

# Rheinbrücke N4 Schaffhausen

Autor(en): **Koller, Hans / Wüst, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **113 (1995)**

Heft 49

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78823>

## **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.

Hans Koller, Paul Wüst, Schaffhausen

## Rheinbrücke N4 Schaffhausen

**Seit 1985 wird an der Stadtdurchfahrt SN4 in Schaffhausen gebaut. Die mehrheitlich untertag geführte zwei- und dreispurige Nationalstrasse SN4 mit dem Tannerberg-Fäsenstaubtunnel auf Schaffhauser Seite und dem Kohlfirsttunnel auf Zürcher Seite überquert den Rhein im Quartier Mühlenen unterhalb des Kraftwerkes Schaffhausen. Als eines der letzten grösseren Bauwerke der SN4 wurde 1993 bis 1995 die Rheinbrücke N4 realisiert. Konzeptionelle und gestalterische Überlegungen der Projektleitung N4 führten 1991 zu einer grundlegenden Projektänderung für die Brücke.**

Im Jahre 1984 und Frühjahr 1985 wurde das Ausführungsprojekt der ganzen SN4 aufgrund der genehmigten Einsprachen bereinigt und am 17. Juni 1985 durch das Eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement genehmigt. Die Terminplanung für die Erstellung der gesamten Neubaustrecke der N4 im Kanton Schaffhausen und im Kanton Zürich ergab, dass die Rheinbrücke das letzte grössere zu realisierende Bauobjekt sein würde. Mittlerweile hatte der Kanton Schaffhausen sowohl einen Architekten als auch einen Landschaftsarchitekten damit beauftragt, für eine einheitliche Gestaltung aller Bauwerke und eine bestmögliche Eingliederung der SN4 in das städtische Umfeld zu sorgen.

Der im Bauprojekt genehmigte dreifeldrige Durchlaufträger mit seinen beiden Flusspfeilerscheiben und den relativ grossen Trägerhöhen unter Berücksichtigung der starken Krümmung ( $R = 280 \text{ m}$ ) der Hauptachse und der geringen Höhe der Fahrbahn von ca. 10 m über dem Rheinspiegel führte in der Detailprojektierung zu gestalterisch unbefriedigenden Lösungen. Dem seitens der Bauherrschaft als unerfreulich empfundenen Auf und Ab des Projekts im Zeitraum 1989/90 setzte die Projektleitung im Januar 91 ein Ende.

Sie schickte Projektverfasser, Bauleiter und Gestalter der Brücke in ein Konklave mit dem klaren Auftrag, innert gegebener Frist einen einstimmig von allen drei Beauftragten vertretenen Vorschlag auszuarbeiten. Das Resultat dieser gemeinsamen Anstrengung war dann eine Schrägseilbrücke mit einem geneigten Pylon am südlichen Rheinufer.

Das Bundesamt für Strassenbau (ASB) und die beiden Bauherren, die Kantone Schaffhausen und Zürich, sowie die kantonalen Natur- und Heimatschutzkommissionen und deren übergeordnete eidgenössische Kommission (ENHK) unterstützten den neuen Projektvorschlag, und am 1. Dezember 1992 konnten die Arbeiten an den Bauunternehmer vergeben werden. Mit den Bauarbeiten wurde im Januar 1993 begonnen, und am 6./7. September 1995 konnten an der Brücke die statischen und dynamischen Belastungsversuche durch die EPFL Lausanne durchgeführt werden.

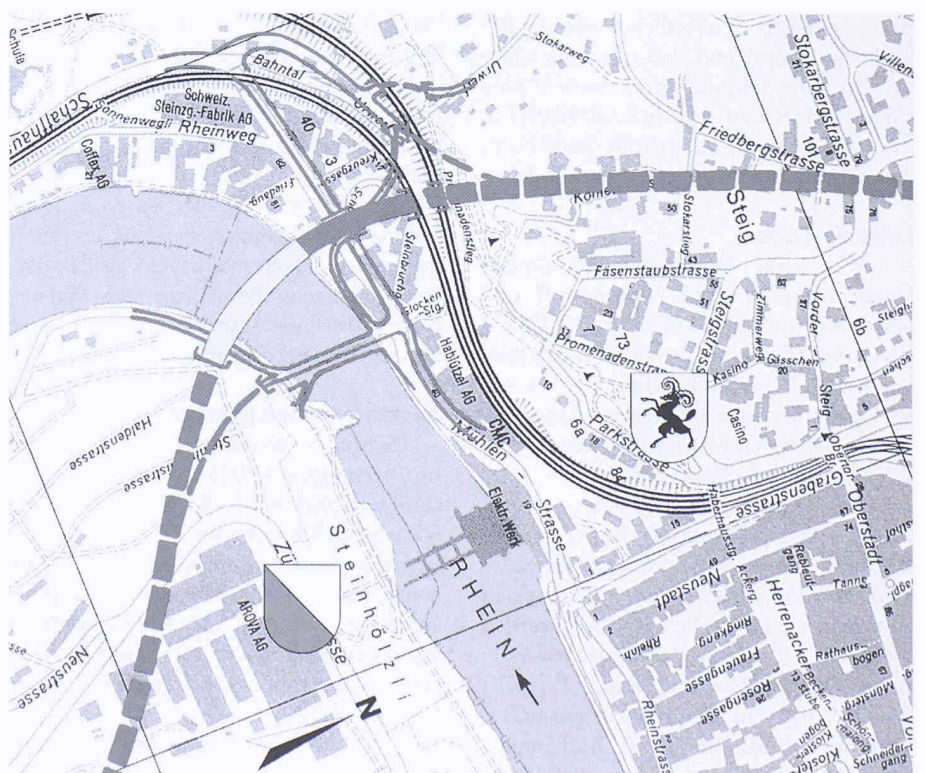
### Projekt

Durch die spezielle Lage an der Flussbiegung in einer Talmulde kann die Brücke nicht von der Ferne eingesehen werden, sondern erst aus der Nähe oder aber von den umliegenden Anhöhen (Bild 1). Auch für den Autofahrer auf der N4 zeigt sich die Rheinbrücke nur für kurze Zeit, da er nördlich und südlich des Rheins im Tunnel fährt.

Der besondere Moment der Rheinüberquerung in der Nähe der Altstadt Schaffhausen sollte durch eine zeitgemässe, technisch, konstruktiv und formal überzeugende Brücke betont werden.

Die Grundkonzeption beinhaltet die stützenfreie Rheinüberquerung mit freier Sicht auf die Wasserfläche, realisiert durch eine einhüftige Schrägseilbrücke mit gegen den Rhein geneigtem Pylon am Südufer. Die Schrägstellung des Pylons stellt gestalterisch den interessanteren und spannungsreicheren Bezug zur Umgebung her als ein vertikaler Pylon, wobei die Tatsache, dass die Brücke im Grundriss gekrümmt ist, dem geneigten Pylon sogar technische Vorteile bringt, was bei einer geraden Brücke nicht der Fall wäre. Durch die Einspannung des Überbaus im Widerlager Zürich kann die horizontale Krümmung der Brücke statisch gut bewältigt werden, zudem kommt die Brückenkonstruktion mit nur einem Fugenübergang auf der Schaffhauser Seite aus, was für den Unterhalt vorteilhaft ist. Der Verzicht auf Fundationen im Rhein bringt bei der unruhigen Fels Oberfläche des Fluss-

Bild 1.  
Situation

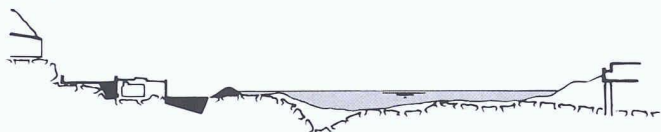


bettes technische und wirtschaftliche Vorteile. Als Randbedingung war ferner zu beachten, dass die dreispurige, im Grundriss gekrümmte Brücke nur eine Aussenaufhängung der Fahrbahn zulässt. Ästhetische Überlegungen führten zu einer transparen-

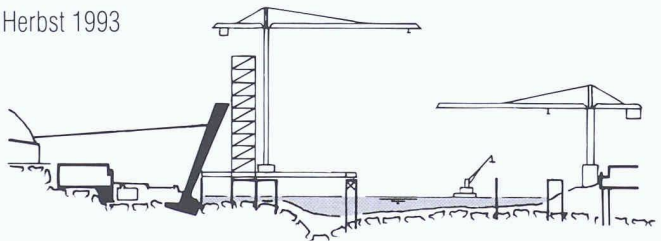
ten Konstruktion mit der Aufhängung des Überbaus an schlanken seitlichen Längsträgern. Die Gliederung der Brückenuntersicht mit Querträgern lassen die Brücke in rund 10 m über dem Wasserspiegel interessant und elegant erscheinen.

Bild 2.  
Bauvorgang

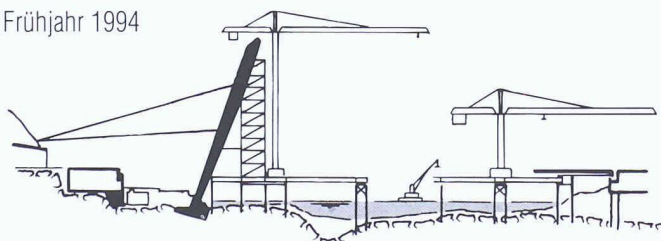
Frühjahr 1993



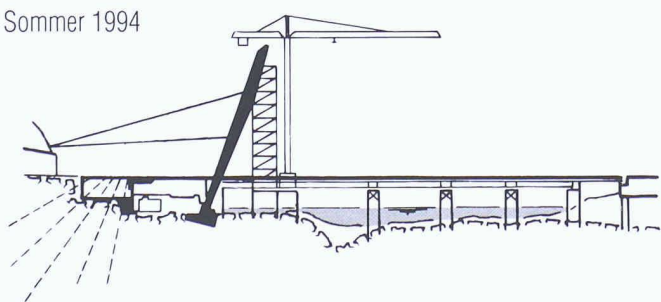
Herbst 1993



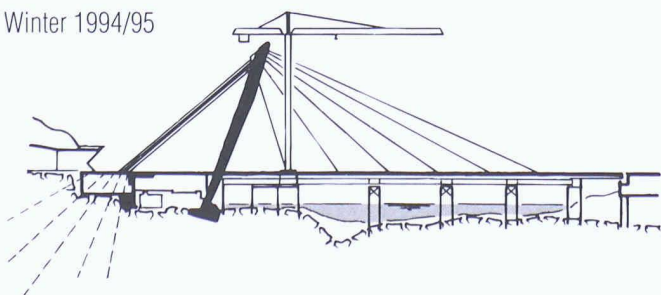
Frühjahr 1994



Sommer 1994



Winter 1994/95



## Pylon

Kernstück der Brücke ist der markante Pylon. Entwurf, Details, Konstruktion und Bau des Pylons stellten an alle Beteiligten sehr hohe Anforderungen; insbesondere hinsichtlich der Bautoleranzen und der geforderten Qualität. Die Pylonstiele wurden mit einer Kletterschalung in Etappen à 3,80 m hochgezogen und in der 6. und 10. Betonieretappe durch BBRV-Kabel (74 Ø 7 mm resp. 108 Ø 7 mm) temporär abgespannt.

Als Material für die Herstellung des Pylons gelangte hochwertiger Beton B 55/45 mit Bindemittel MS-C 325 kg/m<sup>3</sup> (Portlandzement mit 7% Silicafume) zur Anwendung. Eine Erfahrung beim Bau des Pylons war, das MS-C-Beton nur von sehr gut geschultem Fachpersonal eingebaut werden darf, da die Betonnachbehandlung für die Dauerhaftigkeit von MS-C-Beton ein zentraler Faktor ist.

## Schrägstapel

Die verwendeten HiAm-Paralleldrahtkabel weisen folgende charakteristische Eigenschaften auf: HiAm-Verankerungen für hohe dynamische Beanspruchung (2 Mio Lastwechsel bei einer Oberspannung von  $0.45 f_{tk}$  und  $\Delta\sigma$  von  $200 \text{ N/mm}^2$ ). Der Spanndraht wird während des Ziehvorgangs mit einer Zinkschicht versehen. Das umhüllende Polyäthylenrohr und die dauerplastische Korrosionsschutzmasse schützen das Drahtbündel damit gegen mechanische Beschädigung und aggressive Umwelteinflüsse.

## Bauvorgang – drei Baustellen

Trotz der Neuprojektierung der Brücke hielt die Bauherrschaft am vorgesehenen Eröffnungstermin der N4 im Jahre 1996 fest. Auf Grund des verlangten raschen Baufortschritts und der horizontalen Krümmung des Überbaus wurde auf eine Ausführung im Freivorbau verzichtet (Bild 2). Der gewählte Bauvorgang ermöglichte das gleichzeitige Arbeiten an 3 Bauteilen:

- Widerlager Zürich (Süd) mit Felsankern
- Pylon mit Kletterschalung und temporärer Abspannung
- Überbau auf konventionellem Lehrgerüst von Nord nach Süd

Mit dem Einbau der Schrägstapel wurden die 3 Bauteile verknüpft und durch Spannen der Kabel der Überbau ca. 25 cm von der Schalung abgehoben.

**Am Bau Beteiligte**

Bauherren:  
 Baudepartement des Kantons Schaffhausen 85,4 %  
 Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich 14,6 %  
 Projektleitung:  
 Nationalstrassenbüro des Kantons Schaffhausen:  
 F. Preisig AG, Bauingenieure und Planer, Zürich  
 Projekt und örtliche Bauleitung:  
 Ingenieurgemeinschaft Rheinbrücke N4:  
 Wüst+Stucki+Partner, Schaffhausen  
 Gruner AG, Basel  
 Experte:  
 Prof. Dr. R. Walther  
 Walther Mory Maier Bauingenieure AG, Basel  
 Architekt:  
 Germann Stulz Partner, Zürich  
 J. Noordtjij, M. Keller  
 Ausführung:  
 Arbeitsgemeinschaft Rheinbrücke N4:  
 Dal Bosco & Zingg AG, Schaffhausen  
 Gabl AG, Schaffhausen  
 Preiswerk & Cie AG, Zürich  
 GU-Tiefbau AG, Schaffhausen  
 Wichtige Subunternehmer:  
 Ingenieurbüro H. Schürer, Zürich: Projekt Lehrgerüst;  
 StahlTon AG, Zürich: Schrägkabel, Vorspannung, Anker;  
 Zwahlen & Mayr SA, Aigle: Stahlbau;  
 Eggstein AG, Luzern: Lehrgerüstfundationen im Rhein.

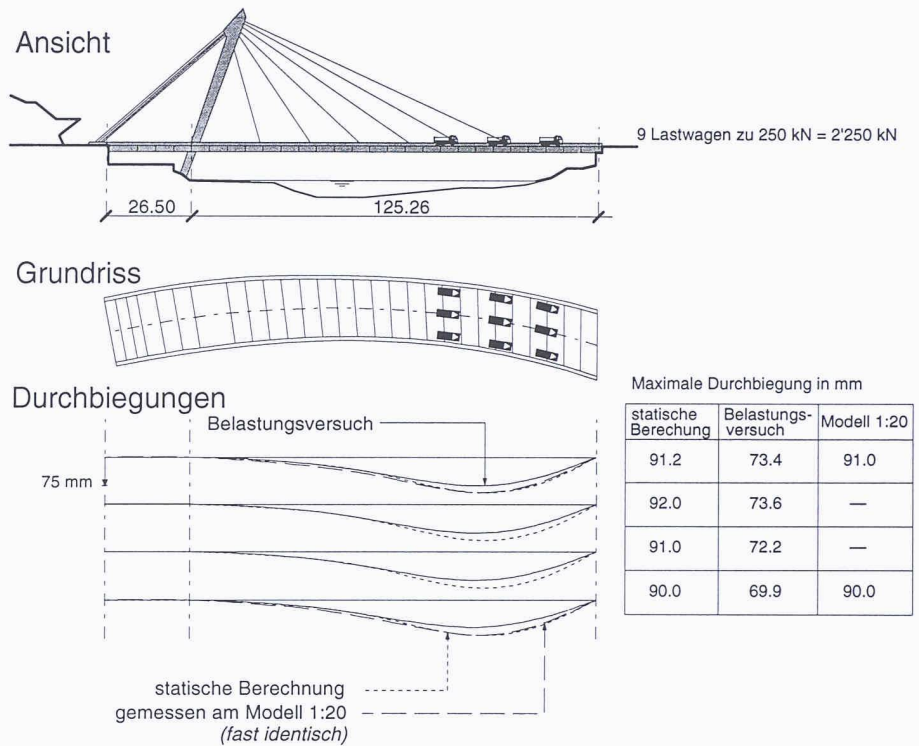


Bild 3. Vergleich Statik – Modell – Belastung

**Versuche am Modell und Belastungsprobe**

Unter der Leitung von Prof. R. Walther wurde an der EPFL ein exaktes Modell der Brücke im Massstab 1:20 statisch und dynamisch geprüft. Die von Prof. R. Favre an der Brücke durchgeführten statischen und dynamischen Belastungsversuche ergaben interessante Quervergleiche mit der Statik am Modell. Beim dynamischen Belastungsversuch für die Schrägseilbrücke Schaffhausen wurden zwei Erregungsmethoden angewandt. Zuerst fuhr entsprechend dem Modell 1:20 der ETH Lausanne ein beladener Lastwagen bei verschiedenen Geschwindigkeiten auf die Brücke, um so den Effekt des Verkehrs zu simulieren. Die vertikalen Verformungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen wurden am Ankerpunkt des längsten Schrägseils (im Innern der Kurve, flussaufwärts) gemessen. Die maximale dynamische Verformung betrug 1.07mal die statische Verformung, was wesentlich kleiner ist als der in der Norm angegebene Wert von 1.8 (Bild 3).

Für den zweiten Teil des dynamischen Belastungsversuches wurde die Heisswasserrakete (HWR) eingesetzt, die an der Ingenieurschule Yverdon (EINEV) entwickelt wurde. Das Prinzip der HWR ist, dass ein Behälter teilweise mit Wasser gefüllt wird und darauf bis auf 250 °C erhitzt,

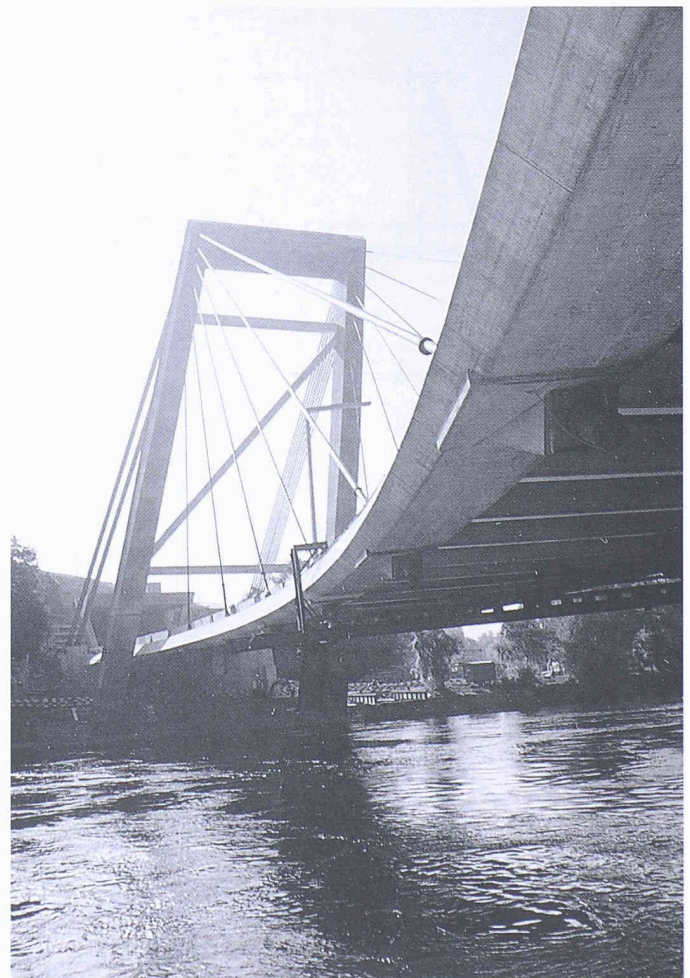


Bild 4. Fertige Brücke

was einem Druck von 30 bar entspricht. Nach Öffnen eines Schnellventiles wird während 0,2 Sekunden eine Stosskraft von ungefähr 50 kN senkrecht zur Fahrbahnplatte ausgelöst. Die durch diesen Stoss verursachten Schwingungen der Brücke wurden an derselben Stelle wie für den Lastwagen gemessen. Ein Vorteil der HWR ist, dass unmittelbar nach dem Stoss die Brücke frei schwingt; dies im Gegensatz zum Lastwagen, der parasitäre Einflüsse verursacht.

Es zeigte sich, dass Statik und Modell sehr gut übereinstimmen, dass die gebaute Brücke aber noch weitere Trag- und Verformungsreserven aufweist.

### Kosten

Die Baukosten für Rohbau und Ausrüstung (Stand 95) beliefen sich auf 15,5 Mio Fr., d.h. 4700 Fr./m<sup>2</sup> Brückenfläche.

Adresse der Verfasser:

*Hans Koller*, dipl. Bauing. ETH/SIA, Projektleiter Nationalstrassenbüro SH, Hochstrasse 34, 8200 Schaffhausen. *Paul Wüst*, dipl. Bauing. ETH/SIA, Wüst+Stucki+Partner, Untergries 2, 8200 Schaffhausen.

### Literatur

Zur Fertigstellung dieser Brücke erscheint im Meier Verlag Schaffhausen das Buch «Rheinbrücke N4», herausgegeben durch das Nationalstrassenbüro Kanton Schaffhausen, das neben Projekt und Baugeschichte auch neue und historische Rheinübergänge zwischen Untersee und Eglisau zeigt.

Kurt Gilgen, Sempach

## Ein Nutzungsplan für die Jahrtausendwende

**Raumplanungsinstrumente haben die rechtzeitige und standortgerechte Realisierung z. B. eines neuen Gebäudekomplexes, einer Deponie oder einer Umnutzung zu ermöglichen. Dabei sind gleichzeitig alle Planungspflichten der Behörden zu erfüllen, die Akteure sollen am Planungsprozess beteiligt werden und die Betroffenen ihre Rechte wahren können. Um solchen Forderungen gerecht zu werden, müsste der Nutzungsplan allerdings etwas anders ausgestaltet werden, als dies die Kantone in ihren Gesetzen vorgesehen haben. Probleme, wie sie etwa bei der Zürcher Bau- und Zonenordnung (BZO) aufgetreten sind, häufen sich: Planungsprozesse können vielerorts nicht mehr zeitgerecht abgeschlossen werden. Konflikte müssen ausgetragen werden, dies ist unbestritten – aber nicht auf Kosten der Durchführung einer Gesamtplanung.**

Der Nutzungsplan einer Gemeinde ist vielerorts nichts anderes als ein traditioneller Zonenplan mit Bau- und Zonenordnung, etwas ergänzt und flächendeckend über das gesamte Gemeinde- bzw. Stadtgebiet ausgeweitet: Ein eigentümerverbindlicher Plan, der Bau-, Landwirtschafts- und Schutzzonen zuweist sowie kommunales Planen und Bauen regelt. Ein solcher Nut-

zungsplan vermag unter verschiedenen Gesichtspunkten nicht mehr ganz zu genügen.

Im folgenden werden drei Vorschläge zur Diskussion gestellt:

- die Entflechtung von flächenspezifischen, verbindlichen Nutzungsinhalten und Gesetzesbestimmungen,
- die Gliederung des Nutzungsplanes in verfahrensmässig verdaubare Einheiten und
- die Schaffung eines zuverlässigen Überblickes über die flächenbezogenen, eigentümerverbindlichen Festlegungen.

### Zu langwierige Verfahren

Grössere Bauvorhaben lösen oft zunächst mehrere Planungsverfahren aus. Die Umnutzung ehemaliger Industrie- und Gewerbeterritorien in Winterthur, der geplante Waldstätterpark in der Agglomeration Luzern mit 40 000 m<sup>2</sup> Nettoverkaufsfläche, der kürzlich fertiggestellte Produktionsbetrieb der Lego in Willisau, die Sanierung der Hotelanlagen auf dem Bürgenstock (mittels Erstellung und Verkauf von Appartementshäusern) oder die Deponieprojekte in einigen agglomerationsnahen Gemeinden, sie alle haben einiges gemeinsam: Bei Projekten dieser Dimension muss in aller Regel ein Nutzungsplan neu erstellt oder ein bestehender geändert werden. Zur Sicherung regionaler und kantonaler Interessen war in den erwähnten Fällen jeweils mindestens noch ein zweites Planungsverfahren not-

wendig: Ergänzung der kantonalen Richtplanung oder Erstellung eines Sondernutzungsplanes. In einem Fall musste gar das kantonale Bau- und Planungsgesetz ergänzt werden. Die Umweltschritte schliesslich werden in einer umfangreichen Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen des Bewilligungsverfahrens wahrgenommen, nach all den erwähnten Planungsverfahren nochmals ein zeitraubender, gesetzlich vorgeschriebener Schritt.

Es geht hier um Planungs- und Bewilligungsprozesse, die Monate, wenn nicht Jahre dauern. Dies mag unzählige Ursachen und Gründe haben. Fest steht jedenfalls: Das Nutzungsplanverfahren lässt zu, dass langwierige Prozesse und unakzeptable Verzögerungen bei den Planungsabläufen möglich sind.

Dies betrifft nicht nur die Zürcher Bau- und Zonenordnung; selbst bei kleinen Gemeinden dauert eine Gesamtrevision der Ortsplanung bis zur Beschlussfassung mindestens zwei Jahre, die Genehmigung eines umstrittenen Nutzungsplanes kann gar bis acht Jahre in Anspruch nehmen.

### Eine Behauptung, die wirklichkeitsfremd klingen mag

In Kenntnis städtischer wie ländlicher Verhältnisse und unter Beachtung der übergeordneten Planungsaufgaben behaupte ich, dass bei Nutzungsplanänderungen die gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren innert Jahresfrist abgewickelt werden könnten. In einfachen Situationen liesse sich die Phase zwischen eingereichtem Vorhaben und Rechtskraft der Nutzungsplanänderung sogar auf ein halbes Jahr reduzieren. Während dieser Zeit kann mit gutem Willen eine den Verhältnissen angepasste Mit-