Abb. 1: Das skulpturale Dach des Hans-Otto-Theaters öffnet sich weit aufgefächert in die Potsdamer Landschaft.

Sichtbeton-Philosophie für Potsdamer Theater

Skulptur mit Seeblick

Mit dem Hans-Otto-Theater in Potsdam hat die Brandenburgische Landeshauptstadt ein Kulturbauwerk von internationalem Rang erhalten. Das vom Kölner Architekten Gottfried Böhm realisierte Gebäude blickt mit einer gewagten Dachkonstruktion aus rot lasierten Betonscheiben auf den Tiefen See. Realisiert wurden die wellenförmigen Dachschalen über dem Foyer und Theaterbereich – nach intensiven Materialtests – aus Beton. Der knappe Kostenrahmen von 26,5 Millionen EUR wurde trotz aller Besonderheiten eingehalten.

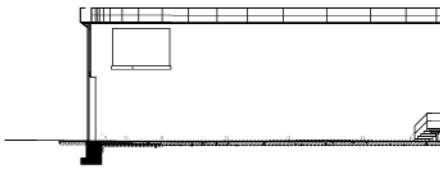
Über fünfzig Jahre mussten Potsdams Theaterfreunde auf ein neues Theater warten. Nachdem der klassizistische Theaterbau aus den Zeiten Friedrich II. im Krieg zerstört worden war, hatte man sich zunächst in einer ehemaligen Tanzgaststätte, später in einem Provisorium eingerichtet. Zur 1000-Jahrfeier der Potsdamer sollte – DDR Entwürfen zufolge – 1993 ein Neubau entstehen. Die Planungen am Alten Markt fielen der Wende zum Opfer; zu groß, zu unwirtschaftlich hieß es, wäre dieses Dreispartentheater ausgefallen. Der Rohbau wurde kurzerhand abgerissen. Nun ist nach Plänen des Architekten Gottfried Böhm ein fünfgeschossiger Theaterbau mit ein- bis zweistöckigem Saalbereich entstanden, der weit über Potsdam hinaus Furore macht (Abb. 1 und 2). Er ist das zweite neu erbaute Theatergebäude in den neuen Bundesländern und der erste Neubau der Stadt mit internationaler Resonanz.

Sein Erbauer, Gottfried Böhm, hat als einziger deutscher Architekt den Pritzker-Preis inne – die höchste als „Nobelpreis für Architektur“ gehandelte Auszeichnung. Er schuf am Standort im neuen Kulturquartier Schiffbauergasse in Verbindung mit denkmalgeschützten Bauten ein bemerkenswertes Ensemble. Eine historische Zichorienmühle und der alte Gasometer, der nun als Anlieferhof dient, wurden in die Planungen einbezogen.

Gewagte Dachkonstruktion

In unmittelbarer Ufernähe besetzt der Theaterneubau mit Zuschauersaal, Bühnen, Werkstätten und Verwaltung die idyllische Landspitze. Die besondere Lage des Grundstücks machten im ersten Schritt eine wasserdichte Baugrube aus wasserundurchlässigem Beton und einen Keller erforderlich, der als weiße Wanne ausgeführt wurde. Das verglaste Foyer und der Theaterraum des Hans-Otto-Theaters mit der 240 Quadratmeter großen Bühne, dem Orchestergraben und den 485 Stühlen auf versenkbaren Podien bieten einen bezaubernden Blick über die Potsdam-Glienik-

Abb. 2: Längsschnitt durch Backstagebereich, Bühnenhaus und Zuschauerraum.



ker Gartenlandschaft. Jenseits der Havel ist der Schlosspark Babelsberg in Sicht. Im Innern trennt nur eine Glaswand die beiden Räume. So kann – als Novum im Theaterbau – bei offenem Vorhang auch Tageslicht direkt auf die Bühne fallen.

Über dem Zuschauerbereich entfaltet sich das eindrucksvolle Betondach expressiv aufgefächert zum Ufer hin (Abb. 3). Die Architekten entwickelten mit dem skulpturalen Dachaufbau aus Sichtbeton ein signifikantes und prägendes Gebäude, das sie als ein „Zeichen aus der Stadt Potsdam in die Welt" verstehen.

Insgesamt wird rund ein Drittel der Theateranlage von den auskragenden, dünnen halbkreisförmig angeordneten Schalen überdacht. Die unterste Betonschale bedeckt das Foyer und inszeniert im Wechselspiel mit der umgebenden Havellandschaft einen angenehmen Ort. Der räumlich reizvolle Theatersaal erstreckt sich unter den beiden oberen Betonschalen.

Die Planung und Ausführung der organisch anmutenden Dachform erforderte von den Statikern und Ingenieuren der IGB, Ingenieurgruppe Bauen, Berlin/Karlsruhe, besonderes Fingerspitzengefühl.

Im Vorfeld wurden bis zu 60 Quadratmeter große Probeflächen gegossen, um neben dem Beton vor allem auch die Einbautechnologie zu testen und die richtige Betonrezeptur zu wählen. Erreicht wurde ein technisch machbares und ästhetisches Ergebnis, das Theaterfreunde und Architekturinteressierte aus aller Welt anspricht.

Abb. 3: Die aufgefächerten Dachscheiben aus Beton schließen an den rechteckigen Baukörper an.

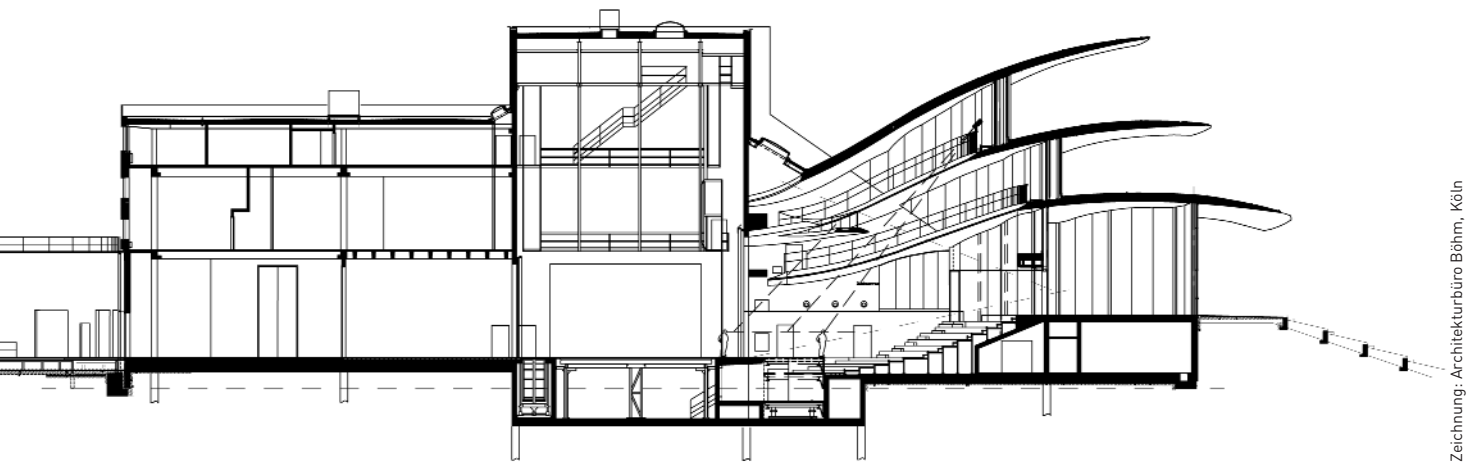
Sichtbeton – in Theorie und Praxis

Der Rohbau des Hans-Otto-Theaters wurde in den Jahren 2003 bis 2005 ausgeführt. Zu dieser Zeit befand sich das neue DBV-Merkblatt über die Ausführung von Sichtbeton im Endstadium der Bearbeitung. Auf die Hinweise aus dem Jahre 1997 nahmen die Ingenieure bei der Ausschreibung sowie Realisierung des Theaters keinen Bezug. Im inzwischen vorliegenden Merkblatt Sichtbeton 2004 wird eine Einteilung in vier Sichtbetonklassen (SB) von SB1 bis SB4 vorgenommen. Mit steigender Zahl nehmen die Anforderungen an die Ausführung und auch die Kosten zu. Das Hans-Otto-Theater in Potsdam kann in die Sichtbetonklasse 4 eingeordnet werden, die für repräsentative Bauten steht, wobei die Dachkonstruktion mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad einzuschätzen ist. Es ist zu empfehlen, ab der Sichtbetonklasse SB3 Fachexperten zu Rate zu ziehen. Hinsichtlich der Eigenschaften von „Beton" finden sich auch im neuen Merkblatt nur wenige Hinweise, der Hauptteil bezieht sich auf die Schalung und die Ausführung. Wie hat nun das „Sichtbeton-Team" beim Hans-Otto-Theater konkret gearbeitet?

Vorüberlegungen

In der Verhandlungsphase wurde nicht auf die besondere Konstruktion des Daches bezüglich der Auswahl der Betone eingegangen, denn die Anforderungen bei der Mehrzahl der Bauteile hießen „Sichtbeton". Bei der Betrachtung der Entwürfe von Gottfried Böhm erinnerte man sich an die Bauwerke, die Ulrich Müther in den 70er und 80er Jahren in der DDR ausgeführt hatte, etwa die Kantine Ahornblatt in Berlin oder das Restaurant Teepot in Warnemünde. Diese Bauwerke waren mit Spritzbeton ausgeführt worden, der auf ein Drahtgeflecht gespritzt wurde (siehe Beitrag im DiB-Special Beton, S. 3, Deutsches IngenieurBlatt Heft 6/2005). In Vorgesprächen wurde diese Idee auch in Erwägung gezogen, dann aber für das Theater in Potsdam verworfen, weil die Schalung bereits ausgeführt war.

Nach dem Aufbau des Bühnenraumes begannen die Schalungsarbeiten für das Dach. Der monolithische Guss der übereinander liegenden Dachkonstruktion aus Beton erwies sich als sehr anspruchsvolle Aufgabe. Für die Herstellung der drei wellenförmig in sich geschwungenen Dächer mit Flächenmaßen von 1.000, 700 und 600 Quadratmetern sollten rund 800 Kubikmeter Ortbeton



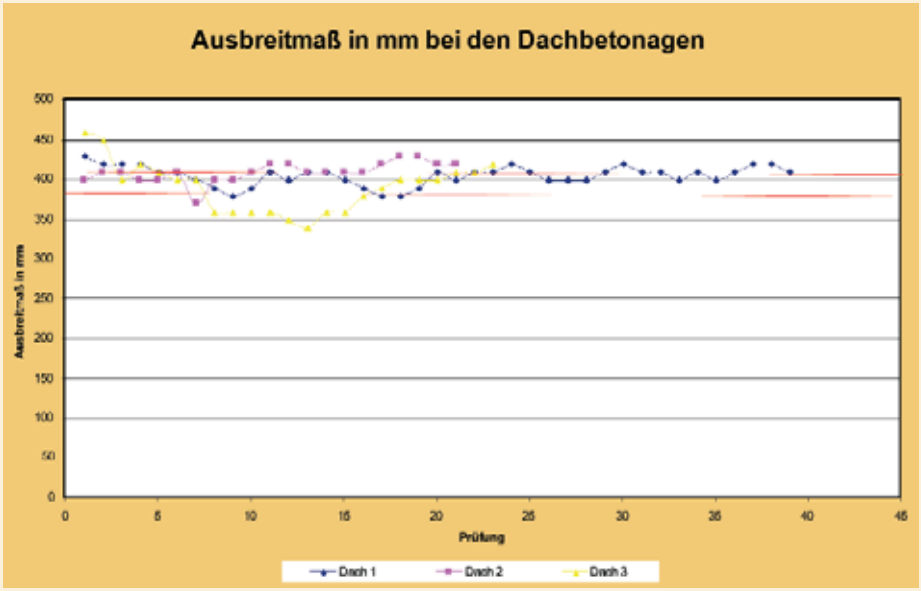
Zeichnung: Architekturbüro Böhm, Köln

zum Einsatz kommen. Die Frage im Vorfeld war nur: welcher Beton?

Besondere Anforderungen

Um eine für den Betrachter ansprechende Sichtbetonqualität zu erreichen, musste die Rezeptur so gewählt werden, dass sich der Frischbeton nicht entmischt und für diese extreme Neigung gut verarbeitbar ist. Die Qualität von Sichtbeton ist von zahlreichen Einflüssen abhängig. So sind u.a. Zementart und Festigkeitsklasse, Mehlkorngehalt, Konsistenzklasse, Gesteinskörnung und Schalhaut von Bedeutung. Auch das gewählte Trennmittel, die Farbgestaltung oder die Nachbehandlung nehmen Einfluss auf das Aussehen der Oberfläche. Bei der Festlegung des Betons für die gewünschten geneigten Ebenen kam nur ein Beton mit steifer Konsistenz in Betracht. Die Wahl fiel auf einen Bereich innerhalb der Konsistenzklasse F2, die zwischen 350 und 410 mm liegt und nach dem alten Betonnormenwerk einem KP-Beton entspricht.

Wird heute von Sichtbeton gesprochen, fallen den Beteiligten gleich die leichtverarbeitbaren und fließfähigen Betone F5 und F6 sowie der selbstverdichtende Beton (SVB) ein. Im Falle des Potsdamer Theaters war eine Lösung mit leichtverarbeitbarem und selbstverdichtendem Beton jedoch technisch ausgeschlossen. Eine gedeckelte Schalung, die sicher sinnvoll gewesen wäre, war aus Gründen der Ästhetik und der Befestigung nicht möglich. Auch nach der Bewehrungslage wäre der Einsatz von fließfähigem Beton eine gute Lösung gewesen. Die starke Neigung und die hohen Anforderungen an die Sichtbetonqualität ließen dies jedoch ebenfalls nicht zu. Schließlich sollte der Beton in gleichmäßiger Dicke (7 bis 40 cm) auf dem Dach liegen bleiben. Als beste Variante wurde ein plastisch verarbeitbarer Beton mit dem Zielwert am oberen Ende der Konsistenzklasse F2 gewählt, der eine relativ hohe Verdichtungsenergie erfordert.



Grafik: Monika Helm

Abb. 4: Annahmeprüfungen für die Konsistenz des Dachbetons.

Erprobte Praxis

Das „Sichtbeton-Team“ prüfte alle Möglichkeiten hinsichtlich der Einbautechnik. Die Entscheidung fiel jedoch nicht am Rechner, sondern vielmehr unter Zuhilfenahme von Probeflächen. Hinsichtlich der Frischbetoneigenschaften wurde das Größtkorn variiert und die obere Grenze für die Konsistenz ermittelt, da alle anderen Betoneigenschaften im wesentlichen schon festgelegt waren. Die Betonfestigkeitsklasse war durch die Statik vorgegeben und die Eigenschaften des Zements und somit die Farbnuancen waren über die bereits fertig gestellten Bauteile definiert. Hinsichtlich der Schalung wurden keine Alternativen geprüft. Das Trennmittel war an Probeflächen bereits in einem früheren Vorversuch ausgewählt worden, wobei die Standzeit der Schalung berücksichtigt werden musste. Rund vier Wochen nach der Betonage des oberen Daches konnte erst der Rückbau aller Schalungen erfolgen. Nach diesem langen Zeitraum mussten sie sich ohne Beschädigung der Betonoberfläche lösen lassen. Einige Monate vor den Probeflächen und bevor es an die großen Dachflächen ging,

Abb. 5: Betonage der Schalen mit Transportbeton an der geneigten Fläche. Der Beton musste pumpfähig sein, durfte aber nicht abrutschen.

Fotos: BetonBild/Monika Helm

Abb. 6: Schon im Rohbau zog die beeindruckende Betonkonstruktion des Hans-Otto-Theaters Architektur-Interessierte nach Potsdam.

wurde im Foyer am Dach ein Test mit einer Neigung von 15 Grad durchgeführt. Als Zement wurde ein CEM III - A 32,5 R - NA gewählt. Der festgelegte Beton der Festigkeitsklasse B45, nach neuer Norm C35/45, wurde in diesem Fall im mittleren Bereich der Konsistenzklasse F3 gefahren, also um 450 mm. Als Größtkorn wurde eine Gesteinskörnung von 8 mm gewählt. Auch wenn dieses Dach ohne größere Probleme hergestellt wurde, war schon abzusehen, dass mit den gleichen Konsistenzen um 450 mm bei den Betonagen der steileren Dächer keinesfalls gearbeitet werden konnte. Schließlich entschied man sich für einen Beton nach alter „Sichtbeton-Philosophie“: Die aus der Vielzahl der Proben ermittelten Parameter ließen den Einsatz eines Betons C35/45 mit einem Größtkorn von 16 mm und einen Zielwert der Konsistenz von 390 mm zu (Abb. 4). Zugelassene Konsistenzschwankungen lagen zwischen 370 und 410 mm. Darunter war der Beton kaum zu verarbeiten und oberhalb dieser Grenze bewegte sich das Material über die Bewehrung nach unten. Der Einbau erfolgte in zwei Lagen von unten nach oben. Auf der Baustelle wurde – als wichtigstes Abnahmekriterium für den Betoneinbau – jedes Fahrzeug während der Betonage auf Konsistenz geprüft.

Meisterleistung in der Ausführung

Um das untere und größte Dach mit einer Neigung um 25 Grad ausführen zu können, stellten die Schalungsbauer eine spezielle Unterkonstruktion und darüber eine Spar- und Brettschalung her. Sie bildete die wellenförmige Dachkonstruktion für das erste Dach nach. Bereits bei der Betonage bewährten sich die Ergebnisse und Erfahrungen aus der Herstellung der Probeflächen. Denn auch das flach geneigte Dach stellte an die Gleichmäßigkeit des Betons hohe Anforderungen und war die „Hauptprüfung“ vor der weiteren oberen Dachbetonage. So gelang es, die drei zwischen 7 und 40 cm dicken Dächer mit Neigungen zwischen 25 und 45 Grad fertig zu stellen (Abb. 5). Den Anschluss der Dächer an das Bühnenhaus bilden die 40 cm dicken Betonschichten, die sich bis zu den sichtbaren Dachaußenkanten auf 7 cm verjüngen.

BAUTAFEL

Projekt: Hans-Otto-Theater, Potsdam
Bauherr: Landeshauptstadt Potsdam, vertreten durch KIS - Kommunaler Immobilienservice
Architekten: Architekturbüro Böhm, Köln; Prof. Gottfried Böhm und Paul Böhm
Projektleiter: Martin Amme, Maria Mocanu
Bauleitung: ARGE Bauleitung H.O.T., Potsdam Ingolf Noack, Potsdam
Tragwerksplanung: IGB, Ingenieurgruppe Bauen, Berlin/ Karlsruhe
Akustik: IEMB, Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin
Konstruktion und Material: Stahlbetonbau, OG Funktionsbau Stahlkonstruktion
Dach: Zuschauerbereich Ortbeton
Betonlieferung: TRABET Transportbeton GmbH, Berlin
Betontechnologie: ibh Ingenieurbüro Helm, Berlin, im Auftrag von TRABET
Schalung: Peri GmbH, Weissenhorn
Kunst am Bau: Markus Böhm, Seeg
Baufirma: BATEG Ingenieurbau GmbH, Berlin
Bruttogeschossfläche: rund 9.000 m²
Baukosten: 26,5 Mio EUR
Sitzplätze: 469 + 5 Behindertenplätze; 404 ohne Orchestergrabenbestuhlung
Bühnenfläche: 240 m²
Drehscheibe: 10 m Durchmesser
Innenwände: Zuschauerbereich Beton farbig lasiert, Funktionsbereiche u.a. Sichtbeton

Die unterschiedliche Einbaudicke, die Bewehrungslage, die Betonkonsistenz und die geforderte Sichtbetonqualität stellten hohe Anforderungen an die Verdichtung des Betons. So wurde mit sehr kleinen Innenrüttlern und teilweise mit Oberflächenrüttlern, dies aber nur bei der unteren Dachfläche, gearbeitet. Die gesamte Oberfläche des Daches wurde per Hand geglättet.

Auch die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse mussten bei der anspruchsvollen Bauaufgabe berücksichtigt werden. Im Juni, August und Oktober konnte nur an jenen Tagen betoniert werden, an denen die Wetterprognose eine Regenwahrscheinlichkeit von maximal 10 % ergab.

Sichtbetonbau mit Signalwirkung

Am 22. September 2006 eröffnete das Hans-Otto-Theater seine erste Spielzeit mit fünf Premieren. Über 100.000 Besucher brachen bereits im Jahr der Fertigstellung alle Rekorde. In architektonischer Hinsicht weicht das dynamische Betondach von der Art der Ausführung ab, wie aus heutiger Sicht Sichtbeton realisiert werden kann. Betrachtet man jedoch Fotos des Rohbaus (Abb. 6) und des fertigen Theaters lässt sich nachvollziehen, dass alle Mühe der Beteiligten zum Erfolg geführt hat. Der inzwischen 86-jährige Gottfried Böhm spannt mit dem Theaterneubau den Bogen zu seinen frühen Meisterwerken in Beton. Sein expressiver Formwille hat in Potsdam nach moderateren Projekten der vergangenen Jahre einen fulminanten Auftritt. Ingenieure und Ausführende haben für Potsdam ein bemerkenswertes Bauwerk realisiert.

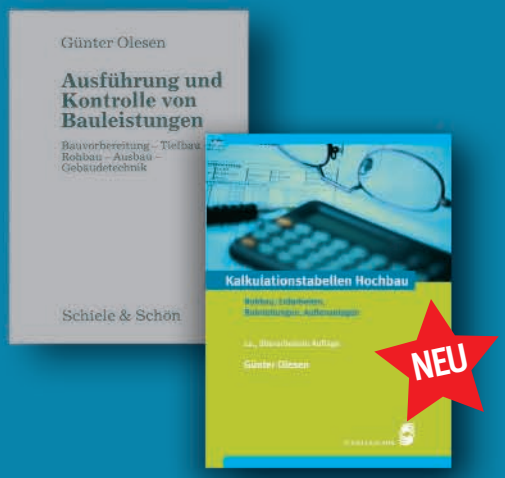
Weitere Objekte mit spektakulären Betonanwendungen finden sich unter **www.beton.org/objekte**.

Susanne Ehrlinger M.A.
Freie Journalistin, schreibt seit vielen Jahren über Architektur, Baukonstruktionen, Produkte und Werkstoffe.

Dr.-Ing. Monika Helm
Jg. 1958; Studium u. Forschungsstudium Baumaschinentechnik; 1982 Diplom; 1984 Promotion; 1984-94 Wiss. Assistent Otto von Guericke Universität Magdeburg; 1994 TBR Technologiezentrum GmbH & Co.KG, dort 1996-2003 Geschäftsführerin; seit 2003 selbstständig ibh Ingenieurbüro Helm; Mitarbeit im UA „Massige Bauteile“, UA „Ultrahochfester Beton“ u. UA „Stahlfaserbeton“ beim DAfStB. ibh-helm@t-online.de

ASHFORD FORMULA®
NORSA
ServiceCall 0800-2743673 (0800-ASHFORD)
www.ashfordformula.de

Der Diamant unter den Industrieböden
Zwei Milliarden m² weltweit.



SCHIELE&SCHÖN

Baustoff zum Nachlesen

Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau

mit Ergänzung
Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe

10. neu bearbeitete und erweiterte Auflage

Marco Ilgeroth
Gerald Müller
Samy Abo-Dabach

erscheint im April 2007

Kompetent planen und bauen mit bewährten Büchern

Ich bestelle:

Anzahl	Best.-Nr.	Autor	Titel	Einzelpreis
	757	Dietmar Goldammer	Der Wandel im Planungsbüro NEU	€ 19,80
	747	Dietmar Goldammer	Wirtschaftlichkeit im Planungsbüro	€ 19,80
	748	Dietmar Goldammer	Steuerungssysteme für Planungsbüros	€ 19,80
	741	Günter Olesen	Kalkulationstabellen Hochbau NEU	€ 70,00
	766	Marco Ilgeroth	Straßen- u. Tiefbau (erscheint im April 2007)	€ 59,00
	702	Günter Olesen	Bauleistungen für Wohnhausbauten	€ 55,00
	641	Günter Olesen	Ausführung u. Kontrolle v. Bauleistungen	€ 65,45
	503		Bautagebuch	€ 5,75
	–	Jahresabonnement	Deutsches IngenieurBlatt (10 Ausgaben)	€107,50*
	–	Studenten-Abo	Deutsches IngenieurBlatt (10 Ausgaben)	€ 54,00*
	–	Mini-Abonnement	Deutsches IngenieurBlatt (3 Ausgaben)	€ 25,00*

Name
Vorname
Straße/Nr.
PLZ/Ort
Telefon E-Mail

Ich bezahle ☐ bequem per Bankabbuchung
☐ per Rechnung
BLZ Konto-Nr.
Geldinstitut
✖ Datum/Unterschrift

Preise zzgl. Versandkosten, * Frei Haus

Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Markgrafenstr. 11, 10969 Berlin, Tel.: +49 (30) 25 37 52-25
Fax: +49 (30) 25 37 52-99, E-Mail: pavelec@schiele-schoen.de, Internet: www.schiele-schoen.de