

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 91 (1973)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Wasserwirtschaftliche Planung in der Schweiz: Vorschlag für ein Modell  
**Autor:** Vischer, D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-71847>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.04.2026

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

# Wasserwirtschaftliche Planung in der Schweiz

## Vorschlag für ein Modell

DK 626/627:711

Von Prof. Dr. D. Vischer, Zürich

1971 brachte der schweizerische Bundesrat den Entwurf eines Verfassungsartikels über die Wasserwirtschaft zur Vernehmlassung. Er wird demnächst also zu den entsprechenden Ergebnissen Stellung nehmen. In diesem Entwurf ist unter anderem davon die Rede, dass der Bund Vorschriften über die Aufstellung von wasserwirtschaftlichen Rahmenplänen erlassen kann. Damit erhebt sich die Frage, was unter einer solchen Aufstellung zu verstehen sei.

Als Diskussionsbeitrag wird im vorliegenden Aufsatz ein Modell entwickelt, das auf die wasserwirtschaftliche Planung der Schweiz angewendet werden kann. Das Modell versucht einerseits die komplexe Struktur der Wasserwirtschaft hierarchisch zu gliedern und andererseits den Planungsprozess auf sukzessive Iterationsprozesse zurückzuführen.

### 1. Das allgemeine Planungsmodell

Zur Beschreibung eines Planungsprozesses können grundsätzlich verschiedene Gedankenmodelle (Theorien) herangezogen werden. Im vorliegenden Fall wird zunächst das von Mauch [1] formulierte hierarchische Modell benutzt.

Mauch definiert einen Verband von zusammenhängenden und zusammenwirkenden Teilen (Subsystemen) als System. Jedes System ist also wiederum das Subsystem eines grösseren Systems, das heisst eines Systems höherer Ordnung. Das einzige System, das diesbezüglich eine Ausnahme darstellt, ist das Universum, weil es definitionsgemäss alle Dinge umfasst.

Die Unterteilung eines Systems in Subsysteme kann auf verschiedene Weise erfolgen. Am zweckmässigsten ist eine solche, die auf die jeweils interessierenden Fragen ausgerichtet ist. Die Anzahl der möglichen Subsysteme, die sich nicht überlappen, hängt von den Dimensionen des Systems ab.

In Bild 1a ist das System A beispielsweise in drei Subsysteme B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>3</sub> unterteilt. Das System A steht gegenüber den Systemen B also auf einer hierarchisch höheren Stufe. Dieser Sachverhalt lässt sich am einfachsten durch ein baumförmiges Schema darstellen. Dabei sind die Verhältnisse besonders übersichtlich, weil jedes Element der niedrigeren Stufe (B) nur mit einem Element der höheren Stufe (A) verbunden ist.

Wird ein System nach zwei unabhängigen Gesichtspunkten unterteilt, so führt dies zu einer weiteren Stufe. Die

Kombination der Unterteilung von Bild 1a mit derjenigen von Bild 1b kann als Beispiel dienen: Das System A bildet immer noch die erste Stufe, die Subsysteme B können der zweiten Stufe zugeordnet werden, die Subsysteme C gehören dann zur dritten Stufe. Wie das entsprechende Schema klarstellt, geht aber bei dieser Unterteilung die Baumstruktur verloren. An

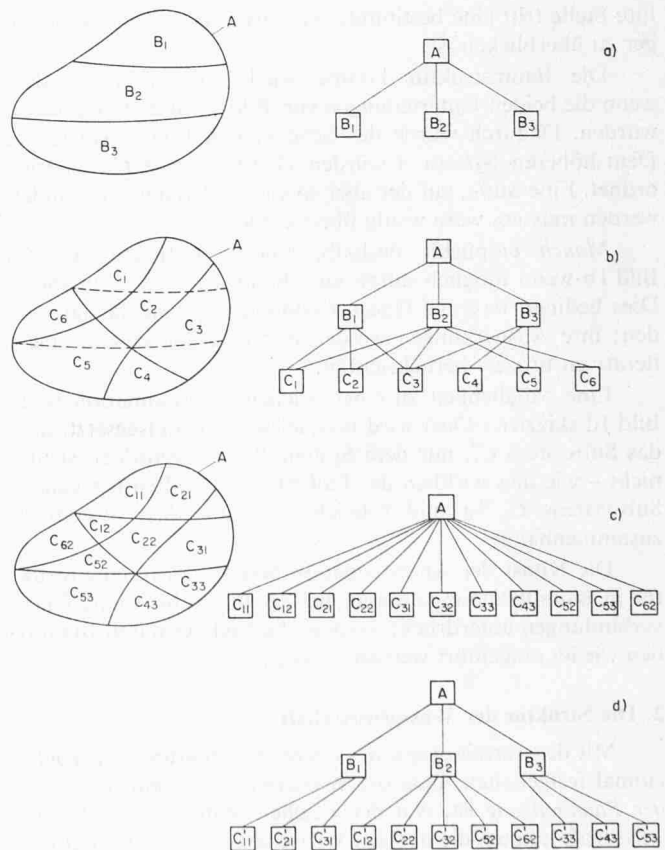


Bild 1. Unterteilung des Systems A in die Subsysteme B und C: a) und c) Baumstruktur, b) Netzstruktur, d) Approximation der Netzstruktur durch eine Baumstruktur

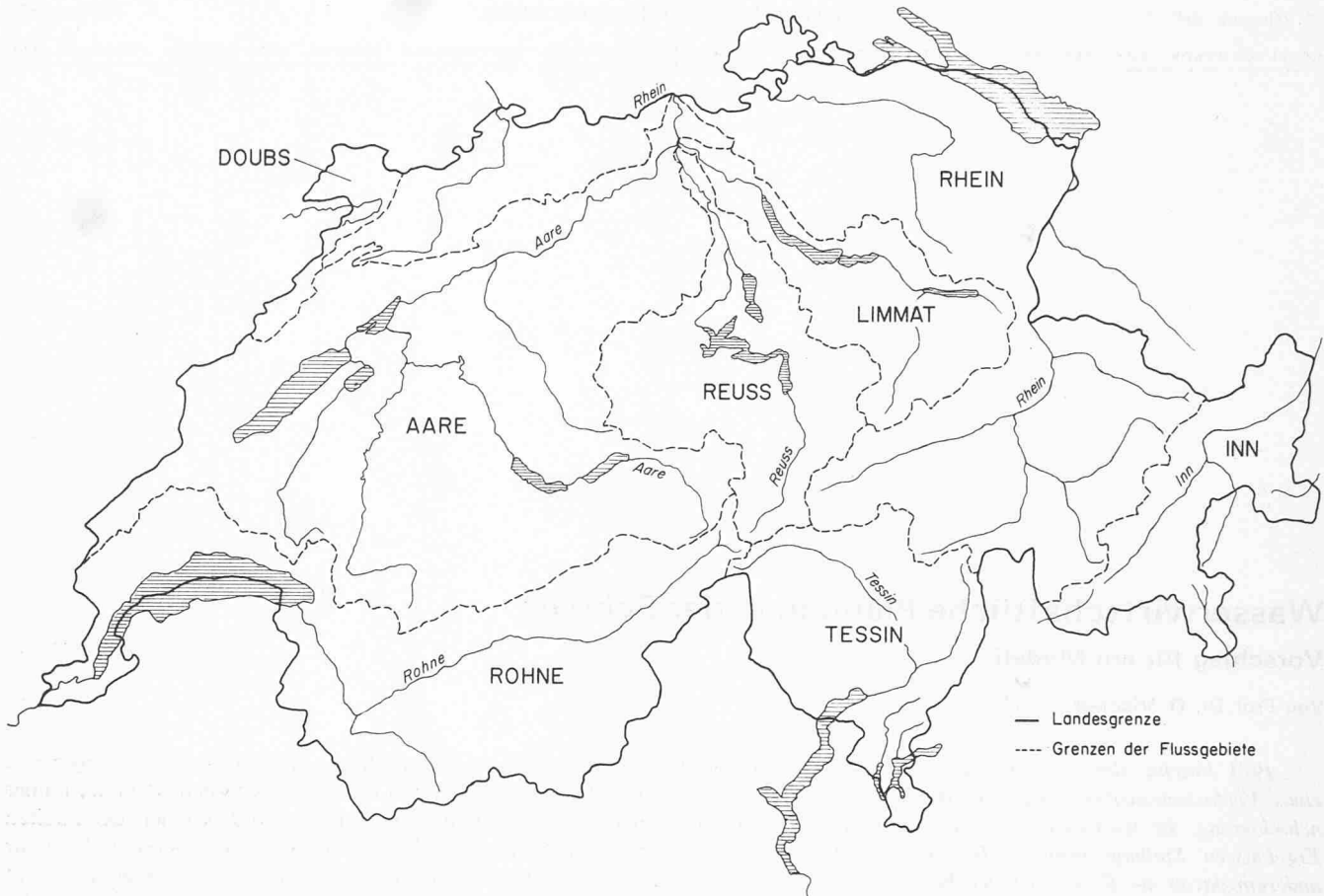


Bild 2. Unterteilung der Schweiz in ihre grossen Flussgebiete

ihre Stelle tritt eine bestimmte Netzstruktur, die viel schwieriger zu überblicken ist.

Die Baumstruktur könnte wieder eingeführt werden, wenn die beiden Unterteilungen von Bild 1a und 1b überlagert würden. Dadurch würde das Schema von Bild 1c entstehen. Dem höheren System *A* würden 11 Subsysteme  $C_{ij}$  untergeordnet. Eine Stufe, auf der aber so viele Subsysteme behandelt werden müssen, wäre wenig übersichtlich.

*Mauch* empfiehlt deshalb, eine Netzstruktur gemäss Bild 1b wenn möglich durch eine Baumstruktur anzunähern. Dies bedingt, dass die Querverbindungen vernachlässigt werden; ihre Auswirkungen werden erst anschliessend in einem iterativen Prozess berücksichtigt.

Eine Möglichkeit zu einer solchen Approximation ist in Bild 1d skizziert: Dort wird beispielsweise vorausgesetzt, dass das Subsystem  $C'_{11}$  nur dem System  $B_1$  untergeordnet ist und nicht – wie dies wirklich der Fall ist – Bestandteil des ganzen Subsystems  $C_1$  ist und folglich auch mit dem System  $B_2$  zusammenhängt.

Die Kunst der Approximation besteht darin, eine Struktur in Baumform einzuführen, bei der möglichst wenig Querverbindungen unterdrückt werden, die nachher durch Iterationen wieder eingeführt werden müssen.

## 2. Die Struktur der Wasserwirtschaft

Mit der Terminologie des ersten Abschnittes sei zunächst einmal festgehalten, dass die Wasserwirtschaft ein *Subsystem der Raumnutzung* ist. Auf der gleichen Stufe wie die Wasserwirtschaft können die übrigen Wirtschaftssysteme, die auf eine Nutzung des Raumbestandes ausgerichtet sind, eingereiht werden (Nutzung von Luft, Boden, Bodenschätzen usw.). Es sind auch andere Abgrenzungen denkbar.

Sucht man nach den *Subsystemen der Wasserwirtschaft*, so findet man zwei Unterteilungen, nämlich eine solche nach

- a) Gebieten
- b) Nutzungs- und Schutzbereichen

In der schweizerischen Wasserwirtschaft entsprechen die Gebiete heute weitgehend den *Kantonen*, weil diese grundsätzlich das Verfügungsrecht über die Gewässer besitzen (Gewässerhoheit). Zu den Nutzungs- und Schutzbereichen gehören nach der üblichen Abgrenzung im wesentlichen

- Nutzwasserwirtschaft
- die Wasserversorgung
  - die Bewässerung
  - die Wasserkraftnutzung
  - die Schifffahrt
  - die Erholung
  - die Fischerei

- Schutzwasserwirtschaft
- die Abwasserbeseitigung
  - die Entwässerung
  - der Hochwasser- und Erosionsschutz

Wird die Struktur der schweizerischen Wasserwirtschaft dargestellt, ergibt sich ein Netzwerk gemäss Bild 1b mit den Systembezeichnungen:

- A: Schweizerische Wasserwirtschaft
- B: 25 Kantone
- C: 9 Nutzungs- und Schutzbereiche

Dieses Netzwerk ist ausserordentlich unübersichtlich, weil es sowohl viele Elemente pro Stufe wie viele Querverbindungen aufweist. Es widersteht darum einer raschen und klärenden planerischen Behandlung. Folglich muss – sofern eine solche Behandlung erwünscht ist – ein bedeutend

Stufe 1:  
Wasserwirtschaft  
der Schweiz

Stufe 2:  
Wasserwirtschaft  
des Flussgebiets

Stufe 3:  
Teilbereich  
des Flussgebiets

Stufe 4:  
Teilbereich  
des Kantonsanteils

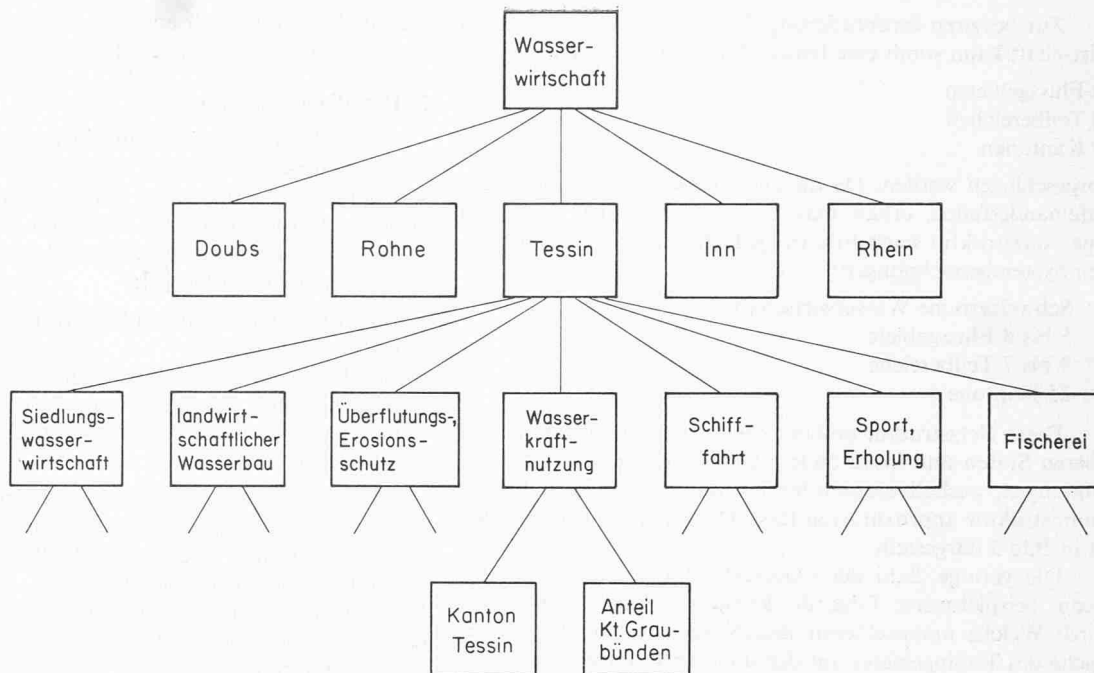


Bild 3. Strukturmodell der schweizerischen Wasserwirtschaft (ausgeführt am Tessingebiet)

einfacheres Planungsmodell gefunden werden. Offensichtlich erheischt dies eine bessere Unterteilung der Wasserwirtschaft durch systemeigene (gleichsam vorgezeichnete) Grenzen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob sich die Wasserwirtschaft in Subsysteme aufteilen lässt, die etwa im Sinne von *Linsley-Franzini* [2] physisch und wirtschaftlich voneinander unabhängig sind: Damit ein Subsystem von anderen als *physisch unabhängig* bezeichnet werden kann, darf weder flussauf- noch flussabwärts ein anderes Subsystem existieren, das die Zuflüsse verändert oder von den veränderten Abflüssen berührt wird. Um *wirtschaftlich unabhängig* zu sein, darf das Subsystem wirtschaftlich nicht unmittelbar mit den anderen verquickt sein.

Nun gibt es in der schweizerischen Wasserwirtschaft Subsysteme, die praktisch physisch voneinander unabhängig sind: die durch die *hydrologischen Wasserscheiden* abgegrenzten *grossen Flussgebiete*. Die Fälle, bei denen Wasser von einem Flussgebiet in das andere übergeleitet wird, sind ja selten. Es liegt deshalb auf der Hand, die Aufteilung der Wasserwirtschaft zunächst nicht nach den Kantonen, sondern nach den Flussgebieten

- des Rheins
- der Rhone
- des Tessins
- des Inns
- des Doubs

vorzunehmen. Da diese stark unterschiedliche Ausmasse aufweisen, ist man geneigt, auch einige grössere Nebenflussgebiete – beim Rhein beispielsweise diejenigen der Aare, der Reuss und der Limmat – auf die gleiche Stufe zu stellen. Eventuell könnte man auch das unterste Rheingebiet für sich betrachten (Bild 2). Dies ist jedoch nur im Sinne einer Annäherung vertretbar, weil die Nebenflussgebiete physisch nicht von den Hauptflussgebieten unabhängig sind. Zur Verminderung der Planungselemente könnte man dafür das kleine Doubsgebiet dem untersten Rheingebiet zuordnen, ähnlich wie in Bild 2 auch andere kleine Flussgebiete zu den benachbarten grossen geschlagen werden (Bergell, Puschlav, Münstertal zum Inngebiet, Malcantone zum Tessingebiet usw.). In der schweizerischen Wasserwirtschaft gibt es aber auch Sub-

systeme, die *wirtschaftlich* nahezu voneinander unabhängig sind. Es handelt sich um die in *Teilbereiche* zusammengefassten Nutzungs- und Schutzbereiche

- der Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und -entsorgung)
- des landwirtschaftlichen Wasserbaus (Be- und Entwässerung)
- des Überflutungs- und Erosionsschutzes (Fluss- und Bachverbau, Hochwasserretention)
- der Wasserkraftnutzung
- der Schifffahrt (Fluss- und Seeschifffahrt)
- des Sports und der Erholung (soweit wassergebunden)
- der Fischerei.

Zwischen diesen Teilbereichen bestehen wenig Querverbindungen; darunter gibt es aber solche, die – wie *Trüeb* in [3] unter dem Titel «Konkurrenzierende Interessen am Wasser» ausführt – eine ausgesprochen physische Abhängigkeit verkörpern. Deshalb ist es angezeigt, die Teilbereiche den Flussgebieten unterzuordnen, das heisst sie im Planungsprozess als sekundäre Subsysteme zu betrachten.

Um die Anzahl der gleichrangigen Elemente zu verringern, könnte man einige Teilbereiche noch zusammenfassen. So liesse sich die Fischerei zusammen mit dem Sport und der Erholung betrachten, weil sie ja von den meisten Beteiligten tatsächlich im Sinne von Sport und Erholung betrieben wird. Ferner bestünde die Möglichkeit, die landwirtschaftliche Be- und Entwässerung gewissermassen als Spezialfall der Wasserversorgung und -entsorgung zu sehen und gemeinsam mit jener zu behandeln.

Die Kantons Grenzen sind nach der Definition von *Linsley-Franzini* [2] im allgemeinen keine physischen oder wirtschaftlichen Grenzen. Es muss aber selbstverständlich berücksichtigt werden, dass sie *politische* Grenzen darstellen. Gerade die wasserwirtschaftliche Planung wird – gestützt auf das grundsätzliche Verfügungsrecht der Kantone über die Gewässer (Gewässerhoheit) – weitgehend von den kantonalen Planungsstellen durchgeführt. Folglich sind die Kantonsgebiete als Subsysteme der schweizerischen Wasserwirtschaft zu sehen, aber im Hinblick auf den Planungsprozess nicht als primäre, sondern als tertiäre.

Zur besseren Strukturierung der schweizerischen Wasserwirtschaft kann somit eine feinere Unterteilung nach

- a) Flussgebieten
- b) Teilbereichen
- c) Kantonen

vorgeschlagen werden. Da die entsprechenden Grenzen nicht aufeinanderfallen, erhält man zwar grundsätzlich wiederum eine Netzstruktur nach Bild 1b (jedoch vierstufig) mit folgenden Systembezeichnungen:

- A: Schweizerische Wasserwirtschaft
- B: 5 bis 8 Flussgebiete
- C: 5 bis 7 Teilbereiche
- D: 25 Kantone

Diese Netzstruktur umfasst aber weniger Elemente in den oberen Stufen und insbesondere bedeutend weniger Querverbindungen, weshalb sie sich leichter durch eine übersichtliche Baumstruktur approximieren lässt. Das entsprechende Modell ist in Bild 3 dargestellt.

Die geringe Zahl der Querverbindungen wird sichtbar, wenn beispielsweise folgende konkrete Frage beantwortet wird: Welche unmittelbaren Beziehungen weisen die Teilbereiche des Tessingebietes mit den anderen Flussgebieten auf?

#### a) Siedlungswasserwirtschaft

Die Wasserversorgung und die entsprechende Entsorgung des Tessingebietes beeinflussen kein umliegendes Flussgebiet. Es besteht auch kein Projekt, um wesentliche Trink- und Brauchwassermengen ein- oder auszuführen [7].

#### b) Landwirtschaftlicher Wasserbau

Die Be- und Entwässerung spielen im Tessingebiet keine ausserordentliche Rolle, weshalb ihre landwirtschaftlichen Konsequenzen für die anderen Flussgebiete unerheblich sind.

#### c) Überflutungs- und Erosionsschutz

Der Fluss- und Bachverbau und die Seeregulierung werden im Tessingebiet zwar intensiv verfolgt; die wirtschaftlichen Auswirkungen auf andere schweizerische Flussgebiete können aber vernachlässigt werden.

#### d) Wasserkraftnutzung

Die Wasserkraftanlagen im Tessingebiet liefern einen grossen Beitrag zur Stromversorgung der Schweiz. Ihre energiewirtschaftliche Bedeutung reicht deshalb weit über das Tessingebiet hinaus.

#### e) Schifffahrt

Die Personenschifffahrt auf den Seen im Tessingebiet bildet eine touristische Attraktion; diese darf aber im Hinblick auf die Seen der anderen Flussgebiete nicht überschätzt werden. Die Güterschifffahrt ist – solange kein Anschluss an die Po-Schifffahrt besteht – nicht von gesamtschweizerischer Bedeutung.

#### f) Sport und Erholung

Analog Bemerkung zu e) betreffend touristische Attraktion.

#### g) Fischerei

Der als Beruf oder Sport betriebene Fischfang vermag den Fischmarkt ausserhalb des Tessingebietes kaum zu beeinflussen.

In Beantwortung der gestellten Fragen lässt sich somit sagen, dass die in Bild 3 dargestellte Baumstruktur im Hinblick auf die Wasserwirtschaft des Tessingebietes gut passt. Die einzige wichtige Querverbindung, die bei der Approximation unterdrückt wird, ist diejenige der energiewirtschaftlichen Ausstrahlung der Wasserkraftanlagen. Die gleiche Frage könnte nun in bezug auf die anderen Flussgebiete beantwortet werden. Dabei würden sich zum Teil andere Querverbindun-

gen als bedeutungsvoll erweisen. Aber die Brauchbarkeit der Approximation würde überall erhärtet.

### 3. Der Planungsprozess

Ein Planungsprozess kann in gewisser Hinsicht als Optimierungsprozess betrachtet werden: die Entscheide ( $X$ ) müssen unter Berücksichtigung der Einschränkungen ( $E$ ) derart getroffen werden, dass eine bestimmte Zielfunktion ( $Z$ ) maximiert oder minimiert wird. Formal kann dieses Modell wie folgt dargestellt werden [1]:

- a) Eine Liste freier Entscheidungsvariablen (nicht deren Werte)  $LX$
- b) eine Liste von Einschränkungen (einschliesslich der fixen Parameter)  $LE$
- c) die Formulierung der Zielfunktion  $Z$  in Abhängigkeit von  $X$   $Z(X)$

Dabei muss zwischen der Liste  $LX$  und den Werten  $X$  der Entscheidungsvariablen unterschieden werden. Die Liste  $LX$  gibt nur an, welche Grössen innerhalb eines Problems als freie Variablen betrachtet werden können, während die Werte  $X$  bereits einer Lösung des Problems entsprechen. Die Liste  $LE$  der Einschränkungen umfasst gewissermassen die Randbedingungen des Systems – oder allgemeiner ausgedrückt – die Umweltbedingungen.

Für den Lösungsprozess – also den Planungsprozess – ist die Bestimmung der Liste der freien Variablen und der Einschränkungen sowie der Zielfunktion von ausschlaggebender Bedeutung. Es handelt sich dabei ja um die Identifikation des Problems.

Die Lösung kann nun nach Mauch [1] so gefunden werden, dass nicht alle Variablen innerhalb eines grossen Netzwerkes gleichzeitig, sondern innerhalb eines Baumwerkes, welches das Netzwerk ersetzt, nacheinander bestimmt werden. Dieses Vorgehen wird als *hierarchischer Iterationsprozess* bezeichnet.

In diesem Prozess wird zuerst die Hierarchie der Systeme festgelegt. Bild 4 enthält einen schematischen Ausschnitt aus einer solchen. Jedem System werden die ihm eigenen Listen der Entscheidungsvariablen  $X$  und Einschränkungen  $E$  zugeordnet, in jedem System wird eine Zielfunktion  $Z(X)$  formuliert.

Der Lösungsprozess verläuft nun derart, dass zuerst die Zielfunktion  $Z_1(X_1)$  des höchsten betrachteten Systems optimiert wird, ohne auf die Verhältnisse im zweithöchsten System Rücksicht zu nehmen. Als Ergebnis erhält man die Entscheidungen  $X_1$ , die den Entscheidungsspielraum des zweithöchsten Systems einschränken und dort deshalb als Einschränkungen eingehen. Dann optimiert man die Zielfunktion  $Z_2(X_2)$  des zweithöchsten Systems u.s.f.

Da aber nicht vorausgesetzt werden darf, dass alle Entscheide auf der höheren Stufe ohne Kenntnis der Einzelheiten der unteren Stufe optimal gefällt werden können, ist eine *Korrekturmöglichkeit* erforderlich. Diese wird eingeführt, indem jeweils auf jeder Stufe sorgfältig geprüft wird, ob die von der höheren Stufe auferlegten Einschränkungen auch noch im Licht der neuen Erkenntnisse optimal erscheinen. Ist dies nicht der Fall, werden die Entscheide der höheren Stufe entsprechend geändert. Dieses Zurückkommen auf bereits (provisorisch) getroffene Entscheide begründet den erwähnten Iterationsprozess.

Die Iteration ermöglicht also letztlich eine Berücksichtigung der Querverbindungen, ohne dass ein unübersichtliches Netzwerkproblem gelöst werden muss.

### 4. Die wasserwirtschaftliche Planung

Es liegt nun nahe, das in Abschnitt 3 beschriebene Modell auf die wasserwirtschaftliche Planung anzuwenden. Von der Struktur von Abschnitt 2 (und Bild 3) ausgehend,

kann dann das Schema von Bild 4 gleichsam mit folgenden Begriffen gefüllt werden:

*Stufe 0 – Raumnutzung in der Schweiz*

- $E_0$ : Raumbestand
- $Z_0(X_0)$ : Raumplanung (optimale Verwendung des Raumbestandes der Vorkommen)
- $X_0$ : Beanspruchung des Raumbestandes

*Stufe 1 – Wasserwirtschaft der Schweiz*

- $E_1$ : Wasservorkommen, Wassernutzungs- und Schutzbedarf
- $Z_1(X_1)$ : Gesamtwasserwirtschaftsplan, optimale Verteilung der Wassernutzungs- und Schutzaufgaben auf die Flussgebiete
- $X_1$ : Zuordnung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben in den Flussgebieten

*Stufe 2 – Wasserwirtschaft des Flussgebietes*

- $E_2$ : Wasservorkommen, Wassernutzungs- und Schutzbedarf im Flussgebiet
- $Z_2(X_2)$ : Wasserwirtschaftsplan des Flussgebietes, optimale Abstimmung des Bedarfs auf die Gegebenheiten
- $X_2$ : Abgrenzung der wasserwirtschaftlichen Teilbereiche

*Stufe 3 – Teilbereich des Flussgebietes*

- $E_3$ : Spezifische Wasservorkommen und wasserwirtschaftliche Aufgaben im Teilbereich
- $Z_3(X_3)$ : Wasserwirtschaftlicher Teilplan des Flussgebietes, optimaler Teilplan zur Erfüllung der wasserwirtschaftlichen Teilaufgaben
- $X_3$ : Aufspaltung der Teilaufgaben zwischen den Kantonsgebieten, die zum Flussgebiet gehören.

*Stufe 4 – Teilbereich des Kantonsgebietes, das zum Flussgebiet gehört*

- $E_4$ : Spezifische Wasservorkommen und wasserwirtschaftliche Teilaufgabe im Kantonsgebiet
- $Z_4(X_4)$ : Wasserwirtschaftliche Projekte im Kantonsgebiet, optimale Auslegung der Projekte im Hinblick auf die Teilaufgabe
- $X_4$ : Projektgrößen im Kantonsgebiet.

*Iterationen*

- 0 : Überprüfung der Beanspruchung des Raumes
- 1 : Überprüfung der Anordnung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben der Flussgebiete
- 2 : Überprüfung der Abgrenzung der wasserwirtschaftlichen Teilbereiche
- 3 : Überprüfung der Aufspaltung der Teilaufgaben zwischen den Kantonen

Auch die Brauchbarkeit dieses Modells kann am besten mit einem konkreten Beispiel belegt werden. Deshalb sollen die einzelnen Stufen einmal im Hinblick auf die Wasserkraftnutzung im Tessingebiet betrachtet werden:

*Stufe 0 – Raumnutzung der Schweiz*

Aus der schweizerischen Raumplanung (Landesplanung) geht ein gewisser Energiebedarf und als Teil desselben der Strombedarf hervor. Dieser soll durch den weiterauszubauenden Verbundbetrieb von Wasser- und Wärmekraftwerken gedeckt werden, insbesondere soll der Lastausgleich nach dem Jahre 1980 durch neue Pumpspeicherwerke übernommen werden. Mit der Forderung nach solchen Pumpspeicherwerken wird eine bestimmte Beanspruchung des Raumbestandes formuliert. Aus anderen Zusammenhängen entspringen noch weitere wasserwirtschaftlich orientierte Forderungen.

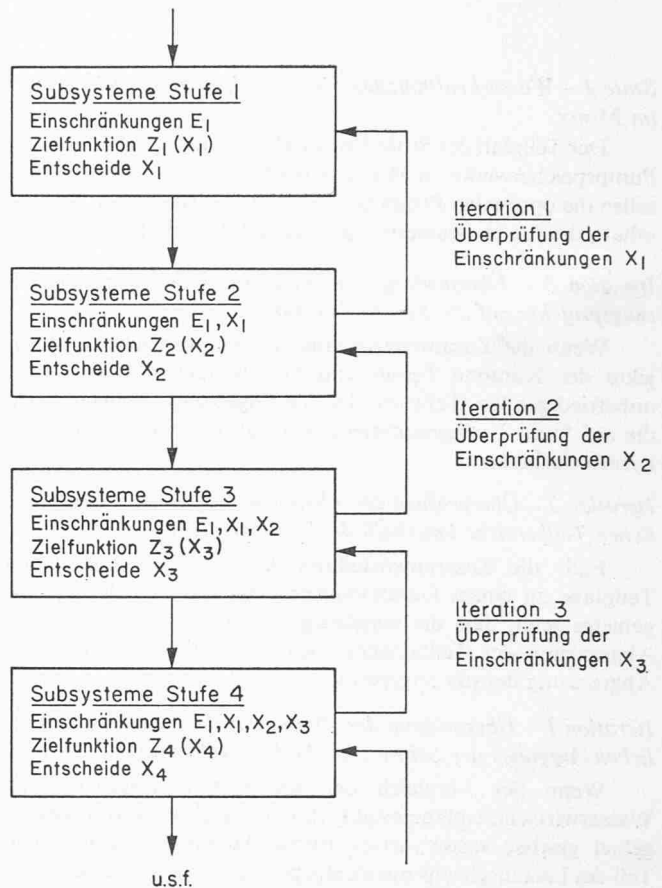


Bild 4. Hierarchisch-iteratives Modell des Planungsprozesses. Stufenweise Erarbeitung der optimalen Entscheidung und Überprüfung der Einschränkungen.

*Stufe 1 – Wasserwirtschaft der Schweiz*

Der Wasserwirtschaftler betrachtet die Stufe 0 zunächst als gegeben. Er übernimmt folglich die quantifizierte Forderung nach Pumpspeicherwerken zusammen mit dem übrigen ermittelten Wassernutzungs- und -schutzbedarf. Dann vergleicht er den gesamten Bedarf mit den Gegebenheiten (Wasservorkommen usw.) der verschiedenen Flussgebiete und ordnet denselben ihre wasserwirtschaftlichen Aufgaben zu. Hinsichtlich der Pumpspeicherwerke kann er sich dabei auf den vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft erstellten Katalog der Möglichkeiten [4] stützen.

*Stufe 2 – Wasserwirtschaft des Tessingebietes*

Im Rahmen des Tessingebietes wird zunächst der Lastausgleich, der diesem zugeteilt ist, ebenfalls als gegeben betrachtet und der Leistungsspanne der verschiedenen Pumpspeichermöglichkeiten gegenübergestellt. Auf gleiche Weise wird der übrige Bedarf nach wasserwirtschaftlichen Massnahmen mit den entsprechenden Gegebenheiten verglichen. Anhand des gesamten Bildes grenzt der Wasserwirtschaftler dann die verschiedenen Teilbereiche ab. Er bestimmt also insbesondere, welche Pumpspeichermöglichkeiten am ehesten für eine Verwirklichung in Frage kommen.

*Stufe 3 – Wasserkraftnutzung (insbesondere Pumpspeicherung) im Tessingebiet*

Ausgehend von der Abgrenzung in Stufe 3 werden nun die Pumpspeichermöglichkeiten für sich betrachtet. Das heisst, es wird ein Teilplan für die optimale örtliche und zeitliche Entwicklung der Pumpspeicherwerke im Tessingebiet erstellt. Aus diesem ergibt sich dann, welche Anlagen oder Anlageteile im Kanton Tessin oder im Kanton Graubünden (Misox) zu projektieren sind.

#### Stufe 4 – Wasserkraftnutzung (insbesondere Pumpspeicherung) im Misox

Der Teilplan der Stufe 3 dient als Richtplan, nach dem die Pumpspeicherwerke im Misox projektiert werden. Als Ergebnis fallen die optimalen Projektgrößen (beispielsweise der Beckeninhalte, die Ausbauwassermenge, die Gefällsverhältnisse) an.

#### Iteration 3 – Überprüfung der Aufspaltung der Pumpspeicherungsprojekte auf die Kantone Tessin und Graubünden

Wenn die Zusammensetzung der Pumpspeicherungsprojekte der Kantone Tessin und Graubünden (Misox) einen unbefriedigenden Teilplan des Tessingebietes ergeben, wird die auf Stufe 3 vorgenommene Aufspaltung der Teilaufgaben iterativ verbessert.

#### Iteration 2 – Überprüfung der Abgrenzung der wasserwirtschaftlichen Teilbereiche innerhalb des Tessingebietes

Falls die Zusammenstellung der auf Stufe 3 erstellten Teilpläne zu einem Gesamtwasserwirtschaftsplan des Tessingebietes zeigt, dass die vorgängig auf Stufe 2 vorgenommene Abgrenzung der Teilbereiche nicht optimal war, wird diese Abgrenzung iterativ angepasst.

#### Iteration 1 – Überprüfung der Zuordnung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben der Schweiz an die Flussgebiete

Wenn der Vergleich der auf Stufe 2 ausgearbeiteten Wasserwirtschaftspläne ergibt, dass beispielsweise das Tessingebiet gewisse wasserwirtschaftliche Aufgaben – etwa einen Teil des Lastausgleichs mit Pumpspeicherwerken – besser (wirtschaftlicher) übernehmen kann als andere Flussgebiete, wird die vorgängig auf Stufe 1 entschiedene Zuordnung geändert.

#### Iteration 0 – Überprüfung der Beanspruchung des Raumes

Ergibt der auf Stufe 1 erstellte schweizerische Wasserwirtschaftsplan, dass die vom Raumplan der Stufe 0 her gestellten Forderungen nicht im ursprünglich vorgesehenen Umfang erfüllt werden können, muss der Raumplan angepasst werden. Erscheint beispielsweise der gewünschte Lastausgleich aufgrund der vorhandenen Pumpspeichermöglichkeiten zwar als durchführbar, aber als zu teuer, muss entweder ein kleinerer Bedarf oder eine anderweitige Deckung geplant werden.

Mit diesem Planungsmodell können somit die Probleme in übersichtlicher Weise dargestellt und gelöst werden. Man betrachtet sie zuerst gleichsam mit einem weiten Blickwinkel und fällt nur die groben Entscheide; dann verengt man den Blickwinkel stufenweise und erarbeitet die feineren Entscheide. Die Rückwirkung der feinen Entscheide auf die groben wird dabei iterativ berücksichtigt.

### 5. Schlussbemerkungen

Das vorgeschlagene Planungsmodell bezieht sich nur auf die Struktur und den Prozess der wasserwirtschaftlichen Planung der Schweiz. Es erlaubt, diese Planung in vier Stufen – nämlich durch

1. Planung der Wasserwirtschaft der Schweiz
2. Planung der Wasserwirtschaft in den grossen schweizerischen Flussgebieten
3. wasserwirtschaftliche Teilplanung in diesen Flussgebieten
4. Projektierung der wasserwirtschaftlichen Anlagen in den Kantonen (das heisst deren Anteile an den Flussgebieten) – durchzuführen, wobei die Entscheide der oberen Stufe jeweils auf der unteren überprüft werden. Dieses Vorgehen wird als hierarchischer Iterationsprozess bezeichnet, mit dem ein grundsätzlich Netzwerkcharakter aufweisendes Optimierungsproblem gelöst wird.

Das Planungsmodell sagt aber nichts darüber aus, wie die Zielsetzung der wasserwirtschaftlichen Planung formuliert werden soll. Der Vergleich des Problems mit einem Optimie-

rungsproblem soll nicht etwa den Eindruck erwecken, dass einer reinen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung das Wort geredet wird. Denn es gibt ja sehr viele Werte des Wassers, die sich nicht (oder nur unbefriedigend) durch Geldeinheiten quantifizieren lassen; man denke etwa an die Bedeutung der Abwasserbeseitigung, des Hochwasserschutzes oder der wassergebundenen Erholung. Als Optimierungsproblem wird hier vielmehr ein gewissenhaftes Abwägen der Nutzen und der Kosten – und diese Begriffe im weitesten Sinne gefasst – aller wasserwirtschaftlichen Massnahmen bezeichnet. Bei diesem Abwägen kommt auch zum Ausdruck, welche wasserwirtschaftlichen Güter auf keine Weise ersetzt werden können und darum besonders beachtet werden müssen (beispielsweise das Trinkwasser).

Das Planungsmodell legt auch die Rechtsnatur der Planungsergebnisse nicht fest. Je nach Verbindlichkeit für die Wassernutzer kann ja die Planung zu einem Leitbild, einem Rahmenplan oder einem Plan führen und damit eine unterschiedliche Tragweite haben. Hingegen zeigt das Planungsmodell auf, welche Planungsstufen – im Sinne des vorgesehenen Artikels der Bundesverfassung – vom Bund und welche von den Kantonen durchzuführen sind:

Der Bund wird sich bestimmt mit den Stufen 1 bis 3 befassen müssen. Dabei kann er sich für die Stufe 2 auf ausländische Beispiele stützen, verfügen doch unter anderem einige deutsche Bundesländer über sehr ausführliche Wasserwirtschaftspläne ganzer Flussgebiete [5]. Und für die Stufe 3 bestehen in Form von wasserwirtschaftlichen Teilplänen bereits wertvolle schweizerische Grundlagen. Es handelt sich um die Teilpläne des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft für die Binnenschifffahrt im Rhone-, Rhein- und Aaregebiet [6] und um das Teilleitbild der Siedlungswasserwirtschaft des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung [7, 8].

Die Kantone werden sich auf der Stufe 4 wie bisher mit der Detailplanung ihrer wasserwirtschaftlichen Anlagen befassen, nur werden sie vermehrt auf die Belange der grossen Flussgebiete und schliesslich des ganzen Landes Rücksicht nehmen. Eine gute Ausgangslage ergeben dabei die teilweise schon vorhandenen kantonalen Teilpläne für die Siedlungswasserwirtschaft, den landwirtschaftlichen Wasserbau (insbesondere Entwässerungen innerhalb von Meliorationen), den Überflutungs- und Erosionsschutz, die Wasserkraftnutzung und die Schifffahrt.

### Literaturverzeichnis

- [1] S. Mauch: On a Hierarchical Modell of the Planning Process. Vortrag am Salzburg Congress for Urban Planning and Development, April 1971 (noch unveröffentlicht)
- [2] R.K. Linsley und J.B. Franzini: Water Resources Engineering. McGraw Hill, New York 1964
- [3] E. Trüeb: Gedanken zu einer umfassenden Wasserwirtschaft. «Wasser- und Energiewirtschaft» Nr. 11, 1969
- [4] Eidg. Amt für Wasserwirtschaft: Pumpspeichermöglichkeiten in der Schweiz. Mitteilung Nr. 46 (wird demnächst veröffentlicht)
- [5] H. Bretschneider: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Wasser und Boden. Hamburg 1971 (Beitrag von K. Berg: Aufgabe und Aufbau eines wasserwirtschaftlichen Rahmenplans)
- [6] Eidg. Amt für Wasserwirtschaft: a) L'aménagement du Rhône pour l'utilisation des forces hydrauliques et la navigation fluviale. Mitt. Nr. 42, 1959. b) Die Schiffbarmachung des Hochrheins, Projekt 1961, Mitt. Nr. 44. c) Projektstudien für die Schiffbarmachung der Aare (unveröffentlicht)
- [7] E. Trüeb: Teilleitbild der Siedlungswasserwirtschaft. «Gas – Wasser – Abwasser» H. 1, 1970
- [8] E. Trüeb und A. Werner: Teilleitbild der Siedlungswasserwirtschaft; Sekundärteil. Landesplanerische Leitbilder des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH, Zürich, Juli 1971

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing. D. Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH, Gloriastrasse 37/39, 8006 Zürich.