

# Langfristige Erhaltung der schweizerischen Kompetenz in der weltweiten Planung von Talsperren

Autor(en): **Schleiss, Anton**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **90 (1998)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939404>

## **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.

D'autre part, il existe déjà une multitude de bassins de rétention contre les crues. Nous sommes en droit de penser que la protection contre les crues restera encore longtemps un domaine d'activité important dans notre pays, d'autant plus que certaines études laissent présager, modifications climatiques obligent, une augmentation des précipitations et des inondations, mais d'autres études sont moins catégoriques.

### Technologie des bétons

60% des barrages construits en Suisse sont des barrages en béton. Leur construction a permis le développement de la confection et de la mise en place des bétons. Le dernier né, le béton compacté au rouleau a déjà trouvé ailleurs de nombreuses applications.

L'observation du comportement des barrages a permis de mettre en évidence certains phénomènes, auxquels nous sommes plus attentifs aujourd'hui. Le groupe de travail «Béton de barrage» arrive au terme de l'élaboration de son rapport. Il a mis en évidence les paramètres complémentaires à mesurer pour faciliter l'interprétation du comportement global d'un barrage en béton et il a répertorié les besoins en recherche.

## Langfristige Erhaltung der schweizerischen Kompetenz in der weltweiten Planung von Talsperren

### Beitrag der Hochschule

Anton Schleiss

#### 1. Nutz- und Schutzzwecke von Talsperren

Talsperren und Wasser sind untrennbar, um nicht zu sagen gleich untrennbar wie Fisch und Wasser. Aber auch für den Menschen ist Wasser einerseits ein lebensnotwendiges, andererseits ein bedrohliches und oft zerstörerisches Element. Seit jeher versucht der Mensch, mit baulichen Massnahmen das Wasser zu nutzen oder sich vor seinen Gefahren zu schützen. Die Nutzung erfolgt im Rahmen der Wasserversorgung für Haushalte und Industrie, der Bewässerung für die Landwirtschaft, der Wasserkraftnutzung sowie der Schifffahrt (Bild 1 links). Der Schutzwasserbau beinhaltet die Abwasserentsorgung, die Entwässerung, den Hochwasserschutz und den Erosionsschutz (Bild 1 rechts). Talsperren sind vielfach die zentralen Bauwerke bei den Nutzungsanlagen; aber auch bei den Schutzbauten spielen sie vor allem beim Hochwasser- und Erosionsschutz eine wichtige Rolle. Talsperren verbinden zudem häufig mehrere Nutz- und Schutzzwecke im Rahmen von Mehrzweckanlagen.

Der eigentliche Zweck von Talsperren besteht darin, einen Stausee zu schaffen und so den Wasserhaushalt lokal zu beeinflussen, indem der Abfluss zu Schutz- und Nutzungszwecken reguliert wird. Die Speicherseen schützen dabei die Unterlieger nicht nur vor dem Überfluss, sondern auch vor dem Mangel an Wasser (Bild 2 rechts). Dank den Speicherseen ist eine dem Bedarf angepasste Nutzung der Wasserkraft sowie die Bereitstellung für Wasser zur Bewässerung und die ganzjährige Schiffbarmachung von Gewässern möglich (Bild 2 links). Talsperren leisten also einen wichtigen Beitrag zur Deckung der menschlichen Grundbedürfnisse Energie – Ernährung – Transport.

## Conclusions

Quelle que soit la forme qui régira la gestion future des aménagements hydrauliques, la notion de sécurité sera toujours présente lors de la conception, de la réalisation, de l'exploitation, de la surveillance et de l'examen des ouvrages. Cette notion évolue aussi et de nombreuses méthodes d'évaluation des risques se sont développées et sont appliquées. On peut se poser la question de leur validité, de la manière de les appliquer. Toutefois, le but final reste d'être en mesure de préserver la sécurité de la population à l'aval.

Dans ce sens, la mission de chacun, exploitants, ingénieurs, autorité de surveillance est de continuer de vouer la meilleure des attentions aux barrages qui, ne l'oublions pas, sont un maillon essentiel de la chaîne de tout aménagement hydraulique.

Adresse de l'auteur: Henri Pougatsch, Office fédéral de l'économie des eaux, OFEE, case postale, CH-2501 Bienne.

#### 2. Aktuelle Situation in der Schweiz und weltweit

Weltweit gibt es heute nahezu 45 000 Talsperren mit einer Höhe grösser als 15 m, wobei sich nahezu die Hälfte davon in China befinden (Bild 3). Die Anzahl der Talsperren in der Schweiz über 15 m beträgt 153; insgesamt sind nahezu 200 Talsperren der Aufsicht des Bundes unterstellt. Man bemerkt generell eine starke Zunahme der Bautätigkeit nach dem Zweiten Weltkrieg (Bild 3). Ab den 70er Jahren ist eine Verlangsamung der Entwicklung zu verzeichnen, einerseits wegen der Wirtschaftsrezession, andererseits weil in den Industrieländern die möglichen Standorte für den Bau von grossen Talsperren zu Ende gingen, wie beispielsweise in der Schweiz. Die weltweite Zunahme in den

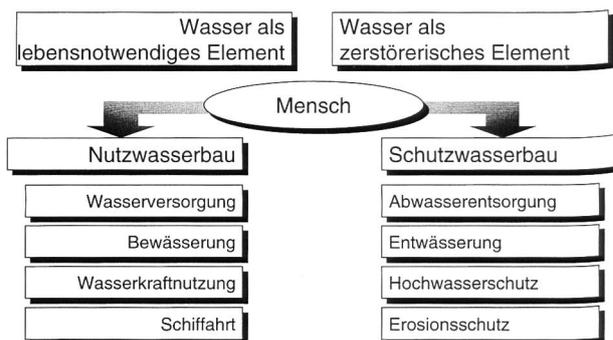


Bild 1. Bereiche des Nutz- und Schutzwasserbaus.

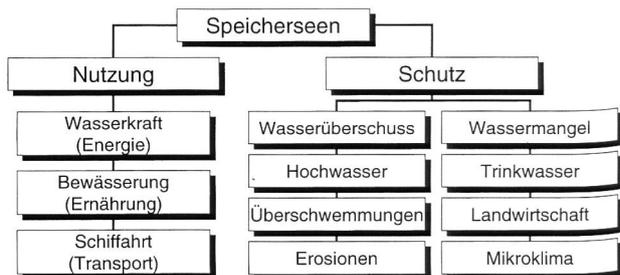


Bild 2. Zweck von Talsperren und Speicherseen.

90er Jahren ist nicht unbedingt nur der Bautätigkeit zuzuschreiben, sondern weil nach der Öffnung der kommunistischen Staaten die Statistiken nach oben korrigiert wurden.

Wo werden heute noch Talsperren gebaut? Bild 4 zeigt die 10 Länder, wo sich am meisten Talsperren im Bau befinden. Weltweit sind heute 289 über 60 m hohe und 35 über 150 m hohe Talsperren im Bau [1]. An der Spitze der Rangliste stehen China, die Türkei, Japan, Iran und Indien. Europäischer Spitzenreiter ist Spanien mit 13 Talsperren über 60 m im Bau.

Der Bau von Talsperren ist eng mit der Wasserkraftnutzung verbunden. Deshalb interessiert auch die Frage, wo die Wasserkraft noch entwickelt werden kann. Weltweit sind erst 28% der wirtschaftlich nutzbaren Möglichkeiten ausgebaut (Bild 5), hinsichtlich des technischen Potentials gar erst 18%. In Asien und Südamerika ist weniger als ein Fünftel, in Afrika sind weniger als 7% des wirtschaftlichen Potentials ausgebaut. Hingegen befindet sich der Ausbau der Wasserkraft in Westeuropa heute in der Endphase. In der Schweiz sind rund 90% der wirtschaftlich nutzbaren Möglichkeiten ausgeschöpft.

### 3. Wasser- und Talsperrenbau: Perspektiven

Welches sind die Zukunftsperspektiven im Wasserbau im allgemeinen und im Talsperrenbau im speziellen? Eines der Hauptprobleme der Menschheit im nächsten Jahrhundert wird die Versorgung mit umweltfreundlicher, erneuerbarer Energie sowie mit Wasser in ausreichender Qualität und Quantität sein, um den Kampf gegen Hunger, Armut und Krankheit erfolgreich führen zu können. Diese Probleme können nicht nur politisch, also mit Worten gelöst werden; es müssen zwangsläufig Taten folgen; Taten, welche sich unter anderem in hydraulischen Bauwerken manifestieren, entworfen vom Ingenieur und Talsperrenbauer. Im folgenden sollen die Bereiche des eingangs erwähnten Schutz- und Nutzwasserbaus kurz analysiert werden, in welchen die Talsperren oftmals ein zentraler Bestandteil sind.

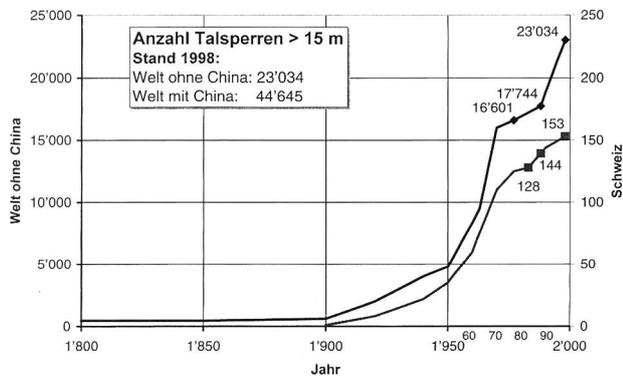


Bild 3. Entwicklung im Talsperrenbau in der Schweiz und weltweit.

Höhe > 60 m		Höhe > 150 m	
1. China	88	1. China	6
2. Türkei	58	Iran	6
3. Japan	48	3. Indien	5
4. Iran	37	4. Japan	3
5. Indien	18	5. Türkei	2
6. Spanien	13	Uzbekistan	2
7. Rumänien	8	7. Chile, Brasilien, Philippinen,	
8. Algerien	7	Tadjikistan, Kirgistan, Kanada,	
9. Brasilien	6	Kolumbien, Rumänien, Schweiz	
10. Südkorea	6	(Luzzone), USA, Venezuela,	
		je 1 = 11	
<b>Welt total</b>	<b>289</b>	<b>Welt total</b>	<b>35</b>

Bild 4. Anzahl Talsperren im Bau weltweit (1998).

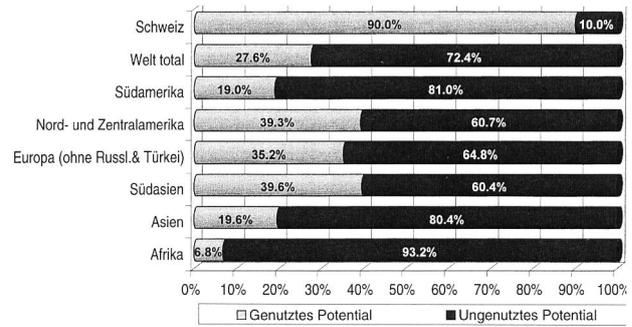


Bild 5. Nutzung des Wasserkraftpotentials weltweit: Ausbaugrad des wirtschaftlich nutzbaren Potentials.

### Wasserversorgung

Bereits heute leiden zwei Drittel der Menschheit an Wassermangel, sei es bezüglich Quantität oder Qualität. Dividiert man die totalen Niederschläge durch die Anzahl Erdbewohner, so stehen heute etwa 21000 m<sup>3</sup> pro Jahr und Person zur Verfügung. Davon nutzbar sind aber nur etwa 10%, also rund 2000 m<sup>3</sup> pro Jahr und Person; bekanntlich regnet es nicht, wenn es muss, und es regnet, wenn es nicht muss. Zum nackten Überleben braucht der Mensch mindestens 1000 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr, der grösste Teil wird für die Nahrungsmittelproduktion benötigt und nur ein kleiner Teil für Trinkwasser. Es ist zu bedenken, dass zur Produktion des Weizens für 1 kg Brot beispielweise 1 m<sup>3</sup> Wasser benötigt wird [2]. In den Industrieländern verbrauchen wir heute pro Person 4000 bis 5000 m<sup>3</sup> Wasser im Jahr, also weit mehr als die heute durchschnittlich nutzbaren und verfügbaren 2000 m<sup>3</sup>. Falls die ganze Menschheit unseren Lebensstandard erreichen möchte – oder was noch sicherer ist – bei einer Verdoppelung der Weltbevölkerung, wird sich der heutige Wassermangel gravierend verschärfen. Durch Speicherung von Wasser mit Talsperren können die nutzbaren Niederschläge erhöht und somit diese Mangelsituationen zumindest regional entschärft werden.

### Bewässerung

Ein grosser Teil der Weltbevölkerung ist von Hungersnot bedroht. Dieses Risiko kann durch Bewässerung von heute nicht kultivierbaren Böden verringert werden. Für die effiziente Bewässerung von grösseren Gebieten sind aber Speicherseen und somit Talsperren eine Notwendigkeit. Allfällige Klimaveränderungen werden die heute nutzbaren Landwirtschaftsflächen noch vermindern. Der Kampf um das Wasser dürfte deshalb im nächsten Jahrhundert wohl zum Hauptgrund für bewaffnete Konflikte werden.

### Wasserkraft

Wie bereits erwähnt, ist das Wasserkraftpotential weltweit erst zu einem sehr geringen Anteil ausgenutzt. Der Energiebedarf, insbesondere der Verbrauch an Elektrizität, ist in Ländern mit grossem Wirtschaftswachstum stark ansteigend. Besonders ausgeprägt ist die Stromnachfrage in den neuen Märkten wie China, Indien und Südostasien, obwohl diese Gegend kürzlich von einer Wirtschaftskrise getroffen wurde. Es darf nicht vergessen werden, dass die Erdölvorräte Mitte des nächsten Jahrhunderts, das Erdgas etwas später zu Ende gehen werden. Die Kohlevorräte sind zwar noch gewaltig, doch es stellt sich die Frage, ob diese angesichts der Umweltprobleme tatsächlich verbrannt werden dürfen. Die emissionsfreie und erneuerbare Wasserkraft und somit auch die Talsperren werden deshalb weltweit in den nächsten Jahrzehnten wieder eine Renaissance erleben.

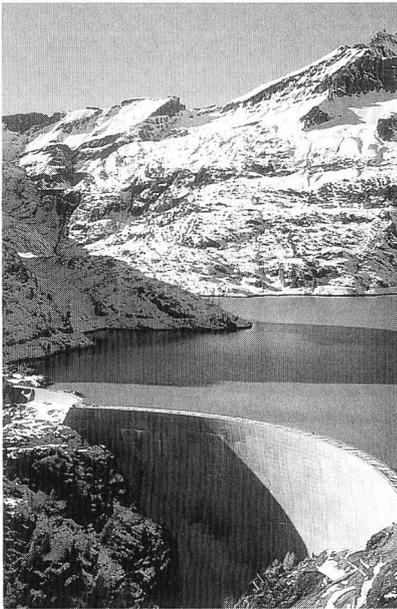


Bild 6 links. Bogenstaumauer Emosson im Kanton Wallis (Höhe 180 m, Fertigstellung 1974) (Foto B. F. Gardel, EPFL).

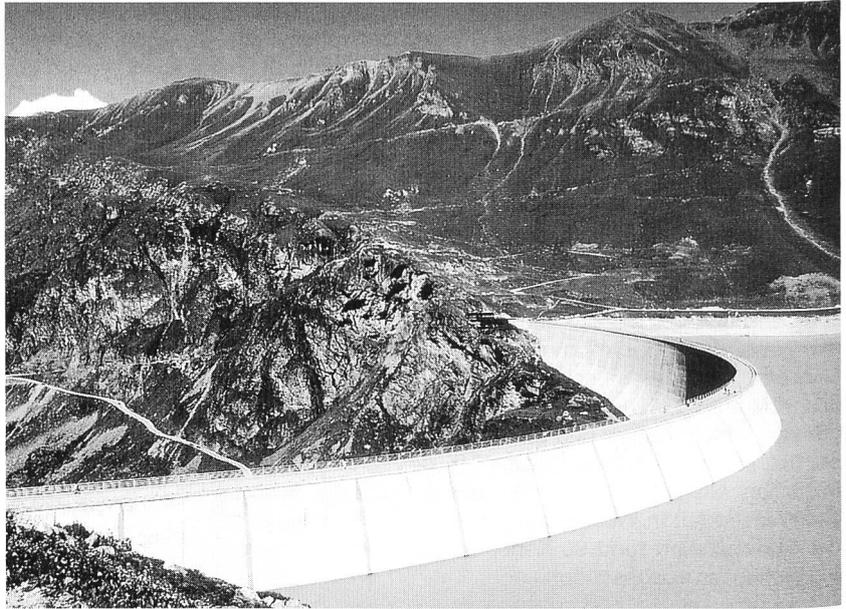


Bild 7 rechts. Bogenstaumauer Moiry im Kanton Wallis (Höhe 148 m, Fertigstellung 1958) (Foto B. F. Gardel, EPFL).

### Schifffahrt

Die Schifffahrt bestreitet den grössten Teil des weltweiten Warentransportes. Dies wird auch in Zukunft so bleiben, stösst doch der Strassentransport von Massengütern bereits an seine Grenzen. Der Ausbau der Binnenschifffahrt ist in vielen Ländern in Asien und Afrika eine wichtige Aufgabe im nächsten Jahrhundert; Talsperren zur Abfluss- und Wasserstandregulierung werden dabei eine wichtige Rolle spielen.

### Hochwasserschutz

Parallel mit dem Wachstum der Weltbevölkerung und dem sich verstärkenden Treibhauseffekt wird sich die Hochwassergefahr in vielen Gegenden drastisch verstärken. Bauliche Schutzmassnahmen gegen Überschwemmungen und Erosionen werden an Bedeutung gewinnen, die Speicherseen können dabei die wichtige Funktion der Hochwasserdämmung übernehmen.

Diese kurze Auflistung hat gezeigt, dass der Wasserbau und der Talsperrenbau im nächsten Jahrhundert weltweit eine kapitale Stellung für die Menschheit behalten wird, geht es doch darum, die menschlichen Grundbedürfnisse Wasser – Nahrung – Energie zu befriedigen, nicht zuletzt im Einklang mit der Umwelt und im Sinne einer nachhaltigen Nutzung.

## 4. Ausgangslage und Aufgaben in der Schweiz – Vision

Wie erwähnt, ist das wirtschaftlich nutzbare Potential der Wasserkraft bereits stark ausgeschöpft. Dasselbe gilt für die möglichen Standorte für grössere Talsperren. Das Palmares unseres Anlagenparks ist eindrücklich: Wir produzieren rund 60 % unseres Stromes in 490 Wasserkraftzentralen (Stand 1. Januar 1998). Das Inventar umfasst 153 Talsperren mit einer Höhe über 15 m. Sieben der zehn höchsten Talsperren Europas befinden sich zudem in der Schweiz, welche nach wie vor drei der zehn höchsten Betonstaumauern der Welt stellt (1. Grande Dixence 285 m, 4. Mauvoisin 250,5 m, 9. Luzzzone 225 m).

### Mittelfristige Aufgaben

Mittelfristig, das heisst in den nächsten Jahrzehnten, müssen die in den 50er und 60er Jahren erstellten Speicherkraftwerke erneuert werden. Neben der Modernisierung wird dabei auch eine Optimierung dieser Anlagen im Hinblick auf den erweiterten und liberalisierten europäischen Stromverbund im Vordergrund stehen. Es wird darum gehen, die Leistung der Speicherkraftwerke zu steigern, damit sie in noch stärkerer Masse zur Produktion von Spitzenenergie herangezogen werden können. Vor diesem Hintergrund kann auch die Erhöhung von bestehenden Talsperren wieder interessant werden, vor allem wenn die Speicherseen noch stärker die Funktion des Hochwasserschutzes übernehmen müssen.

### Kurzfristige Aufgaben und Vision

Kurzfristig, das heisst in den kommenden Jahren, verbleiben bei den Talsperren aber nur die Aufgaben Überwachung und Unterhalt, wohlverstanden auch eine langfristige Aufgabe, welche für die Sicherheit unserer Anlagen entscheidend ist. Doch genügen diese Aufgaben für den unmittelbaren Erhalt unserer Kompetenzen im Bereich der Talsperrentechnik und zur Überbrückung der Zeit, bis in unserem Lande wieder grössere Investitionen getätigt werden? In Anbetracht der allgemein schwierigen Wirtschaftslage hat sich in vielen Unternehmensführungen kurzfristiges Denken breitgemacht; sogar Kerngeschäfte, welche kurzfristig keinen Gewinn bringen, werden über Bord geworfen bzw. verkauft. Ein Warten auf die mittelfristigen Aufgaben im eigenen Land genügt nicht, die Herausforderungen müssen weltweit gesucht werden. Um nicht an Kompetenzen einzubüssen, müsste also die Vision aller Akteure in der Wasserkraft und im Talsperrenbau lauten:

*«Die Schweiz übernimmt im nächsten Jahrhundert eine führende Rolle im weltweiten umweltschonenden Bau von wasserwirtschaftlichen Mehrzweckanlagen.»*

Diese Vision steht durchaus im Einklang mit den weltweiten Grundbedürfnissen Wasser – Nahrung – Energie und hat

somit auch langfristig ihre Berechtigung. Die kurzfristigen Perspektiven in der Schweiz deuten auch darauf hin, dass diese Vision eine Notwendigkeit ist, um unsere Kompetenz insbesondere in der Planung von Talsperren langfristig zu erhalten.

Damit die vorgeschlagene Vision verwirklicht werden kann, müssen die Hauptakteure im Bereich wasserwirtschaftliche Mehrzweckanlagen ihre Kräfte bündeln. Denkbar wäre, dass die Hauptbeteiligten sich zu einer firmen- und länderübergreifenden Pool-Organisation zusammenschliessen. Zweck dieser Organisation wäre es, nach aussen gemeinsam und gestärkt aufzutreten sowie ein Reservoir zu bilden, aus welchem Grosskonsortien und Systemlieferanten für wasserwirtschaftliche Mehrzweckprojekte von Fall zu Fall gegründet werden könnten. Solche Projekte werden weltweit vermehrt auf der Basis von BOO/BOT-Verträgen (Build-Operate-Own/Build-Operate-Transfer) durch Generalunternehmer und private Investoren realisiert. Die Lieferung von ganzen Anlagen als Systemeinheiten sind in Asien, Lateinamerika und Afrika bereits wichtige Investitionsmodelle geworden. Leistungen wie Betrieb, Unterhalt und Überwachung treten dabei neben traditionellen Leistungen wie Planung und Bau in den Vordergrund. Die erwähnte Pool-Organisation könnte also die Bildung von schlagkräftigen schweizerischen Grosskonsortien und Systemlieferanten erleichtern. Wer sind aber die möglichen Mitwirkenden einer solchen Pool-Organisation und – ausgehend von ihren Stärken – was wären ihre Aufgaben?

## 5. Pool-Organisation: Mitwirkende und deren Aufgaben

### Industrie

Wichtige Akteure sind die Industrieunternehmungen als Lieferanten der elektromechanischen und sonstigen Ausrüstungen, die je nach Projekt ein Drittel bis zu zwei Drittel der Erstellungskosten ausmachen können. Die schweizerischen Lieferanten weisen eine langjährige, internationale Erfahrung auf. Innovative Lösungen bei der Fertigung und verbesserte Materialien können zukünftige Wettbewerbsvorteile schaffen. Falls bezüglich der Stromübertragung bei der Halbleitertechnologie ein Durchbruch gelingt, ergeben sich für die oft weitab von den Verbrauchszentren erzeugte Wasserkraft weitere Vorteile.

### Bauunternehmung

Die schweizerischen Bauunternehmungen haben einen starken Strukturwandel durchlebt und dadurch zwangsläufig ein hohes Niveau bezüglich Rationalisierung erreicht. Zudem bestehen langjährige Erfahrungen bei Untertagebauten unter geologisch schwierigen Bedingungen, bei mechanischen Tunnelvortrieben und nicht zuletzt im Talsperrenbau im Hochgebirge. Diese Kenntnisse spielen bei Wasserkraftprojekten im asiatischen und südamerikanischen Raum, welche ähnlich schwierige geologische Verhältnisse aufweisen wie die Alpen, eine entscheidende Rolle. Die Bauunternehmungen könnten deshalb wieder vermehrt an ausländischen Grossprojekten mitwirken, vor allem wenn das Risiko im Rahmen eines Grosskonsortiums verteilt ist. Dabei steht nur ein Export von Spitzen-Know-how im Vordergrund, die lokale Rekrutierung der Arbeitskräfte dürfte eher die Regel sein.

### Planungsunternehmen

Private schweizerische Ingenieurunternehmungen sind seit den 60er Jahren erfolgreich am weltweiten Bau von Was-

serkraftwerken und Talsperren, vielfach Mehrzweckprojekten, beteiligt. Bis heute sind im Ausland rund 120 grosse Talsperren unter Mitwirkung schweizerischer Planungsbüros entstanden. Planer, gemeint sind sowohl Ingenieure wie auch Naturwissenschaftler und Ökologen, müssen im Rahmen von BOO/BOT-Projekten heute neue Rollen übernehmen. Reine Ingenieurleistungen für den Bauherrn als alleiniger Partner treten immer mehr in den Hintergrund; die Leistungen müssen als integrierender Bestandteil einer Gesamtanlage im Rahmen eines Grosskonsortiums mit Kapitalbeteiligung erbracht werden. In Zukunft gefragt sind zudem nicht mehr technische «Luxusprojekte», wie sie vielfach im Alpenraum in Hinblick auf eine 80jährige Konzessionszeit realisiert wurden. Verlangt werden optimale Wasserkraftanlagen bezüglich Investitionen, Realisierungszeit und Betriebskosten, die dem Notwendigen, aber nicht unbedingt dem Wünschbaren gerecht werden. Die grosse Erfahrung in der Berücksichtigung von Umweltbelangen bei Wasserkraft- und Talsperrenprojekten ist eine der Stärken unserer Planungsunternehmen und kann in den neuen Märkten zum Vorteil werden.

### Kraftwerksgesellschaften

Die Kraftwerksgesellschaften in der Schweiz besitzen eine langjährige Erfahrung im Betrieb, im Unterhalt sowie in der Überwachung ihrer Anlagen und Talsperren. Bei BOO/BOT-Projekten sind diese Aspekte ein Teil der zu erbringenden Leistungen. Die Kraftwerksgesellschaften könnten also ihre Erfahrungen in internationale Grosskonsortien einbringen. Dadurch könnte das zunehmend von der Automatisierung betroffene Personal zusätzlich ausgelastet werden. Voraussetzung ist allerdings eine der internationalen Tätigkeit entsprechende Ausbildung und Rekrutierung des Betriebspersonals.

### Finanzierungsinstitute

Zum Leistungspaket von Generalunternehmern oder Systemlieferanten gehört auch die Finanzierung. Enge Kontakte und Verbindungen zu Finanzierungsinstituten sind also unabdingbar. Gemeint sind nicht nur Banken, sondern andere Geldanleger wie Pensionskassen und Versicherungen. Diese werden aber nur in Projekte investieren, die aus ihrer Sicht optimal sind. Diesbezüglich gefordert sind also insbesondere die Planungsunternehmen zusammen mit der Industrie und der Bauwirtschaft. Investitionen in Energieerzeugungsanlagen werden vermutlich einen ähnlichen Stellenwert erreichen, wie ihn beispielsweise heute die Immobilien auf dem Anlagemarkt haben. Diese Einschätzung gründet auf der zunehmenden Verknappung und dadurch deutlich höheren Bewertung der Energie im nächsten Jahrhundert, nicht zuletzt wegen des absehbaren Zerneingehens der Erdölvorräte.

## 6. Beitrag der Hochschulen

Welchen Beitrag können die Hochschulen im Rahmen einer solchen Pool-Organisation zur Erhaltung der Kompetenz in der weltweiten Planung von Talsperren und wasserwirtschaftlichen Mehrzweckanlagen leisten?

Die Mission der Hochschulen basiert auf drei Aufgaben:

- Lehre
- Forschung
- Dienstleistungen und Wissenstransfer.

Die *Lehre* muss den für die Zukunft wichtigen Fähigkeiten der Ingenieure und Planer Rechnung tragen. Insbesondere muss die Berücksichtigung der Umweltbelange in der Konzeption der Anlagen sowie der Dialog mit Ökologen geschult werden. Fähigkeiten, welche den zukünftigen Planer

auszeichnen, um im Rahmen der Vision als «global player» tätig sein zu können, sind beispielsweise:

- Spitzenkenntnisse im Fachgebiet, hohes fachliches Wissen
- Kreativität, Fähigkeit zur Entwicklung von innovativen Lösungen
- unternehmerisches, kostenbewusstes Denken
- interdisziplinäre Arbeitsweise (Ingenieure, Naturwissenschaftler, Ökologen und Ökonomen)
- Fremdsprachen, Toleranz gegenüber anderen Kulturen
- organisatorische Fähigkeiten und Führungsqualitäten
- vernetztes, ganzheitliches Denken
- effiziente Arbeitsweise mit technischen Hilfsmitteln und Standardisierung
- Flexibilität
- Eingehen auf Kundenbedürfnisse
- Entscheidungsfreudigkeit, Pragmatismus.

Die Hochschule muss versuchen, neben den fachlichen auch die persönlichkeitsbildenden Fähigkeiten zu vermitteln. Fachliche Spitzenkenntnisse können unter anderem mit Nachdiplomstudien und Weiterbildungskursen erworben werden.

Die *Forschung und Entwicklung* ist die Hauptquelle des technologischen Fortschrittes. Verstärkte gemeinsame Anstrengungen der Hochschulen bei der Forschung tragen zur Erhaltung der weltweiten Wettbewerbsfähigkeit von Industrie und Planern bei. Ein partnerschaftliches finanzielles Engagement seitens der Privatwirtschaft ist dabei notwendig, um die erforderlichen Forschungsmittel zu garantieren.

Seit den 80er Jahren wurden in der Talsperrenforschung in der Schweiz folgende Schwerpunkte verfolgt:

- Erdbebensicherheit von Betonmauern und Erddämmen
- Bestimmung von extremen Hochwassern
- Eigenschaften und Langzeitverhalten von Staumauerbeton
- Verhalten von Felsfundationen.

Neue Forschungsthemen, die sich nicht nur auf Inlandprobleme beschränken, sollten zusätzlich in Angriff genommen werden, wie beispielsweise

- neue Baumethoden (RCC)
- Verhalten von Talsperren bei Überflutungen im Hochwasserfall
- Sicherheit und globales Verhalten der Talsperre
- Langzeitverhalten von Dichtungs- und Drainageschirmen
- Verlandung von Stauseen
- Erfassung und Übertragung von Messdaten, neue Messmethoden.

Die dritte Aufgabe der Hochschule ist der *Wissenstransfer* im Rahmen von Dienstleistungen wie Expertisen, Spezialstudien sowie von Weiterbildungsangeboten. Bei den Dienstleistungen geht es darum, die projektierenden Ingenieure mit Spezialwissen zu unterstützen, beispielsweise mit physikalischen und numerischen Simulationen bei komplexen Problemstellungen. Diese Leistungen sind besonders in wirtschaftlich schwierigen Zeiten von Bedeutung, welche durch Abbau von Kompetenzen in den Ingenieurbüros gekennzeichnet sind. Mit Dienstleistungen können die Hochschulen in beschränkter Masse Kompetenzen sozusagen überwintern, bis es die Wirtschaftslage den Büros wieder erlaubt, sämtliche Spezialitäten anzubieten. Ein wichtiges Mittel des Wissenstransfers von der Hochschule in die Praxis sind neben Fachpublikationen die Weiterbildungsangebote wie Seminare, Workshops und Nachdiplomstudien.

Im Sinne eines ersten Beitrages in Richtung der proklamierten Vision möchte das Wasserbaulabor (Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH) der ETH Lausanne in

Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und weiteren Hochschulen des Alpenraumes ein Nachdiplomstudium in wasserwirtschaftlichen Anlagen lancieren, welches auch schwergewichtig den Themenkreis Talsperren beinhaltet. Das Nachdiplomstudium richtet sich an Ingenieure, welche verantwortlich sind für die technische Leitung von Projekten sowohl im Inland wie auch im Ausland. Der Beginn des Nachdiplomstudiums ist im Herbst 1999 geplant. Mit diesem Nachdiplomstudium können nicht nur die eigenen Pläne auf einem hohen, internationalen Niveau weitergebildet, sondern auch ausländische Fachleute aus den bedeutenden Märkten angesprochen und so wichtige Kontakte geschaffen werden.

## 7. Schlussfolgerungen

Langfristig werden selbst in der Schweiz wieder beträchtliche Investitionen in die Wasserkraft und auch in den Talsperrenbau getätigt werden, nicht zuletzt um unsere Anlagen auf einem konkurrenzfähigen Stand zu halten. Wegen der schwierigen Wirtschaftslage und der damit verbundenen Stromüberschüsse in Europa sowie der bevorstehenden Liberalisierung des Elektrizitätsmarktes werden Ausbau- und Erneuerungsvorhaben im eigenen Lande aufgeschoben. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Kompetenz in der Wasserkraft- und Talsperrentechnik mittelfristig «wegstrukturiert» wird. Unsere Kompetenz kann mittel- und langfristig nur erhalten werden, falls neue Herausforderungen im globalen Markt gesucht werden. Die vorgestellte gemeinsame Vision der Hauptbeteiligten könnte dem Austrocknen und Ausverkauf der Substanz und damit der Leistungsfähigkeit entgegenwirken.

In Industrie, Bauwirtschaft, Planungsunternehmungen, Kraftwerkgesellschaften, Finanzierungsinstituten und Hochschulen wären die Voraussetzungen dazu heute noch vorhanden. Es braucht aber eine Konzentration der gemeinsamen Kräfte, wie schon erwähnt, in einer Art firmenübergreifenden «Pool-Organisation», aus der Systemlieferanten von kompletten wasserwirtschaftlichen Mehrzweckanlagen für den globalen Markt formiert werden können. Dies ist eine Voraussetzung, um die zukünftig gegenüber den traditionellen Projekten Vorrang gewinnenden «BOO»- und «BOT»-Projekten, mit einer breiten Risikoabstützung erfolgreich abwickeln zu können. Für unsere zukünftigen Ingenieurgenerationen und zur Erhaltung der Kompetenz in der weltweiten Planung von Talsperren bleibt zu hoffen, dass der Weg in Richtung dieser Vision konsequent in Angriff genommen wird.

### Literatur

- [1] Hydropower & Dams: 1998 World Atlas & Industry Guide.
- [2] A. Zehnder: Is water the first resource to control demographic development? Le développement durable; Journées scientifiques et pédagogiques de l'EPFL; Chaumont-Neuchâtel, 9–11 octobre 1997; recueil des exposés, repro EPFL, mars 1998.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Anton Schleiss, Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH, EPFL, CH-1015 Lausanne.

Schriftliche Fassung des Vortrages, welchen der Verfasser am 4. Juni 1998 in Montreux im Rahmen der Jubiläumsveranstaltung für das 50jährige Bestehen des Schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren gehalten hat. Die Tagung mit dem Titel «Talsperren: Blick in die Zukunft» wurde von der Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung organisiert.