

37R Bodenplatte aus Stahlfaserbeton

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).

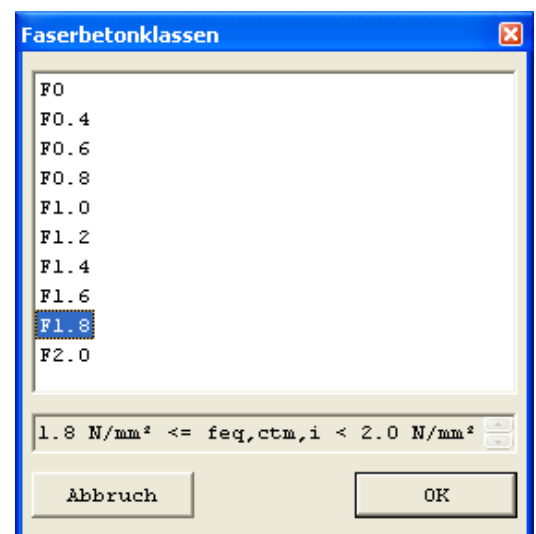
Die zulässige Betongüte sowie die erforderlichen Mindestbetondeckungen werden über die Auswertung der vorgegebenen Expositionsklassen ermittelt.

Die gewünschte Faserbetonklasse kann über ein Menü gewählt werden. Der gewünschte Variationskoeffizient V_f 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 $q_{Ed,1}, q_{Ed,2}, \dots, q_{Ed,n}$ für jeweils eine Wand eingegeben werden.

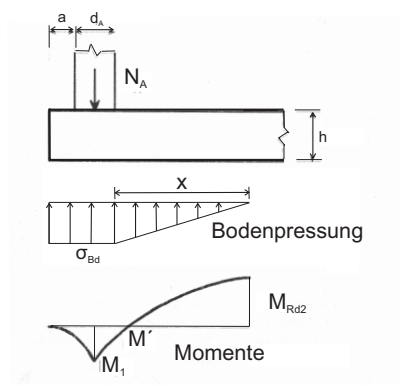
Das Programm ermittelt automatisch die maßgebende Kombination nach [2] getrennt für den Tragsicherheits- (Biegebemessung) den Gebrauchtauglichkeitsnachweis (Rissnachweis) sowie die Summe der charakteristischen Einwirkungen für den Nachweis der Sohlpressung und gibt die Daten in tabellarischer Form aus.

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

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



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

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

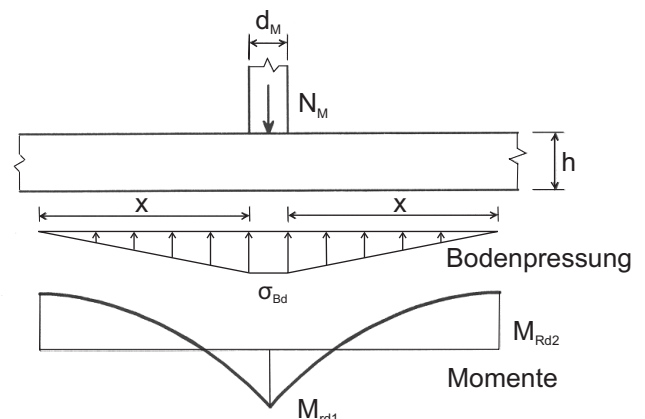
$$x_{1,2} = -\frac{6 \cdot d_A}{4 \cdot 2} \pm \sqrt{\frac{36 \cdot d_A^2}{64} - \frac{6 \cdot d_A^2}{8} + \frac{6 \cdot (M_1 + M_{Rd2})}{\sigma_{Bd}}} \rightarrow \left(\frac{36}{64} - \frac{6}{8} \right) \cdot d_A^2 = -\frac{3}{16} \cdot d_A^2 \approx 0$$

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

Mittelwand

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

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



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 Nachweischnitt 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 ($\rho_{w,c}^f$) 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.

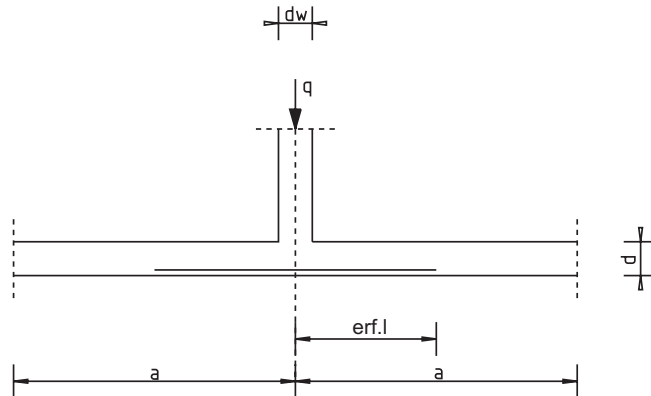
Außerdem wird der Rissnachweis im Zustand der Gebrauchstauglichkeit gem. 8.3.1 [4] geführt, wenn eine zusätzliche Betonstahlbewehrung eingebaut werden muß. In diesem Fall kann der Nachweis wahlweise für Last und/oder Zwang geführt werden.

Literatur

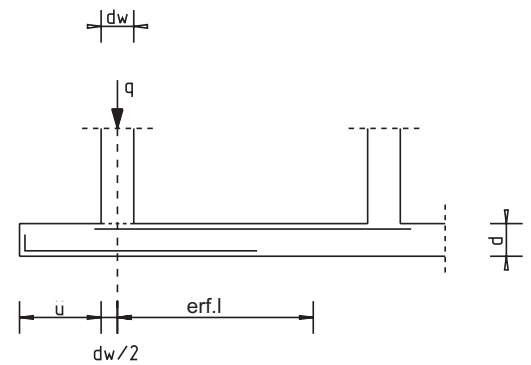
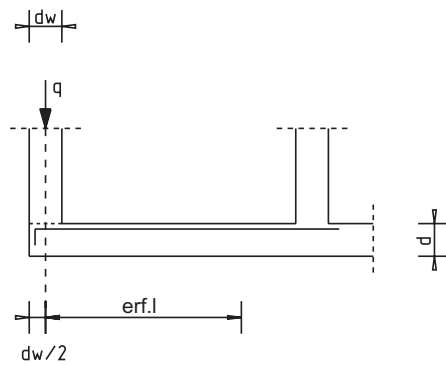
- [1] DIN 1045-1 (2001) und Berichtigung 2 zu DIN 1045-1 (6/2005)
- [2] DIN 1055 (2001)
- [3] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>
- [4] DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton (Oktober 2001)
- [5] DBV-Heft Nr.7 Stahlfaserbeton - Beispielsammlung zur Bemessung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

Mögliche Systeme

Mittelwand

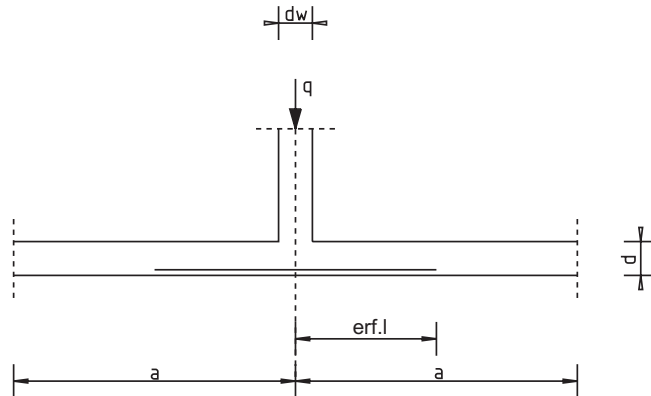


Außenwand ohne Einspannung

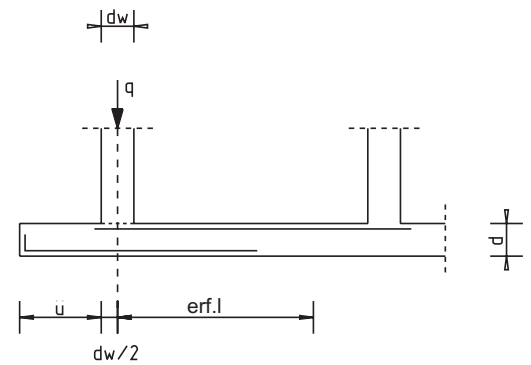
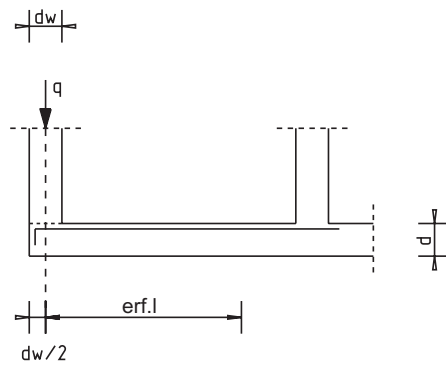


Mögliche Systeme

Mittelwand



Außenwand ohne Einspannung



POS. 20 SOHLPLATTE (STFB)

Geotechnische Daten

Baugrund: nichtbindiger Boden

Wichte: 18.0 kN/m^3

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 $d_g = 32.0 \text{ mm}$

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

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 18.66/ -19.64 kNm

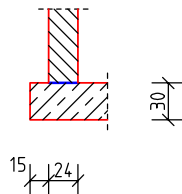
Anrechenbarer Faseranteil für Mindestbewehrung : $\text{vorh.minAs}(f) = 2.46 \text{ cm}^2$

Sohlplatte aus stahlfaserbeton:

hs = 30.0 cm

System: Außenwand

wanddicke hw = 24.0 cm



halber Abstand benachbarter Wände

$a = 1.50 \text{ m}$

Plattenüberstand

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

Einwirkungen:

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

Einwirkungen		Last	Kat.	Wert, k	Alpha
Ständige Last		qZ	G	50.00	-
Verkehrslast		qZ	Q,1	20.00	-
Kategorie		Komb.-Beiwerte			Gamma
		Psi0	Psi1	Psi2	sup. inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35 1.00
Q,1	Sonstige veränd. Einwirkungen	0.80	0.70	0.50	1.50 -
Kombinationsart		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):

$$\gamma_{F} = q_{z,Ed}/q_{z,k} = 97.50 / 70.0 = 1.39$$

$$\sigma_{Bd} = \gamma_{F} \cdot \sigma_{Ed} - 1.35 \cdot g_{Platte} = 1.39 \cdot 150.0 - 1.35 \cdot 25 = 198.80 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Rd1}/M_{Rd2} = 7.25 / -19.64 \text{ kN/m, Gelenkabstand von Wandkante } x = 0.72 \text{ m}$$

$$N_{Rd} = \sigma_{Bd} \cdot (\bar{u} + h_w + 0.5 \cdot x) = 149.19 \text{ kN/m} > \max q_z = 97.50 \text{ kN/m}$$

Querkraftnachweis: am Auflager im Abstand d

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

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

$$V_{Rd,ct} = 0.0 \text{ kN (70), } V_{Rd,c} = 168.4 \text{ kN (74)}$$

$$V_{Ed,red} = 28.0 \text{ kN} < \max. V_{Rd,A} = 219.8 \text{ kN} \rightarrow \text{Bereich A \{gem. Bild 8.5\}}$$

$$\text{erforderlicher Gesamtbewehrungsgrad } \rho_{w,V} = 0.06 \% \{ \text{gem. Bild 8.7} \}$$

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

Es ist keine weitere Bewehrung 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

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

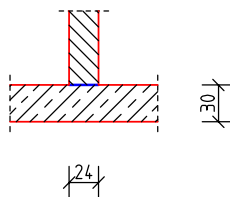
$$\text{Maximale Rißbreite } w_u = l_f / 20 = 3.0 \text{ mm,}$$

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

Ort	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	d _u [cm]	d _o [cm]	A _{su} [cm ² /m]	A _{so} [cm ² /m]	e _{c2} [%]	e _{s1} [%]	x [cm]	e _{fct} [%]	w [mm]
unten	7.2	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-2.98	1.48	18.4	1.48	0.2
oben	-19.6	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.93	7.35	3.3	7.35	2.0

System: Mittelwand

wanddicke h_w = 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	-	
Verkehrslast		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 veränd. Einwirkungen	0.80	0.70	0.50	1.50	-
Kombinationsart		Kombination			qz kN/m	
charakteristische werte		char	—		160.00	

Kombinationsart	Kombination	qz kN/m
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):

$$\gamma_F = q_{z,Ed}/q_{z,k} = 222.75 / 160.0 = 1.39$$

$$\sigma_{Bd} = \gamma_F \cdot \sigma_{Ed} = 1.39 \cdot 150.0 = 208.50 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Rd1}/M_{Rd2} = 18.66 / -19.64 \text{ kN/m, Gelenkabstand von Wandkante } x = 0.90 \text{ m}$$

$$N_{Rd} = \sigma_{Bd} \cdot (h_w + x) = 225.62 \text{ kN/m} > \max q_z = 222.75 \text{ kN/m}$$

Querkraftnachweis: am Auflager im Abstand d

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

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

$$V_{Rd,ct} = 0.0 \text{ kN (70), } V_{Rd,c} = 168.4 \text{ kN (74)}$$

$$V_{Ed,red} = 43.8 \text{ kN} < \max. V_{Rd,A} = 219.8 \text{ kN} \rightarrow \text{Bereich A \{gem. Bild 8.5\}}$$

$$\text{erforderlicher Gesamtbewehrungsgrad } \rho_{wV} = 0.10 \% \{gem. Bild 8.7\}$$

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

Es ist keine weitere Bewehrung 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

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

$$\text{Maximale Rißbreite } w_u = l_f / 20 = 3.0 \text{ mm,}$$

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

Ort	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	d _u [cm]	d _o [cm]	A _{su} [cm ² /m]	A _{so} [cm ² /m]	e _{c2} [‰]	e _{s1} [‰]	x [cm]	e _{fct} [‰]	w [mm]
unten	18.6	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.41	8.82	1.2	8.82	2.5
oben	-19.6	0.0	2.5	1.0	0.00	0.00	-0.93	7.35	3.3	7.35	2.0