

Tipp 24/10

Tragfähigkeit ebener, geschweißter Anschlüsse von Kreishohlprofilstreben an Kreishohlprofilgurtstäbe nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 [2]

Die Biegetragfähigkeiten M_{Rd} ebener, geschweißter Anschlüsse von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe sind grundsätzlich nach [1], Tabelle 7.5 zu ermitteln. Dabei sind jedoch auch die Vorgaben aus [1], Abschnitt 7.1 zu berücksichtigen. So ist z.B. nach [1], Abschnitt 7.1.1(4) für einen Nennwert der Streckgrenze $355 \text{ N/mm}^2 < f_y \leq 460 \text{ N/mm}^2$ die ermittelte Tragfähigkeit des Anschlusses nur mit 90% anzusetzen oder nach [1], Abschnitt 7.1.2(2) dürfen die druckbeanspruchten Querschnitte nur den Querschnittsklassen 1 oder 2 entsprechen. Außerdem ist in [1], Abschnitt 7.1.2(3) als Mindestanschlusswinkel $\theta_1 \geq 30^\circ$ angegeben. Andere, hier nicht erwähnte Bedingungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Zusätzlich ist nach [1], Tabelle 7.5 zu beachten, dass das folgende geometrische Verhältnis eingehalten wird.

$$d_1 \leq d_0 - 2 * t_0$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

d_1	Außendurchmesser der KHP-Strebe 1
d_0	Außendurchmesser des KHP-Gurtstabes
t_0	Wandungsstärke des KHP-Gurtstabes

Nach Tabelle 7.5 aus [1] sind zwei grundsätzliche Versagensarten nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um Flanschversagen des Gurtstabes und Durchstanversagen des Gurtstabes. Entsprechend [1], Abschnitt 7.4.1(2) ist die Tragfähigkeit des Anschlusses durch den kleineren der beiden Werte definiert. Jedoch muss der Anschluss hierfür die Vorgaben des Gültigkeitsbereichs nach [1], Tabellen 7.1 und 7.5 einhalten. Wird dieser Gültigkeitsbereich nicht eingehalten, sind alle Versagensformen nach [1], Abschnitt 7.2.2 nachzuweisen. Dies erfolgt dann auch unter Berücksichtigung der Sekundärmomente, welche sich aus der Rotationssteifigkeit ergeben.

Für den Versagensfall Flanschversagen des Gurtstabes werden in [1], Tabelle 7.5 die folgenden Anschlussarten mit jeweils unterschiedlichen Biegetragfähigkeiten M_{Rd} unterschieden.

- Flanschversagen des Gurtstabes bei T-, X- und Y-Anschlüssen

$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 * \frac{f_{y0} * t_0^2 * d_1 * \sqrt{\gamma} * \beta * k_p}{\sin \theta_1 \cdot \gamma_{M5}}$$

- Flanschversagen des Gurtstabes bei K-, N-, T-, X- und Y-Anschlüssen

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} * t_0^2 * d_1 * 2,7 * k_p}{\sin \theta_1 \cdot (1 - 0,81 * \beta) \cdot \gamma_{M5}}$$

Für den Versagensfall Durchstanzen sind nach [1], Tabelle 7.5 die folgenden zwei Momententragfähigkeiten zu ermitteln.

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{\frac{f_{y0} * t_0 * d_1^2}{\sqrt{3}} * \frac{1 + 3 * \sin \theta_1}{4 * \sin^2 \theta_1}}{\gamma_{M5}}$$

$$M_{op,1,Rd} = \frac{\frac{f_{y0} * t_0 * d_1^2}{\sqrt{3}} * \frac{3 + \sin \theta_1}{4 * \sin^2 \theta_1}}{\gamma_{M5}}$$

In diesen Gleichungen werden zusätzlich die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

$M_{ip,1,Rd}$	Momententragfähigkeit bei Biegung in der Tragwerksebene für die Strebe 1 – längs zur Gurtstabachse
$M_{op,1,Rd}$	Momententragfähigkeit bei Biegung aus der Tragwerksebene für die Strebe 1 – quer zur Gurtstabachse
f_{y0}	Nennwert der Streckgrenze des KHP-Gurtstabes
θ_1	Winkel zwischen Gurtstab- und Strebenachse
γ	Verhältnis des Durchmessers zur zweifachen Wandungsstärke des KHP-Gurtstabes
β	Verhältnis der mittleren Durchmesser der Streben zum Gurtstab
k_p	Beiwert
γ_{M5}	Teilsicherheitsbeiwert

Die Außendurchmesser d_1 bzw. d_0 , die Wandungsstärke t_0 , der Nennwert der Streckgrenze f_{y0} und der Winkel θ_1 können den Projektunterlagen bzw. Tabellenwerken entnommen werden.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M5} ist nach [1], Abschnitt 2.2 in Verbindung mit [2] mit $\gamma_{M5} = 1,0$ festgelegt.

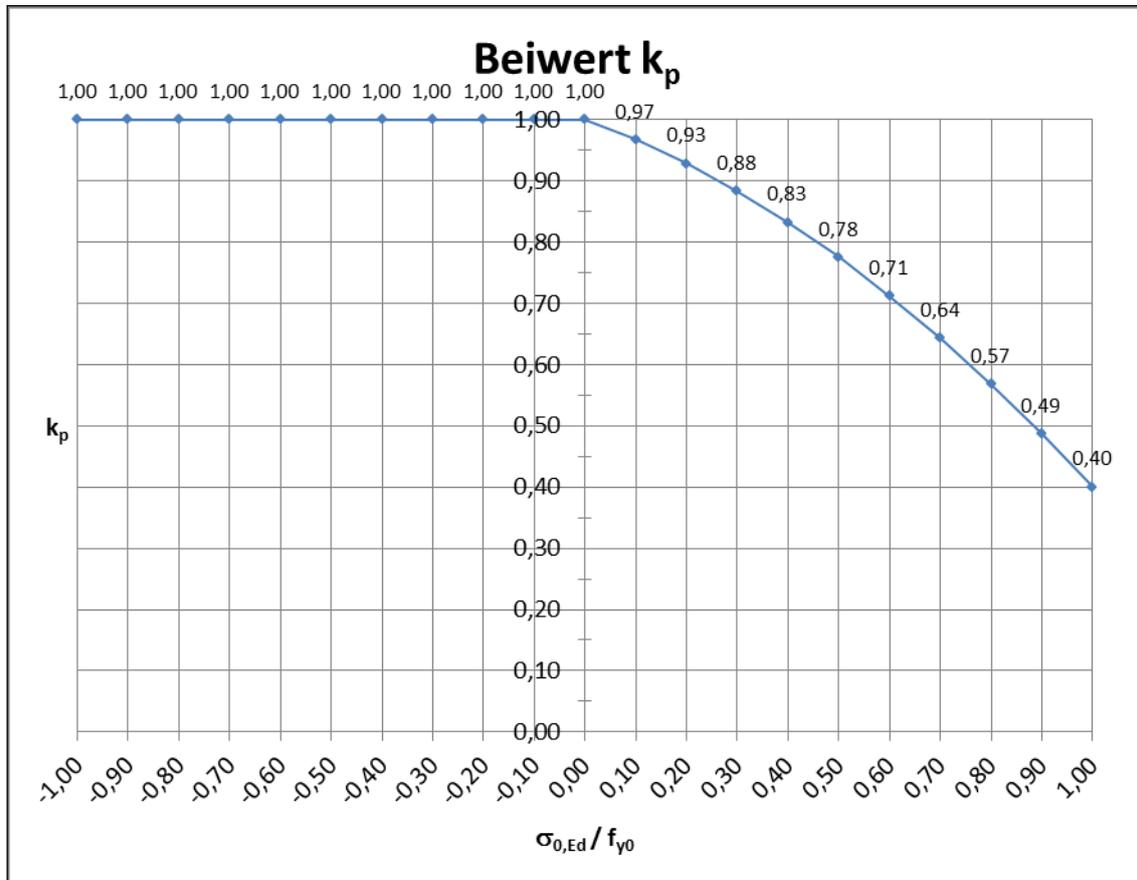
Die geometrischen Verhältniswerte γ und β sind entsprechend [1], Abschnitt 1.5(6) zu ermitteln. Dementsprechend ist z.B. $\gamma = \frac{d_0}{2 * t_0}$ anzusetzen.

Für die Berechnung des Beiwertes k_p sind die in [1], Tabelle 7.5 angegebenen, folgenden Gleichungen zu verwenden.

- bei Druckspannungen im Gurtstab ($n_p > 0$)
 $k_p = 1 - 0,3 * n_p * (1 + n_p) \leq 1,0$
- bei Zugspannungen im Gurtstab ($n_p \leq 0$)
 $k_p = 1,0$

Dabei ist das Spannungsverhältnis n_p nach [1], Abschnitt 1.5(5) als $n_p = \frac{\sigma_{0,Ed}}{\gamma_{M5} * f_{y0}}$ definiert. In dieser

Gleichung findet die maximal einwirkende Druckspannung im Gurtstab $\sigma_{0,Ed}$ am Anschluss Berücksichtigung. Da die einwirkende Spannung $\sigma_{0,Ed}$ den Nennwert der Materialstreckgrenze f_{y0} nicht überschreiten darf, ergibt sich für n_p ein Wertebereich von $-1,0 \leq n_p \leq 1,0$. Für diesen Bereich wurde der Beiwert k_p ermittelt und die Ergebnisse im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.

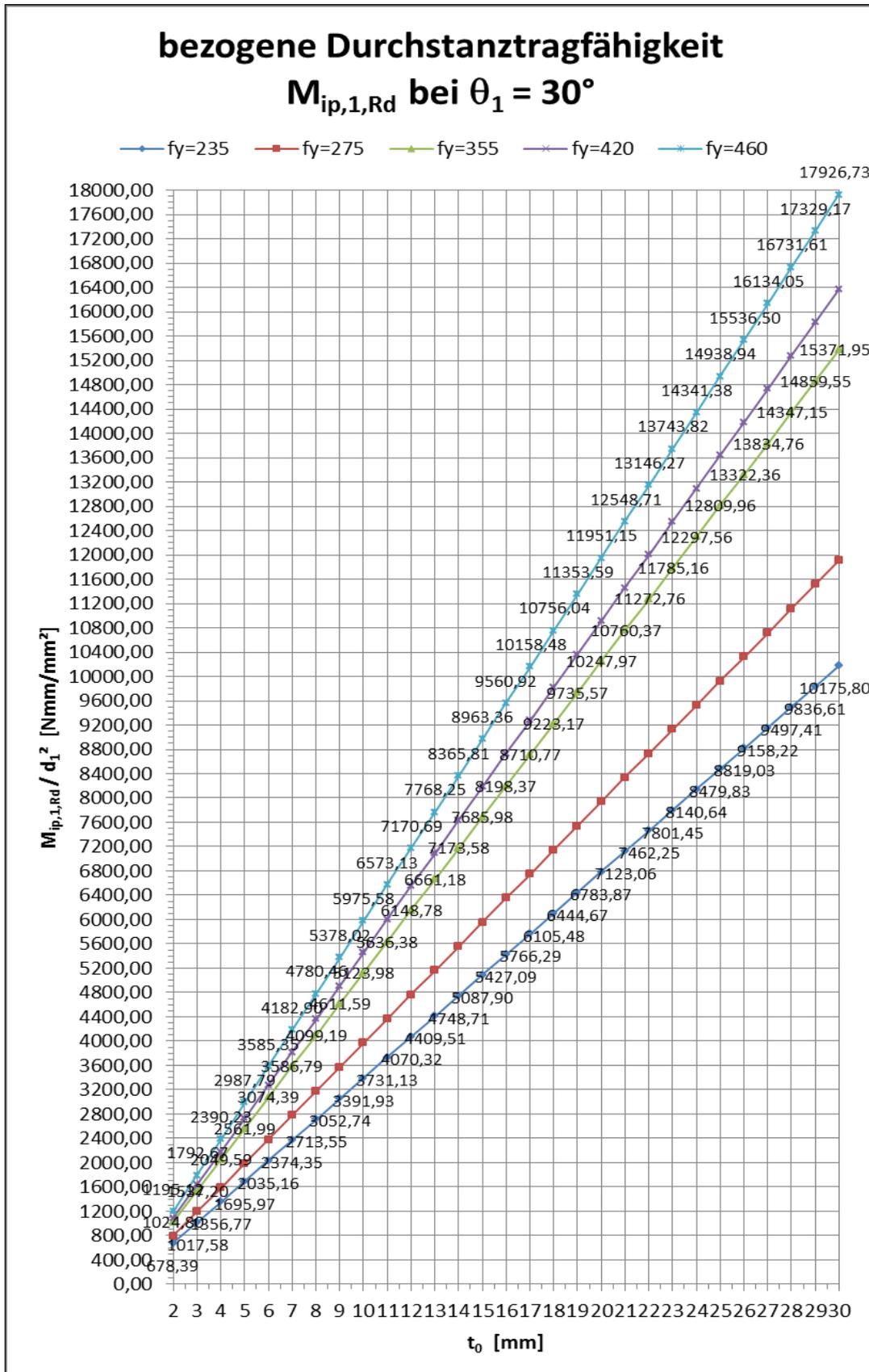


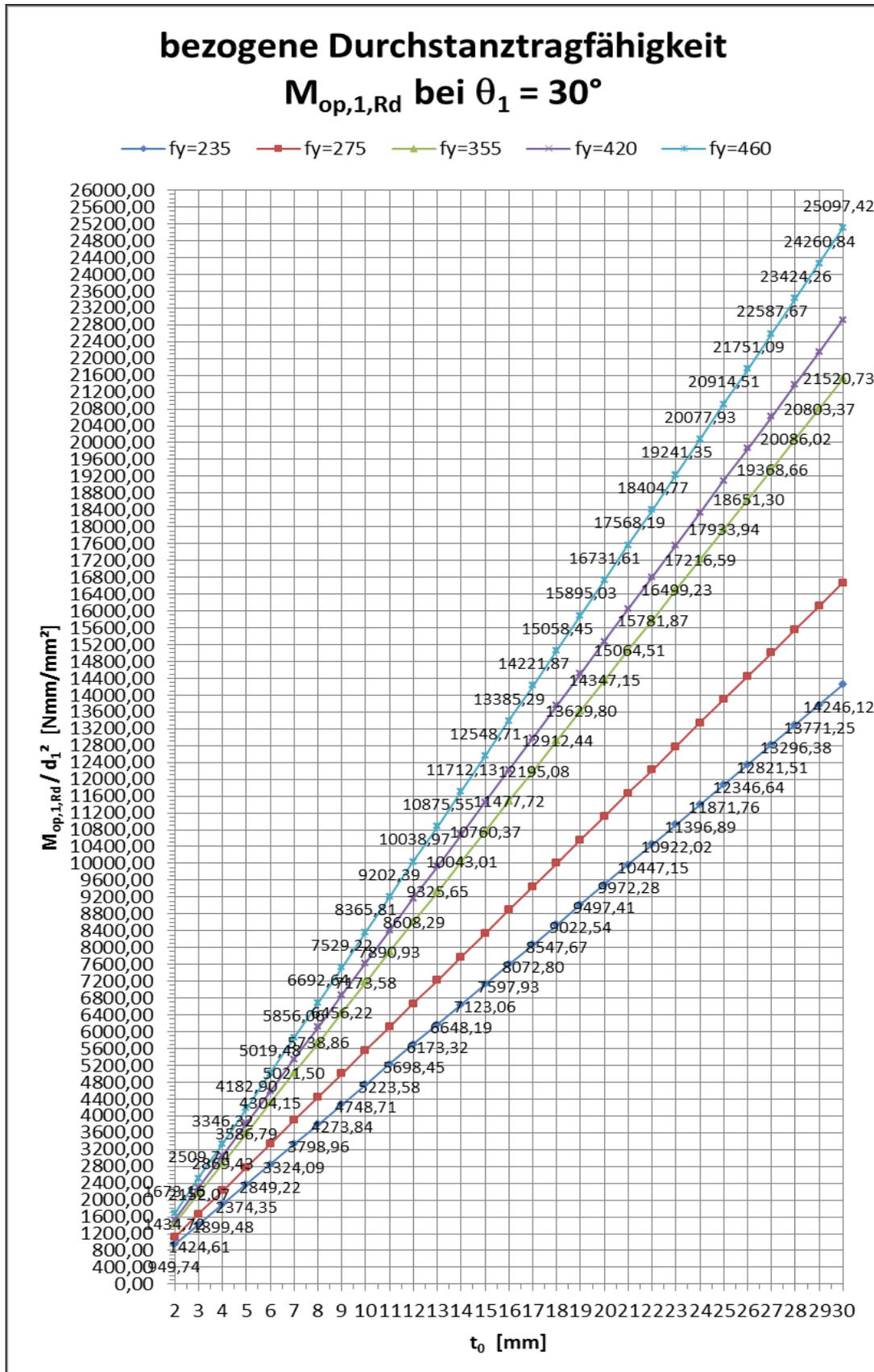
Die bezogene maximale Biegetragfähigkeit beim Durchstanznachweis $M_{1,Rd,max}$ kann für die beiden oben beschriebenen Fälle mit Hilfe der folgenden Gleichungen errechnet werden.

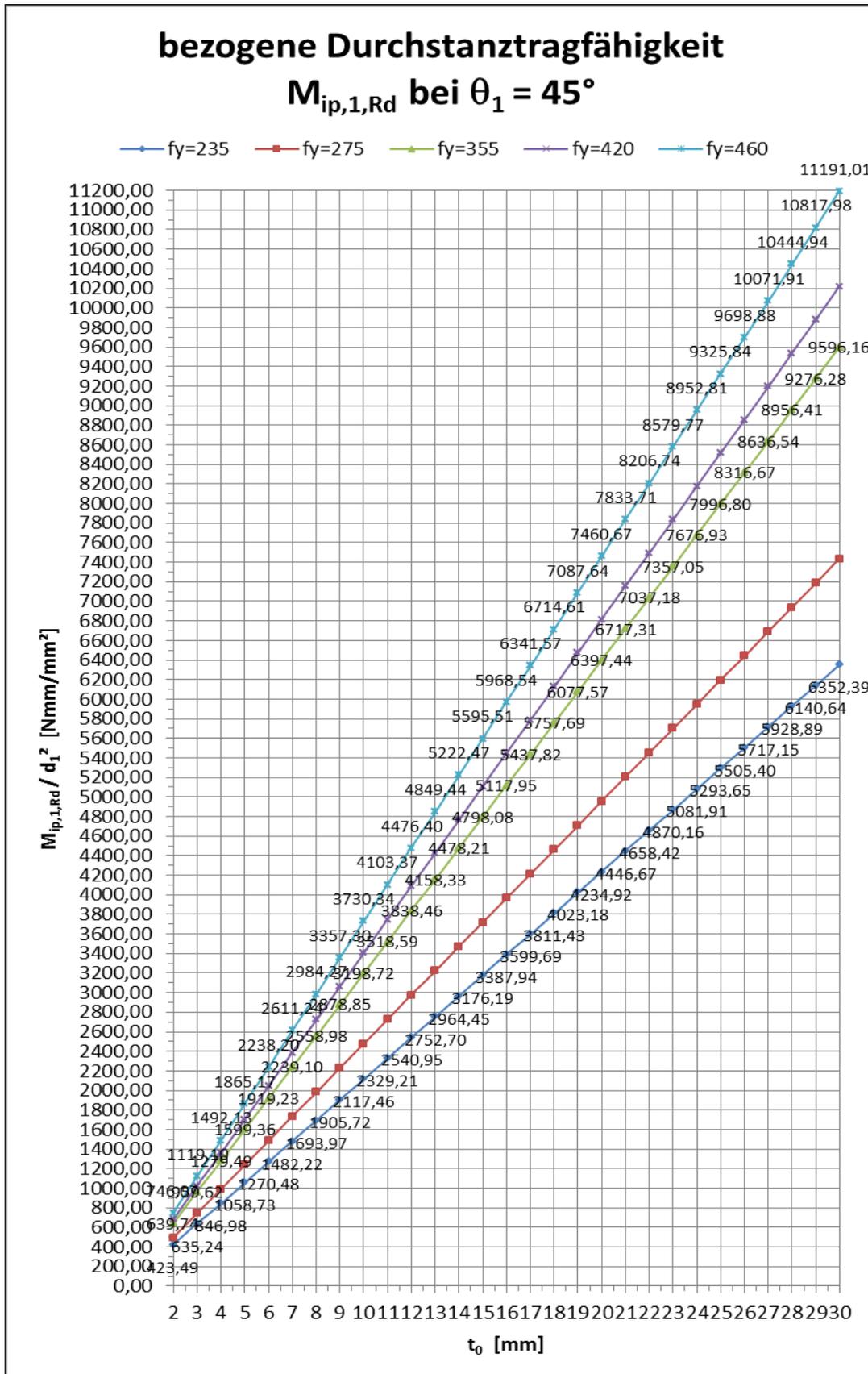
$$\frac{M_{ip,1,Rd}}{d_1^2} = \frac{\frac{f_{y0} * t_0}{\sqrt{3}} * \frac{1 + 3 * \sin \theta_1}{4 * \sin^2 \theta_1}}{\gamma_{M5}}$$

$$\frac{M_{op,1,Rd}}{d_1^2} = \frac{\frac{f_{y0} * t_0}{\sqrt{3}} * \frac{3 + \sin \theta_1}{4 * \sin^2 \theta_1}}{\gamma_{M5}}$$

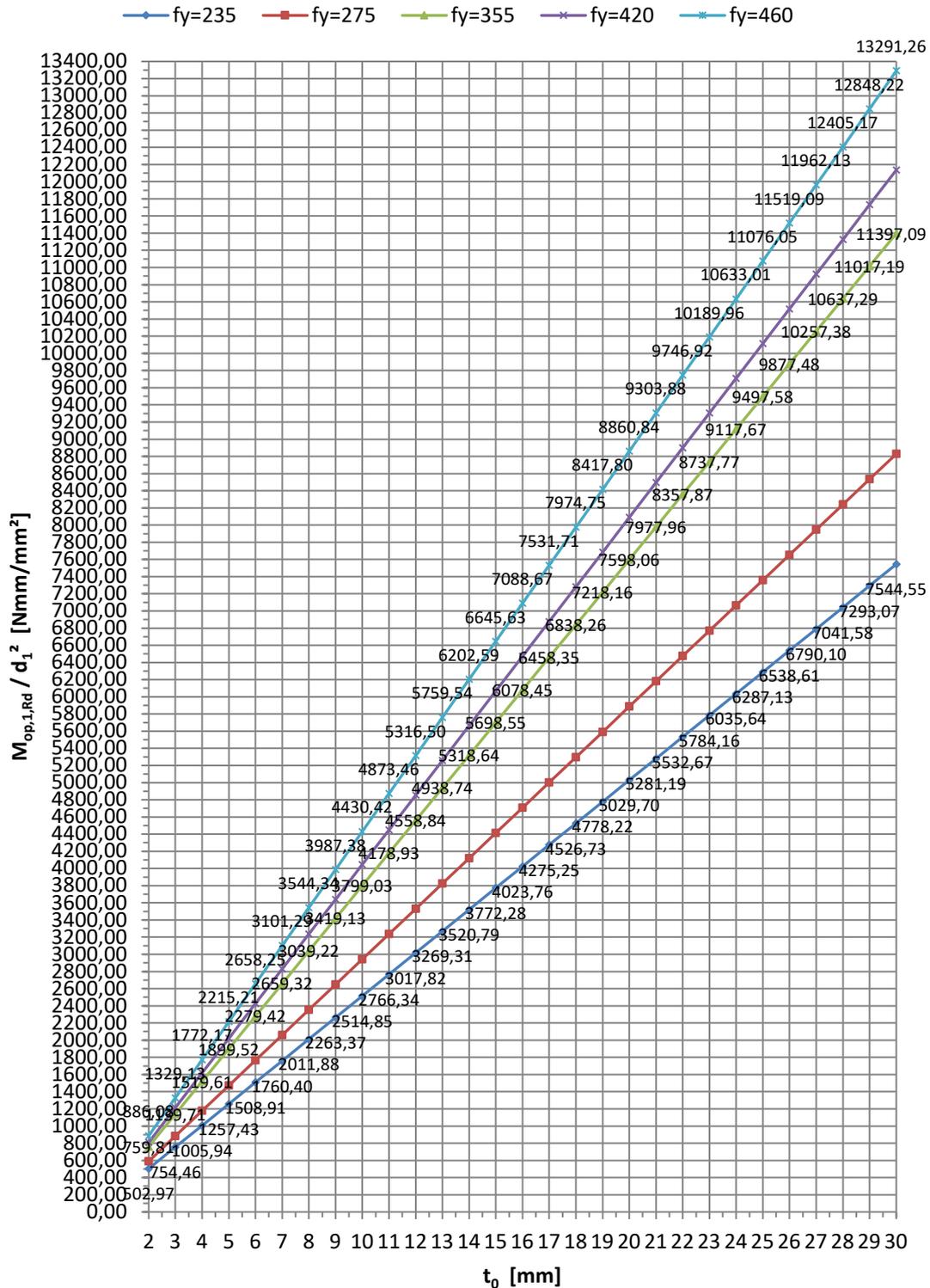
Aus diesen Gleichungen wird ersichtlich, dass die bezogene maximale Biegetragfähigkeit beim Durchstanznachweis $M_{1,Rd,max}$ nur von der Wandstärke des KHP-Gurtstabes t_0 , dem Nennwert der Streckgrenze des KHP-Gurtstabes f_{y0} und dem Winkel zwischen Gurtstab- und Strebenachse θ_1 abhängig ist. Eine Ermittlung dieser maximalen Biegetragfähigkeit beim Durchstanznachweis $M_{1,Rd,max}$ für Streckgrenzen $235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{y0} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ und Wandstärken $2 \text{ mm} \leq t_0 \leq 30 \text{ mm}$ sowie Winkel von $\theta_1 = 30^\circ$, $\theta_1 = 45^\circ$, $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_1 = 75^\circ$ und $\theta_1 = 90^\circ$ ist somit ohne weiteres möglich und wurde durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Diagrammen graphisch aufbereitet.

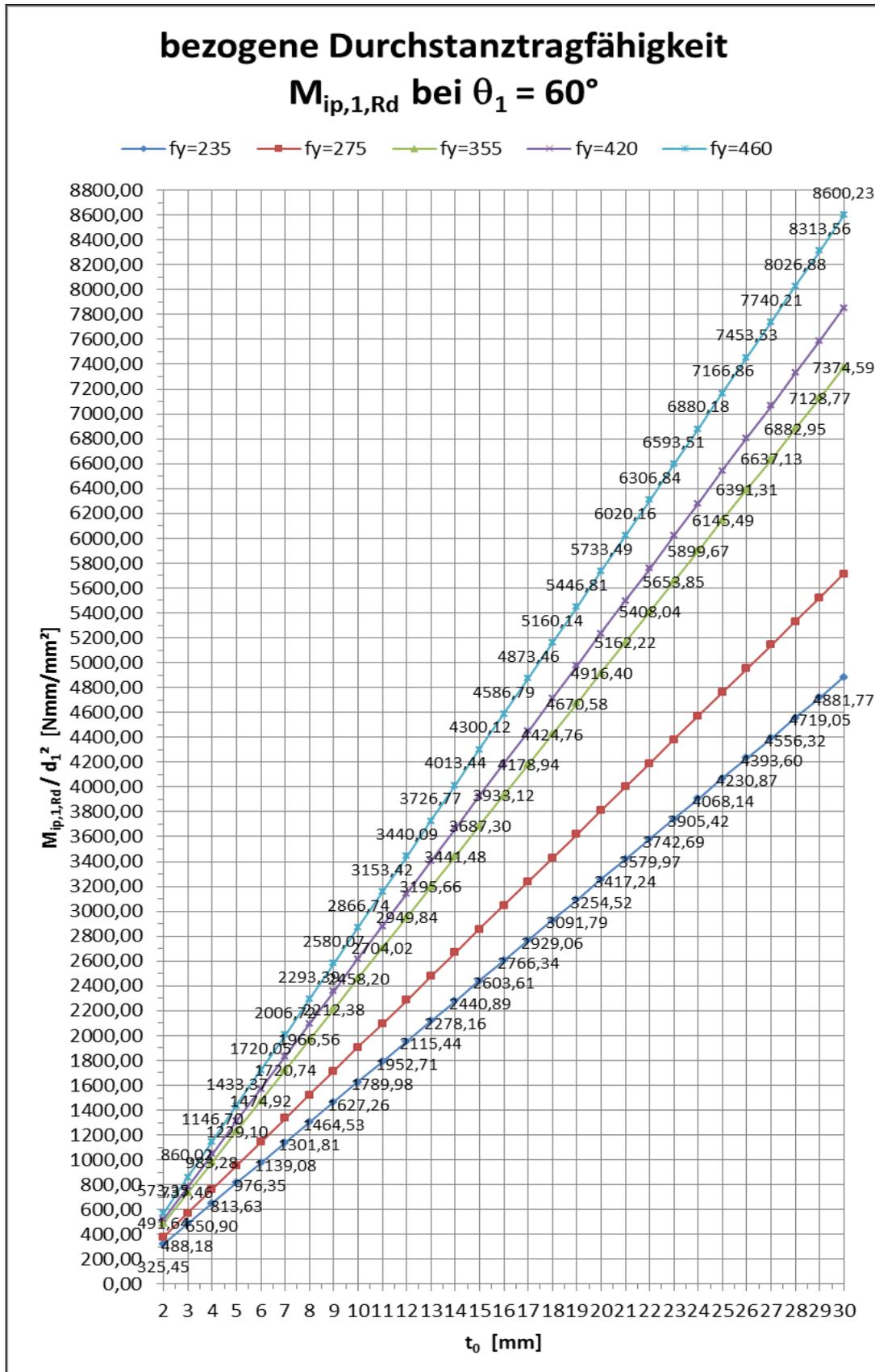


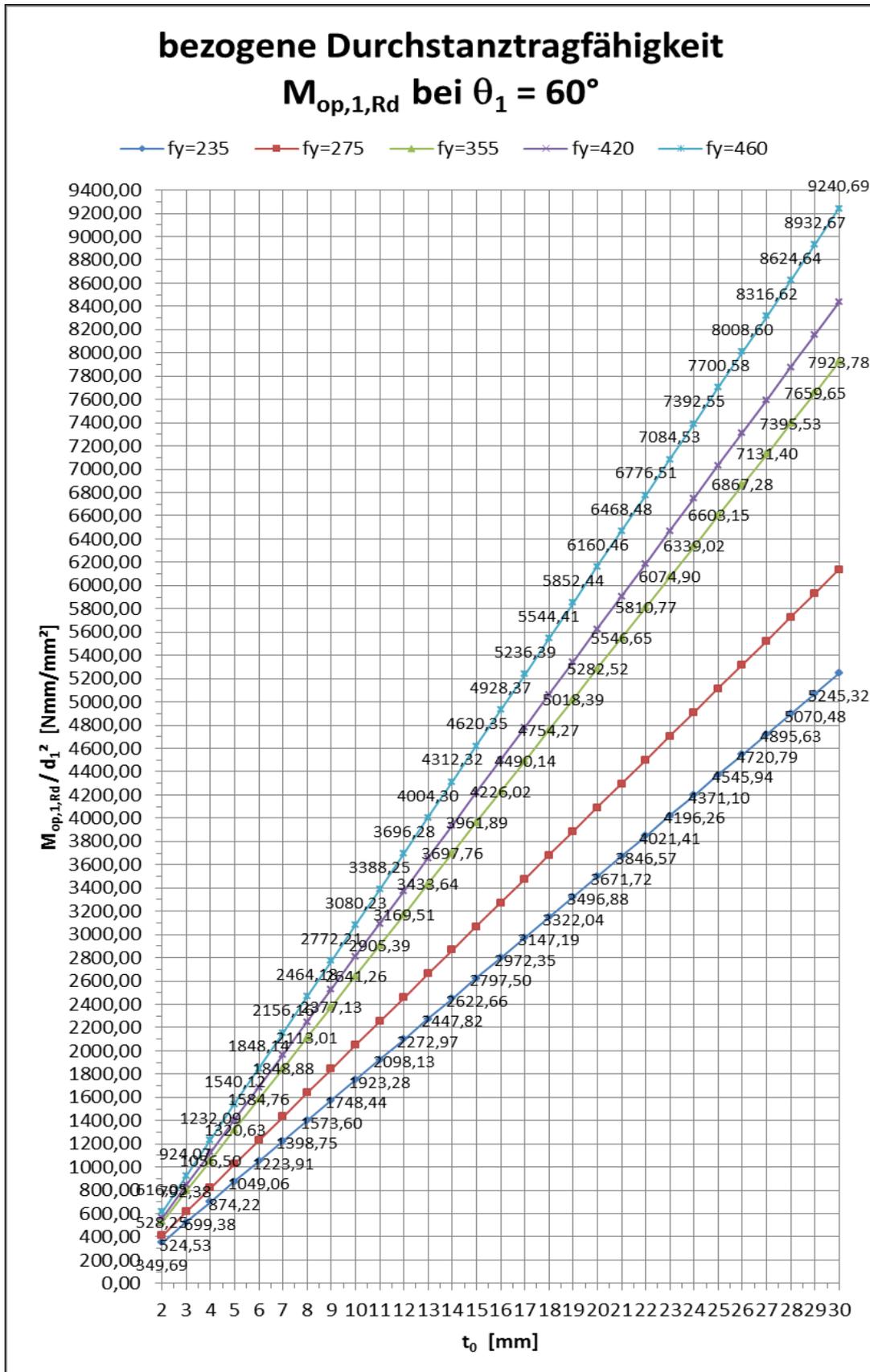


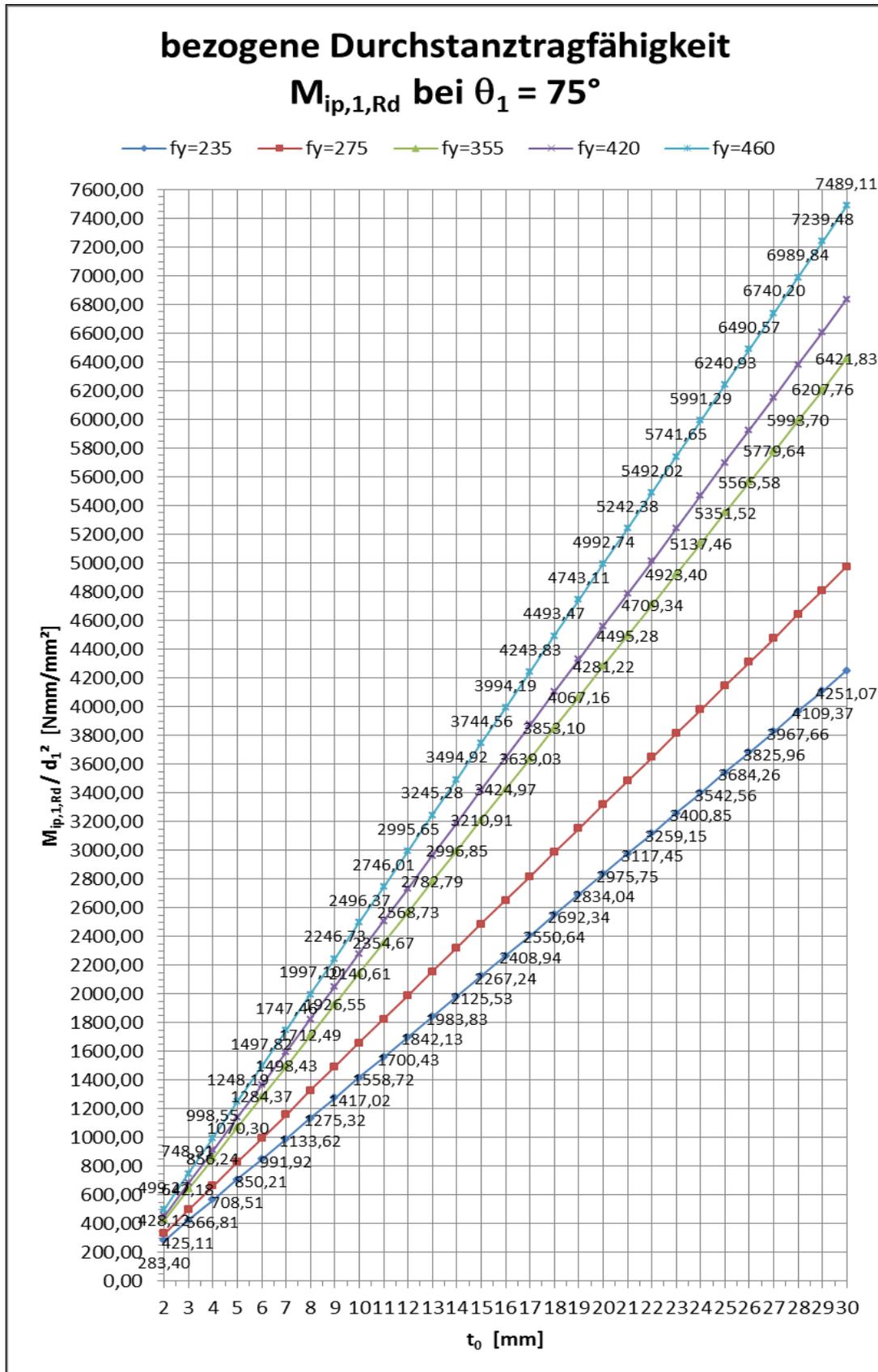


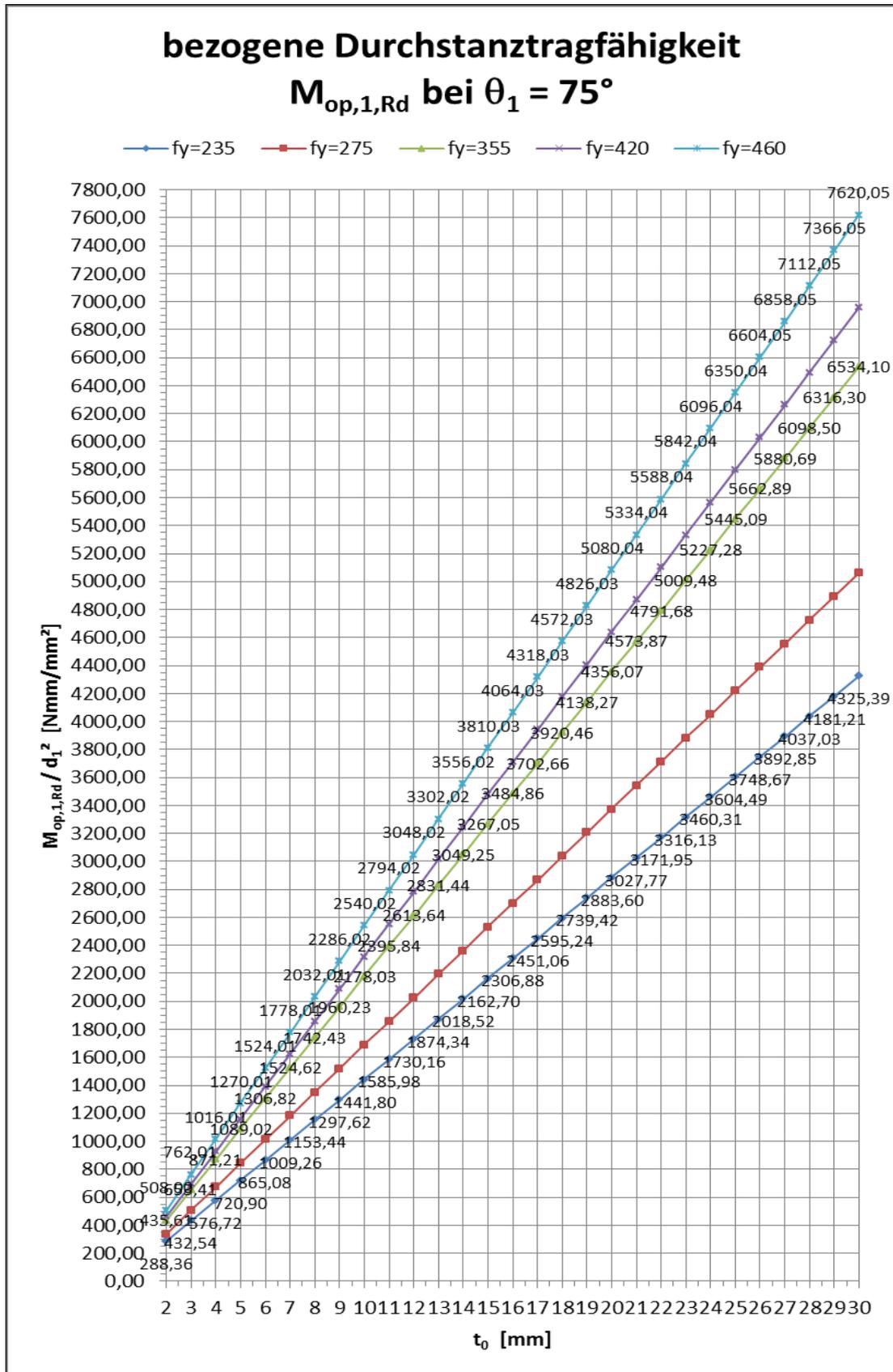
bezogene Durchstanstragfähigkeit $M_{op,1,Rd}$ bei $\theta_1 = 45^\circ$

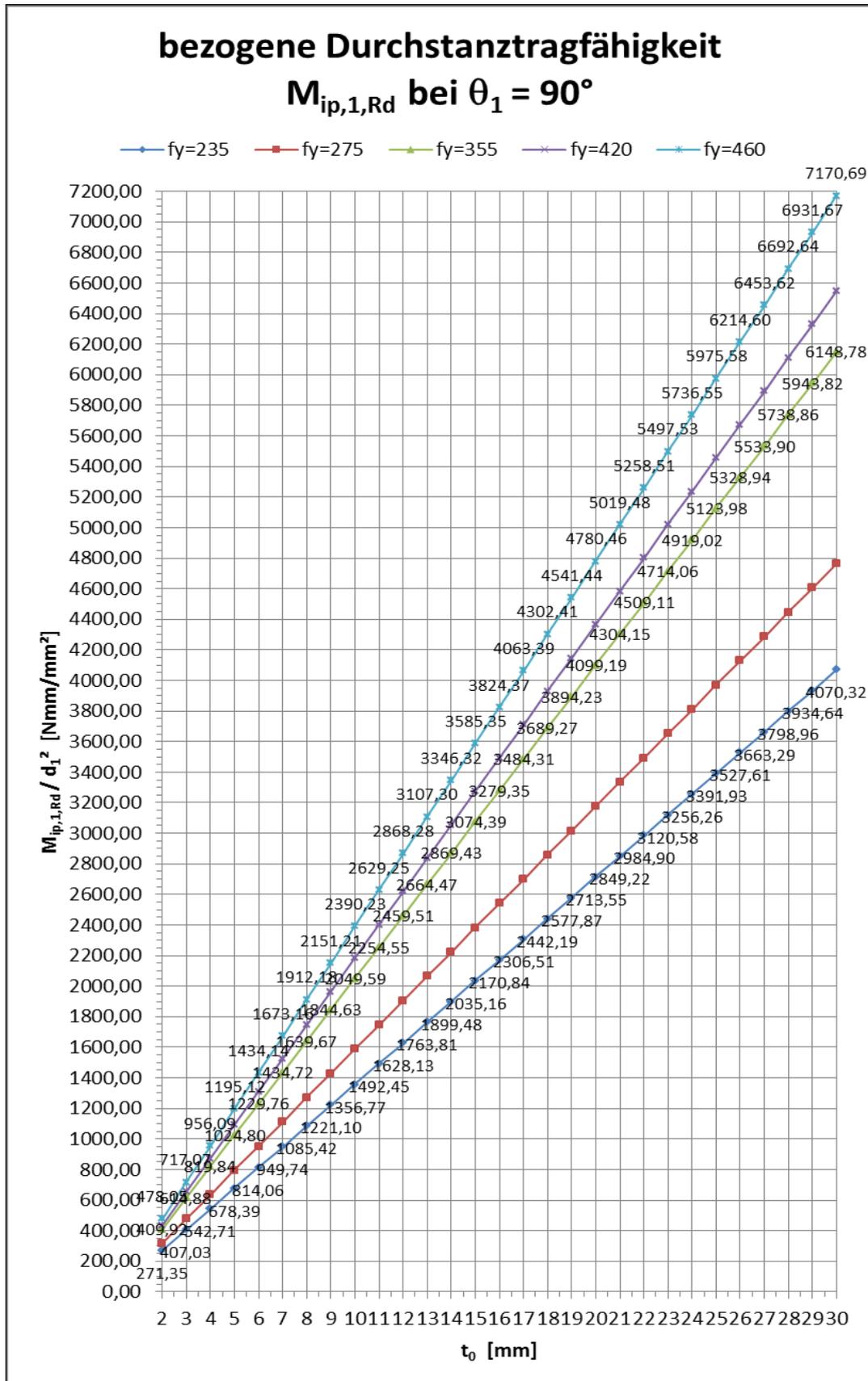


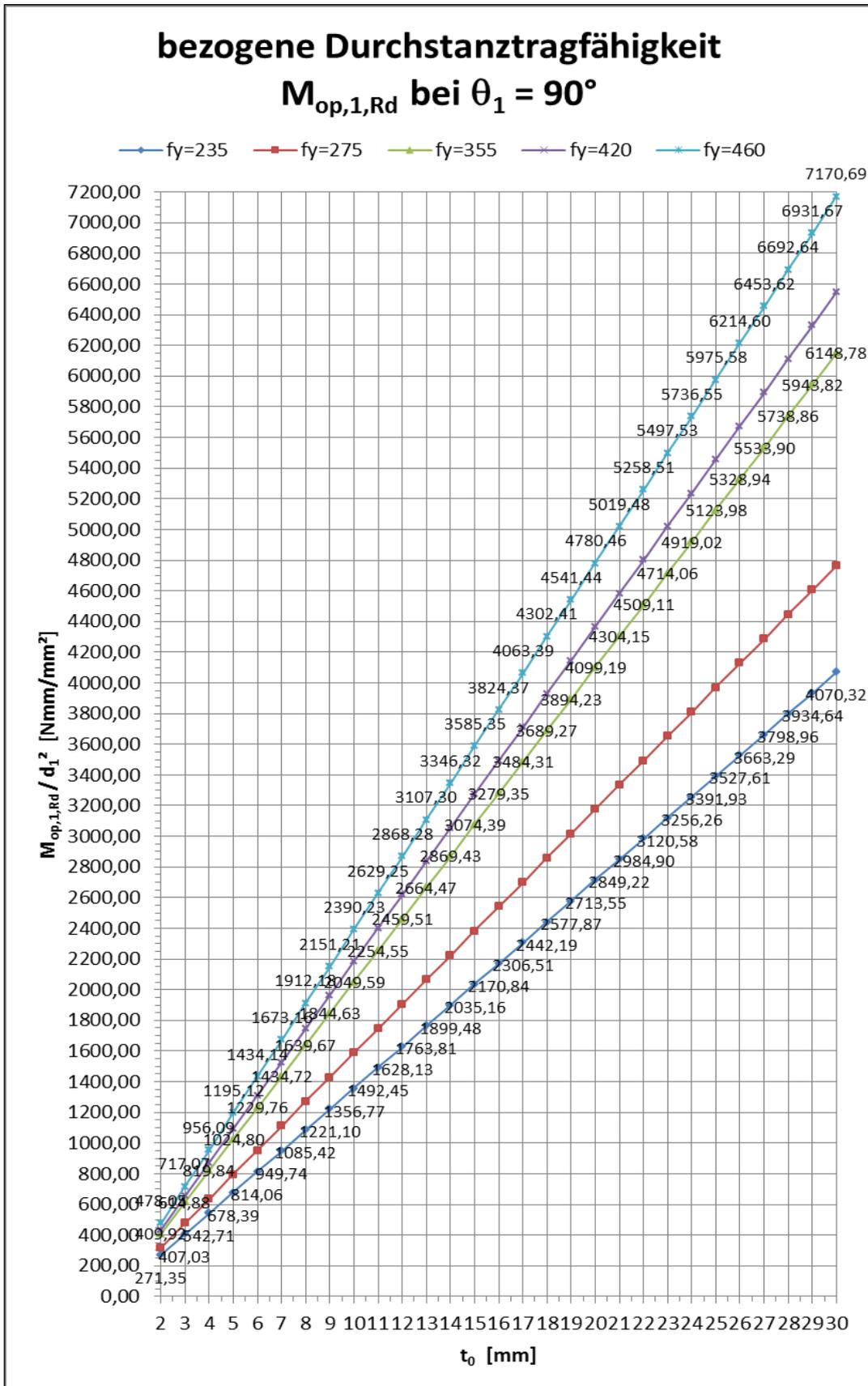












Mit Hilfe dieser Diagramme können sehr schnell der Beiwert k_p und die maßgebende bezogene maximale Biegetragfähigkeit beim Durchstanznachweis $\frac{M_{ip,1,Rd}}{d_1^2}$ und $\frac{M_{op,1,Rd}}{d_1^2}$ für ebene, geschweißte Anschlüsse von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe bestimmt werden. Dadurch wird die Bestimmung der Tragfähigkeit dieser Anschlüsse vereinfacht.

Literatur:

- | | | |
|-----|----------------------------|---|
| [1] | DIN EN 1993-1-8:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |
| [2] | DIN EN 1993-1-8/NA:2020-11 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode
3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |

Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr
Bautechnisches Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3500
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>