

37R Bodenplatte aus Stahlfaserbeton

(Stand: 21.07.2011)

Leistungsumfang

- ///➔ Normen:
 - ///➔ DIN 1045-1 (2001)
 - ///➔ DIN 1045-1 (2008)
- ///➔ System:
 - ///➔ Lasteinleitung nur durch Wände
 - ///➔ Mittelwand
 - ///➔ Außenwand mit/ohne Überstand
- ///➔ Belastung:
 - ///➔ Linienlasten auf den Wänden
- ///➔ Schnittgrößen:
 - ///➔ Ermittlung der Tragmomente in der Platte
 - ///➔ Ermittlung der Tragmomente im Überstand (Außenwände)
 - ///➔ Die Ausgabe der Momente erfolgt getrennt für den Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Rissnachweis)
- ///➔ Bemessung:
 - ///➔ Ermittlung der erforderlichen zusätzlichen Biegebewehrung aus Betonstahl, falls die Tragfähigkeit des Stahlfaserbetons nicht ausreicht
- ///➔ Nachweise:
 - ///➔ Rissbreiten im Zustand der Tragsicherheit [4]
 - ///➔ Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Rissnachweis nach [1], wahlweise nach Abschnitt 11.2.2. mit oder ohne Zwang und/oder Abschnitt 11.2.4)
 - ///➔ Querkraftnachweis

Baustoffe

Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

- Stahlfaserbeton F0 - F 2,0 für
 - Normalbeton C16/20-C50/60
 - Leichtbeton LC16/18-LC50/55
- Betonstahl 500S (A,B) und 500M (A).

Die zulässige Betongüte sowie die erforderlichen Mindestbetondeckungen werden über die Auswertung der vorgegebenen Expositionsklassen ermittelt.

Die gewünschte Faserbetonklasse kann über ein Menü gewählt werden. Der gewünschte Variationskoeffizient V_i ist dem Betonhersteller mitzuteilen.

Die Angabe der Faserbetonklasse ist nach folgendem in [4] enthaltenen Beispiel vorzunehmen:

C30/37 F1,0/0,8 XC2

- C30/37: gewählte Betongüte nach [1]
- F1,0/0,8: Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse F1,0 für Verformungsbereich I / Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse F0,8 für Verformungsbereich II
- XC2: maßgebende Expositionsklasse gemäß [1]



Expositionsklassen / Betondeckung:

Nach der Expositionsklassenauswahl wird vom Programm eine Betondeckung vorgeschlagen die auf Wunsch korrigiert werden kann („gew. c“). Die Betondeckung ist getrennt für die obere und untere Bewehrungslage einzugeben.

Baugrund:

Die Beschreibung des Baugrunds erfolgt durch die Wahl der Bodenart und durch die Eingabe der zulässigen Sohlpressung.

System

Es können beliebig viele Platten-Wand-Anschlüsse in einer Position bemessen werden. Die Systemdaten beschreiben jeweils einen Platten-Wand-Anschluss. Mit den Geometriedaten der Wand und der Wandart (Mittelwand oder Außenwand) wird jeweils ein Platten-Wand-Anschluss beschrieben.

Platten - Wand - Anschluss:

- Mittelwand
- Außenwand ohne Überstand
- Außenwand mit Überstand

Einwirkungen

In der Lasteingabetabelle können beliebig viele Wandlasten „qz“ für jeweils eine Wand eingegeben werden.

Das Programm ermittelt automatisch die maßgebende Kombination nach [2] getrennt für den Tragsicherheits- (Biegebemessung) den Gebrauchtauglichkeitsnachweis (Rissnachweis) sowie die Summe der charakteristischen Einwirkungen für den Nachweis der Sohlpressung und gibt die Daten in tabellarischer Form aus.

Bemessung

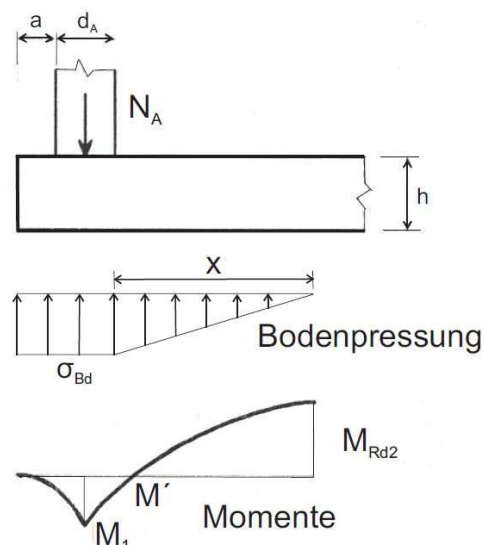
Die Ermittlung der Traglast erfolgt nach der Plastizitätstheorie, wobei der Schnittgrößenermittlung bis zu drei plastische Gelenke zugrunde gelegt werden. Die zulässige Bodenpressung wird für den Grenzzustand der Tragfähigkeit mit dem resultierenden Lastteilsicherheitsbeiwert multipliziert. Nach [5] ergeben sich für die Berechnung der zwei im Folgenden dargestellten Beispiele die angegebenen Formeln.

Außenwand links

$$\gamma_F = N_{Ed, A} / N_{EK, A}$$

$$\sigma_{Bd} = \gamma_F \cdot \sigma_{zul} - \gamma_G \cdot g_{Platte}$$

$$M_1 = \sigma_{Bd} \cdot \frac{(a + 0,5 \cdot d_A)^2}{2}$$



$$M_1 = -M_{Rd2} + \sigma_{Bd} \cdot \left[\frac{x}{2} \cdot \left(\frac{x}{3} + \frac{d_A}{2} \right) + \left(\frac{d_A}{2} \cdot \frac{d_A}{4} \right) \right]$$

$$\frac{x^2}{6} + \frac{d_A \cdot x}{4} + \frac{d_A^2}{8} - \frac{(M_1 + M_{Rd2})}{\sigma_{Bd}} = 0 \rightarrow x^2 + \frac{6 \cdot d_A \cdot x}{4} + \frac{6 \cdot d_A^2}{8} - \frac{6 \cdot (M_1 + M_{Rd2})}{\sigma_{Bd}} = 0$$

$$x_{1,2} = -\frac{6 \cdot d_A}{4 \cdot 2} \pm \sqrt{\frac{36 \cdot d_A^2}{64} - \frac{6 \cdot d_A^2}{8} + \frac{6 \cdot (M_1 + M_{Rd2})}{\sigma_{Bd}}} \rightarrow \left(\frac{36}{64} - \frac{6}{8} \right) \cdot d_A^2 = -\frac{3}{16} \cdot d_A^2 \approx 0$$

$$N_{Rd, A} = \sigma_{Bd} \cdot \left[(a + d_A) + \frac{x}{2} \right] = N_{Rd, B}$$

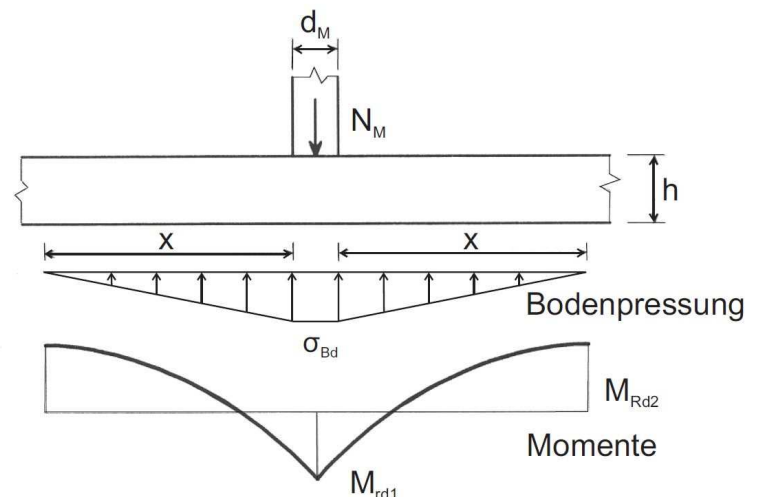
Mittelwand

$$\gamma_F = N_{Ed, M} / N_{EK, M}$$

$$\sigma_{Bd} = \gamma_F \cdot \sigma_{zul} - \gamma_G \cdot g_{Platte}$$

$$x_{1,2} = -\frac{3 \cdot d_M}{4} \pm \sqrt{\frac{6 \cdot (M_{Rd1} + M_{Rd2})}{\sigma_{Bd}}}$$

$$N_{Rd, M} = \sigma_{Bd} \cdot [d_M + x]$$



Nachweise

Querkraftnachweis

Der Querkraftnachweis wird gem. 8.2.2 [4] für den Grenzzustand der Tragsicherheit (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) im Abstand d (stat. Höhe) vom betrachteten Auflager geführt. Für den betrachteten Nachweisschnitt wird die vorhandene Längsbewehrung (sofern vorhanden) und der zugehörige Stahlschwerpunkt (d_1), sowie die einwirkende Querkraft an der Nachweisstelle berücksichtigt.

Gemäß 8.2.2.1 [4] dürfen Stahlfasern für die Aufnahme der Querkraft über den äquivalenten Querkraftbewehrungsgrad ($\square f_{W,C}$) berücksichtigt werden. Reicht dieser nicht aus, wird eine zusätzliche Querkraftbewehrung aus Betonstahl (wahlweise Matten oder Stabstahl) ermittelt.

Rissnachweis

Die Rissbreite wird tabellarisch gem. 8.2.1 [4] für den Grenzzustand der Tragsicherheit ermittelt.

Die resultierende Rissbreite darf den zulässigen Wert (aus dem Quotienten Stahlfaserlänge[mm]/20) nicht überschreiten. Anderenfalls ist die Bewehrung oder die Stahlfaserart zu ändern.

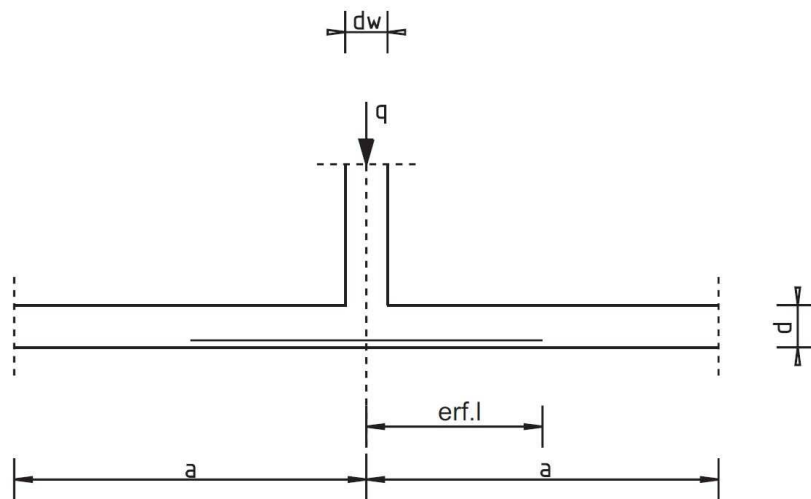
Außerdem wird der Rissnachweis im Zustand der Gebrauchtauglichkeit gem. 8.3.1 [4] geführt, wenn eine zusätzliche Betonstahlbewehrung eingebaut werden muß. In diesem Fall kann der Nachweis wahlweise für Last und/oder Zwang geführt werden.

Literatur

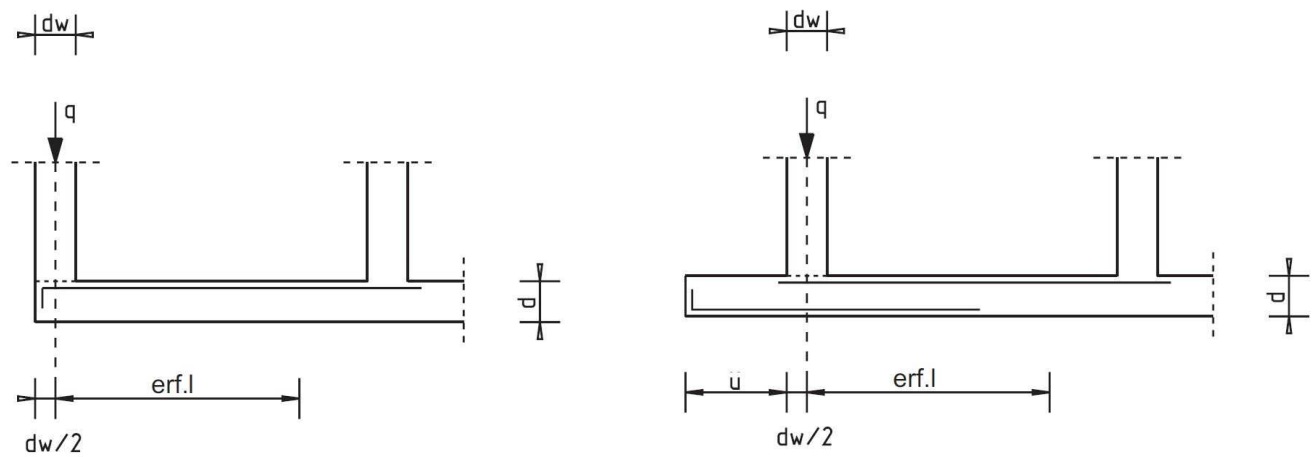
- [1] DIN 1045-1 und Berichtigung 2 zu DIN 1045-1 (6/2005)
- [2] DIN 1055 (2001)
- [3] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>
- [4] DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton (Oktober 2001)
- [5] DBV-Heft Nr.7 Stahlfaserbeton - Beispielsammlung zur Bemessung nach DBV-Merkblatt (Juli 2004)

Mögliche Systeme

Mittelwand



Außenwand ohne Einspannung



POS. 220 SOHLPLATTE (STFB)

Programm: 037R, Vers: 01.00.007 01/2010

Grundlagen: DIN 1045-1:2008-08, DIN 1055-100:2001-03

Geotechnische Daten

Baugrund: nicht bindig

 Bodenpressung: zul. $\sigma = 0.150 \text{ N/mm}^2$, Erhöhung der Kantenpressung um 0%

Baustoffe: Normalbeton C 25/30 **BSt 500S(A)**
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 32.0 \text{ mm}$

Ort	Expositionsklassen	mit Betondeckung: c.min [mm]	delta.c [mm]	gew.c [mm]
oben	: XC1	10	10	20
unten	: XC4	25	15	40

Feuchteklasse: W0 nach Erhärtung weitgehend trocken

Erläuterungen: XC1 Trocken oder ständig nass

XC4 wechselnd nass und trocken

Faserbeton: C 25/30 F1.0/0.8

 mit Variationskoeffizient $v_i = 0.15$

 Verformungsbereich I: $f_{eq,ctk} = 1.0000 \text{ N/mm}^2$ $f_{eq,ctd} = 0.6347 \text{ N/mm}^2$

 Verformungsbereich II: $f_{eq,ctk} = 0.8000 \text{ N/mm}^2$ $f_{eq,ctd} = 0.5077 \text{ N/mm}^2$

Tragmomente nur aus Stahlfaserbewehrung: Mfd unten/oben 18.04/ -20.07 kNm

 Anrechenbarer Faseranteil für Mindestbewehrung : $\text{vorh.minAs}(f) = 2.46 \text{ cm}^2$

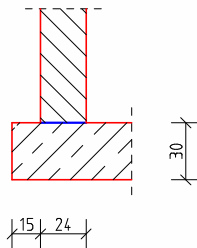
Bemerkung:

Durch die Wahl der Faserbetonklassen ist die Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons definiert (siehe DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton 10/2001).

Die Faserauswahl, der erforderliche Fasergehalt und die Betonzusammensetzung zur Erzielung der erforderlichen Faserbetonklassen bzw. zur Gewährleistung der erforderlichen Leistungsfähigkeit liegen im Verantwortungsbereich des Betonherstellers.

sohlplatte aus stahlfaserbeton: **hs = 30.0 cm**

system: Außenwand **wanddicke hw = 24.0 cm**


 halber Abstand benachbarter wände
 Plattenüberstand

$a = 1.50 \text{ m}$
 $\ddot{u} = 0.15 \text{ m}$

Einwirkungen:

 Lasten: $q = \text{Linienlast [kN/m]}$

Einwirkungen	Last Kat.	wert,k	Alpha
Ständige Last	qZ G	50.00	-
Nutzlast	qZ Q,1	20.00	-

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,1	Sonstige Nutz-u.Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

Kombinatonsart	Kombination	qz kN/m
charakteristische werte	char —	70.00
Tragfähigkeit ständige/vorüberg. Bemessungssituation	P/T Q,1 sup	97.50
Tragfähigkeit ständige/vorüberg. Bemessungssituation	P/T Q,1 inf	80.00
Gebrauchstauglichkeit quasi-ständige Kombination	perm Q,1 -	60.00
Gebrauchstauglichkeit häufige Kombination	freq Q,1 -	64.00
Gebrauchstauglichkeit seltene Kombination	rare Q,1 -	70.00

Tragfähigkeitsnachweis (nach Plastizitätstheorie):

$$\Gamma_F = q_z \cdot E_d / q_{z,k} = 97.50 / 70.0 = 1.39$$

$$\sigma_{Bd} = \Gamma_F \cdot \sigma_{yk} = 1.39 \cdot 150.0 = 208.5 \text{ kN/m}^2$$

$$M, R_{d1} / M, r_{d2} = 7.25 / -20.07 \text{ kN/m, Gelenkabstand von wandkante } x = 0.73 \text{ m}$$

$$N, R_d = \sigma_{Bd} \cdot (\bar{u} + h_w + 0.5 \cdot x) = 149.89 \text{ kN/m} > \max q_z = 97.50 \text{ kN/m}$$

Querkraftnachweis: Am Auflager im Abstand d

$$\text{Mindestbewehrungsgrad } \min. \rho = 0.6 \cdot 0.82 = 0.49 \% \text{ (Tab.29 und 13.3.3 (2))}$$

$$\text{äquivalenter Bewehrungsgrad } \rho_{fw,C} = 0.86 \% \{8.4\}$$

$$V_{rd,ct} = 0.0 \text{ kN (70), } V_{rd,c} = 189.5 \text{ kN (74)}$$

$$V_{Ed,red} = 28.8 \text{ kN} < \max. V_{rd,A} = 247.2 \text{ kN} \rightarrow \text{Bereich A \{gem. Bild 8.5\}}$$

$$\text{erforderlicher Gesamtbewehrungsgrad } \rho_{vw} = 0.00 \% \{gem. Bild 8.7\}$$

$$\text{erforderlicher Betonstahlbewehrungsgrad } \rho_{w,Y} = \rho_{vw} - \rho_{fw,C} = 0.00 \%$$

Es ist keine weitere Querkraftbewehrung aus Betonstahl erforderlich!

Bemerkung:

Die Angaben {} für Abbildungen, Formeln und Textpassagen beziehen sich auf das DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton, Fassung Oktober 2001. Die Angaben () beziehen sich auf DIN 1045-1.

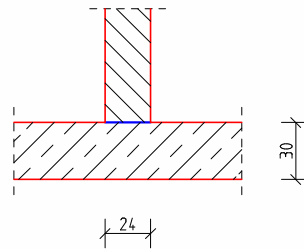
Rissnachweis: Rissbreiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$\text{Länge der Stahlfasern } l_f = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Maximale Rissbreite } w = l_f / 20 = 3.0 \text{ mm,}$$

$$e_{yk} = 2.50\%$$

Ort	MEd [kNm/m]	NEd [kN/m]	du [cm]	do [cm]	Asu [cm ² /m]	Aso [cm ² /m]	ec2 [%]	es1 [%]	x [cm]	efct [%]	w [mm]
unten	7.2	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.03	0.01	19.1	0.01	0.0
oben	-20.0	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.87	9.10	2.5	9.10	2.5

System: Mittelwand
wanddicke hw = 24.0 cm


halber Abstand benachbarter wände

 $a = 2.40 \text{ m}$
Einwirkungen:

 Lasten: $q = \text{Linienlast [kN/m]}$

Einwirkungen		Last Kat.	wert,k	Alpha
Ständige Last		qZ G	115.00	-
Nutzlast		qZ Q,1	45.00	-

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,1	Sonstige Nutz-u.Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

Kombinatonsart	Kombination	qz kN/m
charakteristische werte	char --	160.00
Tragfähigkeit ständige/vorüberg. Bemessungssituation	P/T Q,1 sup	222.75
Tragfähigkeit ständige/vorüberg. Bemessungssituation	P/T Q,1 inf	182.50
Gebrauchstauglichkeit quasi-ständige Kombination	perm Q,1 -	137.50
Gebrauchstauglichkeit häufige Kombination	freq Q,1 -	146.50
Gebrauchstauglichkeit seltene Kombination	rare Q,1 -	160.00

Tragfähigkeitsnachweis (nach Plastizitätstheorie):

$$\Gamma_{\text{F}} = q_{\text{z}}, E_{\text{d}} / q_{\text{z}}, k = 222.75 / 160.0 = 1.39$$

$$\sigma_{\text{Bd}} = \Gamma_{\text{F}} \cdot z_{\text{ul}} \cdot \sigma_{\text{t}} - 1.35 \cdot g_{\text{Platte}} = 1.39 \cdot 150.0 - 1.35 \cdot 25 = 198.70 \text{ kN/m}^2$$

$$M, R_{\text{d1}} / M, r_{\text{d2}} = 18.04 / -20.07 \text{ kN/m}, \quad \text{Gelenkabstand von wandkante } x = 0.89 \text{ m}$$

$$N, R_{\text{d}} = \sigma_{\text{Bd}} \cdot (hw + x) = 225.08 \text{ kN/m} > \max q_{\text{z}} = 222.75 \text{ kN/m}$$

Querkraftnachweis: Am Auflager im Abstand d

$$\text{Mindestbewehrungsgrad } \min. \rho = 0.6 \cdot 0.82 = 0.49 \% \text{ (Tab.29 und 13.3.3 (2))}$$

$$\text{äquivalenter Bewehrungsgrad } \rho_{\text{fW,C}} = 0.86 \% \{8.4\}$$

$$V_{\text{rd,ct}} = 0.0 \text{ kN (70)}, \quad V_{\text{rd,c}} = 189.5 \text{ kN (74)}$$

$$V_{\text{Ed,red}} = 42.9 \text{ kN} < \max. V_{\text{rd,A}} = 247.2 \text{ kN} \rightarrow \text{Bereich A \{gem. Bild 8.5\}}$$

$$\text{erforderlicher Gesamtbewehrungsgrad } \rho_{\text{w}} = 0.00 \% \{ \text{gem. Bild 8.7} \}$$

$$\text{erforderlicher Betonstahlbewehrungsgrad } \rho_{\text{w,Y}} = \rho_{\text{w}} - \rho_{\text{fW,C}} = 0.00 \%$$

Es ist keine weitere Querkraftbewehrung aus Betonstahl erforderlich!

Bemerkung:

Die Angaben {} für Abbildungen, Formeln und Textpassagen beziehen sich auf das DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton, Fassung Oktober 2001. Die Angaben () beziehen sich auf DIN 1045-1.

Rissnachweis: Rissbreiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit

 Länge der Stahlfasern $l_f = 60 \text{ mm}$

 Maximale Rissbreite $w = l_f / 20 = 3.0 \text{ mm}$,

 $ey_k = 2.50\%$

Ort	MEd [kNm/m]	NEd [kN/m]	du [cm]	do [cm]	Asu [cm ² /m]	Aso	ec2 [%]	es1 [%]	x [cm]	efct [%]	w [mm]
unten	18.0	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.89	9.39	2.4	9.39	2.6
oben	-20.0	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.87	9.10	2.5	9.10	2.5