

# Flurwegbrücke aus Holz: Dauerhaftigkeit als Konstruktionsgrundsatz

Autor(en): **Meierhofer, Ulrich / Olivier, René / Peyer, Rolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 38

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76249>

## **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.

# Flurwegbrücke aus Holz

## Dauerhaftigkeit als Konstruktionsgrundsatz

Ulrich Meierhofer, Dübendorf, René Olivier, Dietlikon, Rolf Peyer, Zürich, und Alfred Zbinden, Winterthur

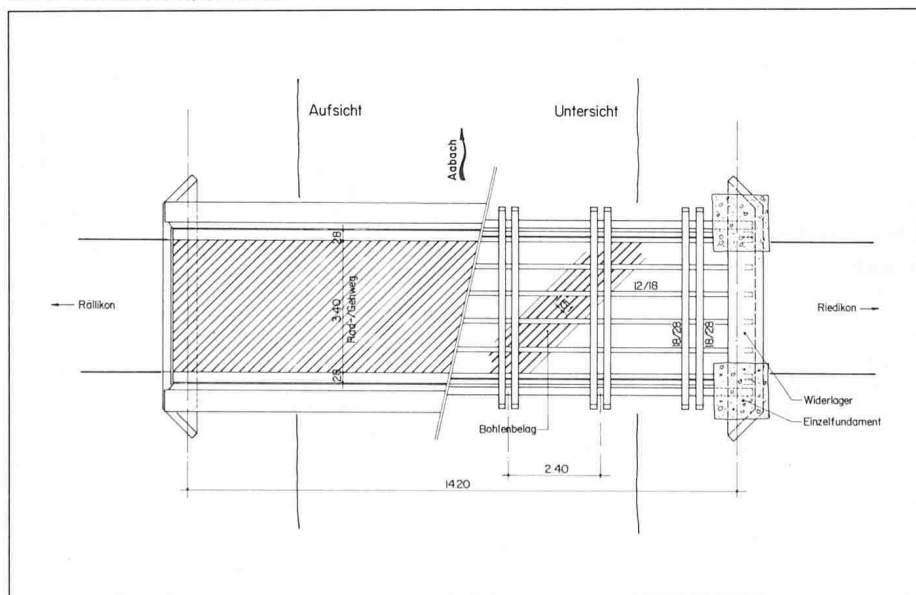
Der Bau von Holzbrücken hat in den letzten Jahren einen erfreulichen Aufschwung erlebt. Dies wurde nicht zuletzt durch die Einführung neuer Verarbeitungstechniken ermöglicht, wie beispielsweise das Imprägnieren von Brettschichtholz. Damit lassen sich, wie es hier ein Beispiel zeigt, unter Berücksichtigung altbewährter Konstruktionsgrundsätze auch gestalterisch neuartige Lösungen finden.

### Voraussetzungen

Südöstlich des Greifensees führt die Verbindungsstrasse von Uster nach Egg durch eine Schwemmebene. Zwischen See und Staatsstrasse entsteht zurzeit neu ein Radweg. Dieser ist Teil des rund um den Greifensee führenden Radweges, den der Kanton Zürich projektiert und zum grossen Teil bereits verwirklicht hat. Zwischen Rällikon und Riedikon führt der Radweg durch ein Naturschutzgebiet, das durch den See und die Staatsstrasse begrenzt ist.

Mitten durch das Naturschutzgebiet fliesst der Aabach, den der Radweg neben der Staatsstrasse auf einer neuerstellten Brücke überquert. Zum Erholungsangebot des Greifenseegebietes zählt auch der Kleinzoo «Silberweid», der in der Nähe liegt und dessen Besucher zum Teil die neue Brücke benützen werden. Die Projektierung hatte auch den landwirtschaftlichen Verkehr zu berücksichtigen, der aus Sicherheitsgründen vorzugsweise den Flurweg und nicht die Staatsstrasse benützt.

Bild 1. Aabachbrücke, Situation



### Weshalb eine Holzbrücke?

Bei der Konzeption der Brücke über den Aabach bildete die optische Einordnung in die Natur- und Erholungslandschaft einen wichtigen Gesichtspunkt.

Eine reine Stahlbetonbrücke schien hier nicht die beste Lösung zu versprechen. Ein früherer Versuch bei einem anderen Objekt mit einem Holzgeländer auf einer Stahlbetonbrücke hatte auch keine befriedigenden Ergebnisse gebracht. Deshalb wurden die Alternativen «reine Holzkonstruktion» und «Mischkonstruktion Stahl/Holz» untersucht. Aus ingenieurmässigen und herstellungstechnischen Gründen erhielt schliesslich die reine Holzkonstruktion den Vorzug. Auch die Tatsache, dass mit der Unterstützung der EMPA-Abteilung Holz eine gute gestalterische Lösung gefunden und die Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit optimiert werden konnten, hat massgeblich zum Entscheid beigetragen.

### Am Projekt Beteiligte

#### Bauherr

Tiefbauamt des Kt. Zürich, Walchetor, 8090 Zürich

#### Bauingenieur

René Olivier, Ingenieurbüro, 8305 Dietlikon

#### Brettschichtholz

Kämpf AG, 5102 Rapperswil

#### Bau- und Zimmereiarbeiten

Lerch AG, 8404 Winterthur

#### Montagekran

(90 t Hydraulikkran), Toggenburger AG, 8404 Winterthur

### Das Projekt

Die schliesslich nach ausgedehnten Studien und Vergleichen ausgewählte Holzvariante hat eine Spannweite von 14,20 m und eine Fahrbahnbreite von 3,40 m (Bild 1), die der Breite des anschliessenden Rad- und Flurweges (einschliesslich Bankette) entspricht.

Die beiden Hauptträger sind aus ästhetischen Gründen in der Mitte um 20 cm überhöht. Sie sind aus Brettschichtholz mit den Querschnittsabmessungen von 20x120 cm hergestellt. Als Querträger und Aufhängepfosten dienen U-förmige Brettschichtholz-Elemente mit stehenden Lamellen, die paarweise in Abständen von 2,40 m angeordnet sind (Bild 2). Diese Elemente dienen auch zur Stabilisierung der beiden Längsträger der Brücke.

Über einer längslaufenden Balkenlage (Querschnitte 12 cm x 18 cm) ist ein Fahrbahnbelag aus 7 cm dicken Bohlen diagonal ausgelegt, um der Brücke die notwendige seitliche Steifigkeit zu verleihen. Als Gleitsicherung erhielten die Bohlen versuchsweise einen Industriebelag aus abgesandetem Kunstharz.

Im Mündungsgebiet des Aabaches ist die Tragfähigkeit des Bodens generell gering. Aufgrund von Rammsondierungen wurden die Widerlager auf Einzelfundamente aus 3 m tiefen Betonfüllungen von Baggerschlitzten abgestellt. Die maximalen rechnerischen Bodenpressungen betragen 100 kN/m<sup>2</sup>. Sollten wider Erwarten grössere Setzungen auftreten, so erlaubt die gute Zugänglichkeit der Brückenlager eine einfache Korrektur durch Anheben einzelner Lager.

Die Dimensionierung der Brücke erfolgte aufgrund der Anforderungen der Norm SIA 60 für Fussgängerbrücken, nämlich für eine gleichmässig verteilte Last von 4 kN/m<sup>2</sup> und eine Einzellast von 10 kN in ungünstigster Stellung. Damit sind auch die Anforderungen berücksichtigt, die sich aus dem landwirt-

schaftlichen Verkehr ergeben. Entsprechend den Anforderungen des Kantonalen Tiefbauamtes war ausserdem die Belastung in Rechnung zu stellen, die eine zweiachsige Schneeräumungsmaschine (20 kN+40 kN) verursacht.

### Dauerhaftigkeit

Die bis vor einigen Jahren verbreitete Zurückhaltung von Behörden, Holz im Aussenbau – insbesondere auch für Brücken – einzusetzen, wurde meist mit der mangelhaften Dauerhaftigkeit des Holzes begründet. Inzwischen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass einerseits auch beim Beton die Dauerhaftigkeit keine selbstverständliche Eigenschaft ist, und dass sich andererseits auch mit Holz dauerhafte Bauwerke erstellen lassen, wenn bestimmte Voraussetzungen und Umstände beachtet werden:

- Geeignete bauliche Konzeption im Hinblick auf die die Dauerhaftigkeit beeinträchtigenden Einflüsse;
- Sorgfältige Detailkonstruktion und Verarbeitung mit Berücksichtigung der materialtechnologischen Gegebenheiten;
- fachmännischer Einsatz der weitreichenden Möglichkeiten des modernen Holzschutzes.

Auf all diesen Gebieten waren in den vergangenen Jahren erhebliche Aktivitäten zu verzeichnen: Einerseits wurden in grösserem Umfang altbewährte Massnahmen des konstruktiven Holzschutzes «reaktiviert», und andererseits wurden in den übrigen Bereichen des Holzschutzes erfolgreich grössere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, wobei insbesondere im Bereich «imprägniertes Brettschichtholz» wesentliche erzielte Fortschritte neue Anwendungsbereiche erschlossen (vgl. Literatur).

Um das Verhalten bzw. die Wirkung und Wirksamkeit der verschiedenen Massnahmen festzustellen und die Erkenntnisse in die Praxis zurückfliessen zu lassen, unterzieht die EMPA in einem Überwachungsprogramm eine grössere Anzahl von Objekten (z. Z. etwa 30) einer langfristigen periodischen Kontrolle. Das älteste Pilotobjekt ist derzeit rund sieben Jahre alt; die Aabachbrücke ist das jüngste Objekt.

### Gestalterischer Holzschutz

In den letzten Jahren sind zahlreiche gedeckte Brücken entstanden, teilweise mit ganz neuen baulichen Merkmalen.

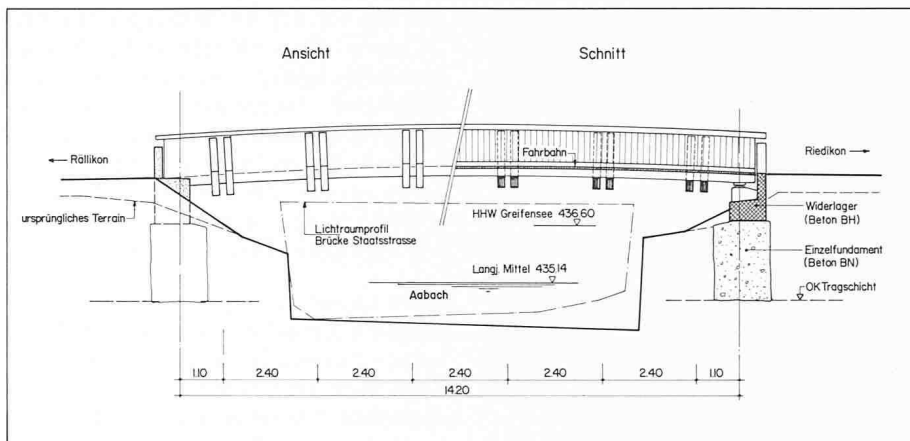
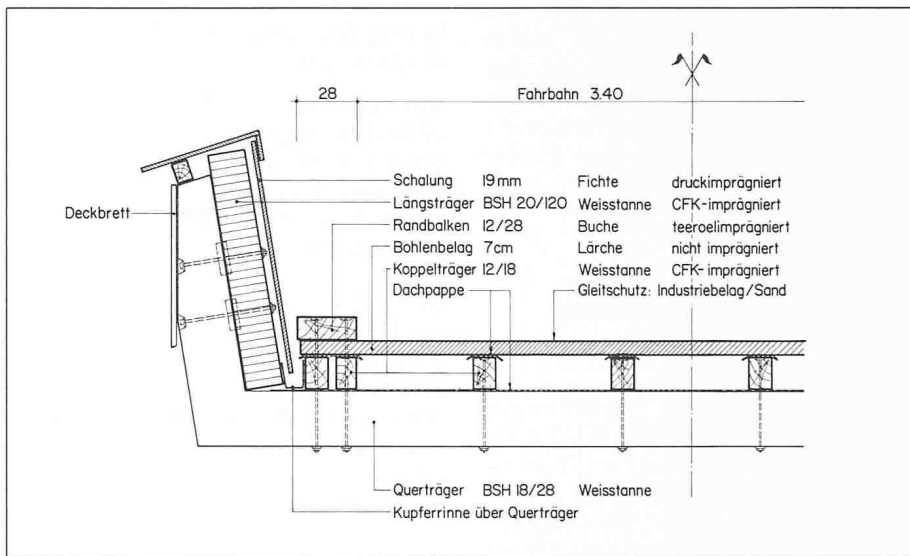


Bild 2. Längsschnitt, Gesamtansicht

Bild 3. Querschnitt, Details



Das Dach, das klassische Beispiel des gestalterischen Holzschutzes im Holzbrückenbau, ist ein äusserst wirksamer Schutz, wie die vielen Jahrhunderte alten Brücken beweisen. Nicht zuletzt aus diesem Grund sah ein erster Entwurf für die Aabachüberquerung eine gedeckte Brücke vor. Schliesslich erhielt aber doch eine offene Brücke den Vorzug, trotz der damit eingeschränkten Möglichkeiten des gestalterischen Holzschutzes. Diese wurden hier allerdings weitgehend ausgeschöpft, was die Aabachbrücke gegenüber andern ähnlichen Projekten auszeichnet. Hinzuweisen ist vor allem auf die seitliche Verkleidung und Abdeckung der Hauptträger (Bild 3) als Schutz vor mechanischer Beschädigung durch die Brückenbenutzer sowie vor Einwirkungen von Niederschlägen und (Sonnen-)Strahlung. Bei Bedarf kann auch nichtqualifiziertes Personal die Schalung mit einfachen Mitteln reparieren.

Das Schrägstellen der Hauptträger bewirkt weitgehenden Schutz der Aussenoberflächen auch ohne Verkleidung. Eine zusätzliche äussere Schalung wür-

de die Hauptträger in unerwünschtem Mass einschliessen bzw. die freie Belüftung verhindern.

Neben der technischen Zielsetzung bringt das Schrägstellen der Hauptträger gestalterisch eine offensichtliche Wirkung: Die Brücke erscheint wesentlich leichter als die üblicherweise sehr schwerfällig «klobig» wirkenden Trogbrücken ähnlicher Konstruktion.

### Detailkonstruktion

Die konstruktiven Schutzmassnahmen sollen den Zutritt des (Niederschlags-)Wassers zum Holz möglichst weitgehend verhindern und vor allem einen möglichst raschen Abfluss des Wassers und rasches Nachtrocknen des Holzes gewährleisten.

Auf eine Brückenentwässerung im Sinne einer gezielten Wasserführung wurde im vorliegenden Fall verzichtet. Das Wasser kann in den Fugen zwischen den Bohlen des Brückenbelags frei ab-

fließen. Der Bohlenbelag ist als Verschleissstück konzipiert; er kann leicht ersetzt werden. Die Brückenteile unter dem Bohlenbelag sind mittels einer Abdeckung aus Dachpappe verhältnismässig gut gegen das abfliessende Regenwasser geschützt.

Besonders kritisch bezüglich Eindringen und Stagnation von Wasser sowie Befeuchtung und Verschmutzung ist üblicherweise der Widerlagerbereich. Dank einer durchdachten Detailgestaltung gelang es, alle kritischen Punkte zu entschärfen.

Zu den detailkonstruktiven Massnahmen gehört auch die gegenseitige Anordnung der übereinanderliegenden Ringdübel, welche die Hauptträger mit den Pfosten verbinden (Bild 3). Der auffällig geringe Abstand der beiden Dübel ergab sich aus der Zielsetzung, die Zwängspannungen infolge differenziellen Schwind- und Quellverformungen zwischen Längsträger und Pfosten möglichst klein zu halten.

### Materialtechnologische und weitere Schutzmassnahmen

Die beschriebenen Vorkehrungen schützen die verschiedenen Brückenteile bereits verhältnismässig gut. Eine zusätzliche Sicherheit geben die im folgenden beschriebenen Massnahmen, wobei eine Quantifizierung der Schutzwirkung – nach der gelegentlich gefragt wird – allerdings nicht möglich ist.

Sämtliche Brettschichtholzbauteile, d. h. Längsträger und Querträger/Pfosten, bestehen aus Weisstannenlamellen,

die vor der Verleimung mit CFK-(Chrom-Fluor-Kupfer-) Schutzsalz druckimprägniert wurden. Druckimprägnierte Weisstanne – allerdings Massivholz – wurde auch für die längslaufende Balkenlage verwendet. Weisstanne wurde der üblichen Rottanne (Fichte) wegen ihrer wesentlich besseren Imprägnierbarkeit vorgezogen.

Noch besser zu imprägnieren ist allerdings Buchenholz, wie es für die Randbalken verwendet wurde. Buchenholz weist auch eine erheblich grössere mechanische Festigkeit auf, so dass Aufprallstösse von Fahrzeugen unbeschadet aufgenommen werden können. Für das Buchenholz wurde eine Teerölimprägnierung gewählt, die eine beachtliche Feuchteschutzwirkung und Stabilisierung des «unruhigen» Buchenholzes gewährleistet.

Aus verschiedenen Möglichkeiten wurde Lärchenkernholz für den Fahrbahnelag gewählt. Lärchenholz ist verhältnismässig dicht und damit abriebfest, und es weist (nicht imprägniert) relativ gute biologische Beständigkeit auf.

Schliesslich wurde auch die Schalung aus Fichtenbrettern mit CFK druckimprägniert, wobei in einer zweiten Imprägnierstufe das Holz mit einem entsprechenden Pigment bis auf eine gewisse Tiefe braun eingefärbt wurde, so dass sich ein nachträglicher Farbanstrich erübrigte.

Verhältnismässig grosszügige – d. h. entsprechend wirksame – Oberflächenbehandlungen erhielten die Brettschichtholzbauteile, die beim Hersteller mit einem einfachen Anstrich von «Xyladecor» und nach dem Abbund

mit einem zweiten Anstrich «Xyladecor» und zwei Schichten «Xylatop» versehen wurden. Ein solcher Aufbau ergibt eine beachtliche Schichtdicke von schätzungsweise  $60 \mu\text{m}$ . Die dampfbremsende Wirkung reduziert Schwind- und Quellungsbewegungen stark und verhindert Rissbildungen weitgehend, solange die Oberflächenbehandlungsschicht intakt ist.

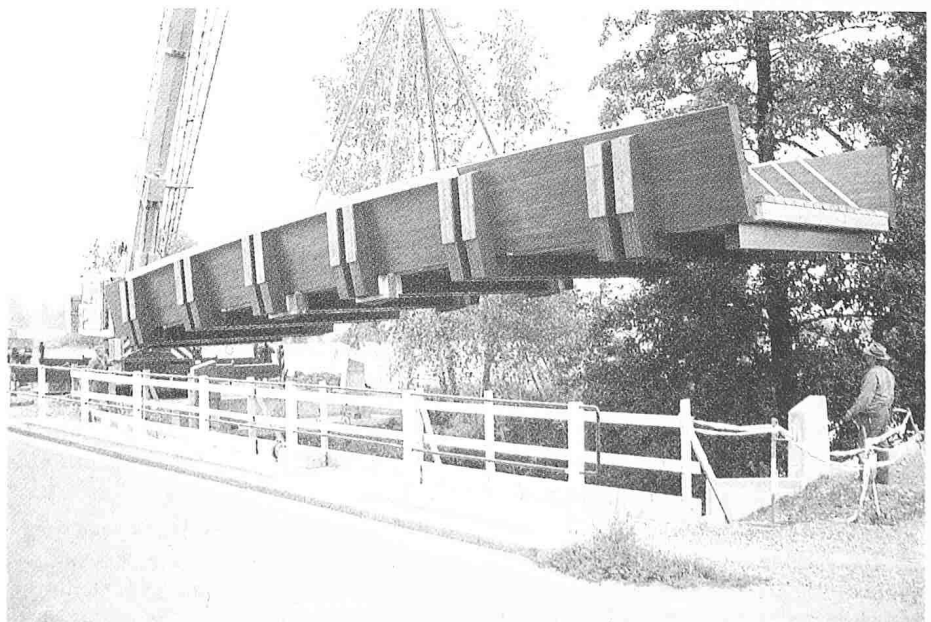
### Fabrikation – Transport – Montage

Im Gegensatz zu andern Bauweisen spielen im Holzbau fabrikationstechnische Möglichkeiten bzw. Einschränkungen eine grosse Rolle. Im vorliegenden Fall erwies es sich als sehr fruchtbar, dass der Hersteller der Brücke schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt auf die Gestaltung Einfluss nehmen konnte. Intensive Diskussionen führten zu einem Kompromiss, der auch die Randbedingungen der Fabrikation berücksichtigte.

Einschränkungen ergaben sich z. B. aus den beschränkten Fabrikationsmöglichkeiten der U-förmigen Querträger aus Brettschichtholz, welche die Firma Kämpf in Rapperswil ebenso wie die Längsträger herstellte.

Nicht zu unterschätzen sind die Lieferfristen für spezielle Produkte, wie sie in diesem Fall vorgeschrieben wurden: Für das Brettschichtholz aus druckimprägnierten Weisstannenlamellen waren nicht weniger als drei Monate ein-

Bilder 4 und 5. Einbau der Aalachbrücke am 2.9.1986 mittels Hydraulikkran



zuräumen, und auch das übrige (Konstruktions-)Holz beanspruchte infolge spezieller Auslese und zusätzlicher Behandlung überdurchschnittlich viel Zeit. Offensichtlich kommt der sonst übliche Vorteil von Holzkonstruktionen – die kurzfristige Realisierung – bei Projekten wie dem vorliegenden nicht zum Tragen.

Zwei Montagevarianten wurden untersucht, eine mit Abbund im Werkhof und Montage an Ort und Stelle mit einem kleinen Hydraulikkran und eine zweite mit Montage im Werkhof, nächtlichem Strassentransport und Versetzen der Brücke mit einem grossen Hydraulikkran auf die vorbereiteten Widerlager. Die zweite Variante erwies sich eindeutig als günstiger. Um Beschädigungen der Schalung zu vermeiden, wurde diese – wie auch die Randbalken – erst nach dem Versetzen der Brücke angeschlagen.

Dank minutiöser Planung erfolgten Transport und Versetzen der 10 t schweren Brücke ohne Friktionen, und die abschliessenden Arbeiten beanspruchten lediglich zwei Tage (Bild 4).

## Schlussbemerkungen

Die Realisierung des Objekts Aabachbrücke war in der konzeptionellen wie auch in der Herstellungs- und Montagephase geprägt von einer optimalen Zusammenarbeit zwischen auftraggebender Behörde, Ingenieur, Unternehmer und Holzspezialist. Das auf diese Weise erzielte Resultat überzeugt ästhetisch und technisch; es kann weiteren ähnlichen Projekten den Weg ebnen.

Adressen der Verfasser: *U. Meierhofer*, Abt. Holz, EMPA, Überlandstrasse 129, Dübendorf, *R. Peyer*, Kreisingenieur IV, Tiefbauamt des Kt. Zürich, Walcheter, 8090 Zürich, *R. Olivier*, Bauingenieur HTL, Hörnliweg 5, 8305 Dietlikon, *A. Zbinden*, Lerch AG, Scheideggstr. 30, Winterthur.

## Literatur zum Thema

*Kropf, F., Sell, J.* Wetterbeanspruchte Bauten aus Brettschichtholz – Untersuchungen und Erfahrungen in der Schweiz. Bauen mit Holz 86 (1984) 7, S. 474–480; Französische Fassung: Construction en bois lamellé-collé – Expériences en Suisse. Chantier Suisse 16 (1985) p. 341–346.

*Meierhofer, U.* Wetterbeanspruchte Holzbauteile. Schweizer Ingenieur und Architekt 98 (1980) H. 8, S. 151–156.

*Meierhofer, U., Sell, J.* Mängel und Schäden an wetterbeanspruchten Brettschichtholzbauwerken. In: Baumängel, Behebung und Vorbeugung. Dok.-Reihe Forum «Mängel und Qualität im Bauwesen», Bd. 5: Kriechen, Schwinden, Quellen im Hochbau. Bauverlag Zürich 1982, S. 53–83 (deutsche und französische Fassung).

*Meierhofer, U.* Bewitterungsversuche an imprägniertem Brettschichtholz. Forsch. u. Arbeitsberichte der EMPA-Abt. Holz, Nr. 115/9, Dübendorf 1985.

*Sell, J., Meierhofer, U., Graf, E.* Zur Dauerhaftigkeit von Holzbauteilen – Bautechnische und holztechnische Gesichtspunkte. SAH-Bulletin 9 (1981) 2, S. 1–18.

*Sell, J.* Rissbildungen bei wetterbeanspruchten Brettschichtholzbauwerken – konstruktive, oberflächentechnische und imprägniertechnische Massnahmen zu ihrer Vermeidung. Holz-Zbl. 109 (1983), S. 645–646.

## Fahrt in die Zukunft – mit den SBB

Von Bern über Spiez, Brig, Vernayaz nach Lausanne und Genf zeigten die SBB kürzlich ihre Leistungsfähigkeit, den heutigen Stand und die Ziele von morgen. Generaldirektor H. Eisenring und leitende Mitarbeiter der SBB-Generaldirektion begleiteten die Fahrt und illustrierten an verschiedenen Orten die Bestrebungen der SBB auf dem Weg zur Bahn 2000.

Schwerpunkte bestehen einerseits in der Zusammenarbeit mit den Privatbahnen und mit Handel und Industrie und andererseits in der Verbesserung des Rollmaterials, publikumsfreundlicher Anlagen und Fahrpläne.

Das Ziel: mehr Marktanteile und mehr Kunden dank attraktiver Angebote und gezielter Leistungssteigerung.

### Zusammenarbeit mit Handel und Industrie

Bei der Firma Autelca in Gümligen stellte *Josef Egger*, Leiter der Abt. Informatik das neue SBB-Konzept der Automation und Informatik vor. Die neu geschaffene Stelle für Informatik prüft alle Möglichkeiten, mittels EDV Arbeitsabläufe zu rationalisieren und den Kundendienst zu verbessern. So wurden Billetautomaten (Bild 1) beschafft, und in Zusammenarbeit mit der Autelca wird ein neues, computerisiertes System der Billetausgabe an den Schaltern ausgearbeitet.

Auch die Fahrplangestaltung und Koordination soll mit Hilfe der EDV erleichtert und verbessert werden. Diese Neuerungen bilden die Basis für ein Auskunftssystem, mit dessen Hilfe das SBB-Personal die Kunden

rasch und aktuell informieren und auch Preisänderungen kurzfristig vornehmen kann.

Zudem stehen für die Bahn-Infrastruktur folgende Informatiksysteme bereits im Einsatz oder in Entwicklung:

- Konstruktionssysteme für den Leitungsbau, die CAD-(computer aided design) Techniken anwenden,
- eine Datenbank mit einem Inventar aller festen Anlagen wie Brücken, Tunnels, Geleiseanlagen,
- ein Überwachungssystem für die Einhaltung von Projektkrediten,
- ein System für die Planung von Unterhaltsarbeiten am Geleiseoberbau.

Alle diese Einrichtungen und Bestrebungen sind Voraussetzung für die Realisierung der Bahn 2000.

### Zusammenarbeit mit Privatbahnen

Waren die SBB und die Privatbahnen früher, als der meiste Verkehr noch über die Bahn abgewickelt wurde, mehr oder weniger starke Konkurrenten, die ihr eigenes Territorium regierten und verteidigten, so ist heute eine gute Zusammenarbeit lebensnotwendig und im Vordergrund: Ein gesamtschweizerisches Angebot für eine Leistung als Ganzes mit durchgehender, möglichst einfacher Preisgestaltung; so will es der Kunde.

Nach der Fahrt von Spiez nach Brig mit der BLS (Bern–Lötschberg–Simplon-Linie) erläuterte deren Direktor Otto Käppeli die wichtigsten Punkte der Zusammenarbeit mit den SBB:

Bild 1. Elektronisches Schaltergerät ESG (Bild Autelca AG)

