

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 13 (1988)

Artikel: Einsatz von Hochleistungsverbundwerkstoff im Spannbeton-
Brückenbau

Autor: Franke, Lutz / Wolff, Reinhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12965>

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: 17.11.2024

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

Einsatz von Hochleistungsverbundwerkstoff im Spannbeton-Brückenbau

Fibre Glass Tendons for Prestressed Concrete Bridges

Armatures en fibres de verre pour des ponts en béton précontraint

Lutz FRANKE

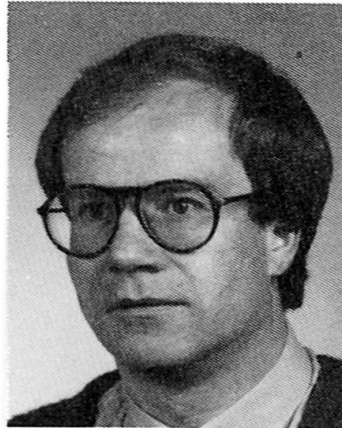
Prof. Dr.-Ing.
TU Hamburg,
Bundesrep. Deutschland



Lutz Franke, geboren 1941, Promotion an der TU Stuttgart, seit 1981 Lehrstuhl für Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen, TU Hamburg-H., Mitinhaber eines Ingenieurbüros in Hamburg.

Reinhard WOLFF

Dr.-Ing.
Strabag Bau-AG, Köln,
Bundesrep. Deutschl.



Reinhard Wolff, geboren 1945, Promotion an der TH Darmstadt. Mehrere Jahre im Techn. Büro der Strabag Bau-AG, Köln u. Düsseldorf. Seit 3 Jahren Leiter der Hauptabteilung Technik und Projektbearbeitung der Strabag Hauptverwaltung in Köln.

ZUSAMMENFASSUNG

Der weltweit erste Einsatz von Spanngliedern aus Glasfaserverbundwerkstoff im Spannbetonbau erfolgte bei der Brücke Ulenbergstraße in Düsseldorf. Inzwischen ist die Materialentwicklung weitergegangen. Die Stäbe der neuen Spannglieder auf der Basis von Epoxidharzen haben wesentlich bessere mechanische Eigenschaften. Zur Zeit wird dieses weiterentwickelte Material bei einer Brücke in Berlin eingesetzt. Diese Brücke ist durch eine externe Vorspannung teilweise vorgespannt. Die 19-ständigen Spannglieder werden mit Hilfe speziell entwickelter Kupferdrahtsensoren und Lichtwellenleiter-Sensoren automatisch überwacht.

SUMMARY

The first use of resin-bonded fibre glass tendons in prestressed concrete construction was in the bridge, Ulenbergstraße in Düsseldorf. Meanwhile the development of materials has continued. The epoxy-resin tendons of the novel prestressing elements have substantially improved the mechanical properties. This further developed material is presently employed in a bridge in Berlin. This bridge is partially pretensioned by an external prestress. The 19 tendons are automatically inspected by the help of specially developed copper wire sensors and beam wave guide sensors.

RÉSUMÉ

La première utilisation dans le monde de barres composites en fibre de verre comme armature de précontrainte a eu lieu dans la construction du pont Ulenbergstraße à Düsseldorf. Entre-temps, le développement du matériau a continué. Les nouvelles barres de précontrainte à base de résine époxyde possèdent des propriétés mécaniques sensiblement améliorées. Actuellement ce nouveau matériau est employé dans la construction d'un pont à Berlin. Ce pont est précontraint partiellement par des câbles externes. Les éléments de précontrainte à 19 barres sont contrôlés à l'aide de détecteurs de fils de cuivre et de transmetteurs utilisant des fibres optiques développés spécialement.



1. STABMATERIAL UND WERKSTOFFVERHALTEN

Das Stabmaterial besteht aus Glasfasern, Typ E, die in Epoxidharz eingebettet sind. Um eine möglichst hohe Zugfestigkeit von $>1600 \text{ N/mm}^2$ zu erreichen, ist eine sorgfältige Auswahl des richtigen Rovings aus der Reihe der zur Verfügung stehenden Glasfaserrovings erforderlich. Die Optimierung erfolgt durch Bestimmung der Weibull-Parameter, die die Festigkeitsverteilungen der Glasfasern sowohl in Abhängigkeit von der Dehnung wie auch in Abhängigkeit von der Zeit festlegen. Durchgeführt werden diese Untersuchungen am Rovingmaterial, vgl. [2].

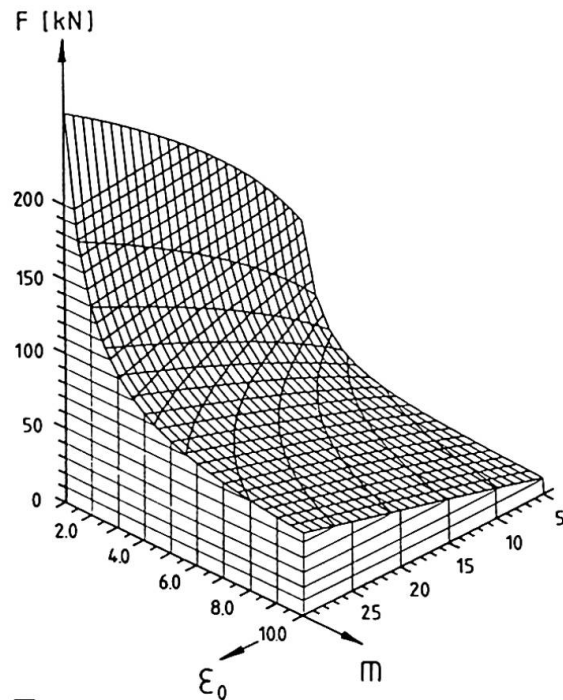
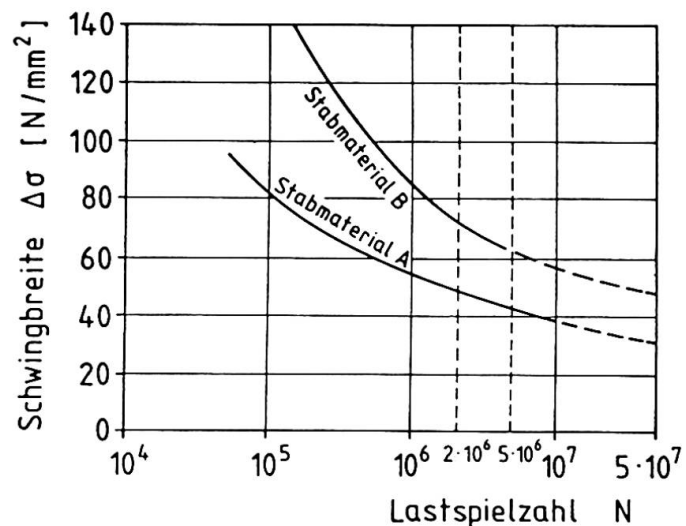
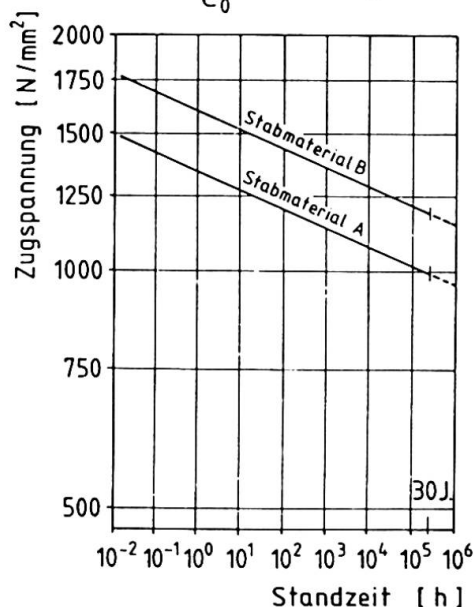


Bild 1 zeigt die Bruchlast F von Stäben $\varnothing 7,5 \text{ mm}$ in Abhängigkeit der Rovingeigenschaften (Weibull-Parameter ϵ_0 und m , Rißwachstumsexponent $n = 40$), bezogen auf eine Standzeit von 30 Jahren, vgl. [2].

Da das Tragverhalten des Stabmaterials ebenfalls durch die Güte des Verbundes zwischen Glasfasern und Harz maßgeblich beeinflusst wird, sind ebenfalls Messungen der interlaminaren Scherfestigkeit angezeigt im Hinblick auf die Auswahl einer optimalen Schlichte.

Welchen Einfluß die Materialkomponenten auf das Verhalten von GV-Stäben bei mechanischen Beanspruchungen haben können, sollen die Bilder 2a und 2b weiter illustrieren. Die Bilder zeigen die Auswertungen von Zeitstand- und Dauerschwingversuchen an Stäben $\varnothing 7,5 \text{ mm}$.



Ⓐ Zeitstandfestigkeit

Ⓑ Dauerschwingfestigkeit

Bild 2 Verhalten von GV-Stäben $\varnothing 7,5 \text{ mm}$ bei $20 \text{ °C} / 55 \text{ \% rel. F.}$

Stabmaterial A: E-Glas Typ 1, UP-Harz

Stabmaterial B: E-Glas Typ 2, EP-Harz

2. MEDIENBESTÄNDIGKEIT

Die hohe Medienbeständigkeit des Stabmaterials wird durch die Wahl des Matrixharzes sowie durch zusätzliche Inhibitoren, die u.a. in das Matrixharz eingebettet werden, erzielt. Zur Zeit laufen noch weitere Forschungsarbeiten zu diesem Themenkreis. Als Beispiel für die positive Wirkung von Substanzen auf die Beständigkeit von Glasfasern seien die in Bild 3 dargestellten Ergebnisse angeführt. Es zeigt den Verlauf der Zugfestigkeit von nackten Glasfaser-Rovings nach Lagerung in $\text{Al}(\text{OH})_3$ bei 20 °C und 70 °C.

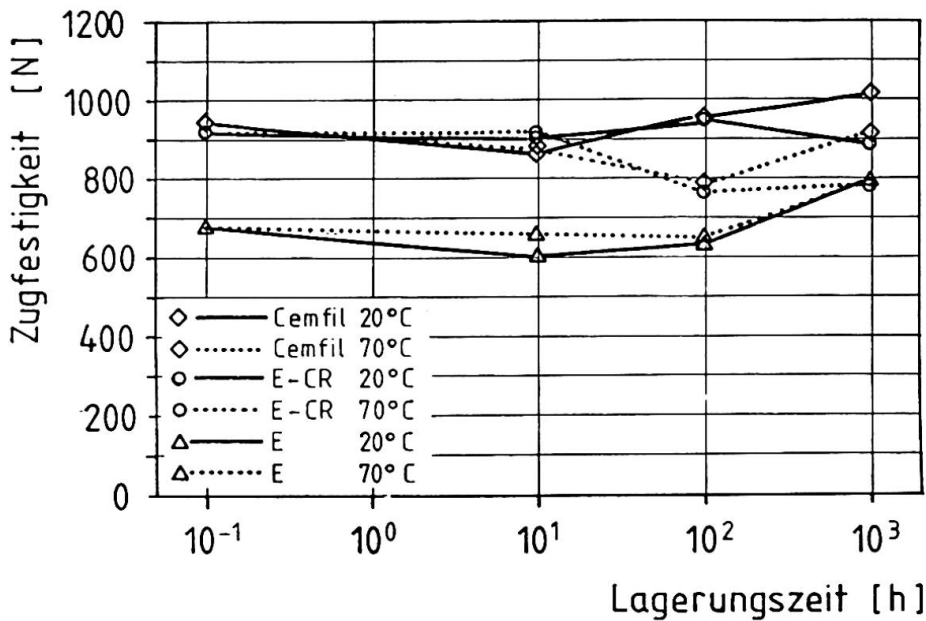


Bild 3

Zugfestigkeit von Glasfasern nach Lagerung in $\text{Al}(\text{OH})_3$ (pH = 8,3)

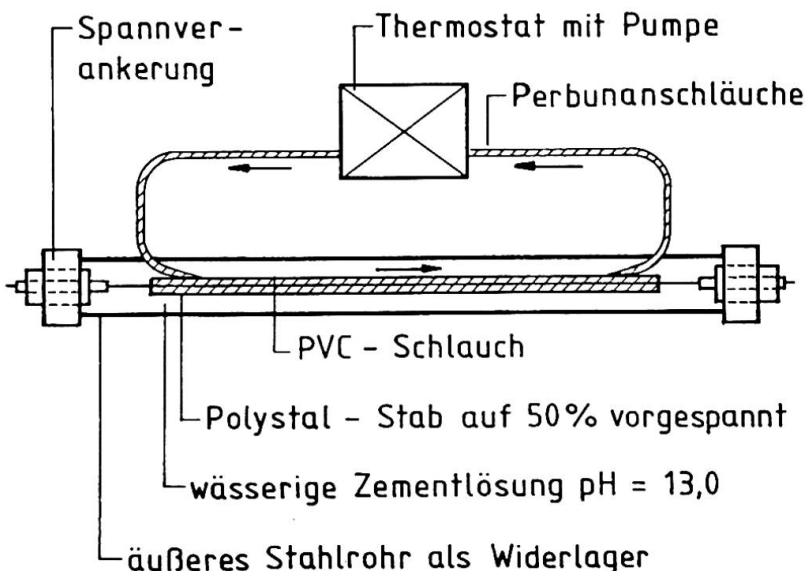


Bild 4

Medienversuchsstand im Labor der Fa. Strabag

Das Verhalten der GV-Stäbe bei Einwirkung ausgewählter Medien wird in Zeitstandversuchen kontrolliert, vgl. Bild 4.



3. BRÜCKE "BERLIN-MARIENFELDE"

Die Brücke Marienfelde in Berlin ist eine zweifeldrige Fußgängerbrücke mit Spannweiten von 22,90 m und 27,58 m. Der Brückenüberbau wird erstmals in Deutschland in teilweiser Vorspannung ohne Verbund ausgeführt.

Der Bruchquerschnitt ist ein zweistegiger Plattenbalken mit einer Bauhöhe von 1,10 m und einer Plattenbreite von 4,80 m (Bild 5). Die Spannglieder bestehen aus Hochleistungsverbundstäben (HLV) auf der Basis von Glasfasern, die in eine Epoxidharzmatrix eingebettet sind. Es handelt sich hier um einen weiterentwickelten Typ der Spannglieder der Brücke Ulenbergstraße in Düsseldorf. Die Spannglieder werden extern zwischen den beiden Stegen geführt und in den Feldern an jeweils zwei Querträgern umgelenkt und an den Mittelstützen über die Querträger hochgeführt.

An dem Institut für Stahlbetonbau der TU Berlin wurde ein Modell der Brücke im Maßstab 1 : 10 aus Mikrobeton hergestellt und erfolgreich getestet [5], Bild 6. Die Mikrospannglieder bestanden ebenfalls aus Glasfaserverbundstäben.

Bei der eigentlichen Brücke werden zum ersten Mal zwei inzwischen ausgereifte Verfahren der Überwachung und Kontrolle der Spannglieder (Strabag) sowie der ganzen Brücke eingesetzt, und zwar durch in den Faserverbundquerschnitt integrierte Kupferdrahtsensoren und Lichtwellenleitersensoren, vgl. Abschn. 4. Auf den Stegen werden zusätzliche Lichtwellenleitersensoren aufgeklebt, die Dehnungen und eventuell auftretende Risse im Beton anzeigen und registrieren.

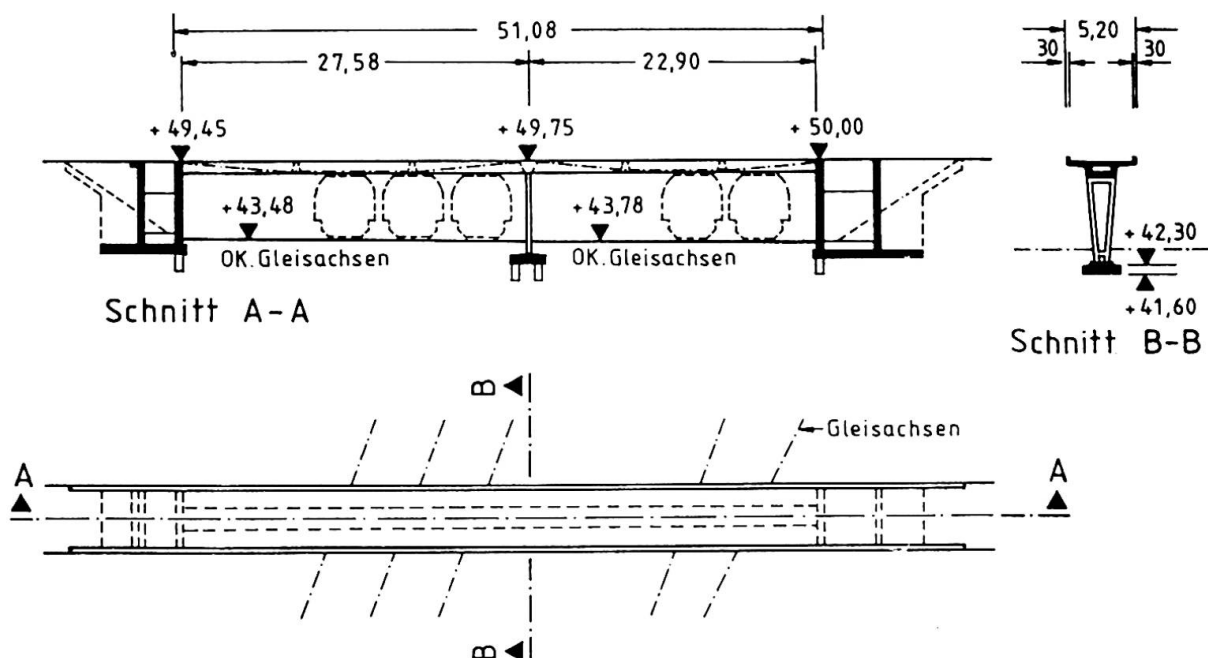


Bild 5 Querschnitte Brücke Berlin-Marienfelde

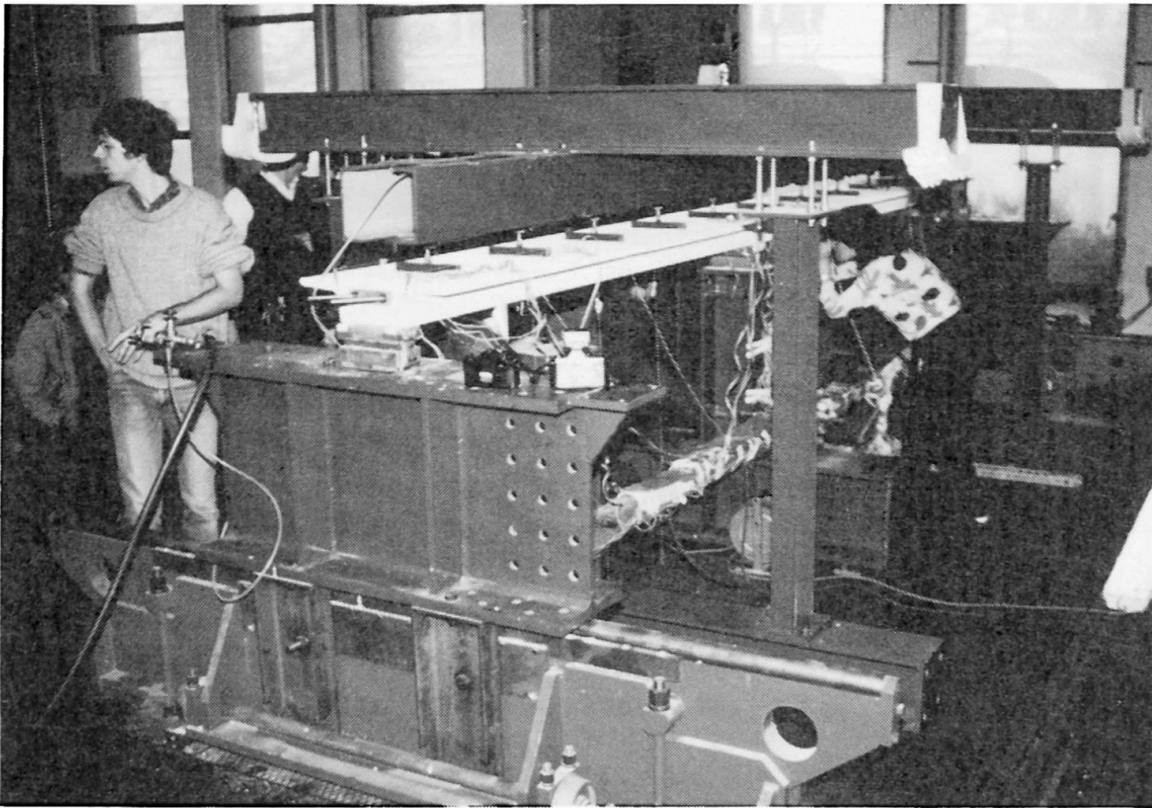


Bild 6 Brückenmodell aus Mikrobeton im Maßstab 1 : 10

4. ÜBERWACHUNG UND KONTROLLE DER SPANNGLIEDER (STRABAG)

Die einzelnen Stäbe der Spannglieder werden durch in den Faserverbundquerschnitt integrierte Kupferdrahtsensoren und Lichtwellenleitersensoren permanent überwacht. Mit Hilfe der Kupferdrahtsensoren kann der Bruch eines Stabes und der Ort des Bruches festgestellt werden. Die Lichtwellenleitersensoren zeigen die Dehnungen des Stabes nach Betrag und Ort an. Ein Rückschluß auf den im Stab vorhandenen Spannungszustand ist somit ebenfalls möglich. Durch die Installation einer vollautomatisch arbeitenden Meßstellenanlage wird das gesamte Brückenbauwerk fernüberwacht. Eine aufwendige Kontrolle durch Augenschein vor Ort ist somit nur noch im Bedarfsfall erforderlich.

5. AUSBLICK UND ZUSAMMENFASSUNG

Nur durch die ständige Weiterentwicklung des Glasfaserverbundwerkstoffes im Hinblick auf seine Anwendung in der Bauindustrie ist es möglich, diesen Faserverbundwerkstoff sinnvoll für das Vorspannen von Betonbauwerken einzusetzen. Dieser Hochleistungsverbundstab wird immer mehr zu einem Hightech-Produkt, welches eine hohe Zugfestigkeit und eine hohe Medienbeständigkeit in sich vereint. Durch die Integration von Sensoren in den Verbundwerkstoff ist es zum ersten Mal in der Geschichte des Spannbetonbaues möglich, in Spannglieder hineinzusehen, um das Spannungs-Dehnungsverhalten des Spanngliedes und des Bauwerkes permanent überwachen zu können. Eine für die Zukunft der Spannbetonbauweise weitreichende und wertvolle Perspektive.



LITERATURVERZEICHNIS

- [1] WAASER, E., WOLFF, R., Ein neuer Werkstoff für Spannbeton, beton 36, 1986, H. 7, S. 245
- [2] OVERBECK, E., Zur Bruchfestigkeit und Zeitstandfestigkeit von Glasfasern und unidirektionalen GFK-Stäben, VDI-Fortschrittsberichte, Reihe 5 Nr. 127, VDI-Verl. 1987
- [3] FRANKE, L., OVERBECK, E., Dauerschwingfestigkeit hochfester GV-Stäbe im anwendungsorientierten Zugschwellbereich, Bericht des Lehrstuhls für Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen, TU Hamburg-Harburg, 1986
- [4] KÖNIG, G., WOLFF, R., Hochleistungs-Verbundwerkstoff für die Vorspannung von Betonbauwerken, IABSE Symposium Paris-Versailles 1987, Vol. 55, S. 419
- [5] KALLEJA, H., STAUCH, M., Im Süden Berlins - Bau einer Forschungsbrücke, Forschung Aktuell 4, 1987, Nr. 16-17, S. 43