



1. PRÜFAUSFERTIGUNG

Statische Berechnung

Erweiterung und Umbau
St. Elisabeth Hospital Iserlohn
Hochstraße 63, 58638 Iserlohn

Hier: OP-Abteilung

für:

Kath. Kliniken im Märkischen Kreis
Hochstraße 63, 58638 Iserlohn

PRÜFAUSFERTIGUNG

In technischer Hinsicht geprüft

Standsicherheit ☒ statisch konstruktiver Brandschutz ☒
Prüf-Nr.: 1114 des Prüfverzeichnisses von 2023

Dipl.-Ing. Friedhelm Löschmann
Beratender Ingenieur VBI
44263 Dortmund · Konrad-Adenauer-Allee 12
Tel. (0231) 94 60 70 0

von der Ingenieurkammer-Bau NRW
staatlich anerkannter Sachverständiger
für die Prüfung der Standsicherheit,
Fachrichtung Massivbau, Holzbau
Dortmund, den 22. Aug. 2023

(Unterschrift)

Berechnungsgrundlagen:

1) Zeichnungen / Planungsvorgaben:

MW Architekten, Im Defdahl 188a, 44141 Dortmund
LPH4 – Genehmigungsplanung mit Stand 05.05.2023

2) DIN - Normen und Vorschriften:

DIN EN 124, DIN EN 206-1, DIN 488, DIN 1045-2+3, DIN 1053, DIN 1072, DIN EN 1536, DIN 1229, DIN 4017, DIN 4018, DIN 4084, DIN 4085, DIN 4102, DIN 4108, DIN 4109, DIN 4123, DIN 4124, DIN 4149, DIN 18807

DIN EN 1990+NA, DIN EN 1991+NA, DIN EN 1992+NA, DIN EN 1993+NA, DIN EN 1994+NA, DIN EN 1995+NA, DIN EN 1997+NA, DIN EN 1999-1+NA

DIN Fachbericht 100÷104, ZTV-ING, RIZ-ING, ZTV-KOR, ZTV-Lsw06, ZTV-W LB 209, 214 ÷ 216/1+2, DaSt Ri. 007, DaSt Ri. 008, DaSt Ri 010, EAU 2004, EAB 2006, Heft 220, 240, 407 und WU-Richtlinie des DAfStb., Merkblatt "Früher Zwang" der Bundesanstalt für Wasserbau

3) Baustoffe:

Beton: C30/37 XC1, W0
C30/37 XC3-oben, W0
C35/45 XC1, W0
C30/37-WU XC2, XF1, WF

C30/37 XC2, XF1, WF
C20/25 X0
C12/15 X0

Betonstahl: B500A
B500B

Profilstahl: S 235 JR

nichttragende Ständerwerkswände mit $G \leq 3 \text{ kN/m}$

Stahlbetoninnenbauteile
Stahlbetondachdecke
Stahlbetonstützen
Stahlbetonbodenplatte und
erdberührte Stahlbetonwände
Stahlbetongründungsbauteile
Unterbeton
Säuberkeitsschicht
Mattenstahl
Stabstahl
Formstahl



4) Brandschutz:

Gemäß dem Brandschutzkonzept der Werner Brandschutzingenieure GmbH, Isaac-Newton-Straße 1, 59423 Unna vom 29.06.2021 werden für die tragenden Bauteile folgende Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer gestellt:

Tragende Wände, Pfeiler, Stützen, Unterzüge:	feuerbeständig (F 90), bzw. in Teilflächen feuerhemmend (F30)
Decken:	feuerbeständig (F 90)
Treppen:	nicht brennbare Baustoffe

5) Hinweise:

- Alle Maße sind mit den Ausführungsplänen abzugleichen. Unstimmigkeiten mit den in dieser Statik getroffenen Annahmen sind dem Aufsteller der Statik umgehend zu melden.
- Die Betongüten sind gemäß DIN EN 1992+NA und DIN 1045 Teil 2 nachzuweisen.
- Die Betonstahlgüten sind gemäß DIN EN 1992+NA und DIN 1045 Teil 2 nachzuweisen.
- Die Profilstahlgüten sind gemäß DIN EN 1993+NA nachzuweisen.
- Für Aussparungen und Schlitzarbeiten gilt DIN 1053. Auszüge der Norm sind den Hinweisen zum Mauerwerk zu entnehmen.
- Alle nichttragenden Innenwände sind als Gipskartonständerwerkswände $L_g \leq 3 \text{ kN/m}$ ($g < 90 \text{ kg/m}^2$) auszuführen, soweit nicht anders in den Positionsplänen gekennzeichnet. Zur Berücksichtigung von Deckenverformungen sind die Kopf-Anschlüsse der Ständerwerkswände gleitend auszuführen.
- Öffnungen und Durchbrüche in Bereichen von Wandenden /-ecken und Stützen sind grundsätzlich ausgeschlossen.
- Außenbauteile im Erdreich (Wände, Bodenplatten etc) sind gemäß DIN 18195 Teil 1-10 abzudichten.
- Die Nachweise zum Wärmeschutz und Schallschutz sind bei der Ausführung genauestens zu beachten.
- Das Baugrundgutachten und die Hinweise zur Gründung sind bei der Ausführung genauestens zu beachten.

6) Vorbemerkungen:

- Diese Statik beinhaltet die Berechnung der tragenden Bauteile für die OP-Abteilung für die Erweiterung am St. Elisabeth Hospital, Hochstraße 63 in 58638 Iserlohn für die Kath. Kliniken im Märkischen Kreis.
- Das Gebäude wird konventionell aus Stahlbeton errichtet. Die Aussteifung erfolgt über die Dach-, Decken- und Wandscheiben. Es wird eine optionale Aufstockung um 1 Geschöß vorgesehen. Die Einhausung der Technikzentrale wird in einer separaten Statik berechnet.
- Bauzeitliche Unterstützungsmaßnahmen sind nicht Gegenstand dieser Statik.
- Lastzusammenstellungen: siehe Einzelbauteile und Kapitel B.
- Die Baumaßnahmen sind durch einen erfahrenen Bauleiter / Polier durchzuführen.

- f) Das geplante Gebäude liegt nicht innerhalb einer Erdbebenzone.
- g) Die Abfangung des Klinkermauerwerkes erfolgt mit Stahlwinkeln bzw. Konsolen (z.B. Pa. Halben). Diese Bauteile sind nicht Gegenstand dieser Vorstatik und müssen separat durch den Hersteller nachgewiesen werden.
- h) Die Bemessung der Fassadenbauteile (Fenster) sowie der Geländer erfolgt ebenfalls durch die Liefer- oder Herstellerfirma und sind nicht Gegenstand dieser Vorstatik.
- i) Die Bemessung der Unterkonstruktionen für die Technikgeräte auf dem Dach erfolgt durch die Liefer- oder Herstellerfirma und ist nicht Gegenstand dieser Berechnung.
- j) Für die Dachbegrünung wird das Gewicht einer extensiven Begrünung mit maximal 150 kg/m^2 ($1,50 \text{ kN/m}^2$) wassergesättigt angesetzt. Für eine PV-Anlage zusätzlich noch 50 kg/m^2 ($0,50 \text{ kN/m}^2$).
- k) Die maximale Wasseranstauhöhe auf den Dachflächen beträgt 15 cm. Die Notüberläufe sind entsprechend anzuordnen.
- l) Eine Tausalzbeanspruchung sämtlicher Bauteile ist bauperrenseitig ausgeschlossen. Für Winterdienst sind nur abstumpfende Mittel zur Verkehrssicherheit vorzusehen.

7) verwendete Software:

- a) Diverse Statik Programme der Friedrich & Lochner GmbH, Stuttgarter Straße 36, 70469 Stuttgart.
- b) Diverse Statik Programme der Harzer Software, Schosseifenstraße 14, 35716 Dietzhölztal-Steinbrücken.
- c) RSTAB + RFEM der Ing.-Software Dlubal GmbH, Am Zellweg 2, 93464 Tiefenbach.
- d) BE-Platte des Prof. Dr.-Ing F. Hartmann, Hagebuttenweg 12, 34225 Baunatal.
- e) Microsoft Word und Excel.
- f) Bemessungssoftware von Produktherstellern.

8) Gliederung:

Position:

Seite:

Berechnungsgrundlagen:

1 ÷ 10

A) Windaussteifung / Stabilisierung:

10

B) Allgemeine Lastzusammenstellung:

11

C) Decken:

1 ÷ 4

12 ÷ 147

D) Unterzüge, Attiken:

11 ÷ 17

148 ÷ 153

E) Wände:

21 ÷ 28

154 ÷ 154

F) Stützen:

31 ÷ 35

155 ÷ 168

G) Gründung:

40 ÷ 50

169 ÷ 184

H) Positionsplan:

P6



Hinweise zum Stahlbetonbau

Für die Stahlbetonkonstruktion wird eine fachgerechte Ausführung vorausgesetzt. Die DIN EN 1992 und die DIN 1045 Teil 2+4 sind bei der Ausführung genauestens zu beachten.

Die für den Baubetrieb erforderlichen Anforderungen an die Zusammensetzung des Betons sind gemäß DIN 1045 Teil 2 den Vorgaben der statischen Berechnung zu ergänzen. Die Anforderungen dürfen nur als „Gesamtinformation“ weitergeleitet werden. Die Betonrezeptur ist vom Herstellerwerk auf die Zulässigkeit der Inhaltsstoffe gemäß DIN 1045 Teil 2 zu prüfen.

Die Betongüten sind gemäß DIN 1045 Teil 2 nachzuweisen. Die Betonstahlgüten sind gemäß DIN 488 nachzuweisen.

Bei der Bauausführung ist die DIN 1045 Teil 3 genauestens zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Schalung, den Einbau der Bewehrung, die Betonierarbeiten und die Nachbehandlung. Bei der Ausführung von Fugen ist die DIN 1045 Teil 3 genauestens zu beachten.

Bei Ausführung einer Wasserundurchlässigen Betonkonstruktion (Wu-Ko oder Weiße Wanne) ist die DAfStb Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Abschnitte 6, 9, 10 und 11 in Bezug auf die Bauausführung.

Bauphysikalische Aspekte WU-Beton- Bauteilen

Bauteile aus WU-Beton sind so zu entwerfen, dass die geplante Nutzung während der gesamten Nutzungsdauer sichergestellt wird. Sie sind zur Abdichtung gegen drückendes Wasser generell geeignet. Sie gelten als wasserundurchlässig, allerdings nicht als wasser- oder diffusionsdicht. Baustoffbedingt kann Feuchte von außen durch Diffusionsvorgänge oder Kapillarleitung durch die Bauteile hindurch gelangen. Dieser Sachverhalt erfordert eine besondere Berücksichtigung in Bezug auf die vorgesehene Nutzung bei der Planung dieser Bauteile. Als Planungshilfe sind die unterschiedlichen Einwirkungen in Beanspruchungsklassen und Nutzungsklassen aufgeteilt. Nachfolgend werden die unterschiedlichen Klassen sowie Entwurfsgrundsätze erläutert:

Bauteile zur Beschreibung der Wasserbeanspruchung – Beanspruchungsklassen:

Beanspruchungsklasse 1 (BKL-1)	Beanspruchungsklasse 2 (BKL-2)
Kontakt des WU-Betonbauteils mit anstehendem Wasser: - Grundwasser - Hochwasser - Schichtenwasser (auch nur zeitweise aufstauend) - Zeitweise anstehendes Wasser auf horizontalen und geneigten Flächen (WU-Dächer)	Kontakt des WU-Betonbauteils mit Feuchte oder herabsickerndem Wasser: - Feuchtes Erdreich (außer WU-Dächer) - Sickerwasser bei stark durchlässigem Boden oder dauerhaft rückstaufreier Drainage (nichtstauend)



Klassen zur Beschreibung der Nutzungsanforderung – Nutzungsklassen:

Nutzungsklasse A (NKL-A) Kein Durchtritt von flüssigem Wasser Ab Nutzungsbeginn in NKL-A oder ab feuchteempfindlichem Ausbaubeginn oder vertraglich geregeltem Zeitpunkt: - Keine Feuchtestellen auf der luftseitigen Bauteiloberfläche durch Wasserdurchtritt - Keine – auch nicht temporär – wasserführenden Risse und Fugen	Nutzungsklasse B (NKL-B) Begrenzter Wasserdurchtritt zulässig Ab Nutzungsbeginn in NKL-B oder während der (Rohbau-) Bauzeit: - Feuchte Flecken auf der luftseitigen Bauteiloberfläche zulässig - Temporär bis zur Selbstheilung wasserführenden Risse - Risse mit längerfristig feuchten Rissufern, jedoch keine Wasseransammlungen auf der wasserabgewandten Bauteiloberfläche
Anwendungsbeispiele: - Standard für Wohnungs- und Bürobau - Lagerräume mit hochwertiger Nutzung (z.B. feuchteempfindliche Lagerstoffe)	Anwendungsbeispiele: - Einzelgaragen, Tiefgaragen - Installations- und Versorgungsschächte / -kanäle - Hausanschlussräume - Lagerräume mit geringen Anforderungen

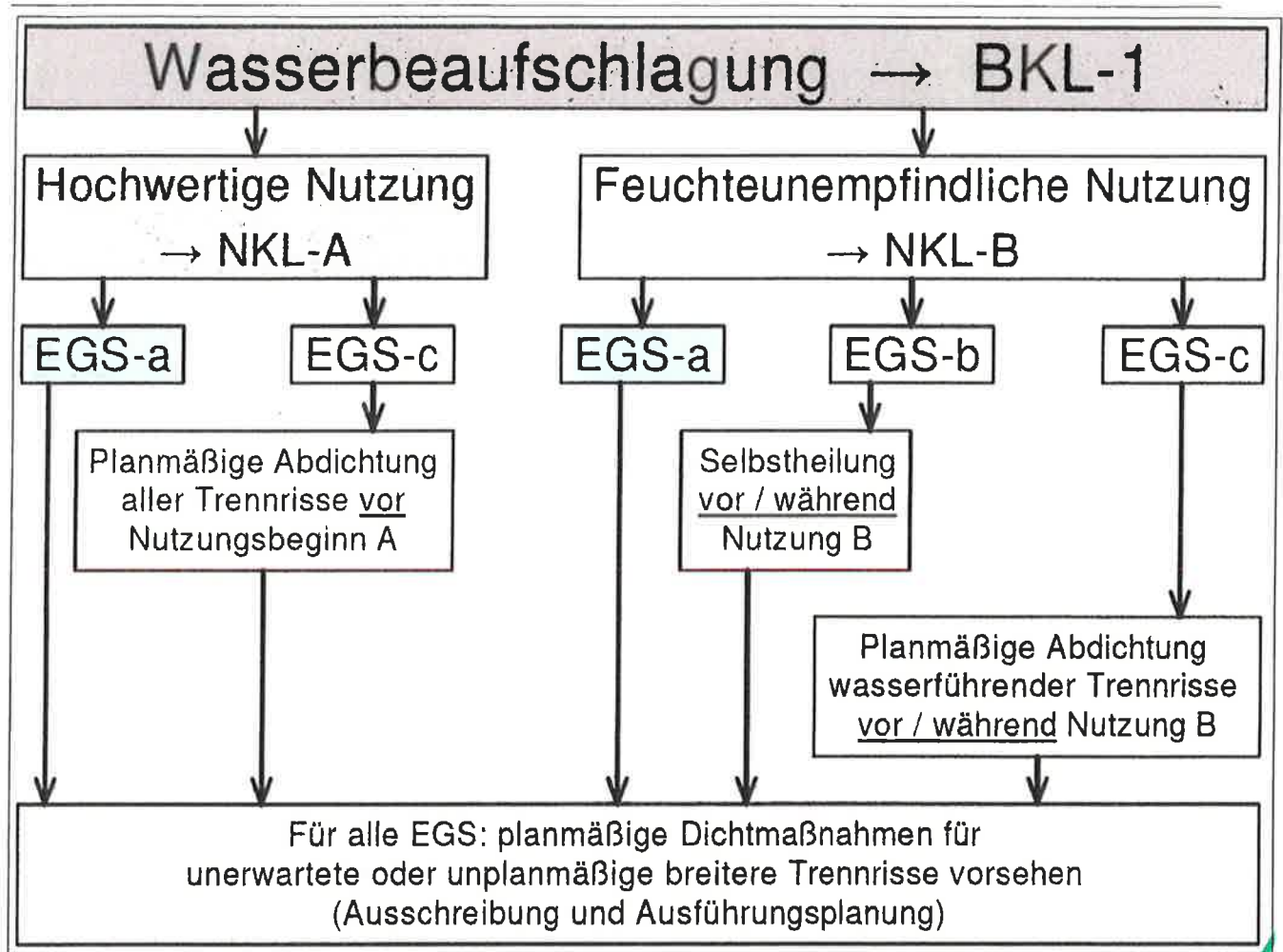
Gemäß der DAfStb-Richtlinie sind folgende Differenzierungen der NKL-A in Abhängigkeit von raumklimatischen Anforderungen möglich:

	1	2	3	4	5
	Unterklasse	Raumnutzung	Raumklima (i.d.R.)	Beispiele (informativ)	Maßnahmen (informativ)
1	A***	anspruchsvoll	Warm, sehr geringe Luftfeuchte, geringe Schwankungsbreite der Klimawerte	Archive, Bibliotheken, Technikräume mit feuchteempfindlichen Geräten (Labor, EDV usw.) Lager für stark feuchte, oder temperaturempfindliche Güter	Wärmedämmung nach EnEV, Heizung, Zwangslüftung, Klimaanlage (Luftentfeuchtung)
2	A**	normal	Warm, geringe Luftfeuchte, mäßige Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für dauerhaften Aufenthalt von Menschen, wie Versammlung-, Büro-, Wohn-, Aufenthalts- oder Umkleieräume, Verkaufsstätten; Lager für feuchteempfindliche Güter; Technikzentralen	Wärmedämmung nach EnEV, Heizung, Zwangslüftung, ggfs. Klimaanlage
3	A*	einfach	Warm bis kühl, natürliche Luftfeuchte, große Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für zeitweiligen Aufenthalt von wenigen Menschen; ausgebaute Kellerräume, wie Hobbyräume, Werkstätten, Waschküche in Einfamilienhäusern, Wäschetrockenraum, Abstellräume	Wärmedämmung nach EnEV; ggfs. ohne Heizung, natürliche Lüftung (Fenster, Lichtschächte)
4	A ⁰	untergeordnet	Keine Anforderungen	Einfache Technikräume (z.B. Hausanschlussraum)	-

Entwurfsgrundsätze zur Risskontrolle bei Trennrissen:

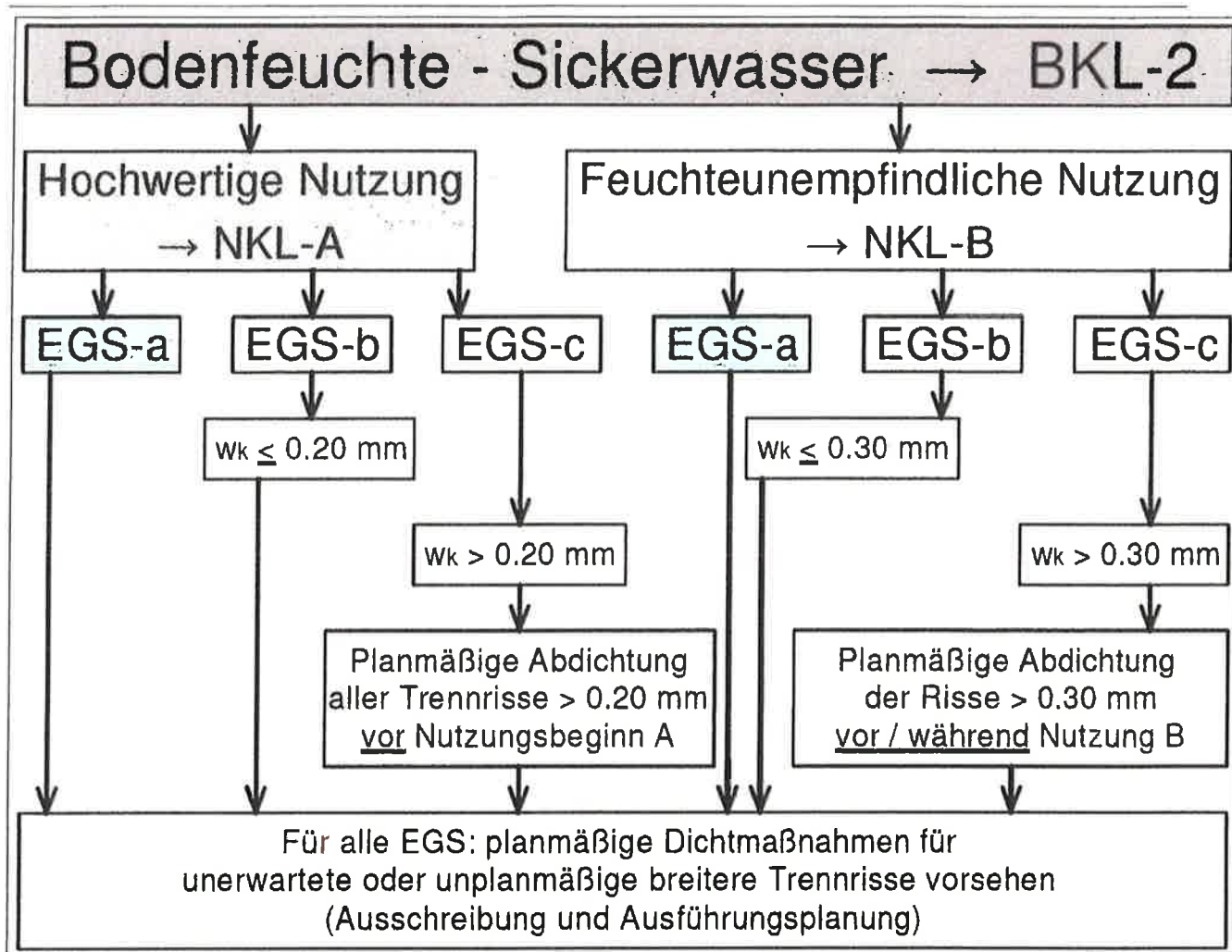
Entwurfsgrundsatz a (EGS-a) Vermeidung von Trennrissen	Entwurfsgrundsatz b (EGS-b) Festlegung von kleinen Trennrissbreiten	Entwurfsgrundsatz c (EGS-c) Festlegung von großen Trennrissbreiten
Ziel: Ungerissene WU-Betonbauteile, daher kein Wasserdurchtritt durch Trennrisse.	Ziel: Viele schmale Risse. Der Wasserdurchtritt soll bei BKL-1 durch Selbstheilung der Trennrisse begrenzt werden.	Ziel: Wenige breite Risse. Der Wasserdurchtritt wird bei BKL-1 durch planmäßige Rissabdichtung verhindert.
Maßnahmen: Umfassende Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen.	Maßnahmen: Begrenzung auf relativ kleine Rissbreiten durch Bemessung rissbreitenbegrenzender Bewehrung (in der Regel mit hohen Bewehrungsgraden) und durch konstruktive Maßnahmen (z.B. Reduzierung von Zwang).	Maßnahmen: Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen für wenige breite Risse an möglichst definierten Stellen. Kombination mit im Entwurf vorgesehener planmäßiger und zielsicherer Abdichtung der Risse.
Anmerkung: Biegerisse sind zulässig. Für alle Nutzungsklassen und Beanspruchungsklassen geeignet.	Anmerkung: Randbedingungen für Selbstheilung beachten (insbesondere Wasserbeaufschlagung und Dauer). Ungeeignet bei: - NKL-A in BKL-1 - Bei WU-Dächern - Trennrissen in BKL-2. Ggf. Begrenzung von Biegerissbreiten bei BKL-2 ohne Selbstheilung.	Anmerkung: Mindestanforderung an die rechnerischen Rissbreiten nach DIN-EN 1992-1-1/NA, 7.3.1 auf der feuchtebeanspruchten Bauteilseite sind einzuhalten. Bei auf der Luftseite festgelegten rechnerischen Rissbreiten, die die Anforderung nach DIN EN 1992-1-1/NA, 7.3.1 nicht einhalten, sind diese Risse planmäßig zu verfüllen, um die Dauerhaftigkeit sicherzustellen.

Anwendung der Entwurfsgrundsätze bei Beanspruchungsklasse 1:



Anwendung der Entwurfsgrundsätze bei Beanspruchungsklasse 2:





WU- Anforderungen bei Trennrissen:

Nutzungsklasse A		Nutzungsklasse B	
BKL-1	BKL-2	BKL-1	BKL-2
Trennrisse sind entweder zu vermeiden (EGS-a) oder planmäßig vor Nutzungsbeginn abzudichten (EGS-c).	Zulässige rechnerische Trennrissbreite $w_k \leq 0.20$ mm unter häufiger Einwirkungskombination (EGS-b) oder breitere Risse planmäßig vor Nutzungsbeginn abdichten (EGS-c).	Trennrissbreiten sind auf zulässige Werte unter häufiger Einwirkungskombination zu begrenzen, die eine Selbstheilung der Risse erwarten lassen (EGS-b) oder wasserführende Trennrisse sind planmäßig vor oder während der Nutzung abzudichten (EGS-c).	Keine besondere Anforderung an die Rissbreitenbegrenzung. Anforderung wegen Dauerhaftigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1/NA unter quasi-ständiger Einwirkungskombination sind maßgebend.
Anmerkungen: Der EGS-a ist in allen Kombinationen von Nutzungs- und Beanspruchungsklassen anwendbar.			

WU- Anforderungen bei Biegerissen:

Nutzungsklasse A	Nutzungsklasse B
BKL-1	BKL-2
Druckzonenhöhe x begrenzen: $x \geq 30\text{mm}$ und $x \geq 1.5 D_{\max}$ unter charakteristischer Einwirkungskombination mit $D_{\max}$ – Durchmesser des Größtkorns der Gesteinskörnung. Alternativ: Indirekte Begrenzung der Druckzonenhöhe durch Begrenzung der Biegerissbreite unter häufiger Einwirkungskombination auf die Grenzwerte der Trennrissbreite für Selbstheilung mit EGS-b	Keine Anforderung an eine zusätzliche Begrenzung der Druckzonenhöhe x . Begrenzung der Biegerissbreiten gemäß DIN EN 1992-1-1/NA

Rechenwerte der Trennrissbreite für Selbstheilung (NKL-B und EGS-b, Tabelle 2 aus DAfStb-Richtlinie 2017:

	1	2	3
	Druckgefälle h_w / h_b	Maximale Druckhöhe h_w	Zulässige Rissbreite w_k
1	≤ 10	3.0 m	0.20 mm
2	> 10 bis ≤ 15	6.0 m	0.15 mm
3	> 15 bis ≤ 25	10.0 m	0.10 mm

Empfohlene Mindestgesamtdicken von WU-Betonbauteilen in C30/37 (nach Tabelle 1 DAfStb-Richtlinie 2017::

	1	2	3	4	5
	WU-Betonbauteil	Beanspruchungs- klasse	Ausführungsart Ortbeton	Elementwände Elementdecken Ortbetonergänzung oder mit	Fertigteile
1	Wände	BKL-1	240 mm	240 mm (120 mm)	200 mm
2		BKL-2	200 mm	240 mm (120 mm)	100 mm
3	Bodenplatte	BKL-1	250 mm		200 mm
4		BKL-2	150 mm		100 mm
5	Dächer ohne Wärmedämmung	BKL-1	200 mm	240 mm (180 mm)	180 mm
6	Dächer mit Wärmedämmung	BKL-1	180 mm	220 mm (160 mm)	160 mm

DIN 1045-2 bis Bauteildicken $d \leq 400$ mm Dicke in der Regel zu einer Mindestbetonfestigkeitsklasse C 25/30

Letztendlich ist im Allgemeinen bezüglich der Frage, inwieweit auftretende Feuchte in den Kellerräumen toleriert werden kann, eine Abstimmung mit dem Bauherren dringend zu empfehlen.

Quellen

- H. Klopfer: Weiße Wannen für eine hochwertige Raumnutzung. Bauphysik-Kalender 2005
- E. Cziesielski, O. Fechner: Wassertransport durch WU-Betonteile. Bauphysik-Kalender 2002
- G. Lohmeyer: Weiße Wannen - einfach und sicher. 5. Auflage Verlag Bau + Technik 2000
- DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ aus dem Jahr 2017



Hinweise zur Gründung

Die Fundamentabmessungen sind den Positionsplänen zur Gründung zu entnehmen.

OP-Abteilung:

Gemäß dem Bodengutachten der Geotec Albrecht Ingenieurgesellschaft GbR, Baukauer Straße 46a, 44653 Herne vom 28.06.2021 beträgt der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$ (Mindestbreite $b=0,50\text{m}$) bei einer Gründung im gewachsenen Baugrund (Hanglehm)

Allgemein:

Die Ausführung des Unterbaues und die Baugrubensohle müssen vom Bodengutachter abgenommen werden. Die Aussagen des Bodengutachters sind bei der Ausführung genauestens zu beachten.

Eine frostfreie Gründung auf ungestörtem Boden wird vorausgesetzt. Bei ungleichmäßigem Baugrund sind der Bodengutachter und der Aufsteller zu benachrichtigen.

Erforderliche Unterfangungen sind gemäß DIN 4123 auszuführen.

Im Bergsenkungsgebiet ist die Fundamentbemessung nur unter Berücksichtigung der Auflagen der zuständigen Bergwerksbehörde gültig.

Evtl. Vorgaben der Baugenehmigungsbehörde zur Bewertung des Gefährdungs- und Handlungspotential und zur Beurteilung von erforderlichen Sicherungsmaßnahmen (Gasdrainagesysteme) infolge einer Bergbautätigkeit sowie das Handbuch Methangas des Umweltamtes der Stadt Dortmund sind bei der weiteren Planung der Gründungsbauteile und Ausführung des Unterbaues und der Gründungsarbeiten zu beachten.

A) Windaussteifung / Stabilisierung

Die Gebäudeaussteifung erfolgt bei dem geplanten Objekt über die Wandscheiben und die horizontalen Deckenscheiben. Für die Stabilisierung stehen erfahrungsgemäß ausreichend viele und von den Abmessungen ausreichend große Scheiben zur Verfügung. Auf einen rechnerischen Nachweis der räumlichen Stabilität kann bei dem geplanten Bauvorhaben daher verzichtet werden.



B) Allgemeine Lastzusammenstellungen

Nachfolgend werden die Ausbau- sowie Nutzlasten aufgeführt.

Legende:

Ausbaulasten:	Δg	(kN/m ²)
Nutzlasten:	q	(kN/m ²)
Verkehrslasten:	p	(kN/m ²)
Schneelasten:	s	(kN/m ²)
Windlasten:	w	(kN/m ²)

Dachdecken (Pos. 1 – Decke über 2.OG - Evtl. Aufstockung; Pos. 2 – Decke über der Zwischenebene):

$\Delta g_{k,1}$	=	Dachbegrünung inkl. PV-Anlage = z.B. Zinco SolarVert wassergesättigt	=	2.00 kN/m ²
		Dachdämmung	=	20.00 [cm] x 0.01 [kN/m ²] = 0.20 kN/m ²
		3-lagen Dachabdichtung	=	3 x 0.07 [kN/m ²] = 0.21 kN/m ²
		Unterdecke	=	0.35 kN/m ²
				$\Delta g_{k,1}$ = 2.75 kN/m ²

Wind- und Schneelasten (nicht maßgebend)

Bzw. Haustechnik auf dem Dach, bzw. Nutzlast: (Maßgebend)

s, w	≤	2.00 kN/m ²
q_{HT}	≤	5.00 kN/m ²

Decke über dem 1. Obergeschoß:

$\Delta g_{k,2}$	=	Bodenbelag	=	0.35 kN/m ²
		Heizestrich	=	6.50 [cm] x 0.22 [kN/m ²] = 1.45 kN/m ²
		Dämmung	=	7.00 [cm] x 0.01 [kN/m ²] = 0.07 kN/m ²
		Unterdecke	=	0.35 kN/m ²
				$\Delta g_{k,2}$ ≤ 2.75 kN/m ²

$q_{k,1}$	=	Flächen für Technikräume	=	7.50 kN/m ²
Δq	=	Trennwandzuschläge nicht erforderlich bei $q = 5 \text{ kN/m}^2$		

Bodenplatte:

$\Delta g_{k,2}$	=	Bodenbelag	=	0.35 kN/m ²
		Heizestrich	=	6.50 [cm] x 0.22 [kN/m ²] = 1.45 kN/m ²
		Dämmung	=	7.00 [cm] x 0.01 [kN/m ²] = 0.07 kN/m ²
		Unterdecke	=	0.35 kN/m ²
				$\Delta g_{k,2}$ ≤ 2.75 kN/m ²

$q_{k,1}$	=	Flächen für OP mit ~1,8to OP-Roboter und 0,5mm Bleiverkleidung in den nichttragenden Wänden	=	10.00 kN/m ²
Δq	=	Trennwandzuschläge nicht erforderlich bei $q = 10 \text{ kN/m}^2$		

C) Decken.

Position 1

Blatt 1

12

Plattenberechnung mit BE-PLATTE Version 20.55

Decke über 2.OG - OP-Bereich

Materialdaten

C30/37, XC1 (XC30beton), WD; $c_{voben} = 3,5\text{cm}$; $c_{vunten} = 2,5\text{cm}$

Plattenstärke $h = 28.0\text{ cm}$ $I = 1.0 * h^3/12 = 1.83\text{E-}003\text{ m}^4$

Beton C 30/37 $E = 33000.0\text{ MN/m}^2$ (EC2)

EI = 60.37 MN m^2

Querdehnung = 0.20

Expositionsklassen XC 3 XF 1

Außenwände aus: Beton

E-Modul = $3.000\text{E+}007\text{ kN/m}^2$ Höhe = 3.50 m Stärke = 0.25 m

Steifigkeit = $E * A / \text{Höhe} = 3.000\text{E+}007 * 0.25 * 1.0 / 3.50 = 2.143\text{E+}006\text{ kN/m}$

Mittlere Elementlänge = 0.50 m

Gelenkig gelagerte Ecken sind gehalten.

Abmessungen der Platte

Außenrand

Brandschutz - F90 (Tab. 5.9)

vorh. $h = 280\text{ mm} > \text{erf. } h = 200\text{ mm}$
vorh. $q = 25 + \frac{10}{2} + 30\text{ mm} > \text{erf. } q = 25\text{ mm}$

Nr.	Seiten		Länge [m]	Lager- beding.	Vert. Steifigkeit kN/m ²	Dreh- Steifigkeit kNm/m	Zug	Form
	x [m]	y [m]						
1	0.00	1.06	9.28	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
2	9.28	1.06	1.06	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
3	9.28	0.00	12.09	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
4	21.37	0.00	11.25	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
5	21.37	11.25	3.75	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
6	17.62	11.25	3.20	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
7	17.62	14.45	17.62	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
8	0.00	14.45	13.39	frei	0.00E+000	0.00E+000	N	G

Senkfeder : Lagerkraft [kN/m] = Federsteifigkeit [kN/m²] * Federweg [m]

Drehfeder : Moment [kNm/m] = Federsteifigkeit [kNm/m] * tan(Winkel) [°]

Fläche der Platte = 286.96 m^2

Stützen

Abmessungen

Nr	x [m]	y [m]	dx [m]	dy [m]	hs [m]	lsx [m]	lsy [m]	Rund	Form	Länge[m]
1	10.12	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
2	17.62	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
3	2.62	3.76	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
4	2.62	7.26	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
5	2.62	11.25	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50

Federsteifigkeiten

Nr	x [m]	y [m]	kN/m vertikal	kNm in x-Richtung	kNm in y-Richtung	Zug
1	10.12	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
2	17.62	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
3	2.62	3.76	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J
4	2.62	7.26	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J
5	2.62	11.25	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J

Lastfall 1 : (Typ G) Lastfall 1

Spez. Gewicht = 25.00 kN/m³, Belag, Putz etc. = 2.75 kN/m²

$h = 0.28 \text{ m}$ $g = 9.75 \text{ kN/m}^2$ Fläche = 286.96 m² Gewicht = 2797.86 kN

Lastfall 2 : (Typ N2) Lastfall 2

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	0.00	1.06	2.62	5.00	5.00
2	2.62	1.06	13.39	5.00	5.00
3	2.62	14.45	2.62	5.00	5.00
4	0.00	14.45	13.39	5.00	5.00

Fläche = 35.08 m² Belastung = 175.41 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	7.26	3.75	5.00	5.00
2	21.37	7.26	3.99	5.00	5.00
3	21.37	11.25	3.75	5.00	5.00
4	17.62	11.25	3.99	5.00	5.00

Fläche = 14.96 m² Belastung = 74.81 kN

Lastfall 3 : (Typ N2) Lastfall 3

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	7.26	7.50	5.00	5.00
2	10.12	7.26	7.19	5.00	5.00
3	10.12	14.45	7.50	5.00	5.00
4	2.62	14.45	7.19	5.00	5.00

Fläche = 53.92 m² Belastung = 269.63 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	0.00	3.75	5.00	5.00
2	21.37	0.00	7.26	5.00	5.00
3	21.37	7.26	3.75	5.00	5.00
4	17.62	7.26	7.26	5.00	5.00

Fläche = 27.23 m² Belastung = 136.13 kN

 Lastfall 4 : (Typ N2) Lastfall 4

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	1.06	6.66	5.00	5.00
2	9.28	1.06	6.26	5.00	5.00
3	10.12	7.26	7.50	5.00	5.00
4	2.62	7.26	6.20	5.00	5.00

Fläche = 43.90 m2 Belastung = 219.48 kN

 Lastfall 5 : (Typ N2) Lastfall 5

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	10.12	7.26	7.50	5.00	5.00
2	17.62	7.26	7.19	5.00	5.00
3	17.62	14.45	7.50	5.00	5.00
4	10.12	14.45	7.19	5.00	5.00

Fläche = 53.93 m2 Belastung = 269.63 kN

 Lastfall 6 : (Typ N2) Lastfall 6

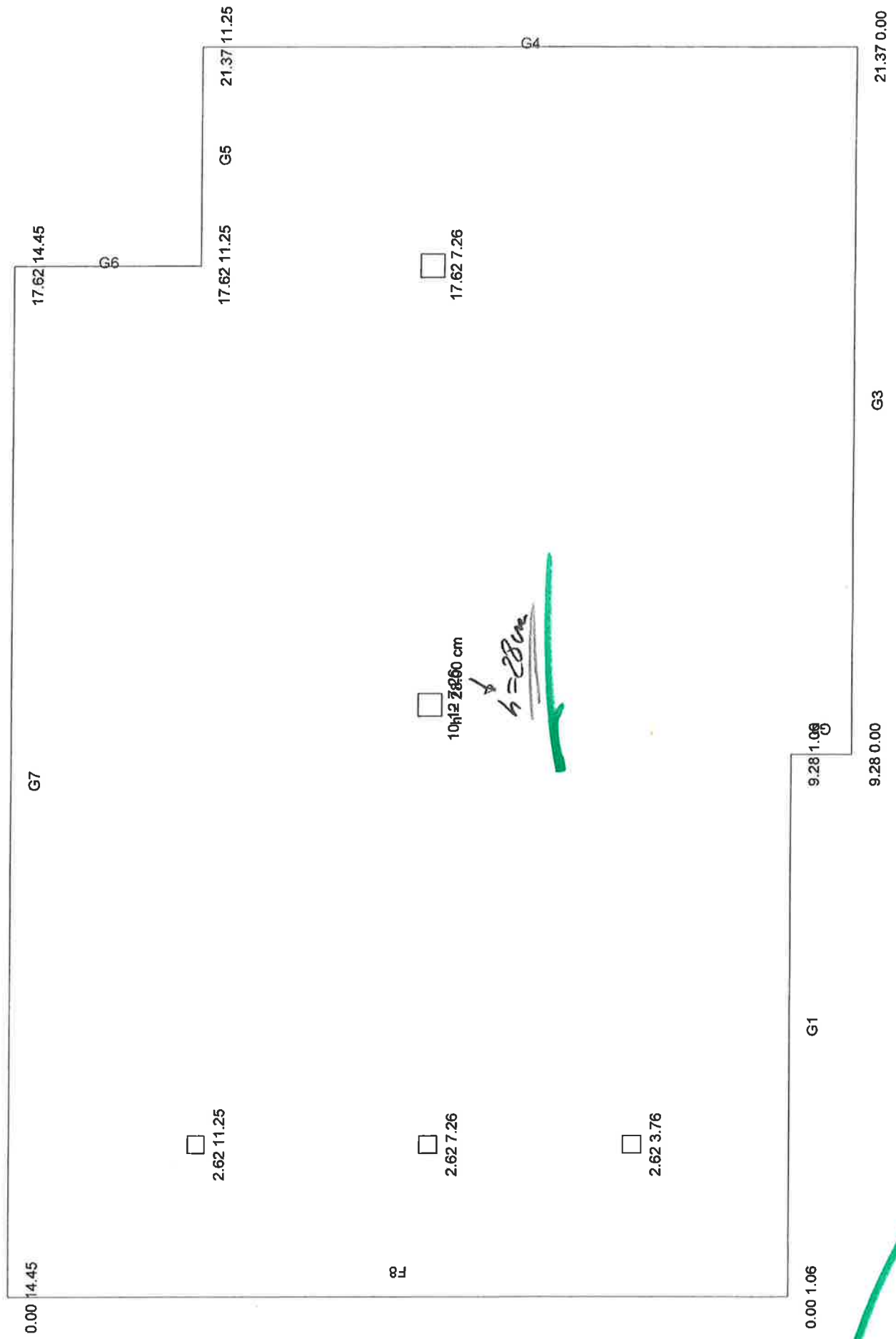
Belastete Flächen

Nr. 1

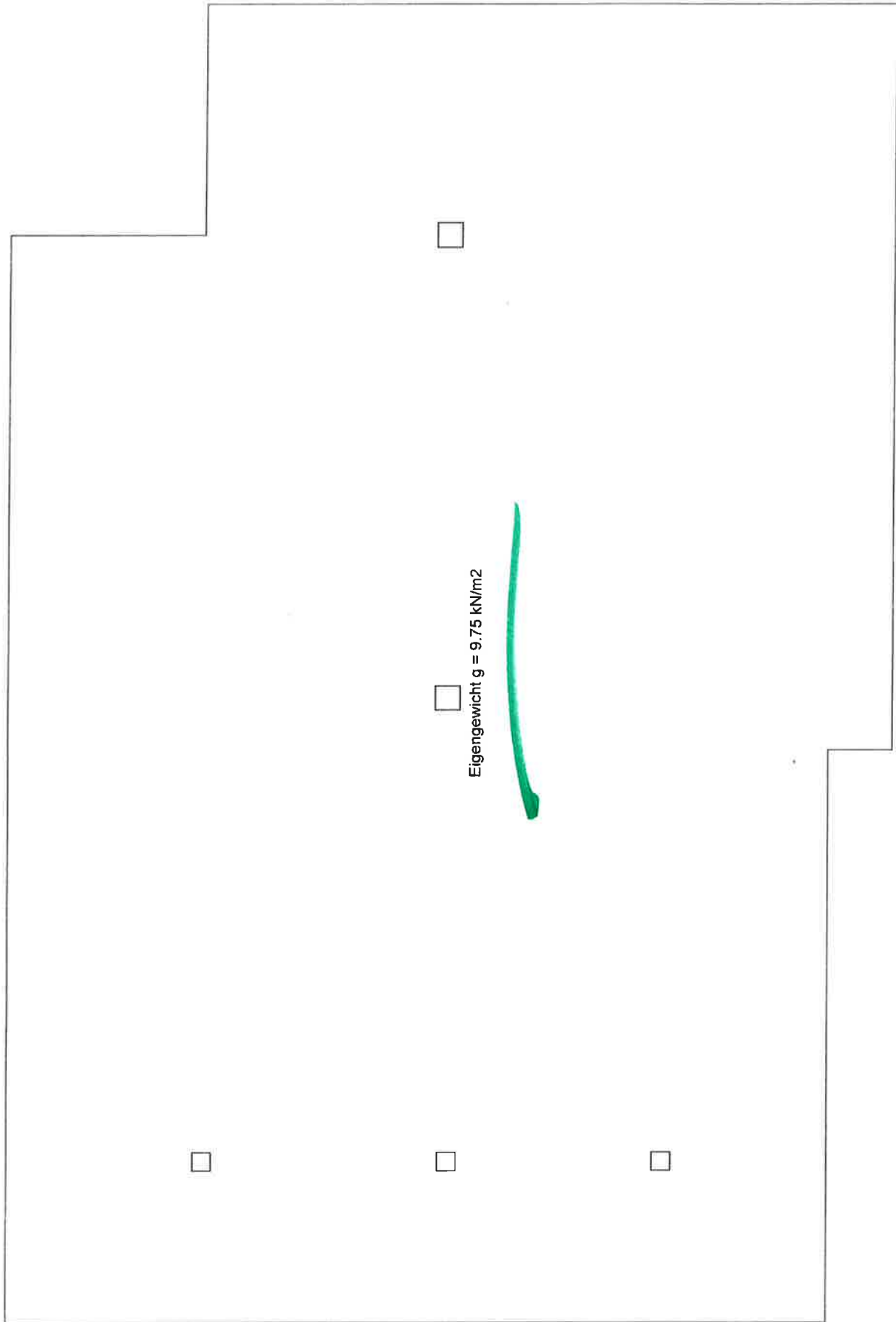
Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	9.28	0.00	8.34	5.00	5.00
2	17.62	0.00	7.26	5.00	5.00
3	17.62	7.26	7.50	5.00	5.00
4	10.12	7.26	6.26	5.00	5.00
5	9.28	1.06	1.06	5.00	5.00

Fläche = 57.94 m2 Belastung = 289.72 kN

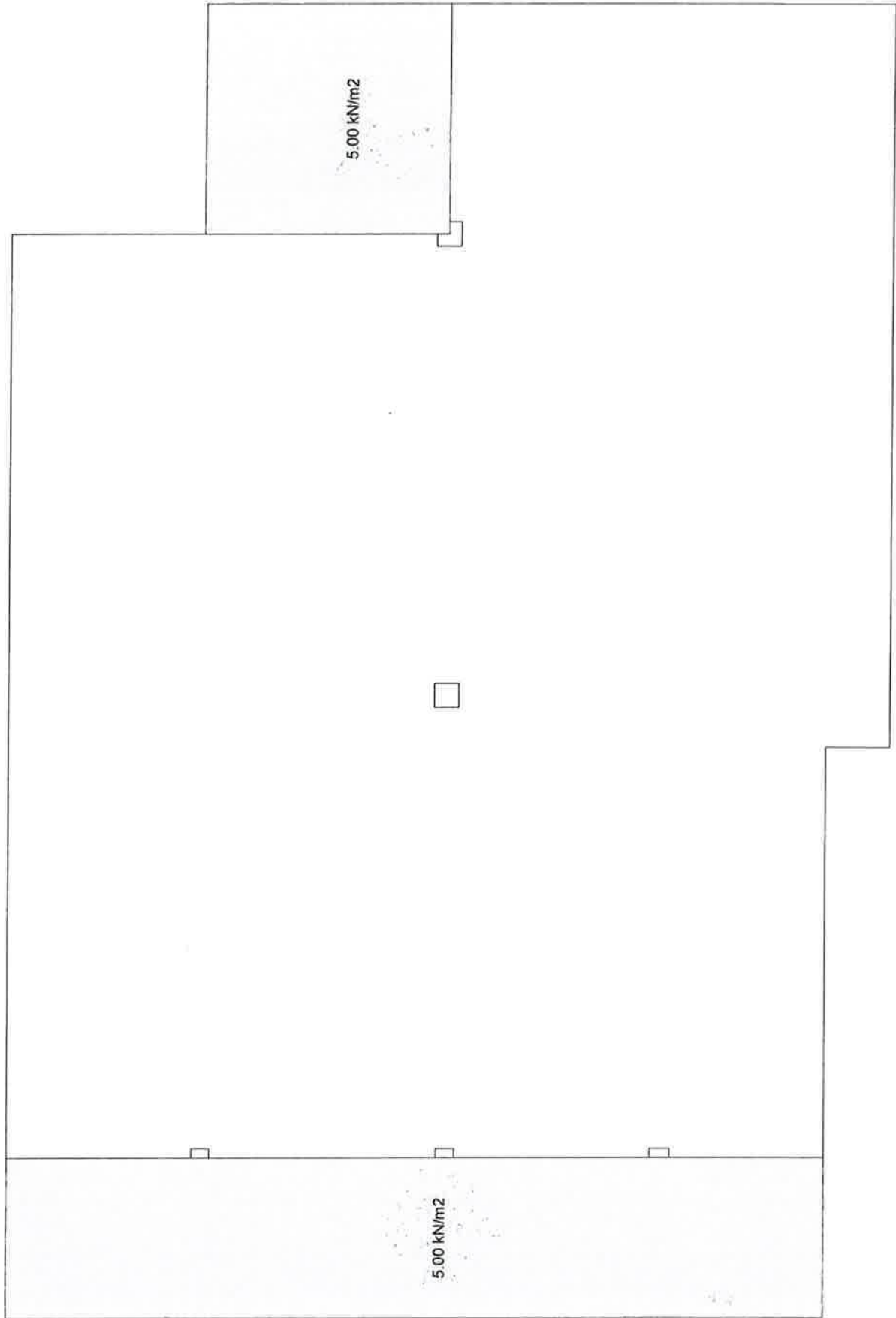




Deckenplatte Position 1 1 cm = 0.92 m

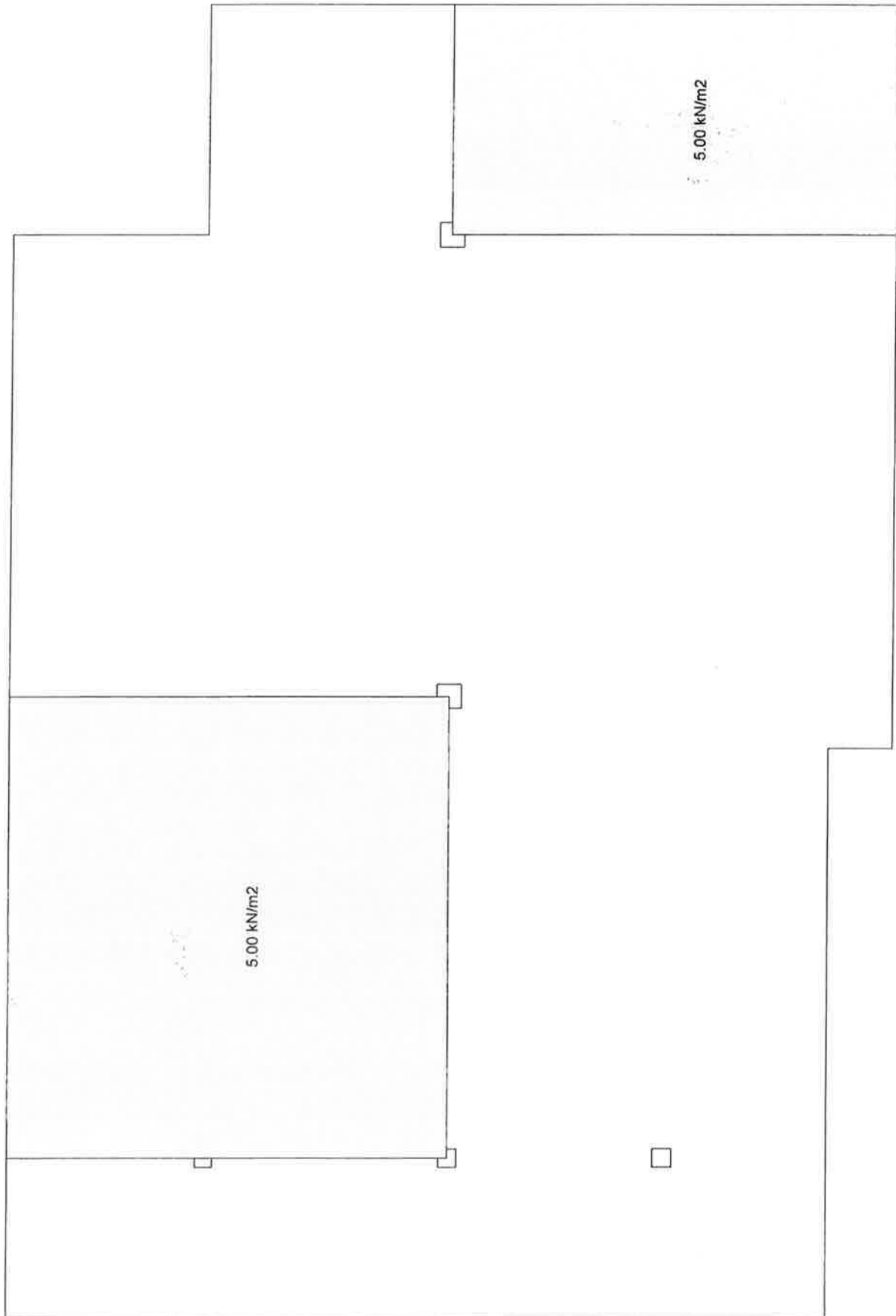


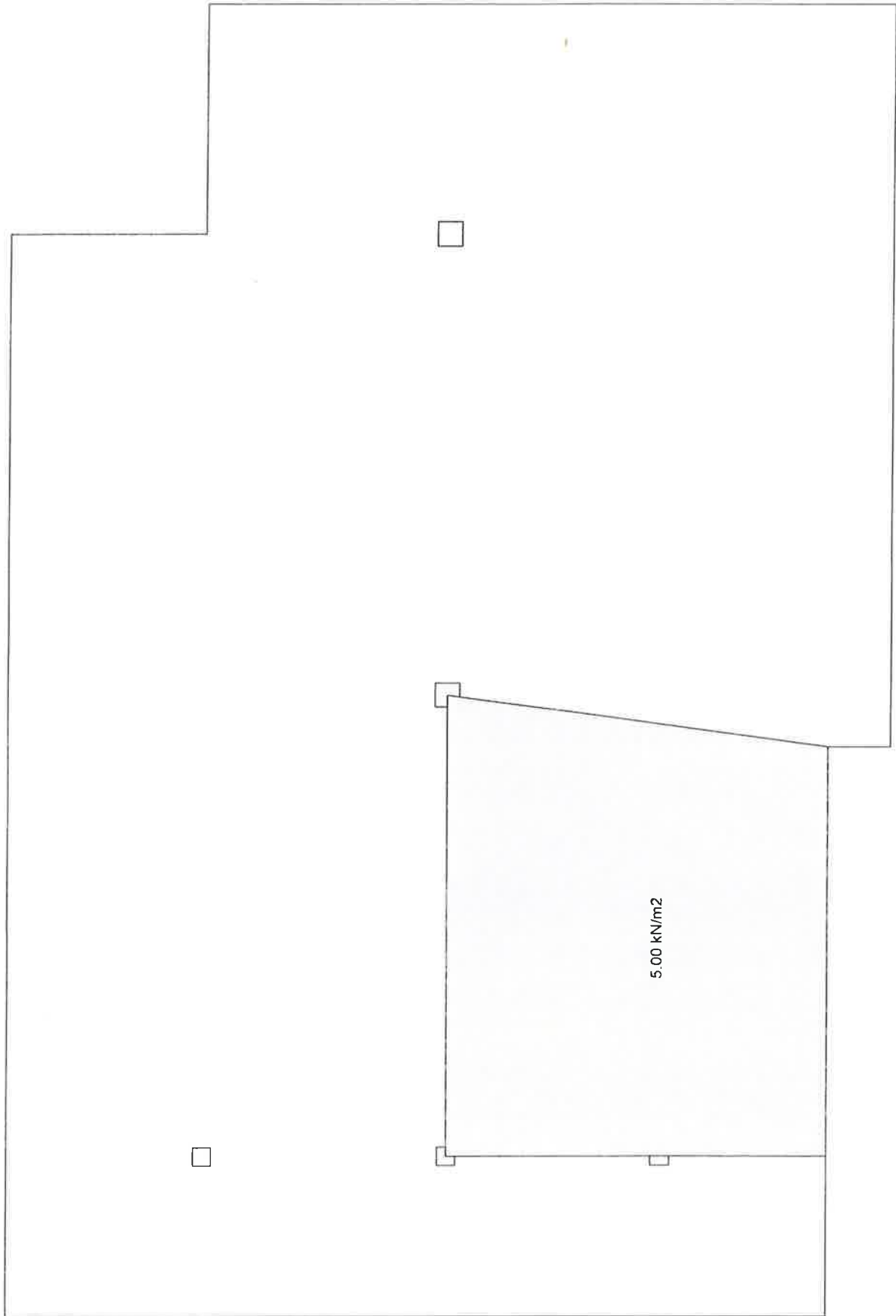
Eigengewicht $g = 9.75 \text{ kN/m}^2$

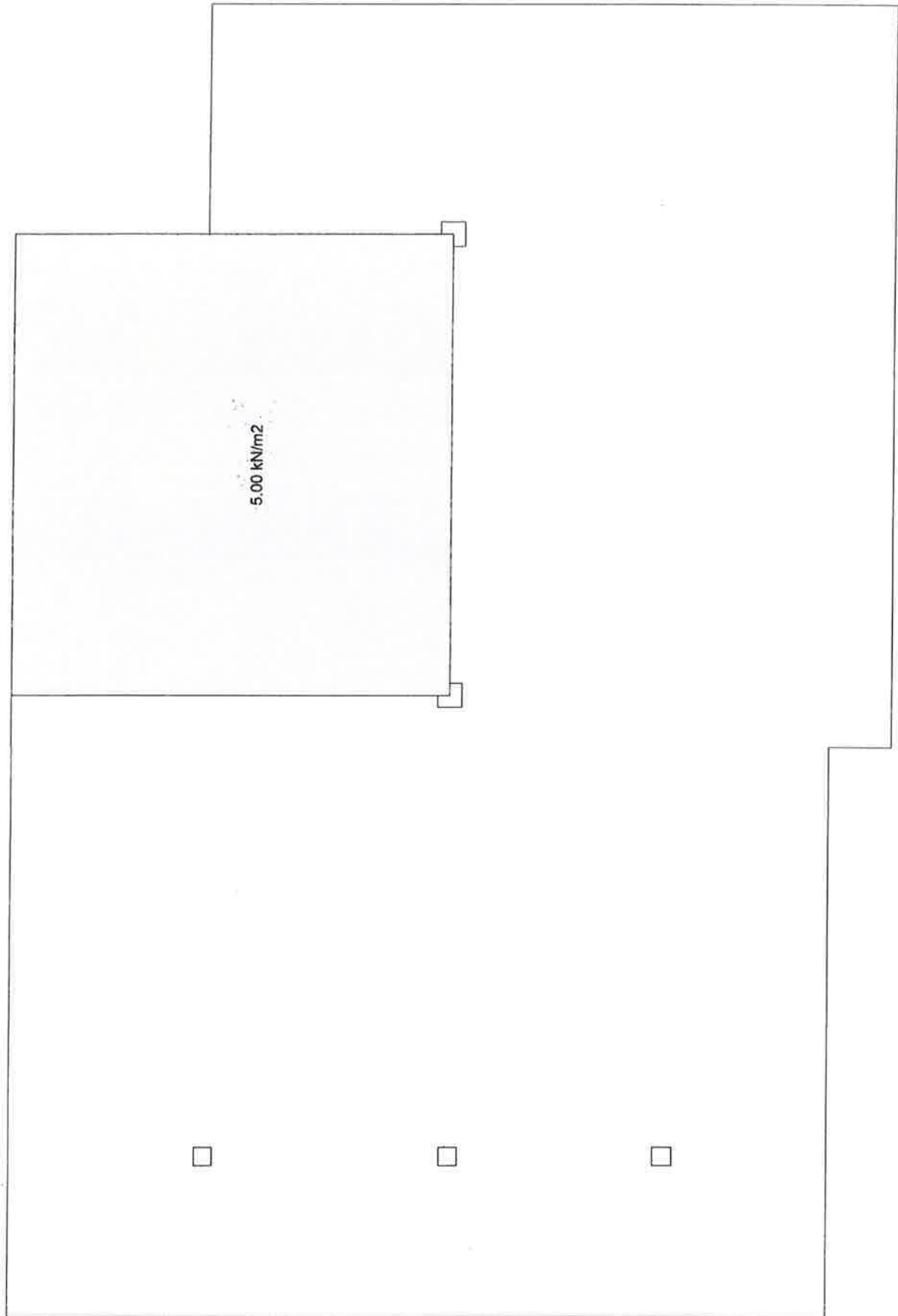


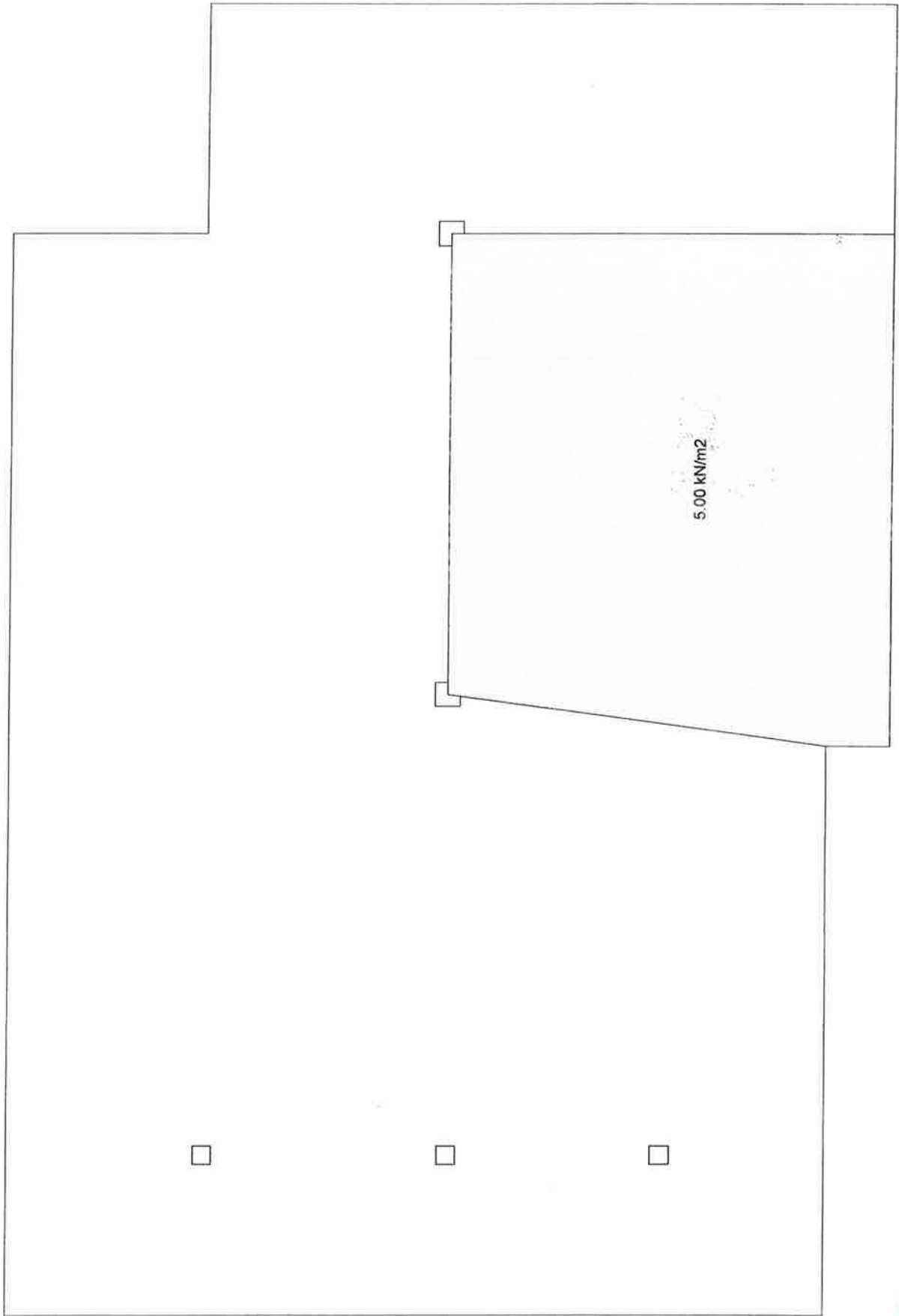
Deckenplatte Position 1 LF 2 von 6 1 cm = 0.92 m



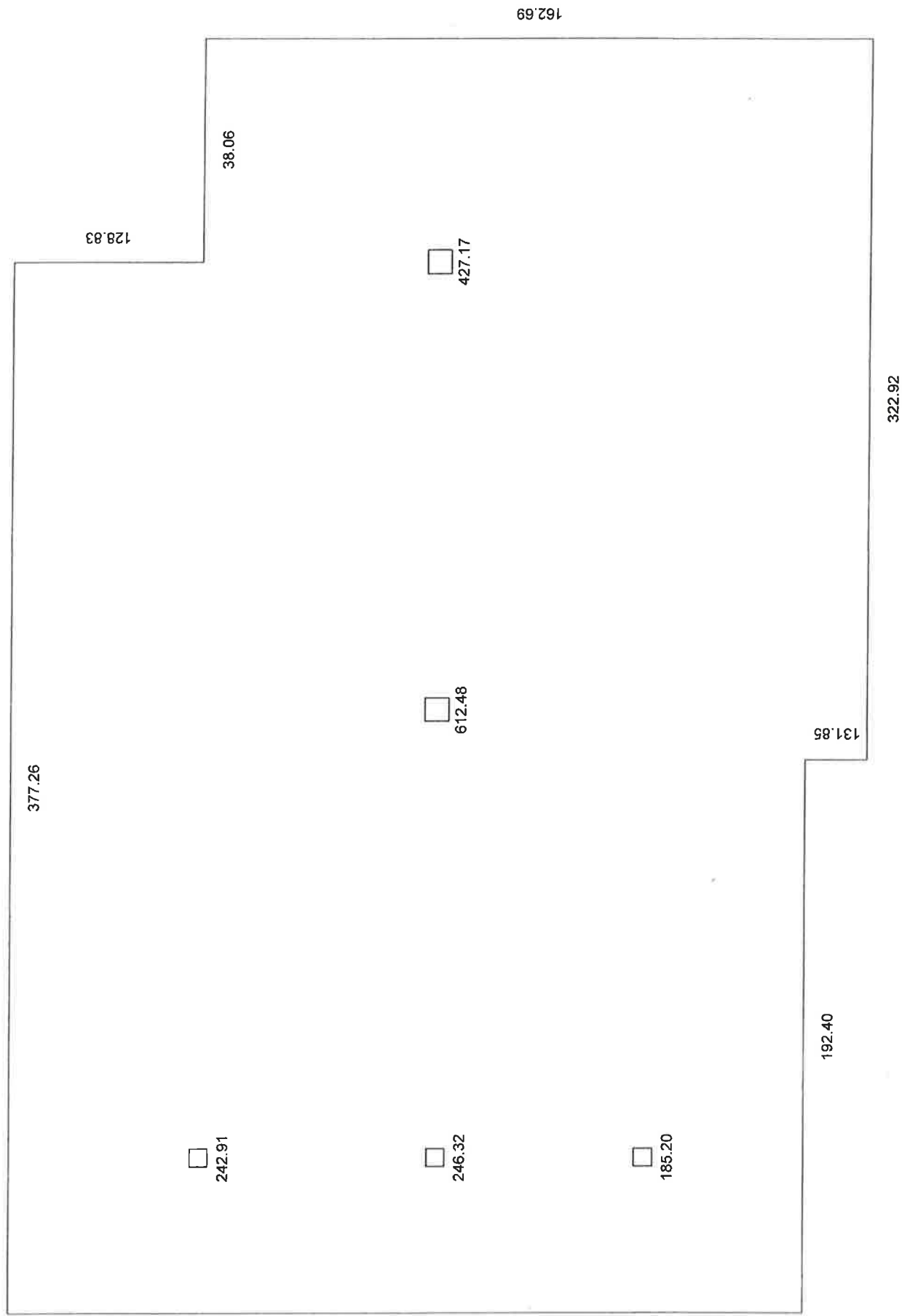




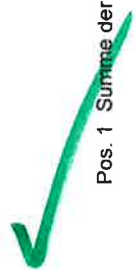


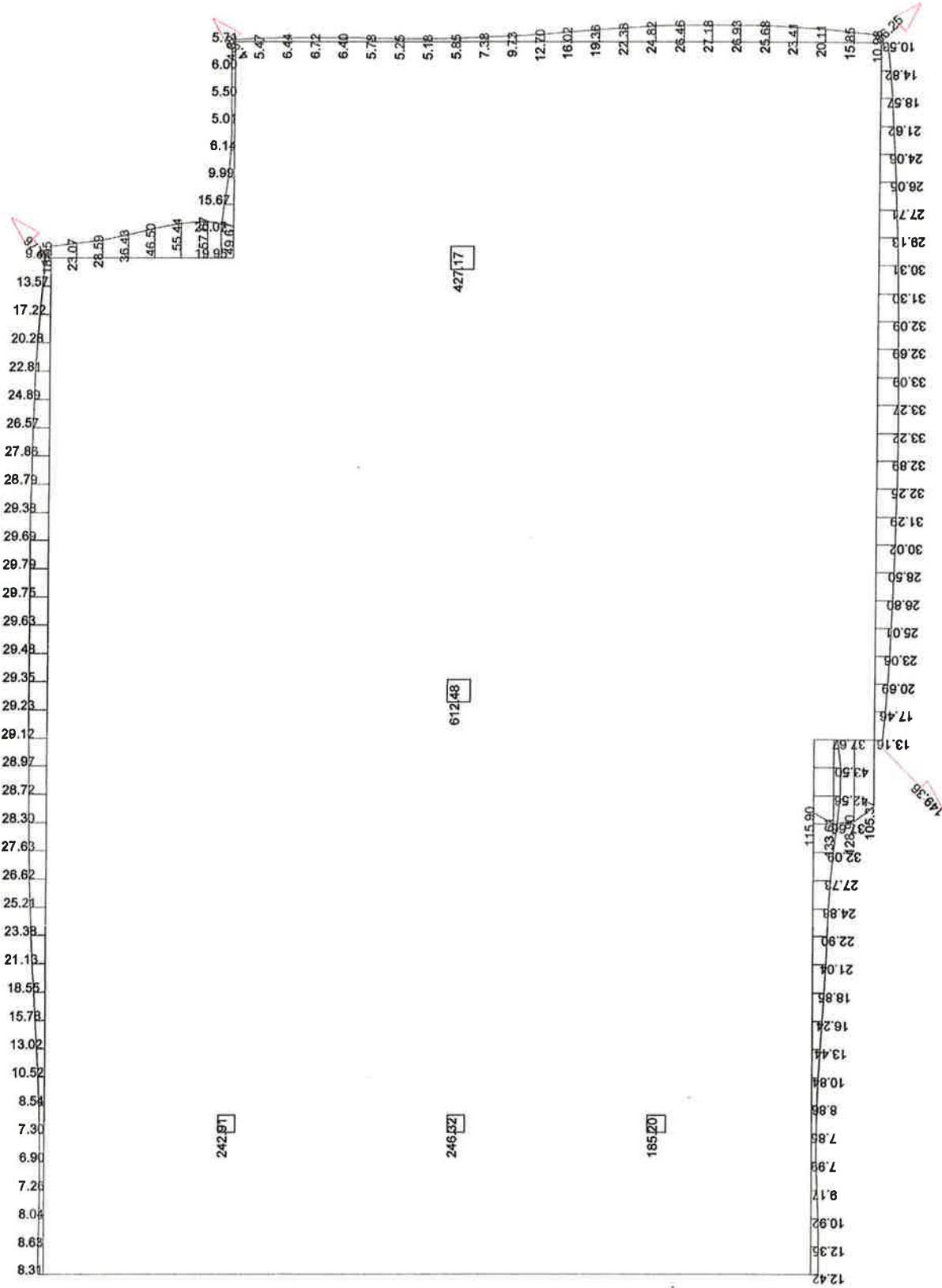


Deckenplatte Position 1 LF 6 von 6 1 cm = 0.92 m

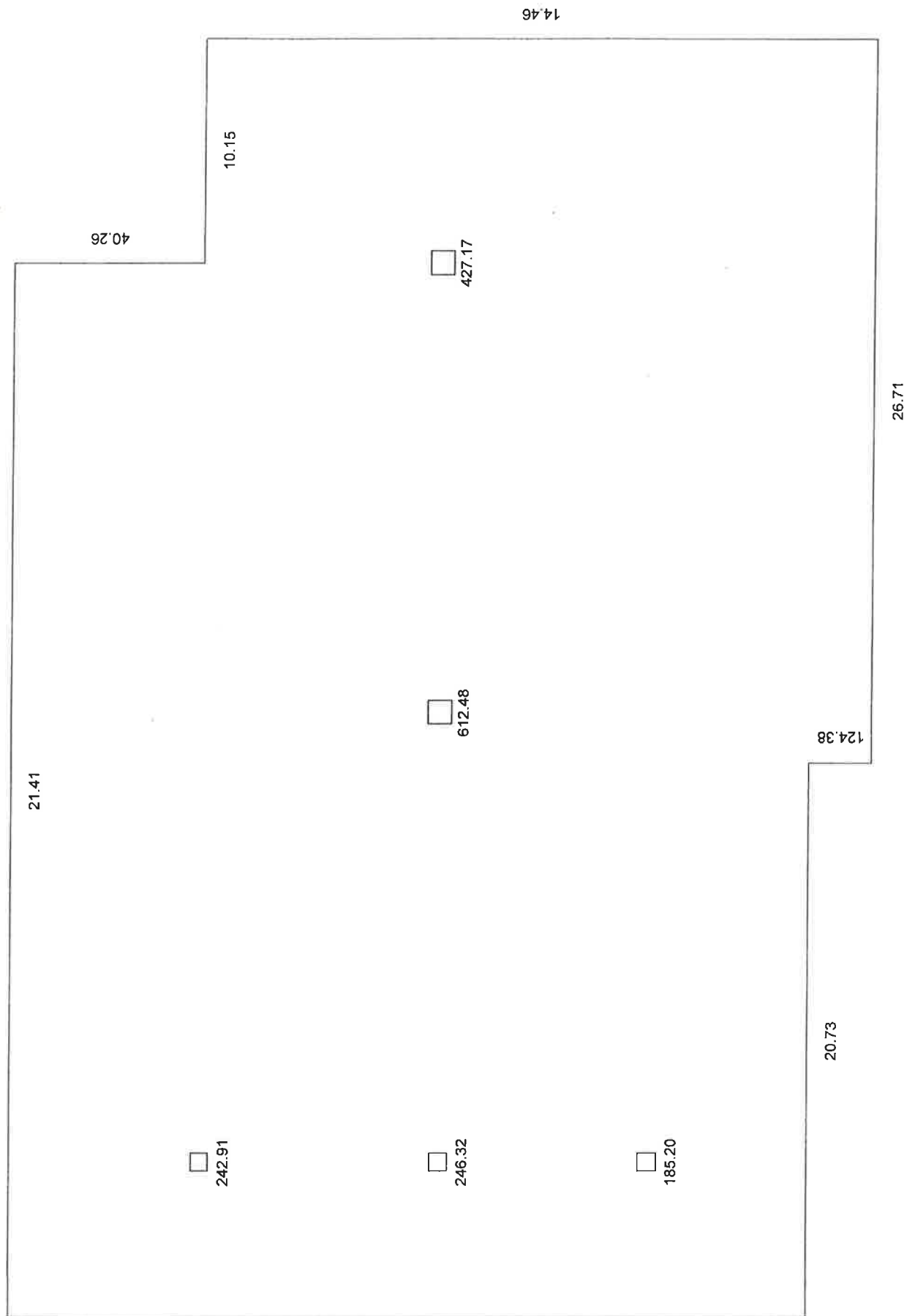


Pos. 1 Summe der Lagerkräfte im LF 1 [kN]

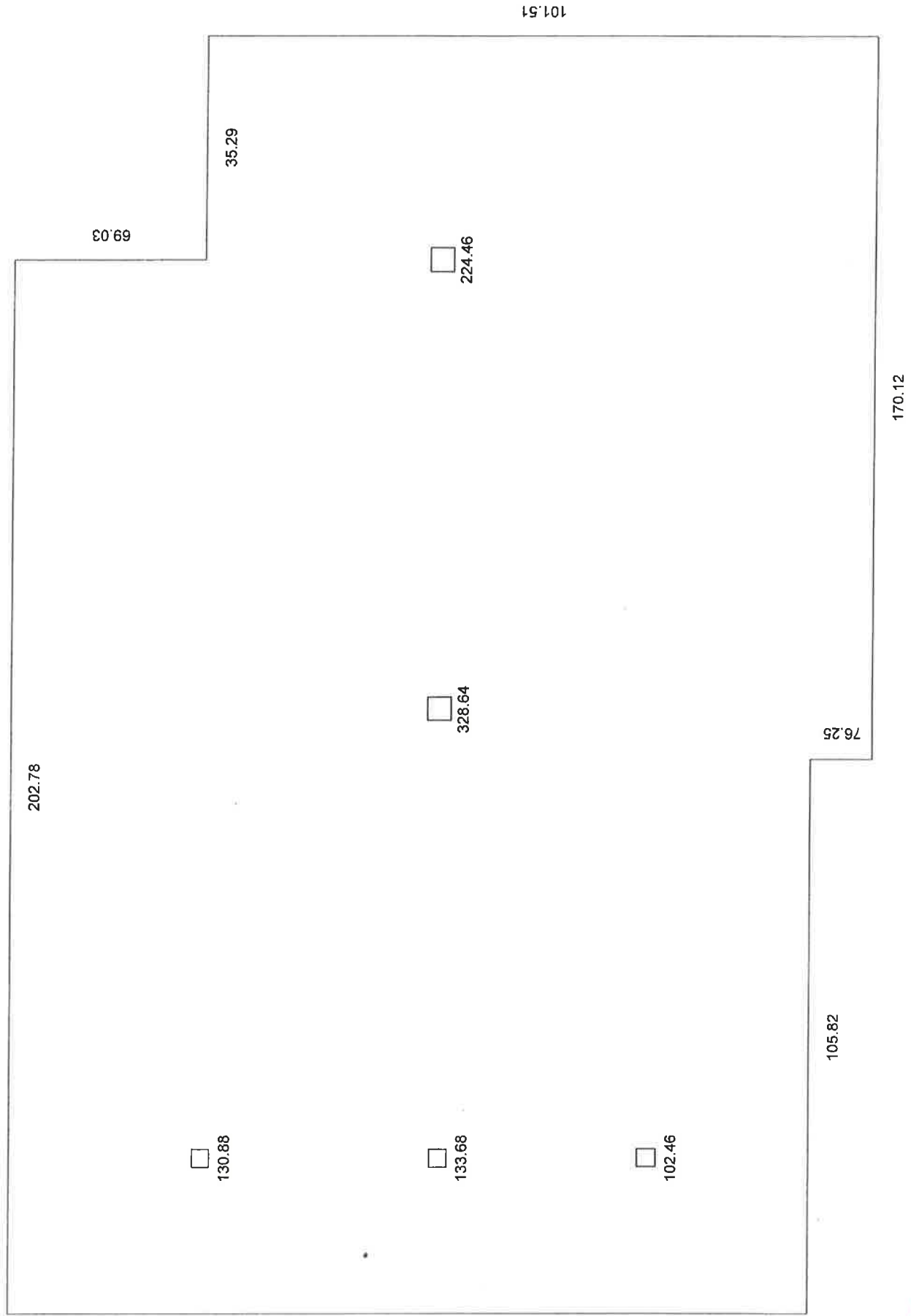




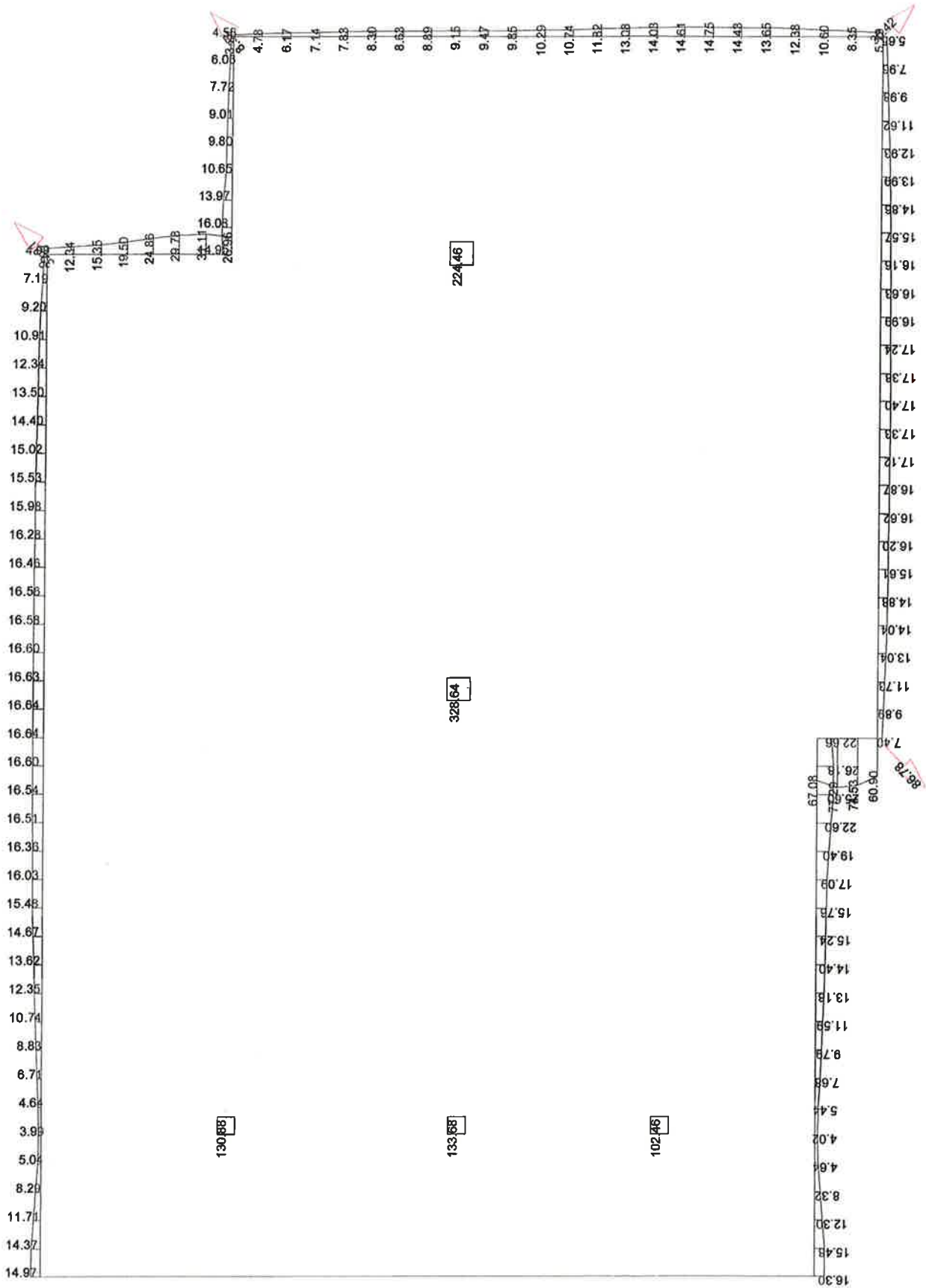
Position 1 Lagerkräfte [kN/m] im LF 1



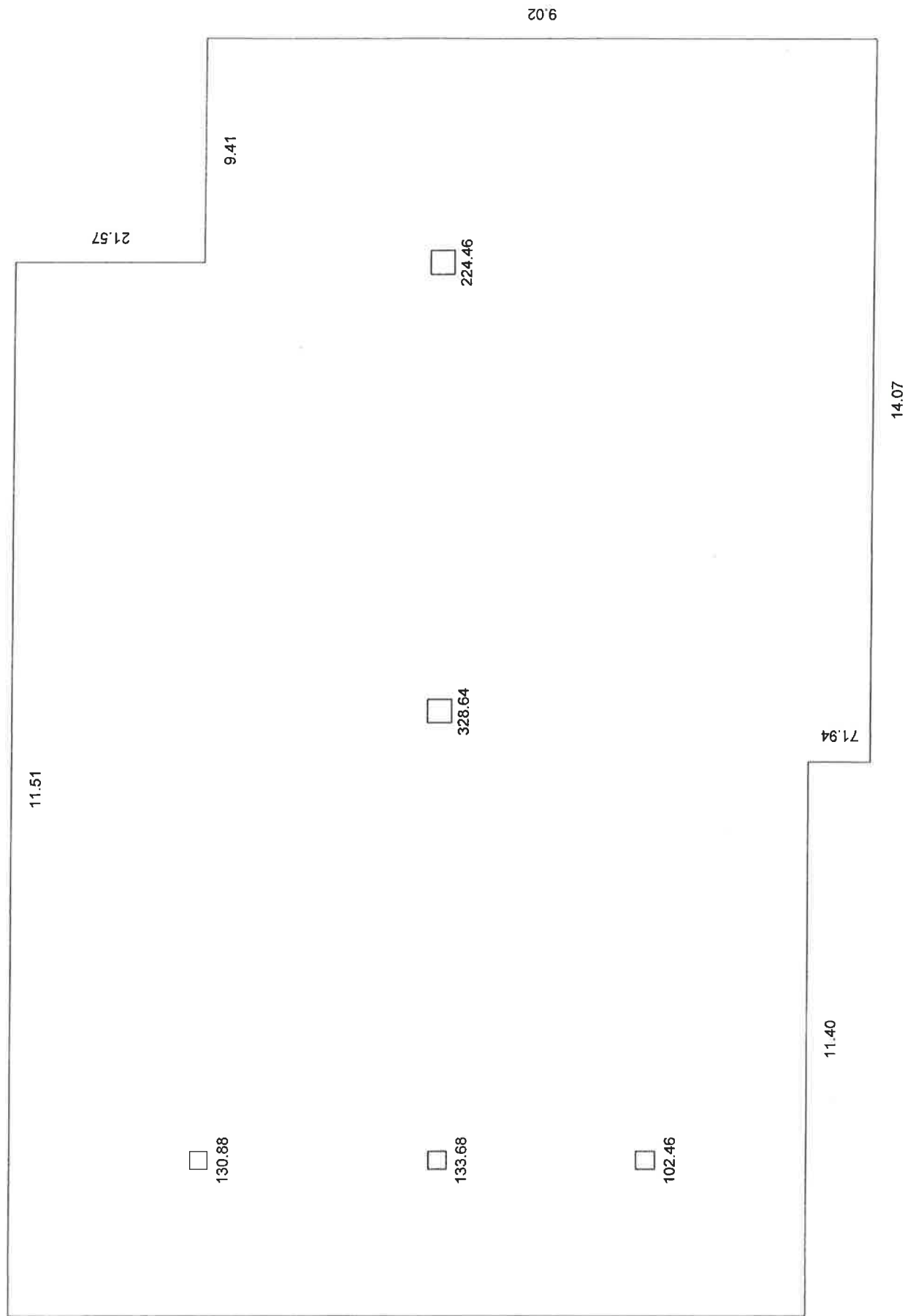
Pos. 1 Summe der Lagerkräfte alle LF g (max) pro lfd. Meter [kN/m]



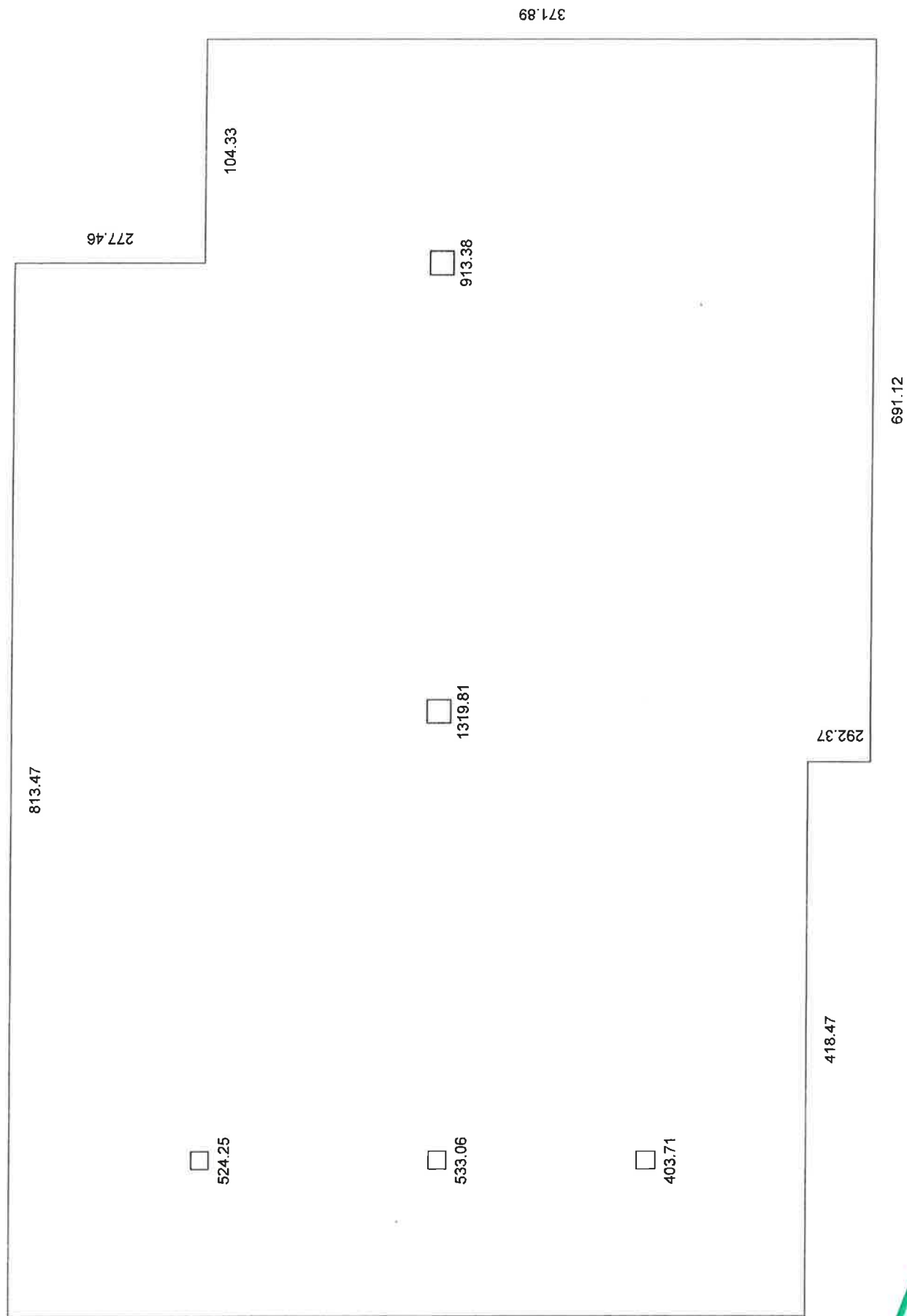
✓ Pos. 1 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) [kN]



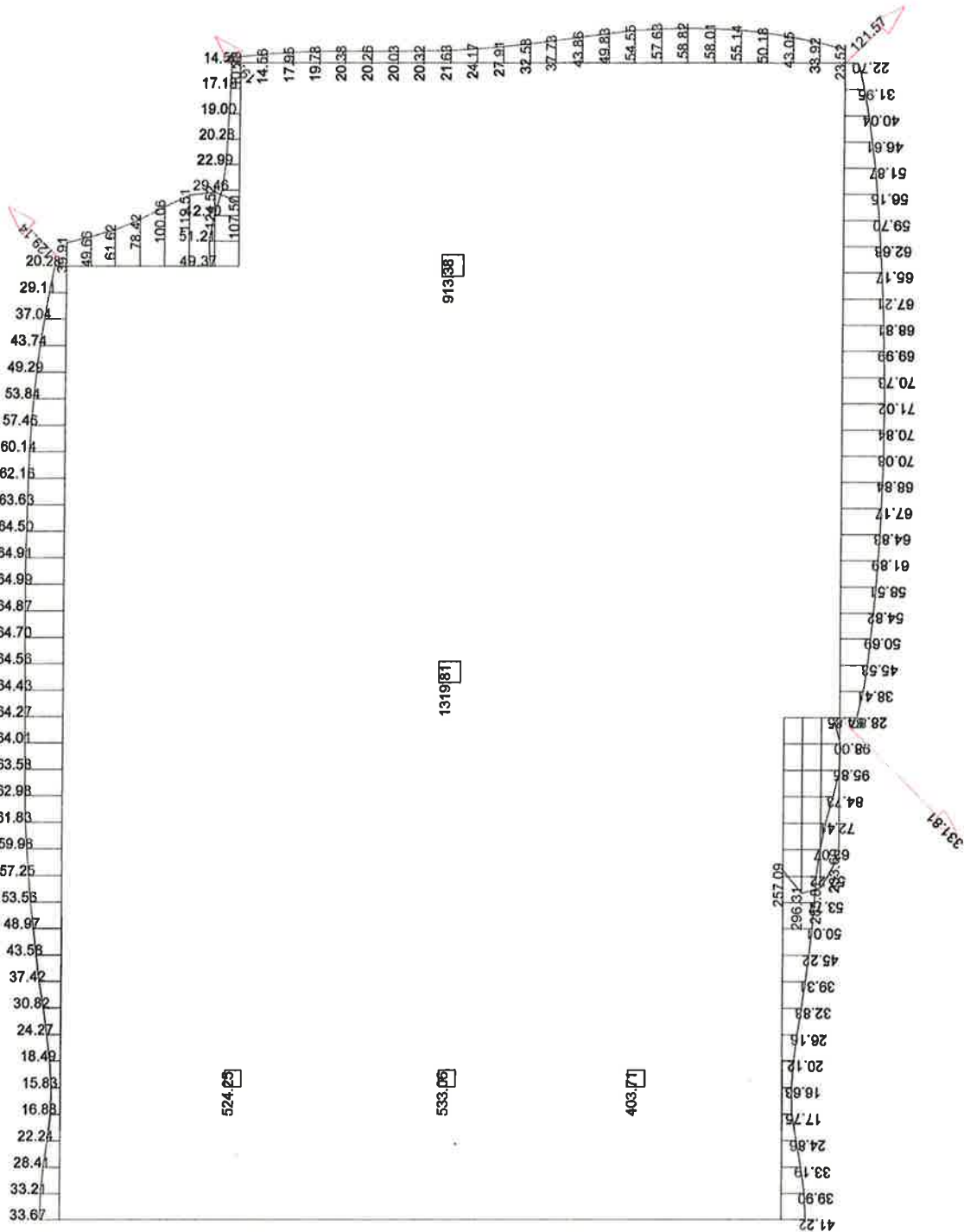
Position 1 Lagerkräfte [kN/m] alle LF N2 (max)



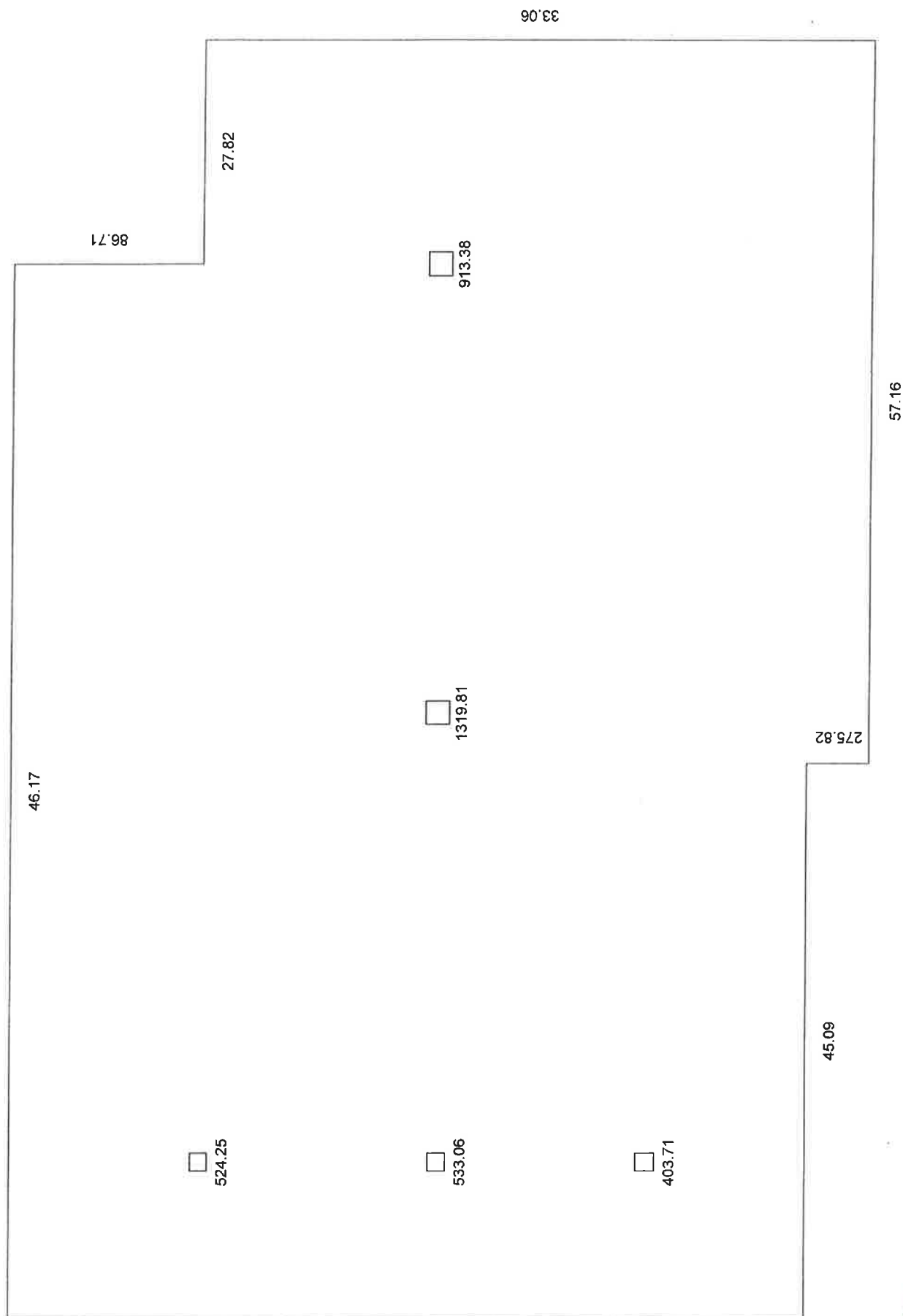
Pos. 1 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) pro lfd. Meter [kN/m]



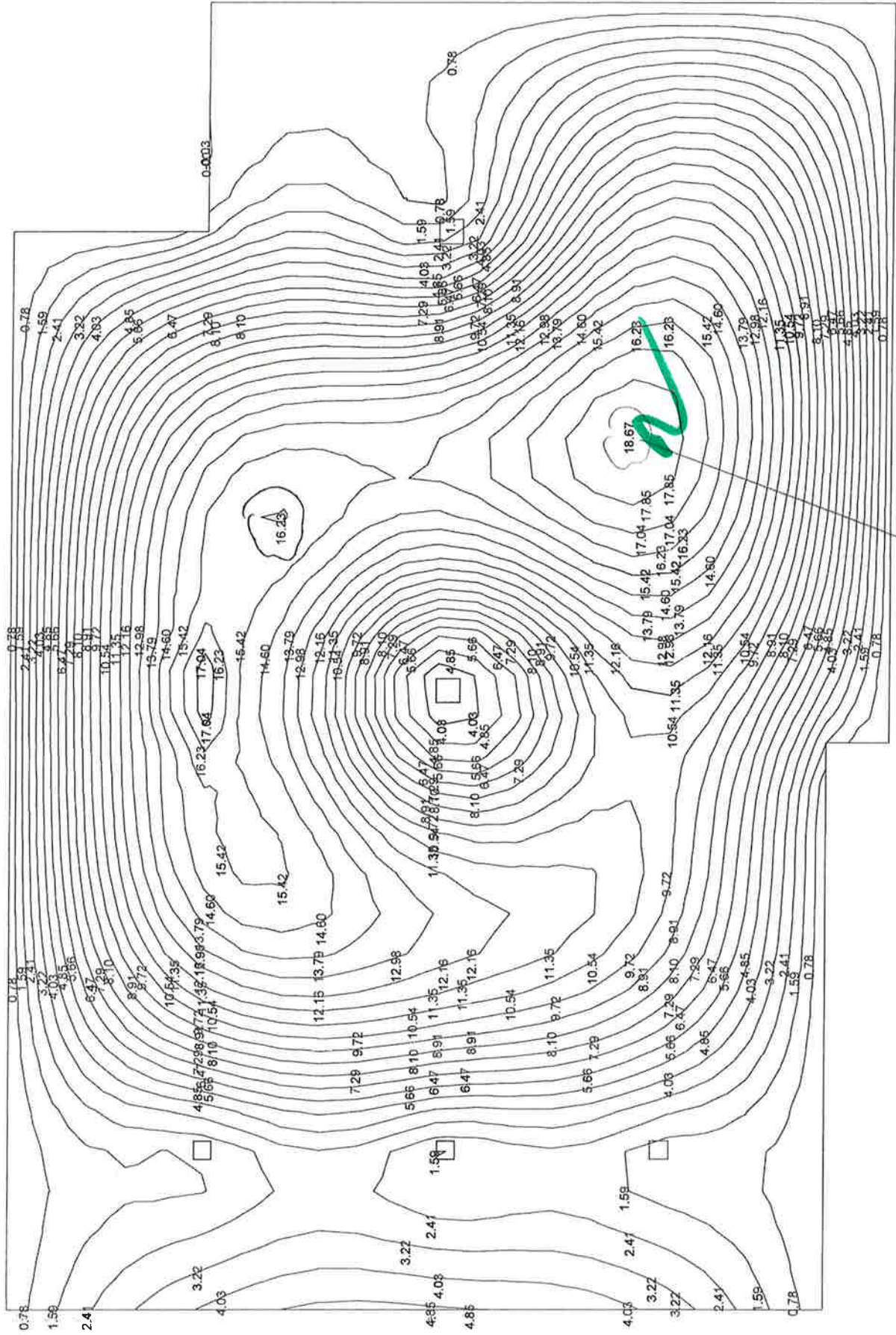
Pos. 1 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT [kN]



Position 1 Lagerkräfte [kN/m] alle LF (max) GZT



Pos. 1 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT pro lfd. Meter [kN/m]



$\Delta \approx 1,87 \text{ cm}$
 $\approx 7,5 \text{ mm}$
 $\approx \frac{2}{400}$

Position 1: Niveaulinien der Durchbiegung im Z II [mm] alle LF (max) GZT

Bemessung:

Betonstahl B 500 B $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$

Beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ N/mm}^2$

$\min_{as} = 3.383 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($h = 28.0 \text{ cm}$)

Expositionsklassen XC 3 XF 1

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$ ($0.85 = \alpha_{cc}$ s. EC2 3.1.6 Glg. (3.15))

* = mit Druckbewehrung, - 1 = keine Bewehrung möglich.

Plattendicke = 28.0 cm $as_{\min} = 3.4 \text{ cm}^2/\text{m}$

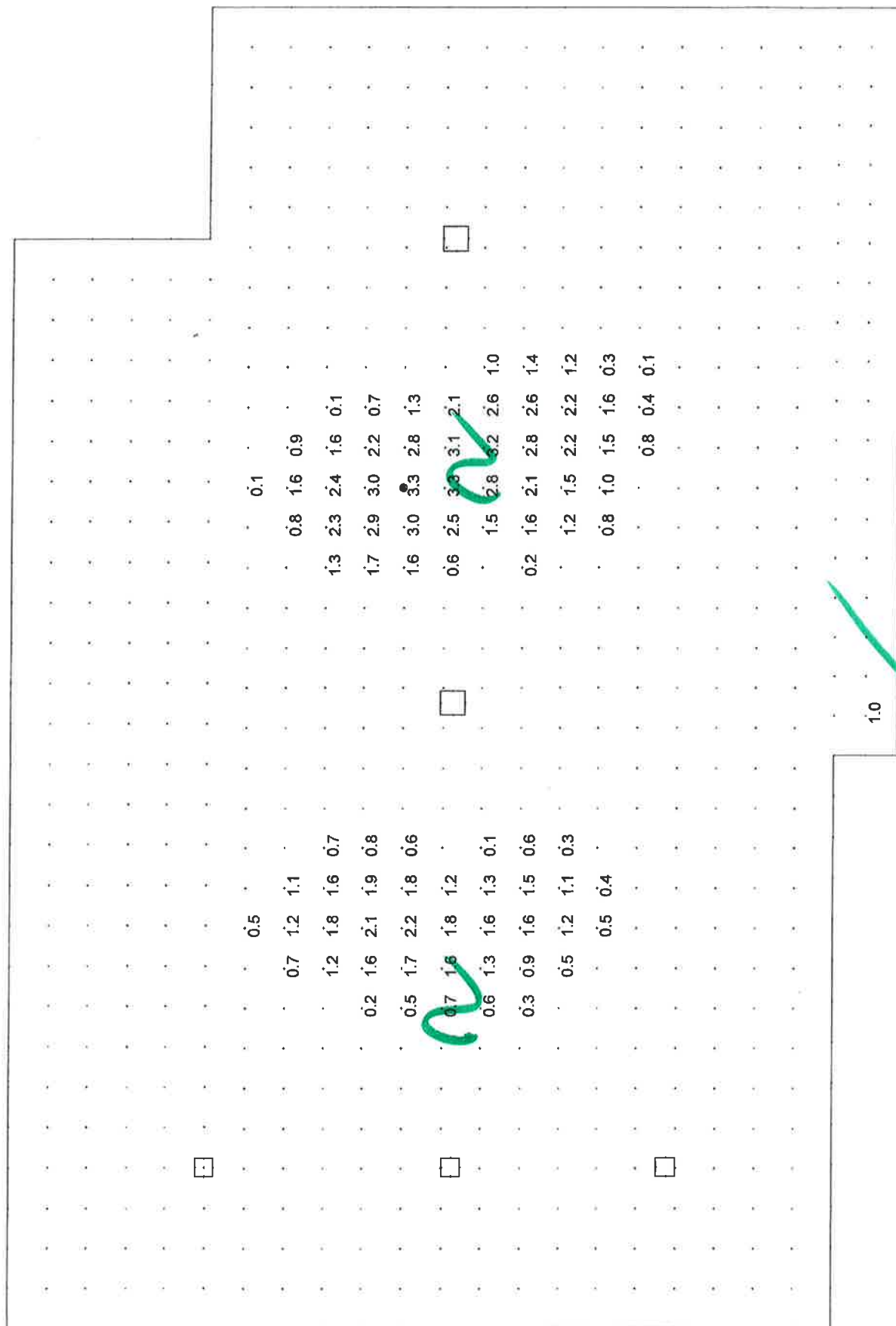
Randabstand d. Bewehrung Oben: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Randabstand d. Bewehrung Unten: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Bemessungsmomente, die auf der betreffenden Seite Zug erzeugen, sind positiv und sonst negativ.

Mindestbewehrung:

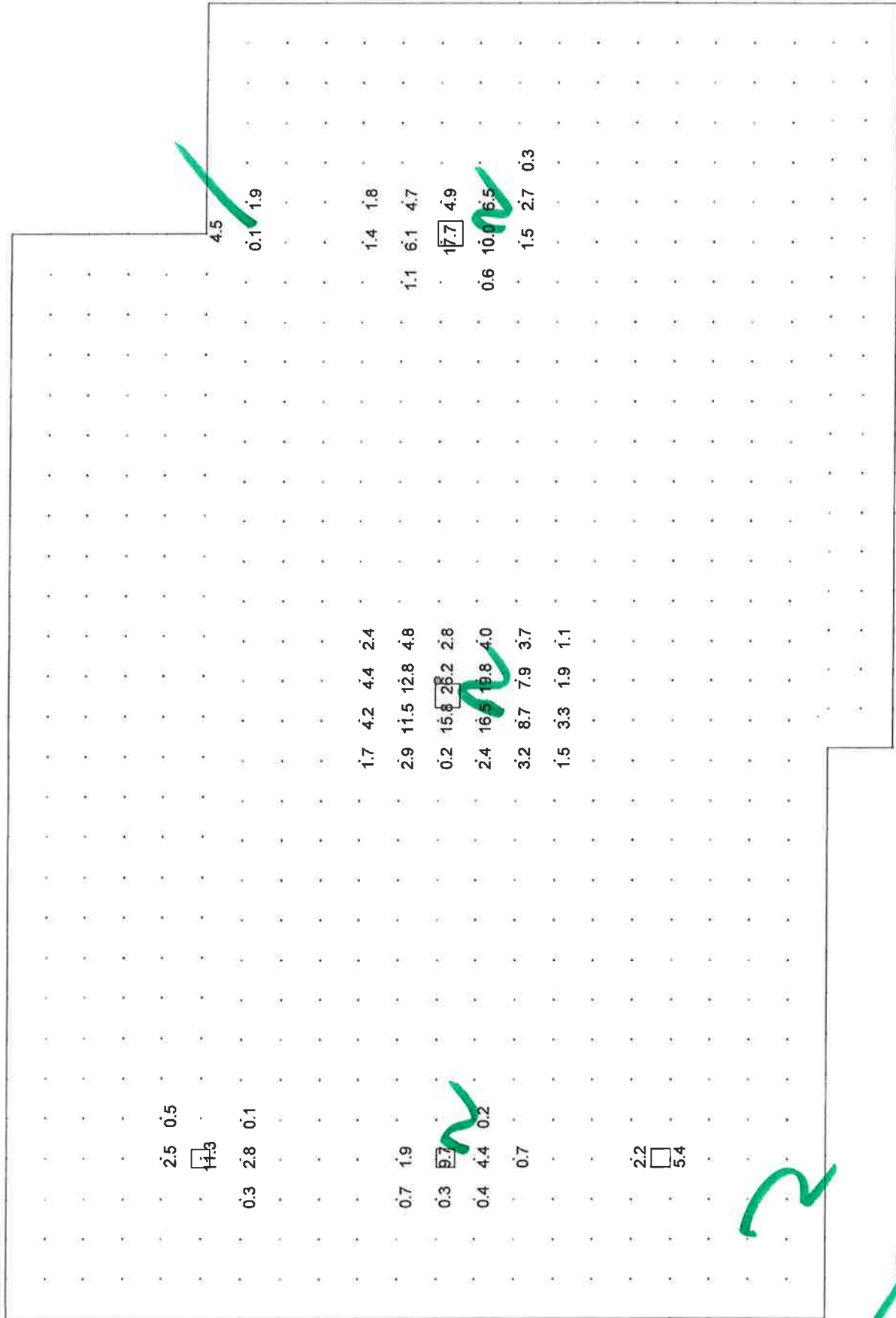
gew. Q524A oben + unten
bzw. #40115 o.ä.



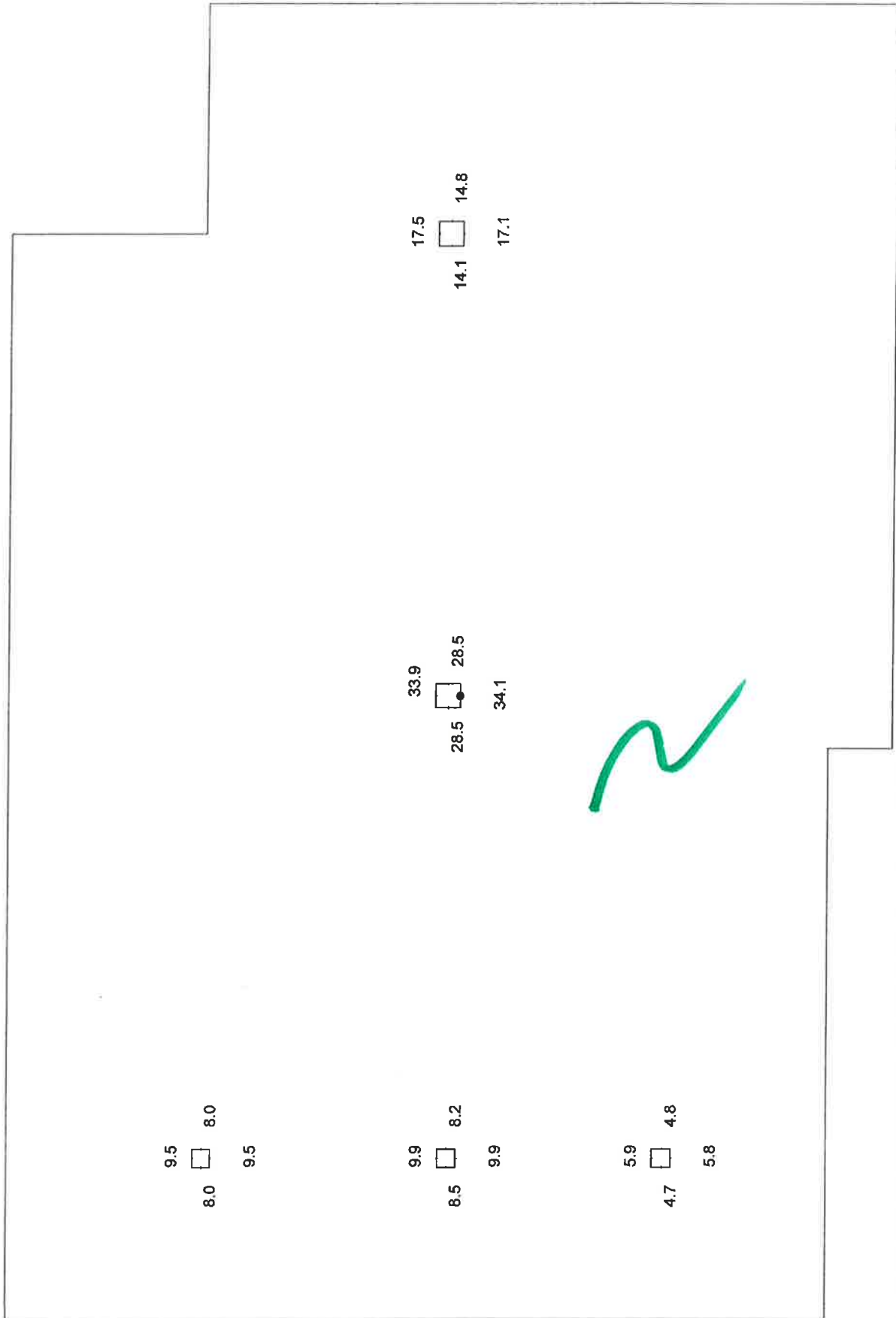
Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 C30/37 XC 3 B 500 B XF 1 d = 28.00 cm Randabstand oben x = 5.0 cm y = 5.0 cm unten x = 5.0 cm y = 5.0 cm

Max as_x = 8.6 as_y = 0.0 cm2/m Sätze 1 2

Pos. 1 as_x unten Zulagen zur Grundbewehrung as_x 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$ unten $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$
 Max $a_{s_x} = 31.4$ $a_{s_y} = 0.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ Satz 1
 Pos. 1 a_{s_x} oben Zulagen zur Grundbewehrung $a_{s_x} 5.2$

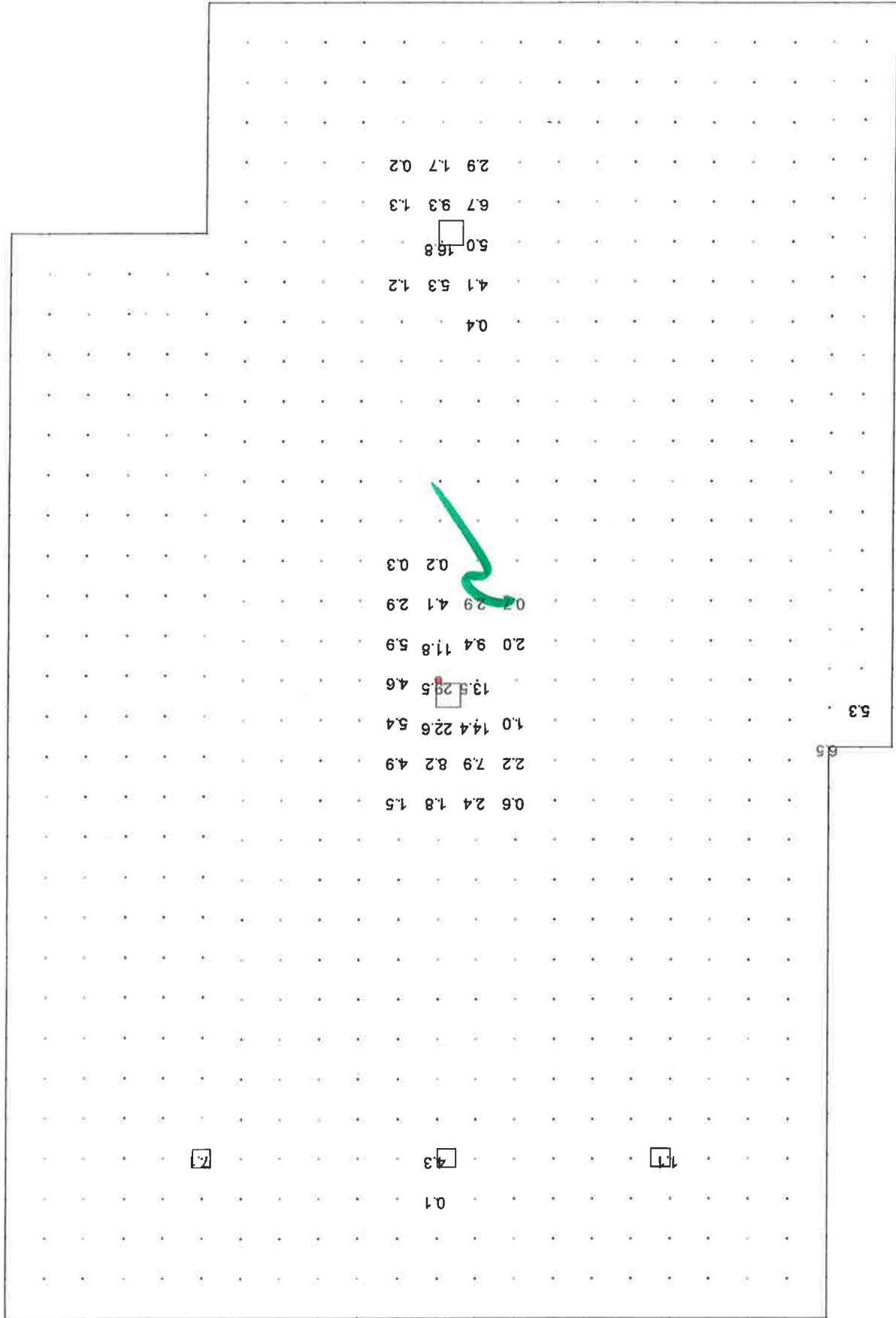


Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

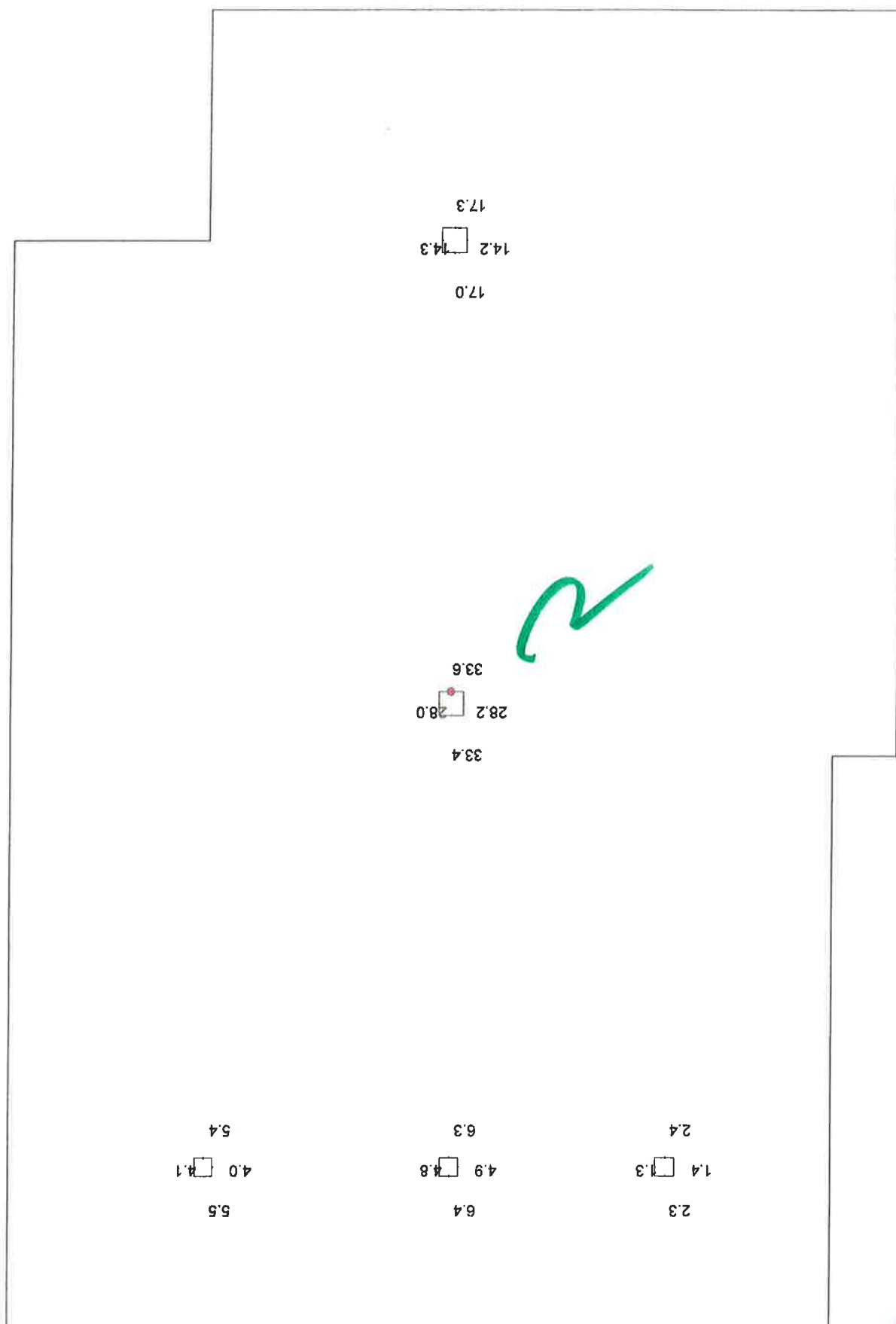
Randabstand oben $x = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm

Max $a_{s_x} = 39.3$ as_y = 0.0 cm²/m Satz 2

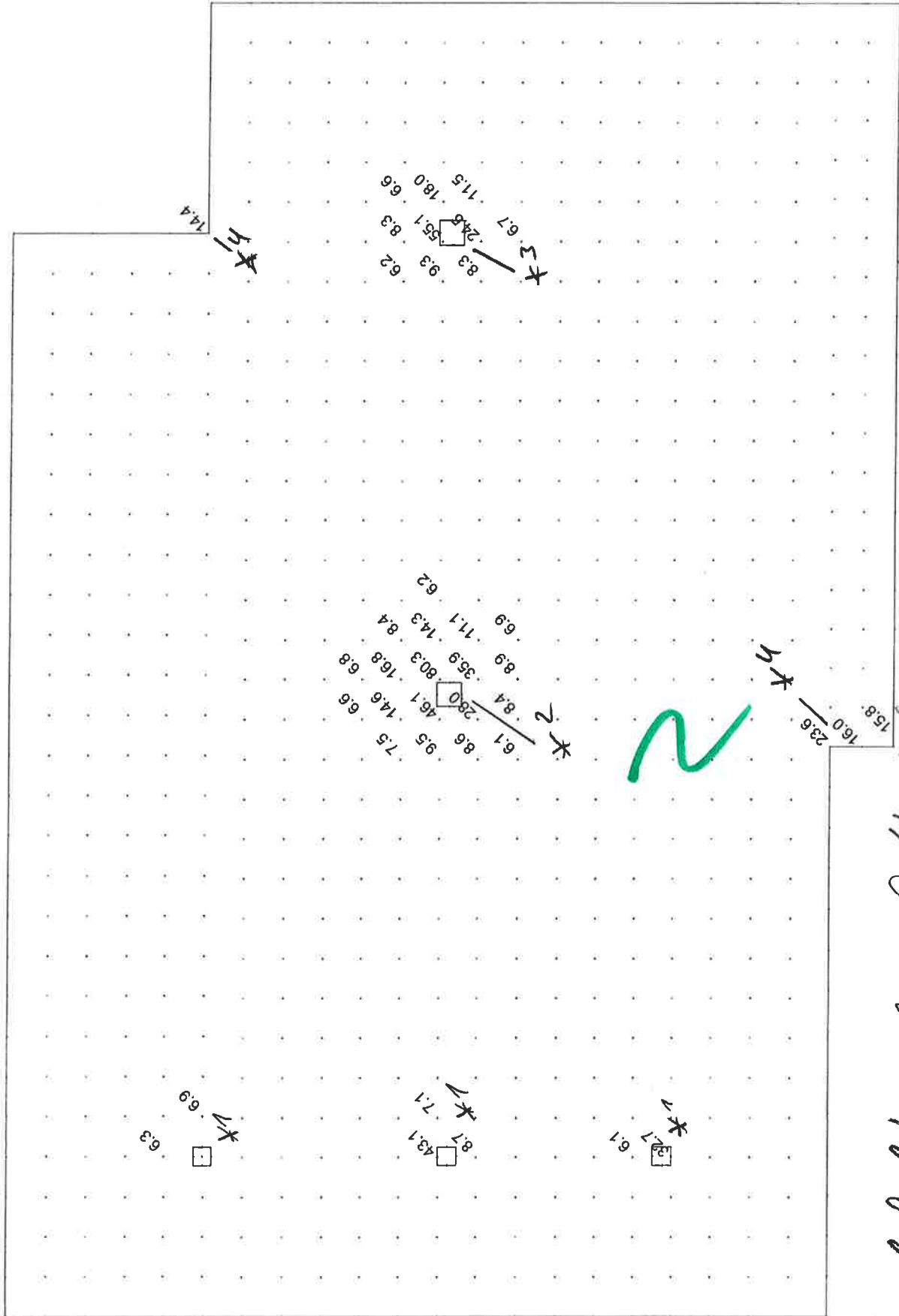
Pos. 1 as_x oben Zulagen zur Grundbewehrung as_x 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben x = 5.0 cm y = 5.0 cm unten x = 5.0 cm y = 5.0 cm
 Max as_x = 0.0 as_y = 34.7 cm²/m Satz 1
 Pos. 1 as_y oben Zulagen zur Grundbewehrung as_y 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0 \text{ cm}$ unten $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$
 Max $a_s_x = 0.0$ $a_s_y = 38.9 \text{ cm}^2/\text{m}$ Satz 2
 Pos. 1 a_s_y oben Zulagen zur Grundbewehrung $a_s_y 5.2$



~~X^{1-X4}: siehe Querschnitt nachweise auf folgenden Seiten 8 $\Rightarrow$ keine weitere Abschreibung erforderlich~~

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	533,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Plattendicke	h	=	28 cm
statische Nutzhöhe	d	=	23 cm
Stützenbreite	b	=	30 cm
Stützenbreite	a	=	30 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	0,65 % ($a_{sx} = a_{sy} = 14,95 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang

$$u_0 / d = 5,2$$

u_1

$$= 409 \text{ cm}$$

$$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$$

$$= 1,93$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$

$$= 0,12$$

$$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$$

$$= 624,19 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$= 515,0 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 587,2 \text{ kN} > 586,3 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 7,6 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

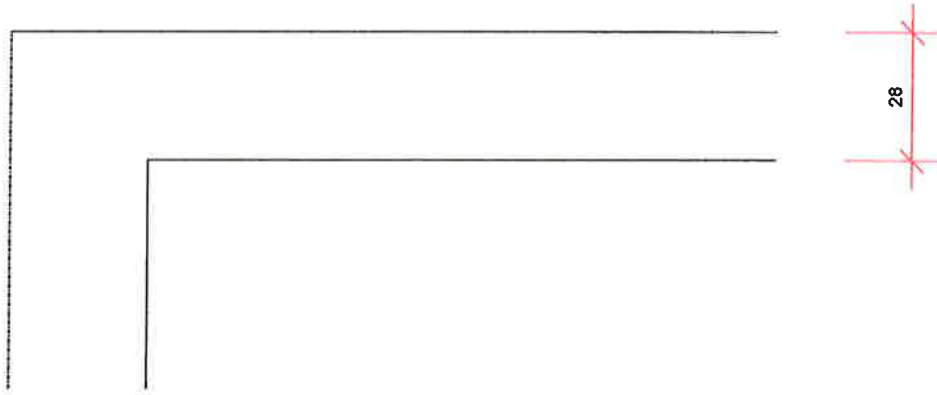


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

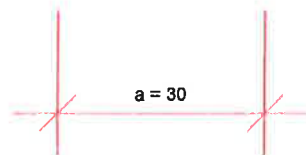
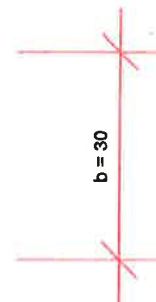
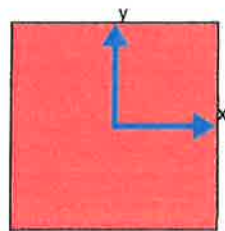
M 1:16



[cm]

Grundriss

M 1:11



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 168 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 168 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	1320,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Plattendicke	h	=	28 cm
statische Nutzhöhe	d	=	23 cm
Stützenbreite	b	=	40 cm
Stützenbreite	a	=	40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	ρ_l (< 1,95 %)	=	1,5 % ($a_{sx} = a_{sy} = 34,5 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang

$$u_0 / d = 7$$

$$u_1 = 449 \text{ cm}$$

$$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$

$$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} = 1,93$$

$$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 824,85 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} = 515,0 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 851,9 \text{ kN} < 1452,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

$$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 1669,7 \text{ kN} > 1452,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$$u_{out, req} = 918,4 \text{ cm} < 929,7 \text{ cm} = u_{out, prov}$$

$$l_{s, req} = 86,2 \text{ cm} < 88 \text{ cm} = l_{s, prov}$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c,out}$

$$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} = 0,10$$

$$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 687,37 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} = 515,0 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1469,8 \text{ kN} > 1452,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	31	23	18	11	8

Gewählt:	innen :	HDB-14/225-2/320
	außen :	2 x HDB-14/225-2/320

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 12$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 1559,5 \text{ kN} > 1452,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,03)$$

Elementabstand innen / außen = 27,1 cm / 76,7 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 18,9 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

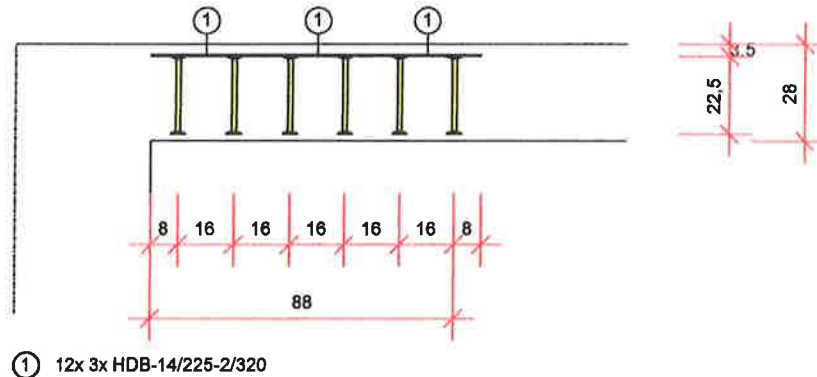


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

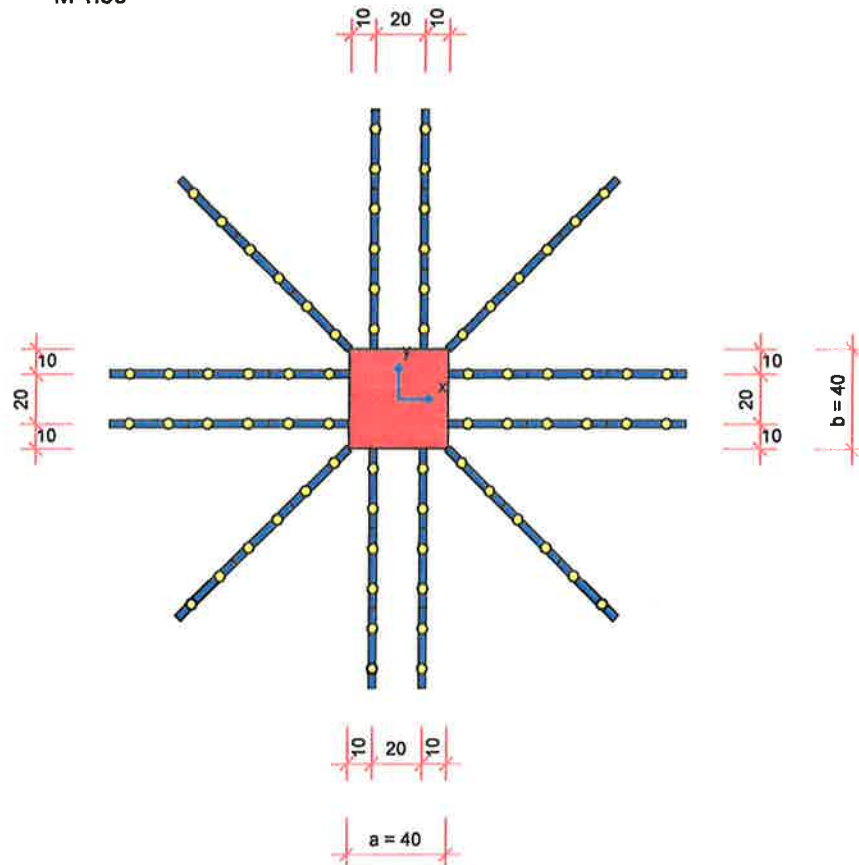
M 1:21



[cm]

Grundriss

M 1:30



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 331 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 331 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	= 914,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10
Plattendicke	h	= 28 cm
statische Nutzhöhe	d	= 23 cm
Stützenbreite	b	= 40 cm
Stützenbreite	a	= 40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	= 3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		= C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	= 1,0 % ($a_{sx} = a_{sy} = 23,0 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang

$$u_0 / d = 7$$

u_1

$$= 449 \text{ cm}$$

$$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$$

$$= 1,93$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$

$$= 0,12$$

$$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$$

$$= 720,57 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525/\gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$= 515,0 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 744,2 \text{ kN} < 1005,4 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

$$v_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 1458,6 \text{ kN} > 1005,4 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$$u_{out, req} = 728 \text{ cm} < 728,6 \text{ cm} = u_{out, prov}$$

$$l_{s, req} = 55,9 \text{ cm} < 56 \text{ cm} = l_{s, prov}$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c,out}$

$$= 0,10$$

$$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$$

$$= 600,47 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525/\gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$= 515,0 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1006,3 \text{ kN} > 1005,4 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	22	16	12	8	5

Gewählt:	innen :	HDB-14/225-2/320
	außen :	HDB-14/225-2/320

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 8$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 1039,7 \text{ kN} > 1005,4 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,03)$$

$$\text{Elementabstand innen / außen} = 36,9 \text{ cm} / 61,8 \text{ cm}$$

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 13,1 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

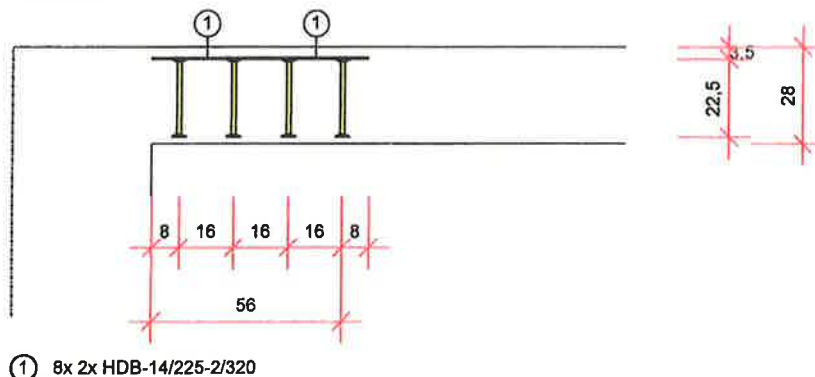


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

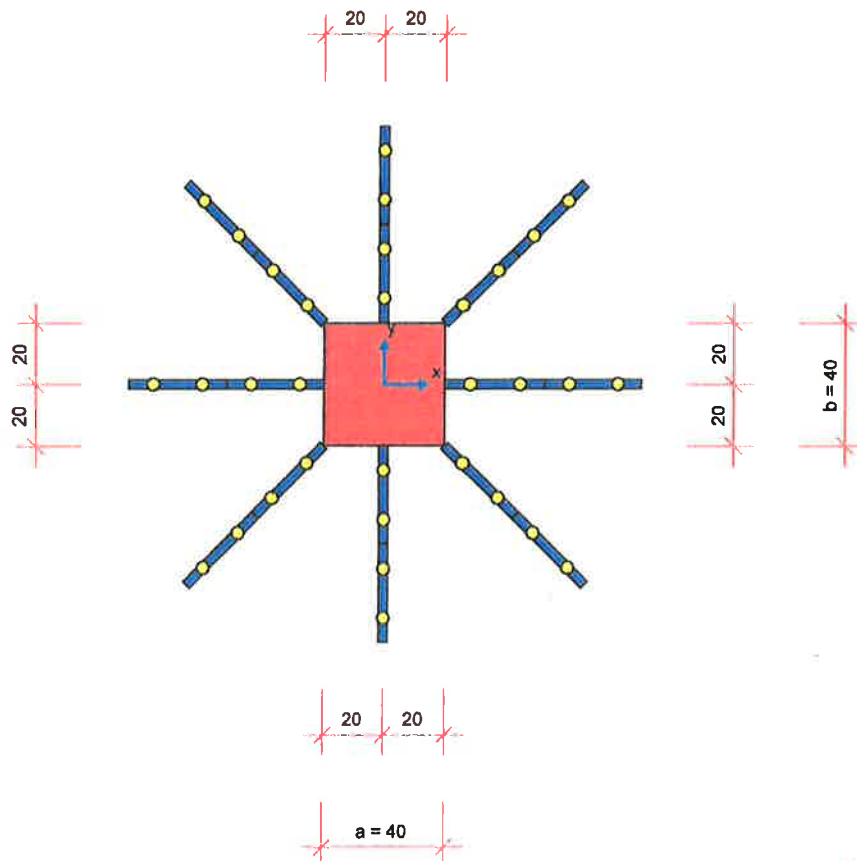
M 1:21



[cm]

Grundriss

M 1:24



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 267 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 267 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	293,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	28 cm
statische Nutzhöhe	d	=	23 cm
Wanddicke	b	=	25 cm
Einflussbreite	a	=	34,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	1,0 % ($a_{sx} = a_{sy} = 23,0 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1
Rundschnittführung analog Innenstütze
bezogener Stützenumfang

u_1	u_0 / d	=	6
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,93
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	720,57 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	515,0 kN/m ²
$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 234,1 \text{ kN} < 351,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			
$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 458,8 \text{ kN} > 351,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

am äußeren Rundschnitt u_{out}
 $u_{out, req} = 233,4 \text{ cm} < 236,3 \text{ cm} = u_{out, prov}$: Rundschnittführung analog Innenstütze

$l_{s, req} = 70,1 \text{ cm} < 72 \text{ cm} = l_{s, prov}$			
$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)); 1,1 \}$		=	1,10
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	600,47 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	515,0 kN/m ²
$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 326,3 \text{ kN} > 322,3 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	8	6	5	3	2

Gewählt:	innen:	HDB-14/225-2/320
	außen:	HDB-14/225-3/480

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 3$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 389,9 \text{ kN} > 351,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta (\eta = 1,03)$$

Elementabstand innen / außen = 34,2 cm / 71,3 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 4,2 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

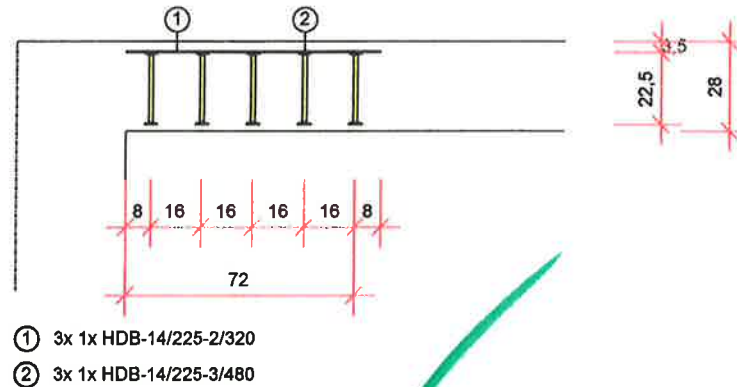


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

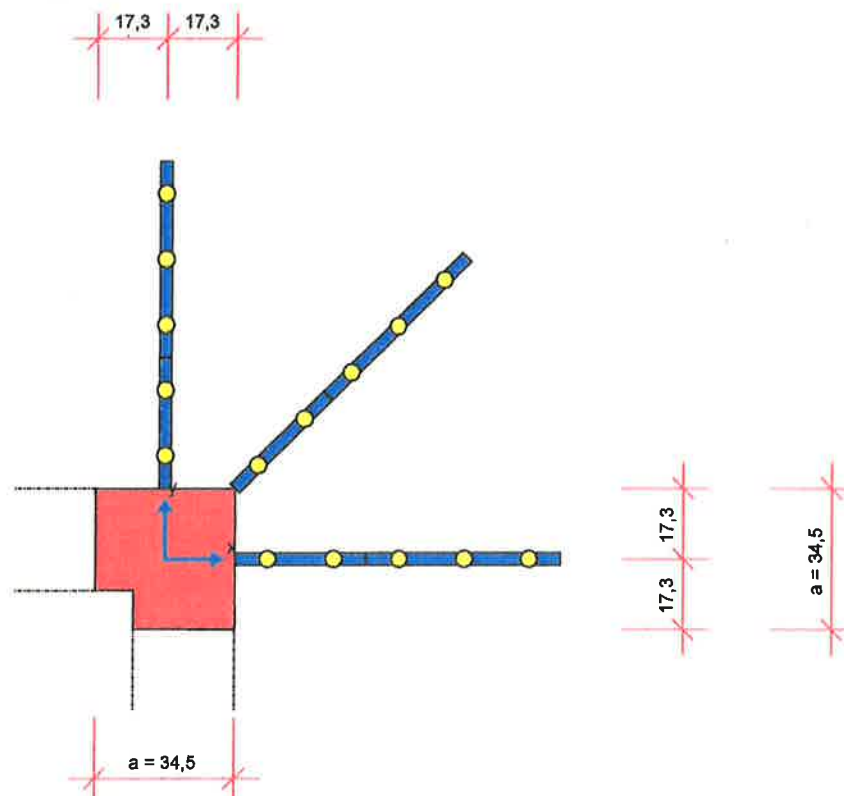
M 1:23



[cm]

Grundriss

M 1:18



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 164 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 164 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.
 Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $129,5 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.

Plattenberechnung mit BE-PLATTE Version 20.55

Decke über der Zwischenebene - OP-Bereich

Materialdaten

C30/37, XC1 (XC3oben), WD; w_{ober} = 3,5cm; w_{unter} = 2,5cm

Plattenstärke $h = 30.0 \text{ cm}$ $\gamma = 1.0 * h^{3/12} = 2.25E-003 \text{ m4}$
 Beton C 30/37 E = 33000.0 MN/m² (EC2)
 EI = 74.25 MN m²
 Querdehnung = 0.20

Expositionsklassen XC 3 XF 1

Kont. Brandschute: siehe Pos. 7

Aussenwände aus: Beton

E-Modul = 3.000E+007 kN/m² Höhe = 3.50 m Stärke = 0.25 m

Steifigkeit = $E * A / \text{Höhe} = 3.000E+007 * 0.25 * 1.0 / 3.50 = 2.143E+006 \text{ kN/m}$

Mittlere Elementlänge = 0.50 m

Gelenkig gelagerte Ecken sind gehalten.

Abmessungen der Platte

Aussenrand

Nr.	Seiten		Länge [m]	Lager- beding.	Vert. Steifigkeit kN/m ²	Dreh- Steifigkeit kNm/m	Zug	Form
	x [m]	y [m]						
1	0.00	1.06	9.28	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
2	9.28	1.06	1.06	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
3	9.28	0.00	12.09	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
4	21.37	0.00	11.25	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
5	21.37	11.25	3.75	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
6	17.62	11.25	3.20	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
7	17.62	14.45	17.62	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
8	0.00	14.45	13.39	frei	0.00E+000	0.00E+000	N	G

Senkfeder : Lagerkraft [kN/m] = Federsteifigkeit [kN/m²] * Federweg [m]

Drehfeder : Moment [kNm/m] = Federsteifigkeit [kNm/m] * tan(Winkel) [°]

Fläche der Platte = 286.96 m²

Stützen

Abmessungen

Nr	x [m]	y [m]	dx [m]	dy [m]	hs [m]	lsx [m]	lsy [m]	Rund	Form	Länge[m]
1	10.12	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
2	17.62	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
3	2.62	3.76	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
4	2.62	7.26	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
5	2.62	11.25	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50

Federsteifigkeiten

Nr	x [m]	y [m]	kN/m	kNm	kNm	Zug
			vertikal	in x-Richtung	in y-Richtung	
1	10.12	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
2	17.62	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
3	2.62	3.76	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J
4	2.62	7.26	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J
5	2.62	11.25	7.71E+005	0.00E+000	0.00E+000	J

 Lastfall 1 : (Typ G) Lastfall 1

Spez. Gewicht = 25.00 kN/m³, Belag, Putz etc. = 2.75 kN/m²

h = 0.30 m g = 10.25 kN/m² Fläche = 286.96 m² Gewicht = 2941.34 kN

Lastfall 2 : (Typ N2) Lastfall 2

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	0.00	1.06	2.62	5.00	5.00
2	2.62	1.06	13.39	5.00	5.00
3	2.62	14.45	2.62	5.00	5.00
4	0.00	14.45	13.39	5.00	5.00

Fläche = 35.08 m² Belastung = 175.41 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	7.26	3.75	5.00	5.00
2	21.37	7.26	3.99	5.00	5.00
3	21.37	11.25	3.75	5.00	5.00
4	17.62	11.25	3.99	5.00	5.00

Fläche = 14.96 m² Belastung = 74.81 kN

 Lastfall 3 : (Typ N2) Lastfall 3

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	7.26	7.50	5.00	5.00
2	10.12	7.26	7.19	5.00	5.00
3	10.12	14.45	7.50	5.00	5.00
4	2.62	14.45	7.19	5.00	5.00

Fläche = 53.92 m² Belastung = 269.63 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	0.00	3.75	5.00	5.00
2	21.37	0.00	7.26	5.00	5.00
3	21.37	7.26	3.75	5.00	5.00
4	17.62	7.26	7.26	5.00	5.00

Fläche = 27.23 m² Belastung = 136.13 kN



 Lastfall 4 : (Typ N2) Lastfall 4

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	1.06	6.66	5.00	5.00
2	9.28	1.06	6.26	5.00	5.00
3	10.12	7.26	7.50	5.00	5.00
4	2.62	7.26	6.20	5.00	5.00

Fläche = 43.90 m2 Belastung = 219.48 kN

 Lastfall 5 : (Typ N2) Lastfall 5

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	10.12	7.26	7.50	5.00	5.00
2	17.62	7.26	7.19	5.00	5.00
3	17.62	14.45	7.50	5.00	5.00
4	10.12	14.45	7.19	5.00	5.00

Fläche = 53.93 m2 Belastung = 269.63 kN

 Lastfall 6 : (Typ N2) Lastfall 6

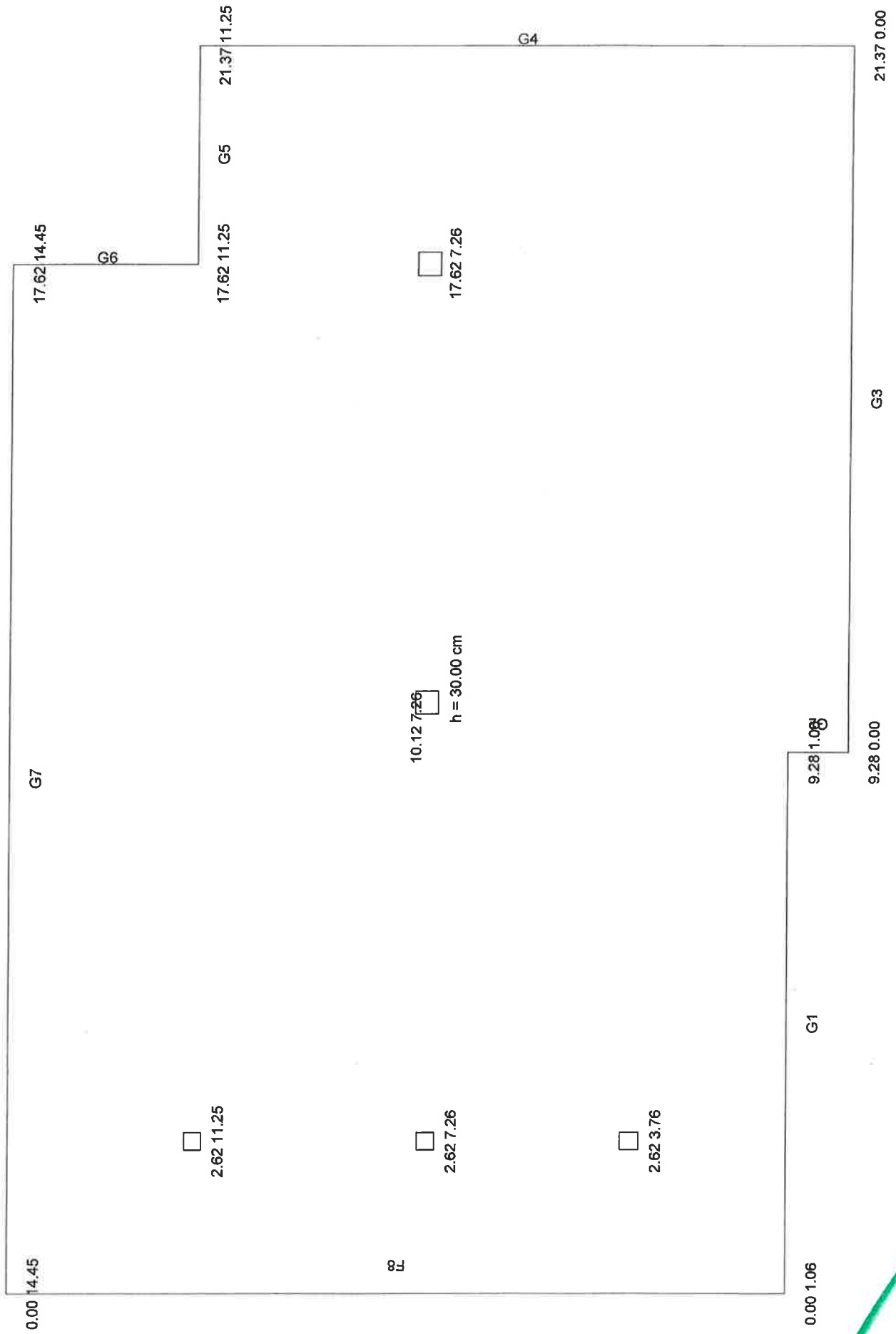
Belastete Flächen

Nr. 1

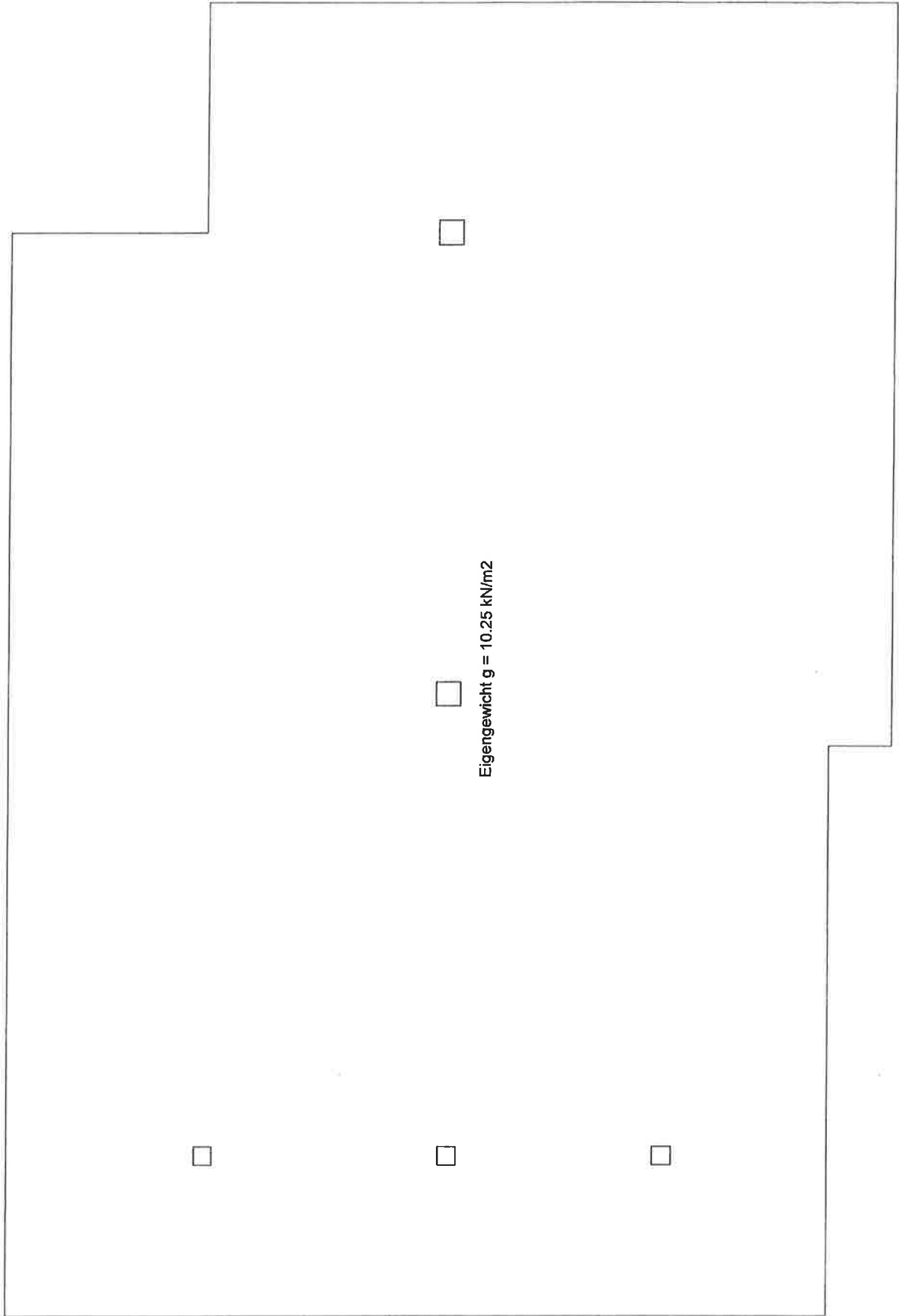
Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	9.28	0.00	8.34	5.00	5.00
2	17.62	0.00	7.26	5.00	5.00
3	17.62	7.26	7.50	5.00	5.00
4	10.12	7.26	6.26	5.00	5.00
5	9.28	1.06	1.06	5.00	5.00

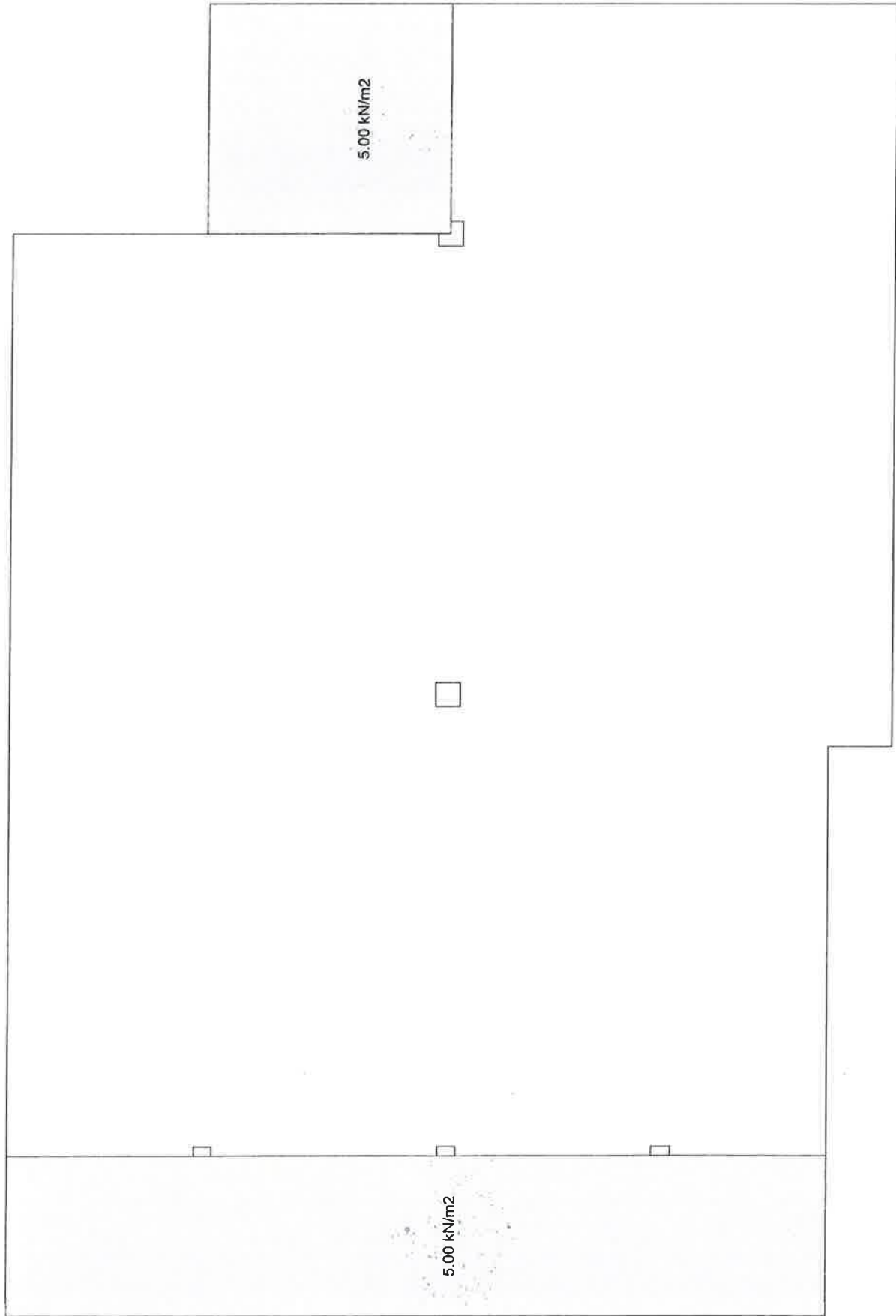
Fläche = 57.94 m2 Belastung = 289.72 kN



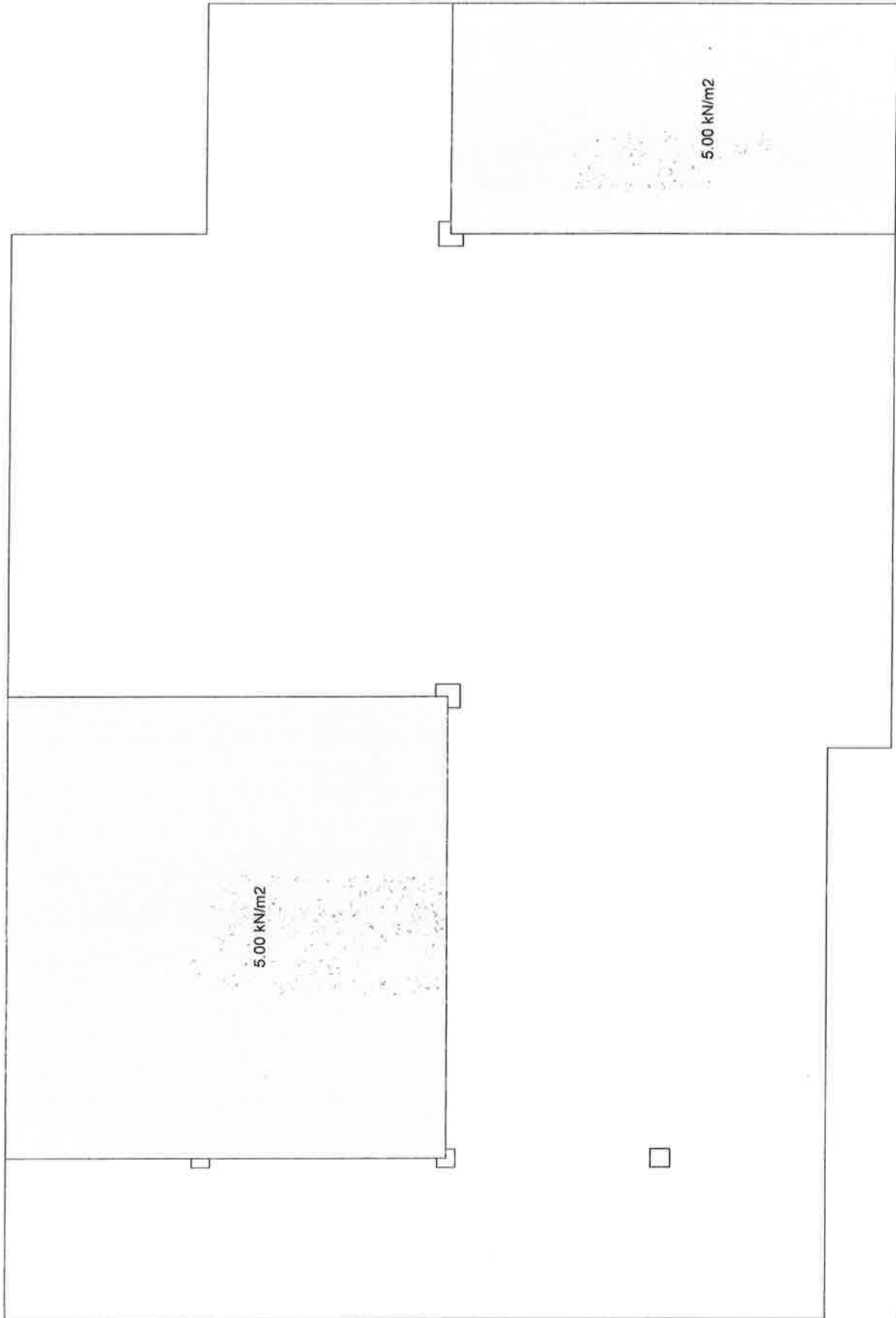


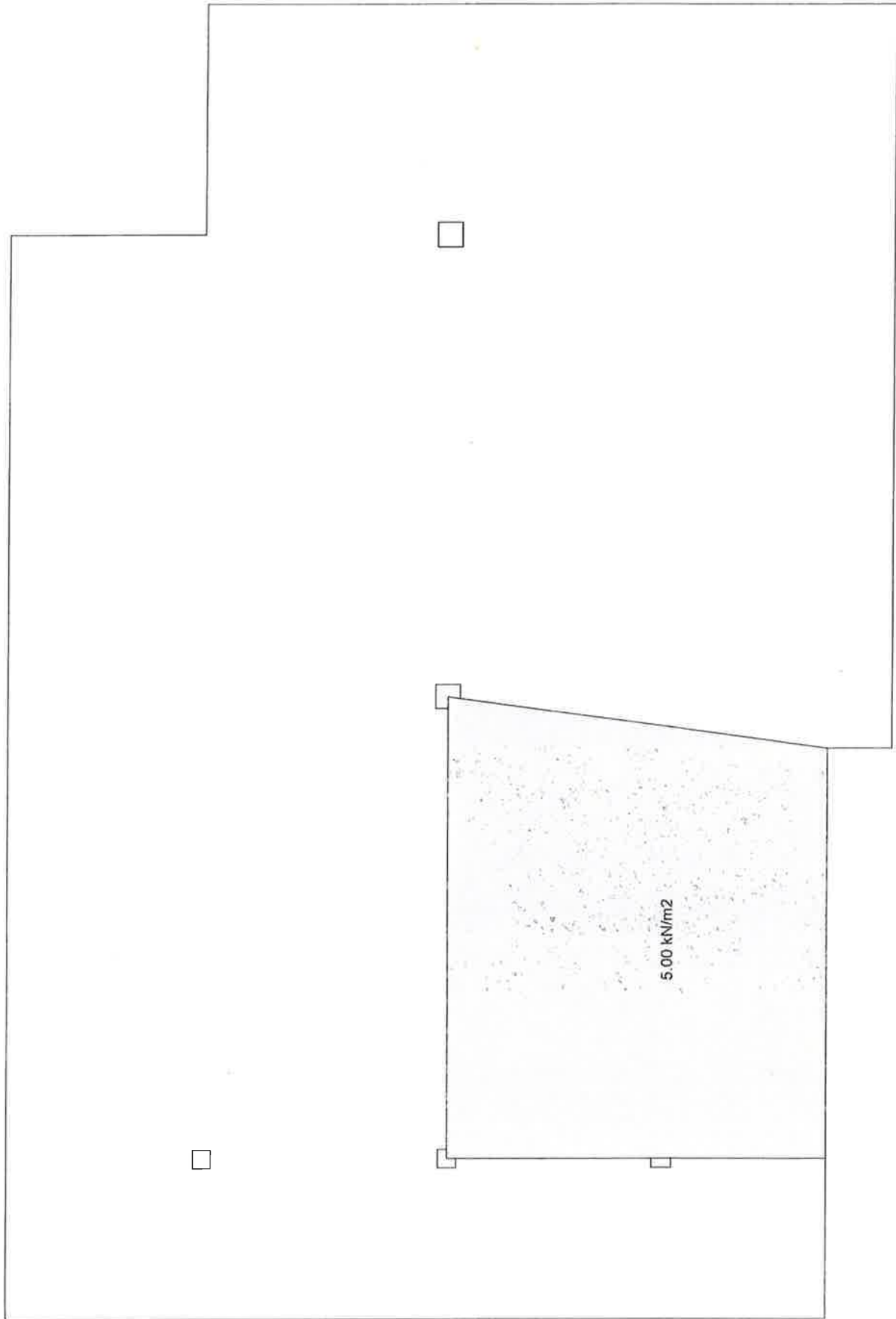
Deckenplatte Position 2 1 cm = 0.92 m



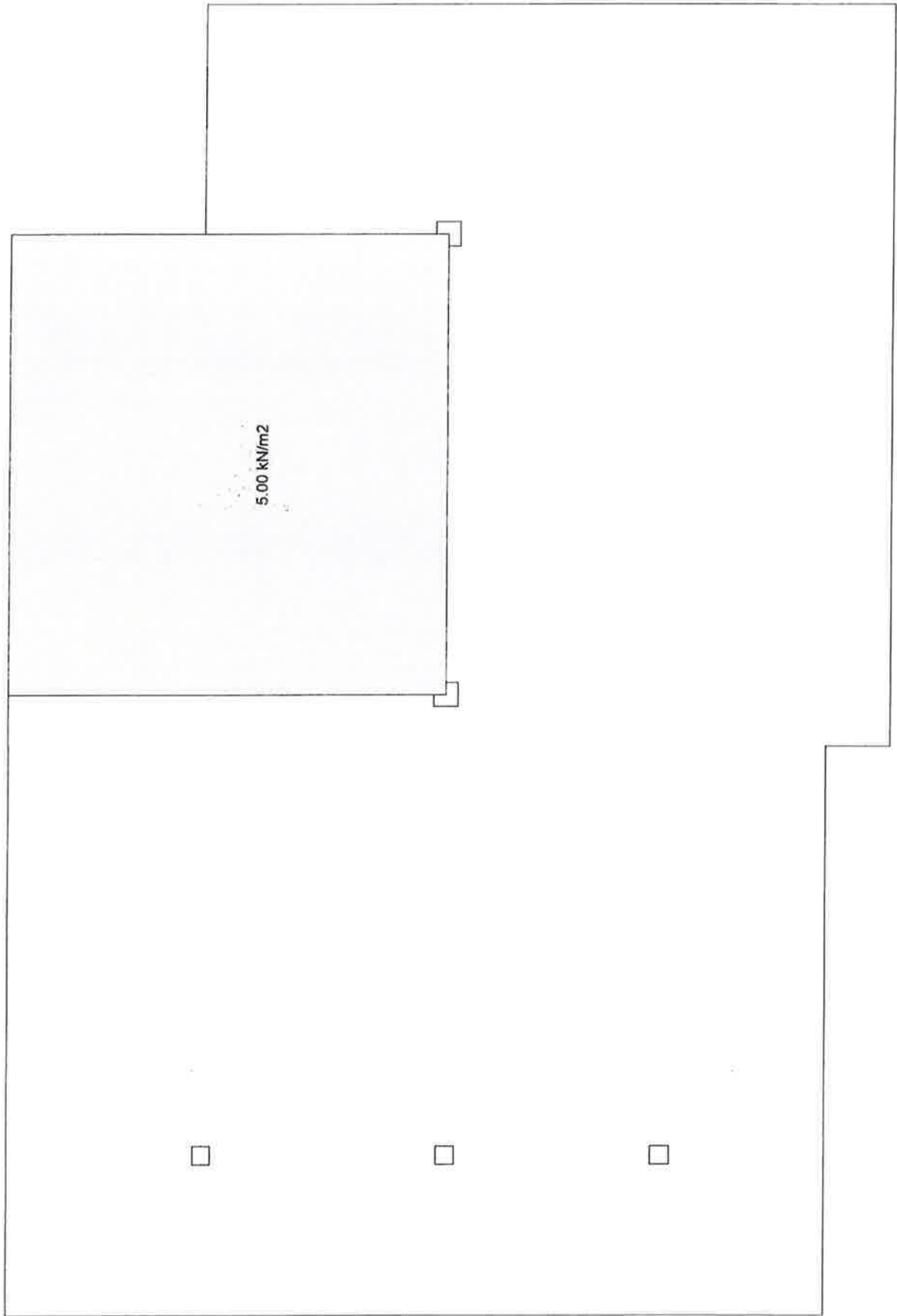


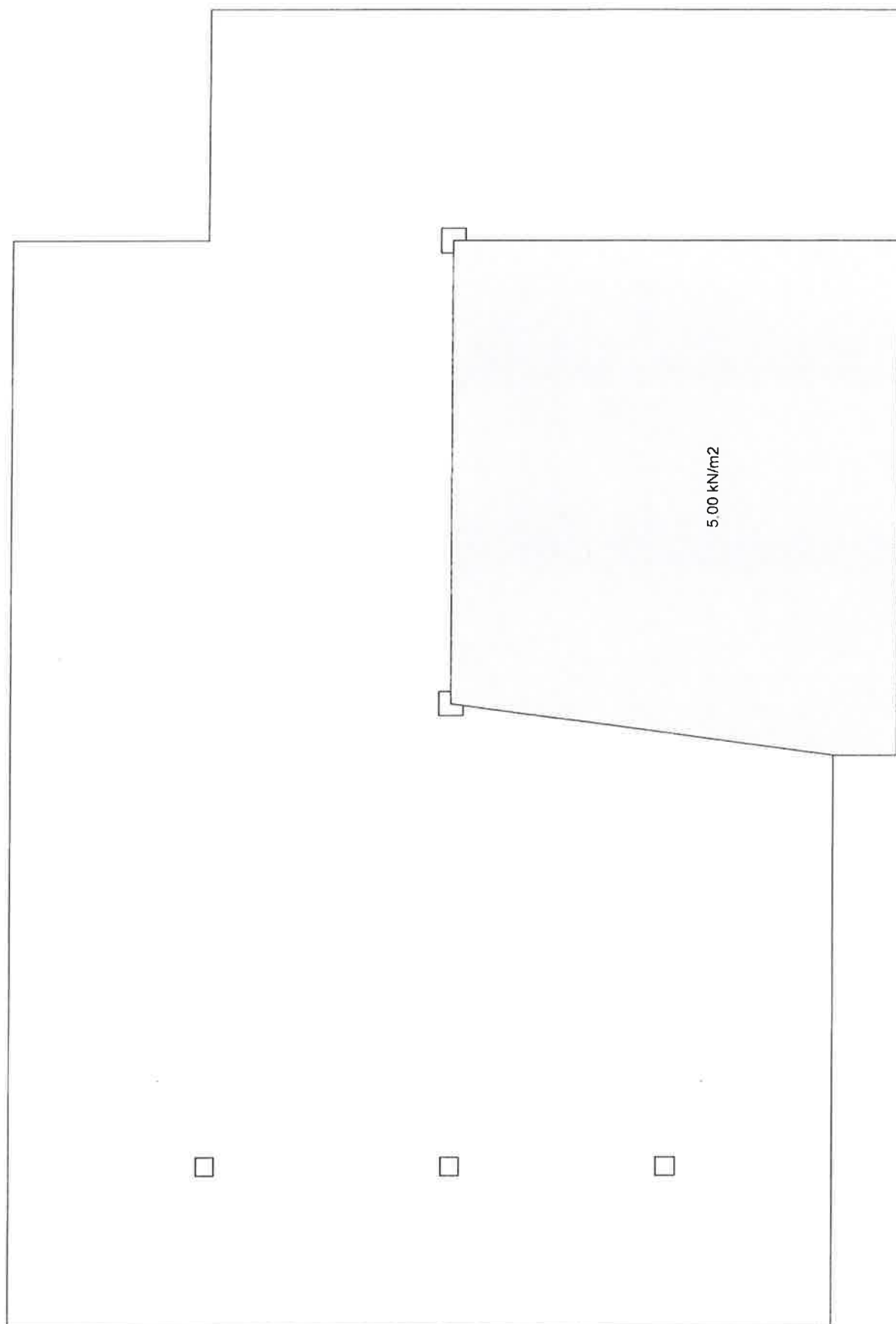
Deckenplatte Position 2 LF 2 von 6 1 cm = 0.92 m



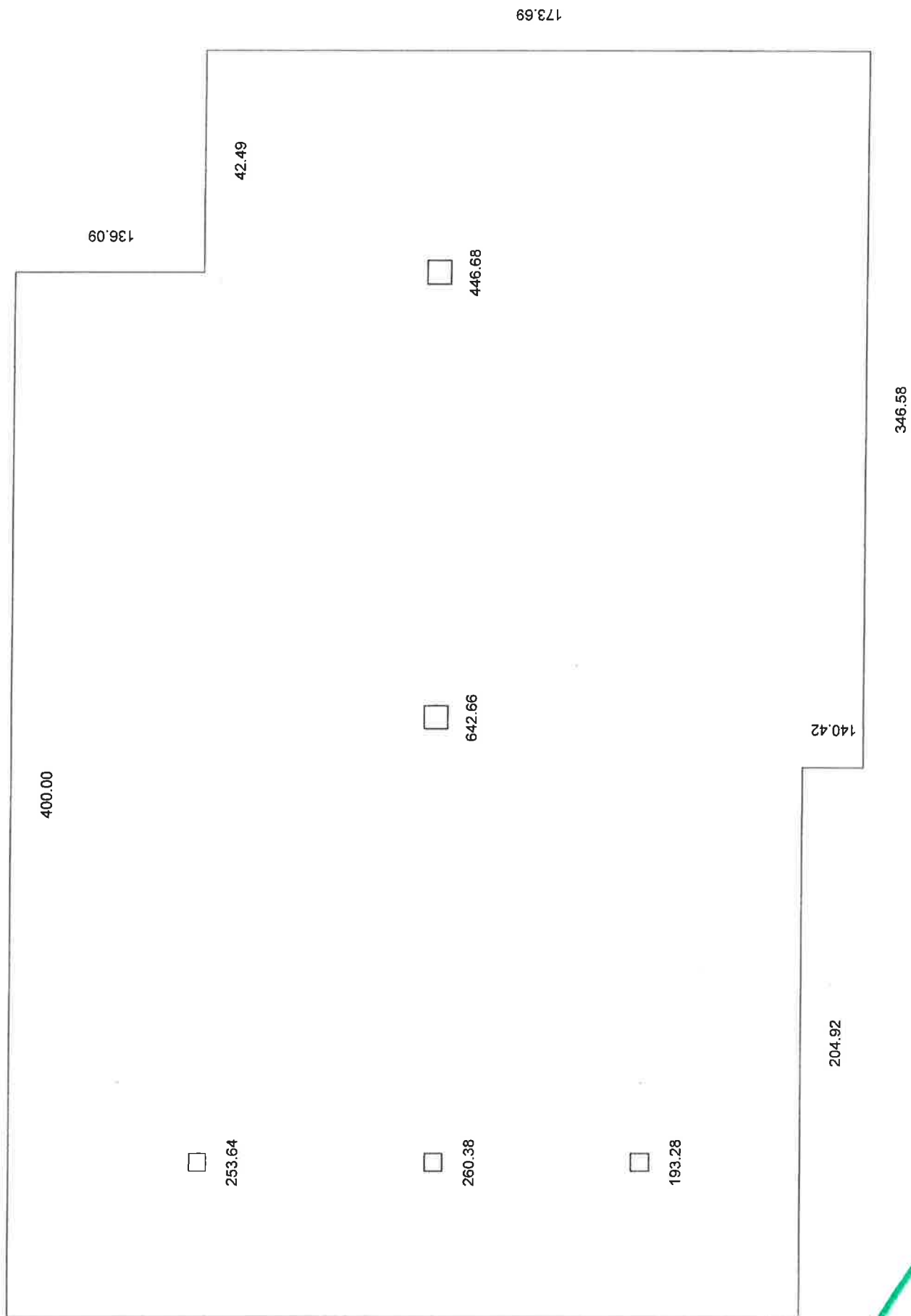


Deckenplatte Position 2 LF 4 von 6 1 cm = 0.92 m

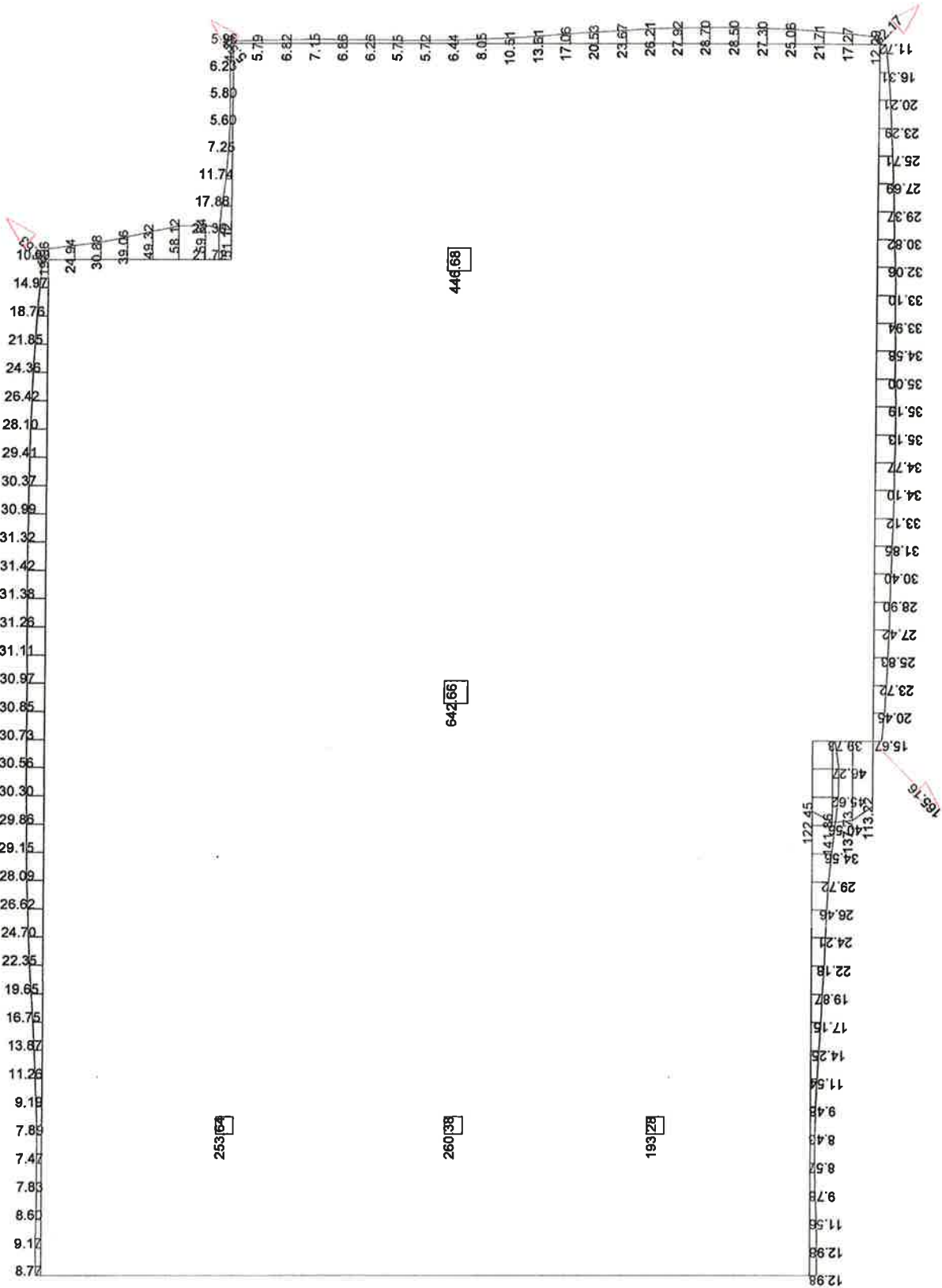




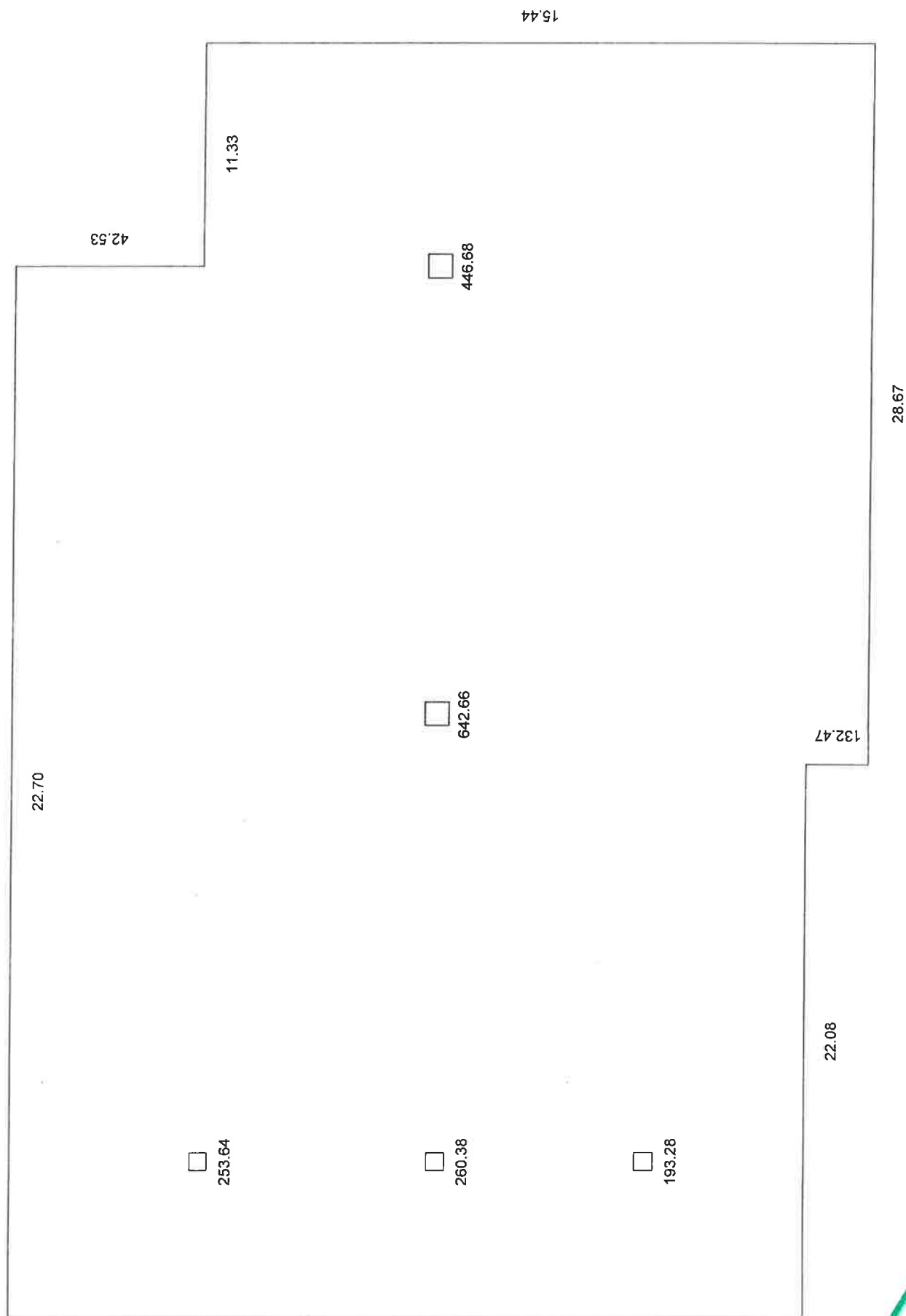
Deckenplatte Position 2 LF 6 von 6 1 cm = 0.92 m



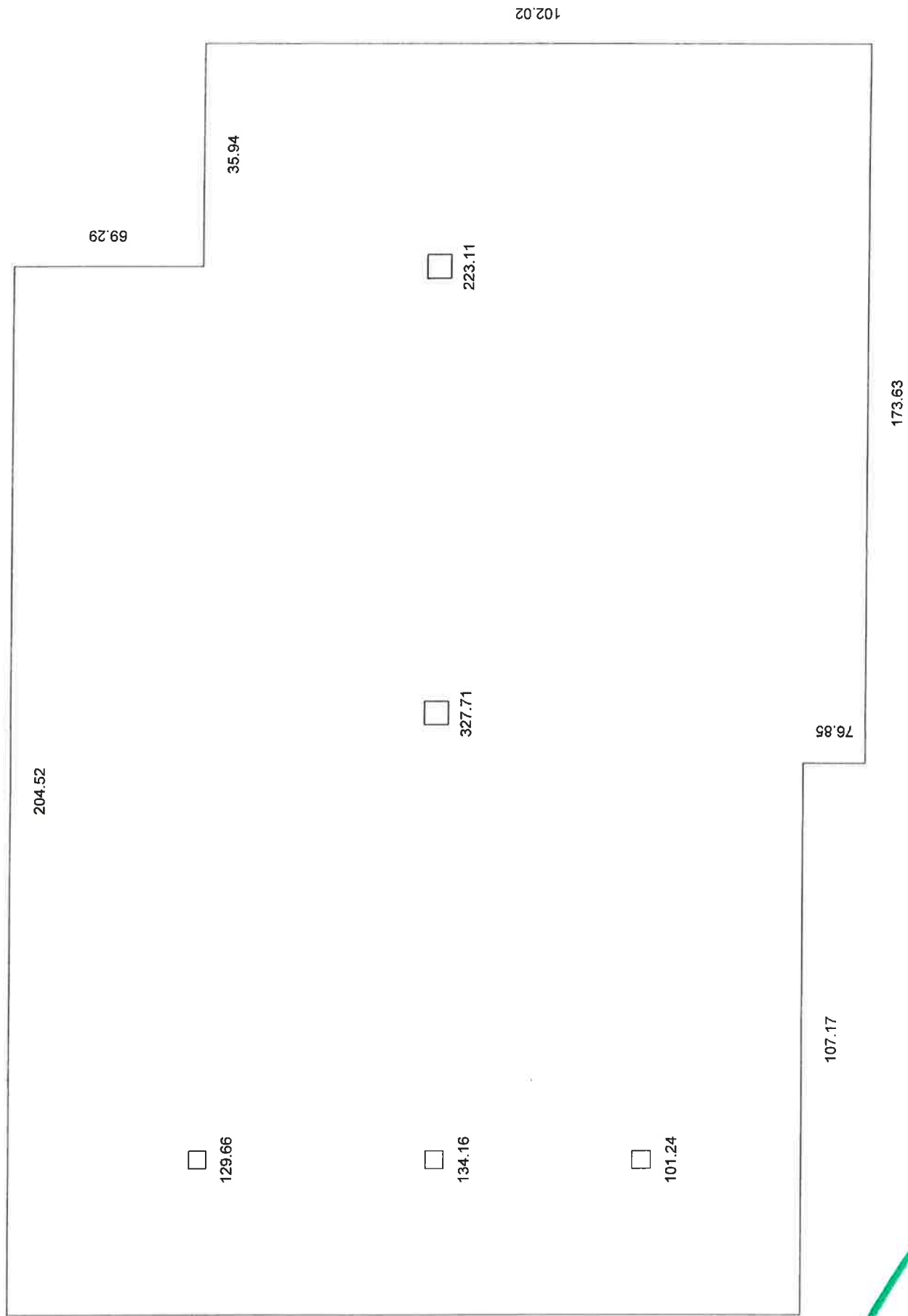
Pos. 2 Summe der Lagerkräfte im LF 1 [kN]



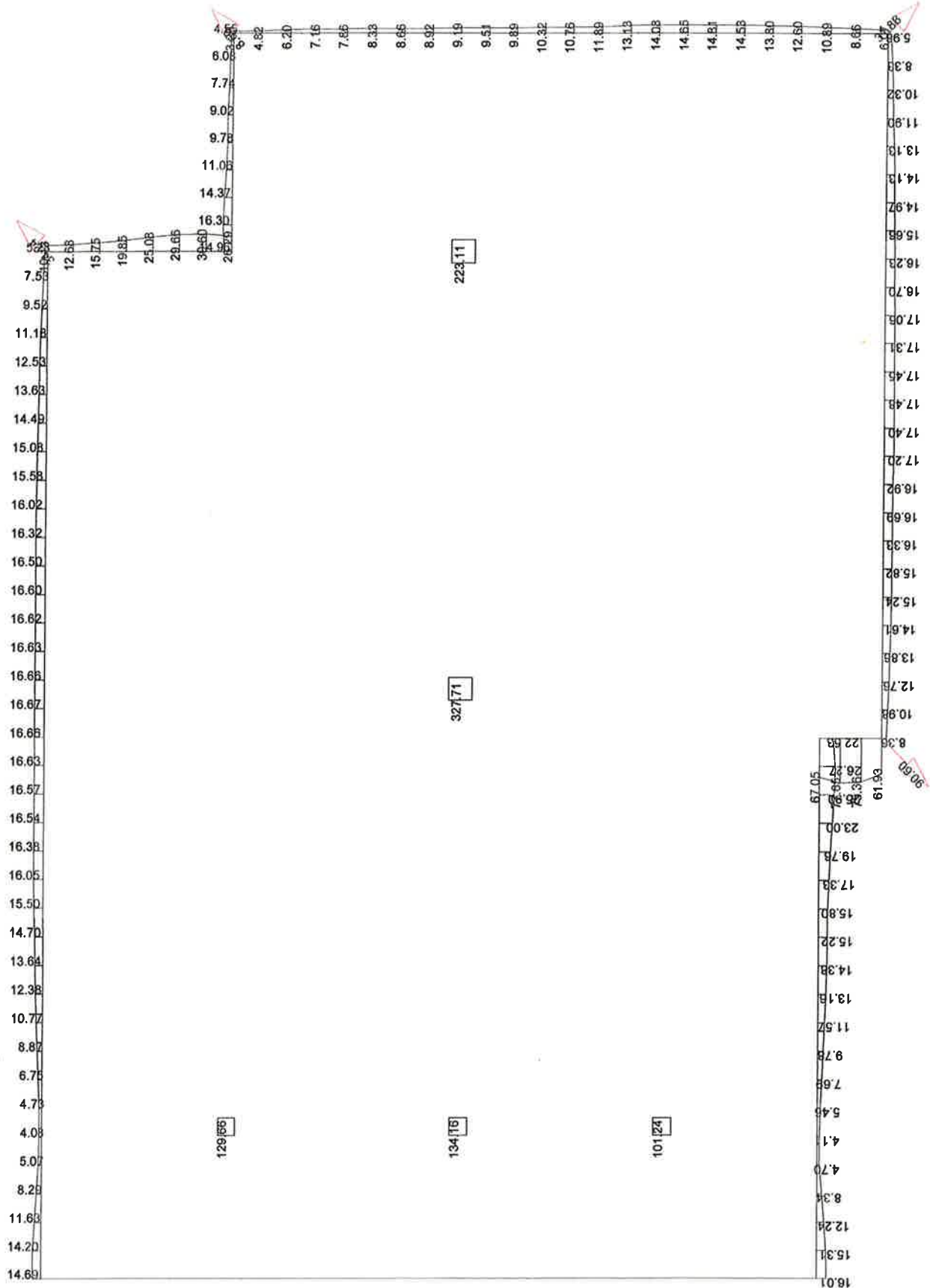
Position 2 Lagerkräfte [kN/m] im LF 1



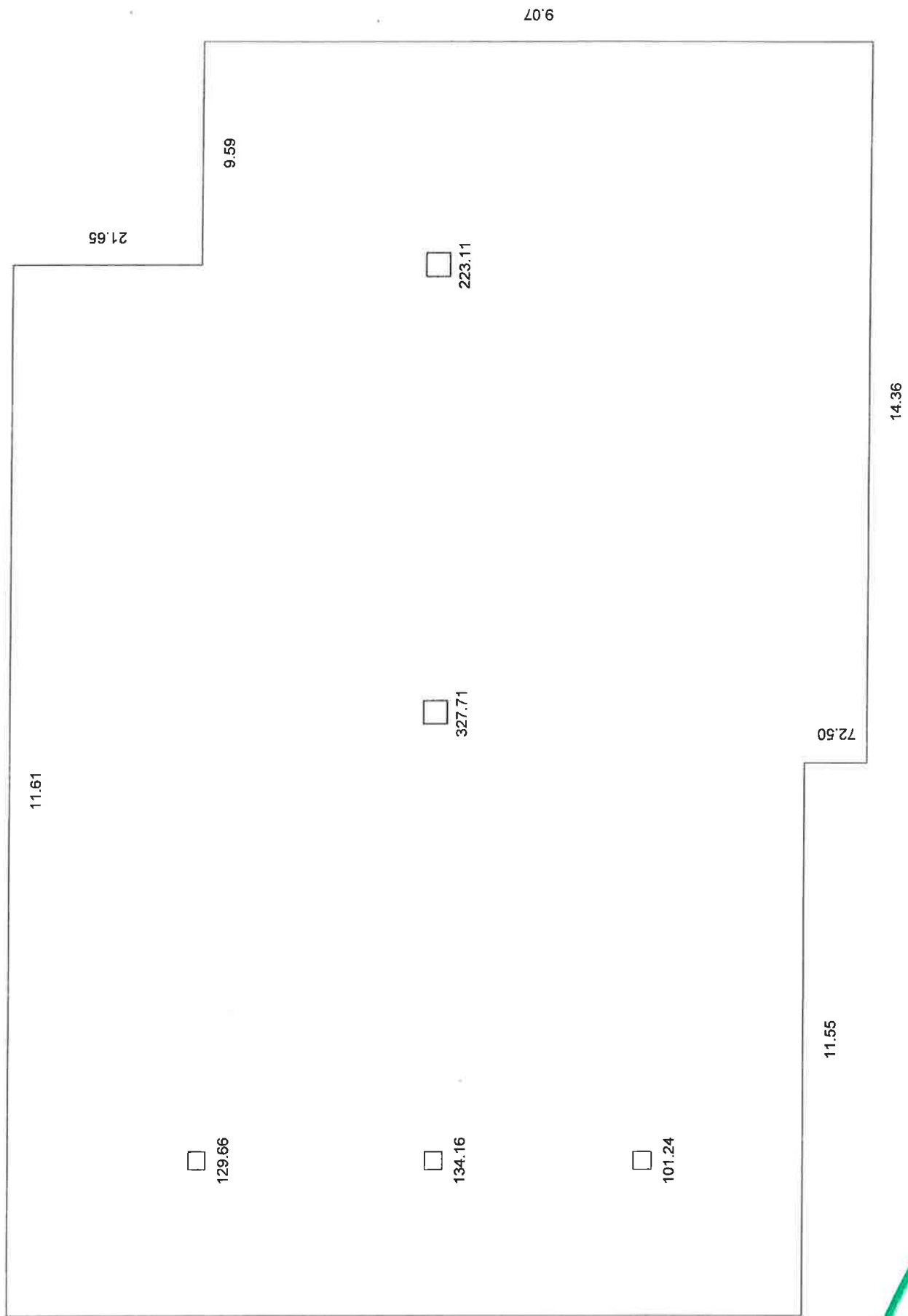
Pos. 2 Summe der Lagerkräfte im LF 1 pro lfd. Meter [kN/m]



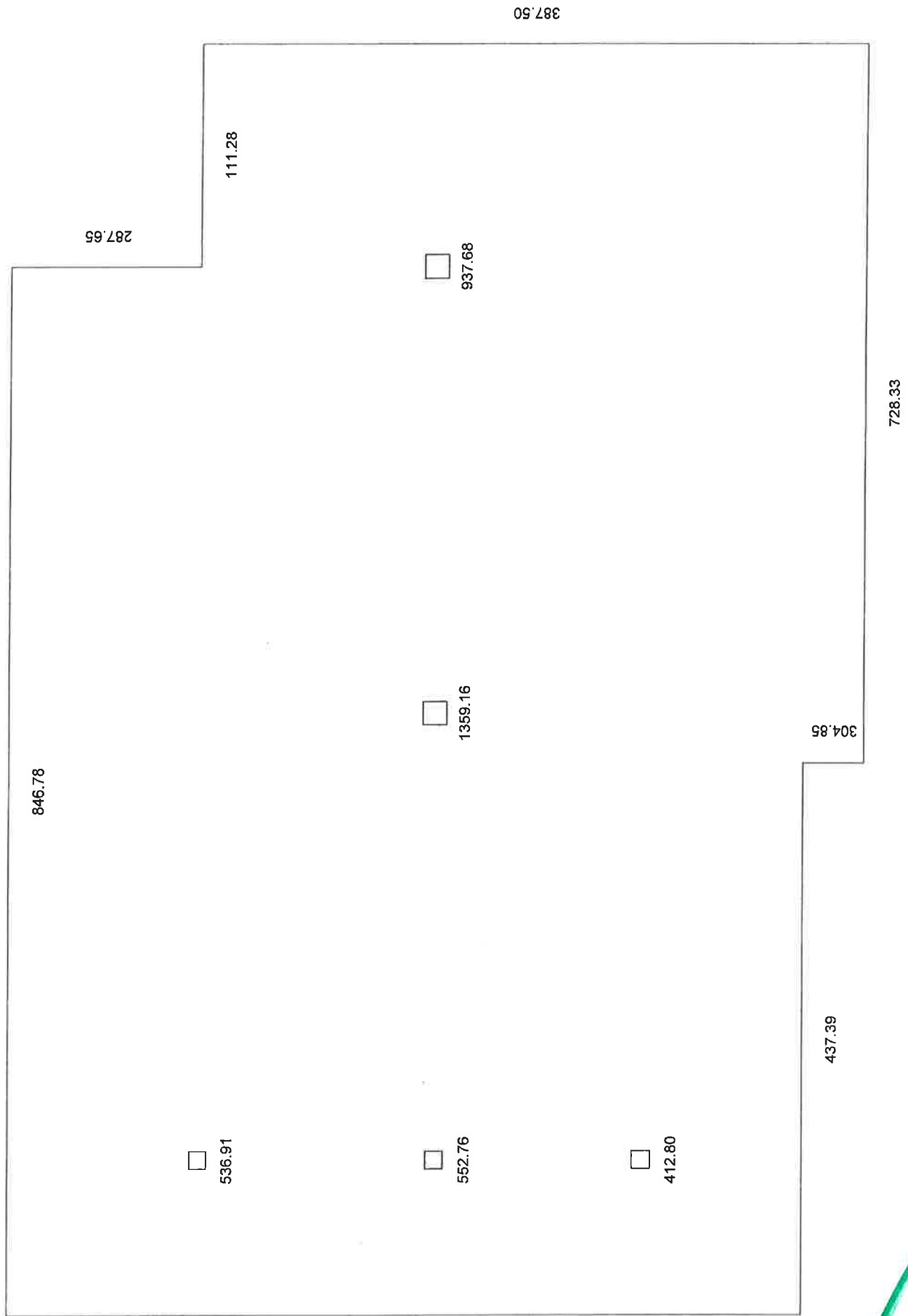
Pos. 2 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) [kN]



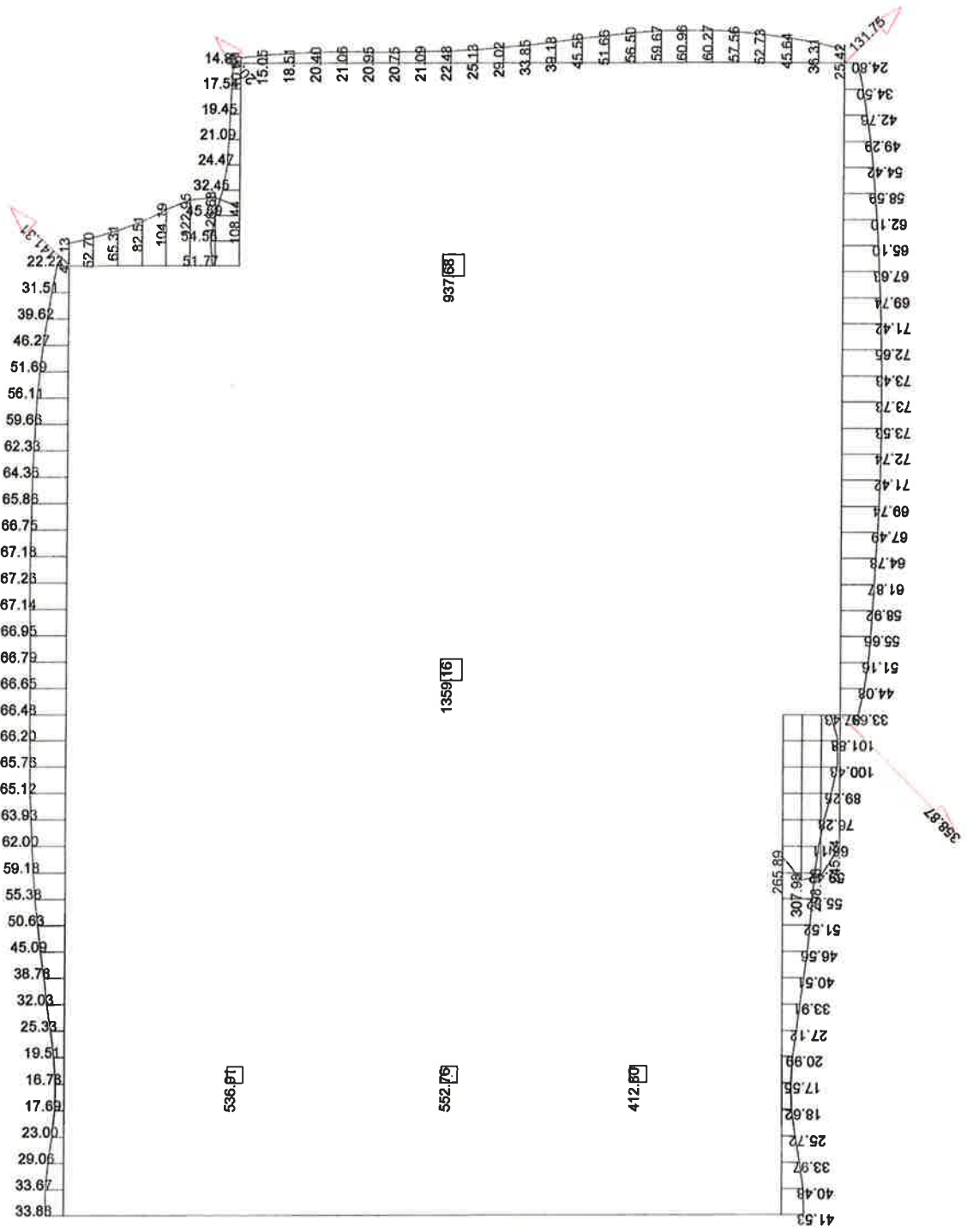
Position 2 Lagerkräfte [kN/m] alle LF N2 (max)



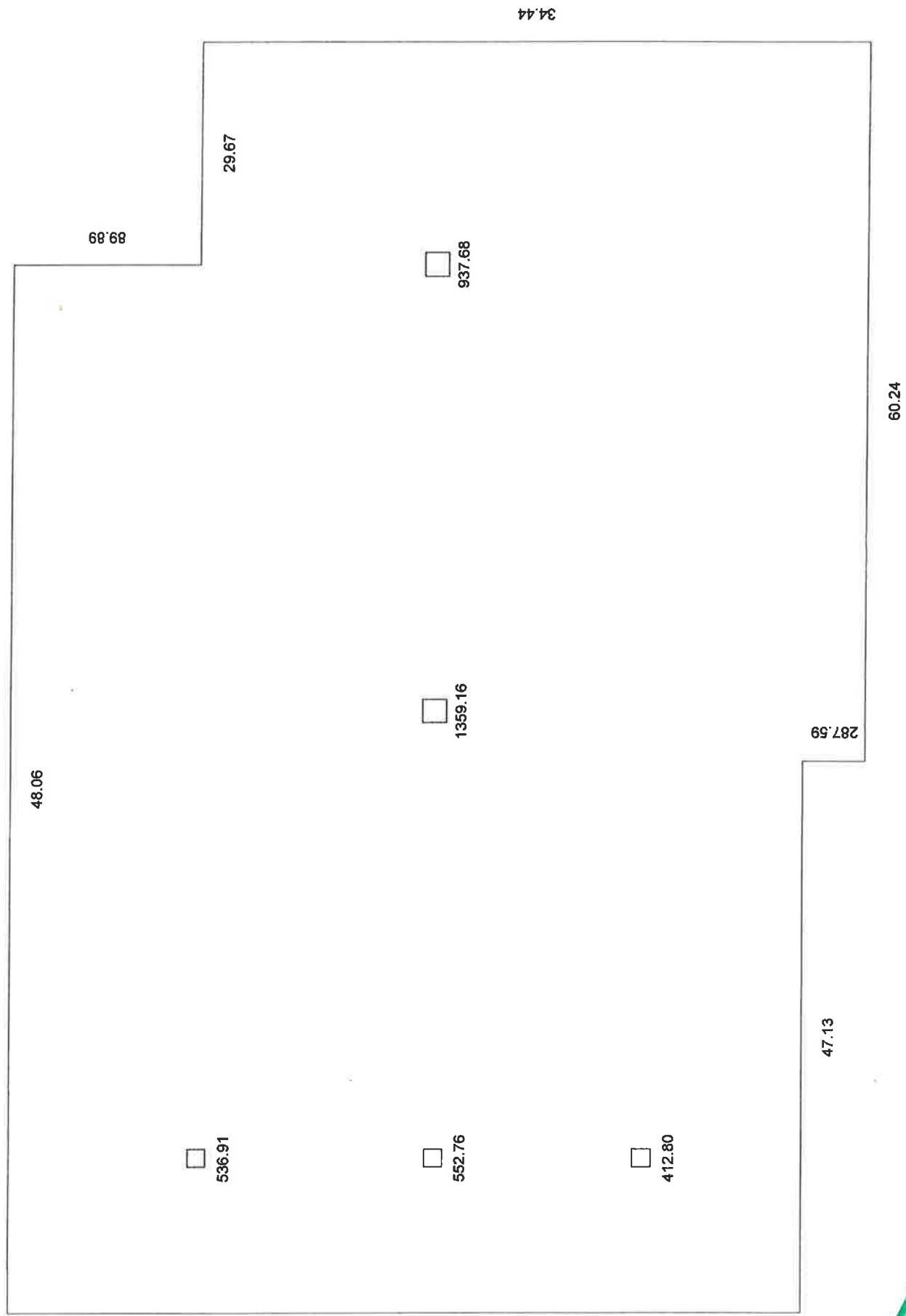
Pos. 2 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) pro lfd. Meter [kN/m]



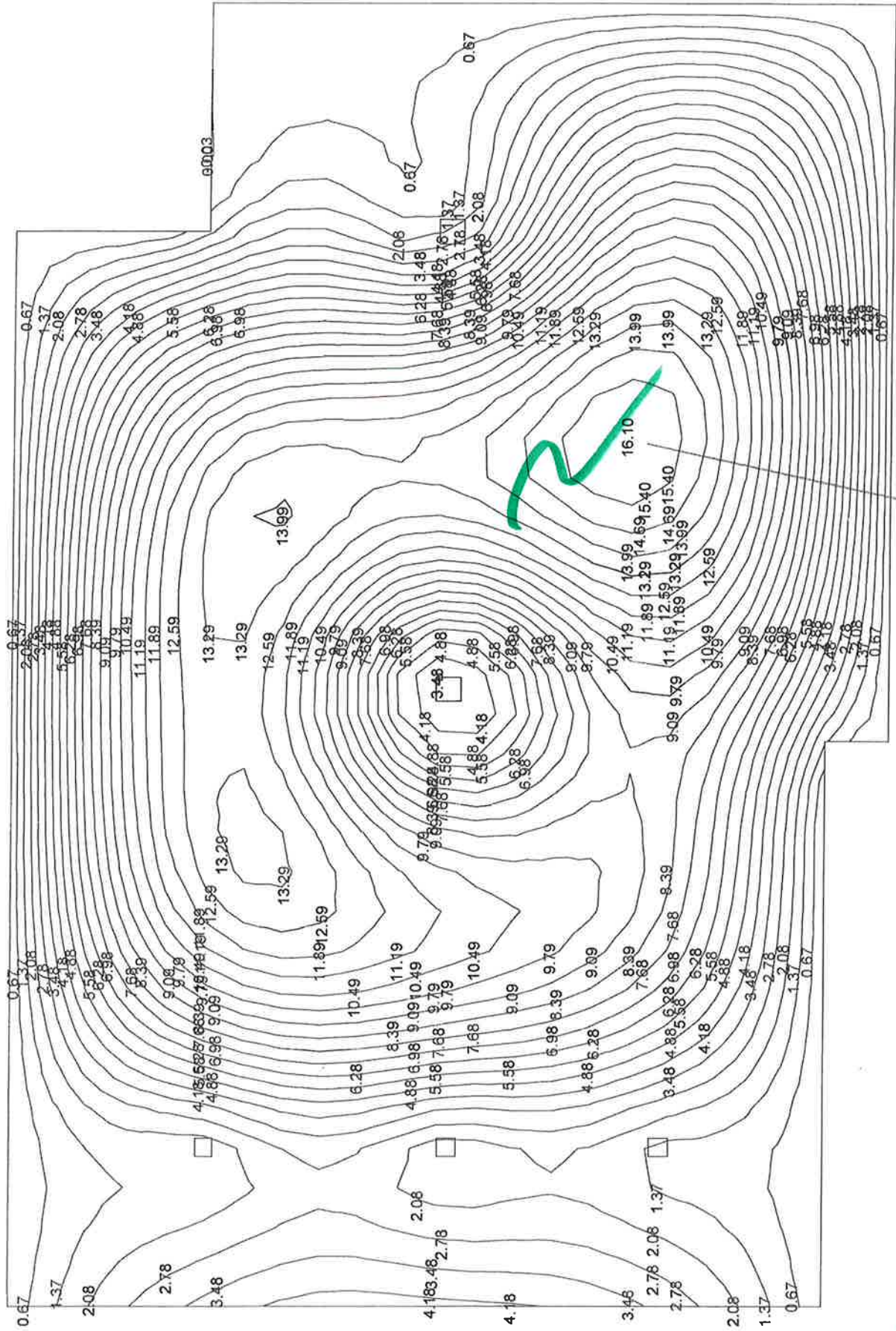
Pos. 2 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT [kN]



Position 2 Lagerkräfte [kN/m] alle LF (max) GZT



Pos. 2 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT pro lfd. Meter [kN/m]



$\max f \approx 1161 \text{ m}$
 $l \approx 7,5 \text{ m}$

Position 2 Niveaulinien der Durchbiegung im Z II [mm] alle LF (max)

Bemessung

Betonstahl B 500 B $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$
 Beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ N/mm}^2$
 $a_{s_min} = 3.625 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($h = 30.0 \text{ cm}$)
 Expositionsklassen XC 3 XF 1

$$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 \quad (0.85 = \alpha_{cc} \text{ s. EC2 3.1.6 Glg. (3.15)})$$

* = mit Druckbewehrung, - 1 = keine Bewehrung möglich.

Plattendicke = 30.0 cm $a_{s_min} = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$

Randabstand d. Bewehrung Oben: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

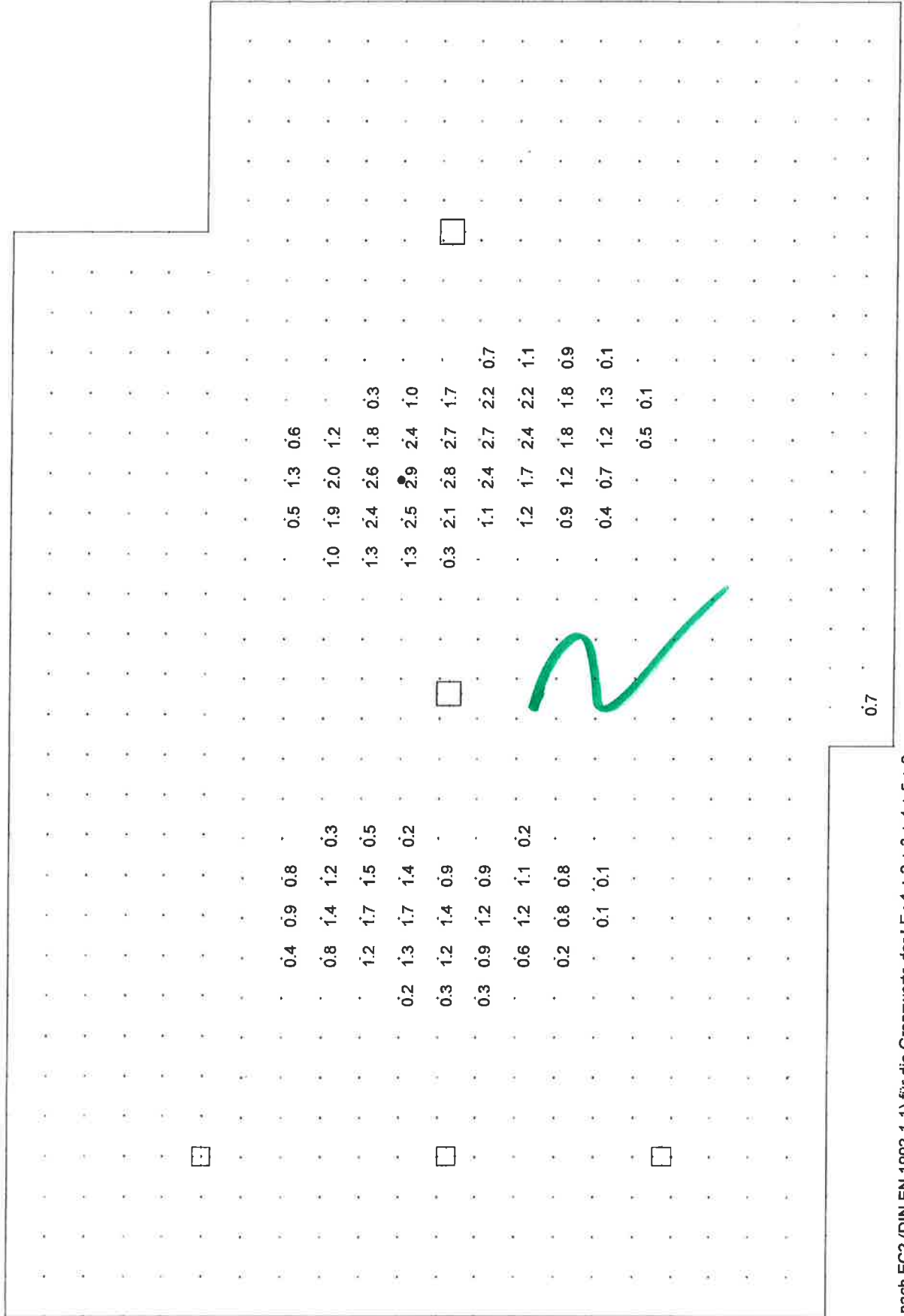
Randabstand d. Bewehrung Unten: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Mindestbewehrung:

geo. Q524R oben + unten

brw. #10/15 o.ä.



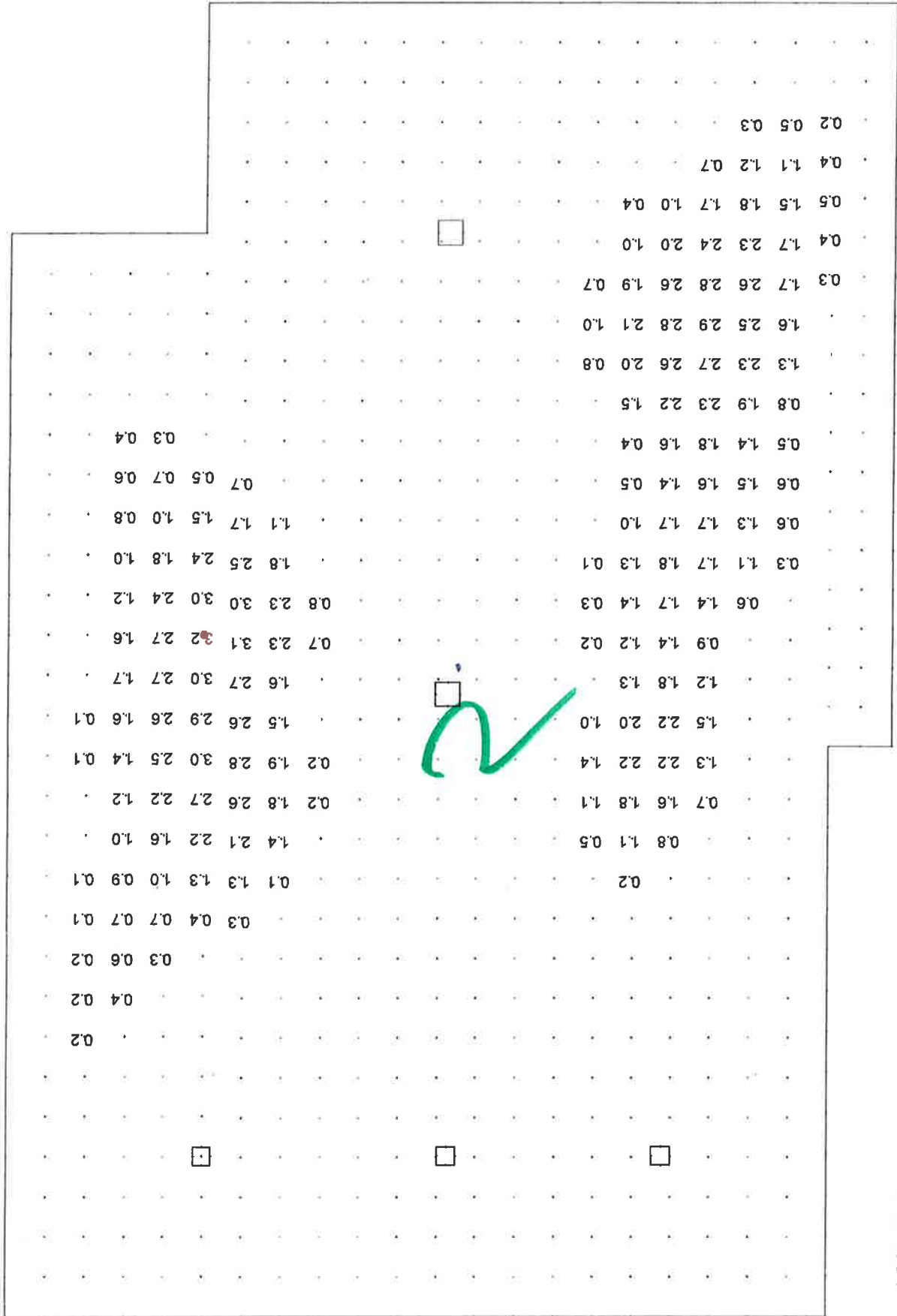


Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

C30/37 XC3 B 500 B XF 1 d = 30.00 cm Randabstand oben x = 5.0 cm y = 5.0 cm unten x = 5.0 cm y = 5.0 cm

Max as_x = 8.1 as_y = 0.0 cm²/m Sätze 1 2

Pos. 2 as_x unten Zulagen zur Grundbewehrung as_x 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 C30/37 XC 3 B 500 B XF 1 d = 30.00 cm Randabstand oben x = 5.0 cm y = 5.0 cm unten x = 5.0 cm y = 5.0 cm
 Max as_x = 0.0 as_y = 8.4 cm²/m Sätze 1 2
 Pos. 2 as_y unten Zulagen zur Grundbewehrung as_y 5.2

2.0 0.1

10.0

2.3

0.4 1.5

8.8

0.1 3.8

0.4

1.8

4.6

3.6

1.5

0.9 1.3

0.5 5.2 4.0

15.7 4.2

0.2 8.8 5.6

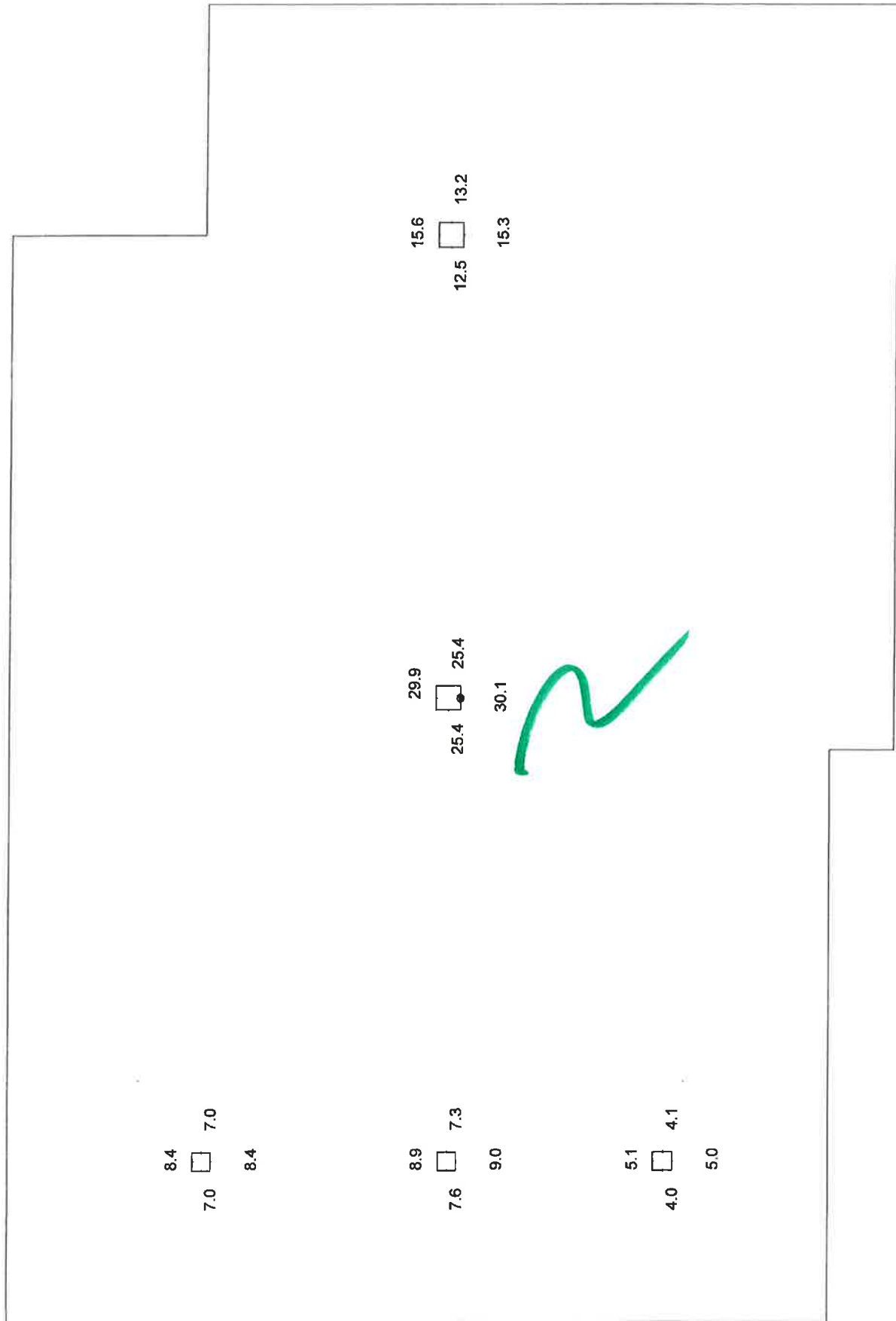
1.0 2.1

Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

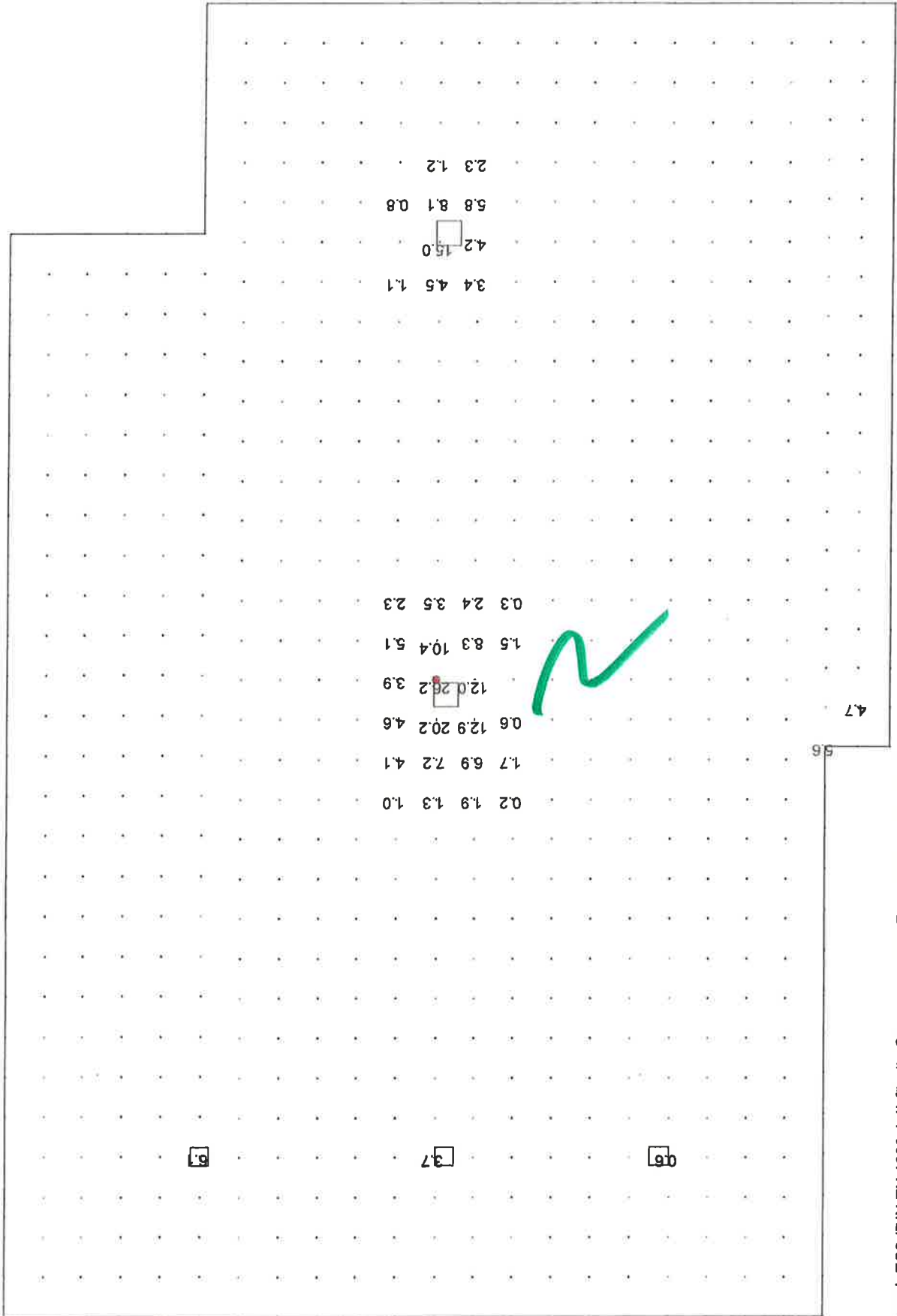
Randaufstand oben $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm

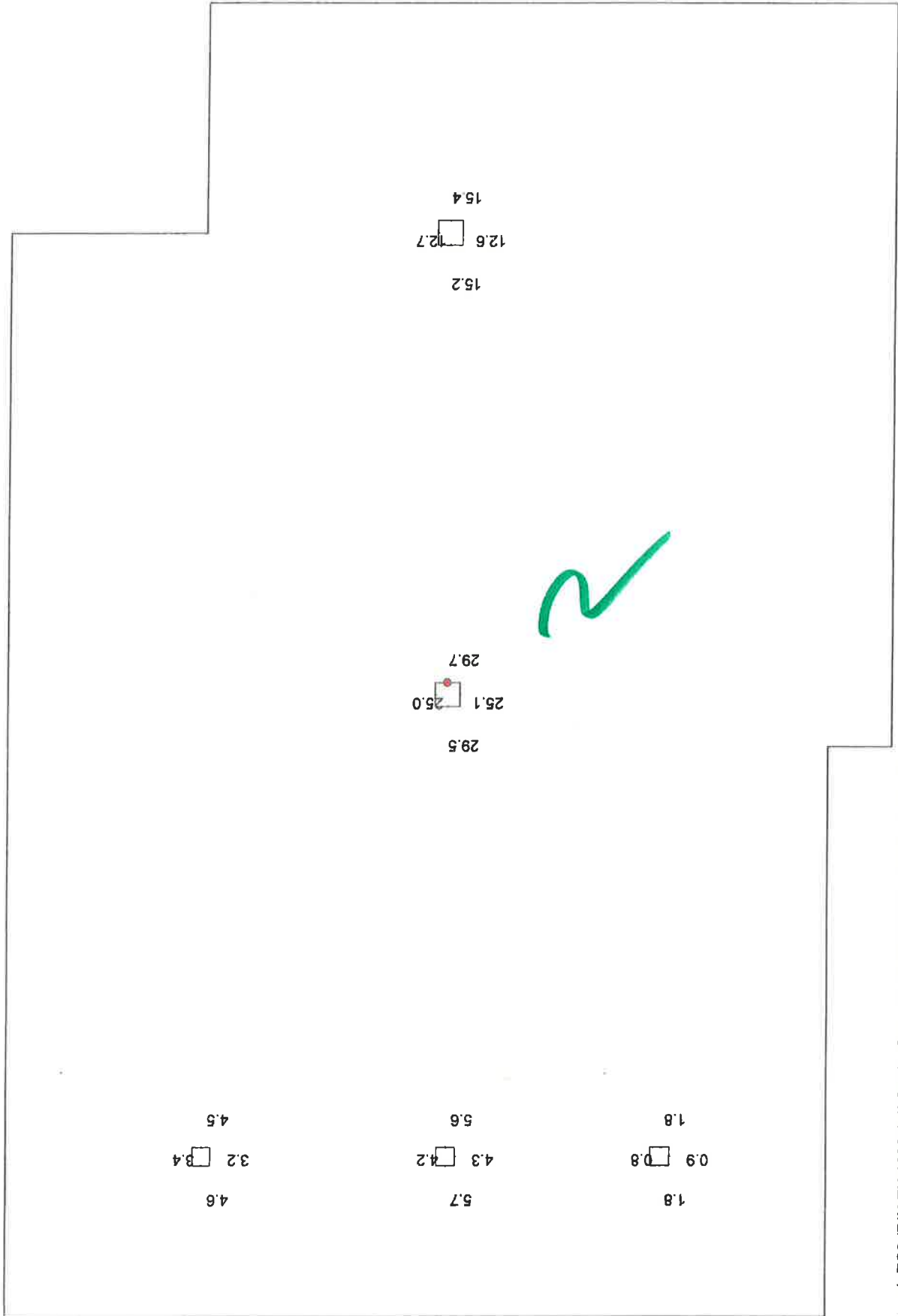
Max $as_x = 28.6$ $as_y = 0.0$ cm²/m Satz 1

Pos. 2 as_x oben Zulagen zur Grundbewehrung as_x 5.2

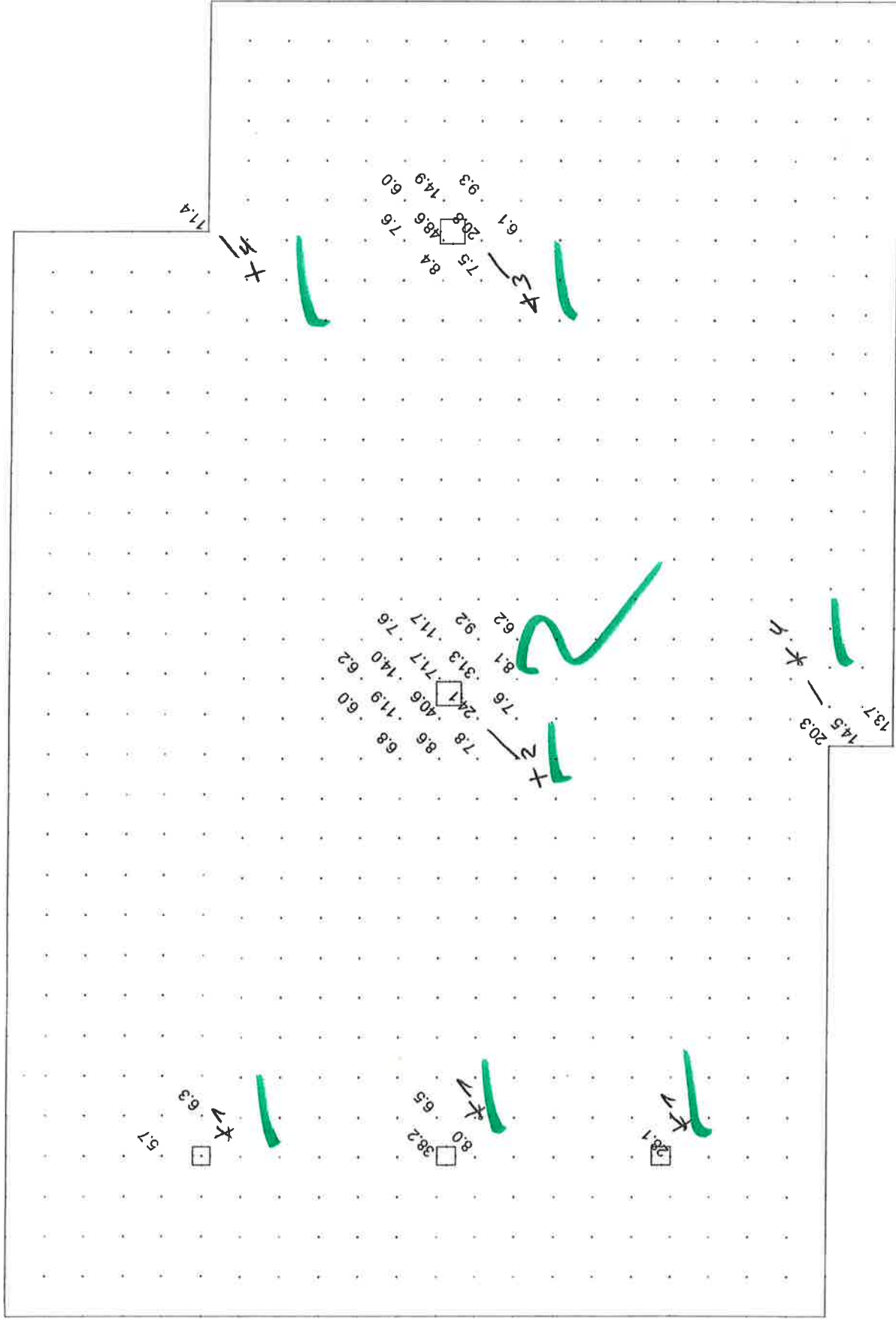


Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm
 Max $a_{s_x} = 35.4$ $a_{s_y} = 0.0$ cm²/m Satz 2
 Pos. 2 a_{s_x} oben Zulagen zur Grundbewehrung a_{s_x} 5.2





Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$ unten $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$
 Max $a_{s_x} = 0.0$ $a_{s_y} = 34.9 \text{ cm}^2/\text{m}$ Satz 2
 Pos. 2 a_{s_y} oben Zulagen zur Grundbewehrung $a_{s_y} 5.2$



* 1 x 4: viele Durchgänge auf folgenden Seiten 8 $\Rightarrow$ keine weitere Schnittzeichnung erforderlich 8 75

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	= 553,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10
Plattendicke	h	= 30 cm
statische Nutzhöhe	d	= 25 cm
Stützenbreite	b	= 30 cm
Stützenbreite	a	= 30 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	= 3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		= C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	= 0,5 % ($a_{sx} = a_{sy} = 12,5 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang

$$u_0 / d = 4,8$$

u_1

$$= 434,2 \text{ cm}$$

$$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$$

$$= 1,89$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$

$$= 0,12$$

$$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$$

$$= 560,65 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$= 499,86 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 608,5 \text{ kN} > 608,3 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreibbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 7,9 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

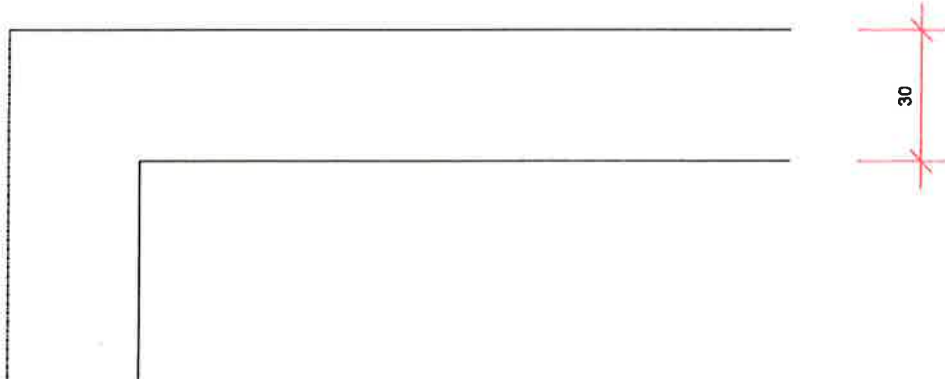


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

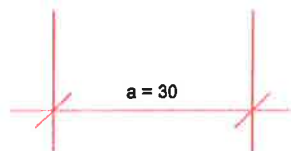
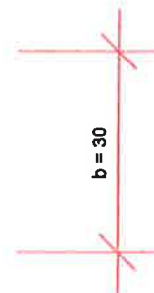
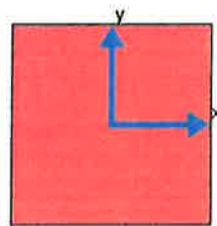
M 1:17



[cm]

Grundriss

M 1:11



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 180 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 180 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1360,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10
Plattendicke	h	= 30 cm
statische Nutzhöhe	d	= 25 cm
Stützenbreite	b	= 40 cm
Stützenbreite	a	= 40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	= 3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		= C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	= 1,5 % ($a_{sx} = a_{sy} = 37,5 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_i

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	= 6,4
u_i		= 474,2 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		= 1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	= 0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 808,59 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_i \cdot d = 958,5 \text{ kN} < 1496,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		
$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 1878,7 \text{ kN} > 1496,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 888,1 \text{ cm} < 904,6 \text{ cm} = u_{out, prov}$		
$l_{s, req} = 78,4 \text{ cm} < 81 \text{ cm} = l_{s, prov}$		
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	= 0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 673,83 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1523,8 \text{ kN} > 1496,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	32	24	18	12	8

Gewählt:	innen :	HDB-20/245-2/360
	außen :	HDB-20/245-3/540

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 8$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 2081,4 \text{ kN} > 1496,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 38,4 cm / 80,8 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 19,4 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

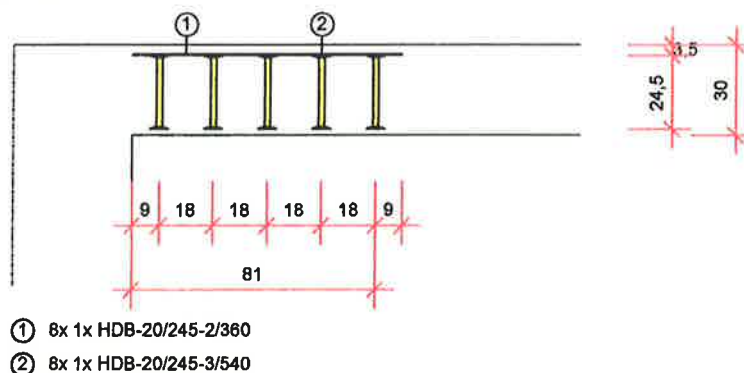


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

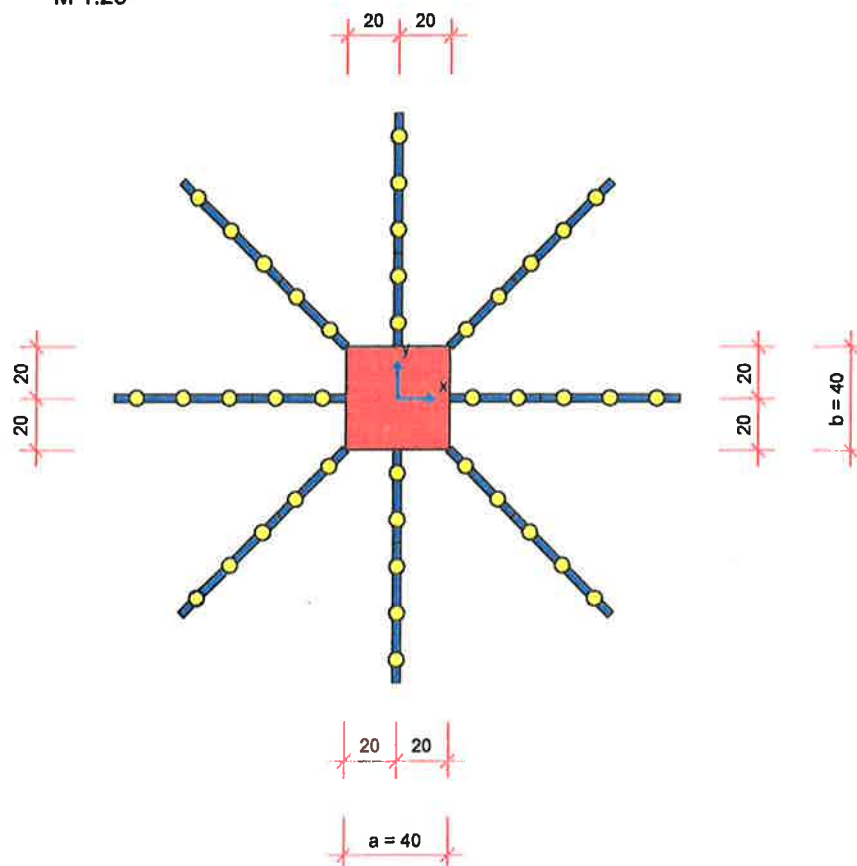
M 1:24



[cm]

Grundriss

M 1:29



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 327 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 327 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	= 938,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10
Plattendicke	h	= 30 cm
statische Nutzhöhe	d	= 25 cm
Stützenbreite	b	= 40 cm
Stützenbreite	a	= 40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	= 3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		= C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	= 1,0 % ($a_{sx} = a_{sy} = 25,0 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	= 6,4
u_1		= 474,2 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		= 1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	= 0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 706,37 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 837,3 \text{ kN} < 1031,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		
$v_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 1641,2 \text{ kN} > 1031,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 701,1 \text{ cm} < 791,5 \text{ cm} = u_{out, prov}$		
$l_{s, req} = 48,6 \text{ cm} < 63 \text{ cm} = l_{s, prov}$		
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	= 0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 588,64 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1164,7 \text{ kN} > 1031,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	23	17	13	8	6

Gewählt:	innen:	HDB-16/245-2/360
	außen:	HDB-16/245-2/360

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 8$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 1332,1 \text{ kN} > 1031,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 38,4 cm / 67,1 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 13,4 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	305,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	25 cm
Wanddicke	b	=	25 cm
Einflussbreite	a	=	37,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	1,0 % ($a_{sx} = a_{sy} = 25,0 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze
 bezogener Stützenumfang

u_1	u_0 / d	=	6
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	706,37 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 271,1 \text{ kN} < 366,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			
$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 531,4 \text{ kN} > 366,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 228 \text{ cm} < 232,9 \text{ cm} = u_{out, prov}$: Rundschnittführung analog Innenstütze

$l_{s, req} = 59,9 \text{ cm} < 63 \text{ cm} = l_{s, prov}$			
$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)) ; 1,1 \}$		=	1,10
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	588,64 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 342,7 \text{ kN} > 335,5 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	8	6	5	3	2

Gewählt:	innen:	HDB-14/245-2/360
	außen:	HDB-14/245-2/360

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 3$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 382,5 \text{ kN} > 366,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 37,2 cm / 65,9 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 4,4 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

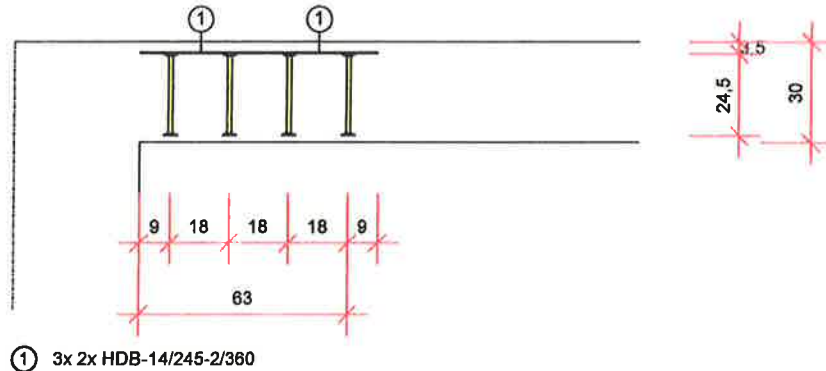


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

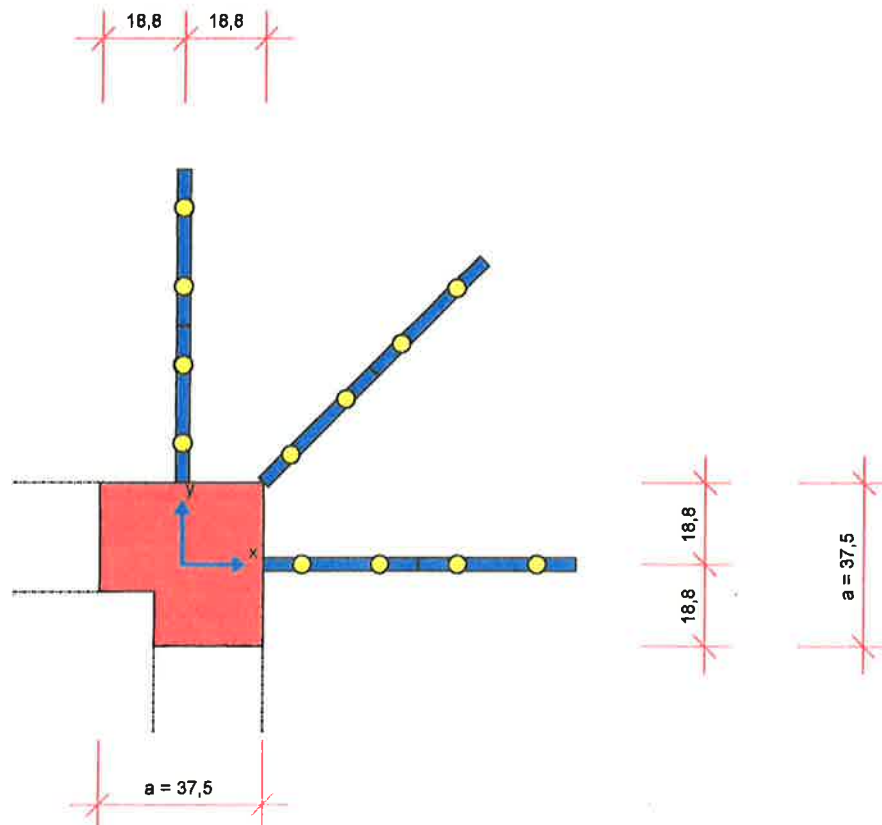
M 1:22



[cm]

Grundriss

M 1:17



Mindeststablängen: $l_{\text{ber,min,x}} = 163 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{ber,min,y}} = 163 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $125,5 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$ in die Platte zu führen.

Plattenberechnung mit BE-PLATTE Version 20.55

Decke über 1.OG - OP-Bereich

Materialdaten

C30/37, XC1, WD; $c_{volken} = c_{min} = 2,5 \text{ cm}$ Plattenstärke $h = 30.0 \text{ cm}$ $I = 1.0 * h^3/12 = 2.25E-003 \text{ m}^4$ Beton C 30/37 E = 33000.0 MN/m² (EC2)EI = 74.25 MN m²

Querdehnung = 0.20

Expositionsklassen XC 1 XA 0

Vorbereitung für die Berechnung

Aussenwände aus: Beton

E-Modul = 3.000E+007 kN/m² Höhe = 3.50 m Stärke = 0.25 mSteifigkeit = $E * A / \text{Höhe} = 3.000E+007 * 0.25 * 1.0 / 3.50 = 2.143E+006 \text{ kN/m}$

Mittlere Elementlänge = 0.50 m

Gelenkig gelagerte Ecken sind gehalten.

Abmessungen der Platte

Aussenrand

Nr.	Seiten		Länge [m]	Lager- beding.	Vert. Steifigkeit kN/m ²	Dreh- Steifigkeit kNm/m	Zug	Form
	x [m]	y [m]						
1	2.62	1.06	6.66	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
2	9.28	1.06	1.06	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
3	9.28	0.00	12.09	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
4	21.37	0.00	11.25	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
5	21.37	11.25	3.75	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
6	17.62	11.25	3.20	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
7	17.62	14.45	15.00	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
8	2.62	14.45	13.39	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G

Senkfeder : Lagerkraft [kN/m] = Federsteifigkeit [kN/m²] * Federweg [m]

Drehfeder : Moment [kNm/m] = Federsteifigkeit [kNm/m] * tan(Winkel) [°]

Fläche der Platte = 251.88 m²

Stützen

Abmessungen

Nr	x [m]	y [m]	dx [m]	dy [m]	hs [m]	lsx [m]	lsy [m]	Rund	Form	Länge[m]
1	10.12	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
2	17.62	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50

Federsteifigkeiten

Nr	x [m]	y [m]	kN/m	kNm	kNm	Zug
			vertikal	in x-Richtung	in y-Richtung	
1	10.12	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
2	17.62	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J

 Lastfall 1 : (Typ G) Lastfall 1

Spez. Gewicht = 25.00 kN/m³, Belag, Putz etc. = 2.75 kN/m²

h = 0.30 m g = 10.25 kN/m² Fläche = 251.88 m² Gewicht = 2581.75 kN

Lastfall 2 : (Typ N2) Lastfall 2

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	7.26	3.75	7.50	7.50
2	21.37	7.26	3.99	7.50	7.50
3	21.37	11.25	3.75	7.50	7.50
4	17.62	11.25	3.99	7.50	7.50

Fläche = 14.96 m² Belastung = 112.22 kN

Lastfall 3 : (Typ N2) Lastfall 3

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	7.26	7.50	7.50	7.50
2	10.12	7.26	7.19	7.50	7.50
3	10.12	14.45	7.50	7.50	7.50
4	2.62	14.45	7.19	7.50	7.50

Fläche = 53.92 m² Belastung = 404.44 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	0.00	3.75	7.50	7.50
2	21.37	0.00	7.26	7.50	7.50
3	21.37	7.26	3.75	7.50	7.50
4	17.62	7.26	7.26	7.50	7.50

Fläche = 27.23 m² Belastung = 204.19 kN

Lastfall 4 : (Typ N2) Lastfall 4

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	1.06	6.66	7.50	7.50
2	9.28	1.06	6.26	7.50	7.50

Position 3

Blatt 3

3	10.12	7.26	7.50	7.50	7.50
4	2.62	7.26	6.20	7.50	7.50

Fläche = 43.90 m2 Belastung = 329.22 kN

Lastfall 5 : (Typ N2) Lastfall 5

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	10.12	7.26	7.50	7.50	7.50
2	17.62	7.26	7.19	7.50	7.50
3	17.62	14.45	7.50	7.50	7.50
4	10.12	14.45	7.19	7.50	7.50

Fläche = 53.93 m2 Belastung = 404.44 kN

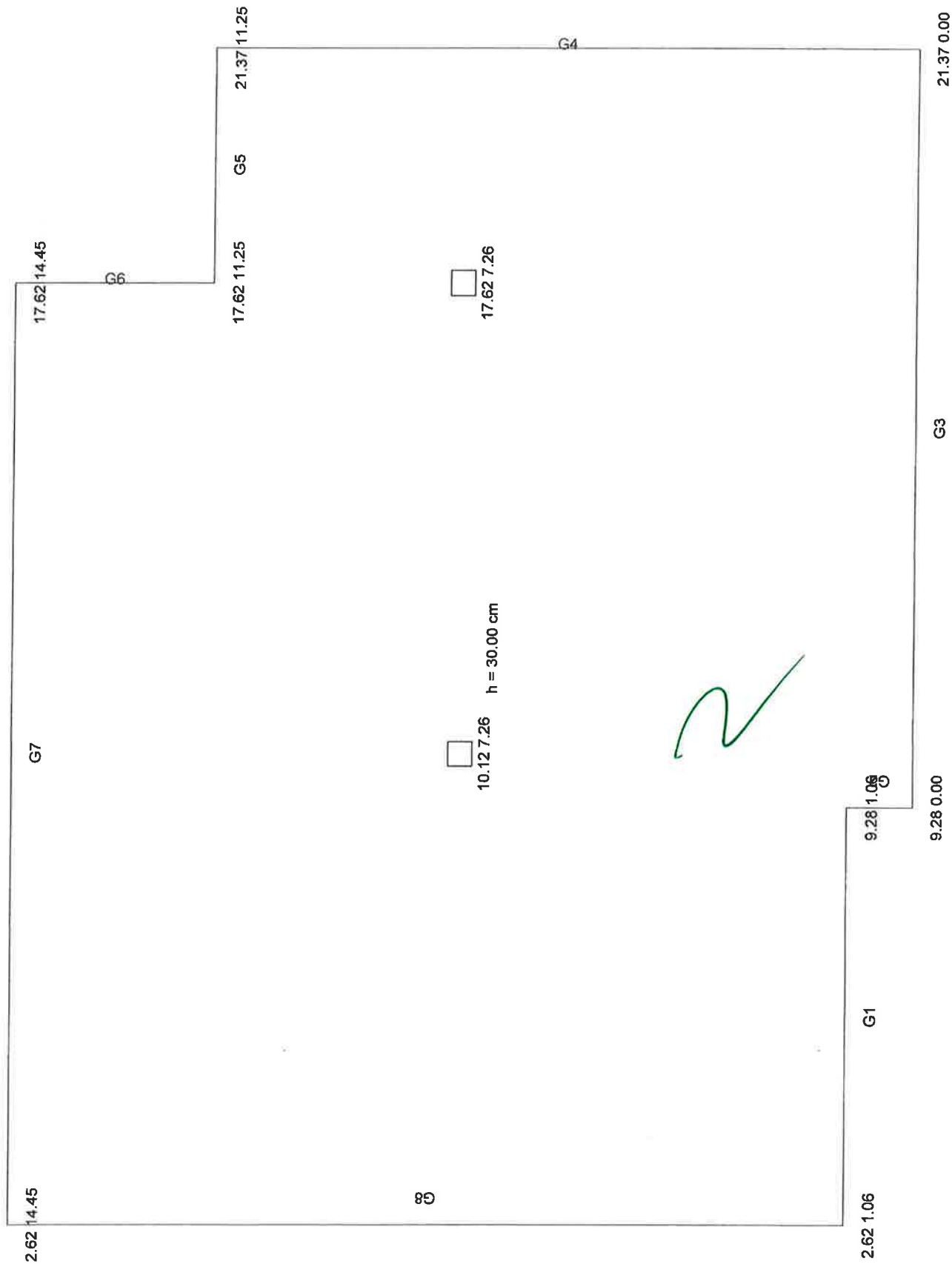
Lastfall 6 : (Typ N2) Lastfall 6

Belastete Flächen

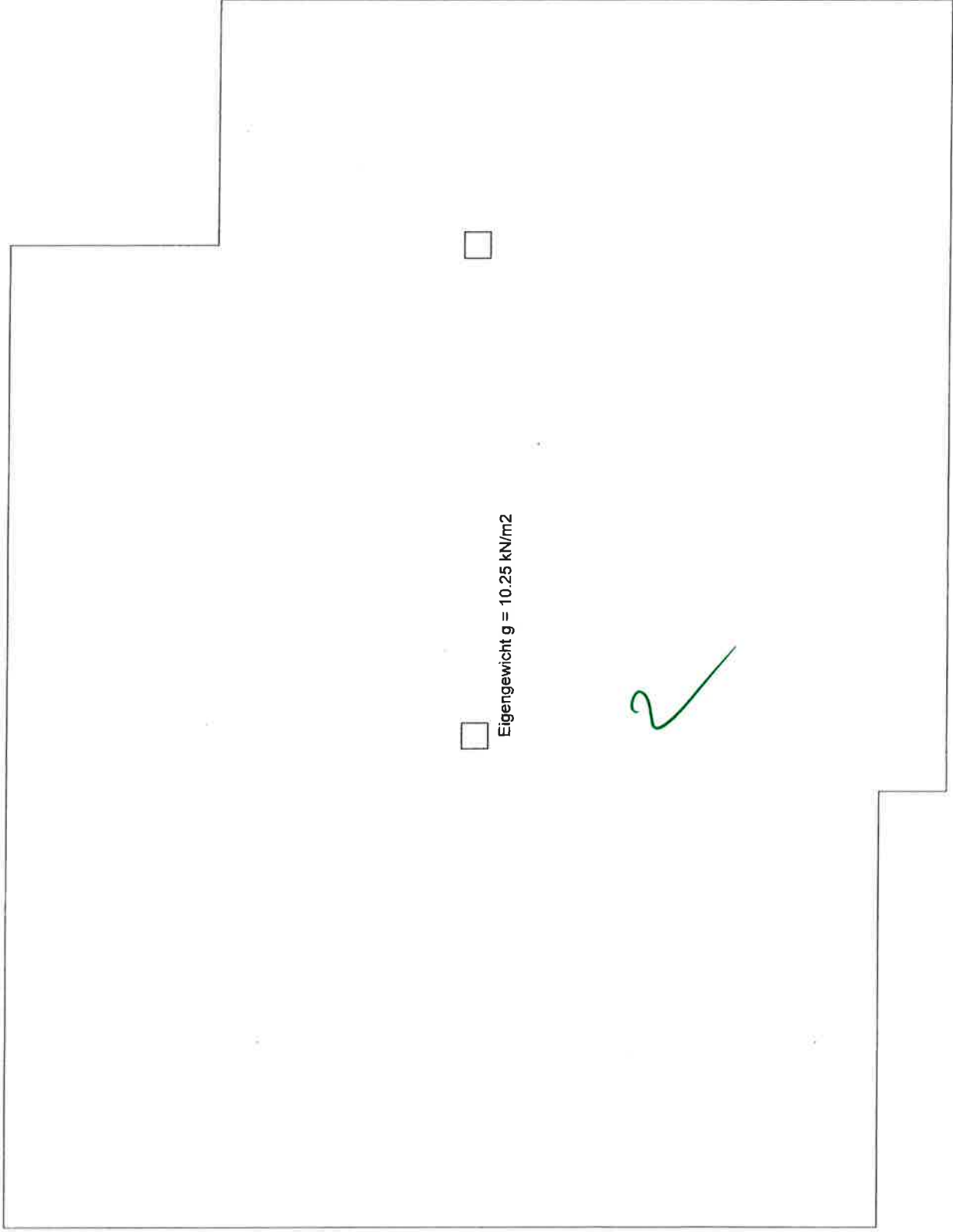
Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	9.28	0.00	8.34	7.50	7.50
2	17.62	0.00	7.26	7.50	7.50
3	17.62	7.26	7.50	7.50	7.50
4	10.12	7.26	6.26	7.50	7.50
5	9.28	1.06	1.06	7.50	7.50

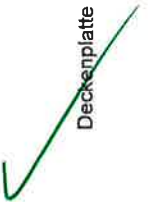
Fläche = 57.94 m2 Belastung = 434.58 kN

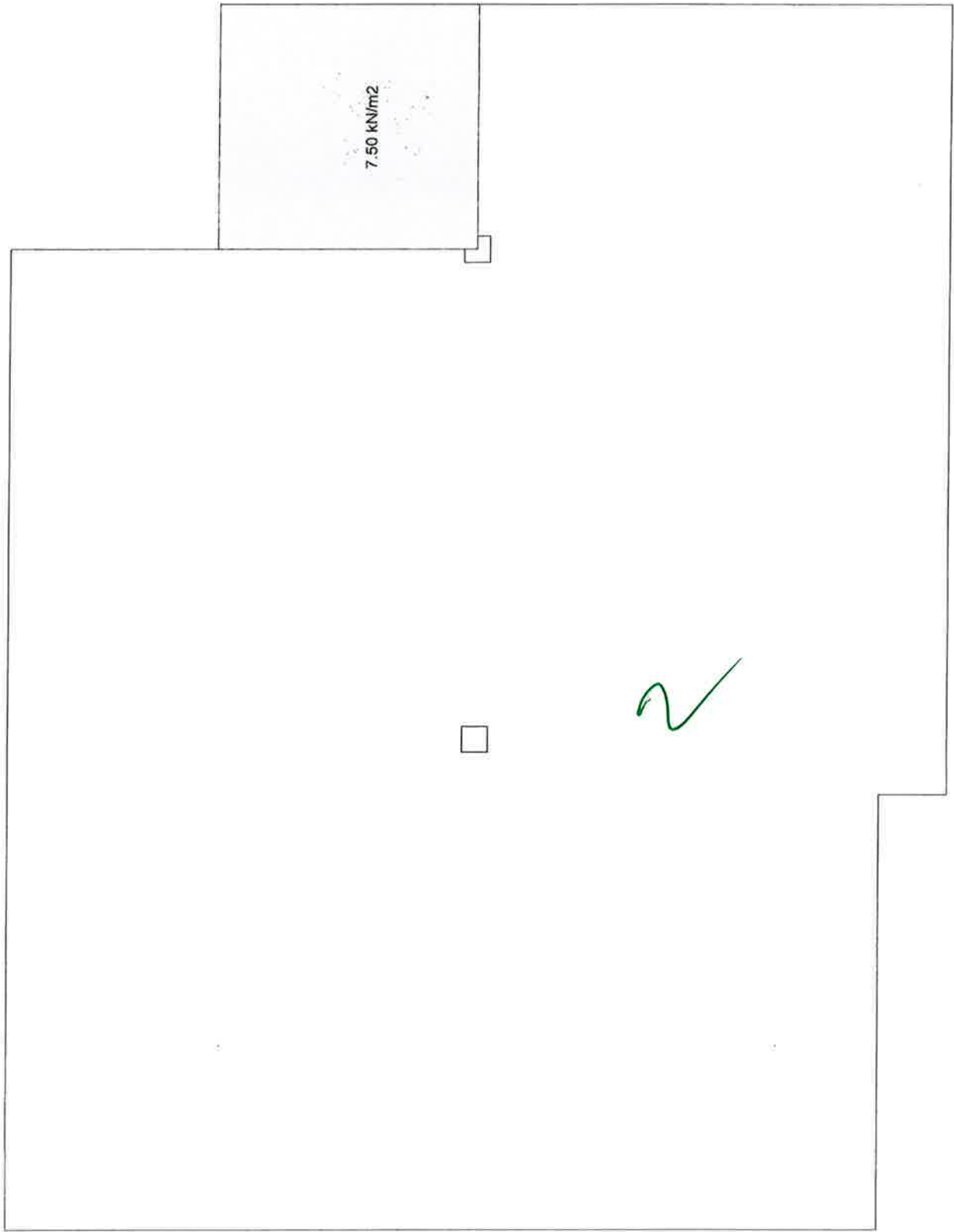


Deckenplatte Position 3 1 cm = 0.89 m

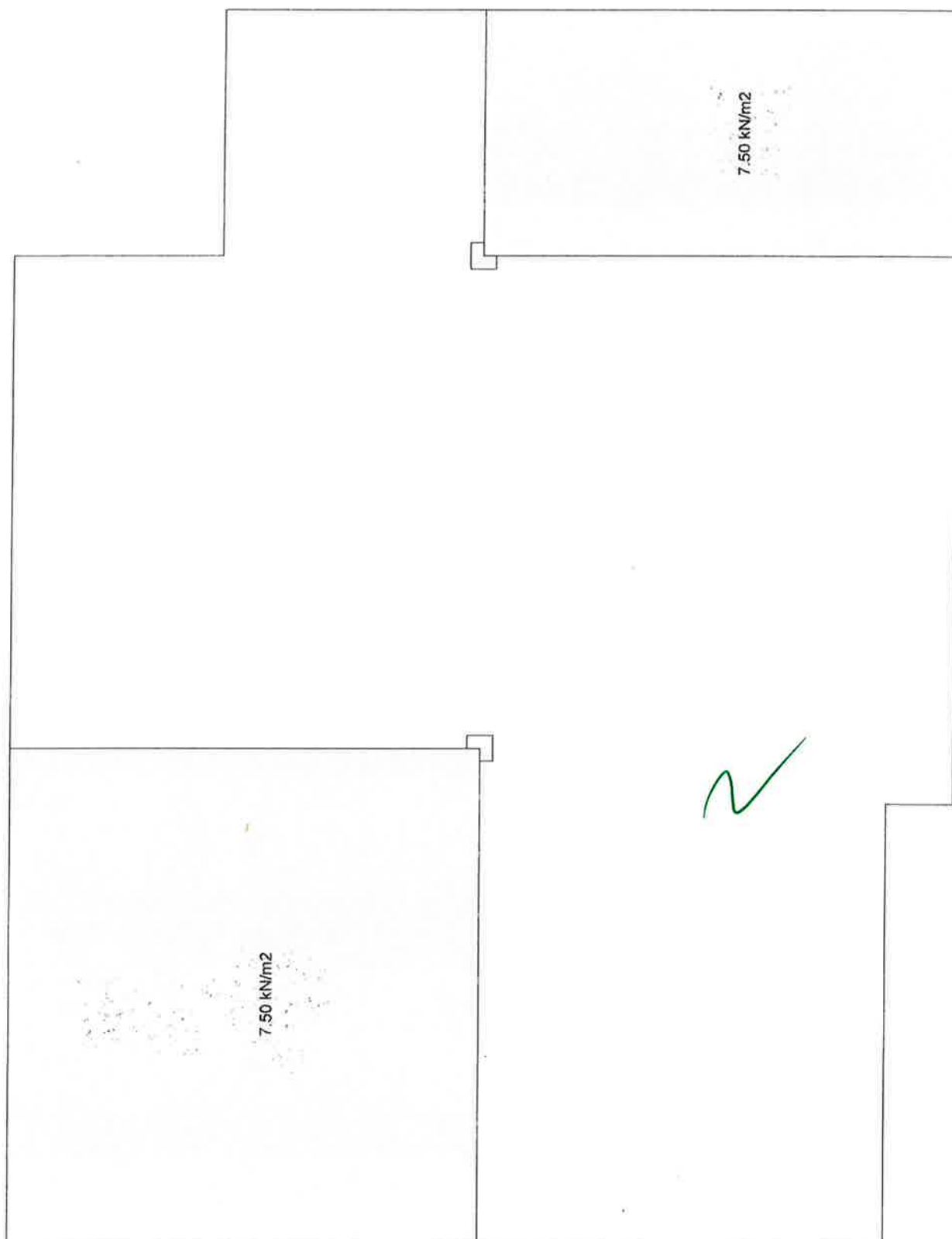


Deckenplatte Position 3 LF 1 von 6 1 cm = 0.89 m

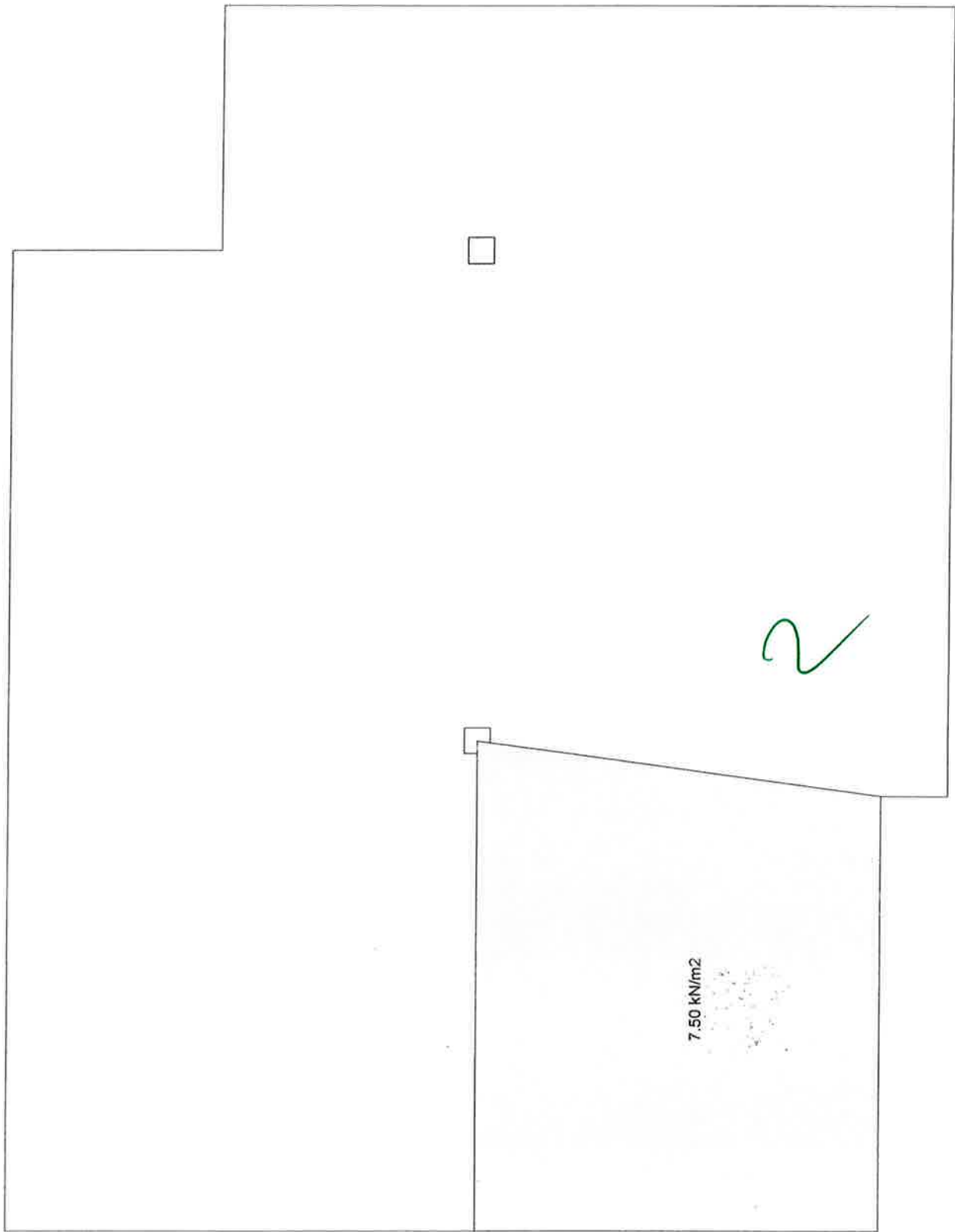




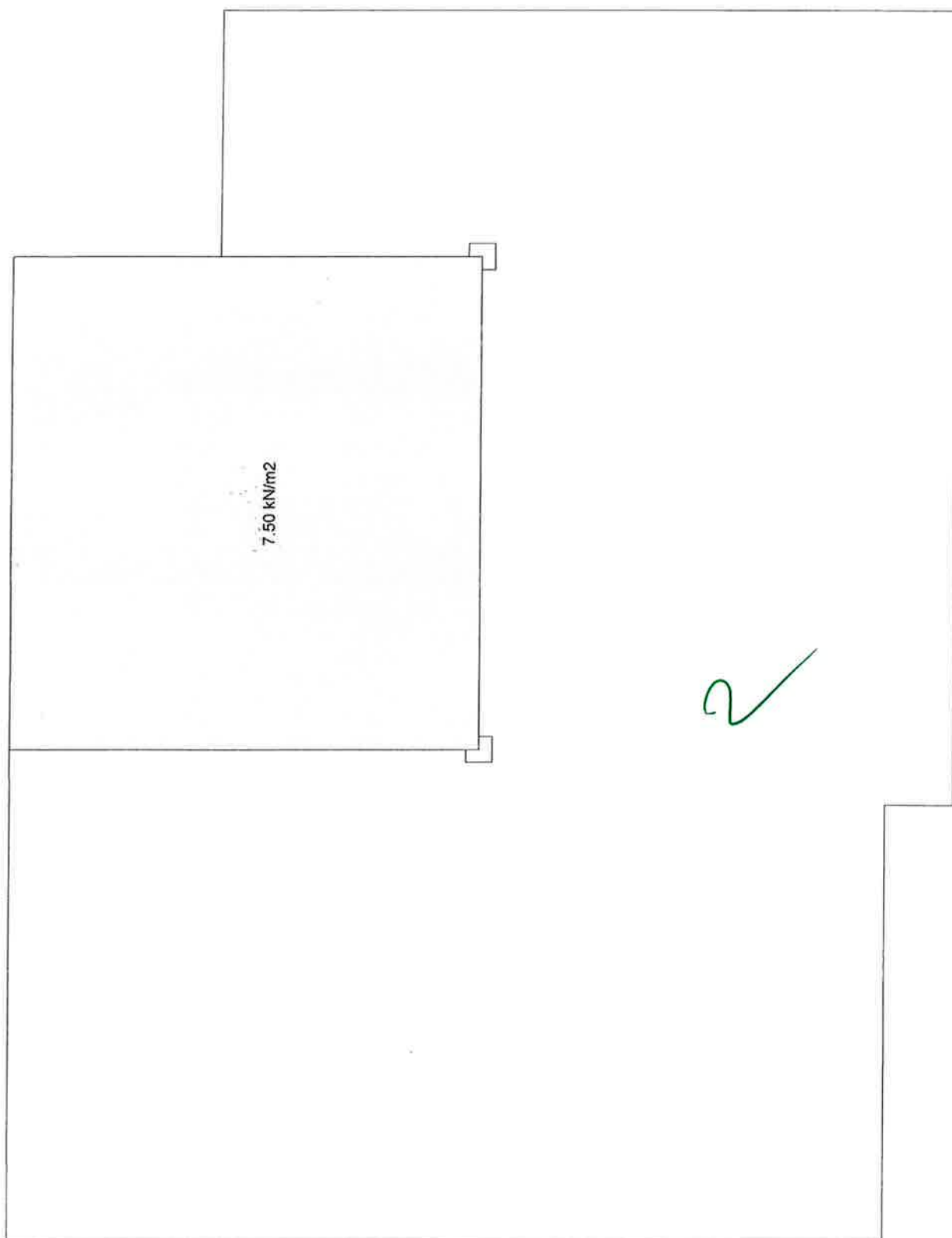
✓
Deckenplatte Position 3 LF 2 von 6 1 cm = 0.89 m



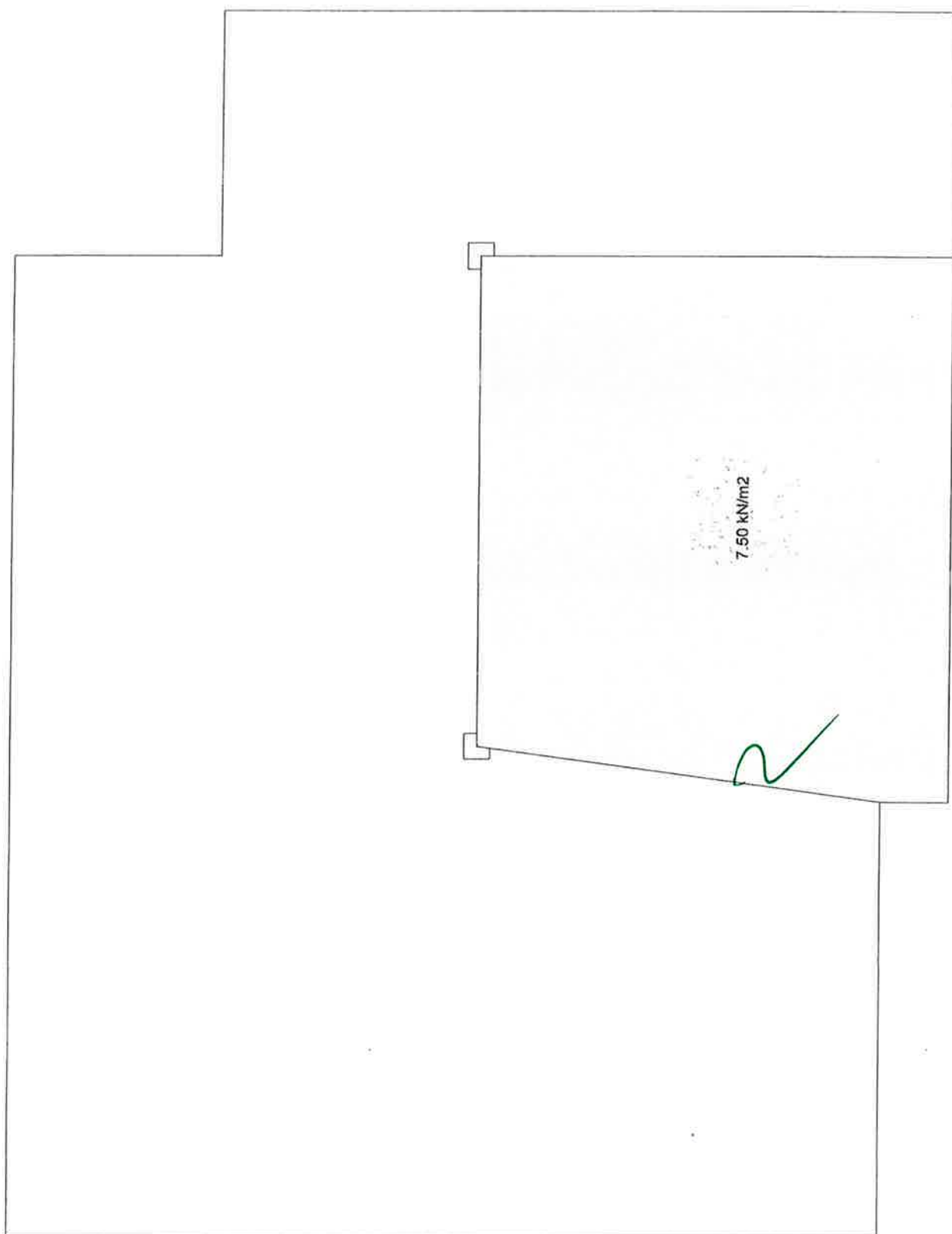
✓
Deckenplatte Position 3 LF 3 von 6 1 cm = 0.89 m



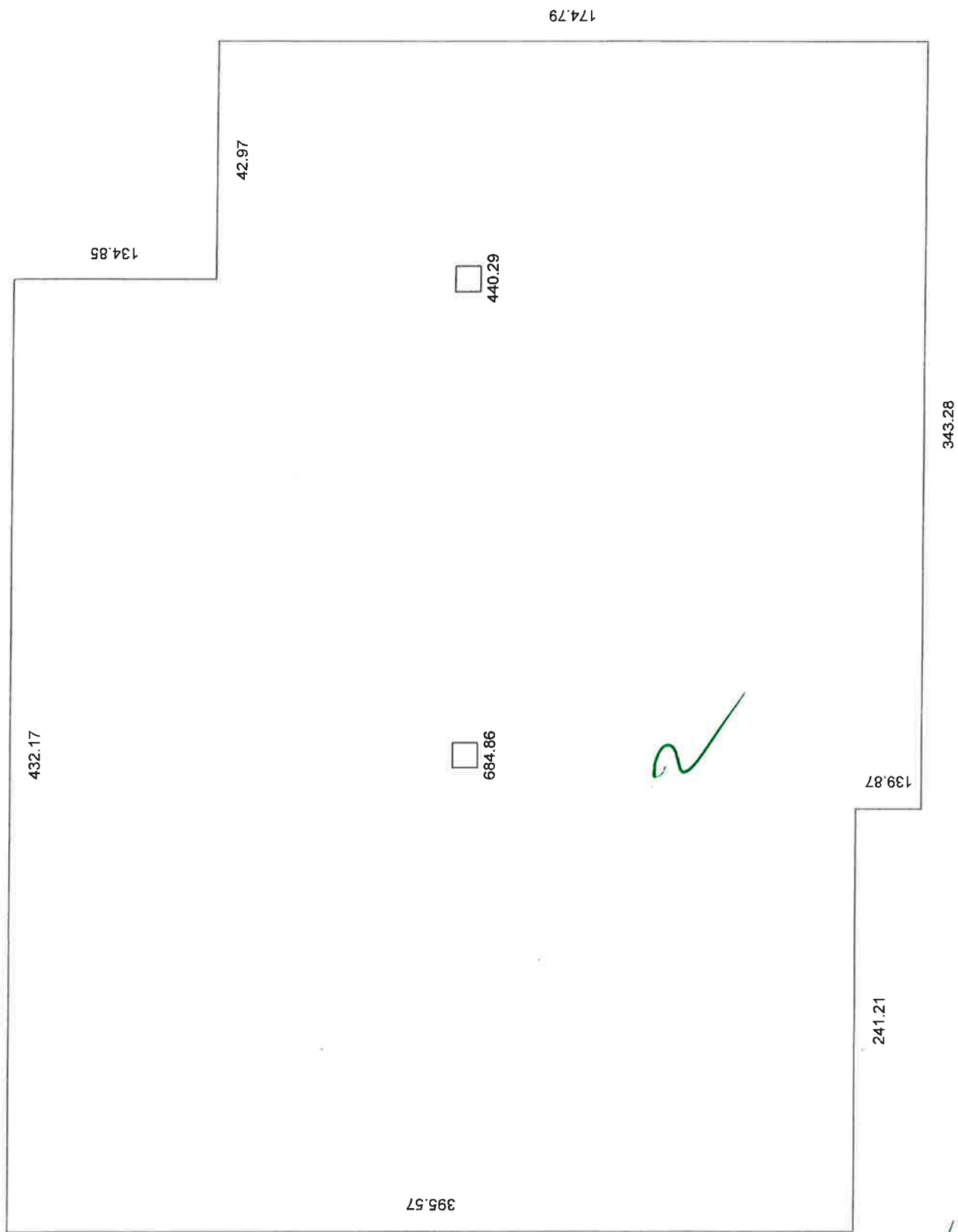
✓
Deckenplatte Position 3 LF 4 von 6 1 cm = 0.89 m



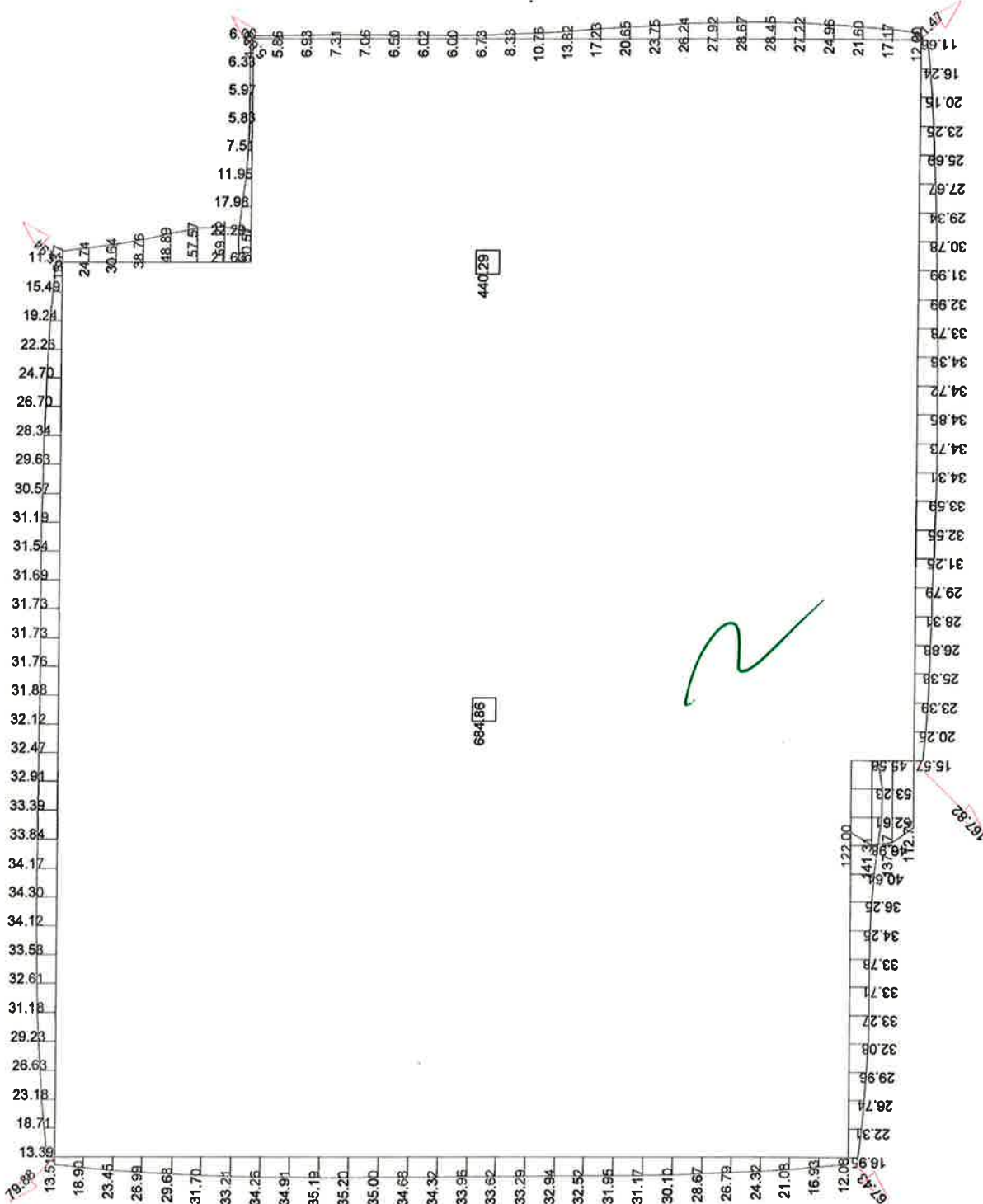
✓
Deckenplatte Position 3 LF 5 von 6 1 cm = 0.89 m



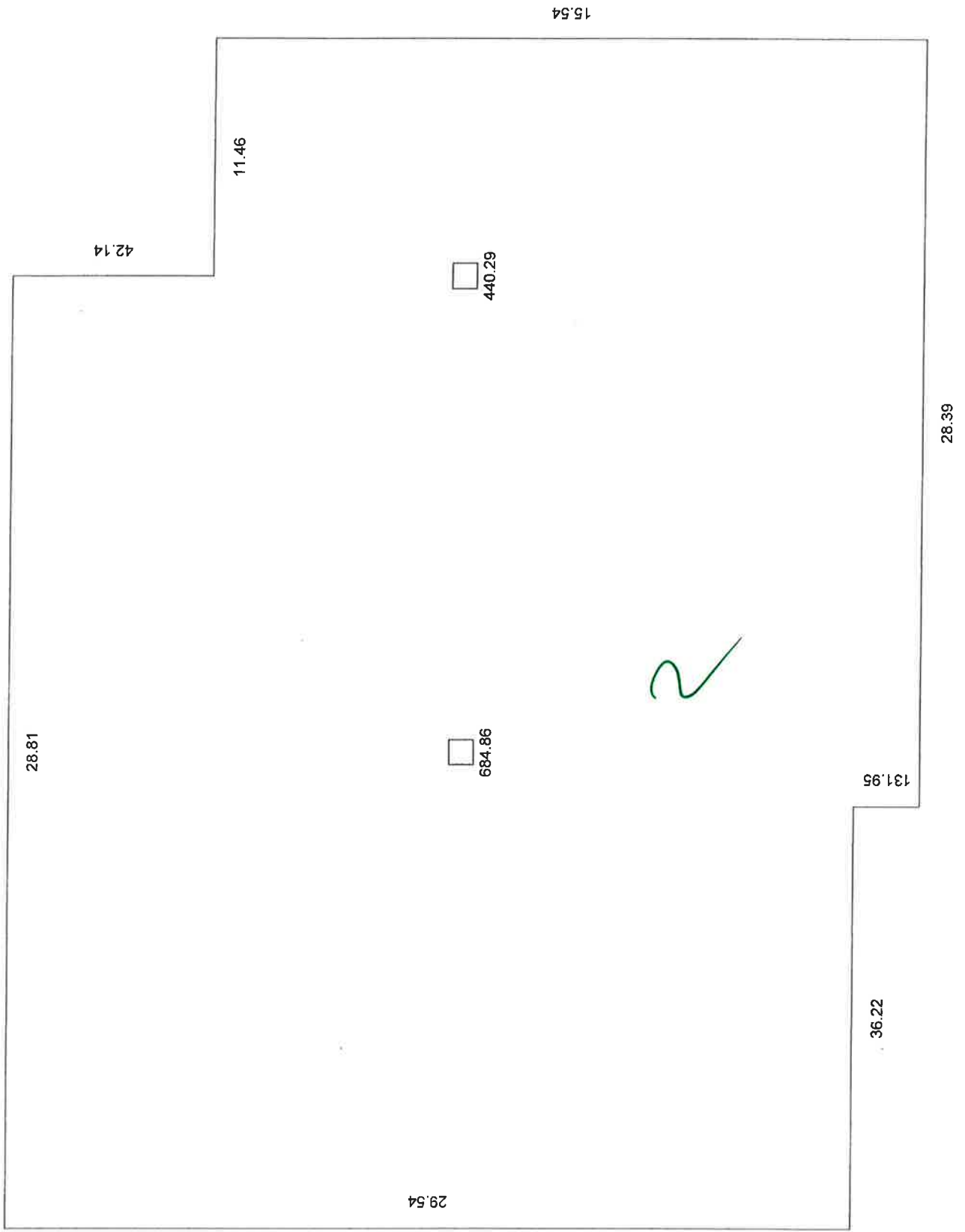
✓
Deckenplatte Position 3, LF 6 von 6 1 cm = 0.89 m



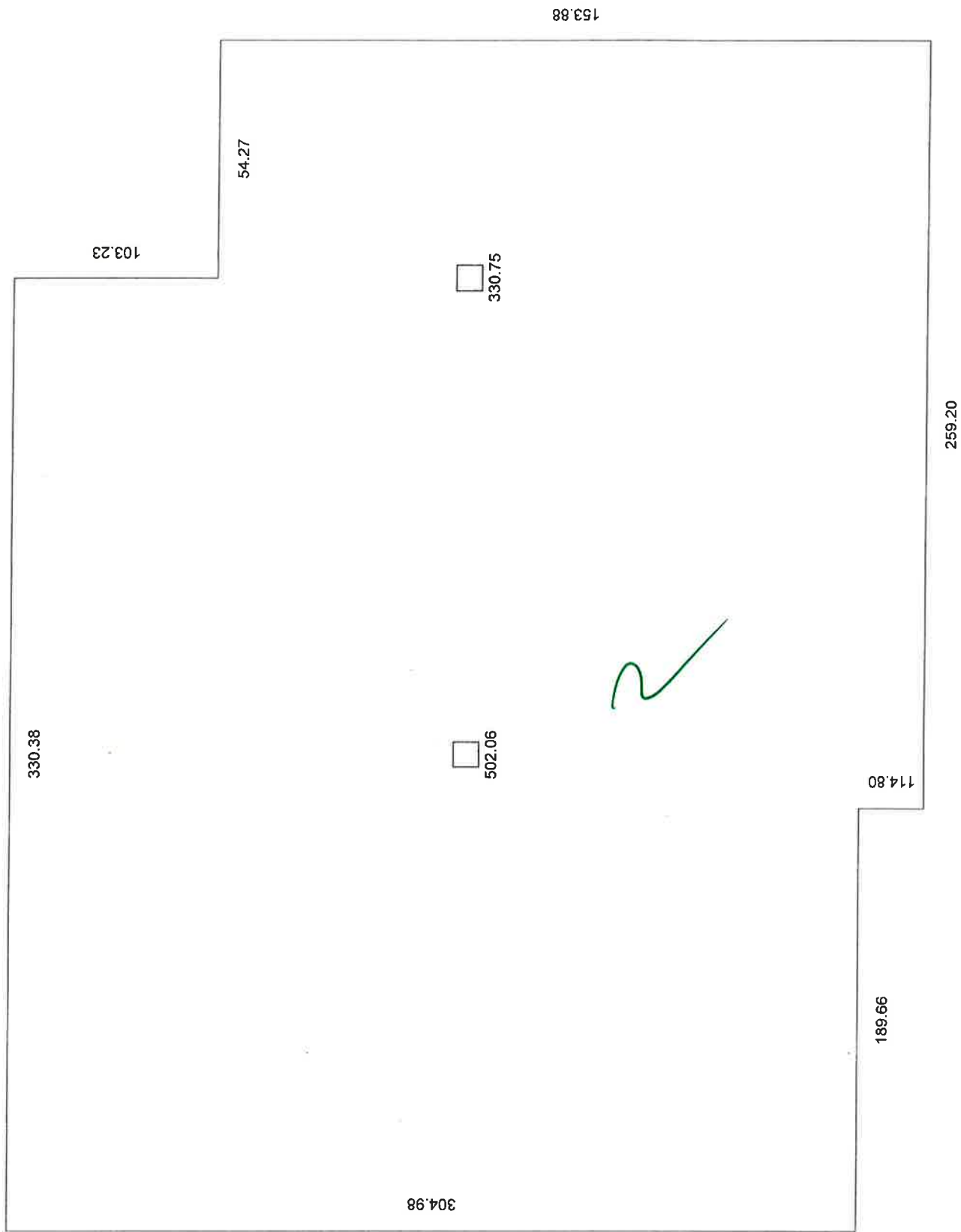
Pos. 3 Summe der Lagerkräfte im LF 1 [kN]



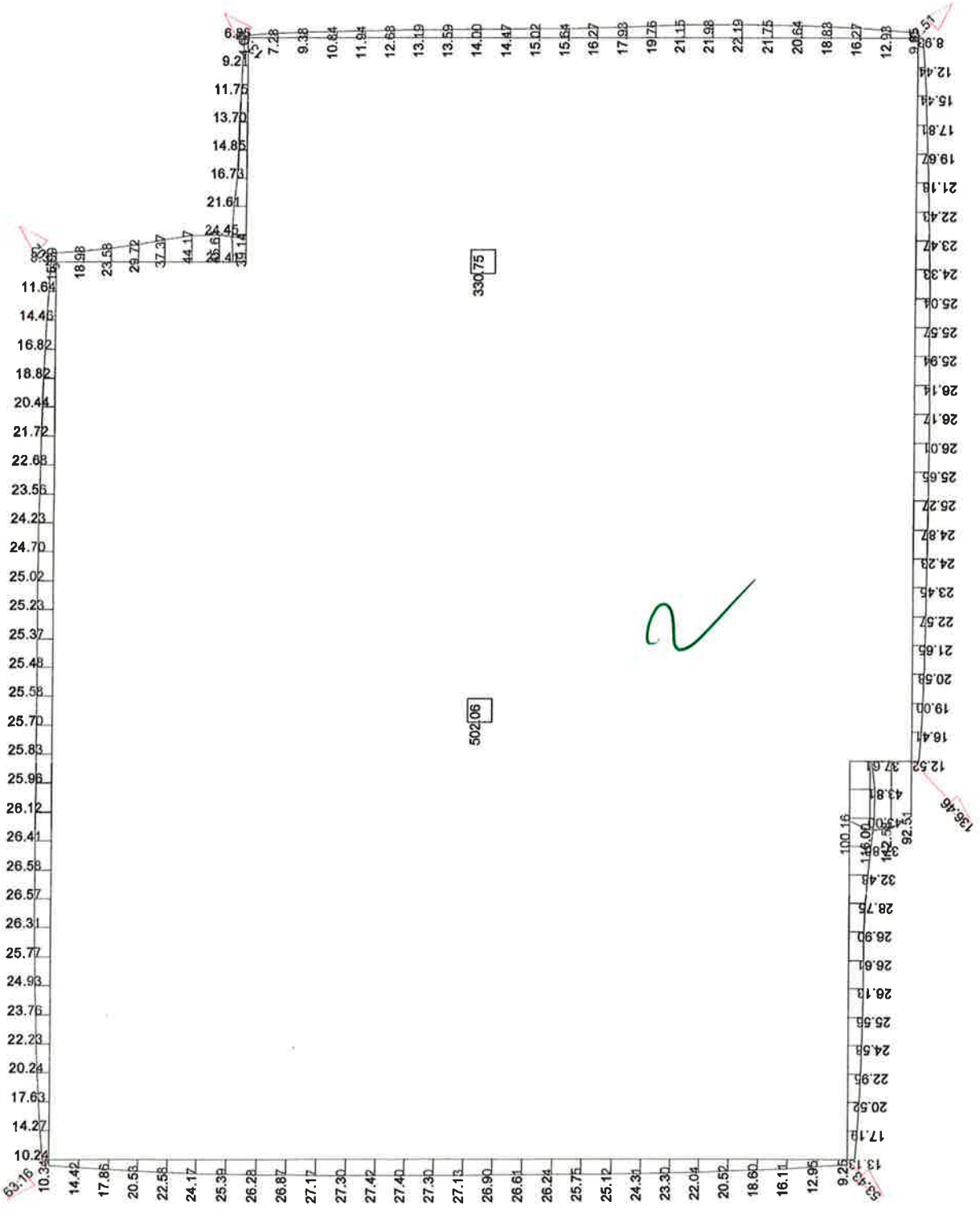
Position 3 Lagerkräfte [kN/m] im LF 1



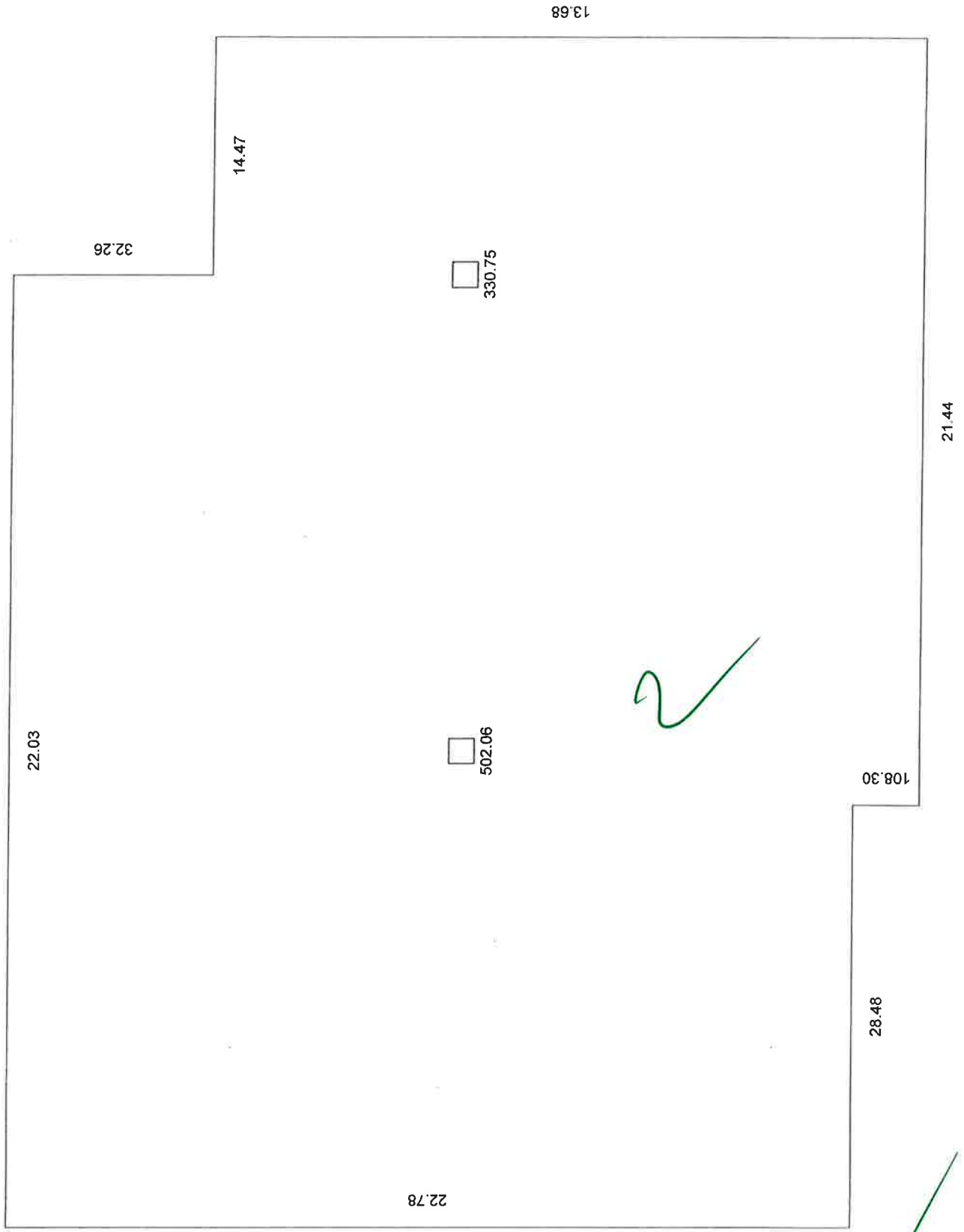
Pos. 3 Summe der Lagerkräfte im LF 1 pro ffd. Meter [kN/m]



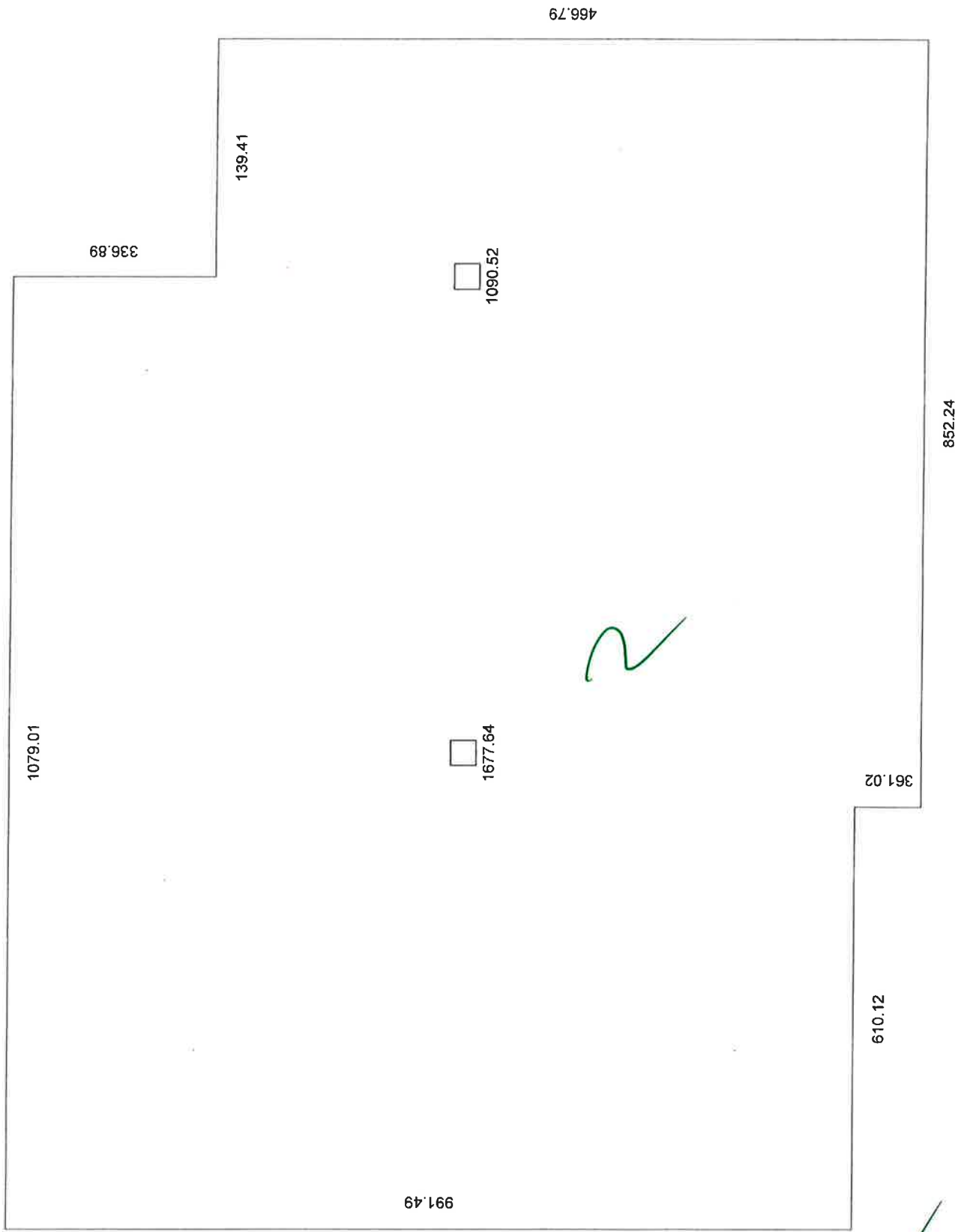
Pos. 3 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) [kN]



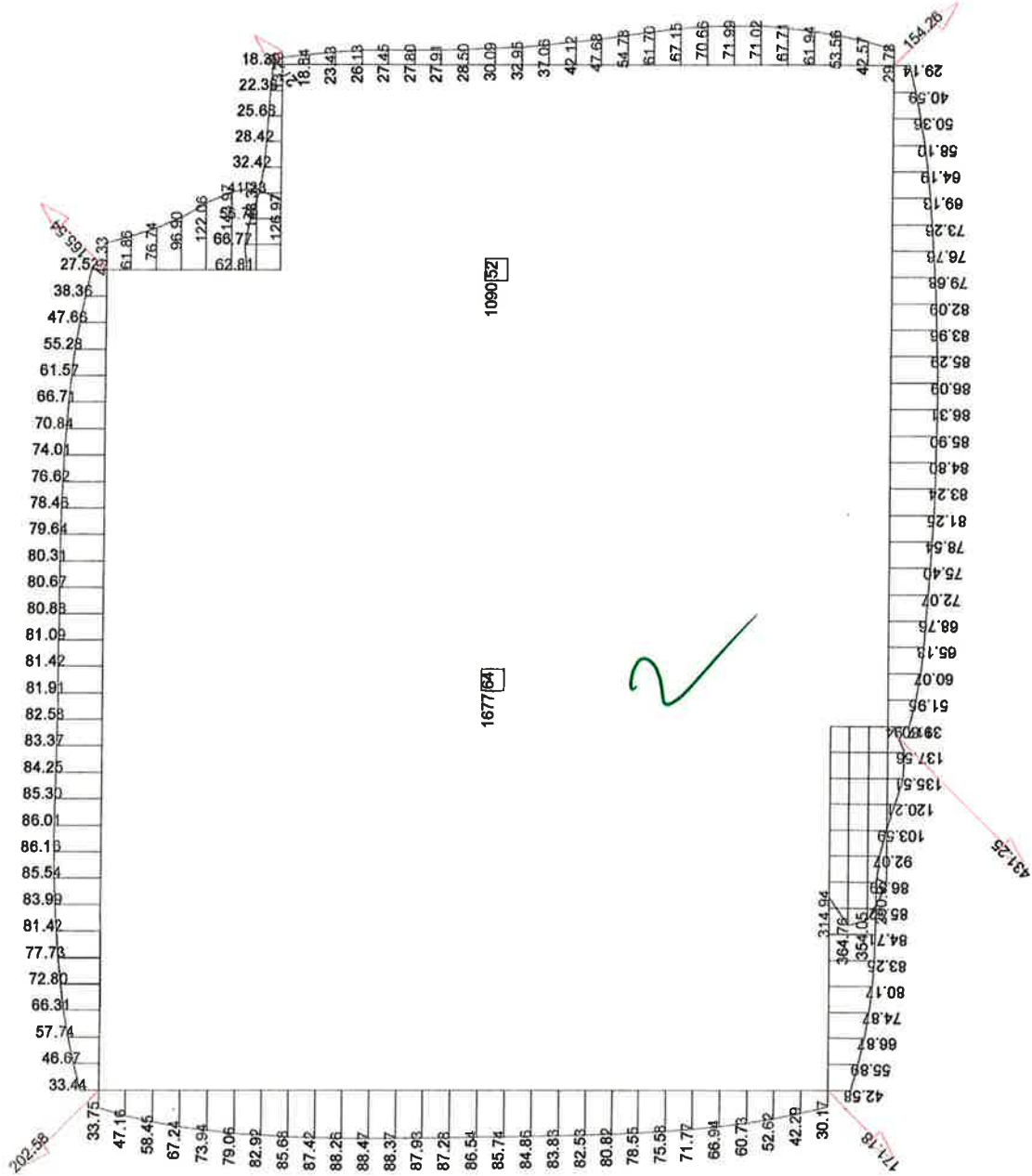
Position 3 Lagerkräfte [kN/m] alle LF N2 (max)

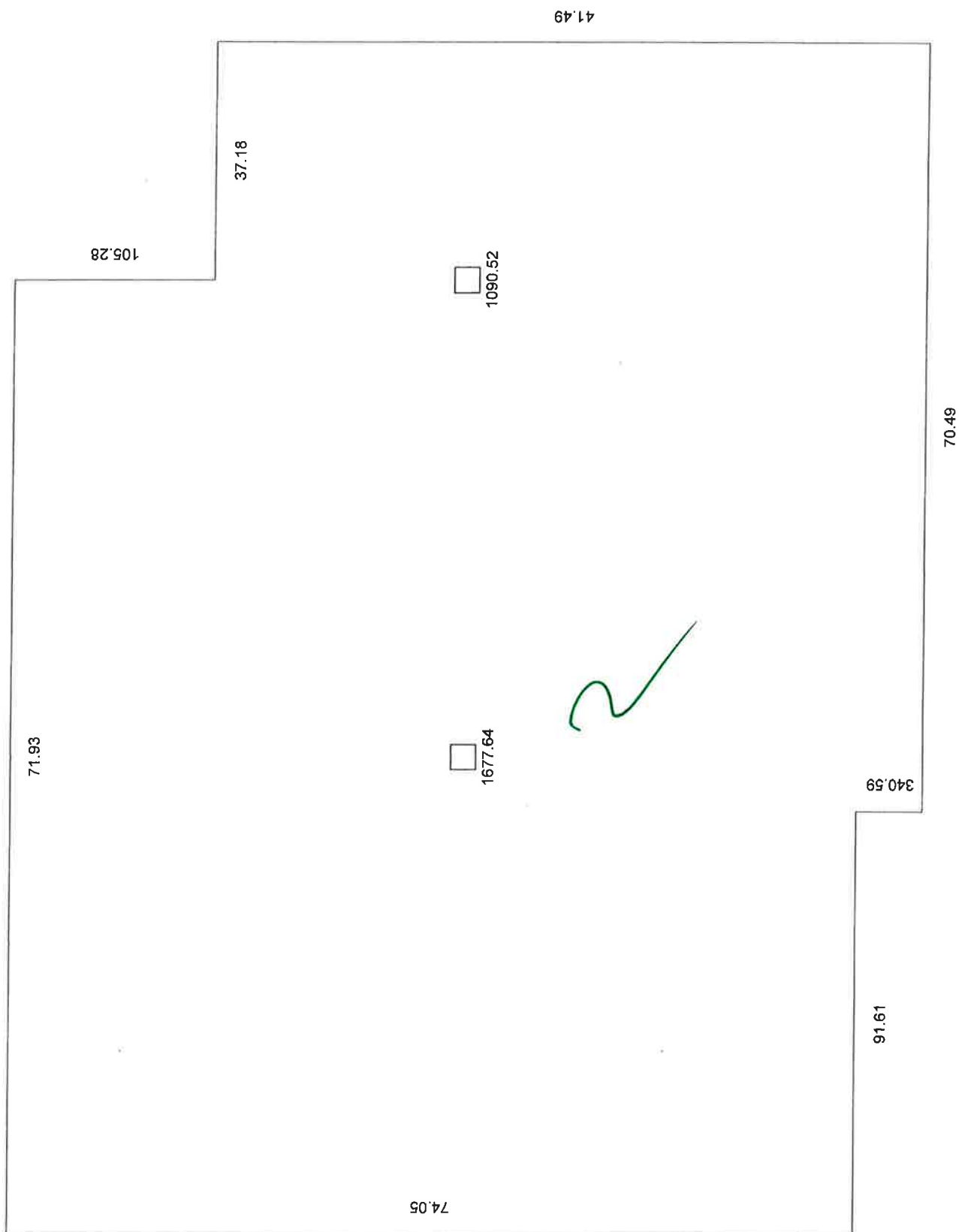


Pos. 3 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) pro lfd. Meter [kN/m]

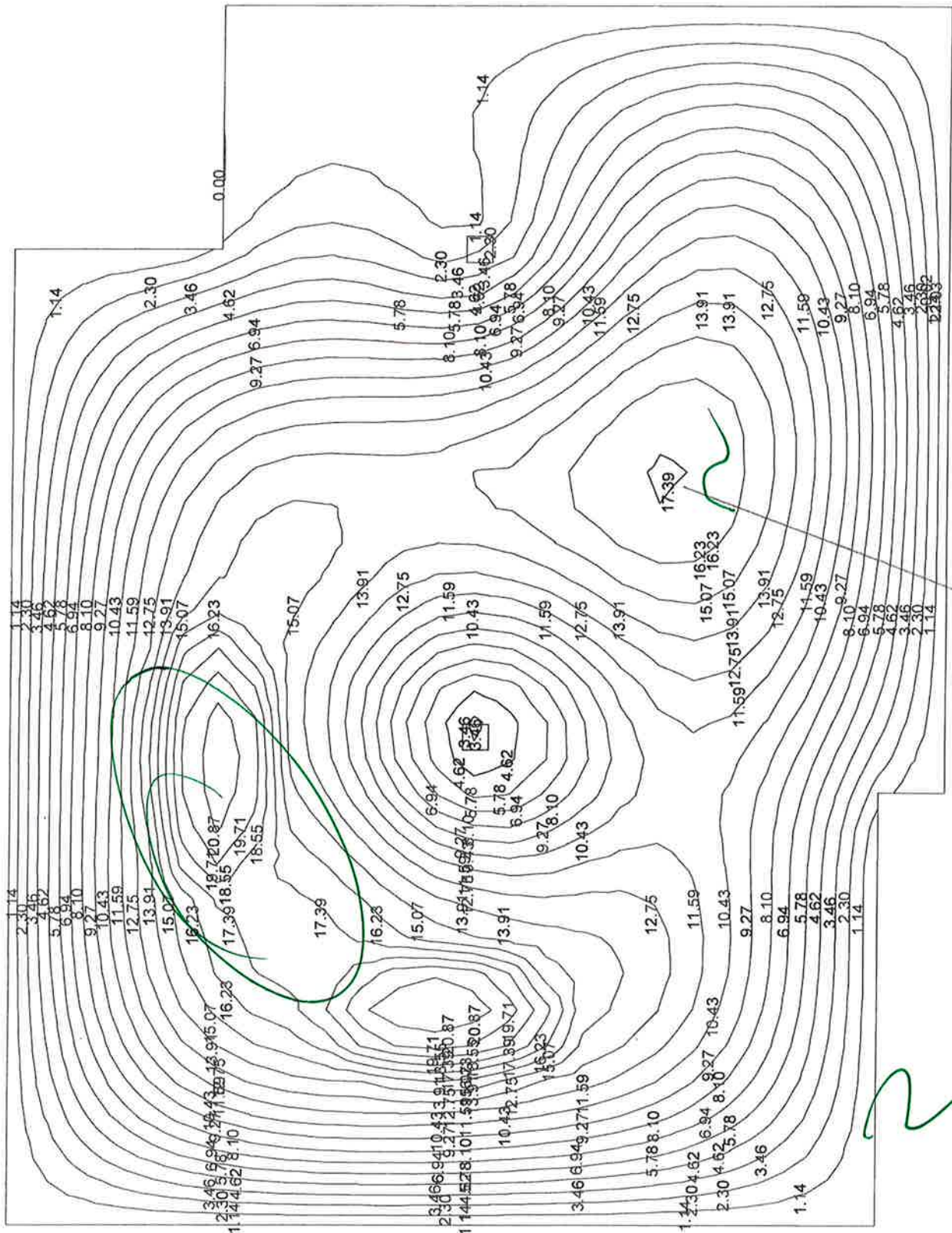


Pos. 3 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT [kN]





Pos. 3 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT pro lfd. Meter [kN/m]



max = 17,40m } Δ 431
 für 2,5m

Position 3 Niveaulinien der Durchbiegung im Z II [mm] alle LF (max)

Bemessung:

Betonstahl B 500 B $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$

Beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ N/mm}^2$

$\min_{as} = 3.625 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($h = 30.0 \text{ cm}$)

Expositionsklassen XC 1 XA 0

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$ ($0.85 = \alpha_{cc}$ s. EC2 3.1.6 Glg. (3.15))

* = mit Druckbewehrung, - 1 = keine Bewehrung möglich.

Plattendicke = 30.0 cm $as_{min} = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$

Randabstand d. Bewehrung Oben: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Randabstand d. Bewehrung Unten: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Mindestbewehrung: gew:

Q524A oben + unten
bzw. #40115 o.ä.

Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF: $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6$
C30/37 XC 1 B 500 B XA 0 d = 30.00 cm Randabstand oben x = 5.0 cm unten x = 5.0 cm y = 5.0 cm

Max as_x = 0.0 as_y = 10.7 cm2/m Sätze 1 2

Pos. 3 as_y unten Zulaugen zur Grundbewehrung as_y 5.2

0.8

5.3

1.0 3.2 1.2

0.8

0.2

0.8 1.5 0.2

1.6 3.5 4.1 1.3

3.4 10.1 7.8 1.2

0.6 2.1 2 6.1

2.9 9.9 8.3 1.4

0.5 2.0 3.5 1.6

2.7 3.6 3.6 3.2

0.9 5.6 9.9 10.3 6.9 1.9

7.3 20.2 22.3 9.9 1.3

2.8 21.6 33.9 5.8

7.7 22.3 23.3 6.2 0.3

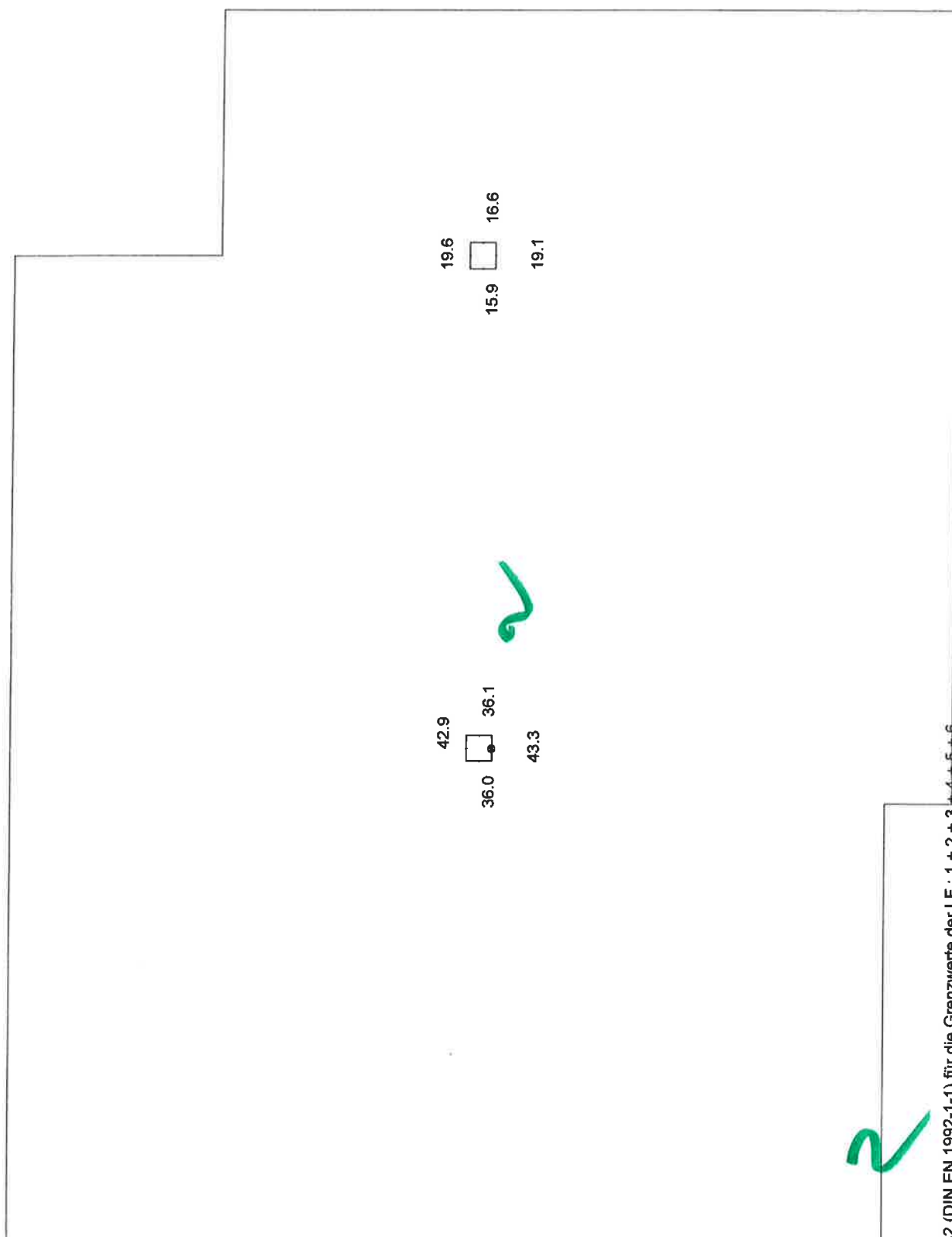
1.3 6.8 12.1 10.6 7.0 1.6

4.1 5.9 4.0 3.5 0.8

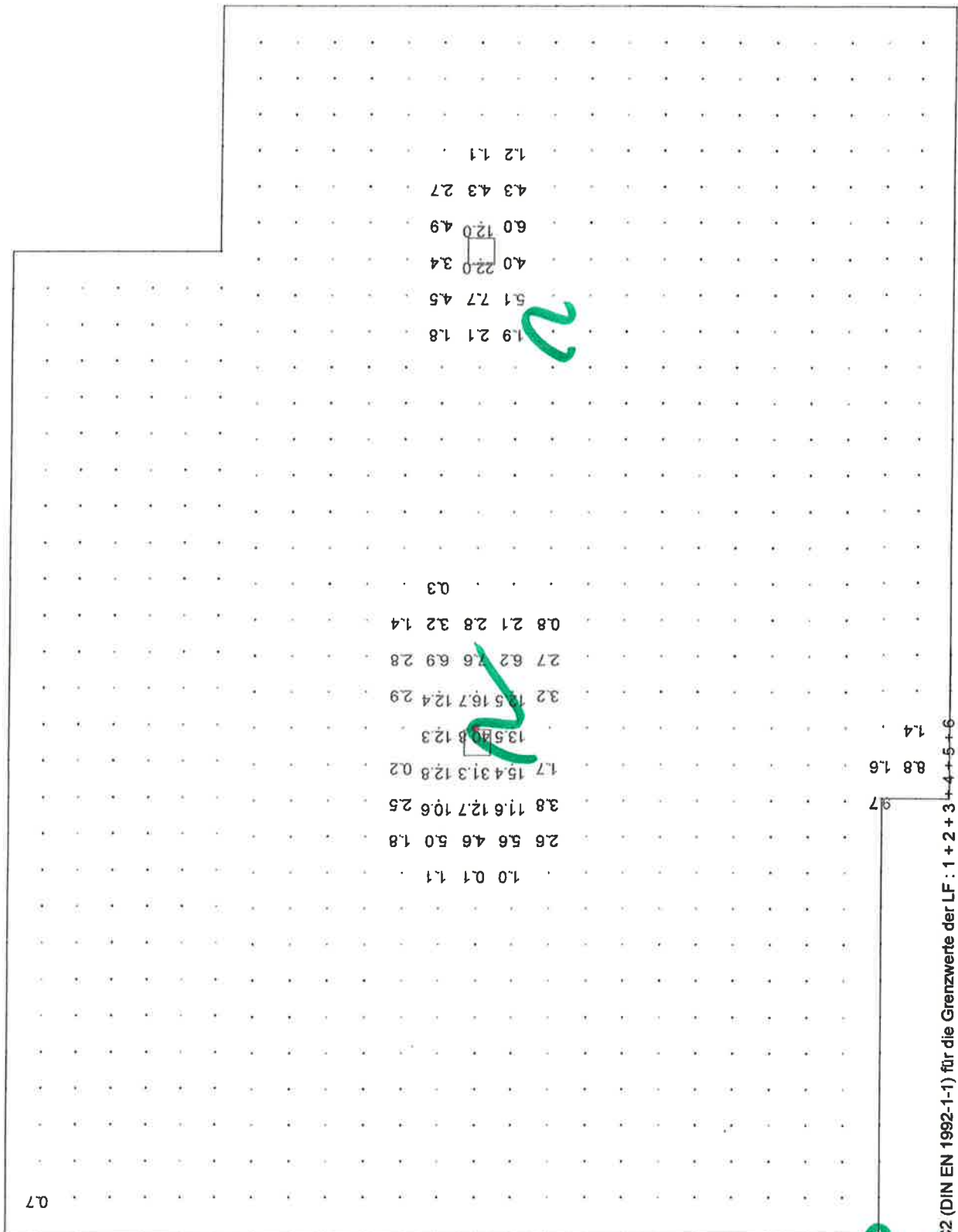
1.5 2.1 0.5 0.6

0.8

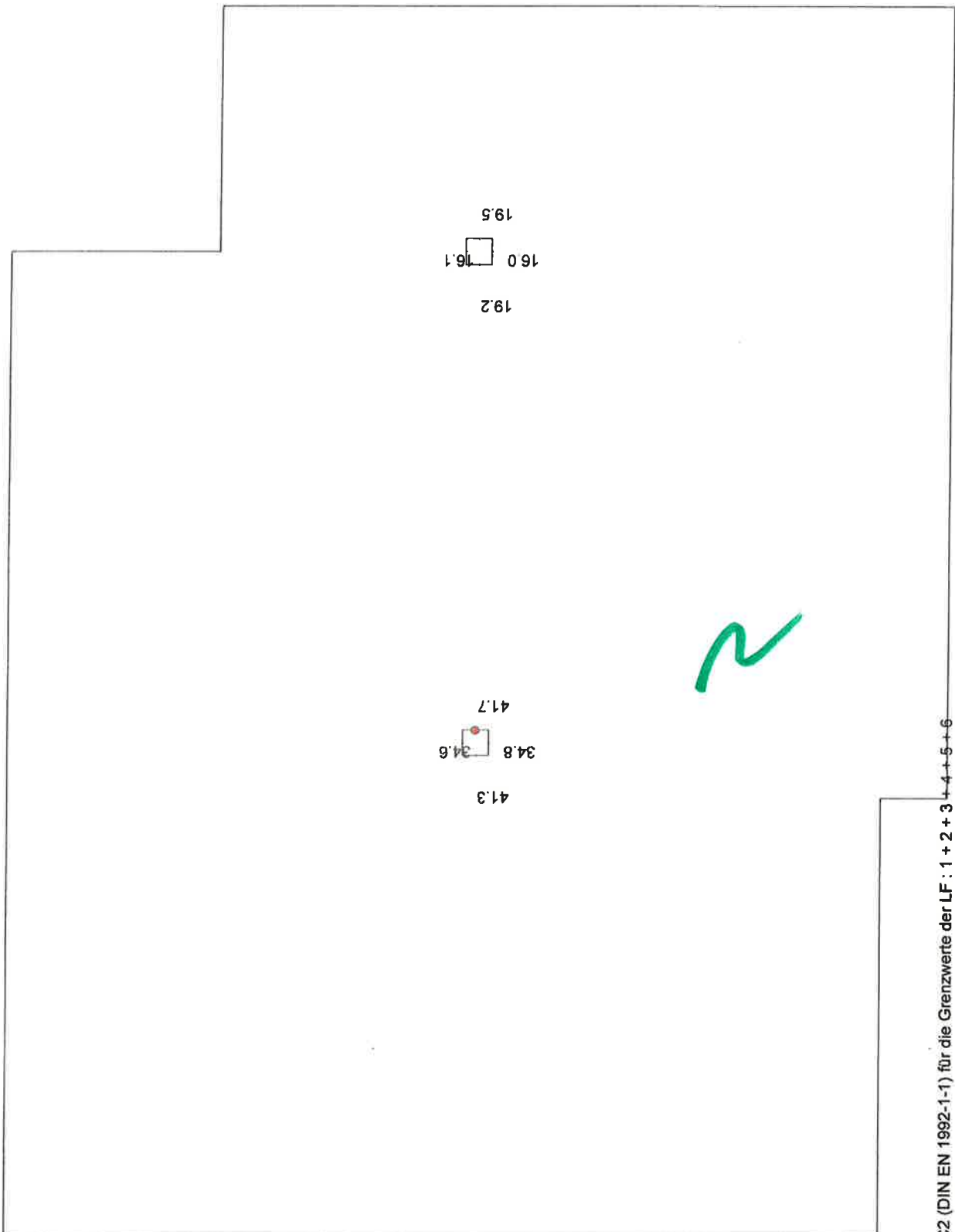
2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6



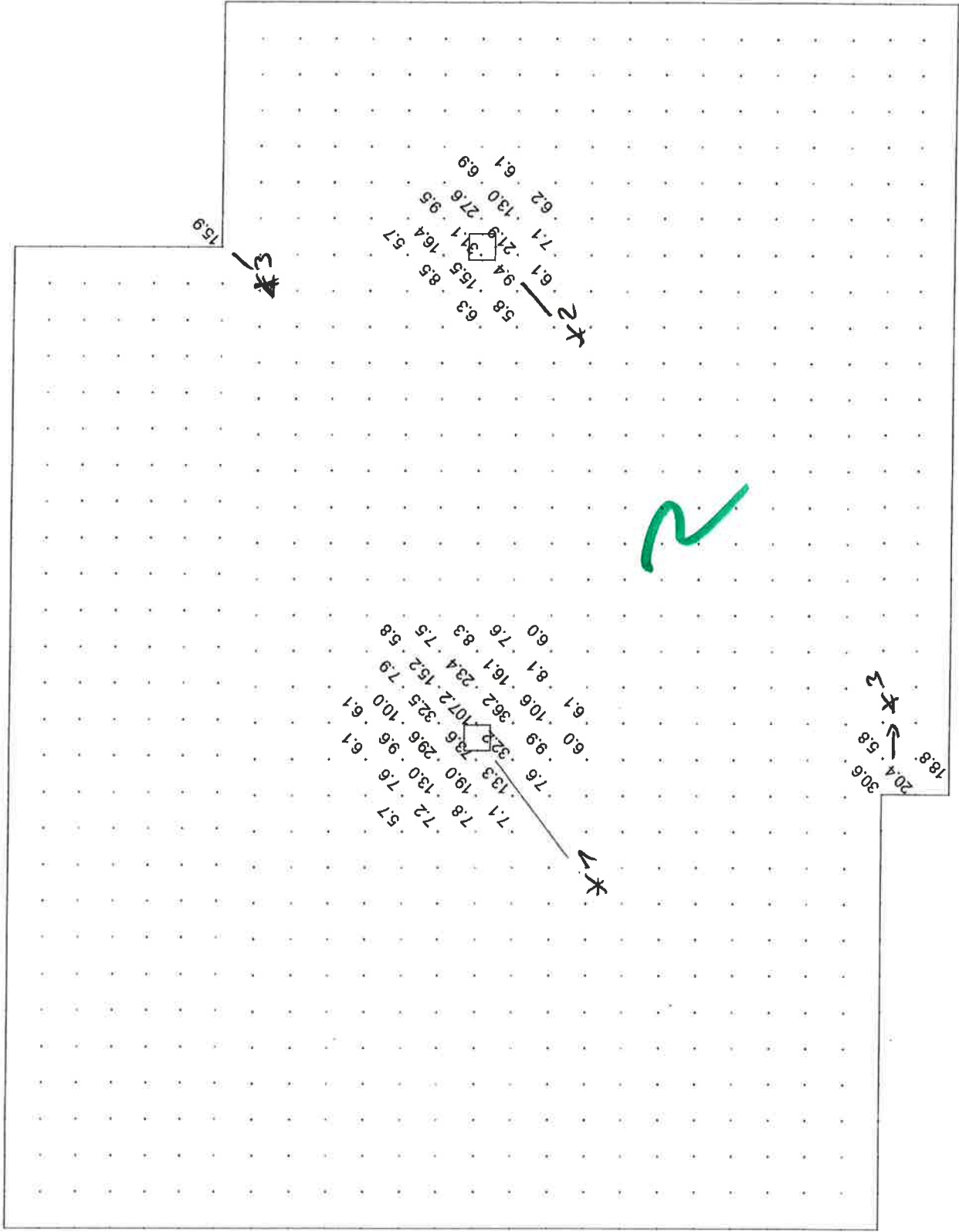
Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm
 Max $a_{s_x} = 48.5$ as $y = 0.0$ cm²/m Satz 2
 Pos. 3 as x oben Zulagen zur Grundbewehrung as x 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$ unten $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$
 Max $a_{s_x} = 0.0$ $a_{s_y} = 46.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ Satz 1
 Pos. 3 a_{s_y} oben Zulagen zur Grundbewehrung $a_{s_y} 5.2$



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm
 Max $a_{s_x} = 0.0$ $a_{s_y} = 46.9$ cm²/m Satz 2
 Pos. 3 a_{s_y} oben Zulagen zur Grundbewehrung a_{s_y} 5.2



$x^1 - x^3$: siehe Durchmesser nachweise auf folgenden Listen B $\Rightarrow$ Keine weitere Schen Berechnung erforderlich 8
 Pos. 3 as_tau [cm²/m] im Innern (ohne Ränder, Wände + UZ) EC-2 Bügel

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1678,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10
Plattendicke	h	= 30 cm
statische Nutzhöhe	d	= 25 cm
Stützenbreite	b	= 40 cm
Stützenbreite	a	= 40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	= 2,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		= C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	= 1,43 % ($a_{sx} = a_{sy} = 35,75 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_i

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	= 6,4
u_i		= 474,2 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		= 1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	= 0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 795,81 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_i \cdot d = 943,4 \text{ kN} < 1845,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		
$v_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 1849,0 \text{ kN} > 1845,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 1113,3 \text{ cm} < 1130,8 \text{ cm} = u_{out, prov}$		
$l_{s, req} = 114,2 \text{ cm} < 117 \text{ cm} = l_{s, prov}$		
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	= 0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		= 663,18 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		= 499,86 kN/m ²
$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1874,7 \text{ kN} > 1845,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	40	29	23	15	10

Gewählt:	innen :	HDB-16/255-3/540
	außen :	2 x HDB-16/255-2/360

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 12$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 1998,1 \text{ kN} > 1845,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 32,7 cm / 80 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 24,0 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

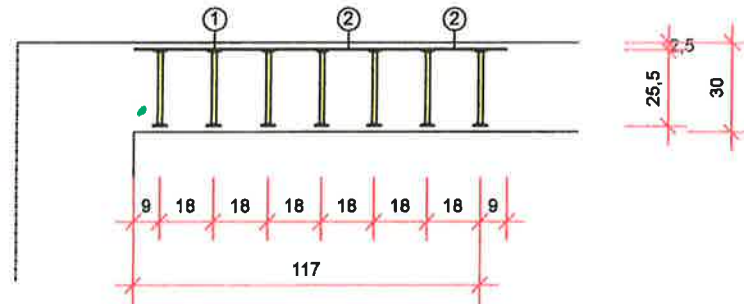


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

M 1:24



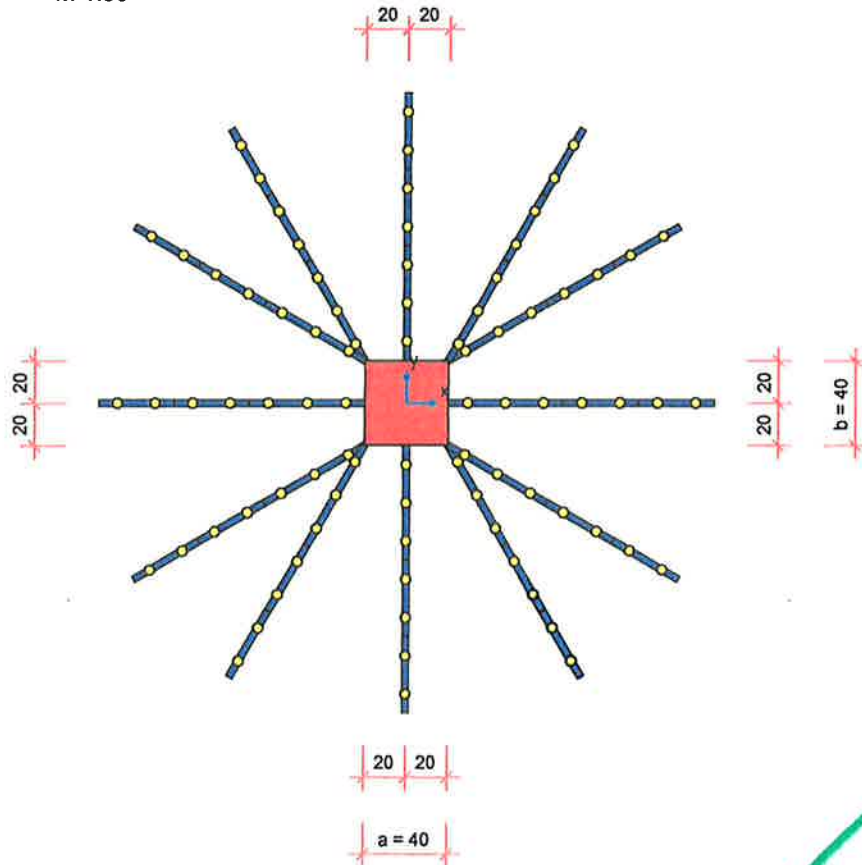
① 12x 1x HDB-16/255-3/540

② 12x 2x HDB-16/255-2/360

[cm]

Grundriss

M 1:35



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 399 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 399 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	1091,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	25 cm
Stützenbreite	b	=	40 cm
Stützenbreite	a	=	40 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	1,1 % ($a_{sx} = a_{sy} = 27,5 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang

u_0 / d	=	6,4
u_1	=	474,2 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$	=	1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$	=	729,17 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	=	499,86 kN/m ²

$$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 864,4 \text{ kN} < 1200,1 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

$$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 1694,1 \text{ kN} > 1200,1 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$$u_{out, req} = 790 \text{ cm} < 791,5 \text{ cm} = u_{out, prov}$$

$$l_{s, req} = 62,8 \text{ cm} < 63 \text{ cm} = l_{s, prov}$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$	=	607,64 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 f_{ct} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	=	499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1202,3 \text{ kN} > 1200,1 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	26	19	15	10	6

Gewählt:	innen :	HDB-16/255-2/360
	außen :	HDB-16/255-2/360

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_C = 8$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_C \cdot n_C \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 1332,1 \text{ kN} > 1200,1 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 38,4 cm / 67,1 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 15,6 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

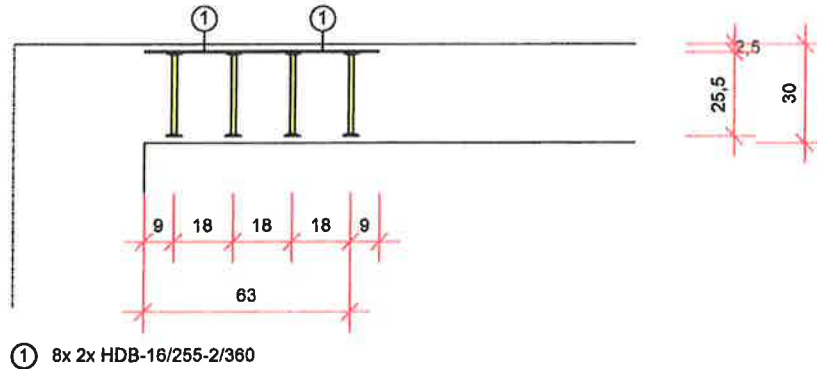


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

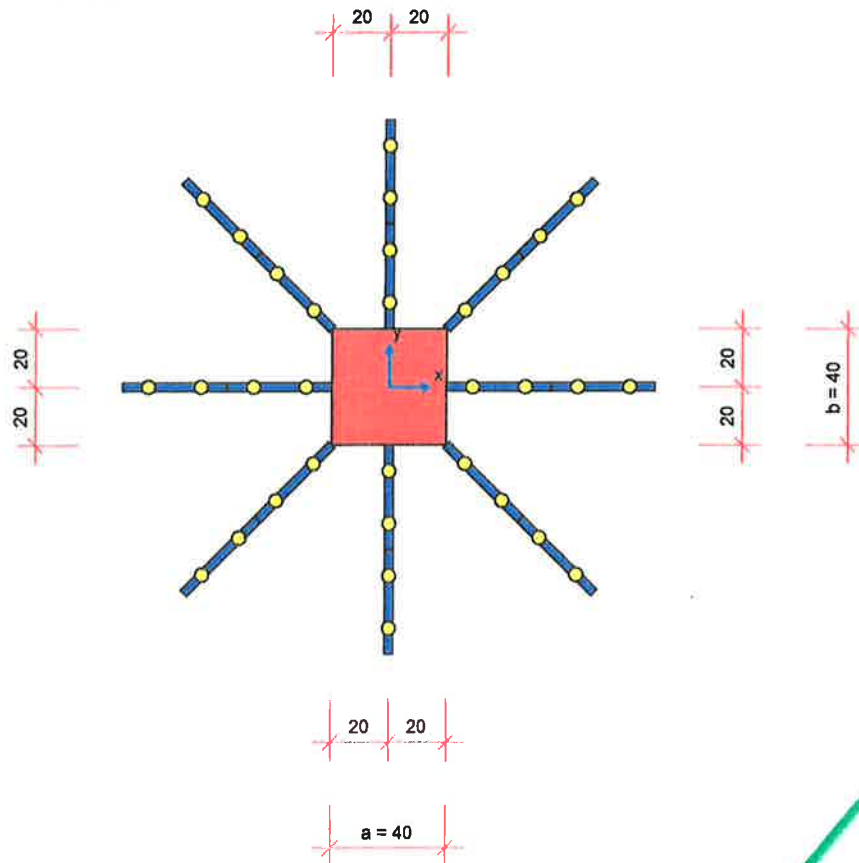
M 1:22



[cm]

Grundriss

M 1:26



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 291 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 291 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	361,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	25 cm
Wanddicke	b	=	25 cm
Einflussbreite	a	=	37,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	1,2 % ($a_{sx} = a_{sy} = 30,0 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze
 bezogener Stützenumfang

u_1	u_0 / d	=	6
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	750,63 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 288,1 \text{ kN} < 433,2 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			
$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 564,7 \text{ kN} > 433,2 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 253,9 \text{ cm} < 261,1 \text{ cm} = u_{out, prov}$: Rundschnittführung analog Innenstütze

$l_{s, req} = 76,4 \text{ cm} < 81 \text{ cm} = l_{s, prov}$			
$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)) ; 1,1 \}$		=	1,10
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	625,53 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	499,86 kN/m ²
$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1} ; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 408,4 \text{ kN} > 397,1 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	10	7	6	4	3

Gewählt:	innen:	HDB-16/255-2/360
	außen:	HDB-16/255-3/540

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 3$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 499,5 \text{ kN} > 433,2 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,05)$$

Elementabstand innen / außen = 37,2 cm / 79,6 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 5,2 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

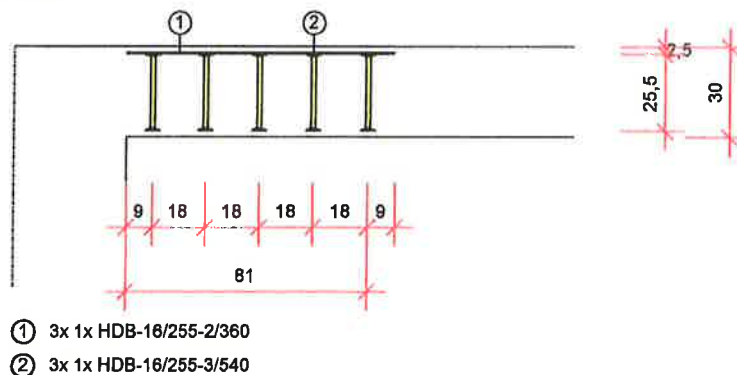


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

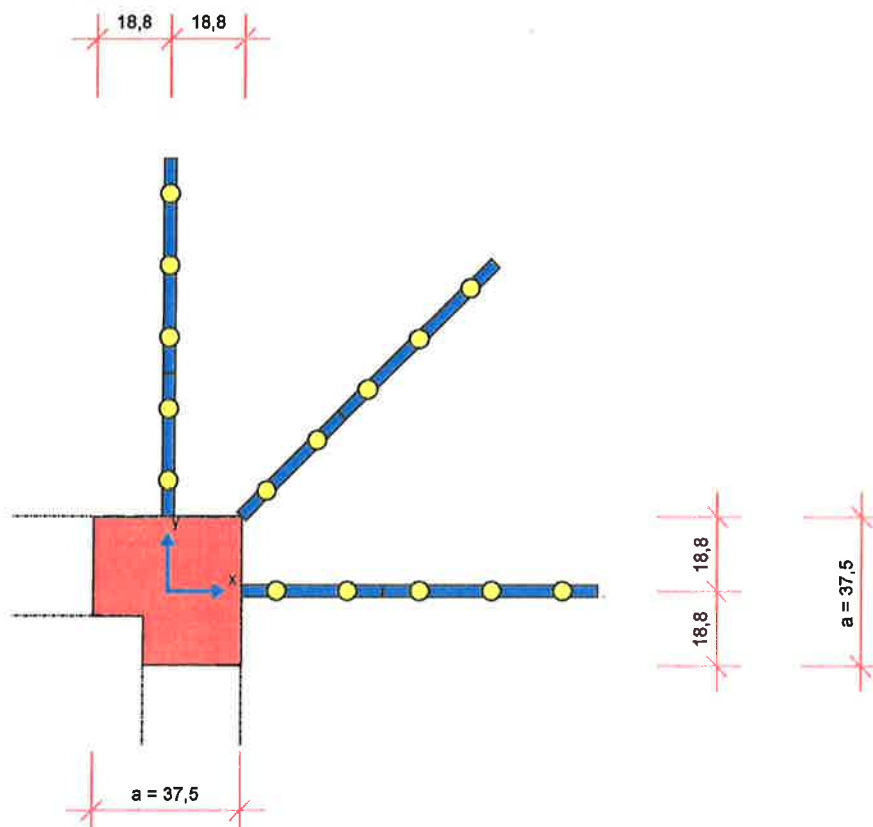
M 1:24



[cm]

Grundriss

M 1:19



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 181 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 181 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.
 Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $143,5 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.

Plattenberechnung mit BE-PLATTE Version 20.55

Bodenplatte - Freitragend - OP-Bereich

Materialdaten

C30/37-WU; XC2, XF1, WF $c_{roben} = 2,5\text{cm}$; $c_{min} = 3,5\text{cm}$ Plattenstärke $h = 32.0\text{ cm}$ $I = 1.0 * h^3/12 = 2.73E-003\text{ m}^4$ Beton C 30/37 E = 33000.0 MN/m² (EC2)EI = 90.11 MN m²

Querdehnung = 0.20

Expositionsklassen XC 2 XF 1

Konst. Brandschutz: siehe Pos. 1

Aussenwände aus: Beton

E-Modul = 3.000E+007 kN/m² Höhe = 3.50 m Stärke = 0.25 mSteifigkeit = $E * A / \text{Höhe} = 3.000E+007 * 0.25 * 1.0 / 3.50 = 2.143E+006\text{ kN/m}$

Mittlere Elementlänge = 0.50 m

Gelenkig gelagerte Ecken sind gehalten.

Abmessungen der Platte

Aussenrand

Seiten			Länge	Lager- beding.	Vert. Steifigkeit kN/m ²	Dreh- Steifigkeit kNm/m	Zug	Form
Nr.	x [m]	y [m]	[m]					
1	2.62	1.06	6.66	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
2	9.28	1.06	1.06	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
3	9.28	0.00	12.09	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
4	21.37	0.00	11.25	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
5	21.37	11.25	3.75	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
6	17.62	11.25	3.20	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
7	17.62	14.45	15.00	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G
8	2.62	14.45	13.39	gelenkig	2.14E+006	0.00E+000	J	G

Senkfeder : Lagerkraft [kN/m] = Federsteifigkeit [kN/m²] * Federweg [m]

Drehfeder : Moment [kNm/m] = Federsteifigkeit [kNm/m] * tan(Winkel) [°]

Fläche der Platte = 251.88 m²

Stützen

Abmessungen

Nr	x [m]	y [m]	dx [m]	dy [m]	hs [m]	lsx [m]	lsy [m]	Rund	Form	Länge[m]
1	10.12	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50
2	17.62	7.26	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	N	.	3.50

Federsteifigkeiten

Nr	x [m]	y [m]	kN/m	kNm	kNm	Zug
			vertikal	in x-Richtung	in y-Richtung	
1	10.12	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J
2	17.62	7.26	1.37E+006	0.00E+000	0.00E+000	J

Position 4

Blatt 2

Lastfall 1 : (Typ G) Lastfall 1

Spez. Gewicht = 25.00 kN/m³, Belag, Putz etc. = 2.75 kN/m²h = 0.32 m g = 10.75 kN/m² Fläche = 251.88 m² Gewicht = 2707.69 kN

Lastfall 2 : (Typ N2) Lastfall 2

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	7.26	3.75	10.00	10.00
2	21.37	7.26	3.99	10.00	10.00
3	21.37	11.25	3.75	10.00	10.00
4	17.62	11.25	3.99	10.00	10.00

Fläche = 14.96 m² Belastung = 149.63 kN

Lastfall 3 : (Typ N2) Lastfall 3

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	7.26	7.50	10.00	10.00
2	10.12	7.26	7.19	10.00	10.00
3	10.12	14.45	7.50	10.00	10.00
4	2.62	14.45	7.19	10.00	10.00

Fläche = 53.92 m² Belastung = 539.25 kN

Nr. 2

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	17.62	0.00	3.75	10.00	10.00
2	21.37	0.00	7.26	10.00	10.00
3	21.37	7.26	3.75	10.00	10.00
4	17.62	7.26	7.26	10.00	10.00

Fläche = 27.23 m² Belastung = 272.25 kN

Lastfall 4 : (Typ N2) Lastfall 4

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte				Eckwerte	
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m ²]	
				Eingabe	Interpoliert
1	2.62	1.06	6.66	10.00	10.00
2	9.28	1.06	6.26	10.00	10.00

Position 4

Blatt 3

3	10.12	7.26	7.50	10.00	10.00
4	2.62	7.26	6.20	10.00	10.00

Fläche = 43.90 m2 Belastung = 438.96 kN

Lastfall 5 : (Typ N2) Lastfall 5

Belastete Flächen

Nr. 1

Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	10.12	7.26	7.50	10.00	10.00
2	17.62	7.26	7.19	10.00	10.00
3	17.62	14.45	7.50	10.00	10.00
4	10.12	14.45	7.19	10.00	10.00

Fläche = 53.93 m2 Belastung = 539.25 kN

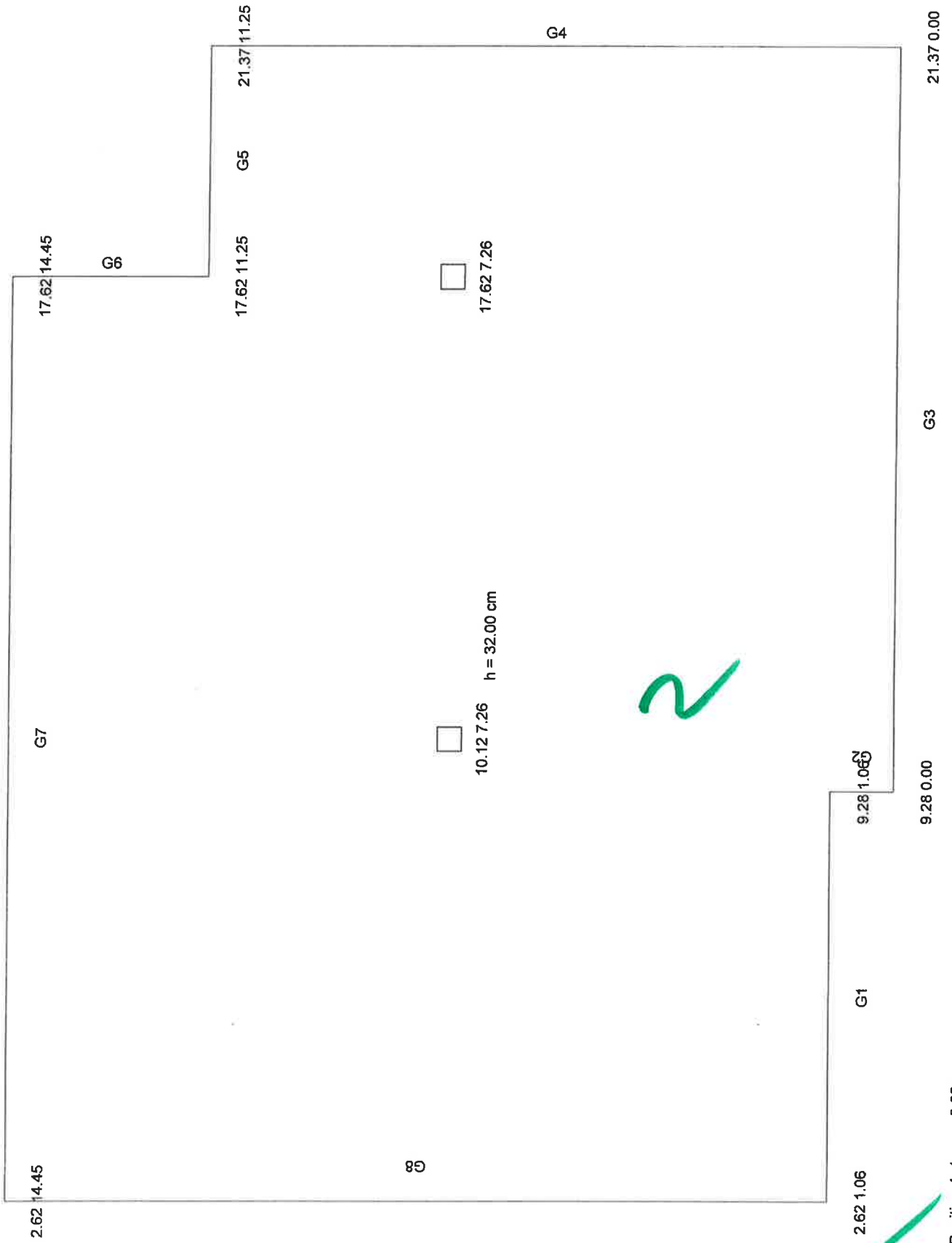
Lastfall 6 : (Typ N2) Lastfall 6

Belastete Flächen

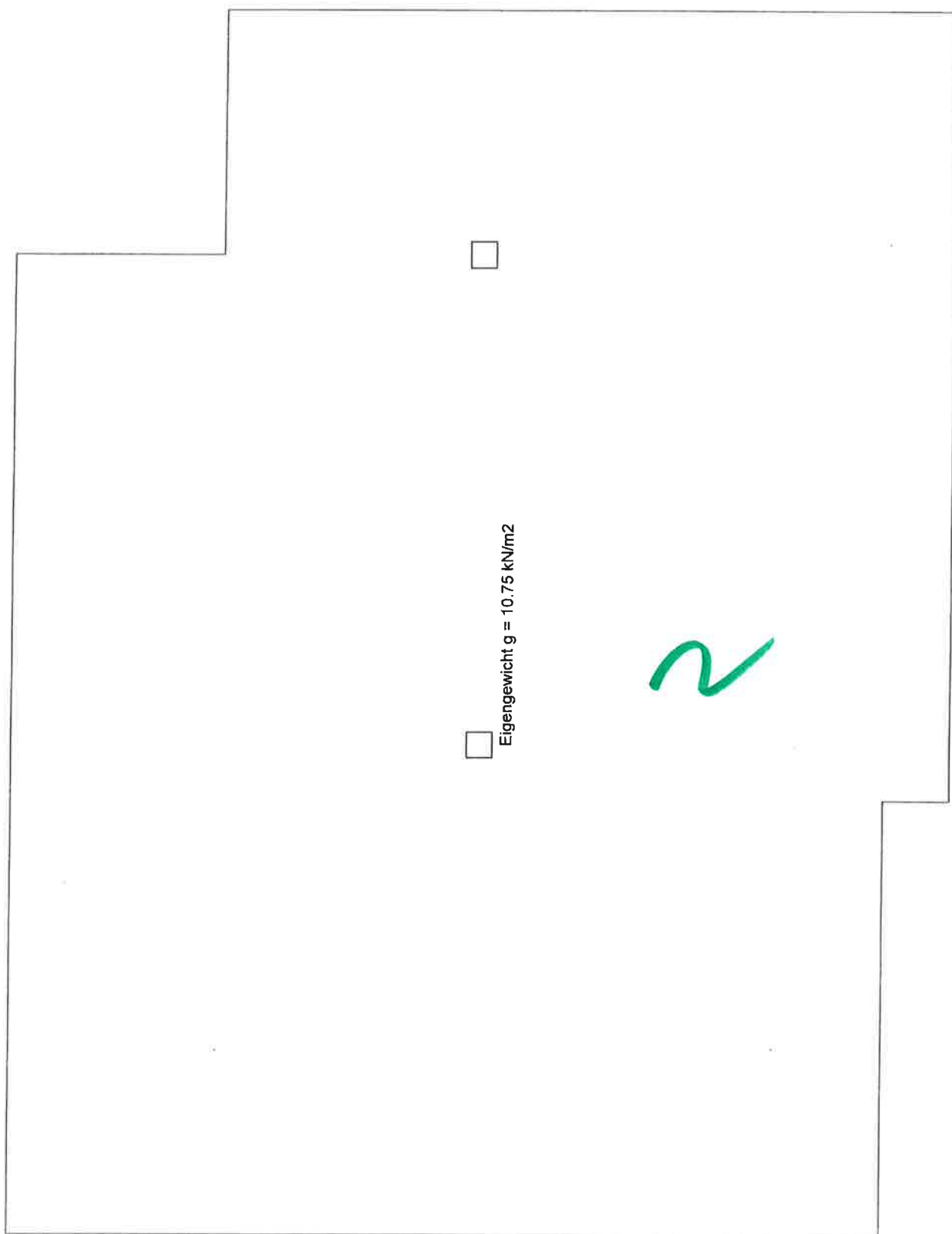
Nr. 1

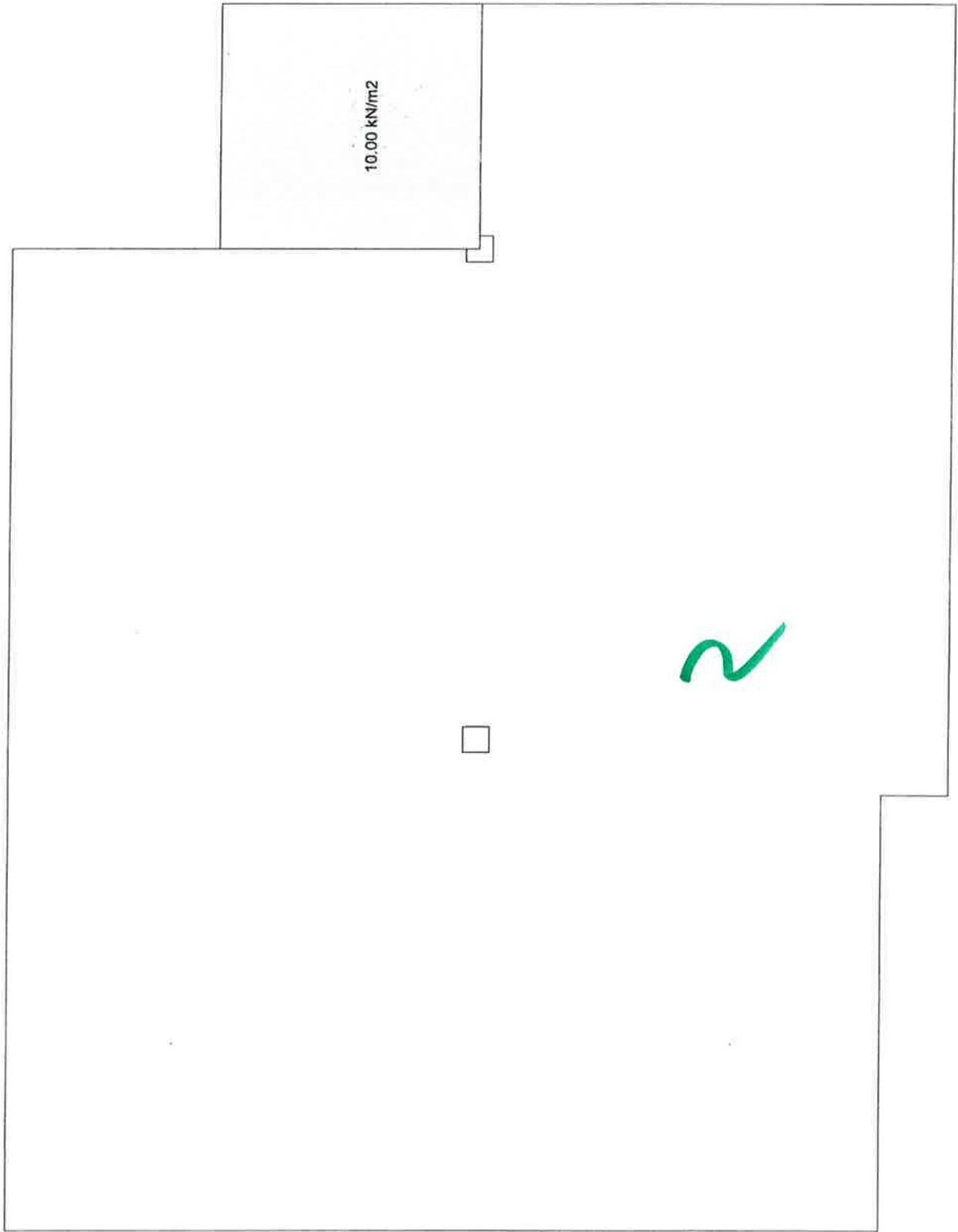
Liste der Eckpunkte			Eckwerte		
Nr.	x [m]	y [m]	Länge [m]	der Belastung [kN/m2]	
				Eingabe	Interpoliert
1	9.28	0.00	8.34	10.00	10.00
2	17.62	0.00	7.26	10.00	10.00
3	17.62	7.26	7.50	10.00	10.00
4	10.12	7.26	6.26	10.00	10.00
5	9.28	1.06	1.06	10.00	10.00

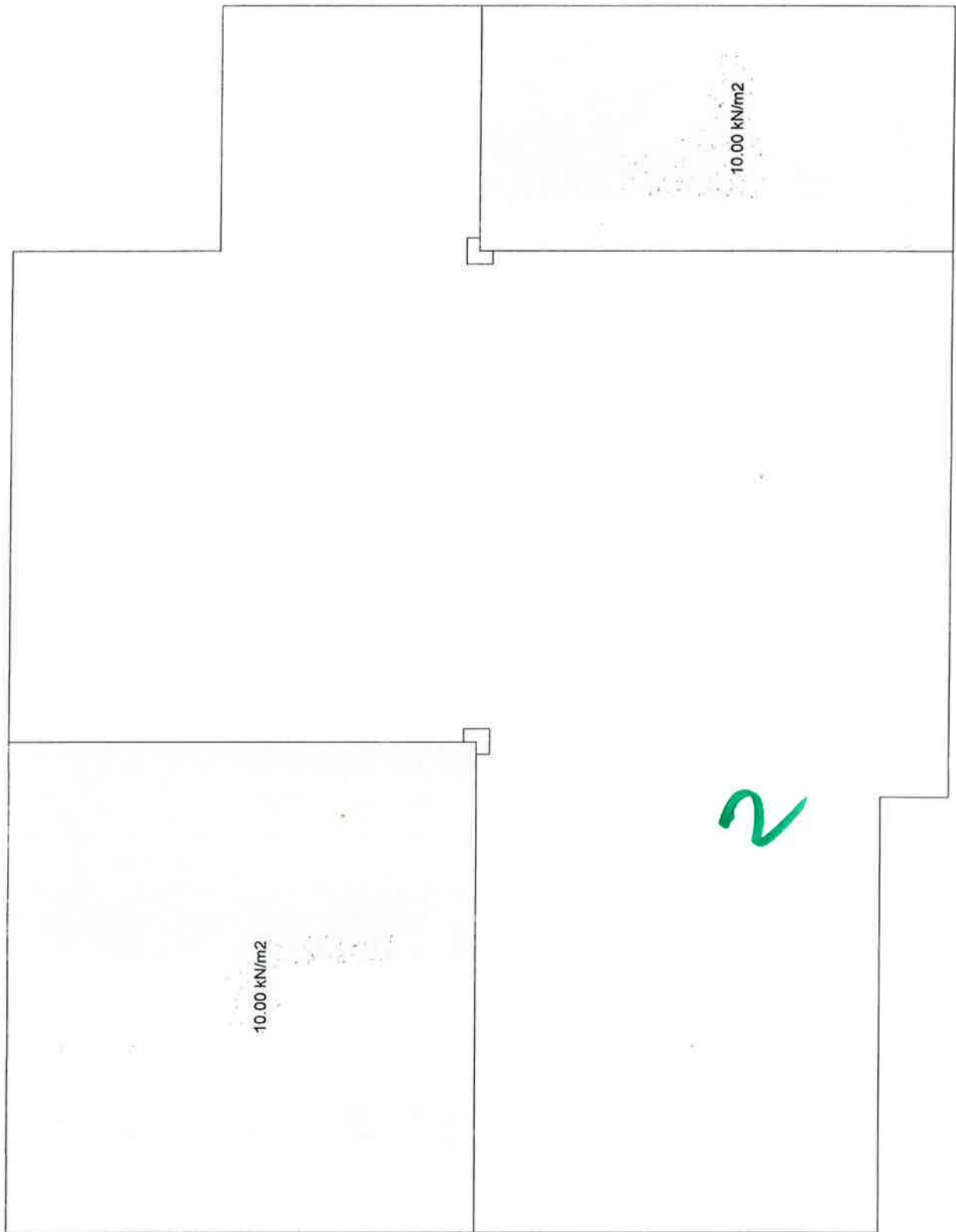
Fläche = 57.94 m2 Belastung = 579.44 kN



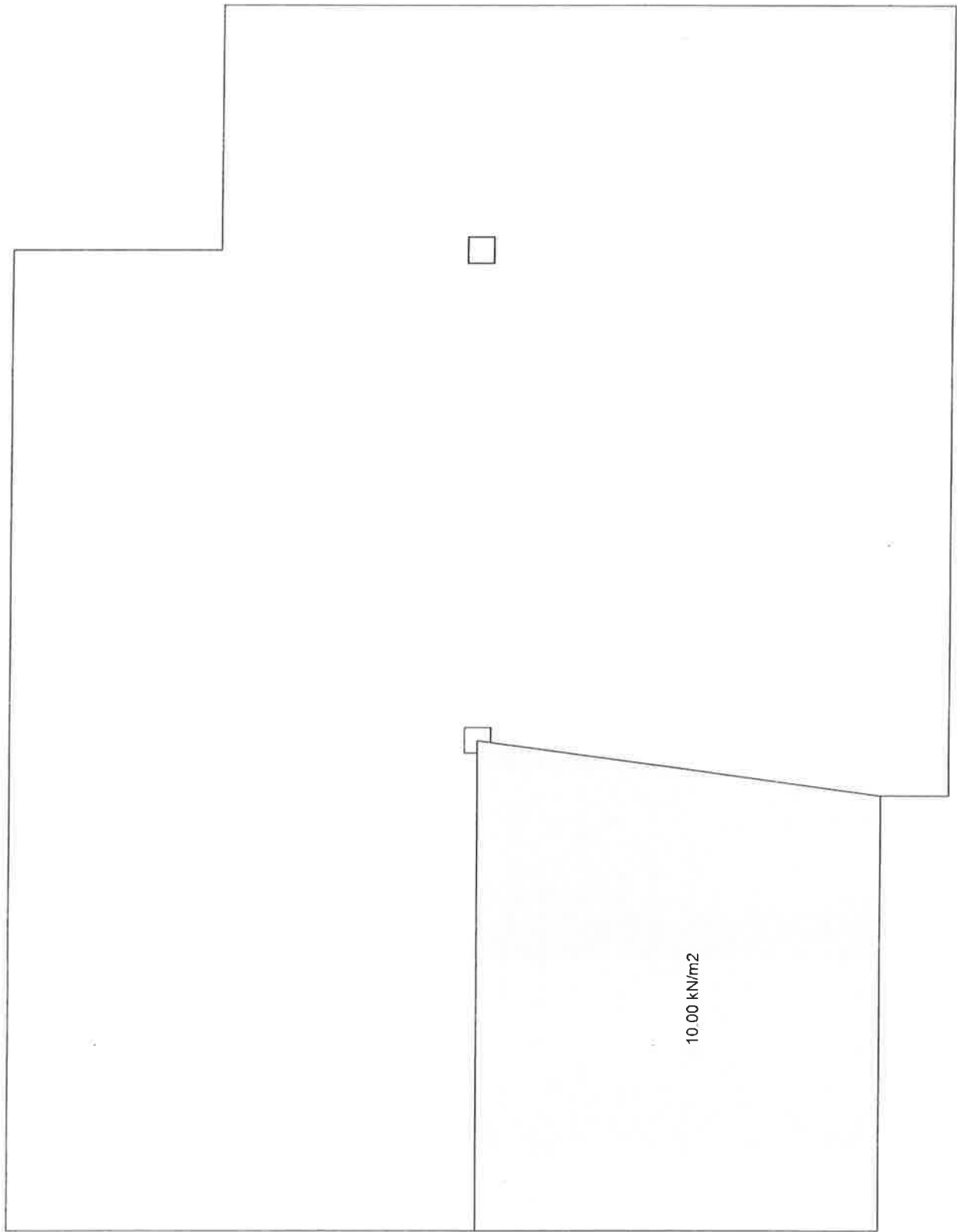
Deckenplatte Position 4 1 cm = 0.89 m

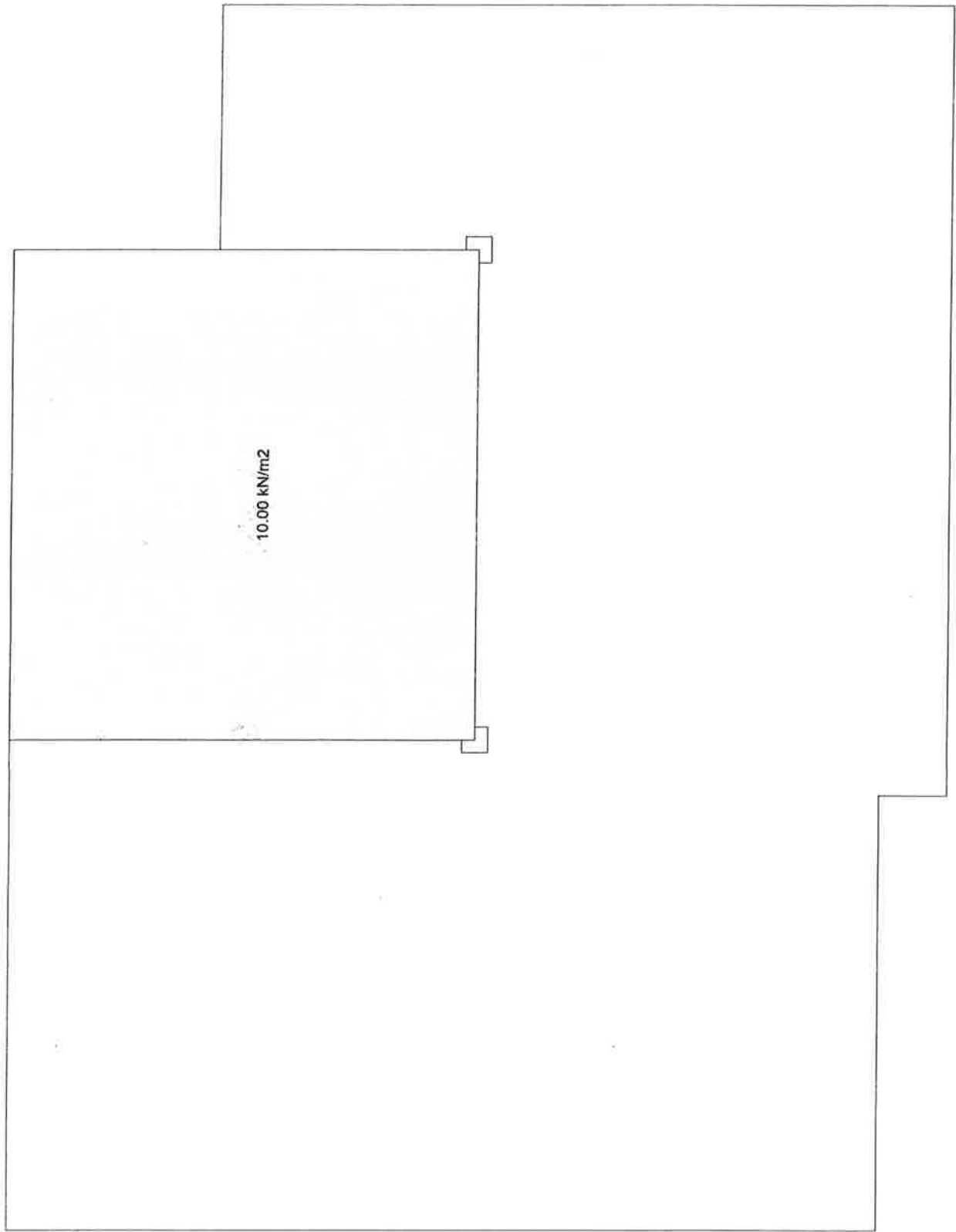




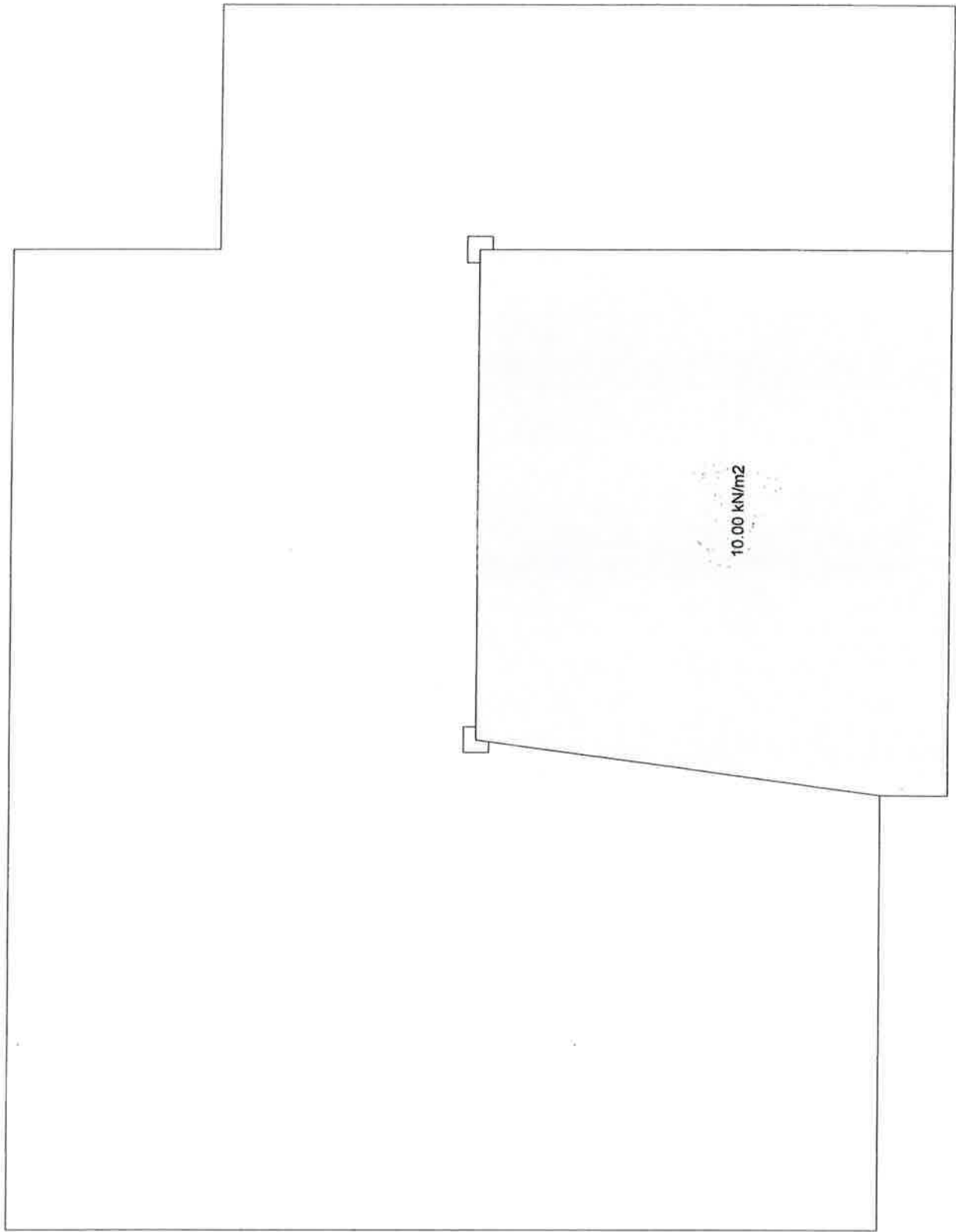


Deckenplatte Position 4 LF 3 von 6 1 cm = 0.89 m

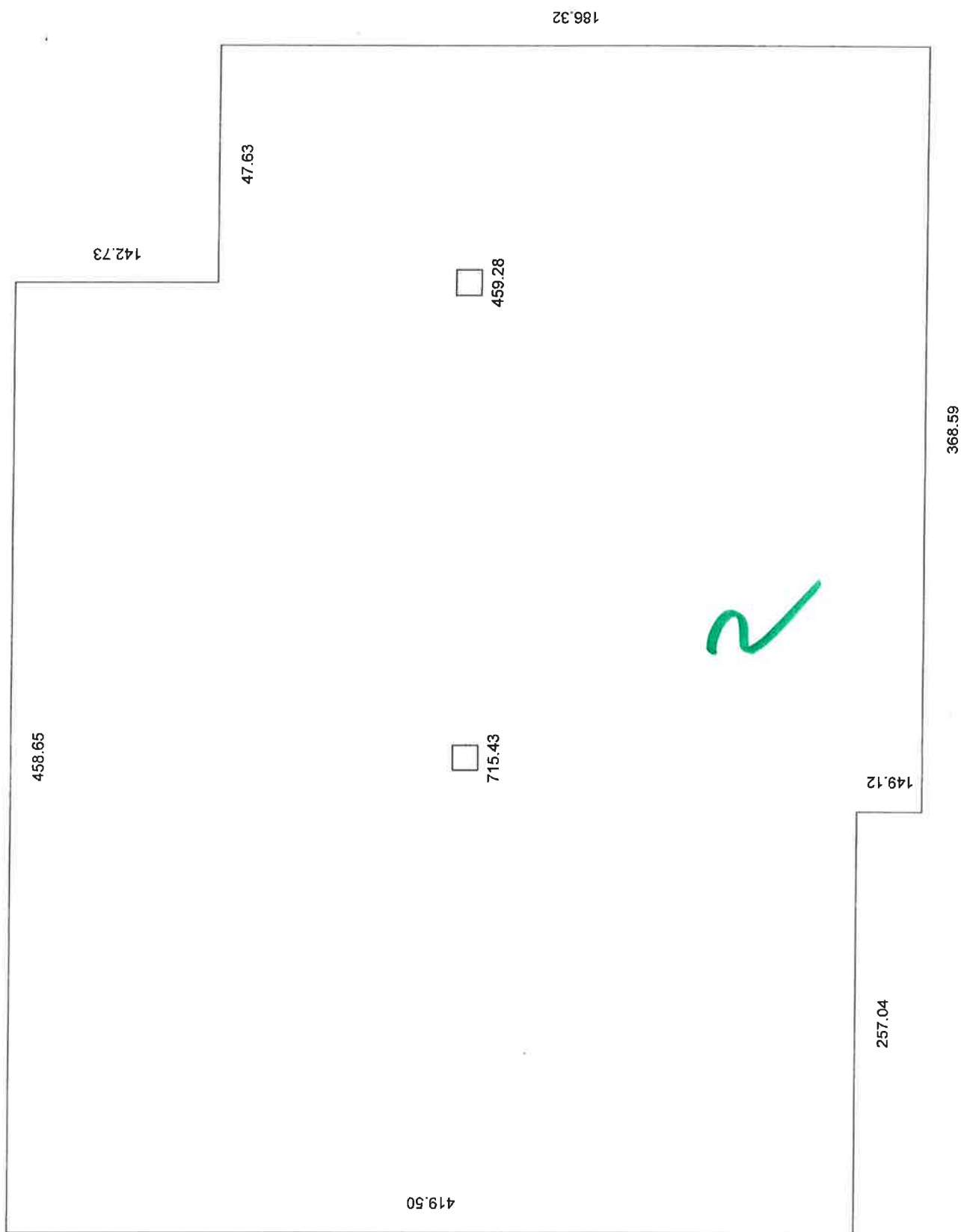




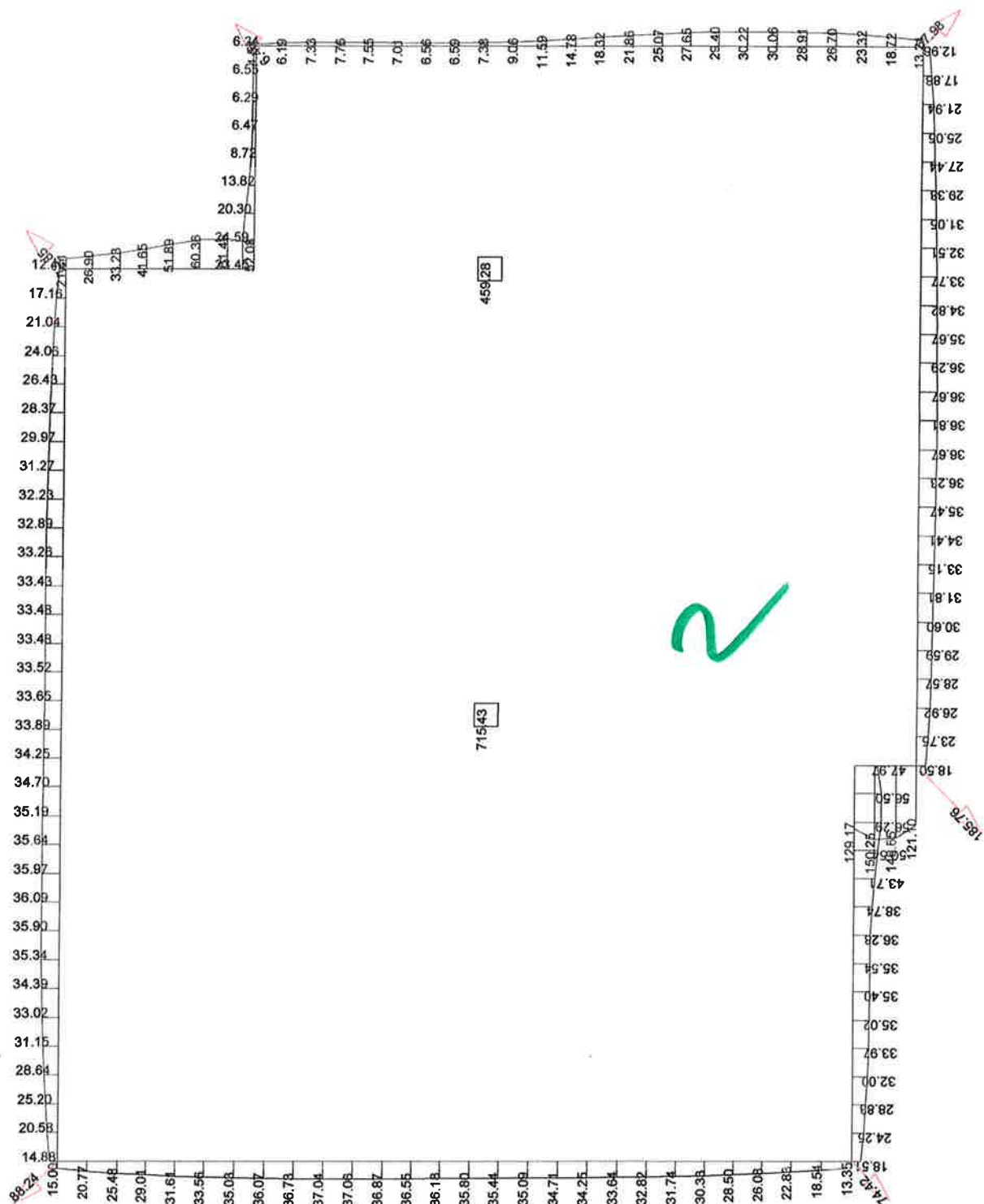
Deckenplatte Position 4 LF 5 von 6 1 cm = 0.89 m

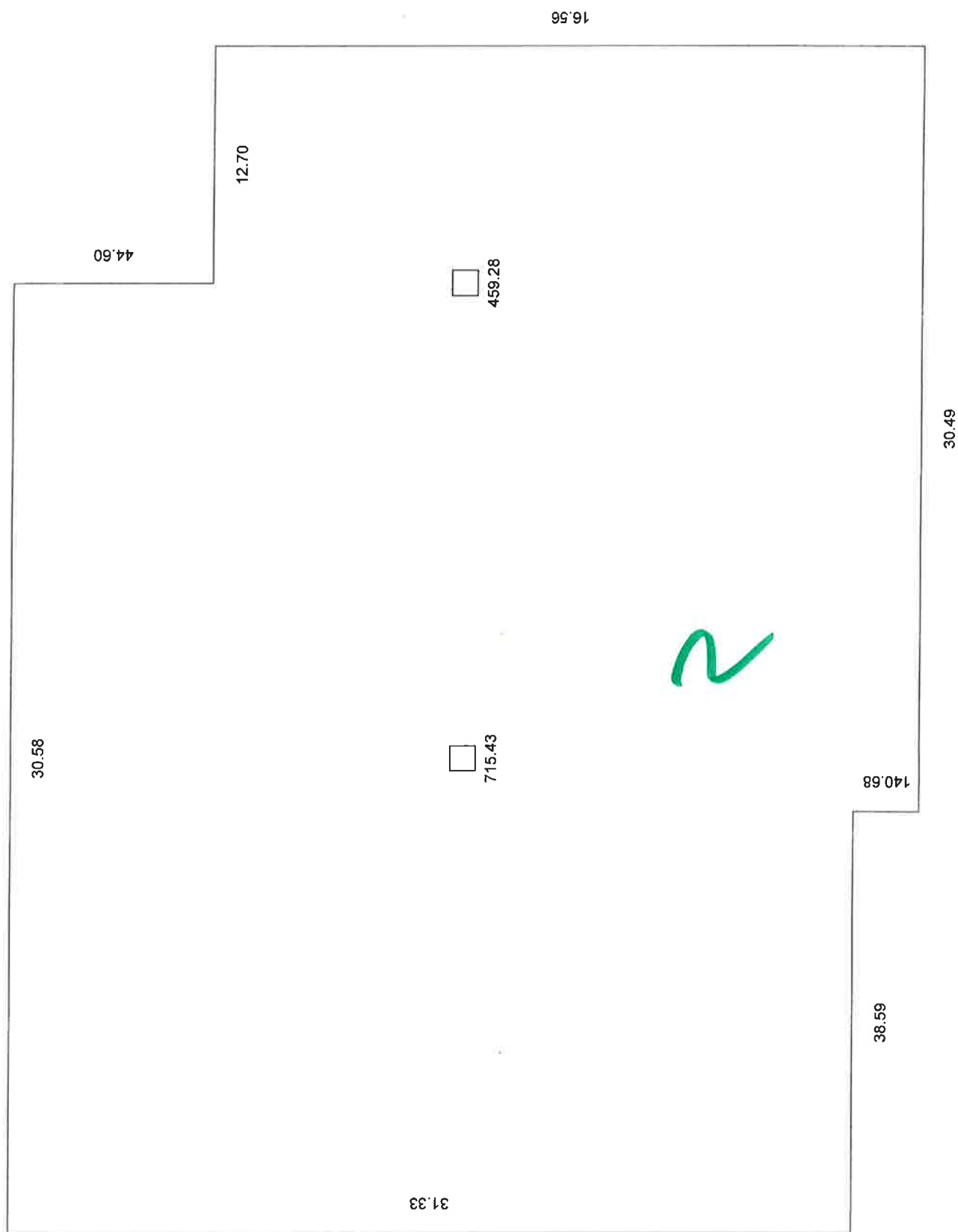


Deckenplatte Position 4 LF 6 von 6 1 cm = 0.89 m

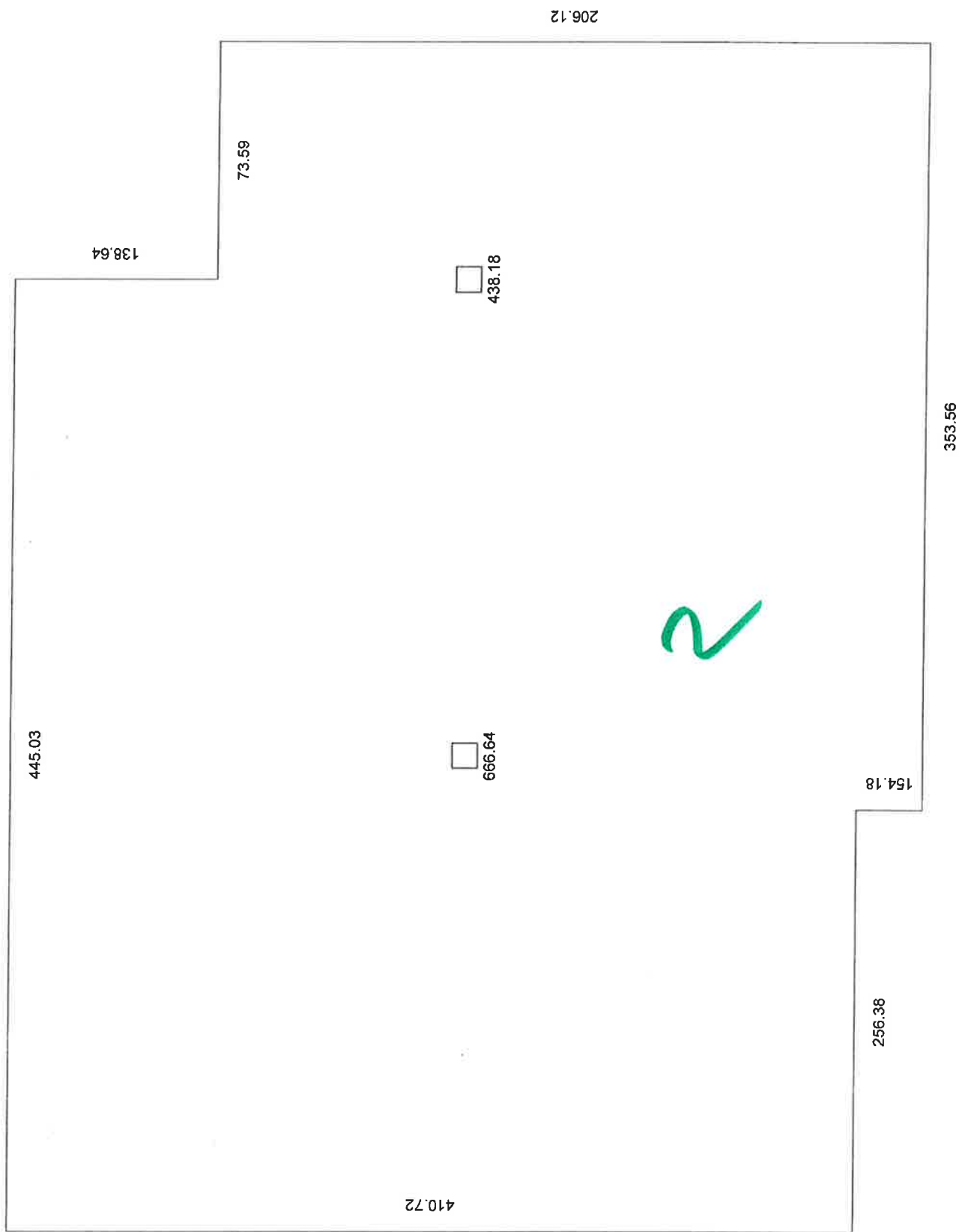


Pos. 4 Summe der Lagerkräfte im LF 1 [kN]

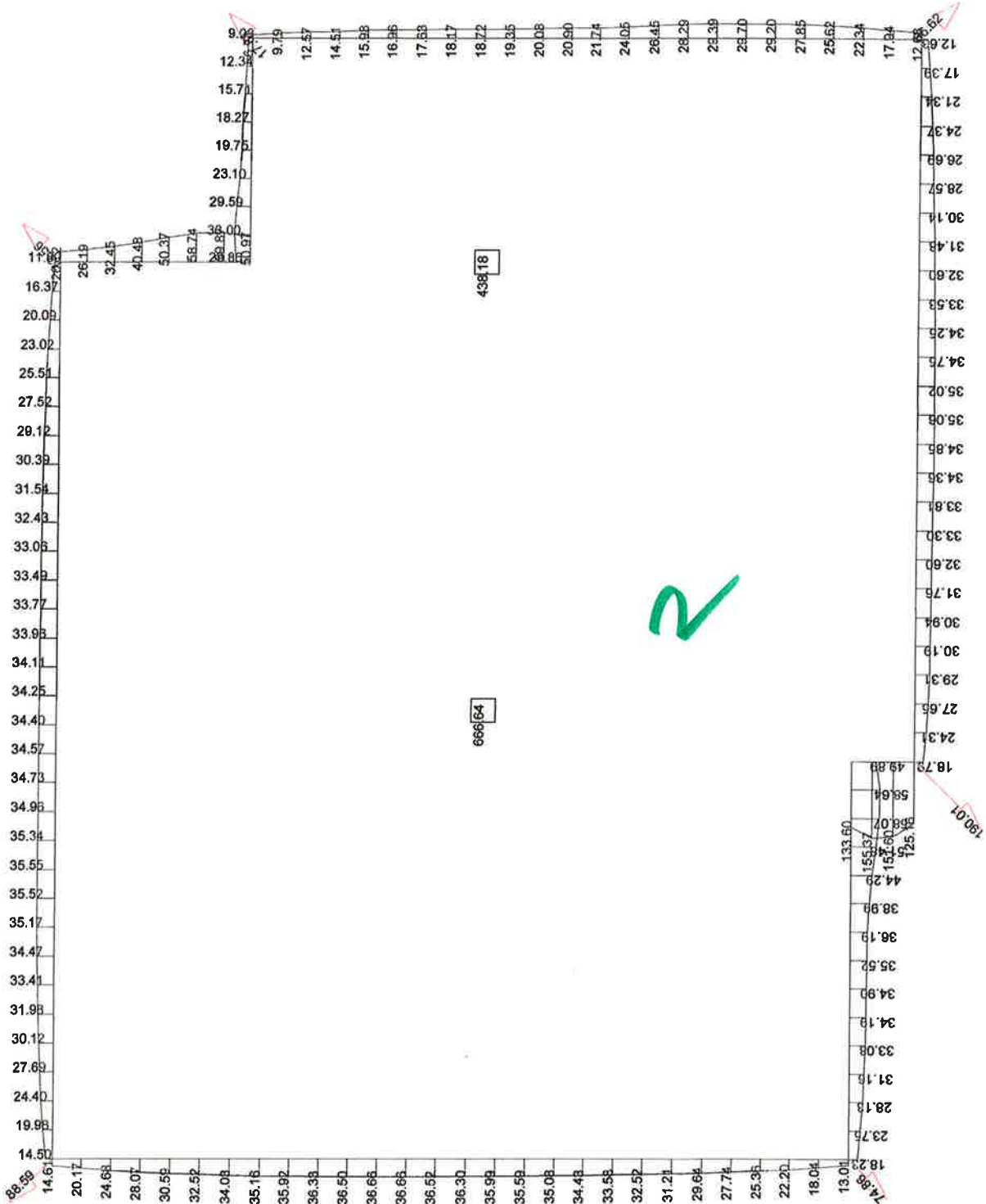


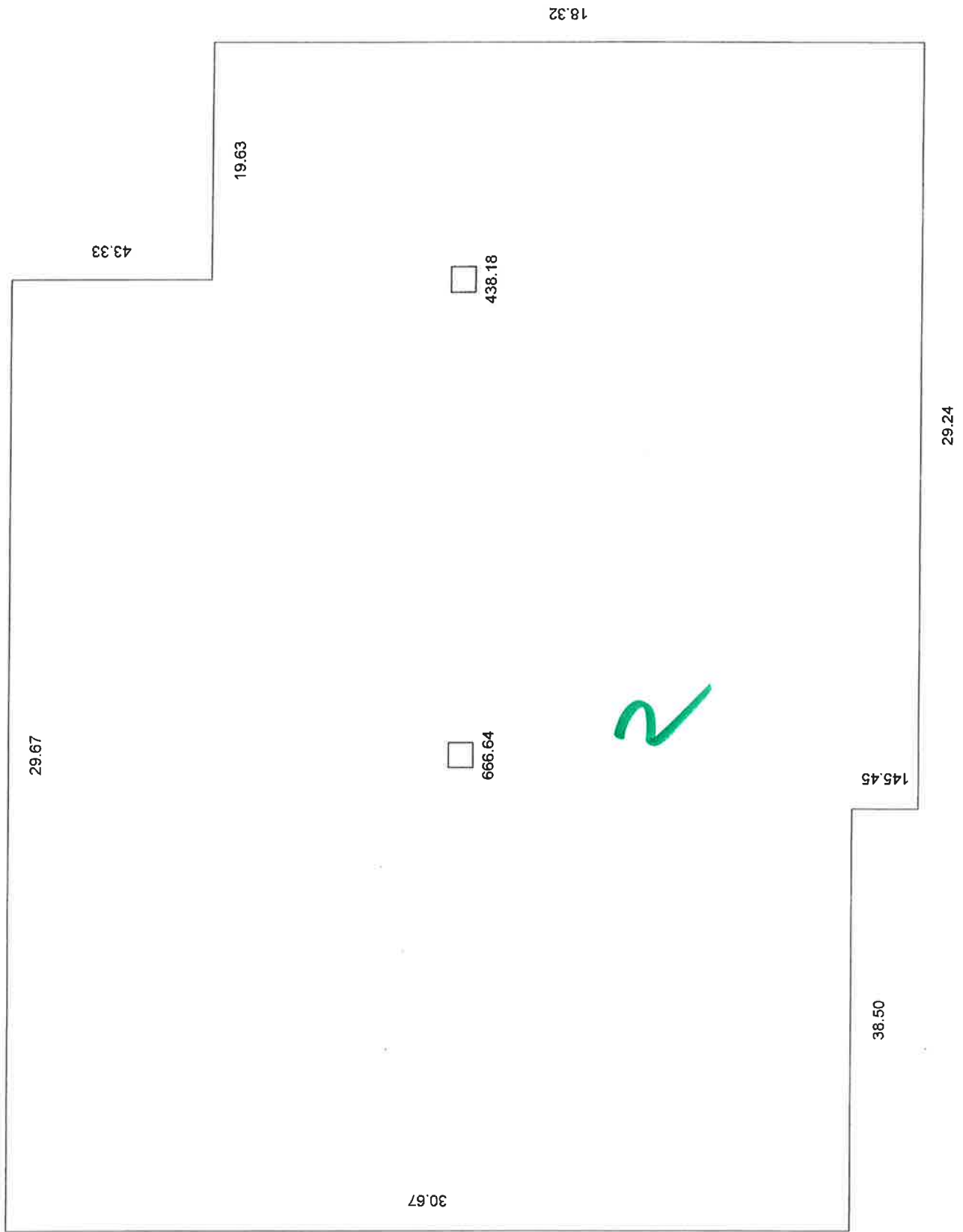


Pos. 4 Summe der Lagerkräfte im LF 1 pro lfd. Meter [kN/m]

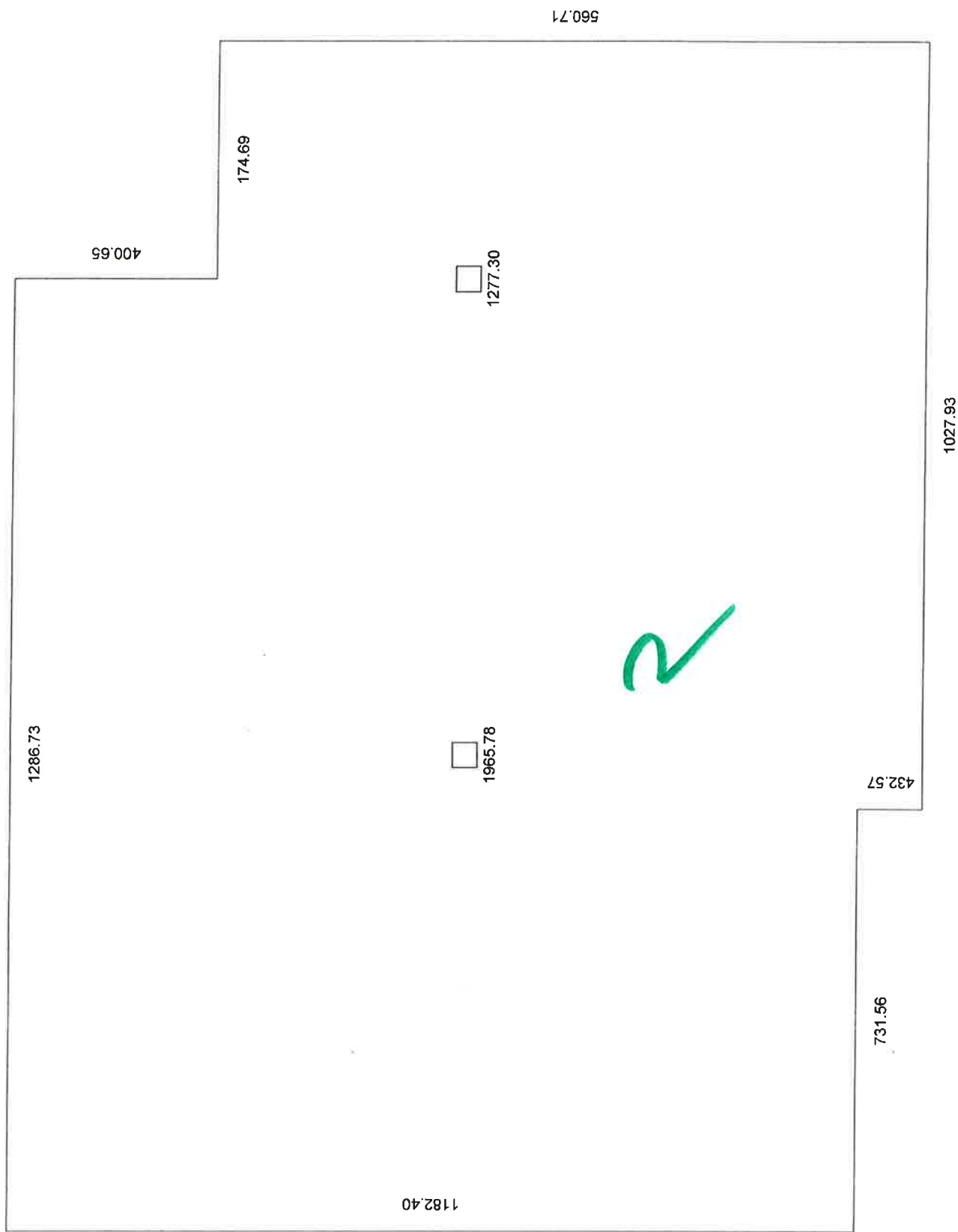


Pos. 4 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) [kN]

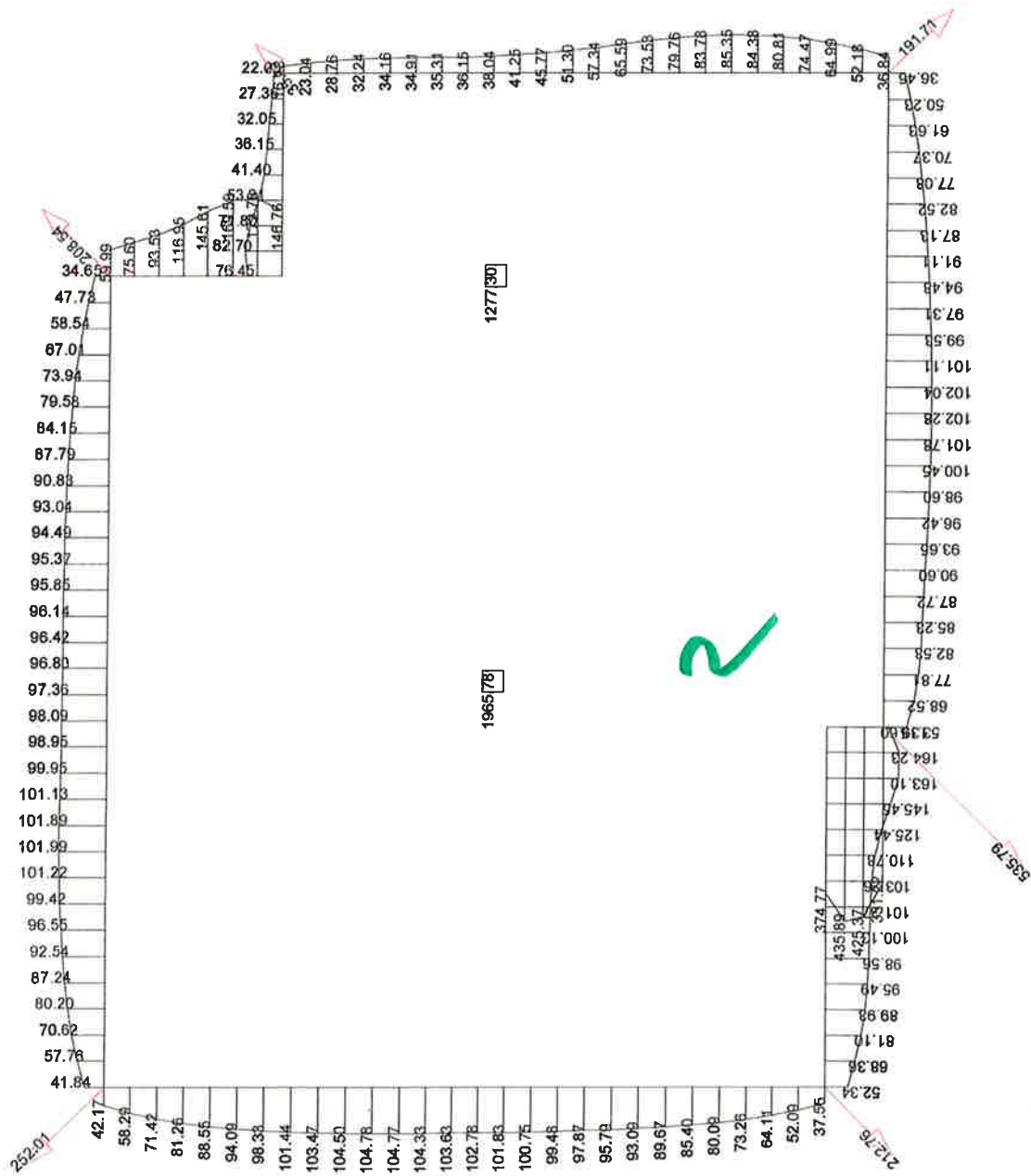




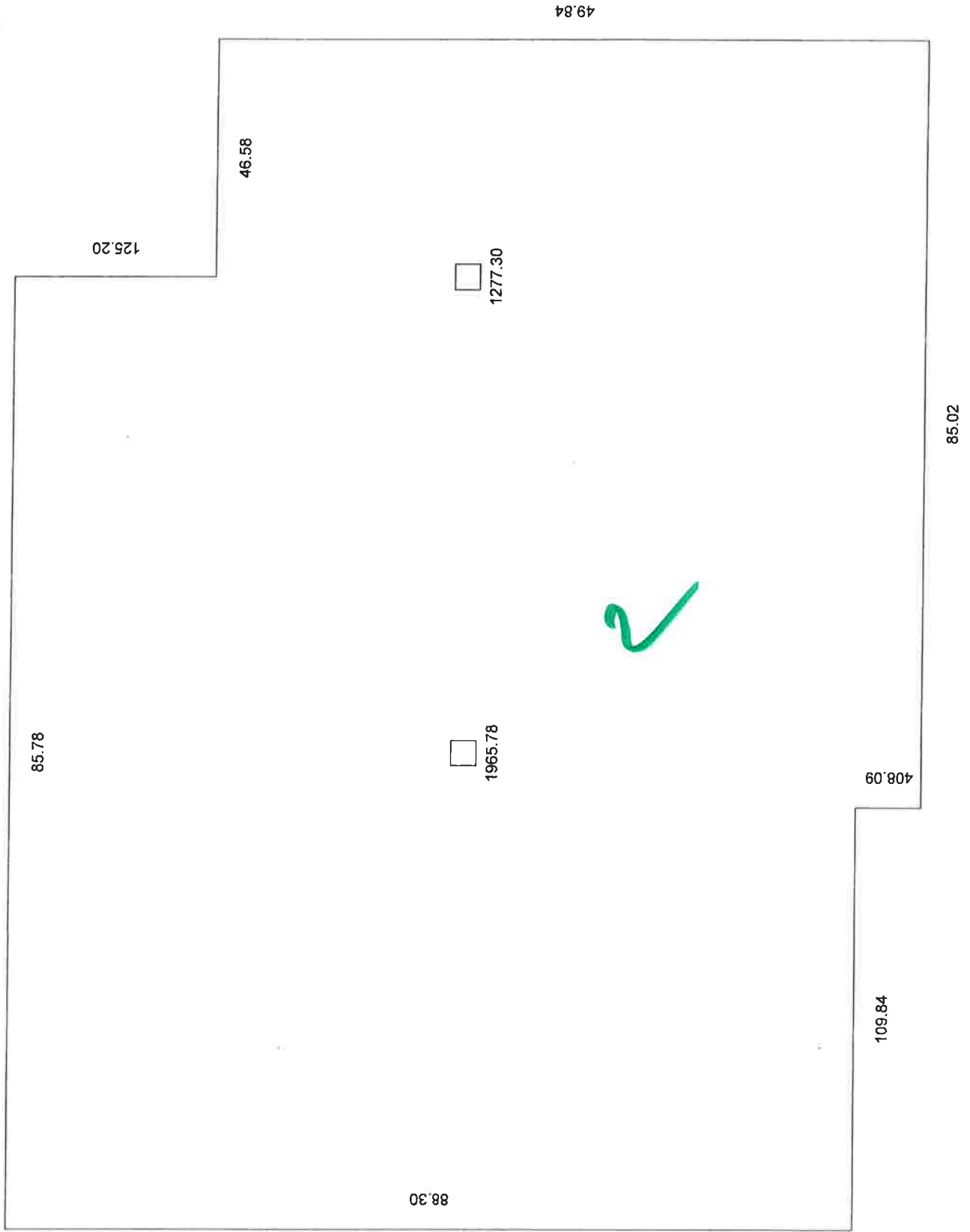
Pos. 4 Summe der Lagerkräfte alle LF N2 (max) pro lfd. Meter [kN/m]



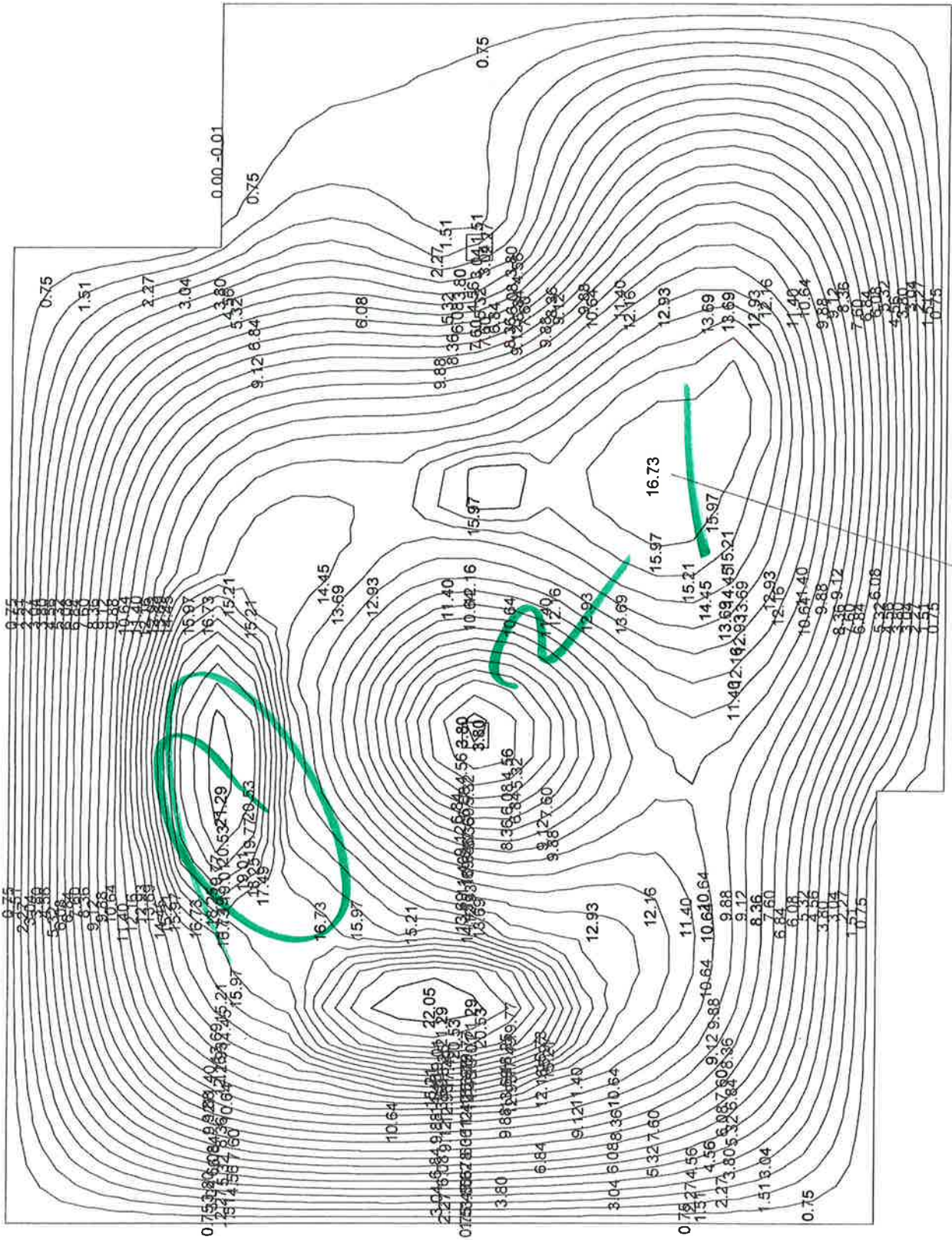
Pos. 4 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT [kN]



Position 4 Lagerkräfte [kN/m] alle LF (max) GZT



Pos. 4 Summe der Lagerkräfte alle LF (max) GZT pro lfd. Meter [kN/m]



max = 167m } $\rightarrow$ 449
 $\approx 7,5m$

Position 4 Niveaulinien der Durchbiegung im Z II [mm] alle LF (max)

Bemessung:

Betonstahl B 500 B $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$

Beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ N/mm}^2$

$\min_{as} = 3.867 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($h = 32.0 \text{ cm}$)

Expositionsklassen XC 2 XF 1

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$ ($0.85 = \alpha_{cc}$ s. EC2 3.1.6 Glg. (3.15))

* = mit Druckbewehrung, - 1 = keine Bewehrung möglich.

Plattendicke = 32.0 cm $as_{\min} = 3.9 \text{ cm}^2/\text{m}$

Randabstand d. Bewehrung Oben: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Randabstand d. Bewehrung Unten: Eisen x = 5.0 cm Eisen y = 5.0 cm

Mindestbewehrung:

gew:

Q524A o.ta.

6mm. #110/15 o.ta.

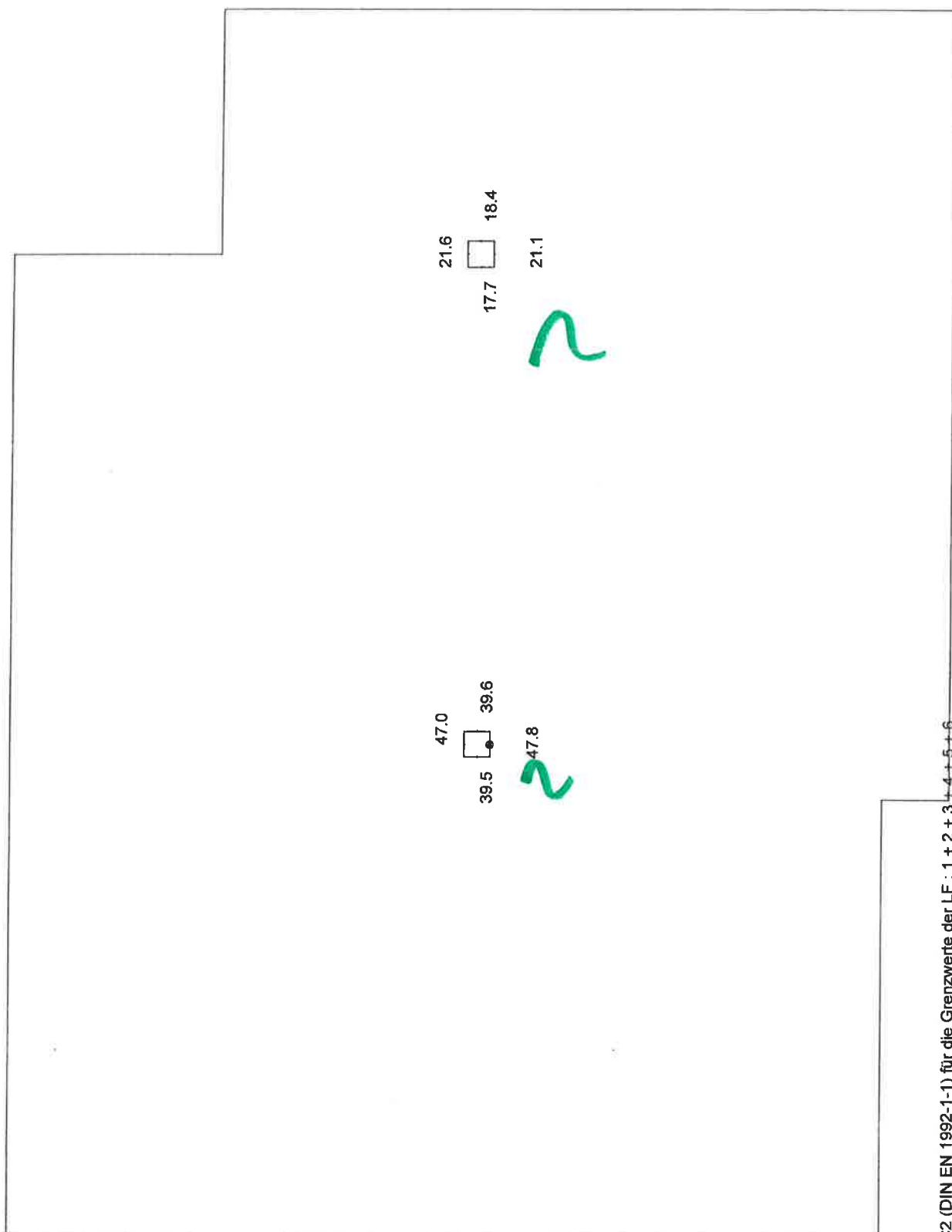
[illegible]

Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF: $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6$

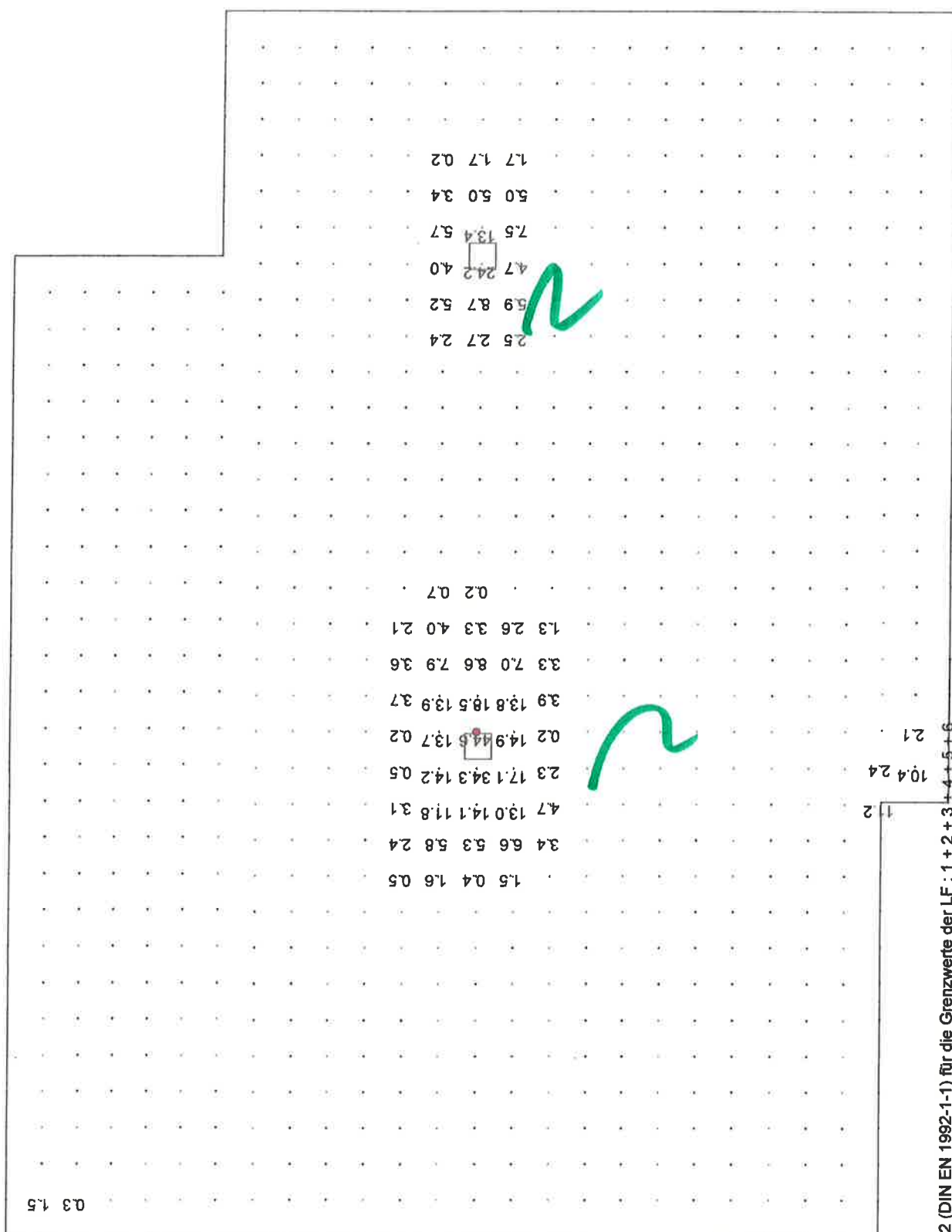
~~Randabstand oben $x = 5.0\text{ cm}$ $y = 5.0\text{ cm}$ unten $x = 5.0\text{ cm}$ $y = 5.0\text{ cm}$~~

Max as_x = 42.4 as_y = 0.0 cm2/m Satz 1

Pos. 4 as_x oben Zulagen zur Grundbewehrung as_x 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
 Randabstand oben $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$ unten $x = 5.0 \text{ cm}$ $y = 5.0 \text{ cm}$
 Max $a_{s_x} = 53.0$ $a_{s_y} = 0.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ Satz 2
 Pos. 4 a_{s_x} oben Zulagen zur Grundbewehrung $a_{s_x} 5.2$

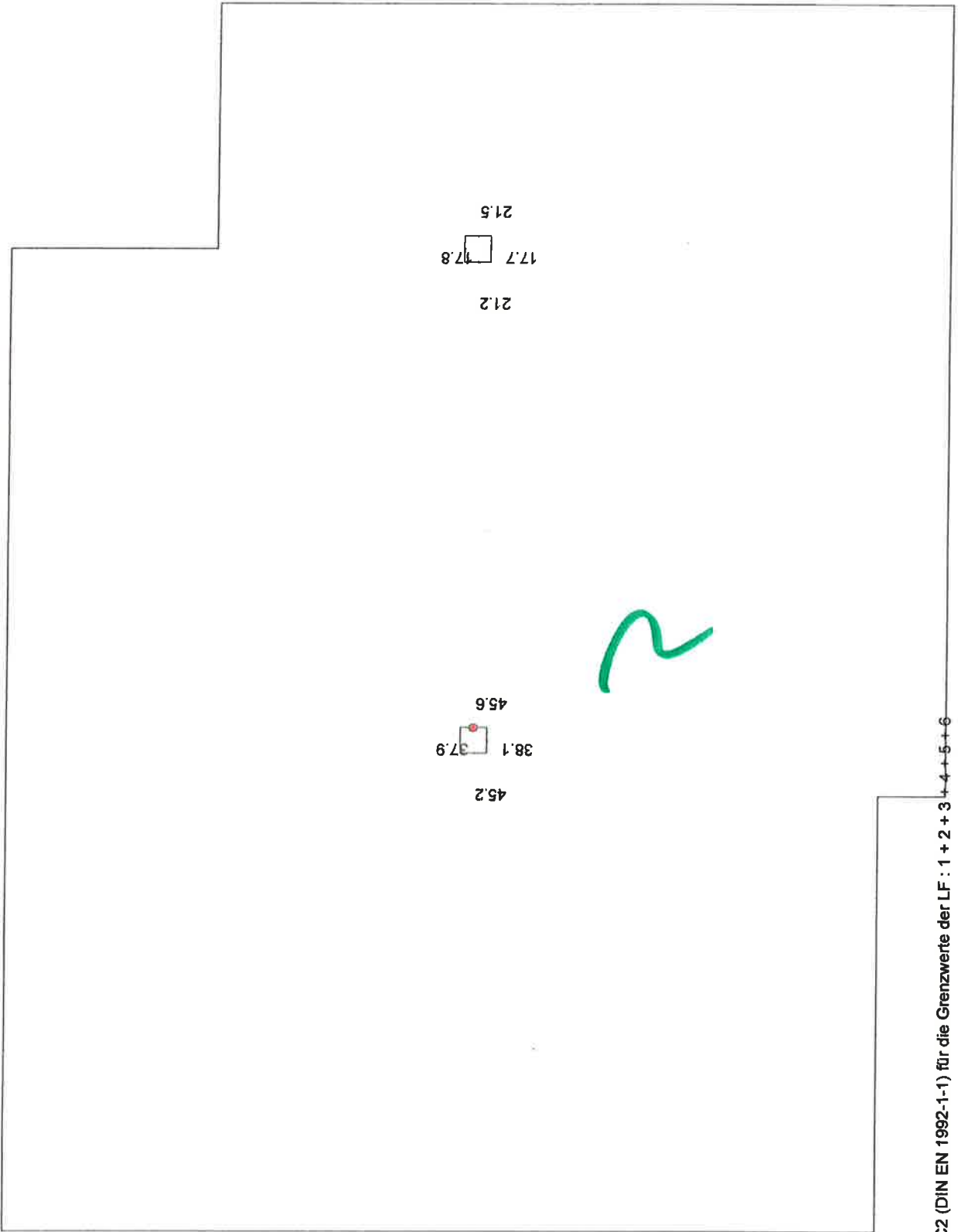


Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF: 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

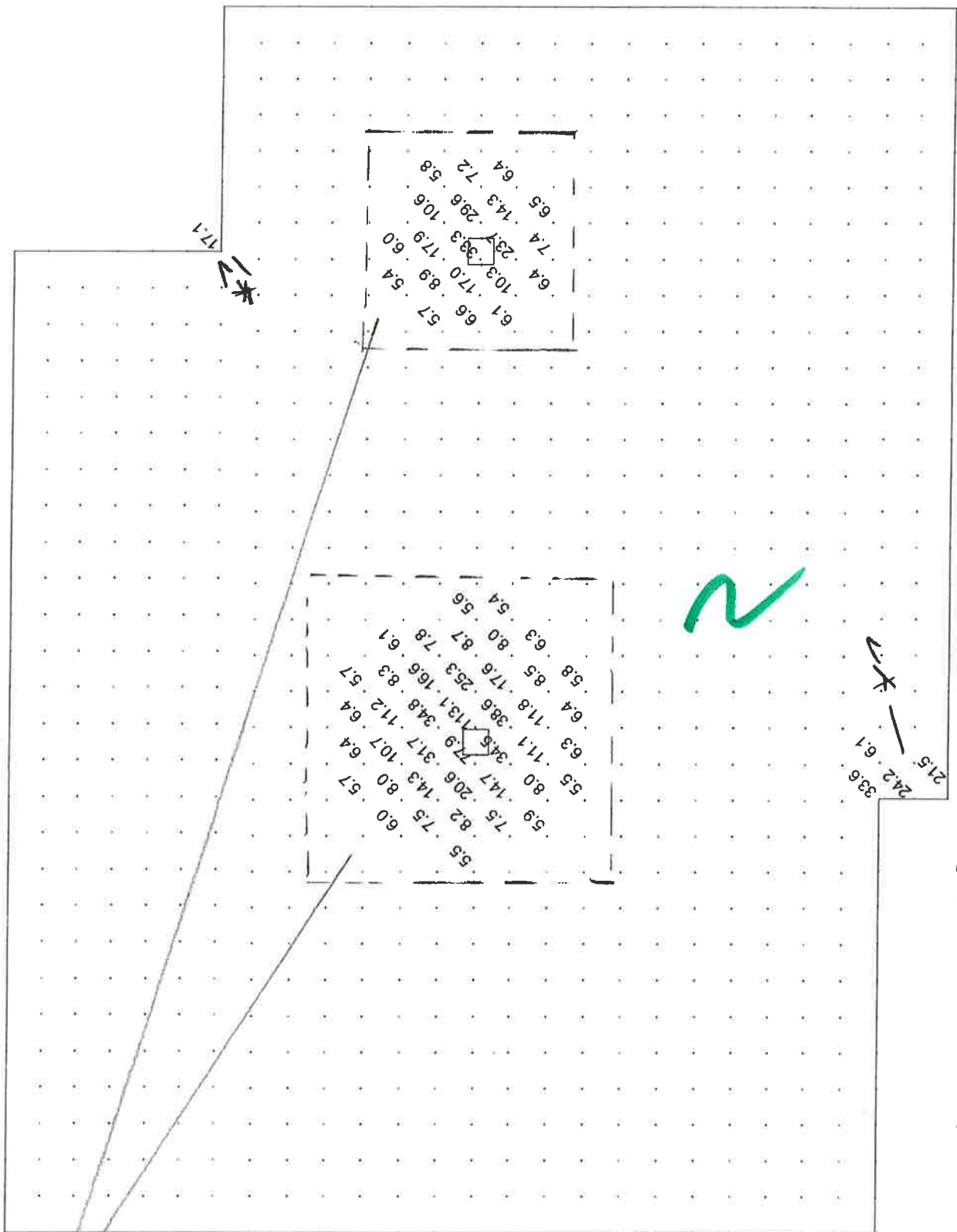
Randabstand oben $x = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm

Max $a_{s_x} = 0.0$ $a_{s_y} = 49.9$ cm²/m Satz 1

Pos. 4 a_{s_y} oben Zulagen zur Grundbewehrung a_{s_y} 5.2



Bewehrung nach EC2 (DIN EN 1992-1-1) für die Grenzwerte der LF : 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
Randabstand oben $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm unten $x = 5.0$ cm $y = 5.0$ cm
Max $a_{s_x} = 0.0$ $a_{s_y} = 50.9$ cm²/m Satz 2
Pos. 4 a_{s_y} oben Zulagen zur Grundbewehrung a_{s_y} 5.2



Keine Durchstanzproblematik, da Einzelfundamente vorhanden. Keine Schutzbewehrung erforderlich, Bewehrung aus Biegebemessung ausreichend!

* siehe Durchstanzmechanik auf folgenden Seiten

Pos. 4 as_tau [cm²/m] im Innern (ohne Ränder, Wände + UZ) EC-2 Bügel

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61



Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	433,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	32 cm
statische Nutzhöhe	d	=	27 cm
Wanddicke	b	=	40,5 cm
Einflussbreite	a	=	40,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Längsbewehrungsgrad	$\rho_l (< 1,95 \%)$	=	1,2 % ($a_{sx} = a_{sy} = 32,4 \text{ cm}^2/\text{m}$)

am kritischen Rundschnitt u_i

Rundschnittführung analog Innenstütze
 bezogener Stützenumfang

u_i	u_0 / d	=	6
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,86
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	737,25 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	486,55 kN/m ²
$v_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_i \cdot d = 330,1 \text{ kN} < 519,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			
$v_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} = 647,0 \text{ kN} > 519,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 287,1 \text{ cm} < 317,4 \text{ cm} = u_{out, prov}$: Rundschnittführung analog Innenstütze

$l_{s, req} = 90,7 \text{ cm} < 110 \text{ cm} = l_{s, prov}$			
$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)) ; 1,1 \}$		=	1,10
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	614,38 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	486,55 kN/m ²
$v_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 526,5 \text{ kN} > 476,3 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	12	9	7	5	3

Gewählt:	innen:	HDB-14/265-2/400
	außen:	2 x HDB-14/265-2/400

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 5$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 625,5 \text{ kN} > 519,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,07)$$

Elementabstand innen / außen = 30,3 cm / 93,6 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen.

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 6,2 \text{ cm}^2$$

HALFEN HDB Durchstanzbewehrung, ETA-12/0454 (für die Anwendung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + A1:2015-12)
 HALFEN Bemessungsprogramm HDB, Version 13.61

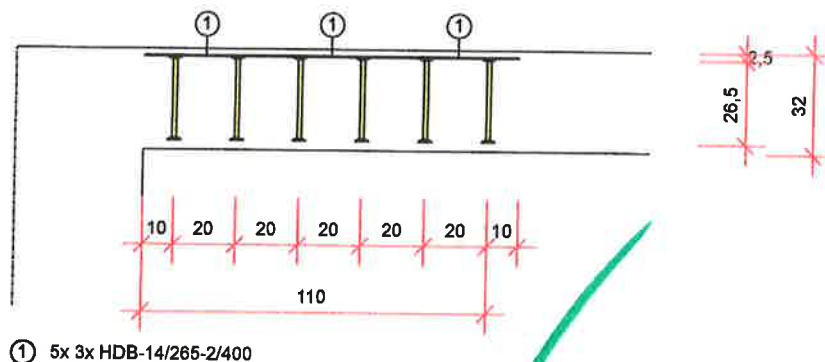


Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene HALFEN-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

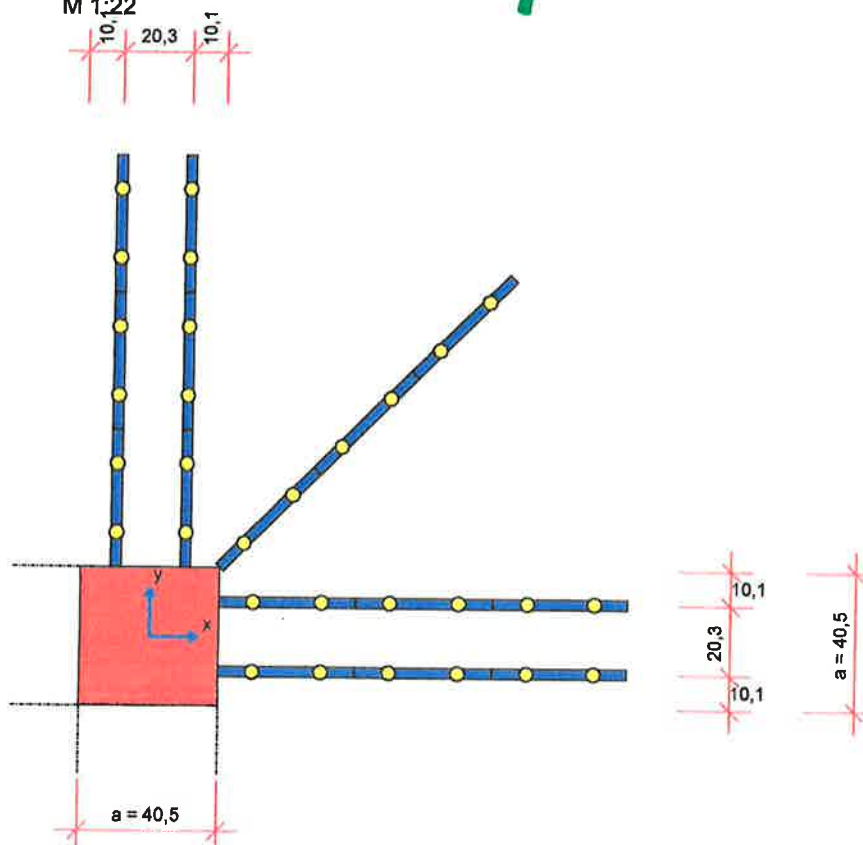
M 1:23



[cm]

Grundriss

M 1:22



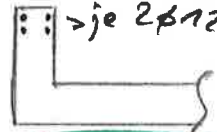
Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 218 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 218 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.
 Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $177,5 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.

D) Unterzüge / Attika

Pos. 11 + 12: Stb.-attika $b/h = 25 / 40 \text{ cm}$

Konstr.-gew.:

- Q 335 A c.ta.; bzw. # 8/15 c.ta.
- 2 # 12 c.ta. Attikakopf



C30/37, XCA, WD $c_r = 2,5 \text{ cm}$

(allseitig gedämmt)

Pos. 13 + 14: Stb.-unter / überung / wandartige Tröge

$b/h = 25 / 298 \text{ cm}$

Belastung:

- Eigengewicht: $g_0 = (25 \times 4,25 + 0,5) \times (2,98 + 3,5)$

$= 43,8 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$

- aus Pos. 1: $g_1 \leq 30 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$; $q_1 \leq 16,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$

- aus Pos. 2: $g_2 \leq 31 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$; $q_2 \leq 16,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$

- aus Pos. 3: $g_3 \leq 34 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$; $q_3 \leq 27,0 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$

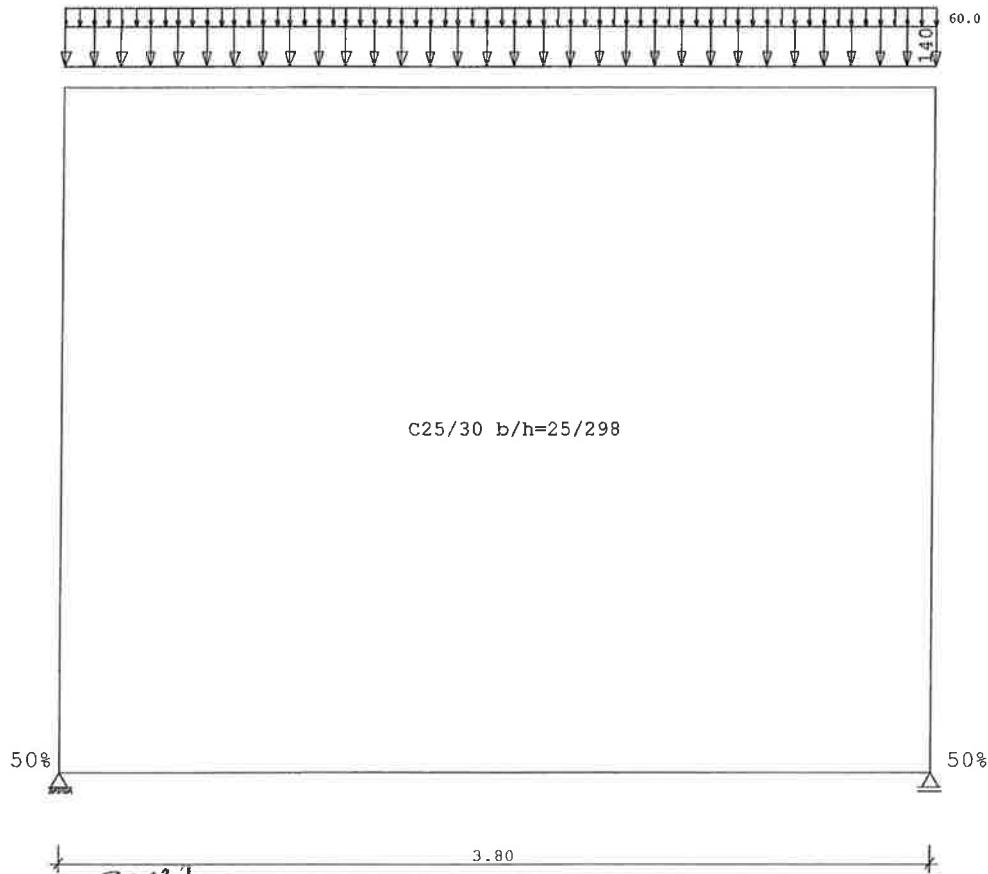
$\Sigma g = 140 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$; $\Sigma q = 60 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$; $\Sigma v = 200 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$

System und Bemessung: siehe folgende Seiten 88

Position: O_13+14 Stb.-balken b/h=25/298cm

Durchlaufträger DLT10 02/2022/B (FRILO R-2023-2/P04)

Maßstab 1 : 33


 Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm² DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)	bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	3.80	konstant		25.0	298.0		

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Stützeinspannung an den Endauflagern

 links : 50.0 %
 rechts : 50.0 %

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

 Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a
 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b
 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ EG Gr	VK	g _l /r	q _l /r	Fak.	Abst. L _b /L _c	ausPOS	Phi
1 C		140.00	60.00	1.00		g+q	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	266.00	114.00	0.00	380.00	380.00	266.00
2	266.00	114.00	0.00	380.00	380.00	266.00
Summe:	532.00	228.00	0.00	760.00	760.00	532.00

Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	266.0	266.0	266.0	266.0
C	114.0	0.0	114.0	0.0
Sum	380.0	266.0	380.0	266.0

Durchbiegungen in Zustand I gerechnet!					
maximale			minimale		
Feld Nr.	x (m)	f (cm) Komb	x (m)	f (cm)	
1	1.90	0.00	2	3.80	0.00
	3.17	0.00	2	3.17	0.00

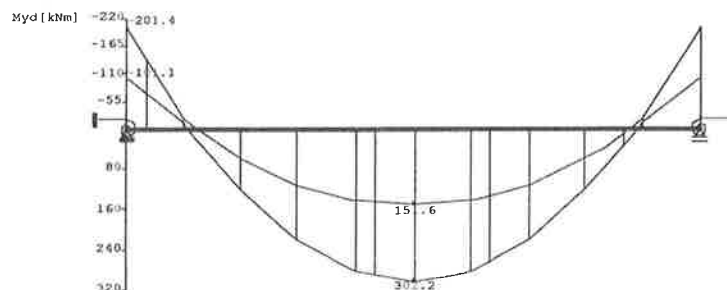
 Ergebnisse für γ -fache Lasten.
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{FI} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

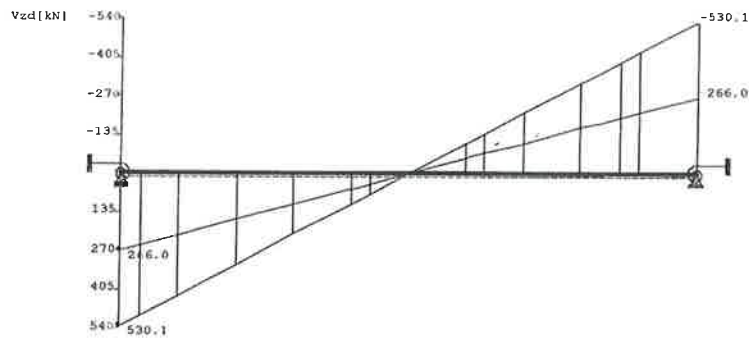
Feldmomente Maximum						(kNm, kN)	
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	1.90	302.16	-201.44	-201.44	530.10	-530.10
	x =	3.17	77.16		zug V =	-354.33	-354.33

Stützmomente Maximum					(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	-201.44	0.00	530.10	530.10	266.00
2	-201.44	0.00	-530.10	0.00	530.10	266.00

Schnittgrößen bei x:					
Feld	1	$x_0 = 3.17$ m	max Myd = 77.16 kNm	zug Vz = -354.33 kN	
			min Myd = 38.72 kNm	zug Vz = -177.80 kN	
			max Vz = -177.80 kN	zug My = 38.72 kNm	
			min Vz = -354.33 kN	zug My = 77.16 kNm	

Maßstab 1 : 50




Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150

C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: $c_v = 2.5 \text{ cm} \geq \text{erf } c_v$
 Bewehrungslage: $d_o = 3.9 \text{ cm}$ $d_B = 8$ $d_S = 16$
 $d_u = 3.9 \text{ cm}$ $d_B = 8$ $d_S = 16$

Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.

Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

 Kriechbeiwert: $\phi = 2.83$ $\epsilon_{cs} = 0.38 \text{ ‰}$ $h_0 = 25.90 \text{ cm}$

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

Q.Nr.	min M_u (kNm)	erf A_s (cm ²)	min M_o (kNm)	erf A_s (cm ²)	
1	949.08	7.17	-949.08	7.17	25.0/298.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)
1	1.90	302.2		294.1	0.03	7.2	0.0 *
	0.38	-20.1	-20.1	294.1	0.01	0.0	7.2 *
	3.17	77.2	77.2	294.1	0.01	7.2	0.0 *

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

 Am ersten Auflager sind mindestens 18.3 cm² zu verankern.

 Am letzten Auflager sind mindestens 18.3 cm² zu verankern.

 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Stützbewehrung DIN EN 1992:2015 5.5

Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)
1 re	0.00	-201.4	-201.4	294.1	0.02	0.0	7.2 *
2 li	0.00	-201.4	-201.4	294.1	0.02	0.0	7.2 *

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

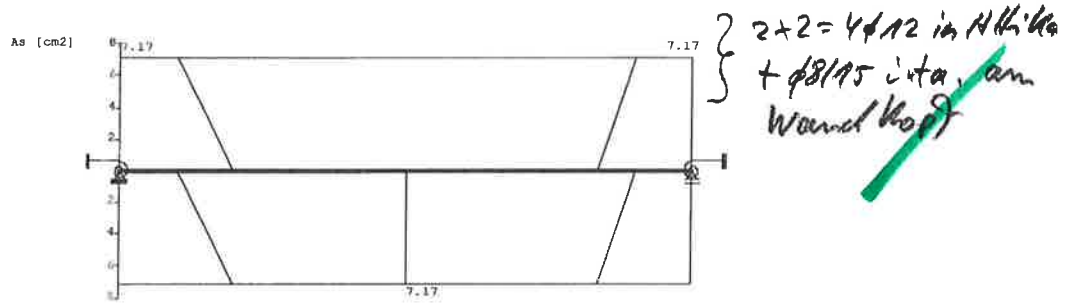
Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm ² /m)
1 re	1.90	0.98	0.0	18.4	130.1	2293.4	30.0	2.1~
1 *	1.90	0.98	0.0	18.4	130.1	2293.4	30.0	2.1~
2 li	1.89	0.98	-2.8	18.4	130.1	2293.4	30.0	2.1~
2 *	1.90	0.98	0.0	18.4	130.1	2293.4	30.0	2.1~

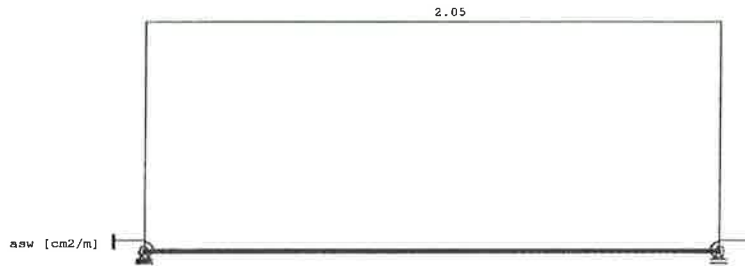
~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung

 Der max. Bügelabstand wird mit $\Theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Maßstab 1 : 50



Maßstab 1 : 50



Bemessung: wandartiges Träger

$$h/l = \frac{298}{380} = 0,78 > \frac{1}{3}$$

$$\max M_{\text{Fol}} = 303 \text{ kNm} \Rightarrow z_F = 0,3 \cdot 2,98 \cdot (3 - 0,78) = 1,98 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{erf. } A_s = \frac{303}{1,98} \cdot \frac{1}{43,5} = 3,5 \text{ cm}^2 < \text{erf. } A_s \text{ Balken}$$

gew:

- 4φ16 ≙ 8,0 cm² als Zugband
- φ335 A c.ita.; bzw. #φ8/15 c.ita. ≙ Bü φ8/15
- 2x2=4φ12 in Attika (siehe Pos. 11+12)

C30/37, XC1, WD; c_v = 2,5 cm

Brand schutz: vorh b = 250 mm > erf b = 100 mm

(F90) Tab. 5.6 vorh a = 25 + 8 + $\frac{16}{2}$ = 44 mm > erf a = 25 mm

vorh. a_sch = 44 mm > erf a_sch = 25 + 10 = 35 mm

Pos. 15-17: StG.-unterlüftung / Zugband b/h = 25/298cm

bei kürzerer Spannweite und geringerer Belastung in
Anlehnung an Pos 13+14:

- glw:
- 4φ14 unten als Zugband
 - 433TR oita, bzw. 4φ15 oita, ≙ 5φ8/15
 - 2x2 = 4φ12 in Attika (siehe Pos. 11+12)

Brennstute: siehe Pos. 13 + 14

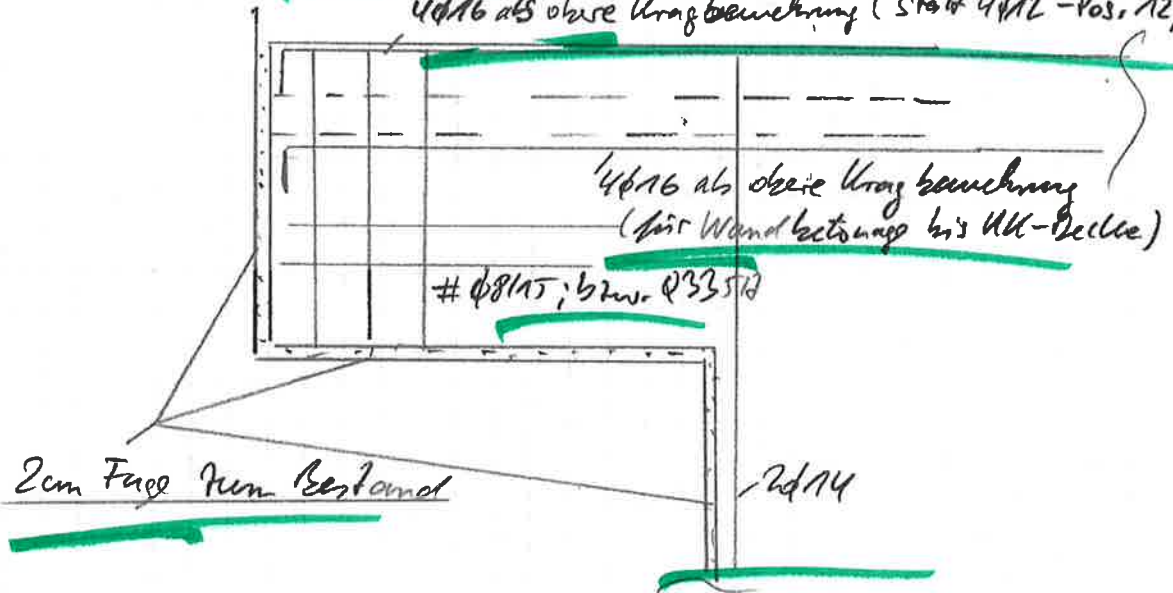
Die Positionen 18-20 und fallen 8



E) Wände

Pos. 21-28: Stb.-wände $t = 25\text{ cm}$

- Konstr. gem.:
- Q335A i.ta.; bzw. #8/15 i.ta.
 - Wanddecke 4φ14
 - Wandende 2φ14
 - Tür/Fenster laibung: 2φ14
 - bei Pos. 21+27; neben Achse 1 - Kragarm
4φ16 als obere Kragbewehrung (Stab 4φ12 - Pos. 12)



C30/37, XC1, WD; $c_v = 2,5\text{ cm}$

Erdberührte Wände: C30/37-WU, XC2, XFA, WF; $c_v = 3,5\text{ cm}$
↳ (maximale Anfüllhöhe ca. 1,30 m)

Pos. 29-30 entfallen

F) Stützen

Pos. 31-33: Stb.-stützen $b/h = 30/30 \text{ cm}$

Belastung: - Eigengewicht: $G_0 = 25 \times 0,3^2 \times (\sim 3,50 + 1,34) = 10,94 \text{ kN}$

- aus Pos. 1: $G_1 = 246,3 \text{ kN}$; $Q_1 = 133,7 \text{ kN}$

- aus Pos. 2: $G_2 = 260,4 \text{ kN}$; $Q_2 = 134,2 \text{ kN}$

$\Sigma G = 517,6 \text{ kN}$; $\Sigma Q = 267,9 \text{ kN}$; $\Sigma V = 285,5 \text{ kN}$

Bemessung: nicht folgende Seiten 8

Pos. 34: Stb.-stütze $b/h = 40/40 \text{ cm}$

Belastung: - Eigengewicht: $G_0 = 25 \times 0,4^2 \times (\sim 3,50 + 1,34 + 3,54) = 33,5 \text{ kN}$

- aus Pos. 1: $G_1 = 612,5 \text{ kN}$; $Q_1 = 328,6 \text{ kN}$

- aus Pos. 2: $G_2 = 642,7 \text{ kN}$; $Q_2 = 327,7 \text{ kN}$

- aus Pos. 3: $G_3 = 684,9 \text{ kN}$; $Q_3 = 502,1 \text{ kN}$

Für Stützen-
bemessung!

$\Sigma G = 1973,6 \text{ kN}$; $\Sigma Q = 1158,4 \text{ kN}$; $\Sigma V = 3132 \text{ kN}$

Für Fundament-
bemessung!

- aus Pos. 4: $G_4 = 715,4 \text{ kN}$; $Q_4 = 666,6 \text{ kN}$

$\Sigma G = 2689 \text{ kN}$; $\Sigma Q = 1825 \text{ kN}$; $\Sigma V = 4514 \text{ kN}$

Bemessung: nicht folgende Seiten 8

Position: O_31-33 Stahlbetonstütze b/h = 30/30cm

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

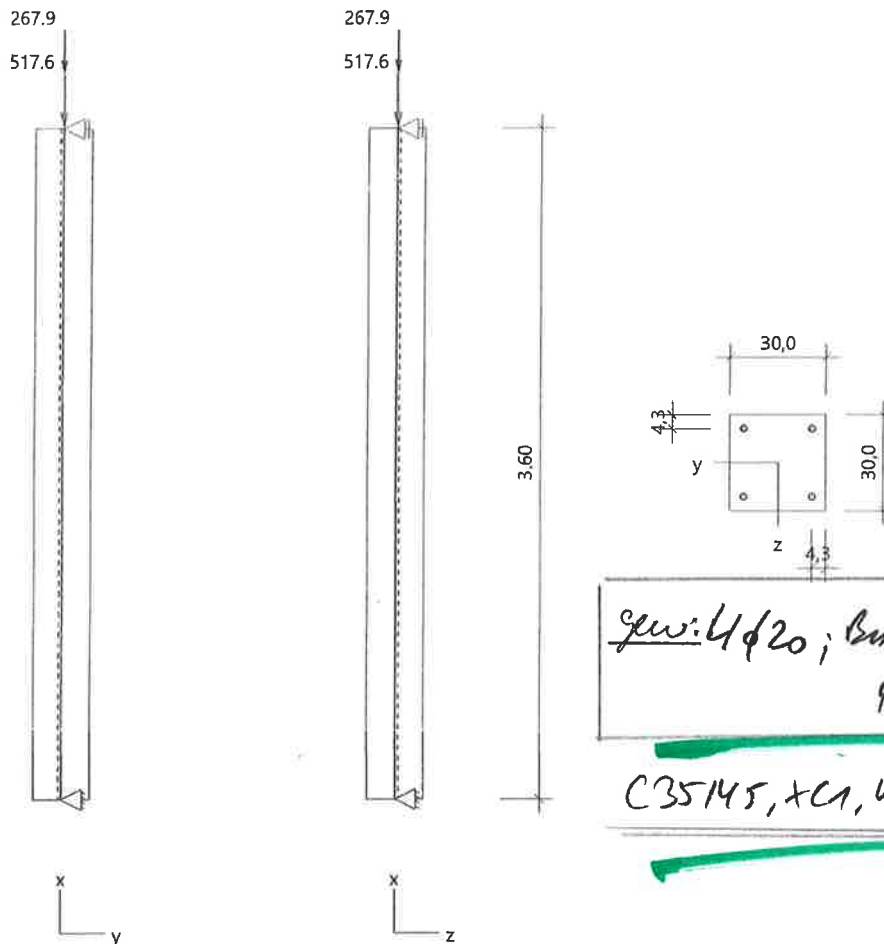
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.1



Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		517.6							ständig		
2	Stützenkopf		267.9							Kat. C		

**Punktlasten (Stützeigengewicht)**

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		8.1							ständig		

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 15,73$ in y- / $15,73$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35
V = 517,6 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35
V = 267,9 kN (Kat. C)	1.50		

Slankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
1	1	Stütze	3.60	3.60	41.6	41.6	25.0	25.0	0.9	0.9	2.168	0.733

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.60	-1111.5	0.00	0.00	0.43	3.8 ¹	12.6	Querschnitt
	3.00	-1111.5	6.37	-6.37	0.43	3.8 ¹	12.6	
	2.40	-1111.5	10.69	-10.69	0.43	3.8 ¹	12.6	
	1.80	-1111.5	12.36	-12.36	0.43	3.8 ¹	12.6	
	1.20	-1111.5	10.69	-10.69	0.43	3.8 ¹	12.6	
	0.60	-1111.5	6.37	-6.37	0.43	3.8 ¹	12.6	
	0.00	-1111.5	0.00	0.00	0.43	3.8 ¹	12.6	

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.60		0.01	0.00	0.01	0.00	2
Fußpunkt	0.00	525.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1111.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		709.7	0.0	0.00	0.0	0.00	3

**Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)****Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG**

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	12.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 517,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 267,9 kN (Kat. C)	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.60	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.40	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.80	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.20	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.60	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.60	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.40	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.80	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.20	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.60	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-793.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.60	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	3.00	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	2.40	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	1.80	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	1.20	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	0.60	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	0.00	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)**

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.60	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	3.00	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	2.40	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	1.80	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	1.20	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	0.60	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00
1	0.00	-793.6	0.00	0.00	0.00	-0.239	-47.87	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))



Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 517,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 267,9 kN (Kat. C)	0.60	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	3.60	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	3.00	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	2.40	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	1.80	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	1.20	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	0.60	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45
1	0.00	-686.4	0.00	0.00	-0.208	-7.07	-15.75	1.00		0.45

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$$\begin{aligned}
 A_{s,kalt} &= 12.6 \text{ cm}^2 & R(A_{s,kalt}) &= 114 \text{ min} \\
 N_{Ed} &= -686.4 \text{ kN} & \mu_{fi} &= 0.331 \\
 N_{Rd} &= -2072.3 \text{ kN} \\
 M_{Ry,d} &= 28.17 \text{ kNm} & M_{Rz,d} &= -28.17 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\beta_{sk,fi} = 1.000$$

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi} = 12.6 \text{ cm}^2$.

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

$$\begin{aligned}
 \omega &= A_s \cdot f_{yd} / (A_c \cdot f_{cd}) &= 12.57 \cdot 43.48 / (900.00 \cdot 1.98) &= 0.31 \\
 b' &= 2 \cdot A_c / (b+h) &= 2 \cdot 90000 / (300+300) &= 300.0 \text{ mm} \\
 a_{cc} &= \text{Abminderungsfaktor} &= 0.85 \\
 l_{0,fi,max} &= \text{Ersatzlänge; } 2m \leq l_{0,fi,max} \leq 6 \text{ m} &= 3.60 \text{ m} \\
 R_{\eta fi} &= 83 \cdot [1.00 - \mu_{fi} \cdot (1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc}) + \omega)] &= 83 \cdot [1.00 - 0.33 \cdot (1 + 0.31) / ((.85/0.85) + 0.31)] &= 55.5 \\
 R_a &= 1.60(a-30) &= 1.60 \cdot (43-30) &= 20.8 \text{ mm} \\
 R_i &= 9.60(5 - l_{0,fi}) &= 9.60 \cdot (5 - 3.60) &= 13.44 \text{ m} \\
 R_b &= 0.09 \cdot b' &= 0.09 \cdot 300.00 &= 27.0 \text{ mm} \\
 R_n &= \text{nur 4 Eckstäbe vorhanden} &= 0 \\
 R &= 120 \cdot [R_{\eta fi} R_a + R_i + R_b + R_n] / 120 &= 120 \cdot [(55.5 + 20.8 + 13.44 + 27.00 + 0) / 120]^{1.8} &= 114.2 \text{ min}
 \end{aligned}$$

Stützenlänge	l = 3.60 m	≤	l _{max} = 6.00 m	η = 0.60	✓
Achsabstand	a = 4.3 cm	≤	a _{max} = 8.0 cm	η = 0.54	✓
Verhältnis	h/b = 1.00	≤	h/b _{max} = 4.00	η = 0.25	✓
Verhältnis	A _s /A _c = 0.014	<	A _s /A _{c,max} = 0.04	η = 0.35	✓
2*A _c /(b+h)	b' = 300 mm	≤	b' _{max} = 450 mm	η = 0.67	✓
Branddauer	R = 114.2 min	≥	R _{min} = 90 min	η = 0.79	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

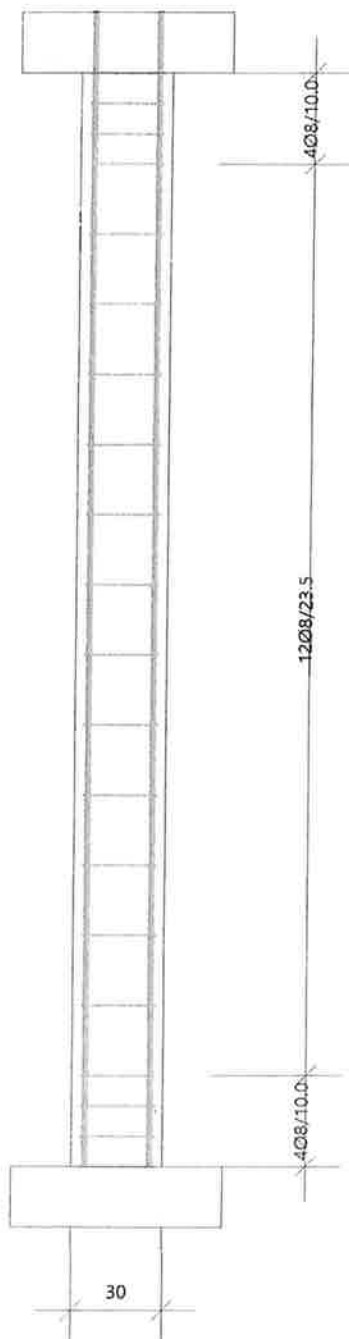
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 20Ø8 mm	1	20	3.1	-10.7	-10.7
	2	20	3.1	10.7	-10.7
	3	20	3.1	10.7	10.7
	4	20	3.1	-10.7	10.7
			12.6		

Realisierte Betondeckung

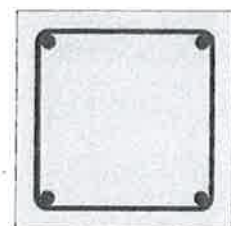
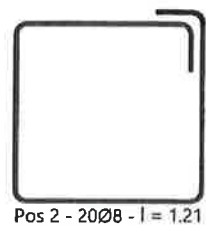
Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25



Pos 1 - 4Ø20 - l = 3.80



Position: O_34 Stahlbetonstütze b/h = 40/40cm

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

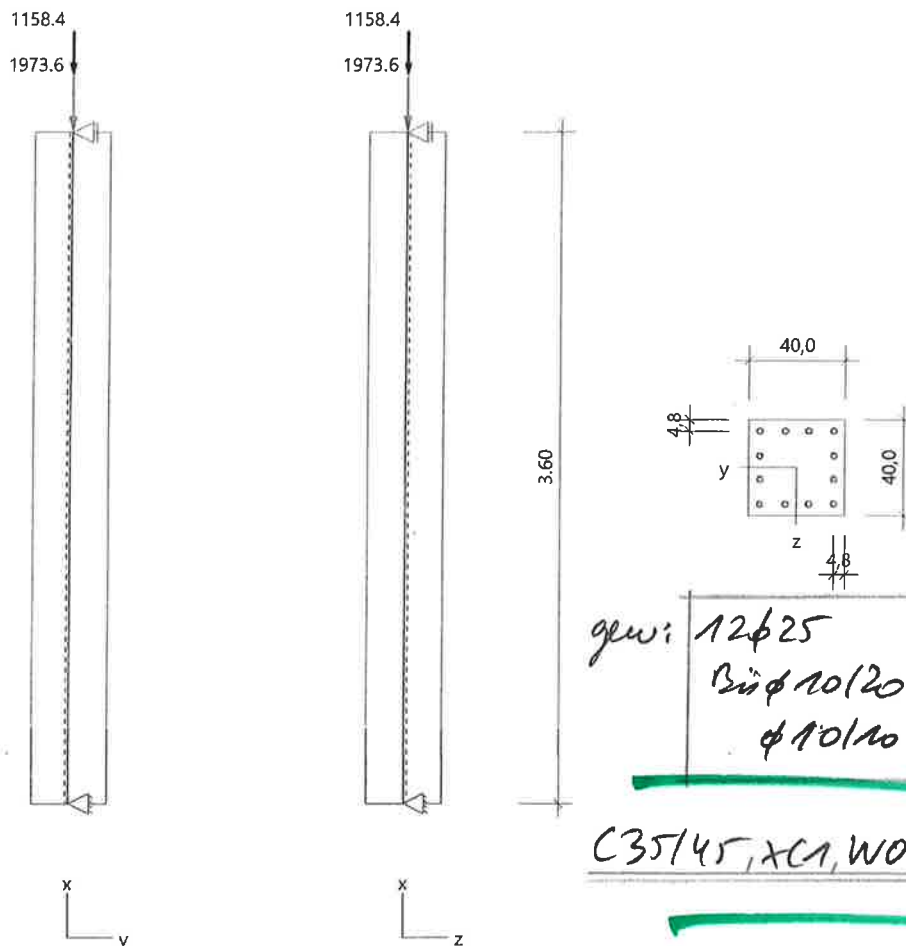
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.1



Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.4							ständig		

Berechnungsoptionen
Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse
Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 12,49$ in y- / $12,49$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)
Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35
V = 1973,6 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35
V = 1158,4 kN (Kat. C)	1.50		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.60	3.60	31.2	31.2	25.0	25.0	0.9	0.9	2.077	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.60	-4421.4	0.00	0.00	3.14	50.3 ¹	58.9	Querschnitt
	3.00	-4421.4	22.57	-22.57	3.14	50.3 ¹	58.9	
	2.40	-4421.4	39.30	-39.30	3.14	50.3 ¹	58.9	
	1.80	-4421.4	45.79	-45.79	3.14	50.3 ¹	58.9	
	1.20	-4421.4	39.30	-39.30	3.14	50.3 ¹	58.9	
	0.60	-4421.4	22.57	-22.57	3.14	50.3 ¹	58.9	
	0.00	-4421.4	0.00	0.00	3.14	50.3 ¹	58.9	

1 : Bemessung mit Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4), maßgebend

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.60		0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1988.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		4421.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	58.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 1973,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1158,4 kN (Kat. C)	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.60	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.40	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.80	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.20	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.60	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.60	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.40	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.80	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.20	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.60	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-3146.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}$ [N/mm ²]	η
1	3.60	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	3.00	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	2.40	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	1.80	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	1.20	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	0.60	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	0.00	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}$ [N/mm ²]	η
1	3.60	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	3.00	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	2.40	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	1.80	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	1.20	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	0.60	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00
1	0.00	-3146.4	0.00	0.00	0.00	-0.475	-95.08	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))



Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 1973,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1158,4 kN (Kat. C)	0.60	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,ni}	erf f _{φ,ni}	η
1	3.60	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	3.00	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	2.40	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	1.80	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	1.20	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	0.60	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88
1	0.00	-2683.0	0.00	0.00	-0.406	-13.79	-15.75	1.00		0.88

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$$\begin{aligned}
 A_{s,kalt} &= 58.9 \text{ cm}^2 & R(A_{s,kalt}) &= 117 \text{ min} \\
 N_{Ed} &= -2683.0 \text{ kN} & \mu_{fi} &= 0.505 \\
 N_{Rd} &= -5310.7 \text{ kN} \\
 M_{Ryd} &= 55.80 \text{ kNm} & M_{Rzd} &= -55.80 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\beta_{sk,fi} = 1.000$$

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi} = 58.9 \text{ cm}^2$.

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

$$\begin{aligned}
 \omega &= A_s \cdot f_{yd} / (A_c \cdot f_{cd}) &= 58.90 \cdot 43.48 / (1600.00 \cdot 1.98) &= 0.81 \\
 b' &= 2 \cdot A_c / (b+h) &= 2 \cdot 160000 / (400+400) &= 400.0 \text{ mm} \\
 a_{cc} &= \text{Abminderungsfaktor} &= &= 0.85 \\
 l_{0,fi,max} &= \text{Ersatzlänge; } 2m \leq l_{0,fi,max} \leq 6 \text{ m} &= &= 3.60 \text{ m} \\
 R_{\eta fi} &= 83 \cdot [1.00 - \mu_{fi} \cdot (1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc}) + \omega)] &= 83 \cdot [1.00 - 0.51 \cdot (1 + 0.81) / ((.85/0.85) + 0.81)] &= 41.1 \\
 R_a &= 1.60(a-30) &= 1.60 \cdot (48-30) &= 28.0 \text{ mm} \\
 R_l &= 9.60(5 - l_{0,fi}) &= 9.60 \cdot (5 - 3.60) &= 13.44 \text{ m} \\
 R_b &= 0.09 \cdot b' &= 0.09 \cdot 400.00 &= 36.0 \text{ mm} \\
 R_n &= \text{nur 4 Eckstäbe vorhanden} &= &= 0
 \end{aligned}$$

$$R = 120 \cdot [R_{\eta fi} R_a + R_l + R_b + R_n] / 120]^{1.8} = 120 \cdot [(41.1 + 28.0 + 13.44 + 36.00 + 0) / 120]^{1.8} = 117.3 \text{ min}$$

Stützenlänge	l = 3.60 m	≤	l _{max} = 6.00 m	η = 0.60	✓
Achsabstand	a = 4.8 cm	≤	a _{max} = 8.0 cm	η = 0.59	✓
Verhältnis	h/b = 1.00	≤	h/b _{max} = 4.00	η = 0.25	✓
Verhältnis	A _s /A _c = 0.037	<	A _s /A _{c,max} = 0.04	η = 0.92	✓
2*A _c /(b+h)	b' = 400 mm	≤	b' _{max} = 450 mm	η = 0.89	✓
Branddauer	R = 117.3 min	≥	R _{min} = 90 min	η = 0.77	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 17Ø10 mm	1	25	4.9	-15.3	-15.3
	2	25	4.9	15.3	-15.3
	3	25	4.9	15.3	15.3
	4	25	4.9	-15.3	15.3
	5	25	4.9	-4.9	-15.3
	6	25	4.9	-4.9	15.3
	7	25	4.9	4.9	-15.3
	8	25	4.9	4.9	15.3
	9	25	4.9	-15.3	-4.9
	10	25	4.9	15.3	-4.9



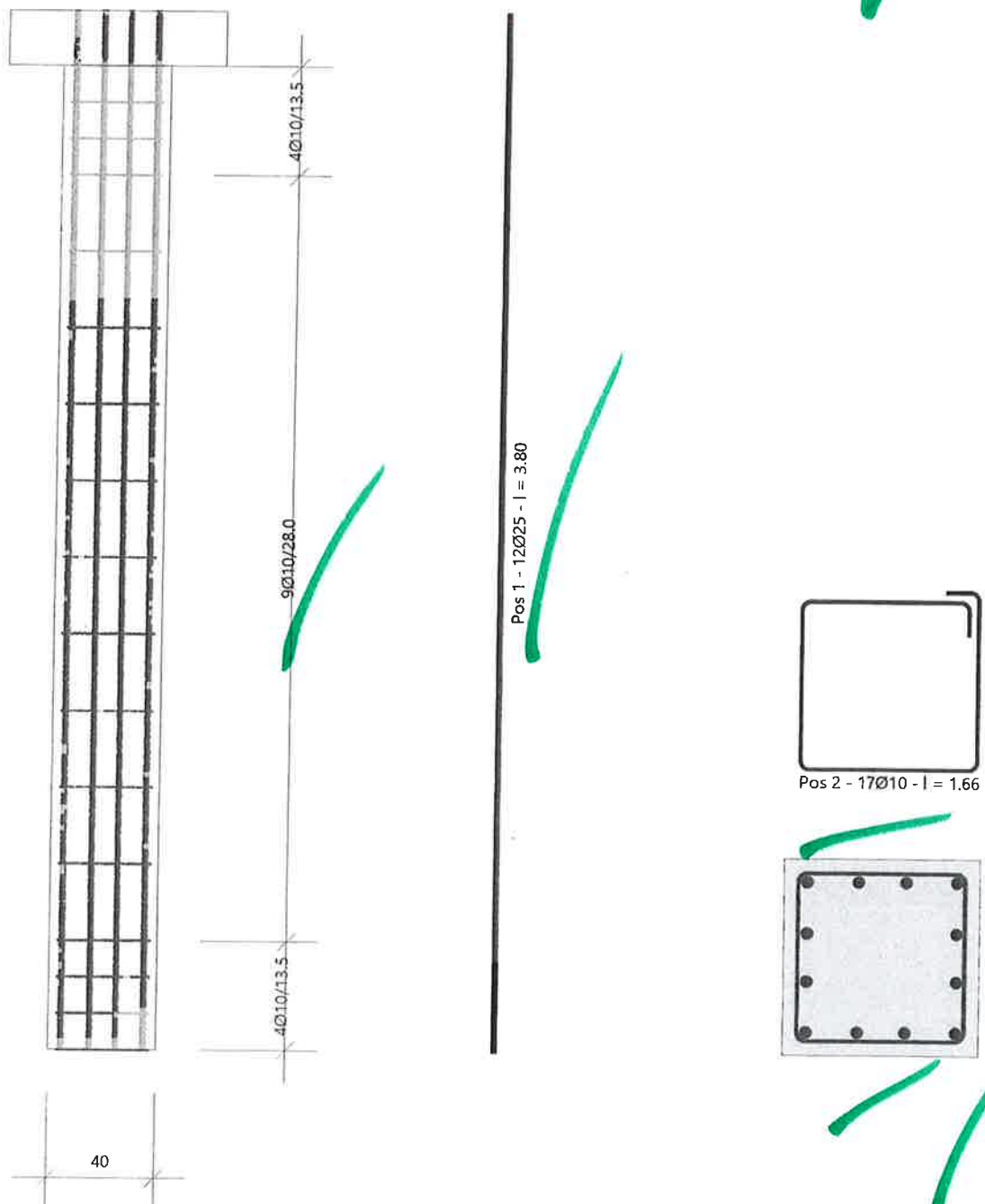
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	11	25	4.9	-15.3	4.9
	12	25	4.9	15.3	4.9
			58.9		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.5	2.0	3.5	2.5

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25



Pos. 35: Stb. -> für $b/h = 40/400$

Belastung:

- Eigengewicht: $G_0 =$

$= 33,5 \text{ kN}$

- aus Pos. 1: $G_1 = 422,2 \text{ kN}$; $Q_1 = 224,5 \text{ kN}$

- aus Pos. 2: $G_2 = 446,7 \text{ kN}$; $Q_2 = 223,1 \text{ kN}$

- aus Pos. 3: $G_3 = 440,3 \text{ kN}$; $Q_3 = 330,8 \text{ kN}$

Für Stütze-
bemessung:

$\Sigma G = 1347,7 \text{ kN}$; $\Sigma Q = 778,4 \text{ kN}$; $\Sigma V = 2126,1 \text{ kN}$

Für Fundament-
bemessung:

- aus Pos 4: $G_4 = 459,3 \text{ kN}$; $Q_4 = 438,2 \text{ kN}$

$\Sigma G = 1807 \text{ kN}$; $\Sigma Q = 1217 \text{ kN}$; $\Sigma V = 3024 \text{ kN}$

Ausführung: analog Pos. 34

Pos. 36-40 entfallen

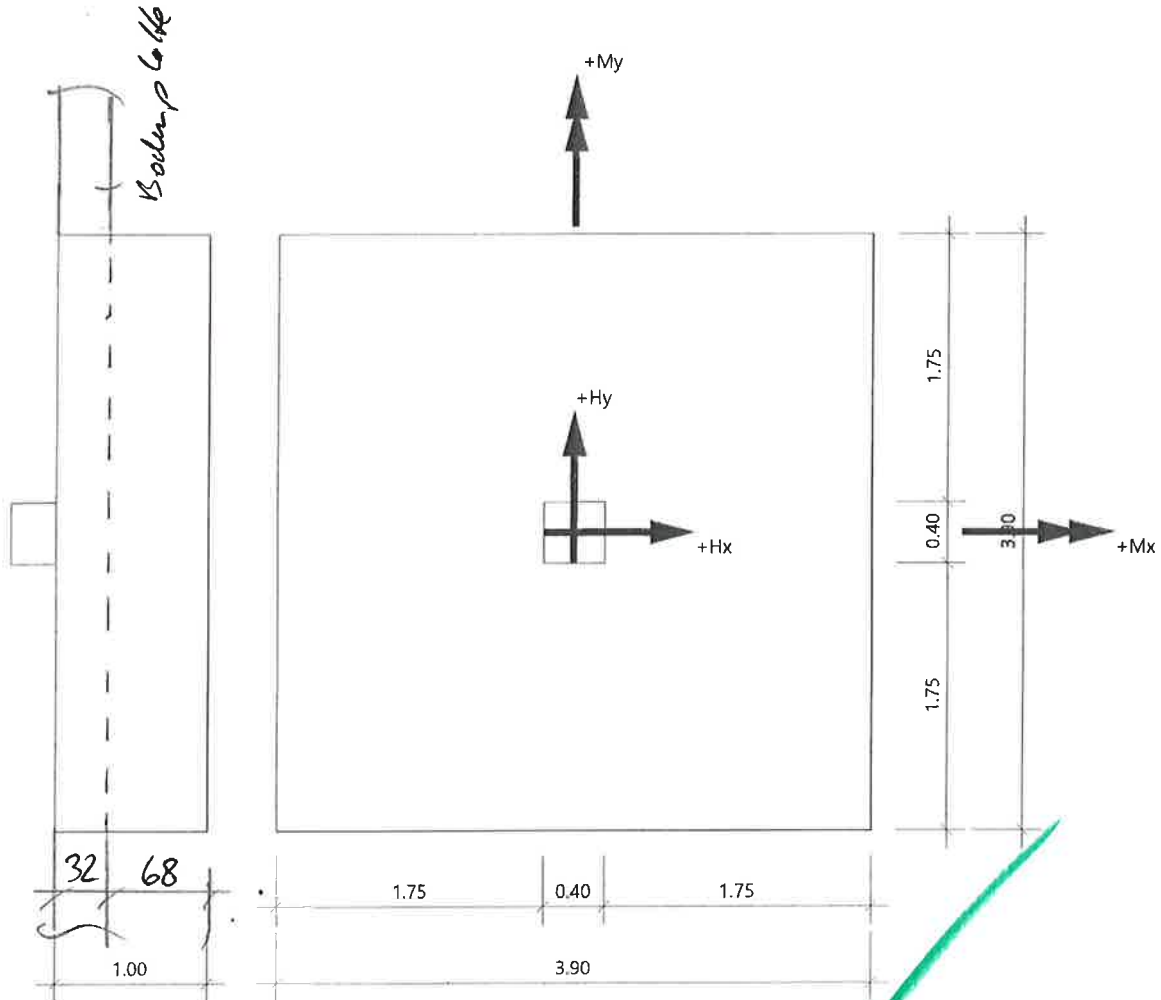
Position: 41 Einzelfundament OP-Bereich

Fundament (x64) FD+ 02/2023B (FRILO R-2023-2/P04)

System

Draufsicht

G) Gründung



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 30/37	B500A	3.90	3.90	1.00
Stütze	C 35/45	B500A	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d} = 450.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten → siehe Pos 34 : $\Rightarrow G_{red} = 2689 - 25 \times 3,9^2 \times 0,3 = 2568 \text{ kN}$; $Q = 1825 \text{ kN}$
121,7

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	2568.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	1825.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $15.210 \text{ m}^3 / 380.25 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

↳ Am dickes Fundament!



Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1,0 x (1)
4	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2)
5	P	1,35 x (1) + 1,5 x (2)
6	P	1,0 x (1)
7	rare	1,0 x (1) + 1,0 x (2)
8	perm	1,0 x (1) + 0,6 x (2)
9	perm	1,0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.98

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	63.6
Biegung $A_{s,y,u}$	5	65.0

Biegung

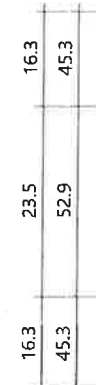
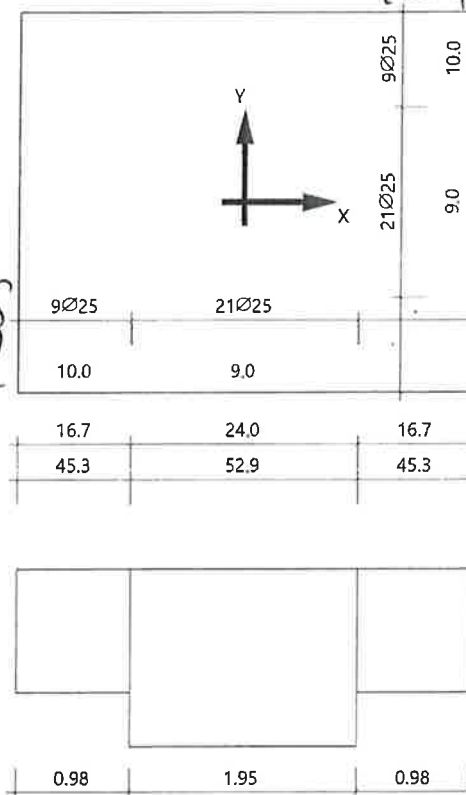
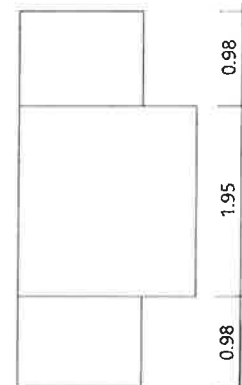
Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm ²	$A_{s,yu}$ cm ²	$A_{s,xo}$ cm ²	$A_{s,yo}$ cm ²
5	2714.38	2714.38	0.00	0.00	63.6	65.0	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.0$ cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.0$ cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min} = \eta_x \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,y}$	=	$0.125 \cdot 6139.0 \cdot 1.63$	=	1246.99 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	29.3 cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min} = \eta_y \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,x}$	=	$0.125 \cdot 6139.0 \cdot 1.63$	=	1246.99 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	29.9 cm ²


Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m
Bewehrungswahl
Bewehrungswahl

 erf. as
 vorh. as


Die Biegebewehrung wurde erhöht zur Vermeidung von Schubbewehrung

Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen
Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenz Zustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

konstante β -Werte / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

Beiwert Rotationssymmetrie

Schubspannung

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.52 \%$$

$$\beta = 1.10$$

$$V_{\text{Ed}} = 1.12 \text{ N/mm}^2 \quad \text{mit } \beta$$

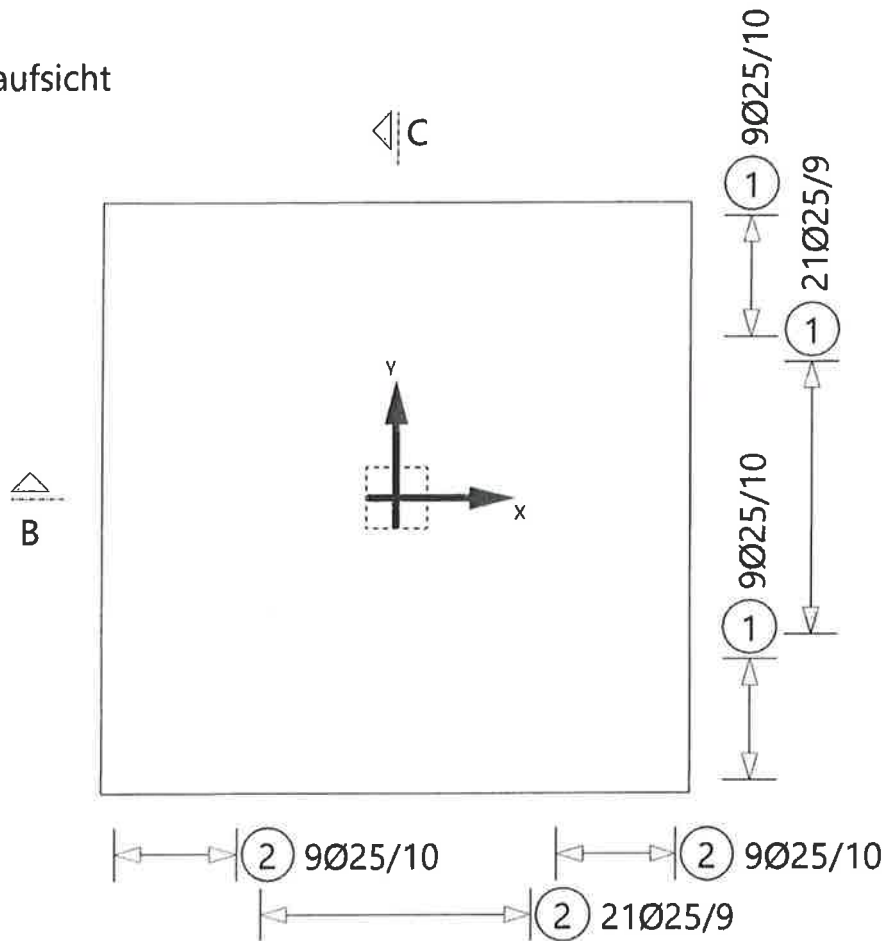
$$V_{\text{Rd,c}} = 1.13 \text{ N/mm}^2$$

C30/37; XC2, XF1, WF $c_v = 3,5 \text{ cm}$ (unter)
 $c_{v0} = 2,5 \text{ cm}$ (oben - siehe Pos. 4)

Bewehrung

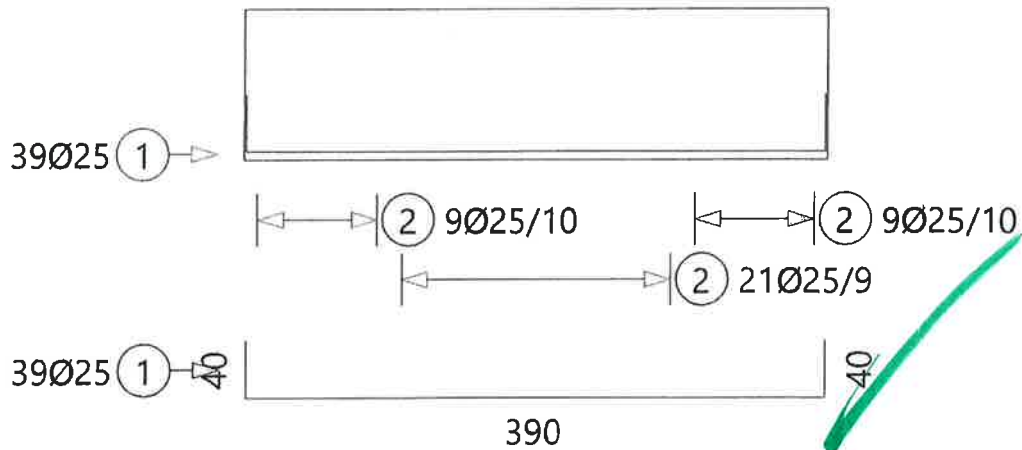
Draufsicht

Draufsicht



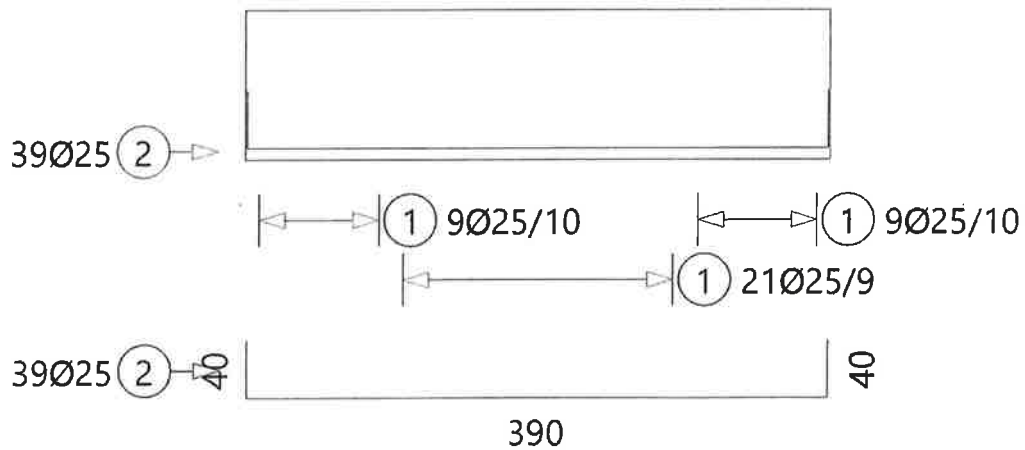
Schnitt B

Schnitt B in x-Richtung



Schnitt C

Schnitt C in y-Richtung

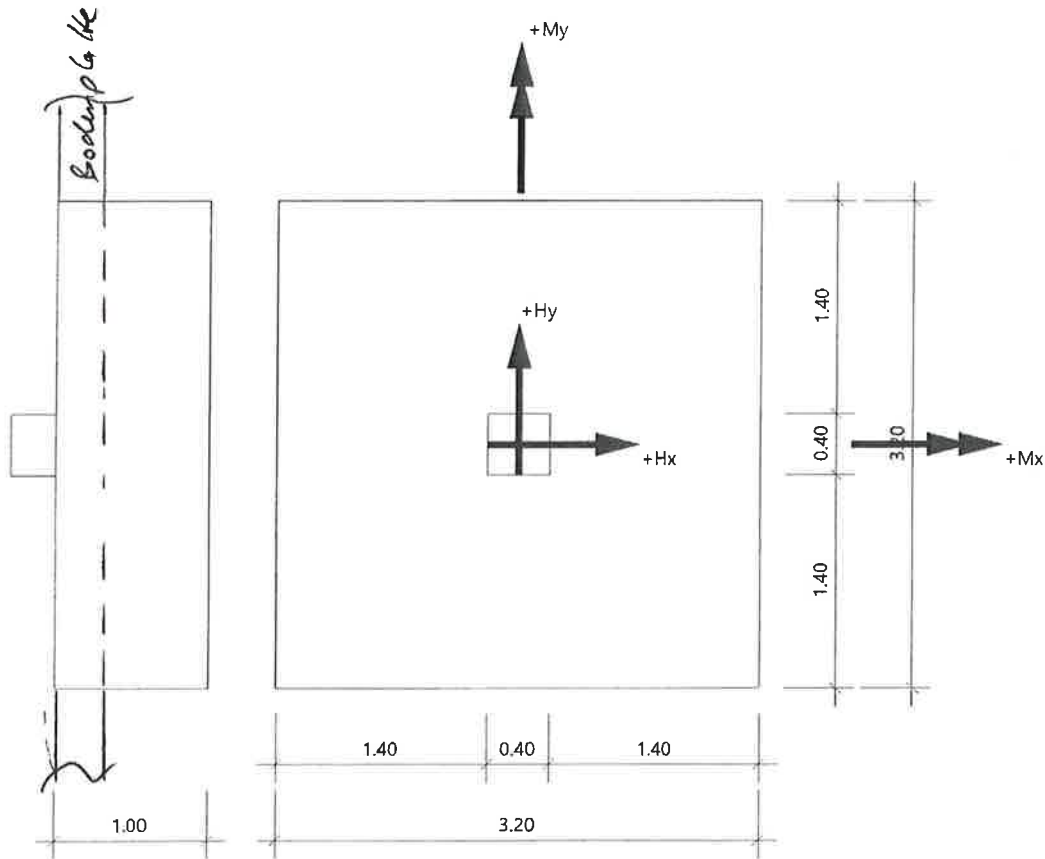


Position: 42 Einzelfundament OP-Bereich

Fundament (x64) FD+ 02/2023B (FRILO R-2023-2/P04)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 30/37	B500A	3.20	3.20	1.00
Stütze	C 35/45	B500A	0.40	0.40	0.00

 Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d} = 450.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten → siehe Pos. 35;

$$\Rightarrow G_{red} = 1807 - 25 + 3,2^2 + 0,32 = 1725 \text{ kN}$$

82

$$Q = 1727 \text{ kN}$$

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	1725.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	1217.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

 Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $10.240 \text{ m}^3 / 256.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1,0 x (1)
4	P	1,0 x (1) + 1,0 x (2)
5	P	1,35 x (1) + 1,5 x (2)
6	P	1,0 x (1)
7	rare	1,0 x (1) + 1,0 x (2)
8	perm	1,0 x (1) + 0,6 x (2)
9	perm	1,0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
 Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.98

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	35.8
Biegung $A_{s,y,u}$	5	36.5

Biegung

Bemessung Überlagerungen

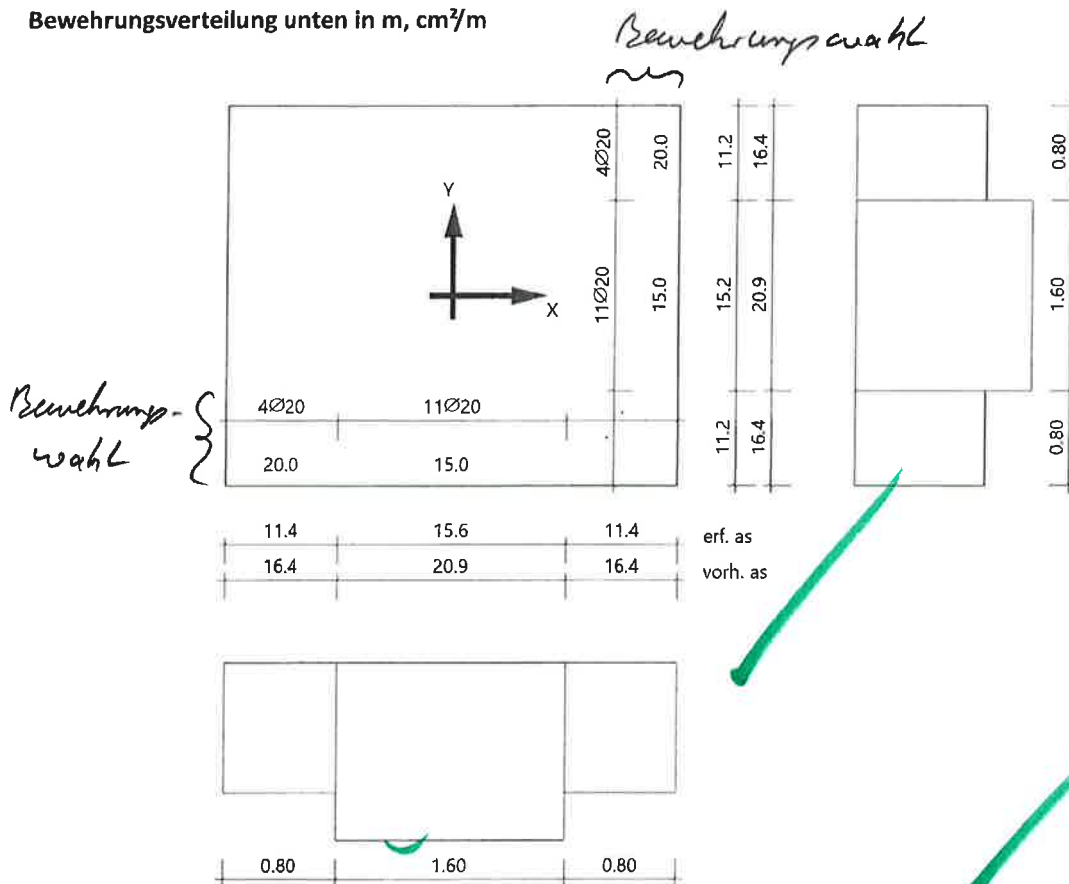
Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,x,u}$ cm ²	$A_{s,y,u}$ cm ²	$A_{s,x,o}$ cm ²	$A_{s,y,o}$ cm ²
5	1453.99	1453.99	0.00	0.00	35.8*	36.5*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.0$ cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.0$ cm.
 Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	$= \eta_x \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,y}$	$= 0.125 \cdot 4089.3 \cdot 1.52$	$= 776.97$ kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	$=$	$=$	$= 18.1$ cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	$= \eta_y \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,x}$	$= 0.125 \cdot 4089.3 \cdot 1.52$	$= 776.97$ kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	$=$	$=$	$= 18.5$ cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m


Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen
Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

konstante β -Werte / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

Beiwert Rotationssymmetrie

Schubspannung

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.20 \%$$

$$\beta = 1.10$$

$$V_{\text{Ed}} = 0.75 \text{ N/mm}^2 \quad \text{mit } \beta$$

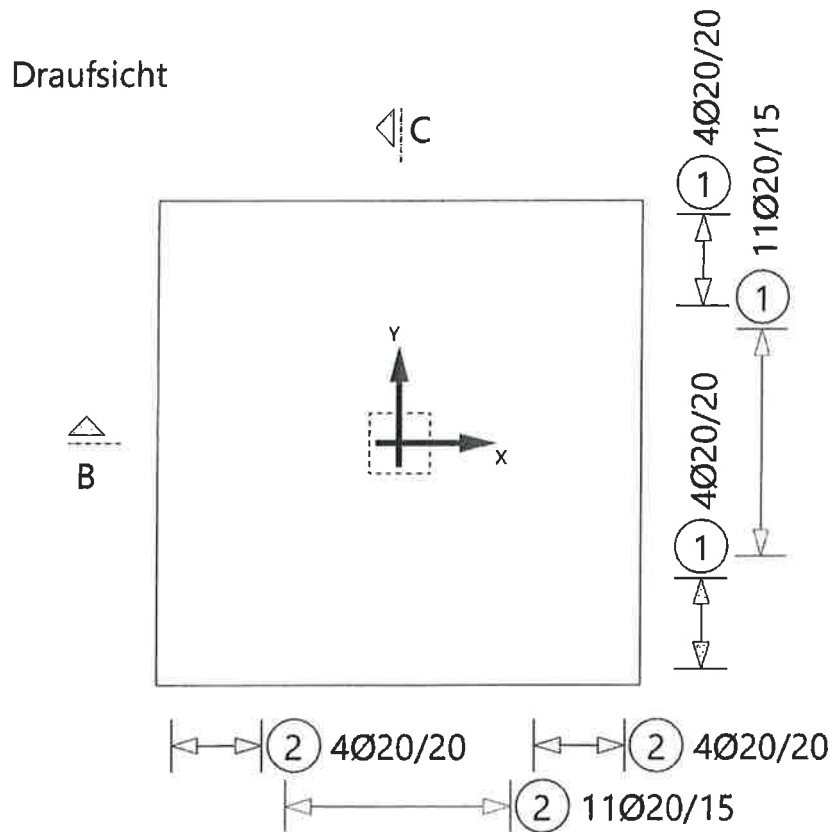
$$V_{\text{Rd,c}} = 0.89 \text{ N/mm}^2$$

$$C30/37, \text{ XC2, XF1, WF} \quad c_{\text{ca}} = 3,5 \text{ cm}; c_{\text{co}} = 2,5 \text{ cm}$$



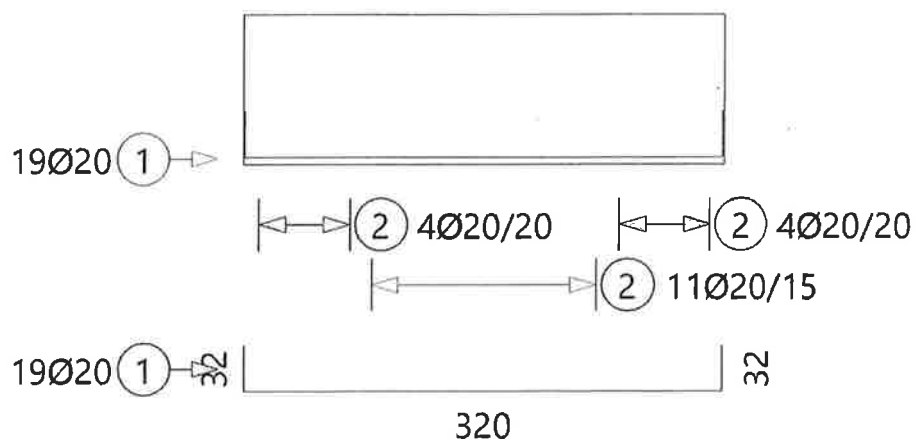
Bewehrung

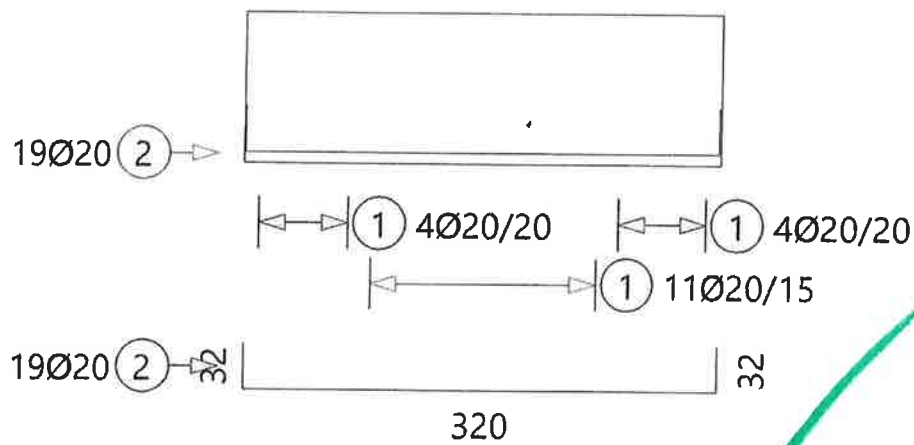
Draufsicht



Schnitt B

Schnitt B in x-Richtung



Schnitt C**Schnitt C in y-Richtung**

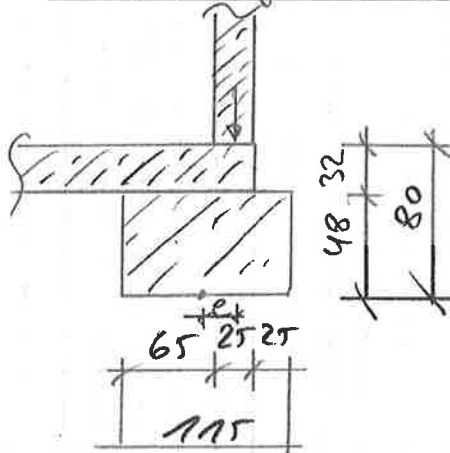
Pos. 43: Streifenfundament $b/h = 115/80 \text{ cm}$

Belastung: - aus Pos. 22-Wand: $g_{s,d} = (25 \times 0,25 + 0,5) \times (1,9,5 - 0,28 - 0,30 \times 2) \times 1,35$
 $= 78,5 \text{ kN/m}$
 - aus Pos. 1: $v_{2,d} = 86,7 \text{ kN/m}$
 - aus Pos. 2: $v_{3,d} = 89,9 \text{ kN/m}$
 - aus Pos. 3: $v_{4,d} = 105,3 \text{ kN/m}$
 - aus Pos. 4: $v_{5,d} = 125,2 \text{ kN/m}$
 - aus Eigengewicht: $g_{6,d} = 25 \times (0,8 - 0,32) \times 1,15 \times 1,35 = 18,6 \text{ kN/m}$

$$\Sigma v_{d} = 504,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Nachweis: $\sigma_d = \frac{504,2}{1,15} = 438 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < \sigma_{R,d} = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
 $\eta = \frac{438}{450} = 0,97 < 1,0$

Ausführung mit Fundamentüberstand - $b = 25 \text{ cm}$:



$$e = \frac{115}{2} - 25 - \frac{25}{2} = 20 \text{ cm}$$

Finierung über die Bodenplatte:

$$M_d \approx 504,2 \times 0,2 = 100,8 \text{ kNm/m}$$

$$w_{f,g} \approx \frac{100,8}{0,75} \cdot \frac{1}{43,5} = 3,1 \text{ cm/m} < 0,524 \text{ in Bodenplatte}$$

gewählt:

8 $\phi 14$ oben + unten
 Bei $\phi 8/20$, 4s

C30/37, XC2, XF1, WF $C_v = 3,5 \text{ cm}$
 (bis 44-Bodenplatte)

Pos 44: Strichplan Fundament $b/h = 80/800\text{mm}$

Belastungen:

- aus Pos. 21- Wand: $g_{1,d} = 78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 1: $v_{2d} = 46,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 2: $v_{3d} = 48,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 3: $v_{4d} = 21,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 4: $v_{5d} = 85,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Eigengewicht: $g_{6,d} = 25 \times (0,8 - 0,32) \times 0,8 \times 1,35 = 13,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

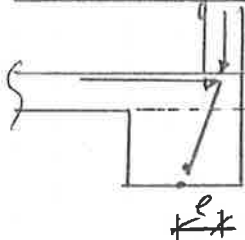
2

$\Sigma v_d = 343,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Nachweis: $\sigma_d = \frac{343,5}{0,8} = 429 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < \sigma_{e,d} = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$\eta = \frac{429}{450} = 0,95 < 1,0$

zentrierung über alte Bodenplatte



$e = \frac{80}{2} - \frac{25}{2} = 27,5\text{cm}$

$M_d \approx 343,5 \times 0,275 = 94,5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$

erf. $a_s \approx \frac{94,5}{0,75 \cdot 43,5} = 2,9\text{cm} < 0,524\text{m}$ in Bodenplatte

gew:

6 $\phi 14$ oben + unten
Bew $\phi 8/20$

C 30/37, XC2, XF1, WF $c_v = 3,5\text{cm}$

(bis UK-Bodenplatte)

Pos. 45: Streifenfundament $b/h = 60/80 \text{ cm}$

Belastung:

- aus Pos. 24 - Wand: $g_{1,d} = 78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 1: $v_{2,d} = 33,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 2: $v_{3,d} = 34,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 3: $v_{4,d} = 41,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Pos. 4: $v_{5,d} = 49,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Eigengewicht: $g_{6,d} = 25 \times 0,48 \times 0,6 \times 1,35 = 9,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2

$$\Sigma v_d = 247 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Nachweis: $\sigma_d = \frac{247}{0,6} = 412 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < \sigma_{R,d} = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow \eta = 0,92 < 1,0$

Verankerung über Bodenplatte: vgl. Pos. 44

Stw: 4/14 oben + unten, $\phi 8/120$

C30/37, +C2, +F1, WF; $c_v = 3,5 \text{ cm}$

(bis UK-Bodenplatte)

Pos. 46: Streifenfundament $b/h = 60/80 \text{ cm}$

Bei geringer Belastung als Pos. 45:

$\Rightarrow$ Ausführung analog Pos. 45

Pos. 47: Strichfundament $b/h = 50/80 \text{ cm}$

Unterbeton $b = 100 \text{ cm}$

- Belastung:
- aus Pos. 28: Wand: $g_{2,d} = 25 \times 0,25 \times 3,54 \times 1,35 = 29,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 31-33: $v_{2,d} = [(10,9 \times 3 \times 1,35) + 524,3 + 533,7$
(bzw. Pos. 1+2) $+ 403,7 + 536,9 + 552,8 + 412,8] \times 1,34$
 $= 224,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 3: $v_{3,d} = 24,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 4: $v_{4,d} = 88,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 - aus Eigengewicht: $g_{5,d} = 25 + 0,48 \times 0,5 \times 1,35 = 8,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 - aus Unterbetongewicht (Differenzwert: $25,0 - 19,0$)
 $g_{6,d} = \frac{(25,0 - 19,0)}{6,0} \times (0,15 \times 1,70 + 1,0 \times 1,70) \times 1,35$
 $= 15,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

2

$$\Sigma v_{d} = 440 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Nachweis: bei UK-Unterbeton ($b = 100 \text{ cm}$)

$$\sigma_d = \frac{440}{110} = 440 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < \sigma_{R,d} = 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow \eta = 0,98 < 1,0$$

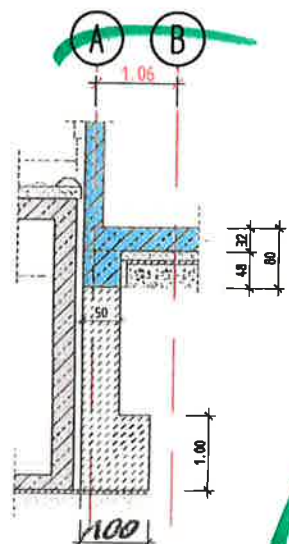
Zentrierung über Bodenschleife: vgl. Pos. 44

$$(e = \frac{50}{2} - \frac{25}{2} = 12,5 \text{ cm}; M_{d,47} = 440 \times 0,125 = 55 \frac{\text{kgm}}{\text{m}} < M_{d,44} = 94,5 \frac{\text{kgm}}{\text{m}})$$

Schnitt A-A M. 1/100

Ausführung analog Pos. 45

Unterbeton:



Pos. 48-50 Streifenfundament $b/h = 50/80 \text{ cm}$

Unterbeton $b = 100 \text{ cm}$

- Belastung:
- aus Pos. 25-27-Wand: $g_{1,d} = 78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 1: $v_{2,d} \approx (418,47 + 292,32 + 691,12) / 19,8 = 70,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 2: $v_{3,d} \approx (437,39 + 304,85 + 728,33) / 19,8 = 74,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 3: $v_{4,d} \approx (610,12 + 361,02 + 852,24) / 19,8 = 92,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 - aus Pos. 4: $v_{5,d} \approx (731,56 + 432,52 + 1027,93) / 19,8 = 110,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$l \approx 5 \times 3,75 + 1,06 \approx 19,8 \text{ m}$

- aus Eigengewicht: $g_{6,d} = 25 \times 0,48 \times 0,5 \times 1,35 = 8,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- aus Unterbetongewicht: $g_{7,d} \approx 150 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
(vgl. Pos. 42)

$\Sigma v_{d,i} = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Nachweis: bei UK-Unterbeton ($b = 1,0 \text{ m}$)

$\sigma_{d,i} = \frac{450}{1,0} = 450 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{R,d} = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow \gamma = 1,0$

zentrierung über Bodenplatte: vgl. Pos. 44+42

Ausführung: analog Pos. 45

Skizze: siehe Pos. 42

Die Bauausführung ist gemäß der statischen Berechnung sowie den zugehörigen Ausführungsplänen vorzunehmen.

Etwaige nicht angeführte Details bzw. Bauteile sind entsprechend den anerkannten Regeln der Bautechnik zu erstellen.

Für die Geometrie und die Abmessungen sind die Ausführungspläne der beteiligten Planer, des Stahlbeton-Fertigteilwerkes und die Werkstattzeichnungen des Stahlbauers maßgebend. Weichen diese von den statischen Unterlagen ab, ist der Aufsteller derselben unverzüglich zu benachrichtigen. Ansonsten haftet der Ausführende.

Bei Unstimmigkeiten ist sofort Rücksprache mit dem Aufsteller der Statischen Berechnung zu halten.

Aufgestellt:

Unna, Mai 2023



Aufsteller:

Werner Bauingenieure GmbH
BERATENDE INGENIEURE BDB DWA vfdB
STATIK BRANDSCHUTZ TIEFBAU
Isaac-Newton-Str. 1 TEL. 02303 / 98358-0
5 9 4 2 3

Mitarbeiter:

i.A. D. König
Dipl.-Ing. D. König

Architekt:

Bauherr: