

# Systemschalung

Nach schrittweiser Einführung der Trägerschalung in den sechziger, Rahmen- und Modulsysteme über siebziger und achtziger sowie des Fallkopfes für das Frühausschalen in den neunziger Jahren entwickeln sich in der Schalungstechnologie heute untereinander weitgehend ähnliche Systeme parallel. Sie werden in Planung, Markt und Handhabung durch leistungsfähige elektronische Hilfsmittel integriert. Anstelle der bis in die achtziger Jahre erwarteten großindustriellen Fertigteilproduktion für den Hochbau hat sich eine ambulante 'Ortbeton-Industrie' mit aufeinander abgestimmten Prozessketten entwickelt. Ihre Produkte sind Dienstleistungen der Arbeitsvorbereitung. Neugründungen, wie 1969 des Unternehmens 'Peri' (griechisch: 'um/herum') für Schalung und Gerüst reflektieren die Tendenz, beide Bereiche wegen zunehmender Überschneidungen in Technologie und Absatzmarkt auch gemeinsam zu entwickeln. Schalung und Gerüst bilden einen Mietmarkt. Für wirtschaftlichen Erfolg bei den Anbietern spielen räumlich eng gewebte Vertriebs- und Servicenetzwerke sowie rationelle Wartung, Instandhaltung und Reparatur für kurze

Ausfallzeiten eine entscheidende Rolle. Steigende Anforderungen an Arbeitsschutz und Baustellensicherheit lösen im Gerüstbau periodisch Neuerungen aus. Der verhältnismäßig hohe Anteil der Lohnkosten für Schalung auf der Baustelle bei hohen Anforderungen an Termine, Maßhaltigkeit und Ausführungsqualität begünstigt neue Systemlösungen für einfache und schnelle Montage. Diese sind 'verbindungsmittelfrei' oder mit 'unverlierbaren' Kleinteilen ausgestattet, enthalten selbstjustierend- und -sichernde Universal-schloß-, Steck- und Keilverbindungen, sind in verschiedenen Ausführungs-, Material- und Körnungsvarianten, abgestimmt auf Hand-, Maschinen- oder Kraneinsatz verfügbar. Dabei sind alle Merkmale zeitgemäßer industrieller Produktion zu beobachten, einschließlich genauen Zeitmanagements für die einzelnen Arbeitsschritte auf der Baustelle.

## Trägerschalung

Durch stumpf gestoßene Schal-tafeln werden Sichtbetonflächen mit geordneten Ankerstellen und regelmäßigem Schalbild erreicht. Die Schalung wird vor Montage elementweise abgebunden, indem zunächst die Stahlriegel plaziert, Träger darauf ausgelegt, eingemessen und befestigt werden. Dann

wird die Schalhaut aufgeschraubt. Vor Ort werden die Elemente mit dem Kran versetzt und über horizontale Kupplungen und Keile untereinander verbunden. Die Lochanordnung in Stahlriegel und Kupplung nach dem Noniusprinzip erlaubt das Einbinden von Ausgleichsstücken. Mit Aufstockklaschen oder -schiene n erfolgen die vertikale Verbindungen.

## Vario

### Peri GmbH

Das System 'Vario' besteht aus zwei Teilen: dem Gitterträger 'GT 24' aus 6 x 8 cm starkem Gurtholz und patentierten Strebenknotenverbindungen sowie dem Stahlriegelsystem 'Zugfest' aus einem doppel U-100 Träger und verschiedenen Keil-Kupplungen. Beim Abbund werden Träger und Riegel zerstörungsfrei mit 'Hakenbriden' durch die Gitterfelder verbunden. Durch das vorgegebene Trägersystem müssen die Verbindungen nicht eingemessen werden. Die Elementbreiten sind 250 und 125 cm.



## Rahmenschalung

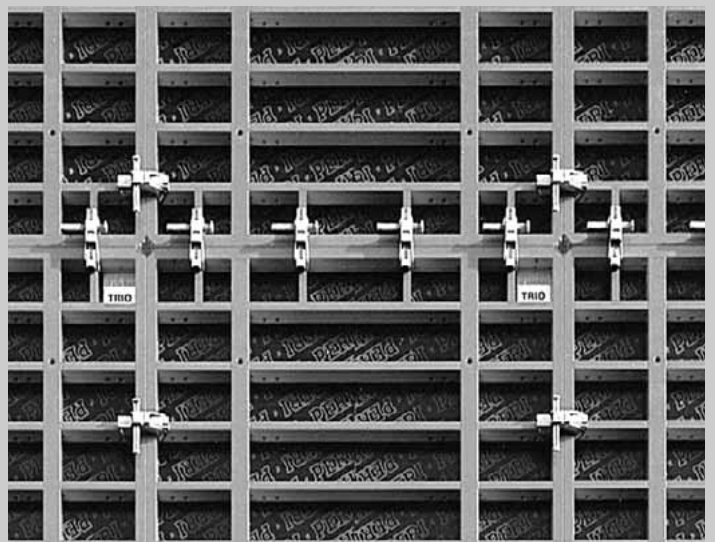
Bei Rahmenschalungen werden Schalhaut, Träger und Riegel bereits werkseitig in einer vorgefertigten Rahmentafel zusammengefaßt. Durch die besondere Profilierung des Tafelrandes mit einem umlaufenden Überstand des Metallrahmens über die Schal-tafel wird diese geschützt, und das Element erreicht insgesamt eine wesentlich höhere Lebensdauer. Die Elemente werden horizontal wie vertikal mit speziellen Schlössern zusammengebaut. Für den wirtschaftlichen Einsatz auf der Baustelle spielt neben der effizienten Aufteilung der Schalflächen in möglichst wenige Einzelteile bei gleichzeitig hoher Flexibilität im Einsatz insbesondere die einfache Handhabung der Schloßverbindung eine wichtige Rolle. Deshalb werden in der Regel Rechteckprofile angeboten, die auch liegend verbaut werden können

## Trio / Domino / Handset

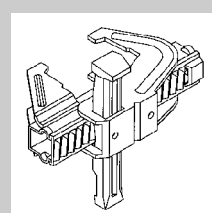
### Peri GmbH

Die auf verschiedene Bauaufgaben abgestimmte Systemfamilie mit Verbindungsmitteln 'BFD' (bündig, fluchtend, dicht), 'Domino Richtschoß' und 'Clip' kann von Fundamentschalungen im Handeinsatz bis zu Umsetzeinheiten von über 40 qm für rationalisierte Krankapazitäten eingesetzt werden. Konische Kunststoffhülsen schützen vor zubetonierten Ankerlöchern.

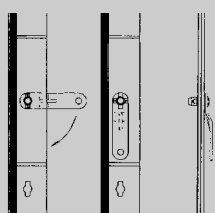
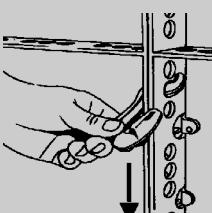
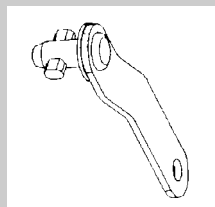
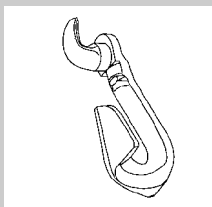
links: Doka 'Fix-Fertig'-Elemente aus vollwandigem Trägermaterial. Drei Lagen vertikal aufgestockt auf 6,50 m Schalhöhe mit Schiene und Spannbolzen



Oben: Rahmentafeln können mit dem Kran im Verbund umgesetzt werden; Rechts: Trio 'BFD-Schloß' (bündig, fluchtend, dicht); ganz rechts: 'Topschloß' (Noe), 1999 IF-prämiert



Oben: Trägerschalung 'Vario'. Die Kupplung überbrückt Zwischenräume bis 125 cm durch Nonius. Dichtziehen und Kontern durch Keile. Rechts: Verbindungsclip 'Handset'; darunter: Nonius-Lochung erlaubt versetzte Verbindungen; rechts daneben: Verbindungsbolzen 'Raster' (Paschal)



## Modulschalung

Rationalisierungsvorteile werden in der Ortbetonindustrie genau erfaßt und bewertet. Neben Abläufen in der Fläche werden auch die Anschlußbereiche systematisch betrachtet. Insbesondere Deckensysteme eignen sich für Zeitvergleiche.

### Skydeck Peri GmbH

Zur Verringerung der Stützenanzahl werden hohe Aluminiumträger mit einer gerasterten Kunststoffauflage unterhalb der Paneelebene eingesetzt. Beim Einschalen richtet sich das System durch Zwangsmontage selbst aus. Durch den Fallkopf können die Träger bereits nach zwei Tagen abgesenkt, die Paneele ausgebaut und in einem anderen Betoniertakt weiterverwendet werden. Fugen und Anschlüsse wurden im Hinblick auf Verunreinigungen untersucht und Reinigungsflächen systematisch durch schmale Kontaktbereiche, Tropfnasen und schmutzabweisende Beschichtungen minimiert.

### Topec Thyssen-Hünnebeck

Die Modulschalung 'Topec' repräsentiert einen zweiten Rationalisierungsansatz. Bei diesem System sind die Stützen unter den Fugenkreuzen angeordnet. Die Paneele werden jeweils durch zwei Arbeiter von unten in zwei Stützenköpfe der zuletzt montierten Reihe eingehängt, mit einer leichten Stange zunächst etwas angehoben, dann mit der nächsten zu stellenden

Stütze auf der Anbauseite unter die freie Ecke des zuvor montierten Paneels hochgeschwenkt und abgestellt. Die Montage von unten ist gefahrlos und erfordert keine gebückte Arbeitshaltung. Durch die Flächenvariante 'Turbo-Topec' mit Aluminium-Paneelen der Maße 1,80 x 1,80 m, also mit 3,2 qm pro Stütze, werden unterdurchschnittliche Schalzeiten erzielt. Für Deckenhöhen ab 3,50 m wird ein spezieller Hubwagen mit automatischer Positionierung eingesetzt.

### Verbund-Paneel Meva

'Deck' wurde bereits 1992 eingeführt und 1997 als modernes Fallkopfsystem zum Frühausschalen patentiert. Mit Entwicklung der neuen Schalhauttechnologie wird das System im konventionellen Aluminiumrahmen mit eingelegter Sperrholztafel, mit 17 mm 'Alkus-Platte' sowie als Vollkunst-

stoff-Verbund-Paneel mit einer direkt auf der Schalhaut befestigten dreiecksförmigen Steg-Unterkonstruktion ebenfalls aus Polypropylen angeboten.

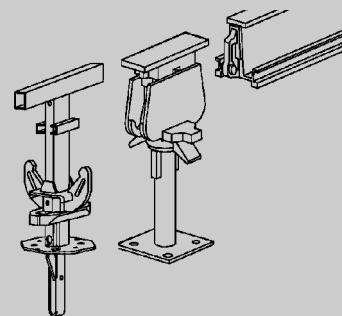
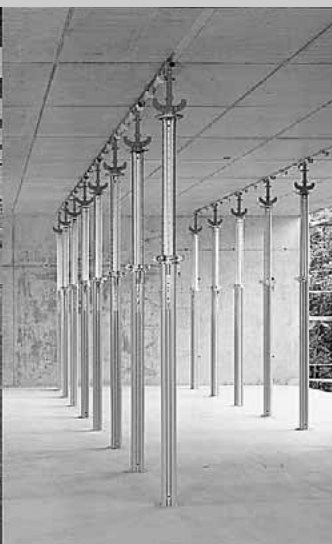
### Trägerschalung

Die gemessenen und für die Wirtschaftlichkeit der Schalungssysteme entscheidenden Montagezeiten lassen sich nur durch gut ausgebildete Teams erzielen. Dieser Umstand begünstigt Systeme mit einem hohen Selbsterklärungsgrad bzw. Kodierungsansätze, die eine Prüfung der eingebauten Systembestandteile vereinfachen oder von vorneherein Fehler bei der Montage ausschließen helfen. Damit können Trägerschalungen insbe-

sondere bei komplizierten oder winkligen Grundrissen erhebliche Vorteile gegenüber den raffinierten Modulschalungen haben. Für Restflächenschalung wird das Trägersystem lediglich von beiden Rändern aus überlappt.

### 1-2-4 Doka

Das System erlaubt den flexiblen Einbau innerhalb vorgegebener Abstände: maximaler Trägerabstand und -kragarm eine, maximaler Stützenabstand zwei und Jochträgerabstand vier Markierungen. Zwei Markierungsdreiecke auf dem Trägersystem zeigen jeweils 50 cm an. Die Abstände müssen vor Einbau auf der Baustelle weder bemessen noch berechnet werden und erlauben unmittelbar eine Anpassung an winklige Grundrisse oder an wechselnde Feldbreiten. 'Dokadur'-Paneele mit elastischem, umlaufenden Polyurethanrahmen erlauben besonders dichte Stöße. Die 'Eurex'-Stahlrohrstütze mit nummerierten Abstecklöchern ergänzen den logistischen Ansatz der einfachen Trägerschalung. Ein Haltekopf mit Steck-Dreh-Verbindung sowie ein Absenkkopf erleichtern die Schalarbeiten.



Links oben: 'Topec' Großpaneel auf dem Hubwagen; darunter: 'Skydeck' eingeschalt mit Längsträger unter Paneelebene und nach dem Frühausschalen. Unten links: 'Skydeck' und 'Noe-Deck'-Fallköpfe; daneben: Anschlußausgleich mit 'Skydeck Rost'

Oben: Doka 1-2-4; darunter: Markierung der Maximalabstände Träger, Stützen und Jochträger

# Spezialschalung

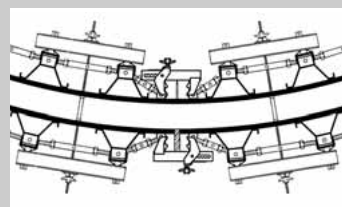
## Rundschalung

Als Sonderlösung haben sich die Rundschalungen aus den Anforderungen des Anlagen- und Behälterbaues entwickelt: exakte Ausführung mit kontinuierlichen Radien für Rühr- oder Belüftungswerkzeugen, sowie hohe Dichtigkeit. Für kreisförmige Anordnungen kann bei Einsatz von 'Gelenkrieglern' auf die Durchankerung der Betonwand verzichtet werden. Beim Einsatz von wasserdichtem Beton entfallen dann die besonders aufwendigen wasserdichten Ankerstellen. Die größte Flexibilität wird mit biegeflexiblen Trägerschalung erreicht.

## Ronda

### Thyssen Hünnebeck

Eine robuste Rundschalung mit Elementen aus Stahlträger-Hutprofilen, die ähnlich Trapezblech gleichzeitig große Biegesteifigkeit in Längsrichtung sowie hohe Flexibilität in Querrichtung besitzt. Die Stellspindeln sind in geschützter Lage zwischen den Trägern eingebaut. Jeweils zwei Hutprofile können über einen Gurt verbunden werden, der die Anzahl der erforderlichen Ankerstellen auf 0,3 pro qm halbiert. Die obere Ankerung kann mit Hilfe von Kopfkanttasche auch über den Beton hinweg geführt werden. Radien ab 2,75 m können eingestellt werden.



Oben: Systemschnitt 'Ronda', Innenelemente mit 2,40 bzw. 1,23 m und Außenelemente mit 2,50 bzw. 1,28 m Breite, darunter: Aufstocken mit Richtzwingen; Setzen der Ankerstellen am Gurt.

## R 110 / 250 / 400

### Noe Schaltechnik

Das Noe Programm bietet 3 Rundschalungen auf C-Stahlträgerprofil Basis für Radien ab 1,10 bzw. 2,50 oder 4,00 m mit Elementbreiten von jeweils 0,75 bzw. 1,50 und 3,00 m. Innen und Außenelemente werden werkseitig voreingestellt geliefert.

## Rundflex

### Peri GmbH

In der auf Grundlage des 'Vario'-Trägersystems modular aufgebauten Rundschalung fassen systemgelochte 'T-Riegel' aussteifend je zwei Gitterträger zusammen. Steckbare Stellspindeln werden als Gelenk-Kupplung eingesetzt. Optionale Verteilriegel, über Langloch beweglich mit der Konstruktion verbolzt, reduzieren die erforderlichen Ankerstellen auf 0,6 pro qm. Die 2,50 m breiten Elemente mit Stielrandprofilen aus dem Rahmenschalungsprogramm werden mit dem Richtschloß verbunden. Mit 'Rundflex' können wechselnde Radien ab 1,00 m stufenlos eingestellt werden.



## Säulenschalung

Systemschalungen sind hier speziell für die beim Betonieren von Säulen auftretenden hohen Betondrücke ausgelegt und bieten gegenüber konventionellen Schalungen den Vorteil, daß nur wenige Ankerstellen bedient werden müssen. Mit im Windmühlenflügelsystem zusammengesetzten Sonderelementen, die auch bei der normalen Rahmentafelschalung eingesetzt werden können, lassen sich Stützen wirtschaftlich einschalieren. Dabei wird jeweils ein Element sitnseitig quer zum nächsten durch die Schalhaut verankert. Die erforderlichen zusätzlichen Rasterbohrungen werden durch Plastikkappen abgedeckt, bleiben jedoch in der Betonoberfläche sichtbar.

## Rapid

### Peri GmbH

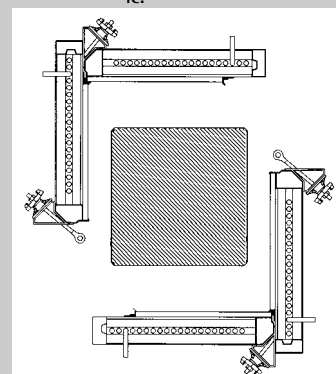
Das Sonderelement für stufenlos einstellbare Rechtecksquerschnitte und hohe Anforderungen an die Betonoberfläche wird als Rahmenkonstruktion mit gesonderter Schalhaut hergestellt. Die Schalhaut wird in Säulenbreite zugeschnitten über ein Klemmprofil sowie eine spezielle Dreikantleiste



auf dem Rahmen festgeklemt. Schalhautbefestigung wie Elementverbindung sind in das 'Rapid'-Eckdetail eingebaut: ein an der Außenkante gefaster Rahmen mit aufgeschweißten Konsolen für externe Spannstellen enthält am Innenstoß ein Halteprofil für die Schalhaut sowie eine Nut zur Aufnahme der auf dem Rahmen verschieblich angeordneten Dreikant- und Klemmleiste. Durch Weglassen der Dreikantleiste werden scharfkantige Säulen erreicht. Zur Montage werden vier Elemente windmühlenflügelartig angeordnet und jeweils schräg über Eck in der Lochreihe des gestoßenen Elementes verankert. Die Schalungsabschnitte werden liegend montiert und können durch die leichte Aluminium-Bauweise kranunabhängig auch von Hand aufgestellt werden. Nach dem Betonieren wird die Schalung in zwei Winkel zerlegt, diese werden jeweils ohne Lösen der Kleinteilen umgesetzt. Die Schalung kann einen Frischbetondruck von bis zu 120 kN/qm aufnehmen.

Thomas Kaup

Mitte oben: 'Rundflex', Ein Element für innen und außen. Nach ebenem Transport Einstellen gewünschte Radien mit Schablone; darunter: Elementstoß mit Paßholz und 'BFD'-Schloß erlaubt Längenausgleich, Voraussetzung einheitlicher Elementbreite; Stellspindeln in gelochtem T-Riegel; Links: 'Rapid' Säulenschalung mit Betonierbühne; unten: Eckdetail fixiert paßgenau Schaltafel und Dreikantleiste. Ausschalen zweier Winkel ohne lose Kleinteile.



Links: R 110, 250, 400 (Noe) aus C-20 Stahlträgerprofilen im Hochbau. Stellen Schalungselemente, Verankern der Richtstützen.

## Kunststoff-Verbund-Konstruktion Meva / Alkus

Seit 1985 verfolgt Meva Ideen zu einer neuen Schaltafel für Rahmenschalungen, da das bislang verwendete Sperrholz aus ökologischen wie wirtschaftlichen Gründen nicht als langfristige Lösung angesehen wurde. Bei mechanischen Beschädigungen – beim Nageln oder Schrauben kommt es unweigerlich zu Abplatzungen der inneren Furnierschichten – ist bei Sperrholz eine aufwendige Reparatur mit Zweikomponenten-Epoxydharzmischung im Reinigungs- oder Regenerierungswerk erforderlich. Die Entsorgungssproblematik phenolharzverleimter Sperrholzplatten, die bislang unter Absonderung von Dioxinen nach ca. 20 - 50 Einsätzen verbrannt wurden, verschärft die Forderung nach einer neuen, recyclebaren Schalhaut. Quellen und Schwinden sowie mittelfristige Zerstörung durch Wasseraufnahme sollten beseitigt, jedoch Verbindungen durch Nageln und Schrauben bzw. Bearbeitung durch Sägen sowie flächige Tragfähigkeit aus der hohen Biegesteifigkeit des Holzwerkstoffes erhalten werden. Nach Anläufen mit Wabenplatten, Holzkernen etc. wurde die Lösung in

der Ganz-Kunststoffplatte im Verbund mit anderen, die Tragfähigkeit erhöhenden Werkstoffen gefunden. Ein fünfschichtiger Aufbau aus Polypropylen mit eingelagerten Metall- bzw. Faserschichten ergibt den geforderte E-Modul. Die Kunststoff-Verbund-Konstruktion (KvK) vereint die Funktionalität der Kunststoffe mit der Tragfähigkeit metallischer Strukturen. Die neue Platte nimmt auch bei Oberflächenverletzungen kein Wasser auf, daher gibt es weder wasserbedingte Zerstörung oder Verrottung noch feuchtebedingte Tragfähigkeitsminderung. Da der hohe E-Modul-Wert von Sperrholzplatten praktisch nur im Neuzustand erreicht wird und bei Durchfeuchtung um bis zu 50 % abnimmt, war die Forderung für eine Kunststoffplatte, ein gleichbleibendes E-Modul von etwa 2/3 desjenigen des Holzes zu erreichen. Da die Profilasen bei den Schalungselementen durch das Aufquellen der Sperrholzplatten zu deren Schutz vor weiterer Beschädigung einen Überstand haben müssen, können Kunststoffplatten, weil sie kein Dickenwachstum haben, in die gleichen Rahmen ca. 2 mm dicker eingebaut werden. So wird insgesamt eine Verbesserung der Biegesteifigkeit gegenüber konventionellen Schaltafeln erreicht.



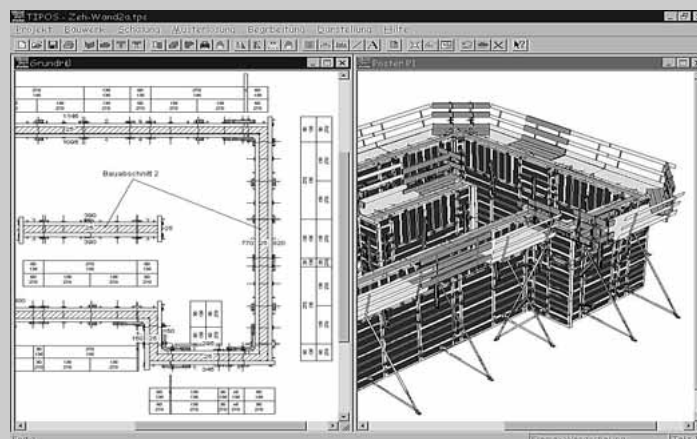
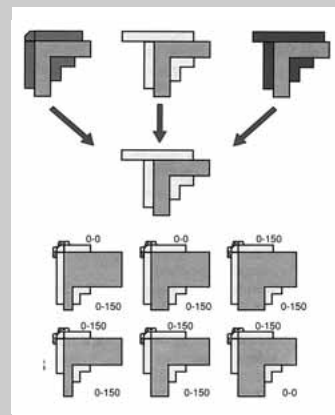
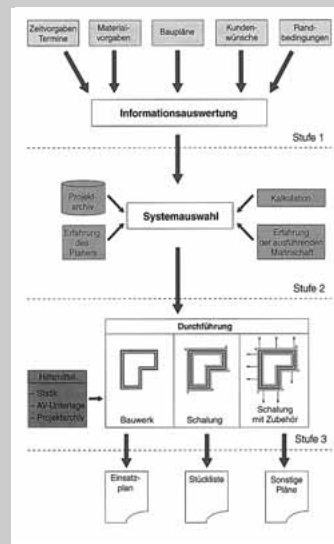
Oben: Industrielle Fertigung der Polypropylen-Kunststoff-Verbund-Konstruktions-Tafel im Extrusionsverfahren bei Alkus. Darunter: Mit dem Handschweißgerät wird der thermoplastische Kunststoff vorgewärmt, anschließend Schadstelle gefüllt. Ganz unten: Mit der Oberfräse wird die Reparaturstelle geglättet.



## Tipos Plus Doka / Cimware

Der wirtschaftliche Einsatz von Schalungssystemen in komplexen Anwendungsfällen erfordert ein umfassendes und flexibles Management. Insbesondere der gängige parallele Einsatz einer Mischung firmeneigener und gemieteter Schalung unterschiedlicher Hersteller auf der Baustelle verbietet systemfixierte Planungslösungen. 'Tipos' ist ein modular aufgebautes hersteller- und plattformunabhängiges Schalungsplanungsprogramm mit ausgegliedertem Schalungswissen und definierten Schnittstellen zu anderen Baurelevanten Softwarelösungen wie CAD oder Kalkulationsprogrammen. Das Paket erlaubt die automatische Planung und Visualisierung von Bühnen, von Wand- und Deckenschalungen sowie die optimierende Materialverwaltung meh-

rerer Quellen. Ein Musterlösungseditor erlaubt die Verwaltung einer Vielzahl programmierter und eigener parametrisierter Schalungslösungen mit verschiedenen Schalungssystemen. Bislang werden Lösungen von Doka, Peri, Hünnebeck, Meva und Noe unterstützt. Gebäude können alternativ als digitale Bauwerksmodelle eingelesen oder mit der graphischen Eingabehilfe 'Schal-Igel' erstellt werden. Bei der Schalungsplanung kann das Bauwerk in beliebige Betonierabschnitte eingeteilt werden, ein interaktiver 'Taktometer' liefert dazu Schätzungen des Materialbedarfs und unterstützt eine sinnvolle Taktplanung. Ein Stücklisten-Editor sowie eine Träger-Statik erweitern den Funktionsumfang der Software. Module für Import, Layout und Konstruktion ermöglichen eine Weiterbearbeitung in Autocad und verbinden die Schalungsautomatik der Spezialsoftware mit den allgemeinen Konstruktionsmöglichkeiten von CAD.



Ganz oben links: Diagramm Planungsprozeß Schalung. In der Praxis durchläuft der Planungsprozeß die Stufen nicht immer nacheinander. Rechts daneben: Merkmale von Tipos: Herstellerunabhängigkeit, Musterlösungssystem.

Darunter: Grundrissdarstellung mit Materialangaben sowie Farbige 3D-Visualisierung mit perspektivischer Darstellung. Abb. oben: Verlag Moderne Industrie



# Traggerüst

Neben den Systemschalungen als Basis jeder Ortbeton-Baustelle werden für das Funktionieren größerer Vorhaben eine Vielzahl höherer, modularer Erschließungs- und Tragsysteme eingesetzt, sei es als Lauf- und Betonierbühnen im direkten konstruktiven Zusammenhang der Schalung, als Treppentürme zur Baustellenerschließung, begehbare Traggerüste oder Tische und Lasttürme zur Unterstützung temporärer Lasten in großer Höhe oder als mobile Konsole. Für Neuentwicklungen der verwendeten Gerüstbestandteile ergeben sich analoge Anforderungen an Kompatibilität, Vereinfachung sowie Vereinheitlichung der Verbindungen wie bei Schalsystemen. Seit langem parallel im Einsatz, werden Gerüst und Schalung gemeinsam entwickelt.

## Multiprop Stütze Peri GmbH

Die Aluminium-Deckenstützen sind einzeln oder mit Rahmen verbunden als Tische oder Lasttürme einsetzbar. Die Stütze besteht aus einem Außen- und Innenrohr gleicher Geometrie aber unterschiedlicher Größe: Die Ecken des quadratischen Querschnittes sind eingeschnürt und erlauben trotz unterschiedlicher Abmessungen den Anschluß der

gleichen Klemmkeil-Verbindungsklemmen des 'Multiprop'-Rahmens. Das Stellgewinde ist in die Kanten des inneren Profils eingepreßt und wird auch bei extremer Verschmutzung des Gewindestücks durch die Mutter wieder freigeschnitten. Dafür kann die Stellmutter mit einem Spannstab als Hebel bedient werden. Ein fest eingebautes Maßband am Innenrohr ermöglicht genaue Voreinstellung ohne zeitraubendes Messen. Je Stütze können Stiellasten bis maximal 90 kN abgetragen werden.

## Deckenschaltisch Gass Paschal GmbH

Das Alu-Tragsystem 'Gass' besteht aus Schwerlaststützen in 'Rosettenprofil' mit acht auf voller Höhe durchlaufenden Anschlußnuten sowie Aussteifungsrahmen mit vier darin eingreifenden Dreh-Steck-Nutensteinen als mit dem Schalhammer zu bedienende Keilverbindung. Die Spindelstützen können einzeln oder im Verbund als Gerüst, Deckentisch oder in Kombination eingesetzt werden. Für den Einsatz als Gerüst ergibt der obere Gurt wegen seiner Höhe zugleich ein Gelände. Die Endplatten sind schachbrettartig profiliert, sodaß jeweils zwei gleiche Teile formschlüssig ineinandergreifen, zusammen eine volle Platte ergeben und zweistöckigen Aufbau erlauben. Durch Kombinieren der vier Standardlängen zwischen 1,49 m und 4,50 m kön-

nen stufenlos Höhen bis 12 m erreicht werden. Durch vier Rahmenlängen zwischen 1,20 und 3,00 m lassen sich darüber hinaus Türme unterschiedlicher Schlankheit sowie durch die vielfältigen Anschlußmöglichkeiten Schalungstische auch für komplexe Grundrisse erstellen. In die Aussteifungsrahmen eingehängt, erlauben Laufradeinheiten schnelles Umsetzen großflächiger Schalungstische in der Fläche. Für ein Umsetzen des Traggerüsts auf die nächsthöhere Bauebene werden die Verbindungsstöße durch vier Schrauben und die Fußspindeln durch Spindelhalter an den Stützen gesichert. In die Verbindungsrahmen können Gerüstbeläge mit einer zulässigen Belastung von 1,5 kN/qm eingehängt werden. Die Auflagerkonsolen mit gleicher Keilverbindung lassen sich mit Systemzubehör einfach zu Laufkonsolen oder Schutzgerüsten ausbauen. Die Stützenköpfe werden von beidseitig genuteten Alu-Profilträgern mit Lastabtragung von 100 kN überspannt und durch Nutensteine und Schrauben verbunden.

Als spezieller Unterzugsträger eingesetzt, übertragen sie hohe Einzel- oder Streckenlasten auf die Deckenstützen und lassen zusätzliche Einzelstützen bei der Unterstützung von Betonfertigteilen oder Unterzugschalung vermeiden. Die längste Stütze wiegt bei einem Lastabtrag von bis zu 130 kN nur 22 kg.

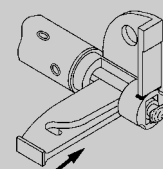
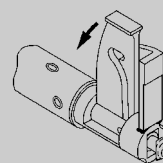
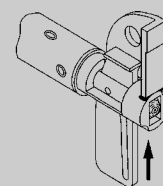
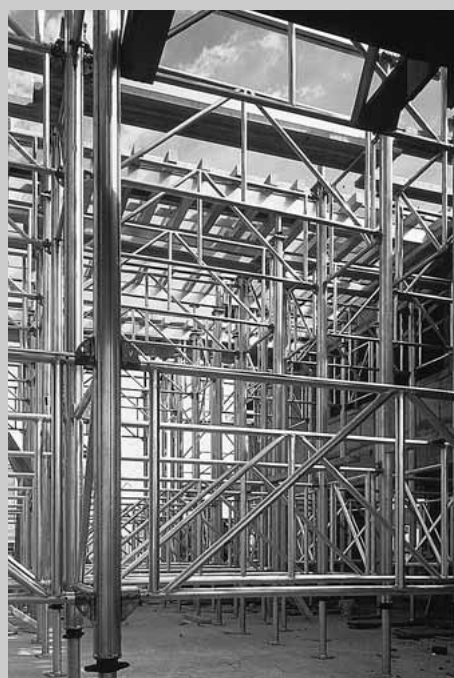
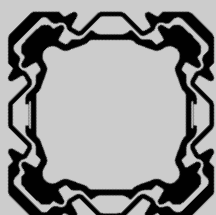
## Träger-Deckentisch Peri GmbH

Den vormontierten Trägerwand-schalungselementen entsprechend werden zunehmend große vormontierte Trägerdeckenschalungstische eingesetzt und von Geschoß zu Geschoß transportiert. Hierfür werden unterschiedliche Tischköpfe mit lösbaren oder faltbaren ('Uniportal'/'Schwenktisch') Stützeinspannungen eingesetzt. Für den Transport im Geschoß werden spezielle Hubwagen mit faltbarem Fahrgestell eingesetzt. Am Geschoßdeckenrand kann der Tisch entweder mit Hilfe längenverstellbarer Kranaufhängungen oder mit der Umsetzgabel aus dem Geschoß geführt und auf die nächste Ebene angehoben werden.



Oben: 'Multiprop'-Türme als Traggerüst, Höhe 7,50 m, darunter von links: Verstellen mit Spannstab, eingebautes Maßband, Anschluß Rahmenteil Innenrohr; rechts darunter: Schnitt Innen- und Außenprofil

Rechte Seite: 'Gass'-Traggerüst; daneben Anschluß Rahmenteil mit Nutenstein von oben: Keil lösen fährt Stein aus, verdrehen in der Nut, Keil einschlagen arretiert Stein



## Gerüstbaukasten Peri GmbH

Mit 'Peri Up' verfügt das Unternehmen aus Weißenhorn bei Ulm über einen Gerüstbaukasten für drei Einsatzgebiete: Die Einzelteile lassen sich im Verbund nach Bedarf lokal und horizontal wie vertikal übergangslos als Rahmengerüst ('Up 70/100'), Modul- ('Up Rosett') oder Traggerüst ('Up Shoring') ausbilden. Wo bisher mit Rahmen-, Modulgerüsten oder anderen in sich geschlossenen Systemen gearbeitet wurde, kann der Gerüstbaukasten die Vielzahl vorzuhaltender Teile reduzieren. Durch Auflösen der Tragkonstruktion ab Basisrahmen in zwei Einzelbauteile – 'T-Rahmen' und Rohr – werden gleichzeitig mehrere Vorteile erzielt: Das verringerte Gewicht der Einzelteile erlaubt einfachen Aufbau ohne Gerüstaufzug. Das Geländer der nächsten Ebene wird von der unteren, gesicherten Gerüstebene zusammen mit dem T-Rahmen montiert, der Gerüstbauer ist also bereits gesichert, wenn er die nächste Lage betritt. Die Knotenverbindung der Modul- und Traggerüstvariante stellt eine Weiterentwicklung bekannter Modulgerüstknoten dar. Neu ist eine mögliche Auslenkung der Riegel um bis zu 45° aus der Geraden, sowie die äußere Form der Knotenrosette, die durch ihren quadratischen Umriß mit Aussparungen für das jeweils nächste

Lagerteil Stapel maximaler Dichte und Stabilität zuläßt. Durch die hohe Knotensteifigkeit können Diagonalen und Verankerungen eingespart werden. Auch das Modulgerüst wird mit vorlaufendem Geländer montiert.

## Mastgerüst Gekko Thyssen Hünnebeck Gerüst

Bei 'Gekko' handelt es sich um die Neuentwicklung einer Mastgerüstkonstruktion aus Aluminium mit mehreren, übereinander auf Konsolen montierten, nahezu stufenlos beweglichen Arbeitsbühnen. Das Gerüst lehnt sich in seiner Bauweise an die Mastklettererbühnen an. Die für ein Arbeitsgerüst erforderlichen Benutzerteile Konsole, Bordbretthalter, Beläge, Schutzgeländer, Geländerstiel und Bordbrett sowie Dachdeckerschutz und Fangnetze lassen sich frei von den statischen Bauteile Basisstück mit Ausleger und Spindelfuß, Mast, H-Riegel, Diagonale und Gerüstanker einbauen, darüberhinaus jedoch auch jederzeit während der Standzeit einzeln ohne Beeinträchtigung des statischen Gefüges umrüsten. Das Gerüst kann in Feldlängen von 1,80, 2,40 und 3,00 m, im 25 cm Höhen- und 30 cm Tiefenraster an alle Gebäude angepaßt werden. Der entscheidende Vorteil gegenüber Rahmengerüsten liegt im Fehlen der störenden Stiele im Arbeitsbereich an der Fassade. Hohe Montagesicherheit ergibt ein vorlaufendes Geländer, indem der Anwender den Seitenschutz schon vor dem

Aufstocken befestigen kann. Das System kann in Gerüstgruppe 3 und höher eingesetzt werden. Kein Teil wiegt über 20 kg, alle Verbindungen selbstsichernd Dreh-Steck ohne Kippfinger.

## Konsolgerüste

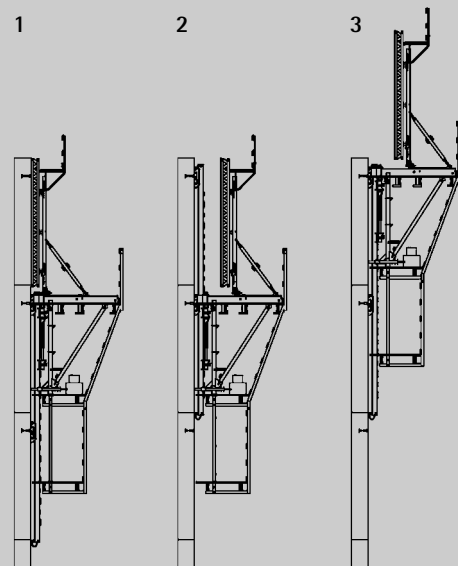
Wandschalungen machen schon ab geringen Höhen Arbeitsbühnen zum Einbringen des Betons erforderlich. Für diese Aufgabe haben sich mit dem Kran umsetzbare Konsolgerüste zur direkten Montage auf der Schalung bewährt. Bei hohen Bauteilen, die in mehreren Höhentakten betoniert werden dienen Bühnen sowohl als Boden zum Aufstellen der Schalung als auch als Arbeits- und Schutzgerüst. Während bei einfachen Klettergerüsten Konsole und Schalung getrennt umgesetzt werden, sind moderne Kletterfahr Schalungen mit einer vollständigen, mehrstöckigen wind- und wettergeschützten Arbeitsstation ausgerüstet. Die Schalung ist mit dem Gerüst über einen Fahrwagen verbunden

und kann ohne Kranhilfe um etwa 80 cm rückwärts und vorwärts verfahren werden. Der Raum zwischen zurückgefahrner Schalung und Wand erlaubt die Pflege der Schalung, das Einbringen von Ankerbauteilen für die Gerüstaufhängung des nächsten Klettertaktes und schafft insbesondere ausreichenden Arbeitsraum für Bewehrungsarbeiten.

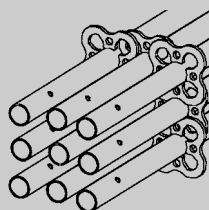
## Selbstkletterschalung ACS Peri GmbH

Die kranunabhängige Konsole ist über Kletterankern und Laufschiene am jeweils fertiggestellten Betoniertakt befestigt. Nach Öffnen der Schalung wird in der Verankerung im neuen Abschnitt ein Ankerschuh gesetzt, die Schiene hochgefahren und am neuen Punkt befestigt. Danach wird die gesamte Konsole automatisch mit hydraulischen Pressen entlang der Schienen einen Takt nach oben gefahren.

Rechts: 'ACS' (Automatic Climbing System) am Expoturm Lissabon, darunter Taktfolge, von links: 1. Wand fertig betoniert 2. Schalung zurückgefahren, Schuh montiert, Schiene fährt 3. Klettereinheit fährt, Schalung bereit. Unten: 'Gekko'-Mastprofil, darunter: keine Fassadenstiele durch Konsole



Oben: Gerüstbaukasten 'Up' Montage Rahmengerüst mit vorlaufendem Geländer von unten durch selbstsichernde Diagonale, rechts Detail; unten: kompakte Stapelung Modulgerüst



# Bewehrung

## Bamtec

### Häußler Planung GmbH

'Bamtec' steht für 'Bewehrungs-Abbund-Maschinen-Technologie' und bezeichnet eine besonders wirtschaftliche und gleichzeitig in der Ausführung einfache Bewehrungsmethode für Ortbetondecken. Statt der herkömmlichen Baustahlmatten werden 'Bewehrungsteppiche' verwendet. Diese enthalten ausschließlich einachsige verlegte Rundstäbe, die mit querlaufenden Tragbändern zu einer Einheit verbunden werden. Einzelne Teppiche werden den statischen Anforderungen im Gebäude entsprechend individuell in der Eisenbiegerei konfektioniert und dann quer zum Stabstahl gerollt. Nach Transport auf die Baustelle werden sie vor Ort zunächst mit dem Kran positioniert und dann von Hand ausgerollt. Die neue Technologie optimiert die Prozeßkette von statischer

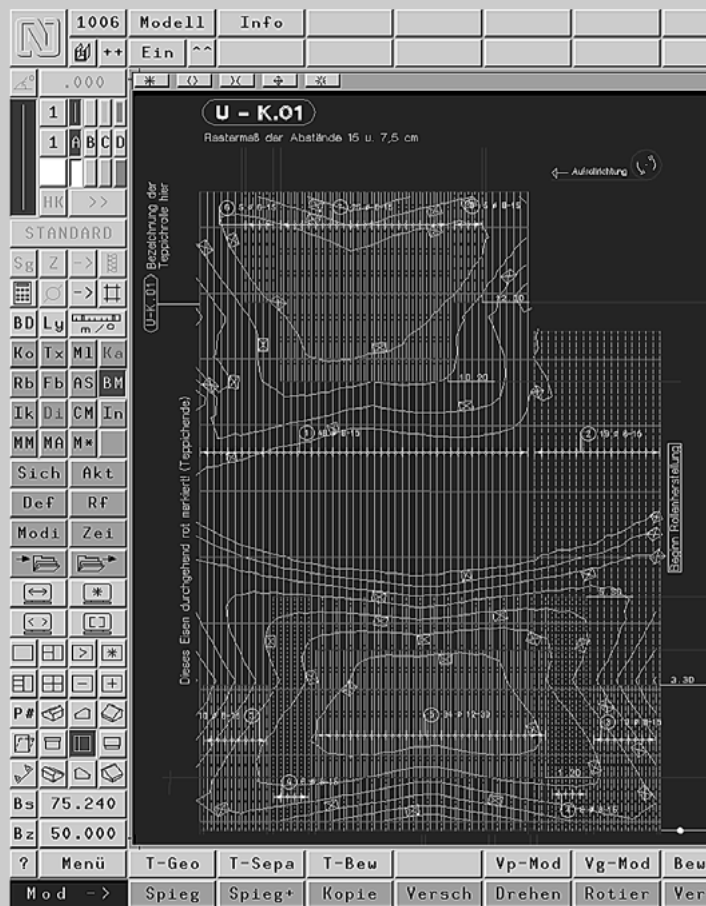
Berechnung über Planerstellung bis Verlegung auf der Baustelle. Neben Stahleinsparungen von 20 - 50 % gegenüber herkömmlicher Mattenbewehrung ergeben sich Rationalisierungsvorteile in allen Teilschritten durch Reduktion des Bearbeitungsaufwandes bei gleichzeitiger Erhöhung der Ausführungsqualität. Das Verfahren beruht auf der im Stahlbetonbau vielfach angewendeten Finite-Elemente-Berechnung (FEM). Während bei herkömmlicher Mattenbewehrung häufig deutlich mehr als die erforderliche Bewehrung eingebaut werden muß, da Lagermatten nur in groben Abstufungen verfügbar sind und kombiniert häufig zwar eine Matte nicht ausreicht, zwei jedoch bereits zuviel sind, erfordert die feiner abstimmbare Bewehrung mit Stabstahl einen unverhältnismäßig großen Arbeitsaufwand durch die Eisenflechter vor Ort. Bei der Anwendung der integrierten Bewehrungstechnik übernimmt der Statiker die Arbeitsvorbereitung für die ausführen

den Firmen. Dies ist ein Leitgedanke der Innovation. 'Bamtec' ist Teil der Initiative 'Sova', ein Kürzel für 'arbeitsvorbereitungsorientierte Statik', bei der vor der statischen Berechnung zunächst Fragen der Herstellung im Vordergrund stehen. Häußler vergibt Lizenzen zur Nutzung des Patentes an Ingenieurbüros und Produzenten von Bewehrungen und betreut Ingenieurbüros in Fachseminaren, durch Bereitstellung von Literatur sowie durch den Betrieb einer Hotline und Webseite.

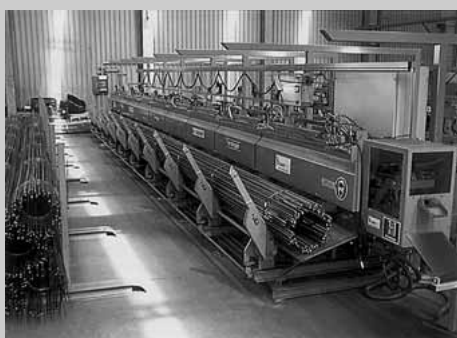
Die Idee der Ingenieure Wilhelm Häußler und Norbert Nieder aus Kempten im Allgäu verbindet Arbeitersparnis durch Vorfertigung mit der nötigen Flexibilität in der Anpassung an lokale Anforderungen. Seit 1994 wurden mit dem Münchener Softwareunternehmen Nemetschek, dem Allgäuer Maschinenbauer Hundegger und der lokalen Eisenbiegerei Kleiner mehrere Partner eng in die Entwicklung der Technologie eingebunden. Eine Schweißanlage, bei der ein Roboter die gewählten Rundstäbe in den berechneten Abständen auf die Flachstahltransportbänder aufschweißt, erzeugt vollautomatisch den maßgenauen Bewehrungsteppich. Dabei verwendet die Anlage ohne Umwege die Daten des Statikers, die dieser in einem interaktiven Verfahren direkt in der CAD-Software aus der architektonischen Grundlage

ermittelt hat. Die direkte Verknüpfung aller Teilschritte des Verfahrens gewährleistet vollständige Übereinstimmung zwischen Berechnungsmodell, Darstellungsmodell und ausgeführter Bewehrung. Je Decke sind - als obere und untere Lage jeweils aufgelöst in x- und y-Richtung - mindestens vier vorzugsweise orthogonal angeordnete Teppichlagen erforderlich. Nach interaktiver Aufteilung der Deckenflächen in möglichst wenige Teppiche bestimmt das 'Bamtec'-CAD-Modul in der Software 'Allplan' automatisch den Aufbau, also Lage, Länge und Durchmesser aller ihrer Stäbe.

Bei der Bewehrungsplanung werden auf dem Bildschirm 'Höhenlinien gleicher erforderlicher Bewehrung' dargestellt, ein bildhaftes Relief, welches die schnelle und zugleich intuitiv verständliche Kontrolle des gleichzeitig sichtbaren Schichtenmodells der gewählten Schalstäbe erlaubt. Daher besteht ein fertiger Teppich jeweils aus einer Basislage von Stäben in der Länge der jeweiligen vollen Teppichbreite, nach Bedarf lokal durch zusätzliche kürzere Stäbe ergänzt. Insgesamt werden pro Teppich drei Pläne erstellt: Den erwähnten Prüfplan ergänzen ein Montageplan für die Eisenbiegerei und ein Verlegeplan für die Baustelle, der für jeden Teppich den Startpunkt und die Richtung des Ausrollens vorgibt. Aussparungen werden in der Planung berücksichtigt, jedoch erst vor Ort ausgeführt. Sowohl die oberen Eisen von Unterzugsbewehrungen, die unteren Bewehrungslagen von Wandscheiben sowie Auswechseleisen für Aussparungen können in die Teppiche integriert werden. Die maximale Teppichbreite ist durch die Länge des Abbund-Vollautomaten von 16,5 m, ihre jeweilige Länge von bis über 25 m durch das Höchstgewicht von 1,3 t für einfache Handhabung durch zwei Arbeiter begrenzt.



Oben: Bamtec-Modul in Nemetschek zeigt Aufbau des Teppiches mit Stäben, Durchmessern. Dieser richtet sich exakt nach Höhenlinien gleicher Bewehrung. Darunter: Vollautomat Hundegger. Rechts oben: Ausrollen des unteren Teppiches, darunter: obere Lage auf Abstandshaltern.



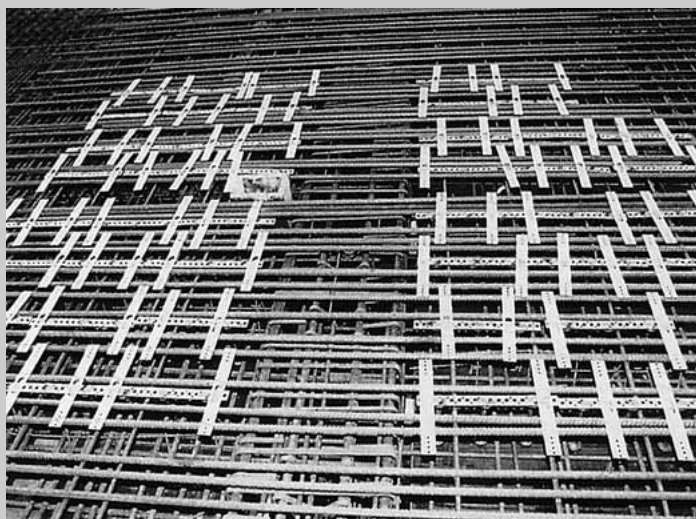
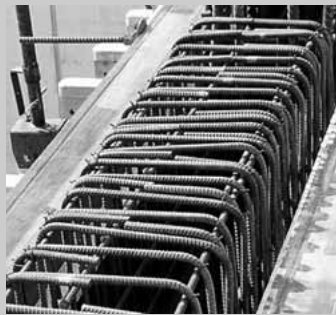
## Schubankerbewehrung Halfen GmbH

Der 'HDB-Anker', ein vorgefertigtes Bewehrungselement in Hantelform, als Durchstanzbewehrung – d.h. Sicherung gegen das Durchbrechen von Stützenköpfen durch auflastende Decken, oder von Stützenfüßen durch ihre bewehrten Fundamente – entwickelt, wurde nach Versuchsreihen an der RWTH nun auch für den gesamten Schubbereich in Platten und Balken zugelassen. Der Anker besteht aus Rippenstahl BSt 500 S, an dessen Enden eine tellerartige Kopfverbreiterung aufgestaucht ist und dessen Rippenung bis an den Kopf heranreicht.

Innere Spannungen im belasteten Tragwerk bewirken eine Tendenz der Tragwerksob- und -unterseite, sich bei Durchbiegung längs gegeneinander zu verschieben. In konventionell bewehrten Trägern oder Plattentragwerken aus Stahlbeton werden diese Schubspannungen durch Bügel oder schräge Aufbiegungen von Längseisen aufgenommen. Die Stahlbügel zwingen dann die beiden Seiten aufeinander und sorgen dafür, daß die Schubkräfte durch innere Rauigkeit der Betonoberfläche aufgenommen werden. Große Mengen von Bügeln in vorgefertigten Körben der Träger führen in der Praxis häufig zu Schwierigkeiten bei der Betonüberdeckung bzw. zu Kiesnestern. Dennoch durfte nach der nun überarbeiteten Norm 1045-1 bislang nicht ohne weiteres auf die ungenutzte Trägermitte ausgewichen werden. Bei Plattendecken führte die Bewehrung mit geschlossenen Bügeln

bisher zu Behinderungen beim Einbringen der unteren und oberen Bewehrungslagen. Der Anker wird aufrecht zwischen die Längsbewehrung in Träger oder Decken eingebaut und kann durch seine tellerförmigen Verbreiterungen quergerichtete Druckkräfte aus dem Beton aufnehmen und durch ihre Zugverankerung in den Beton der jeweils gegenüberliegenden Tragwerksseite einleiten. Für die Baustelle steht nun ein Bewehrungselement zur Verfügung, welches Bügelbewehrungen in flächigen Tragwerken vollständig ersetzen und nachträglich in die fertiggestellten Bewehrungslagen eingebaut werden kann. Damit entspricht der Anker den Grundsätzen arbeitsvorbereitungsorientierter Planung.

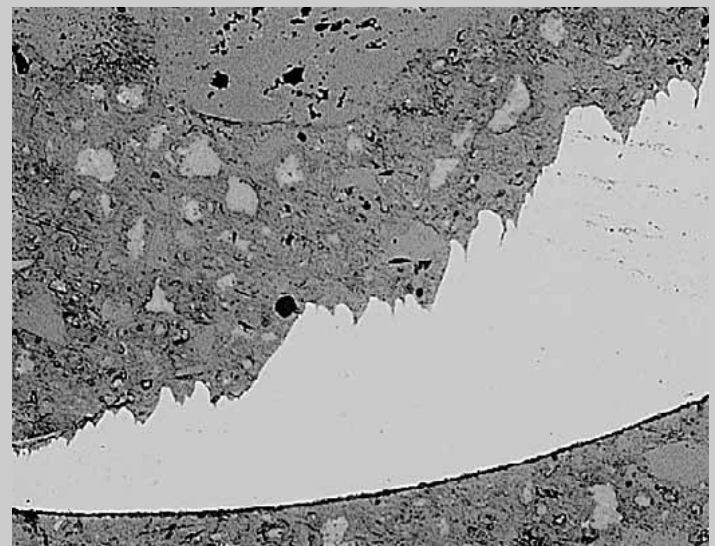
Die Lasteinleitung in den Beton erfolgt bei Bauteilen mit geringer Nutzhöhe konzentriert über die Kopfverbreiterung. Ihre Größe in dreifacher Stabbreite ermöglicht ein mittleres Spannungsniveau der Unterkopfpresung mit einem geringen Verankerungsschlupf. Diese Besonderheit wirkt sich besonders bei schlanken Decken von ca. 20 cm aus, während sich bei statischen Nutzhöhen von ca. 40 cm das Tragverhalten der Anker dem von Bügeln angleicht und die Kräfte vorwiegend über Verbund übertragen werden. Daraus ergibt sich ein zu 20 % reduzierter Querschnitt für die Bemessung mit Ankern bei dünnen Platten.



## Stahlfaserbewehrung Vulkan Harex GmbH

Im Gegensatz zum unbewehrten Beton weist Stahlfaserbeton nach Überschreiten der Reißfestigkeit ein Resttragvermögen, die sogenannte 'Zähigkeit' auf. Sie wird im Biegezugverfahren ermittelt und ist im Spritzbeton und Tunnelbau von großer Bedeutung. Die Faserbewehrung erlaubt einen geringeren Gesamtaufbau der Betonschicht, da keine Mindestüberdeckungen an den Außenflächen eingehalten werden müssen. Vulkan Harex produziert vier verschiedene Stahlfasertypen. Je nach Einsatzgebiet – Industrieböden, Spritzbeton, Tunnel, Estrich – und den damit verbundenen spezifischen Baustoffanforderungen werden unterschiedliche Fasern eingesetzt. Die Systeme unterscheiden sich in der Wirkungsweise vor allem in ihrem Verbundverhalten im Beton: Die gefrästen Stahlfasern haften durch ihre große, raue Oberfläche im Beton und wirken rißhemmend. Die glatten Drahtfasern mit Endverankerung wirken rißbegrenzend.

Den hohen Anforderungen an Industriefußböden in Bezug auf Reißfestigkeit unter wechselnden



Oben links: Fräswalze zur Herstellung von Stahlfasern aus Stahlbramme. Daneben: Fasern mit Drill und Endverankerung; darunter Detailaufnahme rauhe Fräsoberfläche. Darunter: glatte Drahtfasern mit Endverankerung Ganz links oben: Bewehrungsbügel Unterzug; daneben: und darunter: HDF-Anker vor Ort



# Textilbewehrter Beton

Manfred Curbach, Peter Offermann  
TU Dresden

Die Erfahrungen mit kurzfaserbewehrtem Beton besagen, daß ein relativ hoher Faservolumenanteil notwendig ist, um die Eigenschaften der Bauteile deutlich zu verbessern. Textile Bewehrung mit Langfasern im Beton ist eine junge und innovative Technologie. Verbundwerkstoffe bestehen aus mindestens zwei Werkstoffen, dem Verstärkungswerkstoff und der Matrix. Im Faserbeton werden entweder duktile Verstärkungen mit spröder Matrix kombiniert, oder aber eine spröde Verstärkung wirkt dadurch quasi-duktil, daß kurze Fasern aus der Matrix gezogen werden statt zu brechen, oder daß wegen der hohen Festigkeit der Verstärkung eine deutlich höhere Bruchdehnung zustande kommt, als die Matrix allein erreicht. Der letzte Fall gilt für die textile Verstärkung in zementgebundenen Matrices.

## Halbzeug

Unter einem Halbzeug im Sinne eines Bewehrungselementes für Betonprodukte werden Textile Strukturen verstanden, die aus einer Fläche und einem räumlichen bzw. schalenförmigen Gebilde bestehen. Die große Vielfalt textiler Flächenbildungsverfahren ermöglicht für unterschiedlichste Strukturanforderungen eine textile Bewehrungslösung. Gewebe bestehen aus zwei Fadensystemen, die sich in der Sicht auf die Gewebefläche unter einem Winkel von annähernd 90° kreuzen. Aufgrund der orthogonalen Grundstruktur sind die Eigenschaften in den zwei Vorzugsrichtungen ausgeprägt. Der wellige Verlauf der Fäden in Verarbeitungsrichtung führt bei Belastung im eingebetteten Zustand zu zusätzlichen Beanspruchungen. Gewebe werden kommerziell bisher selten als Bewehrung eingesetzt. Gitterartige Flachgewebe werden schon seit einiger Zeit zur Putzarmierung verwendet. Im Rahmen von Forschungsprojekten kamen sie mit dem Ziel der Rißbreitenminimierung und einer günstigen Rißverteilung zum Einsatz.

Von den vielfältigen Gewirkekonstruktionen sind nur die Varianten als Bewehrungsgewirke erfolgversprechend, deren Fäden gestreckt eingebunden werden können. Einsatzmöglichkeiten von Gewirken werden seit 1993 am Institut für Textil- und Bekleidungstechnik der Technischen Universität Dresden, dem Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen und dem Sächsischen Textilforschungsinstitut Chemnitz untersucht. Gelege sind textile Flächen-

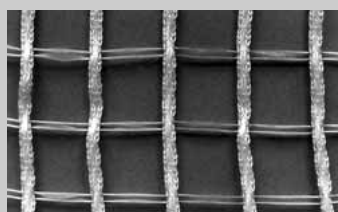
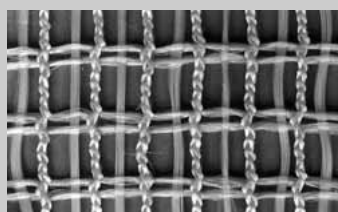
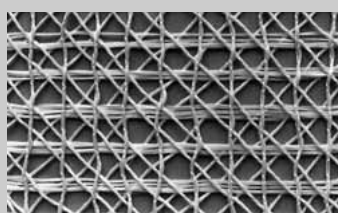
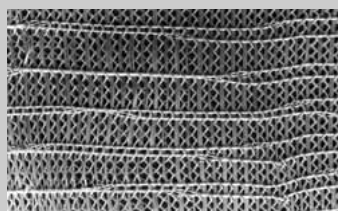
gebilde, die durch Aufeinanderlegen von Fadensystemen und einem Fixieren der Kreuzungspunkte entstehen. Für die Betonbewehrung wurden in Forschungsprojekten unterschiedlichste Gelege mit dem Ziel der Rißbildoptimierung getestet. Vliesstoffe und Verbundwerkstoffe kommen bisher zur Betonarmierung nicht zur Anwendung. Ein Einsatz von Gestrieken und Geflechten ist denkbar.

## Matrix

Die Matrix hat mehrere Aufgaben zu erfüllen. Sie dient der Einbettung der Fasern und fixiert deren Lage, sie beteiligt sich an der Lastabtragung, und sie wird auch zu Aufgaben des Korrosionsschutzes herangezogen. Umfangreiche Erfahrungen liegen bisher überwiegend in Verbindung mit Kurzfaserbeton vor. Seit Pilkington die alkaliresistente Glasfaser unter dem Namen 'CemFil' vertreibt, hat der Einsatz von Glasfasern im Beton stetig zugenommen und ist unter dem Namen Glasfaserbeton bekannt. Der neue Glasfaserbeton der zweiten Generation setzt im wesentlichen auf eine Reduzierung des alkalischen Milieus (Portlandzement) gegenüber der ersten Generation durch eine Veränderung der Betonrezeptur.

## Textile Bewehrung in Stahlbeton

Im Stahlbetonbau wurde in Forschungsprojekten textile Bewehrung zur Rissebeschränkung als oberflächennahe Bewehrung eingesetzt. Da keine Betondeckung

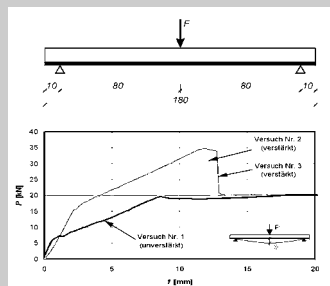


zum Korrosionsschutz erforderlich ist, können die textilen Gebilde unmittelbar an der Oberfläche angeordnet werden. Im Versuch konnte so eine feine Verteilung der Oberflächenrisse nachgewiesen werden. Die textile Bewehrung wird also zusätzlich zur Stahlbewehrung eingesetzt, um die Eigenschaften der Bauteile günstig zu beeinflussen. Es sind weitere Versuche bekannt, bei denen Konsolen aus hochfestem Beton zusätzlich zur eingebauten Stahlbewehrung mit einer textilen Bewehrung aus Polypropylen bewehrt wurden. Dabei konnte eine Steigerung der Traglasten um bis zu 40 % beobachtet werden. Durch die textile Bewehrung wurde die Duktilität des allgemein spröden hochfesten Betons verbessert und die Versagensform dadurch gutmütiger. Auch die Möglichkeit der Erhöhung der Tragfähigkeit vorhandener Stahlbetonbauteile durch eine nachträgliche Verstärkung aus textilbewehrtem Beton konnte prinzipiell nachgewiesen werden. Stahlbetonplatten wurden auf der Unterseite mit einer nur 1,0 bis 1,5 cm dicken Schicht mit Textilien aus AR-Glas in einem Mörtelbett versehen. Beim Traglastversuch wurde eine Laststeigerung gegenüber der unverstärkten Referenzplatte von über 75 % beobachtet.

Die Fasern werden zur planmäßigen Abtragung von Lasten herangezogen und für die auftretenden Beanspruchungen optimiert und bemessen. Da der Beton keine Korrosionsschutzaufgaben erfüllen muß, liegt der Hauptvorteil in der Möglichkeit, extrem dünnwandige Bauteile bei gleichzeitig hoher Tragfähigkeit herzustellen.

## Tragverhalten

Herkömmliche Theorien sind nicht in der Lage, das komplexe Tragverhalten zu beschreiben. Als experimentelle Grundlage für die Entwicklung eines einaxialen Stoffgesetzes werden bisher Zugversuche an Scheibenelementen durchgeführt. Dabei werden insbesondere die Einflußgrößen Bewehrungsgehalte, Faserorientierung, Schrägschußanteil, Faserfeinheit und geometrischer Aufbau der Garne untersucht.



Links: Nähgewirk, Multi-axialgelege, Raschelgewirk, Kettengewirk

## Anwendungen

Textilbewehrter Beton besitzt zwei grundsätzlich verschiedene Einsatzfelder. Erstens kann er als Alternative zu herkömmlichen Baustoffen zur Anwendung kommen. Zweitens werden die positiven Eigenschaften des Textilbetons vielfältige neue Anwendungsbereiche erschließen. Textilbeton eignet sich besonders zur Herstellung im Fertigteilwerk. Die in der Regel niedrigen Gewichte wirken sich günstig auf den Transport aus. Die Qualität kann bei kontrollierter Herstellung am besten gewährleistet werden. So können alle Vorteile dieses Hochleistungsverbundwerkstoffes – Dünnwandigkeit, Einsparung an Bewehrung durch beanspruchungsgerechte Anordnung, hohe Festigkeit und Dauerhaftigkeit – ausgenutzt werden.

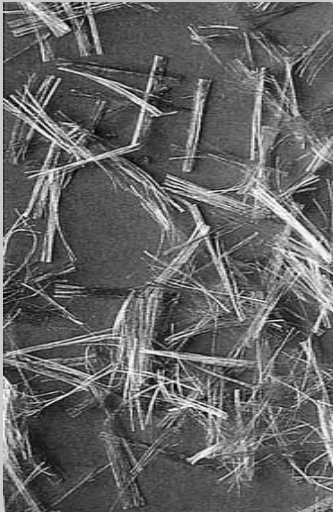
Der enorme Bedarf an Tragfähigkeitserhöhung bestehender Stahlbetontragwerke, insbesondere von Brücken, stellt uns heute vor eine wichtige Aufgabe. Die Lamellenteknik und die nachträgliche Applikation von schlaffer Bewehrung ist in allen Fällen sehr aufwendig und die Schwierigkeiten der Verankerung der Verstärkung in der Druckzone bzw. am Auflager sind allgemein bekannt. Mit der textilen Bewehrung bietet sich die Möglichkeit, mit wesentlich geringeren Schichtdicken und damit auch geringerem Aufwand auszukommen. Textile Bewehrung läßt sich nahezu jeder Querschnittsform und Beanspruchung anpassen. Ein weiterer Vorteil gegenüber dem unidirektionalen Verfahren ist die flächige Anordnung der Verstärkung. Alle diese Vorteile können gerade bei der Instandsetzung von Brücken zur Wirkung gebracht werden.



Links: Laststeigerung verstärkter Stahlbetonplatten – das Material wird duktiler; oben: dünne Platte im Biegeversuch; darunter Prüfkörper

## Polycon Kunststoffarmierung Vulkan Harex GmbH

'Polycon', eine fibrillierte Faser aus Polypropylen mit besonderen physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften, wird als sekundäre Bewehrung in der Betonmatrix zur Riß- und Transportschadenvermeidung unter anderem für die Oberflächen feiner Fertigteile eingesetzt. Das Material ist alkalibeständig, nicht leitend und antistatisch und im Gegensatz zu den früher eingesetzten Asbestfasern gefahrlos bei der Verarbeitung und für die Nutzer von mit Faserbeton hergestellten Bauwerken. Eine Dosierung von 0,9 kg/cbm der Fasern in 10 oder 20 mm Länge gewährleistet, daß sich die ursprünglich fibrillierten Fasern im Mischvorgang durch Reibung mit den Betonzuschlagstoffen öffnen und zu Millionen Einzelfasern auffächern. Die Mischungen sind sowohl pump- als auch spritzfähig.



Oben: 'Polycon' wird mit 0,9 kg/cbm dosiert. Die ursprünglich fibrillierten Fasern öffnen sich beim Mischen durch Reibung mit den Betonzuschlagstoffen, fächern zu Millionen Einzelfasern auf und verteilen sich gleichmäßig dreidimensional im Werkstoff.

**Selbstverdichtender Beton**  
Philipp Holzmann Bautechnik  
'Selbstverdichtender Beton' wurde vor rund zehn Jahren in Japan erstmals unter dem Begriff 'Self Compacting Concrete' (SCC) hergestellt. Er weist die besondere Frischbetoneigenschaft auf, allein unter dem Einfluß der Schwerkraft zu entlüften und bis zum Niveausgleich zu fließen. Herkömmliche Rüttelbetone werden in einer relativ steifen oder weichen Konsistenz in eine Schalung eingebracht und durch das Zuführen von Rüttelenergie verdichtet, so daß keine Hohlräume zurückbleiben. Die Übertragung der Kräfte erfolgt durch den Kontakt der einzelnen Zuschlagskörner. Dies ist möglich, weil die Gehalte an Zementstein bzw. Zementleim (Zement, Wasser, Zusatzstoffe), je nach Betonzusammensetzung und Durchmesser des Größtkorns zwischen ca. 260 und 330 l/cbm liegen. Dabei dient der Mörtel in erster Linie zum Verkleben der Grobzuschläge. Bei 'selbstverdichtenden' Betonen kann auf das Zuführen von Rüttelenergie verzichtet werden. Das Betonieren ohne Vibrieren reduziert die Lärmbelastigung für Bauarbeiter und Umwelt und beseitigt mit dem Vibrations-Syndrom eine ernsthafte Berufskrankheit. Eine hohe Fließgeschwindigkeit und damit selbständige Verdichtung wird durch Erhöhung des Zementleimgehaltes (>350 l/cbm) sowie Zugabe von Fließmitteln erreicht. Das Prinzip beruht darauf, daß die Grobzuschläge im Mörtel schwimmen und dieser sich aufgrund seines viskosen Verhaltens von selbst verteilt.

Die Vorteile des veredelten Baustoffes bestehen im sicheren Betonieren unter schwierigen Verhältnissen (dichte Bewehrung, Einbauteile, komplizierte Geometrien), in qualitativ hochwertigen und homogenen Betonbauteilen, gleichmäßiger Oberflächengestaltung und scharfen Kanten, einer nahezu porenfreien Oberfläche auch in unterschrittenen Bereichen. Insgesamt erzeugt das Verfahren weniger Lärm und Vibrationen für Personal und Anwohner. Durch die höheren Anteile an Feinstoffen und Zusatzmitteln sind die Stoffkosten höher als bei Rüttelbetonen. Der reduzierte Aufwand beim Einbringen des Betons (Verdichtung entfällt), die Erhöhung der Einbauleistung und die allgemeine Reduzierung von Nacharbeiten durch bessere Betonqualität gleichen diese Kosten Nachteile insgesamt wieder aus. Die Selbstverdichtung ermöglicht, den Beton ohne Vibrieren als Kübel- oder Pumpbeton in Bauteile einzubringen.

## Hersteller

**Alkus GmbH & Co. KG**  
Scheunenstr. 9  
D-09599 Freiberg  
fon 03731 32992  
fax 03731 213730  
www.alkus.de

**Deutsche Doka GmbH**  
Frauenstr. 35  
D-82216 Maisach  
fon 08141 394-0  
fax 08141 394-405  
www.doka.com

**Cimware GmbH & Co. KG**  
Planetenfeldstr. 97  
Postfach 700253  
D-44379 Dortmund  
fon 0231 9630-0  
fax 0231 9630-130  
www.cimware.de

**Häußler Planung GmbH**  
Mozartstraße 12  
D-87435 Kempten  
fon 0831 52173-11  
fax 0831 24437  
www.haeussler-plan.com  
www.bamtec.de

**Halfen GmbH & Co. KG**  
Liebigstr. 14  
D-40764 Langenfeld  
fon 02173 970-0  
fax 02173 970-123  
www.halfen.de

**Hans Hundegger Maschinenbau GmbH**  
Kemptener Str. 1  
D-87749 Hawangen  
fon 08332 9233-10  
fax 08332 9233-11  
www.hundegger.de

**Meva GmbH**  
Industriestraße 5  
D-72221 Haiterbach  
fon 07456 692-01  
fax 07456 692-66  
www.meva.de

**Nemetschek Programmsystem GmbH**  
Riedener Str. 2  
D-81677 München  
fon 089 9279-30  
fax 089 9279-3200  
www.nemetschek.de

**Noe-Schaltechnik GmbH**  
Kuntzestr. 72  
D-73079 Sülben  
fon 07162 13-1  
fax 07162 13-288  
www.no.de

**Paschal GmbH**  
Kreuzbühlerstr. 5  
Postfach 1120  
D-77788 Steinach  
fon 07832 71-0  
fax 07832 71-209  
www.paschal.swol.de

**Peri GmbH**  
Rudolf-Diesel-Straße  
Postfach 1264  
D-89264 Weißenhorn  
fon 07309 950-0  
fax 07309 950-176  
www.peri.de

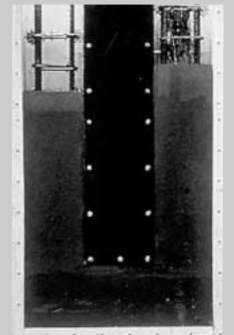
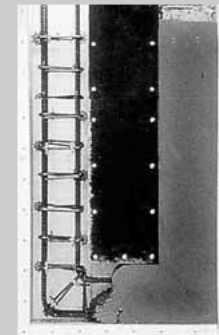
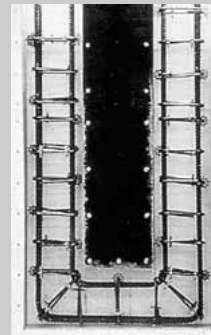
**Philipp Holzmann Bautechnik GmbH**  
Zentrales Baustofflabor  
Dr. Rolf Breitenbuecher  
An der Gehespitz 80  
D-63263 Neu-Isenburg  
fon 06102 4526-01  
fax 06102 4526-99  
rbreitenbuecher@hlzm.de

**TU Dresden,**  
Fakultät Maschinenwesen,  
Institut für Textil- und  
Bekleidungstechnik  
Direktor Prof. Dr.-Ing. habil  
Peter Offermann  
Anschrift/Telefon s.u.

**TU Dresden, Fakultät**  
Bauingenieurwesen,  
Institut für Tragwerke  
und Baustoffe, Lehrstuhl  
für Massivbau, Prof. Dr.-  
Ing. Manfred Curbach;  
Mommensenstr. 13  
D-01062 Dresden  
fon 0351 463-7660  
fax 0351 463-7289  
mcurbach@rcs.urz.tu-  
dresden.de

**Thyssen Hünnebeck GmbH**  
Rehhecke 80  
Postfach 104461  
D-82216 Ratingen  
fon 02102 937-572  
fax 02102 37961  
www.thyssen-huenne-  
beck.com

**Vulkan Harex Stahlfaser-  
technik GmbH & Co. KG**  
Heerstraße 66  
Postfach 200203  
D-44632 Herne  
fon 02325 9226  
fax 02325 53221



Oben: Fließversuchsaufbau kommunizierende Röhren mit eingelegter Bewehrung; rechts: Rüttelbeton; daneben: Selbstverdichtender Beton (SCC)