

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 4

Artikel: Europäische Hochtechnologie beim Gleisbau: 19. Internationale Gleisbaumaschinen- und Geräteausstellung in Zürich, 8.-10.5.1990
Autor: A.B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85884>

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: 06.02.2025

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

kreativen Leistung stehen wird, sondern jenes des besonderen Einfühlungs- und Problemlösungsvermögens unter wesentlich erhöhten Randbedingungen. Die wohl heikelste Phase ist nicht die ureigene Architektur- und Ingenieurleistung, sondern die vorausgehende der Klärung des rechtlich Zulässigen, des Erforderlichen und des Vertretbaren und des allseits befriedigend Realisierbaren.

Aus der Erfahrung heraus kann nicht genug betont werden, wie wichtig, wie zeitraubend und entscheidend diese Vorphase der rechtlichen Klärung sein wird, sei es im Umgang mit der Denkmalpflege, sei es mit den Baubewilligungsbehörden der Gemeinde, allenfalls des Kantons, möglicherweise hineingetrieben in langwierige Rekursverfahren und zivile Bauprozesse, allenfalls belastet mit Alternativplanungen für Neubauten, Auskernungen, Fassadenrekonstruktionen usw. Nirgends wie hier zeigt sich so deutlich der Zusammenhang zwischen Architektur- und Ingenieurarbeit auf der einen und der rechtlichen Klärung auf der andern Seite. Die «Problemlösung auf der grünen Wiese» ist demgegenüber verhältnismässig einfach, auch wenn es an ju-

ristischen Hürden nie fehlen wird. Stimmen Zonierung und Erschliessung und hält sich das Bauvorhaben an die Bauvorschriften, so ist in diesem Fall der Weg, wo es langgehen soll, erkennbar und einigermassen berechenbar. Beim Umgang mit bestehenden Bauten ist dem nicht so, auf alle Fälle dann nicht, wenn die Baute nicht minimalistisch unterhalten, sondern Objekt einer Bauherren-, Architekten- und Ingenieurleistung werden soll, also vom Ziel her angegangen wird, die bestehende Baute von der Art und Intensität her (als Beitrag an die Siedlungsqualität) optimal zu nutzen - und erst noch marktkonform.

Forschungsgegenstand

Diese kurzen Ausführungen aus der Sicht eines Juristen, mitgetragen vom Wissen über die wirtschaftliche - das heisst in diesem Fall sowohl bau- als auch volkswirtschaftliche - und raumplanerische Bedeutung des Umganges mit der bestehenden Bausubstanz, dürften aufgezeigt haben, dass es sich lohnen müsste, sich nicht nur mit neuen

Bauten und Anlagen, sondern auch mit den bestehenden zu befassen. Der vorhersehbare Erkenntnisgewinn lässt sich abschätzen, allein schon aus der Tatsache, dass bei der Beschäftigung mit den baulichen Problemen der bestehenden Bauten alle Probleme noch enger zusammenrücken, von der Raumplanung über die Rechtsfragen bis zur Architektur- und Ingenieurleistung, gleichsam an einem einzigen Objekt - und doch eingebunden in die Aufgabe der Mehrung der Siedlungsqualität. Das neue Impulsprogramm «BAU - Erhaltung und Erneuerungen (1990-1995)» [27] kann wesentlich werden. Aber abgesehen davon ist es Aufgabe der Wissenschaft und des Gesetzgebers, rechtliche Voraussetzungen zu schaffen, damit die Probleme beim Umgang mit der bestehenden Bausubstanz nicht grösser sind als bei Neubauten auf der grünen Wiese [28].

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *Martin Lendi*, Rechtswissenschaft, ETH Zürich, 8092 Zürich.

Europäische Hochtechnologie beim Gleisbau

19. Internationale Gleisbaumaschinen- und Geräteausstellung in Zürich, 8.-10.5. 1990

Der Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure (VDEI) verlegte die alle drei Jahre durchzuführende Ausstellung 1990 von Frankfurt/Main nach Zürich. Die fast 90 Aussteller aus zwölf Ländern Europas und aus Übersee zeigten die neuesten technischen Entwicklungen der Baumaschinen und Geräte, der Fahrwegkonstruktion und Fahrwegsicherung, der Mess- und Auswertetechnik und zahlreiche Spezialfahrzeuge auch der verwandten Fachbereiche [1, 2] - mit einem Gesamtwert der Exponate von über 150 Mio. Fr.

Diese grösste und in ihrer Art wohl einmalige Demonstrationsschau fand dieses Mal in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft der Ingenieure der Schweizerischen Bundesbahnen (GdI) und dem Verband der Ingenieure und Architekten HTL der Schweizer Bahnen (VIA/AIA) sowie unter dem Patronat von SBB-Kreisdirektor Dr. *Gregor Beuret* statt.

Bei dieser Gelegenheit wurde den Besuchern der Leistungsschau der europäischen Gleisbauer noch vor der Inbetriebnahme der S-Bahn Zürich [3-5] eindrucksvoll vorgeführt, was im HB Zürich und Umgebung für die Kunden der Bahn gebaut worden ist. Als Ausstellungsgelände diente die 5000 m² grosse S-Bahn-Abstellanlage mit 4000 m Gleisen in Zürich-Herdern;

zwischen den beiden Haltepunkten der Ausstellung und dem Hauptbahnhof Zürich (tief) pendelten Sonderzüge.

Die SBB zeigten ihre neuesten S-Bahn-Doppelstockwagen; ausserdem entsandten die Deutsche Bundesbahn (DB) ihren Intercity-Express (ICE) und die Französischen Staatsbahnen (SNCF) ihren neuesten Hochgeschwindigkeitszug, den TGV Atlantique, nach Zürich, um auf die Modernität des schnellen und bequemen Reisens aufmerksam zu machen. Kein Wunder ist deshalb die grosse Zahl von über 20 000 Fachbesuchern und Eisenbahnfreunden, die aus über 60 Ländern aus Europa, dem Fernen Osten (Japan, Korea, Taiwan, China, Singapur, Indien und Australien), Nahost (Irak, Iran), Südafrika und Übersee (USA, Kanada, Südamerika) kamen, um hier die technischen Möglichkeiten des Neubaus und der Unterhaltung der Eisenbahngleise, des Schotterbettes und des Bahnkörpers und deren Wirtschaftlichkeit, aber auch die Präzision und grosse Geschwindigkeit der Arbeitsabläufe vorgeführt zu bekommen.

Eröffnung

Der Zentralpräsident der GdI, dipl. Ing. *Reto Danuser*, wies bei der Eröffnung der Ausstellung und der Pressekonferenz im Informationszentrum der S-Bahn im HB Zürich auf die Bedeutung der Schweiz als Transitland im Herzen Europas hin. Da die nationalen Grenzen in einem zu neuen Ufern aufbrechenden Europa mehr und mehr fallen werden, müssen sich auch die traditionell auf Eigenständigkeit bedachten Schweizer dieser Entwicklung anschliessen. Für die Bahningenieure bedeutet diese Entwicklung keinen neuen Weg, denn sie verbindet traditionell ihr Beruf über alle nationalen Grenzen hinweg. Diese Solidarität sollte für das Transportsystem Eisenbahn genutzt werden, damit es erfolgreich im Wettbewerb des europäischen Verkehrsmarktes bestehen kann. Dazu haben der VDEI und die beiden Schweizer Eisenbahningenieurvereinigungen VIA und GdI mit dieser Ausstellung und der Vortragsveranstaltung «Europäische Hochleistungstechnologie beim Gleisbau» – darüber wurde in Nummer 41 vom 11. Oktober 1990, Seiten 1170–1172, berichtet – als Veranstalter beigetragen, denn die zahlreichen persönlichen Begegnungen und neue Bekanntschaften zwischen den Ingenieuren werden sicher die Zusammenarbeit zwischen den Bahnen erleichtern und festigen.

Künftige Aufgaben der SBB in Europa

Anschliessend berichtete der Generaldirektor der SBB, dipl. Ing. *Claude Roux*, über die «Zukünftigen Bauaufgaben der SBB im Hinblick auf ihre Eingliederung in das europäische Eisenbahnnetz». Politische Anforderungen und strategische Ausrichtungen führten bei den SBB neben den ordentlichen Investitionen zu den grossen Zukunftsprogrammen

- Bahn 2000 (besser Bahn und Bus 2000) [6] mit landesweit besserer Einbindung des Regionalverkehrs in den Fernverkehr, schlanken Übergängen in den Knotenpunkten und Taktverkehr – dafür u.a. Neubau von vier Eisenbahnstreckenabschnitten (117 km; 200 km/h),
- Huckepackkorridor auf den beiden Berglinien über Gotthard und Lötschberg für den Kombinierten Verkehr und die Rollende Landstrasse (1,5 Mia. Fr. Investitionen) für 10,5 Mio. t Fracht ab 1993 als Übergangslösung bis zur NEAT und
- die Neue Eisenbahnalpentransversale (NEAT) [7-10] mit Neubau von 130 km Strecken und 90 km Alpenbasistunnel (10 Mia. Fr.; 2015).



Bild 1. Schnellumbauzug (SUM-Q) der DR

Da die Investitionen (einschliesslich Fahrzeuge) durch Vorgabe des Bundesrates für die Jahre 1991 bis 1995 auf jährlich 1,55 Mia. Fr. nominal begrenzt sind, müssen Prioritäten gesetzt werden. Dies bringt erhebliche Probleme für die normalen Unterhaltungs- und Erneuerungsaufgaben. Es darf nicht mehr in Bahnanlagen investiert werden, wo Umstellungen auf den Autobus zweckmässiger sind, zu hohe Standards sind zu reduzieren, und der nationale und internationale Wettbewerb unter den Anbietern ist voll auszuschöpfen.

Nach Dipl.-Ing. *Josef Windsinger*, Vorsitzender des VDEI, erfordert die neue Eisenbahnevolution in Europa zum Ausführen der gigantischen Investitionen grosse Anstrengungen der Eisenbahnverwaltungen und der Bauindustrie, der Bauunternehmen und Baumaschinenhersteller beim Gleisbau und der Gleiserhaltung. Die qualitativen Anforderungen sind wegen der höheren Fahrgeschwindigkeiten gestiegen, und die Zugpausen wurden infolge stärkerer Streckenauslastung immer kürzer. Hier hilft nur neue Technologie bei den Oberbaumaschinen und -verfahren. Die Ausstellung zeigte deutlich die Anstrengungen der Industrie, einem hohen Qualitäts- und Innovationsanspruch gerecht zu werden.

Gleisbaumaschinen

Bei den wirtschaftlichen Zwängen der meisten Eisenbahnen wird von allen angestrebt, durch weitergehende Mechanisierung die Kosten weiter zu senken und bei möglichst geringem Aufwand höchste Arbeitsqualität zu erreichen; gleichzeitig soll die Verfügbarkeit des Fahrwegs durch Verringern der durch Baumassnahmen bedingten Betriebsbehinderungen gesteigert und bei wirtschaftlichem Sicherungsaufwand die Arbeitssicherheit erhöht werden. Ausserdem besteht die Forderung, den Umwelt- und Arbeitsschutz hinsicht-

lich Arbeitsgeräusche, Abgas- und Staubemissionen und Schwingungen zu verbessern. In Europa ist ein Netz von über 30 000 km Neu- und Ausbaustrecken für den Hochleistungsschienenverkehr im Entstehen; ausserdem sind vorhandene Eisenbahnstrecken höheren Geschwindigkeiten und grösseren Achslasten anzupassen. Entsprechend sind neue Arbeitsverfahren zu entwickeln und die Gleisbaumaschinen den neuen und höheren Anforderungen anzupassen. Auf einige Gleisbaumaschinen und Geräte wird näher eingegangen.

Gleisumbau

In Europa hat sich für den Umbau hochbelasteter Gleise das Arbeiten im Fließverfahren wegen der höheren Arbeitsgeschwindigkeit und geringeren Betriebsbeeinträchtigung durchgesetzt. Für den Gleisumbau bei der DB in Sperrpausen von nur 4 bis 6 Stunden wurde ein Maschinensatz mit Umbauleistungen von 1500 m/Schicht für etwa 600 m/h Vortriebsgeschwindigkeit und kurzen Ein- und Ausfädelzeiten so entwickelt, dass das umgebaute Gleis nach maschineninterner Messung und Aufzeichnung ohne nachfolgende Stopparbeiten sogleich mit 70 km/h befahren werden kann. Aus der an die Deutsche Reichsbahn (DR) gelieferten Schnellumbaumaschine (Bild 1) wurde ein Maschinensatz mit insgesamt 109 m Länge und 320 t Eigengewicht entwickelt; 175 kW Motorenleistung sind für die Altschwellenförderereinrichtungen und 475 kW für die Schotterpflüge, Vorkopfverdichter, Mess- und Aufzeichnungseinrichtungen für die Gleislage hinsichtlich Richtung, Verwindung und Gleisabsenkung sowie je 150 kW für die zwei Portalkräne installiert.

Weichen- und -neubau

Dabei werden vollständig montierte Weichen und bis 180 m lange Gleisjo-



Bild 2. Zweiwegefahrbare Gleis- und Weichenbaumaschine (WM-26)



Bild 3. Hochleistungs-Bettungsreinigungsmaschine (RM-800)



Bild 4. Planumsverbesserungsmaschine (PM 200)

che mit entsprechenden Maschinen- und Gerätesätzen ein- und ausgebaut (Bild 2) – neuerdings auch Weichen auf Betonschwellen. Sie bestehen aus Weichenhebern, Fahrgestellen, Hilfsfahrbahnen und Rampenteilen für das Überbrücken der Baulücken. Mit Laser-Steuerungen lässt sich das Heben, Senken und seitliche Ausrichten der Weichenheber synchronisieren und der Personaleinsatz verringern. Bei einem anderen Weichenumbausystem übernehmen zwei Hydraulikkranne mit Teleskopausleger bis zu 26 m lange und 19 t schwere Weichenteile mit Hilfe einer 20 m langen Traverse; dabei ist der Transport der Weichenteile hochkant innerhalb der Breite des Lichtraumprofils möglich.

Bettungsreinigung

Vor oder nach dem Gleisumbau mit Schnellumbaumaschinen ist die Bettungsreinigung durchzuführen. Leistungsfähige Bettungsreinigungsmaschinen (Bild 3) benötigen nur kurze Ein- und Ausbaueiten und haben eine von 3,50 bis 5,00 m kontinuierlich veränderbare Räumbreite, unabhängig vom Verschmutzungsgrad eine hohe Reinigungsleistung und gute Gleisrostablage; sie verfüllen und verdichten den Schotter sowie messen und dokumentieren verschiedene Arbeits- und Gleislageparameter. Neu ist die Ausstattung mit einer Staubbinder-Sprüheinrichtung mit Wasserbehälter (5000 l). Dazu kommen Messsysteme zum automatischen Steuern der verschiedenen Arbeitseinrichtungen mit Bordrechner sowie Aufzeichnung der Arbeitsparameter und der hergestellten Gleislage. – Nach dem gleichen Prinzip arbeiten moderne leistungsfähige Planumsverbesserungsmaschinen (Bild 4).

Schotterverteilung

Zum Einschottern des Gleises nach Neu- und Umbau, Verteilen von Neuschotter vor Gleisdurcharbeitungen und Herstellen des Regelbettungsquerschnitts nach Nivellier-, Richt- und Stopfarbeiten werden Schotterplanier- und -profiliermaschinen eingesetzt. Sie besitzen arbeitsrichtungsunabhängige Seitenpflüge, einen Mittelpflug und eine Schotterkehrreinrichtung sowie einen Silo zum Zwischenspeichern von Schotter. Manche haben zusätzlich einen zweiten Führerstand. – Neu ist eine Schotterplanier- und -profiliermaschine mit senkrecht und waagrecht hydraulisch verstellbaren Flankenpflügen (Flankenwinkel 0° bis 45°), die bei automatischer Ausschwenkbegrenzung auch im Mittelkern mehrgleisiger Strecken arbeiten können (Bild 5); mit dieser Maschine kann auch der Randweg bearbeitet und das Einschottern

des bei Schnellfahrstrecken der DB in Gleismitte liegenden Linienleiters verhindert werden. Zum Bearbeiten des Schotters in Weichen erhält diese Maschine (Bild 5) eine andere Kehranlage und umstellbare Schotterleiteinrichtungen.

Nivellieren, Richten und Verdichten

Damit die geforderte Gleislage erreicht und möglichst lange erhalten bleibt, müssen die Gleise und Weichen nach dem Ein- und Umbau und bei einer Durcharbeitung in die geforderte Höhen- und Seitenlage gebracht und der Schotter unter, zwischen und vor den Schwellen entsprechend verdichtet werden. Dies wird mit Hilfe von modernen Stopfmaschinen (Bild 6) mit programmgesteuerten Arbeitsabläufen auch der Nivellier- und Richtanlage und der Stopfvorrichtungen erreicht; dadurch werden diese Arbeiten beschleunigt und von Personaleinflüssen unabhängiger und die Arbeitsqualität verbessert. Eine Weiterentwicklung der Geometrie-Verstellwert-Automatik (GVA) ist der Automatische Leit-Computer (ALC) für den Einsatz in Hochleistungsstopfmaschinen (Bild 7); er übernimmt ein Programm für die automatische Führung der Stopfmaschine nach der Sollgeometrie, die entweder über eine extern erarbeitete Diskette oder durch Eingabe von Hand eingespeist und graphisch dargestellt wird. Nach einer Messfahrt wird nach dem Gleisgeometrieoptimierungsprogramm unter Berücksichtigung von Zwangspunkten und Zusatzbedingungen die Gleissollage optimiert und graphisch dargestellt. Bei der Arbeitsausführung werden die für die Betriebssicherheit und Gleisfreigabe ausschlaggebenden Kenngrößen, wie Pfeilhöhe der Richtung über einer 10 m langen Messsehne und Verwindung über einer Basis von 3 m, gemessen, punktförmig mit einem Dreikanalschreiber aufgezeichnet und durch eine Grenzwertüberwachungsanlage überprüft. Wenn die vorgegebenen Grenzwerte für Richtung und Verwindung neben anderen Auflagen eingehalten worden sind, darf bei der DB nach Stopf-Richtarbeiten das Gleis ohne Einrichten einer Langsamfahrstelle freigegeben werden.

Die neueste Entwicklung bei den Weichenstopfmaschinen (Bild 8) stellen die verstellbare Stopfpickel-Eingriffsbreite und kombinierte Hebe- und Richtvorrichtungen mit Heberollen und Hebehaken für den Weichen- und Gleisangriff dar. Da beim Stopfen der schweren Weichen auf Betonschwellen Hebekräfte bis 200 kN auftreten können, wobei das Zweigleis bei nicht zeitglei-



Bild 5. Hochleistungs-Schotterplanier- und -profiliermaschine für Gleise (SSP 110) und Weichen (SSP 110 SW) – mit Schottersilo



Bild 6. Stopfmaschine mit automatischer Schotterprofilierung (09-90)



Bild 7. ALC-Zeitcomputer für Gleisstopfmaschinen

chem Heben überbeansprucht würde, hat man die «Synchrone 3-Strang-Hebung» entwickelt; dazu wurde die neue Weichenstopfmaschine mit einem nach beiden Seiten schwenkbaren Teleskop-Auslegerarm und Hebezeug mit einer Rollenzange für den abzweigenden äus-

seren Strang versehen (Bild 8, links). Die Zusatzhebung (max. 60 kN) wird selbsttätig mit der Haupthebung eingeleitet. – Zur Verlängerung der Standzeit der Stopfpickel werden die Hauptverschleisszonen mit Hartmetallplatten gepanzert.



Bild 8. Universal-Stopmaschine für die Durcharbeitung von Gleisen und Weichen (Unimat 08-275)



Bild 9. Dynamischer Gleisstabilisator (DGS-62 N) mit Messanhänger und 6-Kanal-Schreiber

Mit dem Dynamic-Stabilisator (60 t; 0/45 Hz) (Bild 9) kann man schnell, massgerecht und kontrolliert Setzungen eines Gleises herstellen, um die Gleislage nach einem Umbau zu verbessern und vor allem bei hoch beanspruchten Gleisen den Seitenverschiebe-Widerstand zu erhöhen (+40% gegenüber einem neugestopften Gleis).

Für die Schienenbearbeitung im Gleis werden Schienenschleifmaschinen und -züge verschiedener Art sowie für den Transport von Alt- und Neuschienen Schienentransportzüge bis zu 280 m Länge eingesetzt. Ausgestellt waren auch zahlreiche Erdbaumaschinen für Oberbauarbeiten (Radschwenklader, Bagger, Bodenverdichtungsmaschinen usw.), teils in Zweibegeausführung, sowie Kleinmaschinen und Geräte, wie Kraftstopfer, Schraubmaschinen, Schwellenschrauben- und Dübelbohrmaschinen.

Oberbautechnologie

Ausser den Forderungen nach mehr Produktivität beim Neu- und Umbau von Gleisen und Weichen nimmt auch der Hochgeschwindigkeitsverkehr Einfluss auf die Entwicklung der Oberbautechnologie. Für die Schienenbefestigung gibt es neuartige Spannklemmen, die im Holz- und Betonschwellenwerk vormontiert werden und beim Gleisbau auf der Baustelle nur noch verschoben (nicht mehr gedreht) werden müssen.

Weiter wurden Schienenbefestigungssysteme für schotterlosen Oberbau und besondere Schienenbefestigungen für Kranbahnen usw. gezeigt.

Entsprechend den Forderungen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs wurden neue Weichen entwickelt, die im abzweigenden Strang mit 200 km/h befahren werden können. Auf der Ausstellung wurden derartige Weichen mit beweglichem Herzstück und Schienen UIC 60 der DB und SNCF gezeigt sowie als Neuheit ein computergesteuertes Weichendiagnosesystem.

Es gab noch andere Neu- und Weiterentwicklungen, auf die wegen des Umfangs der Ausstellung nicht eingegangen werden konnte. Die 19. Internationale Gleisbaumaschinen- und Geräteausstellung in Zürich hat die Erwartungen voll erfüllt: den Gedankenaustausch zwischen den Eisenbahningenieuren weltweit zu vertiefen, die Hochtechnologie beim Gleisbau zu präsentieren und die Öffentlichkeit mit Besonderheiten des Verkehrsmittels Eisenbahn vertraut zu machen.

A. B.

Literatur

- [1] Riebold, K.: Leistungsfähige Oberbaumaschinen für moderne Gleise. Eisenbahn-Technische Rundschau (ETR) 39 (1990), Nr. 4, S. 201-211
- [2] Riebold, K.: Maschinentechnische Entwicklungen bei Oberbaumaschinen. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 101 (1989), Nr. 7, S. 504-511
- [3] Fechtig, R.; Glättli, M.: Projektierung und Bau der S-Bahn Zürich. Stäubli-Verlag AG, Zürich 1990
- [4] Hobmeier, N.: Die S-Bahn Zürich. Orell-Füssli-Verlag, Zürich und Wiesbaden 1990
- [5] S-Bahn Zürich. Schweizer Ingenieur und Architekt (SIA) 108 (1990), Nr. 21, S. 565-608
- [6] Winter, P.: Auf dem Wege zur Bahn 2000. SIA 108 (1990), Nr. 13, S. 344-349
- [7] Isliker, H. R.: Neue Eisenbahn-Alpentransversale durch die Schweiz (NEAT) - Grundsätzliches zur Problematik. SIA 107 (1989), Nr. 43, S. 1155-1159
- [8] Burger, R.: Die wirtschaftlichen Auswirkungen einer NEAT. SIA 107 (1989), Nr. 44, S. 1183-1191
- [9] Mauch, S. u.a.: Zweckmässigkeitsprüfung der NEAT. SIA 107 (1989), Nr. 44, S. 1192-1199
- [10] Bischofberger, N.; Schurter, W.: Bewertung der offiziellen NEAT-Varianten. SIA 107 (1989), Nr. 44, S. 1200-1203

Bildnachweis: Plasser & Theurer, Wien