

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 97 (1979)  
**Heft:** 45

## Sonstiges

### 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:** 27.01.2026

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

ner Besonderheiten und der Erfahrung mit ähnlichen Dübeln, festgelegt. Zwischen den einzelnen Prüfungen werden laufend Quervergleiche durchgeführt und die Ergebnisse an einzelnen Dübeln womöglich ohne neue Versuche auf andere, ähnliche Konstruktionen übertragen. Im gleichen Sinne werden auch – soweit verfügbar – Ergebnisse anderer in- und ausländischer Prüfinstitute verwertet. Konkrete Resultate sind aber in der Regel Eigentum der Dübelhersteller und nicht allgemein zugänglich. Zudem sind die Probleme der dynamischen Belastung und der Risse im Beton erst in allerjüngster Zeit zum Gegenstand systematischer Untersuchungen gemacht worden (insbesondere im Hinblick auf Anwendungen in Kernkraftwerken). Die Zusatzprüfungen im Auftrag des BZS haben Stichprobencharakter, da keine umfassenden Prüfungen durchgeführt, sondern lediglich einzelne, wichtig scheinende Eigenschaften untersucht werden. Dieses Vorgehen ist dank der Abstützung auf die umfassenderen Berliner-Zulassungen möglich; es liefert bei geringem Prüfaufwand (rd. Fr. 5000.- je Dübeltyp) einen für die Bedürfnisse des Zivilschutzes ausreichenden Eignungsnachweis.

## Probleme und Erfahrungen

Viele Probleme, die bei Dübelbefestigungen in Schutzräumen auftreten, sind *nicht* schutzbau-spezifisch, sondern Eigenheiten der heutigen Dübeltechnik allgemein:

- Das Bohren von Löchern in armierten Beton (Durchbohren von Stahlstäben) ist oft mit beachtlichen Schwierigkeiten verbunden.
- Die grossen vorgeschriebenen Achsabstände verlangen gelegentlich aussergewöhnliche Anschlusskonstruktionen.

Auf der anderen Seite sind moderne Stahlspreizdübel, verglichen mit in die Schalung verlegten Verankerungen im Beton, sehr einfach und zeitsparend zu handhaben. Dies verleitet gelegentlich dazu, auch tragende Dübelbefestigungen nicht mehr ernsthaft zu planen, sondern – wie Leichtbefestigungen – sie einfach dem Monteur zu überlassen. Unerfreuliche Änderungen auf der Baustelle sind dann manchmal unumgänglich, da die Schockvorschriften eingehalten werden müssen.

Zu den besonderen Anwendungsproblemen in Schutzbauten zählen die hohen Schockbelastungen (im Normalfall das 26fache des Eigengewichtes des befestigten Objektes) und die relativ geringe Ausnützbarkeit der Dübeltragkraft infolge des gerissenen Betons. Die letztere Schwierigkeit kann – wo dies möglich ist – mit grosser Wirkung (Fak-

tor 3 in Bezug auf die zulässige Dübelbelastung) durch eine tiefe Verankerung der Dübel bis in die Biegedruckzone (0,75fache Bauteildicke) umgangen werden.

Bei den Schockversuchen tritt praktisch nie ein Bruch des Dübelchaftes oder ein Ausbrechen des Betons auf. Als für die Eignung entscheidend hat sich der *Schlupf* herausgestellt. Dieser muss selbstverständlich relativ eng begrenzt bleiben, da sonst Zuleitungen zu den befestigten Objekten abgerissen werden können.

Bei Beschleunigungspulsen von etwa 10 bis 30 ms Dauer (Bild 2) und einem Spitzenwert entsprechend der zulässigen statischen Belastung, treten auch in Rissen Schlupfe auf, die 3 mm selten übersteigen. Zwischen den bisher geprüften und zugelassenen Fabrikaten

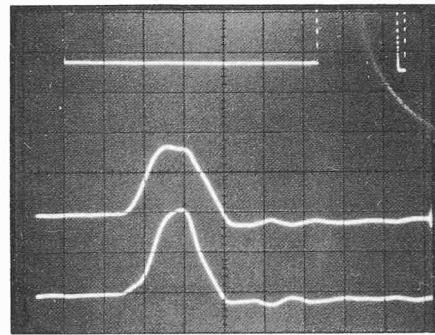


Bild 2. Oszillograph-Aufnahme der Beschleunigung des Betonpräquaders beim Aufprall (zwei Aufnehmer, diametral angeordnet). Diese Beschleunigung multipliziert mit der Masse des Betonquaders ergibt die dynamische Dübelbelastung.

Raster: horizontal 10 ms/div. vertikal 5 g/div

(es handelt sich ausschliesslich um sogenannte kraft-kontrolliert spreizende Dübel; andere sind aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen) bestehen in relativ engem Bereich gewiss Unterschiede im Schlupfverhalten. Der zu berücksichtigende Schlupf ist in den BZS-Zulassungen (Gültigkeitsdauer 5 Jahre) angegeben, ebenso andere tolerierte Abweichungen von der Berliner Zulassung.

### Literatur:

- [1] «Die Verwendung von Dübeln und ihre Genehmigung», Merkblatt des Arbeitskreises «Dübel» der Studiengemeinschaft für Fertigung e. V., Wiesbaden, Februar 1978
- [2] Internationales Darmstädter Kolloquium: «Verankern mit Dübeln», 1977, Liebig GmbH (vgl. hierzu auch Schweiz. Bauzeitung vom 29.9.77 «Verankern mit Dübeln»)
- [3] Kolloquium über Fragen der Befestigungstechnik im Bauwesen, Otto-Graf-Institut der Universität Stuttgart, Mai 1979

Adresse des Verfassers: E. Kessler, Bauing. SIA, Ingenieurbüro Heierli AG, Culmannstr. 56, 8006 Zürich

## Umschau

### Niedertemperaturheizungen

Beinahe täglich kann man in letzter Zeit Artikel und Aufsätze zum Thema Energiesparn lesen. In den meisten dieser Publikationen kommt der Begriff «Niedertemperaturheizung» vor, und fast immer wird beim Leser fälschlicherweise der Eindruck erweckt, dabei handle es sich ausschliesslich um Fußbodenheizsysteme. Was sind nun aber eigentlich Niedertemperaturheizungen, und weshalb kann man mit diesen Energie sparen?

Zum ersten Teil der Frage ist festzuhalten, dass der Begriff Niedertemperatur in der Heizungstechnik an sich überhaupt nicht existiert und nirgends klar definiert ist. Wenn heute von Niedertemperaturheizungen gesprochen wird, so sind damit wohl meistens *Warmwasserheizungsanlagen mit Betriebstemperaturen von höchstens 60 °C* gemeint. Die bisherigen Anlagen wurden fast alle für maximale Vorlauftemperaturen von 90 °C bei tiefsten Außenlufttemperaturen von -15 bis -20 °C berechnet.

Zum zweiten Teil der Frage ist zu sagen, dass mögliche Energieeinsparungen bei Niedertemperaturheizungen nicht so sehr auf die niedrigeren Betriebstemperaturen zurückzuführen sind, als vielmehr darauf, dass in derartigen Anlagen *preisgünstige Alternativenergien* (Sonnenenergie, Wärmepumpen usw.) wirtschaftlich verwendet werden können.

Auf diese Tatsache müsste bei der Planung aller neu zu erstellenden Heizungsanlagen Rücksicht genommen werden. Selbst wenn vorerst noch eine konventionelle Öl- oder Gasfeuerung installiert wird, sollte das Heizsystem so ausgelegt werden, dass später ganz oder teilweise (bivalent) eine Versorgung mit Alternativenergien möglich ist.

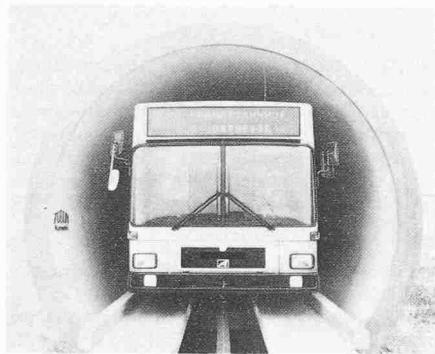
Wie bereits erwähnt, wird fälschlicherweise angenommen, dies bedinge automatisch den Einbau einer Fußbodenheizung. Das stimmt nicht, denn bei *korrekter* Berechnung eignen sich die meisten der heutigen Heizkörper ganz ausgezeichnet auch zur Verwendung in Niedertemperatursystemen. In bezug auf rasche Anpassung an veränderte Betriebsbedingungen, wie etwa Sonneneinstrahlung oder andere Fremdwärmeeinwirkungen auf die Räume, sind *Heizkörper*, vor allem mit eingebauten Thermostatventilen, der *trägen* Fußbodenheizung überlegen. Ein weiterer Vorteil der Niedertemperatur-Heizköpersysteme gegenüber den Fußbodenheizungen liegt darin, dass in Übergangszeiten ohne Schwierigkeiten ein *unterbrochener Betrieb* (z. B. nur morgens und abends) mit kurzen Aufheizeiten möglich ist. Auch können unter bestimmten Umständen vorhandene, für max 90 °C berechnete Heizungsanlagen im Niedertemperaturbereich betrieben werden. Durch nachträgliche Isolierung bestehender Bauten kann der Wärmeleistungsbedarf oft derart verringert werden, dass die eingebauten Heizkörper auch bei wesentlich niedrigeren Betriebstemperaturen noch genügen. Zudem scheint es unter Berücksichtigung der meteorologischen Daten der letzten Jahre für weite Teile unseres Landes nicht mehr sinnvoll, die Heizungsanlagen für *tiefste Außentemperaturen von -15 bis -20 °C* zu berechnen. Die Empfehlung SIA 380 beschreibt denn auch *im Mittelland nur noch -9 bis -13 °C* vor, was den Wärmeleistungsbedarf nochmals verkleinert. Bei Anwen-

## Europas modernste Teststrecke für Stadtbusse

Auf dem Gelände der M.A.N. in München-Karlsfeld ist mit einem Aufwand von 5 Mio eine Teststrecke für Stadtbusse gebaut worden. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hat den Bau der Strecke gefördert.

Die Anlage dient der Erprobung von Stadtbussen und von Komponenten des Busverkehrssystems. Der Fahrweg der 3,6 km langen Strecke einschließlich 100 m Tunnel und 100 m Hochstrasse wurde nach Kriterien, wie sie für innerstädtische Straßen gelten, ausgelegt. Neue Bautechniken für Tunnel und für Hochstrassen, die dem Bus vorbehalten sind, kommen hier erstmals zur Ausführung.

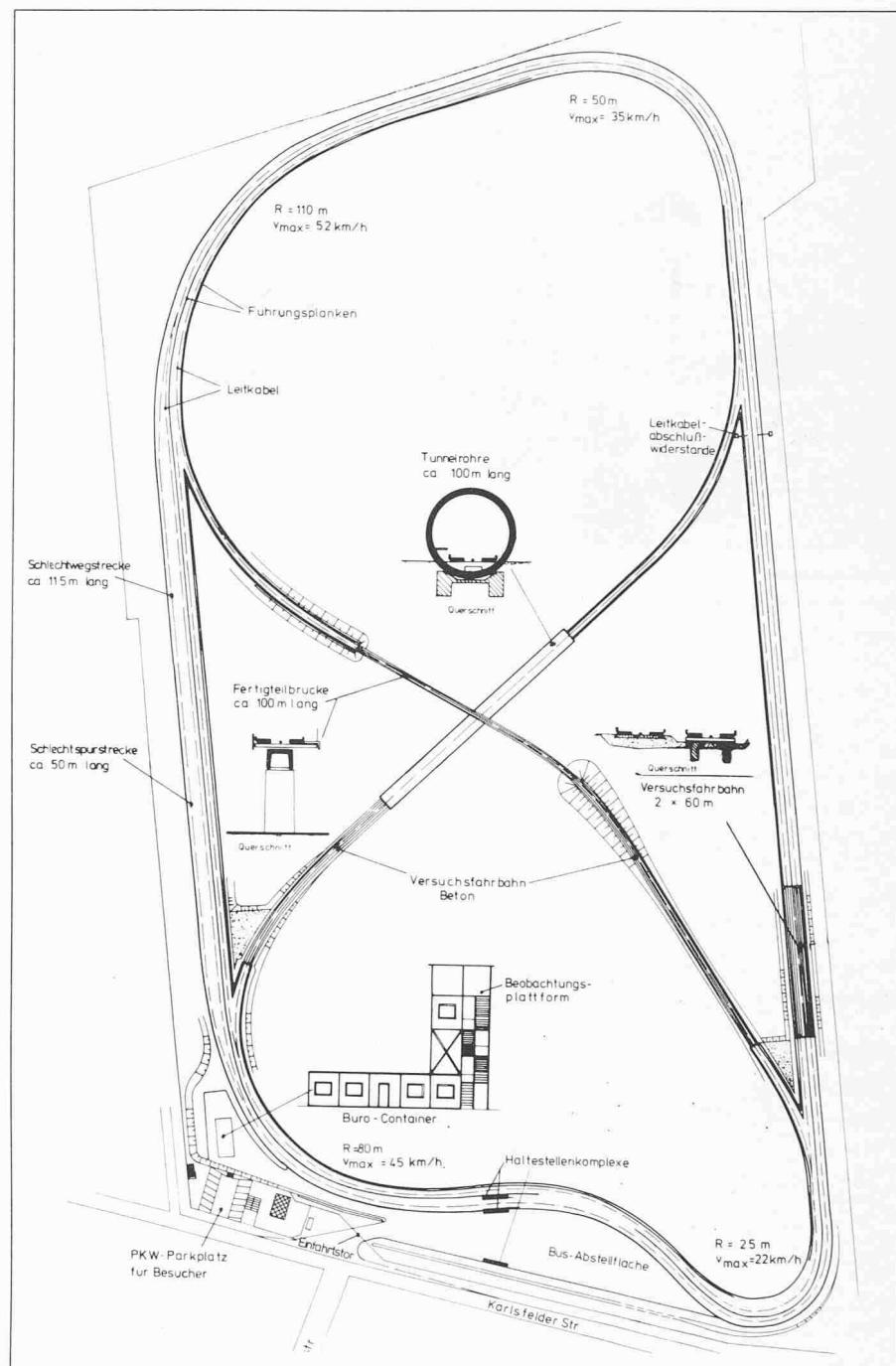
Der Tunnel, der aus einzelnen Segmenten besteht, kann schnell, kostengünstig und mit minimaler Behinderung für den Oberflächenverkehr gebaut werden.



Probefahrt eines elektronisch spurgeführten Busses durch einen extra dafür entworfenen Tunnel, der sich durch minimalen Raumbedarf und geringe Baukosten auszeichnet

Die Hochstrasse wurde für eine optimale Eingliederung in ein vorhandenes Stadtbild möglichst leicht ausgeführt.

Der Fahrweg ist auf seiner ganzen Länge mit einer elektronischen Führung und teilweise mit mechanischer Führung ausgerüstet. An drei Haltestellen mit unterschiedlichem Niveau kann für alle vorhandenen Bustypen der Fahrgastwechsel optimiert werden. Fahrgastfreundliche Informationssysteme am Fahrzeug und an der Haltestelle wurden eingebaut und werden im Betrieb demonstriert. Alle Aspekte eines modernen Busverkehrs wurden hier berücksichtigt. Behörden und Verkehrsbetriebe sollen sich hier über die Möglichkeiten der Verbesserung des



Situation der Teststrecke (Stand Juli 1979). Länge Außenring: 1300 m. Längste Gerade: 400 m. Fahrbahnbreite: 4 m

ÖPNV (Öffentlicher Personennahverkehr) mit Bussen informieren können. Der Testbe-

trieb für die Fahrzeuge läuft zunächst bis Mitte 1980.

dung genauer Berechnungsmethoden ohne unnötige Zuschläge und vor allem dank besserer Isolierung der Gebäude werden Heizkörper in Niedertemperatursystemen nicht oder nur unwesentlich grösser als in bisherigen Anlagen.

Zum Schluss sei noch einmal festgehalten: Nicht der Einbau einer Niedertemperaturheizung allein bringt grosse Energieeinsparungen; diese schafft jedoch die Voraussetzung zur Verwendung von Alternativenergien. Als wichtigstes Gebot gilt es weiterhin, den Wärmeleistungsbedarf durch geeignete bauliche Massnahmen so klein wie möglich zu halten. Die billigste Energie ist und bleibt die, die gar nicht erst erzeugt werden muss.

### Solarzellen - Entwicklung

Der heute mit rund drei Milliarden Tonnen Rohöl pro Jahr gedeckte Welt-Energiebedarf könnte theoretisch auch mit einer «Solarfarm» von 380 Kilometer mal 380 Kilometer in sonnenreicher Lage, etwa in der Sahara, gestillt werden. Wegen der hochgeschätzten politischen Unabhängigkeit dürfte es wohl kaum zu einer solchen Energiezentrale kommen. Vielmehr ist an zahlreiche kleinere Sonnenfarmen verstreut über die Erde zu denken, vielleicht auch in Gestalt von schwimmenden Plattformen auf den Weltmeeren, meint die in München erscheinende Fachzeitschrift «Elektronik», die die Chancen für Solarzellen – bis jetzt nur Standard-Stromquelle für Satelliten – im terrestrischen Einsatz durchleuchtete.

Bislang spielte der Preis für terrestrische Solarzellen noch eine entscheidende Rolle: Er liegt zurzeit bei dreissig bis vierzig Mark pro Watt, soll aber in den nächsten fünf bis zehn Jahren auf ein bis zwei Mark pro Watt gesenkt werden.

Ein beim heutigen Kleineinsatz der Solarzellen vernachlässigtes Problem wird in Zukunft unumgänglich akut werden. Heute wird zur Herstellung einer Solarzelle soviel Energie benötigt, dass diese Zelle fünf bis zehn Jahre arbeiten muss, nur um die hineingesetzte Energie zurückzuliefern. Um Sollarkraftwerke nicht utopisch erscheinen zu lassen, versuchen die Entwicklungingenieure bis Mitte der achtziger Jahre auf eine sogenannte Energie-Rücklieferungszeit von einem Jahr herunterzukommen.