

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Umweltschutz und Sicherheit contra Wirtschaftlichkeit  
**Autor:** Stiefel, Ulrich G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78449>

### **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:** 20.01.2026

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

mit dem Ziel der Schaffung gleichwertiger, aber nicht gleicher Lebensbedingungen.

Die Integration ökologischer Forderungen in den Raumplanungsprozess, die Abstimmung von Umweltschutz und Raumplanung weisen somit in die Richtung einer nachhaltigen Raumplanung. Die Einführung von Schutzziele im Sinne einer langfristigen Sicherung der natürlichen Ressourcen ist ebenso Teil dieser nachhaltigen Entwicklung. Jedoch wird eine konsequente Auseinandersetzung mit der Frage nach einer Verknüpfung der beiden Ansätze, des sozio-ökonomischen und des ökologischen, zu neuen Planungsansätzen führen.

Dabei ist abzusehen, dass die heute stark nutzungs- und flächenorientierte Planung abgelöst sein wird durch eine auf raumfunktionale Zusammenhänge basierende Planung. Im Vordergrund werden in Zukunft die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Teilräumen stehen.

Dem Schreibenden schwebt ein Planungssystem vor, das von einem raumbezogenen Ebenen-Modell ausgeht. Es wird ein recht grobes Netz von räumlich funktionalen Beziehungen auf z.B. europäischer Ebene geben. Dies ist dann auf nationaler Ebene zu verdichten. Für die Schweiz gilt es, dieses weiter auf kantonaler und Gemeindeebene zu differenzieren. Auf Gemeindeebene bestünde somit ein sehr differenziertes Netz von einer Vielzahl

räumlich funktionaler Beziehungen, das sich einfügt in die übergeordnete Ebene der Region. Dasjenige der Region soll sich demjenigen des Kantons einordnen usw. Jede übergeordnete Ebene ist dabei grobmaschiger als die vorangehende. Räumliche Probleme wären dann in diesem räumlich funktionalen Ebenen-Modell zu lösen (Bild 2).

Dies mag ein möglicher Ansatz für ein weiterentwickeltes Planungsverständnis und innovative neue Planungsme-

- sends, Festschrift zum 60. Geburtstag von Bundesrat Arnold Koller. Walter R. Schluep (Hrsg.), St. Galler Studien zum Privat-, Handels- und Wirtschaftsrecht Band 34. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. S. 107-122.
- [8] *Malthus T.R.*, 1777: An Essay on the Principle of Population as it affects the Future Improvement of Society. London (1798); deutsche Übersetzung: Das Bevölkerungsgesetz, DTV, München.
- [9] *Meadows, D.H.* et al, 1972: The Limits to Growth. New York, Universe.
- [10] *Meadows, D.H.* et al., 1992: Beyond the Limits, Vermont, USA.
- [11] *Simon R.H.*, 1981: The Ultimate Resource, Princeton, New Jersey.
- [12] The World Commission on Environment and Development, 1987. Our Common Future (Brundtland Report), Oxford University Press, Oxford, New York, Seite 45/46.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Willy A. Schmid, ORL-Institut, ETH Höggerberg, 8093 Zürich

## Umweltschutz und Sicherheit contra Wirtschaftlichkeit

**Umwelt- und Sicherheitsbedürfnisse können zu Zielkonflikten mit Wirtschaftlichkeitsaspekten führen. Um solche Konflikte zu vermeiden, werden vier Thesen aufgestellt, bei deren Beachtung Umwelt- und Sicherheitsziele unter explizitem Einbezug der Möglichkeiten, die entsprechenden Massnahmen auch zu finanzieren, festgelegt werden.**

### Vision

In Zeiten rezessiver Wirtschaftsentwicklung finden gezwungenermassen Diskussionen zu den Möglichkeiten

VON ULRICH G. STIEFEL,  
BASEL

einer Verbesserung der Randbedingungen für die Wirtschaft statt. Neben an-

deren Bereichen sind auch Umweltschutz und Sicherheit keine Tabuzonen, um eine höhere Rentabilität und zukünftige Gewinne anzustreben. So kommt es denn nicht von ungefähr, dass zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der schweizerischen Industrie die Diskussion um sogenannt sinnvollere Umweltschutzanforderungen immer wieder aufgenommen wird. Auch die im Umweltrecht festgelegten, zum Teil komplizierten Verfahren stossen häufig

auf Ablehnung. Je nach persönlicher und politischer Einstellung reichen die Forderungen der votanten von der partiellen Reduktion der in den Gesetzen und Verordnungen des Umweltrechtes vorgeschriebenen Schutzziele bis hin zur Abschaffung des gesamten Umweltschutzrechtes. Dass solche Visionen kaum realistisch werden, ist zu hoffen.

Ebenso muss allerdings mit allem Nachdruck verhindert werden, dass von Gesetzesrevision zu Gesetzesrevision weitergehendere Anforderungen an die umweltbelastenden Anlagen gestellt werden, ohne dass nicht eine nennenswerte Reduktion der Umweltbelastung klar ausgewiesen werden kann. Eine infolge Umweltschutzmassnahmen eliminierte Industrie nützt dem Gedanken des Umweltschutzes ebenso wenig wie eine Industrie, welche Umweltmassnahmen nicht bezahlen kann.

Beide Visionen entsprechen in ihrer extremen Ausgestaltung kaum dem realistischen Zukunftsbild. Da jedoch massgebliche Strömungen diese Zukunft zu beeinflussen versuchen, sind Wege aufzuzeigen, bei denen die verschiedenen Zielsetzungen möglichst zu keinen Konflikten führen. Mit diesem Artikel wird versucht, in der laufenden Diskussion einerseits konkrete Erfahrungen mit ähnlichen Projekten aufzuzeigen und andererseits Wege vorzuschlagen, um diese Erfahrungen generell in zukünftigen Projekten weiter zu nutzen.

## Vergangenheit

Analysiert man die Abläufe bei der Festlegung von Umwelt- und Sicherheitszielen in der Vergangenheit, muss häufig festgestellt werden, dass mehr das technisch Mögliche im Vordergrund stand als das wirtschaftlich Sinnvolle. Nur in wenigen Fällen erfolgte eine klare Erarbeitung und Zusammenstellung der durch die Umweltmassnahmen benötigten finanziellen Mittel.

So stehen beispielsweise heute Sicherheitsziele im Bereich der Störfallvorsorge zur Diskussion, deren finanzielle Konsequenzen höchstens in Ansätzen ausgelotet werden.

Die Lärmschutzverordnung legt Grenzwerte fest, die Massnahmen mit äusserst hohen Kosten zur Folge haben. Entsprechende Aufwendungen können von Verursachern wie Bahnbetrieben, Schiessanlagen usw. nur mit grossen Schwierigkeiten getragen werden. Ferner stehen die zu treffenden Massnahmen im Widerspruch zu den Forderungen des Landschaftsschutzes.

Studien im Bereich des Gewässerschutzes befassten sich schon seit den sechziger Jahren mit Kosten/Nutzen-Untersuchungen. Dabei waren die Kosten des Gewässerschutzes, insbesondere für die technische Realisierung, im Vergleich zu den Schäden recht einfach zu erfassen. Eine ausgeglichene wirtschaftliche Betrachtung, in welcher die möglichen Schäden ähnlich zuverlässig beziffert werden könnten, steht vor allem aufgrund der sehr komplexen Problemstellung noch aus.

## Mögliche Wege

Im Rahmen der Bearbeitung verschiedenster Projekte hat sich immer wieder gezeigt, dass Sicherheit und Umweltschutz nicht als eigentliche Zielkonflikte zur Wirtschaftlichkeit darzustellen sind. Vielmehr kann der Einzelbetrieb, oder aber auf jeden Fall die Allgemeinheit, ein wirtschaftliches Interesse für solche Massnahmen haben, solange die

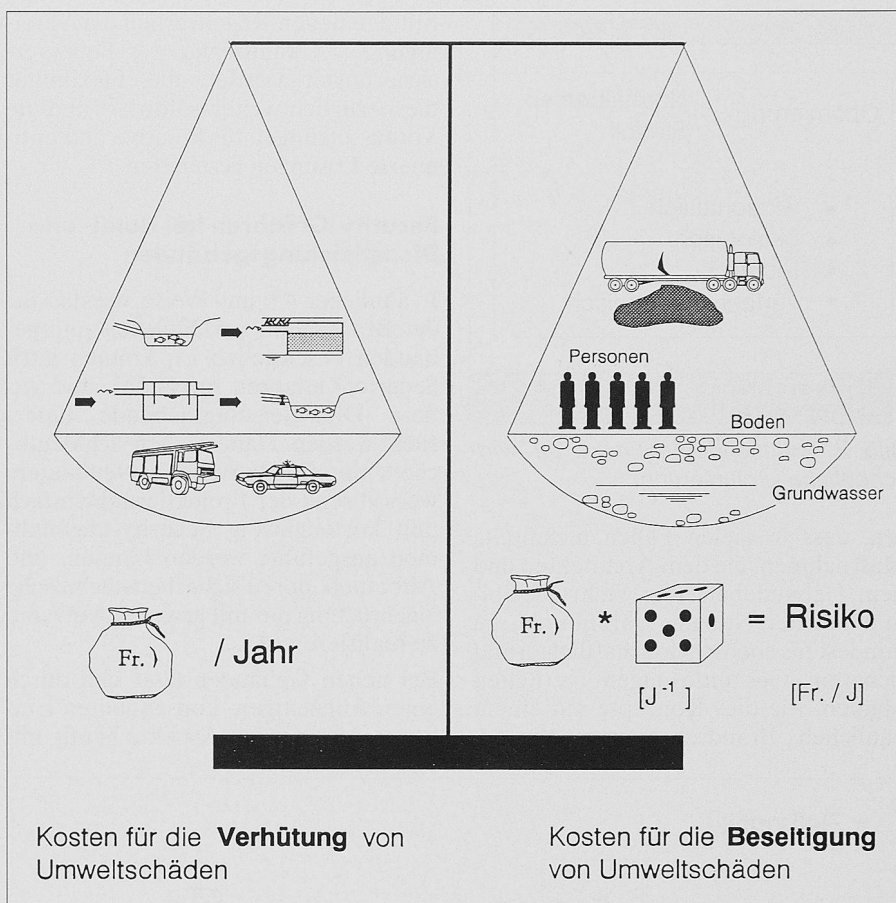


Bild 1. Verhütung und Beseitigung von Umweltschäden

entsprechenden Kosten für Umweltanstrengungen den Nutzen in Form vermiedener Umweltschäden nicht massiv übersteigen, wie dies aus Bild 1 hervorgeht. Die Kosten für die vorsorglich getroffenen Massnahmen müssen zumindest in der Grössenordnung mit den Kosten für die Bewältigung entsprechender Umweltschäden (ohne diese Massnahmen) im Gleichgewicht gehalten werden. Massnahmen, die mit einem Riesenaufwand nur geringe Schäden verhindern, sind ökologisch und ökonomisch sinnlos und abzulehnen.

An folgenden Beispielen soll dieser Grundsatz für verschiedene Umweltschutz- und Sicherheitsfragen konkret aufgezeigt werden.

### Umweltschutz bei Verkehrsanlagen

Die Monetarisierung von Umweltschäden stellt ein relativ neues Forschungsgebiet dar. So wird versucht, Kostenfunktionen für die Beeinträchtigung von Oberflächengewässern oder Grundwasser durch partiell belastetes Regen-, Berg- oder Tunnelwasser herzustellen. Die Beeinträchtigung von Menschen durch Lärm oder die Einschränkungen bei der Nutzung von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden und deren Umgebung durch Lärmschutzwände sowie deren Auswirkung

gen auf das Orts- und Landschaftsbild wird finanziell quantifiziert. Für durch Bauprojekte zerstörte Flora und Fauna werden Ersatzobjekte gesucht und die dazu notwendigen finanziellen Mittel abgeschätzt. Solche Abklärungen sind in den letzten Jahren insbesondere in Deutschland stark vorangetrieben worden. Die damit zur Verfügung stehenden Grundlagen ermöglichen nicht nur eine vergleichende Nutzwertanalyse, sondern stellen wichtige Unterlagen für Kosten/Nutzen-Analysen dar.

### Brandschutz bei Dienstleistungsgebäuden

Unter Einbezug der konkreten Tätigkeiten in einem Dienstleistungsgebäude lassen sich, basierend auf entsprechenden statistischen Unterlagen, die Gefahren und die daraus abgeleiteten Risiken infolge Brand aufzeigen. Ausgehend vom bestehenden oder geplanten Brandschutzkonzept können in Abhängigkeit der gewählten Brandschutzmassnahmen weiterführende Massnahmen mit Hilfe von Fehlerbäumen auf ihre risikoreduzierende Wirkung untersucht werden. Sind ihre Kosten für Realisierung und Betrieb ermittelt, lässt sich ihre Wirtschaftlichkeit bestimmen. Basierend auf solchen Überlegungen können optimale Massnahmenpakete erarbeitet werden. Insbesondere lässt sich auch klar auswei-

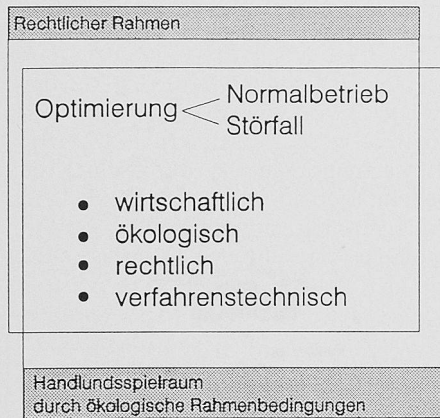


Bild 2. Rahmenbedingungen für wirtschaftliche Optimierung

sen, dass in vielen Fällen technische Massnahmen, die dem Architekten und dem Gebäudebetreiber mehr Flexibilität bei der Nutzung garantieren, zu mindestens ebenso wirtschaftlichen und sicheren Gesamtlösungen verhelfen können, wie dies Konzepte mit einem baulichen Brandschutz ermöglichen.

Mit den neuen Regelwerken der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen werden die Flexibilität diesbezüglich weiter gefördert und die Voraussetzungen für kreative und optimierte Lösungen geschaffen.

### Security-Gefahren bei Hotel- und Dienstleistungsgebäuden

In ähnlicher Art und Weise, wie dies für den Brandschutz bei Dienstleistungsgebäuden beschrieben ist, können auch Security-Gefahren für Hotel- und andere Dienstleistungsgebäude untersucht werden. Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Neubauten, wo während der Projektierung einfach und kostengünstig Security-Massnahmen ausgeführt werden können, und Altbauten, deren sicherheitstechnische Nachrüstung nur mit grossem Aufwand zu realisieren ist.

Bei neuen Gebäuden lässt sich durch einen frühzeitigen, konsequenten Einbezug der Security-Aspekte häufig mit

geringen Kosten bereits ein weitgehender Schutz erreichen. Die frühzeitige Beachtung relevanter Sicherheitsanforderungen hat zur Folge, dass mit geringen Kosten bereits ein hoher Nutzen als Reduktion des Ausgangsrisikos möglich ist. Mit den erwähnten Kosten/Nutzen-Abklärungen lässt sich insbesondere auch der finanziell vernünftige Rahmen für entsprechende Security-Massnahmen eruieren. Damit kann vermieden werden, dass kostspielige Schliesskonzepte mit umfangreicher und damit teurer Zutrittskontrolle sowie flankierende Massnahmen wie Perimeterüberwachung usw. ohne Aufzeigen eines entsprechenden klaren Nutzens ausgeführt werden.

### Schneelasten

Wie verschiedene Hinweise vermuten lassen, dürften die heute in der Norm SIA 160 (1989) «Einwirkungen auf Tragwerke» festgehaltenen Schneelasten generell Überdimensionierungen der Tragwerke zur Folge haben. Andererseits muss vermerkt werden, dass in gewissen Fällen vermutlich zu kleine Lasten für die Bemessung der Tragkonstruktion angenommen werden. Bis heute konnten leider nur ansatzweise entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden. Die für die Normarbeit verwendeten Unterlagen basieren nicht auf wissenschaftlich fundierten und durch entsprechende Arbeiten gesicherten Unterlagen, so dass nur durch konservative Schätzungen die geforderte Sicherheit der Tragwerke gewährleistet werden kann.

### Angestrebte Zukunft

#### Rechtliche Randbedingungen im Umweltschutzgesetz

Randbedingungen, wie sie das Umweltrecht im allgemeinen vorgibt, haben nicht primär zum Ziel, die wirtschaftlichen Möglichkeiten zu beschneiden. So bezwecken beispielsweise Vorsorge- und Verursacherprinzip im Umweltschutzgesetz u.a. eine umfassendere Betrachtungsweise unter Einbezug ökologischer Rahmenbedingungen (vgl. Bild 2). Eigenverantwortliches Handeln von Unternehmen und Industriellen soll zu wirtschaftlicher Gewinnoptimierung in einem erweiterten Sinne führen. Das heisst, dass in die notwendigen ökonomischen Überlegungen auch ökologische Bewertungen einfließen. Dabei gilt es, nicht allein die Kosten des Umweltschutzes zu beziffern, sondern diesen Kosten den geschaffenen Nutzen, nämlich geschützte/erhaltene Umwelt, gegenüberzustellen. Zu diesem Zweck muss von allen Beteiligten eine eingehende

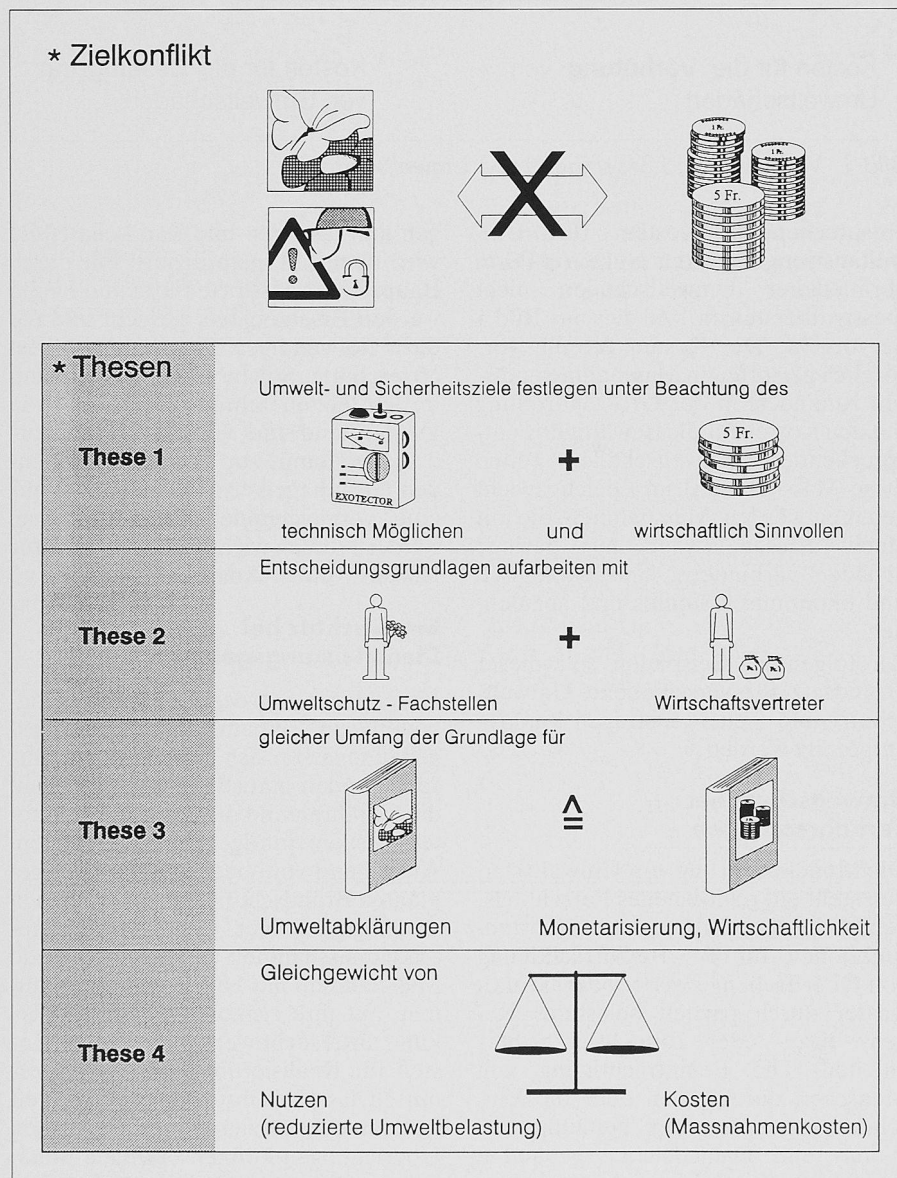


Bild 3. Thesen

Diskussion über ökologische Wertungsfragen geführt werden, mit dem Ziel, gesetzliche Umweltschutzforderungen und deren Konsequenzen in die wirtschaftliche Betrachtungsweise einbeziehen zu können.

### Thesen

Folgende Thesen seien zur Diskussion gestellt, um die eingangs erwähnten Visionen nicht zur Realität werden zu lassen (Bild 3):

*These 1:* Umwelt- und Sicherheitsziele sollen in Zukunft vermehrt nicht mehr auf das technisch Mögliche ausgerichtet werden, sondern auf das wirtschaftlich und ökologisch Sinnvolle.

*These 2:* Bei der Festlegung von Umwelt- und Sicherheitszielen sollen nicht

nur Beamte von Umweltschutz-Fachstellen massgeblich mitarbeiten, sondern auch Interessenvertreter der für die Finanzierung der Umweltmassnahmen zuständigen Instanzen.

*These 3:* Die entsprechenden Grundlagenarbeiten, auf denen Umwelt- und Sicherheitsziele basieren, sind gleichgewichtig einerseits zur Darstellung der beabsichtigten Reduktion der Umweltauswirkungen (inkl. fallweiser Monetarisierung) sowie andererseits zur Bestimmung der Mittel zur Finanzierung dieser Massnahmen zu erstellen.

*These 4:* Als Mittel zum vergleichenden Einbezug sowohl der mit den Massnahmen ermöglichten Umweltbelastungsreduktion als auch der damit verbundenen finanziellen Aufwendungen sollte vermehrt die Nutzwertanalyse oder

eine eigentliche Kosten/Nutzen-Analyse verwendet werden.

Bei der Beurteilung dieser Thesen darf nie vergessen werden, dass, auch wenn man keine eigentlichen quantifizierten Bewertungsanalysen durchführt, bei jedem getroffenen Entscheid über Massnahmen entsprechende Wertungen, allerdings implizit, einfließen. Die Frage ist also nicht, ob ein Entscheid auf solchen Wertungsanalysen basieren soll, sondern vielmehr, wie explizit der Entscheid effektiv nachvollziehbar und auf für eine breitere Öffentlichkeit zugänglichen Entscheidungsbasen abgestützt ist.

Adresse des Verfassers: *Ulrich G. Stiefel*, dipl. Ing. ETH/SIA, Ingenieurunternehmung Gruner AG, Gellertstrasse 55, 4020 Basel.

## Externe Vorspannung

### Eine Standortbestimmung

**Die externe Vorspannung stellt eine Alternative zur konventionellen Vorspannung mit Verbund dar. Aus Anlass eines Workshops im Juni 1993 in der Nähe von Paris sollen der heutige Stand der Technik und einige Forschungsprojekte gestreift werden. Anschliessend werden Vorschläge zur Bemessung aufgeführt und mögliche Entwicklungen aufgezeigt.**

Im konventionellen Spannbeton werden die Vorspannkabel innerhalb des Betonquerschnittes geführt und nach

VON THOMAS VOGEL, ZÜRICH

der letzten Spannetappe ausinjiziert. Die externe Vorspannung hingegen führt die Kabel ausserhalb des Querschnittes, bei Brücken meist im Hohlkasten oder seitlich von Längsrippen. Die Kabellage ist polygonal und kommt durch Verankerungskonstruktionen und Kabelsättel zustande (Bild 1).

### Historisches

Dieses Konzept ist nicht neu. *F. Dischinger* errichtete bereits 1927/28 einen Zweigelenkbogen über die Saale in Altleben, dessen Zugband aus vernieteten Flachstäben vorgespannt wurde [1]. 1936/37 baute er in Aue in Sachsen eine Strassenbrücke als vorgespannten Dreifeld-Gerberträger mit maximal 36 ausenliegenden Spannstrangen von 70 mm Durchmesser [2]. Auch in Belgien, England und Frankreich wurden einige Brücken mit externer Vorspannung gebaut, da nur so die Spannkraftverluste

aus Schwinden und Kriechen durch Nachspannen wieder kompensiert werden konnten. Mit der Anwendung hochfester Stähle geriet die Bauweise etwas in Vergessenheit, da die Langzeitverluste beherrschbar und berechenbar wurden und die Vorspannung mit Verbund einen maximalen Schutz der Spannkabel im alkalischen Beton versprach.

Die externe Vorspannung erfreut sich seit einigen Jahren in verschiedenen Ländern aus unterschiedlichen Gründen erneuter Beliebtheit.

In den *Vereinigten Staaten* vermochten die injizierten Kabel für die Segmentbauweise nicht zu befriedigen, stellte

doch beim Injizieren jede Fuge für jedes Kabel eine potentiell undichte Stelle dar. Externe Kabel erlauben, die Stegstärken und damit das bei jeder Elementbauweise entscheidende Elementgewicht zu reduzieren. Die Kabel werden deshalb seit 1977 (Long Key Bridge) aus rein ökonomischen Gründen mehrheitlich extern geführt und eher pragmatisch in Stahl- oder HDPE-Hüllrohren mit Zement ausinjiziert [3].

In *Frankreich* standen Qualität und Quantität des Stegbetons im Vordergrund. Die traditionell volle Vorspannung und restriktive Bemessungsvorschriften führten zu grossen Stegstärken und damit zu schweren Querschnitten. Zudem bestand beim Taktvorschub der Wunsch nach grosser zentrischer Vorspannung in der Bauphase. Die externe Vorspannung kam diesen Wünschen entgegen, erlaubt sie doch einen qualitativ hochwertigen Stegbeton ohne störende Kabel und die Anordnung antimetrisch geführter temporärer Spannkabel für den Taktvorschub. Überdies wurden die einfacheren Bedingungen für das Installieren und Injizieren der

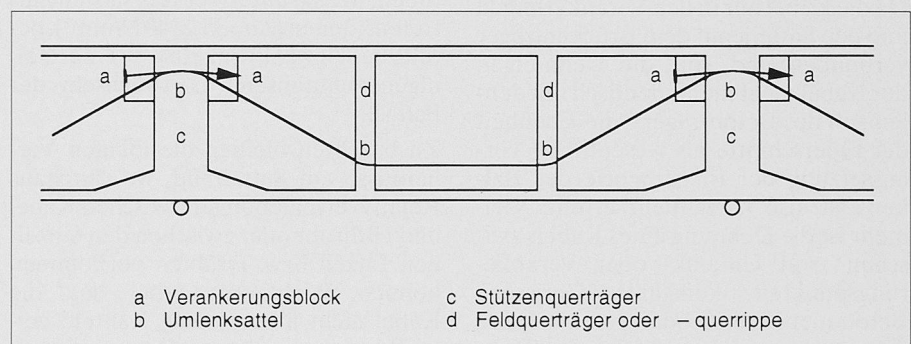


Bild 1. Kabelführung im Brückenkasten