B

Statische Berechnung für

Neubau Klinikgebäude in Modulbauweise
Lippe-Lemgo

Objekt:
Neubau Klinikgebäude in Modulbauweise
Klinikum Lippe-Lemgo

Bauherr:
Klinikum Lippe-Lemgo GmbH

Rintelner Straße 85
32657 Lemgo

Herstellung:
Cadolto Fertiggebäude GmbH & Co. KG

Wachendorfer Str. 34
90553 Cadolzburg

Statische Berechnung:
Cadolto Fertiggebäude GmbH & Co. KG

Wachendorfer Str. 34
90553 Cadolzburg
Tel: 09103/ 502 - 270
Fax: 09103/502 - 122

i.V. V. Schlaht
i.V. Dipl. Ing. (FH) Viktor Schlaht

H. Strätz

Aufgestellt: Cadolzburg den 06.07.2006

Dipl.-Ing. Udo Ernst

Inhaltsverzeichnis: Seiten

1. ALLGEMEINE BAUBESCHREIBUNG CADOLTO ---- 4
1.1. Projektspezifische Baubeschreibung ---- 4
1.2. Verwendete Literatur ---- 5
1.3. Verwendete Werkstoffe: ---- 6
1.4. Erläuterung; Statisches System und Berechnung ---- 6
2. AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE ---- 6
2.1. Spannungsanalyse ---- 6
3. LASTANNAHMEN ---- 7
3.1. Ständige Einwirkungen ---- 7
3.2. Veränderliche Einwirkungen ---- 7
3.2.1. Schneelast (nach /3/) ---- 7
3.2.2. Verkehrslasten (nach /3/) ---- 7
3.2.3. Windlasten (nach /3/) ---- 8
3.2.4. Imperfektionen (nach /1/) ---- 8
3.2.5. Anmerkungen ---- 9
3.3. Lastfälle ---- 10
3.4. Lastfallgruppen ---- 10
3.5. Lastfallkombinationen ---- 10
4. ERMITTLUNG DER BELASTUNGEN ---- 11
4.1. Eigengewicht des Bodenaufbaues ---- 11
4.2. Eigengewicht des Dachaufbaues ---- 11
4.3. Eigengewicht der tragenden Außenwand ---- 12
5. NACHWEIS DER TRAGSICHERHEIT ---- 13
5.1. Stahlbauprofile ---- 13
5.1.1. Auswertung der EDV-Berechnung ---- 13
5.1.2. Biegeknicknachweise ---- 13
5.2. Schweißnahtnachweise ---- 13
6. NACHWEIS DER LAGESICHERHEIT ---- 14
6.1. Nachweis der Raummodule gegen Kippen ---- 14
6.2. Nachweis der Raummodule gegen Gleiten ---- 14
7. NACHWEIS DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT ---- 14
8. NACHWEIS DER GRÜNDUNG ---- 14

Dipl.-Ing. Udo Emde
Oberkirch

Inhaltsverzeichnis Anhänge: Seiten

Jeder der nachfolgenden Anhänge erhält ein separates Inhaltsverzeichnis.

Die Seitennummerierung beginnt jeweils mit Seite 1.

Anhang I: I

Cadolto – Regeldetails:
Knoten, Anschlüsse usw.

Anhang II: II

Planunterlagen:

Anhang III: III

RSTAB – Ausdruck für Fluchttreppe:
Berechnung der Auflagerkräfte für die Fluchttreppe:

- Eingabedaten
- Ermittlung Auflagerkräfte

Anhang IV: IV

RSTAB – Ausdruck für Raummodule RM 1 und darrüberliegende Raummodule:
Berechnung der Raummodule nach Theorie II. Ordnung

- Eingabedaten
- Spannungsnachweis (STAHL)
- Verformungen (DEFORM)



1. Allgemeine Baubeschreibung CADOLTO

1.1. Projektspezifische Baubeschreibung

Die nachfolgende Berechnung behandelt ein Bauwerk, das in Tafelbauart ausgeführt ist. Beim Gebäude handelt es sich um eine dreistöckige Bettenstation.

Die Tragkonstruktion wird aus Stahlrohren, Doppel T-Profilen bzw. aus Kaltprofilen ausgeführt. Einzelheiten sind der Berechnung zu entnehmen.

Die Beplankung erfolgt im allgemeinen mit Gipsfaserplatten, entsprechend den Brandschutzanforderungen ein- bzw. zweilagig .

Die Dachebene ist mit Querträgern IPE 120 im Abstand kleiner 1,10m am umlaufenden Dachrahmen RR 120 x 60 x 5mm oder einem anderen Stahlprofil nach statischer Erfordernis verschweißt.

Die Wände bestehen aus einer, durch Zugstäbe ausgesteiften Stahlskelett-Konstruktion, die mit Fermacell-Platten beplankt ist. Die Beplankung wird nicht zur Aussteifung herangezogen, d.h. die Gebäudeaussteifung weist im Bereich der Wände noch deutliche Reserven auf.

Der Bodenrahmen besteht aus einem umlaufenden RR 140x80x6mm (oder einem anderen Stahlprofil nach statischer Erfordernis).

Als Bodenquerträger werden IPE 140 (oder HEA140 , HEB 140) im Abstand von ca. 81 cm angeordnet.

Die Wandelemente, bestehend aus senkrechten, rechteckigen oder quadratischen Hohlprofilen im Regelabstand von ca. 660 mm, werden mit den Randträgern des Fußbodenrahmens und des Dachrahmens verschweißt.

Die Raummodule werden in horizontaler Richtung miteinander durch Flachstähle verschweißt und zusätzlich durch die Beplankung miteinander verbunden.



Aus diesem Grund werden die Windkräfte gleichmäßig auf alle fünf Raummodulachsen verteilt. Da alle Raummodule die gleichen Steifigkeitsverhältnisse aufweisen, erscheint dieser Ansatz legitim. In der Berechnung wird die außen liegende Raummodulachse mit Windlasten berechnet. Die Halterung durch die restlichen Raummodule wird durch den Ansatz von Haltekräfte simuliert. Die Haltekräfte werden zu 4/5 der anteiligen Gesamtwindlast angesetzt und der Windrichtung entgegengerichtet

Die Raummodule werden auf die Unterkonstruktion ohne Verbindung aufgestellt, d.h. die Übertragung der horizontalen Kräfte erfolgt ausschließlich über Reibung.

An der Stirnseite des Gebäudes wird eine Fluchtreppe angeordnet. Diese Fluchttreppe wird zur Stabilisierung an den Raummodulen in Dach- bzw. Bodenebene befestigt. Im Rahmen dieser statischen Berechnung findet lediglich eine Ermittlung der Auflagerkräfte statt.

Anmerkung:

Um die innenseitige Beplankung befestigen zu können werden horizontale QR 30x2 mm im Abstand von ca. 500 mm auf die tragende senkrechten Profile der Wandkonstruktion aufgeschweißt.

Auf die Abbildung dieser horizontalen Stäbe QR 30/2 mm wurde verzichtet, obwohl diese die Seitenwände zusätzlich aussteifen.

1.2. Verwendete Literatur

DIN 18800 Teil 1 – 4 ..... /1/
DIN 1050 ..... /2/
DIN 1055 ..... /3/
DIN 4114 ..... /4/
DIN 18808 ..... /5/
Schneider Bautabellen; 13.Auflage ..... /6/
Stahl im Hochbau; 14 Auflage Band I/Teil 2 ..... /7/
DIN 1054 ..... /8/
Hohlprofilkonstruktionen aus Stahl; Puthli; Werner Verlag ..... /9/

Dipl.-Ing. Enzio Staatl. anerk. Sachverständiger GEPRÜFT

1.3. Verwendete Werkstoffe:

Gipsfaserplatten:

„Fermacell", Baustoffklasse A2 nach DIN 4102 PA-III 4.6;

Zul.: - Nr.: Z 9.1 –187

Profile:

S 235 JRH (entspricht 1.0037 = St 37- 2) bzw. S 235 JRG2 nach DIN EN 10025 und DIN EN 10219

Korrosionsschutz:

DIN 55982 Teil 1 (11.76) u. Teil 8 (3.80) bzw. DIN EN ISO 12944

feuerverzinkt nach DIN 50976 Teil 1 (11.76) u. Teil 8(3.80)

Stahlgrundrahmen verzinkt nach DIN EN 10147

1.4. Erläuterung; Statisches System und Berechnung

Die tragende Stahl-Skelettkonstruktion wird mit dem Programm RSTAB (Software Dlubal GmbH) berechnet.

Die Berechnung der Raumzellen sowie die Spannungsanalyse nach Theorie II. Ordnung mit der LF-Kombination 1 welche die Extremwerte der berechneten LF-Gruppen 1- 32 beinhaltet. Die Lastfallgruppen 33-56 beinhalten die Auflagerkräfte und Verformungen (Gamma = 1,0)

2. Auswertung der Ergebnisse

Die gerechneten Raumzellen Konstruktionen sind gemäß DIN 18800 und DIN 18808 ausreichend dimensioniert.

2.1. Spannungsanalyse

Die Auswertung der Bemessung kann dem Ausdruck des Zusatzmoduls „STAHL" im jeweiligen Anhang entnommen werden.

3. Lastannahmen

3.1. Ständige Einwirkungen

-	Eigengewicht der Stahlbauprofile	wird von RSTAB berücksichtigt
-	Eigengewicht der Bodenkonstruktion	(siehe unter Punkt 4)
-	Eigengewicht der Dachkonstruktion	(siehe unter Punkt 4)
-	Eigengewicht der Wandkonstruktion	(siehe unter Punkt 4)

3.2. Veränderliche Einwirkungen

3.2.1. Schneelast (nach /3/)

Schneelastzone III; < 100 müNN

Regelschneelast: **s_o = 0,75 kN/m²**

3.2.2. Verkehrslasten (nach /3/)

1. Bettenzimmer, Behandlungsräume oder dgl. inkl. Trennwandzuschlag
   p = 2,0 + 0,75 = 2,75 kN/m²
   Trennwandzuschlag für leichte Trennwände mit einem Eigengewicht < 100 kg/m²; **Δp = 0,75 kN/m²**
2. Flure in Krankenhäusern
   p = 3,5 kN/m²
3. Dachbegrünung (wird als Verkehrslast Dach angesetzt)
   p = 1,25 kN/m² → wird als ständig untersucht!

3.2.3. Windlasten (nach /3/)

Staudruck für die Höhe 0 bis 8 m:

q = 0,50 kN/m²

Staudruck für die Höhe >8 bis 20 m:

q = 0,80 kN/m²

Druckbeiwerte:

c_p = +0,8 ..... Druck frontal

c_p = -0,5 ..... Sog frontal

c_p = -0,7 ..... Sog seitlich

- wird unabhängig von der Gebäudeform angesetzt, da auf der sicheren Seite liegend

c_p = -0,6 ..... Sog Flachdach, Überhang Boden für $\alpha \leq 25°$

- wird nur beim Gleitsicherheitsnachweis angesetzt (falls erforderlich)

Winddruck pro Flächeneinheit: $w = c_p \times q$

Die Windlasten werden als Flächenlasten mit dem Programm (DLUBAL) generiert.

3.2.4. Imperfektionen (nach /1/)

Vorverdrehung: $\varphi_{0,2} = r_2 \frac{1}{200}$ mit $r_2 = \frac{1}{2}(1+\sqrt{\frac{1}{n}})$ n = 2

$$\varphi_{0.2} = \frac{1}{200} * \frac{1}{2}(1+\sqrt{\frac{1}{2}}) = \frac{1}{250}$$

Der Stich der Vorkrümmung 250 nach der Knickspannungslinie b wird in der EDV – Berechnung dann berücksichtigt, wenn ε größer 1,6 ist.

Bei einer Berechnung elastisch-elastisch müssen nur 2/3 der obigen Werte berücksichtigt werden, auf diesen Ansatz wird jedoch verzichtet.

Dipl.-Ing. Udo Engels GEPRÜFT Staatl. anerk. Sachverständiger

3.2.5. Anmerkungen

Anmerkung zu den Lastfällen:

Die Eingabe der Flächenbelastungen im Programm RSTAB erfolgt mittels Generierung über die entsprechenden Flächen und deren Eckpunkte.

Anmerkung zur Kombination der Wind- und Schneelasten:

Die Einwirkung der Wind- und Schneelast wird nach DIN 1055; Teil 5 bei der Bildung der Lastfallgruppen wie folgt berücksichtigt.

a) Schnee + 0,5 x Wind (jeweils als eine veränderliche Einwirkung)
b) 0,5 x Schnee + Wind (jeweils als eine veränderliche Einwirkung)

Anmerkung zu den Lastfallgruppen:

Die Bildung der Lastfallgruppen erfolgt nach DIN 18800; Teil 1 für die Grundkombination und Nebenkombinationen (El. 710).



3.3. Lastfälle

LF1: EG Stahlkonstruktion (wird durch Programm ermittelt)

LF 2: EG Bauteile Dach

LF 3: EG Bauteile Wand

LF 4: EG Bauteile Boden

LF 5: Verkehrslasten Boden + Trennwandzuschlag

LF 6: Schneelasten

LF 7: Wind in (+x)

LF 8: Wind in (+y)

LF 9: Wind in (-y) (- x)

LF 10: Wind in (-y)

LF 11: Imperfektionen in (+x) /1/

LF 12: Imperfektionen in (-x) /1/

LF 13: Imperfektionen in (+y) /1/

LF 14: Imperfektionen in (-y) /1/

3.4. Lastfallgruppen

Aus den Lastfällen werden gemäß den Überlagerungsvorschriften aus DIN 18800 Lastfallgruppen gebildet. Eine genaue Auflistung der gebildeten Lastfallgruppen kann dem EDV-Ausdrucken im den jeweiligen **Anhängen** entnommen werden

3.5. Lastfallkombinationen

LF Kombination 1 ⇒ Bemessungswerte

Die Berechnung der Raumzelle erfolgt in den LF-Gruppen nach der Theorie II. Ordnung, die max./min. Auswertung sowie die Spannungsanalyse anschließend in der LF Kombination 1

LF Kombination 2 ⇒ Auflagerkräfte und Verformungen

Die Berechnung der max./min. Auflagerkräfte und der Gebrauchstauglichkeitsnachweis erfolgt mit der LF Kombination 2



4. Ermittlung der Belastungen

Eigengewicht der Profile (Stäbe) wird vom Programm RSTAB automatisch ermittelt. Flächenlasten (Dach, Boden und Wände) werden mit RSTAB generiert.

4.1. Eigengewicht des Bodenaufbaues

Das Eigengewicht des Bodenaufbaues wird in der Berechnung mit g= 0,80 kN/m² angesetzt.

Pos.	Werkstoff	Dicke [mm]	Masse [kN/m²]
4.2	Trapezblech T18/7	18,0	0,075
3.1	Mineralfaserdämmung, WLG 40	100,0	0,10
16	Trockenestrich auf Zementbasis	20 02,0	0,51
8.1	Bodenbelag	3,0	0,06
		Summe	**0,75**

4.2. Eigengewicht des Dachaufbaues

Das Eigengewicht des Dachaufbaues wird in der Berechnung mit g= 0,80 kN/m² angesetzt.

Pos.	Werkstoff	Dicke [mm]	Masse [kN/m²]
5.3	Dachabdichtung einlagig	2,0	0,03
3.1	Keildämmung	70,0	0,07
4.2	Trapezblech T18/7	18,0	0,08
3.1	Mineralfaserdämmung, WLG 40	120,0	0,12
	Quadrat-Rohr 30x2 mm; e=600mm	30,0	0,03
2.2	Gipsfaserplatte	30,0	0,375
		Summe	**0,71**

4.3. Eigengewicht der tragenden Außenwand

Das Eigengewicht des Wandaufbaues wird in der Berechnung mit g= 0,80 kN/m² angesetzt

Pos.	Werkstoff	Dicke [mm]	Masse [kN/m²]
4.2	Putz	2,0	0,15
3.1	Mineralfaserdämmung	60,0	0,06
2.2	Gipsfaserplatte	12,5	0,165
3.1	Mineralfaserdämmung	60,0	0,06
	Quadrat-Rohr 30x2 mm; e=600mm	30,0	0,03
2.2	Gipsfaserplatte	25,0	0,313
		Summe	**0,78**

5. Nachweis der Tragsicherheit

5.1. Stahlbauprofile

5.1.1. Auswertung der EDV-Berechnung

Max. Spannungen in den Querschnitten siehe EDV-Ausdrucke

5.1.2. Biegeknicknachweise

Die Raumzellen wurden nach der Theorie II. Ordnung berechnet. Durch die Spannungsanalyse ist deshalb ein ausreichender Nachweis der Stabilität erbracht. Da überwiegend quadratische und rechteckige Hohlprofile verwenden werden, ist ein Nachweis auf Biegedrillknicken für diese Profile nicht erforderlich.

Die Dachträger IPE 120 (HEA 120 oder HEB 120, falls erforderlich) und die Bodenträger IPE 140 (oder HEA 140 oder HEB 140) sind durch die Verbindung mit dem Trapezblech gegen Kippen gehalten. Hierzu erübrigen sich gemäß Ulrich Krüger, Stahlbau Teil 1 und Teil 2 weitere Stabilitätsnachweise, da die Trägerhöhe ca. 120 mm ist.

5.2. Schweißnahtnachweise

Schweißnahtnachweise an den Hohlprofilen sind nicht erforderlich, da deren Schweißnahtverbindung gemäß den Empfehlungen aus EC 3 so ausgebildet werden, dass der Schweißnahtwiderstand dem Bauteilwiderstand übersteigt. Schweißnähte, die abweichend zu diesen Empfehlungen ausgeführt werden, können den CADOLTO-Details im Anhang entnommen werden.

Bei Rahmenecken mit I-Profile werden die Anschlüsse so ausgeführt, dass die Summe der Schweißnahtdicken die Dicke des anzuschließenden Querschnittsteiles übersteigt. Bei dieser Ausführung erübrigen sich, gemäß DIN 18800 Schweißnahtnachweise für die Rahmenecken.



6. Nachweis der Lagesicherheit

6.1. Nachweis der Raummodule gegen Kippen

Bei diesem dreigeschossigen Gebäuden wird Kippen der Raummodule nicht maßgebend, da die Raummodule miteinander verschweißt werden.

6.2. Nachweis der Raummodule gegen Gleiten

Bei diesem dreigeschossigen Gebäude wird Gleiten der Raummodule nicht maßgebend, da die Raummodule miteinander verschweißt werden.

7. Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis wird mit dem Zusatzmodul „DEFORM" geführt. EDV-Ausdrucke siehe jeweilige Anhänge.

Mit dem Auftraggeber wurden keine Vereinbarungen bezüglich der zulässigen Verformungen getroffen, d.h. die geführten Verformungsnachweide dienen lediglich zur Information. Für Dachträger wurde eine zulässige Verformung von l/250 und für Bodenträger ein Verformung von l/300 angestrebt.

8. Nachweis der Gründung

Das Gebäude steht auf einer bauseitigen Unterkonstruktion aus Stahlbeton.

Die Bemessung der Unterkonstruktion ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung.

Es erfolgt lediglich eine Berechnung der Auflagerkräfte.

Prüfvermerk siehe
Seite 120
Anhang IV