

Forstliche Verfahrenstechnik I

Unterlagen zur Vorlesung

Educational Material

Author(s):

Heinimann, Hans-Rudolf

Publication date:

2001

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004175037>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

D-FOWI
Forstliches Ingenieurwesen

Forstliche Verfahrenstechnik I

Grundzüge und Rahmenbedin-
gungen
technischer
Produktionssysteme

April 2001

Unterlagen zur Vorlesung

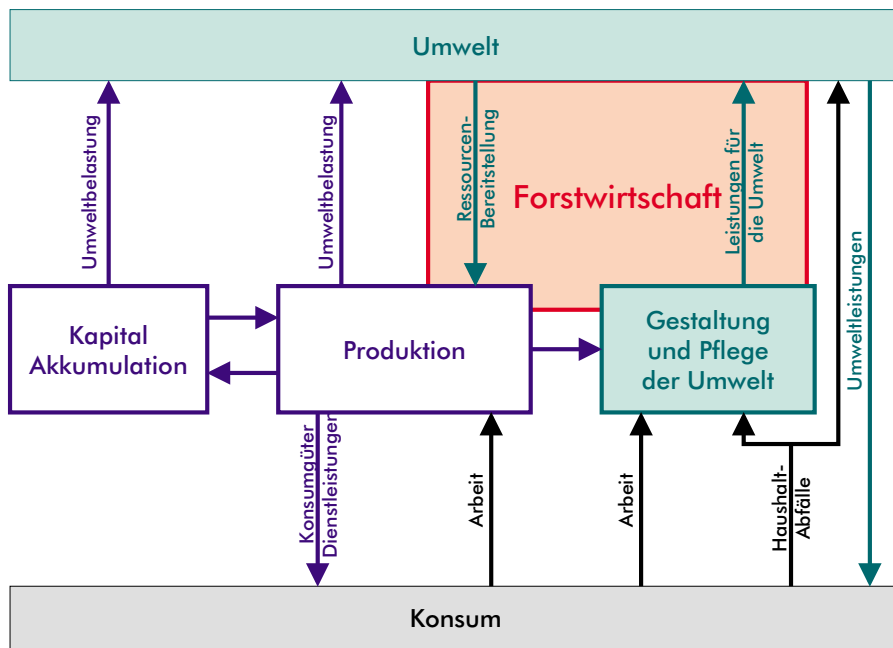
Prof. Dr. H.R. Heinimann

D-FOWI
Forstliches Ingenieurwesen
ETH-Zentrum HG G 23.2
CH-8092 Zürich

Tel (+41) 1 632 32 36
Fax (+41) 1 632 11 46
e-mail heinimann@fowi.ethz.ch
<http://www.fowi.ethz.ch/piw/teach/>

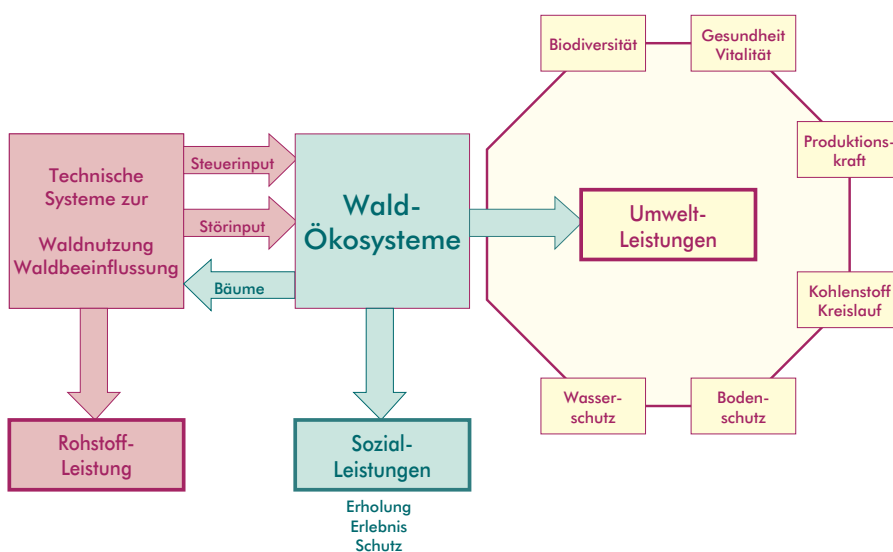
1. Einführung in die forstliche Verfahrenstechnik

o Forstwirtschaft als Teil des ökonomischen Systems



Die Primärproduktion ist an der Schnittstelle zwischen der natürlichen Umwelt und der industriellen Produktion einzuordnen. Im modernen Sinne produziert sie Rohstoffe, Dienstleistungen und Umweltleistungen. Modell in Anlehnung an MÄLER (1974).

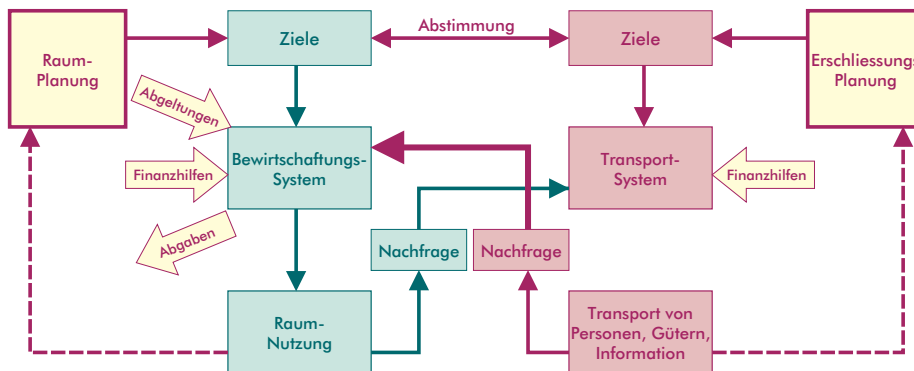
o Forstwirtschaftliche Tätigkeiten



Wechselwirkungen forstwirtschaftlicher Tätigkeiten in die Erhaltung, Gestaltung, Steuerung und Nutzung von Waldökosystemen wird mit technischen Produktionssystemen vollzogen. Die Steuerung geschieht über die gezielte Entnahme von Bäumen, um die Licht- und Nährstoffkonkurrenz zu beeinflussen.

Steinlin (1984) definiert Forstwirtschaft als

„alle menschlichen Aktivitäten, die darauf ausgerichtet sind, Wald-ökosysteme in einen Zustand zu bringen oder in einem Zustand zu erhalten, in welchen sie in der Lage sind, bestimmte menschliche Bedürfnisse nach Gütern und/oder Dienstleistungen nachhaltig zu erfüllen“.

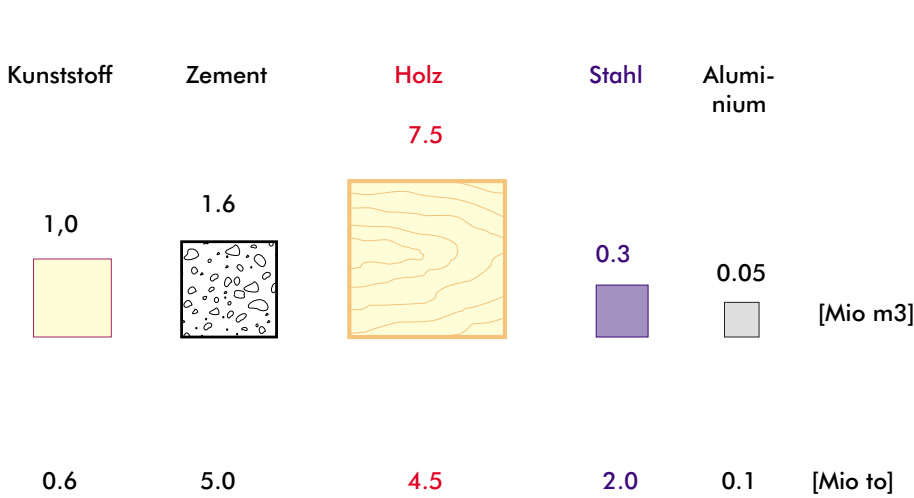


Wechselwirkungen forstwirtschaftlicher Tätigkeiten im Raum. In einer arbeitsteiligen Gesellschaft sind Transportsysteme nötig, um Personen und Güter an die Verbrauchsorte zu bringen. Produktionssysteme für die Gestaltung und Nutzung von Waldökosystemen sind Gegenstand des Fachgebiets „forstliche Verfahrenstechnik“

Es können drei unterschiedliche Arten menschlicher Tätigkeiten unterschieden werden:

- **Umweltpflege-Aktivitäten.** Werden auch als *biologische Produktion* oder als Walderhaltungsmassnahmen bezeichnet. Bestandesbegründung, Bestandespflege und Bestandessanierung sind die wichtigsten Kostenstellen, welche aus der forstliche Betriebsabrechnung BAR der Waldwirtschaftsverbandes Schweiz WVS ersichtlich sind (Kostenstellen 300ff).
- **Ressourcennutzungs-Aktivitäten.** Werden üblicherweise als *mechanische Produktion* oder als Holzernte bezeichnet. Umfasst die Teilarbeiten Holzfällen, Holzaufarbeiten und Holztransport. Findet sich in der forstlichen Betriebsabrechnung BAR unter den Kostenstellen 400ff).
- **Massnahmen zur Steuerung und Bewältigung von Störungen aus der Atmosphäre, der Hydrosphäre und der Geosphäre.** Spielen in Gebirgsräumen eine besondere Rolle. Massnahmen gegen Wassergefahren, Schneegefahren, Erd- und Felsbewegungen und Erosion. Findet sich in der forstlichen Betriebsabrechnung BAR unter den Kostenstellen 720ff).

1.3 Leistungen der Forstwirtschaft



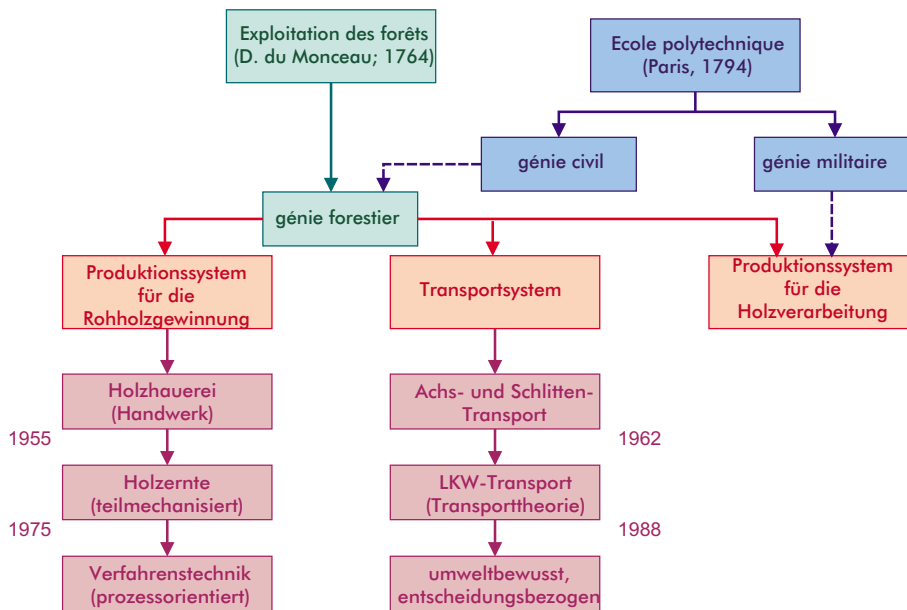
Rohholz ist das einzige private Gut, das die Forstwirtschaft bereitstellt. Im Vergleich mit anderen Rohstoffen nimmt Holz in der Schweiz einen Spitzenplatz ein. Der jährliche Holzverbrauch hat sich bei etwa einem m³ pro Kopf und Jahr eingependelt. Der Weltverbrauch beträgt etwa zwei Drittel m³ pro Kopf und Jahr.

1.4 Wirkungen des Waldes

Neben den Rohstoffleistungen erbringen Waldökosysteme auch Sozialleistungen zugunsten der Gesellschaft. Schutz, Erholung und Erlebnis sind anerkannte Waldwirkungen, die im ökonomischen Sinne öffentliche Güter darstellen.

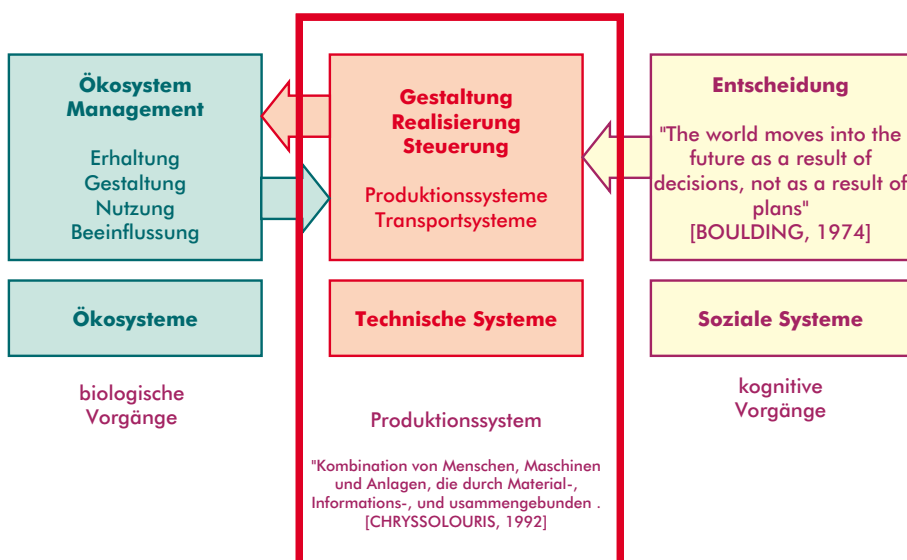
Seit dem Erdgipfel von Rio im Jahre 1992 spielen Umweltleistungen eine zunehmende Rolle. Ökosystemgesundheit, Biodiversität, Produktionskraft, Leistungen im Kohlenstoffkreislauf, Wasser- sowie Bodenschutz sind Kriterien, die in den sogenannten Rio-Folgeprozessen definiert wurden.

1.5 Historische Entwicklung der forstlichen Verfahrenstechnik



Technische Wissenschaften im modernen Sinne haben ihre Wurzeln im sogenannten Polytechnischen Modell, das in Frankreich im Zuge der Aufklärung entstand (Pfamatter, 1995). Das erste Buch von Duhamel du Monceau (1764) gibt einen Gesamtabriss der gesamten Waldnutzung inklusive Holzverwertung und -verwendung. Die erste Phase der Entwicklung war geprägt durch "Mensch + tierische Kraft + Werkzeug", die zweite durch "Mensch + Energiezeug", und die derzeitige Phase kann mit "Mensch + Denkzeug" umrissen werden.

o Heutiges Verständnis von forstlicher Verfahrenstechnik



Im Zentrum der Betrachtung steht die Gestaltung und Steuerung technischer Systeme. Jeder Gestaltungs- und Steuerungsvorgang mündet immer in einer Entscheidungssituation, weshalb Entscheidungsfindung immer in technisches Handeln einbezogen werden muss. Eine Spezialität der Forstwirtschaft liegt darin, dass die Erhaltung, Gestaltung, Steuerung und Nutzung von Waldökosystemen (Oekosystem-Management) immer mit technischem Handeln verbunden ist und deshalb in die Ueberlegungen einzubeziehen ist.

Aus heutiger Sicht kann forstliche Verfahrenstechnik wie folgt definiert werden:

Die forstliche Verfahrenstechnik (Forstliche Betriebstechnik) befasst sich mit allen technischen und administrativen Prozessen, die genutzt werden, um forstliche Produkte und Dienstleistungen zu erzeugen. Sie entwickelt und verbessert Methoden, um

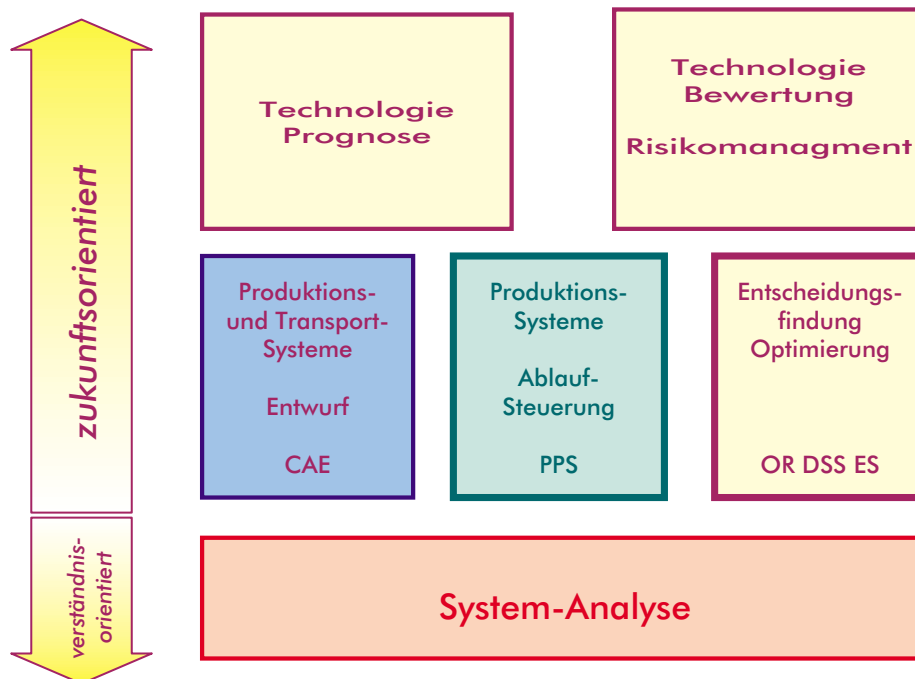
- *Transport- und Produktionssysteme zu gestalten, zu verwirklichen und zu steuern mit dem Ziel forstliche Leistungen zu erzielen;*
- *um die Wechselwirkungen zwischen den Produktionsfaktoren und den Produktions-Ergebnissen zu verstehen;*
- *die Auswirkungen des technischen Handelns auf Individuen sowie auf die natürliche und soziale Umwelt zu analysieren und zu bewerten.*

In der McGraw Hill Encyclopedia of Science and Technology wird Forest Engineering wie folgt definiert (Sessions and Garland, 2000):

Forest engineering is the application of engineering principles to design, implement, operate and continuously improve technical systems needed in the forests. The forest engineer provides plans and operations that are:

- ***environmentally sound** considering impacts on the natural and social environment and efficient use of natural resources including non-renewable materials, renewable materials, water, energy, and space,*
- ***technically feasible** considering the physical laws, engineering disciplines, and environmental relationship of the forest,*
- ***economically viable** considering the cost and benefits of short and long range consequences, and*
- ***institutionally acceptable** considering the laws and regulations governing the forest operation, landowner objectives, and social values.*

Important forest engineering skills focus on problem solving, analyses using quantitative methods, and professional communication. Throughout the world, forest engineers are planning and implementing forest activities such as timber harvesting, site preparation for regeneration, enhancing wildlife habitats in forests, developing forest transportation systems, building forest structures and facilities, designing new operating systems and the associated machinery, analyzing economic undertakings, developing forestry workforces, maintaining quality control, promoting safety and health, enforcing environmental standards, and various other engineering tasks in the forest environment. Forest engineering blends forestry and engineering knowledge and draws from the physical sciences, natural sciences, forestry disciplines, and various engineering disciplines.

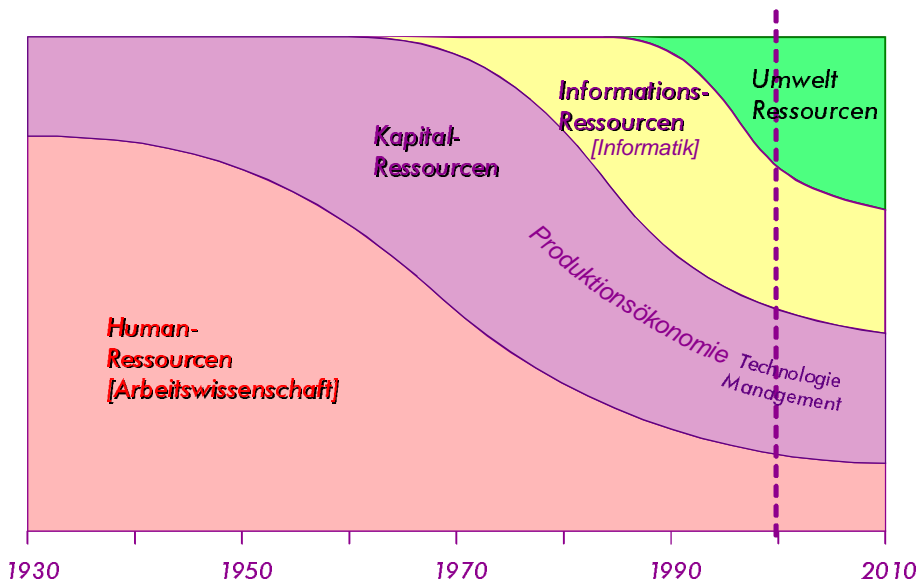


Problemfelder der forstlichen Verfahrenstechnik. Entwurfsprobleme werden zunehmend computergestützt erledigt (Computer Aided Engineering CAE). Logistik optimiert Material- und Informationsflüsse und wird zum Schlüssel einer marktorientierten Produktion. Die Entscheidungsfindung wird zunehmend komplexer, da immer mehr Kriterien einbezogen werden müssen. Technologiefolgenabschätzung zielt darauf ab, die Risiken technischen Handelns vorbeugend einzugrenzen. Technologie-Prognose versucht, zukünftige Entwicklungen abzuschätzen.

2. Forstliche Produktionssysteme

2.1 Gegenstand

Unter Produktion versteht EVERSHEIM (1990) die „Gesamtheit wirtschaftlicher, technologischer und organisatorischer Massnahmen, die unmittelbar mit der Be- und Verarbeitung von Stoffen zusammenhängen.“ Dabei geht es insbesondere um einen flexiblen, zeit- und kostenoptimalen Einsatz der Produktionsfaktoren, um die Ergebnisse in der geforderten *Qualität* zu erreichen.



Die Bedeutung einzelner Produktionsfaktoren ändert im Laufe der Zeit. Beim Beginn der wissenschaftlichen Betrachtung forstlicher Arbeitssysteme dominierte der Faktor „Mensch“. Mit zunehmender Mechanisierung erlangte „Kapitalressourcen“ an Bedeutung. Die Möglichkeiten, Informationen zu verarbeiten, führten zur Integration von Informationsressourcen. Die Zukunft wird Umweltressourcen in die Überlegungen einbeziehen müssen.

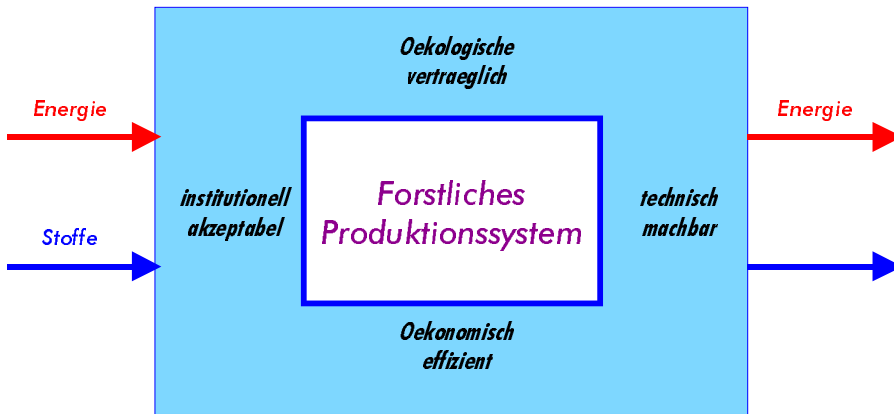
Eine prozessorientierte Definition von Produktionssystem liefert CHRYSSOLOURIS (1992), der unter einem Produktionssystem folgendes versteht:

Kombination von Menschen, Maschinen und Einrichtungen, die durch gemeinsame Material-, Energie- und Informationsflüsse zusammengebunden sind.

Aus der Sicht der Gestaltung von Produktions- und Arbeitssystemen betont ULRICH (1992), dass drei Faktoren die Gestaltung bestimmen:

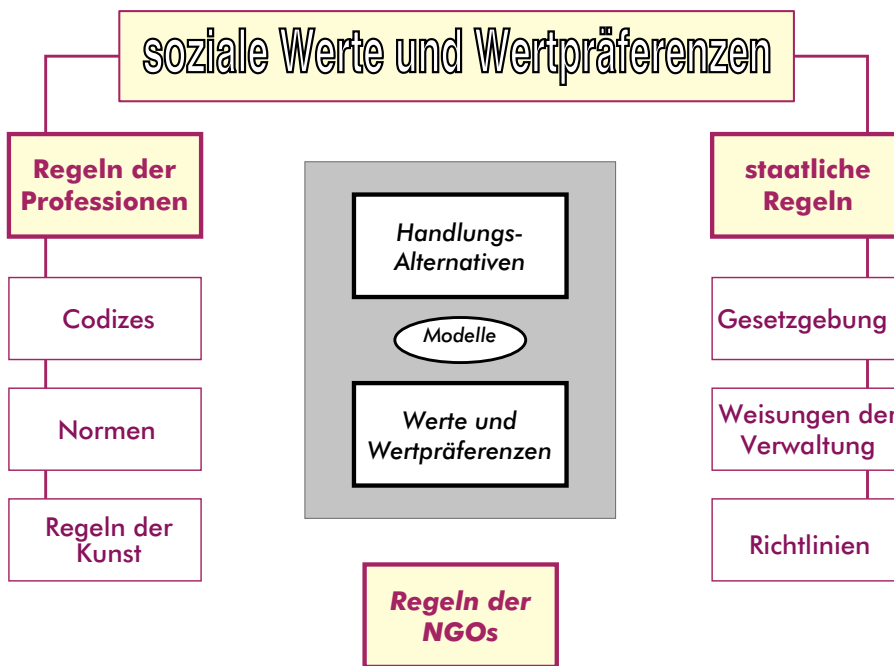
- die eingesetzte Technologie;
- die arbeitenden Mitarbeiter mit ihren spezifischen Qualifikationen;
- die Organisation (Regelung von Informationsflüssen).

2.2 Handlungsrahmen

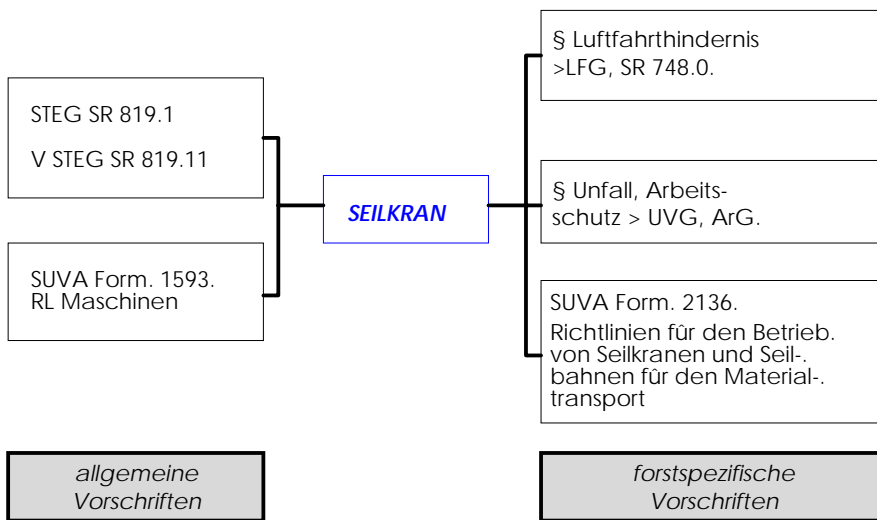


Die Machbarkeit von technischen Lösungen wird beschränkt durch gesellschaftliche, technische, ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen. Die Akzeptanz von Lösungen hängt weitgehend davon ab, ob diese Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

2.2.1 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen



Gesellschaftliche Werte und Wertpräferenzen bestimmen das menschliche Handeln. Für technische Systeme sind zwei Kategorien von Regeln zu beachten: (1) die staatlichen Regeln, die sich in Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien wiederfinden, und (2) die Regeln der jeweiligen Profession, die in Codices, Normen und in den „Regeln der Kunst“ festgehalten sind.

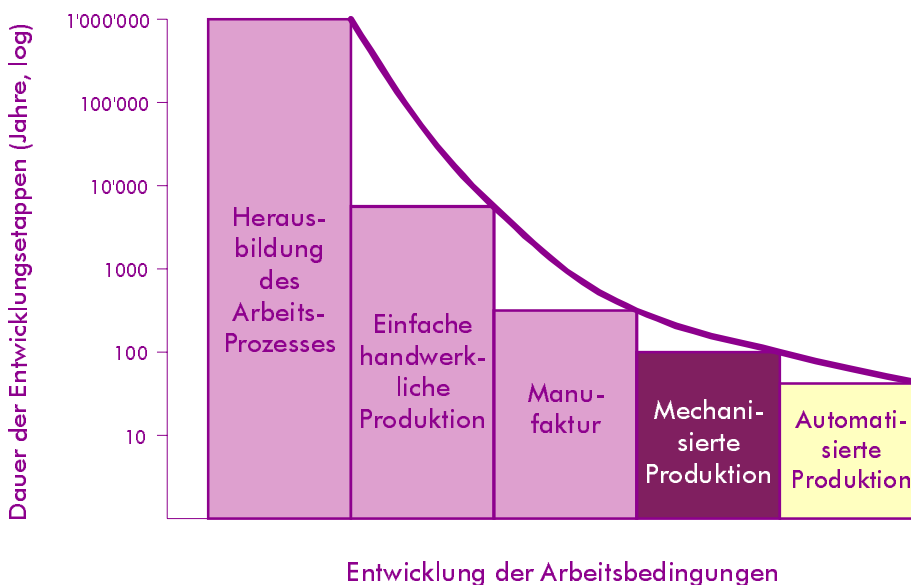


Beim Einsatz forstlicher Seilkräne sind verschiedene öffentliche Normen zu beachten. Neben für verschiedene Branchen geltenden Vorschriften existieren auch forstspezifische Vorschriften.

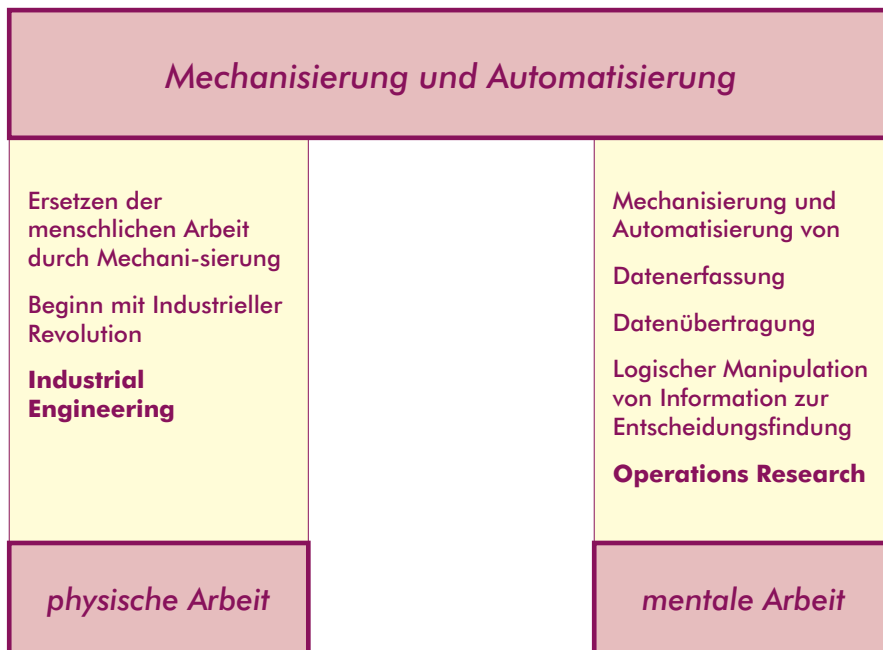
2.2.2 Technologische Rahmenbedingungen

Eine **Technologie** beinhaltet spezifische Kenntnisse, Fertigkeiten, Methoden und Einrichtungen zur produkt- und prozessorientierten Nutzung von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Erkenntnissen.

Eine **Technik** umschreibt den Prozess der Technologie-Nutzung und dessen materielle und immaterielle Erzeugnisse.



Die Herausbildung des Arbeitsprozesses begann vor etwa einer Million Jahren (TIMPE 1984, zit in ULRICH, 1992). In immer kürzeren Schritten lösten sich unterschiedliche Konzepte ab. Zur Zeit bestimmen Mechanisierung und Automatisierung die Arbeitswelt.



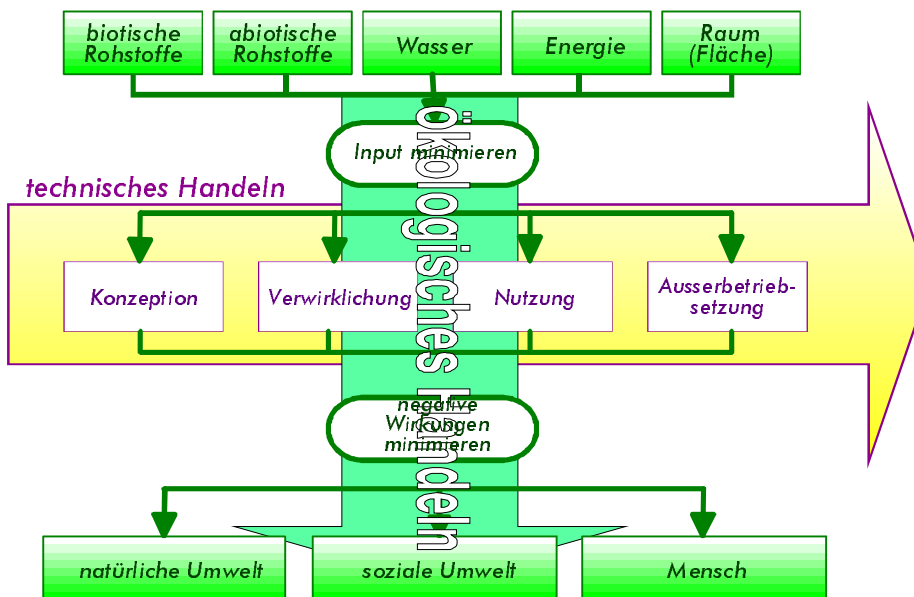
Die technische Entwicklung verfolgte das Ziel, menschliche Arbeit zu mechanisieren, was vor allem im Zuge der industriellen Revolution geschah. Daraus entwickelte sich auch ein spezielles Wissensgebiet, Industrial Engineering. Nach dem zweiten Weltkrieg setzte eine Entwicklung ein, die es ermöglichte, mentale Arbeit zu 'mechanisieren und automatisieren'. Das entsprechende Fachgebiet wird heute als Operations Research oder Management Science bezeichnet.

2.2.3 Oekonomische Rahmenbedingungen

Das Prinzip der Wirtschaftlichkeit ist ein Grundwert menschlichen Handelns. Es versucht, das Verhältnis von Resultaten zu eingesetzten Produktionsfaktoren zu maximieren. Es zeigt sich dabei in drei Erscheinungsformen (nach THOMMEN, 1996):

- **Maximalprinzip:** Mit einem gegebenen Input an Produktionsfaktoren soll ein möglichst hoher Output erzielt werden.
- **Minimalprinzip:** Ein vorgesehener Output soll mit einem möglichst kleinen Input an Produktionsfaktoren realisiert werden.
- **Optimalprinzip:** Input und Output sollen so aufeinander abgestimmt werden, dass das ökonomische Problem nach den festgelegten Kriterien optimal gelöst wird. Somit wird weder Input noch Output vorgegeben.

2.2.4 Oekologische Rahmenbedingungen



Der Wissenschaft, wie technisches Handeln gestaltet werden soll ist reich. Oekologisch verträgliches Handeln hat seine Wurzeln in den sechziger Jahren, als man realisierte, dass technische Lösungen auch mit Risiken verbunden sind. Die Zielsetzung, die unerwünschten Wirkungen zu minimieren, wird mit dem Konzept der Umweltverträglichkeit umschrieben. In neuerer Zeit gewinnt das Konzept der Oekoefizienz an Bedeutung. Sie versucht, den Verbrauch von Umweltressourcen zu minimieren.

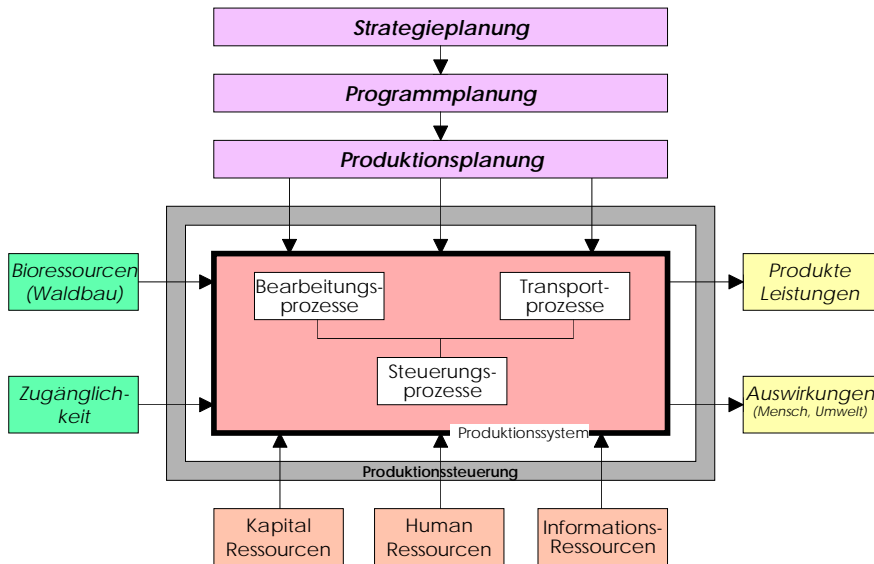
Der Erdgipfel von Rio 1992 brachte einen Prozess in Gang, der neuartige Konzepte im Umgang mit unserer Umwelt in weiteren Kreisen bekannt machte. Die Erkenntnis, dass nachhaltige Entwicklung nicht losgelöst von unserem Wirtschaftssystem erreicht werden kann, prägte das Konzept der Oekoefizienz (vgl. SCHMIDHEINY, 1992). Oekoefizienz bedeutet:

- effiziente Nutzung von Ressourcen (Energie, Stoffe);
- umweltfreundliches Verhalten (vermeiden von Abfällen und Emissionen).

In diesem Sinne ist auch der Wald als eine bedingt erneuerbare Ressource zu verstehen, dessen Nutzung nach den Prinzipien der Oekoefizienz erfolgen soll. SCHMIDHEINY fordert auch, dass die Wälder als erneuerbare Ressourcen und nicht als Vorratslager bewirtschaftet werden, da Holz eine herausragende Rolle für die Energieversorgung und für die Rohstoffversorgung spielt. Um einen sorgsam Umgang mit unserer Umwelt sicherzustellen, sind folgende Massnahmen denkbar:

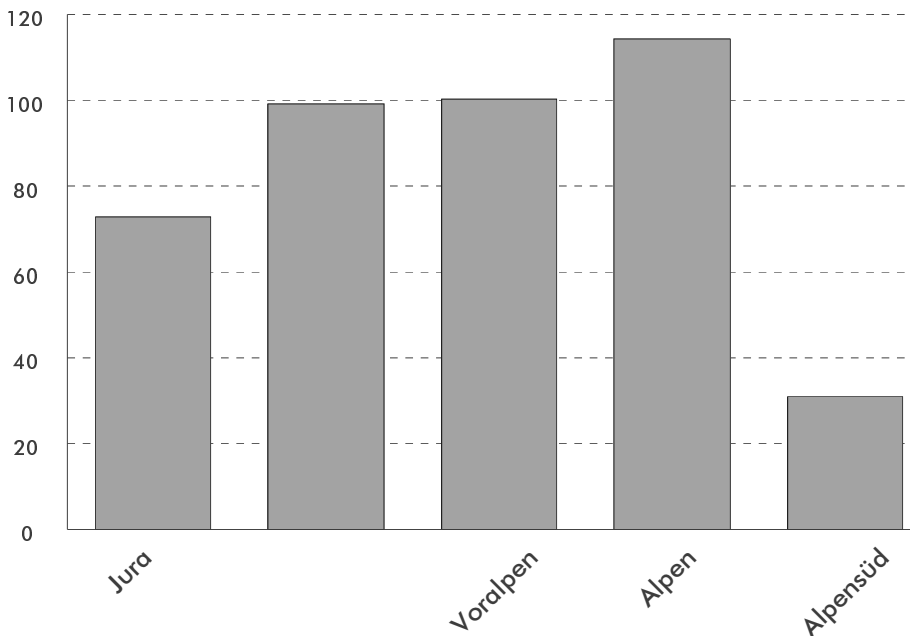
- Normen und Vorschriften (gesetzliche Regelungen, Umweltstandards);
- Selbstregulierung der wirtschaftenden Einheiten;
- marktkonforme Instrumente.

2.3 Strukturmodell eines Produktionssystems

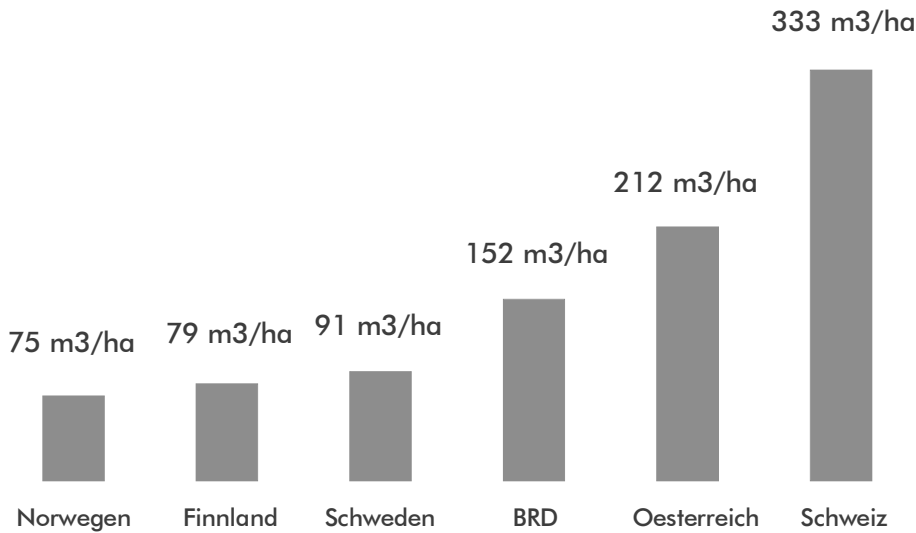


Ein Produktionssystem besteht aus den drei Komponenten „Bearbeitung“, „Transport“ und „Steuerung“. Der Güterinput erfolgt direkt aus der Biosphäre (Produktionsfaktor „Boden“). Die vorhandenen Waldbestände und deren Erreichbarkeit sind als mehr oder weniger gegebenen Grössen hinzunehmen. Der Einsatz der Produktionsfaktoren „Kapital“, „Humanressourcen“ und „Information“ bringt das Arbeitssystem zum Wirken. Planungs- und Steuerungssysteme dienen dazu, das Systemverhalten zielorientiert zu beeinflussen. Auf der Output-Seite entstehen Produkte und Leistungen, aber auch unerwünschte Nebenwirkungen.

2.3.1 Natürliche Ressourcen

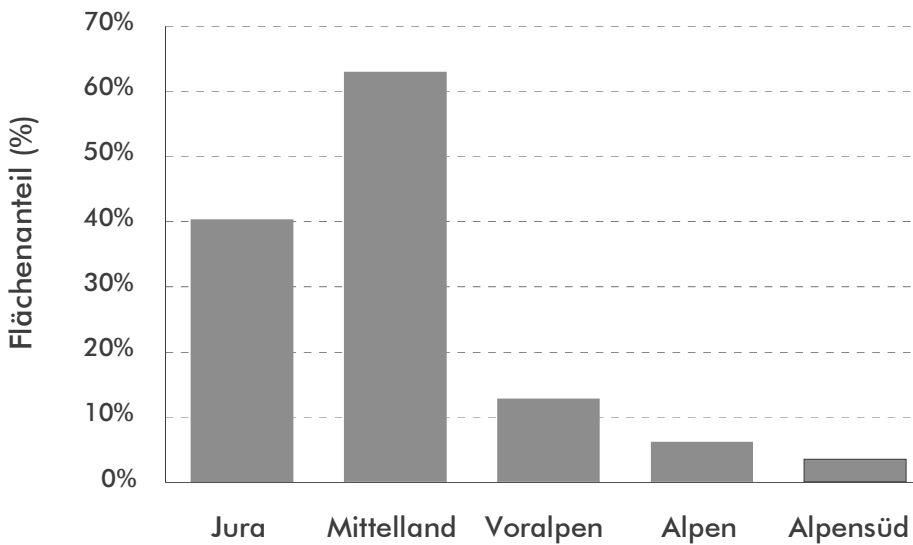


Das schweizerische LandesforstinventarLFI ermöglicht es, die Waldressourcen zu quantifizieren. In der Schweiz ist ein Rohholzvolumen von etwa 387 Mio m³ vorhanden, das uns theoretisch für die Nutzung zur Verfügung steht. Der jährliche Zuwachs wird auf rund 9 Mio m³ geschätzt.

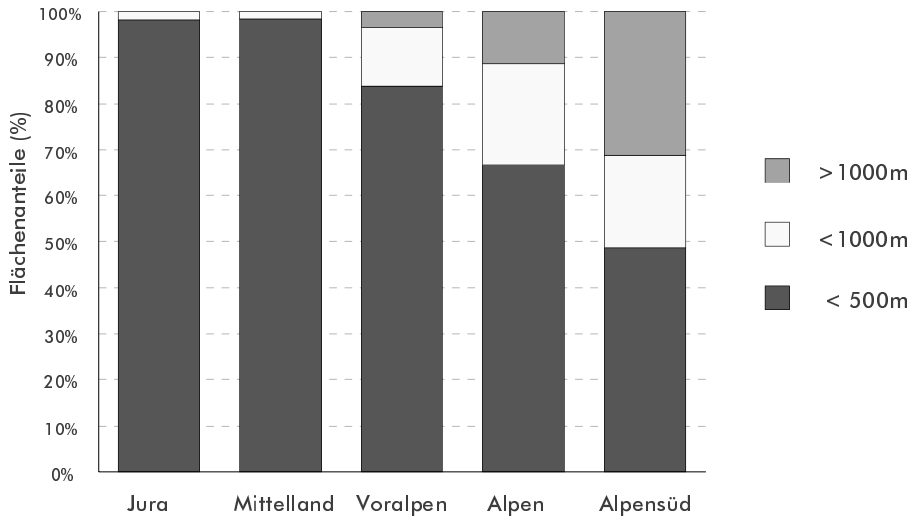


Im internationalen Vergleich weist die Schweiz sehr hohe Holzvorräte auf. Sie nimmt in Europa den Spitzenplatz ein, indem pro Flächeneinheit rund viermal mehr Rohholz vorhanden ist als in Skandinavien (Zahlen gemäss LFI I). Gemäss LFI II beträgt der durchschnittliche Vorrat 362 m³/ha.

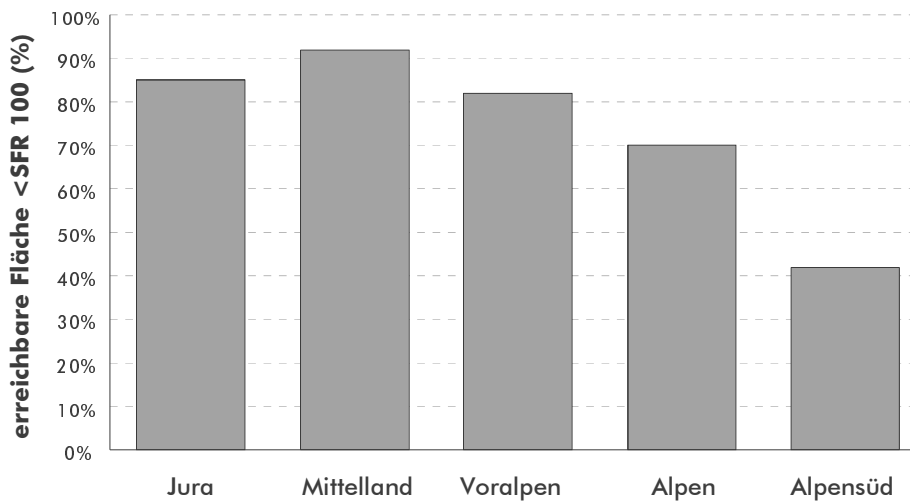
2.3.2 Zugänglichkeit zu den Waldressourcen



Am günstigsten ist die Zugänglichkeit, wenn das Gelände direkt befahrbar ist. Aus dem Landesforstinventar I geht hervor, dass der entsprechende Flächenanteil relativ klein ist. Die Schweiz hat gegenüber anderen Ländern infolge der Geländeschwierigkeiten einen Standortnachteil.

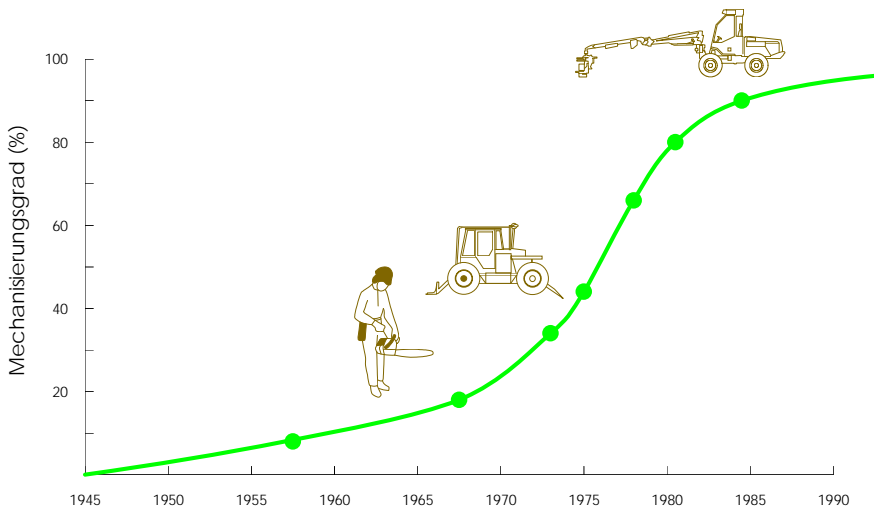


Die Zugänglichkeit hängt zudem von der vorhandenen Erschließungsinfrastruktur ab. Die Distanz, die von einem Punkt bis an die nächste Strasse zurückgelegt werden muss, ist ein guter Indikator für die Erschliessung und für die Erreichbarkeit (LFI II).



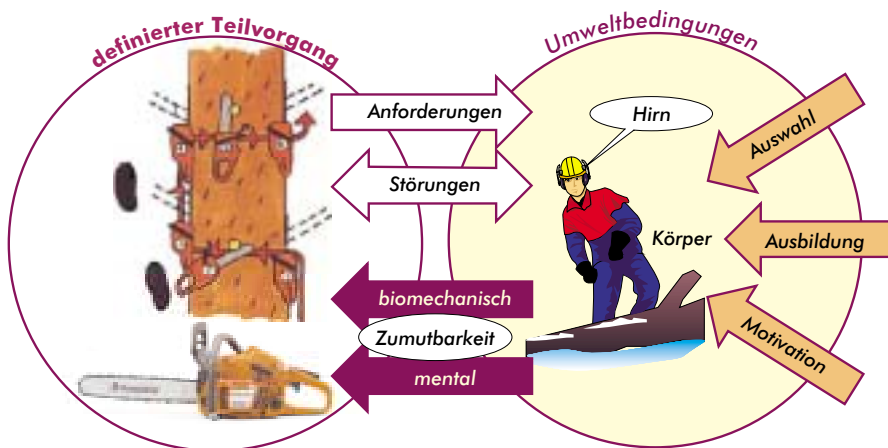
Neben technischen Indikatoren sind für die Realisierbarkeit auch wirtschaftliche Kriterien massgebend. Das Landesforstinventar LFI II gibt entsprechende Kalkulationen. Geht man von einer Kostengrenze von Fr 100.- pro m³ aus (Preisbasis 1994), so liegen rund zwei Drittel der Waldfläche unterhalb dieser Grenze. Ein Drittel der Waldfläche liegt oberhalb und wird in der Regel nur in Zwangssituationen genutzt.

2.3.3 Kapital-Ressourcen



Die Bedeutung der Kapitalressourcen hat mit der Mechanisierung enorm zugenommen. Staaf (1993) stellt den Trend für Schweden dar. Bezeichnend ist die S-Form der Kurve, die generell für technologische Entwicklungen gilt. Gegenüber Skandinavien ist die Kurve in Mitteleuropa zeitlich verschoben

2.3.4 Human-Ressourcen



Human-Ressourcen sind oft der entscheidende Faktor bei der Produktion. Die Qualifizierung ist branchenspezifisch und geschieht heute über staatlich geregelte Berufsbildung. Entlohnung ist ein entscheidender Faktor für die Motivation, die jedoch primär durch arbeitspsychologische Parameter bestimmt wird.

2.3.4.1 Gestalten von Arbeitsaufgaben

Die wissenschaftlichen Grundlagen für die systematische Analyse und Gestaltung von Arbeits Systemen geht auf die Arbeiten von Taylor zurück (Taylor, 1895, Taylor, 1903, Taylor, 1911). Taylor ging von einer grundsätzlichen Übereinstimmung der Interessen von Arbeitgebern und Arbeitnehmern aus. Folgerichtig gehörte zu den wichtigsten Zielen einer wissenschaftlichen Betriebsführung die Schaffung einer Arbeitsorganisation, die sowohl eine Erhöhung der Produktivität als auch die Gewährung höherer und objektiv berechenbarer Löhne ermöglichen sollte. Taylors Arbeiten sind wesentlich geprägt durch die Grundannahme, der Durchschnittsmensch handle nach der Maxime des größten Gewinns und sei infolgedessen hauptsächlich durch monetäre Anreize motiviert war (Menschenbildes des homo oeconomicus).

	Alte Philosophie	Neue Philosophie	Lösungsansatz
1	Es gibt 50 bis 100 Arten, eine Arbeitsaufgabe zu erledigen, die auf Faustregeln beruhen.	Es gibt eine beste Art und Weise, eine Arbeitsaufgabe zu erledigen, die auf wissenschaftlichen Gesetzen beruht	ANALYSE ENTWURF
2	Lernen geschieht durch persönliche Beobachtung. Der Wissensschatz wird von Generation zu Generation weitergegeben.	Die besten bekannten Methoden der Arbeitsausführung müssen systematisch an die Vorarbeiter und Mitarbeiter weitergegeben werden	AUSBILDUNG
3	Die Arbeiter haben kein Interesse, ihr Bestes zu geben; es herrscht eine Herr-Sklaven Beziehung.	Interessen der Arbeitgeber und Arbeitnehmer sind ein gemeinsames Anliegen	ANREIZSYSTEME
4	Jeder Arbeiter ist selbst verantwortlich für die Erledigung seiner Aufgaben so, wie er es für gut befindet. Er hat wenig oder keine Unterstützung von seinen Vorgesetzten.	Die Hälfte des Problems ist Sache des Managements. Systematische Vorgaben und Anleitungen der Vorgesetzten sind unabdingbar, da die Arbeiter viele organisatorischen Aufgaben nicht erledigen können	ORGANISATIONS- STRUKTUREN Planungsabteilungen Arbeitsvorbereitung

<i>Phase</i>	<i>Schritt</i>	<i>Vorgehensweise</i>
<i>Analyse</i>	1	Wähle 10 bis 15 Leute aus, welche die zu analysierende Arbeitsaufgabe mit besonderem Geschick erledigen können
	2	Untersuche die genaue zeitliche Abfolge der Vorgangselemente, die jeder der Arbeiter ausführt und halte die dafür benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel fest
	3	Miss mit einer Stoppuhr die benötigten Zeiten pro Arbeiter und Vorgangselement und wähle dann für jedes Vorgangselement die schnellste Zeit aus
	4	Eliminiere alle falschen und unnötigen Vorgangselemente

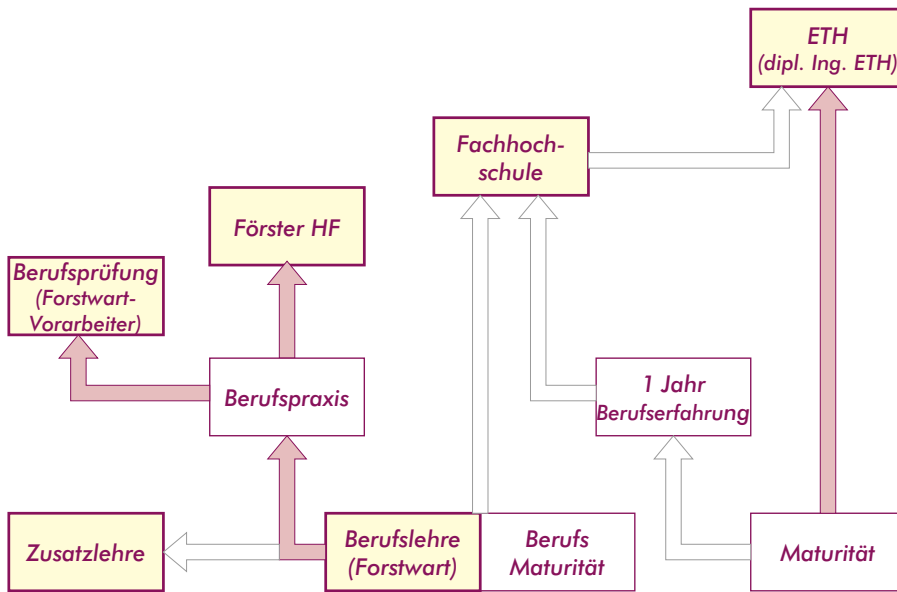
Gestaltung	5	Setze den gesamten Arbeitsvorgang (Arbeitszyklus) aus jener Abfolge der Vorgangselemente zusammen, welche die schnellste Arbeitsausführung ergeben und ordne die besten Werkzeuge und Geräte zu.
	6	Definiere die so ermittelte Vorgehensweise als Standardverfahren (Arbeitsbestverfahren)
Umsetzung	7	Instruiere das Standardverfahren zuerst den Ausbildnern (Vorarbeiter) und dann durch diese den Arbeitern
	8	Das Standardverfahren gilt solange, bis es durch eine schnellere, bessere Abfolge von Vorgangselementen abgelöst wird.

Taylors Ideen wurden auch in Europa eingeführt und prägen teilweise noch heute die Gestaltung menschlicher Arbeit, vor allem auch im Forstwesen des deutschsprachigen Raumes. In Deutschland wurde 1912 des Kaiser - Wilhelm - Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin und 1926 das Institut für forstliche Arbeitswissenschaft (Hilf) eingerichtet. Der 1924 gegründete Reichs-Ausschuss für Arbeitszeitermittlung (REFA, ab 1936: Reichs-Ausschuss für Arbeits Studien ; ab 1948 Verband für Arbeit Studien REFA e.V.) machte es sich ursprünglich zur Aufgabe, die Methoden der wissenschaftlichen Betriebsführung Taylors (Zeit - und Bewegung Studien, differentielles Entlohnungssystem) an deutsche Verhältnisse anzupassen und einzuführen. Der so genannte erweiterte Sorten Tarif EST wird in Deutschland noch heute für die Verlohnung von Holzernte-Arbeiten verwendet. Die Merkmale " Standard Arbeitsverfahren" sowie der damit verbundene Stücklohn sind typische Merkmale des tayloristischen Systems.

Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen gilt heute das Primat der Aufgabe. Vollständige Arbeitsaufgaben beinhalten (Ulich, 1992):

- das selbstständige Setzen von Zielen, die in übergeordnete Ziele eingebettet werden können,
- selbstständige Handlung Vorbereitungen im Sinne der Wahrnehmung von Planungsfunktionen,
- Auswahl der Mittel einschließlich der erforderlichen Interaktionen zur adäquaten Zielerreichung,
- Ausführung Funktionen mit Ablauf Feed-back zu allfälligen Handlung Korrektur,
- Kontrolle mit Resultat Feed-back unter der Möglichkeit, Ergebnisse der eigenen Handlungen auf Übereinstimmung mit den gesetzten Zielen zu überprüfen.

2.3.4.2 Ausbildung der Arbeitskräfte



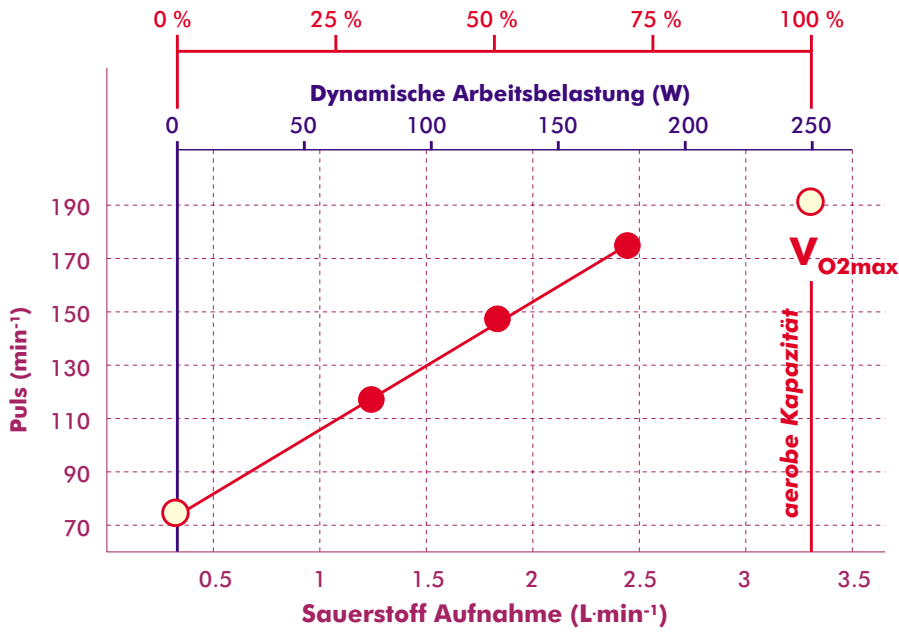
Berufliche Qualifizierung in der Schweizerischen Forstwirtschaft. Eine eigentliche forstliche Berufsbildung wurde mit der Inkraftsetzung des Bundesgesetzes über die Berufsbildung im Jahre 1963 geschaffen, womit die Forstwart-Lehre und die Försterschulen ins Leben gerufen wurden. Mit dem revidierten Bundesgesetz über die Berufsbildung von 1978 kamen neu die Berufsmatur dazu, welche den Zugang zu Fachhochschulausbildungen ermöglicht. Die Verordnung über die Ausbilder der Förster HF wurde 1993 in Kraft gesetzt.

2.3.4.3 Arbeitsbelastung und Zumutbarkeit

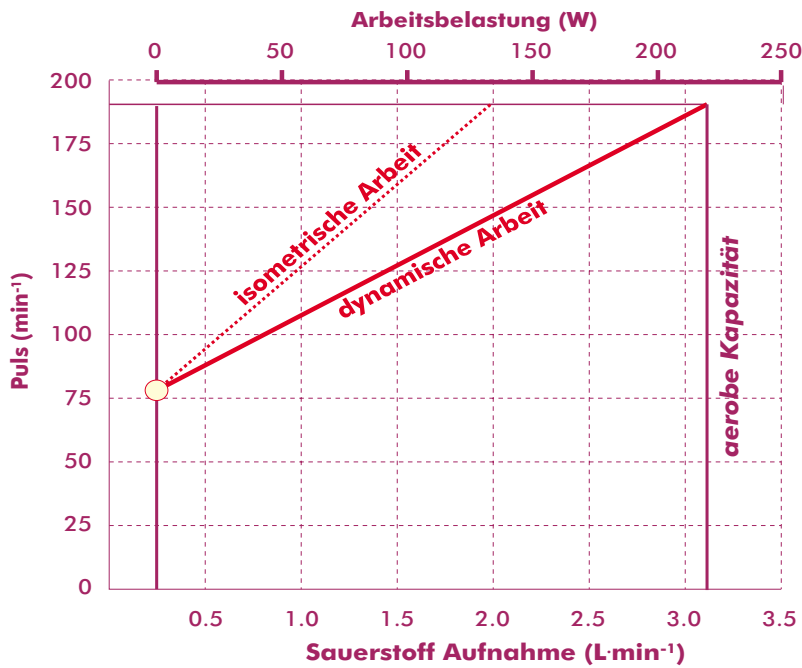
Für die Beurteilung menschlicher Arbeit sind verschiedene Bewertungsebenen zu berücksichtigen (Ulich, 1992):

Bewertungsebene	Zeithorizont	Problemzuordnung	Wissenschaftliche Disziplin
Ausführbarkeit	Kurzfristig	Anthropometrisches, psychologisches Problem	Ergonomie
Erträglichkeit	Langfristig	Arbeitspsychologisches-arbeitsphysiologisches Problem	Ergonomie
Zumutbarkeit	Langfristig	Soziologisches Problem	Sozialwissenschaften
Zufriedenheit	Langfristig	Psychologisches Problem	Psychologie

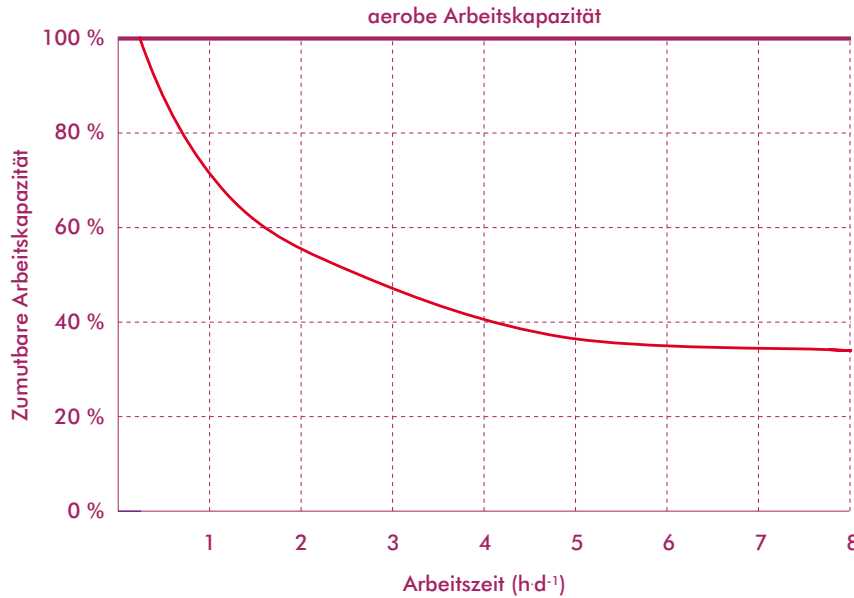
Erträglichkeit wird vor allem aufgrund von arbeitsphysiologischen Kriterien beurteilt, wobei das Ziel ist, dass eine Arbeit *schädigungsfrei* ausgeführt werden kann. (Astrand and Rodahl, 1986)



Beziehung zwischen Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz und suboptimaler Arbeitsbelastung (Astrand and Rodahl, 1986). Mit diesem Zusammenhang lässt sich die effektive Arbeitsbelastung aufgrund der Herzfrequenz schätzen. Wichtig: jedes Individuum hat eine individuelle Kurve.



Beziehung zwischen Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz und Arbeitsbelastung bei dynamischer und isometrischen Tätigkeiten (Wickens et al., 1998).



Maximale physische Arbeitskapazität in Abhängigkeit der täglichen Arbeitszeit (Wickens et al., 1998). Allgemein hat es sich eingebürgert, dass die Zumutbarkeitsgrenze bei 40% der aeroben Leistungsgrenze festgelegt wird (Apud et al., 1989).

2.3.4.4 Motivation



Motivationskonzept nach Maslov, zit nach

Unter Motivation werden Kräfte zusammengefasst, die entweder auf eine oder in einer Person wirken, um ein bestimmtes Verhalten zu initiieren. Das einfachste Modell geht von der Annahme aus, dass das Verhalten eine Funktion von Erwartungen ist und dass die betroffene Personen danach trachtet, eine möglichst hohen Wert zu gewinnen. Akkordlohnkonzepte basieren im wesentlichen auf dieser Vorstellung von Motivation. Gegen Ende der 50er Jahre rückte vor allem das Motivationskonzept von Maslov ins Zentrum des Interesses. Dies ist primär geprägt von Bild eines Menschen,

der vor allem nach Selbstverwirklichung und Autonomie strebt (Ulich, 1992).

Nach heutigem Verständnis geht es bei Motivation darum, mit der Arbeitsgestaltung einer attraktiven Rahmen zu schaffen (Kobi, 1990). Dazu gehören:

- Lohn und Lohnnebenleistungen,
- Arbeitszeitflexibilisierung,
- Arbeitsinhalt und Arbeitsumfeld.

Literaturhinweise

Apud, E., Bostrand, L., Mobbs, I. D. and Strehlke, B. (1989) *Guide-lines on ergonomic study in forestry*, International Labour Office, Geneva.

Astrand, P. O. and Rodahl, K. (1986) *Textbook of work physiology physiological bases of exercise*, McGraw-Hill, New York a.o.

Kobi, J.-M. (1990) *Human Resources im kulturellen und strategischen Kontext*, Schweizerische Volksbank.

Taylor, F. W. (1895) *A piece-rate system being a step toward partial solution of the labor problem*, *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, **16**, 865-903.

Taylor, F. W. (1903) *Shop management*, *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, **24**, 1337-1480.

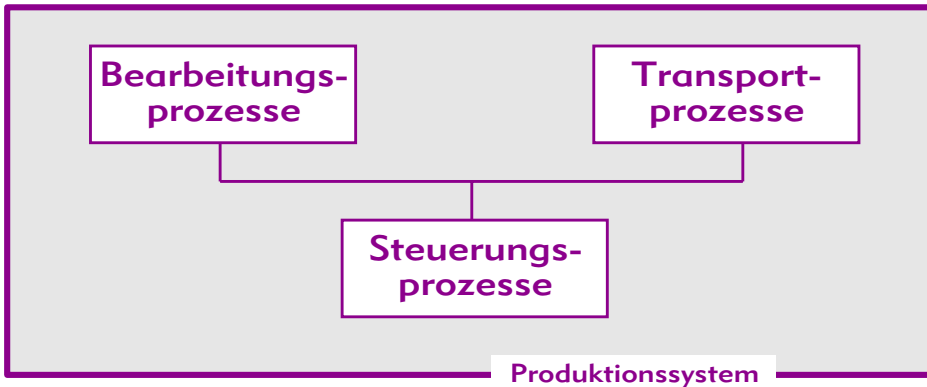
Taylor, F. W. (1911) *The principles of scientific management*, Harper & Brothers, New York and London.

Ulich, E. (1992) *Arbeitspsychologie*, vdf Hochschulverlag AG, Schäffer-Poeschel, Zürich, Stuttgart.

Wickens, C. D., Gordon, S. E. and Liu, Y. (1998) *An introduction to human factors engineering*, Longman, New York [etc.].

3. Technische Lösungsprinzipien

3.1 Begriffsklärung



Produktionssysteme bestehen aus den drei Komponenten „Bearbeitung“, „Transport“ und „Steuerung“, die durch definierte Abläufe zusammenwirken.

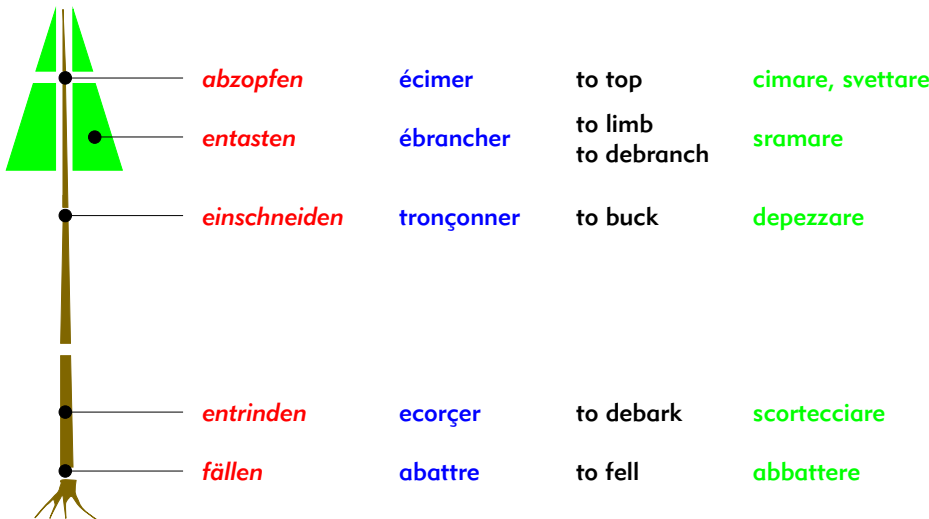
Begriffe

<i>Produktionssystem</i>	Kombination von Menschen, Maschinen und Anlagen, die durch gemeinsame Material-, Informations- und Energieflüsse verbunden sind (CHRYSSOLOURIS, 1992).
<i>Prozess</i>	Strukturverändernder Vorgang, bei dem Stoffe, Energie oder Information umgewandelt, transportiert oder gespeichert werden. Ein Prozess erzeugt eine Klasse von Resultaten.
<i>Produktionsprozess</i>	Summe verschiedener Prozesse, die Rohmaterial in Produkte umwandeln und die dazu notwendigen Transportvorgänge besorgen. Ein Produktionsprozess vernetzt verschiedene Prozesse und wird deshalb auch Prozesskette oder Arbeitskette genannt.
<i>Bearbeitungsprozesse</i>	Vorgänge, die Struktur und Gestalt der zu erntenden Bäume wandeln.
<i>Transportprozesse</i>	Vorgänge, die Ortsänderung (Transport) von Bäumen, Rohschäften, Sortimentsstücken oder von Schüttgut bewirken. Hilfsfunktionen wie „Lastbilden“, „Anschlagen“ etc sind darin enthalten.
<i>Steuerungsprozesse</i>	Vorgänge, die einen geordneten Produktionsablauf sicherstellen. Umfasst Prüf-, Entscheidungs- und Regelungsvorgänge.

	Stoffe	Energie	Information
wandeln	Baum-Bearbeitung		
transportieren	Transport im Gelände		
speichern			
	Verfahrenstechnik	Energetechnik	Informationstechnik

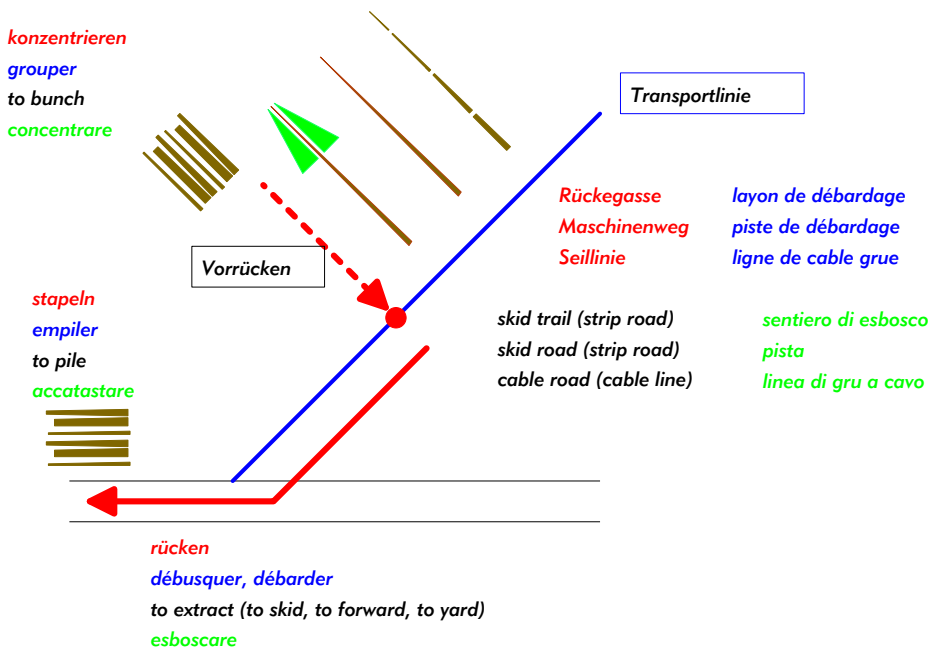
DIN (1987) schlägt vor, technische Systeme nach Flux (Stoffe, Energie, Information) und physikalischen Grundoperationen (wandeln, transportieren, speichern) einzuteilen. Dadurch ergeben sich 9 Problemfelder, für die es entsprechende Fachdisziplinen gibt. Verfahrenstechnik befasst sich mit dem Umsetzen von Stoffen, d.h. von Bäumen zu Rohstoffen.

3.2 Bearbeitungsprozesse



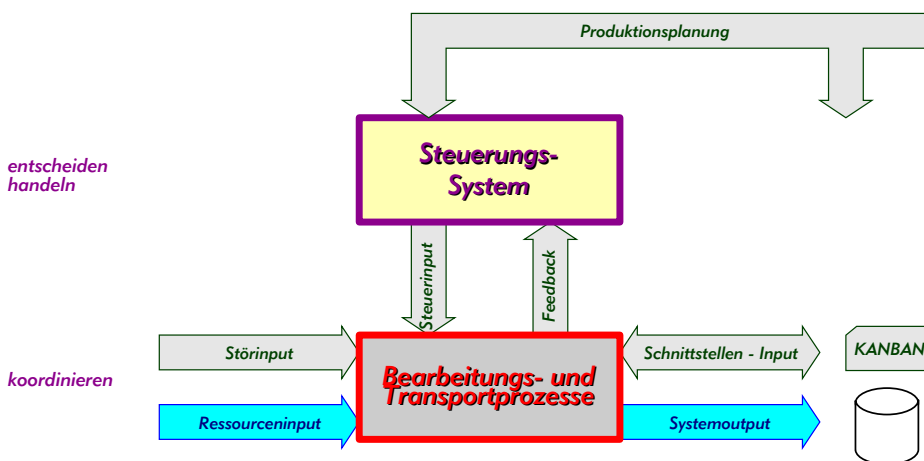
Bearbeitungsprozesse formen Bäume zu Rohstoffprodukten um (Sortimente, Schüttgut). Dabei werden vor allem Trennvorgänge angewandt.

3.3 Transport im Gelände

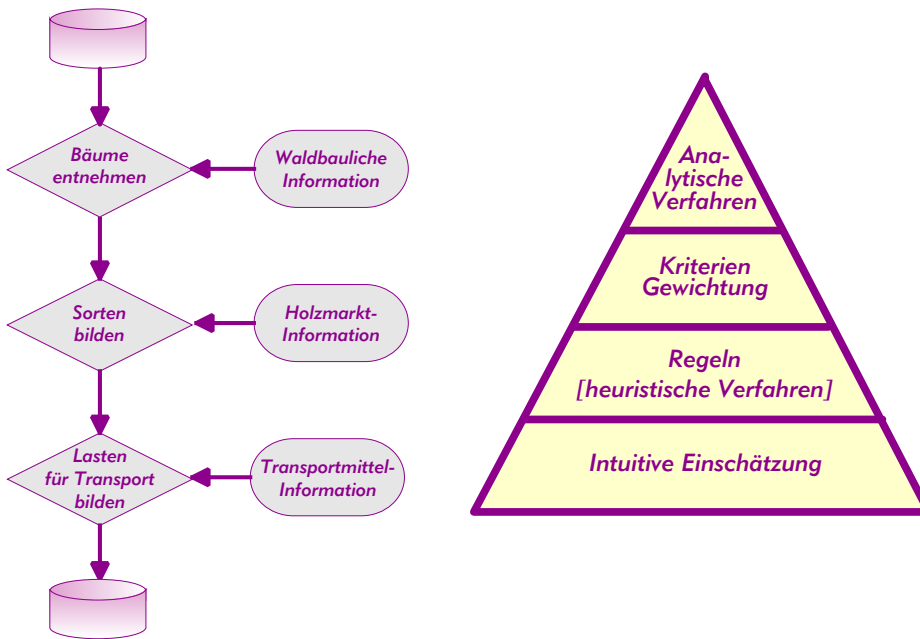


Transportprozesse verändern den Ort der Rohstoffprodukte um (Sortimente, Schüttgut). Ein wesentlicher Teil des Transportvorganges geschieht dabei direkt im Gelände.

3.4 Steuerungsprozesse



Steuerungsvorgänge umfassen das Prüfen von Systemzuständen, das Feststellen von Soll-Ist-Abweichungen und das Auslösen von Korrekturmaßnahmen. Ein geregelter Informationsfluss zwischen verschiedenen Systemkomponenten ist die Voraussetzung, damit ein zielwirksamer Ablauf garantiert wird.



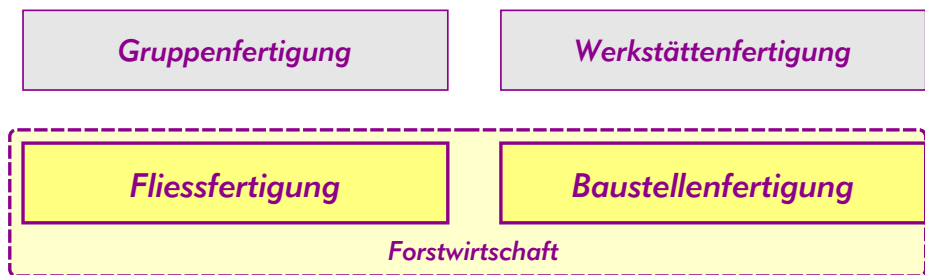
Steuerungsvorgänge werden durch Entscheidungssituationen beeinflusst. Entscheide können rein intuitiv, regelbasiert, gemäss Präferenzkriterien und analytisch getroffen werden. Die Theorie des Operations Research geht davon aus, dass sich jedes Entscheidungsproblem mathematisch formulieren und lösen lässt.

3.5 Grundprinzipien industrieller Produktion

Ziel der Produktion (EVERSHEIM, 1989)

- zeit- und kostenoptimaler Produktionsablauf
- Produktionseinrichtungen, die **flexibel, produktiv und wirtschaftlich** sind sowie **einwandfreie Produktionsergebnisse** liefern

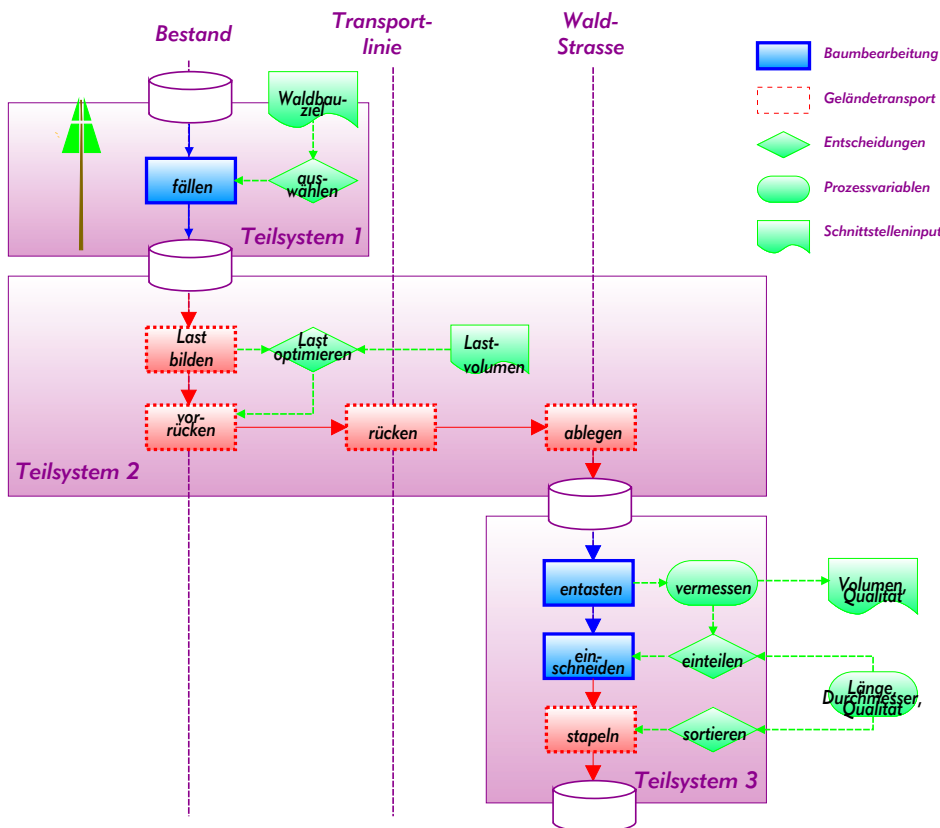
Industrielle Produktion wird nach verschiedenen Prinzipien vorgenommen. Je nach herzustellender Produktart und -menge werden Werkstatt-, Gruppen oder Fließproduktion angewandt. Dabei sind die Produktionsmittel immer ortsfest. Forsttechnische Produktion erfolgt nach dem Baustellenprinzip, bei dem die Produktionsmittel bei jedem Auftrag an einen anderen Ort gebracht werden müssen.



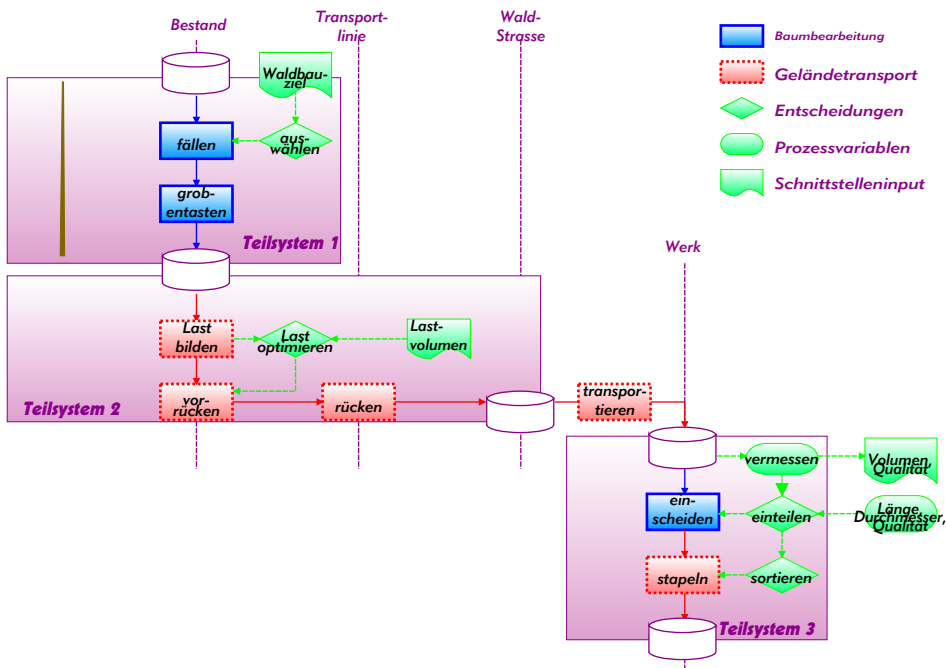
3.6 Lösungsprinzipien der forstlichen Verfahrenstechnik

		Prinzip der Tragwirkung beim Transport		
		Geotechnisches Tragwerk (Boden)	Mechanisches Tragwerk (Seiltragwerk)	Auftrieb (aerostatisch, aerodynamisch)
Aufarbeitungsgrad des Produktes im Bestand	Vollbäume	Vollbaum - Prinzip		
	Rohschäfte	Rohschaft - Prinzip		
	Sortimentsstücke	Sortiments - Prinzip		
	Schüttgut (Schnitzel)	Schüttgut - Prinzip		

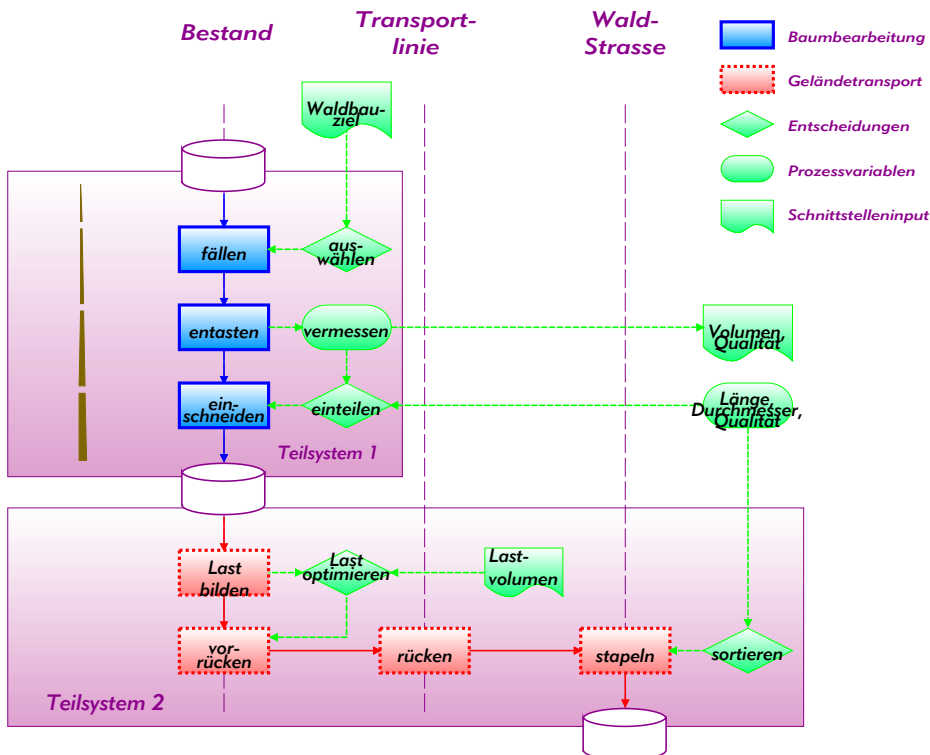
Die **Produktionsprinzipien** lassen sich nach zwei Merkmalen gliedern: (1) dem Bearbeitungsgrad der Bäume vor dem Transport im Gelände und (2) dem technischen Prinzip, mit dem der Transportvorgang realisiert wird. Somit ergeben sich zwölf theoretisch mögliche Kombinationen, die jedoch zur Zeit nicht alle technisch machbar sind.



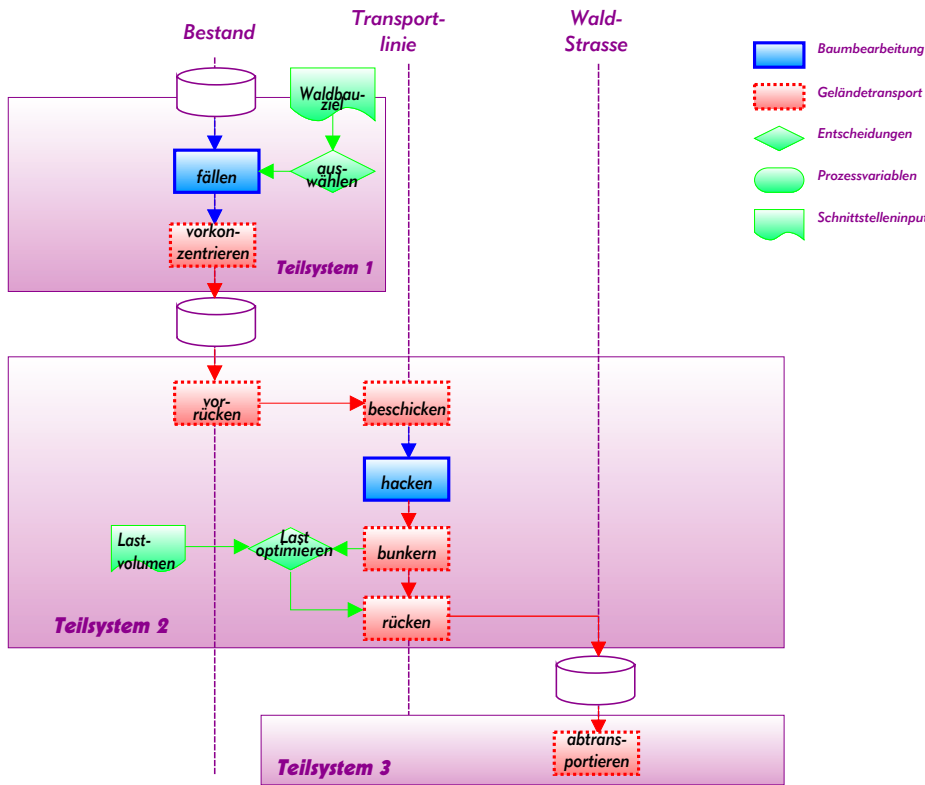
Beim **Vollbaum-Prinzip** wird im Bestand lediglich der Fällvorgang durchgeführt. Allenfalls wird noch abgezopft. Der Transport-Vorgang wird je nach Gelände mit unterschiedlichen Lösungsprinzipien verwirklicht. Nach dem Transport findet die Bearbeitung meist auf der Waldstrasse oder auf einem zentralen Aufarbeitungsplatz statt.



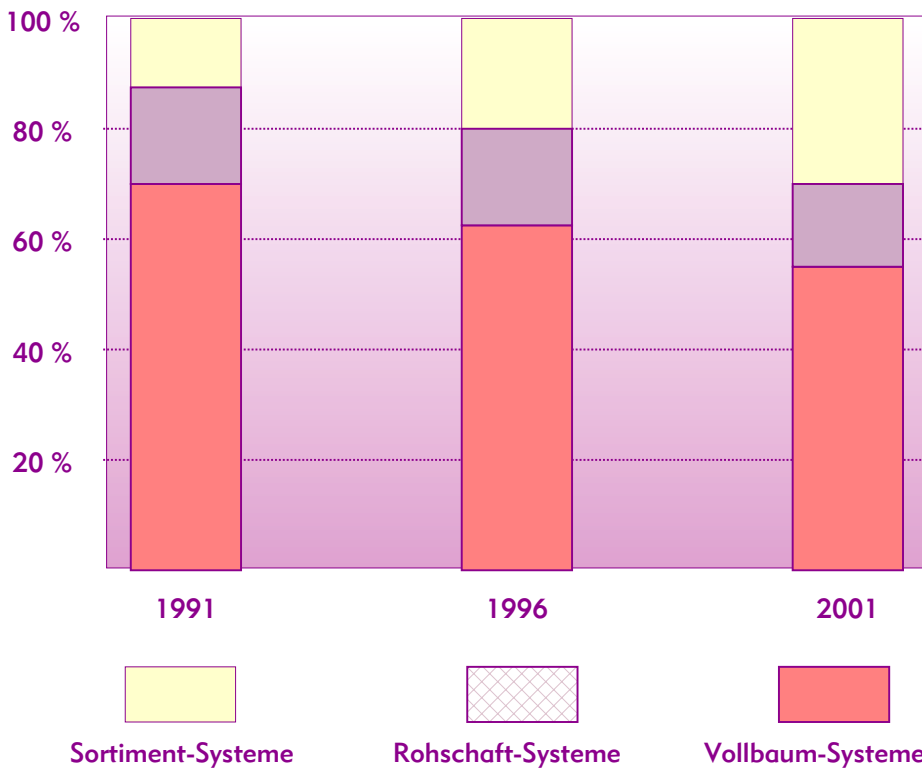
Beim **Rohschaft-Prinzip** finden im Bestand die Vorgänge „Fällen“, „Abzopfen“ und „Entasten“ statt. Der Entastungs-Vorgang wird nur soweit vorgenommen, als dies ohne Wenden des Stammes möglich ist. Nach dem Transport erfolgen die Vorgänge „Restentasten“, „Einteilen“ und „Einschneiden“.



Beim Sortiments-Prinzip werden die Bäume im Bestand zu Sortimentslängen aufgearbeitet. Das Prinzip wird in neuerer Zeit auch CTL-Prinzip (cut to length) genannt. Es ist das dominierende Prinzip in Skandinavien, für welches das Harvester-Forwarder-System entwickelt wurde. Weltweit ist ein Trend festzustellen, indem die Rohholzgewinnung zunehmend nach diesem Prinzip vorgenommen wird..

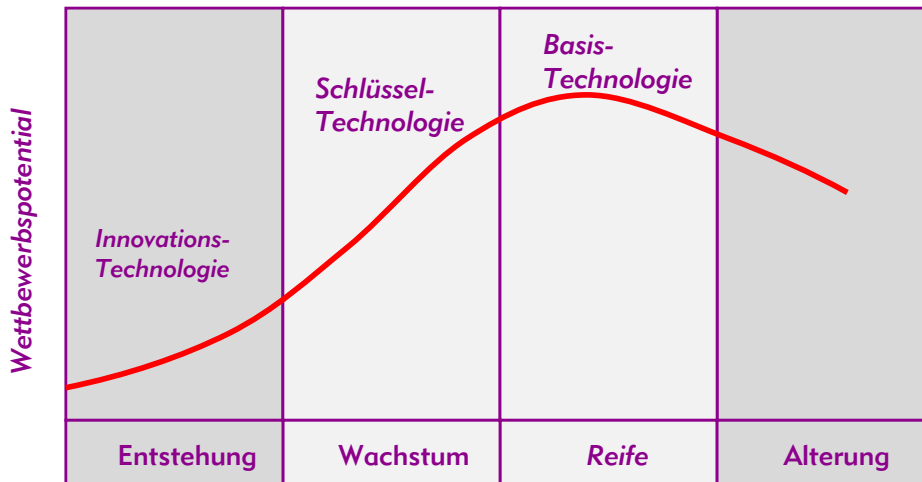


Das *Schüttgut-Prinzip* verarbeitet Bäume und allenfalls auch Äste im Bestand zu Hackschnitzeln. Dadurch entsteht eine andere Qualität von Rohstoff, Schüttgut, das ganz anders gehandhabt werden muss als Stückgut, wie es mit den oben dargestellten Produktionsprinzipien erzeugt wird..



Eine Untersuchung in Ost-Canada (FERIC, 1992) zeigt, dass auch in Regionen, die zu einem Grossteil im Kahlschlag bewirtschaftet werden, das Sortiments-Prinzip zunehmende Bedeutung erlangt.

3.7 Technologie-Lebenszyklus



Jede Technologie, mit der technische Funktionen realisiert werden können, unterliegt einem Lebenszyklus, der die Wettbewerbsfähigkeit bestimmt. In der Schweiz verwenden wir z.T. Technologien, die in der Alterungsphase und im internationalen Wettbewerb nicht mehr konkurrenzfähig sind.