

# Wiederverwendung von Fertigteilen aus Beton, Stahl- und Spannbeton

(Fassung 24.08.2012)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2</b>	<b>Eignungsfeststellung</b> .....	2
2.1	Voruntersuchung .....	3
2.2	Eignungsprüfung .....	7
2.2.1	Visuelle Begutachtung .....	7
2.2.2	Probenanzahl und statistische Auswertung .....	8
2.2.3	Baustoffliche und –technische Untersuchungen .....	8
2.3	Hauptprüfung .....	10
2.4	Zusatzprüfung .....	10
<b>3</b>	<b>Aufarbeitung der Stahlbetonfertigteile</b> .....	11
3.1	Typische Schadensbilder .....	11
3.2	Instandsetzungsmaßnahmen .....	11
<b>4</b>	<b>Planungs- und Ausführungshinweise</b> .....	12
4.1	Montageanweisung .....	12
4.2	Planungsempfehlungen .....	13
4.3	Ausführungsempfehlungen .....	13
<b>5</b>	<b>Literatur</b> .....	14

## **1 Anwendungsbereich**

Dieses Merkblatt gilt für die Anforderungen an die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von demontierten Fertigteilen aus Beton, Stahl- und Spannbeton, welche ohne oder auch mit einer erforderlichen Aufarbeitung dieser Fertigteile für die Wiederverwendung in baulichen Anlagen vorgesehen sind. Es gilt zusammen mit der entsprechend der Liste der Technischen Baubestimmungen, lfd.Nr. 2.3.2 bauaufsichtlich eingeführten Norm DIN EN 1992-1-1 inklusive des nationalen Anhangs DIN EN 1992-1-1/NA und ergänzt bzw. konkretisiert die im allgemeinen Merkblatt zur Zustimmung im Einzelfall aufgeführten Sachverhalte.

Die zur Wiederverwendung vorgesehenen Fertigteile genügen im Allgemeinen nicht den nach Bauregelliste (BRL) A Teil 1, lfd.Nr. 1.6.23 erforderlichen Anforderungen, insbesondere kann von einem Fehlen des von einer anerkannten Zertifizierungsstelle auszustellenden und explizit in der BRL A vorgeschriebenen Übereinstimmungszertifikats ausgegangen werden. Deshalb soll durch dieses Merkblatt, auf Grundlage der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) [1], die Wiederverwendung dieser Fertigteile durch einen Verwendbarkeitsnachweis im Rahmen einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) entsprechend §17 BbgBO erleichtert werden.

Nach Erteilung einer ZiE für demontierte und wieder verwendbare Betonfertigteile dürfen diese in Gebäuden, die unter den Geltungsbereich der BbgBO fallen und durch vorwiegend ruhende Belastungen beansprucht werden, verwendet werden. Dies sind z.B. Wohn-, Geschäfts- und Zweckbauten.

Im Allgemeinen kann festgestellt werden, dass das Bauen mit demontierten und wieder verwendbaren Fertigteilen mit einem erhöhten Planungsaufwand verbunden sein kann. Durch diese Art des Bauens wird jedoch dazu beigetragen, dass die Nachhaltigkeit und Schonung der natürlichen Ressourcen im Bauwesen positiv gestaltet werden kann.

## **2 Eignungsfeststellung**

An die zur Wiederverwendung vorgesehenen Fertigteile werden prinzipiell die gleichen technischen Anforderungen gestellt wie an Fertigteile, welche nach DIN EN 1992-1-1 unter Beachtung von DIN EN 1992-1-1/NA entworfen und bemessen sind und für die Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 verwendet wird. Somit wird bezüglich der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der mit diesen Fertigteilen zu errichtenden Bauwerke ein einheitliches Sicherheitsniveau gewährleistet.

Die prinzipielle Voraussetzung für eine mögliche Demontage und Wiederverwendung von Betonfertigteilen ist, dass diese Fertigteile eine gewisse Qualität aufweisen, welche der üblichen Qualität von vergleichbaren neuen Betonfertigteilen entspricht.

Die Prüfung der Eignung eines Betonfertigteils für die Demontage und Wiederverwendung erfolgt im Rahmen eines mehrstufigen Verfahrens, welches auf den Er-

kenntnissen aus [2] basiert. Dementsprechend sind die folgenden vier Untersuchungsstufen für eine abschließende Eignungsfeststellung erforderlich.

1. Voruntersuchung
2. Eignungsprüfung
3. Hauptprüfung
4. Zusatzprüfung

Eine Eignung für die Wiederverwendung der Betonfertigteile kann gegeben sein, wenn die vier folgenden Grundbedingungen vorliegen.

- a) Gewährleistung der Zugänglichkeit und Demontierbarkeit
- b) Nachweis der ausreichenden Restgebrauchseigenschaften und Prognose der Restnutzungsdauer
- c) Gewährleistung der Standsicherheit und Tragfähigkeit
- d) Gewährleistung der Wiedermontierbarkeit

## 2.1 Voruntersuchung

In dieser ersten Stufe stehen die Einschätzung der Grundbedingung a) des Abschnitts 2 „Zugänglichkeit und Demontage der Betonfertigteile“ im Vordergrund. Hierzu sind alle verfügbaren Projektunterlagen des Altgebäudes, historische bautechnische Fakten und typische Konstruktionsmerkmale sowie die örtlichen Verhältnisse zu bewerten. Die theoretischen Überlegungen sind immer durch eine entsprechende Objektbegehung zu überprüfen. Als Entscheidungshilfe sind in der folgenden Tabelle einige wesentliche Beurteilungskriterien zusammengestellt.

Beurteilungskriterium	Beurteilungsgrundlage
Angaben zum Hersteller der eingebauten Fertigteile	vorhandene oder diesem Bauvorhaben zuzuordnungsfähige Bauunterlagen
Ergebnisse von ggf. vorhandenen Bauteil- und Materialprüfungen	
Lastannahmen	
Baustoffe	
statische Systeme des Bauwerks und / oder der Fertigteile	
bauliche Durchbildung	
Wiederverwendung aller oder nur bestimmter Fertigteile	vorhandene oder diesem Bauvorhaben zuzuordnungsfähige Bauunterlagen sowie Objektbegehung
Festlegung welche Fertigteile wiederverwendet werden sollen	

Beurteilungskriterium	Beurteilungsgrundlage
Vorabfestlegung der möglichen Betonfestigkeitsklassen	vorhandene oder diesem Bauvorhaben zuzuordnungsfähige Bauunterlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen
Grobzuordnung der Beton- und Spannstähle	
Überprüfung des Bauwerks auf Übereinstimmung mit den Bauvorlagen	vorhandene oder diesem Bauvorhaben zuzuordnungsfähige Bauunterlagen sowie Objektbegehung

In den Bauakten werden Materialbezeichnungen nach den damals gültigen Normen auftauchen. Um in dieser ersten Stufe eine grobe Einstufung dieser Materialbezeichnungen nach den Materialbezeichnungen der heute gültigen Normen vornehmen zu können, werden die folgenden Tabellen mit ausgewählten Betonfestigkeitsklassen und Betonstahlstreckgrenzen und Spannstahleigenschaften zur Verfügung gestellt. Diese Tabellen basieren auf den Erkenntnissen von [2], [3], [7] und [11]. Für eine abgesicherte Bewertung der Standsicherheit sind die in den Tabellen angegebenen charakteristischen Werkstoffkennwerte durch eine qualifizierte Bestandsaufnahme zu verifizieren.

Zuordnung der Betonfestigkeitsklasse nach			
TGL 0-1045 (bis 1980)	TGL 33403:1980-10	DIN 1045:1988-07	DIN EN 206-1
B 160	Bk 10	B 10	C 8/10
B 225	Bk 15 Bk 20	B 15	C 12/15
--	Bk 25	--	C 16/20
B 300	--	B 25	C 20/25
--	Bk 35	B 35	C 25/30
B 450	Bk 45	--	C 30/37
--	--	B 45	C 35/45
B 600	Bk 55	B 55	C 40/50

Zuordnung der Betonstahleigenschaften				
Bezeichnung	Stahlmarken nach TGL 12530	Festigkeitswert nach TGL 33403:1980-10 [N/mm <sup>2</sup> ]	Charakteristische Streckgrenze $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Duktilitätsklasse
Glatte Rundstähle	St A-0	220	220	B
	St A-I	240	240	B
	St B-IV	400	400	--
	St B-IV S			
Betonrippenstähle	St A-III	400	390	B
	St T-III	400	400	B
	St T-IV	500	490	B
	St B-IV RDP	500	490	--
	St B-IV S RDP	500	490	--

Der Elastizitätsmodul für die Betonstähle darf mit 200.000 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden.

Für glatte Betonstähle bei guten Verbundbedingungen darf der Bemessungswert der Verbundspannung nach der Gleichung  $f_{bd} = 0,36 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{1}{\gamma_c}$  ermittelt werden. Hierbei

ist als Teilsicherheitsbeiwert für Beton  $\gamma_c = 1,5$  anzusetzen. Bei mäßigen Verbundbedingungen muss der so ermittelte Bemessungswert der Verbundspannung noch mit dem Faktor 0,7 multipliziert werden. Die günstige Wirkung von ggf. vorhandenen Endhaken darf für die Verankerung berücksichtigt werden.

Zuordnung der Spannstahleigenschaften							
Bezeichnung	Stahlmarken nach TGL 12530	Festigkeitswert nach TGL 33403	Streckgrenze $\beta_{0,2}$	Bruchfestigkeit $\sigma_{Br}$	Elastizitätsgrenze $\beta_{0,01}$	Technische Kriechgrenze	Bruchdehnung $\delta_{10}$
warmgewalzt	St 60/90	600	590	880	490	490	8
ölschlussvergütet	St 140/160	1400	1370	1570	1180	1080	7
ölschlussvergütet bis ca. 1980	St 140/160 <sup>1), 3)</sup>	1400	1370	1570	1180	1080	6
Hochtemperatur-Thermo-mechanisch behandelt (HTMB) ab ca. 1981	St 140/160 <sup>2), 3)</sup>	1400	1370	1570	1180	1080	5-6
<sup>1)</sup> Hersteller: VEB Industriefedernfabrik, Zweigbetrieb Drahtwerk Finsterwalde							
<sup>2)</sup> Hersteller: VEB Stahl- und Walzwerk „Wilhelm Florin“, Henningsdorf							
<sup>3)</sup> Hinweis: Diese Spannstähle gelten als spannungsrissskorrosionsgefährdet.							

Der Elastizitätsmodul für die Spannstähle darf mit 205.000 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden.

Für den rechnerischen Nachweis der vorgespannten Fertigteile müssen stets die jeweiligen Zulassungen des verwendeten Spannstahls und des verwendeten Spanverfahrens zu Grunde gelegt werden.

Die 0,1%-Dehngrenze  $f_{p0,1}$  kann unmittelbar graphisch aus der in den Zulassungen enthaltenen Spannungs-Dehnungslinie ermittelt werden. Bei den in den Spannungs-Dehnungslinien angegebenen Werten handelt es sich um charakteristische Werte. Somit kann  $f_{p0,1}$  ohne weitere Umrechnung direkt an Hand der vorgegebenen Spannungs-Dehnungslinie ermittelt werden.

## 2.2 Eignungsprüfung

Die zweite Stufe der Eignungsuntersuchung dient der Beurteilung des Bauzustands der Betonfertigteile und einer vorläufigen Bewertung dieser bezüglich der Wiederverwendbarkeit. Hierzu sind aufbauend auf den Ergebnissen der visuellen Einschätzung im Rahmen der Ortsbegehung Prüfkriterien festzulegen, mit deren Hilfe die Gebrauchseigenschaften der relevanten Fertigteile ermittelt und deren Restnutzungsdauer prognostiziert werden kann. Außerdem muss die Beschaffenheit der Anschlagpunkte erfasst und dokumentiert werden.

### 2.2.1 Visuelle Begutachtung

Im Rahmen der Objektbegehung ist für die relevanten Fertigteile eine visuelle Bauzustandsuntersuchung durchzuführen. Hierbei ist die äußere Beschaffenheit der Betonfertigteile insbesondere auf Grundlage der folgenden Kriterien einzuschätzen.

- Rissbreiten, -arten und -bilder
- Fugen- und Anschlussausbildung
- vorhandene Verformungen
- Abplatzungen und Absandungen
- Poren, Lunker, und Kiesnester
- Anstriche, Ausbesserungsstellen und Bewuchs
- Verschmutzungen und Ausblühungen
- stehendes Wasser und Undichtheiten

Bei der visuellen Rissaufnahme mittels Risslupe oder –lineal sind die ermittelten Rissbreiten mit den Rechenwerten der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 [4] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 [5] in Abhängigkeit der geplanten Expositionsklasse der wiederzuverwendenden Bauteile zu vergleichen und einzuschätzen.

Werden an eingebauten Fertigteilen wesentliche Verformungen festgestellt, sind diese ebenfalls mittels Maßstab oder optischer Messinstrumente aufzumessen und zu dokumentieren. Diese Verformungen sind mit den ohne direkte Berechnung zulässigen Verformungen nach [4] in Verbindung mit [5] zu vergleichen und ihre Auswirkungen auf die Funktionskategorie ist einzuschätzen.

An Hand dieser und ggf. weiterer objektspezifisch relevanter Kriterien ist der Zustand der Betonfertigteile in eine der vier folgenden Funktionskategorien einzustufen.

<b>Funktionskategorie</b>	<b>verbale Einschätzung</b>
1	Funktionsfähigkeit entsprechend den projektierten Parametern wahrscheinlich vorhanden
2	Funktionsfähigkeit wahrscheinlich vorhanden
3	Funktionsfähigkeit nur eingeschränkt vorhanden
4	Funktionsfähigkeit nicht gewährleistet

Bauteile, welche den Kategorien 3 und 4 zugeordnet werden, sind für eine Wiederverwendung nicht geeignet.

### 2.2.2 Probenanzahl und statistische Auswertung

Ist eine eindeutige Zuordnung der vorhandenen Materialien an Hand der geprüften Bestandsunterlagen nicht möglich, so müssen die jeweiligen Materialkennwerte experimentell ermittelt werden. Um Materialkennwerte für die Nachweisführung mit dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept zu erhalten, müssen die charakteristischen Materialkennwerte entsprechend DIN EN 1990 als 5%-Quantile bestimmt werden.

### 2.2.3 Baustoffliche und –technische Untersuchungen

Im Rahmen der Eignungsprüfung sind im Allgemeinen folgende detaillierte Untersuchungen an ausgewählten Fertigteilen durchzuführen. Die projektbezogenen notwendigen Untersuchungen und deren Umfang sind jeweils vorher zwischen dem Gutachter und dem Bautechnischen Prüfamt festzulegen.

- Ermittlung der vorhandenen Betondruckfestigkeit
- Ermittlung der vorhandenen Betonzug- und -biegezugfestigkeit
- Ermittlung der vorhandenen Betonspaltzugfestigkeit
- Ermittlung des vorhandenen Elastizitätsmoduls des Betons
- Ermittlung der vorhandenen Streckgrenze, Zugfestigkeit, des Verhältnisses der Zugfestigkeit zur Streckgrenze und der Dehnung bei Höchstlast des Betonstahls
- Ermittlung der vorhandenen Materialeigenschaften der Spannstähle
- Ermittlung der vorhandenen Betondeckung am Fertigteil
- Ermittlung der Karbonatisierungstiefe am Fertigteil
- Ermittlung der Rissbreiten bei Rissfeststellung am Fertigteil
- Untersuchung der Tragfähigkeit am Fertigteil



Die Ermittlung der vorhandenen Betondruckfestigkeit erfolgt an Prüfkörpern aus repräsentativen Bauteilen entsprechend [8]. Hierbei ist auf eine sorgfältige Probenahme zu achten. Die Bohrkerns sind möglichst breit über das Element verteilt zu entnehmen. An allen Bauteilen ist die Betondruckfestigkeit nach [9] zu ermitteln, wobei ebenfalls auf eine möglichst breite Verteilung der Messpunkte zu achten ist.

Die vorhandene Betonzug- und –biegezugfestigkeit ist in Anlehnung an das Prüfverfahren aus [16] zu ermitteln.

Die Ermittlung der Spaltzugfestigkeit des vorhandenen Betons kann in Anlehnung an die Prüfverfahren nach [17] erfolgen. Dabei ist das Referenzverfahren zu bevorzugen.

Der vorhandene Elastizitätsmodul des Betons wird in Anlehnung an [15] ermittelt.

Die zur Ermittlung der vorhandenen Streckgrenze, der Zugfestigkeit, des Verhältnisses der Zugfestigkeit zur Streckgrenze und der Dehnung bei Höchstlast des Betonstahls notwendigen Zugversuche sind gemäß des nationalen Vorworts zur DIN EN ISO 15630-1:2002-09 nach DIN EN 10002-1 durchzuführen. Die ggf. notwendige Bestimmung der chemischen Eigenschaften des Betonstahls erfolgt durch Spektralanalysen.

Die vorhandenen Materialeigenschaften der Spannstähle werden entsprechend der Prüfverfahren nach [18] ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass entsprechend des nationalen Vorworts der Zugversuch nach DIN EN 10002-1 und der Hin- und Herbiegeversuch nach DIN 51211 durchzuführen ist.

Nach [4], Abschnitt 4.4.1 in Verbindung mit [5] ist eine Mindestbetondeckung der Bewehrung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion und zur Sicherstellung der Übertragung der Verbundkräfte aus der Bewehrung in den Beton erforderlich. Die vorhandene Betondeckung ist durch geeignete Messgeräte oder Verfahren zu ermitteln. Hierzu müssen mindestens 20 repräsentative Messwerte erfasst und statistisch ausgewertet werden. Für die Festlegung der Messstellen und die statistische Auswertung der Messwerte ist [10], Anhang A zu beachten. Anschließend ist auszuwerten, ob die Anforderungen aus [4], Abschnitt 4.4.1 in Verbindung mit [5] eingehalten sind.

Die Ermittlung der vorhandenen Karbonatisierungstiefe kann an frisch gezogenen Bohrkernen mittels 0,1%-iger farbloser Phenolphaleinlösung vorgenommen werden. Die ermittelten Karbonatisierungshorizonte dürfen die vorhandene Betondeckung in keinem Fall überschreiten. Vielmehr muss noch ein entsprechender Sicherheitsabstand zwischen der vorhandenen minimalen Betondeckung und der maximalen Karbonatisierungstiefe existieren.

Nach [4], Abschnitt 7.3 in Verbindung mit [5] sind die Rechenwerte der Rissbreiten für die Bauteile zu ermitteln. Diese Ermittlung muss getrennt für die Bauteile vor der Demontage und für die Bauteile bei ihrer Wiederverwendung erfolgen. Die rechnerischen Rissbreiten vor der Demontage sind mit den festgestellten Rissbreiten und –verläufen zu vergleichen und einzuschätzen.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit der Bauteile sind prinzipiell entsprechende rechnerische Nachweise der Trag- und Gebrauchsfähigkeit erforderlich. Ergänzend müssen Bruchlastversuche durchgeführt werden. Durch diese Versuche soll es er-

möglichst werden, die Auswirkungen der vorhandenen Rissverteilung und –breiten am Bauteil sowie das plastische Materialverhalten besser zu beurteilen.

### 2.3 Hauptprüfung

Die dritte Stufe der Eignungsuntersuchung erfolgt im Wesentlichen nach der Demontage der Bauteile. In der Hauptprüfung werden hauptsächlich Beschädigungen oder Mängel, welche während des Demontageprozesses auftreten, erfasst und bewertet. Hierzu ist eine wiederholte und umfangreiche visuelle Begutachtung der einzelnen Elemente erforderlich. Insbesondere sind u.a. die folgenden Punkte jeweils zu erfassen und bewerten.

- Betonabplatzungen an den Bauteilen (insbesondere Eck- und Kantenabplatzungen)
- Ausbrüche an Tragösen
- freiliegende Bewehrung und Bewehrungskorrosion
- Biege- und Haarrisse
- alternative Anschlagöffnungen
- anhaftende Beton- und Mörtelreste
- anhaftende Aus- und Einbaumaterialien

Zur Minimierung der Beschädigungen oder Mängel bei der Demontage sollte darauf geachtet werden, dass die Demontage nach einer entsprechend detaillierten Rückbauplanung von qualifizierten und eingewiesenen Fachkräften durchgeführt wird.

### 2.4 Zusatzprüfung

In der vierten Stufe der Eignungsuntersuchung sollen Zustandsveränderungen der Bauteile aus Transport, Umschlag und Lagerung erfasst werden. Hierzu ist ebenfalls eine visuelle Einschätzung erforderlich. Hierbei ist insbesondere auf eine Vergrößerung oder Neubildung von Rissen zu achten. Dies muss dokumentiert und entsprechend bewertet werden.

Durch entsprechende Sorgfalt bei Transport, Umschlag und Lagerung der Bauteile sowie einer entsprechenden sachgerechten Lagerung können diese Schäden minimiert werden.

### **3 Aufarbeitung der Stahlbetonfertigteile**

Die zur Wiederverwendung vorgesehenen Stahlbetonfertigteile müssen entsprechend ihrer Einsatzbedingungen in ihren ursprünglichen Gebrauchseigenschaften erhalten, wiederhergestellt und / oder an die Anforderungen aus den aktuellen technischen Normen angepasst werden. Sollten die entsprechenden Stahlbetonfertigteile beschädigt sein, müssen diese Schäden entsprechend der erneuten Einsatzbedingungen der Fertigteile behoben werden.

#### **3.1 Typische Schadensbilder**

An den zur Wiederverwendung vorgesehenen Stahlbetonfertigteilen können die folgenden, beispielhaft angeführten Schäden und Mängel auftreten.

- bau- und rückbauseitige Schäden, z.B. mangelhafte Elementherstellung, unsachgemäße Montage, De- und Remontage, Kantenbeschädigungen
- witterungs- und nutzungsbedingte Abnutzungen und Verschleißerscheinungen
- Verformungen, z.B. Durchbiegungen und Ausknickungen
- statisch und konstruktiv bedingte Risse
- technologisch bedingte Risse
- Korrosionserscheinungen

Zur Verminderung bzw. Vermeidung von Schäden an den Fertigteilen sollte auf eine fachgerechte Demontage der Stahlbetonfertigteile sowie eine sachgerechte Lagerung der Elemente geachtet werden. Gleiches gilt für den Wiedereinbau dieser Bauteile.

#### **3.2 Instandsetzungsmaßnahmen**

Instandsetzungsmaßnahmen müssen nach der Instandsetzungs-Richtlinie [12] von entsprechend qualifiziertem Fachpersonal ausgeführt, geprüft und überwacht werden. In dieser Richtlinie werden die Arbeiten zur Herstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes der Bewehrung bei unzureichender Betondeckung, zur Wiederherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung, zur Erneuerung des Betons in oberflächennahen Bereichen, zum Füllen von Rissen und Hohlräumen im Beton, zum vorbeugenden zusätzlichen Schutz der Bauteile gegen das Eindringen von beton- und betonstahlangreifenden Stoffen und zur Erhöhung des Widerstands von Betonoberflächen gegen Abrieb und Verschleiß geregelt.

Das Ziel der Arbeiten nach der Instandsetzungs-Richtlinie [12] muss sein die Widerstandsfähigkeit der Betonbauteile gegen das Eindringen betonangreifender oder korrosionsfördernder Stoffe oder gegen mechanische Einwirkungen an der Bauteiloberfläche zu erhöhen, zerstörten oder abgetragenen Beton zu ersetzen, für einen dauerhaften Schutz der Stahlbetonbauteile zu sorgen, einen dauerhaften Korrosions-

schutz der Bewehrung sicherzustellen und Risse und Hohlräume im Beton dauerhaft und tragfähig zu verfüllen.

Die in der Instandsetzungs-Richtlinie aufgeführten notwendigen Maßnahmen zur Aufarbeitung der zur Wiederverwendung vorgesehenen Stahlbetonbauteile müssen, soweit erforderlich, beachtet und eingehalten werden.

#### **4 Planungs- und Ausführungshinweise**

Um Bauvorhaben unter Verwendung von Fertigteilen zu realisieren sind bestimmte bautechnische Unterlagen zwingend erforderlich. Hierzu gehören die für die Erstellung des Bauwerks notwendigen Zeichnungen, die statischen Berechnungen, die Verlegepläne der Fertigteile mit den Positionsnummern der einzelnen Teile, die Positionlisten, die Montageanleitungen und ergänzende Projektbeschreibungen, sowie etwaige allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, Zustimmungen im Einzelfall und Prüfbescheide.

Bei der Wiederverwendung von Stahlbetonfertigteilen sind zusätzlich

- die Art der Fertigteile,
- Typ- oder Positionsnummer mit Angabe der Eigenlast des Fertigteils,
- Art, Lage und zulässige Einwirkungsrichtung der für den Transport und die Montage notwendigen Anschlagmittel, Abstützpunkte und Lagerungen,
- ggf. zusätzliche konstruktive Maßnahmen zur Sicherung gegen Stoßbeanspruchungen,
- Bewehrungspläne für die örtlich einzubauende Bewehrung

anzugeben. Außerdem müssen in den Planungsunterlagen und der Montageanleitung Angaben

- zur Ausführung zeitweiliger Stützungen und Aufhängungen,
- über das Ausrichten der Fertigteile,
- über die Trag- und Gebrauchsfähigkeiten der Bauteile in allen relevanten Zwischenbauzuständen und
- zur Lagerung der Fertigteile

enthalten sein.

##### **4.1 Montageanweisung**

Die Montageanweisung muss nach DIN EN 13670 [13] auf der Baustelle verfügbar sein. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass Fertigteile mit Beschädigungen, welche die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit gefährden, nicht eingebaut werden dürfen.

Die Montageanweisung muss mindestens Angaben zur Handhabung, Lagerung, dem Versetzen und dem Einbau der wiederzuverwendenden Fertigteile enthalten. Deshalb müssen in ihr alle Lasten und Anschlagpunkte, die Anordnung der Hebevor- und ggf. notwendiger Hilfseinrichtungen sowie das Gesamtgewicht des jeweiligen Fertigteils angegeben werden. Außerdem sind bezüglich der Lagerung der Fertigteile die Auflagerpunkte, die maximale Höhe der Lagerstapel und die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherstellung der Standsicherheit dieser Lagerstapel anzugeben. Um ein Versetzen der Fertigteile entsprechend der Bauplanung sicherzustellen, müssen in der Montageanweisung auch die Anordnung der Lager und Unterstützungen sowie erforderliche temporäre Sicherungsmaßnahmen fixiert werden. Zur Sicherstellung des planungsgerechten Einbaus sind in der Montageanweisung die Ausführung der Bauteilverbindungen, ggf. der Einbau zusätzlicher, örtlicher Bewehrung und ggf. das Einbringen von Ortbeton darzustellen.

#### 4.2 Planungsempfehlungen

Es ist vorteilhaft, wenn die Planung des Einsatzes von wiederzuverwendenden Stahlbetonfertigteilen an ein konkretes Rückbauvorhaben gekoppelt werden kann. So können z.B. Sägearbeiten zur Veränderung der Größe und Geometrie des Ursprungsfertigteils vermieden werden. Dadurch kann ggf. auf die Schaffung neuer Anschlagpunkte verzichtet werden.

Das neue Bauwerk sollte so entworfen werden, dass die verfügbaren Fertigteile weitgehend ohne Reduzierungen oder Ergänzungen verwendet werden können. Die Vergrößerung oder Verkleinerung von Tür- und Fensteröffnungen ist die Ausnahme von dieser Regel.

#### 4.3 Ausführungsempfehlungen

Auf der Rückbaubaustelle sollten im noch eingebauten Zustand die Verfügbarkeit des gewünschten Elementsortiments überprüft werden. Die jeweiligen Fertigteile sind zu begutachten und zu kennzeichnen. Diese gekennzeichneten Fertigteile sind, um Beschädigungen bei der Demontage zu vermeiden, mit größter Sorgfalt zu demontieren. Anschließend sind diese Fertigteile gesondert und fachgerecht zwischenzulagern. Vor dem Abtransport dieser Fertigteile zum Ort der Wiederverwendung soll der Planer diese noch einmal in Augenschein nehmen und Anzahl und Elementtyp überprüfen.

Am Wiedereinbauort sollten die Fertigteile entsprechend ihrer jeweiligen Einbau Reihenfolge sortiert und fachgerecht zwischengelagert werden. Hierdurch können Montageverzögerungen durch Umstapelprozesse und Beschädigungen der Fertigteile infolge dieser Umstapelprozesse vermieden sowie technologische Reihenfolgen eingehalten und sichergestellt werden. Bei der Zwischenlagerung müssen die ggf. vorhandenen alternativen Anschlagpunkte an den Fertigteilen berücksichtigt werden.

Die Anschlagpunkte der Fertigteile, welche weiter genutzt werden sollen, müssen mindestens durch Inaugenscheinnahme bezüglich ihrer Verwendbarkeit überprüft werden.

Vor Wiedereinbau der Fertigteile können erforderliche Reprofilierungs- und / oder Aufarbeitungsmaßnahmen durchgeführt werden. Eine Aufarbeitung von Abplatzungen im Fugenbereich der Fertigteile kann auch im Rahmen der Herstellung des Fugenvergusses im eingebauten Zustand erfolgen.

Vor dem Wiedereinbau der Fertigteile müssen diese noch einmal visuell auf eventuelle Schädigungen (z.B. Risse und Abplatzungen) untersucht werden. Geschädigte Fertigteile, welche die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Konstruktion gefährden, dürfen nicht eingebaut werden.

## 5 Literatur

- [1] Brandenburgische Bauordnung
- [2] BTU Cottbus, Fakultät Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik, Lehrstuhl Altlasten, Dr.-Ing. Mettke  
Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf“  
Teil 2: Wieder- und Weiterverwendung großformatiger Betonbauteile
- [3] TGL 33403:1980-10                      Betonbau – Festigkeits- und Formänderungswerte
- [4] DIN EN 1992-1-1:2011-01              Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- [5] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01        Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
- [6] DIN 1045-2:2008-08                    Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [7] Hartz „Neues Normenwerk im Betonbau“ veröffentlicht in DIBt Mitteilungen 2002/1
- [8] DIN EN 12504-1:2009-07              Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit
- [9] DIN EN 12504-2:2009-07              Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung; Bestimmung der Rückprallzahl
- [10] DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“ – Fassung Juli 2002

- [11] Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie) des BMVBS – Abteilung Straßenwesen (Ausgabe: 05/2011)
- [12] DAfStb-Richtlinie – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie) – Teile 1 bis 3 vom Oktober 2001
- [13] DIN EN 13670:2011-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton
- [14] DIN 1045-3:2012-03 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- [15] DIN 1048-5:1991-07 Prüfverfahren für Beton – Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper
- [16] DIN EN 12390-5:2009-07 Prüfung von Festbeton – Teil 5: Biegezugfestigkeit von Probekörpern
- [17] DIN EN 12390-6:2010-09 Prüfung von Festbeton – Teil 6: Spaltzugfestigkeit von Probekörpern
- [18] DIN EN ISO 15630-3:2002-08 Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton; Prüfverfahren Teil 3: Spannstähle

## **Impressum**

Landesamt für Bauen und Verkehr  
Dezernat 35 – Bautechnisches Prüfamnt  
Gulbener Straße 24  
03046 Cottbus  
Telefon 03342 / 4266-3500  
Telefax 03342 / 4266-7608  
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de  
www.lbv.brandenburg.de