.

Eine etwas andere Erklärung ergibt sich für den Importanteil der SNP. Wie aus Abb. 3.3-7 hervorgeht, bewegt sich der Import-„Preis“ für SNP generell unter den Preisniveaus für Hackgut und Industriespreißeel o.R. (auf Festmeter-Basis). Bedingt durch das generell niedrigere Importpreisniveau stiegen die Importe von SNP deutlich an, kurzfristige Veränderungen der Relationen zwischen Inlands- und Import-„Preisen“ spielen eine statistisch nicht signifikante Rolle (s. Tab. 3.3-5). Für den Schätzzeitraum ist auch hier die verwendete Preisrelation keine gut erklärende Variable, zumindest solange das Importpreisniveau generell deutlich unter dem Inlandspreisniveau bleibt. Der wesentliche begrenzende Faktor für den Import von SNP ist vermutlich deren quantitative Verfügbarkeit in den Herkunftsländern.

Zusammenhänge zwischen SNP-Einsatz und den Preisen für Nadelrundholz und SNP

Die „Preisdiskriminierung“ von SNP – und damit das niedrigere SNP-Preisniveau im Vergleich zu Industrierundholz – ist ein wesentlicher Grund für den im Vergleich zu Industrierundholz langfristig weit stärker gestiegenen Einsatz von SNP in der Papierindustrie (s. Abb. 3.3-9). Abgesehen von diesen langfristig wirkenden Entwicklungen stellt sich die Frage, ob sich der Einsatz von SNP auch kurzfristiger als Folge unterschiedlicher Preisrelationen von Industrierundholz und SNP zueinander verändert.

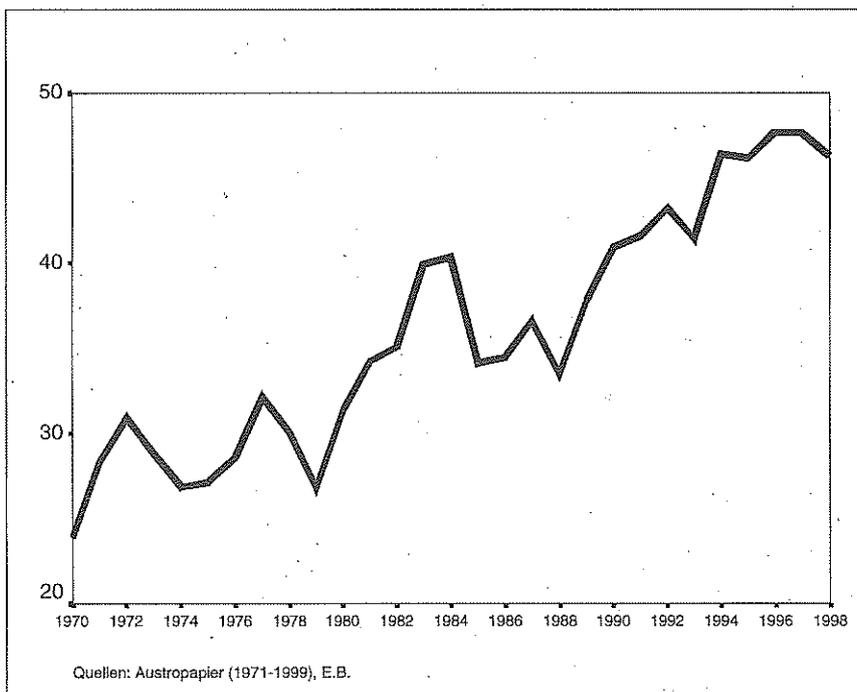


Abb. 3.3-9: Anteil von SNP am gesamten Holzverbrauch der Papierindustrie (%)

Korrelations- und Regressionsanalysen mit den relativen Änderungen der SNP-Einsatzquote als abhängige und relativen Änderungen der Quotienten aus dem Industrierundholzpreis und SNP-Preisen (Hackgut o.R., Industriespreißeel o.R.) brachten keinen einzigen einigermaßen statistisch gesicherten Zusammenhang. Daraus lässt sich schließen: Bedingt durch das generell niedrigere Preisniveau von SNP spielen kurzfristige Veränderungen der Preisrelationen eine relativ geringe Rolle. Der wesentliche begrenzende Faktor für den Einsatz von SNP ist deren quantitative Verfügbarkeit. Solange SNP-Produkte deutlich billiger sind als rundes Industrieholz, wird die Papierindustrie soviel SNP wie möglich einsetzen.

Holzverbrauch der Papierindustrie

- **Der gesamte Holzverbrauch der Papierindustrie ist zwischen 1970 und 1998 um 75 % gestiegen und beträgt derzeit ca. 6,6 Mio. fm o.R, davon 46 % SNP. Von allen Komponenten des Holzverbrauchs weisen SNP die stärksten Zuwächse auf.**
- **Bedingt durch den SNP-Einsatz und Rundholzimporte kommt nur ca. ein Drittel des gesamten Holzverbrauchs der Papierindustrie direkt von der österreichischen Forstwirtschaft. Zählt man die inländischen SNP hinzu (und zieht davon wieder 30 % ab, da die Sägeindustrie Sägerundholz in ca. dieser Größenordnung importiert), stammen direkt und indirekt ca. 60 % des gesamten Holzverbrauchs der Papierindustrie aus dem österreichischen Wald.**

Industrieholzpreise

- **Aufgrund der „Preisdiskriminierung“ von SNP ist Nadelindustrieholz im Durchschnitt um ca. 25 % teurer als Hackgut ohne Rinde und um ca. 50 % teurer als Industriespreißel ohne Rinde (auf Festmeterbasis).**
- **Die Importdurchschnittswerte für Industrierundholz sind stärker gestiegen als Inlandspreise, ein Hinweis für die vergleichsweise nur wenig gestiegenen Rundholzimporte. Im Gegensatz dazu bewegt sich der Importdurchschnittswert für SNP in der Regel unter den beiden Inlandspreisen für Hackgut und Industriespreißel ohne Rinde, eine plausible Begründung für die deutliche Zunahme der SNP-Importe.**
- **Änderungen von Zellstoffpreisen im Ausmaß von 10 % bewirken Änderungen bei Holzpreisen im Ausmaß von 1,7 % bis 3,2 % in dieselbe Richtung.**

Zukunftsaussichten Industrieholz

- **Der Gesamtverbrauch an Industrieholz wird zwischen 1990 und 2020 um ca. 30 % auf mehr als 10 Mio. fm (davon 52 % SNP) steigen und damit deutlich mehr als das inländische Holzaufkommen – steigende (Netto-)Importe sind zu erwarten (vor allem von SNP).**

Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Holzverbrauchs

- **Für die Höhe der Importe von Holz sind weniger kurzfristige Änderungen der Preisrelationen (Inlands-/Importpreis) als vielmehr das niedrigere Preisniveau bei Importen (SNP) oder die zu geringe mengenmäßige Verfügbarkeit im Inland (Rundholz) verantwortlich.**
- **Für die Höhe des Einsatzes von SNP (statt Rundholz) sind vor allem das generell niedrigere Preisniveau und weniger kurzfristige Veränderungen der Preisrelationen zwischen SNP und Rundholz von Bedeutung. Solange SNP deutlich billiger sind als rundes Industrieholz, wird die Papierindustrie soviel SNP wie möglich einsetzen.**

3.3.2 Darstellung und Analyse der Produktion und des Verbrauchs der Papierindustrie von Papierhalbstoffen unter besonderer Berücksichtigung von Altpapier

3.3.2.1 Produktion und Verbrauch von Papierhalbstoffen

Als Papierhalbstoffe werden Zellstoff, Holzstoff (häufig gemeinsam auch „Frischfaser“ genannt) und Altpapier bezeichnet. Nicht jede Art von Zellstoff wird in der Papier- und Pappeproduktion eingesetzt. In Österreich betrifft dies vor allem den aus Buchenholz erzeugten Textilzellstoff (Dissolving Pulp). Da dieser nicht mit Altpapier konkurriert, wird er aus den folgenden Überlegungen ausgeklammert, in denen nur „Papier“-Zellstoff betrachtet wird. Zellstoff und Holzstoff werden grundsätzlich aus Holz erzeugt, nur die in internationalen Statistiken als „Other Fibre Pulp“ bezeichnete Zellstoffsorte wird aus anderen Fasern hergestellt, spielt aber in Österreich eine untergeordnete Rolle. Zellstoff entsteht durch den chemischen Aufschluss von Holz (Chemical Pulp), Holzstoff durch mechanischen (Mechanical Pulp). Die Erzeugung von Holzstoff (Holzschliff) benötigt höherwertiges, frischeres Industrieholz (Schleifholz) als die Erzeugung von Zellstoff. Als Altpapier wird außerhalb der Papier- und Zellstoffindustrie gesammeltes, bereits verwendetes Papier bezeichnet. Nicht zum Altpapier zählen Papierabfälle der Papierindustrie selbst, über die keine Statistiken vorliegen.

Die Abb. 3.3-10, 3.3-11 sowie Tab. 3.3-6 geben eine Übersicht über Entwicklungen und Strukturen der Produktion/des Aufkommens und des Verbrauchs/Einsatzes von Papierhalbstoffen.

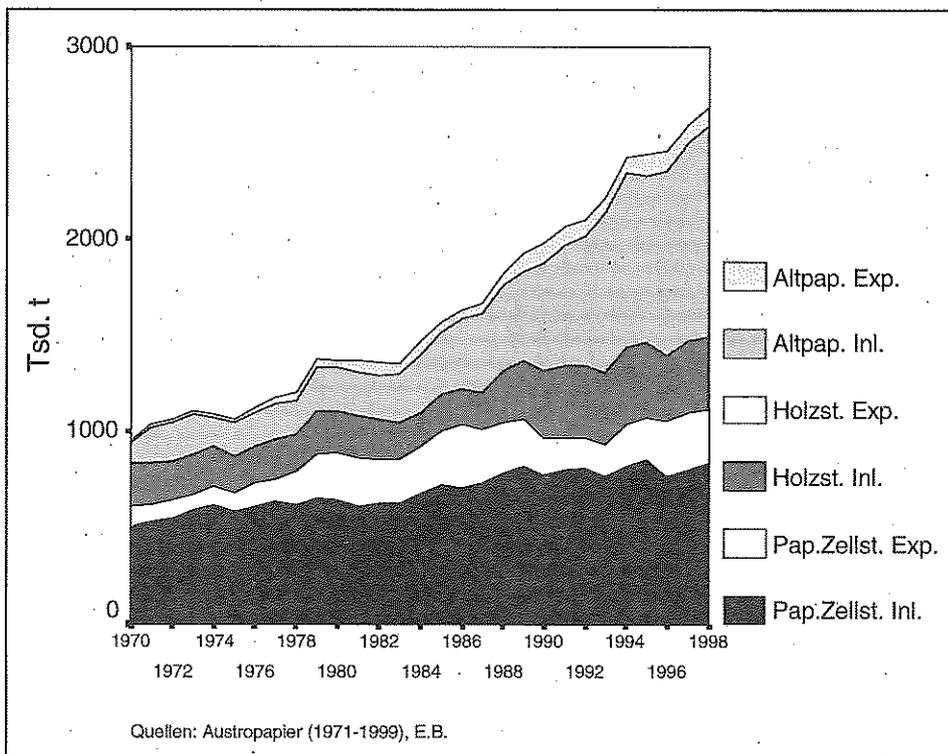


Abb. 3.3-10: Produktion/Aufkommen von Papierhalbstoffen der Papierindustrie: Inlandsabsatz und Export

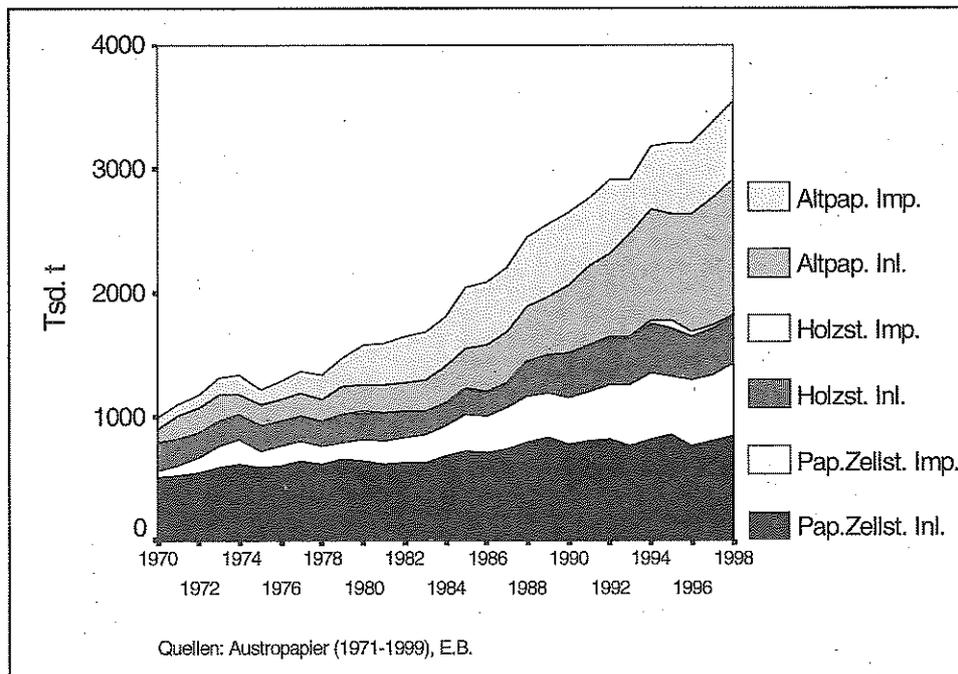


Abb. 3.3.-11: Einsatz von Papierhalbstoffen in der Papierindustrie: Inlandsbezug und Import

Aus Abb. 3.3-10, 3.3-11 und Tab. 3.3-6 können folgende Erkenntnisse abgeleitet werden:

- Insgesamt wurden 1998 ca. 2,7 Mio. t an gesamtem Faseraufkommen (in internationalen Statistiken auch „Total Fiber Furnish“ bezeichnet) „produziert“ und 3,5 Mio. t in der Papierindustrie eingesetzt. Beim Aufkommen bestehen 1,1 Mio. t (42 %) aus Papierzellstoff, 0,4 Mio. t (14 %) aus Holzstoff und 1,2 Mio. t (44 %) aus Altpapier. Der Verbrauch an Papierhalbstoffen in der Papierindustrie besteht zu 1,4 Mio. t (40 %) aus Papierzellstoff, zu 0,4 Mio. t (11 %) aus Holzstoff und zu 1,7 Mio. t (49 %) aus Altpapier.
- Innerhalb des gesamten Faseraufkommens und Verbrauchs ist Altpapier die am stärksten wachsende Komponente. Zwischen 1970 und 1998 ist das Inlandsaufkommen um +947 % und der Altpapiereinsatz um +762 % gestiegen. Die vergleichbaren Zahlen für Papierzellstoff liegen bei +81 % und +153 %, für Holzstoff bei +68 % und +70 %.
- Der zunehmende Einsatz von Altpapier hat Holzstoff stärker verdrängt als Zellstoff. Der Holzstoffanteil am gesamten Faserverbrauch ist von 23 % (1970) auf knapp 11 % (1998) gesunken.
- Bei allen drei Arten von Papierhalbstoffen liegt der Verbrauch über der Produktion, es wird mehr importiert als exportiert (Nettoimport).
- Besonders die Importe von Altpapier sind eine strukturelle Notwendigkeit, da der größte Teil der österreichischen Papierproduktion exportiert und daher nicht im Inland verbraucht wird. Allerdings sind die Importe von Altpapier aufgrund der in Österreich deutlich gestiegenen, und international im Spitzenfeld liegenden Papiersammeltätigkeit weniger stark gewachsen (+542 %) als der Inlandsbezug (+975 %).
- Während der Außenhandel bei Holzstoff nur eine untergeordnete Rolle spielt, ist der Einsatz von Papierzellstoff in zunehmendem Maße von Importen abhängig. Die Importe sind mit +862 % fast vierzehn Mal so stark gestiegen wie der Inlandsbezug (+62 %).

Tab. 3.3-6: Strukturen der Produktion und des Verbrauchs von Papierhalbstoffen der österreichischen Papier- und Pappeindustrie (ohne Textilzellstoff)

KOMPONENTEN	1970		1998		Veränderungen 1998:1970
	(Tausend t)	(%)	(Tausend t)	(%)	(%)
Gesamt Faser¹					
Produktion	952	100,0	2.686	100,0	+182,1
Export	124	100,0	375	100,0	+202,4
Verbrauch	992	100,0	3.546	100,0	+257,5
davon Inland	828	100,0	2.311	100,0	+179,1
davon Import	164	100,0	1.235	100,0	+653,0
Papierzellstoff					
Produktion	614	64,5	1.116	41,5	+81,8
Export	111	89,5	277	73,9	+149,5
Verbrauch	564	56,9	1.429	40,3	+153,4
davon Inland	503	60,7	815	35,3	+62,0
davon Import	61	37,2	590	47,8	+867,2
Holzstoff					
Produktion	224	23,5	376	14,0	+67,9
Export	1	0,8	0	0,0	-100,0
Verbrauch	227	22,9	385	10,9	+69,6
davon Inland	223	26,9	376	16,3	+68,6
davon Import	4	2,4	9	0,7	+125,0
Altpapier					
Aufkommen Inl.	114	12,0	1.194	44,5	+947,4
Export	12	9,7	98	26,1	+716,7
Verbrauch	201	20,3	1.732	48,8	+761,7
davon Inland	102	12,3	1.096	47,4	+974,5
davon Import	99	60,5	636	51,5	+542,4

¹ Summe aus: Zellstoff, Holzstoff und Altpapier
Quellen: AUSTROPAPIER (1971-1999), E.B.

In der österreichischen Papierindustrie kommen Sulfat- und Sulfitzellstoffe, gebleicht und ungebleicht – sowie weiter untergliederbar nach Langfaser und Kurzfasern – zum Einsatz. Beim Inlandsbezug dominieren gebleichter Sulfit- und ungebleichter Sulfatzellstoff, bei den Importen gebleichter Sulfatzellstoff. Holzstoff wird größtenteils aus dem Inland bezogen (Abb. 3.3-12).

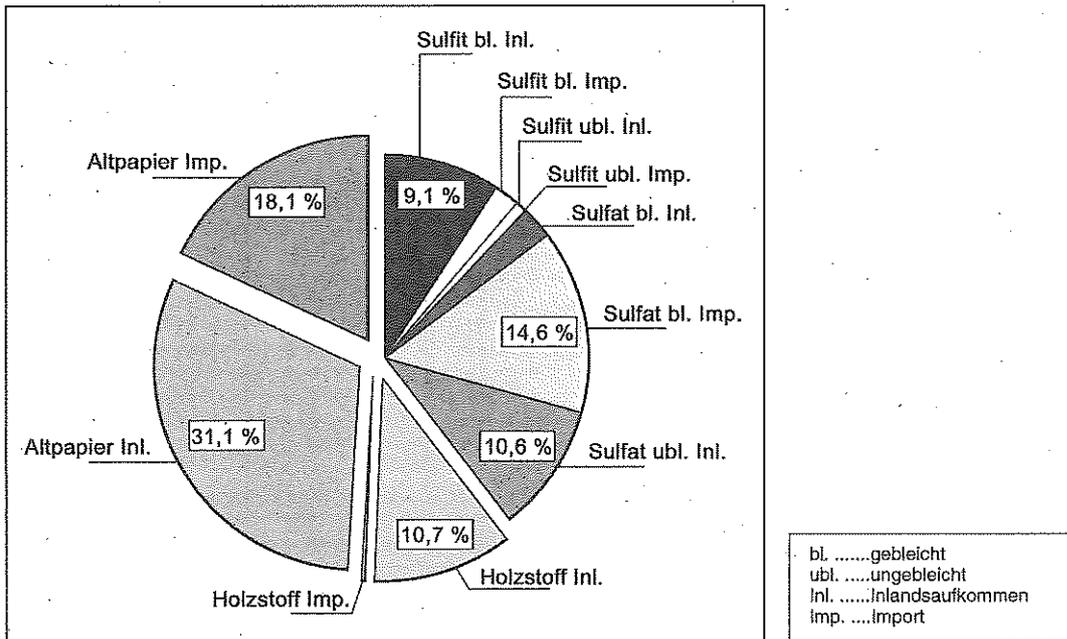


Abb. 3.3-12: Einsatz von Papierhalbstoffen in der Papierindustrie 1998 (3,5 Mio. t)

Im Gegensatz zum Holzimport, der seinen Ursprung großteils in den unmittelbaren Nachbarländern hat, kommen Zellstoff- und Holzstoffimporte großteils von weiter entfernten Ländern in Europa (Skandinavien) bzw. überhaupt aus dem außereuropäischen Bereich (vor allem Kanada und Afrika). Interessant ist weiters die Tatsache, dass Portugal und Spanien als Frischfaserexporteure nach Österreich noch vor Deutschland und Finnland liegen. Eine wesentliche Ursache dafür dürfte in der zunehmenden Nutzung und Weiterverarbeitung von Holz aus Plantagen raschwüchsiger Baumarten liegen.

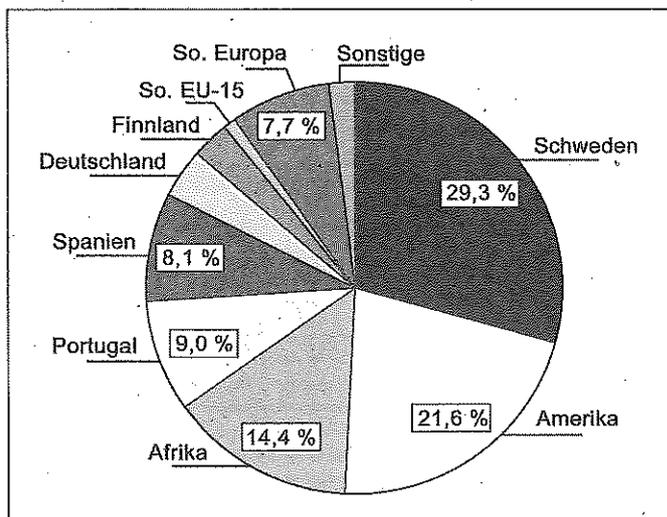


Abb. 3.3-13: Österreichs Zellstoff- und Holzstoffimporte nach Ländern/Regionen 1998 (605 Tsd. t)

Der Vergleich der Zellstoff- und Holzstoffimporte Österreichs nach Bezugsländern/-regionen im Zeitablauf zeigt, dass vor allem Schweden, Afrika, Deutschland und Spanien deutlich zugelegt haben, während das sonstige Europa (vor allem Ostländer) und sonstige außereuropäische Regionen an Bedeutung verloren haben (Abb. 3.3-14).

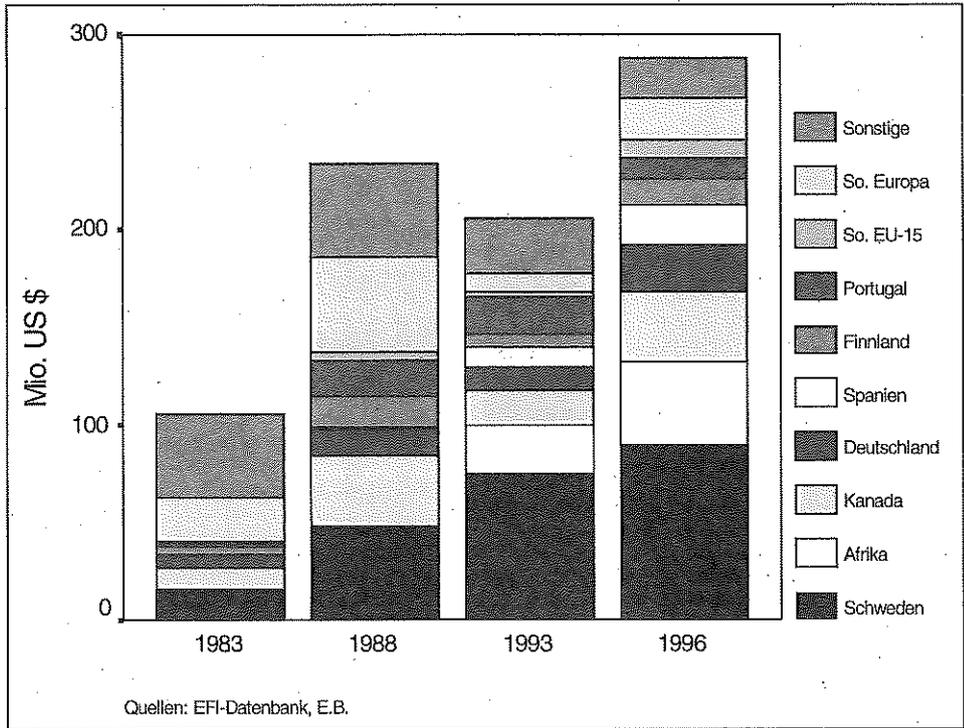


Abb. 3.3-14: Österreichs Zellstoff- und Holzstoffimporte nach Ländern/Regionen (Mio. US \$)

Mehr als zwei Drittel des von Österreich importierten Altpapiers stammen aus Deutschland. Es fällt auf, dass mit Ausnahme von Schweden die Lieferanten vor allem Länder mit hoher Bevölkerungsdichte und hohem Pro-Kopf-Papierverbrauch sind (Abb. 3.3-15).

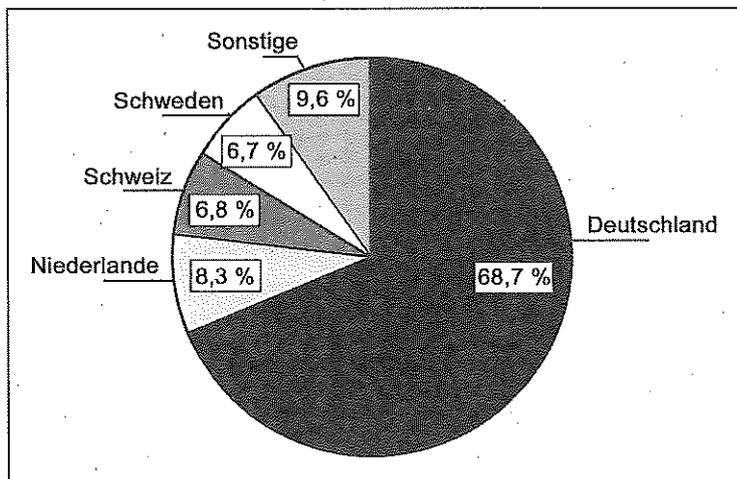


Abb. 3.3-15: Österreichs Altpapierimporte nach Ländern/Regionen 1996 (55 Mio. US \$)

Im Zeitablauf hat sich der österreichische Import von Altpapier auf einige Länder stärker konzentriert, darunter vor allem auf Deutschland. Weiters haben auch Bezüge aus den Niederlanden und der Schweiz deutlich zugelegt, während die Importe aus dem „sonstigen Europa“ (ehem. Osteuropa) zurückgingen (Abb. 3.3-16).

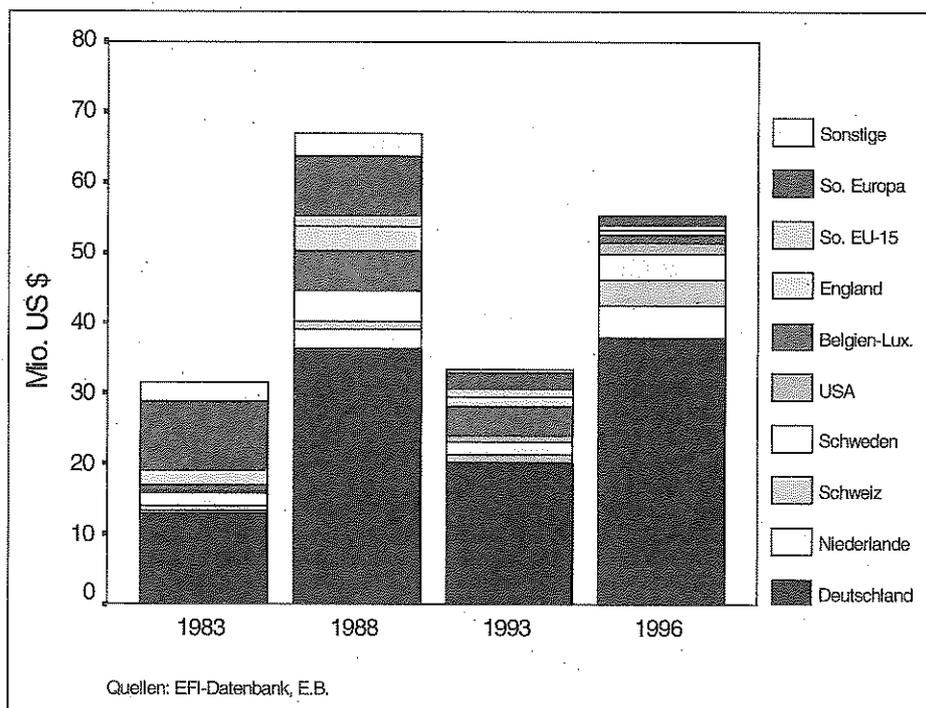


Abb. 3.3-16: Österreichs Altpapierimporte nach Ländern/Regionen (Mio. US \$)

Im Recycling von Altpapier zählt Österreich im internationalen Vergleich zu den Spitzenreitern. Die in Abb. 3.3-17 dargestellten Recyclingraten stellen den Anteil des inländischen Altpapieraufkommens am gesamten Inlandsverbrauch von Papier und Pappe dar. Wurden anfangs der 70er Jahre nur 20-30 % des Papiers verwertet, ist dieser Anteil mittlerweile auf knapp 70 % gestiegen. Unter der Altpapier-Einsatzquote wird hier der Anteil des Altpapiers am gesamten Fasereinsatz der Papierindustrie zur Papier- und Pappeproduktion verstanden¹⁷. Auch diese stieg deutlich an, zwischen 1970 von etwa 20 % auf rund 49 % (1998). Ab Mitte der 80er Jahre entwickelten sich diese beiden Kurven deutlich auseinander. Selbst große Anstrengungen bei der Sammlung von Altpapier können den Bedarf an Altpapier nicht völlig wettmachen, da der Inlandsverbrauch von Papier und Pappe (als Basis für das Aufkommen von Altpapier) wesentlich niedriger und weniger gestiegen ist als deren Produktion.

Nur wenn in Österreich – theoretisch – 100 % des verbrauchten Papiers gesammelt würden (und keine Verluste abzuziehen wären), dann könnte die Papierindustrie derzeit ihren Bedarf an Altpapier aus Österreich decken. Da aber Produktion und Exporte von Papier und Pappe in der Zukunft als stark steigend prognostiziert werden (s. Kap. 3.3.3), könnte diese Deckung nur kurzfristig aufrechterhalten werden.

¹⁷ Diese Definition folgt BYSTRÖM and LÖNNSTEDT (1995) und unterscheidet sich von jener von AUSTROPAPIER. Dort wird die Altpapier-Einsatzquote als der Prozentsatz des Altpapierverbrauchs an der gesamten Papier- und Pappeproduktion definiert.

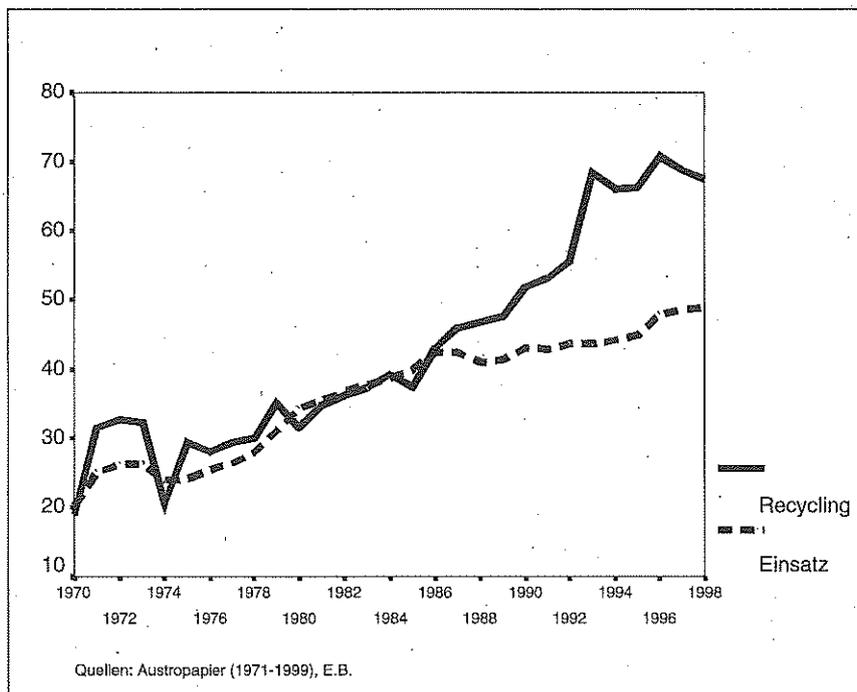


Abb. 3.3-17: Recyclingraten und Einsatzquoten von Altpapier in Österreich (%)

Bei internationalen Vergleichen von Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten spielen mehrere Gesichtspunkte eine Rolle. Die Höhe des Papierrecyclings ist vor allem bestimmt durch das Umweltbewusstsein und die damit zusammenhängende Gesetzeslage im jeweiligen Land. Eine repräsentative Umfrage in Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien und Österreich ergab, dass – bedingt durch die Möglichkeit des Recyclings – die Mehrheit der Befragten die Papierentsorgung als umweltfreundlich ansieht, besonders ausgeprägt in Österreich (RAMETSTEINER, 1998). Der Altpapiereinsatz in der Papierindustrie hängt daneben auch von der Verfügbarkeit von Holzressourcen ab¹⁸. Darüber hinaus spielen auch traditionelle Vorstellungen über Papierqualität eine Rolle. So weisen etwa Finnland und Schweden zwar relative hohe Recyclingraten auf (61 % und 62 %), aber vergleichsweise sehr niedrige Altpapier-Einsatzquoten bei der Papierproduktion (6 % und 20 %; Abb. 3.3-18). Fast 50 % des gesamten Nutzholzes wird in Skandinavien direkt für die Zellstoff- und Holzstoffherzeugung eingesetzt, verglichen mit weniger als einem Fünftel im restlichen Westeuropa (BYSTRÖM & LÖNNSTEDT, 1995).

Beim Recycling von Altpapier liegt Österreich knapp hinter Deutschland an der Spitze der EU-15. Nicht zuletzt bedingt durch die gute Ausstattung mit Holzressourcen liegt die Altpapier-Einsatzquote mit 49 % zwar über dem EU-15 Schnitt (43 %), nicht aber im Spitzenfeld. Führend ist hier Irland mit 92 %.

¹⁸ In einer Modellstudie kommen LEPPÄMÄKI & HALTIA (1996) zum Schluss, dass in Ländern mit einem großen Potenzial an Frischfaser die volkswirtschaftlich optimale Einsatzquote von Altpapier niedriger ist als in Ländern mit geringem Potenzial an Frischfaser. Umweltpolitische Überlegungen hinsichtlich des Altpapierrecyclings und des Altpapiereinsatzes sollten – im Sinne eines volkswirtschaftlichen Optimums – daher auch die Ressourcenausstattung (Frischfaser – Altpapier) berücksichtigen.

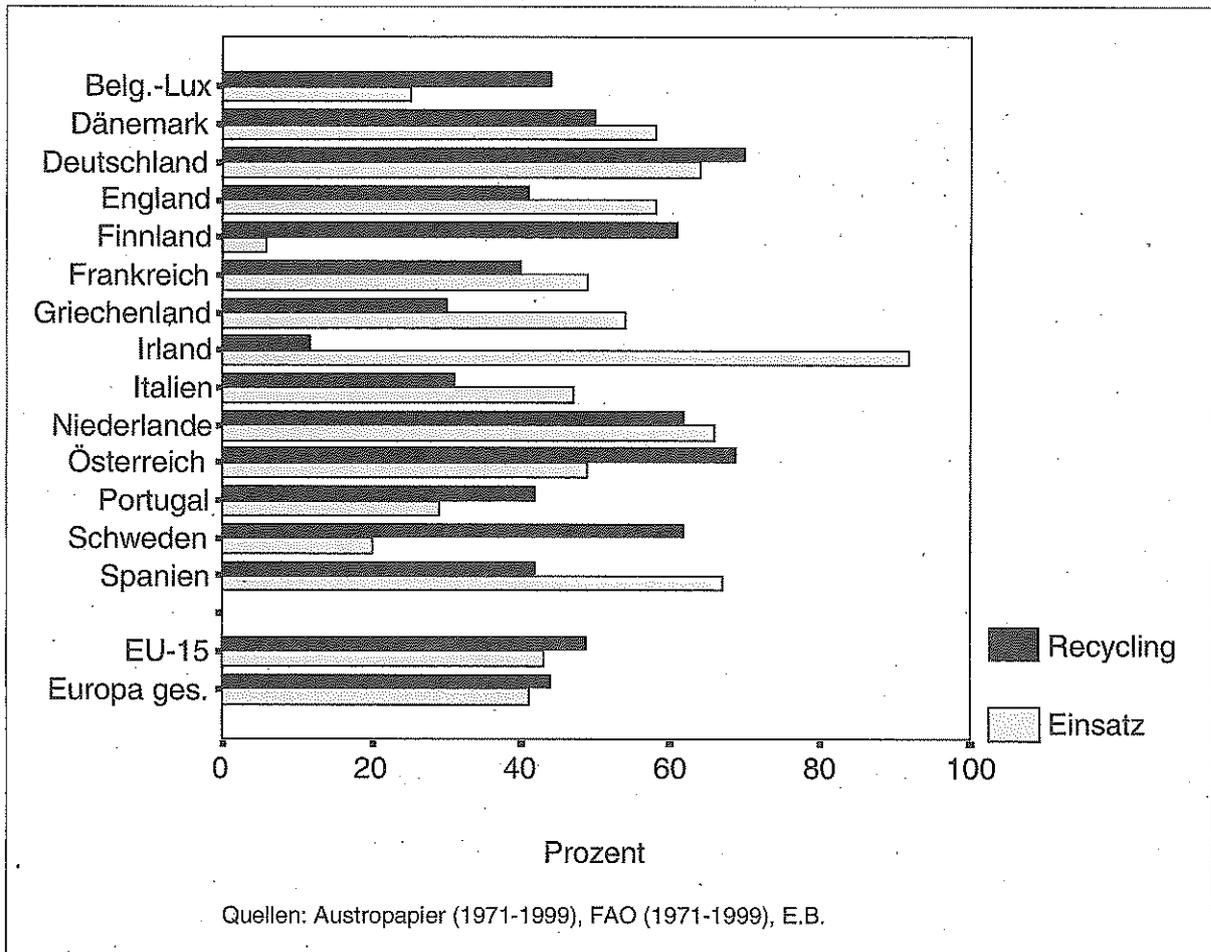


Abb. 3.3-18: Recyclingraten und Einsatzquoten von Altpapier in Europa 1997 (%)

Für die „Konkurrenz“ zwischen Altpapier und Frischfaser beim Einsatz in der Papierproduktion ist auch von Bedeutung, wie viel Holz eingesetzt werden muss, um eine Tonne Zellstoff bzw. Holzstoff zu erzeugen bzw. welche Holzmenge eine Tonne Altpapier repräsentiert.

Veröffentlichte österreichische Statistiken lassen keinen Rückschluss auf den Holzbedarf einzelner Zellstoffsorten und Holzstoff zu. Da aber der gesamte Holzverbrauch ausgewiesen wird, kann berechnet werden, wie viel Holz im Durchschnitt für die Produktion einer Tonne Zellstoff/Holzstoff benötigt wird. Aus Abb. 3.3-19 ist ersichtlich, dass ca. 4 fm Holz (Rundholz und/oder SNP) erforderlich sind, um eine Tonne Frischfaser zu produzieren. Der Trend ist leicht sinkend (aber statistisch nicht signifikant)¹⁹.

¹⁹ INCE (1998) diagnostiziert für die USA ebenfalls eine leicht sinkende Tendenz für den Fasereinsatz (in Rohholzäquivalenten) für eine Tonne „Pulp“ (inkl. aufbereitetes Altpapier), die sich in der Zukunft weiter fortsetzen wird.

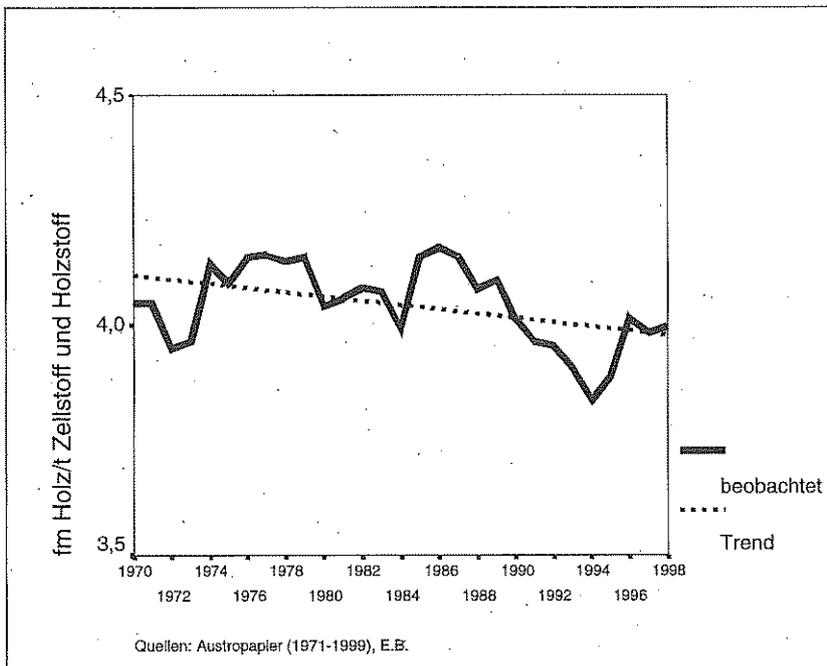


Abb. 3.3-19: Holzverbrauch (fm) pro Tonne erzeugter Frischfaser (Zell- und Holzstoff)

In manchen anderen europäischen Ländern, insbesondere Skandinavien, wird der Holzverbrauch für einzelne Frischfasersorten veröffentlicht. Aus den Daten dieser Länder errechnet die UN-ECE durchschnittliche „Konversionsfaktoren“ bzw. Rohholzäquivalente für Europa, welche in Tab. 3.3-7 angegeben sind. Die Produktion einer Tonne Sulfitzellstoff benötigt am meisten Holz (4,9 fm/t), am wenigsten die Produktion von Holzstoff (2,5 fm/t). Vom BMLF (1971-1996) wird das Rohholzäquivalent für Altpapier seit 1990 mit 3,2 fm/t angegeben. Damit liegt der Faseranteil von Altpapier zwar unter dem Durchschnitt für Frischfaser (4 fm/t), aber deutlich über jenem von Holzstoff.

Tab. 3.3-7: Rohholzäquivalente von Papierhalbstoffen in Europa (Österreich) 1997

Zellstoff-/Holzstoffsorte	Rohholzäquivalent fm pro metrischer t
Holzstoff	2,5
Halbchemischer Zellstoff	3,0
Zellstoff gesamt (inkl. Textilzellstoff)	4,8
Papierzellstoff ¹	4,5
davon Sulfat ¹	4,9
davon Sulfat ¹	4,5
Altpapier ²	3,2

¹ 1987

² Österreich (BMLF, 1971-1998)

Quellen: BMLF (1971-1998), UN-ECE/FAO (1991,1998)

3.3.2.2 Papierhalbstoffpreise

Entwicklung der Papierhalbstoffpreise

Preise für Papierhalbstoffe im eigentlichen Sinn werden in Österreich nicht veröffentlicht. Aufgrund der leichten Verfügbarkeit von FAO-Außenhandelsdaten wird zur Berechnung eines Preisersatzes („Proxi“) auf diese zurückgegriffen. Auf Basis von Importwerten und Importmengen werden „Importdurchschnittswerte“, auf Basis von Exportwerten und Exportmengen „Exportdurchschnittswerte“ berechnet. Diese ergeben sich zunächst in US-Dollar/Tonne und werden mit dem jeweiligen Wechselkurs auf österreichische Schillingwerte umgerechnet. Da Österreichs Papierindustrie stark außenhandelsorientiert ist, kann davon ausgegangen werden, dass sich „Inlandspreise“ nicht abgekoppelt von den Außenhandelsdurchschnittswerten bilden. Als „Proxi“ für Inlandspreise werden daher „inländische“ Durchschnittswerte für Papierhalbstoffe als gewichtetes Mittel aus Import- und Exportdurchschnittswerten berechnet. Einschränkend für die Beurteilung von „Preisen“ bzw. „Durchschnittswerten“ für Papierhalbstoffe ist festzuhalten, dass ein wesentlicher Teil der Zellstoff- und Holzstoffproduktion gar nicht „am Markt“ abgesetzt wird bzw. „Marktpreise“ erzielt, sondern in integrierten Papierindustrien weiterverarbeitet wird. Überschüssige Mengen werden großteils exportiert, Fehlmengen importiert. Abb. 3.3-20 gibt eine Übersicht über die Entwicklungen der durchschnittlichen Zellstoff-, Holzstoff- und Altpapier-„Preise“.

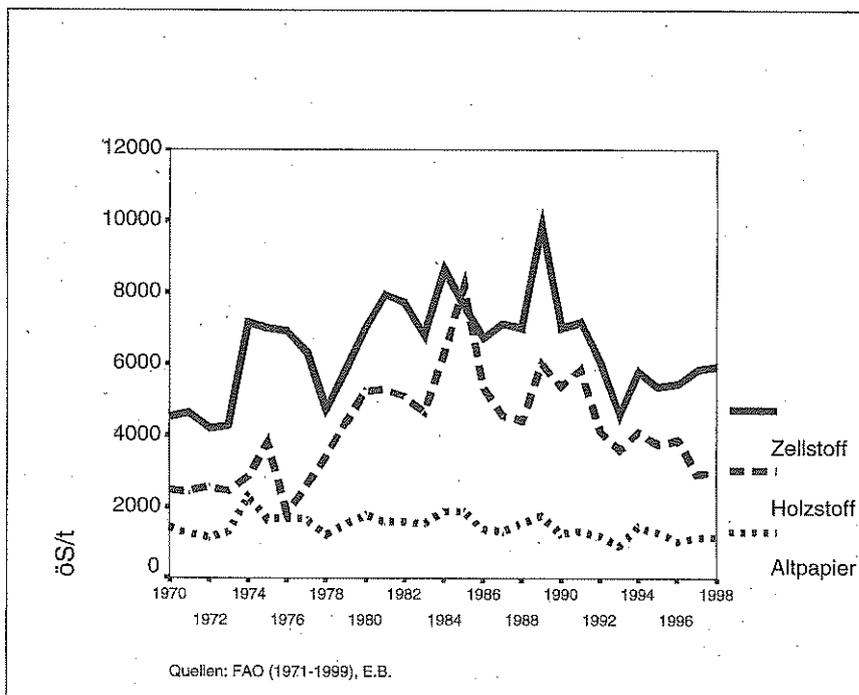


Abb. 3.3-20: Inlands-„Preise“ von Papierhalbstoffen (lfd.)

Erkennbar ist, dass der „Preis“ für Altpapier deutlich unter den beiden „Frischfaser-Preisen“ liegt und langfristig leicht sinkt. Dies ist eine plausible Begründung für den zunehmenden Einsatz von Altpapier in der Papiererzeugung. Der durchschnittliche Zellstoffpreis ist nach einem Höhepunkt Anfang der 90er Jahre deutlich gesunken, der Holzstoffpreis nach einem Höhepunkt Mitte der 80er Jahre.

Beim Vergleich der Preise für Altpapier, Zellstoff und Holzstoff ist allerdings zu berücksichtigen, dass einer Tonne Altpapier nur 3,2 fm Rohholzäquivalente entsprechen, einer Tonne Zellstoff/Holzstoff im Durchschnitt aber 4 fm. Weiters ist zu berücksichtigen, dass Altpapier vor dem Einsatz zur Papiererzeugung einem kostenverursachenden Aufbereitungsprozess (Deinking) unterzogen werden muss.

Abb. 3.3-21 zeigt eine Aufschlüsselung des durchschnittlichen Zellstoffpreises nach den drei in Österreich hauptsächlich produzierten Sorten. Dabei zeigt sich u. a., dass der Zusammenhang zwischen den beiden gebleichten Zellstoffsorten (Sulfit und Sulfat) enger ist als jener zwischen dem ungebleichten Sulfatzellstoff und den beiden anderen Sorten.

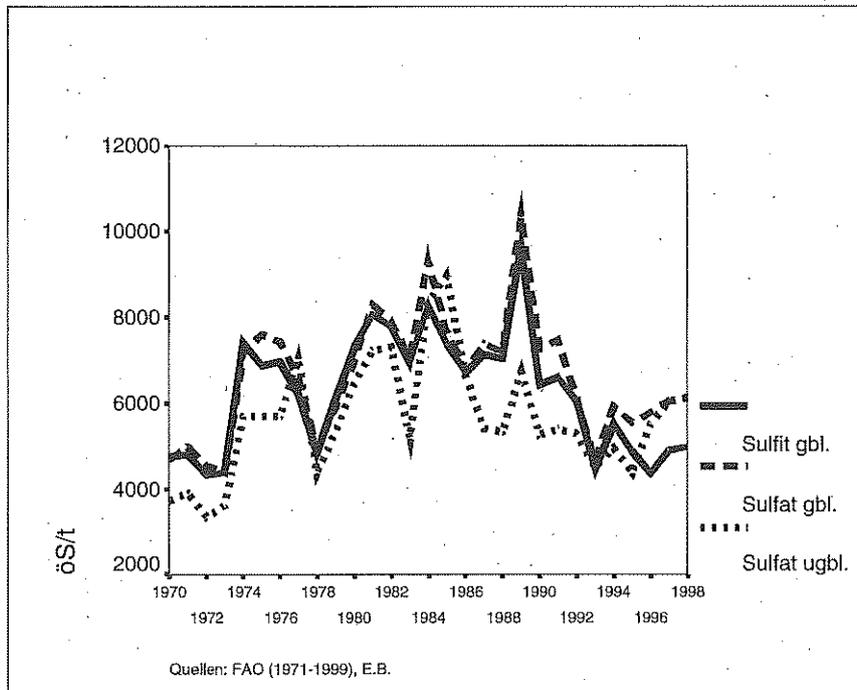


Abb. 3.3-21: Inlands-„Preise“ von Zellstoffen (lfd.)

Zusammenhänge zwischen Papierhalbstoffpreisen und Preisen für Papier & Pappe

Analog wie die Nachfrage nach Industrierundholz von der Höhe der Produktion von Zellstoff und Holzstoff abgeleitet ist, ergibt sich die Nachfrage nach Papierhalbstoffen aufgrund der Produktion von Papier und Pappe. Auch hier ist zu vermuten, dass die „Preise“ bzw. Durchschnittswerte der Papierhalbstoffe von den Preisen der daraus produzierten Produkte, also Papier und Pappe, abhängig sind. Im folgenden wird wieder mittels Korrelations- und Regressionsanalyse versucht, die Zusammenhänge zwischen Papierhalbstoffpreisen und Papierpreisen²⁰ statistisch zu analysieren. Drei Fragen stehen dabei wieder im Vordergrund:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Preisen (Korrelationskoeffizient)?
- Welcher Anteil der Schwankungen von Papierhalbstoffpreisen kann durch Schwankungen der Papierpreise erklärt werden (Bestimmtheitsmaß, R^2)?
- In welche Richtung und um wie viel Prozent verändern sich die Papierhalbstoffpreise, wenn sich die Papierpreise um 10 % verändern (Elastizitäten)?

Um den Einfluss von Trends in den Zeitreihen zu eliminieren (potenzielle Scheinkorrelation) wurde mit relativen Preisdifferenzen gearbeitet, d. h. mit prozentuellen Veränderungen der laufenden Preise gegenüber dem Vorjahr. Dabei wurden jeweils die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Papierhalbstoffpreisen und allen verfügbaren Papier- und Pappepreisen geschätzt. In Tab. 3.3-8 sind die wichtigsten Ergebnisse der Korrelations- bzw. Regressions-schätzungen zusammengestellt.

²⁰ Die Darstellung und Analyse der Papierpreise erfolgt in Kapitel 3.3.3.2.

Tab. 3.3-8: Zusammenhänge zwischen relativen Papierhalbstoffpreisveränderungen (%) und relativen Veränderungen von Papier- und Pappepreisen (%), basierend auf laufenden Preisen

Papierhalbstoffpreis	Papier- & Pappe Durchschnittspreis			Zeitungspapierpreis			Druck- & Schreibpapier			Sonstiges Papier & Pappe		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Zellstoffpreis	0,82***	0,67***	1,50***	0,42**	0,18**	0,67**	0,73***	0,53***	1,14***	0,82***	0,68***	1,45***
Holzstoffpreis	0,12	0,01	0,25	0,19	0,04	0,35	0,07	0,00	0,12	0,31*	0,10	0,62
Altpapierpreis	0,73***	0,54***	1,57***	0,27	0,07	0,50	0,32**	0,10*	0,54*	0,64***	0,41***	1,32***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %, *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die wesentlichen Erkenntnisse aus Tab. 3.3-8 sind:

- Von den drei angegebenen Papierhalbstoff-„Preisen“ ist der Zusammenhang zwischen Zellstoffpreis und Papierpreisen am engsten und statistisch am besten gesichert, nur wenig enger ist der Zusammenhang mit dem Altpapierpreis. Der Einfluss von Papierpreisen auf den Holzstoffpreis ist kaum ersichtlich und statistisch auch nicht gesichert. Berechnungen mit den „Preisen“ für die einzelnen Zellstoffsorten (aus Übersichtsgründen nicht in Tab. 3.3-8 enthalten) ergeben keine wesentlich anderen Resultate.
- Vermutlich bedingt durch die relativ geringe Bedeutung der Zeitungspapierproduktion in Österreich wirken sich die Preise dieser Papiersorte am wenigsten auf Papierhalbstoffpreise aus.
- Änderungen des durchschnittlichen Papier- und Pappepreises im Ausmaß von 10 % bewirken beim Zellstoffpreis eine Änderung von ca. 15 % in dieselbe Richtung. Änderungen des Zeitungspapierpreises wirken sich weniger stark aus.
- Bei Altpapier wirken sich vor allem Änderungen bei den sonstigen Papier- und Pappepreisen aus, die Elastizität beträgt 1,3.
- Auch bei statistisch gesicherten Zusammenhängen werden nur zwischen 41 % und 68 % der Papierhalbstoffpreisschwankungen von den Schwankungen der Papierpreise erklärt. Dies ist vor allem dadurch zu erklären, dass Papierhalbstoffkosten nur einen Teil der Produktionskosten ausmachen. Schwankungen von Papier- und Pappepreisen erklären aber zu einem deutlich höheren Anteil Schwankungen der Papierhalbstoffpreise als letztere die Schwankungen der Holzpreise (s. Kap. 3.3.1.2).

Im folgenden wird – analog zu den Preisen für SNP – versucht festzustellen, ob Altpapierpreise auch mit den Preisen anderer Papierhalbstoffe zusammenhängen (Tab. 3.3-9).

Tab. 3.3-9: Zusammenhänge zwischen relativen Preisveränderungen von Altpapier (%) und relativen Veränderungen von Zellstoff- und Holzstoffpreisen (%), basierend auf laufenden Preisen

Zellstoff/Holzstoffpreis (unabhängige Variable)	Altpapierpreis (abhängige Variable)		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Zellstoff (Mittel)	0,83***	0,68***	0,97***
Sulfit gebleicht	0,86***	0,73***	1,00***
Sulfat gebleicht	0,77***	0,59***	0,87***
Sulfat ungebleicht	0,67***	0,45***	0,70***
Holzstoff	0,25	0,06	0,25

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %, *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Der Zusammenhang zwischen Altpapierpreisen und anderen Papierhalbstoffpreisen ist statistisch gut gesichert, die Erklärungskraft (R^2) der letzteren wesentlich höher als jene für die Zusammenhänge zwischen Papier- und Halbstoffpreisen. Die Preise von Altpapier reagieren etwa im selben Ausmaß wie die Änderungen der Zellstoffpreise (Elastizitäten um 1)²¹. Obwohl Altpapier anteilmäßig Holzstoff stärker verdrängt hat als Zellstoff, existiert zwischen den Preisen von Holzstoff und Altpapier praktisch kein Zusammenhang. Dies dürfte u. a. auch auf die mittlerweile insgesamt untergeordnete Rolle von Holzstoff beim Einsatz für die Papierproduktion (ca. 11 %) zusammenhängen.

Die statistisch hoch gesicherten Wechselwirkungen zwischen Altpapierpreisen und Zellstoffpreisen bedeuten in weiterer Folge, dass Altpapier Einsatz, Altpapierrecycling und Altpapierpreise indirekt über die Zellstoffpreise auch auf die Höhe der Industrieholzpreise wirken (in 3.3.1.2 wurde der statistisch gesicherte Zusammenhang zwischen Zellstoffpreisen und Industrieholzpreisen dargestellt). Je niedriger der Altpapierpreis ist, desto niedriger ist auch der Industrieholzpreis.

Zusammenhänge zwischen Papierhalbstoffpreisen in Österreich und Westeuropa

Obwohl Österreich ein bedeutender Produzent an Papierhalbstoffen ist, liegt – bezogen auf die Produktion – der Marktanteil Österreichs bei Zellstoff/Holzstoff in Europa nur bei ca. 7 %. Aus diesem Grund ist zu vermuten, dass die Preise für Papierhalbstoffe in Österreich auch von der europäischen Marktlage bzw. von der Preisentwicklung in Europa beeinflusst werden. Im folgenden wird sowohl graphisch als auch wieder mittels Korrelations- und Regressionsanalyse versucht, die Zusammenhänge zwischen Papierhalbstoffpreisen in Österreich und Westeuropa darzustellen und statistisch zu analysieren. Bei allem im folgenden als Durchschnitts-(Inlands-)„Preise“ bezeichneten „Preisen“ handelt es sich wieder um gewichtete Mittel aus Import- und Exportdurchschnittswerten in öS/t.

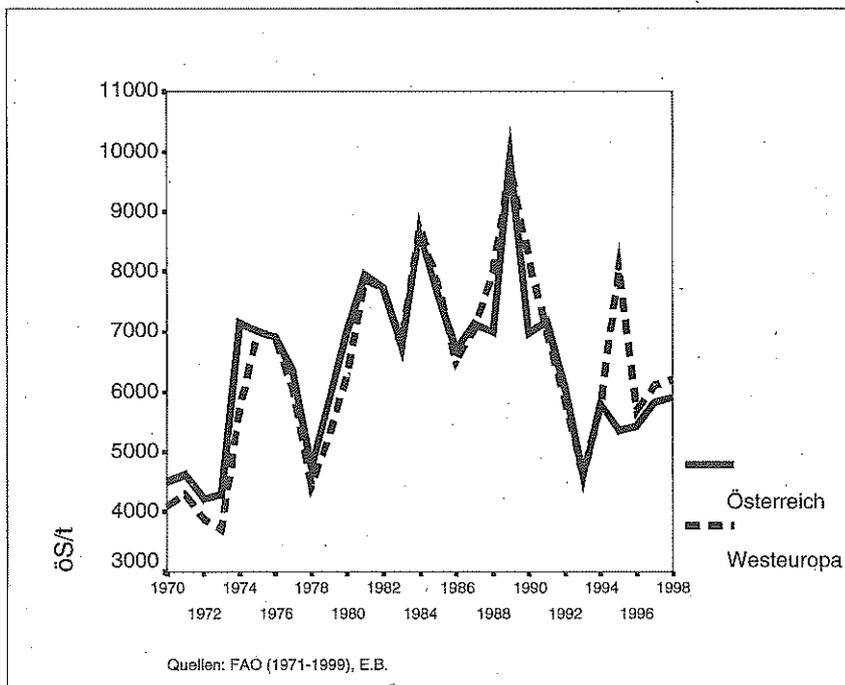


Abb. 3.3-22: Durchschnitts-„Preise“ von Zellstoff in Österreich und Westeuropa (I/d.)

²¹ Hinsichtlich der Kausalität dieses Zusammenhanges besteht dasselbe theoretische Problem wie für den Zusammenhang zwischen Industrieholzpreisen und den Preisen für SNP, da es sich um Einsatzstoffe derselben Produktionsebene handelt; s. Fußnote 16 oben.

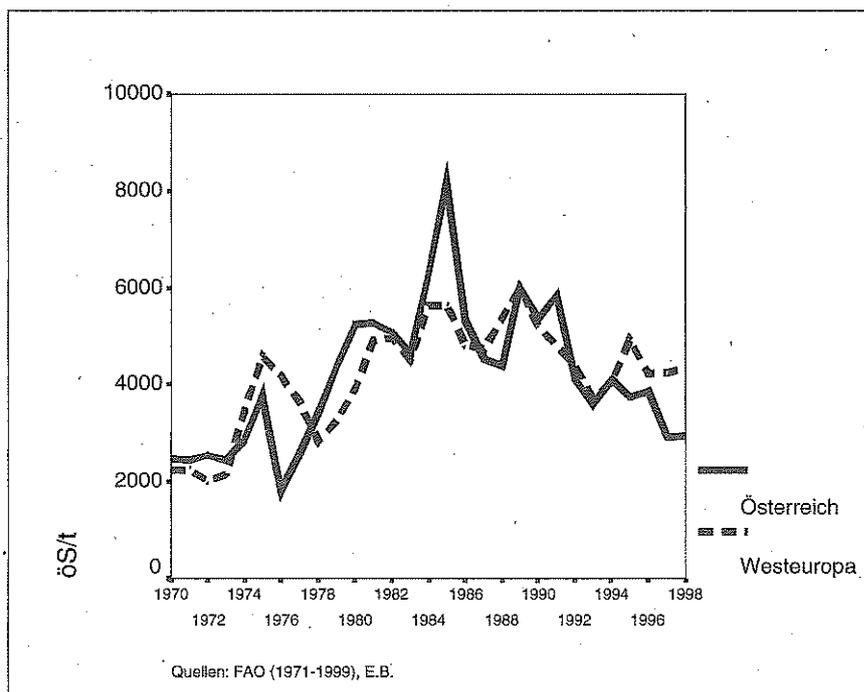


Abb. 3.3-23: Durchschnitts-„Preise“ von Holzstoff in Österreich und Westeuropa (lfd.)

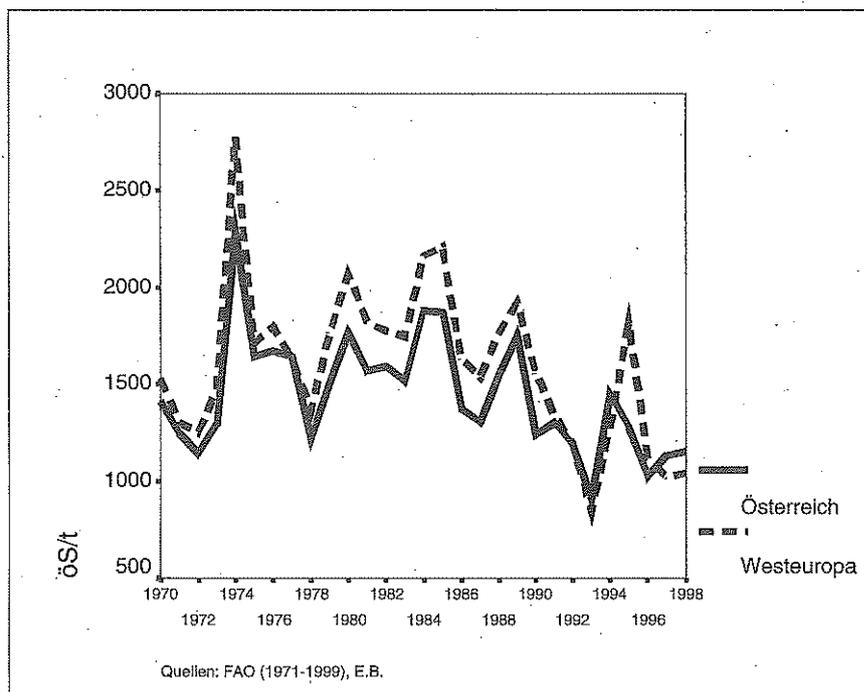


Abb. 3.3-24: Durchschnitts-„Preise“ von Altpapier in Österreich und Westeuropa (lfd.)

Die Abb. 3.3-22 bis 3.3-24 machen deutlich, dass sowohl (1) die Preisniveaus in Österreich und Westeuropa auf ungefähr derselben Höhe liegen und (2) dass – von einigen Ausreißern abgesehen – die Schwankungen/Preisentwicklungen in beiden Regionen in dieselbe Richtung gehen. Tab. 3.3-10 gibt eine Übersicht über die statistische Signifikanz dieser Zusammenhänge.

Tab. 3.3-10: Zusammenhänge zwischen relativen Preisveränderungen von Papierhalbstoffen in Österreich und Westeuropa (%), basierend auf laufenden Preisen

Preis in Österreich (abhängige Variable)	Preis in Westeuropa (unabhängige Variable)		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Zellstoff	0,77***	0,60***	0,77***
Holzstoff	0,33**	0,11*	0,42*
Altpapier	0,88***	0,78***	0,78***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Zusammenhänge zwischen Zellstoff- und Altpapierpreisen in Österreich und Westeuropa sind statistisch hoch gesichert. Preisschwankungen in Westeuropa erklären bei Zellstoff 60 %, bei Altpapier sogar 78 % der inländischen Preisschwankungen (R²). Letztere fallen etwas geringer aus als jene in Westeuropa (Elastizität < 1). Wesentlich weniger deutlich und auch statistisch kaum signifikant ist der Zusammenhang bei den Holzstoffpreisen, nur 11 % der inländischen Preisschwankungen werden durch westeuropäische Preisschwankungen erklärt. Dies liegt vor allem daran, dass der Außenhandel mit Holzstoff in Österreich eine untergeordnete Rolle spielt und die aus Außenhandelswerten abgeleiteten Durchschnitts-„Preise“ nicht repräsentativ für tatsächliche Holzstoffpreise sein dürften.

3.3.2.3 Zukunftsaussichten für Papierhalbstoffe

In der Studie ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a, SCHWARZBAUER, 1996) wurde auch die Produktion/das Aufkommen von Papierhalbstoffen in Europa erfasst. Zellstoff und Holzstoff sind dabei in eine Kategorie („Pulp“) zusammengefasst. Dabei ergibt sich für Österreich und Europa folgendes Bild:

- Sowohl im gesamten Europa als auch in Österreich steigt das Aufkommen an Altpapier wesentlich stärker (+149 % bzw. + 103 %) als die Produktion von Zellstoff/Holzstoff (+22 % bzw. + 20 %).
- Die Studie unterschätzt mit Sicherheit das österreichische Altpapieraufkommen, da zum Zeitpunkt ihrer Erstellung nicht davon ausgegangen wurde, dass die Recyclingrate bereits Ende der 90er Jahre knapp 70 % erreichen würde. Im Gegensatz dazu entspricht die Entwicklung der Altpapier-Einsatzquote (und damit der Verbrauch von Altpapier) bis 2000 etwa den tatsächlichen Entwicklungen. Damit würde auch das lt. Studie prognostizierte Auseinanderdriften von Aufkommen und Verbrauch (in Österreich) abgemildert.
- Aber auch bei höherem Altpapieraufkommen ist ein Ansteigen des Netto-Imports von Altpapier notwendig, um den zunehmenden Bedarf der Papierindustrie decken zu können.
- Obwohl die Recyclingrate für Österreich unterschätzt wird, liegt dieser Wert für den gesamten Prognosezeitraum deutlich über dem Durchschnitt für Europa.

Tab. 3.3-11: Zukünftige Entwicklung von Papierhalbstoffen in Europa und Österreich lt. ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a) in Tsd. t (niedriges Wachstumsszenario)

Region	Papierhalbstoff	1990	2000	2010	2020	Veränderung 2020:1990 in %
Europa gesamt	Pulp Produktion	36.351	37.864	41.369	44.449	+22
	Verbrauch	42.320	42.481	46.201	49.795	+18
	Altpapier Aufkommen	23.874	33.672	45.628	59.376	+149
	Recycling %	37	43	46	49	-
Österreich	Pulp Produktion	1.520	1.515	1.626	1.817	+20
	Verbrauch	1.690	1.717	1.876	2.136	+26
	Altpapier Aufkommen	698	864	1.104	1.417	+103
	Verbrauch	1.170	1.671	2.201	2.889	+147
	Recycling %	55	56	58	60	-
	Einsatz %	40	47	52	55	-

¹ inkl. Textilzellstoff

Quelle: Schwarzbauer (1996), UN-ECE/FAO (1996b), E.B.

Einschränkend zu den Angaben lt. ETTS V ist zu bemerken, dass auch der zukünftige Verbrauch von Papierhalbstoffen in Österreich vermutlich generell unterschätzt wird. Bei diesem Verbrauch handelt es sich um einen abgeleiteten, welcher vor allem durch die Höhe der Produktion von Papier und Pappe bestimmt wird. Die tatsächliche Gesamtproduktion von Papier und Pappe 1998 (4 Mio. t), aber auch der tatsächliche Gesamtverbrauch von Zellstoff und Holzstoff (2 Mio. t) liegen bereits heute deutlich höher als die Prognosen für 2000 angeben (für das vergleichbare niedrige Wachstumsszenario: 3,4 Mio. t Papierproduktion, 1,7 Mio. Zellstoff/Holzstoffverbrauch). Auch der Altpapierverbrauch liegt 1998 tatsächlich – allerdings nur geringfügig – höher als die Prognose für 2000.

3.3.2.4 Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Papierhalbstoffverbrauchs der Papierindustrie

Zusammenhänge zwischen Inlandsbezug und Importen von Papierhalbstoffen

In Österreich produzierte (Frischfaser) bzw. gesammelte (Altpapier) Papierhalbstoffe stehen ebenfalls in Konkurrenz mit Importen. Aus Abb. 3.2-25 ist ersichtlich, dass (1) die Importanteile von Altpapier zwar insgesamt hoch sind, durch das intensive Recycling in Österreich aber zurückgehen, (2) die Importanteile von Papierzellstoff kontinuierlich gestiegen sind und Mitte der 90er Jahre etwa die Höhe jener von Altpapier erreicht haben und (3) die Importanteile von Holzstoff auf sehr niedrigem Niveau relativ stark schwanken. Insgesamt importiert die österreichische Papierindustrie rund ein Drittel ihres Faserbedarfes aus dem Ausland.

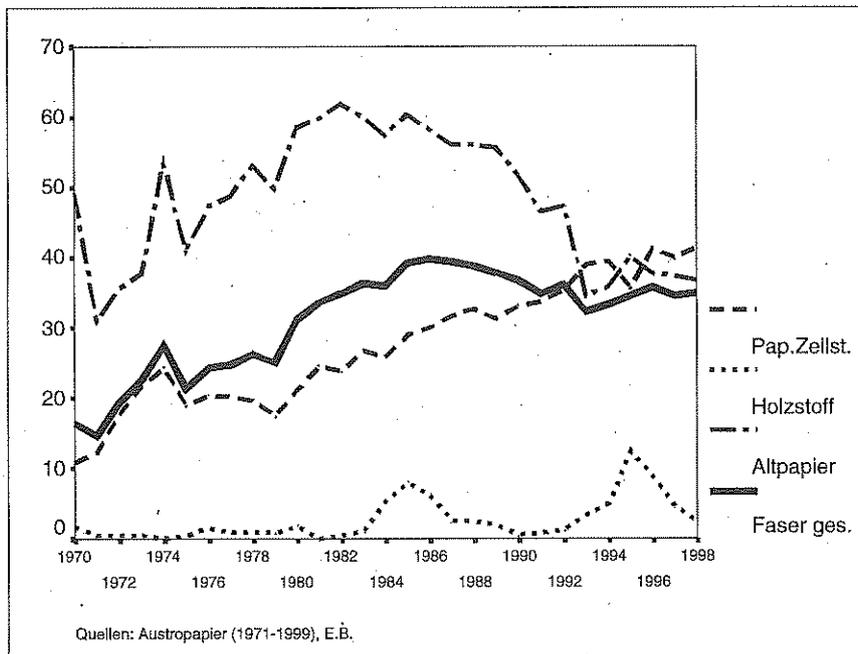


Abb. 3.3-25: Importanteile (am Verbrauch) von Papierhalbstoffen für die Papierindustrie (%)

Im Gegensatz zur statistischen Analyse der Holzimporte besteht für ähnliche Analysen bezüglich Papierhalbstoffen die schon mehrfach erwähnte Einschränkung, dass für diese Produkte keine Inlandspreise veröffentlicht werden. Die in Kap. 3.3.2.2 behandelten Inlands-„Preise“ sind selbst aus Außenhandelsdurchschnittswerten abgeleitet. Ein wesentlicher Aspekt für die Analyse der Importe von Papierhalbstoffen besteht in der Preisrelation zwischen Inlands- und Importpreisen, wobei grundsätzlich von der Hypothese ausgegangen wird, dass Importe um so attraktiver sind (und daher steigen), wenn diese im Vergleich zum Inlandsbezug billiger werden. In unserem Fall sind die Inlands-„Preise“ für Papierhalbstoffe aber selbst von den Außenhandelswerten abgeleitet und daher statistisch schwierig zu bewerten.

Trotzdem wird im folgenden versucht, Zusammenhänge zwischen Importanteilen von Papierhalbstoffen sowie Inlands- und Import-„Preisen“ mittels Korrelations- und Regressionsanalyse statistisch zu erfassen. Wie bei Holz wurde der jeweilige Importanteil (als abhängige Variable) mit einem Preisverhältnis (Quotient) aus Inlands- und Import-„Preis“ (als unabhängige Variable) in Beziehung gesetzt. Der Inlands-„Preis“ ist selbst das gewichtete Mittel aus Import- und Exportdurchschnittswerten. Bedingt durch die vergleichsweise geringen bzw. fehlenden Importmengen für ungebleichten Sulfite- und Sulfatzellstoff wurden diese beiden Zellstoffsorten aus den Schätzungen ausgeklammert. Die Schätzgleichungen haben folgende Struktur:

$$\Delta MA = a + b \cdot \Delta(IP/MP) + u$$

wobei:

- MA = Importanteil des jeweiligen Papierhalbstoffs
- IP = Inlands-„Preis“ des jeweiligen Papierhalbstoffs (gewichtete Mittel von Import- und Exportdurchschnittswerten aus FAO-Statistik)
- MP = Import-„Preis“ aus FAO-Außenhandelsdaten
- a = zu schätzende Konstante (in Tab. 3.3-12 nicht eigens dargestellt)
- b = zu schätzende Elastizität
- u = Störgröße
- Δ bedeutet, dass relative Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in die Schätzung eingehen.

Um Trends auszuschalten (potenzielle Scheinkorrelation) wird wieder mit relativen Veränderungen der jeweiligen Daten gegenüber dem Vorjahr (in %) gearbeitet. Tab. 3.3-12 gibt eine Übersicht über die Schätzungen.

Tab. 3.3-12: Zusammenhang zwischen jeweiligem Papierhalbstoff-Importanteil und Preisverhältnis aus Inlands- und Import-„Preis“

Importanteil Papierhalbstoff (abhängige Variable)	Preisverhältnis Inland/Import (unabhängige Variable) Elastizität (b)	R²
Papierzellstoff gesamt	0,99	0,08
Sulfit gebleicht	2,00^{***}	0,33^{***}
Sulfat gebleicht	0,12	0,002
Holzstoff	4,95^{***}	0,30^{***}
Altpapier	-0,90	0,02

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,
*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Statistisch signifikante Zusammenhänge ergeben sich nur für gebleichten Sulfitzellstoff und Holzstoff. In beiden Fällen kann jedoch das Inlands-/Importpreisverhältnis nur ein Drittel der Schwankungen des Importanteils erklären. Die Importanteile beider Produkte reagieren elastisch auf die Veränderungen von Preisrelationen (Elastizitäten von 2 und 5).

Für den Import von Altpapier haben veränderte Preisrelationen praktisch keine Bedeutung. Er ist eine strukturelle Notwendigkeit und marktwirtschaftlich zwingend logisch. Die Höhe der Importe wird vor allem bestimmt durch die Inlandsverfügbarkeit von Altpapier.

Laut Aussagen der österreichischen Papierindustrie ist die Höhe der Importe von Frischfaser auch und vor allem abhängig von der Höhe der inländischen Holzpreise. Höhere Industrieholzpreise und damit höhere Produktionskosten für Frischfaser im Inland würden zu erhöhten Importen von Frischfaser aus dem Ausland führen (HECKL & SCHWARZL, 1999). Auch dieser vermutete Zusammenhang wurde getestet (Importmengen und Importanteile von Frischfaser in Abhängigkeit von inländischen Industrieholzpreisen sowie von Preisverhältnissen zwischen inländischen Industrieholzpreisen und Importpreisen für Frischfaser), dieser ist jedoch aus statistischer Sicht keineswegs gegeben.

Zusammenhänge zwischen Altpapiereinsatz und den Preisen für Altpapier, Zellstoff und Holzstoff

Der Anteil von Altpapier am gesamten Fasereinsatz der österreichischen Papierindustrie ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen und betrug zuletzt 49 % (1998). Neben umweltpolitischen Ursachen (z. B. hohes Inlandsaufkommen von Altpapier in Österreich) liegt ein wesentlicher Grund für den langfristig zunehmenden Altpapiereinsatz auch im Vergleich zu Frischfaser deutlich niedrigerem und sinkendem Preisniveau (s. Abb. 3.3-26), auch wenn Aufbereitungskosten und ein vergleichsweise geringerer Holzfasernanteil dabei zu berücksichtigen sind. Abgesehen von diesen langfristig wirkenden Entwicklungen stellt sich die Frage, ob sich der Einsatz von Altpapier auch in kürzeren Zeiträumen als Folge unterschiedlicher Preisrelationen von Altpapier und Frischfaser zueinander verändert.

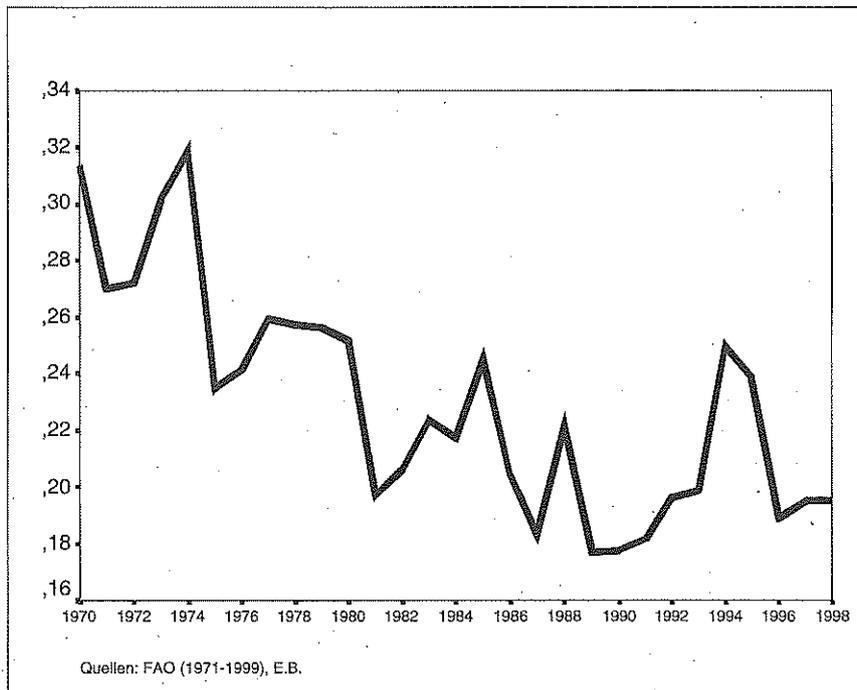


Abb. 3.3-26: Preisverhältnis Altpapier – Papierzellstoff (pro Tonne)

Korrelations- und Regressionsanalysen mit den relativen Änderungen der Altpapier-Einsatzquote als abhängige und relativen Änderungen der Verhältnisse vom Altpapier-„Preis“ und Frischfaser-„Preisen“ brachten keinen einzigen einigermaßen statistisch gesicherten Zusammenhang. Daraus lässt sich schließen: Nicht kurzfristige Veränderungen von Preisrelationen, sondern das generell niedrigere Preisniveau von Altpapier und vermutlich umweltrelevante Vermarktungsüberlegungen in den Betrieben sowie technische Aspekte sind primär für die Höhe und die Erhöhung des Altpapiereinsatzes bestimmend. Auch in diesem Fall ist die physische Verfügbarkeit von Altpapier ein begrenzender Faktor für dessen Einsatz.

Einsatz von Papierhalbstoffen in der Papierindustrie

- **Insgesamt wurden 1998 ca. 3,5 Mio. t Papierhalbstoffe, davon 1,4 Mio. t (40 %) Papierzellstoff, 0,4 Mio. t (11 %) Holzstoff und 1,7 Mio. t (49 %) Altpapier eingesetzt.**
- **Innerhalb des gesamten Faserverbrauchs ist Altpapier die am stärksten wachsende Komponente. Zwischen 1970 und 1998 ist das Inlandsaufkommen um +947 % und der Altpapiereinsatz um +762 % gestiegen.**
- **Besonders die Importe von Altpapier sind eine strukturelle Notwendigkeit, da der größte Teil der österreichischen Papierproduktion exportiert und daher nicht im Inland verbraucht wird.**
- **Bei der Recyclingquote von Altpapier gehört Österreich international zu den Spitzenreitern (70 %), Nicht zuletzt bedingt durch die gute Ausstattung mit Holzressourcen liegt die Altpapier-Einsatzquote mit 49 % zwar über dem EU-15 Schnitt (43 %), nicht aber im Spitzenfeld.**

- *Nur wenn in Österreich – theoretisch – 100 % des verbrauchten Papiers gesammelt würden, könnte die Papierindustrie derzeit ihren Bedarf an Altpapier aus Österreich decken. Da aber Produktion und Exporte von Papier und Pappe stark steigen werden, könnte diese Deckung nur kurzfristig aufrechterhalten werden.*

Papierhalbstoffpreise

- *Auf Tonnen-Basis liegt der „Preis“ für Altpapier deutlich unter den beiden „Frischfaser-Preisen“ und sinkt langfristig leicht, eine plausible Begründung für den zunehmenden Einsatz von Altpapier.*
- *Änderungen von durchschnittlichen Papier- und Pappepreisen im Ausmaß von 10 % bewirken beim Zellstoffpreis eine Änderung von ca. 15 % in dieselbe Richtung, bei Altpapier ca. 13 %. Änderungen beim Zeitungspapierpreis wirken sich am wenigsten aus.*
- *Aufgrund der statistisch hoch gesicherten Wechselwirkungen zwischen Altpapierpreisen und Zellstoffpreisen wirken Altpapiereinsatz und Altpapierpreise indirekt über die Zellstoffpreise auch auf die Höhe der Industrieholzpreise. Je niedriger der Altpapierpreis, desto niedriger auch der Industrieholzpreis.*
- *Die österreichischen „Preise“ für Papierhalbstoffe hängen maßgeblich von der internationalen Preisentwicklung ab. Preisschwankungen in Westeuropa erklären bei Zellstoff 60 %, bei Altpapier sogar 78 % der inländischen Preisschwankungen. Am wenigsten deutlich ist der internationale Einfluss bei Holzstoff.*

Zukunftsaussichten Papierhalbstoffe

- *Obwohl in ETTS V das Aufkommen von Altpapier für Österreich bis 2020 unterschätzt wird, steigt es wesentlich stärker (+103 %) als die Produktion von Zell- und Holzstoff (+20 %).*
- *Aufgrund der ebenfalls als steigend prognostizierten Papierproduktion ist trotz höheren Altpapieraufkommens ein Ansteigen des Nettoimports von Altpapier zu erwarten.*

Konkurrenzbeziehungen zwischen den Komponenten des Papierhalbstoffverbrauchs

- *Die Importanteile von Sulfitzellstoff und Holzstoff reagieren elastisch auf kurzfristige Änderungen der Preisrelationen (Inlands-/Importpreis), bei anderen Zellstoffsorten ist dies nicht der Fall.*
- *Für den Import von Altpapier haben veränderte Preisrelationen praktisch keine Bedeutung, er ist eine strukturelle Notwendigkeit und marktwirtschaftlich zwingend logisch.*
- *Für die Höhe und Zunahme des Altpapiereinsatzes (statt Frischfaser) sind weniger kurzfristige Veränderungen von Preisrelationen, sondern vor allem das generell niedrigere Preisniveau von Altpapier, umweltrelevante Vermarktungsüberlegungen in den Betrieben, technische Aspekte und die mengenmäßige Verfügbarkeit bestimmend.*

3.3.3 Darstellung und Analyse der Produktion und des Absatzes von Papier und Pappe

3.3.3.1 Produktion und Verbrauch von Papier und Pappe

Aus Papierhalbstoffen und Füllstoffen (u. a. Kaolin, Kalziumkarbonat und Talkum; 1998 702.000 t) erzeugt die Papierindustrie verschiedene Papier- und Pappesorten, die unterschiedliche Anteile von Frischfaser und Altpapier enthalten. Abb. 3.3-27 bis 3.3-30 sowie Tab. 3.3-13 geben eine Übersicht über die Entwicklungen von Produktion, Verbrauch, Export und Import. Die einzelnen Papier- und Pappesorten weisen eine deutlich unterschiedliche Dynamik auf.

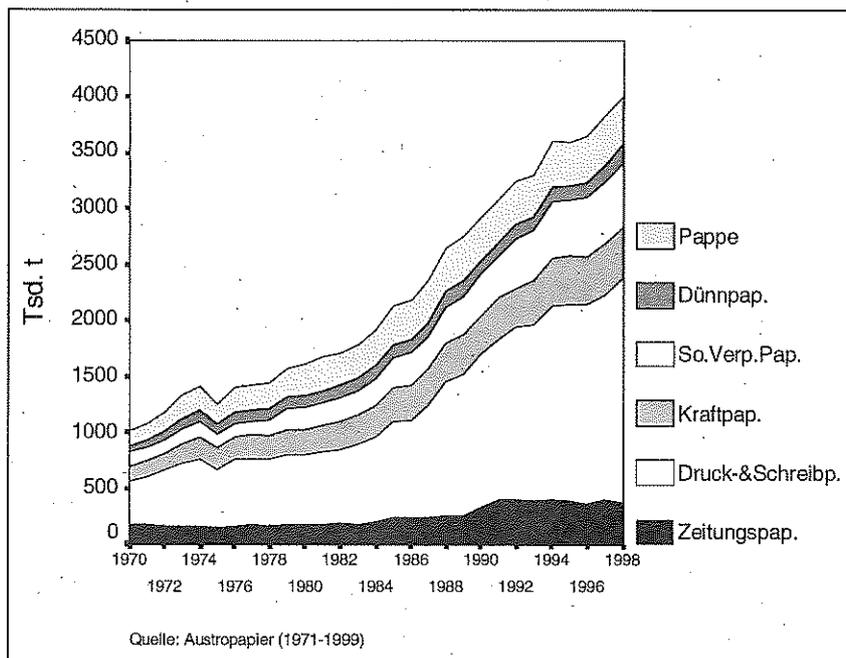


Abb. 3.3-27: Produktion von Papier und Pappe in Österreich

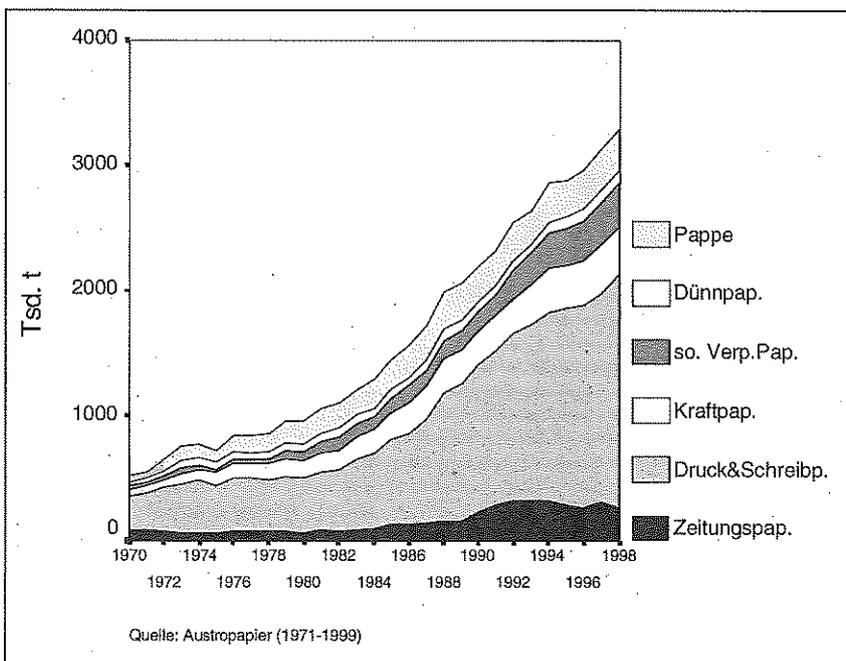


Abb. 3.3-28: Export von Papier und Pappe aus Österreich

Derzeit (1998) werden von den insgesamt 4 Mio. t Papier- und Pappeprodukten etwa 82 % exportiert. Seit 1970 ist die Produktion von Papier und Pappe um 294 %, der Export um 536 % gestiegen; 1970 betrug die Exportquote nur 51 %. Sowohl bei der Produktion als auch beim Export weist Druck- und Schreibpapier die höchsten Zuwachsraten seit 1970 auf (408 % bzw. 577 %). Diese Papiersorte hat mit 93 % (s. Tab. 3.3-14) auch die höchste Exportquote und macht mittlerweile 50 % der gesamten Papier- und Pappeproduktion aus. Sonstiges Verpackungspapier ist – wenn auch auf niedrigerem absoluten Niveau – ebenfalls überdurchschnittlich gewachsen (Produktion + 359 %, Export + 938 %). Im Gegensatz zu anderen großen Papierproduzentenländern spielt Zeitungspapier in Österreich weder bei der Produktion noch beim Export eine dominante Rolle:

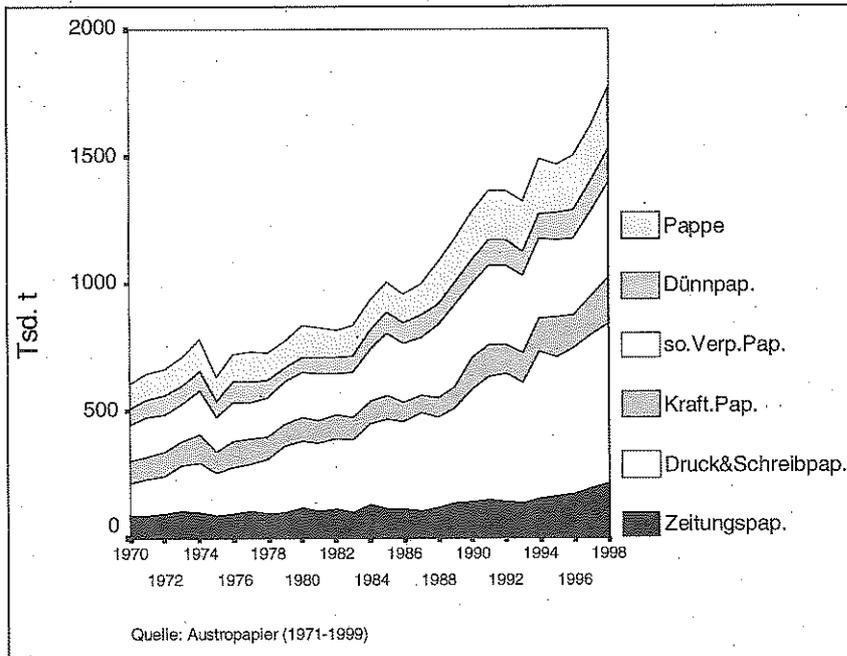


Abb. 3.3-29: Verbrauch von Papier und Pappe in Österreich

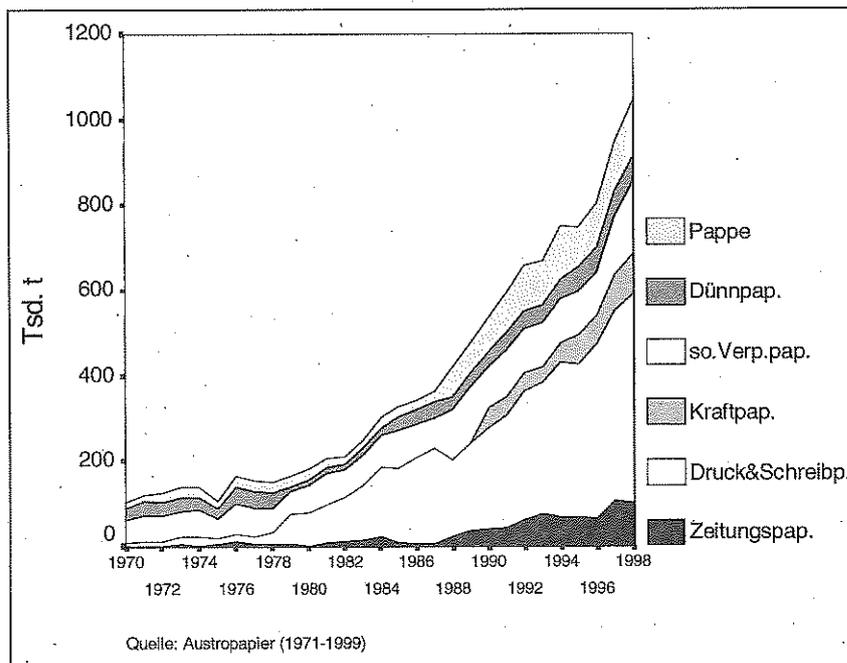


Abb. 3.3-30: Import von Papier und Pappe nach Österreich

Tab. 3.3-13: Strukturen der Produktion von und der Nachfrage nach Papier- und Pappeprodukten in Österreich

KOMPONENTEN	1970		1998		Veränderungen 1998:1970
	(1000 t)	(%)	(1000 t)	(%)	(%)
Papier & Pappe					
Produktion	1.017	100,0	4.009	100,0	+294,2
Verbrauch	602	100,0	1.767	100,0	+193,7
Import	102	100,0	1.044	100,0	+932,5
Export	517	100,0	3.286	100,0	+535,6
Zeitungspapier					
Produktion	170	16,7	376	9,4	+121,2
Verbrauch	88	14,6	213	12,1	+142,1
Import	0	0,0	101	9,7	-
Export	83	16,1	265	51,3	+219,3
Druck- & Schreibpapiere					
Produktion	394	38,7	2.003	50,0	+408,4
Verbrauch	128	21,3	630	35,7	+392,2
Import	8	7,8	489	46,8	+6012,5
Export	275	53,2	1.862	56,7	+577,1
Kraftpapier					
Produktion	133	13,1	462	11,5	+247,4
Verbrauch	88	14,6	178	10,1	+102,2
Import	0	0,0	96	9,2	-
Export	45	8,7	380	11,6	+744,4
Sonstige Verpackungspapiere					
Produktion	123	12,1	564	14,1	+358,5
Verbrauch	140	23,3	377	21,3	+169,3
Import	51	50,0	166	15,9	+225,5
Export	34	6,6	353	10,7	+938,2
Dünn- & Spezialpapiere					
Produktion	62	6,1	172	4,3	+177,4
Verbrauch	62	10,3	128	21,3	+106,5
Import	30	29,4	60	5,7	+100,0
Export	29	5,6	104	3,2	+258,6
Pappe					
Produktion	135	13,3	432	10,8	+220,0
Verbrauch	97	16,1	242	13,7	+149,5
Import	13	12,7	132	12,6	+915,4
Export	52	10,1	322	10,0	+519,2

Quellen: AUSTROPAPIER (1971-1999), E.B.

Nur 18 % oder 0,7 Mio. t der österreichischen Papier- und Pappeproduktion werden im Inland abgesetzt, mehr als 1 Mio. t werden zusätzlich importiert. Der Inlandsverbrauch beträgt insgesamt ca. 1,8 Mio. t. Die Importquote für Papier- und Pappe gesamt (Prozentanteil der Importe am Inlandsverbrauch) liegt bei 59 % und hat sich seit 1970 (17 %) drastisch erhöht (Tab. 3.3-14). Die Zuwächse des inländischen Papier- und Pappeverbrauchs liegen mit +194 % deutlich unter jenen der Produktion. Hinsichtlich der Dynamik in der zeitlichen Entwicklung dominiert auch beim Verbrauch bzw. beim Import Druck- und Schreibpapier; der Verbrauch hat um 392 %, der Import gar um 6013 % zugenommen. Der Anteil dieser Papiersorte am Verbrauch liegt bei 36 %, am Import bei 47 %.

Tab. 3.3-14: Export- und Importquoten von Papier- und Pappeprodukten (Export in % von Produktion, Import in % vom Verbrauch)

KOMPONENTEN	1970 (%)	1998 (%)	Veränderungen 1998:1970 (%-Punkte)
Papier & Pappe			
Importquote	16,9	59,1	+42,2
Exportquote	50,8	82,0	+31,2
Zeitungspapier			
Importquote	0,0	47,4	+47,4
Exportquote	48,8	70,5	+21,7
Druck- & Schreibpapiere			
Importquote	6,3	77,6	+71,3
Exportquote	69,8	93,0	+23,2
Kraftpapier			
Importquote	0,0	53,9	+53,9
Exportquote	33,8	82,3	+48,5
Sonstige Verpackungspapiere			
Importquote	36,4	44,0	+7,6
Exportquote	27,6	62,6	+35,0
Dünn- & Spezialpapiere			
Importquote	48,4	46,9	-1,5
Exportquote	42,8	60,5	+17,7
Pappe			
Importquote	13,4	54,6	+41,2
Exportquote	38,5	74,5	+36,0

Quellen: AUSTROPAPIER (1971-1999), E.B.

Die regionale Verteilung der Papierexporte und -importe zeigt, dass Deutschland sowohl größter Abnehmer von österreichischem Papier als auch größter Lieferant für Österreich ist (Abb. 3.3-31 und 3.3-32). Bei den Importen folgen die skandinavischen Länder Finnland und Schweden, bei den Exporten Italien, Frankreich und England. Insgesamt werden mehr als zwei Drittel des österreichischen Papierexports in EU-Länder geliefert, knapp 7 % gehen in den asiatisch-pazifischen Raum. Die Region „Sonstiges Europa“ (ehemalige Ostländer) nimmt bei Import und Export mit 14 % bzw. 15 % ähnlich große Anteile ein.

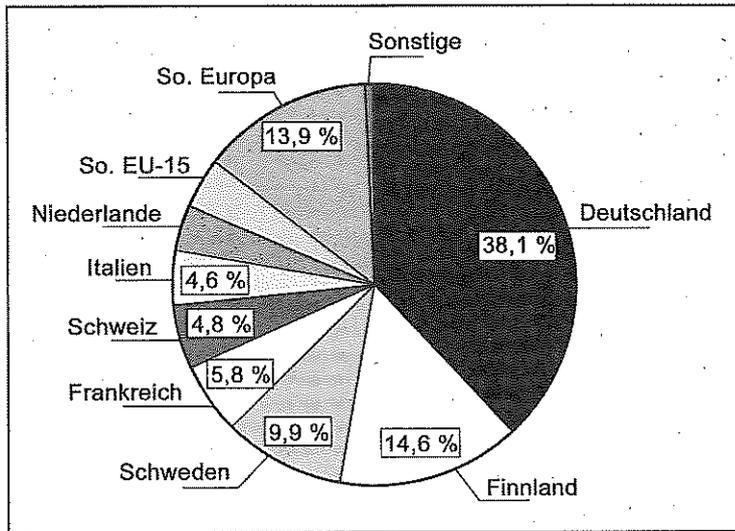


Abb. 3.3-31: Österreichs Papier- und Pappeimporte nach Ländern/Regionen 1998 (1 Mio. t)

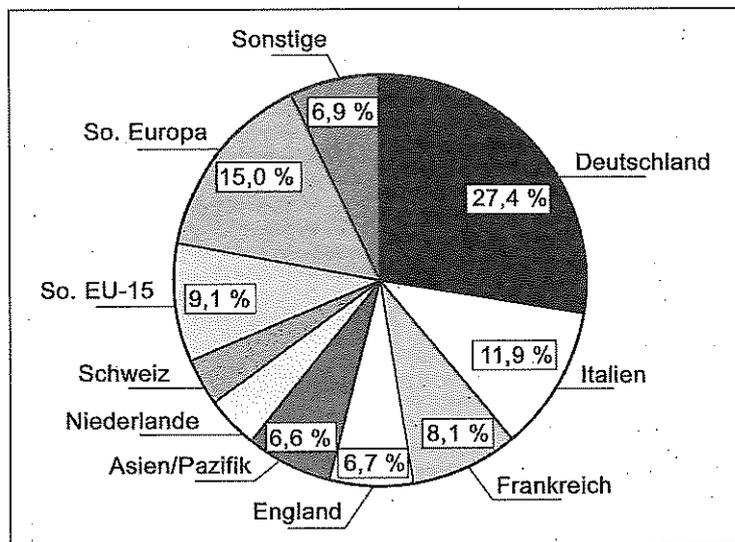


Abb. 3.3-32: Österreichs Papier- und Pappeexporte nach Ländern/Regionen 1998 (3,2 Mio. t)

Weder bei Importen noch Exporten hat sich im Zeitablauf die regionale Struktur wesentlich geändert, bei beiden Außenhandelsströmen, besonders beim Export, hat im letzten Jahrzehnt die Bedeutung Osteuropas (Sonstiges Europa) allerdings zugenommen (Abb. 3.3-33 und 3.3-34).

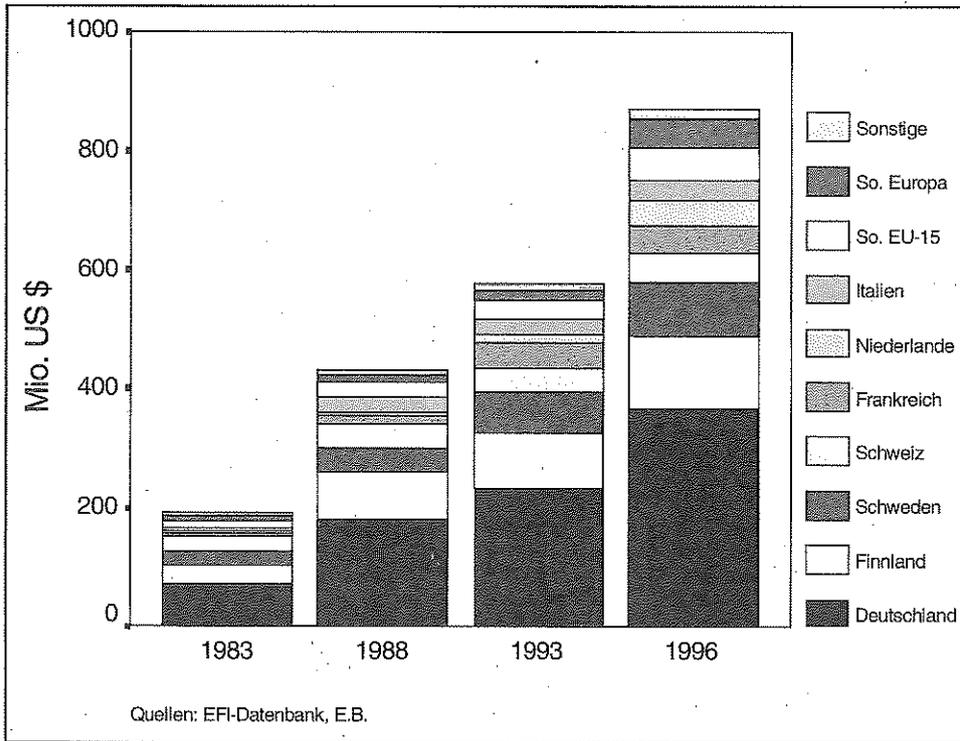


Abb. 3.3-33: Österreichs Papier- und Pappeimporte nach Ländern/Regionen (Mio. US \$)

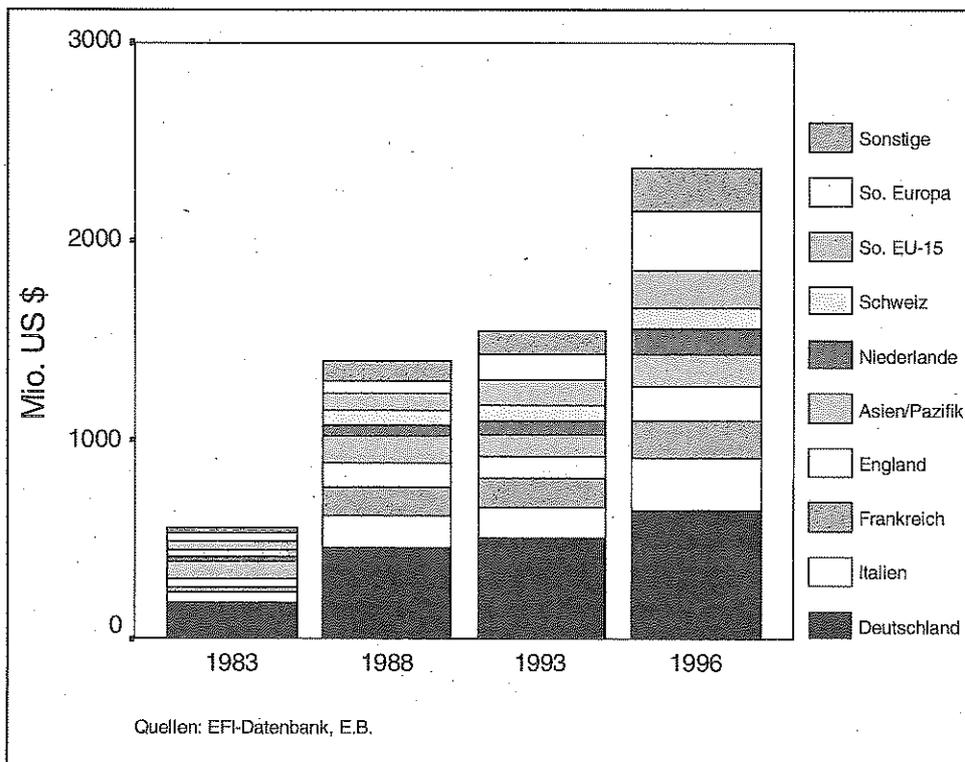


Abb. 3.3-34: Österreichs Papier- und Pappeexporte nach Ländern/Regionen (Mio. US \$)

Je nach Einsatzgebiet und den damit verbundenen Qualitätsanforderungen beinhalten die in Österreich erzeugten Papier- und Pappesorten unterschiedliche Anteile an Frischfaser und Altpapier. Nach FPP (1999) gilt: Je höher die Ansprüche an Qualität und Haltbarkeit, desto größer muss der Frischfaseranteil sein. Während somit Altpapier für die Erzeugung von Karton und Pappe den idealen Rohstoff darstellt (Anteil von 93 %), ist es für die Herstellung hochwertiger Druck- und Schreibpapiere weniger geeignet (Anteil von 14 %; Abb. 3.3-35)²². Da in Österreich etwa die Hälfte der Papier- und Pappeproduktion auf hochwertige Druck- und Schreibpapiere entfällt, stellt nach Meinung der Papierindustrie bzw. des FPP aus Holz erzeugte Frischfaser jetzt und in Zukunft einen unverzichtbaren Rohstoff für die Papierindustrie dar (FPP, 1999).

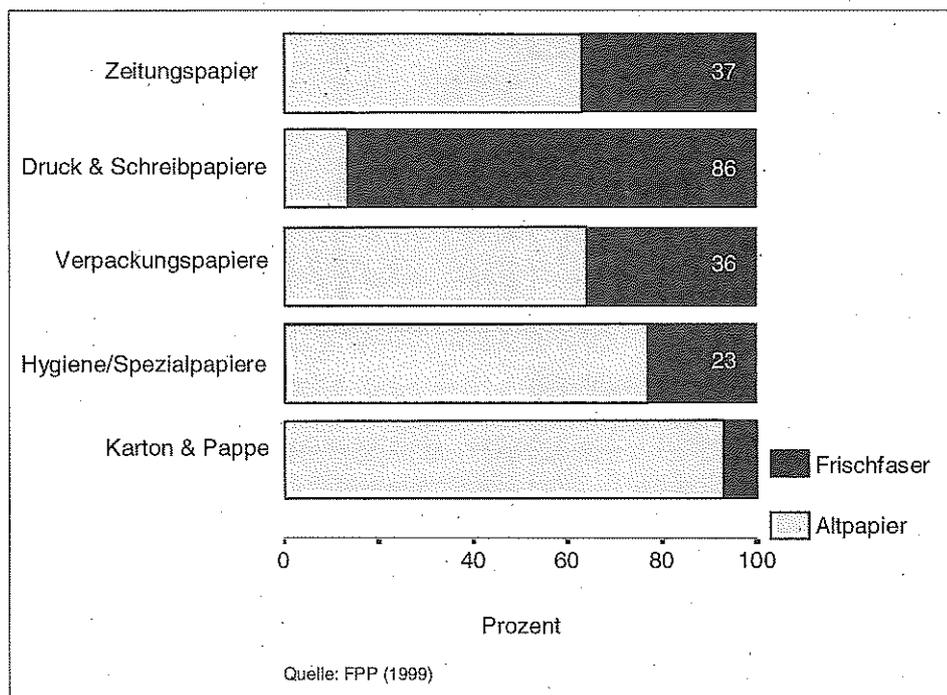


Abb. 3.3-35: Durchschnittlicher Halbstoffanteil in den verschiedenen Papiererzeugnissen

3.3.3.2 Papier- und Papppreise

Entwicklung der Papier- und Papppreise

Auch für Papier- und Papperezeugnisse werden echte Preise in Österreich nicht veröffentlicht. Aufgrund der leichten Verfügbarkeit von FAO-Außenhandelsdaten wird zur Berechnung eines Durchschnittswertes wieder auf diese zurückgegriffen. Import- und Exportdurchschnittswerte werden mit dem jeweiligen Wechselkurs auf österreichische Schillingwerte umgerechnet. Als „Proxi“ für Inlandspreise werden „inländische“ Durchschnittswerte für Papier- und Pappe als gewichtetes Mittel aus Import- und Exportdurchschnittswerten berechnet. Abb. 3.3-36 gibt eine Übersicht über die Entwicklungen der Inlands-„Preise“ von drei Papiersorten sowie dem Durchschnitt aller Papier- und Pappesorten.

²² Diese Aussage wird allerdings in der neuesten Worldwatch Institut Studie „Paper Cuts: Recovering the Paper Landscape“ bestritten. Die Autoren stellen fest, dass heutige Technologien durchaus in die Lage versetzen, auch mit höherem Altpapieranteil gleichwertiges Druck- und Schreibpapier zu produzieren (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

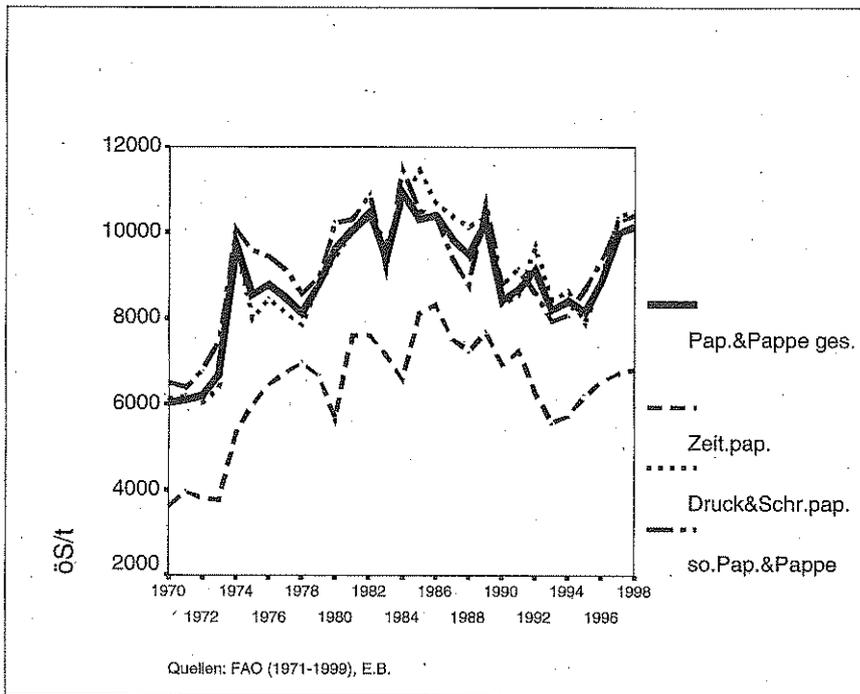


Abb. 3.3-36: Inlands-„Preise“ von Papier und Pappe (lfd.)

Alle „Preise“ weisen ähnliche zeitliche Entwicklungen auf. Während die Preise für Druck- und Schreibpapier sowie sonstiges Papier auch in ihrer absoluten Höhe eng zusammen liegen, bewegt sich der Preis für Zeitungspapier deutlich darunter. Aufgrund der vergleichsweise geringeren Außenhandelsmengen von Zeitungspapier wird der Durchschnittswert von Papier- und Pappe vor allem durch die beiden ersten „Preise“ beeinflusst.

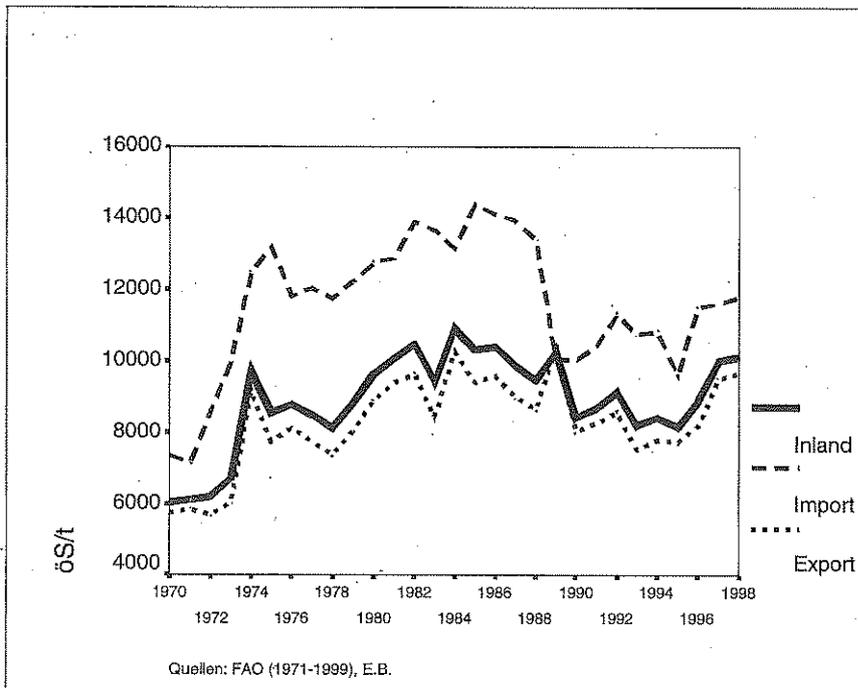


Abb. 3.3-37: Inlands-, Import- und Export-„Preise“ von Papier und Pappe (lfd.)

Abb. 3.3-37 stellt Import-, Export- und Inlands-„Durchschnittspreise“ für Papier- und Pappe gegenüber. Da der Export von Papier und Pappe den Import bei weitem übersteigt, wird der Inlands-„Preis“ vor allem durch den „Exportpreis“ beeinflusst.

Zusammenhänge zwischen Papierpreisen in Österreich und Westeuropa

Ähnlich wie bei den Papierhalbstoffen ist Österreich zwar ein bedeutender Produzent von Papier und Pappe, die Preise für Papiererzeugnisse werden aber nicht primär in Österreich, sondern vom europäischen Markt bzw. vom Weltmarkt bestimmt. Bezogen auf die Produktion liegt der österreichische Marktanteil von Papier und Pappe in Europa nur bei ca. 8 %. Im folgenden wird wieder sowohl graphisch als auch mittels Korrelations- und Regressionsanalyse versucht, die Zusammenhänge zwischen Papierpreisen in Österreich und Westeuropa darzustellen und statistisch zu analysieren. Bei allem im folgenden als Durchschnitts-(Inlands-)„Preise“ bezeichneten „Preisen“ handelt es sich wieder um gewichtete Mittel aus Import- und Exportdurchschnittswerten in öS/t. Abb. 3.3-38 bis 3.3-40 geben eine Übersicht über die Entwicklung von Papierpreisen in den beiden Regionen.

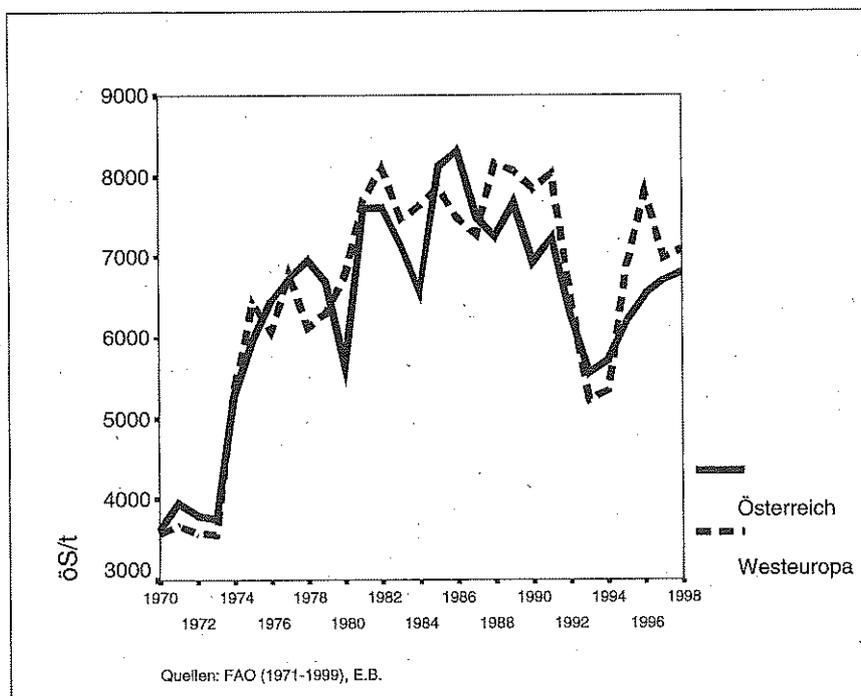


Abb. 3.3-38: Durchschnitts-„Preise“ von Zeitungspapier in Österreich und Westeuropa (lfd.)

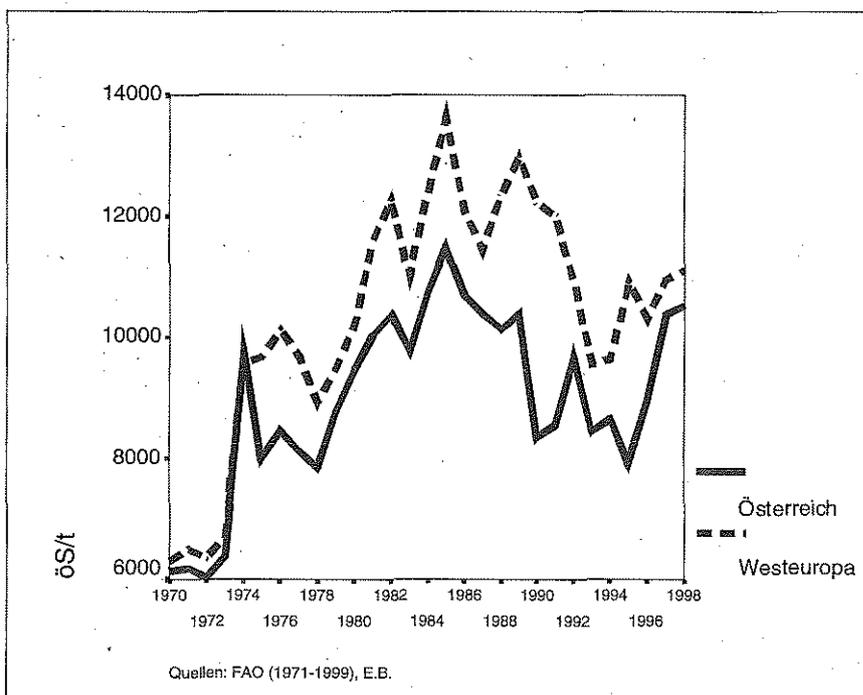


Abb. 3.3-39: Durchschnitts-„Preise“ von Druck- und Schreibpapier in Österreich und Westeuropa (Ifd.)

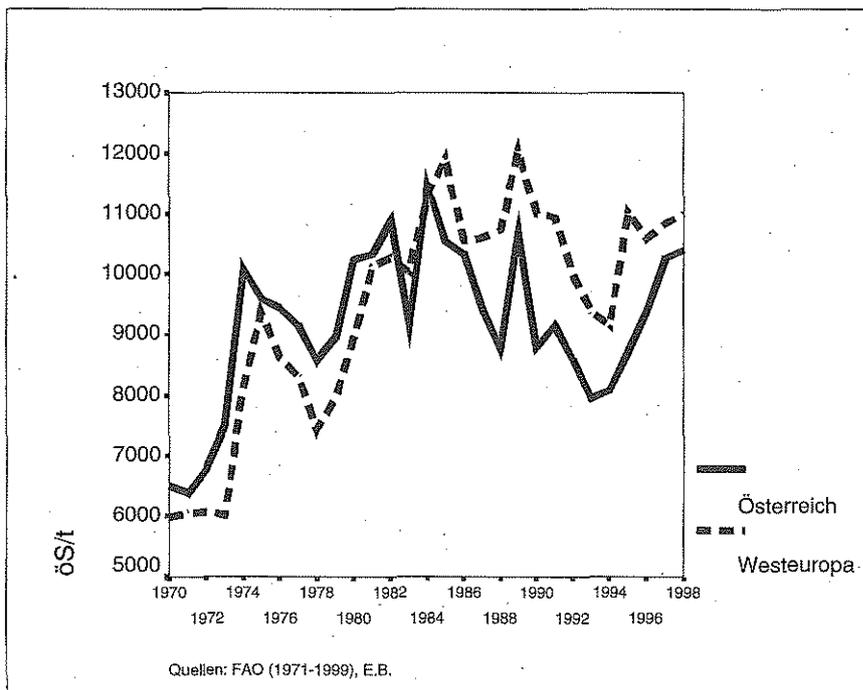


Abb. 3.3-40: Durchschnitts-„Preise“ von „Sonstigem Papier & Pappe“ in Österreich und Westeuropa (Ifd.)

Bei allen drei Papiersorten verlaufen die zeitlichen Schwankungen in den beiden Regionen ähnlich. Allerdings wird deutlich, dass beim „dynamischsten“ Produkt Österreichs, nämlich Druck- und Schreibpapier, die österreichischen „Preise“ etwas unter dem westeuropäischen Durchschnitt liegen, was auf den Wettbewerbsvorteil beim Export hinweist. Auch bei „Sonstigem Papier & Pappe“ liegt seit den 80er Jahren der österreichische Durchschnittspreis unter

dem westeuropäischen – ebenfalls ein Hinweis auf einen Exportvorteil. Tab. 3.3-15 gibt eine Übersicht über die statistische Signifikanz der Preiszusammenhänge zwischen Österreich und Westeuropa.

Tab. 3.3-15: Zusammenhänge zwischen relativen Preisveränderungen von Papier- und Pappe in Österreich und Westeuropa (%), basierend auf laufenden Preisen

Preis in Österreich (abhängige Variable)	Preis in Westeuropa (unabhängige Variable)		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Papier & Pappe (Durchschnitt)	0,66***	0,44***	0,71***
Zeitungspapier	0,67***	0,45***	0,62***
Druck- & Schreibpapier	0,72***	0,52***	0,87***
So. Papier & Pappe	0,68***	0,46***	0,77***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %,

*** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Zusammenhänge zwischen Papier- und Papppreisen in Österreich und Westeuropa sind statistisch hoch gesichert, allerdings erklären relative Preisveränderungen in Westeuropa die inländischen Preisschwankungen zu einem geringeren Anteil als dies bei Zellstoff und Altpapier der Fall ist, nämlich um 50 % (R²). Die Elastizitäten der inländischen Preise auf westeuropäische Preise liegen um 0,6 bis 0,9, damit reagieren Inlandspreise gedämpft auf ausländische Preissignale (Elastizität < 1).

3.3.3.3 Zukunftsaussichten für Papier und Pappe

In der Studie ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a; SCHWARZBAUER, 1996) wurden auch Produktion und Verbrauch von Papier und Pappe in Europa erfasst. Während für Europa nur Zahlen für Papier und Pappe insgesamt vorliegen, ist für Österreich eine Trennung nach drei Papiererzeugnisgruppen möglich. Auf die wahrscheinliche Unterschätzung, vor allem der Produktion von Papier und Pappe in Österreich, wurde bereits in 3.3.2.3 hingewiesen. Nach ETTS V ergibt sich für Österreich und Europa folgendes Bild:

- Im gesamten Europa wird die Produktion von Papier und Pappe bis 2020 um 67 %, der Verbrauch um 89 % wachsen. War Europa Anfang der 90er Jahre noch ein Nettoexporteur (Verbrauch geringer als Produktion) dreht sich um 2000 die Situation um (Verbrauch größer als Produktion).
- In Österreich wird sowohl das Wachstum der Produktion (+80 %) als auch jenes des Verbrauchs (+86 %) höher als für das gesamte Europa geschätzt. Angesichts der aktuellen Produktionszahlen von 1998 (4 Mio. t), die die Prognose für 2000 bereits deutlich übersteigen (3,4 Mio. t), könnte das tatsächliche Produktionswachstum in Wahrheit noch höher ausfallen.
- Auch in Zukunft wird für Österreich Druck- und Schreibpapier als am stärksten wachsend prognostiziert und zwar sowohl hinsichtlich der Produktion (+105 %) als auch hinsichtlich des Verbrauchs (+113 %). Am wenigsten legt – wie schon in der Vergangenheit – Zeitungspapier zu.

Tab. 3.3-16: Zukünftige Entwicklung von Papier- und Pappe in Europa und Österreich lt. ETTS V in Tsd. t (niedriges Wachstumsszenario)

REGION	Papiererzeugnis		1990	2000	2010	2020	Veränderung 2020 zu 1990 in %
Europa gesamt	Papier & Pappe	Produktion	67.190	77.814	94.125	111.915	+67
		Verbrauch	64.706	78.633	99.277	122.061	+89
Österreich	Papier & Pappe	Produktion	2.915	3.427	4.233	5.253	+80
		Verbrauch	1.269	1.543	1.900	2.363	+86
	davon: Zeitungspapier	Produktion	328	354	392	433	+32
		Verbrauch	143	157	174	192	+34
	Druck- & Schreibpapiere	Produktion	1.364	1.655	2.147	2.792	+105
		Verbrauch	434	552	711	925	+113
	Sonstiges Pa- pier & Pappe	Produktion	1.223	1.418	1.694	2.028	+66
		Verbrauch	692	834	1.015	1.246	+80

Quelle: SCHWARZBAUER (1996), UN-ECE/FAO (1996b), E.B.

Produktion und Absatz von Papier und Pappe

- Insgesamt wurden 1998 in Österreich ca. 4 Mio. t Papier und Pappe erzeugt, davon etwa 82 % exportiert. Die größte Dynamik und mit 93 % auch höchste Exportquote weist Druck- und Schreibpapier auf, danach folgt hinsichtlich der Produktionszuwächse Verpackungspapier. Zeitungspapier spielt eine untergeordnete Rolle.
- Nur 18 % oder 0,7 Mio. t der österreichischen Papier- und Pappeproduktion werden im Inland abgesetzt, mehr als 1 Mio. t werden zusätzlich importiert. Der Inlandsverbrauch beträgt insgesamt ca. 1,8 Mio. t.
- Je höher die Ansprüche an Qualität und Haltbarkeit, desto größer muss im Allgemeinen der Frischfaseranteil sein. Während Altpapier für die Erzeugung von Karton und Pappe den idealen Rohstoff darstellt (durchschnittlicher, derzeitiger Anteil von 93 %), ist es für die Herstellung hochwertiger Druck- und Schreibpapiere weniger geeignet (Anteil von 14 %).

Papier- und Pappepreise

- Während die Preise für Druck- und Schreibpapier sowie sonstiges Papier im Zeitablauf eng zusammen liegen, bewegt sich der Zeitungspapierpreis deutlich darunter.
- Preise für Papiererzeugnisse werden nicht primär in Österreich, sondern vom Weltmarkt bestimmt. Papier- und Pappepreise werden statistisch gesichert von internationalen Preisen beeinflusst. Allerdings reagieren Inlandspreise gedämpft auf ausländische Preissignale.

Zukunftsaussichten für Papier und Pappe

- Obwohl die Studie ETTS V die Produktion von Papier und Pappe unterschätzt, wird diese bis 2020 als um 80 % steigend prognostiziert, der Verbrauch sogar um 86 %.
- Auch in Zukunft wird in Österreich die Kategorie Druck- und Schreibpapier am stärksten wachsen (Produktion +105 %, Verbrauch +113 %), am schwächsten – wie schon in der Vergangenheit – Zeitungspapier.

3.4 Die internationale Entwicklung der Papier- und Papierhalbstoffmärkte – die Stellung Europas und Österreichs

In diesem Abschnitt geht es um die Darstellung und Analyse internationaler Entwicklungen auf Papier- und Papierhalbstoffmärkten sowie die Stellung Europas und Österreich auf den Weltmärkten. Diese Darstellung umfasst folgende Bereiche:

- Darstellung und Vergleich von Produktion, Verbrauch und Preisen von Papier und Pappe sowie von Papierhalbstoffen: Welt – Osteuropa – EU-15 – Österreich
- Darstellung und Analyse der größten weltweiten Handelsströme von Papier und Pappe sowie von Papierhalbstoffen
- Globale Zukunftsaussichten für Papier, Pappe und Papierhalbstoffe

3.4.1 Darstellung und Vergleich von Produktion, Verbrauch und Preisen von Papier und Pappe sowie von Papierhalbstoffen: Welt – Osteuropa – EU-15 – Österreich

3.4.1.1 Papier- und Pappemärkte

Produktion und Verbrauch von Papier und Pappe

Auch weltweit weisen die verschiedenen Papier- und Pappesorten in ihren zeitlichen Veränderungen unterschiedliche Entwicklungen auf. In Abb. 3.4-1 ist die Produktion der drei großen Papiergruppen (nach FAO-Definition) dargestellt. Im Gegensatz zu „Zeitungspapier“ und „Druck- & Schreibpapier“ handelt es sich bei „Sonstigem Papier und Pappe“ um eine relativ heterogene Gruppe, die Papiere unterschiedlichen Verwendungszwecks zusammenfasst: „Haushalts- und Sanitätspapier“ (entspricht etwa der Kategorie „Dünn- und Spezialpapier“ nach Austropapier), „Verpackungspapier und Pappe“ (entspricht etwa der Summe der Kategorien „Kraftpapier“, „Andere Verpackungspapiere“, „Faltschachtelkarton“, „Wickel- und Spezialpappe“ nach Austropapier) und „Papier & Pappe ang“ („anders nicht geführt“ für englisch ‚nes‘, ‚not else specified‘).

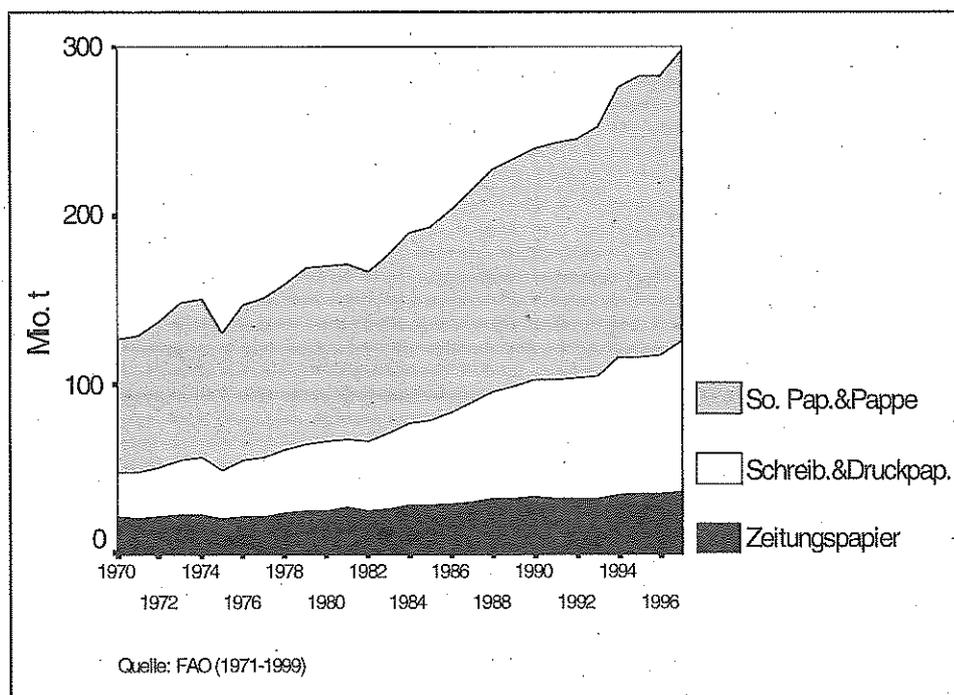


Abb. 3.4-1: Weltproduktion von Papier und Pappe

In Abb. 3.4-2 ist für das Jahr 1997 die Weltproduktion von Papier & Pappe nach FAO-Kategorien feiner untergliedert. Den größten Anteil an der Gesamtproduktion hält – trotz starker Konkurrenz durch Kunststoff – Verpackungspapier & Pappe mit 45 %, danach folgt Druck- & Schreibpapier (30 %), woraus deutlich wird, dass sich die früher prognostizierte Vorstellung einer „papierlosen Gesellschaft“ bzw. des „papierlosen Büros“ bisher nicht bewahrheitet hat.

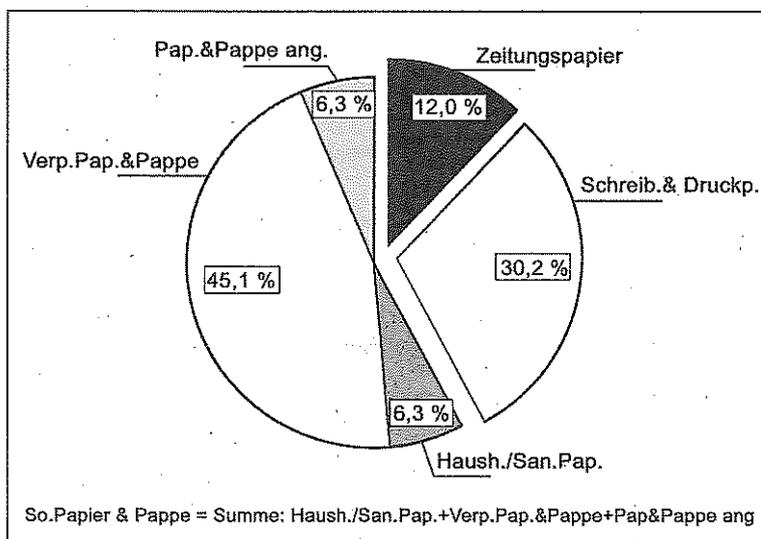


Abb. 3.4-2: Weltproduktion von Papier und Pappe 1997 (298 Mio. t)

Die wichtigsten Erkenntnisse aus Abb. 3.4-1 und Tab. 3.4-1:

- Die gesamte Weltpapierproduktion (\approx Verbrauch) hat sich zwischen 1970 und 1997 deutlich mehr als verdoppelt (+136 %). Während die Steigerungen in Osteuropa²³ und auch in der EU-15 unter dem Weltdurchschnitt liegen, hat sich die Papier- und Pappeproduktion in Österreich fast vervierfacht (+275 %). Der Anteil Osteuropas an der Weltproduktion hat sich in diesem Zeitraum mehr als halbiert.
- Nach Papiersorten weisen Druck- und Schreibpapiere die höchsten Steigerungsraten auf (Welt +239 %; Österreich +364 %), den höchsten Anteil an der Gesamtproduktion hält 1997 allerdings Sonstiges Papier & Pappe (58 %), welches größtenteils für Verpackungszwecke verwendet wird. Der Anteil von Zeitungspapier an der Gesamtproduktion ging hingegen zwischen 1970 und 1997 von 17 % auf 12 % zurück. Trotz Konkurrenz durch elektronische Medien erhöhte sich im selben Zeitraum der Anteil von Druck- & Schreibpapier an der Gesamtproduktion von 21 % auf 30 %.
- In Österreich ist die Produktion aller drei Papiergruppen deutlich stärker gewachsen als in den Vergleichsregionen. Der Anteil an der Weltproduktion konnte zwischen 1970 und 1997 insgesamt von 1 % auf 1,3 % gesteigert werden. Mit Ausnahme von Zeitungspapier liegen die Produktionssteigerungen der gesamten EU-15 unter jenen von Österreich und auch unter dem Weltdurchschnitt. Am wenigsten gewachsen ist die Produktion in Osteuropa, für Zeitungspapier ist sie sogar zurückgegangen.

²³ Die Daten aus Osteuropa sind mit größter Vorsicht zu bewerten und können nur generelle Tendenzen wiedergeben. Einerseits stammen sie vor 1990 aus der Zeit der Planwirtschaft und sind daher mit Sicherheit interessenbeeinflusst, nach 1990 mussten Daten für viele Länder von der FAO einige Zeit einfach geschätzt werden, da in vielen Ländern die Basis für eine solide Datenerhebung fehlt(e).

Tab. 3.4-1: Papier- und Pappeproduktion – Welt – Europa – Österreich

KOMPONENTEN	1970		1997		Veränderungen 1997:1970 (%)
	(Mio. t)	(%)	(Mio. t)	(%)	
PAPIER & PAPPE					
Welt	126,5	100,0	297,9	100,0	+135,6
Osteuropa ¹	3,4	2,7	4,8	1,6	+41,6
EU 15	33,3	26,3	75,0	25,2	+125,3
Österreich	1,0	0,8	3,8	1,3	+275,2
ZEITUNGSPAPIER					
Welt	21,5	100,0	35,8	100,0	+66,8
Osteuropa ¹	0,3	1,4	0,3	0,8	-6,7
EU 15	4,9	22,8	8,5	23,7	+74,1
Österreich	0,2	0,8	0,4	1,1	+134,5
DRUCK- & SCHREIBPAPIERE					
Welt	26,6	100,0	90,0	100,0	+238,7
Osteuropa ¹	0,7	2,8	1,3	1,4	+75,1
EU 15	9,0	33,8	29,4	32,7	+224,6
Österreich	0,4	1,5	1,8	2,0	+363,5
SONSTIGE PAPIER & PAPPE					
Welt	78,4	100,0	172,1	100,0	+119,5
Osteuropa ¹	2,4	3,0	3,2	1,9	+37,2
EU 15	19,3	24,6	37,1	21,6	+91,8
Österreich	0,5	0,6	1,6	0,9	+251,7

¹ lt. FAO-Definition: Albanien, Bulgarien, Bosnien/Herzegowina, Kroatien, Mazedonien, Slowenien, Rest-Jugoslawien (Jugoslawien), Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechische Republik, Ungarn
Quellen: FAO (1971-1999), E.B.

Im Jahre 1997 wurden in Österreich etwa 1,3 % des weltweit erzeugten Papiers hergestellt, Österreich liegt damit an 15. Stelle (FAO 1971-1999). Tab. 3.4-2 listet neben Österreich die zehn größten Papierproduzentenländer der Welt sowie deren Produktion (bzw. Anteile) auf. Österreichs Produktion überstieg 1997 sogar die Gesamtproduktion Afrikas (3,7 Mio. t). Noch vor Österreich liegen neben England auch zwei Entwicklungsländer, die in den letzten Jahren deutlich zugelegt haben: Brasilien (6,5 Mio. t) und Indonesien (4,9 Mio. t).

Tab. 3.4-2: Die größten Papier- und Pappeproduzenten der Welt 1997

Land	Produktion in Mio. t	Anteil an Weltproduktion in %
USA	86,3	29,0
China	31,9	10,7
Japan	31,0	10,4
Kanada	19,0	6,4
Deutschland	16,0	5,4
Finnland	12,1	4,1
Schweden	9,8	3,3
Frankreich	8,6	3,0
Rep. Korea	8,4	2,9
Italien	7,5	2,5
Österreich	3,8	1,3
WELT	297,9	100,0

Quelle: FAO (1971-1999)

Abb. 3.4-3 gibt eine Übersicht über den internationalen Papier- & Pappeverbrauch pro Kopf. Der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch betrug 1997 durchschnittlich ca. 50 kg, jener der EU-15 184 kg (und damit das 3,7fache des Weltdurchschnitts), jener Österreichs 202 kg (und damit das 4fache des Weltdurchschnitts bzw. ca. 10 % mehr als der EU-15 Wert). Erwartungsgemäß zeigt sich weltweit und auch innerhalb der EU-15 deutlich der Zusammenhang zwischen Wirtschaftskraft und Papierverbrauch eines Landes/einer Region. Entwicklungsregionen weisen einen Pro-Kopf-Verbrauch weit unter dem Weltdurchschnitt auf – der Kontinent Afrika stellt mit 6 kg das Schlusslicht dar –, Industrieländer liegen meist um ein Vielfaches darüber. Die höchsten Verbrauchswerte bestehen in den USA und Kanada (Nordamerika). Innerhalb der EU-15 liegen Belgien-Luxemburg mit 281 kg an der Spitze, Griechenland und Portugal mit jeweils 88 kg weit zurück.

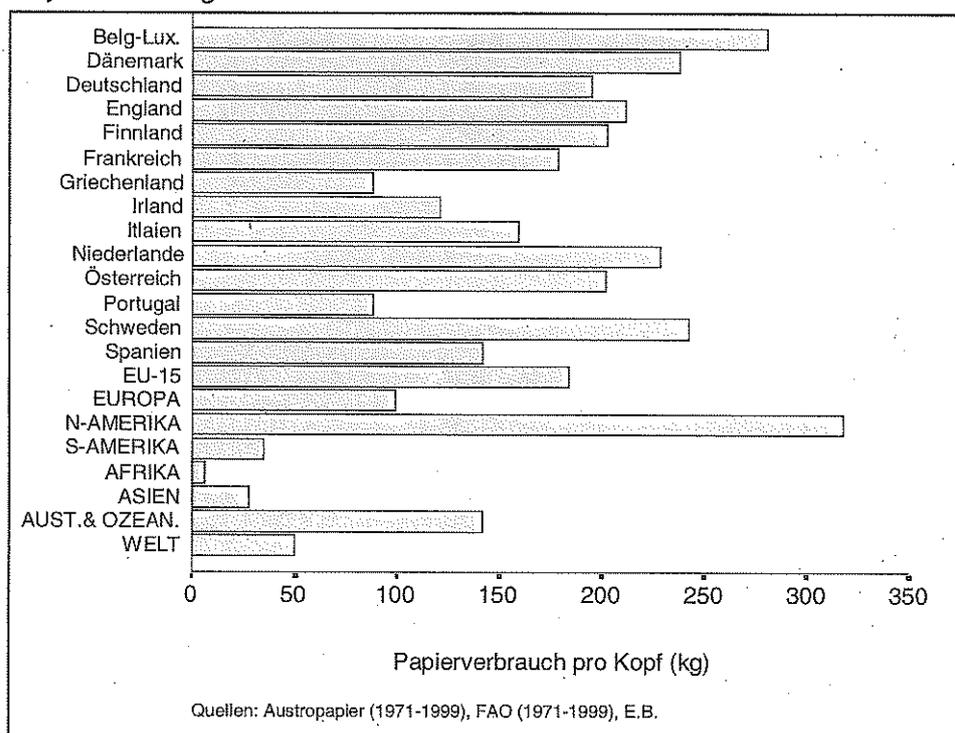


Abb. 3.4-3: Internationaler Pro-Kopf-Verbrauch von Papier und Pappe 1997

Auch wenn in Asien der Pro-Kopf-Verbrauch noch unter dem Weltdurchschnitt liegt, weist dieser Markt das größte Wachstum auf. In den Jahren vor der Finanzkrise (1997) wuchs der Papier- und Pappeverbrauch jährlich um ca. 10 %. Zwischen 1980 und 1997 verdreifachte sich der Papierverbrauch in Asien, in Indonesien stieg er um das Siebenfache, in China um das Fünffache, in Südkorea und Thailand um das Vierfache. Analysten schätzen, dass Asien um 2002 die größte Papierproduktionsregion der Welt sein wird. Nach Aussagen des Worldwatch-Instituts ist dies – wie auch das Wachstum in Lateinamerika – auf Wettbewerbsverzerrungen durch besonders niedrige Produktionskosten zurückzuführen, welche auf billigen Rohstoffen, niedrigen Arbeitskosten und in vielen Fällen auf geringen Umweltauflagen beruhen (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

Preise von Papier und Pappe

Wie schon in den Kapiteln zuvor dargestellt, werden echte Preise für Papier und Pappe nicht veröffentlicht, sondern müssen durch „Proxi“-Variablen ersetzt werden. Da Österreich beim Außenhandel mit Papier & Pappe exportorientiert ist, werden im folgenden Exportdurchschnittswerte als Vergleichsbasis herangezogen, im Gegensatz zu den Kapiteln zuvor allerdings auf Dollarbasis (US \$/t).

Abb. 3.4-4 zeigt die durchschnittlichen Weltmarkt-„Preise“ (Exportdurchschnittswerte) für die drei großen Papiergruppen sowie für Papier & Pappe gesamt. Deutlich wird, dass alle Papier-„Preise“ im Zeitablauf in ähnlicher Weise schwanken, allerdings auf unterschiedlichem Niveau. Die „teuerste“ Papiersorte ist Druck- & Schreibpapier, die „billigste“ Zeitungspapier. Der durchschnittliche Papier- & Pappepreis entspricht fast exakt jenem von Sonstigem Papier & Pappe, da diese Papiersorte mehr als die Hälfte der Gesamtproduktion ausmacht.

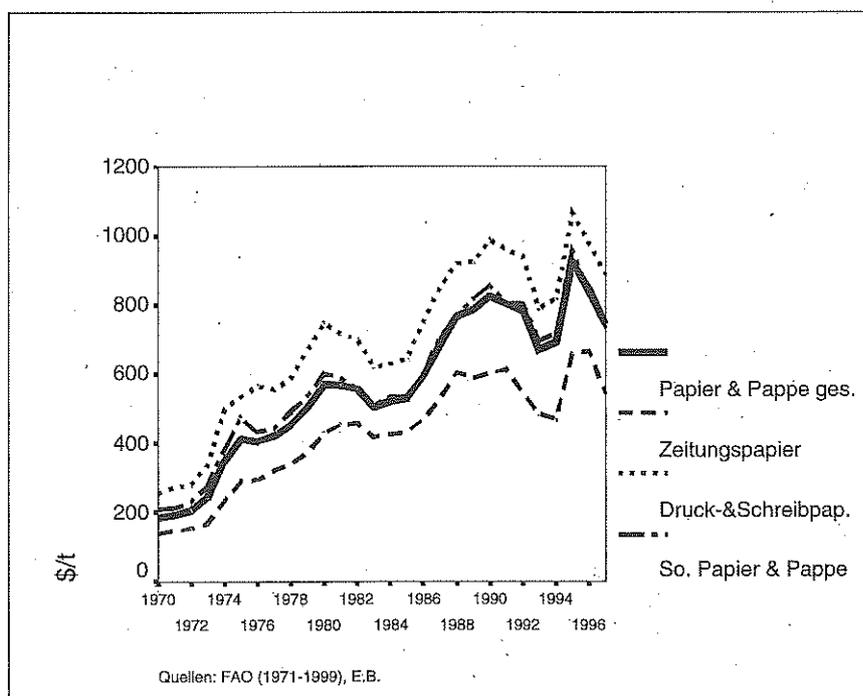


Abb. 3.4-4: Weltexport-„Preise“ von Papier und Pappe (lfd.)

In den Abb. 3.4-5 bis 3.4-7 sind die Preisentwicklungen der einzelnen Papiersorten, jeweils in vier Regionen dargestellt: Welt, Osteuropa, EU-15 und Österreich. Weltmarkt-„Preise“ unterscheiden sich bei allen drei Sorten kaum von den EU-15-„Preisen“, da der Außenhandel zwischen EU-Ländern und jener der EU gesamt mit anderen Regionen zwischen 40 % und 50 % des gesamten Welthandels ausmacht. Für Österreich ergibt sich eine ähnliche Er-

kenntnis wie schon in Kap. 3.3.3.2. Die Export-„Preise“ von Druck- & Schreibpapier sowie von Sonstigem Papier und Pappe bewegen sich größtenteils unter dem Niveau der Weltmarkt-„Preise“ und der EU-15-„Preise“. Dies deutet auf einen Wettbewerbsvorteil Österreichs beim Export hin. Die Preise von Zeitungspapier und Druck- & Schreibpapier in Osteuropa lagen bis Anfang der 89er Jahre unter den Weltmarkt-„Preisen“ bzw. EU-15-„Preisen“. Danach erreichten sie Weltmarktniveau. In der Kategorie Sonstiges Papier und Pappe konnten die osteuropäischen Länder ihren preislichen Wettbewerbsvorteil bis heute erhalten; die Preise liegen nach wie vor deutlich unter den Preisen der Vergleichsregionen (Abb. 3.4-7).

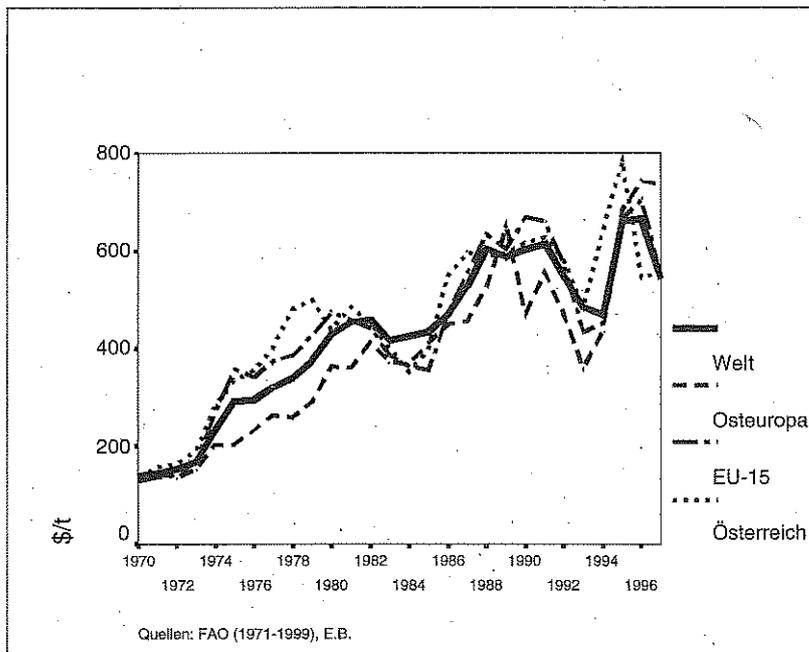


Abb. 3.4-5: Export-„Preise“ von Zeitungspapier (Ild.)

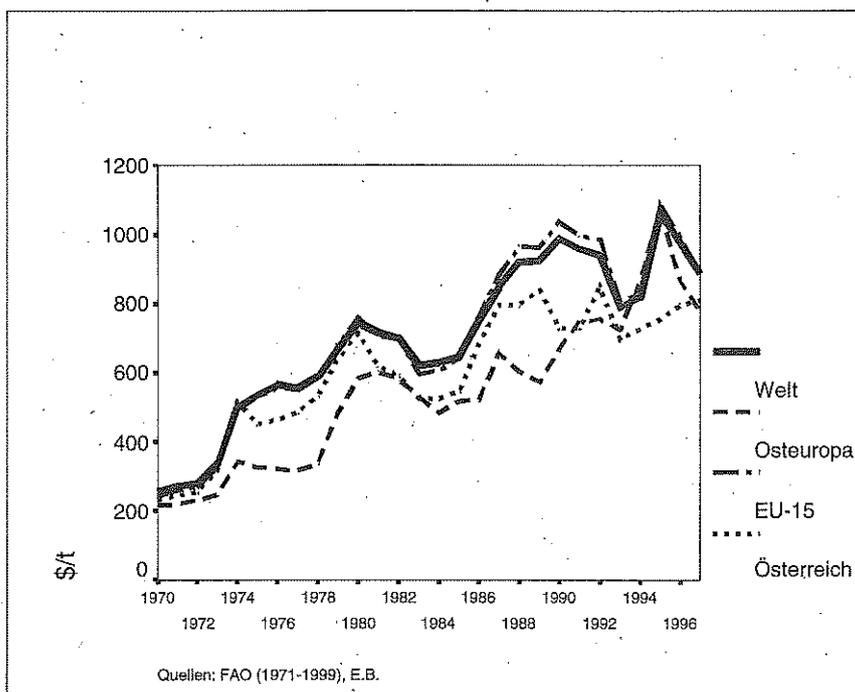


Abb. 3.4-6: Export-„Preise“ von Druck- & Schreibpapier (Ild.)

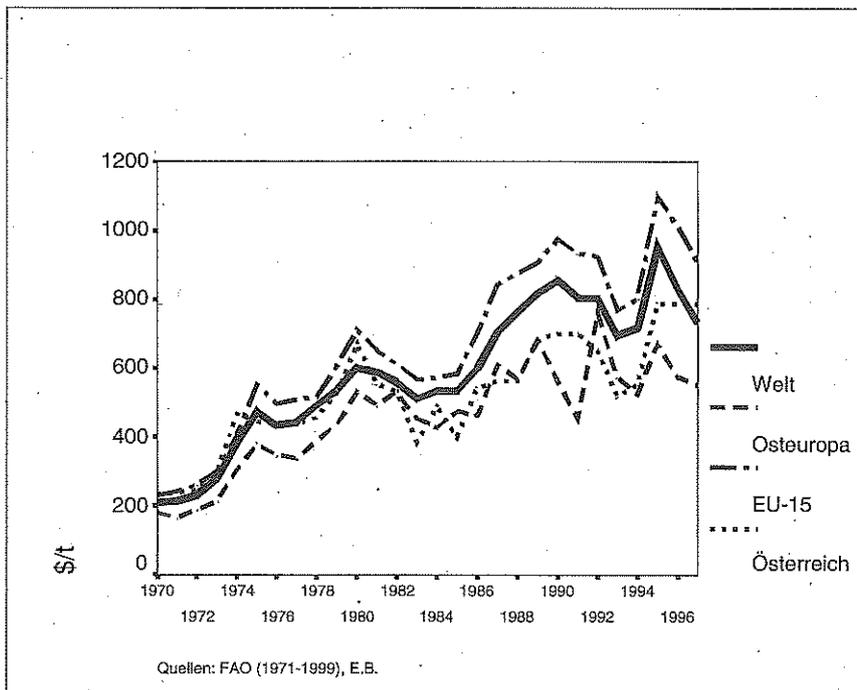


Abb. 3.4-7: Export-„Preise“ von So. Papier & Pappe (Ild.)

Wie bereits in Kapitel 3.3.3.2 diskutiert, bestehen statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen den Preisen von Papier & Pappe in Westeuropa und Österreich. Im folgenden wird nun versucht, die Einflüsse von Weltmarktpreisen auf die Preise in Osteuropa, der EU-15 und Österreich mittels Korrelations- und Regressionsanalyse auch statistisch zu erfassen. Um Scheinkorrelationen zwischen trendbehafteten Zeitreihen auszuschalten, beruhen die Analysen nicht auf absoluten Werten, sondern wieder auf relativen Prozentveränderungen gegenüber dem Vorjahr.

Tab. 3.4-3: Zusammenhänge zwischen relativen Weltmarktexport-„Preis“-Veränderungen von Papier & Pappe (%) und relativen Veränderungen von Export-„Preisen“ in Osteuropa, EU-15 und Österreich (%), basierend auf laufenden Preisen in US \$

Weltmarktexport-„Preis“ (unabhängige Variable)	Osteuropäischer Export-„Preis“			EU-15 Export-„Preis“			Österreichischer Export-„Preis“		
	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität	Korr. Koeff.	R ²	Elastizität
Papier & Pappe gesamt	0,66***	0,44***	0,83***	0,98***	0,96***	1,11***	0,71***	0,50***	0,93***
Zeitungspapier	0,64***	0,41***	0,84***	0,93***	0,87***	1,35***	0,54***	0,29***	0,70***
Druck- & Schreibpapiere	0,70***	0,49***	0,79***	1,00***	0,99***	1,07***	0,76***	0,58***	0,91***
Sonstige Papier & Pappe	0,62***	0,38***	0,99***	0,95***	0,90***	1,05***	0,74***	0,54***	1,09***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %, *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Zusammenhänge zwischen den Weltmarktexport-„Preisen“ von Papier & Pappe und den Export-„Preisen“ in Osteuropa, EU-15 und Österreich sind statistisch außerordentlich hoch gesichert. Durch Veränderungen der Weltmarktpreise werden um und über 90 % der Preisschwankungen in der EU-15 erklärt und etwa 40-50 % der Preisschwankungen in Osteuropa und Österreich. Weiters kann aus den Elastizitäten um 1,0 abgelesen werden, dass die Preise in Osteuropa, der EU-15 und in Österreich ungefähr im selben Ausmaß schwanken wie die Weltmarktpreise. Dies zeigt deutlich, dass die Preise in den europäischen Papier- & Pappmärkten vom Weltmarkt bestimmt werden.

3.4.1.2 Papierhalbstoffmärkte

Produktion und Verbrauch von Papierhalbstoffen

Die weltweite Entwicklung der Papierhalbstoffmärkte weist Parallelen zur Entwicklung in Österreich auf, allerdings fallen die globalen Steigerungen etwas geringer aus. In Abb. 3.4-8 ist die Produktion/das Aufkommen der fünf großen Papierhalbstoffgruppen (nach FAO-Definition) dargestellt.

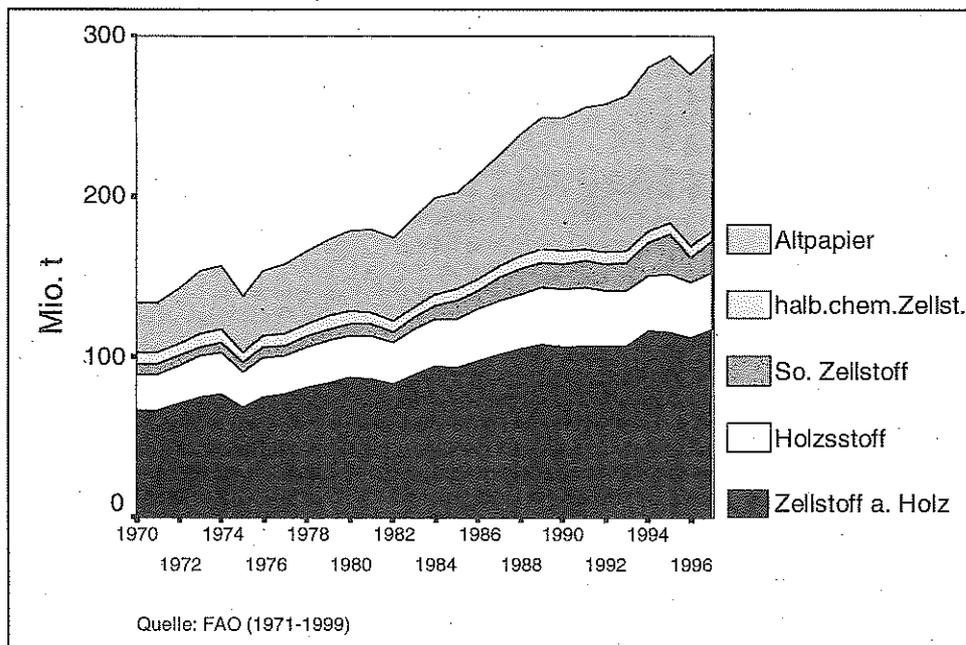


Abb. 3.4-8: Weltproduktion von Papierhalbstoffen

Im Jahre 1997 stellte chemischer Zellstoff aus Holz die größte Komponente unter den Papierhalbstoffen, bereits knapp gefolgt von Altpapier (Abb. 3.4-9). Die weltweiten Anteile der einzelnen Halbstoffe entsprechen auch ungefähr der Situation in Österreich. Weltweit stammt das Holz zur Erzeugung von Zellstoff und Holzstoff zu ca. 16 % aus Urwäldern/Altbeständen („Old Growth“), zu 55 % aus Sekundärwäldern und zu 29 % aus Plantagen (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999; E.B.).

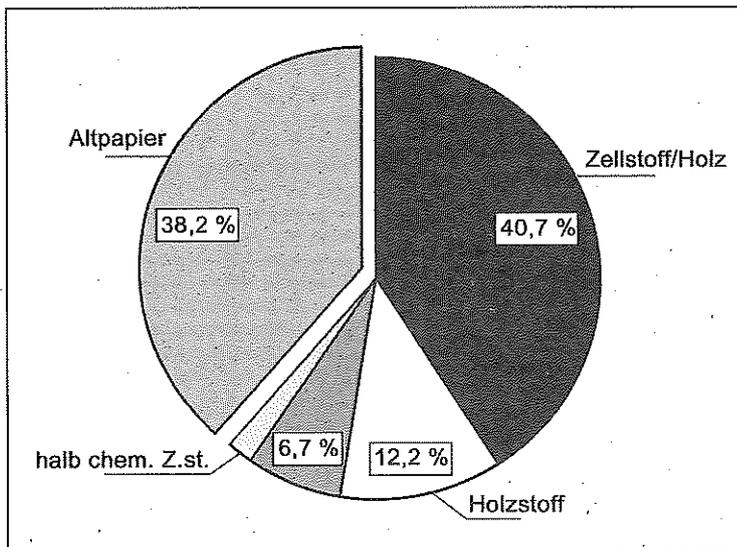


Abb. 3.4-9: Weltproduktion von Papierhalbprodukten 1997 (289 Mio. t)

Die wichtigsten Erkenntnisse aus Abb. 3.4-8 und Tab. 3.4-4:

- Die gesamte Weltproduktion (\approx Verbrauch) an Papierhalbstoffen hat sich zwischen 1970 und 1997 etwas mehr als verdoppelt (+116 %). Während die Steigerungen in Osteuropa und auch der EU-15 unter dem Weltdurchschnitt liegen, erhöhte sich die Produktion in Österreich deutlich mehr als der Weltdurchschnitt (+153 %). Der Anteil Osteuropas an der Weltproduktion hat sich in diesem Zeitraum fast halbiert.
- Erwartungsgemäß liegen die größten Steigerungen beim Altpapieraufkommen, das zwischen 1970 und 1997 weltweit um 259 % gewachsen ist (in Österreich +718 %), der Anteil des Altpapiers am gesamten Faseraufkommen stieg im selben Zeitraum von 23 % auf 38 %. Mit Ausnahme von Sonstigem Zellstoff (aus anderen Fasern als aus Holz), dessen Bedeutung insgesamt als gering einzuschätzen ist (7 % der gesamten Faserproduktion 1997), hat sich die Produktion der anderen Zell- und Holzstoffsarten nicht einmal verdoppelt; „halb-chemischer“ Zellstoff (s. Glossar unter *Zellstoff*) ist sogar leicht rückläufig.
- Wenn auch auf niedrigem Niveau rangieren die Steigerungen von Sonstigem Zellstoff (aus Nicht-Holzfasern) knapp hinter Altpapier. Rund 7 % des gesamten Faseraufkommens stammen aus anderen pflanzlichen Fasern, ca. 97 % des weltweiten Verbrauchs an Sonstigem Zellstoff erfolgt in Entwicklungsländern (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).
- In Österreich ist die Produktion von Zellstoff, Holzstoff und Altpapier deutlich stärker gewachsen als in den Vergleichsregionen. Bei diesen Faserstoffen liegen die Produktionssteigerungen in der EU-15 unter jenen von Österreich und z. T. auch unter dem Weltdurchschnitt.
- Aus dem Vergleich von Tab. 3.4-1 und Tab. 3.4-4 wird deutlich, dass weltweit die Papier- & Pappeproduktion stärker zugelegt hat als die Produktion (\approx Verbrauch) von Papierhalbstoffen. Dies ist ein Hinweis auf den technischen Fortschritt in diesem Zeitraum; 1970 waren zur Erzeugung einer Tonne Papier und Pappe 1,06 Tonnen Papierhalbstoffe notwendig, 1997 waren es nur mehr 0,97 Tonnen.

Tab. 3.4-4: Produktion von Papierhalbprodukten – Welt – Europa – Österreich

KOMPONENTEN	1970		1997		Veränderungen 1997:1970 (%)
	(Mio. t)	(%)	(Mio. t)	(%)	
FASER-PRODUKTION GESAMT¹					
Welt	133,6	100,0	289,1	100,0	+116,4
Osteuropa ²	3,2	2,3	3,5	1,2	+10,5
EU 15	31,3	23,4	63,0	21,7	+101,3
Österreich	1,0	0,7	2,4	0,8	+152,9
ZELLSTOFF AUS HOLZ					
Welt	66,0	100,0	117,5	100,0	+78,0
Osteuropa ²	1,5	2,3	1,8	1,5	+17,5
EU 15	13,5	20,5	20,8	17,7	+53,8
Österreich	0,6	0,9	1,1	0,9	+78,7
HOLZSTOFF					
Welt	23,7	100,0	35,2	100,0	+48,1
Osteuropa ²	0,5	2,1	0,2	0,7	-52,7
EU 15	6,4	27,0	10,7	30,4	+65,9
Österreich	0,2	0,9	0,4	1,1	+68,8
SONSTIGER ZELLSTOFF³					
Welt	5,8	100,0	19,3	100,0	+230,6
Osteuropa ²	170	2,9	0,03	0,1	-84,1
EU 15	1,2	20,0	0,2	1,0	-82,7
Österreich	0	0,0	0	0,0	-
HALB-CHEM. ZELLSTOFF					
Welt	7,2	100,0	6,5	100,0	-9,5
Osteuropa ²	0,1	1,1	0,3	4,6	+280,8
EU 15	1,3	18,5	1,1	16,2	-20,9
Österreich	0	0,0	0	0,0	-
ALTPAPIER					
Welt	30,8	100,0	110,5	100,0	+259,3
Osteuropa ²	0,9	3,1	1,2	1,1	+26,9
EU 15	8,0	28,7	30,3	27,4	+242,9
Österreich	0,1	0,4	0,9	0,8	+717,5

¹ Summe aus: Zellstoff, Holzstoff und Altpapier

² lt. FAO-Definition: Albanien, Bulgarien, Bosnien/Herzegowina, Kroatien, Mazedonien, Slowenien, Rest-Jugoslawien (Jugoslawien), Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechische Republik, Ungarn

³ Zellstoff aus anderen Fasern außer Holz

Quellen: FAO (1971-1999), E.B.

Seit 1970 ist weltweit die Altpapier-Recyclingrate von 24 % auf 38 % gestiegen, in der EU-15 von 27 % auf 45 % und – wie bereits in Kap. 3.3.2 ausführlich diskutiert – in Österreich von 19 % auf knapp 70 %. Abb. 3.4-10 zeigt deutlich, dass Recycling in Österreich ab Mitte der 80er Jahre intensiviert wurde und sich erst seitdem deutlich und zunehmend vom Welt- und EU-15-Durchschnitt abhebt. In Osteuropa stieg die Recyclingrate bis zur Wende von 24 % auf 50 % an, fiel danach aber deutlich unter das Niveau der 70er Jahre (1997: 23 %).

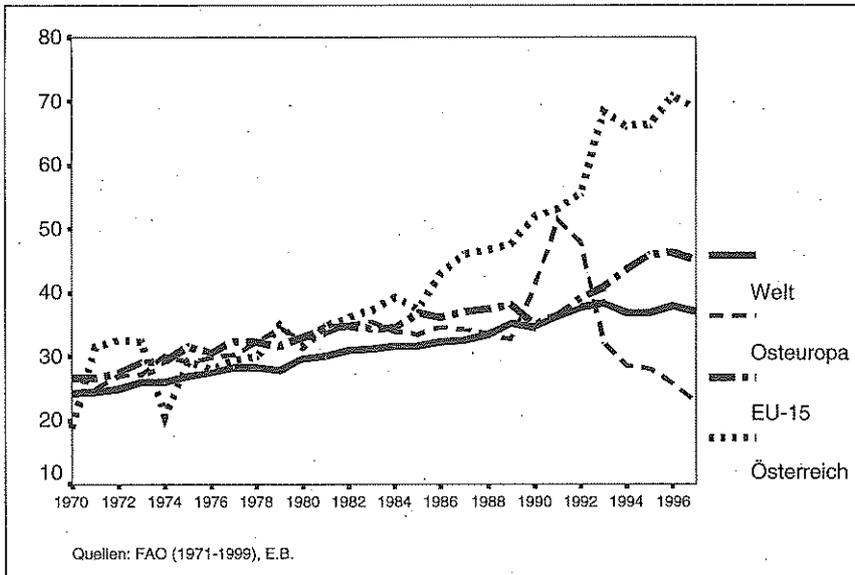


Abb. 3.4-10: Recyclingraten von Altpapier (%): Welt – Osteuropa – EU-15 – Österreich

Der Einsatz von Altpapier liegt in der EU-15 zwischen 1970 (27 %) und 1998 (43 %) mehr oder weniger konstant um 4-5 %-Punkte höher als im Weltdurchschnitt (23 %, 38 %). Österreichs Altpapier-Einsatzquote lag bis Ende der 70er sogar unter dem Weltdurchschnitt, stieg danach aber bis über den EU-15-Durchschnitt an (Abb. 3.4-11). Jedoch unterscheidet sich Österreich auch heute beim Einsatz von Altpapier weniger deutlich vom Welt- und EU-15-Durchschnitt als dies beim Aufkommen von Altpapier der Fall ist (s. dazu im Detail Kap. 3.3.2.1). Der Altpapiereinsatz in Osteuropa stieg nach 1990 kurzfristig über die Werte der Vergleichsregionen an, um danach wieder auf das Weltniveau zu fallen. Dabei handelt es sich aber vermutlich um ein Datenproblem.

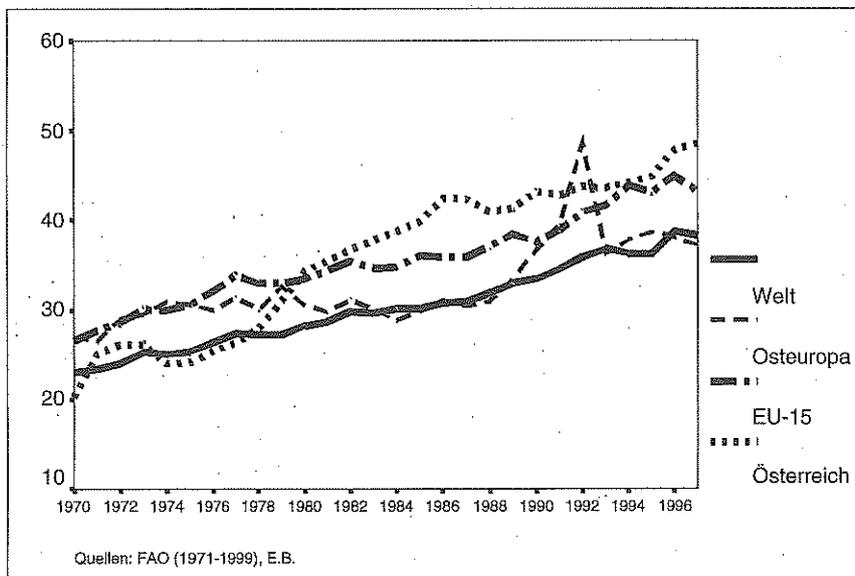


Abb. 3.4-11: Altpapier-Einsatzquoten (%): Welt – Osteuropa – EU-15 – Österreich

Alle vier Vergleichsregionen zeigen sowohl beim Altpapieraufkommen als auch beim Altpapiereinsatz einen langfristig steigenden Trend, allerdings mit unterschiedlicher Intensität.

Preise von Papierhalbstoffen

Auch in diesem Fall müssen statt echten Papierhalbstoffpreisen „Proxi“-Variablen verwendet werden. Da Österreich beim Außenhandel mit Papierhalbstoffen importorientiert ist, werden im folgenden Importdurchschnittswerte auf Dollarbasis (US \$/t) als Vergleichsbasis herangezogen.

Abb. 3.4-12 zeigt die durchschnittlichen Weltmarkt-„Preise“ (Importdurchschnittswerte) für die drei großen Papierhalbstoffgruppen. Obwohl die Schwankungen aller drei Preiskurven im Zeitablauf ähnlich verlaufen, ist – im Gegensatz zu den Papierpreisen – die Intensität derselben und auch das Niveau der Preise deutlich unterschiedlich. Der „teuerste“ Papierhalbstoff ist Zellstoff aus Holz, der „billigste“ Altpapier.

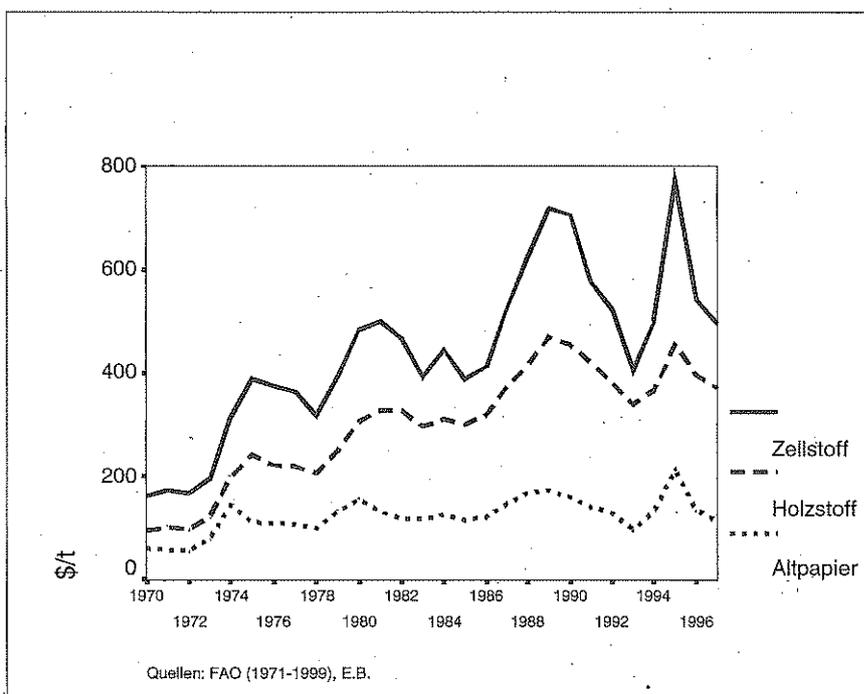


Abb. 3.4-12: Weltimport-„Preise“ von Papierhalbstoffen (Itd.)

In den Abb. 3.4-13 bis 3.4-15 sind die Preisentwicklungen der einzelnen Papierhalbstoffe, jeweils in vier Regionen dargestellt: Welt, Osteuropa, EU-15 und Österreich. Weltmarkt-„Preise“ unterschieden sich bei allen drei Sorten kaum von den EU-15-„Preisen“, da der Außenhandel zwischen EU-Ländern und mit anderen Regionen zwischen 30 % und 40 % des gesamten Welthandels ausmacht. Dies gilt bei Zellstoff auch für Österreich. Größere Abweichungen ergeben sich in Österreich vor allem beim Holzstoffpreis, dies ist jedoch vor allem auf die „Proxi“-Eigenschaft der Preisvariable zurückzuführen: die Importe dieses Halbstoffs umfassen im Vergleich zu Produktion und Verbrauch nur geringe, wenig repräsentative Mengen. Die osteuropäischen Preise für Zellstoff liegen bis 1990 unter den Vergleichswerten, danach entsprechen sie etwa dem Weltmarktniveau. Die osteuropäischen Ausreißer um 1990 bei Holzstoff und Altpapier sind vermutlich auf die besonders unsichere Datenlage im Umfeld der Wende zurückzuführen.

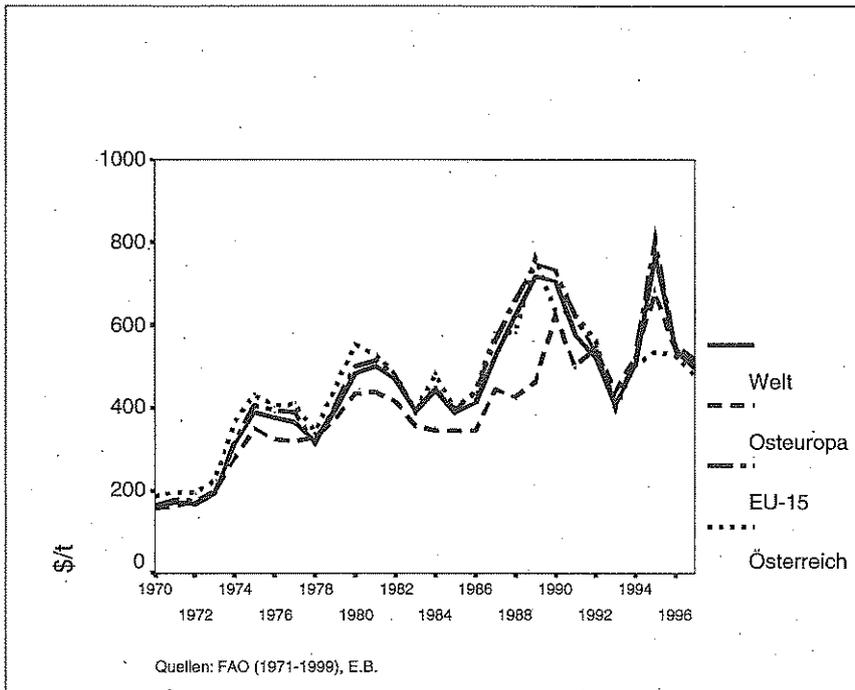


Abb. 3.4-13: Import-„Preise“ von Zellstoff aus Holz (lfd.)

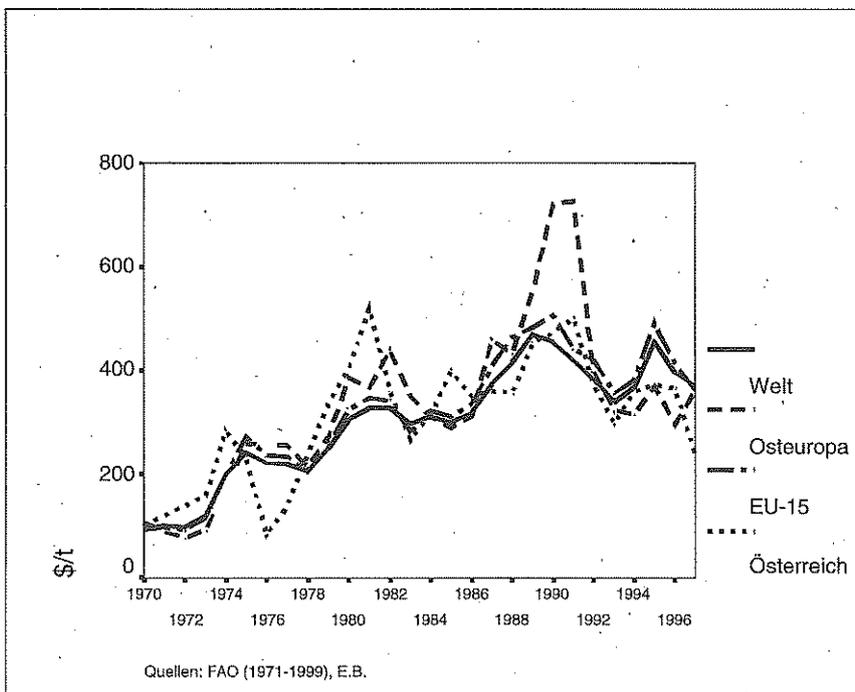


Abb. 3.4-14: Import-„Preise“ von Holzstoff Holz (lfd.)

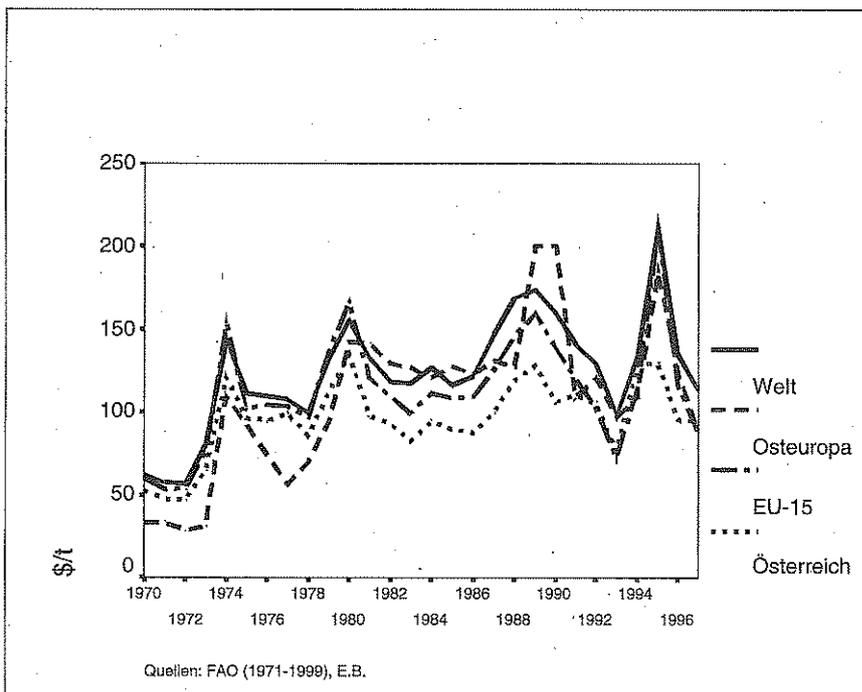


Abb. 3.4-15: Import-„Preise“ von Altpapier (lfd.)

Wie bereits in Kapitel 3.3.2.2 diskutiert, bestehen statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen den Preisen von Papierhalbstoffen in Westeuropa und Österreich. Im folgenden wird nun versucht, die Einflüsse von Weltmarktpreisen auf die Preise in Osteuropa, der EU-15 und Österreich mittels Korrelations- und Regressionsanalyse statistisch zu erfassen. Bei allen im folgenden als Importpreise bezeichneten „Preisen“ handelt es sich um Importdurchschnittswerte auf Dollarbasis (US \$/t). Um Scheinkorrelationen zwischen trendbehafteten Zeitreihen auszuschalten, beruhen die Analysen auf relativen Prozentveränderungen gegenüber dem Vorjahr.

Tab. 3.4-5: Zusammenhänge zwischen relativen Weltmarktimport-„Preis“-Veränderungen von Papierhalbstoffen (%) und relativen Veränderungen von Import-„Preisen“ in Osteuropa, in EU-15 und Österreich (%), basierend auf laufenden Preisen in US \$

Weltmarkt Import-„Preis“ (unabhängige Variable)	Osteuropäischer Import-„Preis“			EU-15 Import-„Preis“			Österreichischer Import-„Preis“		
	abhängige Variablen								
	Korr. Koeff.	R ²	Elasti- zität	Korr. Koeff.	R ²	Elasti- zität	Korr. Koeff.	R ²	Elasti- zität
Zellstoff aus Holz.	0,80***	0,65***	0,62***	0,99***	0,99***	1,06***	0,80***	0,64***	0,76***
Holzstoff.	0,64***	0,41***	1,23***	0,97***	0,93***	1,17***	0,47***	0,22**	0,94**
Altpapier	0,77***	0,60***	1,62***	0,99***	0,97***	1,30***	0,84***	0,71***	0,86***

* signifikant bei 10 %, ** signifikant bei 5 %, *** signifikant bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Zusammenhänge zwischen den Weltmarktimport-„Preisen“ von Papierhalbstoffen und den Import-„Preisen“ in Osteuropa, EU-15 und Österreich sind statistisch außerordentlich hoch gesichert. Durch Veränderungen der Weltmarktpreise werden deutlich über 90 % der Preisschwankungen in der EU-15 erklärt und – mit Ausnahme von Holzstoff – etwa zwei Drittel der Preisschwankungen in Osteuropa und Österreich. Die schlechteren Werte für Holzstoff sind wieder vor allem darauf zurückzuführen, dass die Importe dieses Halbstoffs im

Vergleich zu Produktion und Verbrauch nur geringe, wenig repräsentative Mengen umfassen. Auch hier kann aus den Elastizitäten abgelesen werden (um 1), dass die Preise in der EU-15 und in Österreich ungefähr im selben Ausmaß schwanken wie die Weltmarktpreise. Osteuropäische Preise von Holzstoff und Altpapier reagieren allerdings auf Weltmarktpreisschwankungen überdurchschnittlich (mögliches Datenproblem). Insgesamt wird deutlich, dass auch die Preise auf europäischen Papierhalbstoffmärkten vom Weltmarkt bestimmt werden.

Papier und Pappe

- *Die gesamte Weltpapierproduktion (≈ Verbrauch) hat sich zwischen 1970 und 1997 deutlich mehr als verdoppelt (+136 %). Der Anteil Österreichs an der Weltproduktion konnte zwischen 1970 und 1997 insgesamt von 1 % auf 1,3 % gesteigert werden. Nur wenig gewachsen ist die Produktion in Osteuropa.*
- *Nach Papiersorten weisen Druck- und Schreibpapiere die höchsten Steigerungsraten auf, den höchsten Anteil an der Gesamtproduktion hält 1997 allerdings die Kategorie Sonstiges Papier & Pappe (58 %), welche großteils für Verpackungszwecke verwendet wird.*
- *Der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch an Papier und Pappe betrug 1997 durchschnittlich ca. 50 kg, jener der EU-15 184 kg, jener Österreichs 202 kg. Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Wirtschaftskraft und Papierverbrauch eines Landes/einer Region, Afrika weist mit 6 kg den geringsten Verbrauch auf.*
- *Die Preise in den europäischen Papier- & Pappemärkten werden vom Weltmarkt bestimmt, der allerdings seinerseits vom Außenhandel der EU-15 deutlich mitbestimmt wird. Veränderungen der Weltmarktpreise erklären ca. 50 % der Preisänderungen in Österreich.*

Papierhalbstoffe

- *Die gesamte Weltproduktion (≈ Verbrauch) an Papierhalbstoffen hat sich zwischen 1970 und 1997 etwas mehr als verdoppelt (+116 %). Der Anteil Osteuropas an der Weltproduktion hat sich in diesem Zeitraum fast halbiert. Die größten Steigerungen liegen beim Altpapieraufkommen, das zwischen 1970 und 1997 weltweit um 259 % gewachsen ist.*
- *Weltweit hat die Papier- & Pappproduktion stärker zugelegt als die Produktion (≈ Verbrauch) von Papierhalbstoffen (technischer Fortschritt). 1970 waren zur Erzeugung einer Tonne Papier und Pappe durchschnittlich noch 1,06 t Papierhalbstoffe notwendig, 1997 waren es nur mehr 0,97 t.*
- *Seit 1970 ist weltweit die Altpapier-Recyclingrate von 24 % auf 38 % gestiegen, in der EU-15 von 27 % auf 45 %. Der Einsatz von Altpapier liegt in der EU-15 zwischen 1970 (27 %) und 1998 (43 %) mehr oder weniger konstant um 4-5 %-Punkte höher als im Weltdurchschnitt (23 % bzw. 38 %).*
- *Altpapier ist in allen Weltregionen der vergleichsweise „billigste“ Papierhalbstoff. Auch die Preise in den europäischen Papierhalbstoffmärkten werden vom Weltmarkt bestimmt, der allerdings seinerseits vom Außenhandel der EU-15 deutlich mitbestimmt wird. Veränderungen der Weltmarktpreise erklären etwa zwei Drittel der Preisänderungen in Österreich.*

3.4.2 Darstellung und Analyse der größten weltweiten Handelsströme von Papier & Pappe sowie von Papierhalbstoffen

3.4.2.1 Handelsströme von Papier- und Pappe

Der weltweit größte Exporteur an Papier und Pappe war 1997 Kanada mit 14,4 Mio. t und 16,5 % Anteil an den gesamten Weltexporten (Tab. 3.4-6). Das größte Importland sind die USA mit etwa denselben Mengen bzw. Anteilen, die USA sind gleichzeitig auch der zweitgrößte Exporteur. Österreich steht nach Finnland, Schweden und Deutschland im Export mit 3,4 Mio. t und 3,9 % Weltexportanteil weltweit an 6. Stelle. Der zweitgrößte Importeur an Papier und Pappe ist die Volksrepublik China mit 10,5 Mio. t und einem Weltimportanteil von 12,6 %.

Tab. 3.4-6: Die größten Papierexport- und -importländer der Welt 1997

EXPORT			IMPORT		
Land	Mio. t	%-Anteil am Weltexport	Land	Mio. t	%-Anteil am Weltimport
Kanada	14,4	16,5	USA	14,4	17,3
USA	11,2	12,8	China	10,5	12,6
Finnland	10,2	11,7	Deutschland	7,2	8,7
Schweden	8,3	9,5	England	7,1	8,5
Deutschland	7,4	8,5	Italien	3,6	4,3
Österreich	3,4	3,9	Frankreich	3,6	4,3
China	3,4	3,9	Niederlande	3,1	3,7
Frankreich	2,8	3,2	Spanien	2,8	3,4
Niederlande	2,8	3,2	Bel.-Lux	2,7	3,3
Korea Rep.	2,1	2,4	Kanada	2,0	2,4
Welt	87,2	100,0	WELT	83,1	100,0

Quelle: FAO (1971-1999), E.B.

Die weltweit mit Abstand größten Handelsströme zwischen einzelnen Ländern finden zwischen Kanada (als Exporteur) und den USA (als Importeur) statt. Bei Zeitungspapier entspricht der kanadische Export in die USA mit einem Volumen von 6,3 Mio. t einem Weltexportanteil von 35 %; die zehn größten Handelsströme erreichen zusammen 52 % (Abb. 3.4-16). Bei Druck- und Schreibpapieren ist der Einfluss des kanadisch-amerikanischen Handelsstroms auf den Weltmarkt mit 10 % Anteil zwar deutlich geringer, er stellt aber immer noch den größten einzelnen Fluss dar (Abb. 3.4-17). Bei diesen Papieren ist der Einfluss von Skandinavien als Exportregion (vor allem Finnland) größer als bei Zeitungspapier. Bei Druck- und Schreibpapier entsprechen die zehn größten Handelsflüsse zusammen einem Weltmarktanteil von knapp 30 %. Auch bei Sonstigem Papier und Pappe ist der Handelsstrom von Kanada in die USA mit 1,7 Mio. t der weltweit größte (Abb. 3.4-18), er stellt aber mit 5 % nur einen kleinen Anteil am Weltmarkt dar. Bei diesen Papieren scheinen die USA viermal als Exporteur unter den zehn größten Handelsströmen auf. Die zehn größten Handelsströme von Sonstigem Papier und Pappe entsprechen einem Weltmarktanteil von 23 %.

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass die **Zeitungspapier**produktion und der -export im Vergleich zu den anderen Papiersorten stärker regional (nämlich auf Kanada) konzentriert ist (Kanada scheint unter den größten Handelsflüssen viermal als Exporteur auf). Die größten innereuropäischen Handelsflüsse von Papier haben ihren Ursprung fast ausschließlich in skandinavischen Ländern. Die größten Importländer sind England und Deutschland, im außereuropäischen Bereich gewinnt Asien als Importregion (insbesondere China) zunehmend an Bedeutung.

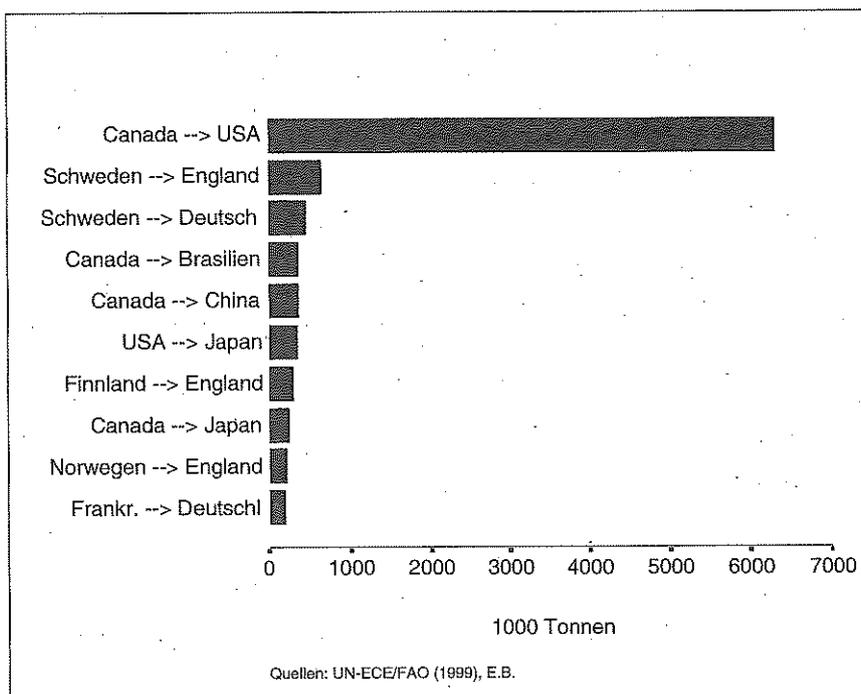


Abb. 3.4-16: Die zehn größten Welthandelsflüsse von Zeitungspapier (1997)

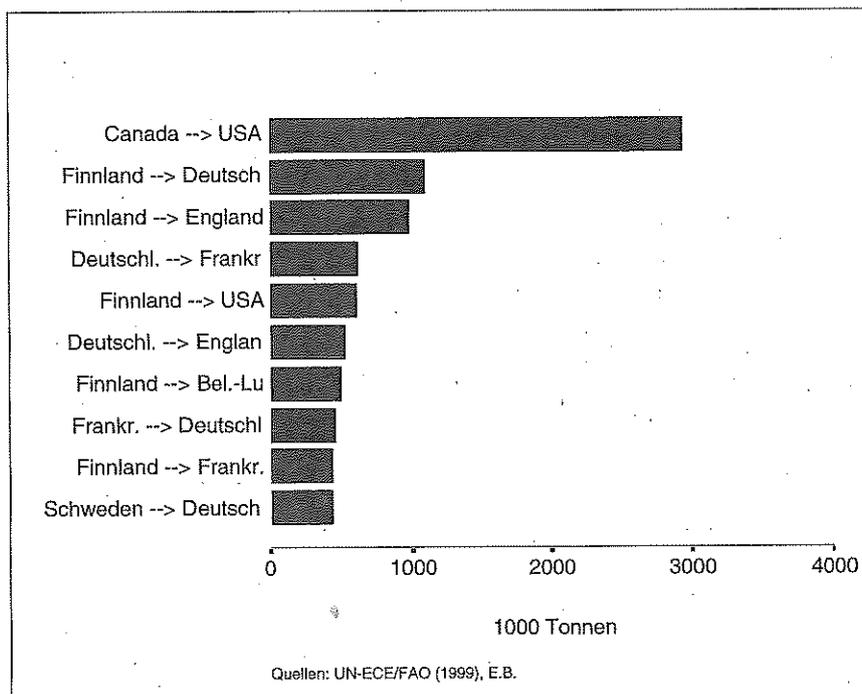


Abb. 3.4-17: Die zehn größten Welthandelsflüsse von Druck- und Schreibpapier (1997)

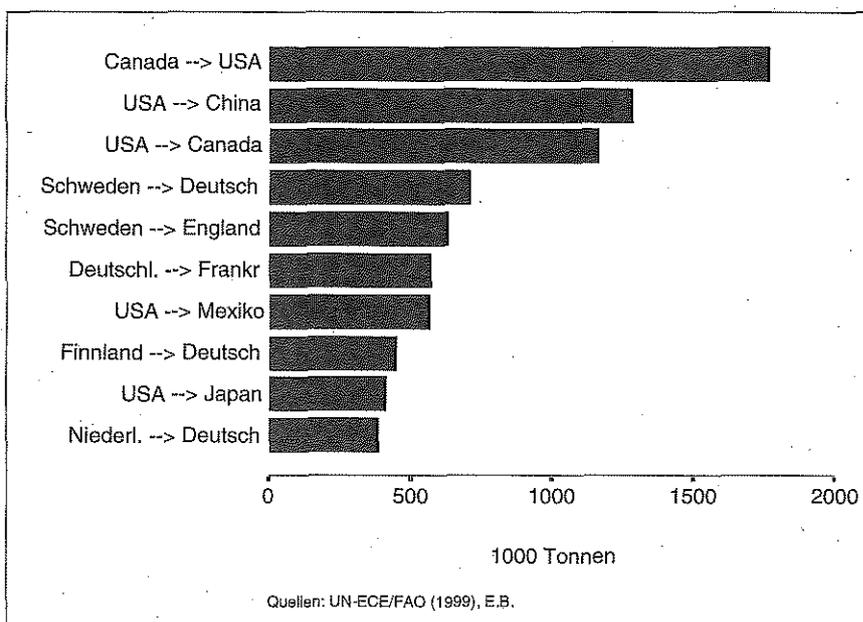


Abb. 3.4-18: Die zehn größten Welthandelsflüsse von Sonstigem Papier und Pappe (1997)

3.4.2.2 Handelsströme von Papierhalbstoffen

Der weltweit größte Exporteur von **Frischfaser** aus Holz war 1997 Kanada mit 11 Mio. t und 31 % Anteil an den gesamten Weltexporten (Tab. 3.4-7). Das größte Importland sind wieder die USA mit 5,8 Mio. t Importen bzw. 17 % Importanteil. Wie bei Papier sind die USA gleichzeitig auch der zweitgrößte Exporteur. Unter den zehn größten Exporteuren finden sich mittlerweile auch Entwicklungs- bzw. Schwellenländer wie Brasilien, Chile und Indonesien, Österreich scheint hier nicht auf. Von den europäischen Ländern rangieren nur Schweden und Finnland unter den ersten zehn größten Exporteuren. Nach den USA zweitgrößtes Importland ist Deutschland, gefolgt von Japan, Italien und China.

Tab. 3.4-7: Die größten Frischfaserexport- und -importländer der Welt 1997 (Wood Pulp)

EXPORT			IMPORT		
Land	Mio. t	%-Anteil am Weltexport	Land	Mio. t	%-Anteil am Weltimport
Kanada	11,0	31,2	USA	5,8	17,0
USA	6,3	17,8	Deutschland	3,9	11,1
Schweden	2,9	8,2	Japan	3,4	10,0
Brasilien	2,5	7,1	Italien	3,1	9,1
Finnland	1,8	5,1	China	2,5	7,3
Chile	1,6	4,5	Frankreich	2,1	6,2
Indonesien	1,3	3,7	Korea Rep.	2,0	5,9
Portugal	1,1	3,1	England	1,9	5,6
Russland	1,0	2,8	Niederlande	1,2	3,5
Südafrika	0,8	2,2	Indonesien	1,0	2,9
Welt	35,3	100,0	WELT	34,1	100,0

Quelle: FAO (1971-1999), E.B.

Die in den FAO-Jahrbüchern bzw. ECE/FAO „Trade Flow Statistiken“ angeführten Handelsströme umfassen bei Papierhalbstoffen nur die Summe der Kategorie „Wood Pulp“, also sämtliche aus Holz erzeugte Frischfaser ohne weitere Untergliederungsmöglichkeit²⁴. Auch in dieser Produktkategorie ist der Handelsstrom von Kanada in die USA mit 4,9 Mio. t bzw. 14 % Weltmarktanteil der größte, insgesamt scheint Kanada fünfmal als Exporteur unter den größten zehn Handelsflüssen auf (Abb. 3.4-19). Die zehn größten Handelsströme umfassen insgesamt 35 % des Weltmarktes.

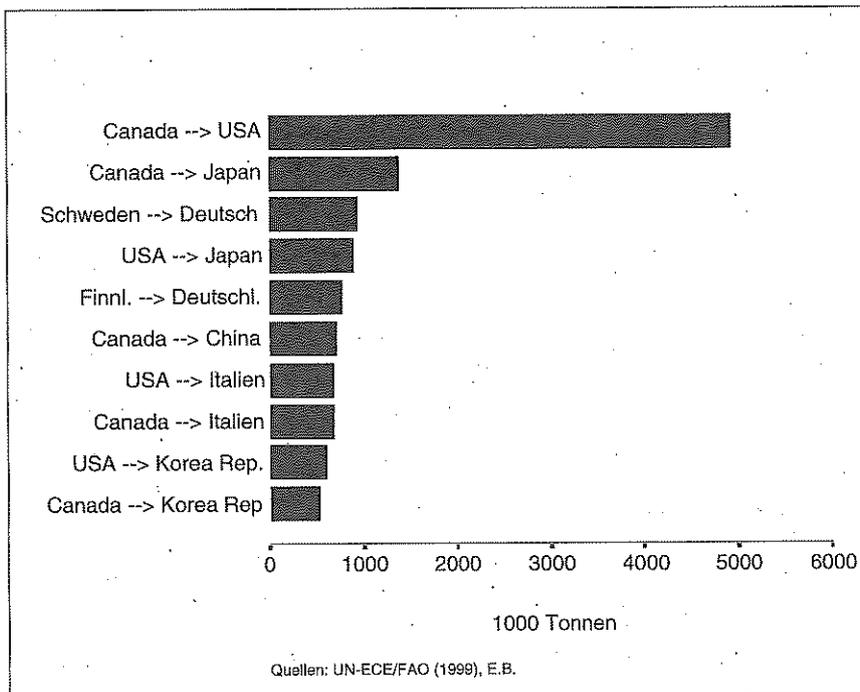


Abb. 3.4-19: Die zehn größten Welthandelsflüsse mit Frischfaser (1997)

Die gesamte, auf den Weltmärkten gehandelte **Altpapiermenge** ist nur ungefähr halb so groß wie die Menge von Frischfasern, was u. a. auch am vergleichsweise niedrigen Wert von Altpapier und an der damit verbundenen Transportkostenbelastung liegt. Anders als bei Papier und Frischfaser sind die größten Exporteure nicht die größten Produzenten, sondern die größten Verbraucher von Papier. So führen die USA, Deutschland und die Niederlande die Liste der größten Exportländer von Altpapier an (Tab. 3.4-8). Die USA halten einen Weltmarktanteil von über 40 %. Die größten Importeure finden sich in Asien mit der Volksrepublik China an der Spitze.

²⁴ Diese beiden Quellen sind die einzigen, aus der die weltweiten Handelsflüsse von Holzprodukten zwischen Ländern bzw. Regionen entnommen werden können, ohne eine zeitintensive Analyse der Originaldaten aus der UNO-Welthandelsdatenbank vornehmen zu müssen.

Tab. 3.4-8: Die größten Altpapierexport- und -importländer der Welt 1997

EXPORT			IMPORT		
Land	Mio. t	%-Anteil am Weltexport	Land	Mio. t	%-Anteil am Weltimport
USA	6,8	40,5	China	3,4	19,1
Deutschland	2,7	16,0	Korea Rep.	1,5	8,4
Niederlande	1,2	7,1	Indonesien	1,4	7,9
Bel.-Lux.	1,0	6,0	Mexiko	1,2	6,7
Frankreich	0,8	4,8	Niederlande	1,1	6,2
Kanada	0,7	4,2	Frankreich	1,0	5,6
England	0,5	5,1	Deutschland	0,9	5,1
China	0,4	3,0	Italien	0,9	5,1
Indonesien	0,4	3,0	Spanien	0,7	3,9
Japan	0,3	1,8	USA	0,6	3,3
Welt	16,8	100,0	WELT	17,8	100,0

Quelle: FAO (1971-1999), E.B.

In der GFS-Studie (FAO, 1998) wurden bestehende sowie zukünftige regionale Überschüsse und Defizite von Altpapier berechnet bzw. prognostiziert. Abb. 3.4-20 zeigt, dass zukünftig zwei Regionen besonders hervortreten, Nordamerika als weltweit einzige Überschussregion und Asien-Pazifik als größte und zunehmende Defizitregion. Die Studie ergab weiters, dass der weltweite Bedarf an Altpapier ab 2000 nicht mehr gedeckt werden kann, da die Defizite die Überschüsse insgesamt übertreffen.

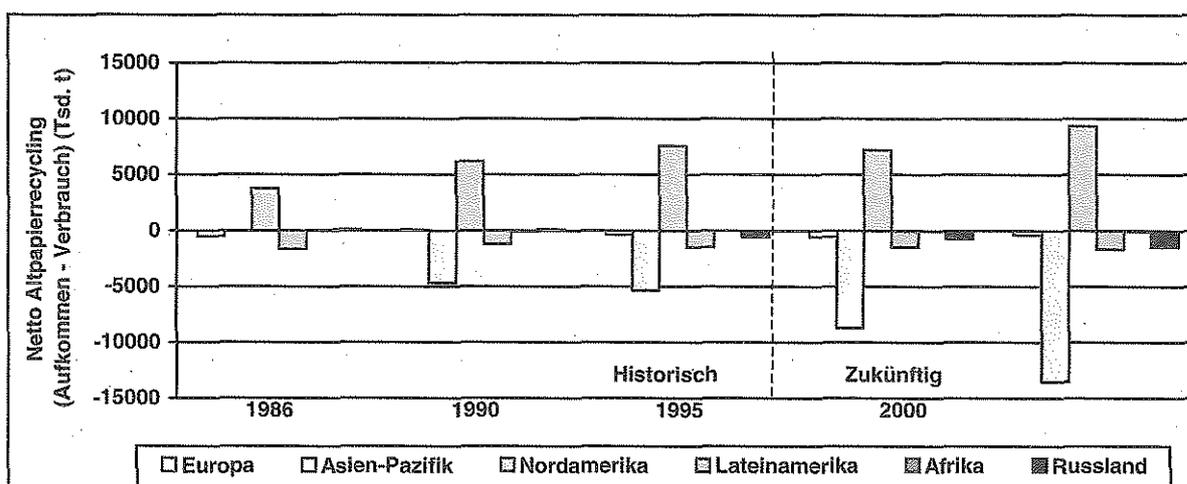


Abb. 3.4-20: Historische und zukünftige Altpapierüberschüsse und -defizite nach Weltregionen in 1000 t (verändert nach: MABEE & PANDE, 1997)

Der größte einzelne Handelsfluss von Altpapier ist jener von den USA nach Kanada, gefolgt von den USA nach China, USA nach Mexiko und USA in die Republik Korea²⁵. Insgesamt sechs der größten Handelsströme haben ihren Ursprung in den USA. Unter den größten zehn Handelsflüssen scheint auch der Altpapierimport Österreichs aus Deutschland auf (Abb. 3.4-21).

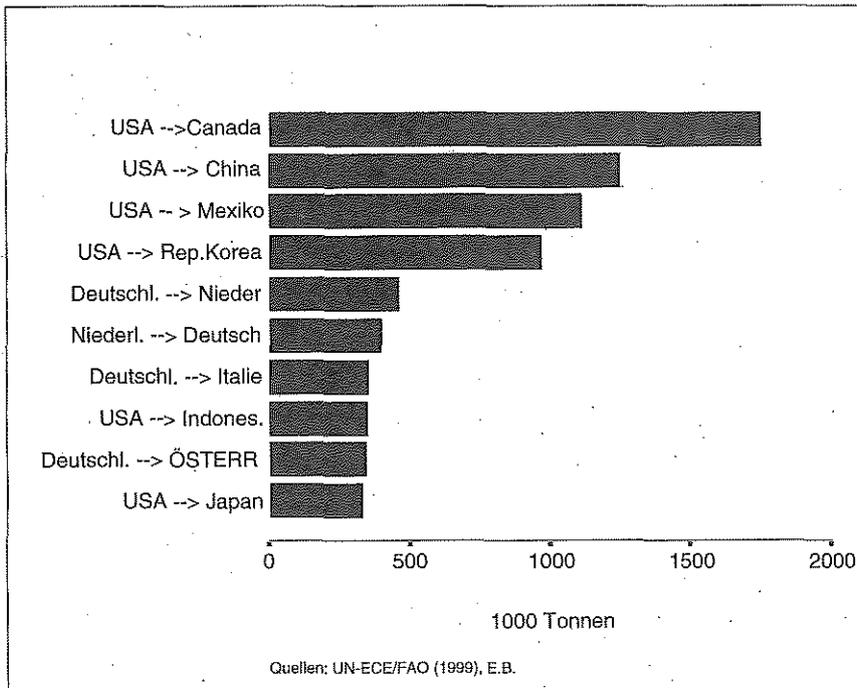


Abb. 3.4-21: Die zehn größten Welthandelsflüsse mit Altpapier (1997)

- **Die weltweit größten Handelsströme zwischen einzelnen Ländern finden zwischen Kanada als Exportland und den USA als Importland statt. Die einzige Ausnahme ist Altpapier; bei diesem Produkt geht der weltweit größte Handelsstrom von den USA nach Kanada (hoher Papierverbrauch in den USA). Asiatische Länder (vor allem China) gewinnen zunehmende Bedeutung als Importländer.**
- **Innerhalb von Europa haben die größten Handelsströme ihren Ursprung vor allem in Skandinavien.**
- **Die Größenordnungen der einzelnen Handelsströme für Papier und Papierhalbstoffe zeigen deutlich die Dominanz der Region Nordamerika auf dem Weltmarkt. Speziell bei Altpapier werden in Zukunft besonders die Handelsströme von Nordamerika (als weltweit einzige Überschussregion) nach Asien (als weltweit größte Defizitregion) die Weltmarktpreise und Handelsmengen zwischen anderen Ländern/Regionen bestimmen.**

²⁵ In einer von CEPI in Auftrag gegebenen Studie (CEPI, 1999b) werden die weltweit größten Handelsflüsse von Altpapier zwischen Nordamerika und Asien ausgewiesen: 3,2 Mio. t (1997); dies sind 17 % des gesamten Welthandelsvolumens an Altpapier. Zusammengenommen ergeben die kleineren Handelsströme innerhalb Westeuropas 5,7 Mio. t oder 30 % des Welthandelsvolumens.

3.4.3 Globale Zukunftsaussichten für Papier, Pappe und Papierhalbstoffe

Eine UNO-Studie, die unter anderem über globale zukünftige Entwicklungen der Papier- und Papierhalbstoffmärkte Auskunft gibt, wurde 1998 von der FAO im Rahmen der „Global Fibre Supply Study“ (GFSS) gemeinsam mit einer Serie von Arbeitspapieren veröffentlicht (FAO, 1998)²⁶. Das Hauptaugenmerk dieser Studie lag auf dem Angebot von Faserstoffen für die Papiererzeugung, das sowohl Holz aus dem Wald (bzw. daraus erzeugte Frischfaser), alternative Rohstoffe zur Erzeugung von Frischfasern (z. B. Stroh) als auch Altpapier beinhaltet. In Tab. 3.4-9 sind die FAO-Ergebnisse bezüglich Papier und Pappe für die großen Weltregionen enthalten und den Europa-Ergebnissen der ETTS V-Studie gegenübergestellt.

Die Weltproduktion von Papier und Pappe wird sich lt. GFSS zwischen 1990 und 2010 um ca. 66 % erhöhen, das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von ca. 2,5 %. Von allen Weltregionen wird sich der asiatische und pazifische Raum am dynamischsten entwickeln. Während um 1990 in dieser Region noch deutlich weniger Papier produziert und verbraucht wurde als im gesamten Europa, überholt Asien-Pazifik Europa um 2000; insgesamt nimmt Produktion und Verbrauch in dieser Region zwischen 1990 und 2010 um mehr als 130 % zu, dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von über 4 %. Diese Region weist um 2010 auch weltweit das größte „Defizit“ an Papier und Pappe (Produktion minus Verbrauch) auf. Am wenigsten – und auf sehr niedrigem Niveau – wächst die Papierproduktion in Afrika (zwischen 1990 und 2010 um +22 %), im Gebiet der ehemaligen UdSSR ist sowohl bei Produktion als auch beim Verbrauch ein drastischer Rückgang um über 90 % zu verzeichnen. Die Autoren der GFS-Studie bzw. des Arbeitspapiers über alternative Faserstoffe weisen aber auch darauf hin, dass ein wesentlicher Teil dieses Rückgangs nicht notwendigerweise der Wirklichkeit entspricht, sondern auf fehlende bzw. falsche Daten zurückzuführen ist (MABEE & PANDE, 1997). Im gesamten Europa steigt die Produktion von Papier und Pappe etwa in derselben Höhe wie der Weltverbrauch, der Verbrauch hingegen bleibt deutlich zurück.

Für Europa unterscheiden sich die Ergebnisse von ETTS V (UN-ECE, 1996a) von der GFS-Studie. ETTS V ergibt für die Produktion von Papier und Pappe deutlich niedrigere, für den Verbrauch jedoch höhere Werte. Während nach GFSS Europa auch in Zukunft insgesamt ein Nettoexporteur (Produktion > Verbrauch) von Papier und Pappe bleibt, wird in ETTS V ab 2000 ein Wechsel zum Nettoimporteur (Produktion < Verbrauch) prognostiziert. Für Osteuropa werden deutlich geringere Wachstumsraten von Produktion und Verbrauch erwartet als für Europa gesamt, die EU-15 und Österreich.

Alle angeführten Prognosen bauen auf bestehenden Produktions- und Verbrauchsgewohnheiten auf. Speziell in industrialisierten Staaten bestehen aber – durch die Aussicht auf Kosteneinsparungen von der Wirtschaft ausgehende – Tendenzen, den Papierverbrauch einzudämmen. So beschloss 1994 etwa die Bank of America, ihren Papierverbrauch in nur zwei Jahren um 25 % zu reduzieren. Durch die Nutzung elektronischer Medien, „On-Line“-Reports, doppelseitiges Kopieren, geringere Papiergewichte und anderer Maßnahmen, ließe sich laut Worldwatch Institute der weltweite Papierverbrauch deutlich reduzieren (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

²⁶ Im Jahre 1995 wurde von der FAO die Studie „Forestry – Statistics Today for Tomorrow“ mit Verbrauchsprognosen für Holzprodukte bis 2010 veröffentlicht (FAO, 1995). Offenbar bedingt durch die Annahme sehr hoher Wirtschaftswachstumsraten fielen die Verbrauchsprognosen für Papier und Pappe sehr hoch aus. Insbesondere im Vergleich zur neuen Studie (FAO, 1998) und – soweit es Europa betrifft – im Vergleich zu ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996) erscheinen die weltweiten und regionalen Verbrauchsangaben für 2010 unrealistisch hoch und werden daher in diesem Kapitel nur teilweise berücksichtigt.

Tab. 3.4-9: Zukünftige Produktion und Verbrauch von Papier und Pappe in Weltregionen (Mio. t)

REGION	Produktion/ Verbrauch	1990	2000	2010	Veränderung 2010:1990 (%)
GFSS:					
Welt	Produktion	240,1	312,1	397,8	+66
	Verbrauch	240,1	304,8	386,1	+61
Asien-Pazifik	Produktion	59,8	98,9	138,3	+131
	Verbrauch	65,1	108,5	152,5	+134
Nordamerika	Produktion	91,5	109,8	130,9	+43
	Verbrauch	87,9	101,0	118,2	+34
Lateinamerika	Produktion	10,8	13,2	15,8	+46
	Verbrauch	11,1	16,3	21,3	+92
Afrika	Produktion	2,7	2,9	3,3	+22
	Verbrauch	3,8	3,8	4,5	+18
ehem. UdSSR	Produktion	10,7	0,6	0,6	-94
	Verbrauch	10,3	0,2	0,3	-97
Europa gesamt	Produktion	67,7	86,7	108,9	+61
	Verbrauch	65,2	75,1	89,4	+37
ETTS V (Basisszenario mit niedrigem Wirtschaftswachstum):					
Europa gesamt	Produktion	67,1	77,8	94,1	+40
	Verbrauch	64,7	78,6	99,3	+53
Osteuropa ¹	Produktion	3,5	3,8	4,5	+32
	Verbrauch	3,4	3,7	4,4	+32
EU-15	Produktion	58,7	68,3	82,6	+41
	Verbrauch	57,0	69,3	87,5	+53
Österreich	Produktion	2,9	3,4	4,2	+45
	Verbrauch	1,3	1,5	1,9	+50

¹ lt. UN-ECE Definition: Bulgarien, Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechien, Ungarn

Quellen: FAO (1971-1999), FAO (1995), MABEE & PANDE (1997), SCHWARZBAUER (1996), UN- ECE/FAO (1996b), E.B.

In Tab. 3.4-10 sind die FAO-Prognoseergebnisse bezüglich Papierhalbstoffen für die großen Weltregionen enthalten und den Europa-Ergebnissen von ETTS V gegenübergestellt. Da in der GFS-Studie keine expliziten Prognosen über Produktion und Verbrauch von Frischfaser enthalten sind, muss bezüglich dieser Daten und der Altpapier-Einsatzquote (Altpapierverbrauch in Prozent des gesamten Faserverbrauchs für die Papier- und Pappeproduktion) auf die FAO-Prognosen von 1995 (FAO, 1995) zurückgegriffen werden (nur Werte für 2010). Die Altpapier-Recyclingraten in der Tabelle entsprechen dem „mittleren“ Szenario der GFS-Studie, in welcher zukünftige Recyclingraten aufgrund von Trendextrapolationen geschätzt wurden (MABEE & PANDE, 1997).

Tab. 3.4-10: Zukünftige Produktion und Verbrauch von Papierhalbstoffen (Mio. t): Welt – Europa – Österreich (Europa und Österreich: niedriges Wachstumsszenario)

REGION	Produkt	Produktion/ Verbrauch	1990	2000	2010	%-Veränderung 2010 zu 1990
GFSS (Szenario 1 – Trendfortschreibung für Altpapier):						
Welt	Frischfaser ¹	Verbrauch	166,2	-	225,7	+36
	Altpapier	Aufkommen	83,0	140,2	193,1	+133
	Recyclingrate	(%)	35	47	51	-
	Einsatzquote ¹	(%)	34	-	46	-
Asien-Pazifik	Frischfaser ¹	Verbrauch	35,6	-	47,9	+35
	Altpapier	Aufkommen	25,4	43,5	62,7	+147
	Recyclingrate	(%)	39	40	41	-
	Einsatzquote ¹	(%)	44	-	70	-
Nordamerika	Frischfaser ¹	Verbrauch	72,4	-	104,0	+44
	Altpapier	Aufkommen	28,8	51,2	73,6	+155
	Recyclingrate	(%)	33	51	62	-
	Einsatzquote ¹	(%)	29	-	36	-
Lateinamerika	Frischfaser ¹	Verbrauch	6,2	-	8,2	+32
	Altpapier	Aufkommen	3,5	5,2	6,8	+94
	Recyclingrate	(%)	36	32	32	-
	Einsatzquote ¹	(%)	34	-	52	-
Afrika	Frischfaser ¹	Verbrauch	1,9	-	3,6	+89
	Altpapier	Aufkommen	0,7	1,3	1,8	+157
	Recyclingrate	(%)	27	34	41	-
	Einsatzquote ¹	(%)	28	-	44	-
Ehem. UdSSR	Frischfaser ¹	Verbrauch	9,6	-	5,3	-45
	Altpapier	Aufkommen	3,0	0,02	0,01	-99,7
	Recyclingrate	(%)	21	6	3	-
	Einsatzquote ¹	(%)	22	-	33	-
Europa gesamt	Frischfaser ¹	Verbrauch	41,5	-	56,7	+37
	Altpapier	Aufkommen	23,1	40,9	49,9	+116
	Recyclingrate	(%)	35	54	56	-
	Einsatzquote ¹	(%)	40	-	51	-

Tab. 3.4-10 Fortsetzung

REGION	Produkt	Produktion/ Verbrauch	1990	2000	2010	%-Veränderung 2010 zu 1990
ETTS V (Basisszenario mit niedrigem Wirtschaftswachstum):						
Europa gesamt	Frischfaser	Verbrauch	42,3	42,5	46,2	+9
	Altpapier	Aufkommen	23,9	33,7	45,6	+91
	Recyclingrate	(%)	37	43	46	-
Osteuropa ²	Frischfaser	Verbrauch	2,8	3,0	3,5	+23
	Altpapier	Aufkommen	1,2	1,5	1,8	+46
	Recyclingrate	(%)	37	40	41	-
EU-15	Frischfaser	Verbrauch	35,4	35,3	38,0	+7
	Altpapier	Aufkommen	21,3	30,4	41,1	+193
	Recyclingrate	(%)	37	44	47	-
Österreich	Frischfaser	Verbrauch	1,7	1,7	1,9	+11
	Altpapier	Aufkommen	0,7	0,9 ³	1,1	+58
		Verbrauch	1,2	1,7 ³	2,2	+88
	Recyclingrate	(%)	55	56 ³	58	-
	Einsatzquote	(%)	40	47	52	-

¹ Verbrauch von Frischfaser und Altpapier-Einsatzquoten aus FAO (1995)

² lt. UN-ECE Definition: Bulgarien, Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechien, Ungarn

³ tatsächliches Aufkommen/Recyclingrate von Altpapier 1998: 1.2 Mio. t (68 %)

Quellen: FAO (1971-1999), FAO (1995), MABEE & PANDE (1997), SCHWARZBAUER (1996), UN-ECE/FAO (1996b), E.B.

Die Weltproduktion (\approx Verbrauch) an Frischfaser wird sich lt. FAO (1995) zwischen 1990 und 2010 um ca. 33 % erhöhen, das Aufkommen von Altpapier lt. GFSS hingegen um 133 %; letzteres entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von über 4 %. Auf Basis von Trendextrapolationen (mittleres Szenario) ergibt sich für die Region Nordamerika um 2010 mit 62 % die höchste Recyclingrate²⁷, gefolgt von Europa mit 56 %. Weltweit werden um 2010 ca. 51 % des verbrauchten Papiers recycelt. Die höchsten Altpapier-Einsatzquoten werden für die Region Asien-Pazifik prognostiziert und damit auch das weltweit größte regionale Altpapier-„Defizit“ (MABEE & PANDE, 1997). Auffällig sind wieder die drastischen Rückgänge in der früheren UdSSR, die großteils auf Datenprobleme und nur z. T. auf reale Entwicklungen zurückzuführen sind (MABEE & PANDE, 1997). Trotz der im Vergleich zur Frischfaserproduktion stärkeren Zunahme des Altpapieraufkommens wird sich nach Schätzungen des Worldwatch Instituts der Anteil des für die Frischfaserproduktion eingesetzten Nutzholzes weiter erhöhen, und zwar von derzeit 42 % auf mehr als 50 % im Jahre 2050 (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

Für Europa unterscheiden sich die Ergebnisse von ETTS V (UN-ECE, 1996a) wieder von jenen der GFS-Studie. ETTS V ergibt für Frischfaser und Altpapier deutlich niedrigere absolute Prognosewerte und Zuwächse. Zurückzuführen sind die niedrigeren ETTS V Werte vor allem auf die Unterschätzung des Recyclings Anfang der 90er Jahre (s. für Österreich auch Kap. 3.3.2.3). In Abb. 3.4-22 ist die Entwicklung der Altpapier-Recyclingraten nach Weltregionen nochmals grafisch dargestellt.

²⁷ INCE (1998) kommt allerdings zum Schluss, dass die nachhaltige Recyclingrate von Altpapier in den USA nach 2000 nur knapp über 50 % liegen und sich nicht wesentlich weiter erhöhen wird.

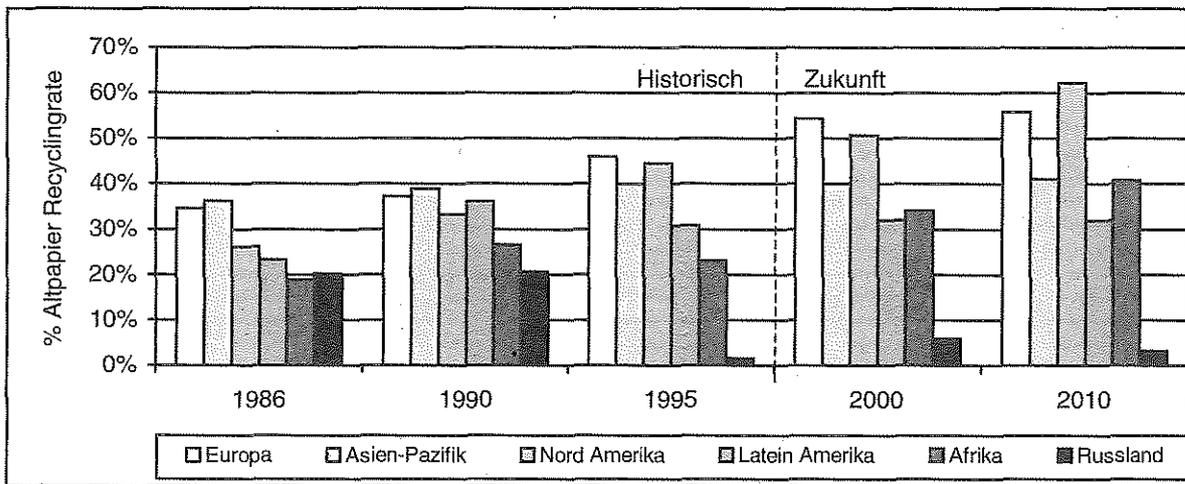


Abb. 3.4-22: Historische und zukünftige Altpapier-Recyclingraten nach Weltregionen (verändert nach: MABEE & PANDE, 1997)

Neben den Basisszenarien werden in ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a) für Europa auch einige alternative Szenarien diskutiert. Zwei davon beschäftigen sich mit – im Vergleich zum Basisszenario – erhöhten bzw. verminderten Recyclingraten. Eine Erhöhung des Recyclings würde demnach nicht nur eine Dämpfung der Nachfrage nach Frischfaser bedeuten, sondern aufgrund höheren Altpapierangebots und geringerer Frischfasernachfrage insgesamt sinkende Rohstoffkosten für die Papierindustrie (s. dazu auch Szenario 3 in Kapitel 3.5). Diese Situation könnte auch zu einer gewissen Umstrukturierung der Papierindustrie führen, indem neue Produktionsstandorte wegen der leichteren Verfügbarkeit von Altpapier näher an Ballungszentren und weiter entfernt von forstlichen Ressourcen gelegt werden. Erhöhtes Altpapierrecycling würde gegenüber dem Basisszenario im Jahr 2020 eine Reduktion des europäischen Holzeinschlags um ca. 2,5 % und einen Rückgang der Netto-Importe an Rohholzäquivalenten um ca. 8,5 % bewirken. Das Szenario mit verminderten Recyclingraten geht von der begrenzten Wirtschaftlichkeit des Sammelns von Altpapier für die Papierproduktion bzw. von zunehmender Bequemlichkeit der Konsumenten aus, welche nicht immer bereit sind, Papier von anderen Abfällen zu trennen. In diesem Fall würde Altpapier – gemeinsam mit anderen Abfällen – zunehmend verbrannt werden. Dieses Szenario würde zu einer Erhöhung des europäischen Holzeinschlags um 1,8 % und einer Zunahme der Netto-Importe an Rohholzäquivalenten um 10 % führen (s. dazu auch Szenario 5 in Kapitel 3.5).

Einem zukünftigen 100%igem Papierrücklauf und Einsatz des Altpapiers in der Papierproduktion stehen im wesentlichen zwei technische Barrieren entgegen:

- Wenn immer 100 % des verbrauchten Papiers als Altpapier wiedergewonnen würden, wären in diesem Papier zunehmend Anteile von bereits in früheren Produktionsprozessen eingesetztem Altpapier enthalten. Papierfasern würden also mehrmals recycelt werden. Nach mehrmaligen Recycling verliert die pflanzliche Faser aber ihre guten papiertechnologischen Eigenschaften, da sie kürzer wird und das Festigkeitspotenzial sinkt. Nach vier- bis sechsmaliger Verwendung muss sie ausgeschieden und durch Frischfaser ersetzt werden (MABEE & PANDE, 1997; STARK, 1998). Verschiedene Autoren schätzen den langfristig und durchschnittlich notwendigen Frischfaseranteil in der Papierherstellung auf 30-45 % (vgl. z. B. DEPPE, 1995) bzw. den Anteil nicht-recyclierbaren Papiers auf 18,5 % ein (CEPI, 1999a).
- Eine Verwendung von Altpapier für die Herstellung hochwertiger, graphischer Druckpapiere erfordert eine saubere, sortenreine Erfassung des Altpapiers. Dafür sind weder die derzeit bestehenden Sammelsysteme geeignet, noch ist eine wirtschaftliche Lösung in Sicht (STARK, 1998). Grundsätzlich ist Altpapier eine Sammelbezeichnung für unterschiedliche Qualitäten. Nicht jede Altpapierqualität kann für jede beliebige Papiersorte verwendet werden (CEPI, 1999b).

Exkurs: Altpapierverbrennung versus Einsatz in der Papierindustrie

In den 70er Jahren, als Altpapierrecycling und der Einsatz in der Papierindustrie noch in den Kinderschuhen steckte, herrschte die generelle Meinung, dass eine Erhöhung des Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie aus Umweltgründen uneingeschränkt zu begrüßen ist. Diese Ansicht gründete sich zum einen auf die damit verbundene Reduktion des Holzeinsatzes (damals glaubte man in Europa an bestehende bzw. bevorstehende Holzknappeheit), die die Holznachfrage aus dem Wald und damit den Nutzungsdruck verringern würde (Waldschutz). Zum anderen verursachte die Papierindustrie zur damaligen Zeit bei der Produktion von Zellstoff und Holzstoff durch Emissionen bedeutende Umweltprobleme, die man durch den Einsatz von Altpapier reduzieren zu können hoffte (vgl. z. B. PALO & NILSILÄ, 1975).

Diese Rahmenbedingungen haben sich mittlerweile weitgehend geändert. Verschiedene internationale Studien diagnostizieren – allerdings vor allem für Europa – eine ausreichende und bei weitem nicht ausgeschöpfte Holzressourcenbasis (z. B. UN-ECE/FAO, 1996a), die europäische Papierindustrie hat viel in Umwelttechnologie investiert und ihre Emissionen drastisch reduziert (VIRTANEN & NILSSON, 1992)²⁸.

Im Laufe der Zeit tauchten daher Zweifel an der uneingeschränkten Erhöhung des Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie auf, welchen in einer Reihe von Studien in verschiedenen Ländern nachgegangen wurde. Die in Europa bekannteste dieser Studien wurde am Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) durchgeführt (VIRTANEN & NILSSON, 1992). Dabei wurde u. a. geprüft, wie sich unterschiedliche Altpapier-Einsatzquoten und eine alternative Verwendung von Altpapier (Verbrennung zur Energiegewinnung) auf den Energieeinsatz in der Papierindustrie und deren Ausstoß von Emissionen auswirken würden. Auch BYSTRÖM & LÖNNSTEDT (1996) beschäftigten sich in einer Modellstudie mit dieser Frage.

Auch wenn bei diesen und anderen AutorInnen nicht in jedem Punkt Übereinstimmung besteht, kommen sie doch im wesentlichen zum Schluss, dass die Verbrennung eines Teils des anfallenden Altpapiers – statt einem ausschließlichen Einsatz in der Papier- und Pappeherstellung – gewisse ökologische Vorteile mit sich bringt. Für die teilweise Verbrennung bzw. gegen einen 100%igen Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie sprechen vor allem folgende Gründe:

- Da Papier selbst sehr viel Energie enthält (der Wärmeinhalt von 2,5-3 Tonnen Papier entspricht etwa 1 m³ Heizöl; STARK, 1992), welche wiedergewonnen werden kann, erscheint unter bestimmten Bedingungen die Verbrennung attraktiver als der Einsatz in der Papierherstellung (VIRTANEN & NILSSON, 1992).
- Da verstärkter Altpapiereinsatz den Einsatz von Holz reduziert, verringert sich auch der biogene Abfall (vor allem Rinde und Ablauge), der derzeit von der Papierindustrie energetisch genutzt wird. Damit steigen in der Industrie die Nachfrage nach fossilen Energieträgern (Öl) und der Ausstoß von SO₂, NO_x und CO₂ (VIRTANEN & NILSSON, 1992; SKOGSINDUSTRIERNA, 1995). Diese Aussage wird von BYSTRÖM & LÖNNSTEDT (1996) relativiert. Sie kommen zum Schluss, dass eine zunehmende energetische Nutzung von Altpapier sich dann positiv auf die Umwelt auswirken würde, wenn dadurch insgesamt der Einsatz nicht-erneuerbarer Energieträger reduziert wird. Wenn allerdings vorwiegend Energie aus Wasserkraft ersetzt wird, ist verstärktes Verbrennen von Altpapier eher kontraproduktiv.²⁹

²⁸ Das Worldwatch Institut diagnostiziert allerdings weiteres Potenzial zur Reduktion von Umweltschäden durch die Papierindustrie – Stichwort etwa „Biopulping“ (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

²⁹ Der neueste Bericht des Worldwatch Instituts in Washington stellt allerdings fest, dass die Papierherstellung auf Basis von Altpapier insgesamt nur 10-40 % jener Energiemenge benötigt, die notwendig ist, um Papier aus Frischfaser zu erzeugen (ABRAMOVITZ & MATTOON, 1999).

- Je höher die Recyclingrate, desto höher wird auch mit der Zeit der Anfall von nicht mehr in der Papierindustrie einsetzbarem Altpapier, da mit jedem Recyclingvorgang die Qualität der Faser abnimmt. Diese Mengen müssen nach BAUER (1993) thermisch entsorgt werden, was ökologisch jedenfalls sinnvoller ist, als sie auf Deponie zu legen (s. auch SCHMIDT & HOFBAUER, 1996).
- Die Aufbereitung von Altpapier für den Einsatz in der Papierindustrie ist einerseits kostenintensiv, andererseits entstehen Probleme bei der Entsorgung von anfallenden Reststoffen und vor allem von Chemikalien, die im Aufbereitungsprozess eingesetzt werden (BECK, 1993).

Keine(r) der genannten AutorInnen steht für die ausschließliche Verbrennung von Altpapier, wohl aber für eine ausgewogene Balance zwischen Einsatz in der Papierindustrie und energetischer Nutzung in der Zukunft. In Kapitel 3.5 werden in Szenario 5 die Auswirkungen des Einsatzes von Altpapier für Energiegewinnung auf die Märkte der Forst- und Holzwirtschaft getestet.

- *Die Weltproduktion von Papier und Pappe wird sich zwischen 1990 und 2010 um ca. 66 % erhöhen, das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von ca. 2.5 %, am dynamischsten wird sich der asiatische und pazifische Raum entwickeln. Um 2000 wird Europa von Asien/Pazifik voraussichtlich überholt werden. Produktion und Verbrauch in dieser Region nehmen zwischen 1990 und 2000 um mehr als 130 % zu, dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von über 4 %. Diese Region weist um 2010 auch weltweit das größte „Defizit“ an Papier und Pappe (Produktion minus Verbrauch) auf.*
- *Die Weltproduktion an Frischfaser wird sich zwischen 1990 und 2010 um ca. 33 % erhöhen, das Aufkommen von Altpapier hingegen um 133 %. Weltweit werden um 2010 ca. 51 % des verbrauchten Papiers recycelt. Für die Region Nordamerika ergibt sich mit 62 % die höchste Recyclingrate, gefolgt von Europa mit 56 %. Die höchsten Altpapier-Einsatzquoten werden für die Region Asien/Pazifik prognostiziert und damit auch das weltweit größte regionale Altpapier-„Defizit“.*
- *Auch wenn z. T. widersprüchliche Aussagen dazu vorliegen, könnte es aus ökologischen Gründen und volkswirtschaftlichen Überlegungen in Zukunft zu einer verstärkten energetischen Nutzung von Altpapier kommen, was die verfügbaren Altpapiermengen für die Papierindustrie reduzieren würde.*

3.5 Mögliche Auswirkungen der Veränderung von Papier-Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten – eine Modellstudie

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Erkenntnisse aus den Kap. 3.1 bis 3.4 zusammengeführt. Mit Hilfe eines Computersimulationsmodells der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft (FOHOW) werden die möglichen Auswirkungen der Veränderungen von Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten bei der Papier- und Pappeproduktion auf Holzproduktmärkte, Rohholzproduktion, Preise sowie auf den Holzvorrat und Zuwachs im Wald getestet. Folgende Szenarien werden simuliert:

Erhöhung der Altpapier-Recyclingrate bzw. der Altpapier-Einsatzquote³⁰

- **Szenario 1:** Erhöhung der angenommenen Altpapier-Einsatzquote. Die Papierindustrie kann – je nach dem Preisverhältnis zwischen Frischfaser und Altpapier – die **tatsächliche** Einsatzquote den wirtschaftlichen Gegebenheiten anpassen.
- **Szenario 2:** Erhöhung der Altpapier-Einsatzquote – **fix** vorgegeben.
- **Szenario 3:** Erhöhung der Recyclingrate – **fix** vorgegeben.

Verringerung der Altpapier-Einsatzquote bzw. der verfügbaren Altpapiermenge

- **Szenario 4:** Die angenommene Altpapier-Einsatzquote und die Altpapier-Recyclingrate bleiben auf dem Stand von 1998 stehen und erhöhen sich nicht weiter (Status-Quo). Die Papierindustrie kann – je nach dem Preisverhältnis zwischen Frischfaser und Altpapier – die **tatsächliche** Einsatzquote den wirtschaftlichen Gegebenheiten anpassen.
- **Szenario 5:** Verringerung der für die Papierindustrie zur Verfügung stehenden Altpapiermenge infolge zunehmender energetischer Nutzung desselben.

Diese fünf Szenarien werden für den Zeitraum 1998 bis 2025 berechnet, in Bezug zu einem Basislauf gesetzt und die Abweichungen davon dargestellt. Die Modellergebnisse werden weiters mit den Ergebnissen von ähnlichen Modellrechnungen in nationalen und internationalen Studien verglichen sowie die Höhe der Abweichungen mit den Auswirkungen vergangener und simulierter zukünftiger Markteinflüsse (Schadholz, Wechselkursveränderungen) in Beziehung gesetzt.

Zusätzlich zu den fünf Szenarien wurde ein **Szenario 6** entwickelt, das die Auswirkungen punktueller, zukünftiger Schadereignisse der Größenordnung von 1990 bzw. 1999/2000 simulieren soll. Damit sollen insbesondere Abweichungen vom Basislauf mit jenen der Szenarien 1-5 in Relation gesetzt werden. Das Szenario 6 unterscheidet sich vor allem hinsichtlich der Kurzfristigkeit seiner Annahmen von den ersten fünf Szenarien.

3.5.1 Das Modell

Das Simulationsmodell der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft (im folgenden „FOHOW“ genannt) wurde von SCHWARZBAUER erstmals 1989 publiziert und seitdem ständig weiterentwickelt sowie aktualisiert (vgl. z. B. SCHWARZBAUER, 1993). Es unterscheidet sich in zweifacher Hinsicht von den meisten bestehenden forst- und holzwirtschaftlichen Modellen. Die Forst- und Holzwirtschaft wird als Ganzes (System), und zwar vom Holzuwachs bis zum Papierverbrauch, und nicht in voneinander unabhängigen Einzelteilen darzustellen versucht (z. B. Wachstumsmodell, Nachfragemodell). In dieses Modell fließen die wesentlichsten Erkenntnisse aus den Kap. 3.1 bis 3.4 ein, es stellt somit eine **Zusammenchau** der bisherigen Einzelergebnisse und ihr **Zusammenwirken** dar.

In diesem Modell geht es nicht um kurzfristige, punktgenaue Prognosen, sondern um langfristige Wirkungsanalysen („Was passiert, wenn ...?“) von für die Holzmärkte bedeutenden Entwicklungen. Nicht Prognosewerte stehen im Vordergrund, sondern die Abweichungen der Simulationsläufe von einem unter plausiblen und wenig spektakulären Annahmen gerechneten Basislauf („normale“ Marktentwicklung).

³⁰ Die **Altpapier-Recyclingrate** ist wie folgt definiert: Prozentsatz der in Österreich verbrauchten Papier- und Pappmenge (Inlandsverbrauch), die für die Produktion von Papier und Pappe wiederverwendet wird. Die **Altpapier-Einsatzquote** in der Papierindustrie ist hier wie folgt definiert: Prozentsatz des Altpapiers an der gesamten, von der österreichischen Papierindustrie für die Papier- und Pappeproduktion eingesetzten Faser- und Pappmenge (Papierhalbstoffmenge; s. auch Glossar).

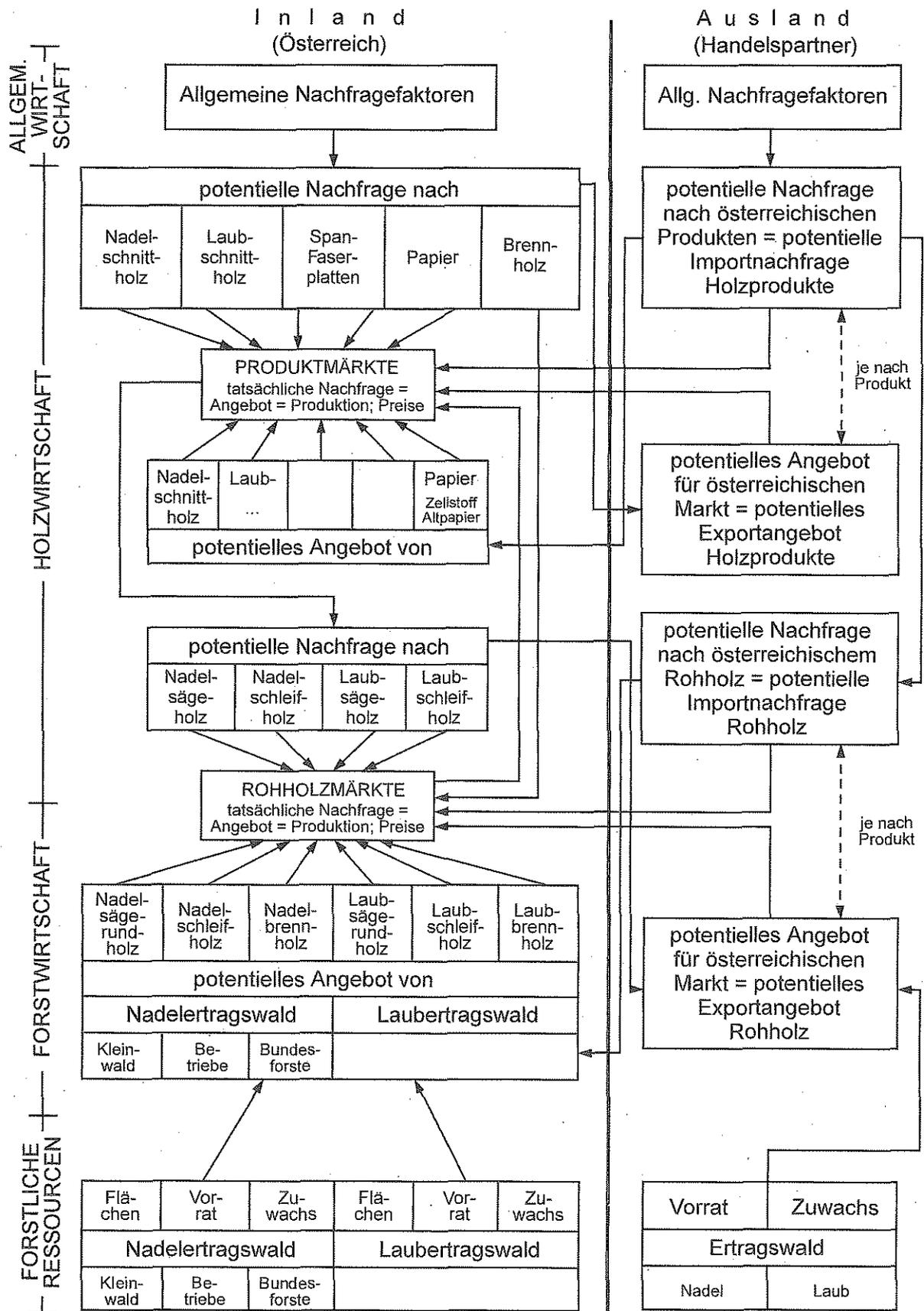


Abb. 3.5-1: Grundstruktur von FOHOW

Die etwa 1500 miteinander in Wechselwirkung stehenden mathematischen Gleichungen des Modells gliedern sich in vier Komponenten:

- Allgemeine Wirtschaftsdaten (BIP, Bevölkerung, Bau-, Möbelbranche, Sachgüterproduktion)
- Holzwirtschaft (Säge- [Nadel- und Laubholz getrennt], Platten-, Papierindustrie [inkl. Zellstoff/Holzstoff und Altpapier])
- Forstwirtschaft (Holzangebot aus dem Wald)
- Wald (Ressourcen)

FOHOW besteht aus zwei Regionen, nämlich Österreich und einer (fiktiven) Außenregion, die die Summe der österreichischen Netto-Außenhandelsbeziehungen mit Holzprodukten repräsentiert. Innerhalb dieser beiden Regionen wird keine weitere regionale Differenzierung vorgenommen; dies wäre bei diesem Modelltyp auch technisch und praktisch nicht möglich. Abb. 3.5-1 gibt eine Übersicht über die Grobstruktur des Modells. Die theoretischen Grundlagen sowie Details der mathematischen Formulierung finden sich in SCHWARZBAUER (1993).

Auch wenn in die Formulierung der Modellgleichungen die ökonometrischen Schätzergebnisse vieler Einzelgleichungen der Kapitel 3.1 bis 3.3 (z. B. Angebotskurven aus dem Wald) einfließen, ist aufgrund der komplexen Wechselwirkungen nicht zu erwarten, dass sich die einzelnen Komponenten des Modells genau so verhalten, wie sich dies aus den ursprünglich geschätzten Einzelgleichungen ergeben würde. So ist etwa mit einer ökonometrisch geschätzten **einzelnen** Angebotsgleichung für Holz aus dem Wald nur eine Aussage über die Höhe des potenziellen Angebots selbst möglich (etwa in Abhängigkeit von Holzpreisen), während in FOHOW das tatsächliche Angebot aus dem Wald durch das gleichzeitige Zusammenwirken von potenziellen Angebots- **und** Nachfragemengen berechnet wird. SCHWARZBAUER (1994a) konnte in einem Vergleich von bedingten Prognosen für Schnittholz und Holzplatten – einerseits berechnet durch FOHOW, andererseits durch einzelne ökonometrisch geschätzte Gleichungen – nachweisen, dass durch die gegenseitige Beeinflussung von 1500 Gleichungen FOHOW Ergebnisse mit geringeren Schwankungsbreiten und weniger extremen Werten liefert als Prognosen durch Einzelgleichungen.

3.5.2 Annahmen und Ergebnisse für den Basislauf

Während historische Entwicklungen mit Hilfe von Daten nachvollzogen und statistisch abgesichert werden können, entziehen sich zukünftige Entwicklungen der genauen Erfassung und statistischen Absicherung (vgl. SCHWARZBAUER, 1993). Für die Modellberechnungen ist es aber notwendig, auf Grundlage historischer Daten und Erfahrungen sowie Kenntnissen über möglicherweise eintretende Ereignisse plausible Annahmen für die zukünftige Entwicklung bestimmter Größen zu treffen. Die in diesem Zusammenhang wichtigsten sind:

- Wirtschaftswachstum
- Produktionskosten (außer Holz, Zellstoff/Holzstoff und Altpapier)³¹
- Holzproduktpreise der Außenregion
- Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten

Für das **Wirtschaftswachstum** werden folgende jährliche BIP-Wachstumsraten für Österreich und die Außenregion angenommen (in Prozent).³²

³¹ Die Kosten des Einsatzes von Rohholz, Zellstoff/Holzschliff und Altpapier ergeben sich endogen im Modell durch die Entwicklung der Preise und Konversionsfaktoren für diese Einsatzstoffe.

³² Die im Vergleich zu anderen Prognosen vergleichsweise niedrig scheinenden Wirtschaftswachstumsraten entsprechen in etwa den im sogenannten „Global Trade Model“ des IIASA (KALLIO et al., 1987) verwendeten Überlegungen. Dabei wird davon ausgegangen, dass mit steigendem (realen) Bruttoinlandsprodukt die Wachstumsraten desselben sinken. Das Modell kann selbstverständlich auch mit anderen Wachstumsraten gerechnet werden.

Tab. 3.5-1: Annahmen über das jährliche reale Wirtschaftswachstum (Basislauf)

Region	1998	2000	2005	2015	2025
Österreich	2,9	2,4	2,2	1,9	1,7
Außenregion	2,7	2,2	1,9	1,6	1,4

Variable **Produktionskosten** (nicht gemeint sind Holzkosten [inkl. Zellstoff und Altpapier]) pro Kubikmeter bzw. Tonne erzeugten Produktes werden für den Prognosezeitraum (real) konstant gehalten.³³

Die **Preise für Holzprodukte in der Modellaußenregion** müssen auf irgendeine Weise vorgegeben werden. Die Inlandspreise hingegen werden durch das Modell berechnet und zwar – bedingt durch die Außenhandelsverflechtungen – unter Berücksichtigung der Preise in der Außenregion, welche – ebenso wie die Produktionskosten – für den Prognosezeitraum konstant gehalten werden.³⁴

Die **Altpapier-Einsatzquoten** im Basislauf entsprechen den in ETTS V (UN-ECE/FAO, 1996a) veröffentlichten Prognosen. Bei den Altpapier-Einsatzquoten ist jedoch festzustellen, dass es sich um potenzielle Werte handelt, die je nach den Preisentwicklungen von Zellstoff und Altpapier in der Praxis über- oder unterschritten werden können. Die Einsatzquote ist weiters durch einen vorgegebenen Maximalwert nach oben begrenzt. Für die zukünftige **Recyclingrate** wird von einer nur mehr geringfügigen Erhöhung ausgegangen (Tab. 3.5-2).

Tab. 3.5-2: Annahmen über Altpapier-Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten in Österreich in Prozent (Basislauf)

	1998	2000	2005	2015	2025	Max.
Recyclingrate (%)	68	70	70	70	70	-
Einsatzquote (%)	48	50	51	54	57	70

Die wichtigsten Ergebnisse des **Basislaufes** können aus Tab. 3.5-3 entnommen werden. Alle Einschlags- und Produktionsmengen steigen im Prognosezeitraum gleichmäßig an, die stärkste Steigerung weist die Produktion von Papier und Pappe auf (jährlich ca. +2 %). Auch die realen Preise steigen geringfügig, am relativ stärksten die Preise von Papier und Papierhalbstoffen. Der im Vergleich zum Zellstoff-/Holzstoffpreis deutlichere Anstieg des Altpapierpreises ist vor allem auf die begrenzte Verfügbarkeit dieses Papierhalbstoffs zurückzuführen. Da die Produktion von Papier und Pappe (ebenso der Export) wesentlich stärker zulegt als der Inlandsverbrauch, wächst die Nachfrage nach Altpapier auch stärker als das Inlandsangebot (vgl. dazu auch BYSTRÖM & LÖNNSTEDT, 1995).

³³ Fixkosten sind aufgrund der Datenlage nicht berücksichtigt. Das Modell kann auch mit anderen Kostenannahmen gerechnet werden.

³⁴ Die Vorgabe von Europa- oder Weltmarktpreisen würde sich nur dann erübrigen, wenn der gesamte Weltmarkt bzw. ein erheblicher Teil davon im Modell enthalten wäre und diese Preise im Modell selbst berechnet werden könnten (wie z. B. beim IIASA Weltholzmarktmodell). Dies ist aber hier nicht der Fall, das Modell enthält nur Österreich und Netto-Außenhandelsströme. Statt der Annahme (real) konstanter Auslandpreise könnten auch andere Annahmen (z. B. mit einem bestimmten Prozentsatz steigende oder fallende Preise; Übernahme von prognostizierten Preisen aus anderen Studien, etc.) getroffen werden. Es ist an dieser Stelle allerdings darauf hinzuweisen, dass veröffentlichte Preisprognosen für Holzprodukte kaum verfügbar sind.

Tab. 3.5-3: Ausgewählte Ergebnisse des Basislaufes (alle Preise real 1975)

	1998	2000	2005	2015	2025
FORSTWIRTSCHAFT					
Einschlag gesamt (Mio. fm)	16,3	16,7	17,3	18,4	19,3
davon Vornutzung (Mio. fm)	3,7	3,7	3,8	3,9	4,1
Nadelrundholzpreis (öS/fm)	508	522	535	559	579
Nadelindustrieholzpreis (öS/fm)	228	237	247	263	269
Endproduktionswert (Mrd. öS) ¹	6,6	7,1	7,5	8,3	8,9
SÄGEINDUSTRIE (Nadelholz)					
Nadelschnittholzproduktion (Mio. m ³)	7,9	8,0	8,4	9,2	9,7
Nadelschnittholzpreis (öS/m ³)	1.036	1.046	1.048	1.051	1.061
SNP-Preis (öS/fm)	128	134	133	145	150
Bruttoproduktionswert (Mrd. öS) ¹	9,3	9,5	10,0	10,9	11,6
PLATTENINDUSTRIE					
Span-/Faserplattenproduktion (Mio. m ³)	2,2	2,3	2,4	2,7	2,9
Plattenpreis (öS/m ³)	1.149	1.203	1.222	1.253	1.265
Bruttoproduktionswert (Mrd. öS) ¹	2,5	2,7	2,9	3,3	3,6
PAPIERINDUSTRIE					
Papier/Pappeproduktion (Mio. t)	4,1	4,3	4,8	6,1	7,4
Papier/Pappeverbrauch Inland (Mio. t)	1,8	1,8	1,8	1,9	2,3
Papierpreis (öS/t)	4.636	5.074	5.405	5.797	5.845
Zellstoff/Holzstoffeinsatz (Mio. t)	2,1	2,2	2,5	3,0	3,5
Zellstoff/Holzstoffpreis (öS/t)	1.443	1.645	1.816	2.082	2.158
Altpapiereinsatz (Mio. t)	2,0	2,2	2,5	3,2	4,0
Altpapier-Einsatzquote (%)	48	50	51	53	55
Altpapierpreis (öS/t)	487	566	637	754	803
IH-Verbrauch rund (aus Inland; Mio. fm)	2,2	2,3	2,5	2,9	3,2
SNP-Verbrauch (aus Inland; Mio. fm)	2,4	2,5	2,6	3,0	3,4
Bruttoproduktionswert (Mrd. öS) ¹	18,9	21,5	24,8	31,7	38,9

¹ Der End- bzw. Bruttoproduktionswert wird im Modell durch erzeugte Produktmenge x Produktpreis berechnet. In der Forstwirtschaft enthält dieser die Produkte Sägerundholz, Industrieholz und Brennholz (jeweils N+L), in der Sägeindustrie Schnittholz und SNP, in der Plattenindustrie alle Holzplatten, in der Papierindustrie Papier & Pappe (ohne Papierhalbstoffe).

3.5.3 Annahmen für die Szenarien mit veränderten Altpapier-Einsatzquoten/-raten

Die folgenden Annahmen wurden von den Mitgliedern des Projektteams gemeinsam entwickelt. Sie sind für die jeweiligen Szenarien teilweise stark überzeichnet, um mögliche zukünftige Trends besonders zu verdeutlichen, und haben keinen kausalen Bezug zu derzeit abschätzbaren Entwicklungen.

Grundsätzlich werden zwei Blöcke von Annahmen getroffen. Die Szenarien 1 bis 3 umfassen Erhöhungen des Altpapiereinsatzes bzw. des Recyclings, die Szenarien 4 und 5 Verringerungen derselben.

Szenario 1: Erhöhung der angenommenen Altpapier-Einsatzquote

Es gelten grundsätzlich sämtliche Annahmen für den Basislauf mit Ausnahme der angenommenen Altpapier-Einsatzquote. Diese erhöht sich zwischen 1998 und 2025 von 48 % auf 70 % (im Basislauf erfolgt nur eine Erhöhung auf 57 %). Die Papierindustrie kann aber – je nach dem Preisverhältnis zwischen Zellstoff/Holzstoff und Altpapier – die **tatsächliche Einsatzquote** den wirtschaftlichen Gegebenheiten anpassen und die **angenommene Einsatzquote** über- oder unterschreiten.³⁵

Szenario 2: Fixe Erhöhung der tatsächlichen Altpapier-Einsatzquote

Es gelten grundsätzlich sämtliche Annahmen für den Basislauf mit Ausnahme der Altpapier-Einsatzquote. Diese erhöht sich zwischen 1998 und 2025 von 48 % auf 70 %, wird aber – im Gegensatz zu Szenario 1 – **fix vorgegeben**.³⁶

Szenario 3: Erhöhung der Recyclingrate

Die Recyclingrate in Österreich erhöht sich zwischen 1998 und 2025 von 68 % auf 90 % (im Basislauf erfolgt nur eine leichte Erhöhung auf 70 %). Eine Recyclingrate von 90 % entspricht dem sogenannten „optimalen“ Szenario der GFS-Studie der FAO (MABEE & PANDE, 1997).

Szenario 4: Einsatzquote und Recyclingrate bleiben auf dem Stand von 1998

Es gelten grundsätzlich sämtliche Annahmen für den Basislauf mit Ausnahme der angenommenen Altpapier-Einsatzquote. Diese verbleibt zwischen 1998 und 2025 auf dem Stand von 1998 (48 %) und liegt daher im Simulationszeitraum niedriger als im Basislauf (57 %). Auch in diesem Fall wird unterstellt, dass die Papierindustrie – je nach den Preisveränderungen von Zellstoff/Holzstoff und Altpapier – die tatsächliche Einsatzquote anpassen und die angenommene Einsatzquote über- oder unterschreiten kann. Auf ein Szenario mit fix vorgegebenen niedrigen Einsatzquoten wird verzichtet, da davon ausgegangen wird, dass eine gesetzliche Vorgabe nur in Richtung einer Erhöhung plausibel ist (wie in Szenario 2). Da auch die Altpapier-Recyclingrate – wie im Basislauf – etwa auf dem Stand von 1998 bleibt, stellt Szenario 4 somit ein Fortschreiben des „Status-Quo“ dar.

Szenario 5: Verringerung des für die Papierindustrie verfügbaren Altpapiers

Angenommen wird, dass sich aufgrund zunehmender energetischer Nutzung von Altpapier die für die Papierindustrie verfügbare Altpapiermenge von 68 % (1998) auf 50 % (2025) der gesamten in Österreich verbrauchten Papier- und Pappmenge reduziert. Mit anderen Worten: Nur mehr 70 % des gesammelten Altpapiers (im Basislauf 100 %) kann von der Papierindustrie eingesetzt werden (vgl. dazu etwa BYSTRÖM & LÖNNSTEDT, 1996).

³⁵ Die angenommene Altpapier-Einsatzquote hat hier den Charakter einer Plangröße ohne dass diese gesetzlich vorgeschrieben ist. Wenn im Zeitablauf der Altpapierpreis stärker steigt als der Zellstoff-/Holzstoffpreis; dann wird im Modell von der Papierindustrie mehr Frischfaser eingesetzt (und umgekehrt). Implizit wird somit unterstellt, dass die Papierindustrie aus Qualitätsgründen grundsätzlich lieber Frischfaser als Altpapier einsetzt, auch wenn Altpapier in jedem Fall billiger bleibt als Zellstoff/Holzstoff. Nicht die absolute Höhe der Preise, sondern die relativen Preisveränderungen zueinander bestimmen im Modell die Höhe des Altpapiereinsatzes.

³⁶ In diesem Szenario entspricht die Altpapier-Einsatzquote einer einzuhaltenden gesetzlichen Vorschrift.

3.5.4 Ergebnisse

Um Fehlinterpretationen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den in Tab. 3.5-4 bis 3.5-9 dargestellten Prozentsätzen nicht um Abweichungen vom Bezugsjahr 1998 (Zuwächse und Reduktionen) handelt, sondern um Abweichungen der Szenarien vom Basislauf zum jeweiligen Zeitpunkt!

3.5.4.1 Erhöhungen der Altpapier-Einsatzquoten bzw. Recyclingraten (Szenarien 1-3)

Grundsätzlich ist festzustellen, dass manche Entwicklungen für alle drei Szenarien ähnlich ausfallen, sie unterscheiden sich vor allem in der Höhe der Abweichungen vom Basislauf. Eine entscheidende Ausnahme bildet dabei die Entwicklung des Altpapierpreises und dessen Auswirkungen. In den Szenarien 1 und 2, in denen eine Erhöhung der Altpapier-Einsatzquote (Nachfrageerhöhung) wirksam wird, steigen die Altpapierpreise im Vergleich zum Basislauf an, in Szenario 3 fällt der Preis, da durch erhöhtes Recycling das Altpapierangebot gesteigert wird; die Erhöhung der tatsächlichen Altpapier-Einsatzquote in Szenario 3 gegenüber dem Basislauf ist nicht exogen vorgegeben, sondern ergibt sich aufgrund des gesunkenen Altpapierpreises.

Für alle Sparten gilt, dass die Auswirkungen des **Szenarios 1** geringer ausfallen als jene von **Szenario 2**. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in **Szenario 1** die Papierindustrie aufgrund von Kostenüberlegungen die Altpapier-Einsatzquote variieren kann. Die Erhöhung der Altpapier-Einsatzquote führt zu einer Nachfrageerhöhung von Altpapier, was zunächst Preissteigerungen für Altpapier nach sich zieht. Da der Altpapier und Zellstoff-/Holzstoffeinsatz im Modell von den relativen Preisveränderungen der Papierhalbstoffkomponenten abhängt, führt die Preiserhöhung bei Altpapier in weiterer Folge wieder zu einer Erhöhung des Zellstoff-/Holzstoffeinsatzes. Damit sinkt wiederum die Nachfrage nach Altpapier geringfügig und somit die tatsächliche Altpapier-Einsatzquote gegenüber der angenommenen (s. auch Fußnote 35).

Die höchsten Abweichungen vom Basislauf ergeben sich für **Szenario 2**, in welchem die Altpapier-Einsatzquoten fix vorgegeben sind. Diese fixe Nachfrageerhöhung drückt deutlich auf Zellstoffeinsatz, Zellstoffpreis und in weiterer Folge auf Industrieholzaufkommen und -preise. Der Altpapierpreis steigt hingegen deutlich an.^{37, 38}

Für alle Sparten (außer Papierindustrie) sind die Abweichungen des **Szenarios 3** im Vergleich zu Szenario 1 und 2 am geringsten. Die in diesem Szenario unterstellte Erhöhung des Altpapieraufkommens (Erhöhung der Recyclingrate) führt zu einem Sinken des Altpapierpreises, in weiterer Folge auch zu einem Absinken des Zellstoffpreises und der Industrieholzpreise, da mehr billiges Altpapier nachgefragt wird. Die Rohstoffkosten für die Papierindustrie sinken daher insgesamt deutlich, was zu einer Produktionsausweitung von Papier und Pappe führt. Daher ändert sich trotz höherem Altpapiereinsatz die Nachfrage nach Industrieholz weniger als in Szenario 1 und 2. Im Gegensatz zu den Szenarien 1 und 2, in denen die Papierindustrie wegen der Begrenztheit des Altpapierangebots weniger als im Basislauf produziert, ist sie in Szenario 3 in der Lage aufgrund zusätzlichen Altpapieranfalls auch mehr Papier und Pappe zu produzieren; die Nachfrage nach Holz ist also weniger betroffen.

³⁷ In einer Modellberechnung für die kanadische Zeitungspapier erzeugende Industrie kommen LÖNNSTEDT et al. (1992) zum exakt gleichen Schluss für ein Szenario, in dem der Industrie eine erhöhte Altpapier-Einsatzquote per gesetzlicher Regelung vorgegeben wird.

³⁸ Insgesamt bestätigen die Modellergebnisse der Szenarien 1-2 die von VIRTANEN & NILSSON (1992) getätigten Aussagen über die Auswirkungen von erhöhtem Altpapiereinsatz in der Papierindustrie. Auch diese Autoren diagnostizieren für Westeuropa eine Reduktion des Holzverbrauches, einen Rückgang der Industrieholzpreise sowie von Durchforstungsaktivitäten.

Forstwirtschaft

In allen drei Szenarien erhöht sich aufgrund geringerer Nutzungen der Holzvorrat, allerdings nur geringfügig (Tab. 3.5-4). Auch der Holzzuwachs ändert sich kaum, da Veränderungen in der Vornutzungstätigkeit die Gesamtwuchsleistung nur wenig beeinflussen. Das Zuwachsprozent (Prozent des Vorrates) sinkt zwar etwas ab, der Zuwachs selbst verändert sich aber durch die gleichzeitige Erhöhung des Vorrates kaum³⁹. Diese Veränderungen am Vorrat und am Zuwachs unterscheiden sich nach Eigentumsarten, Nadel- und Laubwald kaum.

Aufgrund der Annahmen in allen drei Szenarien geht die Nachfrage nach Industrieholz und damit die Vornutzung zurück. Trotzdem entspricht in keinem Szenario der Vornutzungsrückgang jenem Ausmaß, mit dem der Einsatz von Holz aus dem Wald in der Papierindustrie zurückgeht. Mit anderen Worten: Der Rückgang in der Durchforstung ist geringer als der Rückgang des Einsatzes von Holz aus dem Wald in der Papierindustrie. Dies hat folgende Gründe:

- Aufgrund relativ stärker sinkender Industrieholzpreise wird bei der Nadel-Vornutzung etwas mehr schwaches Sägerundholz ausgeformt. Dies schlägt sich u. a. auch in der leicht erhöhten Schnittholzproduktion nieder (s. Tab. 3.5-5). Bei der Laub-Vornutzung wird etwas mehr Brennholz ausgeformt, doch wirkt sich aufgrund der geringeren Laub-Vornutzungsmengen diese Ausformungsverschiebung im Vergleich zur Verschiebung bei der Nadel-Vornutzung nur geringfügig aus.
- Ein Teil des Abnahmeausfalls von Industrieholz durch die Papierindustrie wird von der Plattenindustrie aufgefangen, die – nicht zuletzt aufgrund gesunkener Industrieholzpreise – mehr Industrieholz einsetzt und damit mehr Platten produziert (s. Tab. 3.5-5).

Nach Eigentumsarten reagiert der Kleinwald aufgrund höherer Preiselastizitäten stärker als die beiden anderen Kategorien; die ÖBf AG reagiert am wenigsten, da sie die geringsten Preiselastizitäten aufweist. Laubindustrieholzpreise geben stärker nach als Nadelindustrieholzpreise, daher sinkt auch die Laubholznutzung stärker ab als die Nadelholznutzung.

Auffällig ist bei allen drei Szenarien die – nicht unmittelbar einsehbare – Auswirkung des erhöhten Altpapiereinsatzes auf den Sägerundholzpreis, welcher gegenüber dem Basislauf geringfügig absinkt. Einerseits trägt die verstärkte Ausformung von schwachem Sägerundholz aufgrund sinkender Industrieholzpreise zu einer Erhöhung des Sägerundholzangebots und damit etwas zum Absinken der Rundholzpreise bei. Weiters bedeuten sinkende Zellstoffpreise auch sinkende SNP-Preise und verringern damit die Erlöse der Sägeindustrie. Die Sägeindustrie hat – allerdings in nur engem Rahmen - die Möglichkeit, durch Einschnittsänderungen die Ausbeute zu verändern. Wenn der SNP-Preis in Relation zum Schnittholzpreis sinkt, wird die Ausbeute erhöht, um den SNP-Anfall zu reduzieren. Erhöhte Ausbeute bedeutet aber auch, dass für dieselbe Menge erzeugten Schnittholzes eine geringere Rundholzmenge notwendig ist. Eine Verringerung des SNP-Preises wirkt also dämpfend auf die Nachfrage nach Sägerundholz und damit auf den Preis.

In allen drei Szenarien liegen die Endproduktionswerte der Forstwirtschaft unter jenen des Basislaufes, da bei geringeren Preisen auch weniger eingeschlagen wird. Bei fix vorgegebenen erhöhten Altpapier-Einsatzquoten (Szenario 2) ist der Verlust der Forstwirtschaft am Ende des Simulationszeitraumes mit -5,4 % (gegenüber dem Basislauf) am größten, bei Erhöhung des Recyclings (Szenario 3) mit -0,7 % sehr gering (s. auch Tab. 3.5-8).

³⁹ Über mögliche veränderte Vorrats- bzw. Zuwachsstrukturen kann das Modell keine Aussagen machen.

Tab. 3.5-4: Abweichungen der Szenarien 1-3 vom Basislauf in Prozent (%) - Forstwirtschaft

Jahr	Szenario 1 Angenommene Erhöhung des Altpapiereinsatzes			Szenario 2 Fixe Erhöhung des Alt- papiereinsatzes			Szenario 3 Erhöhung der Recyclingrate		
	2000	2010	2025	2000	2010	2025	2000	2010	2025
FORSTWIRTSCHAFT									
Holzvorrat gesamt	0	0,3	0,9	0	0,3	-1,4	0	0	0,1
Zuwachs gesamt	0	0	0,2	0	0	0,4	0	0	0
Einschlag gesamt	-0,2	-1,5	-4,0	-0,1	-2,2	-6,1	0	-0,2	-0,4
<i>davon Vornutzung</i>	-0,4	-3,8	-9,6	-0,2	-5,5	-14,6	0	-0,6	-1,2
Nadelnutzung	-0,1	-1,3	-3,0	-0,1	-2,0	-5,0	0	-0,2	-0,3
<i>davon Kleinwald</i>	-0,1	-1,5	-3,9	-0,1	-2,2	-5,9	0	-0,2	-0,3
<i>Betriebe</i>	-0,1	-1,4	-3,5	-0,1	-2,0	-5,4	0	-0,2	-0,4
<i>ÖBf AG</i>	-0,1	-1,0	-1,9	-0,1	-1,5	-3,3	0	-0,1	0,2
Laubnutzung	-0,2	-2,6	-6,2	-0,2	-3,8	-9,5	0	-0,5	-1,1
Nadelrundholzpreis	0	-0,4	-1,0	0	-0,5	-1,5	0	-0,2	0,1
Nadelindustrieholzpreis	0	-1,5	-3,6	0	-2,2	-5,2	0	-0,7	-2,0
Laubindustrieholzpreis	0	-3,3	-8,0	0	-4,7	-12,0	0	-0,8	-2,0
Endproduktionswert	-0,1	-1,5	-3,7	0	-2,2	-5,4	0	-0,3	-0,7

Säge- und Plattenindustrie

Bedingt durch erhöhtes Sägerundholzangebot und vergleichsweise geringfügig niedrigere Rundholzpreise kann die Sägeindustrie ihre Produktion gegenüber dem Basislauf etwas erhöhen (Tab. 3.5-5). Am auffälligsten ist in allen Szenarien das Absinken des SNP-Preises. Sägenebenprodukte werden im Vergleich zum Industrieholz aus dem Wald (s. Tab. 3.5-4) deutlich billiger, was vor allem auf das preisunelastische Angebotsverhalten der Sägeindustrie bei SNP zurückzuführen ist⁴⁰. Geringere SNP-Preise führen trotz leicht gestiegener Schnittholzproduktion insgesamt zu einem geringfügigen Absinken des Bruttoproduktionswertes gegenüber dem Basislauf (s. auch Tab. 3.5-8).

Die Plattenindustrie kann ihre Produktion stärker ausweiten als die Sägeindustrie (Tab. 3.5-5). Aufgrund des Nachfragerückganges nach Industrieholz seitens der Papierindustrie steht für die Plattenindustrie nicht nur mehr Industrieholz aus dem Wald und SNP zur Verfügung, sondern dies auch zu einem wesentlich günstigeren Preis als im Basislauf. Als logische Konsequenz setzt die Plattenindustrie auch überdurchschnittlich viel SNP ein. Die Erhöhung der Plattenproduktion führt aber auch zu Preisrückgängen bei Platten, was sich im Vergleich zur Produktion in nur geringfügigen Erhöhungen der Bruttoproduktionswerte niederschlägt.

⁴⁰ VIRTANEN & NILSSON (1992) kommen bei ihrer Modellstudie zu einem ähnlichen Ergebnis und gehen ebenfalls davon aus, dass Marktvolumen und Preise für SNP stark zurückgehen werden.

Tab. 3.5-5: Abweichungen der Szenarien 1-3 vom Basislauf in Prozent – Säge- und Plattenindustrie

	Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3		
	Angenommene Erhöhung des Altpapiereinsatzes			Fixe Erhöhung des Altpapiereinsatzes			Erhöhung der Recyclingrate		
Jahr	2000	2010	2025	2000	2010	2025	2000	2010	2025
SÄGEINDUSTRIE (Nadelholz)									
Nadelschnittholzproduktion	0	0,3	0,5	0	0,4	0,6	0	0,1	0,3
Nadelschnittholzpreis	0	0	-0,2	0	-0,1	-0,3	0	0	-0,1
SNP-Preis	0	-4,7	-12,0	0	-6,7	-18,7	0	-1,4	-3,5
Bruttoproduktionswert	0	-0,2	-0,5	0	-0,2	-0,9	0	0	0
PLATTENINDUSTRIE									
Span-/Faserplattenproduktion	0,2	1,3	3,5	0,2	1,3	3,8	0,1	0,3	0,5
Plattenpreis	0	-1,2	-3,3	0	-1,8	-6,2	0	-0,2	-0,4
SNP-Einsatz	0	2,0	5,6	0	3,0	9,4	0	0,6	1,3
Bruttoproduktionswert	0,2	0,6	1,6	0,2	0,3	0,3	0	0,2	0,4

Papierindustrie

In der Papierindustrie wirken sich die Annahmen für die drei Szenarien unterschiedlich aus. Erhöhungen der Altpapier-Einsatzquoten (Szenario 1 und 2) führen zu Engpässen in der Versorgung mit Altpapier⁴¹ und – durch das Absinken der Industrieholzpreise – auch zu geringerem Industrieholzangebot. Daher produziert die Papierindustrie in Szenario 1 und 2 weniger als im Basislauf (Tab. 3.5-6). Die Erhöhung der Recyclingrate führt zu erhöhtem Altpapierangebot und sinkenden Altpapierpreisen. Insgesamt sinken die Rohstoffkosten für die Papierindustrie und sie weitet in Szenario 3 ihre Produktion deutlich aus.

Mit der geringeren Papierproduktion in Szenario 1 und 2 gehen auch steigende Papierpreise einher, die Produktionsausweitung in Szenario 3 führt zu vergleichsweise sinkenden Papierpreisen. In allen drei Szenarien wird weniger Zellstoff und Holzstoff und mehr Altpapier eingesetzt. Während die Zellstoff-/Holzstoffpreise generell unter jenen des Basislaufes liegen (geringere Nachfrage), steigt in Szenario 1 und 2 der Altpapierpreis (steigende Nachfrage). In Szenario 3 hingegen fällt der Altpapierpreis aufgrund des Mehrangebots (erhöhtes Recycling) deutlich ab.

Der Industrieholzverbrauch der Papierindustrie geht in Szenario 2 am deutlichsten zurück, da hier der Industrie fixe Altpapier-Einsatzquoten vorgegeben sind. Am wenigsten sinkt er in Szenario 3, da die Papierindustrie insgesamt ihre Produktion ausweitet, was den verstärkten Altpapiereinsatz z. T. wettmacht. Von den Komponenten des Industrieholzverbrauchs ist der Import vom Nachfragerückgang am wenigsten betroffen, am stärksten der Einsatz von SNP, welche durch die deutlich gesunkenen Preise vermehrt für energetische Nutzung verwendet werden.

⁴¹ In einer 1999 publizierten, von CEPI in Auftrag gegebenen Studie über die möglichen Auswirkungen von erhöhten, gesetzlich fix vorgegebenen Altpapieranteilen in Druck- und Schreibpapier sowie in Zeitungspapier in Westeuropa kommen die AutorInnen zum Ergebnis, dass die Versorgung der europäischen Papierindustrie mit Altpapier aus Europa bei weitem nicht ausreichen würde. Die einzige Möglichkeit, größere zusätzliche Mengen Altpapier zu beziehen, besteht durch den Ankauf aus den USA. Insgesamt würden sich durch die Fixierung der Altpapier-Einsatzquoten ein erhöhtes Transportaufkommen und größere Transportdistanzen ergeben (CEPI, 1999b).

In Szenario 1 und 2 können gestiegene Papierpreise den Produktionsrückgang nicht wettmachen. Die Bruttoproduktionswerte der Papierindustrie liegen unter jenen des Basislaufes. In Szenario 3 überwiegt der Produktionsanstieg den Preisrückgang bei Papier, die Bruttoproduktionswerte liegen über dem Basislauf⁴².

Tab. 3.5-6: Abweichungen der Szenarien 1-3 vom Basislauf in Prozent (%) – Papierindustrie

Jahr	Szenario 1 Angenommene Erhöhung des Altpapiereinsatzes			Szenario 2 Fixe Erhöhung des Altpapiereinsatzes			Szenario 3 Erhöhung der Recyclingrate		
	2000	2010	2025	2000	2010	2025	2000	2010	2025
PAPIERINDUSTRIE									
Papier/Pappeproduktion	-0,2	-2,4	-6,4	-0,1	-3,5	-10,0	0,1	1,5	4,5
Papierpreis	0	1,0	3,2	0	1,5	5,5	0	-0,9	-2,8
Zellstoff/Holzstoffeinsatz	-0,9	-8,6	-19,4	-0,5	-12,6	-30,3	-0,1	-1,4	-2,2
Zellstoff/Holzstoffpreis	0	-0,8	-1,0	0	-1,0	-0,5	0	-1,7	-5,0
Altpapiereinsatz	0,5	3,8	5,6	0,3	5,6	8,4	0,4	4,5	10,6
Altpapier-Einsatzquote (%)	51	56	63	51	59	70	50	52	57
Altpapierpreis	0,2	3,5	6,2	0	5,2	11,0	0	-4,6	-10,8
Industrieholz-Verbrauch	-0,9	-8,6	-12,4	-0,5	-12,6	-20,3	-0,1	-1,4	-2,2
<i>davon aus Wald (Inland)</i>	-1,1	-11,4	-15,7	-0,6	-16,8	-25,4	-0,1	-2,1	-4,4
<i>davon SNP (Inland)</i>	-1,9	-16,4	-30,5	-1,1	-25,2	-45,5	-0,1	-2,5	-4,8
<i>davon Import</i>	-0,3	-3,0	-7,4	-0,1	-4,3	-10,0	0	-0,4	-0,1
Bruttoproduktionswert	-0,2	-2,1	-5,4	-0,1	-3,0	-8,4	0,1	1,2	3,5

Eine Erhöhung des Altpapiereinsatzes hat kaum Auswirkungen auf den Vorrat und Zuwachs, beeinflusst aber die Wirtschaftslage der Forstwirtschaft, der Säge- und der Papierindustrie negativ, jene der Plattenindustrie positiv. Eine Erhöhung des Recyclings hat ebenfalls kaum Auswirkungen auf Vorrat und Zuwachs, kaum Auswirkungen auf die Wirtschaftslage der Forstwirtschaft, Säge- und Plattenindustrie, erhöht aber die Produktion und den Bruttoproduktionswert der Papierindustrie.

⁴² Modellstudien von JACQUES & INCE (1992) und von CEPI (1999b) über die Auswirkungen von erhöhten bzw. fix erhöhten Altpapier-Einsatzquoten kommen beide zu folgendem Schluss, der dem FOHOW-Modellergebnis durchaus entspricht: Staatlich festgelegte Mindest-Einsatzquoten (entspricht dem FOHOW-Szenario 2), die zum erhöhten Altpapiereinsatz zwingen, führen zu Problemen für die Industrie. Wenn die Höhe der Einsatzquoten den Marktkräften und somit der Entscheidung durch die Industrie überlassen bleibt, kann letztere flexibel höhere Einsatzquoten erreichen. Ein Hauptgrund für dieses Ergebnis liegt im regional unterschiedlichen Anfall und somit der regional unterschiedlich kostengünstigen Verfügbarkeit von Altpapier, weiters in der unterschiedlichen Eignung von Papierqualitäten für erhöhten Altpapiereinsatz. Im Falle des Wirkens freier Marktkräfte wird die Industrie ihren Altpapiereinsatz dem regional unterschiedlichen Aufkommen sowie den unterschiedlichen Papierqualitäten anpassen, im Falle vorgeschriebener Einsatzquoten kann sie dies nicht und muss somit ineffizienter arbeiten. Die CEPI-Studie über die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Papierindustrie enthält aus diesem Grund auch die Forderung, dass keine neuen gesetzlichen Altpapierquoten festgesetzt werden sollten (CEPI-EC, 1999; MORANDINI, 1999).

3.5.4.2 Verringerung des Altpapiereinsatzes bzw. der für die Papierindustrie verfügbaren Altpapiermenge (Szenarien 4-5)

Erwartungsgemäß ist festzustellen, dass die Abweichungen der Szenarien 4 und 5 in umgekehrter Richtung erfolgen wie jene in Szenario 1 und 3 (auf ein dem Szenario 2 entsprechendes Szenario mit fixen verringerten Altpapier-Einsatzquoten wurde aus Plausibilitätsgründen verzichtet). Es handelt sich um ähnliche Größenordnungen, nur mit umgekehrten Vorzeichen (Tab. 3.5-7).

Tab. 3.5-7: Abweichungen der Szenarien 4-5 vom Basislauf in Prozent (%)

Jahr	Szenario 4 „Status-Quo“ 1998			Szenario 5 Verringerung der Altpapierverfügbarkeit		
	2000	2010	2025	2000	2010	2025
FORSTWIRTSCHAFT						
Holzvorrat gesamt	0,0	0,0	-0,9	0,0	0,0	-0,1
Zuwachs gesamt	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Einschlag gesamt	0,6	1,3	4,6	0,0	0,2	0,4
<i>davon Vornutzung</i>	1,4	3,3	13,6	0,0	0,7	0,8
Nadelindustrieholzpreis	0,5	1,4	3,4	0,0	0,8	2,4
Laubindustrieholzpreis	1,0	3,8	7,8	0,4	0,8	2,4
Endproduktionswert	0,5	1,4	4,3	0,0	0,3	0,8
SÄGEINDUSTRIE (Nadelholz)						
Nadelschnittholzprod.	-0,1	-0,2	-0,4	0,0	-0,1	-0,4
SNP-Preis	0,6	3,9	10,0	0,0	1,4	4,3
Bruttoproduktionswert	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0
PLATTENINDUSTRIE						
Span/Faserplattenprod.	-0,6	-1,3	-2,5	0,0	-0,3	-0,7
SNP-Einsatz	0,0	-1,4	-3,3	0,0	-0,6	-1,3
Bruttoproduktionswert	-0,4	-0,8	-1,5	0,0	-0,2	-0,4
PAPIERINDUSTRIE						
Papier/Pappeprod.	1,0	2,0	4,4	-0,2	-1,5	-4,6
Zellstoff/Holzstoffeins.	3,7	7,2	15,4	0,0	1,4	2,5
Zellstoff/Holzstoffpreis	0,0	0,8	1,2	0,0	1,7	5,9
Altpapiereinsatz	-1,9	-3,3	-5,6	-0,4	-4,5	-10,9
Altpapierpreis	-1,2	-2,7	-5,4	0,2	5,2	14,8
IH-Verbrauch	3,7	7,2	15,4	0,0	1,4	2,5
Bruttoproduktionswert	0,8	1,7	3,5	-0,1	-1,2	-3,6

Entscheidende Unterschiede zwischen den beiden Szenarien sind wieder durch die Entwicklungen des Altpapierpreises bedingt. In Szenario 4, in dem ein Gleichbleiben der Altpapier-Einsatzquote (Verringerung und damit Nachfragerückgang nach Altpapier gegenüber dem Basislauf) unterstellt wird, sinken die Altpapierpreise im Vergleich zum Basislauf, in Szenario 5 steigt der Preis, da das verfügbare Altpapierangebot zurückgeht.

Für alle Sparten gilt, dass die Auswirkungen des **Szenarios 5** geringer ausfallen als jene des **Szenarios 4**. Dies ist wieder vor allem darauf zurückzuführen, dass in **Szenario 4** die Papierindustrie aufgrund von Kostenüberlegungen die Altpapier-Einsatzquote variieren kann. Die Verringerung der Altpapier-Einsatzquote führt zu einem Nachfragerückgang bei Altpapier, was Preissenkungen nach sich zieht. Diese Preissenkung führt in weiterer Folge wieder zu einer relativen Erhöhung des Altpapiereinsatzes. Die in **Szenario 5** unterstellte Verringerung der verfügbaren Altpapiermenge führt – im Gegensatz zu Szenario 4 – zu einem Steigen des Altpapierpreises, was den Altpapiereinsatz weiter dämpft und weiterer Folge auch zu einem Steigen des Zellstoffpreises und der Industrieholzpreise führt, da weniger Altpapier und mehr Frischfaser nachgefragt wird. Die Rohstoffkosten für die Papierindustrie steigen daher insgesamt an, was zu einer Rücknahme der Produktion von Papier und Pappe und einem Rückgang des Bruttoproduktionswertes im Vergleich zum Basislauf führt⁴³. Daher ändert sich trotz verringertem Altpapiereinsatz die Nachfrage nach Industrieholz weniger als in **Szenario 4**.

Eine Verringerung des Altpapiereinsatzes hat kaum Auswirkungen auf Vorrat und Zuwachs, beeinflusst aber die Wirtschaftslage der Forstwirtschaft, der Säge- und der Papierindustrie positiv, jene der Plattenindustrie negativ. Eine Verringerung der verfügbaren Altpapiermenge hat ebenfalls kaum Auswirkungen auf den Vorrat und Zuwachs, kaum Auswirkungen auf die Wirtschaftslage der Forstwirtschaft, Säge- und Plattenindustrie, erniedrigt aber die Produktion und den Bruttoproduktionswert der Papierindustrie.

Tab. 3.5-8 gibt nochmals eine zusammenfassende Übersicht über die End- bzw. Bruttoproduktionswerte (Abweichungen vom Basislauf) aller fünf Altpapier-Szenarien.

Tab. 3.5-8: Zusammenstellung der Abweichungen der **Brutto- bzw. Endproduktionswerte** der Szenarien 1-5 vom Basislauf in Prozent (%) nach Sparten

Sparte	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		Szenario 4		Szenario 5	
	Angenommene Erhöhung des Altpapier-einsatzes		Fixe Erhöhung des Altpapier-einsatzes		Erhöhung der Recyclingrate		„Status-Quo“ 1998		Verringerung der Altpapier-verfügbarkeit	
Jahr	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025
FORST	-1,5	-3,7	-2,2	-5,4	-0,3	-0,7	1,4	4,3	0,3	0,8
SÄGE	-0,2	-0,5	-0,2	-0,9	0	0	0,1	0,5	0	0
PLATTE	2,0	5,6	3,0	9,4	0,6	1,3	-0,8	-1,5	-0,2	-0,4
PAPIER	-2,1	-5,4	-3,0	-8,4	1,2	3,5	1,7	3,5	-1,2	-3,6

⁴³ BYSTRÖM & LÖNNSTEDT (1996) kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Die Autoren untersuchten sowohl den Einfluss von verstärktem Recycling von Papier auf die Wirtschaftslage der Papierindustrie als auch die Wirkungen von vermehrter Verbrennung von Altpapier auf den Einsatz von Wasserkraft und nicht-erneuerbarer Energien. Durch verstärkte Verbrennung würde in jedem Fall die Papierindustrie eines Teils ihres billigen Halbstoffs verlustig gehen und damit wirtschaftliche Nachteile erleiden.

3.5.5 Die Modellergebnisse in Relation zu realen Marktveränderungen der jüngeren Vergangenheit sowie zu simulierten Marktstörungen in der Zukunft

3.5.5.1 Die Modellergebnisse in Relation zu realen Marktveränderungen der jüngeren Vergangenheit

Bei allen fünf Szenarien bestehen Abweichungen in unterschiedlicher Höhe vom Basislauf. Zur Beurteilung dieser Abweichungen ist es sinnvoll, deren Höhe mit real stattgefundenen Veränderungen am Holzmarkt der Vergangenheit zu vergleichen. Mit Ausnahme des extremen Szenario 2 und hier besonders des markant reagierenden Preises für SNP (z. B. in Szenario 2 im Jahre 2025 -19 % gegenüber dem Basislauf), liegen die positiven und negativen Abweichungen in ihren Größenordnungen generell unter jenen Veränderungen, die im letzten Jahrzehnt in der Forst- und Holzwirtschaft durch diverse kurzfristige äußere Schocks ausgelöst wurden. So stieg etwa 1990 durch die Windwurfkatastrophe der Holzeinschlag in Österreich um 23 % gegenüber 1989 an, der Nadelägerundholzpreis (Fi/Ta B 3a) fiel im selben Zeitraum im Jahresdurchschnitt 1990 um über 7 %. Die Abwertungen von Lira, Schwedenkrone und Finnmark ließen 1993 den Nadelägerundholzpreis um knapp 22 %, den Nadelindustrieholzpreis (Fi/Ta 1a/b Faserholz/ Schleifholz-Mischpreis) um 17 % und den durchschnittlichen Nadelschnittholzexportpreis um 15 % gegenüber dem Vorjahr sinken (BMLF, 1971-1998; FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE, 1987-1999).

Die Abweichungen der Szenarioergebnisse vom Basislauf sollten jedoch deshalb nicht unterschätzt werden, da es sich dabei nicht um einmalige Reaktionen auf kurzfristige extreme Schocks handelt, sondern um langfristig wirksame Einflüsse. Eine mögliche Vergleichsbasis mit weniger extremen, aber häufiger wirkenden Störungen stellen etwa die jährlichen Veränderungen des Schadholzanfalls der letzten Jahrzehnte in Österreich dar. In Kapitel 3.1.2.3 wurde berechnet, dass die Preise für Nadelrundholz und Nadelindustrieholz um rund 2-3 % fallen, wenn der Schadholzanfall um 10 % steigt. In den Jahren 1970-1998 erhöhte sich die Schadholzmenge lt. HEM jährlich um durchschnittlich 2,8 %⁴⁴, was jährliche Holzpreisveränderungen von rund 0,6-0,8 % bewirkte⁴⁵. Die meisten Abweichungen der fünf Szenarien vom Basislauf bewegen sich über den durch den „normalen“ Schadholzanfall bedingten historischen Preisveränderungen.

3.5.5.2 Die Modellergebnisse in Relation zu simulierten zukünftigen Marktstörungen

Zur Abrundung der obigen Modellläufe wurde vom Projektteam ein weiteres Szenario 6 entwickelt, mit dem die Auswirkungen zukünftiger, simulierter Schadereignisse der Größenordnung von 1990 bzw. 1999/2000 erfasst werden sollen. Das Ziel dieser Annahmen ist es vor allem, die Höhe der Abweichungen dieses Szenarios vom Basislauf mit jenen der Abweichungen der Szenarien 1-5 in Relation zu setzen. Damit soll abgeschätzt werden, ob die Holzmärkte auf kurzfristige Schadholzereignisse in ähnlichem Ausmaß, stärker oder weniger stark reagieren als auf langfristig veränderte Annahmen über Altpapier-Einsatz- bzw. -recyclingraten. Zusätzlich zu den Annahmen des Basislaufes wurden für das Szenario 6 folgende Annahmen getroffen:

⁴⁴ Dabei handelt es sich um die durchschnittliche Erhöhung des gesamten Schadholzanfalles aller EA, berechnet mit einer Ausgleichsgerade über der Zeit. Die Steigung dieser Gerade (d. i. die jährliche Veränderung des Schadholzanfalles) zwischen 1970 und 1998 beträgt rund 94.000 Efm. Gemessen am durchschnittlichen jährlichen Gesamtschadholzanfall in diesem Zeitraum (rund 3,4 Mio. Efm) sind dies 2,8 %.

⁴⁵ Die tatsächlichen durchschnittlichen jährlichen Preisveränderungen in diesem Zeitraum sind in der Realität nicht ganz so hoch, da der Schadholzanfall nur eine von vielen Erklärungsgrößen für die Höhe des Holzpreises darstellt und von anderen Einflüssen überlagert wird.

Szenario 6: Große Windwürfe im Abstand von zehn Jahren

- Beginnend mit Ende des Jahres 2010 findet im Abstand von zehn Jahren **in Österreich ein Windwurfereignis** in der Größenordnung von 1990 statt. Ausgangsbasis für die angenommenen Schadholzmengen ist die im Jahre 1990 geworfene Holzmenge (ca. 8,3 Mio. fm lt. HEM), welche nach Nadel- und Laubholz, End- und Vornutzung sowie Eigentumsarten entsprechend der Verteilung von 1990 aufgeteilt wird. Weiters wird davon ausgegangen, dass nicht der gesamte Schadholzanfall in einem Jahr auf den Markt drängt, sondern zu gleichen Teilen im Jahre des Windwurfes und im Folgejahr. Die Auswirkungen der simulierten Schadereignisse in Österreich beziehen sich somit auf die Jahre 2010/2011 sowie 2020/2021. Das riesige durch die Winterstürme um den Jahreswechsel 1990/2000 bedingte Schadereignis in anderen Teilen Europas (Lothar) findet im Modell durch Annahmen über Senkungen der Importpreise von Rund- und Industrieholz seinen Niederschlag. Ein großer Windwurf in Österreich selbst wird für 1999/2000 nicht simuliert.
- Grundsätzlich wird angenommen, dass bei jedem Schadereignis auch die Außenregion vom Windwurf betroffen ist, was sich im Modell durch **sinkende Auslandspreise** für Rund- und Industrieholz widerspiegelt. Die Höhe der angenommenen realen Preissenkungen⁴⁶ im Ausland entspricht in der Größenordnung den realen Preisrückgängen für importiertes Rund- und Industrieholz der Jahre 1990 und 1991 (im Durchschnitt der beiden Jahre -13 % bei Nadelsägerundholz, -15 % bei Industrieholz inkl. SNP⁴⁷). Diese Preisreduktionen für Importholz werden im Modell in den Jahren 2000/2001, 2010/2011 sowie 2020/2021 vorgenommen, in den jeweiligen Jahren danach eine Rückkehr zum „normalen“ Preisniveau unterstellt. Österreichische Inlandspreise für Rohholz und Holzprodukte werden nicht vorgegeben, sondern durch das Modell selbst berechnet, wobei in diese Berechnungen Veränderungen des Holzangebots durch Windwurf und reduzierte Preise für Rund- und Industrieholz im Ausland eingehen.

Auch die Ergebnisse dieses Szenarios werden als Abweichungen von den Ergebnissen des Basislaufes zum jeweiligen Zeitpunkt in Prozent dargestellt. Anders als die Präsentation der Ergebnisse für die Szenarien 1-5 werden allerdings in Szenario 6 die Abweichungen vom Basislauf immer in drei aufeinander folgenden Jahren angeführt, um die Folgewirkungen der Windwürfe besser erfassen zu können (Jahr des Windwurfes und die beiden Folgejahre) (Tab. 3.5-9).

Generell ist festzustellen, dass bei jedem simulierten Schadholzereignis die Forstwirtschaft und die Sägeindustrie stärker reagieren als die Platten- und Papierindustrie. Dies ist völlig plausibel, da durch Windwürfe vor allem ältere Bestände, damit die Endnutzung und der Anfall von Sägerundholz betroffen sind, weniger jüngere Bestände und Vornutzungsmengen. Auch die Preise von Sägerundholz schwanken stärker als jene von Industrieholz.

⁴⁶ Wie im Basislauf und in den Szenarien 1-5 können die Preise der Außenregion nicht durch das Modell berechnet, sondern müssen exogen vorgegeben werden.

⁴⁷ Für die von Platten- und Papierindustrie importierten Industrieholzmengen wird im Modell nicht zwischen Rundholz und SNP unterschieden. Die im Vergleich zu Sägerundholz höhere Reduktion der Importpreise von Industrieholz trägt der Tatsache Rechnung, dass SNP ca. ein Drittel der importierten Industrieholzmenge ausmachen und der Importpreis von SNP in den Folgejahren nach 1990 wesentlich mehr nachgegeben hat als die Importpreise von rundem Industrieholz.

Tab. 3.5-9: Abweichungen des Szenarios 6 vom Basislauf in Prozent (%)

Jahr	Szenario 6 Windwürfe								
	1999	2000	2001	2010	2011	2012	2020	2021	2022
FORSTWIRTSCHAFT									
Einschlag gesamt	0,0	-1,6	-3,4	11,2	9,2	-3,6	11,0	8,8	-3,5
<i>davon Vornutzung</i>	0,0	-1,0	-2,1	12,6	12,4	-1,2	12,4	12,4	-0,6
Nadelrundholzpreis	0,0	-0,8	-2,0	0,0	-7,3	-9,3	0,0	-7,2	-9,3
Nadelindustrieholzpreis	0,0	-0,1	-0,5	0,0	-3,8	-5,0	-0,1	-3,6	-4,8
Laubindustrieholzpreis	0,0	-0,9	-2,4	-0,2	-5,4	-7,4	0,2	-5,0	-7,4
Endproduktionswert	0,0	-2,3	-5,3	11,1	1,9	-11,6	11,1	1,8	-11,5
SÄGEINDUSTRIE (Nadelholz)									
Nadelschnittholzproduktion	0,0	1,3	2,4	8,6	7,6	0,6	8,7	7,7	1,5
Nadelschnittholzpreis	0,0	-0,2	-0,7	0,0	-2,4	-3,0	-0,3	-3,2	-0,7
SNP-Preis	0,0	-0,1	-1,2	0,0	-6,8	-9,0	-0,5	-6,7	-8,8
Rundholz-Import	0,0	11,8	24,2	-0,4	4,8	16,0	0,4	5,7	17,1
Bruttoproduktionswert	0,0	1,1	2,1	8,5	5,9	-1,4	8,3	5,8	1,1
PLATTENINDUSTRIE									
Span/Faserplattenproduktion	0,0	0,3	0,6	1,4	1,5	0,7	2,2	0,7	0,0
Span/Faserplattenpreis	0,0	0,0	-0,2	0,0	-1,6	-2,0	0,0	-1,5	-2,0
Industrieholz-Import	0,6	2,9	5,3	0,4	-2,9	5,0	0,3	1,8	5,1
Bruttoproduktionswert	0,0	0,3	0,5	1,4	0,6	-0,5	2,2	1,7	-0,4
PAPIERINDUSTRIE									
Papier/Pappeproduktion	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,0	0,1	0,6	0,4
Papier/Pappepreis	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,7	-1,1	0,5	-0,8	-1,1
Zellstoff/Holzstoffpreis	0,0	-0,2	-0,5	-0,1	-3,7	-5,4	-0,3	-3,6	-5,2
Altpapierpreis	0,0	-0,2	-0,5	-0,1	-3,7	-5,4	-0,2	-3,4	-5,0
Industrieholz-Verbrauch	0,0	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0
Industrieholz-Import	0,0	2,4	4,4	-5,8	-4,4	3,9	-3,4	-2,7	4,2
Bruttoproduktionswert	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,0

Anmerkung: Die in der Tabelle angegebenen Preise sind als österreichische Inlandspreise zu verstehen.

Wirkungen von Lothar (1999/2000)

Der Einschlag der Forstwirtschaft geht zurück, da aufgrund der gesunkenen Auslandspreise die Rohholzimporte (vor allem Nadelsägerundholz) billiger werden, damit deutlich zunehmen und in der Folge auch die Inlandspreise für Rohholz sinken. Während die Forstwirtschaft beim Endproduktionswert 2000 und 2001 Einbußen zu verzeichnen hat, kann die Holzindu-

strie von gesunkenen Rohholzpreisen profitieren und ihre Produktion ausbauen. Da Rundholzmengen und -preise stärker als Industrieholzmengen und -preise betroffen sind, gilt dies insbesondere für die Sägeindustrie, die Veränderungen in der Platten- und Papierindustrie sind vergleichsweise gering.

Wirkungen der simulierten Windwürfe 2010 und 2020

Im Gegensatz zu 1999/2000 (Lothar) werden zu diesen Zeitpunkten Windwürfe in Österreich selbst simuliert. Dabei drängen im Jahre des Windwurfes sowie im Folgejahr zusätzlich je etwa 4 Mio. fm Schadholz auf den Markt. Aufgrund der Rücknahme des freiwilligen Einschlags schlägt das Schadholz allerdings nicht voll auf den Gesamteinschlag durch; insgesamt nimmt die tatsächliche Gesamtnutzung im Windwurfjahr um ca. 11 % (entspricht ca. 2 Mio. fm), davon die Vornutzung um ca. 12 % (ca. ½ Mio. fm) zu (in den Folgejahren etwas weniger). Bedingt durch gesunkene Rohholzpreise und periodenbezogene Nachhaltigkeitsüberlegungen (Hiebsatz) geht der Einschlag der Forstwirtschaft jeweils im zweiten Jahr nach dem Windwurf deutlich zurück.

Bei Rohholz geben die Sägerundholzpreise aufgrund der gestiegenen Angebotsmengen deutlicher nach als jene von Industrieholz. Bedingt durch das unelastische Angebot der Säger liegt der Rückgang der SNP-Preise wieder über jenen der Preise für Industrieholz aus dem Wald.

Das Mehrangebot an Rohholz aus dem Inland führt in den Sparten der Holzwirtschaft zu Produktionsausweitungen, am deutlichsten wieder in der Sägeindustrie. Am schwächsten reagiert die Papierindustrie, da der inländische Mehranfall an Industrieholz im Windwurf- und im Folgejahr durch geringere Importe, der inländische Minderanfall im zweiten Jahr nach dem Windwurf durch erhöhte Importe kompensiert wird. Höhere Produktionsmengen bedingen in der Folge auch geringere Preise für Schnittholz, Platten und Papier, allerdings liegen diese Preisrückgänge deutlich unter jenen für Rohholz.

In der Forstwirtschaft liegen die Endproduktionswerte im Jahr des Windwurfes erheblich über dem Basislauf, da in diesem Jahr die produzierte Rohholzmenge erheblich höher ist, die Preisrückgänge für Rohholz aber noch kaum wirken. Im Jahr nach dem Windwurf liegt der Endproduktionswert der Forstwirtschaft zwar auch über jenem des Basislaufs, allerdings nur mehr geringfügig, denn die höhere Verkaufsmenge wird zum größten Teil von den Preisrückgängen bei Rohholz kompensiert. Im zweiten Jahr nach dem Windwurf hat die Forstwirtschaft erhebliche Ertragseinbußen aufzuweisen, da sowohl die Nutzungsmenge als auch die Rohholzpreise unter den Werten des Basislaufes liegen.

In der Holzwirtschaft liegen die Bruttoproduktionswerte im Jahr des Windwurfs und des Folgejahres über den Werten des Basislaufes, für die Sägeindustrie ist diese Abweichung deutlich, für die Papierindustrie kaum ersichtlich. Säge- und Plattenindustrie weisen im zweiten Folgejahr ein Minus gegenüber dem Basislauf auf, da sowohl das Rohholzangebot abgenommen hat als auch die Produktpreise als Folgewirkung des Windwurfes gesunken sind.

Die schockartigen Ereignisse von Windwürfen wirken sich sowohl hinsichtlich der Höhe als auch hinsichtlich ihrer Art anders aus als Annahmen über unterschiedliche Altpapier-Einsatzquoten oder Altpapier-Recyclingraten. Da Windwurfereignisse hauptsächlich die Endnutzung und damit den Anfall von stärkeren Sortimenten betreffen, sind die Abweichungen vom Basislauf bei Forstwirtschaft und Sägeindustrie am größten, bei Platten- und Papierindustrie relativ klein bzw. kaum spürbar. Im Vergleich zu den Altpapier-Szenarien 1-5 sind damit die Abweichungen in der Forstwirtschaft und Sägeindustrie generell wesentlich größer, in der Platten- und Papierindustrie deutlich kleiner.

3.5.6 Unwägbarkeiten und Möglichkeiten zusätzlicher/veränderter Annahmen

Wie jedes Modell ist auch FOHOW eine Vereinfachung der Wirklichkeit. So werden etwa Nadelschnitt- und Nadelrundholz, Span-/Faserplatten, Frischfaser oder Papier/Pappe als jeweils ein Produkt betrachtet, der Auslandsmarkt als eine Region angesehen. Andere Modelle, die spezifisch auf die Märkte der Papierindustrie fokussiert sind, enthalten verschiedene Papierqualitäten und deren unterschiedliche Eignung für erhöhten Altpapiereinsatz (z. B. CEPI, 1999b). Bei einer weiteren Disaggregation würde das Modell aber zwangsläufig noch komplexer; dies wiederum würde beträchtlichen Aufwand bei der Umstrukturierung erfordern, weiters würde die Übersichtlichkeit darunter leiden.

Komplexe Modelle wie FOHOW neigen häufig zu unerwarteten Reaktionen bei Änderungen bestimmter Parameter. Die oben diskutierten Szenarien wurden diesbezüglich getestet, indem nicht nur die relativ extremen Annahmen über Altpapiereinsatz und Altpapierrecycling in die Berechnungen eingeflossen sind, sondern auch Szenarien mit Zwischenwerten (Mittelwerte zwischen Annahmen für den Basislauf und für die Szenarien 1-5) berechnet wurden.⁴⁸ In keinem Fall zeigten sich allerdings unerwartete oder unerklärliche Ergebnisse; sie lagen vielmehr ungefähr in der Mitte zwischen jenen des Basislaufes und jenen der sechs diskutierten Szenarien.

Viele der Modellergebnisse sind unmittelbarer Ausfluss der explizit getroffenen Annahmen über zukünftige Entwicklungen. Das Modell kann jederzeit mit alternativen Annahmen getestet werden. Abgesehen von alternativen Annahmen über Wirtschaftswachstum und Produktionskosten wären weitere Möglichkeiten für Szenarien im Umfeld der Frage des Papierrecyclings etwa folgende:

- **Gleichzeitige** Veränderungen von Recyclingraten und Altpapier-Einsatzquoten. In den bisherigen Szenarien wurde nur entweder die Recycling- oder die Altpapier-Einsatzquote verändert⁴⁹. Eine gleichzeitige Veränderung beider Einflussgrößen würde aber die eindeutige Zuordnung von Entwicklungen auf die eine oder andere Einflussgröße erschweren.
- Annahmen über **Preisänderungen in der Außenregion**: Derzeit werden in den Szenarien 1-5 (inkl. Basislauf) die Außenpreise (real) konstant gehalten. Eine Alternative wäre, davon auszugehen, dass die Entwicklungen bezüglich Recycling und Altpapiereinsatz in Europa ähnlich verlaufen und diese auch in der Außenregion zu sinkenden/steigenden Preisen für Industrieholz und Papierhalbstoffen führen könnte. Diese Annahmen würden mit Sicherheit zu höheren Abweichungen vom Basislauf führen als in den fünf diskutierten Szenarien, jedoch nichts am Trend ändern.
- **Garantierte (fixe) Preise für Altpapier**. In den bisherigen Szenarien wurde der Preis für Altpapier u. a. auch von den Entwicklungen des Angebots und der Nachfrage beeinflusst (Marktpreise). Denkbar wäre eine staatliche Einflussnahme auf Altpapierpreise, unabhängig von Marktentwicklungen.
- Annahmen über **Importmöglichkeiten**. Derzeit ergeben sich die Netto-Importe für Rohholz und Papierhalbstoffe aufgrund der Wechselwirkungen zwischen Inlandsnachfrage, Inlands- und Auslandpreisen. Alternativen bestünden in Vorgaben von Außenhandelsmengen oder Importbeschränkungen.

⁴⁸ So wurden etwa Altpapier-Einsatzquoten von 64 % (Mittelwert zwischen 57 % im Basislauf und 70 % in Szenarien 1 und 2) bzw. 53 % (Mittelwert zwischen 57 % im Basislauf und 48 % im Szenario 4) sowie Altpapier-Recyclingraten von 80 % (Mittelwert zwischen 70 % im Basislauf und 90 % im Szenario 3) bzw. 60 % (Mittelwert zwischen 70 % im Basislauf und 50 % im Szenario 5) getestet.

⁴⁹ In Szenario 3 etwa sinkt durch die Erhöhung der Recyclingrate – bei Gleichbleiben der Altpapier-Einsatzquote – der Altpapierpreis. CEPI (1999b) hingegen geht jedoch davon aus, dass erhöhtes Recycling mit erhöhter Nachfrage nach Altpapier durch die Papierindustrie einhergeht und eher eine Steigerung des Altpapierpreises als ein Sinken zu erwarten ist.

4 WALDBEWIRTSCHAFTUNG – ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ASPEKTE

Zentrales Thema dieses Abschnittes sind die Auswirkungen einer steigenden bzw. sinkenden Nachfrage nach Industrieholz auf die Ökologie eines Waldökosystems einerseits, sowie auf die ökonomischen Verhältnisse eines Forstbetriebes andererseits. Dabei wird davon ausgegangen, dass die forstliche Bewirtschaftung in erster Linie durch ökonomische Rahmenbedingungen und deren Veränderungen beeinflusst wird. In diesem Kapitel wird den ökologischen Auswirkungen forstwirtschaftlicher Eingriffe besondere Beachtung geschenkt.

Vorausschickend sei erwähnt, dass sich die folgenden Überlegungen im wesentlichen auf den Wirtschaftswald beschränken. In Anbetracht der Fragestellung der Gesamtstudie wird insbesondere der Zusammenhang zwischen dem Angebot an Industrieholz aus dem Wald und Altpapier als „Konkurrenz-Einsatzstoffe“ für die Papiererzeugung beleuchtet. Laut Österreichischer Waldinventur 1992/96 kommen 93,7 % der gesamten österreichischen Holznutzung aus dem Wirtschaftswald/Hochwald und nur 3,1 % aus dem Schutzwald im Ertrag (SiE). Der Anteil des ausgeformten Industrieholzes ist aus vorliegenden Zahlen nicht ersichtlich, dürfte aber im SiE im Verhältnis zum Wirtschaftswald aufgrund erschwerter Bedingungen für die Durchführung von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen im Gebirge noch geringer ausfallen. Die bereits in Kap. 3.1.3.1 behandelten Durchforstungsreserven lassen erkennen, dass von ca. 58 Mio. Vorratsfestmetern, die im österreichischen Hochwald/Ertragswald potenziell nutzbar wären, nur eine Mio. Vfm - das entspricht ca. 1,8 % der gesamten Durchforstungsreserven - im Schutzwald im Ertrag stocken. Die angeführten Zahlen zeigen deutlich, dass der weit überwiegende Teil des Industrieholzangebotes der Forstwirtschaft aus dem Wirtschaftswald stammt und daher diese Betriebsart wesentlich für die Fragestellung der vorliegenden Studie ist.

Industrieholz fällt sowohl in der Vornutzung als auch in der Endnutzung an. In beiden Fällen ist es ein Koppelprodukt der Stammholzproduktion (MOOG, 1993). Einerseits stammt es aus der Ernte von Stammholz, andererseits aus Durchforstungen, die dem Ziel einer höheren Produktion von Stammholz in alten Beständen dienen. Dabei haben Art und Stärke der Eingriffe nicht nur kurzfristig Einfluss auf die Industrieholzproduktion, sondern entscheiden auch langfristig über die Menge des anfallenden Industrieholzes:

Für viele Forstbetriebe ist die Kostendeckung für die Durchführung der Durchforstung entscheidend, obwohl sie - neben dem Ziel Holz zu ernten - vielmehr dazu dient, die Erträge in der Endnutzung zu verbessern. Dies bedeutet laut BURSCHEL (1993), möglichst hochwertiges Holz bei ausreichender Stabilität gegenüber Belastungen zu produzieren. BURSCHEL (1993) stellt überhaupt „den ökologischen Zweck, der als ‚Pflegetmaßnahmen‘ bezeichneten Eingriffe in Waldbestände durch Forstleute“ in Frage. Jeder Eingriff in ein Waldökosystem, ob im Wirtschaftswald oder im Schutzwald, habe schlussendlich nur den Zweck, verschiedenste Bedürfnisse des Menschen zu erfüllen. Nach BURSCHEL (1993) bedürfen natürliche Ökosysteme keiner Pflege. Für ihn sollte daher der Begriff der „Waldpflege“ besser durch „Formungs- oder Erziehungseingriffe“ ersetzt werden.

Aus ökologischer Sicht wird daher versucht darzustellen, inwieweit Durchforstungen das Waldökosystem beeinflussen und welche ökologischen Auswirkungen nicht ergriffene Durchforstungsmaßnahmen nach sich ziehen.

In Mitteleuropa besteht sehr weitreichende Übereinstimmung darüber, dass forstliche Eingriffe die Regenerationsfähigkeit des Ökosystems Wald nicht beeinträchtigen sollen. Dabei muss die „optimale Größe der Belastbarkeit“ der natürlichen Umwelt nachhaltig sein, damit eine nachhaltige Entwicklung möglich ist (GLÜCK, 1994). Das sogenannte Nachhaltigkeitsprinzip findet allgemeine Akzeptanz, wobei Unterschiede in der Definition bestehen (MOOG, 1997). Ursprünglich war der Inhalt des Grundsatzes der Nachhaltigkeit auf die Nachhaltigkeit von Holzträgen bezogen (nachhaltige Holzproduktion) und wurde dann auf sämtliche materiellen und immateriellen Wirkungen des Waldes ausgedehnt, welcher seine

Umsetzung in einer nachhaltigen Mehrzweckforstwirtschaft fand. Dieser ökonomische Nachhaltigkeitsbegriff bekam in den letzten Jahren durch einen ökologischen Nachhaltigkeitsbegriff Konkurrenz, in dem nicht die Nachhaltigkeit von Waldwirkungen, sondern die Nachhaltigkeit des Ökosystems Wald im Mittelpunkt steht (GLÜCK, 1994).

Die Forstwirtschaft nutzt direkter als die meisten anderen Wirtschaftszweige die Kräfte der Natur bzw. die Abläufe eines Ökosystems (MOOG, 1997). BURSCHEL (1993) sieht als Beweggründe für die Nutzung von Holz v. a. ökonomische Gründe. Aus ökologischer Sicht sind alle Erntemaßnahmen (Entnahme von Biomasse vom Ort der Entstehung) eine Abweichung von einem natürlichen Grundprinzip, bei dem die gesamte Bioproduktion von Waldökosystemen am Ort der Entstehung verbleibt und dabei permanent über Abbauprozesse umgesetzt wird (BURSCHEL, 1993).

Das vorherrschende Leitbild der Forstwirtschaft war in der Vergangenheit der sogenannte „Normalwald“, der seine Ausgestaltung im schlagweise bewirtschafteten Altersklassenwald erfuhr. Geprägt durch einen hohen Nadelholz- und Reinbestandsanteil zeichnete sich der Altersklassenwald durch eine hohe Produktivität aus. Als problematisch am Altersklassenwald hat sich allerdings für MOSANDL (1997) seine hohe Instabilität erwiesen, die zu einer gegenüber dem theoretischen Modell des Normalwaldes eingeschränkten (ökonomischen) Nachhaltigkeit führte.

Die hohe Anfälligkeit des Altersklassenwaldes gegenüber biotischen und abiotischen Schadereignissen hat letztlich zur Forderung nach einem neuen Leitbild geführt, dem naturnahen Wald (MOSANDL, 1997). Dieser sollte durch eine geringere Anfälligkeit, eine bessere Mehrzwecknutzung und eine höhere Wirtschaftlichkeit als der Altersklassenwald charakterisiert sein. Eine naturnahe Waldbewirtschaftungsform wird im Allgemeinen als Möglichkeit gesehen, durch nur geringfügige Eingriffe in das Ökosystem dessen Stabilität und Resilienz weitestgehend zu erhalten. Dadurch wird er auch den Ansprüchen des bereits erwähnten erweiterten Nachhaltigkeitsbegriffes gerecht, wie dieser anlässlich der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 bzw. im europäischen Kontext in Helsinki 1993 formuliert wurde (DAXNER et al., 1997).

Nach MOSANDL (1997) handelt es sich beim naturnahen Wald meist um einen Mischwald, der beständig ein gewisses Biomasseakkumulationsniveau aufweist und durch einen hohen Anteil von Baumarten der potenziellen natürlichen Vegetation gut auf den Standort abgestimmt ist. Der naturnahe Waldbau versteht sich folglich als Waldbewirtschaftungsform, die den Wald als Ökosystem auffasst und dieses durch optimale Ausnutzung von Naturkräften und ökologischen Gesetzen gestaltet (THOMASIU, 1992; zitiert bei FRANK, 1994).

Als Beispiel für die Umsetzung dieses Leitbildes auf einem bestimmten Standort nennt MOSANDL (1997) den Plenterwald. Dieser Wald ist geprägt durch eine oder mehrere der potenziellen Vegetation zuzurechnenden Baumarten. Durch seine Ungleichaltrigkeit und Struktur ist gewährleistet, dass sich ein gewisses Bioakkumulationsniveau nach Nutzungseingriffen ohne höheren Aufwand auf der Fläche erhalten lässt. Im Vergleich zum Naturwald ohne menschliche Eingriffe, in dem eine plenterwaldähnliche Phase nur ein vorübergehendes Stadium darstellt, muss im Plenterwald diese durch steuernde Eingriffe künstlich aufrecht erhalten werden. Der Plenterwald integriert somit die Waldbewirtschaftung als systemerhaltendes Element.

Auch SINNER (1997) erkennt eine Steuerungsnotwendigkeit des Menschen in der naturgemäßen Waldwirtschaft. Allerdings beschränkt sich diese auf ein Minimum zur Qualitätssicherung und zur Erhaltung der Diversität (Erhalt der Artenvielfalt etc.).

Ein ganz wesentlicher Aspekt unserer Zeit ist auch die Bedeutung der Holzproduktion für die Senkung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre und ihre wichtige Rolle im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt und den prognostizierten Klimaveränderungen (SCHÜTZ, 1996). BURSCHEL (1993) spricht dabei sogar von den einzig wirklich ökologischen Gründen für die Nutzung der Wälder. Ökologisch wird dabei nicht in lokalem oder regionalem, sondern im

globalen Sinn verstanden. Nach BURSCHEL (1993) werden insbesondere die durch sorgfältigen Waldbau geprägten Wirtschaftswälder – anders als die eigenen Dynamiken gehorchenden Naturwälder – zu permanent fließenden Quellen eines Materials, das drei wesentliche kohlenstoffökologische Vorteile hat. Diese sind:

- Wirkung als Kohlenstoffspeicher in Holzprodukten
- Substitution von energieaufwendigeren Materialien
- Reduktion von Kohlenstoffemissionen durch Substitution fossiler Energieträger bei thermischer Verwendung

Neben ökologischen und ökonomischen Aspekten dieser Arbeit soll aber auch auf den Zusammenhang zwischen Waldbewirtschaftungsmaßnahmen und sozioökonomischen Auswirkungen (Schutz-, Erholungs-, Wohlfahrtswirkung) hingewiesen werden.

4.1 Entwicklung und Stabilität von natürlichen Waldökosystemen

Der Wald ändert langfristig seine Gestalt, seine Artenzusammensetzung und seine funktionale Organisation. Ohne menschliche Eingriffe entwickelt er sich über verschiedene Stadien – Sukzessionen – zu einer bestimmten, für die jeweilige Region und die jeweiligen Standorte charakteristischen Lebensgemeinschaft. In der langen Zeit, die solche sukzessionalen Entwicklungen benötigen, können sie gehemmt, gestört und unterbrochen werden. Wald kann schließlich nicht nur mit einzelnen Bäumen und anderen Organismen, sondern auch als Lebensgemeinschaft altern, zerfallen und neu entstehen. Dieser zyklische Entwicklungsprozess kennt stabile und labile, starre und elastische Zustände. Sie führen zu variablen Möglichkeiten der Sukzessionsabläufe und Waldausprägungen (OTTO, 1994a).

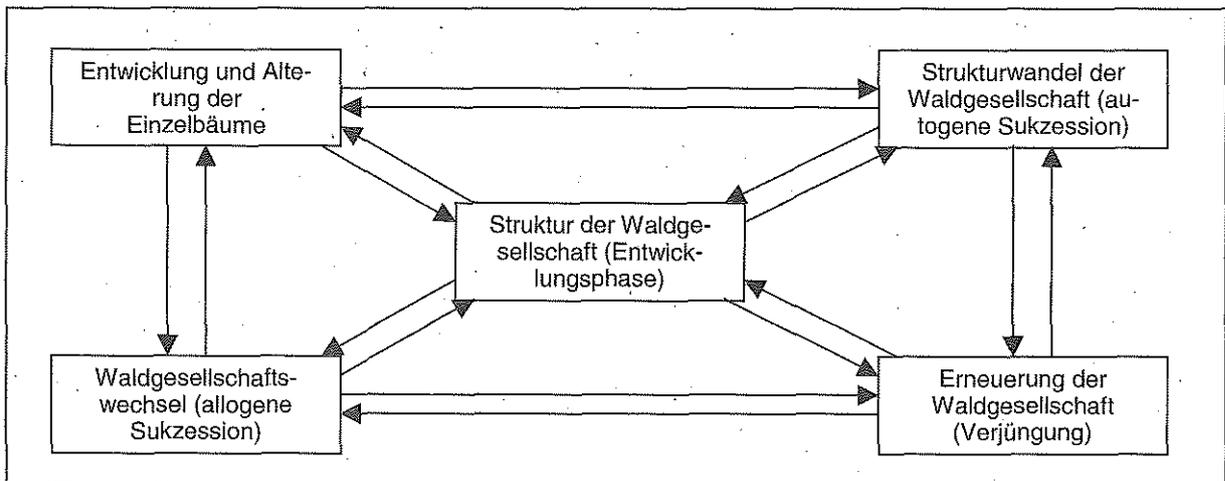
Ideale Objekte für die Erforschung des Energieflusses, der Stoffkreisläufe, des Aufbaues, des Beziehungsgefüges und der Dynamik komplizierter, geschlossener Ökosysteme bilden die durch den Menschen nicht direkt beeinflussten Wälder, also die Urwälder (LEIBUNDGUT, 1993). Dabei muss aber beim Großteil der in Mitteleuropa vorkommenden sogenannten „Urwaldresten“ immer offen bleiben, ob und in welchem Ausmaß in früherer Zeit eine menschliche Beeinflussung stattgefunden hat oder nicht. Besonders große Forschungserkenntnisse über die Dynamik solcher Wälder bestehen in Zentraleuropa vor allem bei den Buchenwäldern. Sie können für mittlere Höhenlagen auch als repräsentativ angesehen werden (SCHÜTZ, 1998). Wichtige Erkenntnisse lieferte hierbei z. B. KORPEL (1995).

Aufgrund der außergewöhnlich langen forstlichen Produktionszeiträume fordert LEIBUNDGUT (1984), die festgelegten Wirtschaftsziele durch die bestmögliche Ausnützung aller kostenlosen, natürlichen Produktionsfaktoren und einer wenig aufwendigen Lenkung aller Lebensvorgänge des Waldes zu erreichen. Die Urwaldforschung erfüllt deshalb auch einen unmittelbar praktischen, umsetzungsorientierten Zweck.

Häufig wird der Plenterwald mit einem Urwald verglichen. Urwaldbestände weisen nach LEIBUNDGUT (1993) aber höchst selten eine dauernde Plenterstruktur auf. SCHÜTZ (1998) berichtet von Forschungsergebnissen aus Tannen-Buchen-Urwäldern, die naturgemäß stark strukturiert sind, bei denen sich nur zwischen 0 und 14 % der Waldfläche in der Plenterphase befinden. Auch bei anfänglicher Stufigkeit besteht doch eine ausgeprägte Neigung zur Bildung gleichförmiger, einschichtiger Bestände mit einer sehr spärlichen und vorwiegend von Schatten ertragenden Nebenbaumarten gebildeten Mittel- und Unterschicht. Dauernd ungleichförmige Bestände finden wir im Urwald nur auf extremen Standorten, welche keinen dichten Kronenschluss erlauben. Während im Urwald also eine einigermaßen klare Generationsabfolge stattfindet, handelt es sich im Plenterwald um ein System kontinuierlich individueller Erneuerung (SCHÜTZ, 1998). Die Plenterwaldphase stellt also bloß ein Glied in der Reihe von Entwicklungsphasen dar. Nur unter extremen, klimatischen und edaphischen

Standortsverhältnissen kann die Entstehung gleichförmiger Bestände verhindert werden und daher dauernd plenterwaldartige Bestände bewirken. Wo nicht Waldbewirtschaftungsmaßnahmen fortwährend gewissermaßen den Motor der Walderneuerung bilden, führt der natürliche Lebenslauf des Waldes zur Überalterung und schließlich zur mehr oder weniger raschen Auflösung oder zum Zerfall mit einer anschließenden, neuen Entwicklungsreihe (LEIBUNDGUT, 1993).

Abbildung 4.1-1 stellt die rein natürlichen Lebensvorgänge des Waldes dar. Der Wald muss dabei als dynamisches, sich fortwährend veränderndes Beziehungsgefüge aufgefasst werden.



Quelle: LEIBUNDGUT (1984), E.D.

Abb. 4.1-1: Zusammenhänge beim natürlichen Lebenslauf des Waldes

THOMASIIUS (1988) stellt bezüglich der Waldentwicklung von natürlichen Waldökosystemen fest: In den ersten Stadien der Waldentwicklung herrschen große Ungleichgewichte zwischen aufbauenden und abbauenden Prozessen. Sie führen zu Schwankungen in der Stoffbilanz (Produktion, Elimination, Akkumulation) sowie Arten- und Altersstruktur. Ein Gleichgewichtszustand bildet sich erst in der Klimax bei hinreichend großen Flächen aus, in denen die Verjüngungs-, Reife-, Alterungs- und Zerfallsphase entsprechend vertreten sind. Nach THOMASIIUS (1988) befinden sich Waldökosysteme, die das Klimaxstadium noch nicht erreicht haben, weder hinsichtlich ihrer Stoff- und Energiebilanz noch nach ihrer Alters- und Artenstruktur im Gleichgewichtszustand. Sie sind noch nicht stabil. Dabei setzt ein Gleichgewicht in Waldökosystemen voraus, dass über einen hinreichend langen Zeitraum gleiche Umweltbedingungen herrschen und, wie bereits erwähnt, dass das entsprechende Klimaxstadium erreicht worden ist.

Große Bedeutung werden in einem Naturwald den Störungen zugesprochen. Als Großkatastrophe können sie ganze Wälder vernichten. Häufiger sind allerdings kleinflächige Störungen, welche homogene Großflächeneinheiten in ein Mosaik sehr unterschiedlich strukturierter Kleinflächen zerlegen können (OTTO, 1994b). Dabei bleiben die Auswirkungen gerichteter Störungen um so geringfügiger, je kleinflächiger die Mosaikzerlegung eines Waldes bereits ist. Nach OTTO (1994b) erhält der Naturwald aus seiner Verfassung als Mosaik, in welchem zyklische Verjüngungs-, Optimal-, Alterungs- und Zerfallsphasen einander ablösen und so ein labiles Fließgleichgewicht schaffen, ein hohes Maß an Elastizität und Stabilität. Eine Mosaikzerlegung ohne den Einfluss von Störungen findet im Naturwald auch durch Alterungs- und Zerfallsprozesse statt.

Ebenso entscheidend für die Stabilität von Waldökosystemen sind Selbstregulationsmechanismen (THOMASIUS, 1988). Ausfälle sind im Lebenslauf etwas ganz natürliches. In sehr dichten Beständen scheidet aufgrund von intraspezifischer Konkurrenz immer ein bestimmter Prozentsatz an Bäumen aus (MOSANDL, 1991). Intraspezifische Konkurrenz hat Wachstumsdepressionen sowie Mortalität einzelner Individuen zur Folge und reguliert die Bestandesdichte. Dies betrifft vor allem *artenarme Waldökosysteme* (THOMASIUS, 1988). Die Ausfälle sind fast ausschließlich auf die Bestandesglieder der Unter- und Mittelschicht beschränkt (MOSANDL, 1991). Diese Bäume haben im Laufe der Bestandesentwicklung den Kontakt zur Oberschicht verloren, sind zurückgefallen und durch den immer stärker werdenden Konkurrenzdruck an die Existenzgrenze gelangt. Nach MOSANDL (1991) können zwar einige Exemplare lange Durchstandsphasen überstehen (siehe dazu auch REININGER, 1992), doch gelingt dies im Normalfall nur wenigen Bäumen. Geeignete Bestandesstrukturen, wie für die Tanne im Tannen-Buchen-Urwald, sind hierfür Voraussetzung. In den meisten Fällen mit hohem Dichtstand nimmt die Geschwindigkeit der soziologischen Umsetzungsprozesse von oben nach unten zu, wobei es zum Ausfall vieler unterständiger Bestandesglieder kommt.

Bei *artenreichen Waldökosystemen* wirkt besonders die interspezifische Konkurrenz. Sie führt, je nach der genetisch ausgeprägten Wachstums- und Entwicklungsdynamik der einzelnen Spezies und der mit Sukzession verbundenen Änderung des Standortzustandes, zur Ausbreitung oder zum Rückgang der verschiedenen Spezies (THOMASIUS, 1988).

4.2 Ökologische Auswirkungen der Waldbewirtschaftung mit dem Schwerpunkt auf Durchforstung

Während in einem nicht bewirtschafteten Wald die durch den mit dem Wachstum zunehmend erforderlichen Wuchsraum bedingte Verminderung der Individuenzahl allein nach Gesetzen des Wettbewerbes erfolgt, wird im Wirtschaftswald der natürliche, hauptsächlich auf Wuchskraft herrschende Wettbewerb durch menschliche Auslese und Begünstigung nach ökonomischen Wertigenschaften ersetzt (LEIBUNDGUT, 1990). Dies bedeutet, dass durch forstliche Eingriffe im Zuge der Bestandesbehandlung der Wettbewerb zwar im wesentlichen auf Bäume beschränkt wird, die bestimmte Qualitätskriterien erfüllen, jedoch die Konkurrenz als wesentliche Triebkraft der Bestandesentwicklung nicht aufgehoben, sondern nur vorsichtig gelenkt und auf diese Weise für waldbauliche Zwecke genutzt wird (NÜSLEIN, 1995).

Jede Durchforstung bewirkt zunächst eine gewisse Auflockerung des Bestandeskronendaches, besonders wenn sie in den Oberstand eingreift. Dadurch werden die ökologischen Verhältnisse, wie Strahlung, Wärme, Temperatur oder der Wasserhaushalt, im Bestand verändert. Genauso kann es aber auch zu Veränderungen in der Bestandesstruktur, der genetischen Vielfalt sowie der Biomassen- und Nährstoffverhältnisse durch permanenten Stoffentzug kommen. Während solche Veränderungen im Jahr der Durchforstung am stärksten sind, lassen diese ökologischen Wirkungen je nach Stärke der Eingriffe und je nach Baumarten allmählich nach (DENGLER, 1990). Als Beispiel sei hier die Buche mit ihrem großen Regenerationsvermögen der Krone genannt.

4.2.1 Auswirkungen auf die Bestandesstabilität

Die Ausführungen in Kapitel 4.1 zeigen, dass die meisten österreichischen Wirtschaftswälder, darunter besonders die gleichaltrigen Reinbestände, sich ohne Zutun des Menschen nicht im ökologischen Gleichgewicht befinden und darum instabil sind.

Als Kriterien für einen wenig stabilen Ökosystemzustand, d. h. für einen sehr engen Zustandsraum eines Ökosystems, müssen alle von den Stabilitätskriterien abweichenden Merkmale angesehen werden (ULRICH, 1981). Nach ULRICH (1981) sind dies: Artenarmut, Produktion schwer zersetzbarer Streu, flache Durchwurzelung, geringe Durchwurzelungsintensität im Mineralboden, humusarmer Mineralboden, Abwesenheit oder geringe Aktivität von Bodenwühlern wie Regenwürmern, Bodenversauerung, Podsoligkeit, Kohärentgefüge im humosen Mineralbodenhorizont, Verjüngungsschwierigkeiten, geringer Deckungsgrad der Bodenvegetation im geschlossenen Bestand und Tendenz zur Vergrasung bei Auflichtung.

THOMASIUS (1988) unterscheidet bei Stabilitätsuntersuchungen in Wirtschaftswäldern mehrere Hierarchieebenen:

- Stabilität des einzelnen Baumes (individuelle Stabilität): Diese bezeichnet das Resistenzverhalten eines einzelnen Baumes gegenüber bestimmten Umweltfaktoren.
- Stabilität des Bestandes (Bestandesstabilität): Diese ergibt sich aus der individuellen Stabilität der einzelnen Bäume und aus der kollektiven Stabilität, die durch Rückwirkungen der Bäume auf ihre Umwelt sowie Wechselwirkungen zwischen ihnen selbst zustande kommen.
- Stabilität von Bestandeskomplexen: Hierunter wird das Resistenzverhalten von Waldgebieten verstanden, die sich aus mehreren Waldbeständen zusammensetzen.

Durchforstungen stören das Bestandesgefüge immer, die kollektive Stützfunktion wird gemindert, die Oberflächenrauigkeit des Kronendaches erhöht, der Kronenkontakt geringer und der Bestockungsgrad reduziert (NIELSEN, 1990).

Die Rolle der Durchforstungen potenzielle Angriffspunkte für Sturmschäden zu schaffen, wird daher schon lange diskutiert. Nach OTTO (1994a) ist das Ausmaß der Windberuhigung in starkem Maße von Baumarten, der Bestandesdichte, dem Alter, der Mischung und der Vertikalstruktur der Bestände abhängig. Je größer also die Bestandesdichte, desto rascher tritt eine Beruhigung der Luft ein. Besonders wirkungsvoll sind dabei nicht dicke Stämme sondern federnde Zweige und Äste, die eine besonders starke Turbulenz und damit eine Beruhigung der Luft hervorrufen (MITSCHERLICH, 1981).

Die generelle Labilisierung von Beständen durch Eingriffe ist unbestritten. Jedoch bestehen sehr unterschiedliche Ansichten über den Zeitraum, den Bestände benötigen, um sich wieder zu festigen. Der Zeitraum dieser labilen Phase wird je nach Bestandesalter, Durchforstungsart und -stärke zwischen 2(3) und 5(10) Jahren gesehen (KÖNIG, 1995).

Aus der forstlichen Praxis wird oft berichtet, dass Sturmschäden in reinen Fichtenbeständen während der ersten Jahre nach einer Durchforstung um so häufiger auftreten, je stärker der Eingriff in zuvor dichte Bestände erfolgte. Dies trifft auf Stangen- und Baumhölzer stärker zu als auf Jungbestände (DENGLER, 1990).

NIELSEN hat diesbezüglich 1990 u. a. Untersuchungen zur Sturmfestigkeit in Fichtenaltbeständen bei verschiedenen Durchforstungsmodellen durchgeführt. Dabei konnte er für die traditionelle Fichtenbewirtschaftung mit engen Pflanzverbänden von 5.000-10.000 Pflanzen/ha, einer Verzögerung der ersten Stammzahlregulierung bis in die späte Stangenholzphase und mit regelmäßigen Durchforstungen bis zum Kahlschlag zeigen, dass die Sturmfestigkeit in gleichaltrigen, geschlossenen Fichtenreinbeständen mit zunehmender Durchforstungsstärke abnimmt. Die Durchforstungsintensität bleibt dabei durch das ganze Bestandesleben unverändert.

Als Vergleich zog NIELSEN (1990) ein weiter entwickeltes Behandlungskonzept mit weiten Pflanzverbänden und/oder einer starken Läuterung und Durchforstungen in der Jugend sowie Hiebsruhe im letzten Drittel der Umtriebszeit heran. Nach der traditionellen Methode war die Starkwurzelmasse (pro Baum und Hektar) im hohen Alter geringer. Auch der Grob-, Schwach- und Feinwurzelbiomasseanteil erhöhte sich durch das Vergleichskonzept (um 81-246 %).

NIELSEN (1990) kommt daher zu folgendem Schluss: „Je niedriger die Stammzahl in der Jugend und je höher die Stammzahl im hohen Alter, desto höher wird die Sturmfestigkeit im Altbestand“.

Durch eine frühzeitige Begünstigung von Einzelbäumen, ist also eine große Stabilität der Waldbestände gegenüber Wind zu erreichen (KRAMER, 1988).

Bestandeseingriffe haben aber nicht nur Auswirkungen auf die Sturmfestigkeit von Beständen, auch die Stabilität gegenüber Schnee und Eisanhang kann entscheidend beeinflusst werden. Durch Schneedruck, Schneebruch und auch Eisanhang können Bäume bzw. ganze Waldbestände stark geschädigt werden.

Zahlreiche neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass in weiteren Verbänden gepflanzte und in der ersten Hälfte der Produktionszeit kräftig durchforstete Fichtenbestände geringere Schneebruchschäden aufweisen als solche, die eng aufgewachsen sind. Dabei wurde deutlich, dass in allen Fällen die Schneebruchschäden in den schwächeren Baumklassen am höchsten waren, während die stärkeren wenig oder gar nicht unter Schneeschäden zu leiden hatten. Stark waren die Verluste in undurchforsteten Bestandesteilen (DENGLER, 1990; HUSS, 1998).

Die Auswirkungen waldbaulicher Eingriffe auf die Bestandesstabilität können also je nach Ausgangssituation stark variieren. Sie sind meist aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen erwünscht. Wegen der im europäischen Kontext in Helsinki formulierten Forderung nach der Nachhaltigkeit des Ökosystems Wald (siehe GLÜCK, 1994) bekommen waldbauliche Eingriffe zur Verbesserung der Bestandesstabilität aber auch eine ökologische Bedeutung.

Durchforstungen zeigen unterschiedliche Auswirkungen auf die Bestandesstabilität. Besonders in jüngeren Beständen durchgeführte Eingriffe beeinflussen die Stabilität gegenüber Schnee, Eis und Wind oft beträchtlich. Hingegen können Durchforstungen in älteren Beständen potenzielle Angriffspunkte für Sturmschäden schaffen. Die Auswirkungen der Durchforstung sind dabei aber meist von wirtschaftlichem Interesse.

4.2.2 Auswirkungen auf die ökologischen Verhältnisse

Jeder waldbauliche Eingriff führt zu Veränderungen der ökologischen Bedingungen im Bestand. Deren Wirkungen können, je nach Art und Stärke der Eingriffe, das Ökosystem Wald als Ganzes unterschiedlich beeinflussen.

Licht, Wärme, Temperatur

Beim Auftreffen von Strahlung auf das Kronendach von Bäumen und Beständen wird diese teils reflektiert, teils durchgelassen (OTTO, 1994a). Für das Durchdringen des Lichtes bis auf den Boden ist das Vorhandensein von Bestockungslücken (Lichtungen) und deren räumliche Verteilung entscheidend (SCHÜTZ, 1998). MAYER (1984) berichtet auch von einer Abhängigkeit der Beleuchtungsstruktur von der Stammzahlverteilung. Bei gleichmäßiger Verteilung ist die relative Beleuchtung am größten, bei unregelmäßiger Verteilung (Lücken bis Dichtstand) sinkt die durchschnittliche Beleuchtungsstärke um 10-15 %. Auch zur Aktivierung des Rohhumusabbaues durch höheren Licht- und Wärmegenuss ist eine gleichmäßigere Stellung zweckmäßiger. Da die streuzersetzenden Prozesse, u. a. die Aktivität von Nitratbakterien im Humus, temperaturabhängig sind, ist für OTTO (1994a) die nachteilige Wirkung überdichter Bestände auf die Wärmeverhältnisse evident.

Die Beleuchtungsstärke im Stammraum hängt neben der unterschiedlichen Bestandesdichte (Durchforstungsstärke) von den Baumarten und der Mischung (MAYER, 1984) sowie nach KRAPFENBAUER (1989a) auch stark vom Tagesgang der Sonne und von der Hangneigung ab. Dasselbe gilt auch für die Wärmeverhältnisse, die hauptsächlich durch die langwellige Strahlung beeinflusst werden.

Grundsätzlich durchläuft die Strahlung auf dem Weg ins Bestandesinnere fünf sogenannte Insolationsschichten: die Kronenschicht, den Stammraum, eine bodennahe Vegetationsschicht, die Humusdecke und die Mineralbodenschicht (OTTO, 1994a). Für die Intensität und Quantität des Strahlungsumsatzes ist die erste Insolationsschicht – das geschlossene Kronendach eines Waldes – die wichtigste, denn der größte Teil der hereinkommenden Strahlungsenergie wird bereits hier umgesetzt. Die Weitergabe der Strahlung nach innen wird sukzessive von Schicht zu Schicht geringer, denn jede der fünf Insolationsschichten reflektiert, absorbiert und setzt einen Teil der Strahlung um. Nur der jeweils verbleibende Teil wird zur nächst tieferen Schicht transmittiert. Da sich also der größte Teil des Strahlungsumsatzes im oberen Kronenbereich vollzieht (im belaubten Zustand), setzt sich auch die Erwärmung um so langsamer und zögernder in den Stammraum hinein fort, je dichter und geschlossener ein Kronendach ist (MITSCHERLICH, 1981).

Die Unterschiede zwischen den Lufttemperaturen im Stammraum verschieden stark durchforsteter Bestände sind nicht sehr groß (BURSCHEL & HUSS, 1997). Ökologisch bedeutsam werden sie erst nach extrem starken Eingriffen, vor allem dann, wenn – wie im Falle einer Lichtung – eine dauernde oder doch wenigstens eine länger andauernde Unterbrechung des Kronenschlusses eintritt. Jede zu regelmäßige Lichtung des Kronendaches führt zu einer Reaktion der in der Oberschicht verbleibenden Bäume, indem sie ihre Kronen seitwärts ausdehnen und mit der Zeit das Kronendach wieder schließen. Auch relativ starke Schirmauflösungen haben eine deutliche Kronenausdehnung der Oberschichtbäume zur Folge (SCHÜTZ, 1998).

Für die Assimilation von Bäumen und der Bodenvegetation unterhalb des Kronendaches des vorherrschenden Bestandes ist es entscheidend, welchen Anteil die direkt durchtretende, nicht gebrochene Strahlung hat (Beleuchtungsstärke). Die Möglichkeit, in bestimmten Mischungsstrukturen zu existieren, ist damit neben dem Höhenwachstum direkt abhängig vom jeweiligen Grad der Schattentoleranz bzw. Lichtbedürftigkeit einer Art, also von ihrem Durchsetzungsvermögen und ihrem Ausmerzungswiderstand im Konkurrenzkampf (OTTO, 1994a) (vergleiche dazu Kapitel 4.1). Dabei kommt die standortsabhängige Leistungsfähigkeit der Baumarten durch deren Höhenwachstum am besten zum Ausdruck (SPELLMANN, 1995). Der Höhenzuwachs bei den Lichtbaumarten kulminiert im allgemeinen früher als bei den Halbschatt- und Schattbaumarten, von denen sie später meist eingeholt werden. Ein Vergleich der Höhenentwicklung von Mischbaumarten liefert wichtige Entscheidungshilfen für die Form der Mischung, den Zeitpunkt der Beimischung und die Pflege der Mischbestände (SPELLMANN, 1995).

Mit zunehmender Bestandesdichte geht die Beleuchtungsstärke bei Lichtbaumarten sehr stark zurück (bei 20 m² Grundfläche um 50-60 %, bei 35 m² um 70-80 % weniger Beleuchtungsstärke), während bei Schattbaumarten die Veränderungen geringer sind (MAYER, 1984). Diese weisen jedoch einen schärferen Abfall der Beleuchtungsstärke im Kronendach auf, weil ihre Belaubung meist dichter ist (OTTO, 1994a).

Die Schattenertragnis nimmt mit dem Alter im allgemeinen ab und ist auf guten Standorten meist stärker ausgeprägt als auf schlechteren. Mit der Schattenertragnis korrespondiert die Empfindlichkeit der Kronen auf seitlichen Druck. Während sich die Kronen der Lichtbaumarten kaum berühren und es bei den Halbschattbaumarten zu begrenzten Überlappungen kommt, findet man bei der plastischen Schattbaumart Buche tiefreichende Kronenverzahnungen, die in Mischung mit anderen Baumarten sogar ausgeprägter sind (SPELLMANN, 1995). Kronengröße und Kronenaufbau stehen in einem direkten Zusammenhang zu jenem Standraumbedarf, den die Baumart zum Erreichen bestimmter Zieldurchmesser benötigt. Aus dem Standraumbedarf lassen sich im Zuge einer Durchforstung Mindestflächen für Mischbaumarten ableiten, die der Gefahr einer natürlichen Entmischung vorbeugen, die Pflegeintensität senken und eine befriedigende Qualitätsentwicklung gewährleisten (SPELLMANN, 1995).

Wasserhaushalt

Neben Art und Stärke der Niederschläge üben auch Baumartenzusammensetzung, Alter und Struktur der Bestände wichtige Einflüsse auf die Wasserversorgung der Waldökosysteme und ihrer Umgebung aus. Durchforstungen vermindern die Blattmasse des Bestandes und lockern das Kronendach auf. Dadurch verringert sich die Interzeption (DENGLER, 1990). Es gelangt also mehr Niederschlag auf den Boden.

Eine bedeutende Erhöhung des Kronendurchlasses und eine erhebliche Verringerung der Interzeption ist nur bei sehr starken Durchforstungen bzw. Lichtungen möglich (DELFS, 1969, zitiert von MAYER, 1990). Besonders in älteren Beständen steigt jedoch dadurch die Gefährdung durch Wind stark an und auch die Zuwachsverluste können empfindlich sein. Die sich in Folge entwickelnde Bodenvegetation kann unter Umständen erhebliche Interzeptionsverluste verursachen, so dass die Wirkung mehr als aufgehoben werden kann. Vor allem in überdichten Nadelbaumbeständen (z. B. Fichtenreinbestände mit austrocknender Wirkung auf den Boden) können aber durch Durchforstungen substantielle Gewinne an bestandesverfügbaren Feuchtigkeitsmengen erwartet werden.

Nach Durchforstungen gelangt auch mehr Schnee auf den Boden, wodurch sich die Isolierung des Bodens verbessert und der Bodenfrost nicht so tief eindringt (MAYER, 1984).

Übereinstimmend berichtet ANGSTRÖM (1936/37, zitiert von MAYER, 1984) von Fichtenbeständen, dass bei starker Durchforstung der Boden 2-4 Wochen früher auftaut und sich rascher erwärmt. Zusammen mit der höheren sommerlichen Bodentemperatur bestehen dadurch günstigere bodenbiologische Voraussetzungen für den Streuabbau.

Je nach Art und Stärke der waldbaulichen Eingriffe werden die ökologischen Verhältnisse im Bestand, wie Licht, Wärme, Temperatur und Wasserhaushalt, unterschiedlich stark beeinflusst. Dabei sind die ökologischen Auswirkungen derartiger Eingriffe oft nur von kurzer Dauer, da sich das Kronendach nach einiger Zeit wieder schließt.

4.2.3 Auswirkungen auf die Bestandesstruktur

In Wirtschaftswäldern gilt die räumliche Bestandesstruktur als wichtige Bestimmungsgröße für die Habitat- und Artendiversität (PRETZSCH, 1996). Nach SPELLMANN (1995) wird die Bestandesstruktur durch die Strukturelemente Verteilung, Dichte, Differenzierung, Vielfalt und Durchmischung beschrieben.

Mit Hilfe dieser Elemente lässt sich der strukturelle Zustand eines Bestandes zu einem bestimmten Zeitpunkt hinlänglich genau beschreiben. Einzelne oder in Kombination charakterisieren sie das Waldgefüge. Ihre Ausprägung unterliegt einem ständigen Wandel, der zum einen durch das unterschiedliche Wachstum der einzelnen Bestandesglieder und zum anderen durch die Art der Bestandesbegründung, Pflege und Nutzung beeinflusst wird (SPELLMANN, 1995).

PRETZSCH (1996) sieht in Maßnahmen der Bestandesbegründung und Bestandesbehandlung ein Potenzial zur Sicherung von Diversität und ökologischer Stabilität. Denn mit Zunahme der horizontalen und vertikalen Strukturierung eines Waldes steigt auch die Vielfalt der darin vorkommenden Tier- und Pflanzenarten und die zwischenartlichen Verknüpfungen, die zur ökologischen Stabilität beitragen, nehmen zu (HABER, 1982; zitiert von PRETZSCH, 1996).

Häufig wird in Diskussionen Stabilität mit hoher Artendiversität gleichgesetzt (OTTO, 1994a). Hohe Artenvielfalt gilt als Kennzeichen einer weiten ökophysiologischen Amplitude und damit hohem Puffervermögen, da diese Vielfalt die Reaktionsfähigkeit auf Umweltreize durch wechselseitige

Ergänzung und Unterstützung verbessert (MÜLLER, 1994). Sowohl KARRER (1993; zitiert von MÜLLER, 1994) als auch OTTO (1994a) kritisieren die Gleichsetzung hoher Diversität mit hoher ökologischer Stabilität. Tatsache ist, dass oft die limitierende Wirkung der Außenfaktoren, welche die Entwicklung einer größeren Artenvielfalt verhindert, gleichzeitig die Stabilität erhöht. Folglich sind manche Ökosysteme mit einer geringen Diversität stabiler als solche mit größerer Artenvielfalt (OTTO, 1994a). Aus forstwirtschaftlicher Sicht bietet Baumartenmischung an sich noch keine Garantie vor ökonomischen Schäden (MÜLLER, 1994).

PRETZSCH (1996) untersuchte die Effekte waldbaulicher Maßnahmen auf die räumliche Heterogenität und damit auf die Artendiversität von Wirtschaftswäldern. Mit Hilfe von Simulationen wurden die Einflüsse von Ausgangsstruktur (Einzel- und Gruppenmischung), Durchforstungsart (Nieder- und Hochdurchforstung) und Durchforstungsstärke (schwach, mäßig und stark) auf die räumliche Struktur von Fichten-Buchen-Mischbeständen durchleuchtet. Ein Vergleich zwischen Hoch- und Niederdurchforstung unterstreicht dabei das strukturfördernde Potenzial jüngerer Waldbehandlungsmethoden. Gestützt auf einen Vektor von Strukturparametern wird quantitativ fassbar, dass waldbauliche Maßnahmen wie Mischungsregulierung, Läuterung und Durchforstung wirkungsvolle Steuerungsmöglichkeiten zur Sicherung der strukturellen Vielfalt und ökologischen Stabilität im Wirtschaftswald darstellen. Insbesondere schwache bis mäßig hochdurchforstungsartige Eingriffe bieten eine hinreichende Möglichkeit zur Formung der Bestandesstruktur und Förderung der Diversität. Niederdurchforstungen wirken auf die räumliche Bestandesstruktur eher homogenisierend.

Totholz

ALBRECHT (1991) versteht unter Totholz jenes Holz, das im Wald durch biotisch oder abiotisch bedingtes Absterben ganzer Bäume oder Baumteile entsteht. Ursachen dafür können sein: Alterstod, Kronenbruch, Rindenverletzungen, Sturmwurf, Feuer, Schneebruch, Insektenkalamitäten, Pilzbefall, Holzerntemaßnahmen („nicht-aufgearbeitetes Holz“), aber auch anthropogen bedingte Waldschäden.

Während in Urwaldbeständen und Naturwäldern Mittel- und Südosteuropas Totholzvorräte von 50 bis 200 fm/ha ermittelt wurden (in der Zerfallsphase sogar über 300 fm/ha), sind es in totholzreichen Wirtschaftswäldern nur noch 30 fm/ha, im totholzarmen Normalfall sogar nur noch etwa 1-5 fm/ha (ALBRECHT, 1991). Dieser in Urwäldern gewaltige Speicher an toter Biomasse, an Energie und anderen Ressourcen, kann für die Bodenentwicklung, den Wasserhaushalt, das Mikroklima, die Stoffkreisläufe und die Energieflüsse im Ökosystem Wald als sehr bedeutend eingeschätzt werden. In Europa ist Totholz in der Regel auf Durchforstungsrückstände in den Wirtschaftswäldern zurückzuführen (UTSCHICK, 1991).

Senilität und Konkurrenz sind für BURSCHEL (1992) die beiden wichtigsten Ursachen für das Vorkommen von Totholz in Naturwäldern unserer Breiten. Aber gerade derart entstandenes Totholz ist in Wirtschaftswäldern in nur sehr geringen Mengen vertreten. Auch Totholz aus Katastrophen wird meist aufgearbeitet und aus dem Wald entfernt. BURSCHEL (1992) sieht daher in Stöcken und Grobwurzeln sowie Totästen und Faulholz an lebenden Bäumen, jene Nischen, in denen die Totholzorganismen überleben können.

Für eine Klassifikation von Totholz sind für ALBRECHT (1991) vier Merkmale relevant:

- Baumart
- Holzdimension
- Zersetzungsmilieu
- Zersetzungsgrad

Besonders Tot-Starkholz stellt einen wertvollen Lebensraum für Tiere und Pflanzen dar, weil im dickeren Holzkörper die Innentemperatur und Wassergehalte weniger schwanken, Starkholz also für totholzbesiedelnde und -abbauende Tier- und Pflanzenarten ein „besser berechenbares“ Milieu als totes Schwachholz darstellt (ALBRECHT, 1991).

Liegendes Totholz, welches oft als Verjüngungssubstrat dient (Kadaver-Verjüngung), bietet erst ab einem bestimmten Verrottungsgrad Keimbettbedingungen an. Die Zersetzung verläuft nach Art, Stärke und räumliche Anordnung des Holzes schnell oder langsam. Leicht „angreifbare“ Holzarten, wie z. B. Buche, Birke, Weide und Pappel werden schnell zersetzt, Eiche, Douglasie und Thuje brauchen mehrere Jahrzehnte oder länger bis zur vollständigen Zersetzung (OTTO, 1994a). Die Zersetzung ist vorrangig von der Wärmezufuhr abhängig und läuft damit in tieferen Lagen schneller ab als unter den klimatischen Bedingungen der Hochlagen.

AMMER (1991) gibt die durchschnittliche Zersetzungsdauer bei Buche und Weichlaubhölzer mit 10 bis 20 Jahren und bei Eiche mit etwa 90 bis 100 Jahren an.

Totholz bietet aufgrund seiner ungeheuren Substratvielfalt Lebensraum für eine Großzahl hochspezialisierter Organismengruppen. Für AMMER (1991) wäre im Wirtschaftswald eine langfristige Anhebung des Totholzanteils auf 5 bis 10 fm/ha (das sind 1-2 % des Vorrates) möglich und (wirtschaftlich) vertretbar. Dabei sollte jeweils die Hälfte des toten Holzes in stehender Form und als Starkholz (mit Durchmessern über 20 cm) anfallen.

Waldbaulich gibt es einige Möglichkeiten für die Anreicherung von Totholz:

Begründung von Altholzinseln: Geeignete Altholzgruppen (per Definition Kollektive mit einem Durchmesser bis zu einer Baumlänge), deren natürliche Entwicklung und Zerfall bewusst in Kauf genommen werden, werden von der Holzernte nicht erfasst. Erst durch das Belassen vieler, räumlich naher Altholzgruppen kann Biotopvernetzung erreicht werden (FRANK, 1994). PFARR & SCHRAMMEL (1991) konnten zeigen, dass kleinere, totholzarme Bestände (untersucht wurden Größenordnungen von rund einem Hektar) in relativ totholzreicher Umgebung keine erkennbare Einschränkung des Lebensraumes für totholzbewohnende Insekten bewirken.

Belassen von Einzelbäumen: FRANK (1994) sieht im Belassen von Dürrlingen (z. B. als Spechtbäume und Brutbäume) innerhalb der Bestände – insbesondere in Laubholzbeständen – keine Gefahr aus Forstschutzgründen.

Belassung von ungeeigneten Sortimenten oder Baumarten ohne Nachfrage am derzeitigen Holzmarkt als stehendes Totholz: Eine weitere Möglichkeit der Totholzreicherung im Wald besteht nach FRANK (1994) durch das Belassen von Bäumen mit fehlerhaften Schaftformen, die nur mindere und nicht kostendeckende Sortimente ergeben. Für BURSCHEL (1992) kommen hierbei auch Bäume mit erkennbaren Faulstellen oder Symptomen, die auf Kernfäulen hinweisen, in Frage. Will man solche geringwertigen Bäume trotzdem entnehmen, besteht immer noch die Möglichkeit, sehr hohe Stöcke zur Vergrößerung des Totholzvorrates zu belassen, da das untere Stammstück in derartigen Fällen meist stark entwertet ist.

Eine Anreicherung von Totholz in Wirtschaftswäldern ist aber auch mit der Gefahr einer Vermehrung forstschädlicher Insekten, insbesondere Borkenkäfer, verbunden (PFARR & SCHRAMMEL, 1991). Sie untersuchten Fichten-Wirtschaftswälder mit dem Ziel, das Forstschutzrisiko – insbesondere durch Borkenkäfer – bei einer Erhöhung von Fichten-Totholz in Wirtschaftswäldern abzuschätzen. Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Forstschutzrisiko, das mit dem Belassen toten Fichtenholzes grundsätzlich besteht, durch Berücksichtigung des „Absterbezeitpunktes“ in vertretbaren Rahmen gehalten werden kann. Fichten, die im Herbst und Winter absterben (z. B. durch Sturmbruch oder Blitz), sind bis zum ersten Schwärmflug der Borkenkäfer im darauf folgenden Frühjahr soweit ausgetrocknet, dass sie von diesen nicht mehr als bruttaugliches Material erkannt werden.

Auch HARZ & TOPP (1999) sehen grundsätzlich die Möglichkeit einer Massenvermehrung von Schadinsekten durch eine Anreicherung von Totholz im Wirtschaftswald. Dies gilt v. a. in Sonnlagen bei günstigen klimatischen Voraussetzungen, während in Schattlagen die Voraussetzungen einer Gradation ungünstig sind. HARZ & TOPP (1999) empfehlen daher besonders in Sonnlagen, in denen es zu einer Anreicherung von stark dimensioniertem Totholz kommt, eine regelmäßige Überwachung der Bestände hinsichtlich Befall und Flugaktivität von Schadinsekten.

Für BURSCHEL (1992) entstehen im Wirtschaftswald durch die Anreicherung von Totholz noch eine Reihe weiterer Probleme. So wird oft stehendes Totholz von Waldbesuchern als störend und hässlich empfunden. Bei fortgeschrittenem Zersetzungsgrad besteht durch Umfallen und Brechen eine schwer einzuschätzende Gefahrenquelle für die Waldarbeit und auch für den Waldbesucher. Weiters können Streifschäden an gesunden Bäumen entstehen, die in weiterer Folge zur Eingangspforte für Holzzerersetzer werden. Auch weist er darauf hin, dass liegendes Totholz die Fäll- und Rückearbeiten erheblich erschweren kann.

Aus rein ökologischer Sicht ist jede Erhöhung des Totholzanteiles als positiv zu bewerten. Dabei ist für FRANK (1994) die Schaffung eines vielfältig texturierten Waldaufbaus mit vielfältig strukturierten Beständen, wie es im Konzept des sog. naturnahen Waldbaus vorgesehen ist, die Voraussetzung einer langfristigen Totholzbereitstellung.

Waldbauliche Eingriffe im Zuge der Bestandesbehandlung stellen wirkungsvolle Steuerungsmöglichkeiten zur Sicherung der strukturellen Vielfalt und ökologischen Stabilität in Wirtschaftswäldern dar. Einseitig durchgeführte Eingriffe (z. B. Niederdurchforstungen) wirken hingegen auf die räumliche Bestandesstruktur eher homogenisierend.

Durch geeignete waldbauliche Maßnahmen kann auch der Totholzanteil im Bestand erhöht werden. Totholz bietet aufgrund seiner ungeheuren Substratvielfalt Lebensraum für eine Großzahl hochspezialisierter Organismengruppen.

4.2.4 Auswirkungen auf die genetische Vielfalt

Seit Beginn der intensiven Waldnutzung treten immer stärker anthropogene Einflüsse in den Vordergrund: Naturnahe Wälder mit hoher genetischer Variabilität wurden oft durch genetisch eingeeengte, „naturferne“ Bestände ersetzt. Genetische Vielfalt innerhalb der Arten ist aber die Grundlage für deren Anpassungsfähigkeit und für die andauernde evolutionäre Entwicklung (LITSCHAUER, 1994). Durch Kahlschlagbetrieb und Kulturen mit ungeklärten und manchmal auch ungeeigneten Herkünften kommt es in weiterer Folge auch zu beträchtlichen Einengungen der Baumartenvielfalt (LITSCHAUER, 1997).

Waldbestände setzen sich aus einer Vielzahl genetisch unterschiedlicher Bäume zusammen. In einer sich ständig verändernden Umwelt unterliegen diese Bestände einem andauernden Anpassungsprozeß (GEBUREK, 1994). Dabei weisen besser an die jeweils herrschenden Umweltbedingungen angepasste Bäume eine höhere Vitalität auf und fruktifizieren reichlicher als kümmernde Individuen. Voraussetzung der Anpassungsvorgänge ist eine ausreichend große genetische Diversität innerhalb der Bestände. Ist die genetische Diversität gering, kann bei einer Änderung der Umweltbedingungen aus einer vormals angepassten Population eine nicht angepasste werden. Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit sind demnach getrennt zu behandelnde Begriffe (GEBUREK, 1994).

Ein System besitzt laut GREGORIUS (1997) dann „Angepasstheit“ an die jeweiligen äußeren Bedingungen, wenn es auf derartige Bedingungen in einer, seine Identität bzw. Integrität nicht beeinträchtigenden Weise zu reagieren vermag. Dabei „kann die Identität eines Ökosystems als die Gesamtheit aller durch seine charakteristischen externen Bedingungen bestimmten Kennzeichen seines Stoff-, Energie- und Informationshaushaltes verstanden werden“. Die zur Erlangung und Erhaltung von Angepasstheit an die äußeren Bedingungen dienenden Prozesse werden nach GREGORIUS (1997) als „Anpassung“ bezeichnet. War der Anpassungsprozess erfolgreich, konnte also eine dauerhafte Angepasstheit erreicht werden, so spricht man von „Anpassungsfähigkeit“ an die zugehörigen Bedingungen.

Nach GEBUREK (1994) kann jeder Forstbetrieb die genetische Anpassungsfähigkeit seiner Bestände erhöhen, wenn bestimmte Prinzipien bei der Bewirtschaftung berücksichtigt werden. Denn genetische Eigenschaften und damit die Anpassungsfähigkeit werden mit der Wahl der Verjüngungsart und der Bestandesbehandlung bis hin zur Wiederverjüngung bewusst oder auch unbewusst maßgeblich beeinflusst.

Die Naturverjüngung wird als einfachste und wirkungsvollste Maßnahme zur Weitergabe genetischer Information an nachfolgende Generationen gesehen. Durch Naturverjüngung wird auch eine dynamische Anpassung der genetischen Strukturen an Umweltänderungen erreicht (LITSCHAUER, 1994). Derartige Maßnahmen, deren Ziel die Erhaltung und Verjüngung des Altbestandes am selben Ort ist, werden von JANSSEN & WEISGERBER (1992) als „In-situ-Maßnahmen“ bezeichnet. Für LITSCHAUER (1994) sind dabei die entscheidenden Kriterien zur Beurteilung des Generhaltungserfolges die Dauer des Verjüngungszeitraumes und die Kontinuität der Verjüngung. Je länger der Verjüngungszeitraum, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die volle genetische Information in der Folgegeneration repräsentiert wird.

Bei der künstlichen Waldverjüngung sind der Erfolg, die Bestandesstabilität und damit letztlich auch der Ertrag vom standörtlich geeigneten Vermehrungsgut hoher Anpassungsfähigkeit in entscheidenden Maß abhängig (GEBUREK, 1994).

Durch Auswahlvorgänge (z. B. Durchforstungen) während der Bestandesentwicklung bestimmen Stufigkeit der Bestandesstrukturen, räumliche Verteilung der in Konkurrenz befindlichen Individuen von Jungwüchsen sowie Durchforstungsrichtlinien das Ausmaß möglicher Verluste an genetischer Variation. Nach HOSIUS (1993) kann eine Auslesedurchforstung nachweislich die genetische Zusammensetzung des verbleibenden Bestandes verändern. Er beurteilt den Einfluss dieser forstwirtschaftlichen Maßnahme auf die genetische Diversität aber als gering. Soll ein selektiver Effekt der Durchforstung vermieden werden, so sind Stammzahlreduktionen systematisch durchzuführen, wie dies z. B. bei Durchforstungen von Generhaltungsbeständen vorgeschlagen wird (FAO 1992, zitiert von GEBUREK, 1994).

Waldbewirtschaftungsmaßnahmen können die genetischen Eigenschaften und damit die Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen maßgeblich beeinflussen. Dabei zeigen sowohl die Wahl der Verjüngungsart (Natur- oder Kunstverjüngung) als auch die Art der Bestandesbehandlung (z. B. Auslesedurchforstung) bis hin zur Wiederverjüngung entscheidende Wirkungen.

4.2.5 Auswirkungen auf Biomassen- und Nährstoffverhältnisse

Mit dem Entzug von Biomasse durch Nutzungen von Holz und anderen Waldprodukten werden immer wieder Ungleichgewichte geschaffen, die zu einer Destabilisierung des Systems führen können (ULRICH, 1986, zitiert bei THOMASIUS, 1988). Dabei tritt die Frage nach der absoluten Höhe des vertretbaren Entzuges organischer Substanzen, die bekanntermaßen die Energiequelle für die Mikroorganismen darstellen, sowie der chemischen Zusammensetzung der entnommenen Stoffe und damit der Beeinträchtigung bio-geochemischer Kreisläufe auf (THOMASIUS, 1988).

Jedes Waldökosystem hat hinsichtlich der Aufrechterhaltung seiner Kreislaufsysteme bestimmte Toleranzgrenzen (Selbstregulierung), innerhalb welcher die Systeme mehr oder weniger stabil sind bzw. sich den Veränderungen noch anpassen können. Wird beispielsweise aber diese Stabilitätsgrenze (THOMASIUS, 1980, zitiert bei HOCHBICHLER et al., 1994) der Nährelementzirkulation durch einen übermäßigen Entzug an Biomasse überschritten, so ist mittelfristig mit einem Absinken des Produktionsniveaus zu rechnen, sofern das entstandene Defizit an umlaufenden Nährelementkapital nicht aus anderen Quellen (Verwitterung, atmosphärischer Eintrag usw.) abgedeckt werden kann (HOCHBICHLER et al., 1994).

In einer nachhaltigen Forstwirtschaft ist der Nährstoffkreislauf in den Waldökosystemen, vor allem der Anfall und die Umsetzung toter, organischer Substanzen, ein entscheidender Faktor für die Produktivität der Waldstandorte. Jeder forstliche Eingriff führt zu Veränderungen der bestehenden Nährstoffverhältnisse, wobei je nach Art und Intensität der Eingriffe sowohl positive als auch negative Effekte erzielt werden können. Entscheidend dabei ist, ob im Zuge dieser Eingriffe dem Waldökosystem Biomasse entzogen oder im Bestand belassen wird. Unterschiede im Nährstoffgehalt in Baumteilen bzw. der toten organischen Substanz bewirken bei deren Entzug auch eine unterschiedliche Gewichtung in der Beeinflussung des Nährstoffhaushaltes bzw. des Nährstoffkreislaufes (KRAPPENBAUER, 1979). Eine Untersuchung der einzelnen Baumteile auf ihre Nährstoffgehalte ergibt folgende Reihung, beginnend mit dem höchsten Nährstoffgehalt (nach KRAPPENBAUER, 1989b):

1. Nadeln
2. Rinde
3. Zweige
4. Grünäste
5. Trockenäste
6. Holzmasse

Baumkrone und -rinde besitzen also den höchsten Nährstoffgehalt. Der Schlagabraum, der im wesentlichen aus Kronenteilen besteht, stellt deshalb ein wichtiges ökologisches Kapital dar, das dem Standort erhalten bleiben sollte (BURSCHEL & HUSS, 1987).

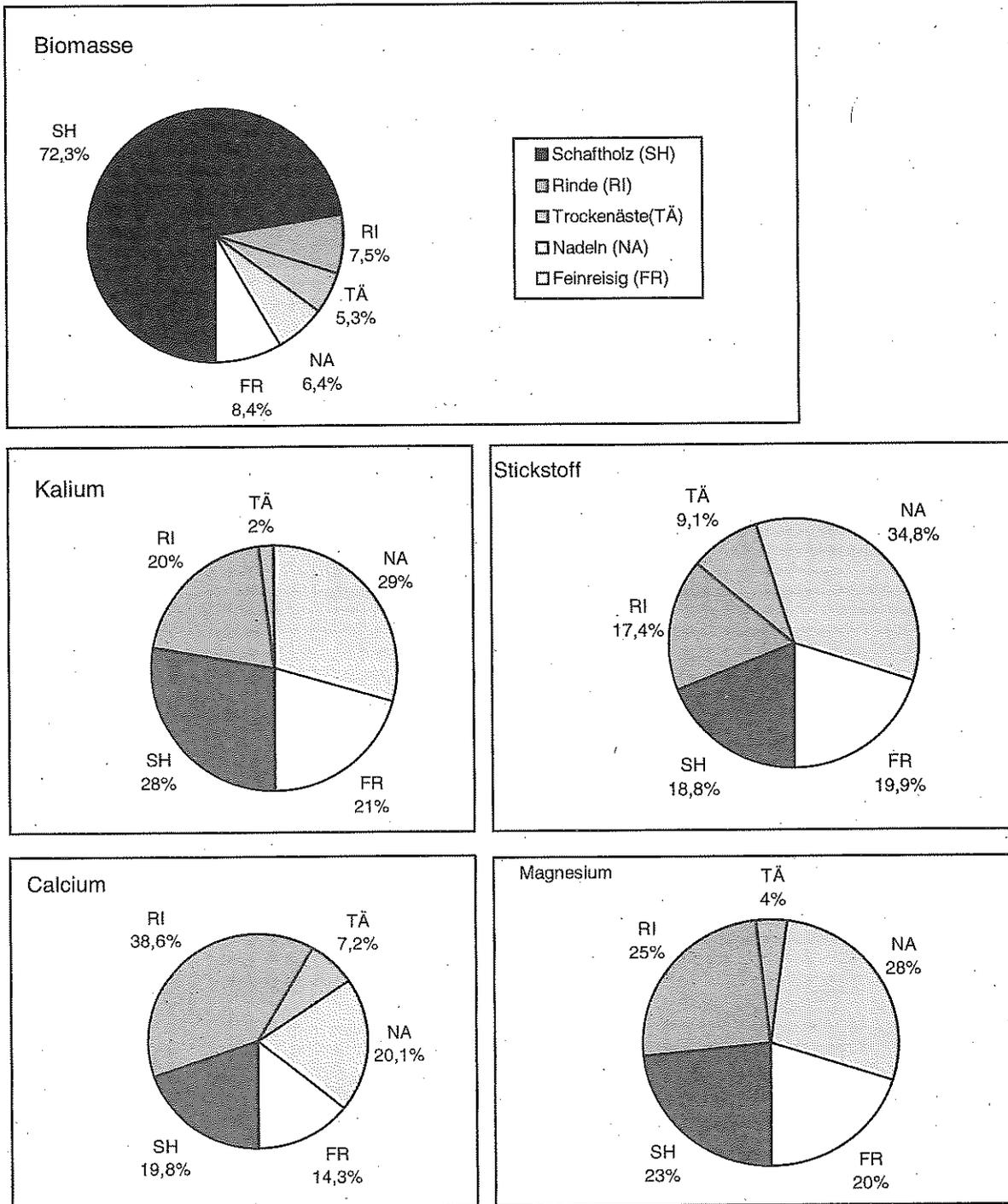
In Abbildung 4.2-1 sind die prozentuellen Biomassenanteile (Schaftholz: SH, Rinde: RI, Trockenäste: TÄ, Nadeln: NA und Feinreisig: FR), sowie der prozentuelle Anteil dieser Biomassenbestandteile an den enthaltenen Nährstoffen (Stickstoff, Kalium, Kalzium und Magnesium) am Beispiel eines 48jährigen Fichtenbestandes dargestellt.

Aus Abbildung 4.2-1 ist ersichtlich, dass der Anteil von Nadeln und Feinreisig an der Gesamtbiomasse etwa 15 % beträgt. Bei einer Entnahme dieser Baumteile werden ca. 55 % des Elementes Stickstoff, 50 % des Kalium, 48 % des Magnesiums und 35 % des Calciums entzogen. Der Entzug von Schaftholz (72 % der Gesamtbiomasse) hat im Vergleich dazu nur geringe Nährstoffverluste zur Folge.

Die für den Nährstoffhaushalt schonendste Form der forstlichen Nutzung ist demnach die Entnahme des Stammholzes ohne Rinde. Bei Durchforstungen ist es unter bestimmten (wirtschaftlichen) Voraussetzungen sogar vorteilhafter, die gesamte Biomasse am Ort ihrer Entnahme zu belassen.

Während bei Durchforstungen - eine alleinige Entnahme des Derbholzes vorausgesetzt - sogar ein beachtlicher Düngungseffekt hervorgerufen werden kann (KRAPPENBAUER, 1989b), steigt mit jeder zusätzlichen Entnahme von Biomasse (Rinde, Äste, benadelte Zweige, bis hin zur Stock- bzw. Wurzelholznutzung) der Entzug an Nährstoffen stark an. Auch in der Vornutzung wird grundsätzlich zwischen der Voll- und Ganzbaumnutzung unterschieden: Bei der Vollbaumnutzung wird der Stamm mit Rinde und Reisig, ggf. einschließlich Nadeln, genutzt; bei der Ganzbaumnutzung zusätzlich noch der Stock mit Teilen des Wurzelwerks. Der gravierende ökologische Unterschied ist der mit der Stockrodung verbundene mechanische Eingriff in den Boden bei der Ganzbaumnutzung (ULRICH, 1981). Die Vollbaumnutzung wird sowohl in der Vor- als auch Endnutzung eingesetzt, die Ganzbaumnutzung bleibt auf die Endnutzung beschränkt (KRAPPENBAUER, 1981).

Wenn die Entrindung außerhalb des Schlages erfolgt und der Schlagabraum auf Teilflächen zusammengeräumt oder verbrannt wird, entsprechen die Nährstoffentzüge nahezu jenen der Vollbaumnutzung (ULRICH, 1981). Auf der abgeräumten Teilfläche entspricht die Intensität der Biomassenutzung der Vollbaumnutzung.

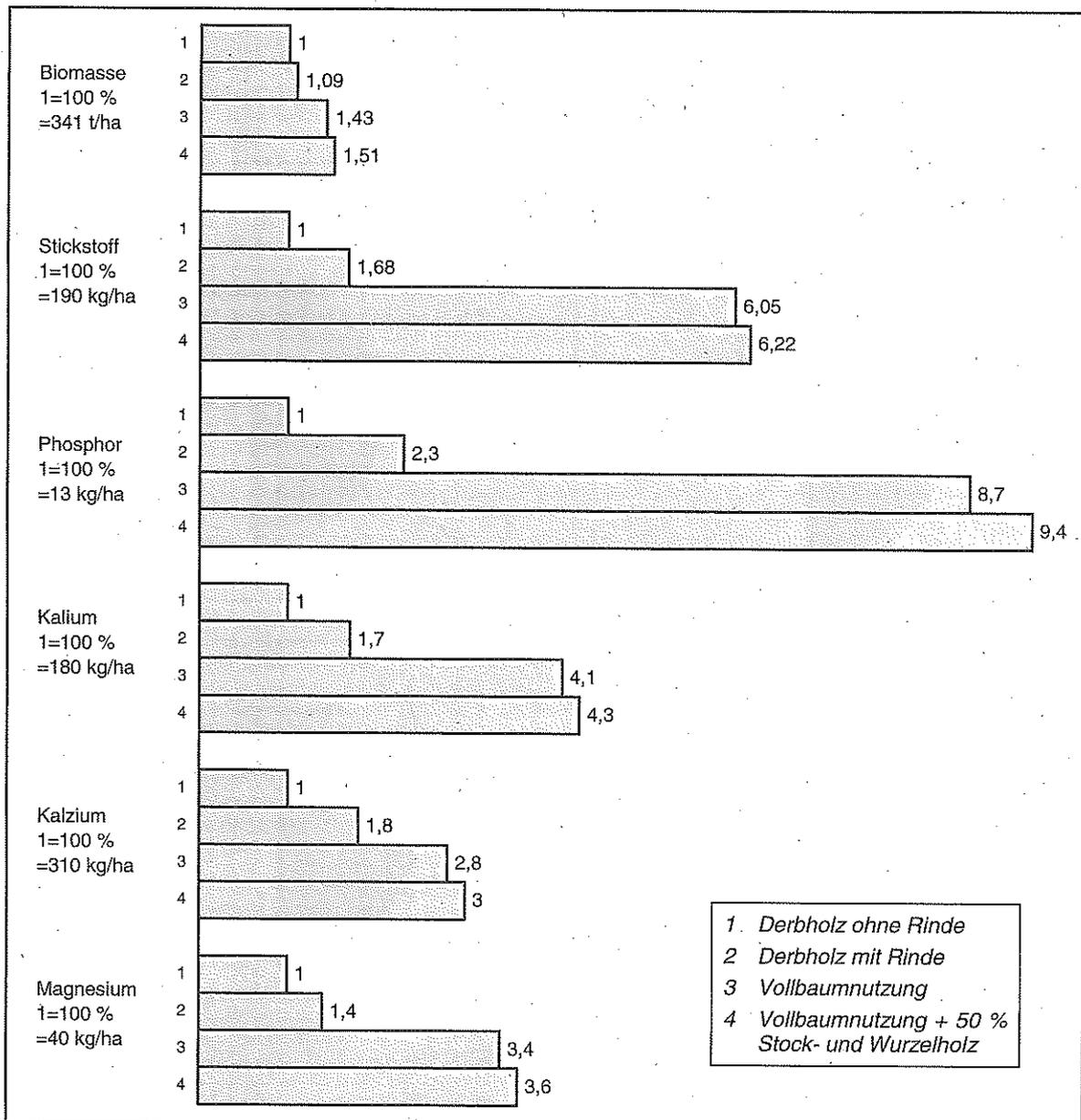


Quelle: nach LICK (1988); aus KRAPPENBAUER (1989b), E.D.

Abb. 4.2-1: Biomassen- und Nährstoffanteile an der Durchforstungsmasse (21,1 % der Bestandesmasse eines 48jährigen Fichtenbestandes)

KREUTZER (1980) hat sich u. a. mit den Problemen des Nährstoffentzuges bei verschiedenen Nutzungsintensitäten befasst. Er hat den potenziellen Entzug an Biomasse und an Nährrelementen für eine Fichtenbetriebsklasse, I. Bonität (Durchschnittlicher Gesamtzuwachs: 12,1 Vfm) mit Durchforstungen, während einer 80-jährigen Umtriebszeit für vier Nutzungsintensitäten modelliert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4.2-2 zusammengefasst.

Abbildung 4.2-2 zeigt, dass bereits durch die Holzentnahme in Rinde (Intensitätsstufe 2) der Nährstoffaustrag für folgende Elemente um Faktoren $N = 1,7$; $P = 2,3$; $K = 1,7$; $Ca = 1,8$; $Mg = 1,4$ ansteigt. Die Biomasseentnahme beträgt lediglich um 9 % mehr als bei der Holzentnahme ohne Rinde. Mit der Entnahme von Rinde, Ast-, Reisholz und Nadelmasse (Intensitätsstufe 3: Vollbaumnutzung) schnellert der Entzug der Nährstoffe auf folgende Vielfache hinauf: $N = 6,05$; $P = 8,7$; $K = 4,1$; $Ca = 2,8$; $Mg = 3,4$. Dabei steigt die Biomasseentnahme aber nur um den Faktor 1,43, also um 43 %, an. Durch eine Ganzbaumnutzung (= Vollbaumnutzung plus Entnahme von 50 % des Stock- und groben Wurzelholzes) erhöht sich die Entnahme von Nährstoffen nur noch um etwa 8 %.



Quelle: Kreutzer (1980), E.D.

Abb. 4.2-2: Näherungswerte des Entzuges von Biomasse und Nährstoffen bei verschiedenen Nutzungsintensitäten, relative Werte im Verhältnis zu Derbholz ohne Rinde

Die veröffentlichten Daten von KREUTZER (1980) liefern allerdings keine Möglichkeit einer gesonderten Beurteilung der Durchforstungsmaßnahmen auf Biomassenverluste und Nährstoffaustrag. KRAPPENBAUER (1981) erfasst für eine Fichten-Betriebsklasse der 10. Absolutbonität nicht nur die Biomassenverluste und den Nährstoffentgang für die unterschiedlichen Nutzungsintensitäten, sondern beschreibt auch die Auswirkung der Durchforstungseingriffe. Die von ihm unterstellten Intensitätsstufen unterscheiden sich nur in Stufe 4 von jenen KREUTZERs (1980). Stufe 4 ist bei KRAPPENBAUER (1981) eine Vollbaumnutzung ohne Nadelmasse.

So errechnete KRAPPENBAUER (1981), dass die Nutzung des Derbholzes in Rinde etwa den doppelten Nährstoffaustrag verursacht gegenüber der Nutzung des Derbholzes ohne Rinde. Bei der Vollbaumnutzung steigt der Entzug auf das sechsfache. Könnte man die Nadelmasse absondern, wäre der Austrag gegenüber der Vollbaumnutzung nur halb so groß.

HOCHBICHLER et al. (1994) versuchten anhand einer Biomassen- und Nährelementinventur in einem Buchendurchforstungsbestand, die Auswirkungen von verschiedenen Bestandespflegemaßnahmen in Kombination mit unterschiedlichen Nutzungsintensitäten auf ein Laubwaldökosystem darzustellen. Ein Teil der Arbeit bestand in der rechnerischen Simulation von Biomasse- und Nährstoffentzügen im Rahmen einer Nieder- und Auslesedurchforstung mit verschiedenen Nutzungsintensitäten. Demnach wird im Zuge der Auslesedurchforstung in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität gegenüber der Niederdurchforstung die 1,6 bis 1,8fache Biomasse und 1,4 bis 1,8fache Nährstoffmenge entnommen. Weiters zeigte sich, dass einer über das Derbholz in Rinde hinausgehenden Biomassenentnahme ein unverhältnismäßig höherer Entzug an Nährstoffen gegenübersteht. So errechnete sich für die Auslesedurchforstung bei einem Mehranfall von Biomasse in der Höhe von 10-20 % gegenüber der Derbholznutzung in Rinde eine Erhöhung der Nährstoffentzüge um den Faktor 1,1 bis 1,7. Tabelle 4.2-1 liefert einen Überblick über die Biomassen- und Nährstoffentzüge.

Tab. 4.2-1: Biomasse- und Nährstoffentzüge in Prozent der Gesamtbiomasse und den darin gespeicherten Nährstoffmengen bei der Nieder- (NDF) und Auslesedurchforstung (ADF) und verschiedenen Nutzungsintensitäten (A = Derbholz in Rinde; B = A + Astholz und Grobreisig in Rinde; C = B + Feinreisig in Rinde + Zweige)

Durchforstungsvariante		Biomasse (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
NDF-Variante	A	5,9	3,0	2,0	4,1	5,0	4,4
	B	7,6	4,8	3,0	5,6	7,0	5,8
	C	8,2	5,9	4,2	6,3	7,9	6,4
ADF-Variante	A	10,9	5,4	3,6	7,5	9,0	8,0
	B	12,2	6,8	4,4	8,6	10,7	9,2
	C	12,9	8,4	6,3	9,7	12,0	10,0

Quelle: HOCHBICHLER et al. (1994), E.D.

Unterschiede in der Vor- und Endnutzung

In Annäherung an die Berechnungen KRAPPENBAUERs (1981) kann man ableiten, dass über die Durchforstungsmasse bei Vollbaumnutzung mit der Gewichtseinheit im Mittel etwa die doppelten Nährstoffmengen bei der Vornutzung gegenüber der Endnutzung entzogen werden. Die absoluten Zahlen der Entnahme stellen sich für den Modellbestand 10. Absolutbonität Fichte, 100 jähriger Umtrieb, folgendermaßen dar:

Biomasse Durchforstung:	Derbholz ohne Rinde = 129 t/ha
	Vollbaumnutzung = 206 t/ha
Biomasse Endnutzung:	Derbholz ohne Rinde = 297 t/ha
	Vollbaumnutzung = 364 t/ha

Die über die Vornutzungen entnommene Biomasse beträgt für die vier Nutzungsintensitätsstufen zwischen 30 % und 36 % der gesamten Nutzung. In diesen relativen Zahlen kommt zum Ausdruck, dass bei den Vornutzungen der Schlagrückstand höher ist. Damit steht laut KRAPPENBAUER (1981) auch der höhere Nährstoffaustrag bei Durchforstungen im Vergleich zur Endnutzung im Zusammenhang.

KRAPFENBAUER (1981) weist darauf hin, dass viele Fichtenbeständen in Österreich überwiegend auf eher nährstoffarmen Standorten stocken, also über keine nennenswerten Reserven an nachlieferbaren Nährstoffen im Boden verfügen. Eine Durchforstung auf solchen Standorten ohne ökosystemwirksamen Ersatz der entzogenen Nährstoffe würde unvermeidlich – und zwar bereits während der Umtriebszeit – zu Ertragsrückgängen führen, insbesondere dann, wenn die Durchforstung in Form von Vollbaumnutzungen durchgeführt wird.

Jeder forstliche Eingriff führt zu Veränderungen der bestehenden Biomasse- und Nährstoffverhältnisse. Während ein Belassen der genutzten Biomasse im Bestand zu einem „Düngungseffekt“ führt, steigt mit jeder zusätzlichen, über die reine Holzmasse hinausgehenden Entnahme von Biomasse (Rinde, Äste, benadelte Zweige, bis hin zur Stock- bzw. Wurzelholznutzung) der Entzug an Nährstoffen stark an. Dies kann zu einer Destabilisierung des Systems und zu Ertragsrückgängen führen.

4.2.6 Gegenüberstellung verschiedener ökologischer Auswirkungen von waldbaulichen Eingriffen im Zuge der Bestandesbehandlung

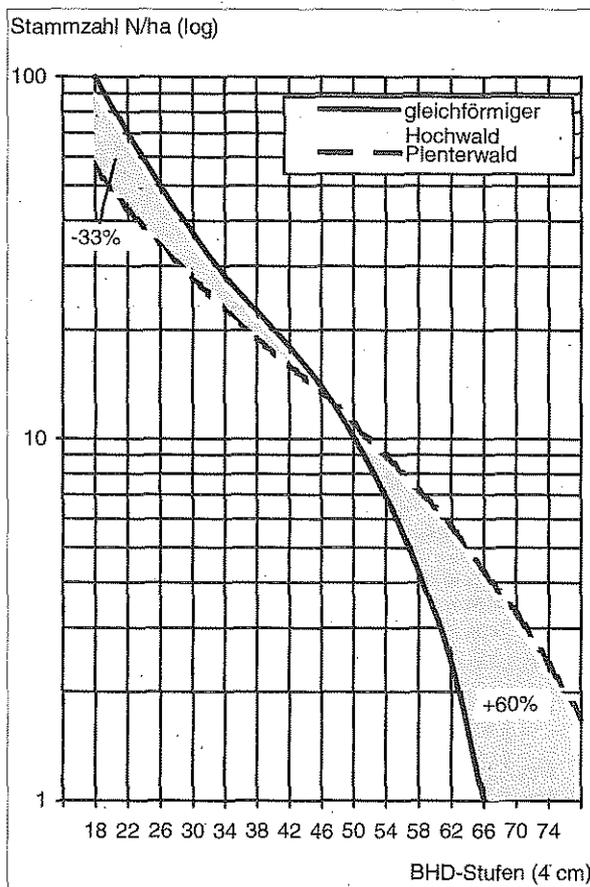
Tab. 4.2-2: Zusammenfassende Darstellung der ökologischen Wirkungen von waldbaulichen Eingriffen im Zuge der Bestandesbehandlung

Wirkungen auf	Mögliche ökologische Auswirkungen	
	von	bis
Bestandesstabilität	Durchforstungen stören das Bestandesgefüge immer, die kollektive Stützfunktion wird gemindert, die Oberflächenrauigkeit des Kronendaches erhöht, der Kronenkontakt geringer und der Bestockungsgrad reduziert. Die Bestandesstabilität ist in starkem Maße von den Baumarten, der Bestandesdichte, dem Alter, der Mischung und der Vertikalstruktur der Bestände abhängig. Dabei sind die Auswirkungen der Eingriffe oft weniger ökologischer Art, als vielmehr wirtschaftlicher.	
	<p>weite Pflanzverbände und/oder Läuterung und Durchforstung in der Jugend führen zu einer höheren Stabilität gegenüber Schneeschäden bzw. zu einer höheren Sturmfestigkeit im fortgeschrittenen Alter;</p> <p>die aufgrund von kleinflächigen Störungen in Folge von Sturm- bzw. Schneeschäden entstandenen Lücken können die ökologischen Verhältnisse im Bestand positiv beeinflussen;</p>	<p>enge Pflanzverbände und/oder eine Verzögerung der Stammzahlregulierung bis in die Stangenholzphase bzw. nicht durchgeführte Durchforstungseingriffe können zu einer geringeren Sturmfestigkeit bzw. Stabilität gegenüber Schneeschäden führen;</p> <p>durch Sturmschäden kann es zu einer Entmischung kommen, oft zusätzlich zu einer Entmischung in Folge des eigentlichen Bestandeseingriffs;</p> <p>durch flächenhafte Schäden infolge einer Durchforstung kann das Ökosystem „künstlich“, da durch den Eingriff verursacht, in ein initiales Stadium zurückgesetzt werden;</p>
Ökologische Verhältnisse	Bestandeseingriffe führen zu Veränderungen der ökologischen Bedingungen. Je nach Art und Stärke der Eingriffe wird das Ökosystem Wald unterschiedlich beeinflusst. Dabei sind die Wirkungen bei schwächeren Durchforstungseingriffen oft nur von kurzer Dauer, da sich das Kronendach meist relativ schnell wieder schließt.	
	<p>günstige lichtökologische Wirkungen für Verjüngung, Bodenvegetation und Strauchschicht: Zunahme der Artenvielfalt (erhöhtes Äsungsangebot), Erhaltung von bestimmten Mischungsstrukturen (Verjüngung von schattentoleranten Baumarten), allgemeine Verbesserung der Lebensraumvielfalt;</p> <p>Verbesserung des Streuabbaus durch günstigere Wärmeverhältnisse im Boden und in bodennahen Luftschichten;</p> <p>Förderung der biologischen Bodenaktivität;</p> <p>eine Verhinderung bzw. die Auflösung von Überdichten (hauptsächlich in Nadelholzbeständen) führt durch eine Verringerung der Interzeption zu einer positiven Beeinflussung des Wasserhaushaltes in der obersten Bodenschicht;</p> <p>Laubbäume zeigen aufgrund des höheren Stammabflusses eine günstigere Wirkung auf den Wasserhaushalt als Nadelbäume;</p> <p>durch Öffnen des Kronendaches gelangt mehr Schnee auf den Boden, der Boden friert weniger tief ein und erwärmt sich im Frühjahr früher;</p>	<p>durch verbesserte Lichtverhältnisse kann sich verjüngungshemmende Bodenvegetation einstellen und dadurch eine spätere Einleitung der natürlichen Verjüngung beeinträchtigen;</p> <p>bei einer Entmischung zugunsten von Nadelbäumen geht ein Teil des für den Wasserhaushalt günstigen Stammabflusses bei Laubbäumen verloren;</p> <p>sehr dichte Bodenvegetation kann zu erheblichen Interzeptionsverlusten führen und die positive Wirkung der Durchforstung zumindest teilweise wieder aufheben;</p>

Da gerade die Nutzungskosten von Holz schwacher Dimension die Betriebserträge negativ belasten, wird diese Produktionsökonomie des Plenterwaldes von SCHÜTZ (1992) als besonderer Vorteil hervorgehoben.

Für SCHÜTZ (1996) ist das Plenterwaldmodell als Produktionskonzept daher ein ideales Beispiel für biologische Rationalisierung. Es verbindet die Vorteile der Selbststeuerung unter Ausnützung der natürlichen Erneuerung und des spontan aufwachsenden Nachwuchses mit der gleichzeitigen Verwirklichung des Konzentrationsprinzips (siehe Kapitel 4.5) in mindestens zweifacher Hinsicht (SCHÜTZ, 1992):

- In der Jungwuchs- und Dickungsphase wird nur der absolut notwendige Nachwuchs gefördert, ausgehend von der mehr oder weniger überall vorkommenden (wenn auch nicht flächendeckenden) Verjüngung. Das gleiche gilt sinngemäß für die Stangenholzphase. Weil in dieser Entwicklungsstufe die Stangen praktisch nur einzeln nachgezogen werden, sind im Plenterwald erheblich geringere Stammzahlen in diesen nutzungsstechnisch ungünstigen Dimensionen vorhanden – und zwar ein Drittel weniger – als im Altersklassenwald (siehe Abbildung 4.3-2).
- Die Konzentration der Wertleistung auf wenige Starkhölzer.



Voraussetzungen (SCHÜTZ, 1992): Gleichförmiger Hochwald: Nachhaltig aufgebautes Ertragstafelmodell für Fi; Oberhöhenbonität 22; Umtriebszeit 110 J.; dies entspricht einem mittleren Vorrat von 309 m³/ha; Plenterwaldbetrieb: Im Plentergleichgewicht stehende Stammzahlverteilung für typische Fichten-Tannen Plenterbestockung Typ Couvet Nordhang, Modell mit normaler Auslesetätigkeit und ortsüblicher Eingriffsstärke;

Quelle: Schütz (1992), E.D.

Abb. 4.3-2: Stammzahlhaltung von Plenterwäldern gegenüber Altersklassenwald: im Plenterwald sind um ein Drittel weniger Stämme in den nutzungsstechnisch ungünstigen Dimensionen vorhanden als im Altersklassenwald

Unter dem Aspekt einer geringeren Industrieholz- und einer höheren Starkholzproduktion ist also eindeutig ein Vorteil des Plenterwaldes in der Sortimentszusammensetzung gegenüber dem Schlagwald erkennbar. Dies zeigen auch Sortimentsvergleiche von KNOKE (1998) im Kreuzberger Gemeindewald (Fichte, Tanne, Buche) und von MOHR & SCHORI (1999)

durchgeführte Untersuchungen der Zusammensetzung der Nutzungen in den Betriebsteilen Femelschlag und Plenterwald im Staatsforstbetrieb des ehemaligen Forstkreises Bern (Fichte, Tanne, Buche). Bezogen auf die Sortimentsverteilung zeigen die beiden Untersuchungen folgendes Bild:

Tab. 4.3-1: *Sortimentsvergleiche im Kreuzberger Gemeindewald (KNOKE, 1998) und im Staatsforstbetrieb des ehemaligen Forstkreises Bern (MOHR & SCHORI (1999))*

Sortiment	KNOKE (1998)		MOHR & SCHORI (1999)	
	Plenterwald	Schlagwald	Plenterwald	Femelschlag
Stammholz	82,4 %	81,2 %	78 %	67 %
Brennholz	7,9 %	6,3 %	13 %	18 %
Industrieholz	9,7 %	12,5 %	9 %	15 %

Quellen: KNOKE (1998), MOHR & SCHORI (1999), E.D.

Neben diesen Vorteilen in der Sortimentsstruktur des Plenterwaldes sprechen aber auch noch andere betriebswirtschaftliche Gründe für die Anwendung dieser Betriebsform. Wie auch schon für SCHÜTZ (1992) ergeben sich auch für MOHR & SCHORI (1999) die Vorteile des Plenterwaldes aus den wesentlich niedrigeren Kultur- und Pflegekosten, während die Holzernte in den Betriebsteilen Femelschlag und Plenterwald ungefähr die gleichen Kosten verursacht. Die niedrigeren Pflegekosten resultieren nach BURSCHEL & HUSS (1987) daraus, dass der Anteil der Vornutzungen im Plenterwald deutlich geringer ist als im Schlagwald.

Alle bisher dargestellten ökonomischen Vergleiche fielen bisher zugunsten des Plenterwaldes aus. Dies gilt allerdings nur solange der Plenterwald auch standortgemäß ist und sich aus Schattenbaumarten zusammensetzt. Das Plenterwaldmodell kann daher nicht als die generell vorteilhaftere Waldbewirtschaftungsform dargestellt werden. SCHÜTZ (1996) sieht im Plenterwaldmodell zwar nach wie vor das ideale Konzept für die große Mehrheit unserer Bergwälder im Verbreitungsgebiet der Nadelbaum-Mischwälder, auf Laubbaumstandorten ist dieses Konzept aber im allgemeinen mit großen Nachteilen verbunden (SCHÜTZ, 1992).

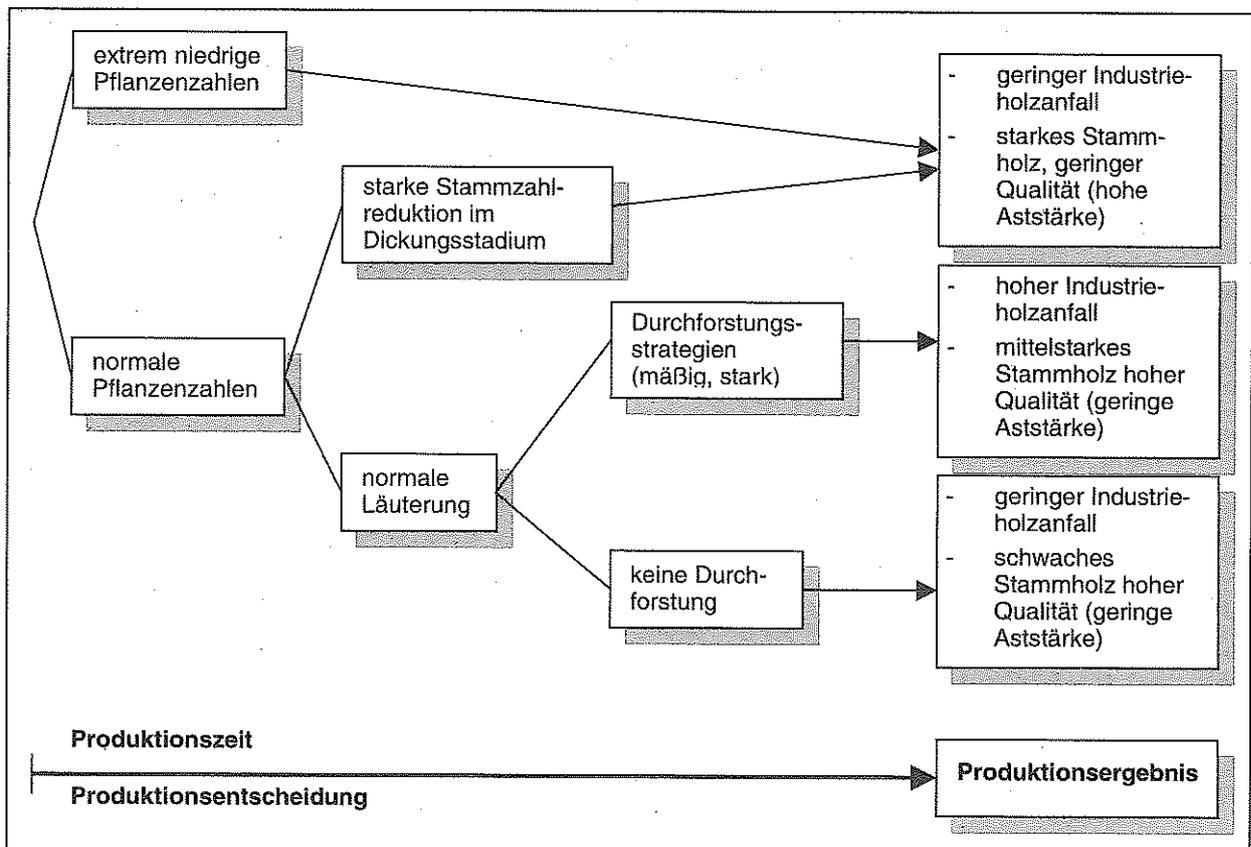
SCHÜTZ (1996) fasst die Nachteile und Grenzen dieses Modells wie folgt zusammen:

- Das System ist - außer in der subalpinen Stufe - nicht natürlich. Es benötigt hohe Investitionen für seine Verwirklichung.
- Der Plenterwald bietet wenige Möglichkeiten für maschinelle Rationalisierung (z. B. Einsatz des Vollernters).
- Hohe Schalenwildbestände bedeuten eine besonders starke Gefährdung.
- Auf Standorten mit Verunkrautungstendenzen bestehen Schwierigkeiten bei der Verjüngung.
- Das Modell eignet sich nicht für Bestockungen mit einem hohen Anteil an Laubhölzern, da für die Einleitung der Verjüngung eine starke Reduktion des Vorrates notwendig ist, was die Wertleistung und Holzqualität erheblich einschränkt.

Ökonomische Bedeutung des Industrieholzes in Endnutzungshieben:

Die bisherigen Ausführungen dieses Kapitels haben gezeigt, welche Auswirkungen die Wahl einer bestimmten Betriebsform, dargestellt durch die Produktionskonzepte Schlagwald und Plenterwald, über die Sortimentszusammensetzung auf die ökonomische Situation eines Betriebes haben kann.

Im folgenden soll kurz dargestellt werden, welchen Einfluss der Industrieholzpreis auf den Deckungsbeitrag ausübt.



Quelle: MOOG (1993), E.D.

Abb. 4.3-3: Mögliche Entscheidungsabfolgen bei der Bestandesbehandlung

Aus wirtschaftlichen Gründen wird ein Forstbetrieb bei der Endnutzung vor die Entscheidung gestellt, das anfallende Industrieholz aufzuarbeiten oder auf der Fläche zu belassen. Ein Ziel des Betriebes ist es, den Deckungsbeitrag dieses Sortimentes zu maximieren (MOOG, 1993). Wenn kein Industrieholz im Schlag verbleibt, wird dieser Deckungsbeitrag durch den Erlös für das Industrieholz und die Kosten der Ausformung der Industrieholzsortimente und des Rückens bestimmt. Verbleibt aber Industrieholz unaufgearbeitet im Schlag, können dadurch weitere Kosten entstehen, z. B. Mehrkosten beim Rücken des Stammholzes, Mehrkosten von nachfolgenden Kulturmaßnahmen (Schlagräumung, Pflanzkosten) und Mehrkosten durch evtl. notwendige Forstschutzmaßnahmen (MOOG, 1993).

4.3.2 Beeinflussung der Industrieholzproduktion durch verschiedene Methoden der Bestandespflege

Nach LEIBUNDGUT (1984) soll eine Aufgabe der Waldbewirtschaftung sein, zu einem möglichst großen Anteil hochwertiger und verhältnismäßig geringe Gewinnungskosten verursachender Sortimente zu führen. Die Durchforstung erbringt zwar auch sofortige Erlöse, der wesentliche Anteil ihrer Wirkung liegt aber gerade darin, dass die bei folgenden Durchforstungen bzw. bei der Endnutzung zu erzielenden Erlöse ebenfalls beeinflusst werden (JOHANN & POLLANSCHÜTZ, 1980). Die Durchforstung verspricht Erfolge in bezug auf die Wertleistung der Bestände durch eine Konzentration der Produktion auf die wirtschaftlich wertvollen Bäume (LEIBUNDGUT, 1984).

Zusammengefasst können mit der Durchforstung von Beständen nach MOOG (1993) verschiedene Zielsetzungen verfolgt werden:

Tab. 4.3-2: Zielsetzungen bei der Durchforstung

technisch	ökonomisch
Förderung des Durchmesserzuwachses	Erhöhung des Endnutzungserlöses
Förderung der Stabilität	Minderung der Kalamitätskosten
Ernte verkaufsfähiger Sortimente	Erzielung eines Deckungsbeitrages

Quelle: MOOG (1993), E.D.

Eine von MOOG (1993) zusammengestellte, mögliche Entscheidungsabfolge bei der Bestandesbehandlung (Abbildung 4.3-3) zeigt, unter starker Vereinfachung der realen Verhältnisse, die Handlungsmöglichkeiten eines Forstbetriebes hinsichtlich der Gestaltung der forstlichen Produktion in einem Bestand über eine Produktionszeit (Kultur bis Endnutzung).

Der Industrieholzanfall kann durch derartige Entscheidungen langfristig, aber auch kurzfristig beeinflusst werden. Der Forstbetrieb kann in mittelalten Beständen Durchforstungen durchführen oder unterlassen und damit kurzfristig sein Industrieholzangebot vermindern. Langfristig haben Forstbetriebe die Möglichkeit, auf Neukulturflächen und Dickungsflächen durch entsprechende Entscheidungen die Industrieholzproduktion zu beeinflussen (MOOG, 1993).

Der von MOOG (1993) konstruierte Entscheidungsbaum zeigt, dass die Produktion von starkem Stammholz hoher Qualität in Beständen mit hoher Ausgangsbaumzahl mit Hilfe von Durchforstungen mit relativ hohem Industrieholzanfall einhergeht. Wird hingegen auf Durchforstungen verzichtet, dann nimmt er relativ geringe Durchmesser bei der Endnutzung und auch höhere Kalamitätsrisiken in Kauf (MOOG, 1993).

Welche Auswirkungen auf die Sortimentstruktur, im speziellen auf das Industrieholzangebot, haben aber nun die einzelnen Pflegemaßnahmen?

4.3.2.1 Auswirkungen der Ausgangsbaumzahl auf die Industrieholzproduktion

Heute wird weitgehend anerkannt, dass die traditionellen engen Verbände in den meisten Fällen biologisch (Bestandessicherheit) und ökonomisch (Pflegekosten, Übermaß an schwachen Holzsortimenten) mehr Nachteile als Vorteile bieten. Gerade das Problem der übermäßigen Schwachholz-Produktion in Beständen mit längerer Produktionszeit hat den wichtigsten Anstoß zum Übergang auf größere Standräume der Pflanzen im Jungwuchsstadium und auf stärkere Eingriffe während der Jungbestandsphase gegeben (DENGLER, 1990).

Bei der Kulturbegründung können sich Entscheidungen hinsichtlich der Weite der Pflanzverbände auf den Industrieholzanfall in Vor- und Endnutzung auswirken.

In einer Studie versuchten JOHANN & POLLANSCHÜTZ (1980), den Einfluss standraumregulierender Maßnahmen auf den Betriebserfolg von Fichtenbetriebsklassen anhand von Modellkalkulationen darzustellen. Sie konnten zeigen, dass eine geringe Ausgangsbaumzahl (2.500 St/ha; dies entspricht in Abb. 4.3-3 etwa den „normalen Pflanzenzahlen“) eindeutig höhere mittlere Durchmesser und Volumina je Baum einer Betriebsklasse erbringt als höhere Ausgangsbaumzahlen bei vergleichbarem Durchforstungsprogramm in der End- und Gesamtnutzung. Der Einfluss auf die durchschnittlichen Dimensionen der Vornutzung ist dagegen auffallend gering. Auch der Schwachholzanteil ist weder in der Vor-, End- noch Gesamtnutzung über die Ausgangsbaumzahl entscheidend zu beeinflussen.

Allerdings ist die Holzqualität bei weitständigen Pflanzungen geringer als jene engerer Verbände (DENGLER, 1990).

Dennoch erbringen Ausgangsbaumzahlen von 2.500 N/ha nach JOHANN & POLLANSCHÜTZ (1980) einen um 13 % bis 46 % höheren Deckungsbeitrag als solche von 5.000 N/ha (mäßige Niederdurchforstung 46 %, starke Niederdurchforstung 35 %, gestaffelte Niederdurchforstung 13 %). Die Einflüsse auf den Deckungsbeitrag sind dabei Durchforstungsbeginn, Bonität, Umtriebszeit und der Schwachholzpreis (siehe dazu auch KROTH, 1974).

4.3.2.2 Auswirkungen der Läuterung auf die Industrieholzproduktion

JOHANN & POLLANSCHÜTZ (1980) kommen für Fichte zum Schluss, dass eine rechtzeitige Stammzahlreduktion in zu dichten Beständen zu ähnlichen durchschnittlichen Dimensionen im Endbestand führt wie geringere Ausgangsbaumzahlen. Die geringsten Schwachholzmengen in der Vornutzung fallen bei rechtzeitiger Stammzahlreduktion an, die höchsten bei sehr spät beginnender Durchforstung. Eine rechtzeitige Stammzahlreduktion bei hoher Ausgangsbaumzahl bewirkt außerdem eine Anhebung des Deckungsbeitrages um 45 %.

SPELLMANN (1994) überprüft in seinem Beitrag aus waldwachstumskundlicher Sicht, inwieweit Art und Stärke der Läuterungseingriffe in der Stangenholz- und Jungbestandesphase den Schwachholzanfall reduzieren. Dabei konnte er für die Fichte zeigen, dass sich mit Hilfe früher, starker Läuterungseingriffe der Schwachholzanfall wirksam reduzieren, der Zeitpunkt der Erstdurchforstung hinausschieben, die Bestandessicherheit erhöhen und die Wertleistung über die Sortenstruktur steigern lässt. Auch bei der Baumart Douglasie bestehen, so wie bei der Fichte, große Gestaltungsspielräume, ohne das Produktionsziel zu gefährden. Am wenigsten jedoch lässt sich die Schwachholzproduktion bei der Eiche beeinflussen. Die Eichenwertholzzucht erlaubt keine drastische Stammzahlreduktionen im Herrschenden, die womöglich das Schwachholzaufkommen senken könnten. Ähnliches gilt laut SPELLMANN (1994) auch für die Buche. Durch starke Hochdurchforstungen zugunsten von 200 bis 300 Z-Baum-Anwärtern ohne Derbholzaufarbeitung besteht die Möglichkeit, den Zeitpunkt des ersten Eingriffes mit Derbholzaufarbeitung hinauszuschieben und so die Sortimentszusammensetzung zu verbessern.

4.3.2.3 Auswirkungen von Durchforstungen auf die Industrieholzproduktion

Betrachtet man den Entscheidungsbaum in Abbildung 4.2-1, so kann man erkennen, dass sich ein Forstbetrieb periodisch zu Durchforstungen entschließen bzw. darauf verzichten kann. Die dargestellten Alternativen stellen aber nur grobe Richtungsentscheidungen dar. Grundlegend bei der Beurteilung der Handlungsalternativen eines Forstbetriebes ist für MOOG (1993) aber, dass nicht durchgeführte Durchforstungen später nicht nachgeholt werden können.

Bei Durchforstungseingriffen besteht ein sehr breiter Handlungsspielraum. Nach DENGLER (1990) können bei der Durchforstung unterschiedliche Ziele mit unterschiedlichem Gewicht verfolgt werden. Heute bestehen je nach Ausgangslage und zugrunde liegenden Wertungen beträchtliche Unterschiede in der Praxis der Durchforstung.

Um Durchforstungsentscheidungen auf eine rationale ökonomische Basis stellen zu können, müssen nach MÖHRING (1994) verlässliche Informationen zu folgenden Fakten vorliegen:

1. über den aus dem Durchforstungseingriff unmittelbar zu erzielenden Deckungsbeitrag (erntekostenfreier Holzerlös) sowie
2. über die durch den Durchforstungseingriff zu erwartenden ökonomische Folgen für den weiteren Entwicklungsprozess des Bestandes.

Die Durchforstung wird hauptsächlich durch zwei Kriterien, nämlich Art und Stärke, charakterisiert. Entscheidend dabei ist, zu welchen Zeitpunkten die nach Art und Stärke definierten Eingriffe in die Bestände begonnen und wiederholt werden sollen (DENGLER, 1990).

Insbesondere frühe erste Durchforstungen erbringen häufig negative Durchforstungserträge. Ein Hinausschieben der ersten Durchforstung wird daher oft als geeignetes Mittel angesehen, zumindest die Erntekosten zu decken (WEISE, 1995; siehe dazu Kapitel 4.5).

Aus waldwachstumskundlicher Sicht steht es aber außer Zweifel, dass je stärker man durchforstet, umso früher Bäume angestrebter Brusthöhenstärken entnommen werden können. So konnte SCHÖBER (1980) zeigen, dass starke Hoch- und Niederdurchforstungen die

Periode negativer Deckungsbeiträge im Mittel um zehn Jahre, auf Schnellwuchsflächen sogar um 17 Jahre gegenüber undurchforsteten Vergleichsflächen verkürzen. Dieser Vorzug starker Durchforstungen beruht nicht nur auf der Entnahme stärkerer Bäume mit kostensenkenden Erlösen, sondern auch auf dem frühzeitigen, „noch relativ preiswerten“ Aushieb vieler schwacher Stämme, welche die Erträge der folgenden Durchforstungen nicht mehr belasten (SCHOBER, 1980).

Die Durchforstung verringert zwar nicht wesentlich die Menge der Industrieholzproduktion, kann aber aufgrund der verbesserten Sortenstruktur zu einer Verkürzung der Perioden mit negativen Vornutzungserträgen beitragen.

Der Plenterwald weist gegenüber dem Schlagwald einen deutlich geringeren Anteil an Schwach- und Industrieholzsortimenten auf.

Durch die Art, Stärke und Zeitpunkt der waldbaulichen Eingriffe kann der Industrieholzanzahl in der Vor- und Endnutzung beeinflusst werden. Weite Pflanzverbände und/oder starke Läuterungen können den Industrieholzanzahl schon bei den ersten Durchforstungen, entscheidend aber erst in der Endnutzung senken.

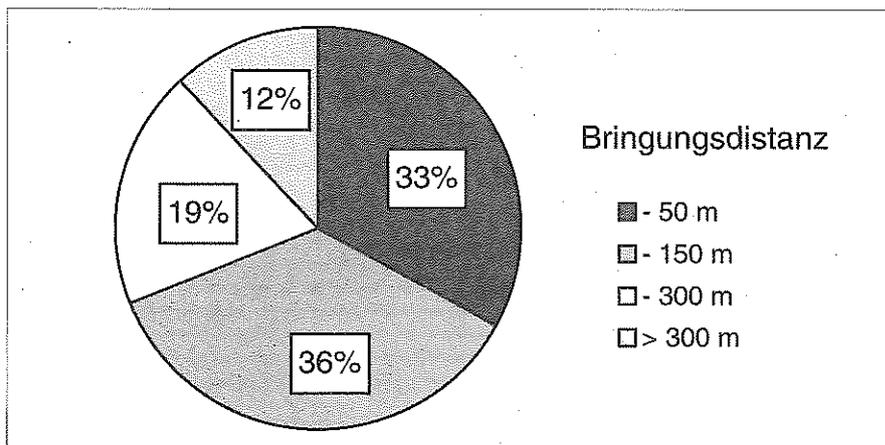
Durch die Durchforstung selbst kann die Industrieholzproduktion zwar nicht wesentlich verringert werden, es kann aber aufgrund einer verbesserten Sortenstruktur zu einer Verkürzung der Perioden mit negativen Vornutzungserträgen kommen.

4.4 Möglichkeiten der Holzernte in der Bereitstellung von Industrieholz

Hohe Holzerntekosten sind häufig der Grund für das Unterbleiben von Durchforstungen. Viele Ernteverfahren sind als Folge der geringen Stückmasse der Bäume und des eingegrenzten Arbeitsfeldes durch niedrige Produktivität gekennzeichnet, der jedoch ein hohes Arbeitsvolumen aufgrund der geforderten Sensibilität der Eingriffe - häufig zusätzlich vermehrt durch Durchforstungsrückstände und Schadanfälle - gegenübersteht (DUMMEL, 1984). Neben den vorhin aufgezeigten Möglichkeiten, mittels waldbaulicher Maßnahmen den Industrieholzanzahl zu beeinflussen, bestehen auch Möglichkeiten in der Rationalisierung der Holzernteverfahren. Dabei werden neben den traditionellen Methoden der Holzernte auch neueste Technologien in die Betrachtungen miteinbezogen.

Die Schwachholzernte ist in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft traditionell mit ökonomischen Problemen verbunden. Gründe dafür liegen in den damit verbundenen waldbaulichen und ertragskundlichen Fragen, aber besonders auch im forsttechnischen Bereich.

Je kürzer die Bringungsdistanzen desto kostengünstiger ist im Allgemeinen die Holzernte. Laut ÖWI 1992/96 liegt in Österreich ein Drittel des Gesamtvorrates in der Bringungsklasse bis 50 m, nur 12 % erfordern eine Bringung weiter als 300 m (BÜCHSENMEISTER et al., 1997; siehe Abb. 4.4-1).



Quelle: BÜCHSENMEISTER et al. (1997), E.D.

Abb. 4.4-1: Kostengünstige Bringungsentfernungen überwiegen

Auch die Neigungsverhältnisse bilden einen entscheidenden Kostenfaktor. Mit fortschreitender technischer Entwicklung wird versucht, in zunehmend steilerem Gelände rationellere Holzernemethoden einzusetzen. Neue Technologien wie der Raupenharvester erweitern das Einsatzspektrum der Harvestertechnologie auf über 40 % bis maximal 60 % Hangneigung (PRÖLL, 1999). Laut Waldinventur 1992/96 stehen allein in dieser Hangneigungsklasse des Wirtschaftswaldes zirka 12,5 Mio. Vfm Nadelholz im Durchforstungsalter. Bei Abzug von – gering geschätzten – 20 % Ernteverlust und 10 % für nicht erreichbares Gelände oder nicht befahrbare Böden wie Blockhalden, Gleyböden oder Anmoore verbleiben noch 9 Mio. Efm (5,5 Mio. Efm im Kleinwald unter 200 ha und 3,5 Mio. in den größeren Besitztategorien) an nutzbarem Holz (PRÖLL, 1999). Wenngleich im bäuerlichen Bereich wegen schwieriger Einsatzplanung und der verbreiteten Eigenleistung neue Technologien wie der Raupenharvester kaum zum Einsatz kommen werden – auszunehmen sind hier die Waldwirtschaftsgemeinschaften – ruht noch immer ein beträchtliches Potenzial an Durchforstungsholz im Großwald.

Dennoch fordert PRÖLL (1999), diese neuen Technologien auch den Kleinwaldbesitzern zugänglich zu machen. In Österreich gibt es rund 146.000 Betriebe mit einer Waldfläche < 20 ha, ungefähr 53.000 Betriebe haben eine Größe von 20 bis 50 ha, ca. 9.500 Betriebe 50 bis 100 ha und knapp über 3.100 Betrieb besitzen 100 bis 200 ha Wald (PRÖLL, 1996). Eine Möglichkeit, diese Technologien auch im Kleinwald zum Einsatz kommen zu lassen, liegt in der Gründung von Waldwirtschaftsgemeinschaften. In den letzten Jahren wurde diese Form des gemeinschaftlichen Holzverkaufs bereits forciert. Neben einer stärkeren Marktposition sind dadurch auch Rationalisierungen in der Holzernem möglich.

Die ökologische Verträglichkeit der einzelnen Holzernemverfahren sollte insbesondere in steileren Lagen, wo die Gefahr von Bodenerosion, -verdichtung etc. sehr hoch ist, trotz der rasanten technologischen Entwicklung im Vordergrund stehen.

4.4.1 Neue Technologien für eine rationelle Durchforstung

Im Schwachholz kann es aufgrund des Stück-Masse-Gesetzes in Verbindung mit sonstigen Faktoren zu erheblichen Leistungsunterschieden der eingesetzten Maschinen bei der Holzernte kommen. Die Leistung ist nach MECHLER & WEBER (1992) im wesentlichen abhängig von

- der Stärke des ausscheidenden Bestandes,
- der anfallenden Holzmenge und
- der Ausstattung und Leistungsfähigkeit der Erntemaschine.

Daneben spielen noch die Struktur und die Baumartenvielfalt des Bestandes, die äußeren Bedingungen sowie die Leistungsbereitschaft und Fertigkeit der Waldarbeiter eine wichtige Rolle.

Die Möglichkeiten der (Schwach-)Holzernte sind sehr vielfältig. Sie reichen von der händischen Fällung und Aufarbeitung (Motorsäge) bis hin zu hoch- und vollmechanisierten Systemen (z. B. Harvester, Prozessor; s. Glossar). Bevor ein Arbeitssystem (z. B. vollmechanisiert) bzw. ein Arbeitsverfahren (z. B. Sortimentverfahren) zur Anwendung kommt, muß es auf seine Leistungsfähigkeit und Pflughigkeit, d. i. seine ‚Sensibilität‘ gegenüber dem verbleibenden Bestand, in der jeweiligen Umgebung untersucht werden.

Die Auswirkungen der Holzernte gehen weit über die rein betriebswirtschaftlich erfassbaren Größen hinaus. Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (FPP, 1992) stellt eine Möglichkeit dar, verschiedene Holzernteverfahren miteinander zu vergleichen. In dieser Analyse werden die Auswirkungen (Wirksamkeiten) von Projektalternativen durch Indizes als Bewertungseinheiten erfasst (z. B. Rangfolge) und den kalkulierten Kosten (monetär bewertete, direkte Kosten) gegenübergestellt. Dafür können verschiedene Beurteilungskriterien herangezogen werden (nach FPP, 1992):

Tab. 4.4-1: Beurteilungskriterien der Kosten-Wirksamkeits-Analyse

<i>Biologisch-ökologische Kriterien:</i>
Bodenpfleglichkeit
Schonung des verbleibenden Bestandes
Erhaltung der Naturverjüngung
Entzug von Biomasse
Waldbauliche Handlungsfreiheit
<i>Arbeitstechnische Kriterien:</i>
Belastung, Unfallgefahr
Qualifikation, Verfügbarkeit
Aufwand für Planung und Organisation
Wetterabhängigkeit
<i>Betriebswirtschaftliche Kriterien:</i>
Produktivität
Absatz
Investitionsbedarf
Auslastungserfordernis
Kombinierbarkeit

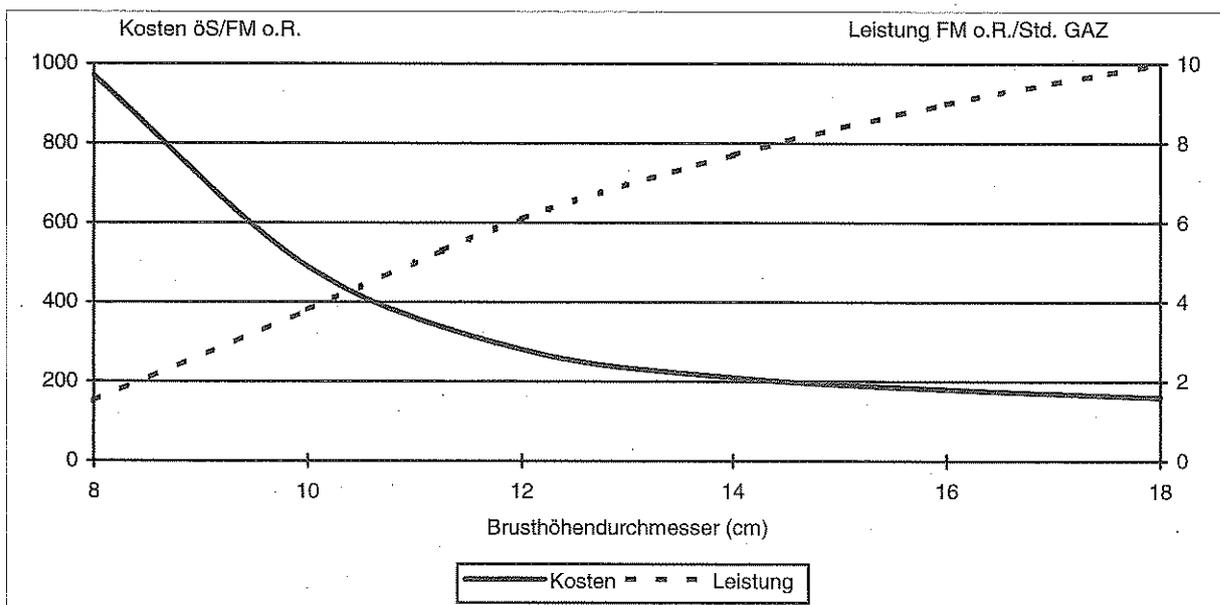
Quelle: nach FPP (1992), E.D.

Vollmechanisierte Holzernte (Harvester + Forwarder)

Die vollmechanisierte Holzernte stellt nach heutigem Stand der Technik im befahrbaren Gelände die höchste Mechanisierungsstufe dar. Bei sehr guten Arbeitsleistungen treten die geringsten Schäden an Boden und Bestand auf (AUSTROFOMA, 1996). Ein Harvester besorgt meist die Fällung, Vorrückung, Entastung, Vermessung, Ausformung, Sortierung und Lagerung des Holzes an der Rückegasse, ein Forwarder (Sortimentschlepper) rückt das Holz zur Forststraße.

LACKNER (1999) beschreibt einen vom Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) angestellten Vergleich zwischen motormanueller und vollmechanisierter Holzernte. Dabei liegt die Leistung des Harvesters um das 5- bis 10-fache über jener der Motorsägenarbeit und steigt schneller als diese mit zunehmenden Stammvolumina. Als Vorteil der vollmechanisierten Holzernte wird das schnellere Aufarbeiten von Kalamitäten und somit das Vermeiden von wirtschaftlichen Folgeschäden gesehen. Eine Kostenanalyse bestätigt, dass die motormanuelle Holzernte doppelt so teuer ist wie jene mit Erntemaschinen.

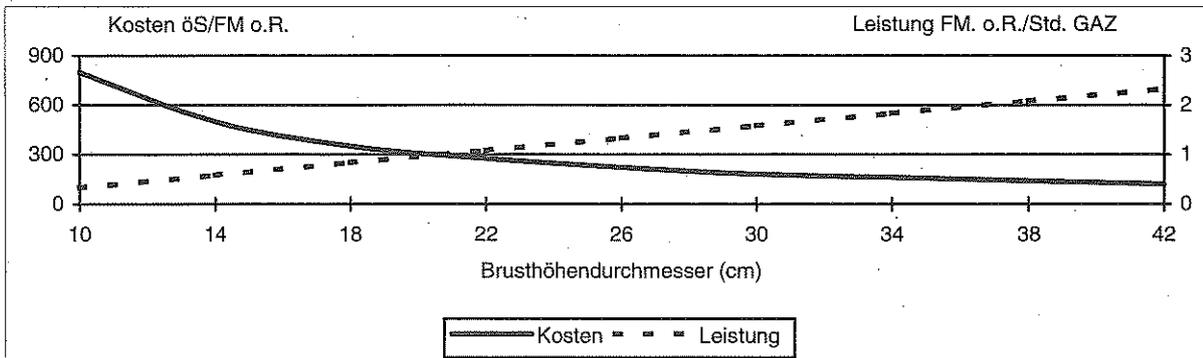
Beispielhaft sind in Abbildung 4.4-2 die Leistung in Festmeter pro Stunde sowie die Kosten eines Harvesters (Valmet 901) ersichtlich (FPP, 1991). Aus den Daten kann aber nur ein allgemeiner Trend abgelesen werden.



Quelle: nach FPP (1991), E.D.

Abb. 4.4-2: Aufarbeitungskosten bei Erstdurchforstung (Alter 35 Jahre) mittels eines Harvesters (Valmet 901) [GAZ = Gesamtarbeitszeit]

Zum Vergleich werden unter der Annahme von Lohnkosten in der Höhe von 230 öS/Std. die händischen Aufarbeitungskosten dargestellt (FPP, 1991). In Abbildung 4.4-3 ist zu erkennen, dass die größten kostenmäßigen Vorteile der maschinellen Aufarbeitung bei geringeren Durchmessern zu finden sind.



Quelle: nach FPP (1991), E.D.

Abb. 4.4-3: Kosten und Leistung der händischen Aufarbeitung (nach Sortimentstabelle der ÖBf AG) [GAZ = Gesamtarbeitszeit]

Als effektive Möglichkeit zur Rationalisierung der Holzernte im befahrbaren Gelände könnte sich, besonders bei kleinen Einsatzflächen, eine kombinierte Holzerntemaschine aus Harvester und Forwarder erweisen. Dabei handelt es sich bei den als ‚Harwarder‘ oder auch ‚Forvester‘ bezeichneten Maschinen um Geräte zum Fällen, Aufarbeiten und (!) zum Rücken des Holzes. Der Harwarder besitzt grundsätzlich den selben Einsatzbereich wie das traditionelle 2-Maschinen-System aus Harvester und Forwarder (RIECHSTEINER & THEES, 1999). Da sich bei dieser Maschinenkombination der für eine Einsatzfläche geforderte rentable Holzanzahl reduziert, wird dieses System besonders für kleine Einsatzflächen, wie sie z. B. das Konzept des naturnahen Waldbaus vorsieht, interessant (PRÖLL, 2000a).

Auch am Steilhang zeigen vergleichende Untersuchungen Vorteile einer Mechanisierung im Durchforstungsbereich. In jüngster Zeit wurden daher große Anstrengungen unternommen, die Harvester-technologie auch für steileres Gelände zu adaptieren. Während Radharvester bei guter Befahrbarkeit Hänge bis 45 % Steigung bewältigen, können Forwarder nur bis maximal 35 % geneigtes Gelände befahren (TRZESNIOWSKI, 1998). Die Grenzen der Mobilität werden dabei durch die Maschineneigenschaften, Bodentragfähigkeit, Bodenrauigkeit und die Hangneigung bestimmt (HEINIMANN, 1995; zitiert bei STAMPFER, 2000). Vor allem die Kombination aus Harvester und Seilgerät birgt bei schwächeren Baumvolumina auch gegenüber einer Kombinationsmaschine aus Seil und Prozessor Vorteile, während bei motor-manuellen Arbeitssystemen unter diesen Arbeitsbedingungen kein positiver Deckungsbeitrag („holzerntekostenfreier Erlös“) möglich ist (DÜRRSTEIN & STAMPFER, 2000).

Mit der Maschinenkombination Raupenharvester und Seilgerät gibt es also vernünftige Rationalisierungsmöglichkeiten für selektive Nutzungen (Durchforstung) im Steilgelände (STAMPFER & LOSCHEK, 1999). Innerhalb kurzer Zeit eroberten sich diese auf dem Prinzip von Baggern basierenden Harvester mit neigungsverstellbarem Oberwagen einen festen Platz bei der Holzernte in Steilhängen (FELLER et al., 1999). Raupenharvester verfügen über einen umfangreichen Einsatzbereich, von der Ebene bis hin zum Steilgelände. Ihr Haupteinsatzbereich liegt gleichermaßen auch in den von Radharvestern befahrbaren (flacheren) Lagen. Sie ausschließlich im Steilgelände einzusetzen, wäre unwirtschaftlich. Mit dem Vorteil größerer Kranreichweiten sind sie jedoch auch im über 40 % bis maximal 60 % steilen Gelände einsetzbar (PRÖLL, 1999).

Durch die technische Realisierung von Schreitplattformen als Trägerfahrzeug von Harvestern steht eine weitere Lösung für die Holzernte im Steilhang mit Rationalisierungspotenzial zur Verfügung. Allerdings ist die technische Umsetzung für den forstlichen Einsatz derzeit noch nicht ausgereift.

Dort, wo viele hoch- oder vollmechanisierte Erntesysteme wegen Unbefahrbarkeit des Geländes nicht einsetzbar sind, bildet das hochmechanisierte Arbeitssystem „Gebirgharvester“ eine rationelle Form der Holzernte (PRÖLL, 2000b). Dabei handelt es sich um eine Kombinationsmaschine aus Seilgerät und Prozessor. Gefällt und abgewipfelt wird motormanuell. Der Baum wird im Baumverfahren zur Forststraße gerückt, dort entastet, abgelängt und abfuhrbereit gelagert.

Für den Einsatz einer optimalen Variante der Holzernte müssen die verschiedenen Arbeitsverfahren und einzusetzenden Maschinen in Bezug auf Kosten, Leistung und Pflughigkeit gut gegeneinander abgewogen werden (ANONYMUS, 1999). Einige der in den letzten Jahren vorgestellten Kombinationsmaschinen, versprechen ein hohes Rationalisierungspotenzial.

4.4.2 Zur Umweltverträglichkeit der vollmechanisierten Holzernte

Kritik an der Harvester-technologie (LACKNER, 1999) gibt es – besonders in Verbindung mit der großen Anzahl von Rückegassen – aus Gründen

- des Bodenschutzes (am Hang auch des Erosionsschutzes),
- des Produktionsflächenverlustes,
- der Bestandesstabilität (Sturm- und Schneebruchschäden) und
- der Waldästhetik und des Walderlebnisses.

Eine Studie der Universität Freiburg (LACKNER, 1999) weist Schäden am verbleibenden Bestand durch den Harvester zwischen 3 % und 8 % aus, bei motormanueller Ernte zwischen 15 % und 20 %. Die Angaben gelten für Erstdurchforstungen und Nutzungen einschichtiger Fichten-Altholzbestände. Zudem verursacht die mechanisierte Holzernte um das 9-fache weniger Unfälle als die motormanuelle Arbeit. Allein aus dieser Vermeidung von Unfallkosten ergibt sich laut KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) ein finanzieller Vorteil von 12 öS/fm.

Der Einsatz dieser Technologien wie z. B. die des Raupenharvesters im zunehmend steileren Gelände stellt an die Forstmaschinen besondere Anforderungen hinsichtlich der Pflughigkeit. So können Raupenfahrzeuge den Bodendruck zwar auf eine größere Fläche verteilen, beim Kurvenfahren treten jedoch Schereffekte auf (ANONYMUS, 2000). Allgemein erhöht sich im steileren Gelände der Druck am Heck des Fahrzeuges, besonders bei Radfahrzeugen.

Raupen- und Schreitharvester erlauben zwar das mechanisierte Fällen und Aufarbeiten in sehr steilem, von Radharvester nicht befahrbarem Gelände, das Rücken der bereitgestellten Sortimente aus dem Hang ist maschinell dennoch sehr schwierig. Neben dem Seilkran kommt dafür auch der Forwarder zum Einsatz. Allerdings verursacht der Forwarder im Grenzbereich seiner Leistungsfähigkeit (~35 % Hangneigung) erhebliche Boden- und Bestandesschäden. Sein Einsatz ist daher bei steileren Radharvestereinsätzen und in ausschließlich Raupenharvestern vorbehaltenen Steillagen als sehr kritisch zu beurteilen. In diesen Bereichen wird die Seilbringung für die Rückung zweifellos ihre Bedeutung beibehalten (DÜRRSTEIN & STAMPFER, 2000).

Ein entscheidender Faktor bei Bodenschäden durch die maschinelle Holzernte sind die Witterungsverhältnisse. Besonders die obersten Bodenschichten können durch das Befahren mit Forstmaschinen in ihrer Struktur verändert werden. Bodenverdichtungen und Verletzungen der Baumwurzeln sind meist die Folge. Günstig sind daher trockene, besser noch gefrorene Böden oder Schneeeauflage (ANONYMUS, 2000). TRZESNIOWSKI (1998) weist darauf hin, dass Raupenharvester nur auf festen, trockenen Böden zufriedenstellend arbeiten können, und nach Regenfällen auf aufgeweichten Böden mit größeren Schäden sowie geringerer Standsicherheit zu rechnen ist. Hingegen sind Seilgeräte vom Wetter und vom Bodenzustand unabhängig und daher fast immer und überall einsetzbar.

In Zukunft wird es daher notwendig sein, durch weitere Studien die (ökologischen) Einsatzgrenzen der neuen Technologien umfassend kennen zu lernen, um eine Optimierung der Holzerntesysteme sowohl in ökologischer als auch ökonomischer Hinsicht zu erreichen. Die technische Entwicklung sollte auf jenen Maschinen und Technologien aufbauen, welche minimale negative Einflüsse auf die Natur ausüben. „Der Ausgang liegt also in der richtigen Orientierung der technischen Entwicklung und nicht in der Rückkehr zur manuellen Arbeit.“ (ULRICH, 1998).

Aufgrund einer rasch fortschreitenden technischen Entwicklung liefert die Forsttechnik neue Möglichkeiten (Harvestertechnologie), Holz rationell zu ernten. Die ökologischen Folgen des Einsatzes dieser neuen Technologien, insbesondere im Einsatzgrenzbereich, können aber derzeit noch nicht ausreichend abgeschätzt werden.

4.5 Die Industrieholzproduktion im Rahmen einer rationellen Waldwirtschaft

Eingriffe in junge Bestände, bei denen aufgrund der geringen Holzdimensionen keine bzw. nur sehr schwer eine Erntekostendeckung zu erreichen ist, veranlassen Forstbetriebe dazu, rationellere Betriebsabläufe zu suchen. Viele der derzeitigen Produktionssysteme werden auf Möglichkeiten zur Rationalisierung analysiert, um eine wirtschaftliche Produktion forstlicher Güter weiterhin aufrecht zu erhalten. Nutzungen sollen nicht nur ökonomisch nachhaltig sein (s. auch Kap. 4.1.1), sie müssen auch umweltverträglich sein (BEESE, 1996).

In diesem Kapitel ist nicht daran gedacht, konkrete Rationalisierungsvorschläge zu präsentieren. Vielmehr wird versucht aufzuzeigen, welche grundsätzlichen Möglichkeiten der Rationalisierung in der Waldwirtschaft derzeit in der einschlägigen Literatur diskutiert werden.

Drei Möglichkeiten der Rationalisierung werden grob unterschieden (SCHÜTZ, 1996; DUC & ZBINDEN, 1997):

Die *technische Rationalisierung* ermöglicht durch neue Technologien ein erntetechnisch und ökonomisch effizienteres Arbeiten, sofern Gegebenheiten des Standorts, Bestandesstrukturen und ökologische Zielsetzungen dem nicht widersprechen (SCHÜTZ, 1999). Beispiele: Harvester im Stangenholz, Mobilseilkran im Gebirge (nähere Ausführungen s. Kap. 4.4)

Die *organisatorische Rationalisierung* erfolgt durch Maßnahmen, welche eine Vereinfachung und Beschleunigung von Arbeitsabläufen bewirken (DUC & ZBINDEN, 1997). Beispiel: Organisation rationeller Arbeitsabläufe vom Bestand bis zum Holzverarbeiter.

Bei der *biologischen Rationalisierung* geht es um die Steuerung des biologischen Produktionsprozesses (SCHÜTZ, 1999). Angestrebt wird die optimale Ausnutzung der natürlichen Selbststeuerungsmechanismen, wie Naturverjüngung oder Selbstdifferenzierung. SCHÜTZ (1996) bezeichnet diesen Prozess als „Naturautomation“. Ziel soll es sein, die Eingriffe auf Fälle zu beschränken, wo die natürliche Entwicklung das Wirtschaftsziel in Frage stellt (DUC & ZBINDEN, 1997). Die Maßnahmen sollen sich dabei nur auf jene Bäume konzentrieren, bei denen sie auch genügend Wirkung zeigen (=Konzentrationsprinzip) (SCHÜTZ, 1996). Die Ausnutzung der natürlich ablaufenden Vorgänge verlangt entsprechend gute Kenntnisse der Wachstums-, Konkurrenz- und Wettbewerbsverhältnisse jeder einzelnen Baumart.

Hinausschieben der Durchforstung – eine Alternative?

Forstliche Eingriffe im Zuge der Bestandesbehandlung, insbesondere der Durchforstung, stellen einen wesentlichen Kostenfaktor im Forstbetrieb dar. Folglich stößt man natürlich auch auf die Frage nach der Notwendigkeit von derartigen Eingriffen überhaupt. Wie entwickeln sich unbehandelte Bestände hinsichtlich Stabilität, Qualität oder auch ihrer künftigen Wertleistung? Wann muss spätestens mit Eingriffen begonnen werden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen? Besteht die Möglichkeit, Durchforstungen hinauszuschieben, damit die Bestände in Dimensionen einwachsen können, in denen zumindest die Erntekosten gedeckt sind?

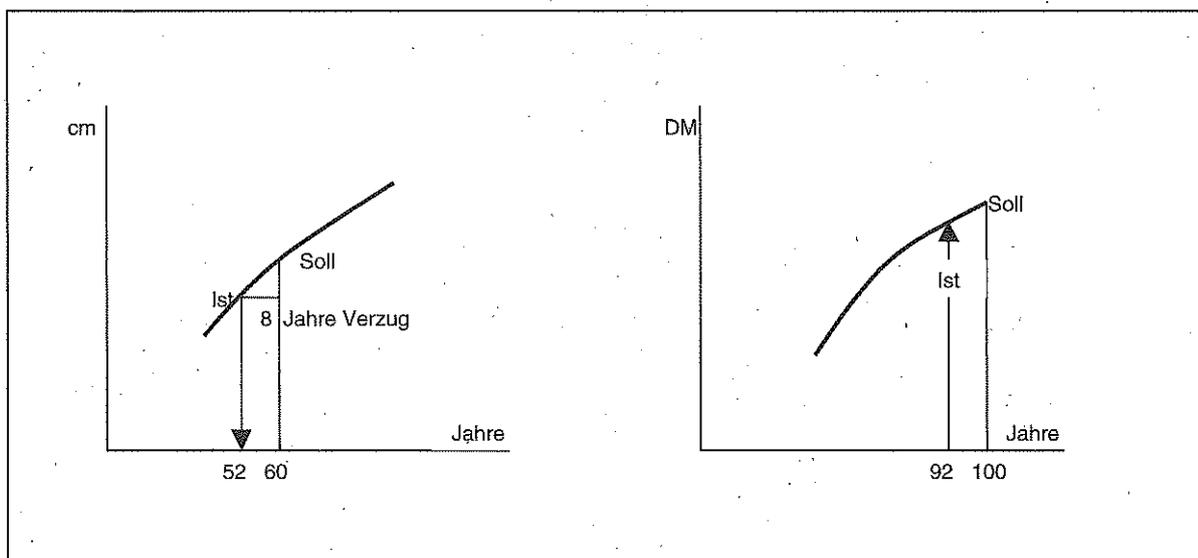
In jüngster Zeit haben sich einige Autoren mit diesen oder ähnlichen Fragestellungen auseinandergesetzt. Die teilweise sehr unterschiedlichen Meinungen sind Ausdruck dafür, wie groß der Forschungsbedarf zu diesem Thema noch ist.

Grundsätzlich haben alle waldbaulichen Eingriffe, vom Jungwuchs bis zum Baumholz, den Zweck, den Wettbewerb zwischen und innerhalb der Arten zu steuern. Ideal wäre es also, im Sinne der Naturautomation von SCHÜTZ (1996), Bestockungsstrukturen zu finden, die sich möglichst selbst differenzieren, und in denen sich die qualitativ besten Individuen automatisch durchsetzen können.

Dass diese Idealvorstellung nach heutigem Wissensstand praktisch nicht umsetzbar ist, steht außer Diskussion. Uneinigkeit herrscht insbesondere über den Zeitpunkt der ersten Eingriffe. Besteht die Möglichkeit, die Standraumregulierung und damit auch die Auslese in der frühen Jugendphase zugunsten einer „natürlichen“ Selbstdifferenzierung zu unterlassen?

Ein „Hinausschieben“ von Durchforstungen wird in der Praxis häufig als geeignetes Mittel angesehen, das Problem der Kostendeckung zu entschärfen. Die Bestände sollen erst noch in Dimensionen einwachsen, die zumindest Erntekostendeckung sichern (WEISE, 1995). HUSS (1998) und auch KENK & WEISE (1998) bezeichnen eine derartige Argumentation als „waldbaulichen Leichtsinns“, mit finanziellen Einbußen und erhöhten Risiken als Folge. Ausnahmen bilden für KENK (1999) nur Bestände mit sehr geringen Baumzahlen bei der Begründung (z. B. der Fichte, Eiche und Douglasie), Glücksfälle mischungs- und stabilitätsge-rechter Selbstdifferenzierung und Zielsetzungen ohne flächenbezogene Wertoptimierung. Nach WEISE (1995) nimmt durch das Zurückstellen der ersten Durchforstung das Durchmesserwachstum aller sozialen Klassen, die Bestandesstabilität und -struktur nachhaltigen Schaden. Die Wertleistung der Bestände bleibt daraufhin schon früh hinter der standörtlich möglichen zurück (siehe dazu auch z. B. KRAMER, 1978; SCHOBER, 1980; LEIBUNDGUT, 1984; DENGLER, 1990).

Dazu liefert ABETZ (1993) mit der Z(ukunft)s-Baum-Kontrollmethode (ZBK) eine Entscheidungshilfe (siehe dazu auch ABETZ 1980 bzw. 1992). Diese Methode ist ausschließlich für Z-Bäume konzipiert und konzentriert sich also auf diese wenigen, ökonomisch wichtigen Bäume und liefert ein realistisches Bild der Produktionsverhältnisse bezüglich Wertleistung und Produktionsrisiken. Die ZBK vergleicht den BHD-Ist des Z-Baumes mit dem BHD-Soll der Z-Baum-Ertragstafel und berechnet daraus einen eventuellen Entwicklungsrückstand und Produktionszeitverzug.



Quelle: ABETZ (1993), E.D.

Abb. 4.5-1: Beispiel der Bewertung eines von der Referenz (ZB-Ertragstafel) abweichenden Z-Baumes

links: Der Z-Baum hätte schon vor 8 Jahren den Soll-BHD erreichen müssen, sein „wirtschaftliches Alter“ beträgt somit nur 52 Jahre, 8 Jahre weniger als sein tatsächliches Alter.

rechts: Wenn die Produktionszeit auf 100 Jahre festgelegt ist (und nicht verlängert werden kann), kann der Z-Baum also nicht den Ziel-BHD erreichen. Der zu erwartende Endwert ist nach der Wertkurve (im „wirtschaftlichen“ Alter von $100 - 8 = 92$ Jahren) geringer.

Der natürlichen Selbstdifferenzierung werden also nur wenige Chancen eingeräumt, den gesetzten Anforderungen vor allem in Stabilität und Qualität zu entsprechen. Die Autoren stützen ihre Aussagen dabei meist auf Untersuchungen in sehr stammzahlreich begründeten Fichtenbeständen. So verweist HUSS (1998) auf einen Durchforstungsversuch in einem mittelalten Fichtenbestand im Revier Göggingen, bei dem Eisanhang (vergleichbar mit Schneebelastungen) zu teilweise schweren Bruch- und Biegeschäden führte. Dabei konnte er eine deutliche Abhängigkeit der Schäden zur Art und Intensität der Eingriffe nachweisen. Zur Verbesserung der mechanischen Stabilität in Jungbeständen sind für ihn daher intensive Pflegemaßnahmen eine Notwendigkeit (s. auch Kapitel 4.2.1).

Nach Beendigung der Schneebruchphase gewinnen Überlegungen hinsichtlich der Sturmfestigkeit von Beständen immer mehr an Bedeutung. Auch hier zeigen sich, wie es Untersuchungen von NIELSEN (1990) an der Fichte belegen (s. auch Kapitel 4.2.1), die Vorteile von ausreichendem Standraum in der Jugend (weite Pflanzverbände und/oder starke Läuterung und Durchforstung) gegenüber Ausgangsbaumzahlen mit einem Durchforstungsbeginn erst im mittlerem Alter.

Obwohl im allgemeinen in einer früh beginnenden Bestandesbehandlung viele Vorteile gesehen werden, wird von einigen Autoren auch die Meinung vertreten, im Sinne einer naturgemäßen und kostenextensiven Waldbewirtschaftung „die Möglichkeiten zur Integration natürlicher Differenzierungs- und Qualifizierungsprozesse bei Fichtenbeständen weiterhin kritisch zu prüfen“ (WEIHS et al., 1999).

So sieht AMMANN (1999) in Fichtenbeständen zwar auch in erster Linie die Stabilität als den limitierenden Faktor für den Zeitpunkt des Ersteingriffs, weist aber dennoch darauf hin, dass es in eng begründeten Beständen auf produktiven Standorten bei guter Stabilität und einer genügenden Anzahl an Kandidaten bzw. bei einer größeren Risikobereitschaft der Ersteingriff durchaus bis zum Alter 40 hinausgeschoben werden kann. Er gründet seine Aussagen auf Untersuchungen in bisher ungepflegten Fichtenbeständen im Alter von 20 bis 51 Jahren,

welche meist sehr dicht begründet worden waren (ca. 7.000-10.000 Pflanzen/ha). Dabei stellte sich, neben einer großen Durchmesserdiversifizierung, auch die Z-Baum-Wahl bezüglich Verfügbarkeit (Anzahl und Verteilung) der Z-Bäume als einfach heraus.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich Durchmesserdiversifizierung, Z-Baum-Wahl, Stabilität und auch Qualität gelangen auch LEDER (1998) und WEIHS et al. (1999), wobei auch sie darauf hinweisen, dass solche Ergebnisse (insbesondere bei der Standortfrage) nicht verallgemeinert werden können.

In Laubholzbeständen wird im allgemeinen die Stabilitäts- und Qualitätsentwicklung in Folge Selbstdifferenzierung als eher unproblematisch angesehen. So trat, nach Untersuchungen von AMMANN (1999), in bisher undurchforsteten Eschen- und Ahornbeständen schon bis zum Alter 20 eine Verbesserung der Stabilität unter die kritische Grenze (Schlankheitsgrad von 140) ein. Durch eine frühzeitige Auslese kann aber auch hier die Durchmesserdiversifizierung des Bestandes und damit die Stabilität und Vitalität von Einzelbäumen gefördert werden (DUC & ZBINDEN, 1997). Gerade die teilweise sehr starke, natürliche Diversifizierung, wie sie z. B. von FERLIN & BOBINAC (1998) in Stieleichenwäldern nachgewiesen werden konnte, lassen frühe Eingriffe sinnvoll erscheinen. Hier sind besonders die Mischungsregulierung und der Aushieb von Protzen zu erwähnen. Derartig frühe Eingriffe können aber auch hier nachteilige Auswirkungen haben, indem die geförderten Bäume grobstämmig werden (natürliche Astreinigung), und sich damit negativ auf die Qualität auswirken.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, dass im Hinblick auf die negativen ökologischen Wirkungen eines Biomassenentzuges, besonders im noch jungen Wald (Auswirkungen s. Kap. 4.2.5), undurchforstete Bestände eine durchaus ökologisch positive Wirkung auf die Nährstoffkreisläufe zeigen können. Den selben Effekt können aber auch Eingriffe erzielen, bei denen das ausscheidende Material im Bestand belassen wird.

Bereits durch die Konzentration der waldbaulichen Maßnahmen auf das Wesentliche, d. h. durch einen Verzicht auf flächige Eingriffe, kann es zu spürbaren Einsparungen kommen. Selbst in der Fichtenwirtschaft sind Ansätze möglich, die auf geeigneten Standorten natürliche Diversifizierungs- und Qualifizierungsprozesse im Sinne einer biologischen Automation in die Waldbewirtschaftung integrieren (WEIHS et al., 1999). In Zukunft wird es darauf ankommen, diese natürlichen Diversifizierungs- und Qualifizierungsprozesse zu erkennen und überall dort anzunehmen, wo sie dem Waldentwicklungsziel dienen. Dazu schreibt AMMANN (1999): „Ein bewusster Verzicht auf eine Pflege, weil diese während eines bestimmten Zeitraumes nicht nötig ist, bedeutet nicht, dass Bestände sich selber überlassen werden. Es ist im Gegenteil eine gute Beobachtung der Bestände notwendig, um dann im richtigen Moment effizient und zielgerichtet eingreifen zu können.“

Aufgrund nicht durchgeführter bzw. hinausgeschobener Durchforstungen können in vielen Fällen die gesetzten Anforderungen in Stabilität und Qualität nicht erfüllt werden. Die Folgen sind oft finanzielle Einbußen, da die Wertleistung der Bestände schon früh hinter der standörtlich möglichen zurückbleibt, sowie ein erhöhtes Risiko gegenüber Wind- und Schneeschäden.

Auf geeigneten Standorten können aber auch natürliche Diversifizierungs- und Qualifizierungsprozesse in die Waldbehandlung integriert werden und so zu einer rationelleren Waldbewirtschaftung beitragen. Waldbauliche Erfahrung und genaue Beobachtung der Bestände sind hierfür Voraussetzung.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zur Verwertung von Papier

Die **Sammlung von Altpapier** stellt zum einen der Papier und Pappe erzeugenden Industrie einen wichtigen Rohstoff zur Verfügung und entlastet zum anderen die Abfallwirtschaft bei der Entsorgung relevanter Müllmengen. In der Folge werden Emissionen treibhauswirksamer Gase, die durch Papierablagerung auf Deponien entstehen würden, vermieden. Damit wird dem Grundsatz der **Kreislaufwirtschaft** durch die Verwertung von Altstoffen nahezu vollständig entsprochen. Die in Österreich an sich schon sehr hohe Sammel- bzw. Rücklaufquote wird voraussichtlich weiterhin leicht steigen, da die Erfassungspotenziale noch nicht gänzlich ausgeschöpft sind.

Die **Einsatzquote von Altpapier** in der österreichischen Papierindustrie hat sich in den letzten Jahren nicht mehr wesentlich gesteigert und wird auch in Zukunft nur mehr leicht steigen, wenn auch die absolute Einsatzmenge zunehmen wird. Der Grund dafür liegt in prognostizierten Produktionsausweitungen der Papierindustrie. Diese wird ihren Bedarf in Zukunft vermehrt mit Altpapierimporten decken müssen. Eine substantielle Erhöhung der Einsatzquote ist auch aufgrund technischer Grenzen im Produktionsprozess (Faserqualität des recycelten Papiers) und determinierter Papierproduktgruppen (Produktionsschienen) unwahrscheinlich.

Die Verwertung der gesamten Menge des in Österreich gesammelten Altpapiers wird in einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Wirtschaftsvertretern und der öffentlichen Verwaltung geregelt. Die Verpackungsverordnung zum Abfallwirtschaftsgesetz bestimmt, dass Verpackungen aus Papier einer Verwertung zugeführt werden müssen, in der Zielverordnung sind dafür Anteile festgesetzt, die jeweils schon im Voraus erfüllt wurden. Seitens der Papierindustrie gibt es Bestrebungen, auf Altpapier nicht mehr den Abfallbegriff anzuwenden und es damit den legislativen Regelungen des Abfallwirtschaftsgesetzes zu entziehen. Derzeit ist dieses Ansinnen sowohl in Österreich als auch auf EU-Ebene kein relevantes Thema umweltpolitischer Überlegungen.

Der **Einsatz öffentlicher Mittel** für Investitionen in die Verwertung von Altpapier erlangte nur in der Vergangenheit Bedeutung. In den 70er und 80er Jahren wurden Investitionen der Papierindustrie insbesondere für den Einsatz von Altpapier in der Produktion (Aufbereitung etc.), meist auch im Rahmen weiterer Umweltförderungen (z. B. Abwasser) von öffentlicher Hand stark gefördert. Derzeit werden öffentliche Mittel meist auf kommunaler Ebene zur Forcierung von Sammel- und Verwertungssystemen verwendet, der Anteil, welcher dabei theoretisch dem Papierrecycling zuzuschreiben wäre, ist nicht zu erheben und vermutlich nicht relevant. Änderungen sind auch zukünftig nicht zu erwarten, da Altpapier einen auf einem funktionierenden, freien Markt gehandelten Grundstoff darstellt.

Zur Wechselwirkung Altpapier – Forstwirtschaft aus marktwirtschaftlicher Sicht

Obwohl im allgemeinen Sprachgebrauch die Begriffe **Altpapierrecycling** und **Altpapiereinsatz** häufig synonym verwendet werden, handelt es sich dabei um zwei **unterschiedliche Prozesse**, die auch in unterschiedlicher Richtung auf die Forstwirtschaft wirken können. Recycling betrifft für den Einsatz in der Papierproduktion gesammeltes, bereits verwendetes Papier (Altpapier). Das Inlandsaufkommen an Altpapier muss aber ganz wesentlich um Importe ergänzt werden, um den Bedarf der Papierindustrie nach Altpapier (Altpapiereinsatz) zu decken, da der größte Teil der österreichischen Papierproduktion exportiert wird.

Die Höhe des Altpapierrecyclings, des Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie und des Altpapierpreises üben **indirekt** – über den Einsatz und die Preise von Frischfaser – auch einen

statistisch nachweisbaren **Einfluss auf Industrieholzpreise** und damit auf die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der **Forstwirtschaft** aus.

Wenn – infolge erhöhten Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie – die Nachfrage nach Industrieholz aus dem Wald und nach Sägenebenprodukten zurückginge, gäben in der Folge auch die Industrieholzpreise nach. Sollten die Industrieholzpreise theoretisch um 10% sinken, ließe sich bei Nadelholz eine Verringerung des Industrieholzangebots aus dem Wald um 5-6 % erwarten. Dies bedeutet aber **nicht automatisch, dass die Durchforstungen im selben Ausmaß zurückgehen**, da nur ein Teil des Durchforstungsholzes als Industrieholz angeboten wird. Ein zunehmender Anteil wurde in den letzten Jahrzehnten als schwaches Sägerundholz ausgeformt, eine Verschiebung, die sich vor allem dann weiter verstärken würde, wenn etwa die Preise für Industrieholz stärker fallen würden als Sägerundholzpreise.

Mit Hilfe eines **Computersimulationsmodells** werden auf Grundlage historischer Daten mögliche Auswirkungen fiktiver Veränderungen von Recycling- und Altpapier-Einsatzquoten getestet. Die im folgenden getätigten Aussagen beziehen sich auf **Abweichungen** von jener Situation, wie sie sich aufgrund plausibler Annahmen und Fortschreibung derzeit abschätzbarer Entwicklungen im Jahre 2025 darstellen könnte (Basislauf):

- Diese Berechnungen zeigen, dass eine gesetzlich vorgeschriebene **Erhöhung des Altpapiereinsatzes** in der Papierindustrie, **ohne gleichzeitige Erhöhung des Altpapieraufkommens**, sich sowohl auf die **Forstwirtschaft** als auch auf die **Papierindustrie negativ auswirken** kann. Die Nachfrage nach und die Preise für Industrieholz aus dem Wald würden sinken, auch wenn ein Teil des Nachfragerückganges durch die Plattenindustrie aufgefangen und ein größerer Teil des Durchforstungsholzes als schwaches Sägerundholz ausgeformt würde. Für die Papierindustrie würde Altpapier teurer – der Altpapierpreis würde stärker steigen als der Industrieholzpreis fallen würde – und damit die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen schlechter. Aus diesen Gründen sind gesetzliche Vorschriften zur Erhöhung der Altpapiereinsatzes weder aus Sicht der Forstwirtschaft noch der Papierindustrie wünschenswert.
- Wenn Altpapierpreise nicht gesetzlich geregelt werden, sondern sich am freien Markt infolge von Angebot und Nachfrage bilden können, würde eine **Erhöhung des verfügbaren Altpapieraufkommens zu sinkenden Altpapierpreisen** führen. Sinkende Preise würden einen verstärkten Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie bewirken, was die Nachfrage nach Frischfaser und in weiterer Folge nach Holz vermindert und auch in diesen Bereichen Preissenkungen bewirkt. Damit würden insgesamt die Rohstoffkosten für die Papierindustrie sinken, welche dadurch ihre Papierproduktion ausweiten könnte. Gleichzeitig würde die Ausweitung der Papierproduktion bedingen, dass – trotz erhöhten Altpapieraufkommens – die Nachfrage nach Frischfaser, Industrieholz aus dem Wald und nach Sägenebenprodukten nur schwach sinken würde.
- **Erhöhtes Altpapierrecycling** könnte sich also – abgesehen von umweltpolitischen Vorteilen (Verringerung von Deponiemengen) – generell **positiv auf die Papierindustrie** auswirken. Für die **Forstwirtschaft** hingegen wäre verstärktes Altpapierrecycling **kein Vorteil**, allerdings auch **kein gravierendes Problem**. Einschlagsmengen und Preise würden sinken, allerdings nur geringfügig, da durch die Produktionsausweitungen in der Papierindustrie kaum weniger Industrieholz nachgefragt würde.
- Aus volkswirtschaftlicher und ökologischer Sicht erscheint daher insgesamt eine weitere **Erhöhung des inländischen Altpapierrecyclings wünschenswert**, auch deshalb, da weltweit mit einer Verknappung dieses Industrierohstoffes gerechnet werden muss.
- Gesammeltes **Altpapier** muss allerdings nicht notwendigerweise in der Papierindustrie eingesetzt werden, sondern könnte auch **verbrannt werden**, was eine Verringerung des inländischen Altpapierangebots für die Papierindustrie zur Folge hätte. Diese Alternative ist umweltpolitisch dann relevant, wenn damit nicht-erneuerbare Energie ersetzt wird. Weniger sinnvoll erscheint die Verbrennung von Altpapier, wenn vor allem erneuerbare Ener-

gie ersetzt würde, da gleichzeitig die Papierindustrie einem Teil ihrer Rohstoffbasis verlustig gehen und ihre Produktion aufgrund gestiegener Kosten einschränken würde. Infolge der Einschränkung der Papierproduktion würde die **Forstwirtschaft** trotz verringerten Altpapieraufkommens **nur geringfügig profitieren**, da auch die Nachfrage nach Industrieholz kaum steigen würde.

- Eine Veränderung des Altpapierrecyclings und des Altpapiereinsatzes hat generell **weniger Einfluss** auf den **Wald** selbst (Holzvorrat, Zuwachs) als auf die **wirtschaftliche Lage der Forstwirtschaft**.

Insgesamt sind die **österreichischen Steuerungsmöglichkeiten** bezüglich des Industrieholzpreises als **gering** zu betrachten, da dieser großteils von den Weltmarktpreisen für Industrieholz, aber auch von jenen für Zellstoff bestimmt wird.

Ein Vergleich des Einflusses der Preise für Altpapier und Sägenebenprodukte auf die Höhe des Industrieholzpreises in Österreich ergibt, dass sich **Preisveränderungen von Sägenebenprodukten etwas stärker und vor allem direkter auf den Industrieholzpreis auswirken als Preisveränderungen von Altpapier**. Für die Forstwirtschaft sind daher die zukünftigen Entwicklungen von Angebot, Nachfrage und Preisen der Sägenebenprodukte von zumindest gleich großer Bedeutung wie zukünftige Entwicklungen am Altpapiersektor.

Industrieholzaufkommen für die Papierindustrie

Das Vornutzungsangebot aus dem österreichischen Wald liegt deutlich unter den naturalen Nutzungsmöglichkeiten. Nach Daten der Österreichischen Waldinventur 1992/96 ergibt sich insgesamt ein **Mehrnutzungspotenzial an Durchforstung von ca. 65 Mio. Vfm**, davon mehr als 40 Mio. (63 %) im Kleinwald. Maßnahmen zur Erhöhung des Holzaufkommens aus dem Wald wären sowohl aus Sicht der Papierindustrie (Rohstoffbeschaffung) als auch für (Klein-)Waldbesitzer (Einkommen) von Vorteil. Eine besondere Rolle kommt hier jetzt und in Zukunft den **Waldwirtschaftsgemeinschaften** zu, deren wesentlichste Aktivitäten in der Holznutzung und Holzvermarktung für ihre Mitglieder liegen, was sowohl die Verfügbarkeit einer ökonomisch und ökologisch überzeugenden Forsttechnik als auch die Verbesserung der Logistikkette zwischen Forst- und Holzwirtschaft beinhaltet.

Bedingt durch die Konkurrenz zwischen Nadelsägeschwachholz und Nadelindustrieholz bedeutet – wie schon in der Vergangenheit – eine **Erhöhung der Durchforstungstätigkeit auch in Zukunft nicht notwendigerweise ein größeres Angebot an Industrieholz**, da eine deutliche Verschiebung der Vornutzungsmengen zu Sägeschwachholz stattfindet. Dieser Verschiebung könnte etwa durch **Preisreize für Industrieholz** (z. B. Prämien) entgegen gewirkt werden.

Aufgrund des preisunelastischen Angebots von **Sägenebenprodukten** durch die Sägeindustrie kann die Papierindustrie die Preise für Sägenebenprodukte unter jenen von Industrieholz aus dem Wald halten, was sich in weiterer Folge auch auf die Preise für Holz aus dem Wald auswirkt. Die Ausweitung der Kapazitäten der Sägeindustrie speziell im letzten Jahrzehnt sowie die Erhöhung des Schwachholzeinsatzes haben zu erhöhtem Aufkommen an Sägenebenprodukten geführt. Dieses erhöhte Aufkommen korreliert mit dem sinkenden Preistrend sowohl der Sägenebenprodukte selbst als auch mit jenem von Industrieholz aus dem Wald. Die statistisch festgestellte Korrelation zwischen Preisen für Sägenebenprodukten bzw. Altpapier einerseits und Industrieholz andererseits lässt die Feststellung zu, dass die **Erhöhung des Aufkommens an Sägenebenprodukten den sinkenden Preistrend von Industrieholz zumindest in gleichem Ausmaß wie die Erhöhung des Altpapiereinsatzes** mitbeeinflusst hat.

Aus Sicht der Forstwirtschaft und der Sägeindustrie wäre es daher möglicherweise sinnvoll, die **Teilbarkeit des Marktes** (Sägenebenprodukte, Industrieholz aus dem Wald) **aufzuheben**, also Industrieholz aus dem Wald gemeinsam mit den Sägenebenprodukten der Säge-

industrie anzubieten. Die Sägeindustrie kann dem Preisdruck weiters begegnen, indem neue Märkte und Einsatzmöglichkeiten für Sägenebenprodukte erschlossen werden, was vor allem im energetischen Bereich auch aktiv betrieben wird. Im diesem Zusammenhang bietet das politische EU-Ziel zur Verdoppelung des Beitrags von erneuerbarer Energie zum gesamten Energieaufkommen günstige Rahmenbedingungen für die Sägeindustrie, bedeutet aber mögliche zukünftige Probleme der Papierindustrie bei der Beschaffung von Sägenebenprodukten.

Globale Zukunftsaussichten

Auch wenn in manchen Industriestaaten versucht wird, in verschiedenen Bereichen den Papierverbrauch einzudämmen, wird weltweit und vor allem für den asiatisch-pazifischen Raum eine Zunahme des Papierverbrauchs prognostiziert, der über den Verbrauchszunahmen anderer Holzprodukte liegt. Die mittelfristig abschätzbaren, wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Papierindustrie sind daher günstig. Nach verschiedenen Prognosen ist allerdings weltweit mit einer **Verknappung von Altpapier** und daher mit Preissteigerungen zu rechnen. Als einzige Überschussregion gilt derzeit und auch in Zukunft Nordamerika, als größte Defizitregion – vor allem in Zukunft – Asien. Unter diesem Gesichtspunkt und auch bedingt durch die Möglichkeit energetischer Nutzung von Altpapier wird daher der **Altpapiereinsatz** in der Papierproduktion **nicht beliebig gesteigert** werden können.

Zur Wechselwirkung Altpapier - Forstwirtschaft aus waldökologischer und waldökonomischer Sicht

In einem von anthropogenen Störungen weitgehend unbeeinflussten Natur-/Urwald sind über genügend lange Zeiträume und über eine ausreichend große Fläche betrachtet alle Stoffkreisläufe weitgehend geschlossen und die dazugehörigen ökologischen Bedingungen/Faktoren in einem mehr oder weniger stabilen (Fließ-)Gleichgewicht. Anthropogene Eingriffe und Störungen können direkt und indirekt Veränderungen bewirken, die je nach Intensität, räumlicher Ausdehnung und Dauer das Ökosystem Wald verändern, beeinträchtigen oder ganz zerstören können. Zu indirekten Eingriffen zählen beispielsweise die Veränderungen der Stoffkreisläufe durch Schadstoffe, die über den Luftweg Eingang in das Ökosystem Wald finden oder auch Maßnahmen der jagdlichen Bewirtschaftung, direkte sind z. B. die Holzentnahme.

Ebenso wirken Wälder direkt und indirekt in vielerlei Formen auf ihre Umwelt und den Menschen. In Österreich sind Waldökosysteme Kulturlandschaften, die seit Jahrhunderten großteils genutzt werden, um Holz zu gewinnen und damit ein Einkommen zu erzielen. Jedoch auch andere, natürliche Wirkungen wie Schutzwirkung, positive Wirkungen auf Luft, Klima und Wasserhaushalt sind für Menschen entweder allgemein oder im besonderen aufgrund orographischer Gegebenheiten von mehr oder minder großem Interesse.

Industrieholz aus Wirtschaftswäldern

Im Großteil der österreichischen Wälder steht die forstliche Bewirtschaftung zum Zweck der **Nutzholzproduktion** und damit verbunden das Erzielen eines wirtschaftlichen Ertrages für den Besitzer im Vordergrund. Dazu bedient man sich ertragsorientierter Behandlungskonzepte (Waldbau), die von der Baumartenauswahl in der Verjüngung bis zu verschiedenen Holzerntemethoden reichen.

Waldbauliche Eingriffe wirken in einer breiten Variation durch Veränderung der Licht-, Wärme-, Temperatur-, Wasserhaushalts- und Biomassenverhältnisse auf die Bestandesstruktur (Vertikal- und Horizontalstruktur, Baumartenanteile, Totholz, Genetik), die Bestan-

desstabilität und den Biomasse- und Nährstoffkreislauf. Die verstärkte Berücksichtigung dieser Parameter gewinnt in modernen, umfassenden Modellen einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung an Bedeutung und findet auch in internationalen Waldschutzprozessen ihren Niederschlag.

In vielen Waldbaukonzepten ist die **Durchforstung**, die einen höheren Ertrag in der Endnutzung zum Ziel hat, ein wichtiger Bestandteil, bei der vorwiegend Industrie- und Sägeschwacheholz anfällt. *Industrieholz* wird hier im Sinne eines forstlichen, marktrelevanten Waldproduktes verstanden, das aufgrund seiner geringen Durchmesser bzw. Qualität nicht in der Sägeindustrie, sondern in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie Span- und Faserplattenindustrie Verwendung findet. Auch in der Endnutzung der vorherrschenden Bewirtschaftungsmethoden kommt es zum Anfall dieses Holzsortimentes als Koppelprodukt der Sägerundholzproduktion. Der Anteil des Industrieholzes (Industrieholzproduktion) an der anfallenden Holzmenge kann wesentlich von der **Betriebsform** (schlagweiser Wald – Femelwald – Plenterwald) und der Art, Stärke und dem Zeitpunkt des waldbaulichen Eingriffes beeinflusst werden. Dabei spielen auch standörtliche Bedingungen und baumartenspezifische Merkmale eine Rolle.

In einem aufgrund anthropogener Einflussnahme bereits mehr oder weniger stark veränderten Waldökosystem können **nicht oder zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführte Eingriffe** wie Läuterung und Durchforstung den Aufbau, die Entwicklung und die Stabilität eines Bestandes **in ökonomischer Hinsicht** negativ beeinflussen. Dabei ist grundsätzlich festzustellen, dass umso weniger Eingriffe erforderlich sind, je naturnäher das betreffende Waldökosystem aufgebaut ist. Die **ökologische Komponente** spielt hier eine **untergeordnete Rolle**, da in den überwiegenden Fällen auf lange Sicht eine natürliche Stabilisierung eines Waldökosystems angenommen werden kann, wenn es sich selbst überlassen wird.

Es ist davon auszugehen, dass Durchforstungen neben ökonomisch wünschenswerten auch ökologisch unerwünschte Folgen, wie z. B. die Einengung der genetischen Variabilität innerhalb einer Baumart oder das massive Zurückdrängen von Baumarten mit geringen Ertragsersparungen haben können.

Die Entscheidung, ob Waldbewirtschaftungsmaßnahmen – insbesondere Durchforstungen – ergriffen werden, ist in erster Linie von den unterschiedlichen Interessen und Zielen der Waldbesitzer abhängig. Die **Nachfrage nach Industrieholz** durch die Papierindustrie und der damit in Verbindung stehende Industrieholzpreis, haben einen nachweisbaren **Einfluss** auf diesbezügliche Waldbewirtschaftungsaktivitäten. Aber auch andere Faktoren beeinflussen den Entscheidungsprozess maßgeblich. Dazu zählen die Erhöhung des Wertzuwachses, die Erziehung stabilerer Bestände (geringeres Betriebsrisiko), besonders im Kleinwald der Eigenbedarf und natürlich auch ökologische Aspekte, wie sie in einer naturnahen Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden.

Die Bereitstellung von Industrieholz aus Durchforstungen wird neben diesen Überlegungen auch von den **Holzerntekosten** im Verhältnis zu den zu erwartenden Erlösen beeinflusst. In jüngerer Zeit entwickelte Technologien (Harvester) tragen wesentlich zur Verringerung der Holzerntekosten in der Durchforstung bei. Damit werden vor allem kostengünstige Eingriffe in Beständen mit geringen Erntedurchmessern ermöglicht. Da zunehmend schwaches Sägerundholz ausgeformt wird, muss diese Entwicklung jedoch nicht zwangsläufig zu einem erhöhten Industrieholzanfall führen (siehe oben). Allerdings besteht noch Wissensbedarf über die Einsatzgrenzen dieser „neuen“ Technologien in Zusammenhang mit ihren ökologischen Auswirkungen.

Industrieholz aus Nicht-Wirtschaftswäldern

Industrieholz als marktorientiertes Produkt der Forstwirtschaft fällt überwiegend dort an, wo Wälder zu Einkommenszwecken bewirtschaftet werden. Eine bedeutende marktwirtschaftli-

che Rolle, allein aufgrund der Angebotsmengen, kann Industrieholz daher nur aus den sogenannten Wirtschaftswäldern – das sind jene Wälder, in denen der monetäre Ertrag das Ziel der Bewirtschaftung darstellt – einnehmen (s. dazu auch Einleitung zu Kap. 4).

Dort wo Wälder aus **anderen als aus Holznutzungsinteressen** bewirtschaftet werden und diese Bewirtschaftungsziele auch klar deklariert und formuliert werden (z. B. Bannwälder), ist der Anfall von Industrieholz als Teilprodukt der jenem Ziel untergeordneten Bewirtschaftung nicht maßgeblich. Seine Rolle beschränkt sich dort auf eine willkommene Begleiterscheinung, um Kosten der Waldbewirtschaftung für den definierten Zweck, der sich oft aus gesellschaftlichen Ansprüchen ableitet, zu verringern. In diesem Fall spielt daher auch der Erlös aus dem Verkauf von Industrieholz nur eine untergeordnete Rolle. Industrieholz aus solcherart bewirtschafteten Wäldern kann daher als Einsatzstoff in der Papierindustrie **nicht mit Altpapier konkurrieren**.

Fazit:

Ausgehend von der Fragestellung der vorliegenden Studie, inwieweit die Verwertung von Papier negative Wirkungen auf den Wald haben könnte, kann daher festgestellt werden:

Die obigen Ausführungen belegen, dass der Einfluss des Papierrecyclings nur in Bezug auf die Einsatzquote, nicht jedoch hinsichtlich der Recyclingrate von nennenswerter Relevanz für die Forstwirtschaft – über die Preisgestaltung bei Industrieholz – ist. Eine Vielzahl anderer Faktoren ist diesem Einfluss mindestens gleichwertig und es bestehen zahlreiche gegenseitige marktwirtschaftliche Beeinflussungen. In erster Linie ist hier die Abhängigkeit vom Weltmarktpreis zu nennen. Weitere dominierende Einflussgrößen sind Katastrophenereignisse, das Angebot von Sägenebenprodukten, das Wissen der Papierindustrie um die Verfügbarkeit der Durchforstungsreserven aber auch die Verfügbarkeit von modernen und kostengünstigen Technologien der Holzernte oder des steigenden Bedarfes von Sägeschwachholz. Eine künftig diesbezüglich ebenfalls bedeutende Einflussgröße könnte ein zunehmender Bedarf an Biomasse für die energetische Nutzung sein. Nur bei einer – derzeit allerdings nicht absehbaren – Beeinflussung des „Marktgleichgewichtes“, beispielsweise im Rahmen einer Reglementierung der Einsatzquote von Altpapier in der Papierindustrie, wären maßgebliche negative Folgen für die Forstwirtschaft wie auch für die Papierindustrie zu erwarten.

Der Industrieholzpreis ist jedenfalls nicht die alleinige Motivation für die Durchführung von Durchforstungen. Industrieholz ist ein Koppelprodukt, das als wirtschaftlich relevante Einflussgröße nur in Wäldern, die zum Zweck der Holznutzung bewirtschaftet werden, auftritt. Der Anstieg der Vornutzungen bzw. der Durchforstungen im Rahmen des untersuchten Zeitraumes der letzten drei Jahrzehnte trotz stagnierender oder fallender Industrieholzpreise und erhöhtem Altpapiereinsatz in der Papierindustrie ist ein deutlicher Hinweis für diese Feststellung. Die beachtliche Ausweitung des Forststraßennetzes bzw. Verfügbarkeit kostengünstiger und verbesserter Technologien in der Holzernte in den letzten Dekaden haben wohl dazu beigetragen. Im Umkehrschluss kann davon ausgegangen werden, dass die Absenz der forstlichen Erschließung und günstiger Technologien ursächlich für unterbliebene Vornutzungen waren. Wesentlich dürfte auch die zunehmende Erkenntnis in der Forstwirtschaft sein, Durchforstungen nicht in erster Linie in Bezug auf Erlöse oder Kosten zu betrachten, sondern als Investitionen in die Zukunft, also in höhere Erträge in der Endnutzung. Die in Wirtschaftswäldern – und somit im weitaus größten Teil der österreichischen Wälder – aus ökonomischen Gründen motivierten Durchforstungen können zudem durchaus auch ökologisch unerwünschte Folgen nach sich ziehen.

Eine negative Wirkung des Papierrecyclings bzw. des Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie auf ökologische Parameter von Wäldern in Österreich, kann nicht nachgewiesen werden.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- ABETZ, P. (1980): Zum Konzept einer Z-Baum-orientierten Kontrollmethode. Allg. Forst u. Jagd Ztg., 151.Jg.: 65-68.
- ABETZ, P. (1992): Zur Z-Baum-Kontrollmethode im Rahmen einer Forsteinrichtung. Forst und Holz, 47: 171-174.
- ABETZ, P. (1993): Waldbauliche Möglichkeiten zur Minderung der Industrieholzproduktion. In: Perspektiven für Angebot und Nachfrage auf den Industrieholzmärkten. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 127: 10-25.
- ABRAMOVITZ, J. & MATTOON, A. (1999): Paper Cuts: Recovering the Paper Landscape. Worldwatch Institute. Worldwatch Paper 149, Washington.
- ALBRECHT, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstw. Cbl. 110: 106-113.
- AMMANN, P. (1999): Analyse unbehandelter Jungwaldbestände als Grundlage für neue Pflegekonzepte. Schweiz. Z. Forstwes. 12: 460-470.
- AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die Forstliche Praxis. Forstw. Cbl. 110: 149-157.
- AMMON, W. (1995): Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. 4. Aufl.
- ANONYMUS (1996): Der Forstwirt. Herausgeber: Waldarbeitsschulen der Bundesrepublik Deutschland; 2., überarbeitete Auflage, Ulmer, Stuttgart.
- ANONYMUS (1999): Vollmechanisiert auch am Hang. Wald und Holz 12/99: 12-14.
- ANONYMUS (2000): Bodenschäden – Geraten Steillagen unter Druck? Österr. Forstzeitung 02/00: Arbeit im Wald: 6.
- ARO-REPORT (1995-1998): Zahlen, Daten, Fakten. Altpapier-Recycling Organisationsgesellschaft m.b.H, Wien.
- AURACHER, W. (1999): Ist Altpapier Abfall? Papier aus Österreich, 4/99.
- AUSTROFOMA (1996): Exkursionsführer, Heiligenkreuz.
- AUSTROPAPIER (1971-1999): Die Österreichische Papierindustrie (1970-1998) (Jahresberichte). Papier aus Österreich, Wien.
- BAUER, V. (1993): EUCEPA: Abfälle verbrennen statt deponieren. Papier aus Österreich Nr. 10, S. 40-41.
- BECK, I. (1993): Papierherstellung im Wandel. Art der Zellstoffproduktion entscheidet über die Umweltbelastung. Forst und Holz Nr. 9, S. 257-261.
- BEESE, F.O. (1996): Indikatoren für eine multifunktionelle Waldnutzung. Forstw. Cbl. 115: 65-79.
- BICHL, J. (1999): Waldwirtschaftsgemeinschaften in Niederösterreich. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE (1991): F. A. Brockhaus, 19. Auflage, Mannheim.
- BRÜNIG, E. & MAYER, H. (1980): Waldbauliche Terminologie. Universität für Bodenkultur, Wien.
- BUERG, J. (1998): Befragung der Anteilsberechtigten von Agrargemeinschaften in Tirol. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- BUNDESHOLZWIRTSCHAFTSRAT (BHWR) (1980): Holzbilanzstudie 1925-1978(79). Holzkurier Nr. 48, Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1971-1999a): Holzeinschlagsmeldung(en) 1970-1998. Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1971-1999b): Grüne(r) Bericht(e) 1970-1998. Eigenverlag, Wien.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1971-1998): Jahresbericht(e) über die Österreichische Forstwirtschaft bzw. Österreichische(r) Waldberichte 1970-1996, Eigenverlag, Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1995): Branchenkonzept Zellstoff- und Papierindustrie. Wien, 1995.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1998): Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Bundesabfallbericht 1998. Wien.
- BURSCHEL, P. (1992): Totholz und Forstwirtschaft. Allg. Forstzeitung 21: 1143-1146.
- BURSCHEL, P. (1993): Gefordert sind Forst- und Holzpartie, denn nichts geht ohne sie! Allg. Forstzeitung 14: 717-720.
- BURSCHEL, P. & HUSS, J. (1987): Grundriß des Waldbaus – Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Hamburg, Berlin.
- BURSCHEL, P. & HUSS, J. (1997): Grundriß des Waldbaus; 2. Auflage. Hamburg, Berlin.
- BÜCHSENMEISTER, R. et al. (1997): Der Wald und seine nachhaltige Produktionskraft. Beilage zur Österr. Forstzeitung 12/1997: 7-9.
- BYSTRÖM, S. & LÖNNSTEDT, L. (1995): Waste paper usage and fiber flow in Western Europe; in: Resources, Conservation and Recycling 15, pp. 111-121.
- BYSTRÖM, S. & LÖNNSTEDT, L. (1996): Economic and Environmental Impact of Paper Recycling. In: LÖNNSTEDT, L.; HAYNES, R. & MIKOWSKI, J. (ed.): Proceedings of Project Group P.6.11 FORSEA Meetings at the 20th IUFRO World Congress in Tampere, Finland, Seattle, S. 44-71.
- CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPIER INDUSTRIES (CEPI) (1998): The European Paper Industry and Forestry. Respecting the Environment. Brussels.
- CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPIER INDUSTRIES (CEPI) (1999a): The Growth in Paper Recycling Has Largely Outset Increased Papier Consumption During the Nineties. CEPI Newsletter No. 13, August 1999.
- CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPIER INDUSTRIES (CEPI) (1999b): The Likely Impact of Recycled Content Requirements for Papier Products in Europe. Study Commissioned to Jaako Pöyry. Special Report Recycling. November 1999.
- CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPIER INDUSTRIES and EUROPEAN COMMISSION (CEPI-EC) (1999): Competitiveness Study of the European Pulp, Paper and Board Manufacturing Industry 1998. Executive Summary. Brussels.
- DAXNER, P. et al. (1997): Naturnahe Waldwirtschaft und deren Auswirkungen auf das Ökosystem Wald; eine ökologische, waldwachstumskundliche, forsttechnische und sozioökonomische Studie. Endbericht; Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumforschung, Wien.
- DENGLER, A. (1990): Waldbau auf ökologischer Grundlage – Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege. 6., völlig neu bearb. Aufl., von Ernst Röhrig und Hans Achim Gussone; Parey-Verlag; Hamburg, Berlin.
- DEPPE, H.-J. (1995): Zum Substitutionsdruck zwischen Holzprimär- und Sekundärfasermaterial. In: Forstarchiv 66. Jahrgang, S. 18-24.
- DIETZ (1984): Walderschließung: ein Lehrbuch für Studium und Praxis unter besonderer Berücksichtigung des Waldwegebbaus. Parey-Verlag; Hamburg, Berlin.
- DOMENÍG, M. (1998): Nicht gefährliche Abfälle in Österreich; Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1998. Umweltbundesamt, Monographien Bd. 103, Klagenfurt.
- DOMINIK, K.C.F. (1995): Lexikon für den Waldbau. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- DUC, P. & ZBINDEN, A. (1997): Rationalisierung der Waldpflege. Schweiz. Z. Forstwes. 148: 197-220.
- DUMMEL, K. (1986): Holzernteverfahren: vergleichende Erhebung und Beurteilung der Holzernteverfahren in der Forstwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.

- DÜRRSTEIN, H. & STAMPFER, K. (2000): Aktuelle Trends in der Forsttechnik. Österr. Forstzeitung 4/2000; Arbeit im Wald: 1-3.
- EFI-Datenbank (laufend): Forest Products Trade Flow Database;
http://www.efi.fi/Database_Gateway/ftpf/.
- FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS (1987-1999): Jahresberichte 1986-1998, Wien.
- FACHVERBAND DER SÄGEINDUSTRIE ÖSTERREICHS (1998): Holzaufkommen in Österreich. Prognose bis 2016. CD-Rom, Wien.
- FAO (1971-1999): Yearbook of Forest Products (1970-1997), Rom.
- FAO (1995): Forestry – Statistics Today for Tomorrow. 1945-1993 ... 2000, Rome.
- FAO (1998): Global Fibre Supply Model, Rome.
- FELLER et al. (1999): Ein österreichischer Harvester für das Gebirge. Wald und Holz 10/99: 45-48.
- FERLIN, F. & BOBINAC, M. (1998): Natürliche Strukturentwicklung und Umsetzungsvorgänge in jüngeren, ungepflegten Stieleichenbeständen. Allg. Forst u. Jagd Ztg., 170.Jg:137-142.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (FBVA) (1973): Österreichische Forstinventur 1961/70. Wien.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (FBVA) (1993): Österreichische Waldinventur 1986/90. CD-Rom, Wien.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (FBVA) (1997): Österreichische Waldinventur 1992/96. CD-Rom, Wien.
- FPP (1991): Harvester/Prozessoren. In: Maschinen in der Durchforstung. Wien.
- FPP (1992): Kostenrechnung. In: Holzernte in der Durchforstung. Wien.
- FPP (1998): Industrierundholz. Informationsfolder, Wien.
- FPP (1999): Altpapier oder Frischfaser? Zum umweltgerechten Einsatz der Papierrohstoffe Holz und Altpapier. Informationsfolder, Wien.
- FRANK, G. (1994): Naturnaher Waldbau und Naturschutz: Gemeinsamkeiten und Gegensätze. In: Urwälder für die Zukunft: Naturwaldreservate im Wienerwald. Verein „Freunde der Wienerwaldkonferenz zur Erhaltung der Wienerwald-Landschaft“, Purkersdorf: 71-76.
- FÜRST, W. & JOHANN, K. (1994): Modellkalkulationen zum Naturverjüngungsbetrieb. FBVA Berichte, Nr. 79.
- GEBUREK, T. (1994): Genetische Strategien für das forstwirtschaftliche Handeln angesichts klimatischer Änderungen; in: Klimaänderung in Österreich – Herausforderung an Forstgenetik und Waldbau. Berichte der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien.
- GLÜCK, P. (1994): Entstehung eines internationalen Waldregimes. Centralblatt für das ges. Forstwesen, 111.Jg.: 75-92.
- GRABHERR, G. et al. (1998): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Österreichische Akademie der Wissenschaften; Innsbruck: Wagner.
- GREGORIUS, H.-R. (1997): Genetische Grundlagen der Ökosystemstabilität. Forstw. Cbl. 116: 29-38.
- HARZ, B. & TOPP, W. (1999): Totholz im Wirtschaftswald: eine Gefahrenquelle zur Massenvermehrung von Schadinsekten? Forstw. Cbl 118: 302-313.
- HECKL, F. & SCHWARZL, B. (1999): Unveröffentlichtes Protokoll eines Interviews mit Mag. Günter Edinger (Austropapier - Vereinigung Österreichischer Papierindustrieller) am 9. 7. 1999, Wien.
- HETEMÄKI, L. & KUULUVAINEN, J. (1991): Estimating Supply and Demand for Roundwood: How to Incorporate the Data and Theory. Finish Forest Research Institute, Department of Forest Economics, Working Paper 397, Helsinki.

- HOCHBICHLER, E. et al (1994): Biomassen- und Nährstoffuntersuchungen in einem 40jährigen Buchenbestand (*Fagus Sylvatica* L.). *Centralblatt für das ges. Forstwesen*, 111. Jg.:1-22.
- HOSIUS, B. (1993): Wird die genetische Struktur eines Fichtenbestandes von Durchforstungseingriffen beeinflusst? *Forst und Holz*, 48: 306-308.
- HUSS, J. (1998): Eisschäden an Fichten in einem Durchforstungsversuch. *Allg. Forstzeitung/Der Wald* 8: 430-432.
- INCE, P.J. (1998): North American Paper Recycling Situation and Pulpwood Market Interactions. In: UN-ECE & MINISTRY OF FORESTRY (1998): pp. 61-72.
- JACQUES, R. & INCE P. (1992): The Economic Impact of State Legislation on Mandatory Recycled Fibre Content: An Application of the North American Pulp & Paper Model. In: LÖNNSTEDT, L. (ed.): *Forest Sector Analysis. Proceedings of P06.02 FORSEA – Forest Sector Analysis. IUFRO Centennial 30 August – 4 September 1992, Berlin. SIMS, Uppsala*, S. 50-69.
- JANSSEN, A. & WEISGERBER, H. (1992): Erhaltung der genetischen Vielfalt bei der Buche in Hessen. *Allg. Forstzeitung* 12: 631-632.
- JOHANN, K. & POLLANSCHÜTZ, J. (1980): *Der Einfluss der Standraumregulierung auf den Betriebserfolg von Fichtenbetriebsklassen*. Wien: Österr. Agrarverlag.
- JÖBSTL, H.A. (1994): *Einführung in die forstliche Absatz- und Marktlehre, Studententext, Teil I und II; Berichte aus der Abteilung für Rechnungswesen und forstliche Marktlehre am Institut für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik der Universität für Bodenkultur in Wien, Heft 11, Kommissionsverlag Österreichischer Agrarverlag, Wien*.
- KALLIO, M.; DYKSTRA, D.P. & BINKLEY, C.S. (ed.) (1987): *The Global Forest Sector - An Analytical Perspektive*, John Wiley & Sons, Chichester-New York-Brisbane-Toronto-Sigapore.
- KAPPELLER, C. (1995): *Die Durchforstung im OÖ. Kleinwald – Probleme, Durchführung und Perspektiven*. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- KENK, G. (1999): *Das Jungwaldpflegemodell Baden-Württemberg*. *Schweiz. Z. Forstwes.* 150: 471-477.
- KENK, G. et al. (1989): *Erntekosten und Nettoerlöse in Baden-Württemberg nach Brusthöhendurchmesser und Konsequenzen für die Bestandesbehandlung*. *Allg. Forstzeitung* 27: 710-712.
- KENK, G. & WEISE, U. (1998): *Nichtstun – ein alternativer Weg zu erhöhter Stabilität und Wertleistung?* *Allg. Forstzeitung/Der Wald* 18: 937-939.
- KNOKE, Th. (1998): *Analyse und Optimierung der Holzproduktion in einem Plenterwald – zur Forstbetriebsplanung in ungleichaltrigen Wäldern*. *Forstliche Forschungsberichte München Nr. 170*.
- KOCH, G. (1997): *Die „Potentielle Natürliche Vegetation“ als Grundlage der Natürlichkeitsforschung mit spezieller Berücksichtigung österreichischer Wälder*. Manuskript für den Tagungsband der 2. Pflanzensoziologischen Tagung in Gumpenstein.
- KOOPERATIONSABKOMMEN FORST-PAPIER-PLATTE - FPP (1991): *Harvester/Prozessoren*. In: *Maschinen in der Durchforstung*. Wien.
- KOOPERATIONSABKOMMEN FORST-PAPIER-PLATTE - FPP (1992): *Kostenrechnung*. In: *Holzernte in der Durchforstung*. Wien.
- KOOPERATIONSABKOMMEN FORST-PAPIER-PLATTE - FPP (1998): *Industrierundholz*. Informationsfolder, Wien.
- KOOPERATIONSABKOMMEN FORST-PAPIER-PLATTE FPP - (1999): *Altpapier oder Frischfaser? Zum umweltgerechten Einsatz der Papierrohstoffe Holz und Altpapier*. Informationsfolder, Wien.
- KÖPPL, A.; PICHL, C.; FRESNER, J.; SCHNITZER, H.; SEBESTA, B.; WOLF, P.; HINTERBERGER, F.; HARTARD, S. & SCHÜTZ, H. (1998): *Zukunftsstrategien für eine integrierte österreichische Abfall- und Stoffstromwirtschaft*. Bd. 24/1998 der Schriftenreihe des BMUJF, Wien.
- KORPEL, S. (1995): *Die Urwälder der Westkarpaten*. Fischer-Verlag, Stuttgart.
- KRAMER, H. (1978): *Der Bowmont-Durchforstungsversuch: Ein Beitrag zur Diskussion über Fichtendurchforstung*. *Forstw. Cbl.* 97: 131-141.

- KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre: ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit. Hamburg [u. a.]: Parey.
- KRAMMER, H. J. & PERZ, K. (1998): Abfallaufkommen in Österreich. Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1998. Umweltbundesamt, Monographien Bd. 101, Klagenfurt.
- KRAPFENBAUER, A. (1979): Waldbiomasse und Energieversorgung. Internationaler Holzmarkt 4/5: 26-32.
- KRAPFENBAUER, A. (1981): Holzernte-Biomassen und Nährstoffaustrag – Nährstoffbilanz eines Fichtenbestandes. Centralblatt für das ges. Forstwesen, Heft 4.
- KRAPFENBAUER, A. (1989a): Lehrbehelf zur Forstlichen Standortslehre 1. Institut für Waldökologie, Univ. f. Bodenkultur.
- KRAPFENBAUER, A. (1989b): Biomassenproduktion und –nutzung zur Energiegewinnung. Centralblatt für das ges. Forstwesen, 106.Jg., Heft 2: 89-108.
- KREUTZER, K. (1980): Ökologische Fragen zur Vollbaumernte. Forstw. Cbl. 98: 298-308.
- KROTH, W. (1974): Wirtschaftliche Aspekte der Durchforstung. Forstarchiv: 39-42.
- LACKNER, Chr. (1999): Der einäugige Hannibal im Plenterwald. Österr. Forstzeitung 8/99, Arbeit im Wald: 4-5.
- LEDER, B. (1998): Beobachtung zur Bestandesstruktur undurchforsteter Fichtenbestände. Allg. Forstzeitung/Der Wald 15: 793-796.
- LEIBUNDGUT, H. (1984): Die Waldpflege: unter Mitverwendung von „Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung“. 3. Auflage: Bern; Stuttgart: Haupt.
- LEIBUNDGUT, H. (1990): Waldbau als Naturschutz. Bern, Stuttgart: Haupt.
- LEIBUNDGUT, H. (1993): Europäische Urwälder. Bern, Stuttgart: Haupt.
- LEPPÄMÄKI, M. & HALTA, O. (1996): The Fibre Game-Model of International Competition Between Fibre Rich and Fibre Poor Countries. In: LÖNNSTEDT, L.; HAYNES, R. & MIKOWSKI, J. (ed.): Proceedings of Project Group P.6.11 FORSEA Meetings at the 20th IUFRO World Congress in Tampere, Finland, Seattle, S. 72-88.
- LITSCHAUER, R. (1994): Maßnahmen der Generhaltung in Österreich. in: Klimaänderung in Österreich – Herausforderung an Forstgenetik und Waldbau; Berichte der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien.
- LITSCHAUER, R. (1997): Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt im sommerwarmen Osten. in: Waldbau an der unteren Waldgrenze; Berichte der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien.
- LÖNNSTEDT, L.; ROBERTS, D.G.; BOOTH, D.L. & PHELPS, S.E. (1992): Increased Wastepaper Recycling: Implications for the Canadian Newsprint Industry. In: ADAMS, D.; HAYNES, R.; LIPPKE, B. & PEREZ-GARCIA, J. (ed.): Forest Sector Trade and Environmental Models: Theory and Applications. CINTRAFOR Proceedings of an International Symposium, April 30-May 1, 1992, Seattle, S. 108-118.
- LUNGKOFLENER, H. (1997): Befragung von Kleinwaldbesitzern in Mittel und Unterkärnten. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- MABEE W.E. & PANDE H. (1997): Recovered and Non-wood Fibre: Effects of Alternative Fibres on Global Fibre Supply; FAO-Working Paper Global Fibre Supply Study /WP/04, Rome.
- MAYER, H. (1968): Langfristige waldbauliche Betriebsrationalisierung. Allg. Forstzeitung 23: 687-689.
- MAYER, H. (1984): Waldbau: auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 3. Aufl.; Fischer-Verlag, Stuttgart.
- MAYER, H. (1992): Waldbau: auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Aufl.; Fischer-Verlag, Stuttgart.
- MECHLER, K. & WEBER, H. (1992): Mechanisierte Nadelschwachholzernte in Steilhängen. Allg. Forstzeitschrift 23: 1217-1221.

- METZKER, M. (in Arbeit): Angebotsverhalten des Kleinwaldes in ausgewählten oberösterreichischen Bezirken (Arbeitstitel). Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- MITSCHERLICH, G. (1963): Untersuchungen in Schlag und Plenterwäldern. Allg. Forst u. Jagd Zeitung 134:1-12.
- MITSCHERLICH, G. (1981): Wald, Wachstum und Umwelt. Frankfurt a. M.
- MOHR, C. & SCHORI, Ch. (1999): Femelschlag oder Plenterung – Ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht; Schweiz. Z. Forstwes. 150: 49-55.
- MOMBÄCHER, R. (1988): Holz-Lexikon: Nachschlagewerk für die Holz- und Forstwirtschaft; 3. Auflage, Stuttgart.
- MOOG, M. (1992): Zum Angebotsverhalten von Forstbetrieben. Eine ökonometrische Studie. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, Bd, 92, Frankfurt a.M.
- MOOG, M. (1993): Handlungsmöglichkeiten der Forstbetriebe bei sinkenden Industrieholzpreisen. In: Perspektiven für Angebot und Nachfrage auf den Industrieholzmärkten. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 127: 65-75.
- MOOG, M. (1997): Forstwirtschaft: Wirtschaften mit naturnahen Ökosystemen. Rundgespräche der Kommission für Ökologie/12: Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie-Ökonomie, München: Pfeil.
- MORANDINI, U. (1999): EU-Papier-Kongress in Helsinki: Studie zur Wettbewerbsfähigkeit. In: Papier aus Österreich Nr. 9, S. 16-19.
- MOSANDL, R. (1991): Die Steuerung von Waldökosystemen mit waldbaulichen Mitteln: dargestellt am Beispiel des Bergmischwaldes. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, München.
- MOSANDL, R. (1997): Waldbau zwischen Ökonomie und Ökologie. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bayerische Akademie der Wissenschaften; 12: Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie-Ökonomie, München: Pfeil.
- MÖHRING, B. (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen; Frankfurt a.M.: Sauerländer.
- MÜLLER, F. (1994): Müssen wir waldbauliche Konzepte ändern; in: Klimaänderung in Österreich – Herausforderung an Forstgenetik und Waldbau. Berichte der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien.
- NEUMÜLLER, A. (199x): Papier-Wald-Umwelt. Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier (FPP), Wien.
- NIELSEN, C. (1990): Einflüsse von Pflanzabstand und Stammzahlhaltung auf Wurzelform, Wurzelbiomasse, Verankerung sowie auf die Biomassenverteilung im Hinblick auf die Sturmfestigkeit der Fichte. Frankfurt a. M.: Sauerländer.
- NILSSON, S.; OBERSTEINER, M. & WÖRGÖTTER, A. (1998): Umweltrelevante Auswirkungen von Subventionen in der österreichischen Papierindustrie. Bd. 34/1998 der Schriftenreihe des BMUJF, Wien.
- NÜSSLEIN, St. (1995): Struktur und Wachstumsdynamik jüngerer Buchen-Edellaubholz-Mischbestände in Nordbayern; Schriftenreihe der Forstwiss. Fakultät der Univ. München und der Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- ÖSTERREICHISCHER AGRARVERLAG (1998): Forst Jahrbuch 1999; Klosterneuburg.
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (ÖSTAT) (1971-1999): Agrarpreisstatistik(en) 1970-1998, Schnellberichte, Wien.
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (ÖSTAT) (1995): Ökobilanz Wald, Ausgabe 1995. Eigenverlag, Wien.
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (ÖSTAT) elbe (1997, 1998): Der Außenhandel Österreichs, 1.-4. Vierteljahr 1995, 1997, Serie 1 A, Wien.
- OTTO, H.-J. (1994a): Waldökologie. Stuttgart: Ulmer.

- OTTO, H.-J. (1994b): Verminderung der waldbaulichen Intensität und des Schwachholzaufkommens durch naturnahen Waldbau? Forst und Holz, 49.Jg.: 387-391.
- PALO, M. & NISSILÄ, O. (1975): Waste Paper Recycling: Economic and Ecological Prospects. Communicationes Instituti Forestales Fenniae 82.5, Helsinki.
- PAPIERMACHER TASCHENBUCH (1989): Papiermacher Taschenbuch. Dr. Curt Haefner Verlag GmbH, Heidelberg.
- PFARR, U. & SCHRAMMEL, J. (1991): Fichten Totholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstschutz. Forstw. Cbl. 110: 128-133.
- PILZ, H. (1996): Die Bedeutung von Papierflüssen und -kreisläufen für die CO₂- und CH₄-Emissionen in Österreich. Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien.
- PIRKER, M. (1995): Bauernwaldbefragung in der Mittelsteiermark. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- PRETZSCH, H. (1996): Strukturvielfalt als Ergebnis waldbaulichen Handelns. Allg. Forst u. Jagd Ztg., 167 Jg.: 213-221.
- PRÖLL, W. (1995): Vollerntereinsatz im Kleinwald. Österr. Forstzeitung 7/95: 54-55.
- PRÖLL, W. (1996): Mechanisierung im Bauernwald. Österr. Forstzeitung 1/96: 20-22.
- PRÖLL, W. (1999): Lösen Raupenharvester das Gebirgswaldproblem? Österr. Forstzeitung 5/99, Arbeit im Wald: 6-7.
- PRÖLL, W. (2000a): Machen Forvester Sinn? Österr. Forstzeitung 1/2000, Arbeit im Wald: 6-8.
- PRÖLL, W. (2000b): Gebirgsharvester „Koller K-501 mit Woody 50“. Österr. Forstzeitung 3/2000, Arbeit im Wald: 1-3.
- RAMETSTEINER, E. (1998): Einstellungen zu Wald, Holz, Umwelt und Nachhaltigkeitszeichen in Österreich und Europa. Ergebnisse einer Repräsentativumfrage in Österreich und deren internationaler Vergleich. Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, Bd. 34, Wien.
- REININGER, H. (1992): Zielstärken-Nutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes. 5. Auflage; Österr. Agrarverlag, Wien.
- RIECHSTEINER, D. & THEES, O. (1999): Einsatz von „Harwardern“ in der Schweiz? Wald und Holz 19: 37-41.
- SCHMIDT, A. & HOFBAUER, H. (Projektleiter) (1996): Thermische Verwertung und Behandlung von Holz- und Papierabfällen. Studie im Auftrag des BMUJF, Wirtschaftskammer Österreich, FV d. Holzverarbeitenden Industrie Österreich, Austropapier, FPP, erstellt von TU-Wien, BMUJF-Schriftenreihe der Sektion III, Band 31, Wien.
- SCHMOELZER, M. (1998): Zum Einschlags- und Angebotsverhalten des Kleinwaldes in Mittelkärnten. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- SCHÖBER, R. (1980): Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte bei verschiedener Durchforstung. Allg. Forst u. Jagd Ztg., 151. Jg.: 1-21.
- SCHÜTZ, J.-P. (1992): Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. Schweiz. Z. Forstwes., 143: 442-460.
- SCHÜTZ, J.-P. (1996): Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweiz. Z. Forstwes. 147 (1996) 5: 315-349.
- SCHÜTZ, J.-P. (1998): Licht bis auf den Waldboden: Waldbauliche Möglichkeiten zur Optimierung des Lichteinfalls im Walde. Schweiz. Z. Forstwes.: 843-864.
- SCHÜTZ, J.-P. (1999): Neue Waldbehandlungskonzepte in Zeiten der Mittelknappheit: Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewussten Waldpflege. Schweiz. Z. Forstwes. 150: 451-459.
- Schwarzbauer, P. (1993): Der österreichische Holzmarkt im Modell. EG-Waldsterben-Zellstoffmarkt. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik, Bd. 17, Eigenverlag, Wien.

- SCHWARZBAUER, P. (1994a): Bedingte längerfristige Prognosen für Produktion und Verbrauch von Schnittholz und Holzplatten in Österreich – ein Vergleich zwischen Simulationsmodell und ökonomischen Gleichungen; in: Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Heft 2, S. 129-142.
- SCHWARZBAUER, P. (1994b): Die österreichischen Holzmärkte. Größenordnungen – Strukturen - Veränderungen. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik, Bd. 22, Wien.
- SCHWARZBAUER, P. (1996): Long-Term Supply and Demand Projections for Wood Products in Austria. A Contribution to the Study 'European Timber Trends and Prospects: Into the 21st Century'. Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, Bd. 27, Wien.
- SCHWARZBAUER, P. (1999): Mögliche Auswirkungen der Erhöhung von Papier-Recycling- und Altpapiereinsatzquoten in der europäischen Papierindustrie – eine Modellstudie. unveröffentlichtes Manuskript, Wien.
- SEKOT, W. (1988-1998): Ertragsberichte der österreichischen Forstwirtschaft 1987-1997, unveröffentlicht, Wien.
- SINNER, K.F. (1997): Erfahrungen mit der naturgemäßen Waldwirtschaft im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie. Rundgespräche der Kommission für Ökologie/12: Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie-Ökonomie, München: Pfeil.
- SKOGSINDUSTRIERNA (1995): Papierrückgewinnung – wie weit können wir gehen? Stockholm.
- SPELLMANN, H. (1994): Auswirkungen von Läuterungseingriffen auf die Schwachholzproduktion. Forst und Holz, Nr. 11: 288 – 300.
- SPELLMANN, H. (1995): Vom strukturarmen zum strukturreichen Wald. Forst und Holz, 50.Jg.: 35-44.
- STAMPFER, K. (2000): Trägerplattformen – Natur kennt keine Räder. Österr. Forstzeitung 01/2000; Arbeit im Wald: 4-5.
- STAMPFER, K. & LOSCHEK, J. (1999): Harvestereinsatz steigert Seilproduktivität. Österr. Forstzeitung 2/99, Arbeit im Wald: 4-6.
- STARK, H. (1992): Tabu "Thermische Verwertung". "Altpapier-Berge" sind nicht notwendig. In: Papier aus Österreich Nr. 11, S. 6-7.
- STARK, H. (1994): Recycling hat Grenzen. Papier aus Österreich Nr. 4/94: 8-10, Wien.
- STARK, H. (1998): Wie weit kann die Zellstoff- und Papierproduktion nach dem heutigen Stand der Technik als nachhaltig bezeichnet werden? in: Papier aus Österreich, Nr. 4, S. 11-17.
- STAUDT, E.; AUFFERMANN, S. & SCHROLL, M. (1999): Die Grenzen der Kreislaufwirtschaft. Entsorgungspraxis, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsges.m.b.H., Wiesbaden; EP 3/99: 16-19.
- THOMASIUS, H. (1988): Stabilität natürlicher und künstlicher Waldökosysteme sowie deren Beeinflussbarkeit durch forstwirtschaftliche Maßnahmen (Teil 1); Allg. Forstzeitung 38: 1037-1043.
- TRZESNIEWSKI, A. (1998): Holzernte im Gebirge: Neue Arbeitskette, Raupenharvester mit Mastseilgerät (Fallstudie). Formec '98, 32. Internat. Symposium Mechanisierung der Waldarbeit; Forstliche Forschungsberichte 174, München.
- ULRICH, B. (1981): Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomassenutzung. Forstarchiv; 52.Jg.: 199-203.
- ULRICH, R. (1998). Umweltschonender Einsatz von Forsttechnik – Beschränkung der Schäden an den Waldökosystemen. Formec '98, 32. Internat. Symposium Mechanisierung der Waldarbeit; Forstliche Forschungsberichte 174, München.
- UN-ECE & MINISTRY OF FORESTRY (1998): Recycling, Energy, and Market Interactions. Workshop Proceedings. 3-6 November 1998, Istanbul
- UN-ECE/FAO (1991): Conversion Factors (Raw Material/Product) for Forest Products 1987. ECE/TIM/55, New York.

- UN-ECE/FAO (1996a): European Timber Trends and Prospects: Into the 21st Century. Geneva Timber and Forest Study Papers, ECE/TIM/SP/11, New York and Geneva.
- UN-ECE/FAO (1996b): European Forests and Timber: Scenarios into the 21st Century. Geneva Timber and Forest Discussion Papers, ECE/TIM/DP/10, New York and Geneva.
- UN-ECE/FAO (1998): Forest Products Annual Market Review 1997-1998. Timber Bulletin – Volume LI, No. 3, New York and Geneva.
- UN-ECE/FAO (1999): Forest Products Trade Flow Data 1996-1997. Timber Bulletin Vol. VL (1998), No. 5, ECE/TIM/BULL/51/5. New York and Geneva.
- UTSCHICK, H. (1991): Beziehungen zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern. Forstw. Cbl. 110: 135-148.
- VIRTANEN, Y. & NILSSON, S. (1992): Some Environmental Policy Implications of Recycling Paper Products in Western Europe. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Executive Report 22, Laxenburg, Austria.
- VIRTANEN, Y. & NILSSON, S. (1993): Environmental Impacts of Waste Paper Recycling. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Earthscan Publications Ltd., London.
- WEIHS, U. et al. (1999): Wie sich unbehandelte Fichtenbestände aus Naturverjüngung entwickeln. Allg. Forstzeitung/Der Wald 4: 172-175.
- WEISE, U. (1995): Hinausschieben der Durchforstungen. Allg. Forstzeitung. 11: 570-573.
- WIENER BÖRSEKAMMER (1985): Österreichische Holzhandelsusancen 1973; Auflage 1985; Eigenverlag, Wien.

7 GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

In diesem Glossar wurde vor allem auf die für diese Studie wichtigen Definitionen Bezug genommen. Die Liste der Begriffe kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Abhängige Variable – erklärte Variable (im Zusammenhang mit einer \Rightarrow *Regressionsanalyse*): Dabei handelt es sich um eine Variable (z. B. Holzangebot aus dem Wald), deren Veränderungen aus den Veränderungen anderer Variablen (unabhängige Variable: z. B. Holzpreis, Schadholzanfall) erklärt werden soll.

Altpapier (UN-ECE/FAO-Bezeichnungen: recycled paper, recovered paper): Wiederverwendetes, bereits für den ursprünglichen Verwendungszweck einmal verwendetes Papier bzw. Pappe. Enthält in Österreich nicht die bei der Produktion von Papier und Pappe entstehenden Papierabfälle der Papier- und Pappeerzeugenden Industrie selbst.

Altpapiereinsatzquote: Prozentsatz/Anteil des \Rightarrow *Altpapiers* an der gesamten in einem Land/einer Region für die Papier- und Pappeproduktion eingesetzten Papierhalbstoffmenge

Angepasstheit (nach GEBUREK et al., 1994): Zustand einer Population, der es ihr ermöglicht unter den herrschenden Umweltbedingungen auf Dauer zu überleben.

Anpassung (nach GEBUREK et al., 1994): Populationsgenetischer bzw. evolutionärer Vorgang einer Population, der auf ihrer \Rightarrow *Anpassungsfähigkeit* basiert und einen bestimmten Grad der \Rightarrow *Angepasstheit* zu Folge hat.

Anpassungsfähigkeit (nach GEBUREK et al., 1994): Vermögen einer Population, sich an Umweltveränderungen durch Änderung ihrer Genhäufigkeiten dauernd anzupassen. Ausreichende genetische Variation ist eine notwendige Bedingung.

Arbeitssysteme (bei der Holzernte; nach AUSTROFOMA, 1996): Das sinnvolle Zusammenwirken von Menschen, Maschinen und Materialien zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben. Man unterscheidet nicht-, teil-, hoch- und vollmechanisierte Arbeitssysteme.

Arbeitsverfahren (bei der Holzernte; nach AUSTROFOMA, 1996): Technologischer Weg, auf dem das Arbeitsergebnis mit Hilfe der verwendeten Maschinen und Geräte sowie im Hinblick auf den Zustand des zu bringenden Holzes erreicht wird. Dazu zählen \Rightarrow *Sortiment-*, \Rightarrow *Stamm-*, \Rightarrow *Baum-* und \Rightarrow *Vollernteverfahren*).

Ausschuss (Faulholz, Ballast) (lt. FPP): Industriell nicht verwertbares Holz und/oder Ballast wie z. B. Schotter und Eisenteile.

Baumverfahren: Die Fällung erfolgt mit der Motorsäge; Schlepper oder Seilkran bringen die ganzen Bäume zum Abfuhrweg, wo Prozessoren zur mechanischen Aufarbeitung eingesetzt werden.

Bestimmtheitsmaß (R^2): Gibt in einer \Rightarrow *Regressionsanalyse* die Stärke des Zusammenhangs an; 0 = kein Zusammenhang, 1 = vollkommener Zusammenhang. Ein R^2 von 0,7 etwa bedeutet, dass die Schwankungen (Varianz) einer abhängigen Variablen (z. B. Holzangebotsmenge) zu 70 % von den Schwankungen der unabhängigen Variablen (z. B. Holzpreise, Schadholzanfall) erklärt werden.

Bestandespflege (nach DENGLER, 1990): Unter dem Begriff der Bestandespflege fasst man alle diejenigen waldbaulichen Maßnahmen zusammen, die zeitlich zwischen der abgeschlossenen Bestandesbegründung und der Einleitung einer neuen Verjüngung liegen.

Betriebe (als Eigentumsart der Waldinventur sowie der HEM): Wälder von Betrieben mit mehr als 200 ha Katasterwaldfläche, ausgenommen \Rightarrow *ÖBf AG*

Druck- & Schreibpapier (FAO-Bezeichnung: „printing and writing paper“): Papier für Druck- und Schreibzwecke außer \Rightarrow *Zeitungspapier*

Dünnholz (ID) (lt. FPP): \Rightarrow *Industrierundholz* mit Qualitätsanforderungen wie beim \Rightarrow *Faserholz*: Zopfdurchmesser jedoch 4-7 cm mit Rinde beim Nadelholz und 4-9 cm mit Rinde beim Laubholz. Die Übernahme von Dünnholz ist individuell zu vereinbaren.

- Durchforstung** (nach DOMINIK, 1995): Ist die Bezeichnung für Hiebseingriffe in Stangen- oder Baumhölzer zur \Rightarrow *Bestandspflege*, Prophylaxe und als \Rightarrow *Vornutzung* entsprechend der \Rightarrow *Läuterung* im Jungbestand. Sie dient je nach Betriebsziel der Mischungsregulierung (Massenauslese), der Wertholzerziehung und der Bestandesstabilität.
- Elastizität, statistische** (im Zusammenhang mit einer \Rightarrow *Regressionsanalyse*): Gibt die Intensität eines statistischen Zusammenhangs an, nämlich, um wie viele Prozentpunkte eine abhängige Variable (z. B. Holzangebotsmenge) steigt/fällt, wenn eine unabhängige Variable (z. B. Holzpreis) um 10 % steigt/fällt. Eine Preiselastizität von +0,3 bedeutet etwa, dass die Holzangebotsmenge um 3 % steigt/fällt, wenn der Holzpreis um 10 % steigt/fällt. Bei einer Elastizität von $\geq 1,0$ spricht man von „elastischem“, bei darunterliegender von „unelastischem“ Verhalten einer Variablen.
- Elastizität, ökologische** (nach OTTO, 1994a): Die Fähigkeit eines Waldökosystems, auf die Folgen einer Störung, welche seine innere Verfassung, seine Balance und seine Beziehung zwischen Arten und Funktionen beeinträchtigt haben, so zu reagieren, dass das ursprüngliche, ausbalancierte System wieder erreicht wird.
- Endnutzung** (lt. HEM): Jede Nutzung, die zur Verjüngung des Bestandes führt (oder diese einleitet) oder die Fläche der Holzherzeugung entzieht (z. B. durch Straßenbau).
- Entrümpelung** (lt. Österreichischer Forstinventur): Eingriffe in ältere Bestände nach versäumter Durchforstung zwecks Entfernung eines überdurchschnittlich hohen Anteils an rotfaulen, stark beschädigten und absterbenden Bestockungsgliedern sowie von Dürrlingen.
- Faserholz (IF)** (lt. FPP): \Rightarrow *Industrierundholz* mit oder ohne Rinde:
gesund, praktisch ohne Rotstreif (max. 10 % der Lieferung dürfen rotstreifig sein), auch trocken, auch gespalten, Verblauung zugelassen, an beiden Enden mit der Säge geschnitten, ordentlich entastet (keine Aststummel), ohne Zwiesselstücke und sichtbare Pechlassen.
Fallende Länge von 1-6m; \Rightarrow **Langholz**: (2) 3-6 m, max. Länge 6,15 m; Übernahme meistens nach Gewicht; \Rightarrow **Kurzholz**: 1 oder 2 m lang, Überlänge max. 4 cm; Übernahme meistens im Raummaß.
Mindestzopfdurchmesser: Nadelholz 8 cm mit Rinde, 7 cm ohne Rinde; Laubholz 10 cm mit Rinde, 7 cm ohne Rinde.
Maximaldurchmesser: sind jeweils zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.
Die Fabriken sind zur Bearbeitung des Rundholzes maschinell unterschiedlich ausgestattet. Deshalb können die Maximaldurchmesser differieren.
- Femelschlag** (nach DOMINIK, 1995): Bezeichnung für eine Hiebsart des schlagweisen Hochwaldes. Beim Femelschlag werden ähnlich dem Schirmschlag die Altbäume unter Überhalt nur teilweise genutzt. Der Femelschlag steht im Gegensatz zum Kahlschlag. Allerdings werden beim Femelschlag unregelmäßige horst- oder gruppengroße Teilflächen geschaffen. Er eignet sich in ungleichaltrigen und/oder Mischbeständen oder dient der Erziehung von ungleichaltrigen Beständen.
- Forwarder** (nach ANONYMUS, 1996): Forwarder (Tragschlepper, Forstspezialschlepper) sind speziell für Rückearbeiten im Lang- oder Kurzholzbereich konstruierte Maschinen. Der Einsatzschwerpunkt von Forwardern liegt bei der Bringung von \Rightarrow *Industrieholz*, Profilerspannerholz und Stammholzabschnitten von der \Rightarrow *Rückegasse* zur Forststraße, auch bei schwierigen Geländebedingungen.
- Frischfaser**: \Rightarrow *Papierhalbstoffe* außer \Rightarrow *Altpapier*
- Genetische Diversität** (nach GEBUREK et al., 1994): Heterogenität der Häufigkeitsverteilung der Allele in einem Baumkollektiv. Im allgemeinen Sprachgebrauch auch synonym mit genetischer Variation und \Rightarrow *genetischer Vielfalt* verwendet.
- Genetische Vielfalt** (nach GEBUREK et al., 1994): Konkretes genetisches Differenzierungsmaß. Absolute oder relative Anzahl von genetischen Varianten innerhalb eines Baumkollektivs. Die potenzielle genotypische Vielfalt gibt an, wie viele verschiedene Genotypen mit der tatsächlich vorhandenen Anzahl der Allele theoretisch im Baumkollektiv gebildet werden können.

- Harvester** (nach DOMINIK, 1995): Harvester (Vollernter) ist die Bezeichnung für Holzerntemaschinen, die im Bereich des Holzeinschlages mehrere Arbeiten nacheinander bewältigen können. Bei Harvestern liegt das Fällaggregat an der Kranspitze und führt den gefällten Baum dem \Rightarrow *Processor*aggregat zu. Dort kann der Baum entastet, vermessen, eingeschnitten, gezopft und auf Poltern oder einem Rückewagen abgelegt werden.
- Hemmungen** (nach OTTO, 1994a): Konstellationen des Waldökosystems, die seine Entwicklung behindern und auch manchmal für lange Zeit unmöglich machen, ohne seinen gegenwärtigen Zustand zu stören oder zu zerstören. Sie stellen also lediglich Blockierungen der Weiterentwicklung dar, ohne das Lebensgefüge des Waldes selbst zu tangieren. Als Beispiel können Bodenbewuchs wie Adlerfarn oder wolliges Reitgras genannt werden, die bei flächigem Auftreten jede Waldentwicklung hemmen können.
- Hiebssatz** (nach BRÜNIG & MAYER, 1980): Die für den Forsteinrichtungszeitraum berechnete und festgesetzte Menge an Holz (Erntefestmeter ohne Rinde) oder Anzahl von Bäumen, die in einem Jahr geerntet werden soll oder muss. Er kann auch nach der zu nutzenden Fläche bestimmt werden.
- Hochdurchforstung** (nach DENGLER, 1990): Die H. ist gekennzeichnet als ein Eingriff in den herrschenden Bestand zum Zweck besonderer Pflege späterer, werttragender Bäume unter grundsätzlicher Schonung eines Teiles der herrschenden Bäume.
- Holzstoff** (Holzschliff, FAO-Bezeichnung: mechanical wood pulp): Aus Holz durch einen mechanischen Schleifvorgang erzeugt (gebleicht und ungebleicht)
- Industrieholz** (FAO-Bezeichnung: ‚pulpwood‘): Holz (rund, aus dem Wald oder in Form von \Rightarrow *Sägenebenprodukten*), das in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie in der Span- und Faserplattenindustrie eingesetzt wird.
- Industrierundholz (I)** (FAO-Bezeichnung: ‚pulpwood round and split‘)(It. FPP): \Rightarrow *Rohholz* unterschiedlicher Holzart und Qualität, das in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie Span- und Faserplattenindustrie Verwendung findet.
- Karton**: Der Begriff Karton ist nur im deutschsprachigen Raum üblich. Sein Flächengewicht bewegt sich im Rahmen zwischen 150-600 g/m². Karton ist somit nach Gewichtskriterien nicht streng von den \Rightarrow *Papieren* und \Rightarrow *Pappen* abgegrenzt. Er ist allerdings steifer als \Rightarrow *Papier* und aus hochwertigeren Stoffen hergestellt als \Rightarrow *Pappe*. Als Faltschachtelkarton (boxboard) wird jener \Rightarrow *Karton* bezeichnet, der sich aufgrund seiner Falz-, Ritz-, Rill-, Nut- und Bedruckbarkeit zum Herstellen von Faltschachteln eignet.
- Kleinwald** (als Eigentumsart der Waldinventur sowie der HEM): Wälder von Betrieben bis zu 200 ha Katasterwaldfläche
- Konkurrenz** (nach BURSCHEL & HUSS, 1987):
 Die **interspezifische Konkurrenz** (zwischenartliche K.) bestimmt v. a. den Sukzessionsablauf. Eine Art, sei sie Baum- oder Krautart, wird dabei durch eine oder mehrere Arten verdrängt. Ein Wechsel der Pflanzengesellschaft ist die Folge, die erst bei Erreichen des Schluss- oder Klimaxwaldes ihr Ende findet.
 Die **intraspezifische Konkurrenz** (innerartliche K.) hat dagegen keinen Einfluss auf den Prozess der \Rightarrow *Sukzession*. Sie prägt vielmehr den Kampf der Individuen einer Art um den Lebensraum und führt zur Ausscheidung der zurückfallenden Bäume aus dem Verband des Bestandes.
- Konversionsfaktoren** (UN-ECE/FAO-Bezeichnung: ‚conversion factors‘): Es handelt sich um Umrechnungszahlen, die einerseits unterschiedliche Maßeinheiten betreffen (z. B. Umrechnung von board feet auf m³ oder von Festmetern auf Tonnen) oder andererseits angeben, wie viele Einheiten eines Inputs notwendig sind um eine Einheit Output zu erzeugen. So werden in Österreich etwa 1,6 fm Rundholz benötigt, um 1 m³ Schnittholz zu erzeugen (Konversionsfaktor = 1,6).
- Koppelprodukt** (Kuppelprodukt): Ein Produkt, dessen Erzeugung an die Erzeugung eines anderen Produktes gekoppelt ist. Ein typisches Beispiel sind \Rightarrow *Sägenebenprodukte*, die nicht um ihrer selbst willen produziert werden, sondern bei der Schnittholzproduktion (die im Vordergrund steht) anfallen. Auch \Rightarrow *Industrieholz* aus dem Wald kann als Koppelprodukt aufgefasst werden, entweder als Nebenprodukt forstlicher Investitionstätigkeit oder als schwächere Stücke bei der Endnutzung.

Korrelationsanalyse: Misst, ob zwischen zwei metrischen Datenreihen (z. B. Preisen) ein statistisch gesicherter Zusammenhang besteht und gibt die Stärke dieses Zusammenhangs an (Korrelationskoeffizient).

Kurzholz (Schichtholz) (lt. FPP): \Rightarrow *Industrierundholz* 1 oder 2 m lang

Langholz (Industrieholz) (lt. FPP): \Rightarrow *Industrierundholz* (2) 3-6 m lang, auch fallende Länge, kürzere Stücke ab 1 m Länge aufwärts mitgehend

Läuterung (nach DOMINIK, 1995): Ist die Bezeichnung für eine Art der \Rightarrow *Bestandespflege* (z. B. einer Dickung), die zeitlich zwischen der Anlage einer Kultur und der Durchforstung liegt. Die Läuterung ist notwendig zur Steigerung der Güteleistung und Wertholzerziehung der Bäume. Dabei wird vorsichtig krankes Holz (z. B. auch Zwiesel), \Rightarrow *Schwachholz* und unerwünschte Bäume entnommen sowie durch Auflichtung des Bestandes auf das jeweilige Betriebsziel hingearbeitet.

Manipulationsholz (IM) (lt. FPP): Holz unterschiedlicher Dimension und Qualität, das ohne vorherige Manipulation auf herkömmlichen Förder-, Entrindungs- und Hackanlagen nicht transportiert bzw. bearbeitet werden kann.

Multikollinearität (im Zusammenhang mit einer \Rightarrow *Regressionsanalyse*): Wenn mehrere erklärende Variablen miteinander korrelieren und daher nicht "unabhängig" sind, sind die geschätzten Parameter verzerrt. Multikollinearität ist daher bei Regressionsschätzungen zu vermeiden, deren Ergebnisse den Einfluss bestimmter Variablen auf andere erfassen sollen.

Niederdurchforstung (nach DENGLER, 1990): Es handelt sich dabei um Eingriffe, in deren Zuge vorwiegend Bäume der beherrschten Schicht entnommen werden. Bei stärkeren Graden der Niederdurchforstung wird aber auch in die herrschende Schicht eingegriffen mit dem Ziel, nur noch Bäume mit normaler Kronenentwicklung und guter Schaffform in möglichst gleicher Verteilung verbleiben zu lassen. Diese sollen nach allen Seiten Raum zur freien Entwicklung ihrer Kronen haben, jedoch soll der Kronenschluss nicht dauernd unterbrochen werden.

Normalwald (nach DOMINIK, 1995): Bezeichnung für den idealen Fall homogener Standortverhältnisse; das bedeutet, dass die gleiche Ertragsklasse vorherrscht, alle Altersklassen mit gleicher Fläche vorliegen, so dass die ökonomische Nachhaltigkeit optimal gegeben ist.

Nutzholz (FAO-Bezeichnung: 'industrial roundwood')(lt. HEM): Alles Holz, das einer bestimmten (i.d.R. industriellen) Verwendung zugeführt wird, mit Ausnahme von Brennholz. Die internationale Bezeichnung "industrial roundwood" ist nicht zu verwechseln mit der in Österreich gebräuchlichen Bezeichnung \Rightarrow *Industrieholz*.

Österreichische Bundesforste AG (ÖBf AG; als Eigentumsart der Waldinventur sowie der HEM): Wälder im Bundesbesitz, die von der Österreichischen Bundesforste AG bewirtschaftet werden.

Papier (paper): Papier ist ein flächiger Werkstoff, der im wesentlichen aus pflanzlichen Fasern besteht. Zur näheren Definition wird vor allem das Flächengewicht herangezogen: Papiere mit einer flächenbezogenen Masse ab etwa 150 – 225 g/m² werden als \Rightarrow *Karton*, ab ca. 600 g/m² als \Rightarrow *Pappen* bezeichnet. Diese Grenzen werden im allgemeinen nicht scharf gezogen, vielmehr sind dabei auch andere Kriterien von Bedeutung.

Papierhalbstoffe (FAO-Bezeichnung: total fibre furnish): Summe aus \Rightarrow *Papierzellstoff*, \Rightarrow *Holzstoff* und \Rightarrow *Altpapier* für die Papiererzeugung

Papierzellstoff (FAO-Bezeichnung: chemical pulp for paper): \Rightarrow *Zellstoff* aus Holz oder anderen pflanzlichen Fasern, der für die Papier- und Papeerzeugung eingesetzt wird.

Pappe (paperboard): Als Pappen werden \Rightarrow *Papiere* bezeichnet, die Flächengewichte von ungefähr 225 g/m² überschreiten.

Plenterwald (nach BURSCHEL & HUSS, 1997): Im Plenterwald werden die einzelnen waldbaulichen Aktivitäten wie Verjüngung, Erziehung und Endnutzung nicht isoliert voneinander ausgeführt, sondern sind in jedem Eingriff gleichzeitig enthalten. Eingriffe finden zudem jährlich oder doch in kurzen Intervallen auf jeder Flächeneinheit statt. Nicht der einzelne Bestand – der Schlag –, sondern die gesamte Plenterwaldfläche bildet daher die Grundlage für Planung und Ausführung waldbaulicher Maßnahmen.

- Protzen** (nach DOMINIK, 1995): Protzen ist die forstliche Bezeichnung für vorwüchsige Bäume, die aufgrund ihrer Veranlagung und/oder besserer Lebensbedingungen durch Grobastigkeit und starkes Wachstum ökonomisch vorteilhafter geformte Nachbarbäume bedrängen.
- Prozessor** (nach DOMINIK, 1995): Prozessoren (Aufarbeitungsmaschinen) sind in der Forstwirtschaft die Bezeichnung für Holzerntemaschinen, die im Bereich des Holzeinschlages und der Holzaufbereitung alle Arbeiten nacheinander bewältigen können. Sie werden in leicht zugänglichen Gebieten eingesetzt, beim Aufarbeiten in schwächeren bis mittleren Beständen, von der ⇒ *Rückegasse* oder der Forststraße aus. Das aufzuarbeitende Holz wird mit Winde oder Kran zugeführt. Im nächsten Arbeitsgang wird der Baum entastet, vermessen, eingeschnitten, gezopft und auf Poltern oder einem Rückewagen abgelegt.
- Recyclingrate** (Altpapier): Prozentsatz der in einem Land/einer Region verbrauchten Papier- und Pappemenge, die für die Produktion von Papier und Pappe verwendet wird.
- Regressionsanalyse**: Mathematisch-statistisches Verfahren, mit dem geprüft werden kann, ob zwischen zwei (oder mehreren) metrischen Datenreihen (z. B. Holzpreis, Holzangebot) ein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht (Korrelationskoeffizient, ⇒ *Bestimmtheitsmaß*), welche Richtung dieser Zusammenhang aufweist (positiv, negativ) und wie intensiv dieser Zusammenhang ist (Steigung, ⇒ *Elastizität*, z. B. wenn der Preis um x % steigt/fällt, steigt/fällt das Holzangebot um y %).
- Rohholz** (FAO-Bezeichnung: ‚roundwood‘) (lt. ÖHHU): Gefälltes, entwipfeltes und entastetes Holz, mit oder ohne Rinde, auch abgelängt, auch gespalten, jedoch nicht weiter bearbeitet und behandelt. Im Sinne von Rohmaterial/Einsatzstoff für die Industrie werden häufig auch ⇒ *Sägenebenprodukte* als Rohholz verstanden (insbesondere in internationalen Statistiken, z. B. FAO).
- Rohholzäquivalent** (UN-ECE/FAO-Bezeichnung: ‚roundwood equivalent‘): Diese Einheit wird häufig verwendet, um Holzprodukte verschiedener Verarbeitungsstufen aufsummieren bzw. vergleichen zu können. So beträgt lt. BMLF (1996) das Rohholzäquivalent von ⇒ *Altpapier* 3,2 fm, was bedeutet, dass einer Tonne ⇒ *Altpapier* ungefähr 3,2 fm Holz entsprechen.
- Rückegasse** (nach DIETZ, 1984): Rückegassen sind einfache bestockungsfreie Linien in befahrbarem Gelände, die den Wald für den Transport von Holz aus den Beständen für Transportfahrzeuge befahrbar machen und auch den Zugang zu den Waldflächen erleichtern.
- Sägenebenprodukte (SNP)** (FAO-Bezeichnungen: ‚chips and particles‘, ‚wood residues‘): Nebenprodukte der Schnittholzerzeugung: Schwarten, Spreißeln, Hackgut und Kappholz (mit oder ohne Rinde). Je nach Statistik kann diese Kategorie auch Sägespäne und Rinde enthalten.
- Scheinkorrelation**: Aufgrund gleichlaufender oder gegenläufiger Trends in Zeitreihen können zwei Zeitreihen statistisch miteinander korrelieren, ohne dass zwischen ihnen ein kausaler Zusammenhang besteht. Ein Zusammenhang wird „vorgetäuscht“.
- Scheitholz** (lt. FPP): Gespaltenes ⇒ *Kurzholz*
- Schlagwald, schlagweiser Hochwald** (nach BURSCHEL & HUSS, 1997): Im Schlagwald ist der Wald in Schläge unterteilt, auf denen der Baumbestand besonders im Hinblick auf das Alter ziemlich einheitlich zusammengesetzt ist und auf denen waldbauliche Maßnahmen wie Verjüngung, Pflege, Ästung und ⇒ *Durchforstung* isoliert voneinander stattfinden.
- Schleifholz (IS)** (lt. FPP): Frisches ⇒ *Industrierundholz* mit oder ohne Rinde (z. B. Fichte/Tanne mindestens 480 kg je RMM bzw. 760 kg je FMO, maximaler Trockengehalt 55 Prozent – bei feinjähigem Schleifholz (durchschnittliche Jahrringbreite von weniger als 3 mm) maximal 60 Prozent: gesund, sorten- und artenrein, ordentlich entastet, ungespalten, auf ganze Meter abgelängt, auf 1 Meter praktisch gerade, an beiden Enden mit der Säge geschnitten, ohne Zwieselstücke und sichtbare Pechlassen. Länge: 1-6 m, fallende Längen nach Vereinbarung; ⇒ **Langholz**: (2) 3-6 m, Überlänge max. 15 cm; Übernahme meistens nach Gewicht; ⇒ **Kurzholz**: 1 oder 2 m lang, Überlänge max. 4 cm; Übernahme meistens im Raummaß. Mindestzopfdurchmesser 8 cm mit Rinde, 7 cm ohne Rinde, Maximaldurchmesser nach Vereinbarung. Die Fabriken sind zur Bearbeitung des Rundholzes maschinell unterschiedlich ausgestattet.

Deshalb können die Maximaldurchmesser differieren und sind jeweils zwischen den Geschäftspartnern zu vereinbaren.

Schwachholz: Seltener \Rightarrow *Dünnholz*, schwaches \Rightarrow *Rohholz*, sowohl \Rightarrow *Langholz* wie \Rightarrow *Schichtholz*, mit BHD unter 20 cm. Die Untergrenze des Schwachholzes verringert sich durch den technischen Fortschritt laufend, da immer schwächere Durchmesser industriell verwertet werden können.

Schwachnutzholz (lt. HEM): \Rightarrow *Nutzholz* überwiegend schwacher Dimensionen (ausgenommen Sägerundholz), das ist \Rightarrow *Faserholz* (inkl. Schichtnutzholz), Holz zur Span- und Faserplattenerzeugung, Grubenholz, Waldstangen und Behauholz, Betonstützen. Schwachnutzholz ist eine irreführende Bezeichnung, wie sie in der Holzeinschlagsmeldung (HEM) verwendet wird, denn es handelt sich nicht um eine Stärken- sondern um eine Verwendungsbezeichnung. Da Grubenholz, Waldstangen, Behauholz und Betonstützen mengenmäßig zu vernachlässigen sind, ist die Bezeichnung "Schwachnutzholz" mehr oder weniger gleichzusetzen mit \Rightarrow *Industrieholz* und enthält \Rightarrow *Faserholz* und \Rightarrow *Schleifholz*. Dem Schwachnutzholz entspricht international am besten die FAO-Bezeichnung ‚pulpwood‘ (obwohl Grubenholz, Waldstangen, Behauholz und Betonstützen in ‚pulpwood‘ nicht enthalten sind, sondern der Kategorie ‚other industrial roundwood‘ zugeordnet werden).

Sekundaholz (I2) (lt. FPP): \Rightarrow *Industrierundholz* wie \Rightarrow *Faserholz* Rotstreifigkeit und Hartbräune (faserfest) jedoch zugelassen, ordentlich entastet, praktisch ohne Weichfäule (max. bis zu 10 % vom Stammdurchmesser auf der schlechteren Stirnseite werden toleriert). Die Übernahme von Zwieselstücken und Bruchholz (auch doppelseitig) ist zu vereinbaren.

Sonstiges Papier und Pappe (FAO-Bezeichnung: ‚other paper and paperboard‘): Papier und Pappe ohne \Rightarrow *Zeitungs-papier* und ohne \Rightarrow *Druck- und Schreibpapier* (hauptsächlich Verpackungs- und Sanitärpapier)

Sonstiger Zellstoff (FAO-Bezeichnung: ‚other fibre pulp‘): \Rightarrow *Zellstoff* für die Papier- und Pappeerzeugung, der aus anderen pflanzlichen Fasern (außer Holz) erzeugt wird.

Sortimentverfahren: Fällung und Aufarbeitung in Sortimente erfolgt am Schlag mit der Motorsäge. Für den Transport der Sortimente zur Abfuhrstraße können Traktor, Sortimentsschlepper, Seilkran und ähnliche Maschinen sowie Rückung von Hand eingesetzt werden.

Stabilität (nach OTTO, 1994a): Die innere Verfassung eines Waldökosystems, im Wechselspiel von Außeneinflüssen so zu bleiben, wie es ist, und gegen den Druck von \Rightarrow *Störungen* seine innere Verfassung aufrechtzuerhalten, also standzuhalten und in etwa unverändert zu bleiben.

Stammverfahren: Nach der Fällung wird der Baum mit der Motorsäge an der Oberseite entastet. Danach werden die Stämme mit einem Schlepper oder Seilkran zur Abfuhrstraße (=Aufarbeitungsplatz) gebracht, wo die Ausformung und Restentastung mit der Motorsäge vorgenommen wird.

Standraumerweiterung (lt. Österreichischer Forstinventur): Zur Standraumerweiterung zählen \Rightarrow *Läuterung* sowie Stammzahlreduktion, das ist die Stammzahlverminderung in zu dichten Jungbeständen (Jugend II).

Stärkeklassen (lt. Österr. Holzhandelsusancen, WIENER BÖRSEKAMMER, 1985): Die Stärkeklassen werden in den ÖHHU wie folgt benannt:

Klasse:	Zentimeter-Mittendurchmesser ohne Rinde:
1a	bis 14 cm
1b	von 15 bis 19 cm
2a	von 20 bis 24 cm
2b	von 25 bis 29 cm
3a	von 30 bis 34 cm
3b	von 35 bis 39 cm
4	von 40 bis 49 cm
5	von 50 bis 59 cm
6	von 60 cm aufwärts

Starkholz: Bestand in Stammstärken von über 35 cm in Brusthöhe

Starknutzholz (lt. HEM): Schäl- und Furnierholz, Rundholz für den Sägeverschnitt, Rammpfähle, Starkmasten, Maste, Schwellenrundholz, Zeugholz, Instrumentenholz.

Starknutzholz ist eine irreführende Bezeichnung, wie sie in der Holzeinschlagsmeldung (HEM) verwendet wird, denn es handelt sich nicht um eine Stärken- sondern um eine Verwendungsbezeichnung. In Österreich enthält es vor allem Sägerundholz. Dem Starknutzholz entspricht international am besten die FAO-Bezeichnung ‚sawlogs and veneer logs‘ (obwohl Pfähle und Masten darin nicht enthalten sind, sondern der Kategorie ‚other industrial roundwood‘ zugeordnet werden).

Störungen (nach OTTO, 1994a): Einbrüche im Wald, die seine Weiterentwicklung nicht allein behindern, sondern unmöglich machen, indem sie ihn beeinträchtigen, schädigen oder vernichten. Dabei werden Sukzessionen oder Phasen auf Umwege gelenkt, lassen sie eine völlig neue Richtung einschlagen oder werfen sie auf initiale Stadien und Phasen zurück. Typische Beispiele für Störungen sind Überschwemmungen, Eis- und Schneebruch, Spätfrost, Windwurf- oder Insektengradationen.

Sukzession: (nach OTTO, 1994a): Sukzessionen sind determinierte Veränderungen bestimmter Waldzusammensetzungen, die durch bestimmte Vorherrschaften von Baumarten, durch bestimmte Strukturen und Artenzusammensetzungen charakterisiert sind, in Richtung auf andere Artenzusammensetzungen und Vorherrschaften (Strukturen), bis ein Waldzustand relativer Gesellschaftsstabilität erreicht ist. Dieser Endzustand wird als Schlusswald- bzw. Klimaxgesellschaft bezeichnet.

Man unterscheidet **primäre** und **sekundäre** Sukzessionen. Bei ersteren handelt es sich um Neubesiedelungen von Land, sekundäre Sukzessionen sind Neuentwicklungen von Wald, z. B. nach ⇒ *Zusammenbrüchen*, also auf Standorten die vorher schon Wald trugen.

Textilzellstoff (FAO-Bezeichnung: ‚dissolving wood pulp‘): Aus Holz erzeugter ⇒ *Zellstoff* (in Österreich hauptsächlich aus Buche), der nicht für die Papierproduktion, sondern zur Erzeugung von Viskosefasern eingesetzt wird.

Trendbehaftete Zeitreihe: Datenreihe (z. B. Produktion der Papierindustrie von 1970 bis 1998), die einen längerfristigen (in diesem Fall steigenden) Trend aufweist und nicht mehr oder weniger regelmäßig um eine Nulllinie schwankt.

Unabhängige Variable – erklärende Variable (im Zusammenhang mit einer ⇒ *Regressionsanalyse*): Dabei handelt es sich um eine oder mehrere Variablen (z. B. Holzpreis, Schadholzanfall), deren Veränderungen die Veränderungen einer abhängigen Variablen (z. B. Holzangebot) erklären sollen.

Das dabei entstehende statistische Problem bei Zeitreihen besteht häufig darin, dass die „unabhängigen“ Variablen nicht unabhängig voneinander sind; wenn man etwa verschiedene Holzpreise (z. B. Sägerundholzpreis, Industrieholzpreis, Brennholzpreis) als erklärende Variablen für die Angebotsmenge eines bestimmten Holzsortiments heranziehen will, sind diese eben nicht unabhängig voneinander, sondern mehr oder weniger miteinander korreliert. In diesem Fall besteht ⇒ *Multikollinearität*, die die Schätzergebnisse verzerrt.

Vollernteverfahren: Die Fällung und Aufarbeitung verrichten Vollerntemaschinen.

Vornutzung (lt. HEM): Gleichzusetzen mit Durchforstung. Bezeichnet Nutzungen, die nicht zur ⇒ *Endnutzung* zählen (vorwiegend Erziehungs- und Pflegehebe).

Z-Baum (nach DOMINIK, 1995): Z-Baum (Z für Zukunft) ist die Bezeichnung für Ausleseebäume, die aufgrund ihrer guten Wuchsleistung und Qualität ausgewählt und ggf. angezeichnet werden. Sie können schon bei ⇒ *Durchforstungen* (als Z-Baumanwärter) gezielt gefördert werden und bilden allein in der Endphase den Altholzbestand.

Zeitungspapier (FAO-Bezeichnung: ‚newsprint‘): Papier für Zeitungen

Zellstoff (FAO-Bezeichnung: ‚chemical pulp‘): Durch chemisches Verfahren (Sulfit- und Sulfatverfahren) aus Holz oder anderen pflanzlichen Fasern gewonnene Zellulose (gebleicht und ungebleicht), die vorwiegend in der Papier- und Pappherzeugung eingesetzt wird (Ausnahme: ⇒ *Textilzellstoff*). Je nach Vollständigkeit der Ligninentfernung (Delignifizierung) spricht man auch von Voll- oder Halbzellstoffen (‚semi chemical pulp‘ oder auch ‚halb-chemischer Zellstoff‘).

Zellstoff aus Holz (FAO-Bezeichnung: ‚chemical wood pulp‘): Durch chemisches Verfahren (Sulfit- und Sulfatverfahren) nur aus Holz gewonnene Zellulose (gebleicht und ungebleicht), die vorwiegend in der Papier- und Pappeerzeugung eingesetzt wird (Ausnahme: ⇒ *Textilzellstoff*).

Zusammenbruch (nach OTTO, 1994a): Einige ⇒ *Störungen* weiten sich aus zu einem Zusammenbruch von Waldökosystemen. Es handelt sich dabei um eine derart intensive, vernichtende und vor allem großflächige Störung, dass die gesamte Funktion des Waldökosystems, meist auf größeren Waldflächen, außer Kraft gesetzt wird.

Abkürzungsverzeichnis

ARA	Altstoff Recycling Austria AG
ARO	Altpapier-Recycling Organisationsgesellschaft m.b.H.
BHD	Brusthöhendurchmesser
BHWR	Bundesholzwirtschaftsrat
BMLF	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
BMUJF	Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
CEPI	Confederation of European Paper Industries
EA	Eigentumsarten
E.B.	eigene Berechnung
EC	European Commission
EFI	Europäisches Forstinstitut
Efm	Erntefestmeter
ETTS	European Timber Trend Studies (UN-ECE)
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organisation, Welternährungsorganisation der UNO
FAOSTAT	Statistische Datenbank der FAO
FBVA	Forstliche Bundesversuchsanstalt
Fi/Ta	Fichte/Tanne
Fm/fm	Festmeter
FOHOW	Computersimulationsmodell der österreichischen <u>Forst-</u> und <u>Holz</u> wirtschaft
FPP	Kooperationsabkommen: Forst-Papier-Platte
GFSS	Global Fibre Supply Study (FAO)
HEM	Holzeinschlagsmeldung (BMLF)
IIASA	Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse (Laxenburg)
Inl.	Inland
lfd.	laufend
LWK	Landwirtschaftskammer
Mio.	Millionen
m.R.	mit Rinde
m.t.	metrische Tonne
NÖ	Niederösterreich
OÖ	Oberösterreich
o.R.	ohne Rinde
ÖBf AG	Österreichische Bundesforste AG
ös	österreichische Schilling
ÖSTAT	Österreichisches Statistisches Zentralamt
ÖWI	Österreichische Waldinventur
R ²	Bestimmtheitsmaß
Rm	Raummeter
SNP	Sägenebenprodukte
SwiE	Schutzwald in Ertrag
t	Tonne
Tsd.	Tausend
UN-ECE	United Nations Economic Commission of Europe, Europäische Wirtschaftskommission der UNO
US \$	amerikanischer Dollar
Vfm	Vorratsfestmeter
WiWa	Wirtschaftswald
WWG	Waldwirtschaftsgemeinschaft