

## Tipp 16/04

### Grundwert der Verankerungslänge nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [2]

Der Grundwert der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  eines geraden Stabs kann unter der Annahme einer konstanten Verbundspannung  $f_{bd}$  nach [1], Abschnitt 8.4.3 (2) mit der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

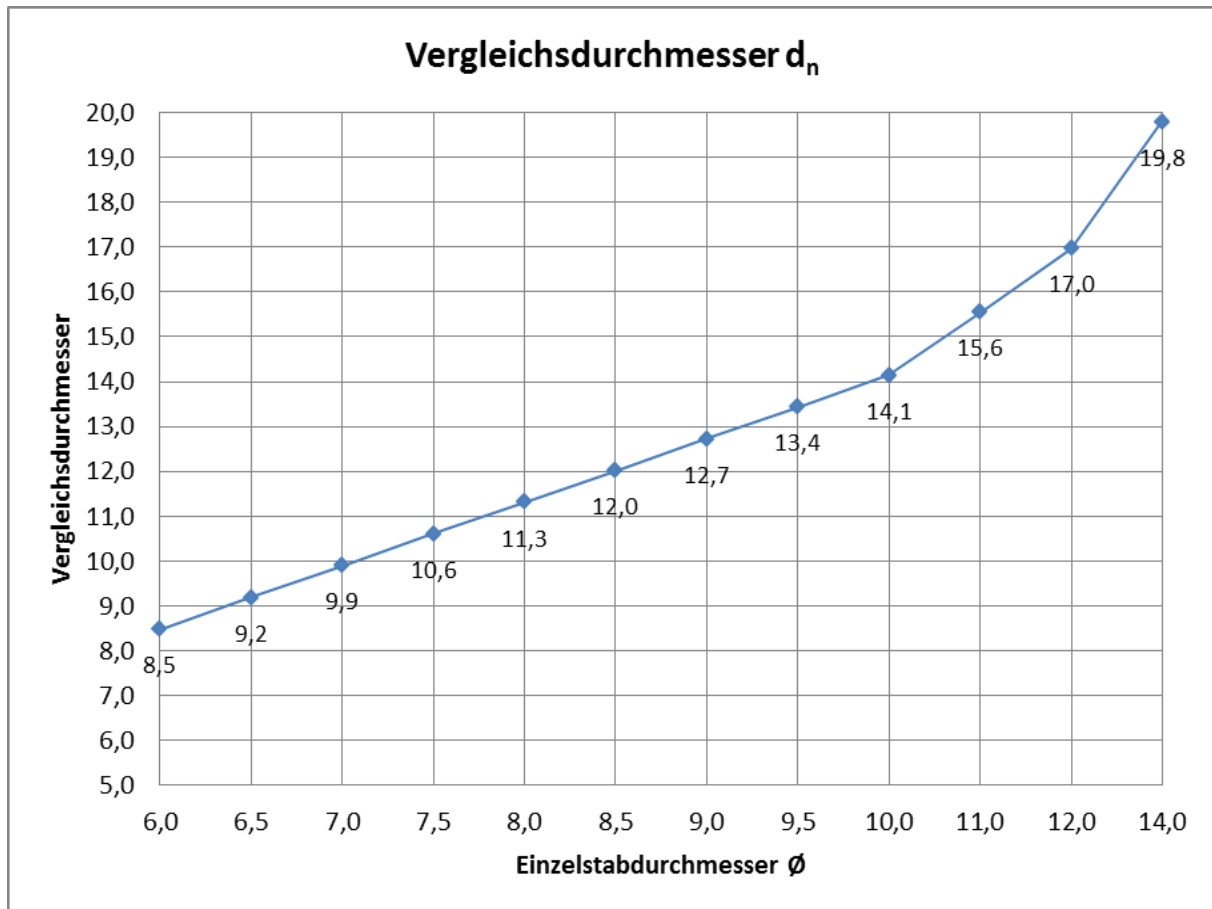
In dieser Gleichung werden die folgenden Einflussfaktoren berücksichtigt.

$\varnothing$	Durchmesser des Betonstahls
$\sigma_{sd}$	vorhandene Stahlspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$f_{bd}$	Bemessungswert der Verbundfestigkeit

Der Durchmesser des Betonstahls wird bei Stabstählen direkt in der obigen Gleichung verwendet. Bei Doppelstäben von geschweißten Betonstahlmatten ist dieser Durchmesser entsprechend [1], Abschnitt 8.4.3 (4) als Vergleichsdurchmesser  $\varnothing_n$  anzusetzen. Dieser Vergleichsdurchmesser ist mit der folgenden Gleichung zu ermitteln.

$$\varnothing_n = \varnothing * \sqrt{2}$$

Nach [3], Tabelle 3 können grundsätzlich für Betonstahlmatten Bewehrungsstäbe mit einem Nenn-durchmesser von 6,0 bis 14,0 verwendet werden. Somit ergeben sich für diese möglichen Doppelstäbe bei den Betonstahlmatten die folgenden Vergleichsdurchmesser.



Die vorhandene Stahlspannung  $\sigma_{sd}$  im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist natürlich abhängig von der jeweiligen Beanspruchung des Bauteils und der vorhandenen Bewehrung. Zur Ermittlung des Grundwerts der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  ist es sinnvoll diese Spannung mit dem Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls gleichzusetzen. Dies sollte dann jedoch bei einer späteren Ermittlung der Verankerungs- oder Übergreifungslänge berücksichtigt werden.

Unter Beachtung der vorgenannten Annahme ergibt sich somit die folgende Betonstahlspannung.

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Da nach [3] nur Betonstahl mit einer charakteristischen Streckgrenze von  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  geregelt ist und nach [1] und [2] als Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl bei ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen und Ermüdung  $\gamma_s = 1,15$  bzw. bei außergewöhnlichen Bemessungssituationen  $\gamma_s = 1,0$  anzusetzen sind ergeben sich die folgenden Betonstahlspannungen.

	ständige und vorübergehende Bemessungssituation bzw. Ermüdung	Außergewöhnliche Bemessungssituation
Betonstahlspannung $\sigma_{sd} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	434,78	500

Der Bemessungswert der Verbundfestigkeit kann für Betonrippenstähle entsprechend [1], Abschnitt 8.4.2 (2) nach der folgenden Gleichung ermittelt werden.

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Einflussfaktoren berücksichtigt.

- $\eta_1$      Beiwert zur Berücksichtigung der Qualität der Verbundbedingungen und der Lage der Stäbe während des Betonierens
- $\eta_2$      Beiwert zur Berücksichtigung des Betonstahldurchmessers
- $f_{ctd}$     Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

Der Beiwert  $\eta_1$  zur Berücksichtigung der Qualität der Verbundbedingungen und der Lage der Stäbe während des Betonierens darf entsprechend [1], Abschnitt 8.4.2 (2) je nach den vorliegenden Verbundbedingungen unterschiedlich angenommen werden. So ist dieser Faktor bei

- guten Verbundbedingungen mit  $\eta_1 = 1,0$
- mäßigen Verbundbedingungen mit  $\eta_1 = 0,7$

angesetzt werden.

Gute Verbundbedingungen liegen nach [2] in einem Bereich von 300 mm, gemessen von der Bauteilunterkante, vor. Außerdem darf auch von guten Verbundbedingungen ausgegangen werden bei liegend gefertigten stabförmigen Bauteilen, welche mit einem Außenrüttler verdichtet werden und deren äußere Querschnittsabmessung 500 mm nicht überschreitet.

In allen anderen Fällen und bei Bauteilen, welche im Gleitbauverfahren hergestellt werden, ist von sogenannten mäßigen Verbundbedingungen auszugehen.

Mit dem Beiwert  $\eta_2$  wird ein Abminderungsfaktor für große Betonstahldurchmesser ( $\emptyset > 32$  mm) eingeführt. Dieser Beiwert errechnet sich nach [1], Abschnitt 8.4.2 (2) wie folgt.

- $\emptyset \leq 32$  mm            $\eta_2 = 1,0$
- $\emptyset > 32$  mm            $\eta_2 = \frac{132 - \emptyset}{100}$

Der Bemessungswert der Betonzugfestigkeit wird entsprechend [1], Abschnitt 3.1.6 (2) mit der folgenden Gleichung ermittelt.

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} * f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}$$

Der Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitauswirkungen auf die Betonzugfestigkeit ist entsprechend [2] für die Ermittlung der Verbundspannung  $f_{bd}$  mit  $\alpha_{ct} = 1,0$  anzusetzen.

Der Teilsicherheitsbeiwert für Beton  $\gamma_c$  ist entsprechend [2], Tabelle 2.1DE für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation sowie für die Ermüdung mit  $\gamma_c = 1,5$  anzunehmen. Nur für die außergewöhnliche Bemessungssituation darf mit einem reduzierten Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_c = 1,3$  gerechnet werden.

Jedoch ist auf Grund der zunehmenden Sprödigkeit der höherfesten Betone der charakteristische 5%-Quantilwert der Betonzugfestigkeit  $f_{ctk;0,05}$  auf den Wert für einen C 60/75 zu begrenzen.

Grundsätzlich wird der charakteristische 5%-Quantilwert entsprechend [1], Tabelle 3.1 nach der folgenden Gleichung ermittelt.

$$f_{ctk;0,05} = 1,3 * f_{ctm}$$

Der Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons  $f_{ctm}$  wird entsprechend [1], Tabelle 3.1 für Normalbeton und hochfeste Betone unterschiedlich berechnet. Somit ist für

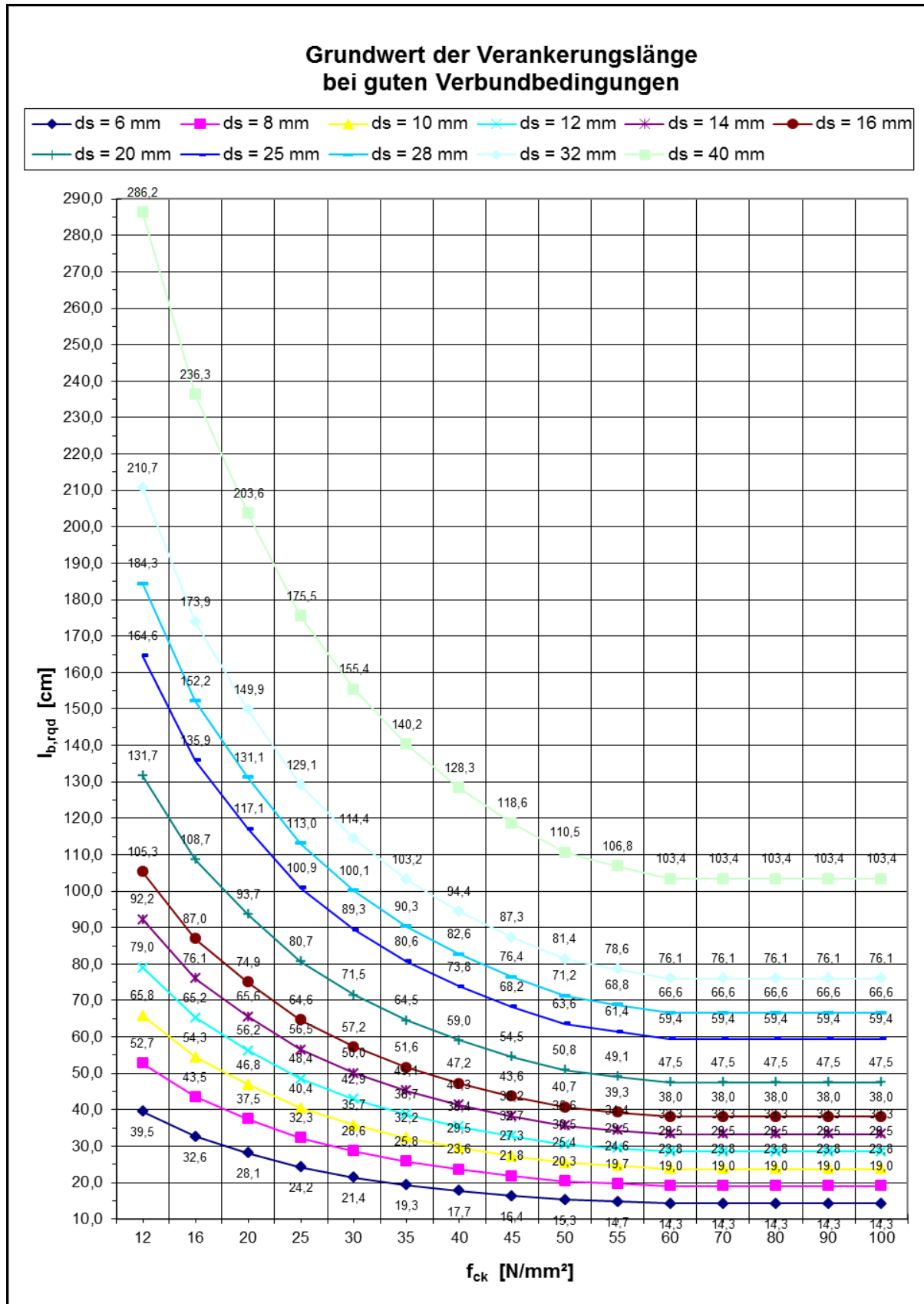
- $\leq$  C 50/60            $f_{ctm} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}}$
- $>$  C 50/60            $f_{ctm} = 2,12 * \ln \left[ 1 + \frac{f_{cm}}{10} \right]$

anzusetzen.

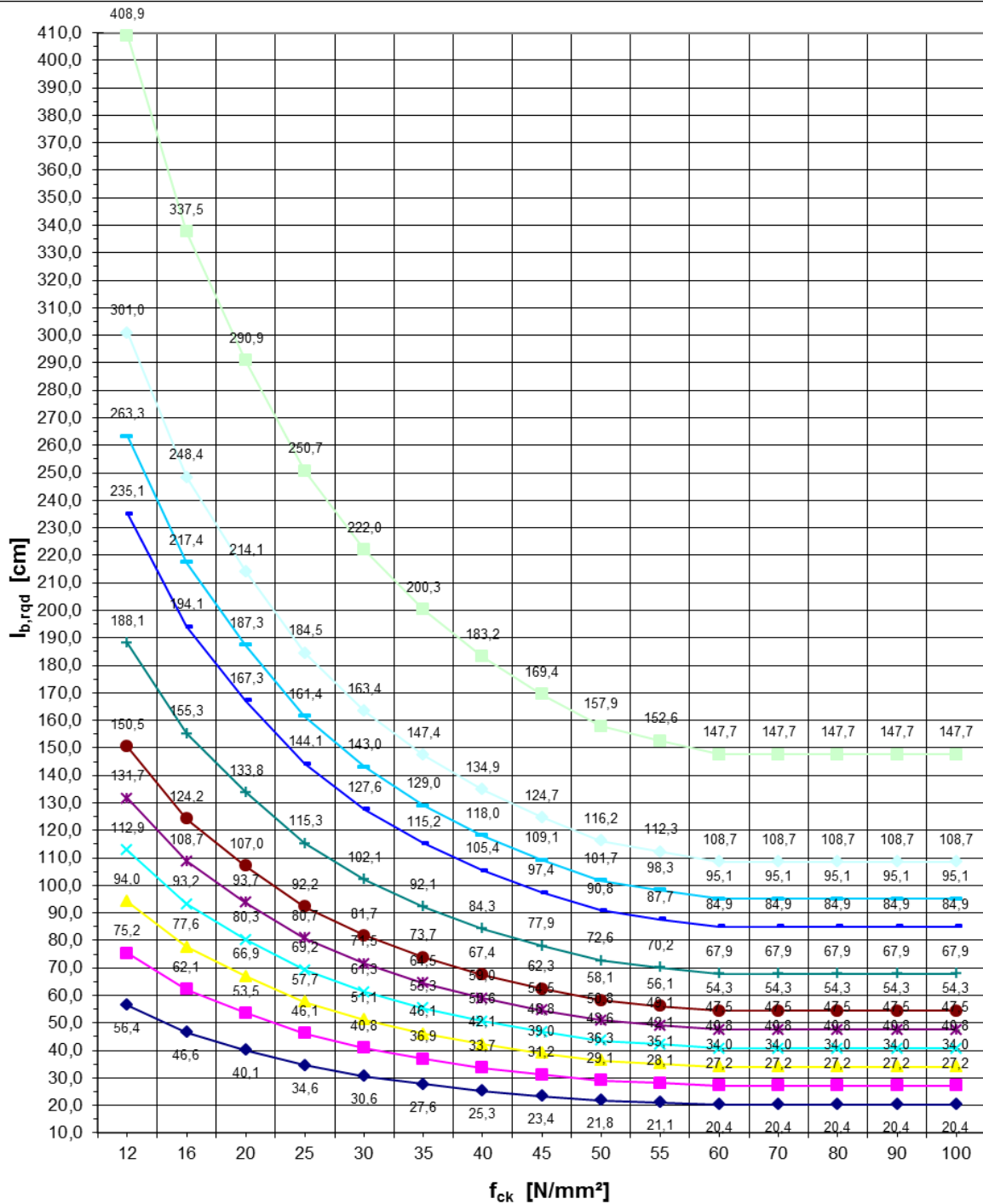
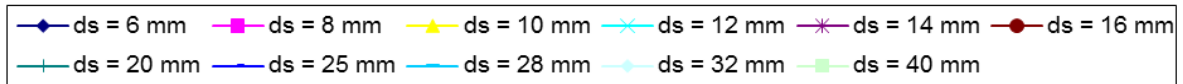
Der Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons  $f_{cm}$  ist nach [1], Tabelle 3.1 wie folgt zu ermitteln.

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

Unter Beachtung all dieser Regelungen und notwendigen Zwischenschritte kann der Grundwert der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  für gerade Betonrippenstähe als Stabstähe ermittelt werden. In den folgenden Diagrammen werden in Abhängigkeit von dem charakteristischen Wert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons  $f_{ck}$  die entsprechenden Grundwerte der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen sowie Ermüdung dargestellt.



### Grundwert der Verankerungslänge bei mäßigen Verbundbedingungen



Die in der Legende der Diagramme verwendete Abkürzung entspricht der folgenden Spezifikation.  
ds                      Betonstahldurchmesser  $\emptyset$

Mit Hilfe dieser Diagramme kann somit sehr schnell der Grundwert der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  in Abhängigkeit von dem Betonstahldurchmesser  $\emptyset$  und der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit des Betons  $f_{ck}$  ermittelt werden.

#### Literatur:

- |     |                            |  |
|-----|----------------------------|--|
| [1] | DIN EN 1992-1-1:2011-01    | Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau  |
| [2] | DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [3] | DIN 488-1:2009-04          | Betonstahl – Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung   |

#### Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr  
Bautechnisches Prüfamt  
T. Schellenberg  
Gulbener Straße 24  
03046 Cottbus  
Telefon 03342 / 4266-3501  
Telefax 03342 / 4266-7608  
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de  
www.lbv.brandenburg.de