

# Fraport Landebahn Northwest – Herstellung des Überbaus der Rollbrücke Ost 1

Von Andreas Arbeiter, Langen

## 1 Einleitung [1]

Die Eigentümerin und Betreibergesellschaft des Flughafens Frankfurt, die Fraport AG, hat sich den Ausbau des Flughafens zur Sicherung der Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit zum Ziel gesetzt. Der Flughafen Frankfurt ist der Job- und Wirtschaftsmotor der Rhein-Main-Region und mit über 75.000 Beschäftigten die größte Arbeitsstätte Deutschlands. Die Anzahl der Arbeitsplätze entspricht etwa der Einwohnerzahl von Rüsselsheim oder Hanau.

Um die ständig steigende Nachfrage nach Luftverkehrsverbindungen am Standort Frankfurt zu erfüllen, war der Ausbau notwendig. Bei diesem Kapazitätsausbau mit einem Volumen von rd. 4 Mrd. € handelt es sich um das umfassendste Konjunkturprojekt der Privatwirtschaft in Deutschland.

## 2 Umfang des Projekts Landebahn Northwest [1]

Ein wichtiges Element des Ausbauprogramms war der Bau der Landebahn Northwest (Länge 2.800 m, Breite 45 m + 2 x 7,5 m versiegelte Schulter), erstellt auf einem ca. 220 ha großen Gelände. Die Komplexität des Ausbaus wird deutlich mit nachfolgenden Kenndaten: Für die Herstellung der Landebahn mussten über 2,5 Mio. m<sup>3</sup> Erde bewegt wer-

den, um 440.000 m<sup>2</sup> befestigte Fläche aus Beton für die Roll-, Abroll- und Taxiwege sowie aus Asphalt für die befestigten Schultern, Straßen und Wege im Baufeld der Landebahn errichten zu können. Das Projekt Landebahn Northwest umfasst außerdem:

- 5 Rollbrücken und 2 Zaunstraßenbrücken
- ca. 600 m Tunnel Okrifteler Straße (und ca. 450 m Trogstrecke)
- Verlegung der Okrifteler Straße
- Feuerwache und 2 Trafostationen
- über 700 Schächte, 2 Speicherbecken, 8 Filterbecken, 2 Rigolen
- ca. 100 km Kabelverlegung
- ca. 60 km Entwässerungskanäle

Bild 1 veranschaulicht die einzelnen Bereiche. Blau eingrahmt: bisheriger Frankfurter Flughafen. Orange eingrahmt: im Bau befindlicher Terminal 3. Rot eingrahmt: neue Landebahn Northwest.

## 3 Fünf Brückenbauwerke für die Flugzeuge [1]

Die Anbindung der Landebahn Northwest an das vorhandene Flughafengelände erfolgte über zwei Rollwege, für die fünf Brückenbauwerke erstellt werden mussten. Die Rollbrücken Ost 1 und West 1 sind die beiden größten und anspruchsvollsten. Auf diesen beiden Brücken überqueren die Flugzeuge die Bundesautobahn (BAB) A 3 und die ICE-Trasse Köln-Rhein/Main. Hinzu kommen noch die Brückenbauwerke Ost 2 und West 2 sowie West 3.

Bei den Rollbrücken Ost 1 und West 1 handelt es sich um vorge-spannte, integrale Spannbeton-Rahmenbauwerke mit Fertigteilen und Ortbetonergänzung. Beide Brücken



Bild 1: Flughafen Frankfurt (Computersimulation)

Foto: Fraport AG – FBA-R

gründen auf Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 1,2 m und einer Länge bis zu 18 m. Darauf wurden fugenlose Widerlager- und Pfeilerwände erstellt.

Ausschlaggebend für die Wahl dieser Konstruktion war, dass es nur wenige kleine Zeitfenster für eine Sperrung der extrem belasteten Autobahn gab, die gerade eben ausreichend waren für die Montage der Fertigteile. Die alternative Bauweise in Ortbeton (ursprünglicher Entwurf: 2 m dicke Überbauplatte) wäre aufgrund wesentlich größerer Behinderungen des Verkehrs kaum genehmigungsfähig gewesen. Logistisch optimal organisiert wurden insgesamt 409 Fertigteile in den Sperrpausen vom nahe gelegenen Zwischenlager Cargo City Süd auf die Baustelle transportiert und aufgelegt. Die Anschlussbewehrungen von Wänden und Fertigteilen mussten präzise aufeinander abgestimmt hergestellt werden. Nach der Montage aller Fertigteile wurde zuerst eine ca. 50 cm dicke Ortbetonerfüllung auf den Brücken aufgebracht und dann abschließend die 25 cm dicke Betonfahrbahndecke.

#### 4 Mengen und Einbauort der Betone

Eine Übersicht der Betone für die Rollbrücken Ost 1 und West 1 zeigt **Tafel 1**. Insgesamt wurden rund 50.000 m<sup>3</sup> Beton verbaut, wobei die größte Einzelmenge für den Überbau benötigt wurde.

#### 5 Überbau Rollbrücke Ost 1

Die Rollbrücke Ost 1 ist die größte der insgesamt fünf Brücken, der Überbau ist mit den Widerlager- und Pfeilerwänden biegesteif verbunden (integrale Brücke). Mit einer Fläche

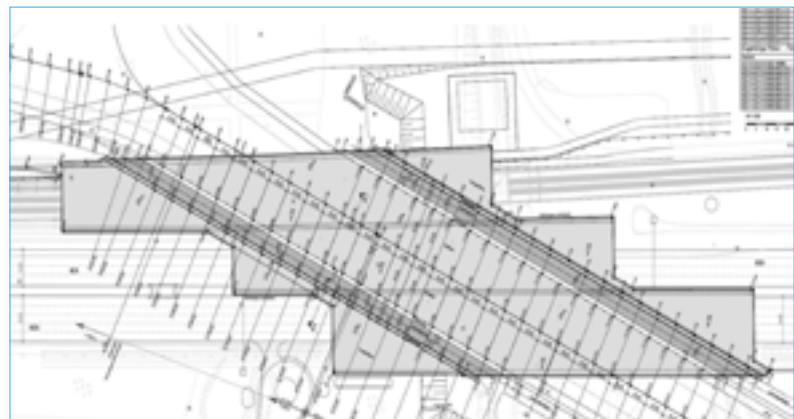
*Tafel 1: Betonmengen (ca.) für die Rollbrücken Ost 1 und West 1*

Sauberkeitsschicht	m <sup>3</sup>	680
Widerlager	m <sup>3</sup>	13.450
Schleppplatte	m <sup>3</sup>	1.410
Ortbetonplombe	m <sup>3</sup>	4.600
Überbau	m <sup>3</sup>	14.500
Versatzflächen	m <sup>3</sup>	300
Kappen	m <sup>3</sup>	1.200
Fundamente	m <sup>3</sup>	850
Wände	m <sup>3</sup>	850
Gesims	m <sup>3</sup>	90
Schutzbeton	m <sup>3</sup>	510
Bohrpfahl	m <sup>3</sup>	5.700
Rollbahn	m <sup>3</sup>	3.550
Leerrohrtrassen	m <sup>3</sup>	550

von rund 20.000 m<sup>2</sup> ist sie eines der größten integralen Brückenbauwerke Europas. Draufsicht und Längsschnitt der Rollbrücke Ost 1, die als Überführung der Rollbahn P 24 über die Bundesautobahn (BAB) A 3 und die ICE-Trasse Köln–Rhein/Main dient, sind in den **Bildern 2** bzw. **3** dargestellt. Der im Querschnitt orange markierte Bereich betrifft die Ortbetonerfüllung der Überbaukonstruktion, darüber befindet sich die Betonfahrbahndecke.

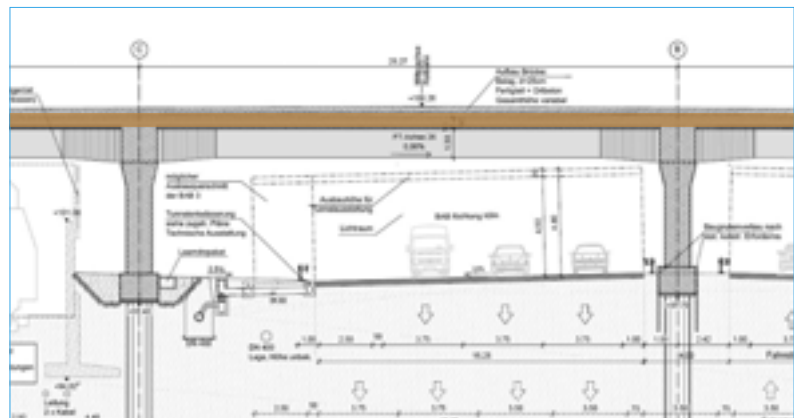
#### 5.1 Fertigteilträger [2]

Bei der Rollbrücke Ost 1 mussten 275 Spannbetonfertigteile montiert werden, 409 für alle Brücken insgesamt mit Spannweiten bis 33 m und



Grafik: Fraport AG – FBA-R

*Bild 2: Draufsicht Rollbrücke Ost 1*



Grafik: Fraport AG – FBA-R

*Bild 3: Längsschnitt Rollbrücke Ost 1*

einem Einzelgewicht bis zu 95 t. Aufgrund der unterschiedlichen Anschlussbewehrung war jedes Fertigteil für sich ein Unikat, im Schnitt wurden vier Fertigteile täglich hergestellt. Der Transport der Fertigteile vom 280 km entfernten Betonwerk zum Flughafen erfolgte in ökologischer und ökonomischer Hinsicht sinnvoll per Bahn. Die in Bauwerksnähe zwischengelagerten Fertigteile wurden jeweils kurz vor der Sperrpause auf Lkw zum Einbauort gefahren, diese kehrten zur abermaligen Beladung zum Zwischenlager zurück. Durch diesen Umlaufbetrieb konnten während einer Sperrpause bis zu 40 Fertigteile zur Baustelle transportiert werden. Die Montage der Fertigteile erfolgte nachts durch auf den gesperrten Fahrspuren der Autobahn verkehrende Mobilkräne (Bild 4).

## 5.2 Betontechnologie des Ortbetons

Nach Herstellung der so genannten Plomben im Bereich über den Stützwänden und zwischen den Fertigteilen zur Erzielung einer Rahmentragwirkung wurde die Überbaukonstruktion komplettiert mit einer ca. 50 cm dicken, stark bewehrten Ortbetonplatte [2]. In Tafel 2 sind die Anforderungen an den Ortbeton für den Überbau sowie die Betonzusammensetzung aufgeführt.

Aufgrund der Ausführung in einzelnen nicht geschalteten Streifen war die Abstimmung der Konsistenz von größter Bedeutung. Der Beton musste einerseits genug Plastizität besitzen, um eine Herstellung nicht geschalteter Streifen ohne flächiges Verlaufen zu ermöglichen. Andererseits musste der Beton so weich sein, dass die teilweise enge Bewehrung umschlossen und der Beton ordnungsgemäß verdichtet werden konnte. Bild 5 zeigt die Ergebnisse der Kon-



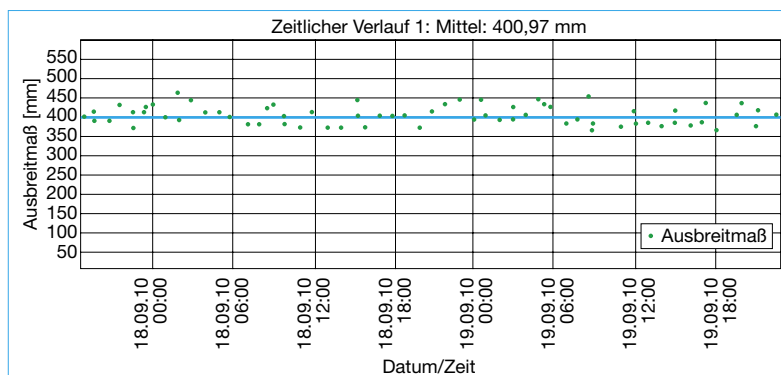
Foto: Max Bögl

Bild 4: Einbau der Fertigteile in den Nachtstunden

Tafel 2: Anforderungen an den Überbaubeton und Betonzusammensetzung

Betonmenge	m <sup>3</sup>	10.200	
Betonierfläche (fugenlos)	m <sup>2</sup>	19.800	
Lieferleistung	m <sup>3</sup> /h	> 200	
Verarbeitbarkeitszeit	h	bis 12	
Betondruckfestigkeitsklasse		C50/60	
Konsistenzklasse		F2-F3	
Expositionsklasse		XC4, XD3, XF3, XA3	
Zementart und Festigkeitsklasse		CEM II/A-S 52,5 N	
Zementgehalt z	kg/m <sup>3</sup>	420	
Wasserzementwert	w/z	0,44	
Gesteinskörnung			
Natursand 0/2 + Rheinkies GK 32 mm	kg/m <sup>3</sup>	1.675	
Betonzusatzstoff (ohne Anrechnung)			
Art		Steinkohlenflugasche	
Gehalt	kg/m <sup>3</sup>	80	
Betonzusatzmittel			
Art		PCE	VZ
Gehalt	M.-% v. z	1,0	1,0 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> für 12 h Verarbeitbarkeitszeit

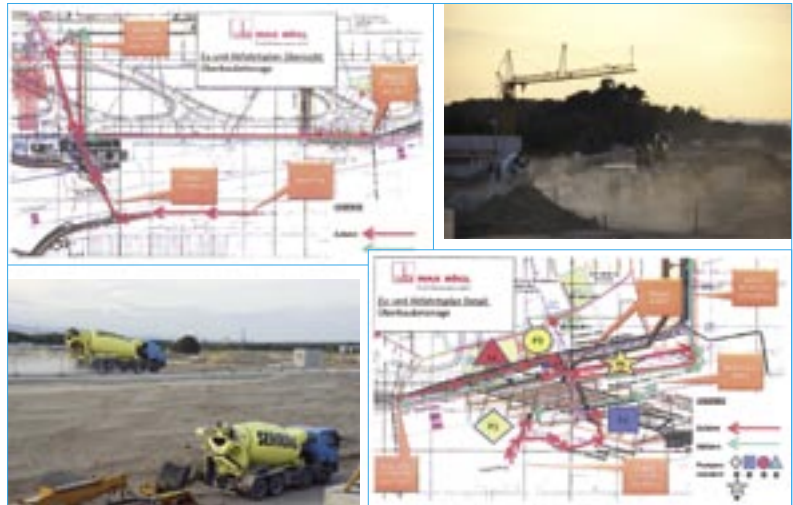


Grafik: Schwing Beton

Bild 5: Konsistenz des Ortbetons

sistenzmessungen bei der Betonage am 18./19. September 2010, das mittlere Ausbreitmaß betrug 400 mm.

Seitens des Betonierkonzepts war u.a. vorgeschrieben, dass die einzelnen Streifen nicht „nebeneinander“ sondern in einer genau vorgeschriebenen Abfolge hergestellt wurden. Um eine Vernadelung des Betons „frisch in frisch“ zu jeder Zeit sicherstellen zu können war es notwendig, den Beton um bis zu 12 Stunden zu verzögern. Hierzu wurden separate erweiterte Erstprüfungen durchgeführt.



Fotos/Grafiken: Max Bögl

Bild 6: Zu- und Abfahrtsplan für die Anlieferung des Betons auf der Baustelle

### 5.3 Logistik

Die logistisch sehr anspruchsvolle Belieferung mit Beton wurde von dem Transportbetonhersteller, der Sehring Beton GmbH & Co. KG, aus den Werken in Frankfurt und Langen gewährleistet. Insgesamt war eine Lieferleistung von über 200 m<sup>3</sup>/h vertraglich vereinbart. Um eine möglichst reibungslose Anlieferung des Betons auf der Baustelle zu ermöglichen, wurden detaillierte Zu- und Abfahrtspläne für die Transportbetonfahrzeuge erstellt (Bild 6). Die Abstimmung der Werke funktionierte bestens: Als die Lieferungen aus dem Werk Langen an einem Tag wegen eines Stromausfalls kurzfristig ausblieben, konnte die Lieferleistung allein durch das Frankfurter Werk eingehalten werden; die Baustelle hat die zeitweise Unterbrechung der Lieferung aus dem Werk Langen nicht bemerkt.

Die hohen Anforderungen hinsichtlich der Materialdisposition werden durch die Zahlen des Rohstoffeinsatzes deutlich:

- 4.620 t Zement (ca. 180 Silozüge)
- 7.700 t Natursand (ca. 300 Sattelzüge)



Foto: Sehring Beton

Bild 7: Frisch-in-Frisch-Einbau des Betons in den Seitenflanken



Foto: Sehring Beton

Bild 8: Insgesamt waren fünf Betonpumpen im Einsatz.

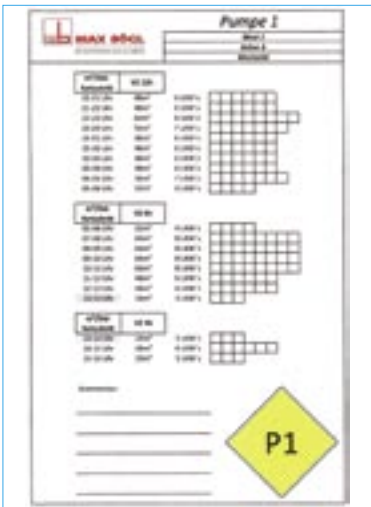


Bild 9: Checkliste zur Kontrolle an der Pumpe



Bild 10: Frischbetonprüfungen auf der Baustelle

- 11.320 t Kies (ca. 6 Schiffe)
- 880 t Flugasche
- 46,2 t Fließmittel
- 46,2 t Verzögerer

#### 5.4 Einbau des Ortbetons

Aufgrund statischer Vorgaben wurde die zu betonierende Fläche (19.800 m<sup>2</sup>) in 6,75 m breite Betonierstreifen eingeteilt; in einer Grundsatzentscheidung war festgelegt worden, die Ortbetonplatte ohne Arbeitsfugen herzustellen. Mit zwei Einbaukolonnen wurde der Be-

ton in jedem Streifen eingebracht, insgesamt wurden vier Kolonnen eingesetzt, um jeweils zwei Streifen gleichzeitig zu betonieren. Die Verzögerungszeit des Betons und die Einbaugeschwindigkeit waren so aufeinander abgestimmt, dass der Beton in den Seitenflanken „frisch in frisch“ eingebaut werden konnte (Bild 7) [2].

Im Vorfeld der Überbau-Betonage wurde ein ausführliches Pumpenkonzept erstellt. Für den Transport des Betons kamen insgesamt

48 Mischfahrzeuge zum Einsatz, sie bedienten fünf Betonpumpen (Bild 8). Mittels Checkliste konnte zu jeder Zeit die tatsächliche Lieferleistung sowie die Einhaltung der vorgegebenen Zeiten kontrolliert werden (Bild 9). Zur Qualitätssicherung vor dem Einbau des Betons wurden permanent an jeder Pumpe Frischbetonprüfungen durchgeführt, dementsprechend hoch war das Angebot an Laborpersonal (Bild 10). Nach rund 60 Stunden war der Überbau betoniert – eine technische und logistische Meisterleistung, die von



Bild 11: Blick auf die Rollbrücke Ost 1 während der Bauphase

dem ausführenden Unternehmen, der Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG aus Sengenthal, bewerkstelligt wurde. Bild 11 zeigt die Rollbrücke Ost 1 in der Bauphase.

### 5.5 Festbetoneigenschaften des Ortbetons

Für den Nachweis der geforderten Betonfestigkeitsklasse wurden zahlreiche Probekörper für die Druckfestigkeitsprüfung hergestellt. Die erzielte Druckfestigkeit war u.a. aufgrund der moderaten Frischbetontemperatur (23 °C) relativ hoch, sie betrug im Alter von 56 Tagen i.M. 73 N/mm<sup>2</sup> (Bild 12). Im Vorfeld waren höhere Temperaturen erwartet worden, die ggf. zu einer geringeren Druckfestigkeit des Betons geführt hätten.

### 5.6 Nachbehandlung des Ortbetons

Im Interesse aller am Bau beteiligten Unternehmen wurde streng auf eine fachgerechte Nachbehandlung des jungen Betons geachtet. Während im hinteren Bereich der Beton noch eingebaut und die Oberfläche mit einem Flügelglätter bearbeitet wurde, sind im vorderen Bereich bereits Folien als Verdunstungsschutz aufgebracht worden (Bild 13).

## 6 Inbetriebnahme der Landebahn Nordwest / Schlussbemerkungen

Die neue Landebahn Nordwest (Bild 14) wurde nach einer Bauzeit von rund zweieinhalb Jahren am 21. Oktober 2011 für den Flugbetrieb freigegeben; als erstes Flugzeug durfte die Regierungsmaschine mit Bundeskanzlerin Angela Merkel und Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer an Bord landen. Dem Ereignis angemessen war bei der Eröffnung

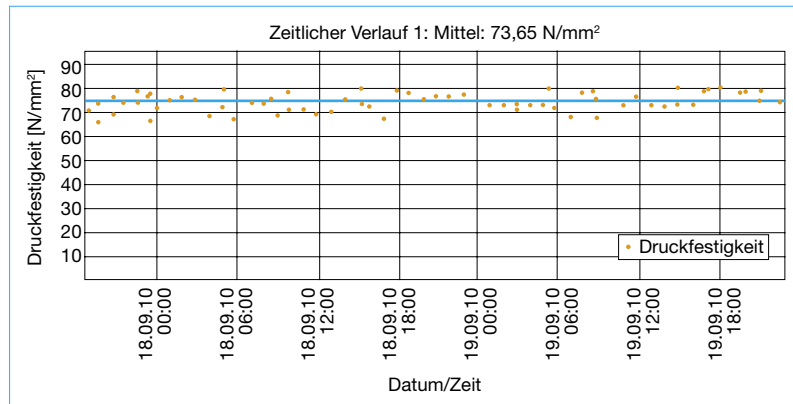


Bild 12: Druckfestigkeitsergebnisse des Ortbetons



Bild 13: Der junge Beton wird mit Folien vor Witterungseinflüssen geschützt.



Bild 14: Landebahn Nordwest im Betrieb (Computersimulation)

weitere Prominenz erschienen. Der volle Betrieb wurde am 30. Oktober 2011 mit dem Winterflugplan 2011/2012 gestartet.

Frankfurt Airport ist eines der bedeutendsten Luftverkehrsdrehkreuze und der zweitgrößte Fracht-Flughafen in Europa (Bild 15). Mit dem Bau der Landebahn Nordwest wurde der erste Schritt getan, um dem für die Zukunft prognostizierten weltweiten Wachstum des Luftverkehrs auch in Frankfurt Rechnung zu tragen. Durch die Inbetriebnahme sind parallele Flugbewegungen möglich, die Anzahl der Flugbewegungen pro Stunde konnte deutlich gesteigert werden.

Die Baukosten für das gesamte Projekt Landebahn Nordwest betragen rund 600 Mio. €, für naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahmen kommen 160 Mio. € hinzu. Für die Rollbrücke Ost 1 mussten ca. 33 Mio. € aufgewendet werden.

Die Planung sowie Ausführung der Rollbrücke Ost 1 war eine große He-

rausforderung. Das hoch komplexe und in dieser Dimension selten erstellte integrale Brückenbauwerk zeugt von der großen Kompetenz aller am Bau Beteiligten.

## 7 Literatur

- [1] Amann, H.: Ausbau des Flughafens Frankfurt, Sicherung der Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit. Symposium Flughafenbau am 26. und 27. Oktober 2010 in Frankfurt, Tagungsband.
- [2] Berndorfer, C.: Neue Landebahn am Flughafen Frankfurt. Bau der Rollbrücken über die Bundesautobahn A 3. Symposium Flughafenbau am 26. und 27. Oktober 2010 in Frankfurt, Tagungsband.



Foto: Fraport AG

Bild 15: Gesamtansicht des Flughafens Frankfurt mit den Rollbrücken

### Bauschild Rollbrücke Ost 1

Auftraggeber / Bauherr	Fraport AG, Frankfurt am Main
Entwurfs- und Ausführungsplanung, Bauüberwachung	Ingenieurbüro Dr. Binnewies, Hamburg
Ausführungsplanung für Fertigteile	Planungsgemeinschaft: Büchting + Streit AG, München Igl, Putz + Partner, Landshut
Prüfingenieur	Dipl.-Ing. Heinz Steiger, Darmstadt
Bauausführung Brückenbauwerk	Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Sengenthal
Fertigteile	Max Bögl Fertigteilverke GmbH & Co. KG, Sengenthal
Transportbeton	Sehring Beton GmbH & Co. KG, Langen