

# Das Systemdenken und seine Anwendung in der Forstwirtschaft

Autor(en): **Höfle, H.H.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **126 (1975)**

Heft 8

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-765230>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Das Systemdenken und seine Anwendung in der Forstwirtschaft

Von H. H. Höfle, Zürich

Oxf.: 0--06 : 903

Aufgrund der Forschungsprojekte, die wir zurzeit bei der Professur für Forsteinrichtung der ETH Zürich bearbeiten, wurden wir schon mehrfach auf den Systembegriff und seine Anwendung in der Forstwirtschaft angesprochen. Diese Situation lässt es angebracht erscheinen, darauf etwas näher einzugehen und Begriffe der Systemtheorie festzuhalten und durch Beispiele zu erläutern. Ausserdem sollen einige Literaturhinweise eine weitere Beschäftigung mit diesem Problembereich ermöglichen.

## 1. Der Systembegriff

Der Begriff des Systems ist alt und gerade den Forstleuten seit langem geläufig, wie die Verwendungen im Sonnensystem oder im Ökosystem zeigen. Jedoch wurde der Begriff erst in der letzten Zeit gewissermassen neu entdeckt, weil ihm ähnlich wie der Kybernetik eine so generelle Bedeutung zukommt, dass er nicht nur in den Naturwissenschaften oder der Technik, sondern auch in den Gesellschafts- und Geisteswissenschaften benützt wird.

Aus diesen Ansätzen hat sich heute eine *allgemeine Systemtheorie* entwickelt, als deren Begründer in erster Linie *Bertalanffy* und *Boulding*, ein Naturwissenschaftler und ein Wirtschaftswissenschaftler, zu nennen sind. Es sei hier nicht näher auf die Entstehung, die Bedeutung und die Begriffe der Systemtheorie eingegangen (siehe dazu *Bleicher, 1972; Zahn, 1972*). Wichtig sind aber die drei *Zweige* der auf der Systemtheorie aufbauenden *Systemforschung*:

- ein theoriebezogener, um die vorhandenen theoretischen Erkenntnisse zu vervollständigen und zu integrieren;
- ein verfahrensbezogener mit dem Ziel, die Probleme bei der Anwendung der Systemtheorie, beispielsweise hinsichtlich der Analyse, Abbildung, Gestaltung und Kontrolle von Systemen, zu klären;
- ein anwendungsbezogener, wobei auf der Basis der jeweils erreichten Erkenntnisse Systeme untersucht, Modelle formuliert und Lösungen für konkrete biologische, ökologische, ökonomische oder soziale Fragestellungen

abgeleitet werden. Die anwendungsbezogene Systemforschung kann dabei zugleich ungelöste theoretische oder verfahrensbezogene Fragen aufzeigen.

Beispiele für Systeme lassen sich im täglichen Leben unschwer finden. Im Zeichen des Umweltschutzes gewinnen Ökosysteme immer grössere Bedeutung. Gewässersysteme bezeichnen die Gesamtheit der Flüsse, Seen und Meere. Aus der Chemie ist das System der periodischen Elemente bekannt; im Bereich der Wirtschaft sind es die Begriffe des Wirtschaftssystems oder — innerhalb desselben — des Verkehrssystems, des Währungssystems oder des Finanzsystems. Auf der betrieblichen Ebene finden Informationssysteme zunehmend grösseres Interesse. Im Bereich der Forstwirtschaft werden immer neue Holzertesysteme entwickelt und empfohlen.

Angesichts dieser Vielfalt von Systemen ergibt sich die Aufgabe, *Ordnungsbegriffe* für die unterschiedlichen Systeme zu finden und das ihnen Gemeinsame zu bestimmen. Zunächst lassen sich die Systeme danach trennen, ob sie von Natur aus vorhanden, also *natürliche Systeme* sind, oder ob sie — als *künstliche Systeme* — erst vom Menschen geschaffen wurden. Beispiele für natürliche Systeme sind das Sonnensystem oder die vom Menschen bisher unbeeinflussten Ökosysteme. Künstliche Systeme finden sich im Bereich der Wirtschaft oder der Technik. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal liegt darin, ob die Systeme *konkret* sind, wie beispielsweise ein Holzertesystem, oder *abstrakt* wie ein System der Philosophie.

Alle genannten Systeme enthalten *Bestandteile* oder «*Elemente*», zum Beispiel Menschen, Tiere und Pflanzen, Maschinen, chemische Verbindungen, Materialien, Rohstoffe und Fertigprodukte. Die Beispiele weisen darauf hin, dass die Bestandteile (Elemente) unterschiedlicher Art sein können und jeweils bestimmte *Eigenschaften* besitzen. Nach den Eigenschaften der Elemente lassen sich technische, wirtschaftliche oder soziale Systeme unterscheiden.

Weiter bestehen zwischen diesen Bestandteilen bestimmte, das System kennzeichnende *Beziehungen*, beispielsweise in einem Ökosystem die Beziehungen zwischen Räuber und Verfolgtem, Pflanze und Nährstoff oder, gesamt-haft betrachtet, zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten.

Damit ist die *Definition des Systems* gegeben:

Ein System besteht aus Elementen, die bestimmte Eigenschaften besitzen und zwischen denen bestimmte Beziehungen bestehen.

Die Beziehungen zwischen den Elementen eines Systems stellen seine *Struktur* dar.

In der Regel werden Systeme untersucht, die von anderen Systemen nicht vollkommen isoliert sind. Es muss dann zwischen den Elementen, die zu dem untersuchten System gehören, und den Elementen, die ausserhalb des Systems liegen, eine Grenze, die sogenannte *Systemgrenze*, gezogen werden. Sie ist nicht immer einfach zu bestimmen, wie das Beispiel der regionalen Unter-

gliederung einer Landschaft oder eines Waldgebietes zeigt, zumal da keine eindeutige Regel dafür vorhanden ist. Vielmehr kann die Systemgrenze nur nach dem Übergewicht der (stärkeren) inneren Bindung gezogen werden.

Die Elemente ausserhalb des Systems gehören in der Regel ebenfalls einem System an, welches das betrachtete System umgibt oder ihm übergeordnet ist und das deshalb als «*Umsystem*», «*Übersystem*» oder «*Supersystem*» bezeichnet wird. Ein Beispiel ist das System einer nationalen Wirtschaft, die in eine grössere Wirtschaftsregion oder in die Weltwirtschaft eingebettet ist, der Bestandestyp «Buchenwald» als Teil der mitteleuropäischen Laubwaldregion oder ein forstlicher Holzhof als Teil der Forst- und Holzwirtschaft.

Wenn ein System Beziehungen mit seiner Umwelt, seinem Umsystem unterhält (äussere Beziehungen), dann liegt ein *offenes System* vor. Musterbeispiele für offene Systeme sind der private Haushalt, die Unternehmung, der Forstbetrieb oder ein Holzerntesystem. *Geschlossene Systeme* stehen dagegen in keinem Austausch mit ihrer Umwelt und besitzen nur innere Beziehungen.

Systeme können im Laufe der Zeit unverändert bleiben, oder sie können sich hinsichtlich ihrer Elemente, Eigenschaften und Beziehungen ändern. Im ersten Fall handelt es sich um *statische*, im zweiten Fall um *dynamische Systeme*. Sind die Veränderungen und das Verhalten eines dynamischen

Übersicht 1. Die Merkmale von Systemen

| <i>Merkmale der Systeme</i> | <i>Ausprägung der Merkmale</i> |                      |         |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------|
| Entstehung                  | künstlich                      | natürlich            | —       |
| Verkörperung                | konkret                        | abstrakt             | —       |
| Beziehungen zur Umwelt      | offen                          | geschlossen          | —       |
| Verhalten in der Zeit       | dynamisch                      | statisch             | —       |
| Vorhersagbarkeit            | probabilistisch                | determiniert         | —       |
| Orientierung                | zielorientiert                 | nicht zielorientiert | —       |
| Regelung                    | geregelt                       | gesteuert            | —       |
| Stabilität                  | stabil                         | instabil             | —       |
| Komplexität                 | äusserst komplex               | komplex              | einfach |
| Beispiel                    | Forstbetrieb                   | —                    | —       |

Systems genau vorauszusagen, dann liegt ein deterministisches System vor, andernfalls ein stochastisches oder probabilistisches System, wie alle biologischen Systeme, also auch der Wald.

Systemen kann schliesslich von aussen ein *Zweck* vorgegeben sein: So muss das System des öffentlichen Nahverkehrs die Transportbedürfnisse der Bevölkerung einer Agglomeration möglichst optimal befriedigen, oder die Forstwirtschaft muss Infrastrukturleistungen erbringen. Systeme, an denen Menschen beteiligt sind, können darüber hinaus aus eigenem, innerem Antrieb *Ziele* verfolgen: Ein Verkehrsbetrieb wird versuchen, ein möglichst günstiges

wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen. Dies gilt mit gewissen Einschränkungen auch für den Forstbetrieb.

Nach der Art der Beziehungen eines Systems lässt sich schliessen, wie das System *gesteuert* oder, wenn das Prinzip der Rückkoppelung angewendet ist, *geregelt* wird, und weiter, ob das System *stabil* oder ausser Kontrolle geraten (*instabil*) ist und im letzteren Fall unweigerlich einem unheilvollen Ende zutreibt, wie es die — inzwischen zwar umstrittenen — Weltmodelle der Bevölkerungsentwicklung, des Rohstoffverbrauchs und der Umweltverschmutzung der MIT-Studie «Grenzen des Wachstums» prognostizieren, wenn die Menschheit sich nicht rechtzeitig eines Besseren besinnt.

Diese Implikationen können hier nur gedeutet werden. Wichtig ist dagegen eine weitere Verwendung der Beziehungen eines Systems: Die Zahl und Eigenschaften der Elemente und die Vielfalt und Variabilität der Beziehungen eines Systems bestimmen den Grad der *Komplexität*. Danach können die Systeme beurteilt und in *einfache*, *komplexe* und *äusserst komplexe Systeme* eingeteilt werden. *Beer* bezeichnet bei den stochastischen (oder probabilistischen) Systemen die statistische Qualitätskontrolle oder die Quallenbewegung als einfaches, die industrielle Rentabilität oder die bedingten Reflexe als komplexes und das Gehirn oder die Unternehmung als äusserst komplexes System. Auf den Forstbetrieb übertragen könnten ein einzelner Arbeitsplatz, ein Holzernteverfahren oder Bestand und der gesamte Betrieb als Beispiele dienen.

## 2. Die verschiedenen Betrachtungsweisen von Systemen

An den Beispielen der Weltwirtschaft, der Unternehmung oder des Forstbetriebs wird deutlich, dass die Analyse eines Systems auf einer einzigen Ebene, also die gleichzeitige Untersuchung des Systems, seiner Elemente und des UmSystems (bzw. der Beziehungen zum UmSystem) vielfach nicht ausreichen, weil die Elemente des Systems — nationale Volkswirtschaften oder die funktionalen Bereiche der Unternehmung oder des Forstbetriebs — selbst so komplex sind, dass sie eigentlich eigene Systeme darstellen. Will man das ursprüngliche System — oder Hauptsystem — voll verstehen, dann müssen auch diese Elemente als Systeme, gewissermassen als *Untersysteme* des ursprünglichen Systems (Hauptsystems), analysiert werden. Dann setzt sich die erste, ursprüngliche Betrachtungsebene aus dem Hauptsystem, seiner Umwelt und seinen Untersystemen zusammen. Auf der zweiten, nächsttieferen Betrachtungsebene wird jedes Untersystem als System untersucht, das Hauptsystem bildet die Umwelt, und innerhalb des neuen Systems treten neue Elemente zutage. Diese hierarchische Stufenfolge der Betrachtungsebenen lässt sich solange fortsetzen, als die Elemente der jeweils untersuchten Systeme selbst Systeme mit eigenen Elementen und einer eigenen Struktur sind bzw. als es zweckmässig ist.

Auf diese Weise wird die *Systemhierarchie* entwickelt. Sie beginnt zum Beispiel beim Weltwirtschaftssystem und stösst über das Wirtschaftssystem Europas, der EG und EFTA zu den nationalen, regionalen, kantonalen usw. Wirtschaftssystemen vor. Im Forstbetrieb kann der Bereich «Holzernte» näher untersucht werden; innerhalb der Holzernte verschiedene Holzerntesysteme, hierarchisch gegliedert nach befahrbaren oder nicht befahrbaren Lagen, Laub- oder Nadelholz, Stark- oder Schwachholz. Das einzelne Holzerntesystem umfasst die Elemente Arbeiter, Maschinen und Material. Die Maschinen können wiederum als eigenes System aufgefasst werden usw.

Die Beziehungen innerhalb eines Systems sind sehr vielfältiger Natur: Im Wirtschaftssystem lassen sich beispielsweise Güterströme, Energieflüsse, Geldströme, Informationsflüsse und ein Netz von sozialen Beziehungen unterscheiden. Ähnlich besitzt auch ein Holzerntesystem einen Materialfluss, einen Informationsfluss, einen Energiefluss und ein Kommunikationsnetz. Bei komplexen oder äusserst komplexen Systemen ist es unmöglich, die unterschiedliche Natur aller Beziehungen gleichzeitig zu betrachten. Statt dessen ist es vorteilhaft, nacheinander den Materialfluss, den Energiefluss, den Informationsfluss und die sozialen Beziehungen vorzunehmen und zu untersuchen. Es interessiert also jeweils nicht das System als Ganzes, sondern lediglich ein ausgewählter *Teilaspekt*: Man wendet das Prinzip der *Teilsystembetrachtung* an.

### 3. Die Entwicklung von komplexen Systemen

Die Beschreibung und Klassifizierung von Systemen allein ist unzureichend. Denn wie schon die Beispiele der Systeme angedeutet haben, geht es im wirtschaftlichen und technischen Bereich nahezu ausschliesslich um künstliche, zweck- und zielgerichtete Systeme, und auch im biologisch-ökologischen Bereich versucht der Mensch, auf die — natürlichen — Systeme einzuwirken und sie nach seinen Vorstellungen und Zielen zu gestalten. Dies wäre relativ leicht, wenn es sich überwiegend um einfache Systeme handelte. Die Beispiele haben jedoch deutlich gemacht, dass die Mehrzahl der Systeme komplex oder äusserst komplex ist. Solche Systeme können nur gestaltet und entwickelt werden, wenn Methoden bekannt sind, die auch komplexe und äusserst komplexe Systeme bewältigen.

Tatsächlich sind solche Methoden heute verfügbar. Sie tragen recht unterschiedliche Namen: Systemtechnik, Systemanalyse, Systems Development oder *Systems Engineering*, beziehen sich aber im wesentlichen auf dieselbe Aufgabe: die Entwicklung und Gestaltung (äusserst) komplexer Systeme.

Ihr wesentlichstes *Merkmal* ist, dass sie den Systembegriff, den Systemgedanken auf die Entwicklung von Systemen anwenden und selbst «*systematisch*» vorgehen. Dies bedeutet, dass man:

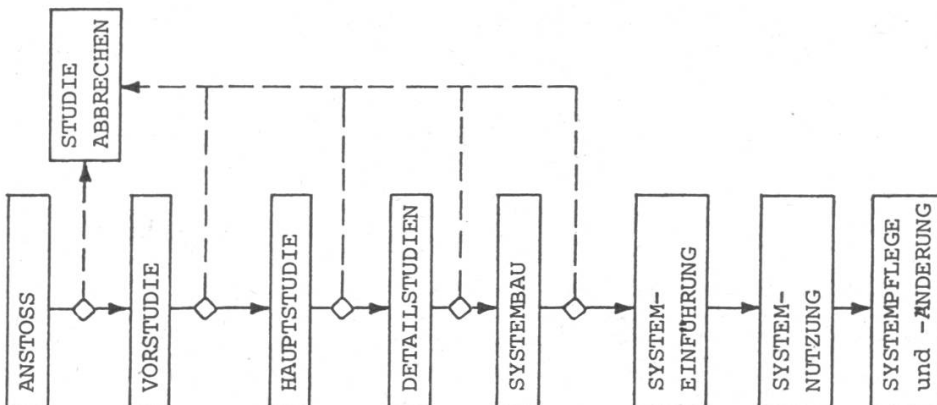
- vom *Groben zum Detail* vorgeht, indem man das Prinzip des Schwarzen Kastens anwendet und die Systemhierarchie entwickelt,
- *Teilsysteme* betrachtet, das heisst, sich auf jene Beziehungen und Aspekte konzentriert, die in einem bestimmten Problemzusammenhang wichtig sind, und die anderen vernachlässigt,
- ein System *etappenweise*, in mehreren Stufen plant und realisiert. Diese Stufen können als Lebensphasen des Systems bezeichnet werden. Sie sind deutlich voneinander getrennt. Der Übergang von einer Stufe zur nächsten erfordert eine genau definierte Entscheidung,
- bei jedem Schritt systematisch alle Methoden, Techniken, Erkenntnisse und Hilfsmittel einsetzt.

Das Prinzip des Schwarzen Kastens — die *Black-Box-Betrachtung* — besteht darin, dass zunächst nicht interessiert ist, was im Innern eines Systems vorgeht, sondern lediglich, in welchen Beziehungen das System zu seinem Um-System steht. Das System wird also wie ein schwarzer, undurchsichtiger Kasten behandelt. (Beispielsweise würde zunächst nur untersucht, welche Material- und Geldströme zwischen dem Forstbetrieb und seiner Umwelt bestehen, während die Quelle dieser Materialströme und die Verteilung des Geldes innerhalb des Forstbetriebes vernachlässigt werden.) Da die Beziehungen zum Um-System in der Regel weniger komplex sind als die Beziehungen im Innern des Systems, ist es mit Hilfe dieses Vorgehens in vielen Fällen überhaupt erst möglich, ein komplexes System zu verstehen und zu gestalten.

*Die Lebensphasen eines Systems*, beispielsweise eines Holzerntesystems, eines Informationssystems oder eines Planungssystems, lassen sich in groben Zügen in folgender Weise beschreiben: Nach dem ersten Anstoss wird in einer *Vorstudie* (feasibility study) abgeklärt, wie das System etwa aussehen könnte: Es wird ein Rahmenkonzept oder ein Grobentwurf ausgearbeitet und überprüft, ob dessen Realisierung technisch durchführbar und wirtschaftlich zu vertreten ist. Wenn diese Entscheidung positiv ausfällt, kann der Systementwurf der Vorstudie in der nächsten Lebensphase des Systems, der *Hauptstudie*, vollständig ausgearbeitet werden. Gegebenenfalls muss die Hauptstudie durch sogenannte *Detailstudien* ergänzt werden, in denen einzelne Bestandteile des Systems sehr genau untersucht und entwickelt werden. Als Beispiel ist an das Lagerverhalten entrindeten oder unentrindeten Rundholzes unter bestimmten Bedingungen oder an die Konstruktion und Prüfung verschiedener Entastungswerkzeuge — Messer, Fräsen, Messerbänder, Rotoren usw. — zu denken. Die Hauptstudie einschliesslich der Detailstudien schliesst mit einem bis ins Detail ausgearbeiteten Systementwurf ab, über dessen Verwirklichung nun definitiv entschieden werden muss. Wenn zugestimmt wird, kann der Systementwurf in der Lebensphase *Systembau* verwirklicht werden. Das System, so ein Planungssystem, ein Informationssystem oder ein Holzerntesystem, kann dann in

Übersicht 2: Lebensphasen eines Systems: Prinzip und Beispiele

| BEISPIEL HOLZHOF   | BEISPIEL PLANUNGS- UND INFORMATIONSSYSTEM  |
|--|--|
| Überlegungen zu neuen Holzerteilungsverfahren: Holzhof als mögliche Alternative  | Unzufriedenheit mit der Informationsversorgung im Forstbetrieb   |
| Ausarbeitung eines Rahmenkonzepts ("Expertise"): Einzugsgebiet, Holzarten und Holzdimensionen, Kapazität, technische Einrichtungen ... | Zielformulierung für das Planungs- und Informationssystem, Entwicklung eines Leitbildes, Prüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Leitbildes  |
| Projektierung der technischen Einrichtungen; Rechtsform, Form des forstlichen Zusammenschlusses ...                                    | Ausarbeiten des Leitbildes: Planungsprozesse, Informationsbedarf, Struktur der Informationen, Speicherungsform ...   |
| Holzmesskundliche Daten, Holzertetarif für Rohschäfte; Exportmöglichkeiten und -bedingungen ...  | z.B. Modellentwicklungen für die Planungsprozesse, Vergleich verschiedener Datenerfassungsgeräte und Speicherungsformen ...                                  |
| Gründung des forstlichen Zusammenschlusses; Bau des Holzhofs   | Druck der Formulare, Beschaffen der Speichermedien (ggf. Schreiben der Computerprogramme und Beschaffung des Computers ...)                                  |
| Arbeitsbeginn: Einschlag, Rücken und Transport von Rohschäften; Verkauf von Spezialsortimenten und Gattersätzen ...                    | Ablösen des alten durch das neue System: neue Formen der Planungsprozesse, der Beschaffung, Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von Informationen ... |
| Rohschäfte, Holzhof ... als Routineoperation   | Planung, Entscheidung usw. und Kommunikationsprozesse nach dem neuen System  |
| Beispiele: Übergang zur Rindenverbrennung, zum Hacken des Abfalls ...  | Aktualisierung der Informationen; Anpassung der Planungsprozesse und des Informationsbedarfs an gewandelte Situationen ...                                   |





der Phase der *Systemeinführung* den späteren Systembenutzern vertraut gemacht und in der Phase *Systembenutzung* angewendet werden. An die Phase der Systembenutzung schliessen sich zuletzt die Phasen der *Systempflege und -änderung* und der *Ausserdienststellung* des Systems an.

In jeder Stufe muss also ein bestimmtes Ziel erreicht und ein konkretes Ergebnis vorgelegt werden. Dieses Ergebnis dient gleichzeitig als Grundlage für den Entscheid darüber, ob die Systementwicklung fortgesetzt oder ob sie abgebrochen wird.

Innerhalb jeder Lebensphase geht man in einem bestimmten Zyklus, nach einer bestimmten Arbeitsweise, dem sogenannten *Vorgehenszyklus*, vor, auf den hier der Kürze wegen nicht eingegangen werden kann. Er besteht aus den Teilprozessen Zielformulierung, Lösungssuche und Auswahl einer Lösung und ist gewissermassen der rote Faden, der sicherstellt, dass alle Teilschritte der Systementwicklung innerhalb einer Lebensphase mit Sicherheit durchlaufen und mit Erfolg abgeschlossen und dass alle Techniken und Hilfsmittel für die Lösung von Problemen und die Führung von Projekten angewendet werden. Dazu gehören beispielsweise die kreativen Methoden, die Methoden zur Zielfindung, Prognoseverfahren, Bewertungsmethoden und die Modelle der Unternehmensforschung. Hinsichtlich der Projektorganisation sei lediglich an die Teamarbeit erinnert.

#### **4. Die Vorteile der Anwendung des Systemdenkens**

##### *4.1 Verständnis komplexer Systeme*

Durch die Anwendung des Prinzips des Schwarzen Kastens lassen sich, weil vom Detail abstrahiert wird, auch äusserst komplexe Systeme analysieren, verstehen und meistern. Das Vorgehen vom Groben zum Detail erlaubt, die Systemhierarchie zu entwickeln und kennenzulernen. Ebenso ist es auf der Grundlage der Systembetrachtung möglich, gewisse Beziehungen innerhalb eines Systems — beispielsweise die informationellen — herauszugreifen und zu untersuchen, ohne den Überblick über das gesamte System zu verlieren. Damit ist der wichtigste Vorzug der Systembetrachtung genannt: Sie ermöglicht, rasch einen Überblick über ein System zu gewinnen. Auf dieser Grundlage lassen sich beliebige Einzelheiten näher beschreiben und untersuchen — eventuell sogar, wie die amerikanischen Weltraumprojekte gezeigt haben, von ganz verschiedenen Personen —, ohne dass die Übersicht und die genaue Kenntnis des jeweiligen eigenen Standorts verlorengelassen und wichtige Zusammenhänge vernachlässigt werden.

#### *4.2 Einsatz aller Hilfsmittel für die Systemgestaltung*

Die Analyse und das Verständnis eines Systems sind der erste Schritt auf dem Weg zur Bildung eines Modells des betrachteten Objektes (Gegenstandes, Betriebs usw.). Als Modell kann das System dann nicht nur verbal, sondern auch durch Symbole beschrieben, durch mathematische Beziehungen (Gleichungen) nachgebildet, quantifiziert und beispielsweise mit Hilfe der Standardmodelle der mathematischen Systemtheorie, der Kybernetik oder der Unternehmensforschung untersucht werden. Daraus lassen sich dann weitere Erkenntnisse, wie Angaben über die Stabilität oder Instabilität des Systems oder Prognosen über das künftige Verhalten des Systems, gewinnen.

#### *4.3 Eine Brücke zwischen den Wissenschaften*

Da die Systembetrachtung heute in sehr vielen Disziplinen verwendet wird, ist sie ein erster Schritt auf dem Weg, Ergebnisse einer Wissenschaft und einer Forschungsrichtung in allgemeinverständlicher Weise darzustellen und die Kommunikation zwischen den Wissenschaften zu fördern. Damit lassen sich gleichzeitig die Erkenntnisse einer Disziplin — direkt oder im Zuge von Analogieschlüssen — leichter auf andere Disziplinen und Forschungsprojekte übertragen. Diese Situation begünstigt schliesslich die Kooperation innerhalb einer Disziplin oder über die Grenzen einer Disziplin hinweg und die zeitliche Koordination verschiedener Projekte, die sich mit demselben oder mit ähnlichen Systemen befassen.

Insgesamt kann das Systemdenken keinesfalls als Allheilmittel betrachtet werden. Es kann jedoch dazu dienen, das vorhandene Wissen und die vorhandenen Kräfte effizienter einzusetzen, als es ohne dieses Hilfsmittel möglich wäre. Schliesslich kann die Bedeutung des Systemdenkens in einer Zeit nicht unterschätzt werden, in der der interdisziplinären Forschung immer grössere Bedeutung zukommt, wie die Probleme der Raumplanung, des Umweltschutzes oder des Wirtschaftswachstums zeigen.

### **5. Beispiele für die Anwendung des Systembegriffs in der Forstwirtschaft**

Diese Vorteile hat die Forstwirtschaft im mitteleuropäischen Raum erst relativ spät genutzt. Während Anwendungen des Systembegriffs in Skandinavien und in Nordamerika schon längere Zeit zurückreichen, lässt sich das Vordringen des Systembegriffs in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft zwar schon seit den sechziger Jahren, seine Verwendung in formaler Weise jedoch erst in letzter Zeit beobachten. Diese Anwendungen können hier nicht vollständig aufgeführt, sondern lediglich beispielhaft erwähnt werden.

Eine systemtheoretische Betrachtung des Forstbetriebs im ganzen bzw. der Ziele — des Zielsystems —, der Planung und Entscheidung im Forstbetrieb

geben *Sagl* (1971, 1973) und *Joebstl* (1973). Speziell mit der systematischen Untersuchung der Information und ihrer Bedeutung im Forstbetrieb — mit dem Informationssystem — befassen sich *Höfle* (1974) und *Höfle et al.* (1975). In ähnlicher Weise sind auch die Bemühungen von *Wardle* (1971) zu werten.

Besonders zahlreich sind die Anwendungen des Systembegriffs auf dem Gebiet der Forstbenutzung und der Holzernte, wo auch die ersten praktischen Anwendungen zu beobachten waren. Ein Beispiel dafür ist die Arbeit von *Lönner* (1968). Einen Überblick über die Verwendung des Systembegriffs und des Systems Engineering bei der Forstbenutzung gibt *Höfle* (1975). Wie die Systemtechnik zur Lösung kooperativer Planungsaufgaben der Forst- und Holzwirtschaft eingesetzt werden kann, zeigen *Ulrich et al.* (1974) am Beispiel der Bereitstellung von Buchenindustrieholz für die Zellstoffverarbeitung. Die Forstbetriebe, die das Industrieholz liefern, und das verarbeitende Werk werden dabei in einem ad hoc gebildeten System vereinigt, das man, ausgehend vom System der Forstwirtschaft bzw. den Systemen der Forstbetriebe und dem System des Zellstoffwerks — einem Vorschlag von *Alewell* (in *Bleicher*, 1972) folgend —, als «Zwischensystem» bezeichnen könnte. *Mahler* und *Becker* (1973) verwenden die Systemtechnik für die Planung eines Holzhoofs. Schliesslich zeigt *Timinger* (1974), wie die Systemtheorie als Grundlage der Nutzwertanalyse verwendet werden kann, um das hinsichtlich des individuellen betrieblichen Zielsystems optimale Holzernteverfahren zu bestimmen.

Allen diesen beispielhaft genannten Anwendungen ist gemeinsam, dass sie die komplexen Probleme im Forstbetrieb umfassend analysiert und verständlich dargestellt, moderne Methoden für die Problemlösung eingesetzt, die Transparenz des Geschehens im Forstbetrieb vergrössert und das Betriebsergebnis verbessert haben. Deshalb entspricht die Verwendung des Systembegriffs in der Forstwirtschaft nicht nur einer Formalisierung altbekannter Tatbestände, sondern sie ist als wichtiges Hilfsmittel bei der innerbetrieblichen Rationalisierung zu verstehen — ebenso wie bei dem Bemühen, die Anliegen und Probleme der Forstwirtschaft der Allgemeinheit — der «Umwelt» des Forstbetriebs — näherzubringen.

## Résumé

### Le raisonnement systématique et son application en économie forestière

La notion de système est ancienne mais on n'a découvert que récemment qu'elle est applicable d'une façon générale comme le concept de circuit de régulation en cybernétique. Pour cette raison, on a développé la «théorie générale du système» ainsi que la recherche dans ce domaine qui comprend une direction théorique, une méthodique et une d'application.

Un système est composé d'éléments qui possèdent certaines propriétés et entre lesquels il existe certains rapports. Chaque système peut être décrit d'après sa formation (naturel ou artificiel), son expression (concret ou abstrait), ses rapports avec le milieu ambiant (ouvert ou fermé), son comportement dans le temps (statique ou dynamique), son pouvoir de prédiction (déterministe ou probabiliste), la présence ou l'absence d'une orientation, la façon de le diriger ou le régler, et le degré de complexité. La description constitue en même temps la base pour l'analyse des systèmes, soit en fonction de la structure d'un système par l'analyse échelonnée sur plusieurs niveaux, soit en fonction des processus à l'intérieur d'un système. Dans ce dernier cas, il n'est pas nécessaire d'étudier tous les processus en même temps, les différentes catégories de rapports — rapports matériels, informatifs, financiers ou sociaux — peuvent être traitées les unes après les autres dans le sens d'une analyse d'un système partiel.

Des systèmes artificiels doivent être développés. L'ingénierie de système est une méthode appropriée pour le développement de systèmes (extrêmement) complexes. Cette méthode se caractérise, entre autres, par le fait qu'elle procède de l'ensemble grossier vers le détail, par l'application du principe de l'analyse du système partiel et par le développement par étapes. Ce dernier point signifie qu'un système est développé par degrés qui peuvent aussi être désignés comme les phases d'un système (étude préliminaire, étude principale, réalisation, constitution, introduction et utilisation du système).

Les avantages de l'utilisation du raisonnement systématique résident dans la possibilité de comprendre et de façonner des systèmes complexes, et de créer une possibilité de compréhension entre les différentes sciences. Pour terminer, l'exposé cite quelques exemples d'application du raisonnement systématique en économie forestière.

*Traduction: J.-P. Farron*

## Literatur

### *Allgemeine Einführung und Systembetrachtung der Unternehmung:*

Beer, S.: Kybernetik und Management. Frankfurt am Main 1959

Bleicher, K.: Organisation als System. Wiesbaden 1972

Büchel, A.: Systems Engineering. — Eine Einführung. Industrielle Organisation, 38. Jg. (1969), Nr. 9, S. 373—385

Daenzer, W. (Hrsg.): Handbuch des Systems Engineering. Zürich 1975 (in Vorbereitung)

Gehmacher, E.: Methoden der Prognostik. Eine Einführung in die Probleme der Zukunftsforschung und Langfristplanung. Freiburg i. Br. 1971

Haberfellner, R.: Die Unternehmung als dynamisches System. Zürich 1974

Kunze, H. H.: Systemdenken als zukunftssträchtige Rationalisierungsmethodik. Fortschritt. Betriebsführg., 20. Jg. (1971), Heft 3, S. 91—96

REFA: Methodenlehre der Planung und Steuerung. Teil 1: Grundlagen. München 1974

Ulrich, H.: Die Unternehmung als produktives soziales System. 2. Auflage, Bern und Stuttgart 1970

Ulrich, H., Krieg, W.: Das St. Galler Management-Modell. 2. Auflage, Bern 1973

Zahn, E.: Systemforschung in der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen 1972

### *Systembetrachtungen im Bereich des Umweltschutzes:*

Leibundgut, H. (Hrsg.): Schutz unseres Lebensraumes. Frauenfeld und Stuttgart 1971

Leibundgut, H. (Hrsg.): Landschaftsschutz und Umweltpflege. Frauenfeld und Stuttgart 1974

Walterskirchen, M. P. von (Hrsg.): Umweltschutz und Wirtschaftswachstum. Frauenfeld und Stuttgart 1972

### *Beispiele aus der Arbeitswissenschaft:*

Nadler, G.: Arbeitsgestaltung — zukunftsbewusst. Entwerfen und Entwickeln von Worksystemen. München 1969

REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 1: Grundlagen. 3. Auflage, München 1973

### *Beispiele aus dem Forstbetrieb:*

Höfle, H. H.: Grundgedanken zu Begriff und Entwicklung eines Informationssystems im Forstbetrieb. Habilitationsschrift, Zürich 1974

Höfle, H. H., Wildmann, P., Eichenberger, H., und Rüschi, W.: Informationssystem zur Unterstützung von Planung, Entscheidung und Kontrolle im Forstbetrieb. Zürich 1975 (in Vorbereitung)

*Jöbstl, H. A.:* Ein Modell des Forstbetriebs. Neue Ansätze und Techniken für die lang- und mittelfristige Planung. Wien 1974

*Sagl, W.:* Planung, Organisation und Entscheidung im Forstbetrieb. 100 Jahre Hochschule für Bodenkultur in Wien, Fachveranstaltungen der Studienrichtung Forst- und Holzwirtschaft, Band IV, Teil 3, S. 1—16, Wien 1973

*Sagl, W.:* Operationale Zielsetzung im Forstbetrieb. Cbl. ges. Forstwesen, 88. Jg., 1971, Nr. 4, S. 224—257

*Wardle, P. A.:* Operational Research and the Design of a Management Control System for a Forestry Enterprise. Forestry Commission Bulletin, No. 44, S. 79—91, London 1971

*Beispiele aus der Forstbenutzung:*

*Höfle, H. H.:* Das Systemdenken in der Forstbenutzung. AFJZtg., 146. Jg., 1975, Nr. 8, S. 143—157

*Loenner, G.:* A System for Short-Term Planning of Logging, Storing, and Transportation of Wood. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Bulletin No. 6, Stockholm 1968

*Mahler, G., und Becker, G.:* Problemanalyse neuer Holzernteverfahren. HZBl, 99. Jg., 1973, Nr. 38, S. 569—570

*Timinger, J.:* Beispiel einer Nutzwertanalyse aus der Holzernte. AFZ, 29. Jg., 1974, Nr. 16, S. 332—336

*Ulrich, H., Mohr, C., Höfle, H. H., und Eichenberger, H.:* Entscheidungshilfen für kooperative Planungsaufgaben der Forst- und Holzwirtschaft — dargestellt an einem Modell für die Bereitstellung von Buchenindustrieholz. Berichte der Schweizerischen Interessengemeinschaft für Industrieholz, Zürich, April 1974