

K.0081 Mauerwerk nach EN 1996-1-1 + NA

Nach unserem Programm K.0091 (VP-Mail 01/2014) haben wir nunmehr mit dem Programm K.0081 auch die Mauerwerksnachweise nach EN 1996-1-1 + NA (genaueres Verfahren) fertiggestellt.

Es stehen auch hier alle schon im vorherigen VP-Mail beschriebenen Stammdaten zur Verfügung und können vom Anwender beliebig um weitere Daten wie z.B. Mauerwerksarten ergänzt werden. Das Programm wird im Folgenden an einem Beispiel aus der Zeitschrift Mauerwerk 17(2013) Heft 2 S. 101-108 beschrieben, einzelne Nachweise erläutert und Varianten aufgezeigt.

Systemwerte

Es können sowohl Wände / m als auch Wandpfeiler nachgewiesen werden.

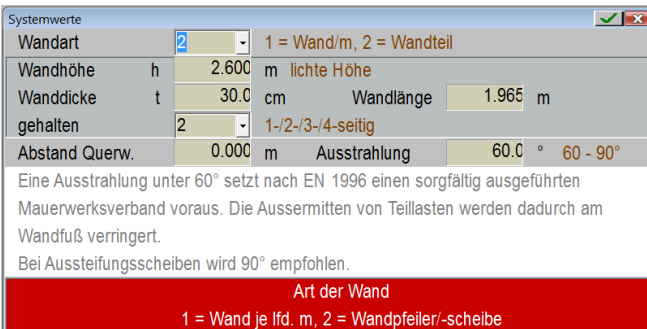


Bild 1 : Systemwertedialog

Nachweise werden für 1- bis 4-seitige Halterung geführt. Der Ausstrahlungswinkel von Einzellasten kann beliebig vorgegeben werden.

Mauerwerk

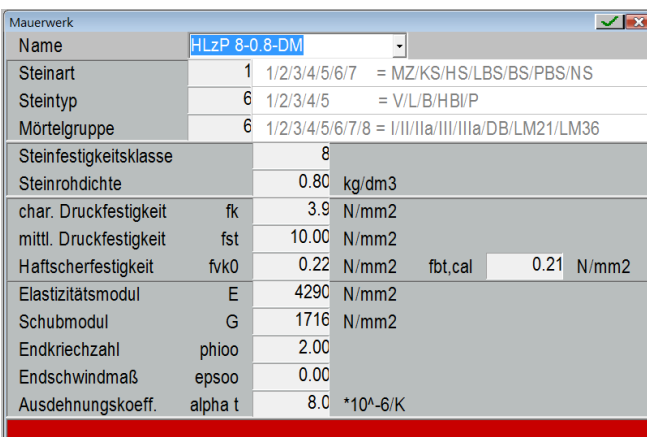


Bild 2 : Mauerwerksdialog

Sämtliche Mauerwerkssorten können aus der mitgelieferten bzw. aus anwenderspezifischen Datenbanken ausgewählt werden. Eine projektspezifische Datenbank lässt auch die Eingabe von speziellen Materialwerten zu, die nur für ein einzelnes Projekt gelten sollen.

Entgegen dem Literaturbeispiel wird hier ein Normmauerwerk gewählt.

Konstruktionswerte

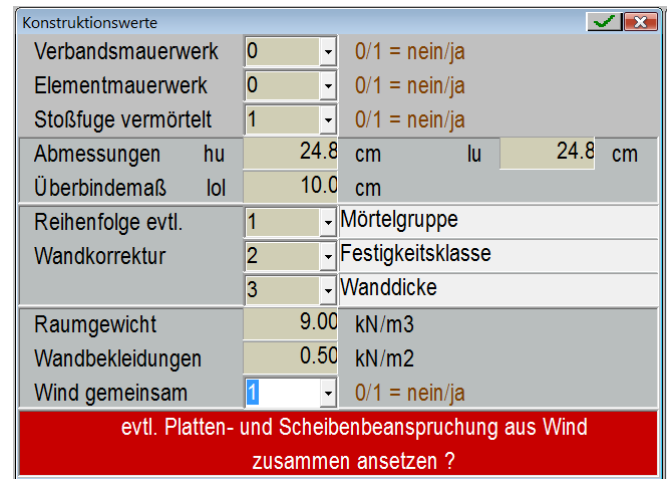


Bild 3 : Konstruktionswertedialog

Die Konstruktionswerte sind aufwändiger als früher zu erfassen. Zusätzlich sind die Mauerwerksarten Verbands- und Elementmauerwerk sowie die Steinabmessungen und das Überbindemaß zu bestimmen.

Es werden je nach Mauerwerksart Mindestabmessungen angeboten, die vom Anwender beliebig geändert werden können.

Die Reihenfolge evtl. Wandkorrekturen kann beliebig festgelegt werden.

Sollte keine Wandkorrektur gewünscht werden, sind die Reihenfolgeparameter mit NULL einzugeben.

Je nach Windeinwirkung können sowohl Platten als auch Scheibenbeanspruchung auftreten. Da diese durch verschiedene Anströmrichtungen verursacht sein können, ist im Programm wahlweise eine Variante vorgesehen, die sowohl eine gemeinsame als auch eine sich ausschließende Berücksichtigung möglich macht.

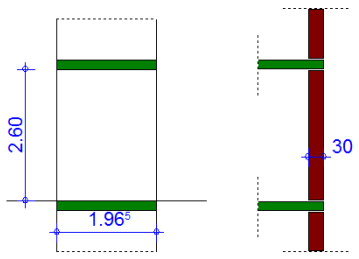
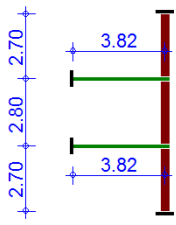
Deckensystem

VP3 - System - EC
 Projekt 12/2014/001 POS. K81_JAEGER Korrigieren

Mauerwerksnachweise nach EN 1996-1-1

Stabsystem														
Wand oben vorh. 1 0/1 = nein/ja Mwk HLzP12-0.9-DM														
h	2.600	m	t	30.0	cm	L	1.965	m	Endb.	2	0/1/2			
Decke oben links vorh. 1 0/1 = nein/ja Art 1 1/2/3 C 25/ 30														
h	20.0	cm	b	3.100	m	l / m	0	dm4/m	L	3.820	m			
a	30.0	cm	Endb.	2	0/1/2	g	6.50	kN/m2	q	2.30	kN/m2			
Decke oben rechts vorh. 0 0/1 = nein/ja Art 1 1/2/3														
h		cm	b		m	l / m		dm4/m	L		m			
a		cm	Endb.		0/1/2	g		kN/m2	q		kN/m2			
Wandkopf bz 0.0 cm az cm														
Decke unten links vorh. 1 0/1 = nein/ja Art 1 1/2/3 C 25/ 30														
h	20.0	cm	b	3.100	m	l / m	0	dm4/m	L	3.820	m			
a	30.0	cm	Endb.	2	0/1/2	g	6.50	kN/m2	q	2.30	kN/m2			
Decke unten rechts vorh. 0 0/1 = nein/ja Art 1 1/2/3 C 25/ 30														
h	18.0	cm	b	1.965	m	l / m	0	dm4/m	L	5.000	m			
a	30.0	cm	Endb.	2	0/1/2	g	6.00	kN/m2	q	2.70	kN/m2			
Wand/Fund. unten vorh. 1 0/1/2 Mwk HLzP12-0.9-DM														
h	2.600	m	t	30.0	cm	L	1.965	m	Endb.	2	0/1/2			

Decke vorhanden ?

Platz 10 17.02.2014

Bild 4 : Deckensystemdialog (mit grafischer Eingabekontrolle)

In **einem** Dialog kann das gesamte Deckensystem erfasst werden. Als Deckenart sind Stahlbeton-, Holzbalken- oder Stahlträgerdecken möglich. Bei allen Rahmenteilern wie anschließende Wände und Decken kann die Einflussbreite frei gewählt werden.

Im Literaturbeispiel werden die angrenzenden Fensterbreiten bei der Ermittlung der Deckensteifigkeiten und Volleinspannmomente je zur Hälfte mit insgesamt 3.10 m berücksichtigt. Dies ist bei unterzuglosen Wandöffnungen sicher notwendig. Bei Öffnungen mit Stahlbetonunterzügen kann nach unserer Auffassung auch nur die Wandpfeilerbreite verwendet werden.

Der Knotenanschluss wird über eine nur Druck übertragende Kontaktfläche hergestellt und ist damit lastabhängig. Bei Unterzügen über den Wandöffnungen hingegen werden die Deckenlasten zunächst auf die Unterzüge und von diesen

als konzentrierte Einzellasten auf die Wänden mit einer niedrigeren Höhe als die Decke eingetragen.

Stahlbetondecken werden über ihre Abmessungen und Holzbalken- sowie Stahlträgerdecken werden über ihre Trägheitsmomente je m Breite definiert.

Als Endbedingung sind „nicht, frei drehbar bzw. eingespannt gelagert“ vorgesehen.

Die hier einzugebenden Deckenlasten dienen nur zur Ermittlung der Volleinspannmomente bzw. Deckenexzentrizitäten bei der Knotenbetrachtung.

Da im Gegensatz zu DIN 1053 im EN 1996-1-1 auch nicht voll aufliegende Decken behandelt werden, können im Gegensatz zu früher die Auflagertiefen der Decken frei bestimmt werden.

Zusätzlich ist am Wandkopf die Eingabe einer Zentrierung bzw. Auflagereinschnürung mit ihrer Breite und Lage möglich.

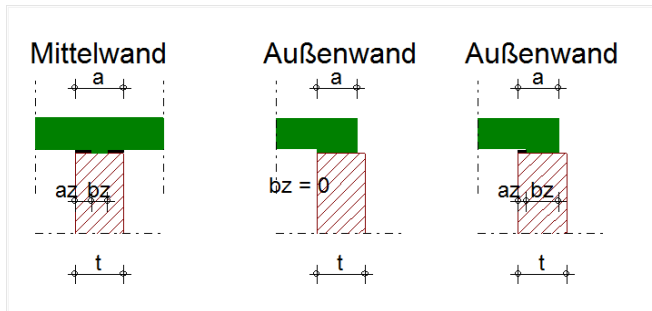


Bild 5: Erläuterungsgrafik zum Wandkopfdetail

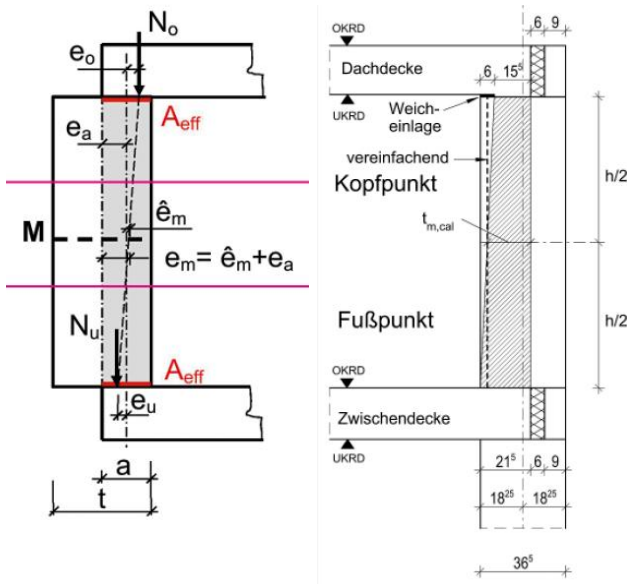


Bild 6: effektive Wanddicke nach Norm

Nach EN 1996-1-1 NA NCI zu 6.1.2.2 (NA.4) dürfen in diesen Fällen die Exzentrizitäten mit der Deckenauflagertiefe als effektive Wanddicke berechnet werden. Bei unterschiedlichen Auflagertiefen am Kopf und Fuß der Wand empfiehlt die Literatur, den Mittelwert der beiden Auflagertiefen als effektive Wanddicke zu verwenden. Dieser Empfehlung schließt sich unser Programm nicht an, da bei großen Unterschieden (z.B. oben zentriert und unten voll aufstehend) die Exzentrizität an der Zentrierung zu groß und in Wandmitte zu klein werden kann.

Bei der Wand-Deckenknoten-Betrachtung rechnet das Programm mit unterschiedlichen Steifigkeiten am Wandkopf bzw. Wandfuß, die sich jeweils aus der am Knoten vorhandenen Auflagerbreite als effektive Wanddicke ergeben.

Die Nachweise am Wandkopf und -fuß werden dann mit den jeweiligen Auflagerbreiten durchgeführt.

In Wandmitte wird die volle Wanddicke angesetzt und dabei die Exzentrizitäten aus der Auflagergeometrie berücksichtigt.

Am Wandfuß kann wahlweise ein Fundament angeordnet werden. Bodenplatten können an dieser Stelle als Decken mit minimaler Stützweite simuliert werden, die dadurch keine Exzentrizitäten erzeugen.

Erddruck

Erddruck		
Anschüttungshöhe	0.000	m
Raumgewicht Hinterfüllung	18.0	kN/m ³
innerer Reibungswinkel	30.0	°
Wandreibungswinkel	20.0	°
Geländeneigung	0.0	°
Nutzlast auf Gelände	5.00	kN/m ²
Erddruckansatz	0.00	0 - 1
Anschüttungshöhe ab UK Wand (<= 1.15 x Wandhöhe, 0 = kein Erddruck)		

Bild 7: Dialog der Erddruckparameter

Die nachzuweisende Wand kann wahlweise als Kellerwand mit Erddruckbelastung berechnet werden.

Neben den Materialkennwerten der Hinterfüllung sind auch eine geneigte Geländeoberfläche sowie eine variable Nutzlast auf dem Gelände möglich. Der Erddruckansatz kann zwischen aktivem Erddruck (Ansatz 0) und Ruhedruck (Ansatz 1) frei über die Nachkommastelle variiert werden.

Mit dem Erddruckansatz 0.5 wird z.B. ein Mittelwert aus aktivem Erd- und Ruhedruck (erhöhter aktiver Erddruck) definiert.

Die Erddruckansätze aus ständigen Einwirkungen werden als unabhängig gegenüber den ständigen Einwirkungen aus der vertikalen Wandbelastung betrachtet.

Damit werden die „günstigen“ ständigen Vertikallasten mit den „ungünstigen“ Plattenbeanspruchungen aus Erddruck kombiniert.

Belastung

VP3 - System - EC

Projekt 12/2014/001 POS. K81_JAEGER Korrigieren

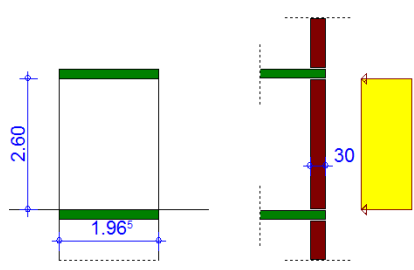
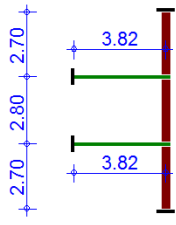
Mauerwerksnachweise nach EN 1996-1-1

Einwirkungen (Eigengewicht automatisch)

lfd. Nr.	Art	Richt.	a m	c m	h m	Aufl.L cm	Aufl.b cm	Ur- sprung	Fkli kN, kNm, kN/m	Fkre	EWK	aus
1	1	1	0.000	1.965				0	201.50	201.50		1go
2	1		0.000	1.965				0	49.90	49.90		3go
3	4	3							-0.43			13w
4	3	2							57.70			13w
5	2	2							8.40			13w

3 4 3 -0.43 13 w

Lastrichtung - pos. nach unten bzw. nach rechts -
(1 = vertikal, 2 = horizontal Wandlängsrichtung, 3 = Wandquerrichtung)

Platz 10 18.02.2014

Bild 8 : Belastungsdiallog (mit grafischer Eingabekontrolle)

Grundsätzlich kann die Wand in 3 Richtungen – vertikal, längs oder quer zur Wand - in beliebiger Anzahl belastet werden.

In jeder Richtung sind beliebig viele Einwirkungskategorien nach EN 1991-1-1 zulässig. Alle Kombinationen nach EN 1990 werden für günstige und ungünstige Einwirkungen automatisch durchgeführt. Hierbei werden auch z.B. bei Mittelwänden wechselnde Nutzlaststellungen der einzelnen Deckenseiten und Geschosse untersucht.

Hierzu ist es erforderlich bei den vertikalen Wandlasten den jeweiligen Ursprung – aus linker, aus rechter Decke oder aus oberen Geschossen – zu bestimmen. Nur so können die zu den Exzentrizitäten zugehörigen Vertikallasten berechnet werden.

vertikale Belastung

Als vertikale Belastung sind Strecken-, Einzel- und Gleichlasten möglich. Bei Einzellasten ist zusätzlich die Auflagerfläche, ihre Lage und die Höhe der Lasteintragung zu erfassen. Für jede Einzelast wird ein Teilflächenpressungsnachweis unter Berücksichtigung der Vorpressung aus oberen Geschossen durchgeführt. Ihre Lastausstrahlung wird über den Ausstrahlungswinkel bis zur Wandmitte und zum Wandfuß ermittelt.

Streckenlasten werden ebenfalls über die Lastausstrahlung zur Wandmitte und zum Wandfuß hin verteilt.

Die Nachweise in den einzelnen Schnitten werden mit der jeweils größten Lastordinate im Schnitt durchgeführt.

Exzentrizitäten aus den Vertikalkräften werden bei den Scheibennachweisen automatisch berücksichtigt.

Im Beispiel werden aus Vergleichbarkeitsgründen mit der Literatur die vertikalen Lasten vom Ursprung her aus oberen Geschossen angenommen. Eine genauere Unterteilung bei den einzelnen Kombinationen ist deshalb nicht möglich.

horizontale Belastung (quer)

Die Wand kann zusätzlich horizontal quer zur Wandebene mit Strecken- und Gleichlasten aus beliebigen Einwirkungskategorien und aus Erddruck belastet werden (Plattenbeanspruchung).

Bei der Schnittkraftermittlung wird die aus Vertikalkräften aufnehmbare Einspannung überprüft. Damit wird grundsätzlich dem Wandfuß ein etwas höherer Einspanngrad als dem Wandkopf zugewiesen.

Bei den Schubnachweisen wird jeweils die überdrückte Fläche angesetzt. Bei großen Exzentrizitäten

wird hierbei die Fläche des Spannungsblocks mit max. 1/3 der Wanddicke berücksichtigt.

horizontale Belastung (längs)

Eine Belastung in Längsrichtung ist ebenfalls möglich (Scheibenbeanspruchung).

In dieser Richtung werden Momente am Wandfuß sowie Horizontallasten am Wandkopf erfasst. Die Momente aus den Horizontallasten am Wandfuß werden automatisch ermittelt.

Lastübernahme

Sämtliche Lasten können wahlweise automatisch von allen anderen Projektpositionen übernommen werden.

Das Programm selbst gibt die Lasten am Wandfuß getrennt nach den Einwirkungskategorien charakteristisch als Streckenlast weiter. Hierbei wird die Gesamtexzentrizität bei jeder Kategorie berücksichtigt.

Ausdruckprotokoll

POS. K81_JAEGER Mauerwerkspfeiler

(VP3-System EC	Programm K.0081	Version 1.0000 2014/02/16)
(EN 1990 B.3.2 Zuverlässigkeitsklasse RC 2		EN 1990 B.3.3 K_{Fj} 1.00)

Berechnung nach EN 1996-1-1 /NA(DE)

Mauerwerk HLzP 8-0.8-DM

Einsteinmauerwerk

Abmessungen	$h_u = 24.8 \text{ cm}$	$l_u = 24.8 \text{ cm}$	$l_{ol} = 10.0 \text{ cm}$
Festigkeiten	$f_k = 3.90 \text{ N/m}^2$	$f_{st} = 10.00 \text{ N/mm}^2$	$f_{vko} = 0.22 \text{ N/mm}^2$
Raumgewicht	9.00 kN/m^3		Bekleidungen 0.50 kN/m^2

Systemwerte

b : Abstand aussteifender Querwände bz : Zentrierungsbreite az : Abstand vom linken bzw. Innenrand

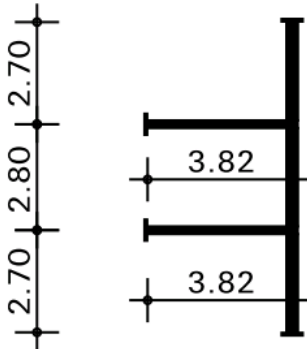
Wand mit 1.965 m Länge, Verteilung von Teillasten unter 60.0 °

t	h_s	gehalten	b	bz	az
cm	m	seitig	m	cm	cm
30.0	2.600	2	0.000		

Decken - Wand - System

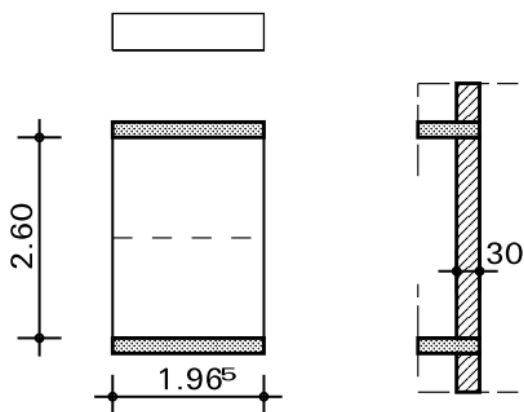
- b : Einflussbreite der Decke bzw. Wand a : Auflagerlänge
 Endbed. : 0 = freier Rand (Kragarm), 1 = drehbar gelagert, 2 = eingespannt
 k : Steifigkeit des Stabes (evtl. unter Berücksichtigung von nur teilweise aufliegenden Deckenplatten)
 g,q : Flächenlast auf den Decken nur zur Bestimmung der Knotenmomente

Baustoff	h/t cm	b m	l m	a cm	I dm ⁴ /m	End- bed.	g kN/m ²	q kN/m ²	E-Modul N/mm ²	k MNm
Decken										
ob/li C 25/ 30	20.0	3.10	3.82	30.0	6.67	2	6.50	2.30	31000	67.09
unt/li C 25/ 30	20.0	3.10	3.82	30.0	6.67	2	6.50	2.30	31000	67.09
Wände										
oben HLzP12-0.9-DM	30.0	1.97	2.60		22.50	2			4290	29.18
unten HLzP12-0.9-DM	30.0	1.97	2.60		22.50	2			4290	29.18


charakteristische Einwirkungen

- Art : 1 = Strecken-, 2 = Einzellast, 3 = Scheibenmoment, 4 = Gleichlast
 Ri : 1 = vertikal, 2 = horizontal OK Wand in Längsrichtung, 3 = horizontal quer
 tl/tq : Auflagerlängen Einzellasten in Wandlängs- bzw. -querrichtung
 U : Ursprung 0 = aus oberen Geschossen, 1 = von Decke links, 2 = von Decke rechts

aus	EWK	Art	Ri	a m	c m	h m	t _l cm	t _q cm	U	Fk _{li} kN, kN/m	Fk _{re} kN, kN/m
go	1	1	1	0.000	1.965	2.600			0	201.50	201.50
qo	3	1	1	0.000	1.965	2.600			0	49.90	49.90
w	13	4	3			2.600				-0.43	
w	13	3								57.70	
w	13	2	2			2.600				8.40	


charakteristische Knotenmomente

Es werden die Volleinspannmomente aus den Decken im Verhältnis der angrenzenden Steifigkeiten verteilt (EN 1996-1-1 Anhang C). Diese Momente werden mit dem Faktor $\eta = (1 - k_m / 4)$ reduziert.

Die Indices dienen zur Fallunterscheidung. Es bedeuten :

Fall 1 = g Decke links+rechts 2 = q Decke links 3 = q Decke rechts

Knoten	M_{1voll} kNm/m	M_{2voll} kNm/m	M_{3voll} kNm/m	k_m	η	M_1 kNm/m	M_2 kNm/m	M_3 kNm/m
oben	-12.5	-4.4		1.19	0.70	1.9	0.7	
unten	-12.5	-4.4		1.19	0.70	-1.9	-0.7	

charakteristische Scheibenkräfte

	EWK	$H_{Scheibe}$ kN	$N_{Scheibe}$ kN	$M_{Scheibe}$ kNm
Wandmitte	1	0.00	404.16	0.00
	3	0.00	98.05	0.00
	13	8.40	0.00	68.62
Wandfuß	1	0.00	412.30	0.00
	3	0.00	98.05	0.00
	13	8.40	0.00	79.54

charakteristische Plattenmomente

bei 3- oder 4-seitiger Halterung wird der Querabtrag durch einen Reduktionsfaktor berücksichtigt

EWK	Red.- fakt.	M_{unten} kNm/m	V_{unten} kN/m	M_{Mitte} kNm/m	M_{oben} kNm/m	V_{oben} kN/m
13	1.00	0.2	-0.6	-0.2	0.1	0.5

Nachweis der Druckbeanspruchung (Plattenbeanspruchung)

LEW : Leiteinwirkung MAKO : maßgebende Kombination

	LEW	MAKO	N_{Ed}	M_{Ed}	e_0	ρ	λ	e_{init}	Φ_{∞}	e_k	A	f_d	Φ	N_{Rd}
		gqEK	kN/m	kNm/m	cm			cm		cm	m ²	N/mm ²		kN/m
Kopf														
maxN+M	10	1100	346.9	3.7	1.1						0.300	2.2	0.90	596.7
maxM+N	10	1100	346.9	3.7	1.1						0.300	2.2	0.90	596.7
minM+N	10	1000	346.9	2.6	0.7						0.300	2.2	0.90	596.7
minN+M	12	2000	201.5	2.1	1.0						0.300	2.2	0.90	596.7
Fuß														
maxN+M	10	1000	358.1	-3.6	-1.0						0.300	2.2	0.90	596.7
maxM+N	12	1100	335.7	-2.2	-0.7						0.300	2.2	0.90	596.7
minM+N	10	1000	358.1	-3.6	-1.0						0.300	2.2	0.90	596.7
minN+M	10	2000	209.8	-1.9	-0.9						0.300	2.2	0.90	596.7
Mitte														
maxN+M	10	1100	352.5	-0.2	0.0	0.75	7	2.0	0.43	0.0	0.300	2.2	0.87	576.8
maxM+N	10	1000	352.5	0.5	0.1	0.75	7	2.0	0.43	0.0	0.300	2.2	0.87	576.8
minM+N	10	1100	352.5	-0.7	-0.2	0.75	7	2.0	0.43	0.0	0.300	2.2	0.87	576.8
minN+M	12	2000	205.7	-0.3	-0.1	0.75	7	2.0	0.43	0.0	0.300	2.2	0.87	576.8

Scheibennachweis

Index : P = aus Plattenbeanspruchung, S = aus Scheibenbeanspruchung


	LEW	MAKO	N_{Ed}	$M_{Ed, P}$	$M_{Ed, S}$	e_p	e_s	A	f_d	Φ	ϵ_{Rk}	N_{Rd}
		gqEK	kN	kNm	kNm	cm	m	m ²	N/mm ²		o/oo	kN
Mitte												
maxN+M	10	1100	692.7	-7.4	61.8	-1.1	0.089	0.590	2.2	0.79		1030.1
minN+M	12	2000	404.2	-6.5	102.9	-1.6	0.255	0.590	2.2	0.61		799.8
Fuß												
maxN+M	10	1100	703.7	-6.7	71.6	-1.5	0.102	0.590	2.2	0.81		1051.1
minN+M	12	2000	412.3	-6.5	119.3	-1.6	0.289	0.590	2.2	0.63		822.4

Schubbeanspruchung

Die Fuge am Wandfuß wird als aus Plattenbeanspruchung voll gedrückt angenommen. Bei der Ermittlung von A wird deshalb nur die Exzentrizität aus Scheibenbeanspruchung berücksichtigt.

	V_{Ed}	N_{Ed}	M_{Ed}	A	σ_{Dd}	f_{vk0}	$f_{bt, cal}$	f_{vk}	f_{vd}	l_{cal}	c	V_{Rdlt}
	kN (/m)	kN (/m)	kNm (/m)	m ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	m		kN (/m)
Plattenschub												
oben	0.8	201.5	2.1	0.300	0.67	0.22	0.21	0.19	0.13	0.300	1.50	50.7
unten	0.9	209.8	-1.6	0.300	0.70	0.22	0.21	0.20	0.13	0.300	1.50	51.5
Scheibenschub												
unten	12.6	412.3	119.3	0.590	0.70	0.22	0.21	0.20	0.13	2.211	1.16	74.9

Neureichenau, im Februar 2014



Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang