

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 88 (1970)  
**Heft:** 31

**Artikel:** Kunstbauten der Nationalstrasse N 1 Winterthur-St. Gallen  
**Autor:** Bänziger, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84578>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

## Kunstbauten der Nationalstrasse N1 Winterthur–St. Gallen

Von D. J. Bänziger, dipl. Ing. ETH, SIA, ASIC, Zürich und Buchs SG

DK 625.711.1:624.21

Beim vorliegenden Aufsatz handelt es sich um eine Umarbeitung des Kapitels Kunstbauten aus der Erinnerungsschrift der Regierungen der Kantone Zürich, Thurgau und St. Gallen zum Bau der Nationalstrasse N1, Winterthur–St. Gallen, herausgegeben im September 1969<sup>1)</sup>. Dabei ist vor allem die Beschreibung der grössten ausgeführten Objekte gekürzt worden. Statt dessen enthält der Aufsatz tabellenförmige Zusammenstellungen, die dem Bauingenieur das Wesentliche darlegen.

### 1. Aufgabe

Unter Kunstbauten versteht man die eigentlichen Brücken, welche die Autobahn über Geländehindernisse hinwegführen, dann die grosse Zahl der Über- und Unterführungen von Strassen und Eisenbahnen, welche die niveaufreie Kreuzung des lokalen Querverkehrs ermöglichen, und im weiteren noch kleine Objekte wie Bachdurchlässe und grössere Stützmauern.

Die Aufteilung nach Gattungen und ihre Verteilung gemäss den regionalen Verhältnissen zwischen Winterthur-Töss und St. Gallen-West zeigt die Tabelle 1. Deutlich erkennt man die wesentlich stärkere Konzentration der Kunstbauten in den Siedlungsgebieten.

Die insgesamt 146 Kunstbauten mit Baukosten von rund 90 Mio Fr. stellen umfang- und kostenmässig einen verhältnismässig kleinen Anteil der Autobahn dar, welche Totalkosten von 500 Mio Fr. aufweist, wovon auf die reine Bauausführung 354 Mio Fr. entfallen. Für den Benutzer

<sup>1)</sup> Siehe Buchbesprechung auf S. 716.

der Strasse treten jedoch vor allem die zahlreichen Überführungen deutlich in Erscheinung. Einer klaren und einfachen Gestaltung der Brückenobjekte, die trotz individuellem Charakter einen gewissen einheitlichen Standard aufweisen sollten, kommt eine hohe Bedeutung zu, weil sie Zeugnis ablegen über den Stand der Kunst und Technik des Brückenbaus unserer Epoche in unserem Lande.

### 2. Organisation der Projektierung und Ausführung

Der Arbeitsaufwand für die Projektierung wird vom Laien meistens gewaltig unterschätzt, weil diese sich im Gegensatz zur Ausführung nicht in der Öffentlichkeit abspielt. Vor allem die statische Berechnung und die Konstruktion von modernen Brückenbauten, die sich der flüssigen Linienführung der Strasse unterzuordnen haben und daher in der Regel im Bereich von Krümmungen, Gefällwechseln, Quergefällsänderungen, schiefen Kreuzungen u. a. Erschwernissen liegen, wobei dem schlechten Baugrund oft nicht ausgewichen werden kann, erfordert vielfach mehr Zeit als die Ausführung der Objekte selbst und stellt damit einen namhaften Teil des unsichtbaren Nationalstrassenbaus dar. Da in einem Strassenbaulos die Kunstbauten bei Beginn der Bauarbeiten innert etwa zwei Jahren erstellt werden, fällt die Projektierung stossweise mit einer hohen Intensität an. Diese Arbeit könnte mit dem normalen Personalbestand der Kantonsingenieurbüros nicht bewältigt werden. So wurden denn auch sämtliche 146 Kunstbauten der N1 von Töss bis St. Gallen-West für die

Tabelle 1. Übersicht der Kunstbauten der N1 zwischen Winterthur und St. Gallen

	Zürich		Thurgau		St. Gallen	Total
	Töss— Attikon	Attikon— Hagenbuch	Hagenbuch— Wängi	Wängi— Wil	Wil— St. Gallen	
Autobahn-km	12,3	9,5	5,0	7,4	22,7	56,9
Anzahl:						
Brücken	5		2	1	5	13
Überführung von Bahnen	3			1	2	6
Unterführung von Bahnen	3				1	4
Überführung von Strassen	15	6		8	14	43
Unterführung von Strassen	14	9	5	5	22	55
Bachdurchlässe/-düker	1	1	4	6	10	22
Grosse Stützmauern		2			1	3
Total	41	18	11	21	55	146
Zusammen nach Region	41	29		76		146
Regionale Verhältnisse	Städtisch	Ländlich		Gemischt		
Kosten in Mio Fr. einschliesslich Projekt und Baul.		45,7		10,8	33,7*	90,2

\*) In diesem Betrag ist ein Anteil von 1,3 Mio Fr. enthalten, den der Kanton Thurgau für Arbeiten im Grenzbereich geleistet hat.

Tabelle 2. Organisation der Projektierung und Ausführung

Kanton	Anzahl Kunstbauten	Anzahl priv. Ing.-Büros für Projektierung	Anzahl priv. Ing.-Büros für Bauleitung	Anzahl ASF-Standardprojekte	Anzahl ausgeführte Unternehmer-Varianten bzw. Sub-Projekte	Anzahl Brückenhauptunternehmer
Zürich	59	34	1 für Brücken 3 für kleine Kunstbauten	4	12 4	16
Thurgau	32	7	6	—	—	10
St. Gallen	55	14	11	—	—	24

Projektierung an private Ingenieurbüros, vorwiegend direkt oder vereinzelt über die Unternehmungen, vergeben. Ebenso ist auch die örtliche Bauleitung für diese Objekte, abgesehen von wenigen Ausnahmen, durch private Ingenieurbüros ausgeübt worden. Teils lag dabei Projektierung und Bauleitung pro Objekt beim gleichen Büro, teils wurden diese Aufgaben getrennt mit verschiedenen Büros durchgeführt. Die Organe der Kantone übten in der Regel die Oberbauleitung aus und sorgten für die Koordination.

Für den Lützelburg-Viadukt wurde ein Wettbewerb unter sechs eingeladenen Ingenieurbüros durchgeführt. Das Stahlverbundprojekt und ein Spannbetonprojekt durchliefen in einer zweiten Stufe die Submission, die keine wesentliche Kostendifferenz ergab. Das Stahlverbundprojekt kam zur Ausführung (Näheres siehe SBZ 1968, H. 37, S. 676).

Vier Überführungsbauwerke sind durch einen Submissionswettbewerb ausgewählt worden, den je ein Team aus Unternehmern und Ingenieuren bestritt.

Eine vorfabrizierte, standardisierte Überführung ging aus einer eidgenössischen Ausschreibung des ASF für eine grössere Serie in mehreren Kantonen hervor. Ferner sind insgesamt drei ASF-Standardunterführungen (jedoch mit schräggestellten Flügelmauern) ausgeführt worden, wobei das Ingenieurbüro lediglich noch die Ausschreibungsunterlagen und die Detailpläne anhand von Tabellenwerten auszufertigen hatte.

Insgesamt kamen zwölf Unternehmer-Varianten zum Zuge, bei denen die Projektierung jeweils von einem Ingenieurbüro im Auftrage der Unternehmung besorgt wurde.

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Organisation für die Projektierung und die Ausführung.

### 3. Charakteristische Daten einiger ausgeführter Brücken

Aus der grossen Fülle der ausgeführten Brücken werden einige typische Lösungen herausgegriffen und deren charakteristische Daten in Tabelle 3 zusammengestellt. Beim Vergleich der Baukosten muss das Offertjahr berücksichtigt werden, da grosse Preisschwankungen zwischen dem höchsten Stand der Konjunktur im Jahr 1964 und dem tiefsten im Jahr 1968 zu verzeichnen waren.

#### 3.1 Grosse Brücken

Es sind die fünf grössten Objekte, die zu oberst in Tabelle 3 stehen, mit Brückenoberflächen von 2797 bis 8045 m<sup>2</sup> dargestellt, nämlich: Tössüberdeckung Winterthur, Tössbrücke Wülflingen, Lützelburgviadukt Aawangen, Thurbrücke Felsegg und Viadukt Mühle Rickenbach. Die grösste vorkommende Stützweite beträgt 68 m, die grösste Gesamtlänge 302 m. Als Konstruktionsmaterial überwiegt der Spannbeton an Ort hergestellt. In einem Fall wurde eine Mischbauweise aus vorgespannten, vorfabrizierten Trägern, vorfabrizierten Betonbrettern und Ortsbeton angewandt und in einem Fall die Stahlverbundbauweise.

Tössüberdeckung in Winterthur, links Versetzen eines vorgespannten Brückenträgers, rechts Teilansicht im Bauzustand (Photo Comet)

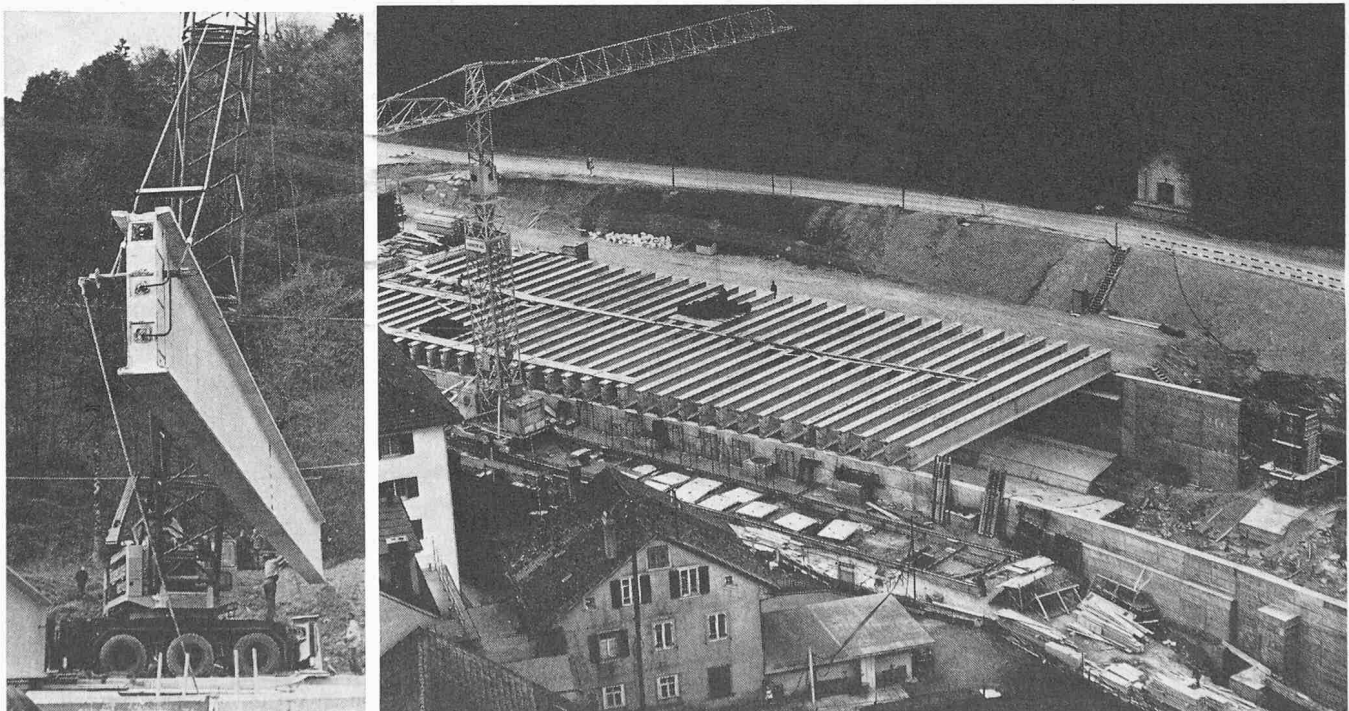
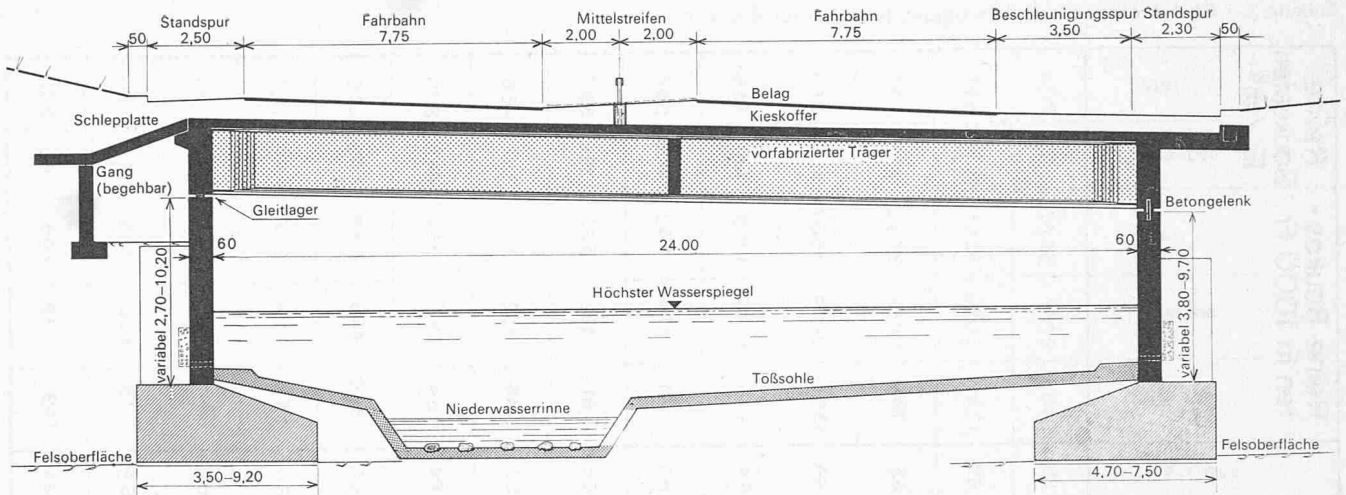
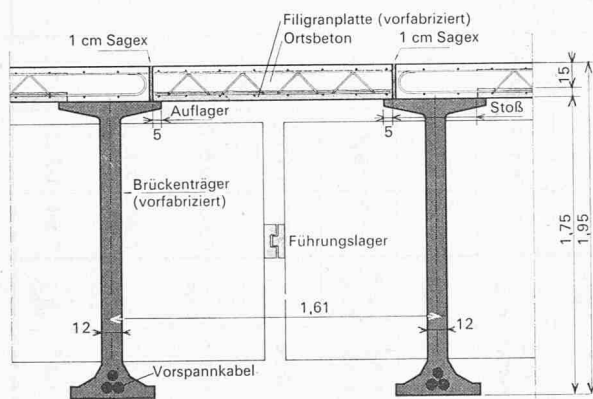


Tabelle 3. Charakteristische Daten einiger ausgeführter Brücken

Objekt	System	Material	Gesamtlänge L (Grösste Stützweite) l m	Breite Ueberbau m	Brückenoberfläche effektiv m <sup>2</sup>	Stütz- höhe h <sub>K</sub> m	Schlankheit $\frac{h_K}{L}$	Ueberbau Materialbedarf				Offertjahr	Reine Baukos- ten in 1000 Fr.			Reine Baukosten Fr. / m <sup>2</sup>	
								Beton m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Stahlarm kg /m <sup>3</sup>	Spannstahl kg/m <sup>3</sup>	Stahl kg/m <sup>2</sup>		Unterbau	Ueberbau	Total	Ueberbau	Total
Tossüberdeckung Winterthur ohne Zürcherstrassenbrücke ohne Tosssohlenausbau	33 gleiche Tragelemente je 5-stegige einfache Plattenbalken	Spannbeton Vorfabriziert+ Ortsbeton	302,0 (24,6)	25,20 bis 28,78	8045	1,95	$\frac{1}{12,6}$	0,45	112,5	30,6	—	65	3403	2262	5665	281	704
Tössbrücke Wülflingen	5-Feldträger mit exzent. Stützenstellung Dreizeiliger Hohlkasten	Spannbeton	163,2 (52,0)	23,20	3786	2,00	$\frac{1}{26}$	0,72	121,6	45,9	—	65	1241	2020	3261	533	861
Lützelburgviadukt Aawangen	5-Feldträger, Zwillingstr. 2-Stahlhauptträger Fahrbahn- platte aus Stahlbeton	Stahl- verbund	224,8 (48,0)	2 x 11,35	5103	2,68 2,65	$\frac{1}{11,79}$ $\frac{1}{18,1}$	0,28	202,2	—	102,7	65	740	1999	2739	392	537
Thurbücke Felsegg Henau	3-Feldträger, Zwillingstr. Einzelliger Hohlkasten	Spannbeton	153,0 (68,0)	2 x 11,88	3638	2,80 2,20	$\frac{1}{24,3}$ $\frac{1}{30,9}$	0,62	82,8	45,4	—	64	1363	2144	3507	589	964
Viadukt Mühle Rickenbach	6-Feldträger mit Einhänge- träger 2-stegiger Plattenbalk mit Fussverstärkung	Spannbeton	258,5 (57,0)	10,82	2797	2,40 2,00	$\frac{1}{23,8}$ W/L	0,49	150,5	30,0	—	64	375	1344	1719	481	615
Ueberführung Fallenstettenweg	Einfeldträger Dreizeiliger Hohlkasten Schief 31,6°	Spannbeton	32,6 (30,7)	13,11	428	1,40	$\frac{1}{23,3}$	0,48	95,2	31,7	—	66	71	174	242	406	565
Ueberführung Reutlingerstr. Schwertransportstrasse 480 to	2-Feldträger Funfzelliger Hohlkasten Schief 57,1°	Spannbeton	66,6 (31,0)	14,40	959	1,11	$\frac{1}{28,0}$	0,54	174,2	36,1	—	66	181	382	563	398	587
Ueberführung Bombershüli- Hunzikon	3-Feldträger ohne Endwiderlager Massive Platte Schief 15,8°	Spannbeton	52,0 (28,0)	8,30	432	0,70 0,45	$\frac{1}{40,0}$ W/L	0,53	53,7	51,5	—	63	45	152	197	352	456
Ueberführung Hüslin Oberbüren	3-Feldträger mit End- widerlager, Platte mit Hohlrohren, Schief 9,7°	Spannbeton	47,2 (26,7)	8,50	401	1,00	$\frac{1}{26,7}$	0,71	55,2	22,4	—	64	164	186	350	464	874
Ueberführung Taggen- burgerstrasse Wil	Sprengwerkrahmen Platte mit Hohlrohren Schief 17,6°	Spannbeton	78,4 (34,0)	13,60	1066	1,55 1,15	$\frac{1}{21,9}$ $\frac{1}{29,6}$	0,80	78,3	28,2	—	64	360	478	838	448	786
Unterführung Strasse Bertschikon-Gundetswil	Rahmen, Standard-Proj. ASF mit schraggestellten Flügel- mauern Massivplatte	Stahlbeton	11,0 (10,5)	35,76	393	0,50	$\frac{1}{21,0}$	0,52	138,2	—	—	67	144	104	248	264	631
Unterführung Strasse Matzingen-Wängi	Rahmen Ortsbeton mit Fundamentriegeln Massivplatte	Stahlbeton	11,1 (10,6)	34,58	384	0,63	$\frac{1}{16,8}$	0,63	95,0	—	—	67	142	88	230	229	599
Unterführung Eschenhofstrasse Tharau	Rahmen Ortsbeton Stiele mit Anzug Massivplatte	Stahlbeton	12,1 (11,4)	33,45	405	0,70	$\frac{1}{16,3}$	0,81	77,0	—	—	64	208	100	308	247	760
Unterführung Waffenplatzzufahrt - St. Gallen	Einfacher Balken Vorfabr. Träger im Verbund mit Ortsbeton, Hohlrohre	Spannbeton Vorfabriziert+ Ortsbeton	10,4 (10,2)	26,36	275	0,63	$\frac{1}{16,3}$	0,54	82,0	13,0	—	64	149	99	248	360	902



Tössüberdeckung in Winterthur. Querschnitt 1:200 durch das Bauwerk



Tössüberdeckung in Winterthur. Querschnitt 1:45 durch das Tragwerk im Bereich der Dilatation zwischen zwei der je fünfstegigen Überbauelemente

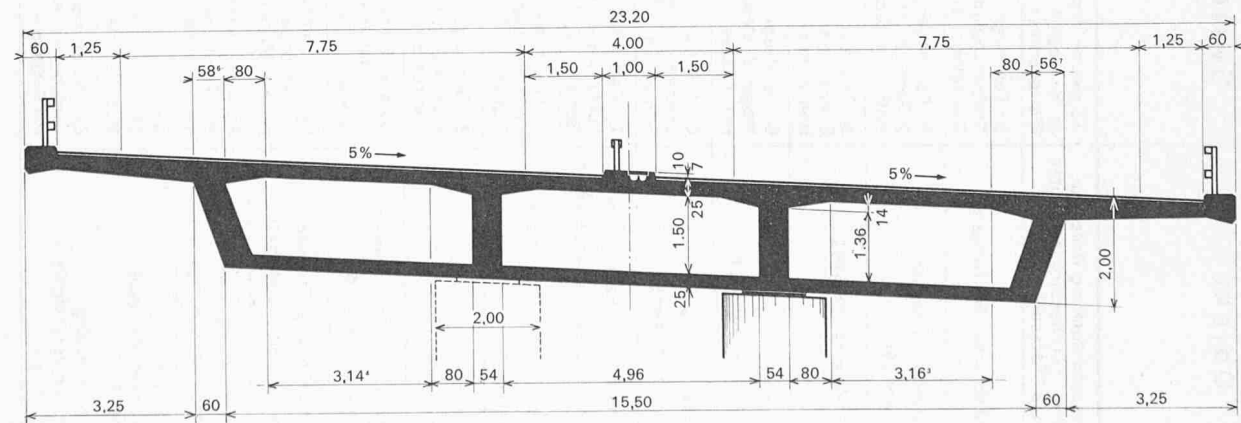
### 3.2 Überführungen

Gewöhnlich versteht man unter dieser Bezeichnung kleinere Bauwerke. Durch die grosse Breite der Autobahn und die oft sehr schief darüber hinwegführenden Strassen- und Bahnverbindungen wächst jedoch die Länge einer solchen Überführung von minimal etwa 30 m bis weit über 100 m an, besonders wenn auch noch benachbarte Strassen, Bahnen oder Bäche zu überbrücken sind. Die Überführungen sind für den Benutzer der Autobahn am augenfälligsten. Er stellt dabei fest, dass eine grosse Vielfalt von Typen gebaut wurde. Dies ergibt sich aus den stark variierenden lokalen Bedürfnissen und festen Gegebenheiten.

Jede Brücke ist ein Einzelobjekt. Nur ganz selten lassen sich mehrere Brücken zu einer Serie von gleichen oder ähnlichen Objekten zusammenfassen.

Am häufigsten findet man die Dreifeldbrücke, die als Durchlaufträger mit oder ohne Widerlager, als Rahmen mit senkrechten Stielen oder als Sprengwerkrahmen, letzterer vor allem im Bereich von tiefen Autobahnquerschnitten, ausgebildet ist. Der Mittelstreifen der Autobahn bleibt bei diesen Systemen frei von Abstützungen. Lediglich bei Bahnüberführungen kommt aus wirtschaftlichen Gründen als häufigstes System der Zweifeldträger mit Abstützung im Mittelstreifen vor. Es ist zweckmässig, dabei auch parallel zur Bahn verlaufende Strassen und Wege mit dem selben System über die Autobahn zu führen. Bei Strassen, welche die Autobahn annähernd rechtwinklig kreuzen, wird vereinzelt auch der Einfeldträger angewendet. Damit wirtschaftliche und konstruktiv einfache Brückenobjekte gebaut werden können, hat der Strassenplaner dem Brückenbauer genügend Konstruktionshöhe zur Verfügung zu stellen. Als Richtwerte für das Verhältnis Konstruktionshöhe : Stützweite gelten bei Strassenbrücken: Stahlbetonplatten 1:16, Spannbetonplattenbalken 1:18, Spannbetonhohlkasten 1:24. In der Tabelle 3 sind die häufig vorkommenden Systeme durch je einen charakteristischen Typ dargestellt.

Beim Bau von Bahnüberführungen stellt sich das Problem der Aufrechterhaltung des Bahnbetriebes während der Bauzeit. In der Mehrzahl der Fälle wurde dies durch den Bau einer provisorischen Umfahrung gelöst. Als charakteristisches Beispiel sei die viergleisige SBB-Überführung in Wil erwähnt, die die SBB-Doppelspur, die Wil-Nesslau-Bahn und ein Industriestammgleis mit Weiche trägt. Während der Ausführung der Sprengwerkrahmen-Zwillings-



Tössbrücke in Wülflingen. Querschnitt 1:150 durch den dreizelligen Spannbetonhohlkasten

brücke war der Betrieb auf allen vier Gleisen in vollem Umfange zu gewährleisten. Die Aufwendungen für diese Umfahrungen, einschliesslich einer Bachumleitung und anderer Provisorien, erreichten 0,74 Mio Fr., was mit den Baukosten der Brücke von 1,2 Mio Fr. in Beziehung zu setzen ist.

### 3.3 Unterführungen

Auch Unterführungen unter der vierspurigen Autobahn können sich aus den vorgenannten Gründen von minimal 26,4 m Länge bis zu Tunneln von über 100 m Länge auswachsen. Beispielsweise erreicht die SBB-Unterführung im Schlosstal bei Wülflingen wegen der spitzwinkligen Kreuzung unter 23° eine Länge von 110 m; die Gesamtlänge des Bauwerkes unter Hinzurechnung der erforderlichen Stützmauern misst sogar 184 m.

Hauptsächliche Systeme bei den Unterführungen sind der Ortsbetonrahmen mit und ohne Fundamentriegel. Hierfür besteht ein Standardprojekt des ASF, welches in drei Fällen zur Ausführung kam. Ferner wird der einfache Balken in Ortsbeton oder als Verbund von vorgefertigten Trägern mit Ortsbeton angewendet. Die Flügelmauern werden dabei meistens parallel oder unter 45° zur Autobahnrichtung gestellt. Je ein Vertreter dieser Typen ist in der Tabelle 3 dargestellt.

An der Umfahrung Winterthur und im Abschnitt Attikon—Hagenbuch gelangten in Form von Unternehmer-Varianten insgesamt neun bogenförmige Unterführungen zur Ausführung. In fünf Fällen handelt es sich um nur 20 cm starke überschüttete Bogen aus vorgefertigten Stahlbetonplatten mit geschweissten Verbindungen, in zwei Fällen handelt es sich um auf Seitenmauern aufgesetzte Ortsbetondreigelenkbogen von 24 und 26 cm Stärke. Ferner sind

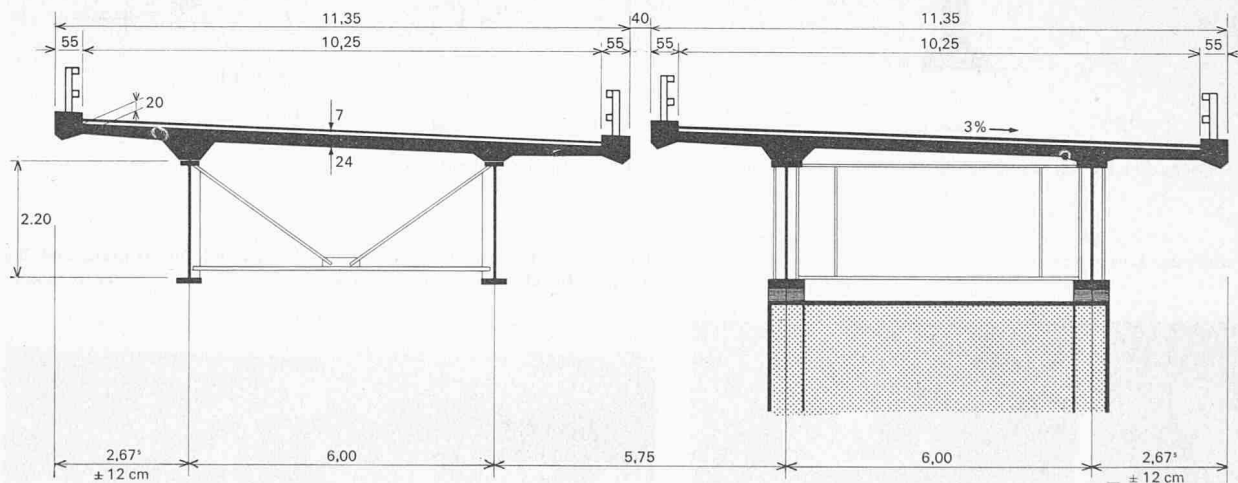
zwei weitere, im üblichen Projektablauf vorgeschlagene Ortsbetonbogen ausgeführt worden.

### 4. Erfahrungen

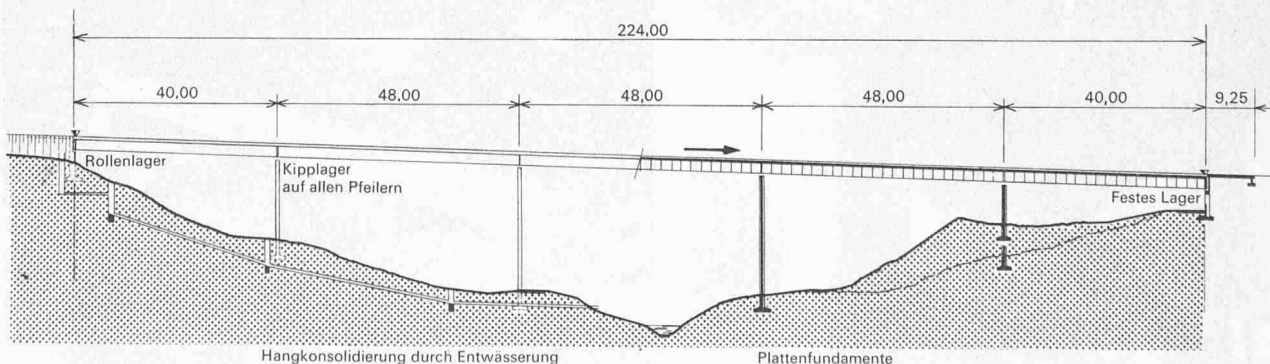
Im Zeitraum von 1963 bis 1969, in welchem die Kunstbauten der N 1 zwischen Töss und St. Gallen-West erstellt wurden, sind wesentliche Veränderungen im Bauwesen eingetreten. Die starke Vergrößerung des Bauvolumens bewirkte im Zusammenhang mit dem zunehmenden Mangel an qualifizierten Arbeitskräften einen steilen Lohnanstieg, während die Materialpreise vor allem bei Stahl und Zement praktisch konstant blieben.

Dies führte im Brückenbau dazu, dass nicht mehr das Minimum an Materialaufwand, sondern die Wahl des Brückensystems, welches einen rationellen, d. h. lohnsparenden Bauvorgang erlaubt, für die Wirtschaftlichkeit massgebend wurde. Dies betrifft vor allem die Möglichkeit der wiederholten Verwendung von Lehrgerüsten und Schalungen, welche die höchsten Lohnanteile aufweisen. Daher wurden zahlreiche Objekte als genau gleiche Zwillingbrücken, oder in mehreren Etappen gebaut. Die Einsparung an Arbeitskräften liegt dabei nicht nur in der Wiederverwendung von Gerüst und Schalung, sondern auch darin, dass die Arbeitsgruppen bei der zweiten und den folgenden Etappen alle erforderlichen Arbeiten und deren Feinheiten genau kennen und daher weniger Zeit benötigen. Durch die häufigere Anwendung von Grossflächenschalungen mit oftmaliger Verwendung konnte ein starker Anstieg der Schalungspreise, der sonst unvermeidlich gewesen wäre, beschränkt werden.

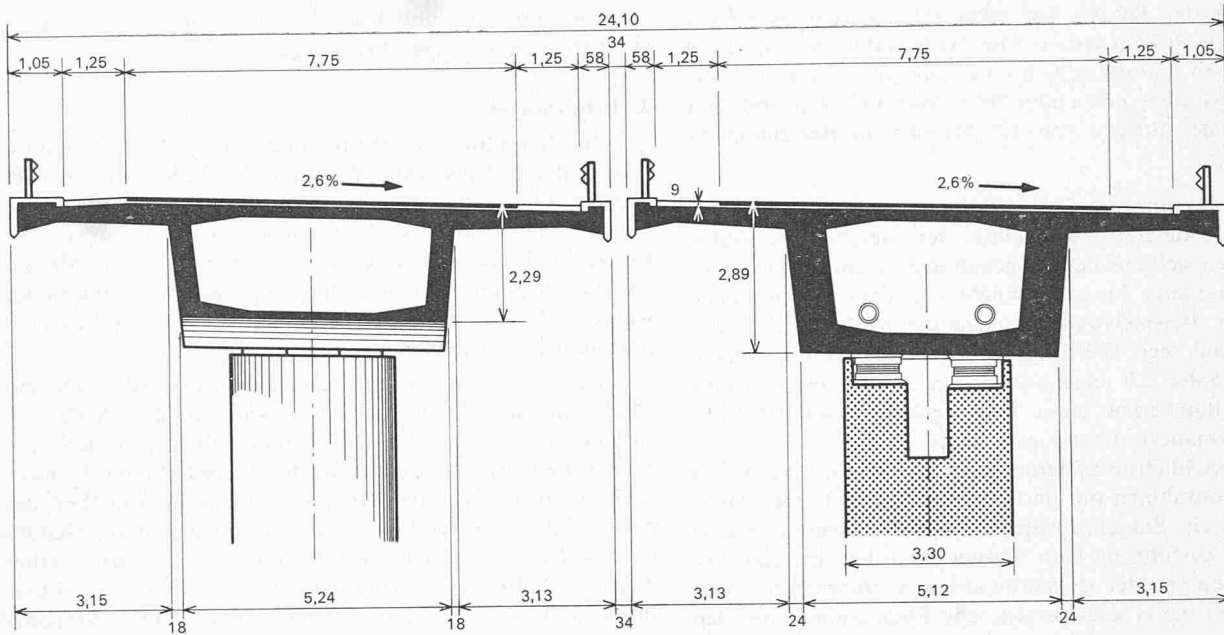
Ein gut geplanter, taktweiser Bauvorgang am Ort führt zu den selben Einsparungen wie die Vorfabrikation, ver-



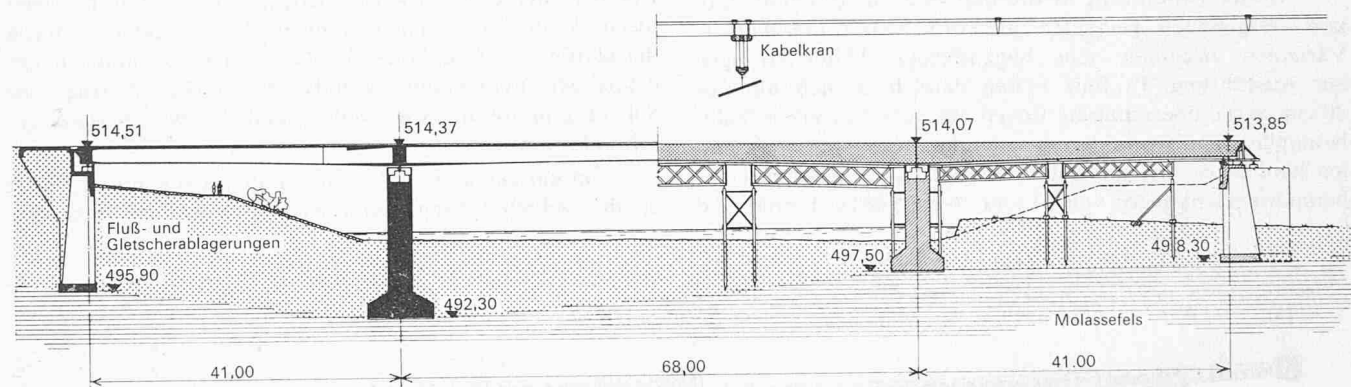
Lützelburgviadukt bei Aawangen. Querschnitt 1:150 durch die Zwillingsträger in Stahlverbundkonstruktion; links in Feldmitte, rechts beim Pfeiler



Lützelburgviadukt bei Aawangen. Links Ansicht, rechts Längsschnitt mit Trägeransicht innen. Massstab 1:1500

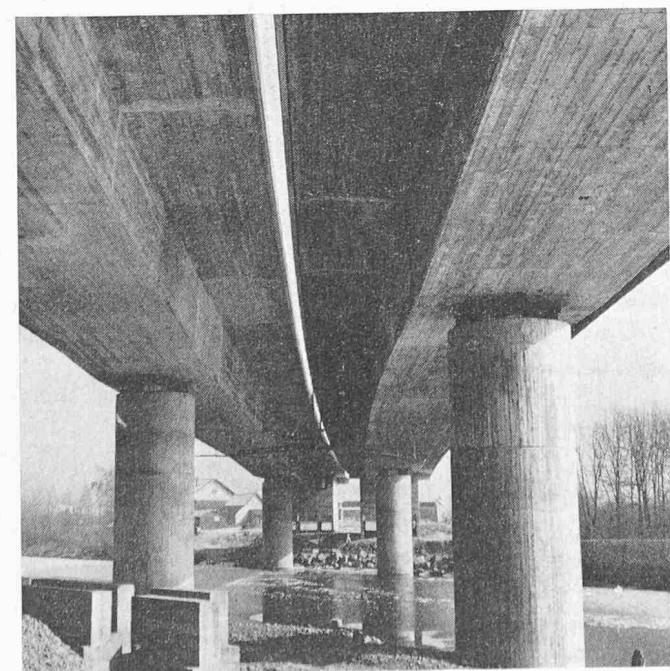


Thurbrücke Felsegg bei Henau. Querschnitt 1:150 durch die Zwillingsträger, je als einzellige Spannbetonhohlkasten ausgebildet

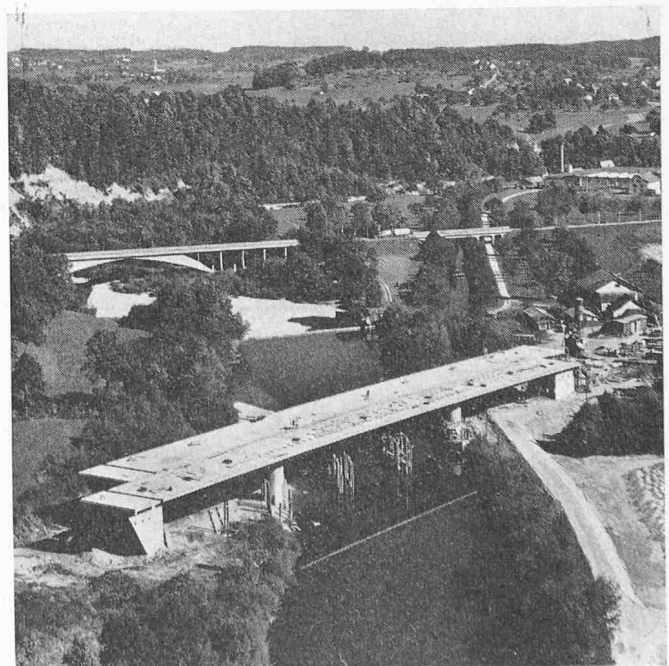


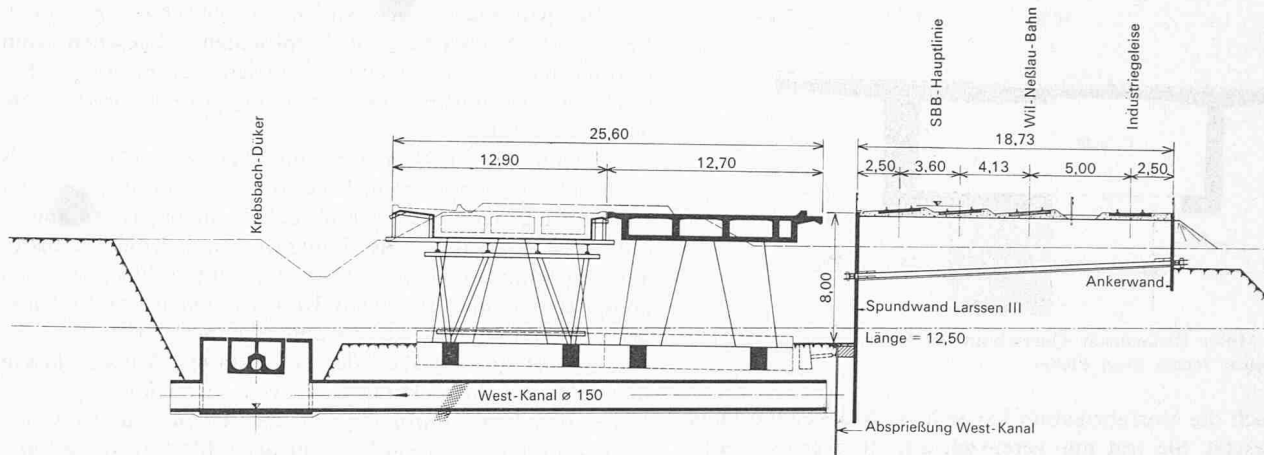
Thurbrücke Felsegg bei Henau. Längsschnitt 1:1000, links fertig, rechts im Bauzustand mit Lehrgerüst

Thurbrücke Felsegg, Untersicht

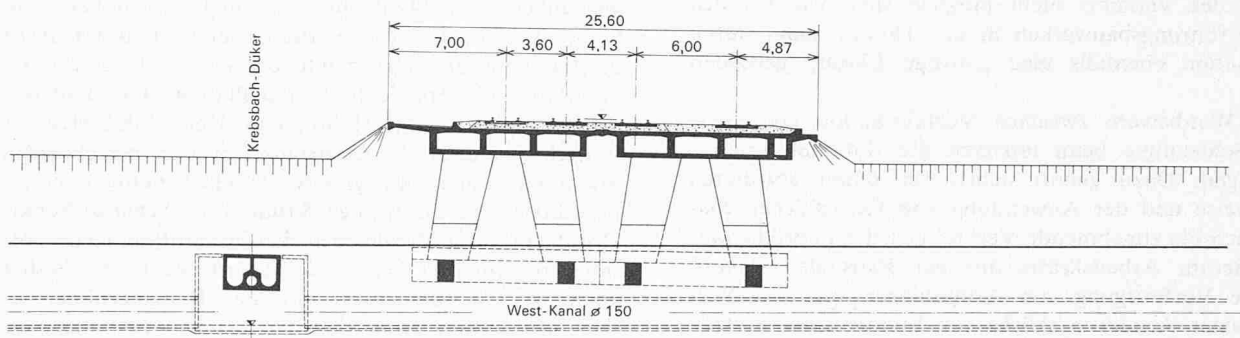


Thurbrücke Felsegg, Gesamtbild im Bauzustand (im Hintergrund die Maillart-Brücke der Kantonsstrasse)  
Photo Comet





Überführung der SBB über die Autobahn in Wil, Querschnitt Ost—West 1:450 im Bauzustand; rechts die provisorisch umgelegten Gleise (Baustellen-Umfahrung)



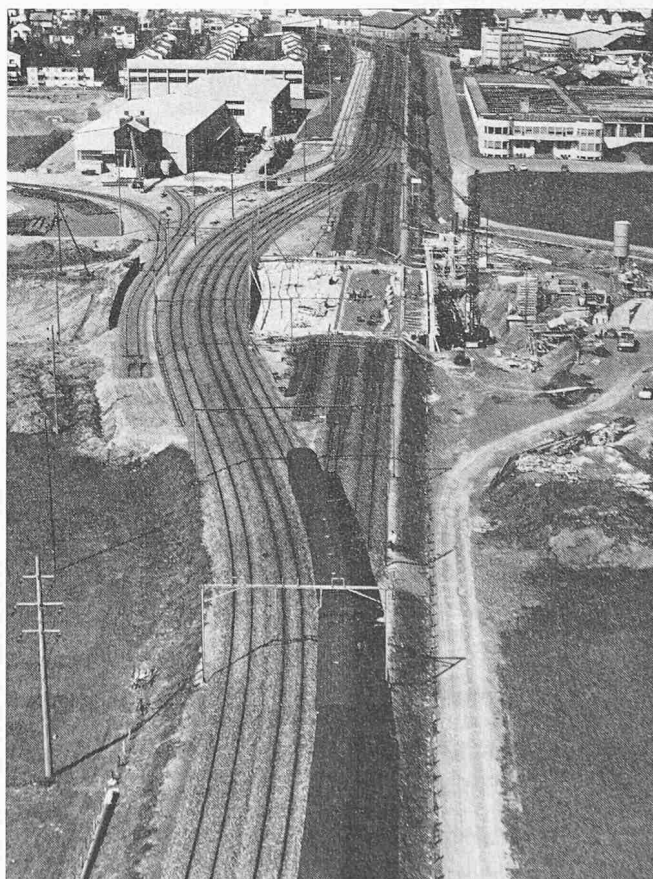
Überführung der SBB über die Autobahn in Wil, Querschnitt 1:450 des fertigen Bauwerks

meidet aber deren Nachteile, insbesondere die geringere Anpassungsfähigkeit an die örtlichen Gegebenheiten. Die Ausschreibung einer Gruppe von sechs Überführungen als Submissionswettbewerb, von denen vier im betrachteten N 1-Abschnitt liegen, führte zu Ortsbetonlösungen.

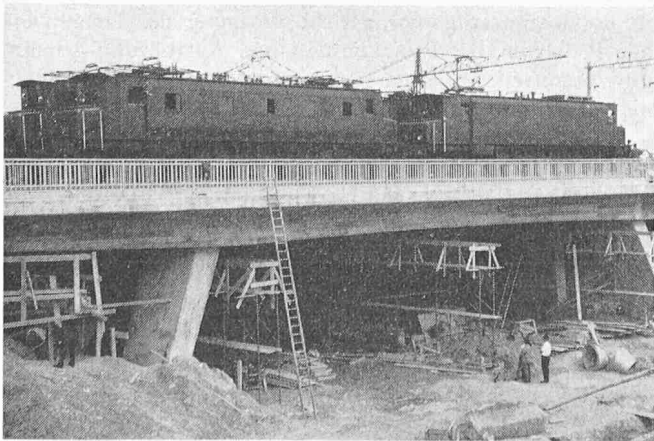
Erstaunlich ist, dass von insgesamt 55 Strassenunterführungen nur drei ASF-Standardtypen zur Ausführung kamen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Wünsche der Gemeinwesen bezüglich Strassenprofil und Linienführung, der man mit individuellen Lösungen auf wirtschaftlichere Weise gerecht wird als mit Standardtypen. Eine vermehrte Anwendung der Standardlösungen setzt voraus, dass bereits der Planer bei den Verhandlungen mit den Gemeinwesen und bei der Strassenprojektierung darauf Rücksicht nimmt.

SBB-Überführung Wil, Gesamtansicht aus Süden (Bahnverlegung)

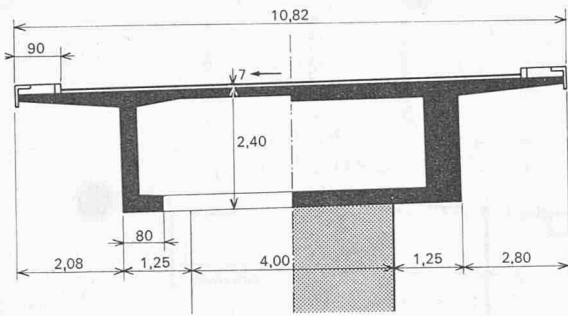
Photo Comet



SBB-Überführung Wil, Belastungsprobe







Viadukt Mühle Rickenbach. Querschnitt des Hauptträgers 1:150, links in Feldmitte, rechts beim Pfeiler

Auch die Vorfabrikation hat sich im Brückenbau nicht durchgesetzt. Sie trat nur vereinzelt auf. Ihre grösste Aussicht auf Anwendung hat sie bei grossen Serien, was sich u. a. beim Bauwerk Tössüberdeckung zeigte. In gewissen Fällen, wenn zum Beispiel Lehrgerüste wegen der Aufrechterhaltung des Verkehrs nicht möglich sind, wie bei den zwei Überführungsbauwerken in der Thurau, kann durch Vorfabrikation ebenfalls eine günstige Lösung gefunden werden.

Der Wettbewerb zwischen Vorfabrikation und Ortsbeton beschleunigte beim letzteren die Rationalisierungsbestrebungen. Dazu gehört neben der schon erwähnten Taktbauweise und der Anwendung von Grossflächenschalungen auch die zunehmende Verbreitung des Fabrikbetons, was wiederum Arbeitskräfte auf der Baustelle einspart, ferner die Vorfertigung von Armierungen und das Versetzen ganzer Armierungskörbe für Fundamente, Stützen und andere Bauteile mittels Kran, weiter das mechanisierte Verlegen der schweren Vorspannkabel. Voraussetzung für die Ausschöpfung solcher Rationalisierungsmöglichkeiten ist eine Projektierung, die nicht nur mit dem Gesamtkonzept, sondern auch mit der Detailbearbeitung darauf abgestimmt ist. Die Bauwerksformen sollen möglichst einfach und klar sein, das Streben nach dem Materialminimum muss zugunsten einer einfachen Ausführung zurücktreten, gewisse stets wiederkehrende Bauteile wie zum Beispiel Konsolköpfe und Fahrbahnränder sollten für alle Brücken verbindlich standardisiert werden.

Bei der Projektierung des Trassees sollte mehr darauf geachtet werden, dass eine rationelle Ausführung der Brücken möglich ist, zum Beispiel durch Anwendung von Kreisbogen statt Klothoiden im Brückenbereich, durch Vermeiden von Variationen der Breite und des Quergefälles. Bei nur geringen Krümmungen hat es der Projektverfasser in der Hand, die Brücke gerade zu bauen und dafür eine geringe Mehrbreite in Kauf zu nehmen, oder die Träger polygonal zu legen und die Krümmung mit einer variabeln Konsolaustragung zu erreichen.

Die Mindestabmessungen der Bauteile sollen unter koordinierter Berücksichtigung der Armierungen, der Spannkabel und Leitungen so gewählt werden, dass überall eine einwandfreie Betonverdichtung mit Tauchvibratoren von 80 mm  $\phi$  möglich ist. Bei zu dünnen Abmessungen, wie sie häufig bei Wettbewerben vorgeschlagen werden, leidet das Bauwerk in der Ausführung, und mit Flickern ist dem Bauherrn nicht gedient. Ebenso ist eine genügende, gut durchdachte konstruktive Armierung wichtig.

Für die Planung der Betonieretappen ist der enge Kontakt zwischen Ingenieur und Unternehmer von grosser Bedeutung. Während der Ingenieur vor allem ein möglichst monolithisches Bauwerk mit wenig Arbeitsfugen anstrebt, hat der Unternehmer grösste Mühe, kurzfristig viele Arbeitskräfte für grosse Betonieretappen auf der Baustelle

zusammenzuziehen. Auch wird es immer schwieriger, diese Leute zur Nachtarbeit zu verpflichten, abgesehen vom Lärmproblem in besiedelten Gebieten. Es müssen daher auch hier vernünftige Lösungen, die allseits befriedigen, gefunden werden.

Damit diese berechtigten, bis jetzt aber in der Praxis noch nicht selbstverständlich gewordenen Forderungen von Unternehmenseite zum Durchbruch kommen, ist es andererseits auch notwendig, dass Bauherren und Projektverfasser aus den Submissionsergebnissen den Unterschied zwischen komplizierten und einfachen Konstruktionen am Einheitspreis ablesen können, was bis anhin kaum der Fall war.

An der grossen Zahl der ausgeführten Brücken lassen sich folgende Entwicklungstendenzen beobachten:

1. Bei den Unterführungen mit Spannweiten in der Grössenordnung von 10 m herrscht der schlaff armierte Ortsbetonrahmen oder die schlaff armierte Platte vor.
2. Bei den kleinen und mittleren Spannweiten, d. h. von 15 m bis gegen 100 m, hat sich der Spannbeton sowohl gegenüber dem Stahlbeton als auch gegenüber dem Stahl durchgesetzt. Das vorherrschende Tragsystem ist die Balkenbrücke. Hier zeigte sich bei der Querschnittsbildung die Entwicklung vom Plattenbalken und von der Hohlplatte zum Hohlkasten. Der Hohlkasten ist statisch der günstigste Querschnitt, weil er bei gleichem Materialaufwand das grösste Trägheitsmoment liefert und ausserdem die infolge Krümmung, Schiefe, Punktstützung und dergleichen häufig auftretenden Torsionsmomente am besten aufnehmen kann. Er besitzt noch weitere gewichtige Vorteile. Demgegenüber ist seine Herstellung, vor allem bei kleinen Bauhöhen, erschwert. Hier hat sich nun, durch etappenweises Vorgehen im Querschnitt (Betonieren des Troges, Ausschalen der Träger, Versetzen von Betonbrettern. Betonieren der restlichen Fahrbahnplatte) eine Entwicklung angebahnt, die wesentlich günstiger ist, als das Ausführen von Hohlplatten mit Blech- oder Schaumstoffhohlkörpern.

Die zur Ausführung gekommenen Unternehmer-Varianten zeigen an, dass von der Ausführungsseite her ein Bedürfnis nach enger Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Unternehmer zur Entwicklung sowohl statisch wie ausführungstechnisch günstiger Lösungen besteht. Andererseits sind diese Varianten sicher auch zu einem grossen Teil der ausserordentlich scharfen Konkurrenzsituationen der letzten drei Jahre zuzuschreiben.

Die erforderliche Ausrichtung der Projektierung auf eine rationelle Ausführung geschieht am besten dadurch, dass der Ingenieur beim Studium der möglichen Systeme im Vorprojektstadium alle in Frage kommenden Ausführungsmethoden durch Kontakte mit Unternehmungen näher abklärt. Nach der Wahl des Systems und der Vergebung ist es zweckmässig, vor der Ausfertigung der Detailpläne alle Probleme, die Projektierung und Ausführung gemeinsam betreffen, in enger Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Unternehmer zu lösen.

Zusammenfassend kann die grundlegende Erfahrung genannt werden, dass immer dann optimale Lösungen erreicht werden, wenn eine enge Zusammenarbeit der beim Brückenbau Beteiligten, nämlich des Strassenplaners, der Oberbauleitung, des Projektverfassers, der örtlichen Bauleitung und des Unternehmers, auf einer Vertrauensbasis und schon vom frühest möglichen Zeitpunkt an stattfindet. Dies gilt nicht nur für den Brückenbau, sondern für alle Bereiche menschlicher Tätigkeit.

Adresse des Verfassers: D. J. Bänziger, Ingenieurbureau, 8002 Zürich, Engimattstrasse 11, und 9470 Buchs SG, Haus Zentrum.