

Kurt Stepan

**VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
VON DECKENSYSTEMEN
DES STAHLBETON-SKELETTBAUS**

Die vorliegende Arbeit entstand in der sogenannten Freizeit neben meiner freiberuflichen Tätigkeit als Beratender Ingenieur für Bauwesen und soll als Diskussionsgrundlage für die umfangreiche Planungsaufgabe des Entwurfs von Deckensystemen im Stahlbeton-Skelettbau dienen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Barthel, der mich nicht nur zu dieser Arbeit ermunterte, sondern der auch meine Forschungstätigkeit wohlwollend unterstützte und förderte. Hervorheben möchte ich auch seine gründliche Durchsicht meiner Arbeit in seiner Eigenschaft als erster Prüfer.

Herrn Univ.-Prof. Dr. (Univ. Rom) Thomas Herzog danke ich für sein lebhaftes Interesse und die Übernahme des Koreferats, ebenso Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen für die bereitwillige Übernahme als Vorsitzender der Prüfungskommission.

Ich bedanke mich auch an dieser Stelle bei Herrn Werner Brasse für die Zeichenarbeiten, Herrn Stefan Schmidt für die Zuarbeit und bei Frau Ulrike Schnaubert für die Erledigung der umfangreichen Schreivarbeiten. Meinem langjährigen Partner Fritz Sailer danke ich für die Toleranz, mit der er meine zeitweise innere geistige Abwesenheit ertragen hat.

München im Mai 2004

Kurt Stepan

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Architektur der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen
Prüfer der Dissertation:	1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Barthel
	2. Univ.-Prof. Dr. (Univ. Rom) Thomas Herzog

Die Dissertation wurde am 31.03.2004 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Architektur am 21.04.2004 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einführung und Zielsetzung	3
2. Grundlagen und Vorgehensweise.....	7
2.1 Stand der Forschung	9
2.2 Vorgehensweise	10
3. Nutzung und Konstruktionsraster	13
3.1 Grundrissbeispiele von Bauten unterschiedlicher Nutzung (Büro, Studentenheim, Schule, Altenheim, Garage etc.).....	15
3.2 Beispiele gebräuchlicher Gebäuderaster von Geschossbauten geringer Gebäudetiefe	23
3.3 Beispiele gebräuchlicher Gebäuderaster von Geschossbauten größerer Gebäudetiefe.....	25
3.4 Beispiele gebräuchlicher Gebäuderaster von einhüftigen Geschossbauten	27
4. Deckensysteme A 1.1.0 bis A 18.2 für Geschossbauten mit 12,0 m Gebäudetiefe.....	29
5. Deckensysteme B 1.1.0 bis B 22.3 für Geschossbauten mit 16,5 m Gebäudetiefe	101
6. Einhüftige Deckensysteme C 1.0 bis C 4.10.....	187
7. Geschossbauten mit großer Spannweite D 1.0 bis D 2.5.....	205
8. Ergebnis	217
9. Zusammenfassung	221
10. Literatur	223

11.	Anhang 1: Verformungsberechnungen	A1
	Verformungsberechnungen zu Systemen A	A 2
	Verformungsberechnungen zu Systemen B	A 76
	Verformungsberechnungen zu Systemen C	A 174
12.	Anhang 2: Systemübersichten	A 185
	Systemübersichten zu Systemen A	A 186
	Systemübersichten zu Systemen B	A 201
	Systemübersichten zu Systemen C	A 226
	Systemübersichten zu Systemen D	A 230

1. Einführung und Zielsetzung

Für jeden Tragwerksplaner, der sich mit Konstruktionen des Hochbaus beschäftigt, ist der Stahlbeton-Geschossbau die häufigste Aufgabenstellung. In der Regel wird der Stahlbeton-Geschossbau als Stahlbeton-Skelettbau ausgeführt. Auch für den Architekten, der Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser, Schulen, Altenheime, Studentenwohnheime, Institutsgebäude, Laborgebäude, Tiefgaragen oder Parkhäuser plant, gehört der Stahlbeton-Geschossbau zu den am meisten angewandten Baukonstruktionen.

Von einem Tragwerk verlangt man eine schier unbegrenzte Haltbarkeit, während die integrierte Betriebstechnik in gewissen Zeitabständen immer wieder erneuert bzw. ausgetauscht wird. So können sich auch die Nutzungen von Gebäuden ändern. Aus einem Bürogebäude kann ein Hotel oder aus einem Hotel ein Bürogebäude werden. Aus einer Schule kann ein Wohnhaus, ein Verwaltungsgebäude oder aber auch ein Ärztehaus werden. Aber auch innerhalb eines Büro- oder Verwaltungsgebäudes kann es weit gefächerte Anforderungen an Raumnutzungen und Raumgrößen geben.

Welche Stützenstellungen, welche Deckenkonstruktionen lassen auf lange Sicht die gewünschte größtmögliche Nutzungsflexibilität unter Einbeziehung der verschiedenen Fachplanungen (Betriebstechnik etc.) zu? Welche Grundlagen sind zu beachten, wie Speichermassen, Fassadengestaltung, Bauteiltemperierung, Schallschutz, Brandschutz etc.?

Die heute auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten verfügbaren Tragwerksmöglichkeiten sind nahezu unerschöpflich und sollten daher auch genutzt werden.

Im Rahmen der Vorplanung sind die Tragsysteme bzw. das Konstruktionsraster zu entwerfen und festzulegen. Die zu erbringenden Planungsleistungen innerhalb einer Planungsphase, also sowohl in der Vorplanungsphase wie in der Entwurfsphase, sind nach geltender gesetzlicher Regelung definiert. Gemäß dieser Definition heißt das, dass in der Vorplanungsphase die Stützenstellungen oder das sogenannte Stützenraster, das Tragwerk der Decke und die Bauteile der Gebäudeaussteifung festzulegen sind. Bauteilabmessungen sind gemäß dieser Definition in dieser Planungsphase zunächst nicht zu erbringen. Daraus wird oft abgeleitet, dass es bei gebräuchlichen Stützenrastern von untergeordneter Bedeutung ist, ob die Deckenränder in Form von Unter- oder Überzügen verstärkt sind und ob die Stützen in Fassadenebene oder von dieser nach innen abgerückt sind.

Für die Planung bzw. Festlegung des Tragsystems der Decke ist der gewünschte Ausbaustandard (Einbau von Wänden, abgehende Decken, Fußbodenaufbauten etc.), aber auch die Belange der gesamten Betriebstechnik (Heizung, Lüftung, Klima, Elektro etc.) in der Vorplanungsphase abzuklären.

Die Entwurfsplanung baut auf den Ergebnissen der Vorplanung auf. In dieser Planungsphase sind die Querschnitte des Tragwerks unter Einbeziehung der Gestaltungsbelange des Objektplaners und unter Einbeziehung sämtlicher Beiträge aus den verschiedenen Fachplanungen festzulegen.

Bedingt durch die immer wichtiger werdende Forderung nach Kostensicherheit sind die Kosten des Gebäudes schon in der Vorplanungsphase in Form einer qualifizierten Kostenschätzung, die einer Kostenberechnung gleichgestellt wird, zu ermitteln.

Die Folge davon ist, dass Teile der Entwurfsbearbeitung somit auch schon in der Vorplanungsphase zu erbringen sind und entsprechend vorgezogen werden müssen. Es sind dann zu einem sehr frühen Zeitpunkt die Qualitäten bzw. Querschnitte des gesamten Tragwerks zu ermitteln und die dazugehörigen statischen Vorberechnungen durchzuführen.

Bei der Festlegung der Deckenkonstruktionen mit den dazugehörigen Bauteilstärken sind in der Regel Verformungs- bzw. Durchbiegungsbetrachtungen die bestimmenden Kriterien. Sind diese Kriterien erfüllt, sind die danach zu führenden Nachweise der Standsicherheit meistens nur Formsache.

Leider kommt es nicht selten vor, dass Stützenstellungen, insbesondere im Zusammenwirken mit der Fassadengestaltung plötzlich verändert werden ohne zu bedenken, dass sich damit auch die Vorgaben der bereits abgestimmten Deckenkonstruktionen ändern. Der Grund hierfür liegt oft darin, dass die notwendigen Fassadenplanungen bzw. Fassadenschnitte nicht genügend überlegt bzw. unzureichend dargestellt waren.

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, nicht nur eine Vielzahl von Deckensystemen mit Varianten zu entwickeln, sondern vielmehr auch mit diesen Darstellungen die Planer, also den Architekten genauso wie den Tragwerksplaner, dafür zu sensibilisieren, wie wichtig die Diskussionen über mögliche Stützenstellungen sind.

Zielsetzung ist auch, dass anhand der Beispiele aufgezeigt wird, dass die Diskussionen, besonders bei der konstruktiven Gestaltung der Gebäudeenden oder, wie man es auch nennen mag, der Gebäudeköpfe, zu intensivieren sind. Diese erforderliche disziplinierte Diskussion findet häufig nur unzureichend statt. Gerade hier werden jedoch die Grundlagen für die Wirtschaftlichkeit des Tragwerks und des Gebäudes festgelegt. Die Fragestellungen - sind die Schmalseiten der Gebäude mit tragenden Wänden ausgestattet, sind diese Seiten durchgehend oder teilweise befenstert, kann das Maß der ersten Gebäudeachse gegenüber den folgenden Gebäudeachsen verkürzt werden, kragt die Decke über die erste Stützenachse aus, sind besondere Stützenstellungen, eventuell mit Rahmenwirkungen, möglich - werden nur teilweise oder gar nicht beantwortet, weil sich der Objektplaner alle Gestaltungsmöglichkeiten der Fassade bis zum Schluss freihalten möchte. Das heißt, die Diskussion über die Fassadengestaltung findet zu spät statt.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es aufzuzeigen wie wichtig die Diskussionen über die Ausformung der Längsfassaden sind. Sind die Stützen fassadenbündig eingebaut? Sind die Stützen von der Fassade nach innen abgerückt und wenn ja, wieviel? Sind Verstärkungen an den Deckenrändern in Form von unterschiedlich gestalteten Unterzügen (Deckenverdickungen), Überzügen oder tragenden Brüstungen möglich?

Mit der vorliegenden Arbeit wird aufgezeigt, wie unterschiedlich der materielle Einsatz an Baukonstruktion sein kann und wie unerwartet sensibel das Tragwerk auf geringfügige Veränderungen von Stützenstellungen, Randverstärkungen etc. reagiert. Bei den anschließenden Analysen geht es nicht um Standsicherheitsbetrachtungen, erforderliche

Bewehrungen usw., sondern um Verformungsbetrachtungen. Es ist bekannt, dass zu große Durchbiegungen oder Verformungen von Deckenkonstruktionen Schäden an Bauteilen verursachen können und somit die Gebrauchsfähigkeit beeinträchtigen können.

So werden die Systeme im Einzelnen beurteilt und kommentiert sowie untereinander verglichen.

Bei fast jedem Gebäude treten Funktions- und Nutzungsunterschiede zwischen den Ober- und Untergeschossen auf. Oberirdisch dient das Bauwerk beispielsweise als Büro, Labor, Studentenheim, Klinik, während im Untergeschoß meist eine Garage anzuordnen ist. Diese Funktions- und Nutzungsunterschiede bewirken natürlich geometrische und konstruktive Bindungen und Zwänge. Auch zu diesem Thema werden die einzelnen Systeme kommentiert.

Die räumliche Steifigkeit bzw. Aussteifung des Gebäudes ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Das Vorhandensein der notwendigen Gebäudeaussteifungen wird vorausgesetzt.

2. Grundlagen und Vorgehensweise

Die folgenden Seiten (Titel 3.1 Grundrissbeispiele) zeigen einige Grundrisse wie sie in der Praxis für Altenheime, Studentenwohnungen, Büros, Schulen, Hotels, Krankenhäuser etc. zur Anwendung kommen können.

Der Planer ist gewohnt, derartige Gebäudestrukturen unter Auswahl eines sogenannten Moduls zu entwerfen. So ist auch anhand der Beispiele zu erkennen, dass der gewählte Modul sich aus der Funktionstüchtigkeit, aber auch aus Komfortüberlegungen ableitet.

Unter den Titeln 3.2 bis 3.4 sind verschiedene Rasterbeispiele, die auf dem Modul aufbauen, nach Neufert, Bauentwurfslehre [7] aufgelistet, die entsprechend den unterschiedlichen Raumtiefen, Flurbreiten und natürlich infolge des Moduls zu verschiedenen Gebäudetiefen führen.

Der Titel 3.2 erfasst Gebäudetiefen von rund 11,40 m bis 12,80 m.

Der Titel 3.3 erfasst Gebäudetiefen von rund 15,60 m bis 16,80 m.

Der Titel 3.4 befasst sich dagegen mit sogenannten einhüftigen Bauten mit einer Gebäudetiefe von rund 10,0 m bis 11,40 m.

Die unter den Titeln 3.2 und 3.3 gezeigten Modulbeispiele finden im Büro- und Verwaltungsbau, bei Kliniken, Hotels, Studentenheimen, Krankenhäusern, Wohnungen etc ihre Anwendung. Dagegen werden die unter dem Titel 3.4 gezeigten Modulbeispiele bevorzugt bei Schulen und Laubenganghäusern angewandt.

Analog zu den drei Titeln 3.2 bis 3.4 werden aus der Vielzahl der möglichen Grundrissbeispiele stellvertretend drei Gruppen von Gebäudetiefen gebildet und daraus die verschiedenen Systeme abgeleitet.

Die Systeme A 1.1.0 und A 18.2 zeigen Deckenkonstruktionen für eine Gebäudetiefe von 12,0 m. Die Systeme B 1.1.0 bis B 22.3 zeigen Deckenkonstruktionen für eine Gebäudetiefe von 16,5 m. Die Systeme C 1.0 bis C 4.10 zeigen asymmetrische Deckenkonstruktionen für eine Gebäudetiefe von rund 10,5 m.

Die DIN 1045-1 [1] wurde im Sommer 2002 bauaufsichtlich eingeführt. Nach wie vor hat jedoch die DIN 1045, Ausgabe Juli 1988 [3] (alte DIN) Gültigkeit und darf bis 31.12.2004 angewandt werden. So werden auch alle Verformungsberechnungen nach der alten DIN [3] geführt.

Die Verformungen der verschiedenen Deckenkonstruktionen können nur verglichen werden, wenn auch die Baustoffe einheitlich festgelegt werden. So werden für die Verformungsbetrachtungen die Betongüte B 25 mit $E_b = 30.000 \text{ MN/m}^2$ und der Betonstahl BSt 500 (IV) zu Grunde gelegt.

Um auch den Einfluss höherer Betongüten beim Verformungsverhalten analysieren zu können, werden einige Verformungsbetrachtungen vergleichend mit den Betongüten B 35 ($E_b = 34.000 \text{ MN/m}^2$) und B 45 ($E_b = 37.000 \text{ MN/m}^2$) aufgezeigt. Durch den höheren

E-Modul ergeben sich geringere Verformungen bzw. es können die Deckenstärken bei Beibehaltung der Verformung des Grundsystems verringert werden (siehe dazu System A10.0 / A10.01 / A10.02).

Auch bei den Belastungen der Deckenkonstruktionen sind die gleichen Ansätze zu Grunde zu legen, um die Verformungen vergleichen zu können. Außer dem Eigengewicht der Deckenkonstruktion wird ein Belag mit $1,5 \text{ kN/m}^2$ zu Grunde gelegt. Als Nutzlast werden bei allen Verformungsbetrachtungen $5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

Bei den Verformungsberechnungen werden keine Überlagerungen aus $g + p$ vorgenommen. Die einzelnen Lastfälle, also ständige Last g sowie die Nutzlast werden getrennt berechnet. Zur Gesamtbetrachtung sind die Durchbiegungswerte zu addieren.

Nach DIN 1045, Ausgabe Juli 1988, Abschnitt 17.7.1 [3] ist die Durchbiegung der Decken zu beschränken. Durch zu große Durchbiegungen kann die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks beeinträchtigt werden oder Schäden in anschließenden Bauteilen wie z. B. Wänden, Fassaden usw. entstehen. So werden nach DIN 1045, Abschnitt 17.7.2 [3] die Biegeschlankheiten der Decken begrenzt bzw. die Deckenstärken ermittelt.

Beispiel zum vereinfachten Nachweis der Begrenzung der Biegeschlankheit:

Zweifeldsystem

$$l_1 = 7,65 \text{ m}$$

$$l_2 = 6,90 \text{ m}$$

maßgebend ist l_1 , daraus ergibt sich

$$l_i = 0,8 \times 7,65 = 6,12 \text{ m}$$

$$h_{\text{eff}} = l_i^2 / 150 = 6,12^2 / 150 = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{somit } d = 28 \text{ cm}$$

Bei den vereinfachten Nachweisen zur Ermittlung der Plattenstärke punktgestützter Platten wird sowohl bei der alten wie bei der neuen DIN nur auf die Spannweite eingegangen. Versteifende Konstruktionselemente wie Randunterzüge, Brüstungen werden dabei nicht berücksichtigt.

Im Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) [2] mit Kapitel 6 "Beschränkung der Durchbiegung unter Gebrauchslast" wird dieses Thema behandelt. Die Regelungen betreffen einfachste Systeme (Einfeld- und Durchlaufträger) und linien-gestützte zweichachsig gespannte Platten. Daraus wurde abgeleitet, dass bei punkt-gestützten Platten jeweils die längere Spannweite die Grundlage für die Biegeschlankheit ist.

In der Neufassung der DIN 1045-1, Begrenzung der Verformung [11] sowie Sonderheft Nr. 1/2002 zum Allgemeinen Ministerialblatt Nr. 10/2002, DIN 1045-1, Absatz 11.3, Begrenzung der Verformung [1] werden ebenfalls die Grundlagen festgelegt. Zur Neufassung der DIN ist zu bemerken, dass der oben aufgeführte Nachweis der Begrenzung der Biegeschlankheit mit den dort aufgeführten Abminderungswerten mit der alten DIN [3] identisch ist, aber für l_i nur dann geführt werden darf, wenn die Betongüte mindestens C30/37 beträgt.

In der neuen DIN 1045-1 [1] ist auch die Regelung für punktgestützte Platten festgelegt. Grundlage für die Biegeschlankheit ist die längere Spannweite. Die Regelungen für einachsige Systeme und vierseitig gelagerte Platten sind analog der alten DIN 1045 [3] auch in der neuen DIN 1045-1 [1] geregelt, jedoch mit Festlegung der Betongüte C30/37. Dabei ist festzustellen, dass der E-Modul mit $E_b = 31.900 \text{ MN/m}^2$ des C30/37 geringfügig über dem des B25 liegt und somit die ermittelten Verformungsbetrachtungen sozusagen auf der sicheren Seite liegen. Andererseits ist zu bemerken, dass bei der Übergangsregelung festgelegt wurde: Die Bauausführung darf auch mit C-Beton nach neuer Norm erfolgen (auch in 2005), wenn nach der alten DIN 1045 bemessen wurde. In dieser Regelung wird der B35 dem C30/37 gleichgesetzt. Bei Verformungsbetrachtungen liefert der C30/37 mit $E_b = 31.900 \text{ MN/m}^2$ jedoch größere Verformungen als der alte B35 mit $E_b = 34.000 \text{ MN/m}^2$.

Aufgrund verschiedener Überlegungen zum Schallschutz, zur Speicherfähigkeit usw. werden die Mindestdeckenstärken bis auf wenige Ausnahmen mit $d = 16 \text{ cm}$ begrenzt.

Bei allen punktgestützten Plattensystemen werden keine Durchstanznachweise geführt. Das heißt es wird vorausgesetzt, dass die Querschnitte der Stützen den Anforderungen gerecht werden.

2.1 Stand der Forschung

Martin Mittag [6] behandelt im Abschnitt "Tragsysteme" den Stahlbetonskelettbau als Fertigbau. In Form von Isometrien werden unterschiedliche Darstellungen zur Platten-, Unterzugs- und Stützensausformung gezeigt, allerdings ohne Wertung des Konstruktionsrasters. Darüber hinaus werden übliche Querschnitte des Stahlbeton-Fertigbaus mit maßlicher Abstufung behandelt. Selbstverständlich können die vorgestellten Tragwerksbeispiele auch als Ortbeton-Konstruktion verwirklicht werden. Außerdem werden Teilausschnitte der unterschiedlichsten Betondecken mit verschiedensten Fußbodenaufbauten dargestellt. Auf Gebäudestrukturen geht Martin Mittag nicht ein.

Im Betonkalender 2003 [9], Kapitel "II Geschossbauten, Verwaltungsgebäude" werden unter 3. Tragwerk drei unterschiedliche Konstruktionssysteme bei gleichem Raster vorgestellt:

- Platte mit Unterzügen in Gebäudelängsrichtung
- Platte mit Unterzügen in Gebäudequerrichtung
- Platte punktgestützt

Die Merkmale der einzelnen Systeme werden beschrieben. Hinweise zur flexiblen Grundrissgestaltung und Eingliederung der Haustechnik werden gegeben. Bei dem dargestellten Stützenraster handelt es sich um ein asymmetrisches System mit den Maßen $4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}$ sowie $4,0 \text{ m} \times 7,0 \text{ m}$.

Eine ähnliche Darstellung findet man auch in Neufert, Bauentwurfslehre [7] unter "Verwaltungsbauten".

Roland K. Hornung [4] befasst sich in seiner Arbeit mit den Zusammenhängen zwischen der Konstruktion und den Kosten von Skelettbauten. Dabei werden die Grundlagen der Gesamtkosten von Deckensystemen in die Kostenanteile Beton, Bewehrung, Schalung, Lohn, Stoffe und Geräte aufgeschlüsselt. Diese Arbeit befasst sich ausschließlich mit dem Thema Wirtschaftlichkeit der Decke, losgelöst von sonstigen Zusammenhängen der Gebäudeplanung im Gesamten und grenzt sich damit von der vorliegenden Arbeit ebenfalls klar ab.

Die Dissertation von Michael Olipitz [8] mit dem Titel "Eine konstruktive Betrachtung des "Wiener Hochhauses" (unter besonderer Berücksichtigung der Deckensysteme)" befasst sich mit der Planung eines Hochhauses insgesamt. In seiner Zusammenfassung trägt der Autor die maßgebenden Einflussgrößen für den Entwurf von Hochhäusern aus den bearbeiteten Kapiteln B. Nutzung und Ausbau, C. Gebäude- und Sicherheitstechnik, D. Tragstruktur, E. Bauweise zusammen, die die Deckensysteme (Kapitel F) beeinflussen. Dabei kommt er zu dem Schluss, dass man die Deckensysteme bei Hochhäusern grundsätzlich in zwei Gruppen gliedern kann. Zum einen gibt es die liniengelagerten Decken, die vorrangig in Wohnhochhäusern zu Anwendung kommen, zum anderen die Flach- und Unterzugsdecken, die sowohl in Wohn- als auch in Bürogebäuden Anwendung finden. Nur in Sonderfällen kommen Rippen- und Kassettendecken zur Ausführung. In Kapitel F werden diese Deckensysteme eingehend bezüglich der Fertigung und der Dimensionen in Abhängigkeit von der Spannweite beschrieben. Die Dissertation von Olipitz grenzt sich somit ebenfalls klar von der vorliegenden Arbeit ab.

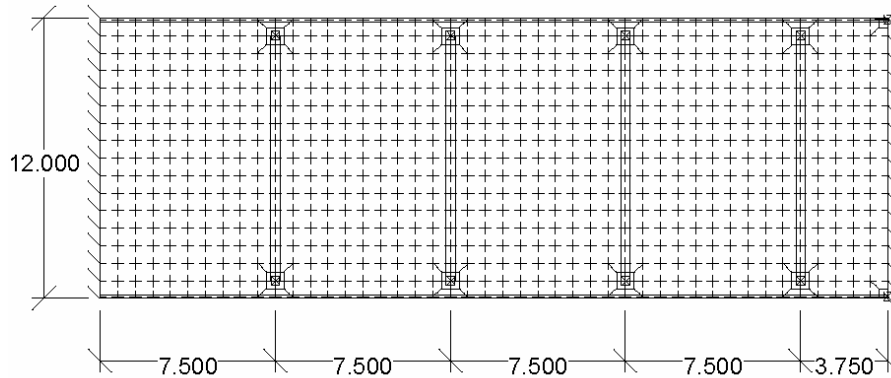
2.2 Vorgehensweise

Für alle Systeme der Serien A und B sowie überwiegend auch für die Serie C werden die Verformungen aufgezeigt. Zunächst werden die Verformungen unter ständiger Last, danach für verschiedene Nutzlastanordnungen ermittelt. Die Verformungen werden, wie vorher schon dargestellt, getrennt für g und p ohne Überlagerungen durchgeführt. Für die Verformungsberechnungen wird ein E-Modul von $E_b = 30.000 \text{ MN/m}^2$ zu Grunde gelegt. Die Berechnungen erfolgen linear elastisch ohne Berücksichtigung von Kriechen und Schwinden sowie ohne Berücksichtigung der Rissbildung (Zustand II).

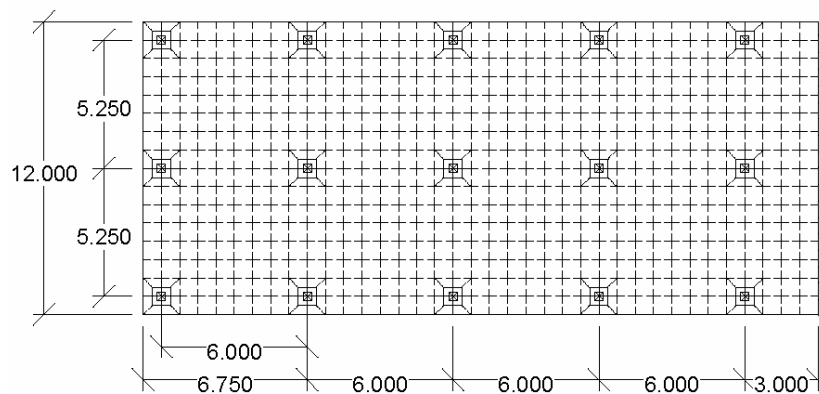
Die Berechnung der Verformung erfolgt mit der Methode der Finiten Elemente (Betonkalkender 2001, Teil 2, C "Modellierung mit der Methode der Finiten Elemente, Dipl.-Ing. R. Kemmler und Prof. Dr.-Ing. E. Ramm) [5]. Zur Anwendung kommt XPLA - FEM Plattenberechnungen [9].

Bei der FE-Berechnung mit dem obigen Programm wird das Netz auch über den Stützen automatisch generiert. Bei Bedarf kann auf die Netzverfeinerung Einfluss genommen werden. Für Unterzüge oder Randverstärkungen werden zusätzlich die Querschnitte zwischen Knoten der Elementierung eingegeben.

Dieses Finite-Element-Netz zeigt das System A 2.2.2 mit Platte, Unterzug und Deckenrandverstärkung sowie eingerückter Stützenstellung.



Das folgende Finite-Element-Netz zeigt das System A 7.1, also eine punktgestützte Platte ohne Deckenrandverstärkung und eingerückter Stützenstellung.



Bei den nachstehend folgenden Darstellungen und Erläuterungen der Systeme wird z.T. schematisch vorgegangen. Als erstes wird das Grundsystem vorgestellt. Im Regelfall sind hier die Stützen bündig mit dem Deckenrand angeordnet. Entlang der Fassade ist bei den meisten Systemen ein durchlaufender Unter- oder Überzug als Deckenrandverstärkung vorgesehen. Die Biegeschlankheiten werden nicht nur für Platten, sondern auch für Unterzüge (wie etwa bei dem System A1.1.0) entsprechend den Richtlinien der DIN 1045 [3] und DIN 1045-1 [1] zu Grunde gelegt.

In der nächsten, also in der 2. Stufe wird das Grundsystem so verändert, dass die Stützen an der Fassade um das Achsmaß von 75 cm vom Deckenrand eingerückt werden. Unter- oder Überzüge gibt es bei dieser Variante nicht.

Die dann folgende, also 3. Stufe übernimmt das System der vorhergehenden Stufe, wobei zusätzlich durchlaufende Deckenrandverstärkungen (eventuell auch in Form von Brüstungen) zur Ausführung kommen. Je nach Grundsystem werden weitere Varianten aufgezeigt. Teilweise werden aufgrund der besonderen Charakteristik des Grundsystems andere Abwandlungen der Varianten vorgenommen.

Unter Kapitel 7, weitgespannte Geschoßbauten werden unter

D 1 Geschossbauten mit einem Achsmaß (Gebäudetiefe) von 22,0 m
und D 2 Geschossbauten mit einem Achsmaß (Gebäudetiefe) von 16,5 m

in verschiedenen Schnitten dargestellt.

Oft werden vom Bauherrn große Anforderungen bezüglich der Stützenfreiheiten erhoben. Diese Forderungen basieren häufig auf vorgefassten Meinungen von Lösungen. Unterzieht man diese Anforderungen unvoreingenommenen Betrachtungen, erweisen sie sich häufig als nicht zwingend. Bei den weiteren Diskussionen erkennt man, dass diese Anforderungen zum Teil emotional oder auch infolge fehlendem räumlichem Vorstellungsvermögen zustande kamen. Ein reduzierter Freiraum von rund 16,0 m oder auch wesentlich weniger ist dann oft das Ergebnis der ausführlichen Diskussion.

Sind die Nutzungen in den verschiedenen Geschossen nicht gleich, kann sich daraus eine günstige Grundlage für die Entwicklung des Tragwerks und somit auch für die Gesamtwirtschaftlichkeit des Gebäudes ergeben.

Auf Berechnungen wird bei den Beiträgen D 1 und D 2 verzichtet.

3. Nutzung und Konstruktionsraster

Bei der Planung von Stahlbetonskelettbauten wird stets ein Gebäuderaster eingeführt. Das heißt, je nach Anforderung beträgt das Grundmodul des Rasters 1,20 m, 1,25 m oder 1,30 m, 1,35 m bzw. 1,50 m etc.

Im Kapitel 3.1 werden Grundrissbeispiele vorgestellt, die auf den Grundmodulen der Kapitel 3.2 bis 3.4 aufbauen. Dabei werden nicht nur verschiedene Nutzungen, wie Hotels, Schulen, Büros etc. dargestellt, sondern es wird auch gezeigt, wie unterschiedlich die Stützenstellungen innerhalb eines so genannten flexiblen Ausbaus eingebunden sein können.

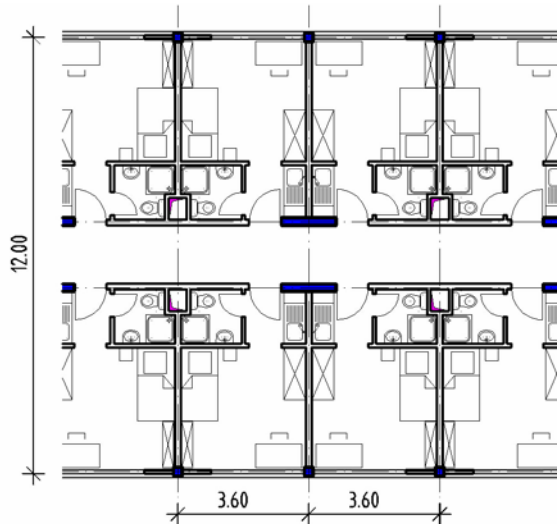
Auf den folgenden Seiten unter den Kapiteln 3.2, 3.3 und 3.4 werden nun mit Hilfe dieser Grundmodule unterschiedlich breite Gebäude ermittelt. Die aufgezeigten Gebäudetiefen reichen von rund 10,0 m bis 16,90 m.

Sinn der Auflistung der unterschiedlichen Gebäuderaster ist es, aufzuzeigen wie unerschöpflich variabel Gebäudetiefen entstehen können. Dazu dienen auch die Grundrissbeispiele unter 3.1.

Um vergleichende Betrachtungen sinnvoll anstellen zu können, werden 2 Gebäudetiefen, die den gebräuchlichsten am nächsten sind, ausgewählt. Diese sind unter Titel 4 die Deckensysteme A mit 12,00 m Gebäudetiefe und unter Titel 5 die Deckensysteme B mit 16,50 m Gebäudetiefe.

3.1 Grundrissbeispiele von Bauten unterschiedlicher Nutzung

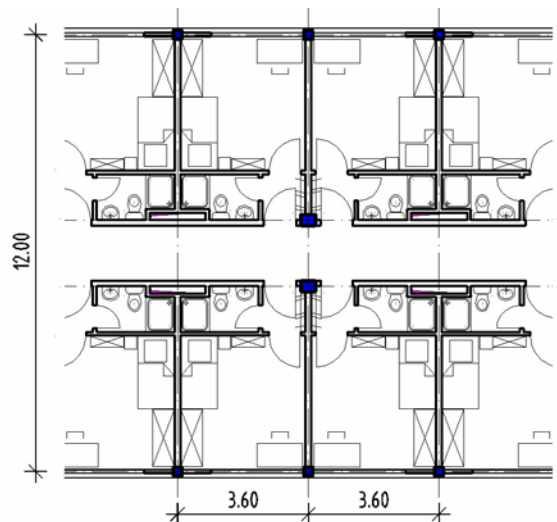
3.1.1 Studentenwohnheim



Modul 1,20 m
 Zimmerachse 3,60 m
 Gebäudetiefe $10 \times 1,20 \text{ m} = 12,00 \text{ m}$

Scheibenförmige Stützen in Achse der Flurwand.
 Installationsschächte in halber Achse des Konstruktionsrasters.
 Abgehängte Decken im Bad- und Vorraumbereich.

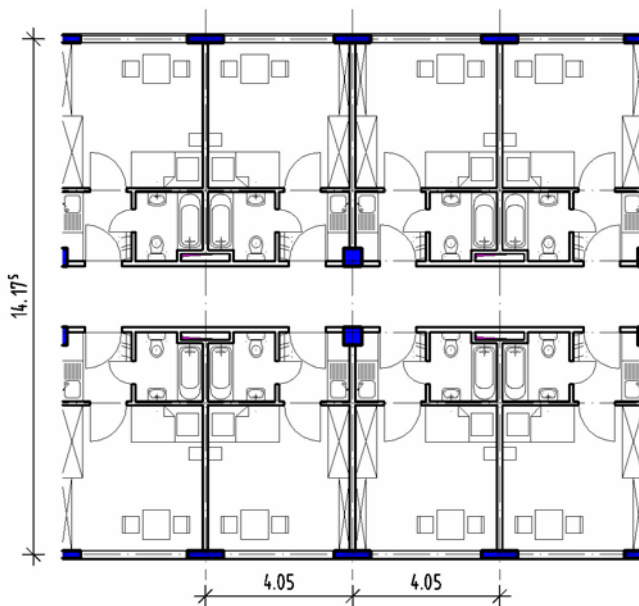
3.1.2 Internat



Modul 1,20 m
 Zimmerachse 3,60 m
 Gebäudetiefe $10 \times 1,20 \text{ m} = 12,00 \text{ m}$

Mittelstützen im Flurwandbereich.
 Installationsschächte in halber Achse des Konstruktionsrasters.
 Im Bad abgehängte Decke oder Vormauerung bei WC und Waschbecken.

3.1.3 Altenheim



Modul 1,35 m
 Zimmerachse 4,05 m
 Gebäudetiefe $10,5 \times 13,5 \text{ m} = 14,175 \text{ m}$

Mittelstützen bündig mit Flurwand.
 Installationsschacht in halber Konstruktionsachse.
 Abgehängte Decken im Bad- und Vorraumbereich.

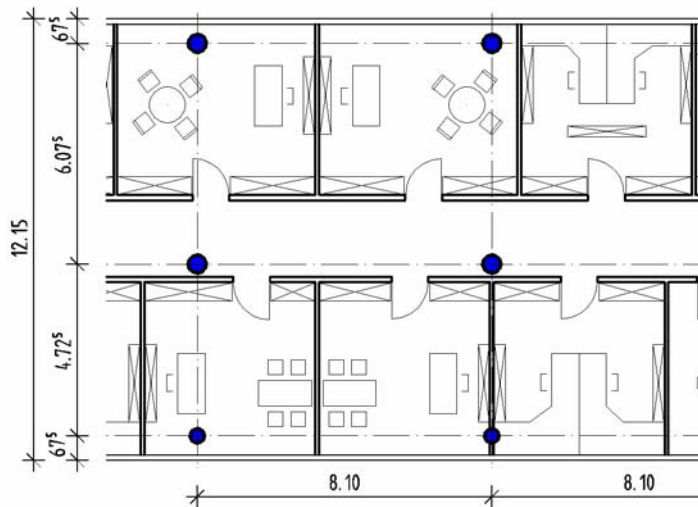
3.1.4 Pflegeheim



Modul 1,30 m
 Zimmerachse 3,90 m
 Gebäudetiefe $10,5 \times 1,30 \text{ m} = 13,65 \text{ m}$

Scheibenförmige Stützen in Wandachse zwischen Zimmer und Vorraum.
 Installationsschächte im Innenfeld in halber Konstruktionsachse.
 Abgehängte Decke oder Vormauerungen im Bad.

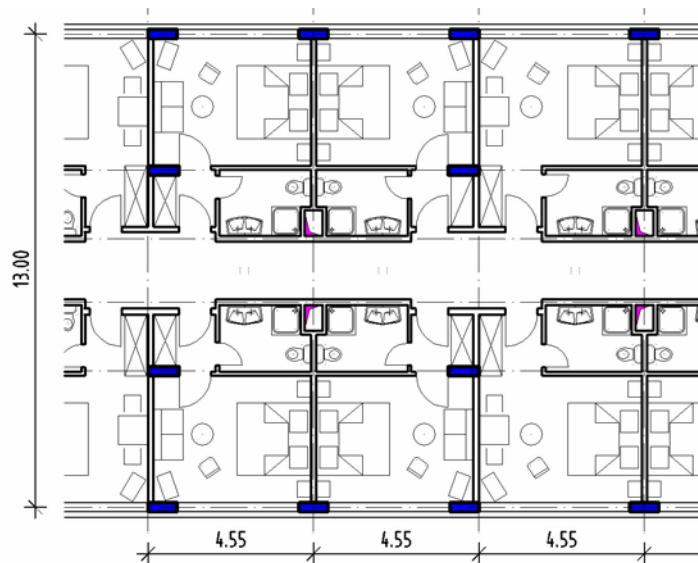
3.1.5 Büro



Modul 1,35 m
Gebäudetiefe $9 \times 1,35 \text{ m} = 12,15 \text{ m}$

Innenstütze asymmetrisch im Flur.

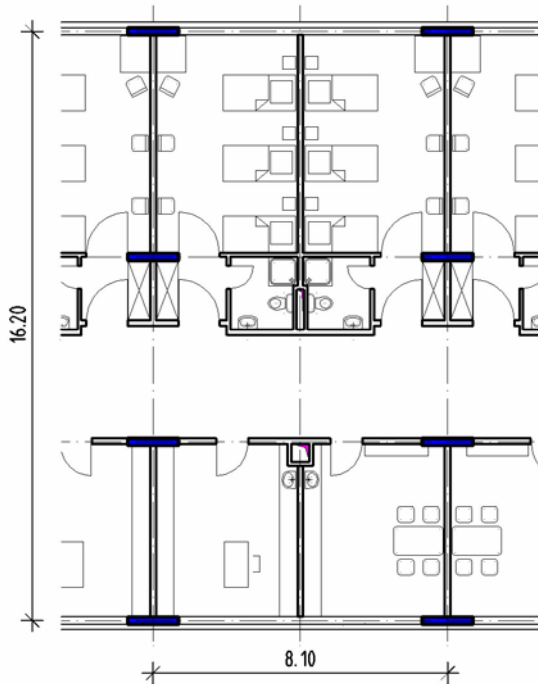
3.1.6 Hotel



Modul 1,30 m
Zimmerachse 4,55 m
Gebäudetiefe 13,00 m

Innenstützen scheibenförmig in Wandachse zwischen Zimmer und Vorraum.
Installationsschächte im Mittelfeld in halber Konstruktionsachse.
Abgehängte Decke im Bad.

3.1.7 Klinik 1



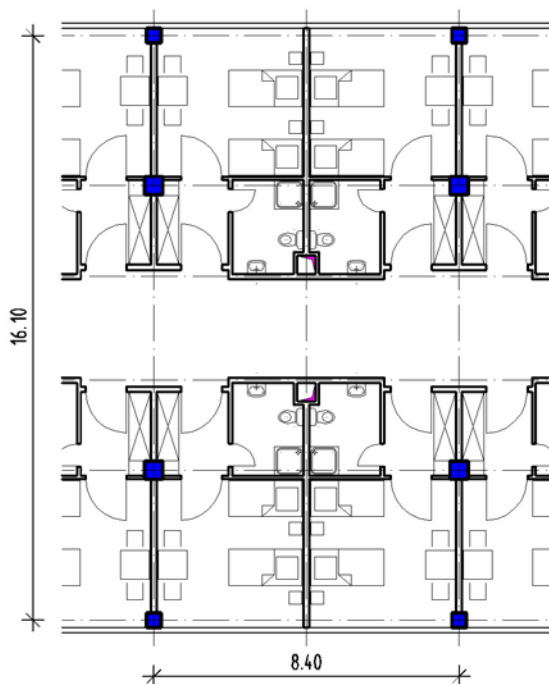
Modul 1,35 m
Gebäudetiefe 16,20 m

Asymmetrische Stützenstellung in Flurwand bzw. in Wandachse zwischen Bettenzimmer und Bad.

Installationsschächte in halber Konstruktionsachse.

Im Bad abgehängte Decke.

3.1.8 Klinik 2



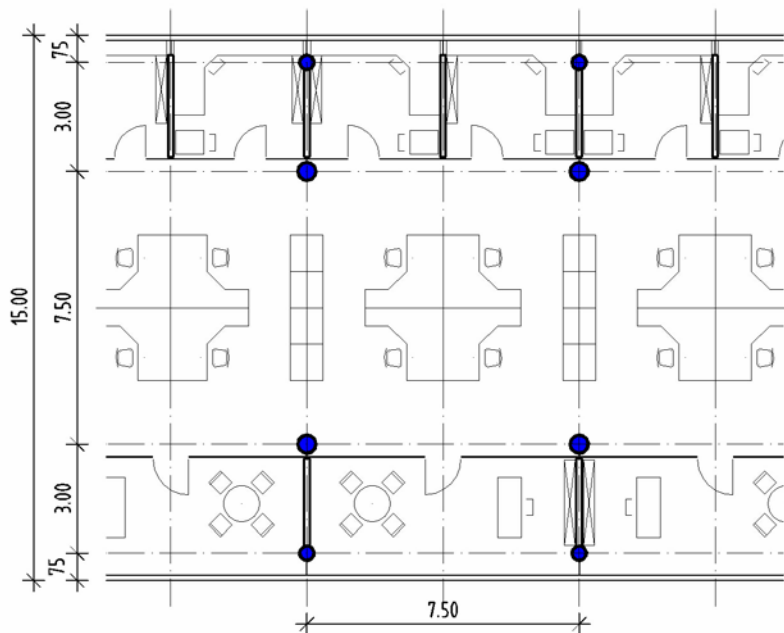
Modul 1,40 m
Gebäudetiefe $12,5 \times 14,0 \text{ m} = 16,10 \text{ m}$

Innenstützen zwischen Zimmern und Vorraum.

Installationsschacht im Mittelfeld in halber Konstruktionsachse.

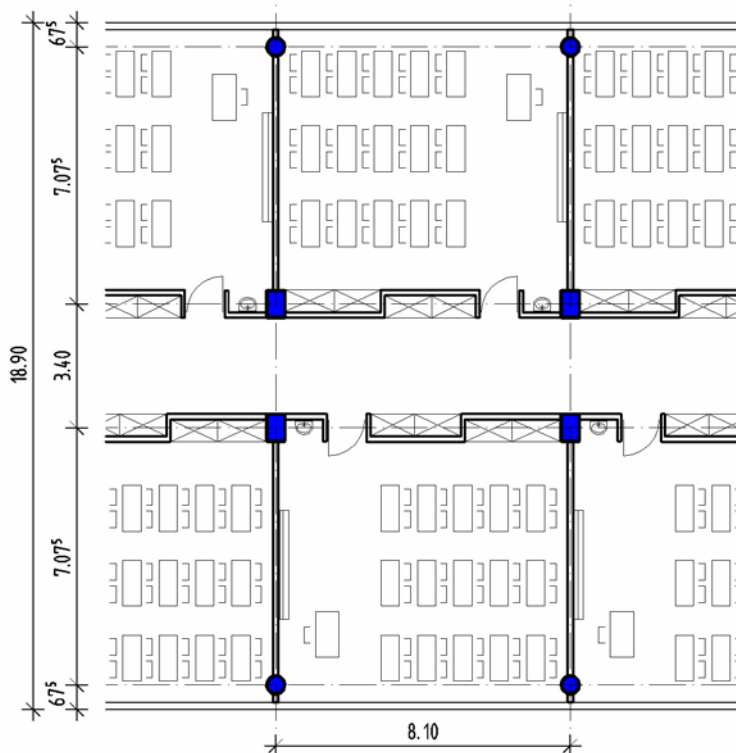
Bäder mit abgehängter Decke.

3.1.9 Büro



Modul 1,50 m
Gebäudetiefe $10 \times 1,50 \text{ m} = 15,00 \text{ m}$

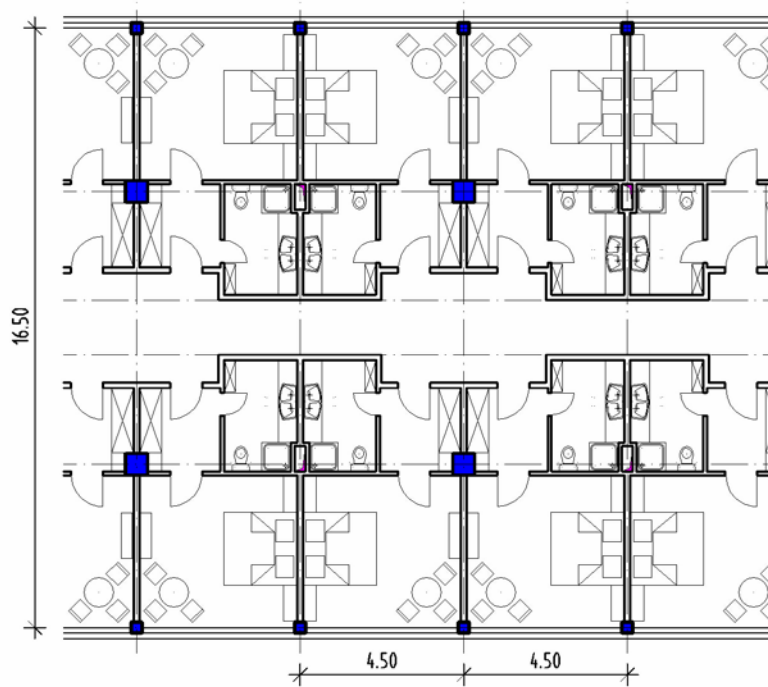
3.1.10 Schule / Seminar



Modul 1,35 m
Gebäudetiefe $14 \times 13,5 \text{ m} = 18,90 \text{ m}$

Mittelstützen im Flurwandbereich.
Installationsschächte in halber Achse des Konstruktionsrasters.
Im Bad abgehängte Decke oder Vormauerung bei WC und Waschbecken.

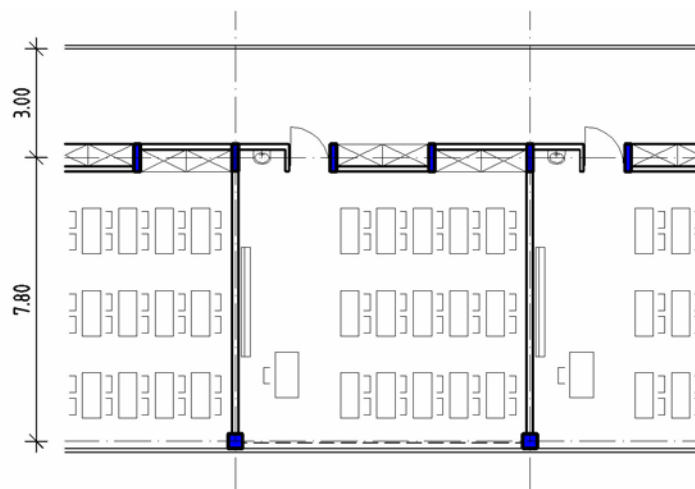
3.1.11 Hotel



Modul 1, 50 m
Gebäudetiefe $11 \times 1,50 \text{ m} = 16,50 \text{ m}$

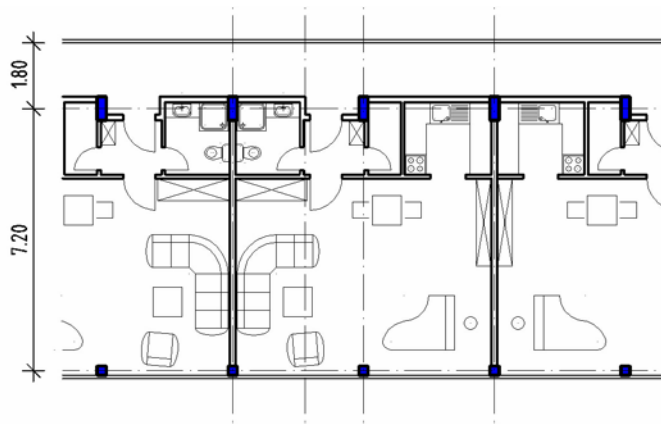
Innenstütze zwischen Zimmer und Vorraum.
Installationsschacht in halber Konstruktionsachse.
Bäder mit abgehängter Decke.

3.1.12 Schule



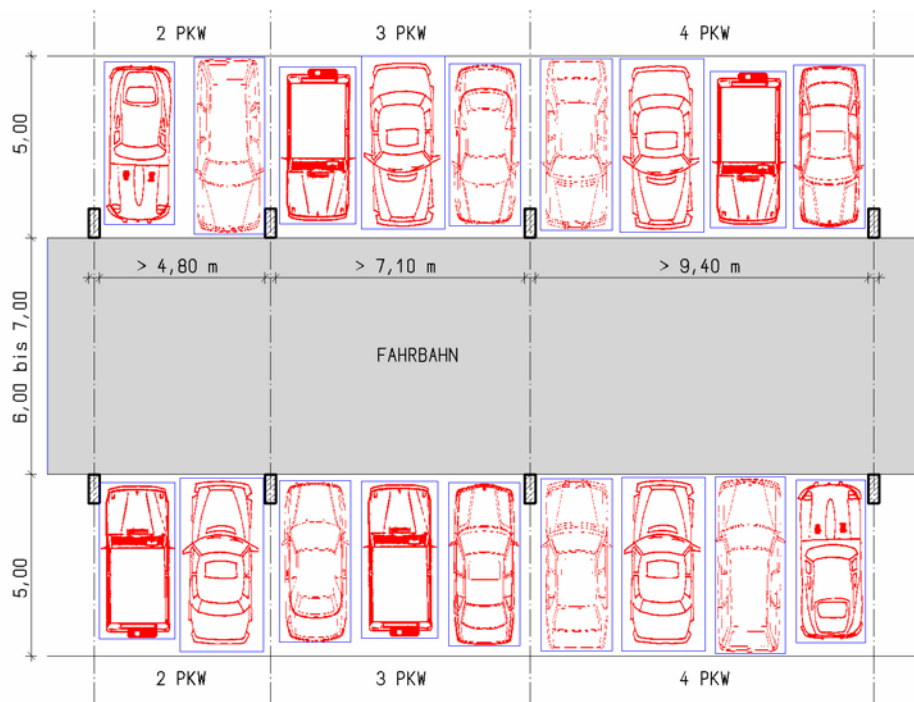
Flurachse 3,00 m
Klassenbreite 7,80 m
Gebäudetiefe 10,80 m

3.1.13 Wohnen



Flurachse 1,80 m
Wohnbreite 7,20 m
Gebäudetiefe 9,00 m

3.1.14 Gebräuchliche TG- Stellplätze



Innenstützen werden so angeordnet, dass die erforderliche Fahrbahnbreite vollständig auf die ganze Länge uneingeschränkt zur Verfügung steht. Ein weiteres Abrücken der Stütze vom Fahrbahnrand, ohne dass dabei das Ein- und Aussteigen behindert wird, ist für das Einparken vorteilhaft.

Bei der Betrachtung der Grundrissbeispiele der Studentenheime, Internate und Altenheime sieht man sofort, dass die Mittelstützen nicht in der Flurwand liegen müssen, sondern dass diese auch in der Achse zwischen den Wohnräumen und den Sanitärbereichen angeordnet werden können. Beim Pflegeheim ist diese Innenstützenvariante dargestellt.

Die bei diesen Beispielen gezeigten Innenstützenreihen können jedoch auch durch eine asymmetrische Innenstützenanordnung ersetzt werden wie es bei dem Beispiel Büro gezeigt wird. Es fällt somit auch nicht weiter schwer, die Nutzungen der verschiedenen Beispiele untereinander auszutauschen.

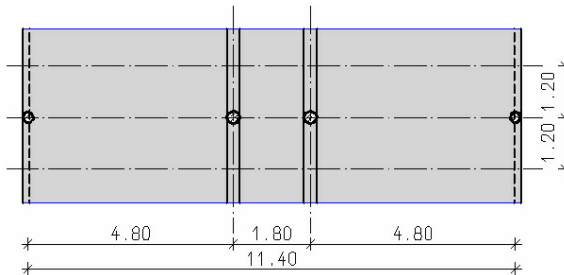
Bei dem Beispiel Klinik 1 ist natürlich auch eine symmetrische Mittelstützenanordnung in der installationsfreien Zone möglich, wogegen bei der Klinik 2 eine Stützenstellung jeweils in den Flurwänden möglich ist. Wie bei dem darauf folgenden Hotel mit 16,50 m Gebäudetiefe lässt sich auch bei der Klinik 2 die dargestellte Stütze beliebig bis zur Flurwand verschieben.

Das Bürogebäude mit rund 15,0 m Gebäudetiefe ist selbstverständlich auch mit einer symmetrischen Mittelstützenreihe möglich wie auch schon bei der Klinik 1.

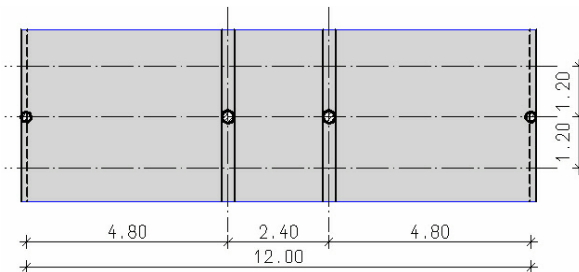
Wählt man bei der Schule, dem Seminar- und Hörsaalgebäude eine asymmetrische Stützenstellung in einer Flurwand, so ist die Deckenkonstruktion in Form einer Platte nur mit rahmenwirksamen Stützen vorstellbar.

Bei der einhüftigen Schule ist keine andere sinnvolle Stützenstellung vorstellbar. Dagegen bei dem folgenden Wohnungsbeispiel kann die Stütze zum Wohnraum hin verschoben werden. Das heißt, würde man das Schulgebäude zu einem Wohngebäude umgestalten, könnte die Wohnungswand an der Flurseite auf dem Kragarm der Decke angeordnet werden.

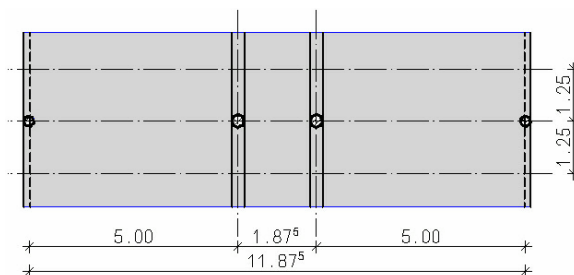
3.2 Beispiele gebräuchlicher Raster von Geschossbauten geringer Gebäudetiefe



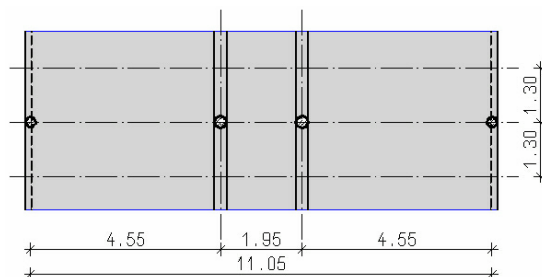
Flurachse	$1,5 \times 1,20 \text{ m} =$	1,80 m
Raumachse	$4,0 \times 1,20 \text{ m} =$	4,80 m
Gebäudetiefe	$9,5 \times 1,20 \text{ m} =$	11,40 m



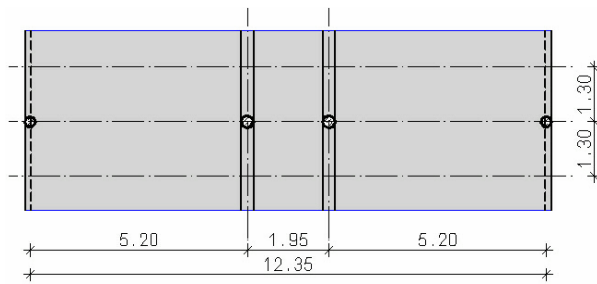
Flurachse	$2,0 \times 1,20 \text{ m} =$	2,40 m
Raumachse	$4,0 \times 1,20 \text{ m} =$	4,80 m
Gebäudetiefe	$10,0 \times 1,20 \text{ m} =$	12,00 m



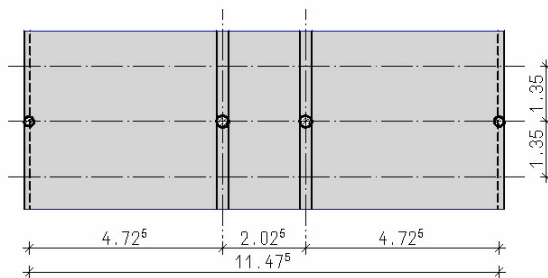
Flurachse	$1,5 \times 1,25 \text{ m} =$	1,875 m
Raumachse	$4,0 \times 1,25 \text{ m} =$	5,00 m
Gebäudetiefe	$9,5 \times 1,25 \text{ m} =$	11,875 m



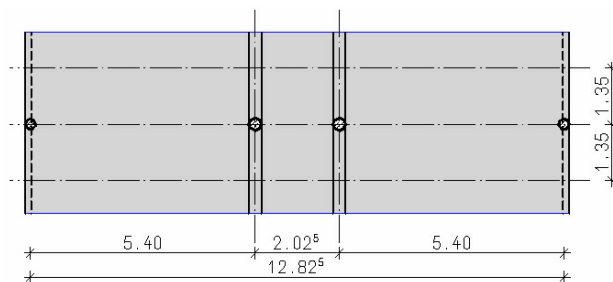
Flurachse	$1,5 \times 1,30 \text{ m} =$	1,95 m
Raumachse	$3,5 \times 1,30 \text{ m} =$	4,55 m
Gebäudetiefe	$8,5 \times 1,30 \text{ m} =$	11,05 m



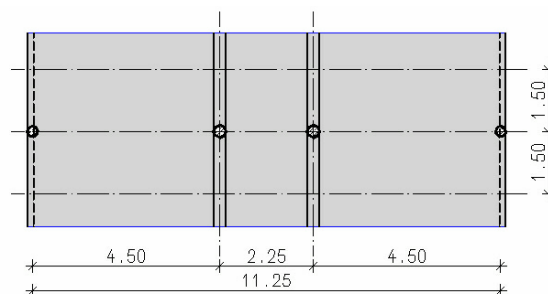
Flurachse	$1,5 \times 1,30 \text{ m} =$	1,95 m
Raumachse	$4,0 \times 1,30 \text{ m} =$	5,20 m
Gebäudetiefe	$9,5 \times 1,30 \text{ m} =$	12,35 m



Flurachse	$1,5 \times 1,35 \text{ m} =$	2,025 m
Raumachse	$3,5 \times 1,35 \text{ m} =$	4,725 m
Gebäudetiefe	$8,5 \times 1,35 \text{ m} =$	11,475 m



Flurachse	$1,5 \times 1,35 \text{ m} =$	2,025 m
Raumachse	$4,0 \times 1,35 \text{ m} =$	5,40 m
Gebäudetiefe	$9,5 \times 1,35 \text{ m} =$	12,825 m

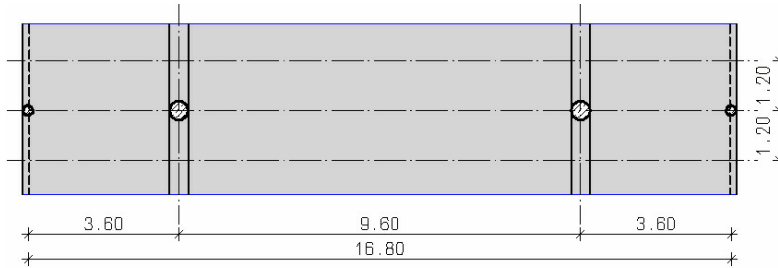


Flurachse	$1,5 \times 1,50 \text{ m} =$	2,25 m
Raumachse	$3,0 \times 1,50 \text{ m} =$	4,50 m
Gebäudetiefe	$7,5 \times 1,50 \text{ m} =$	11,25 m

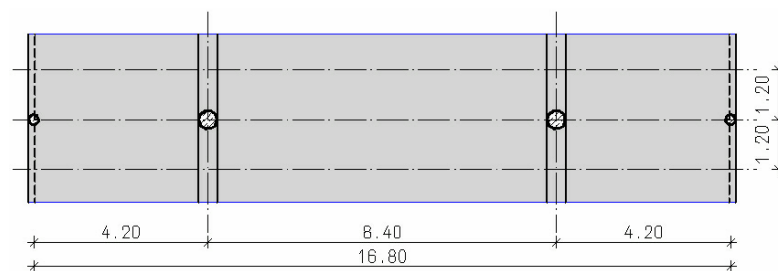
Wenn auch die Beispiele unter 2.2 mit zwei Mittelstützenreihen beidseitig vom Flur dargestellt sind, sind diese Beispiele selbstverständlich auch mit einer asymmetrischen Mittelstützenreihe möglich.

Bei den folgenden Beispielen unter 2.3 können natürlich die Innenstützen beliebig nach innen verschoben werden, ja sogar so weit, dass die beiden Innenstützen zu einer gemeinsamen Mittelstützenreihe verschmelzen.

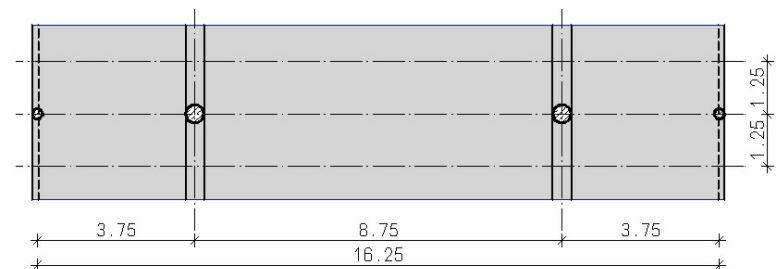
3.3 Beispiele gebräuchlicher Raster von Geschossbauten größerer Gebäudetiefe



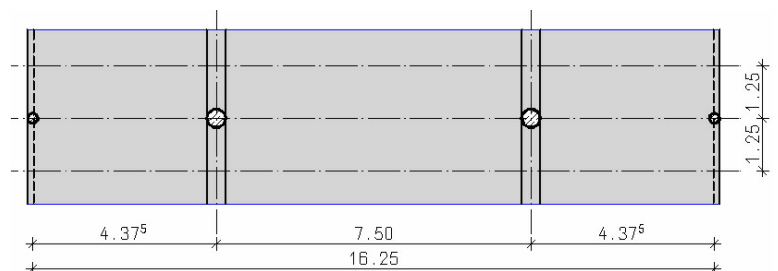
Mittelachse
 $8,0 \times 1,20 \text{ m} = 9,60 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,0 \times 1,20 \text{ m} = 3,60 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $14 \times 1,20 \text{ m} = 16,80 \text{ m}$



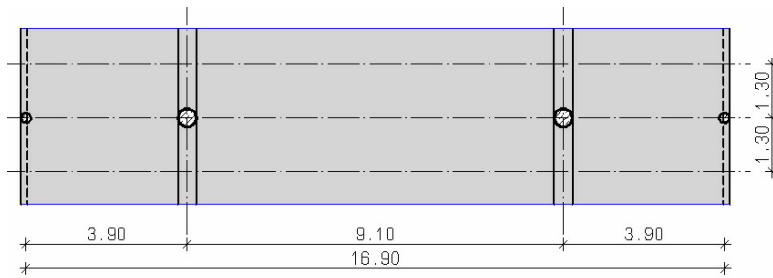
Mittelachse
 $7,0 \times 1,20 \text{ m} = 8,40 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,5 \times 1,20 \text{ m} = 4,20 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $14 \times 1,20 \text{ m} = 16,80 \text{ m}$



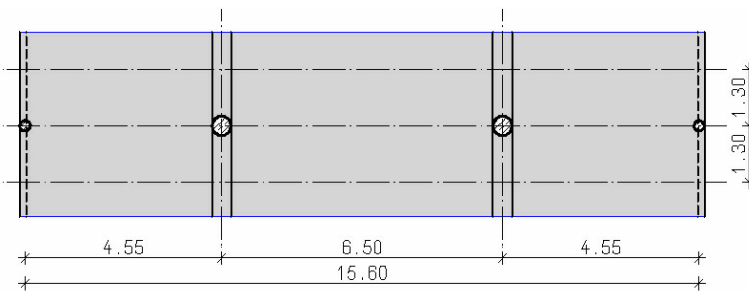
Mittelachse
 $7,0 \times 1,25 \text{ m} = 8,75 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,0 \times 1,25 \text{ m} = 3,75 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $13 \times 1,25 \text{ m} = 16,25 \text{ m}$



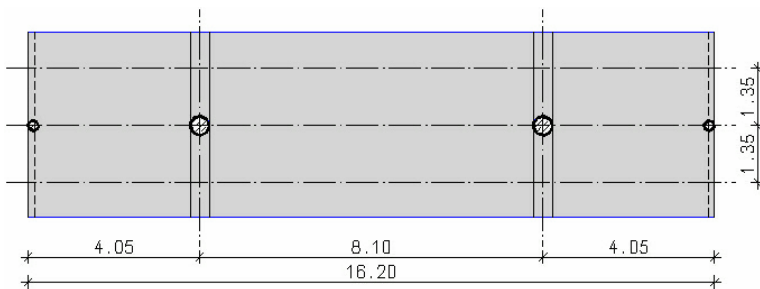
Mittelachse
 $6,0 \times 1,25 \text{ m} = 7,50 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,5 \times 1,25 \text{ m} = 4,375 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $13 \times 1,25 \text{ m} = 16,25 \text{ m}$



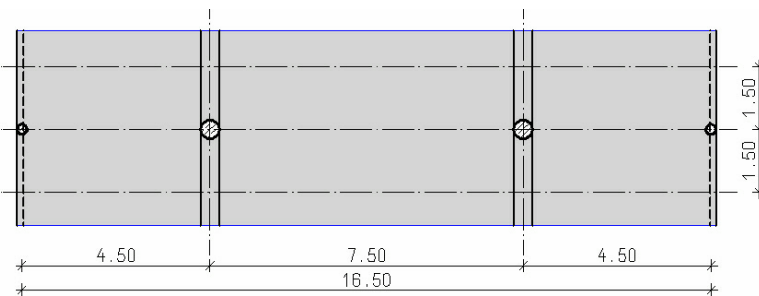
Mittelachse
 $7,0 \times 1,30 \text{ m} = 9,10 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,0 \times 1,30 \text{ m} = 3,90 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $13 \times 1,30 \text{ m} = 16,90 \text{ m}$



Mittelachse
 $5,0 \times 1,30 \text{ m} = 6,50 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,5 \times 1,30 \text{ m} = 4,55 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $12 \times 1,30 \text{ m} = 15,60 \text{ m}$

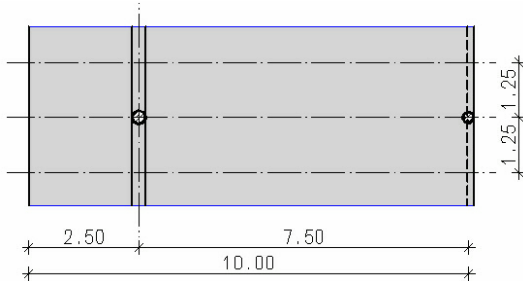


Mittelachse
 $7,0 \times 1,35 \text{ m} = 8,10 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,0 \times 1,35 \text{ m} = 4,05 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $13 \times 1,35 \text{ m} = 16,20 \text{ m}$

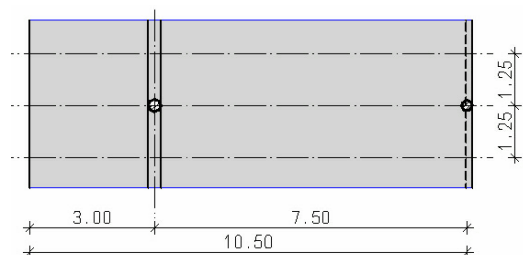


Mittelachse
 $5,0 \times 1,50 \text{ m} = 7,50 \text{ m}$
 Raumachse
 $3,0 \times 1,50 \text{ m} = 4,50 \text{ m}$
 Gebäudetiefe
 $11 \times 1,50 \text{ m} = 16,50 \text{ m}$

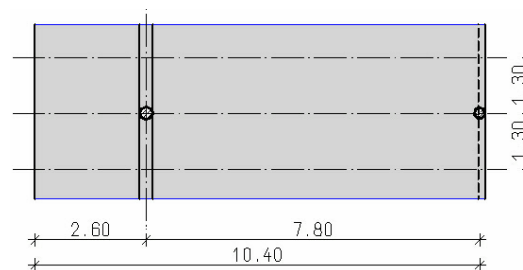
3.4 Beispiele gebräuchlicher Raster von einhüftigen Geschossbauten



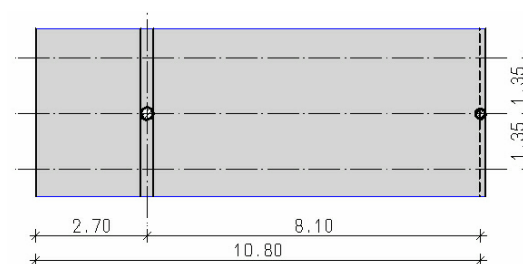
Flurachse	$2,0 \times 1,25 \text{ m} =$	2,50 m
Raumachse	$6,0 \times 1,25 \text{ m} =$	7,50 m
Gebäudetiefe	$8,0 \times 1,25 \text{ m} =$	10,00 m



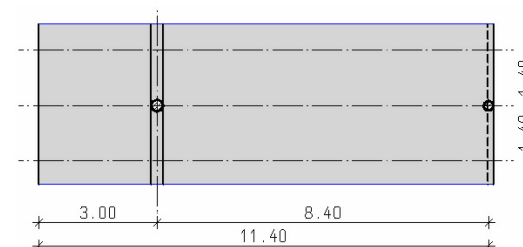
Flurachse		3,00 m
Raumachse	$6,0 \times 1,25 \text{ m} =$	7,50 m
Gebäudetiefe	$3,0 + 6 \times 1,25 \text{ m} =$	10,50 m



Flurachse	$2,0 \times 1,30 \text{ m} =$	2,60 m
Raumachse	$6,0 \times 1,30 \text{ m} =$	7,80 m
Gebäudetiefe	$8,0 \times 1,30 \text{ m} =$	10,40 m



Flurachse	$2,0 \times 1,35 \text{ m} =$	2,70 m
Raumachse	$6,0 \times 1,35 \text{ m} =$	8,10 m
Gebäudetiefe	$8,0 \times 1,35 \text{ m} =$	10,80 m



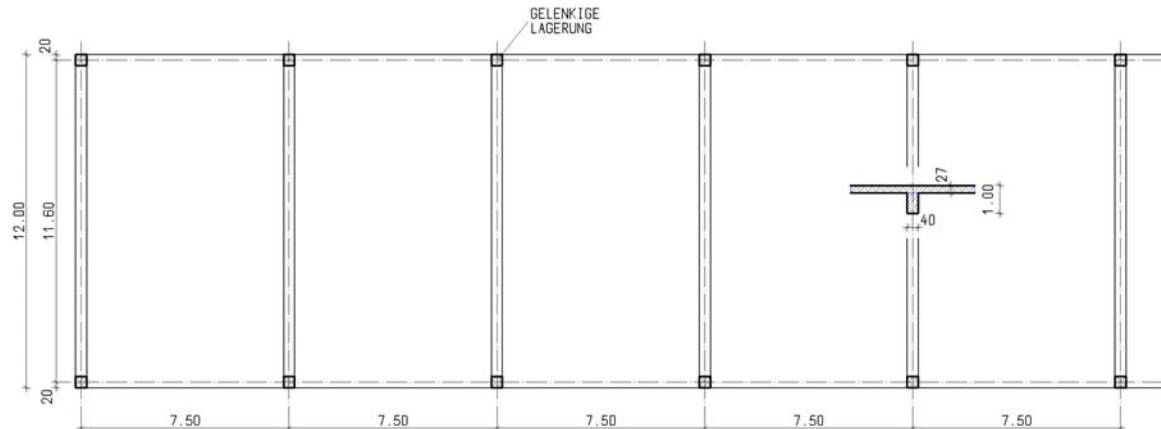
Flurachse		3,00 m
Raumachse	$6,0 \times 1,40 \text{ m} =$	8,40 m
Gebäudetiefe	$3,0 + 6 \times 1,40 \text{ m} =$	11,40 m

4. Deckensysteme A 1.1.0 bis A 18.2 für Geschossbauten mit 12,0 m Gebäudetiefe

In diesem Kapitel werden die Deckensysteme von A 1.1.0 bis A 18.2 dargestellt, analysiert und auch untereinander verglichen.

Eine Systemübersicht ist in Anhang 2 ab Seite A 186 zu finden.

System A 1.1.0 Grundsystem mit Pendelstützen entlang dem Deckenlängsrand



Bei diesem System und den folgenden Beispielen wird eine Konstruktion angewandt, die die Gebäudetiefe (also von einer Fassade zu anderen) stützenfrei überbrückt. Dazu werden Unterzüge im Achsabstand von 7,5 m angeordnet. Auf den Unterzügen wird eine Deckenplatte in Gebäudelängsrichtung gespannt.

Diese Konstruktion kann in Ortbeton erstellt werden. Das Prinzip eignet sich jedoch auch sehr gut für teilvorgefertigte Konstruktionen. Die Teilvorfertigung besteht darin, dass die Unterzüge als Fertigteile erstellt werden, auf die wiederum teilvorgefertigte Deckenelemente aufgelagert werden. Über den teilvorgefertigten Elementen wird eine sogenannte Ortbeton-schicht aufgebracht. Bei der Ausformung der Deckenfertigteile ist die Krümmung (Überhöhung) aus der Überhöhung der Unterzüge zu beachten.

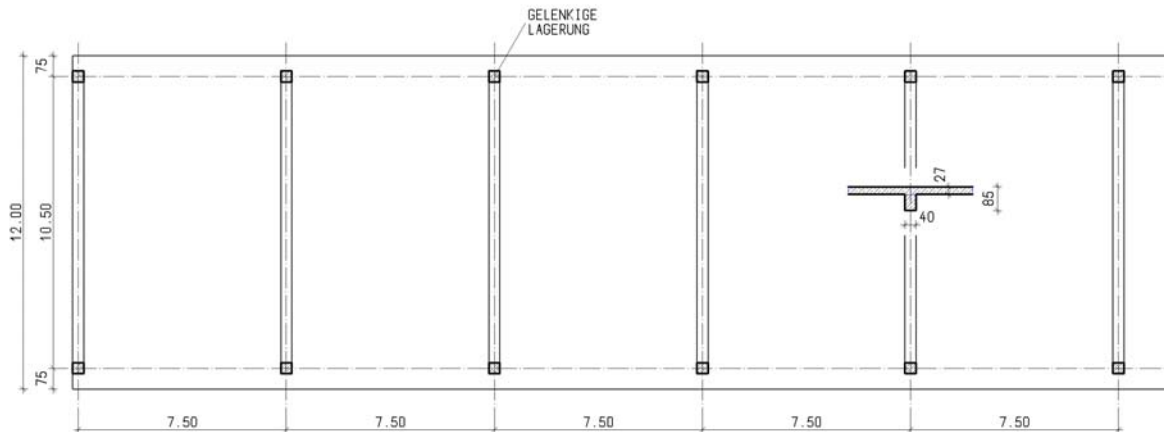
Je nach Anforderungen der Betriebstechnik können derartige Deckensysteme hinderlich sein, da Aussparungen bzw. Balkendurchbrüche nicht beliebig angeordnet werden können und somit auch rechtzeitig geplant werden müssen.

Bei der Platte und den Unterzügen handelt es sich jeweils um gerichtete (einachsige) Systeme, deren Bauteilstärken entsprechend DIN 1045 [3] bzw. DIN 1045-1 [1] getrennt ermittelt werden.

Betrachtet man das Verformungsbild, so stellt man fest, dass die Verformung der Platte hier von untergeordneter Bedeutung ist. Die Verformung der Platte folgt der Unterzugsverformung und nimmt im Schwerpunkt der Platte geringfügig zu. Erwartungsgemäß liegt auch bei einem derartigen System die größte Verformung im Endfeld. Es ist sehr schön zu erkennen, wie durch den unterschiedlichen Lasteintrag der Decke auf die Unterzüge sich der Randunterzug infolge gleicher Bauteilhöhe geringer durchbiegt. Vom Verformungsverhalten her könnte also der Randunterzug schlanker dimensioniert werden.

Die Verformungen an den Plattenrändern sind unbedeutend, so dass auch der Einbau einer Fassade problemlos ist.

Das vorhandene Stützenraster bildet eine günstige Voraussetzung für die Anordnung einer Garage im Untergeschoss.

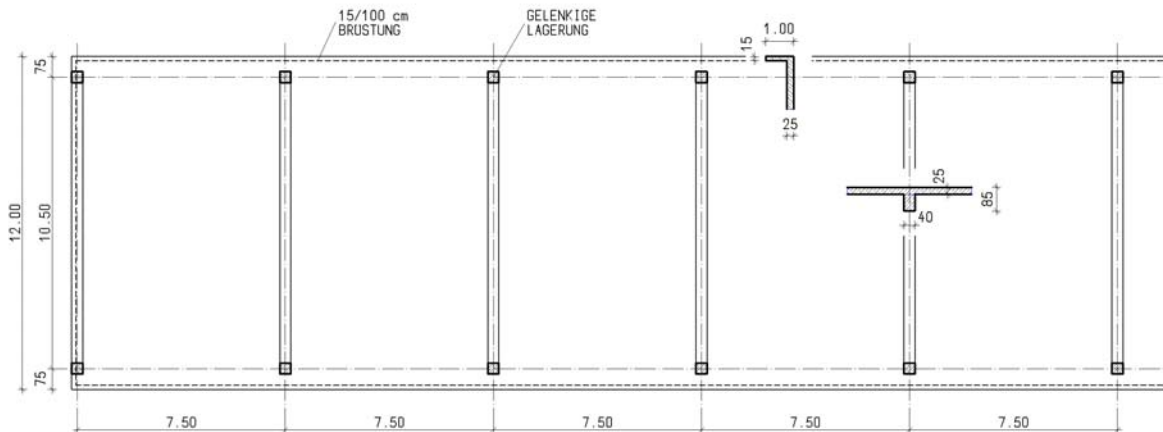
System A 1.1.1 Randstützen eingerückt

Die Plattenstärke entspricht dem System A 1.1.0. Anders als dort sind jedoch die Stützenachsen in Querrichtung jeweils um 75 cm von der Fassade eingerückt. Dadurch konnte die Bauteilhöhe des Unterzugs im Vergleich zur Position A 1.1.0 um 15 cm, also auf 85 cm, reduziert werden.

Die Verformungen sind nahezu identisch wie beim System A 1.1.0, jedoch an den Deckenrändern infolge der eingerückten Stützenstellung günstiger. Ursache ist die Ausbildung einer Art Kragarm, der eine Verformung nach oben aufweist, die sich günstig auf die Verformung der Platte in Randmitte auswirkt

Die Voraussetzungen für eine Garage sind wegen des vorhandenen Stützenrasters ebenfalls günstig.

System A 1.1.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung

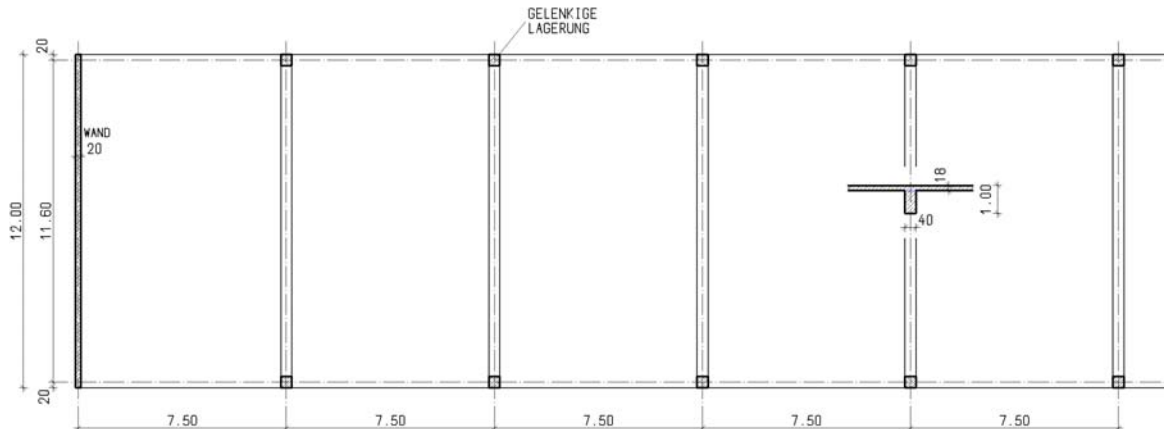


Das Stützenraster entspricht dem des vorhergehenden Systems A 1.1.1, wobei hier der Deckenrand durch einen Brüstungsüberzug versteift wurde. Nach Auswertung der ersten Deckenberechnung konnte die Deckenstärke abweichend von den vorher beschriebenen Systemen A 1.1.0 und A 1.1.1 um 2 cm auf insgesamt 25 cm reduziert werden.

Nach Auswertung der ersten Deckenberechnung zeigt sich, dass aufgrund der Deckenrandverstärkung die Plattenverformungen günstiger sind als bei den Systemen vorher. Die Plattenstärke kann bei Beibehaltung der Verformungswerte der vorhergehenden Systeme reduziert werden. Der Deckenrand wird derartig versteift, dass selbst beim Endfeld trotz reduzierter Deckenstärke die größte Durchbiegung in Feldmitte geringer ausfällt, als bei den bisher gezeigten Systemen. Es ist also angezeigt, bei derartigen Systemen stets die Steifigkeit der Randbedingungen, also Unter- oder Überzug zu betrachten, da sie sich günstig auf die Gesamtdimensionierung des Tragwerks auswirken.

Für eine Garagenanordnung ist dieses System ebenfalls günstig.

System A 1.2.0 Grundsystem mit St.B-Wand als Endauflager mit Einspannung



Das System entspricht im Wesentlichen dem System A 1.1.0. Es unterscheidet sich jedoch von diesem dadurch, dass die Platte am Endauflager auf einer St.B-Wand aufgelagert und auch eingespannt ist. Die Unterzugshöhe wird beibehalten. Durch die Einspannung der Platte in der Wandscheibe kann jedoch die gesamte Plattenstärke erheblich reduziert werden. Bedingt durch das Endfeld bei System A 1.1.0 war eine Deckenstärke von $d = 27$ cm erforderlich. Hier ist eine Deckenstärke von $d = 18$ cm infolge der Endeinspannung ausreichend.

Vergleicht man die Verformungen, so zeigt sich, dass die Verformung der Unterzüge in Feldmitte abgenommen hat. Die Lastreduzierung am Unterzug wirkt sich also stärker aus, als die Verringerung des Trägheitsmomentes.

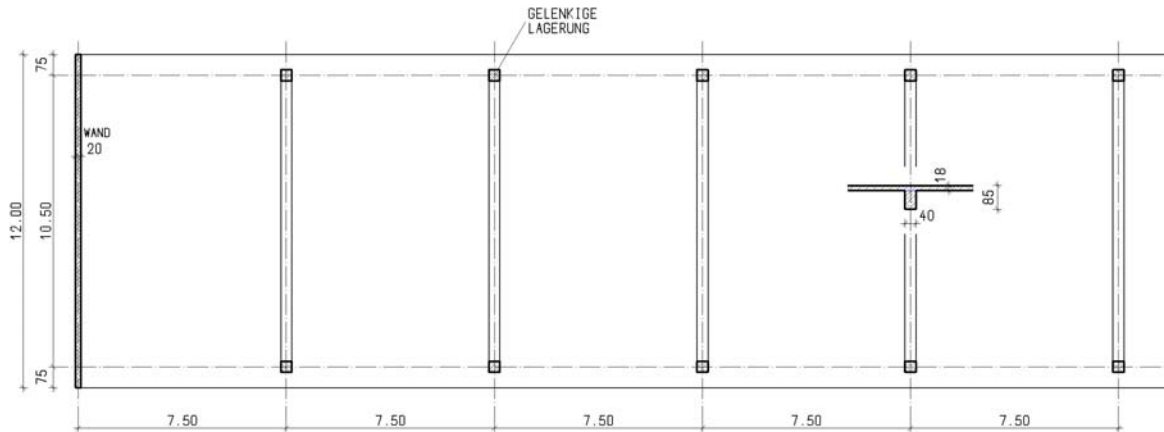
Die Plattenverformung wurde geringfügig größer und grenzt sich klar von der Unterzugsverformung ab.

Im Endfeld ist die geringste Verformung zu verzeichnen, auch im Vergleich zu den vorangegangenen Systemen. Grund hierfür ist, dass die Wandscheibe eine starre Auflagersituation vorgibt und somit auch die größte Verformung nicht in Feldmitte auftritt, sondern sich geringfügig zur ersten Unterzugsachse hin verschiebt.

Die Verformungen am Deckenrand sind aufgrund der schlankeren Platte größer als bei den Systemen mit freier Randgestaltung, die bisher besprochen wurden.

Die Voraussetzungen für die Anordnung von Garagen sind hier ebenfalls günstig.

System A 1.2.1 Randstützen eingerückt



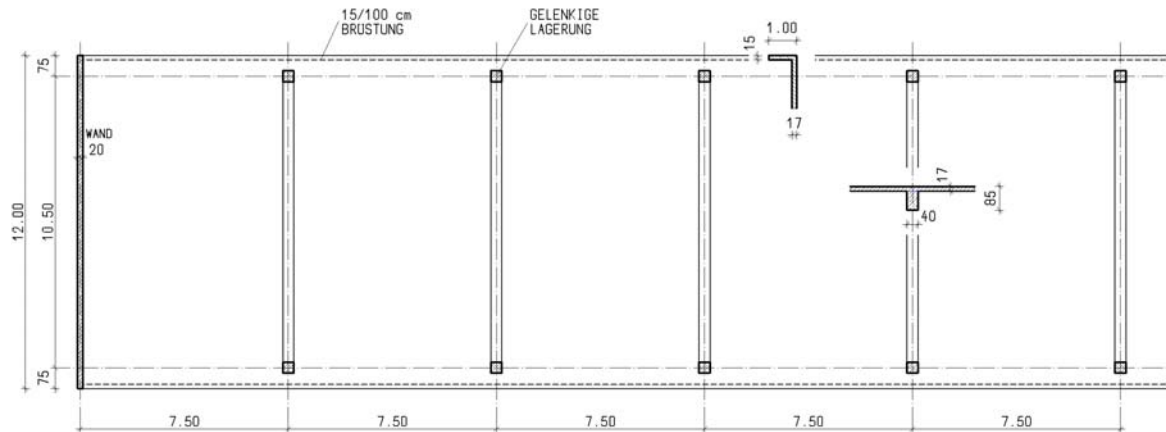
Die Voraussetzungen für die Deckendimensionierung entsprechen denen des Systems A 1.2.0. Analog dem System A 1.1.1 kann die Unterzugshöhe aufgrund der eingerückten Stützenstellung zur Fassade ebenfalls um 15 cm auf 85 cm reduziert werden.

Das Verformungsverhalten des Gesamtsystems entspricht in etwa dem beim System A 1.2.0, wobei sich, bedingt durch die Unterzugsabmessungen, die Deckenverformung zum Unterzug hin nicht so abgrenzt, wie bei der vorherigen Position.

Die eingerückte Stützenstellung mit dem Effekt der geringfügigen Auskrägung in Unterzugsachse führt zu günstigeren Randverformungen der Platte als beim System vorher.

Die Voraussetzungen für die Anordnung von Garagen sind hier ebenfalls günstig.

System A 1.2.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung

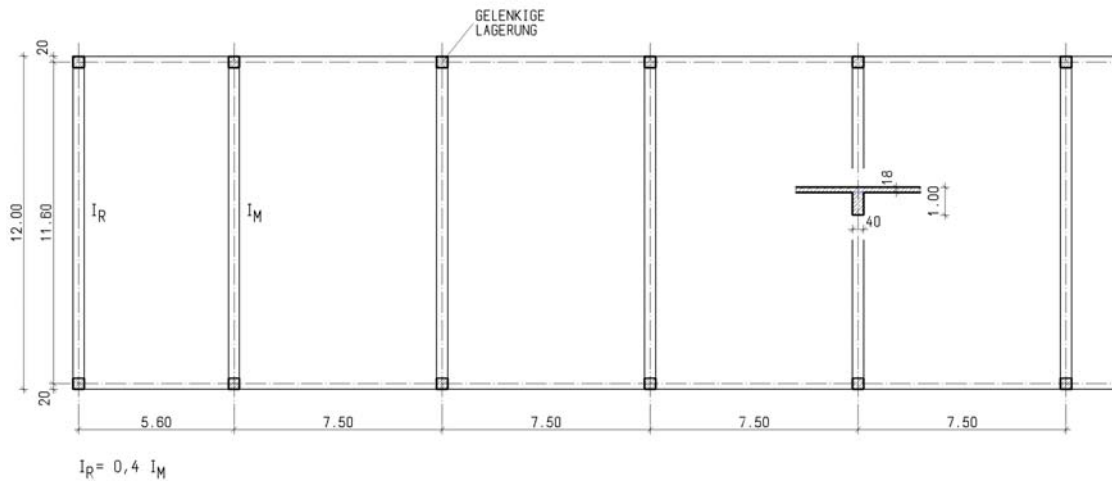


Das System entspricht dem vorhergehenden System A 1.2.1, jedoch wird an den Deckenrändern ein Überzug angeordnet.

Wie schon beim System A 1.1.2 festgestellt, wirkt sich die Brüstungsanordnung günstig auf das Gesamtsystem aus, so dass die Deckenstärke im vorliegenden Fall von 18 cm auf 17 cm verringert werden konnte. Die maximalen Verformungen in Systemmitte sind ähnlich wie beim zuvor beschriebenen System, wobei sich die Deckenverformungen vom Unterzug etwas abgrenzen und die Ränder wegen der Brüstungsanordnung derart versteift werden, dass die Integration der Fassade problemlos ist.

Die Voraussetzungen für die Anordnung von Garagen sind hier ebenfalls günstig.

System A 1.3.0 Grundsystem mit verkleinertem Endfeld



Bei diesem System wurden die Spannweiten des Endfeldes gegenüber den Innenfeldern um ca. 75 % verringert.

Das zur Bestimmung der Deckenschlankheit maßgebliche l_i ist daher im Endfeld identisch mit dem der Innenfelder ($l_i = 0,8 \times 5,60 = 0,60 \times 7,50 = 4,50$ m). Durch die Reduzierung des Endfeldes kann die Plattenstärke in gleicher Weise reduziert werden, wie es schon beim System A 1.2.0 gezeigt wurde.

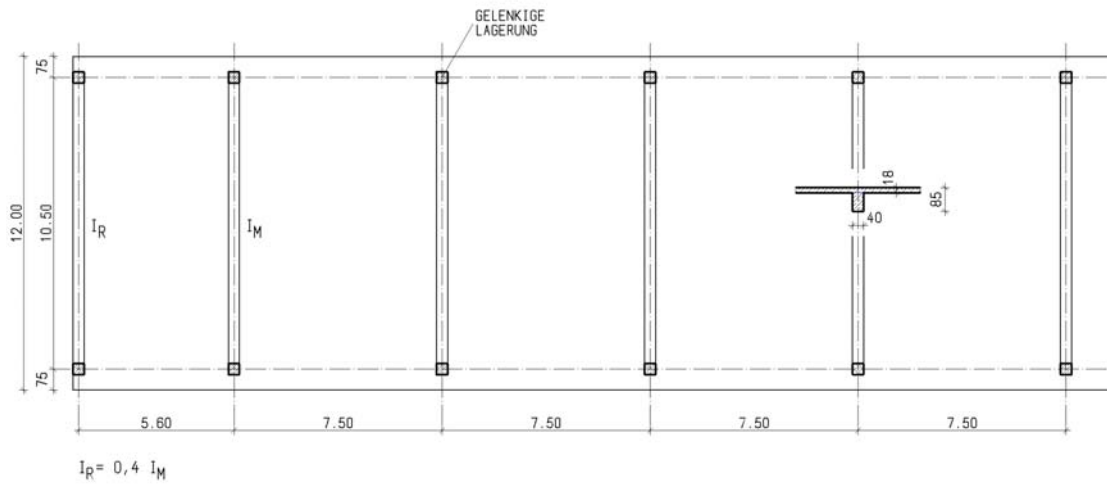
Erste Berechnungen mit gleich steifen Unterzügen führten zu dem Ergebnis, dass im Endfeld keine eindeutige Durchbiegung festgestellt werden konnte, da infolge der geringen Last am Randriegel sich dieser so geringfügig verformte, dass sich der erste Innenriegel über die Platte hinweg an den Randriegel anhängt. Es entsteht also in Gebäudelängsrichtung eine Art schiefe Ebene zum ersten inneren Querunterzug.

Das veranlasste die Betrachtung, den Randriegel entsprechend den Lastansätzen zu reduzieren, d.h. $I_r = 0,4 I_m$.

Wie das Verformungsbild zeigt, sind die Verformung des Randriegels und des ersten Innenriegels identisch, die restlichen Riegel weichen minimal davon ab. Das Gesamtverformungsverhalten kann mit dem des Systems A 1.2.0 als identisch bezeichnet werden.

Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind hier ebenfalls günstig.

System A 1.3.1 Randstützen eingerückt

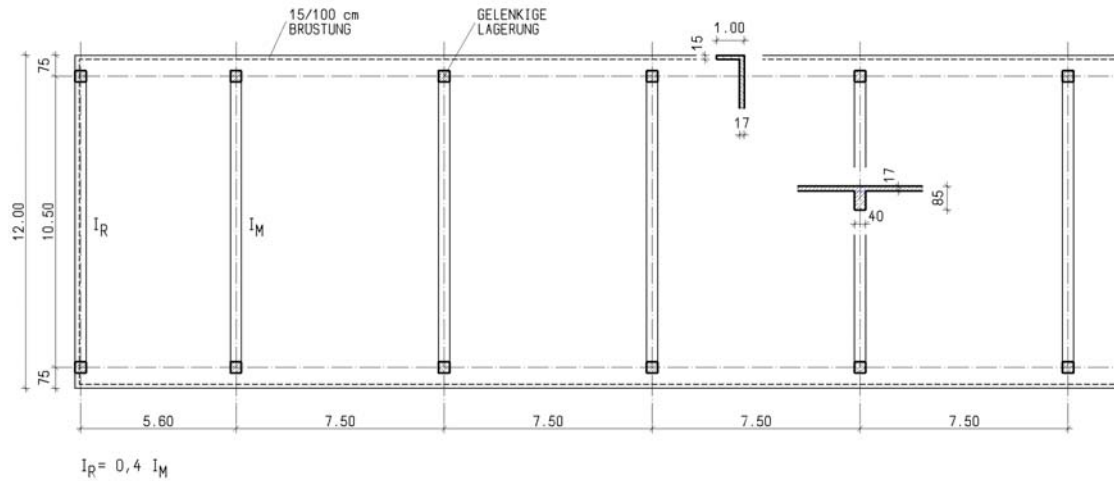


Die Vorgehensweise bei diesem System ist analog der beim vorhergehenden System A 1.3.0 bzw. A 1.2.1.

Bedingt durch die Stützenstellungen und die reduzierte Unterzugshöhe sind die Verformungen identisch zu denen beim System A 1.2.1.

Aufgrund der gegebenen Stützenstellungen sind die Voraussetzungen für eine Garagennutzung bzw. -anordnung auch hier günstig.

System A 1.3.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung

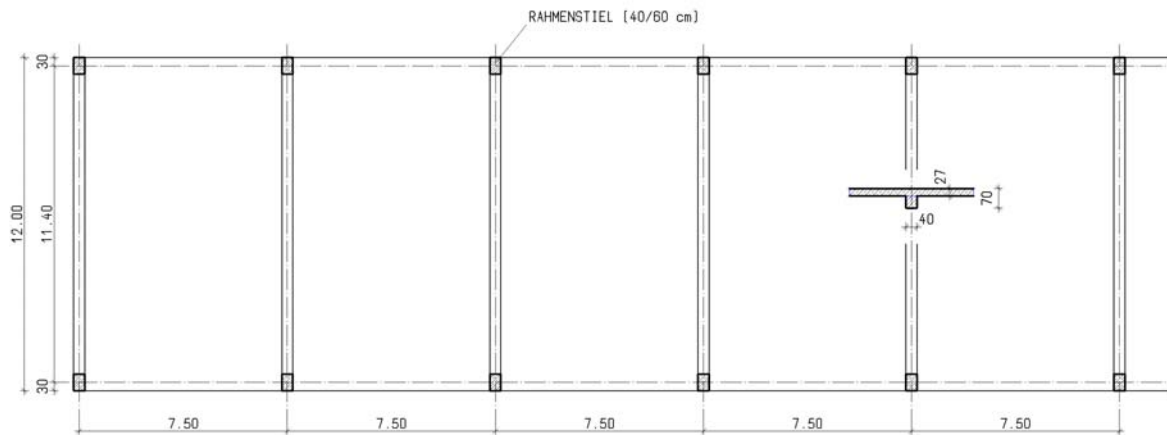


Das System entspricht dem vorhergehenden System A 1.3.1, jedoch mit einem zusätzlichen Brüstungsüberzug an den Deckenrändern.

Wie schon beim System A 1.2.2 konnte infolge der günstig wirkenden Brüstung die Deckenstärke von 18 cm auf 17 cm verringert werden, wobei die größten Verformungswerte identisch mit denen der vorhergehenden Position sowie des Systems A 1.2.2 sind.

Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind hier ebenfalls günstig.

System A 2.1.0 Grundsystem mit Rahmenstielen entlang dem Deckenlängsrand



Bei diesem und den folgenden Systemen werden die Unterzüge rahmenartig mit den Stützen verbunden. Rahmenriegel und -stiel wurden anhand der Verformungsbilder des Systems A 1.1.0 durch Vergleichsberechnungen ermittelt. Die Stütze wurde als Biegestab für eine Geschosshöhe von rund 3,80 m berücksichtigt.

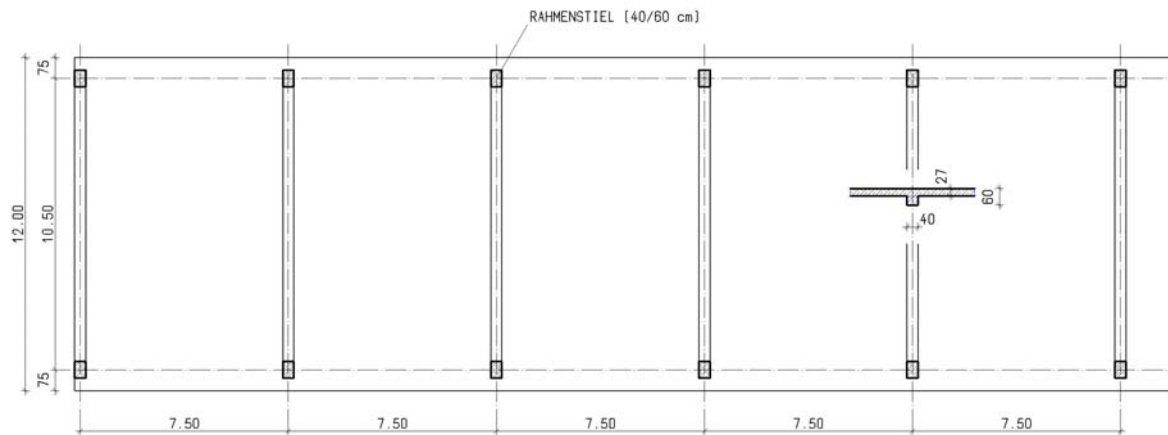
Bedingt durch die Endfeldsituation entspricht auch die Plattenstärke dem Grundsystem A 1.1.0. Die den Berechnungen zu Grunde gelegten Dimensionierungen der Rahmenstiele bzw. des Unterzugs wurden so gewählt, dass die Verformungsgrößen mit denen des Grundsystems A 1.1.0 verglichen werden können. Selbstverständlich werden andere Kombinationen - weniger steife Stiele und steiferer Unterzug - ähnliche Werte liefern.

Durch die Stieleinspannung kann die Unterzugshöhe im Verhältnis zu gelenkigen Auflagerung um 30 % verringert werden.

Erwähnenswert ist, dass durch die Rahmenwirkung günstige Voraussetzungen für die Reduzierung der Geschosshöhen bestehen. Mit der Integration der Gebäudeinstallation in Form von Aussparungen werden jedoch zu geringe Unterzugshöhen nicht zielführend sein.

Wie schon erwähnt, ist das Verformungsbild des Gesamtsystems mit dem des Grundsystems A 1.1.0 vergleichbar, wobei sich durch die geringere Unterzugshöhe minimal größere Verformungen ergeben, die jedoch im zulässigen Bereich liegen.

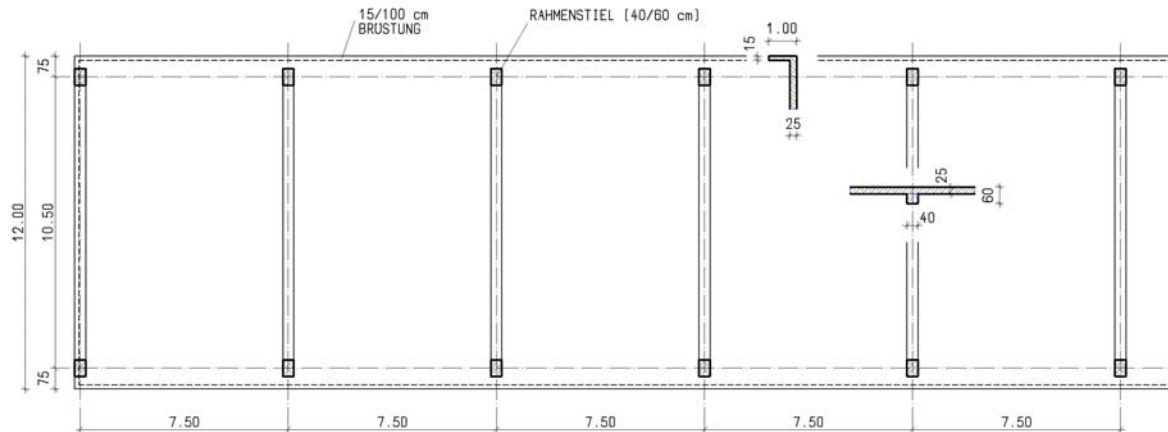
Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind hier ebenfalls günstig.

System A 2.1.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt

Dieses System ist vergleichbar mit dem System A 1.1.1, wobei durch die Rahmenkonstruktion der Unterzug hier nochmals um 70 %, also von 85 cm auf 60 cm Höhe, reduziert werden konnte.

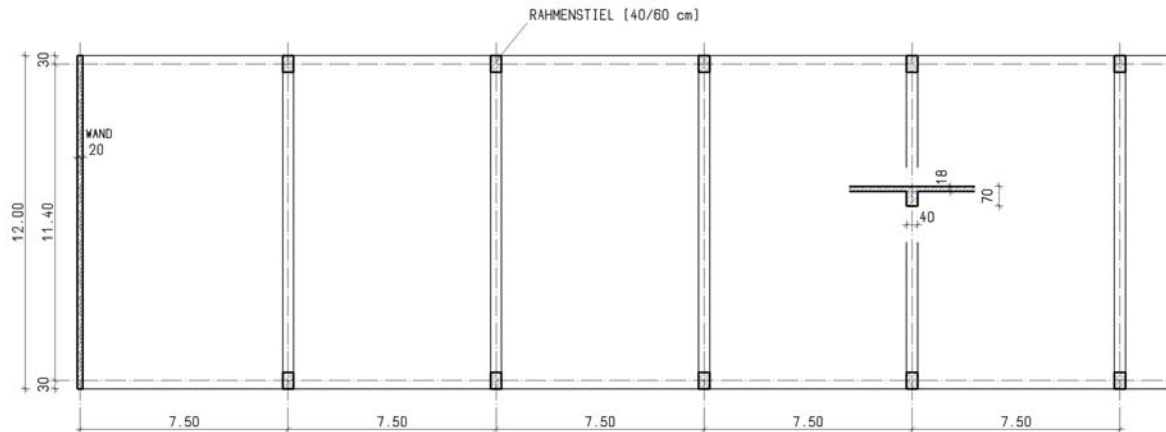
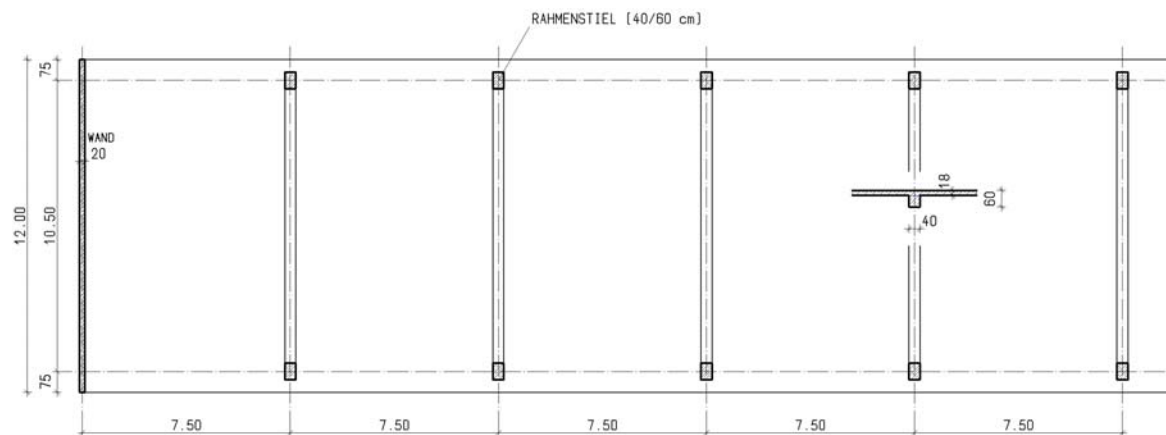
Das Verformungsverhalten ist identisch dem des Grundsystems A 1.1.1.

Bedingt durch die Stützenstellung sind die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung hier ebenfalls günstig.

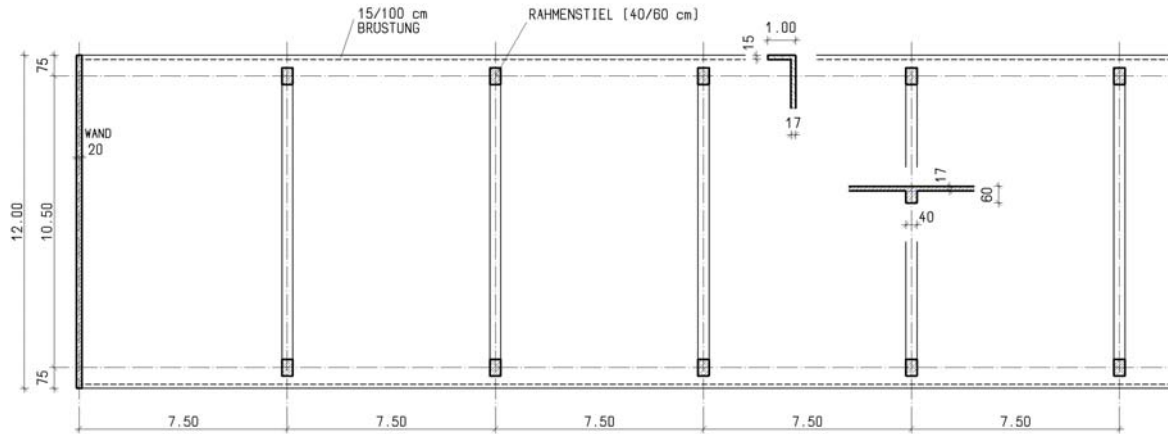
System A 2.1.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung

Das System entspricht dem vorangegangenen System, wobei an den Rändern zusätzlich ein Brüstungsüberzug angeordnet wurde. Wie schon beim System A 1.1.2 demonstriert, konnte auch hier die Deckenstärke reduziert werden. Die Verformungen sind identisch denen beim System A 1.1.2.

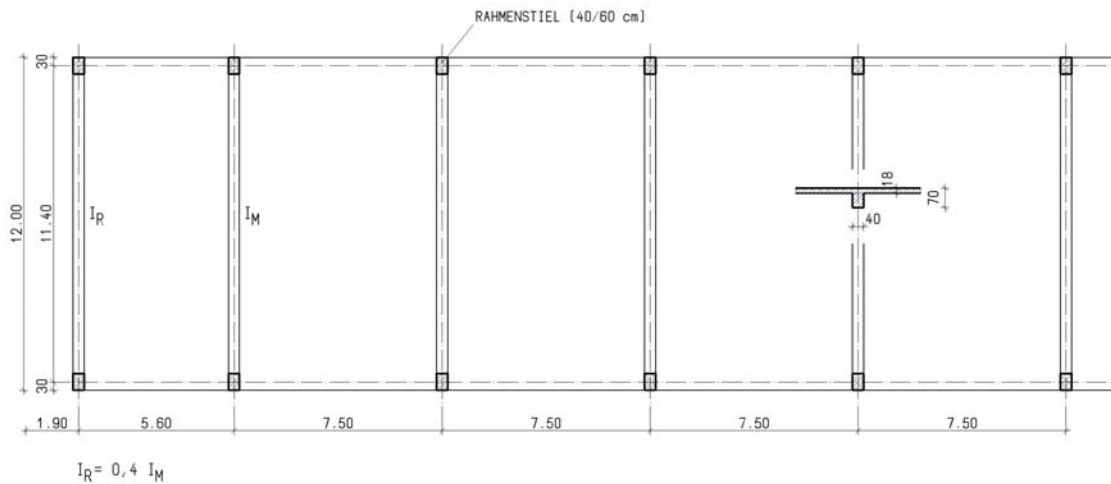
Wie bei allen Systemen dieses Rasters sind die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung günstig.

Systeme A 2.2.0, A 2.2.1, A 2.2.2, A 2.3.0, A 2.3.1, A 2.3.2**System A 2.2.0 Grundsystem mit Rahmenstielen entlang dem Deckenrand und Wand als Endauflager mit Einspannung****System A 2.2.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt**

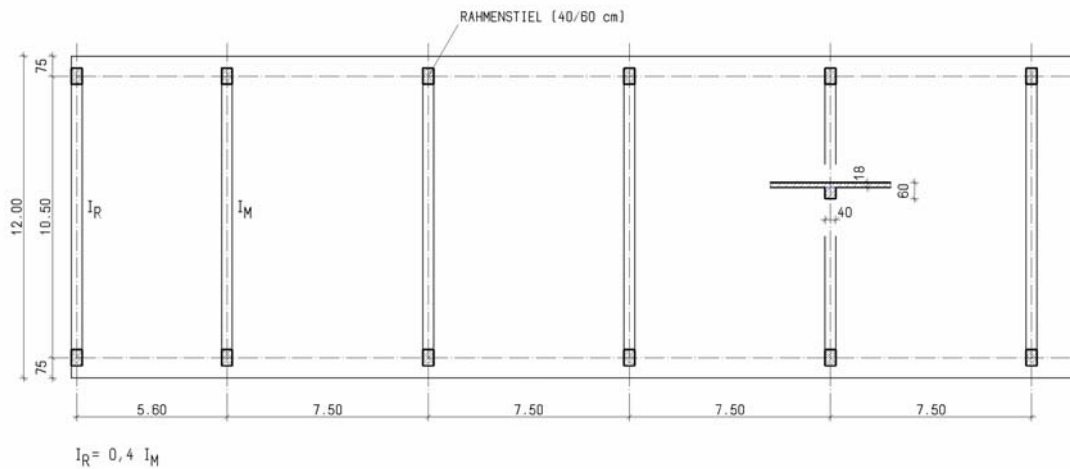
System A 2.2.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung



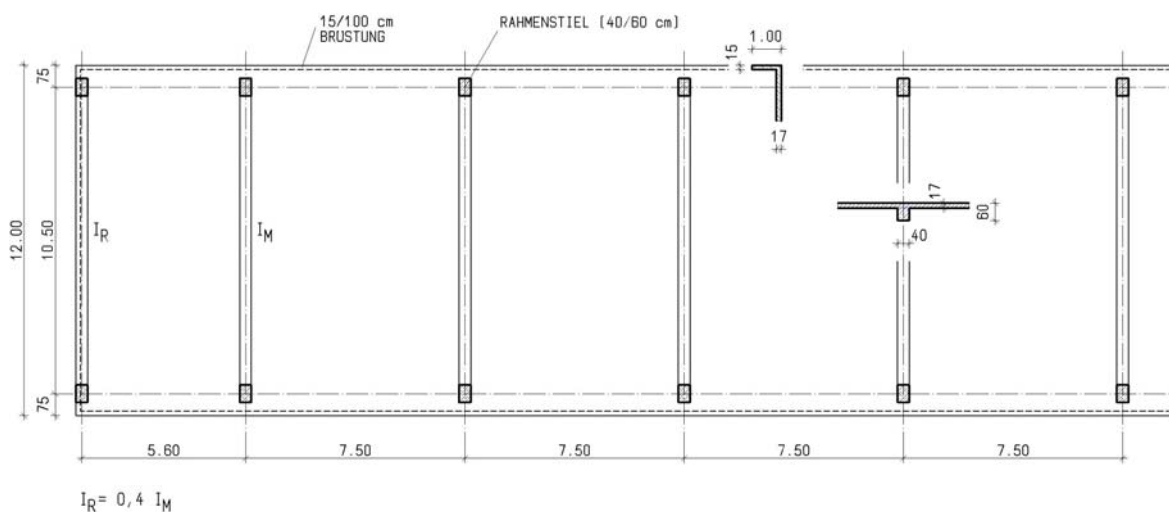
System A 2.3.0 Grundsystem mit Randstielen entlang dem Deckenlängsrand und verkleinertem Endfeld



System A 2.3.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt



System A 2.3.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung

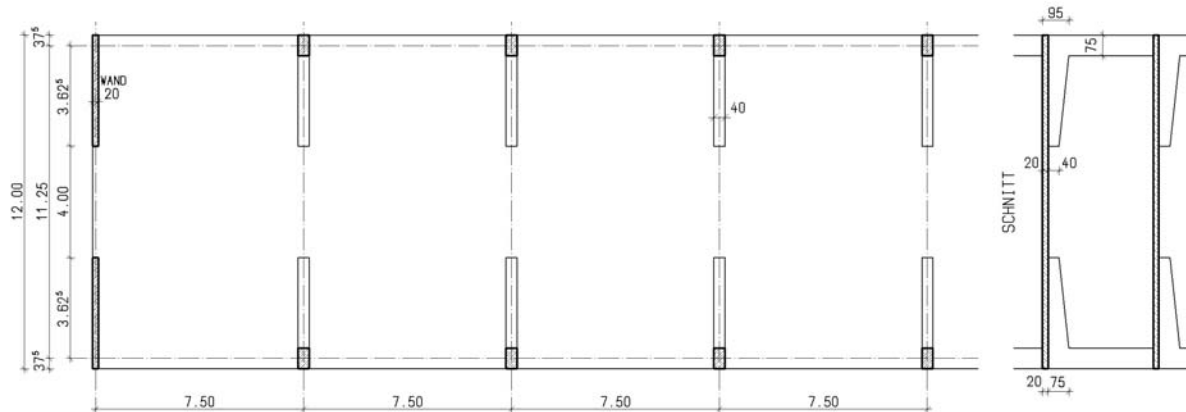


Analog zu den vorher aufgezeigten Systemen A 2.1.0, A 2.1.1 bzw. A 2.1.2 werden die Endfelder gemäß der oben erläuterten Vorgehensweise verändert, d.h., dass bei den Systemen A 2.2.0 ff. eine Stahlbetonscheibe als Endauflagerung eingeführt und bei den Systemen A 2.3.0 ff. das Endfeld verkürzt wird.

Das Verformungsverhalten ist identisch dem bei den Systemen A 2.1.0 ff.

Alle aufgezeigten Systeme bieten günstige Voraussetzungen für eine Garagenanordnung.

System A 3.0 Grundsystem mit Halbrahmen und St.B.-Wand als Endauflager



Waren die bisher besprochenen Systeme durch freitragend über die Gebäudetiefe angeordnete Unterzüge gekennzeichnet, so wird hier ein neuer Weg mit ähnlichem Ergebnis beschritten.

Entlang der Gebäudelängsseiten werden Rahmenstiele angeordnet, in die eine Art auskragende Unterzüge einbinden. Die Unterzuglänge wurde mit ca. 1/3 der Gebäudetiefe gewählt.

Eine Teilvorfertigung dieses Systems ist möglich.

Am Gebäudeende werden Stahlbetonscheiben angeordnet, die ebenfalls rund 1/3 der Gebäudetiefe lang sind.

Dadurch entsteht in der Mittelzone des Gebäudes ein unterzugsloses Deckensystem.

Diese Systeme haben den großen Vorteil, dass die Gebäudetechnik ungehindert und wirtschaftlich eingegliedert bzw. nachgerüstet werden kann. Bei einem hoch installierten Gebäude ist dieses System den vorhergehenden vorzuziehen.

Bei einer Plattenstärke von nur 20 cm sind die Verformungen in Plattenmitte etwas größer als z. B. bei den Grundsystemen A 1.1.0 ff.

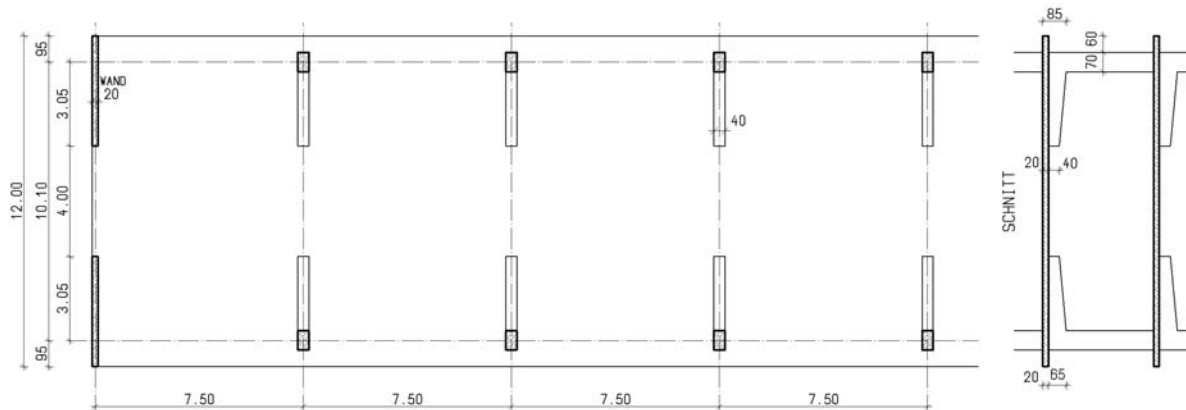
Bei der Betrachtung des Verformungsverhaltens fällt auf, dass die Plattenverformung hier identisch mit der Riegelverformung in Gebäudequerrichtung verläuft. Die minimale Abweichung der Plattenverformung im Feld ist unbedeutend.

Die Verformungen an den Plattenrändern sind geringfügig.

Bei Ausführung eines derartigen Systems empfiehlt sich eine angemessene Überhöhung der Decke in Feldmitte (Gebäudeachse) aus der ständigen Last.

Für die Verfolgung einer Garagenanordnung ist auch dieses System günstig.

System A 3.1 Rahmenstiele eingerückt



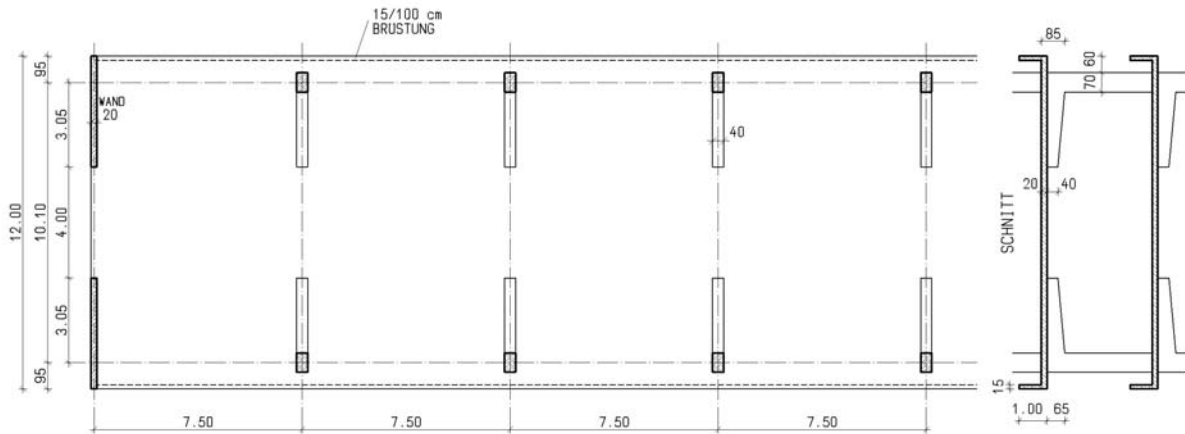
Das System entspricht dem vorhergehenden System, jedoch mit der Abweichung, dass entsprechend der bereits bekannten Vorgehensweise der Rahmenstiel von der Fassade abgerückt wird.

Im Vergleich zum vorhergehenden System werden die Bauteilabmessungen der Unterzüge und Stützen reduziert.

Der mittlere Feldstreifen ist wie beim vorhergehenden System.

Die Auswertung der Verformung zeigt, dass die Steifigkeiten im Vergleich zur vorhergehenden Position günstiger gewählt wurden und somit auch die Verformungen günstiger gestaltet werden konnten. Das Verformungsbild ist identisch dem des vorangegangenen Systems, die Randverformung ist hier günstiger.

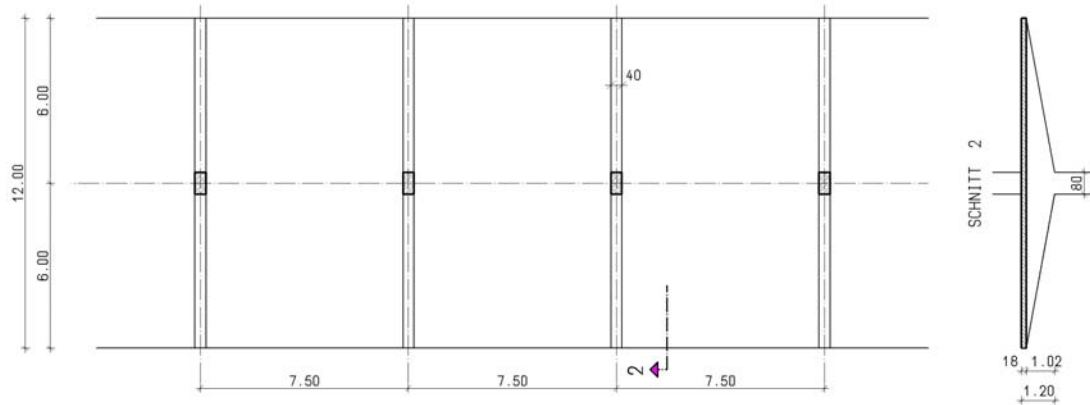
Für die Anordnung von Garagen ist dieses System ebenfalls als günstig zu bewerten.

System A 3.2 Rahmenstiele eingerückt mit Deckenrandverstärkung

Das System entspricht dem vorhergehenden System, allerdings wurde entsprechend der bekannten Vorgehensweise an der Längsseite eine Brüstung angeordnet. Das Verformungsverhalten ist bei gleich bleibenden Bauteilabmessungen günstiger als beim System A 3.1.

Eine Garagenanordnung ist auch hier problemlos möglich.

System A 4.0 Grundsystem mit mittlerer Stützenstellung und Querunterzügen



Waren bei allen bisher gezeigten Systemen die Gebäudestützen entlang dem Deckenrand angeordnet, so ist bei den folgenden Systemen der Deckenrand stützenfrei, d.h., die Stützen werden in der Gebäudeachse angeordnet, in die beidseitig auskragende Unterzüge in Gebäudequerrichtung einbinden.

Betrachtet man das Verformungsergebnis, muss man feststellen, dass der materielle Aufwand, um vertretbare Verformungen am Plattenrand zu erzielen, verhältnismäßig hoch ist.

Ein besonderes Augenmerk ist bei einem derartigen System der Steifigkeit der Mittelstütze zu widmen. Hier ist nicht die alleinige Beurteilung der Verformung aus Volllast bzw. feldweiser Nutzlastanordnung maßgebend, sondern die einseitige Nutzlastanordnung.

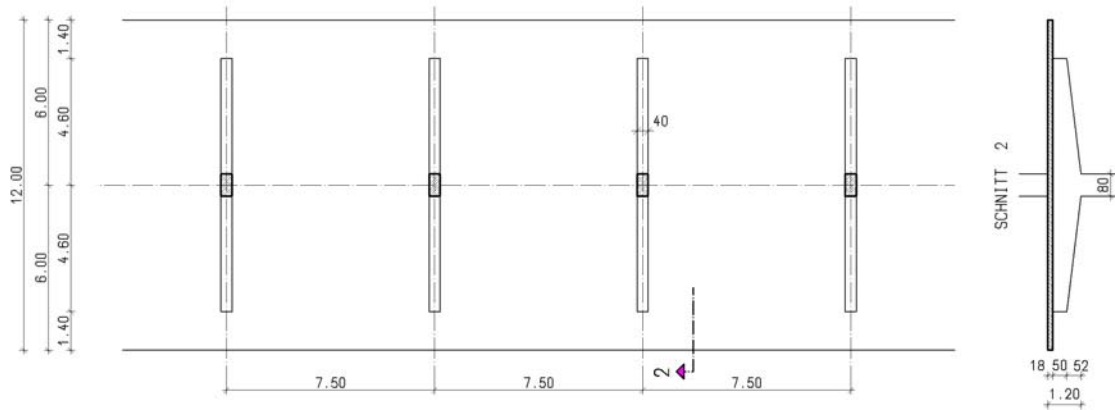
Insbesondere für den Einbau der Fassade an den freien Rändern sind verträgliche Nutzlastverformungen zu ermitteln.

Eine Integration der Betriebstechnik an der Unterseite dieses Deckensystems ist sicher nur bedingt möglich.

Eine Überhöhung der Konstruktion bei der Herstellung am Rand ist empfehlenswert.

Die Voraussetzungen zur Anordnung einer Garage sind hier sicher günstig.

System A 4.1 Enden der Querunterzüge vom Deckenrand eingerückt

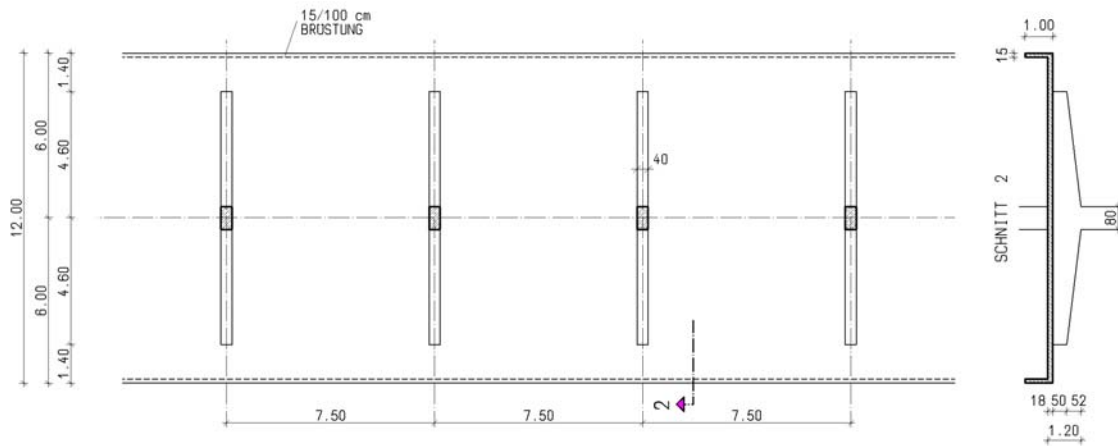


Dieses Deckensystem unterscheidet sich vom vorhergehenden dadurch, dass die Unterzüge nicht bis zum Deckenrand geführt werden, sondern vorher so abgeschnitten werden, dass am Balkenende noch eine vernünftige Trägerhöhe vorhanden ist. Die Gesamtkonstruktionsstärke wurde ansonsten beibehalten.

Bei der Verformungsbetrachtung sind die beiden Systeme A 4.0 und A 4.1 gleichwertig, wobei das System A 4.0 zumindest am Deckenrand den Vorteil freier Räume für die Anordnung der Installation bietet.

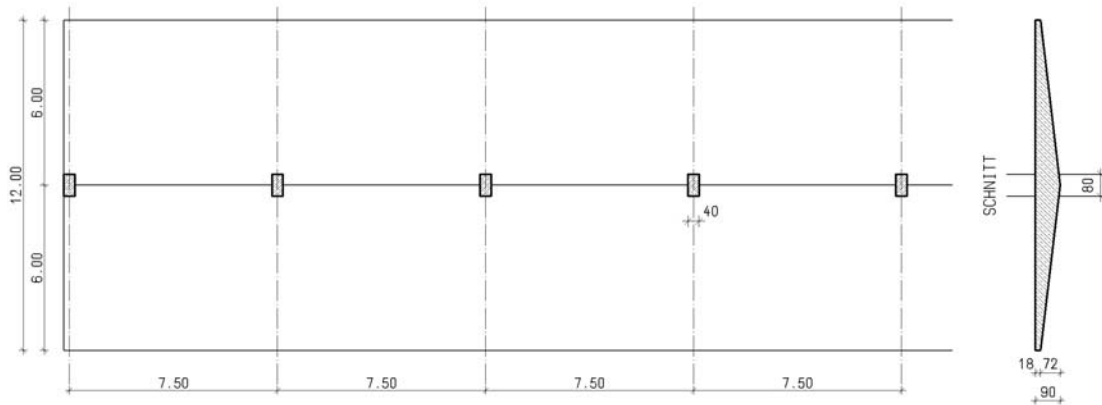
Die weiteren Eigenschaften entsprechen denen des Systems A 4.1.

System A 4.2 Enden der Querunterzüge vom Deckenrand eingerückt mit Deckenrandverstärkung



Das System entspricht dem vorhergehenden System A 4.1, jedoch mit der Veränderung, dass die Deckenränder zur Versteifung einen Brüstungsüberzug erhalten.

Trotz des zusätzlichen Gewichtes der Brüstung erhält man günstigere Verformungswerte der Deckenränder, da der Unterzug gleichmäßig wirkt.

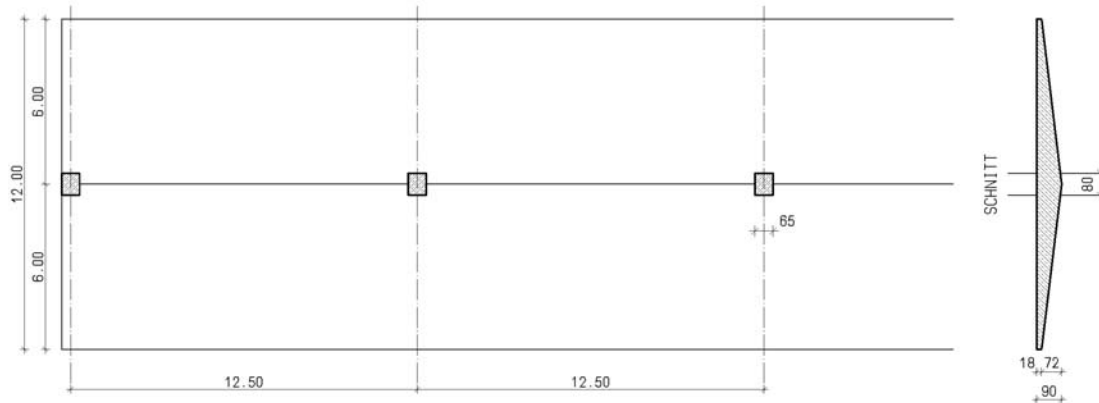
System A 5.0 Grundsystem mit Platte, deren Stärke von außen bis Gebäudeachse zunimmt und mit Stützenstellung in Gebäudeachse

Das hier aufgezeigte System ist den Systemvarianten A 4.0 ff. ähnlich. Es besteht jedoch aus einer gevouteten Platte.

Die Gesamtstärke der Konstruktion wurde wesentlich verringert, wogegen der Materialaufwand insgesamt gestiegen ist. Die Verformungen am Deckenrand zeigen sich wesentlich günstiger als bei den besprochenen Mittelstützensystemen.

Infolge der glatten Deckenuntersicht ist eine Installation der Betriebstechnik problemlos möglich.

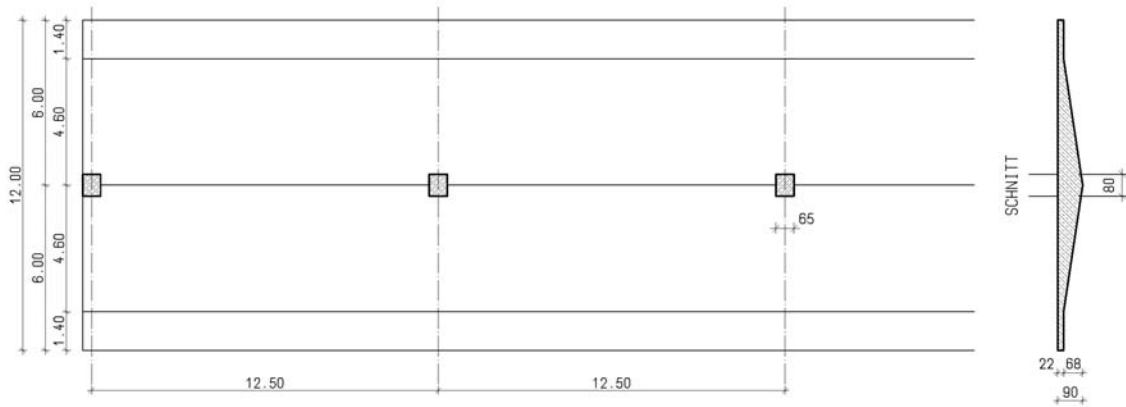
Eine Weiterverfolgung des Systems für Garagen ist sicher günstig.

System A 5.1 Analog Grundsystem mit vergrößertem Stützenabstand

Wurde beim vorhergehenden Deckensystem von einem gebräuchlichen Stützenraster ausgegangen, so wird hier analysiert, inwieweit der Achsabstand der Stützen vergrößert werden kann, zumal die vorgegebene Plattenstärke in der Gebäudeachse zunächst auf die Verformung des Deckenrandes abgestimmt war.

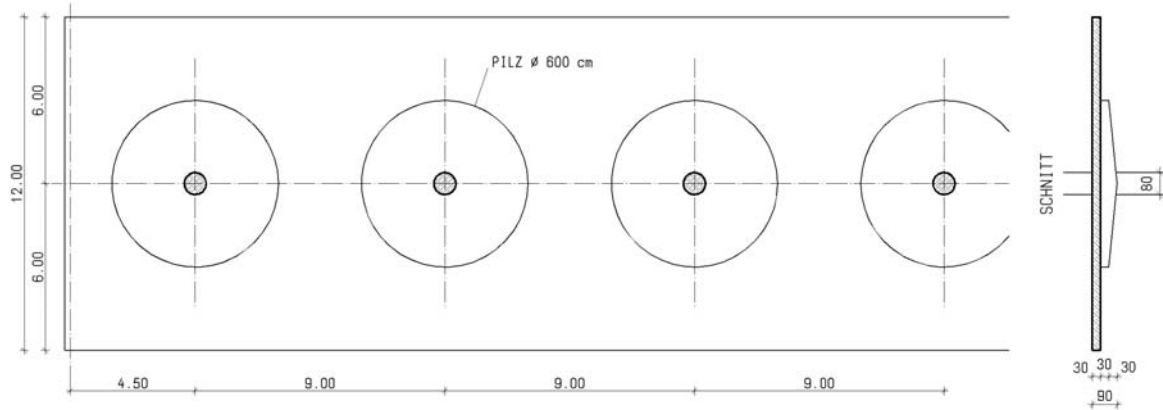
Das Verformungsbild ist als durchaus günstig zu bewerten, da die Aussage über die Verformungen im Endfeld für die Gesamtbeurteilung des Systems nicht relevant ist. Hier können durch eine eventuelle Weiterführung des Systems mit Auskragung oder Vergrößerung der Steifigkeit der Endstütze wesentliche Verbesserungen erzielt werden.

Die sonstigen Beurteilungen entsprechen dem vorhergehenden System.

System A 5.2 Analog Grundsystem mit vergrößertem Stützenabstand und mit Deckenrandstreifen gleicher Stärke

Dieses System unterscheidet sich vom vorhergehenden dadurch, dass die Plattenränder zunächst durch eine gleich große Plattenstärke definiert werden. Dann erst wird in Querrichtung eine Voute angeordnet.

Die erzielten Verformungen liegen in ähnlicher Größenordnung wie beim System A 5.1. Auch die weiteren Eigenschaften entsprechen denen des Systems A 5.1.

System A 6.0 Grundsystem Platte mit Pilzen und mittiger Stützung


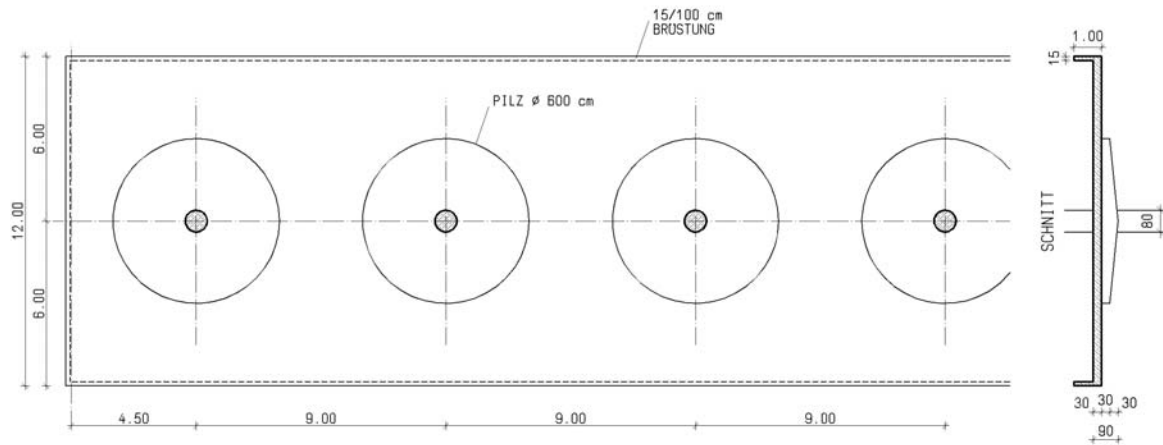
Als Systemvariante einer mittig gestützten Skelettkonstruktion wird hier eine so genannte 'Pilzdecke' in Verbindung mit einer Platte gezeigt.

Die ermittelten Verformungen liegen in der Größenordnung der Verformungen bei den Systemen A 4 ff., wobei auf die freien Gebäudeecken ein besonderes Augenmerk zu richten ist.

Wenn dieses System bei erster Betrachtung auch wirtschaftlich aufwendig erscheint, so ist tatsächlich das Gegenteil der Fall. Durch die systematische Pilzanordnung in Form einer Großflächenschalung bzw. durch Vorabbetonieren der Pilze kann ein sehr wirtschaftliches Ergebnis erzielt werden. Zudem ist durch die ebenen Decken die Integration der Betriebstechnik sowohl in Längs- als auch in Querrichtung des Gebäudes problemlos möglich.

Zur Garagenanordnung ist hier anzumerken, dass das gewählte Stützenraster nicht als wirtschaftlich bezeichnet werden kann.

System A 6.1 Analog Grundsystem, jedoch mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

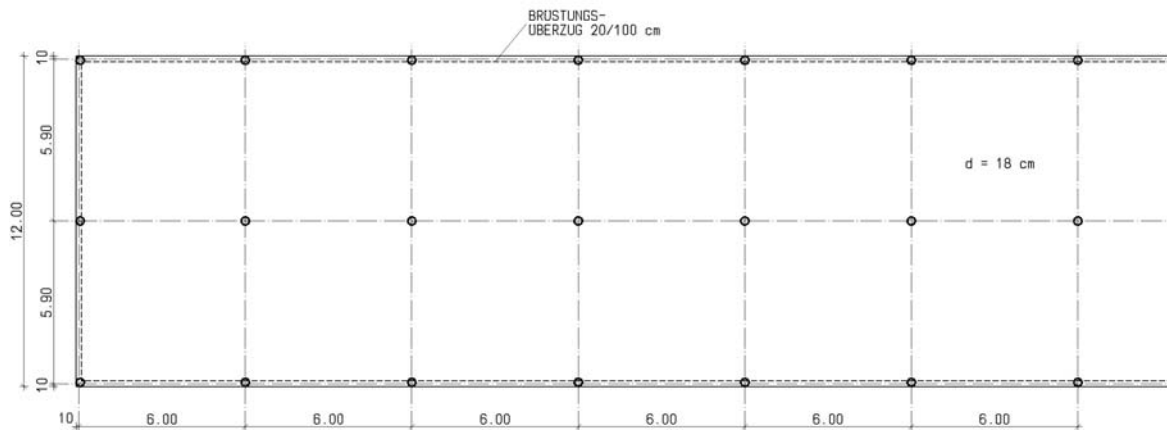


Dieses Deckensystem entspricht dem vorhergehenden, allerdings wurde am Deckenrand ein Brüstungsüberzug installiert.

Das Ergebnis zeigt, dass bedingt durch das Gewicht der Brüstung, die Verformungen minimal angewachsen sind, jedoch auch gleichmäßig wurden und die Ecksituation wesentlich verbessert wurde.

Die sonstigen Eigenschaften entsprechen denen beim vorhergehenden Deckensystem.

System A 7.0 Grundsystem Platte mit mittiger Stützenreihe, Randstützen und Randunterzug



In der Folge werden Systeme mit gebräuchlichen Tragstrukturen aufgezeigt. Sowohl an den Rändern als auch im Innenbereich des Gebäudes werden Stützen angeordnet.

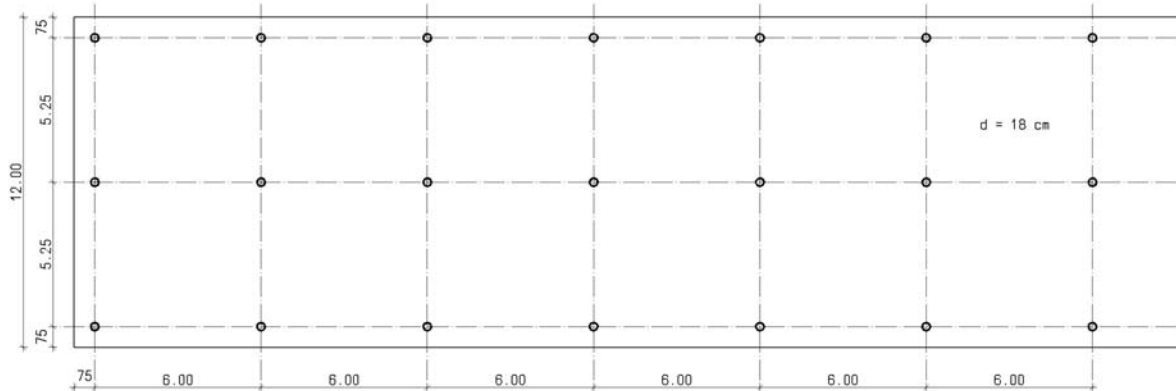
Im System A 7.0 beträgt das Raster in Gebäudelängsrichtung 6,0 m, in der Gebäudequer- richtung 5,9 m.

Für die Ermittlung der Deckenstärke ist das Endfeld mit 6,0 m Achsmaß maßgebend. Die Deckenstärke wird in Anlehnung an DIN 1045 mit $d = 18$ cm ermittelt.

Die größte Verformung tritt im Endfeld auf, wobei erkennbar ist, dass der Randüberzug hier einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der Verformung beiträgt. Bezogen auf die Gesamtsituation der Verformungen kann von einem harmonischen Bild gesprochen werden, da die Verformungen in den Innenfeldern nur minimal geringer sind als im Endfeld.

Bei derartigen Systemen sind sowohl der Einbau als auch das Nachrüsten der Betriebstechnik unproblematisch. Aufgrund der ebenen Deckenuntersicht ist auch der Einbau von Wänden, die alle den gleichen Anschlussbedingungen unterliegen, sehr wirtschaftlich.

Die Anordnung von Garagen ist mit diesem System wohl möglich, aufgrund des Rasters aber sicher nicht wirtschaftlich.

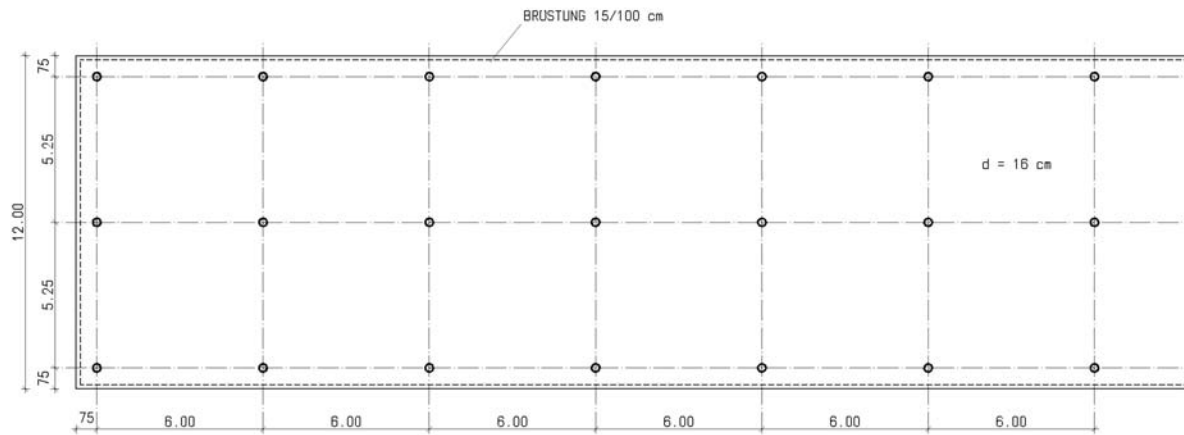
System A 7.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Bei gleicher Gebäudetiefe wie vorher werden nun die so genannten Randstützen um 75 cm eingerückt.

Für die Ermittlung der Deckenstärke ist auch hier das Endfeld mit 6,0 m maßgebend, so dass die Deckenstärke wie zuvor $d = 18 \text{ cm}$ beträgt.

Betrachtet man das Verformungsbild, so treten im Endfeld größere Verformungen auf, in den Innenfeldern sind die Verformungen jedoch geringer als beim System vorher. Die Erklärung liegt darin, dass beim System A 7.0 die Randunterzüge insbesondere im Endfeld zur Verringerung der Verformung beigetragen haben. In den Innenfeldern werden die Verformungen durch die eingerückten Stützen verringert.

Aufgrund der engeren Stützenstellung ist eine Anordnung von Garagen noch unwirtschaftlicher geworden.

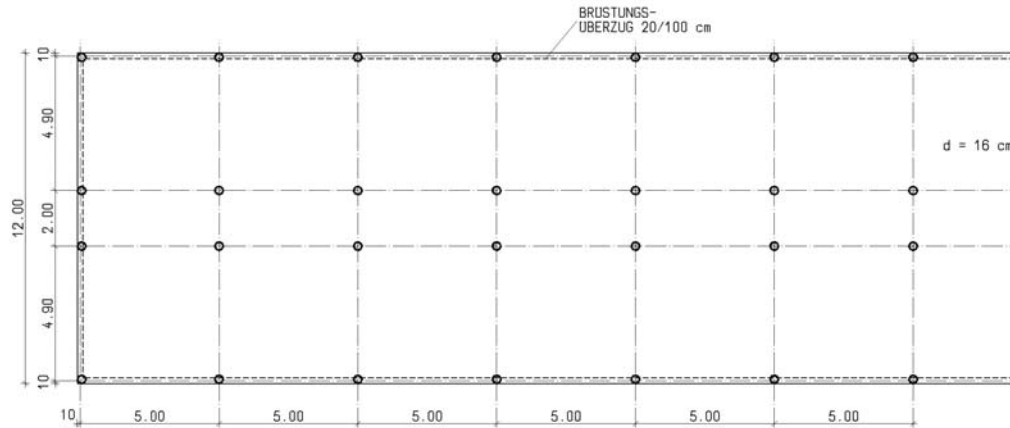
System A 7.2 Randstützen eingerückt und zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Das System entspricht dem System A 7.1, wobei hier am Deckenrand ein Brüstungsüberzug angeordnet wird.

Gemäß DIN 1045 [3] würde infolge des 6 m-Feldes am Systemende die Deckenstärke ebenfalls 18 cm betragen. Die ersten Berechnungen zeigten jedoch, dass im Vergleich zu den Systemen vorher die Deckenstärke reduziert werden kann.

Anhand des Verformungsverhaltens konnte eine Deckenstärke von $d = 16 \text{ cm}$ ermittelt werden, die ein ausgewogeneres Verformungsbild aufweist als das System A 7.1. Sogar im Vergleich zum System A 7.0 ergeben sich in den Innenfeldern noch minimal günstigere Verformungswerte. Insgesamt kann von einem sehr harmonischen System gesprochen werden.

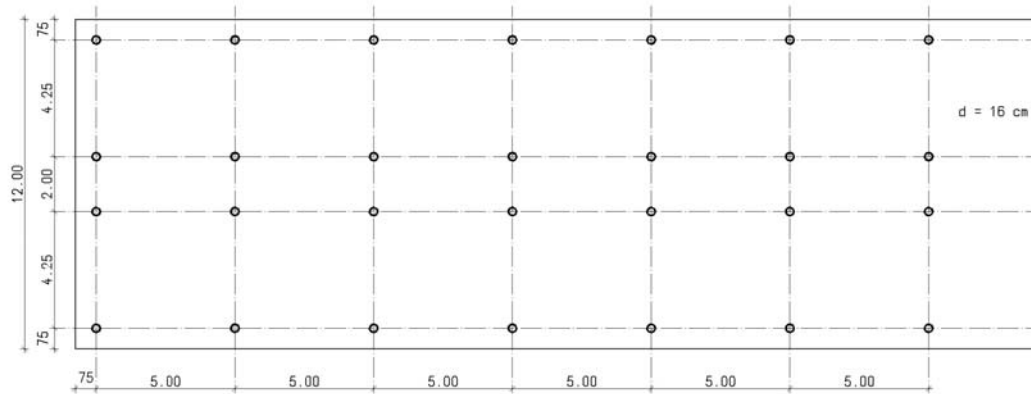
Bezüglich der Anordnung von Garagen ergibt sich die gleiche Beurteilung wie beim System A 7.1.

System A 8.0 Grundsystem Platte mit doppelter Innenstützenreihe, Randstützen und Randunterzug

Hier handelt es sich um Deckensystem mit gebräuchlicher Tragstruktur. Wie bereits im Vorspann erläutert, wurde die Deckenstärke mit $d = 16$ cm angenommen, obwohl nach DIN 1045 [3] geringere Abmessungen zulässig wären.

Durch die Randüberzüge kann von einem sehr ausgeglichenen Deckensystem gesprochen werden, da auch in den Endfeldern das gleiche Verformungsverhalten aufgezeigt wurde.

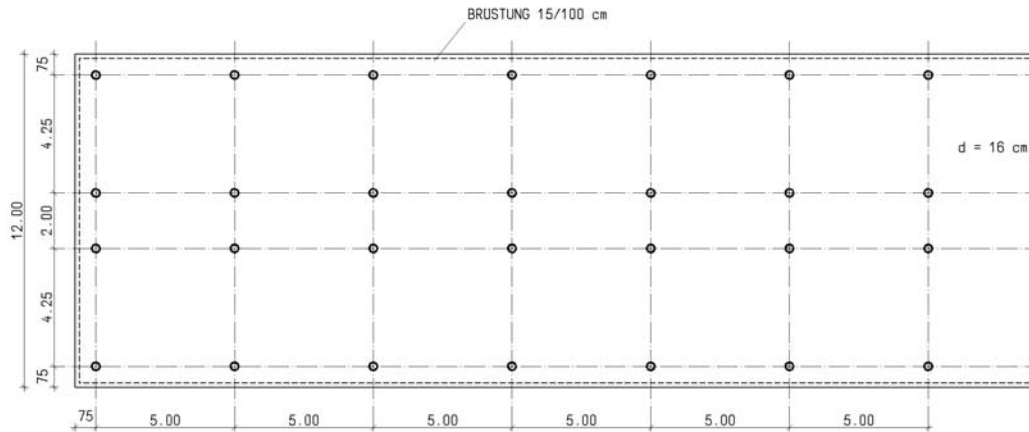
Ohne Zusatz- bzw. Abfangkonstruktionen über der Garagenebene lässt sich hier keine Garage verwirklichen.

System A 8.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Bei diesem System werden die Randstützen wieder um 75 cm eingerückt. Das Achsmaß in Längsrichtung bleibt wie vorher.

Es fällt auf, dass durch den Wegfall des Randüberzuges die Endfelder wesentlich größere Verformungen aufweisen als die Innenfelder. Die Innenfelder weisen - bedingt durch die Spannweitenverkürzung in Gebäudequerrichtung - günstigere Verformungswerte als beim System A 8.0 auf.

Ohne Zusatz- bzw. Abfangungskonstruktionen über der Garagenebene lässt sich auch hier keine Garage verwirklichen.

System A 8.2 Randstützen eingerückt und zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Dieses System entspricht dem System A 8.1, wobei am Deckenrand ein Brüstungsüberzug angeordnet wurde. Betrachtet man das Verformungsbild, so stellt man fest, dass dieses System von allen unter A 8 aufgezeigten System qualitativ am besten ist. Obwohl der Randunterzug nicht auf den Stützen aufliegt, wirkt er sich, wie schon bei anderen Systemen festgestellt, sehr günstig auf das Verformungsverhalten aus.

Ohne Zusatz- bzw. Abfangungskonstruktionen über der Garagenebene lässt sich auch hier keine Garage verwirklichen.

System A 9.0 Grundsystem Platte mit asymmetrischer Innenstützenreihe, Randstützen und Randunter – überzug



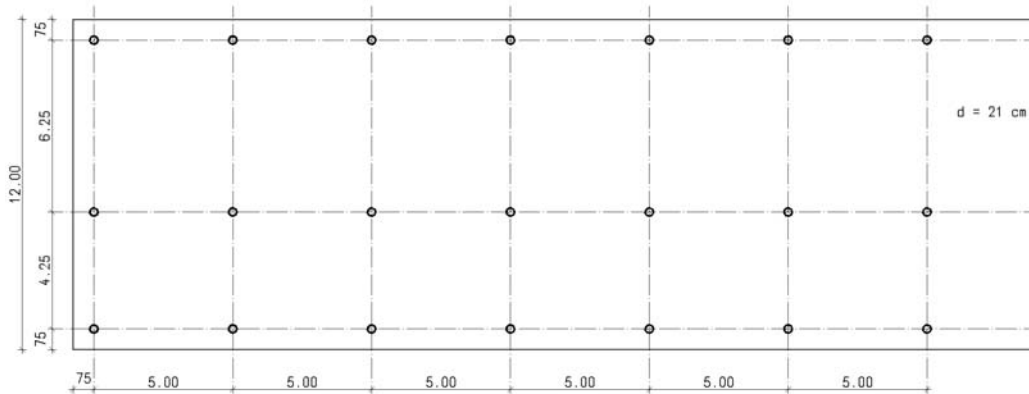
Offt werden Doppelstützenreihen im Inneren des Gebäudes als hinderlich empfunden, so dass es zu einem asymmetrischen Tragsystem kommt. Bezogen auf Raumgruppierungen wird somit die Mittelstütze asymmetrisch zum Gesamtgrundriss gestellt.

Durch die Spannweite in Gebäudequerrichtung wird hier eine Deckenstärke von $d = 23$ cm ermittelt.

Der Randüberzug an der Schmalseite des Gebäudes wirkt sich hier überdurchschnittlich vorteilhaft aus. Die größte Verformung in dem großen, mit 6,9 m gespannten Feld, tritt erst etwa bei der ersten Innenstützenachse auf.

Das Verformungsbild lässt im großen Feld die Andeutung von Gurtstreifen vermissen. Dagegen ist ein solcher über der Mittelstützenreihe erkennbar.

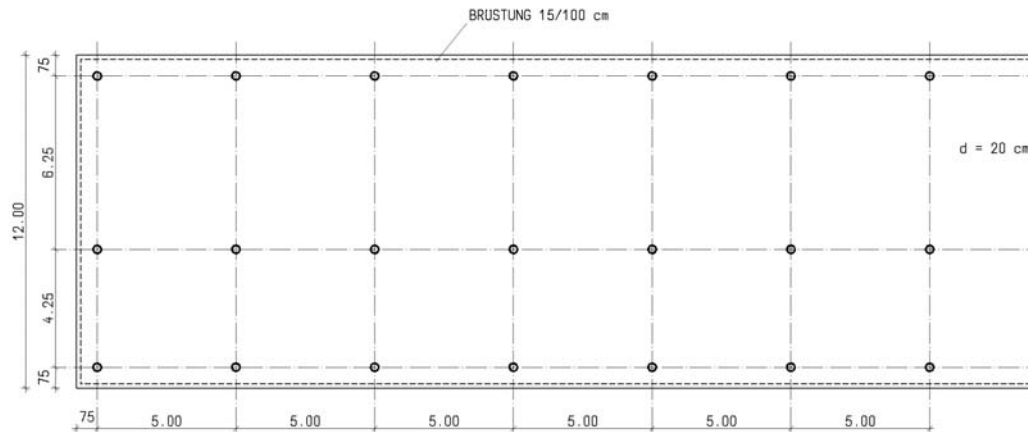
Die 5,0 m-Achse in Gebäudelängsrichtung mit den zugehörigen Stützendimensionen eignet sich nicht für die Anordnung von Garagen. Für Garagen ist es erforderlich, dass das Achsmaß zumindest auf ca. 5,2 m vergrößert wird. Eine Veränderung des Verformungsverhaltens wird jedoch dadurch nicht zu erwarten sein.

System A 9.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Bei diesem Deckensystem werden wiederum die Randstützen um 75 cm eingerückt. Infolge der geringeren Stützweite des großen Feldes in Gebäudequerrichtung kann die Deckenstärke auf $d = 21 \text{ cm}$ verringert werden.

Das Verformungsbild zeigt, dass das erste große Innenfeld am Systemende die größte, wenn auch die gleiche Verformung wie im vorhergehenden System, aufweist. Die Innenfelder jedoch weisen günstigere Werte auf. Im kleinen Endfeld nimmt die Verformung gegenüber dem vorhergehenden System ebenfalls zu.

Die Eignung zur Anordnung von Garagen entspricht dem System vorher.

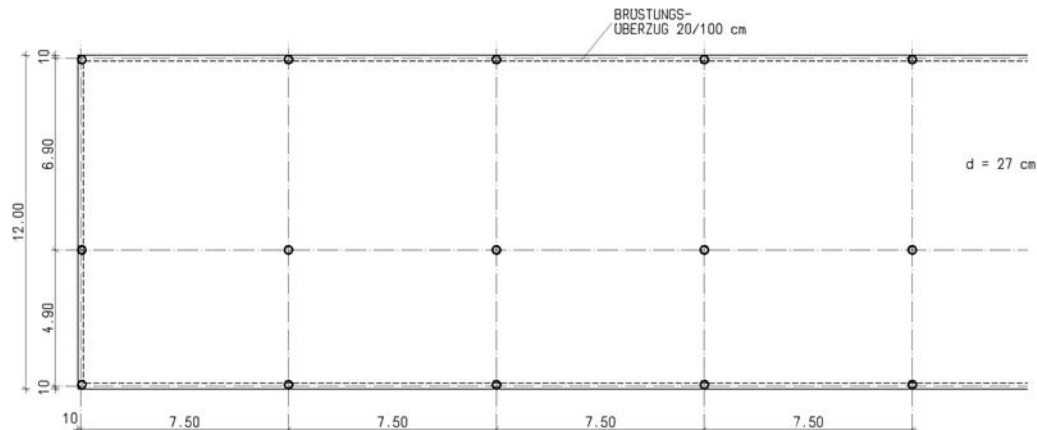
System A 9.2 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Bei gleichem Stützenraster wie vorher, wird am Deckenrand ein Brüstungsüberzug angeordnet.

Wie das Verformungsbild zeigt, kann die Deckenstärke wegen der Brüstungsanordnung nochmals auf $d = 20$ cm reduziert werden. Das Verformungsverhalten im großen Feld vereinheitlicht sich, die Verformungen im kleinen Feld reduzieren sich ebenfalls.

Die Eignung zur Anordnung von Garagen entspricht der beim System vorher.

System A 10.0 (A 10.01) (A 10.02)	Grundsystem Platte mit asymmetrischer Innenstützenreihe, Randstützen und Randunter- / überzug sowie größeren Stützweiten in Gebäudelängsrichtung
--	---



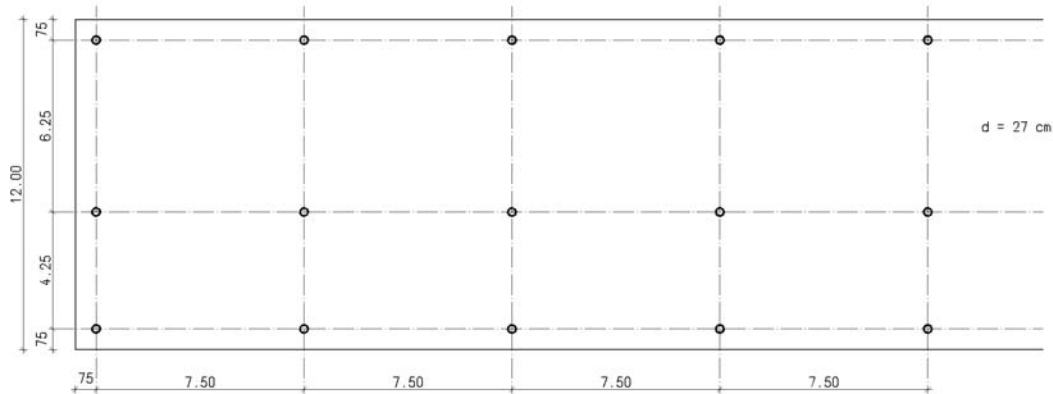
Betrugen bei den bisher beschriebenen Systemen die Achswerten 5 m in Gebäudelängsrichtung, so wird hier in Gebäudelängsrichtung ein Achsmaß von 7,5 m verfolgt. Wie leicht zu erkennen ist, begünstigt ein derartig großzügiges Achsmaß eine flexible Nutzung des Gebäudes.

Maßgebend für die Ermittlung der Deckenstärke ist das Achsmaß mit 7,5 m in Gebäudelängsrichtung. Die Deckenstärke wurde mit $d = 27$ cm ermittelt.

Aus der Verformung erkennt man die Andeutung von Gurtstreifen sowohl in Gebäudelängs- als auch in Gebäudequerrichtung. Die Verformungsgrößen sind ähnlich denen beim System A 9.0. Auch hier erkennt man den günstigen Einfluss der Überzüge, insbesondere am Ende des Gebäudes, so dass auch hier die Verformung im Eckfeld günstig beeinflusst wird.

Die Achsweite von 7,5 m macht auch unter Einbeziehung der erforderlichen Stützengröße eine Garagenanordnung wirtschaftlich.

Nach der noch gültigen DIN 1045 [3] wird die Deckenstärke ohne Berücksichtigung der Betongüte ermittelt bzw. festgestellt. Wie anhand der Verformungen nachgewiesen, ist es demnach möglich, infolge des höheren E-Moduls bei Verwendung von B 35 ($E_b = 34.000$ MN/m²) die Deckenstärke auf $d = 26$ cm und bei Verwendung von B 45 ($E_b = 37.000$ MN/m²) auf $d = 25$ cm zu verringern.

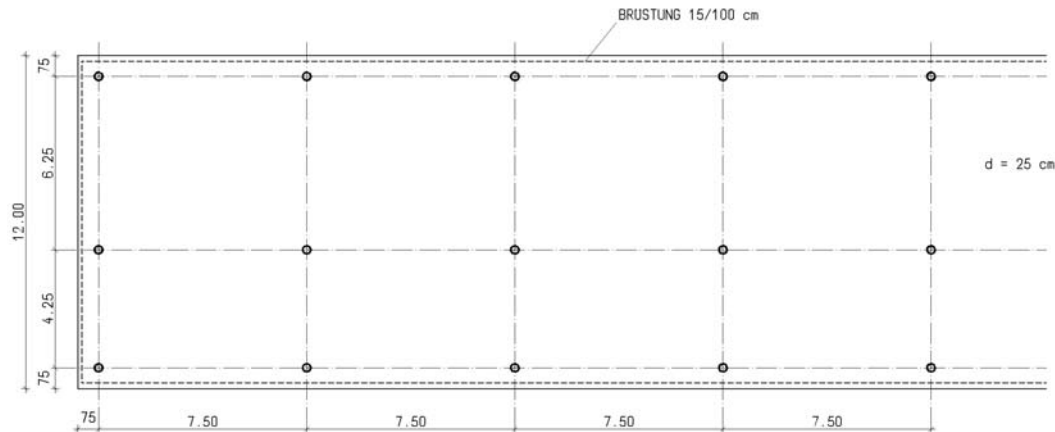
System A 10.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

In Gebäudelängsrichtung ist das Raster analog dem des Systems vorher, wobei die Randstützen um 75 cm vom Rand eingerückt werden.

Die Deckenstärke bleibt infolge der gleichen Achsweite in Gebäudelängsrichtung bei $d = 27$ cm wie vorher.

Man stellt sofort ein Anwachsen der Verformung im Eckfeld fest. Die Verformungen in den großen Innenfeldern fallen geringer aus, als beim System vorher, da die Stützenachsweite in Gebäudequerrichtung verringert wurde. Auch im kleinen Eckfeld werden größere Verformungen registriert; es ist abzulesen, dass ein Gurtstreifen in der Mittelachse des Gebäudes im Endfeld weniger Wirkung zeigt als in den Innenfeldern. In Querrichtung sind die Gurtstreifen in allen Achsen ablesbar.

Die Voraussetzungen zur Anordnung von Garagen sind hier günstig.

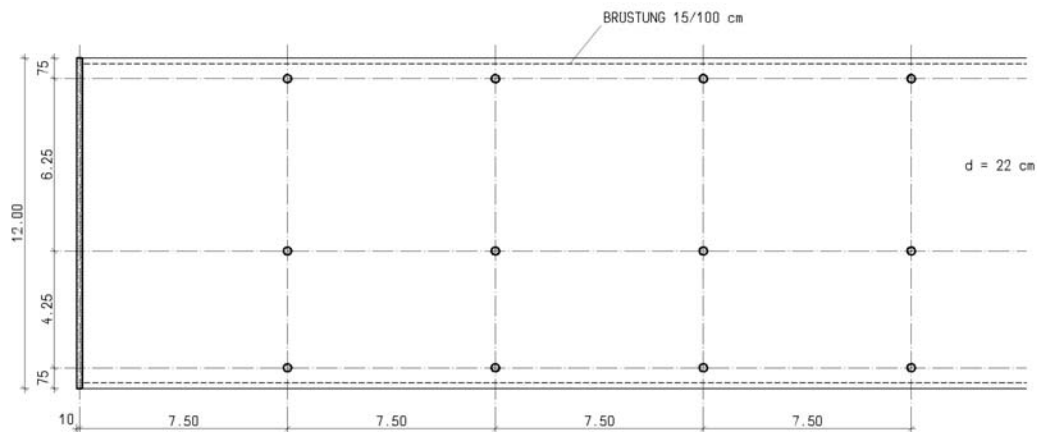
System A 10.2 Randstützen eingerückt und zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Bei zum System A 10.1 analogem Stützenraster wird hier zusätzlich ein Brüstungsüberzug am Deckenrand angeordnet.

Die Vergleichsrechnungen zeigen, dass die Deckenstärke hier trotz identischem Achsmaß zum System vorher nochmals um 2 cm auf $d = 25$ cm reduziert werden kann.

Im Vergleich zu den beiden Systemen vorher ergibt sich bei reduzierter Deckenstärke dennoch ein günstigeres Verformungsverhalten.

Die Voraussetzungen zur Anordnung von Garagen sind hier günstig.

System A 10.3 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung sowie St.B.-Wand als Endauflager mit Einspannung

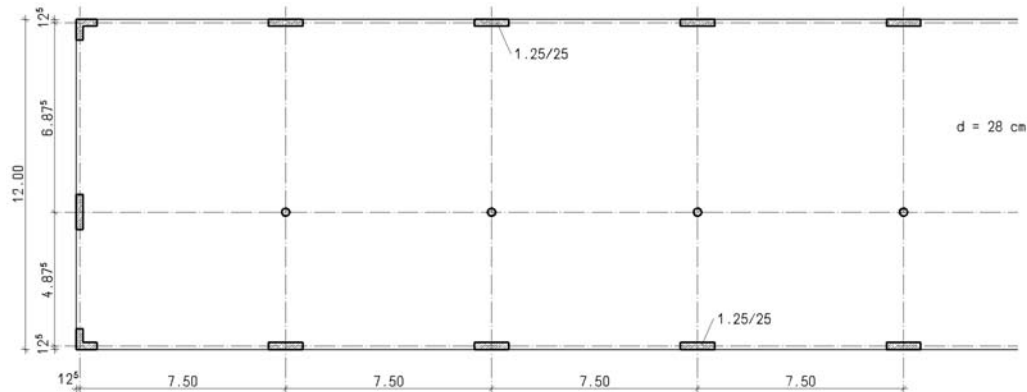
Das System entspricht in der Stützenstellung dem System A 10.2. Das Endfeld lagert allerdings auf einer Stahlbetonscheibe auf bzw. ist eingespannt.

Die Betrachtung eines Endfeldes ist hier somit nicht relevant. Die Deckenstärke wird für das Achsmaß des großen Feldes in Gebäudequerrichtung mit $d = 22 \text{ cm}$ ermittelt. Bei reduzierter Deckenstärke erhält man Verformungswerte, die in der Größenordnung denen der Systeme A 10.0 bzw. A 10.1 entsprechen.

Besonders anzumerken ist hier, dass sich die Deckenstärke aufgrund der Einführung des Randüberzuges und der Scheibe am Systemende im Vergleich zum ersten System um 5 cm verringert.

Die Anordnung einer Garage ist im wirtschaftlichen Bereich.

System A 10.4 Scheibenartige Randstützen mit Rahmenwirkung ohne Deckenrandverstärkung



Aufbauend auf dem Grundsystem A 10.0 werden hier die Stützen an der Fassade durch scheibenartige Stützen, die rahmenartig mit der Decke verbunden sind, ersetzt. Die Abmessungen dieser Scheiben werden mit 25 cm x 125 cm so gewählt, dass sie sich hinsichtlich der Breite in die Fassadengestaltung einfügen können und hinsichtlich Funktion und Innengestaltung der Räume keine Einbußen hinzunehmen sind.

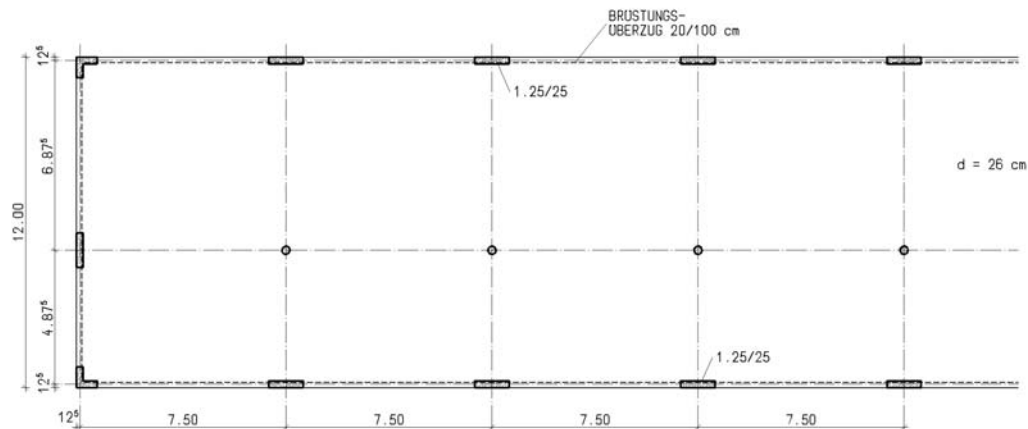
Auf Brüstungsüberzüge entlang der Fassade wurde verzichtet.

Das Verformungsbild zeigt zunächst ein verblüffendes Ergebnis: durch die angestrebte Rahmenwirkung der Fassadenscheiben erwartet man keine ungünstigere Tragwirkung bzw. Verformung als beim Grundsystem A 10.0 ermittelt wurde. Um jedoch eine Deckenkonstruktion zu erhalten, die in etwa qualitätsgleich mit dem Grundsystem A 10.0 ist, muss die Platte trotz Rahmenwirkung um 1 cm auf $d = 28$ cm verstärkt werden. Dabei werden im großen Eckfeld etwas größere Verformungen hingenommen.

Durch das Verformungsbild zeigt: die fehlenden Brüstungen an der Fassade führen zwischen den Pfeilern zu Verformungen, die wiederum in den Feldern größere Verformungen erzeugen, welche durch die angestrebte Rahmenwirkung nicht kompensiert werden können.

Durch die Achsweite von 7,5 m ist eine Grundlage für eine günstige Garagenanordnung gegeben. Zu beachten ist allerdings, dass die breiten Pfeiler im Garagengeschoss auf Stützen dimensionen zurückgeführt werden, die mit der Stellplatzanordnung der PKW verträglich sind.

System A 10.5 Scheibenartige Randstützen mit Rahmenwirkung und Deckenrandverstärkung



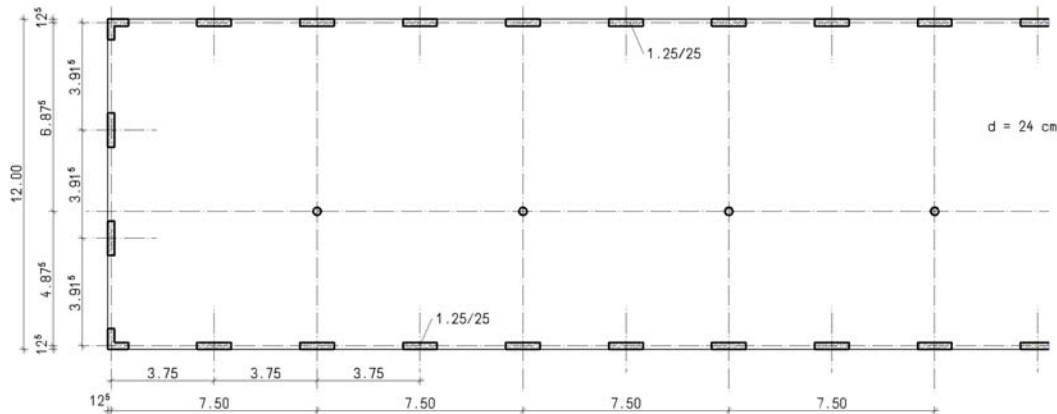
Das vorhergehende System A 10.4 wird minimal verändert, so dass nun an der Fassade Brüstungen angeordnet werden.

Das Verformungsbild verdeutlicht, wie durch die Brüstung und durch die Rahmenwirkung nun günstigere Verhältnisse geschaffen werden, so dass die Deckenstärke auf $d = 26 \text{ cm}$, also um 1 cm im Vergleich zur Deckenstärke beim System A 10.0, verringert werden kann. Die Deckenstärkendifferenz zum System vorher beträgt 2 cm.

Bemerkenswert ist das Verformungsverhalten im großen Eckfeld. Bedingt durch die Brüstung unterscheidet es sich nicht vom Verformungsverhalten in den anderen Feldern.

Die Voraussetzungen zur Anordnung einer Garage sind wie beim System A 10.4.

System A 10.6 Achsabstand der scheibenartigen Randstützen mit Rahmenwirkung halbiert und keine Deckenrandverstärkung



Aufbauend auf dem vorhergehenden System A 10.5 wird nun die Brüstung entfernt und dafür ein zusätzlicher Wandpfeiler zwischen den Systemachsen eingeführt.

Alle derartigen Scheiben werden wiederum rahmenartig mit der Decke verbunden.

Wie das Verformungsbild zeigt, ist die Tragwirkung durch den zusätzlichen Pfeiler entscheidend verbessert worden, so dass die Deckenstärke mit $d = 24$ cm um 4 cm geringer ist, als beim System A 10.4.

Durch die zusätzliche Scheibe an der so genannten Giebelseite des Gebäudes werden die Verformungen im großen Eckfeld überaus günstig beeinflusst, so dass dort die geringsten Verformungen auftreten.

Dieses System ist weniger garagenfreundlich als die Systeme vorher, da die zusätzlichen Pfeiler über der Garage abgefangen werden müssen. In der Regel sind derartige Abfangungen jedoch unproblematisch, da sich durch die Niveauverschiebungen zwischen Fußboden des Erdgeschosses und Decke über dem Garagenbereich, die hier außerhalb des Gebäudes zu liegen kommt, ein Deckensprung, also ein Unterzug ergibt.

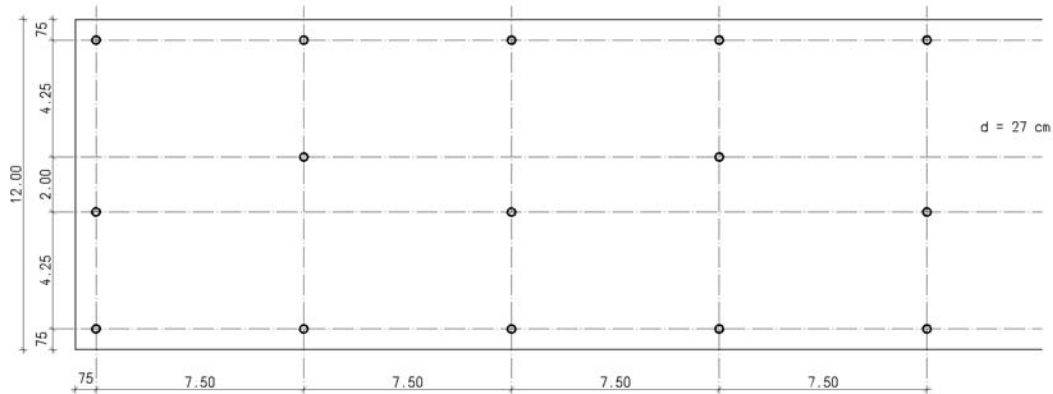
System A 11.0 Grundsystem Platte mit tanzenden Innenstützen, Randstützen und Randunter – überzügen

Waren die letzten Systeme durch eine asymmetrisch angeordnete Mittelstützenreihe gekennzeichnet, wird hier ein neuer Weg beschritten, indem man die Mittelstützen beidseitig von einer Mittelachse 'tanzend' abweichen lässt.

Die Deckenstärke wird hier mit $d = 27$ cm ermittelt.

Durch die Wechselwirkung der Mittelstützen werden die Verformungen in den großen Feldern reduziert. Die Verformung des Eckfeldes bleibt in einer Größenordnung, wie sie beim System A 10.0 auftrat. Alle anderen Verformungswerte sind wesentlich geringer.

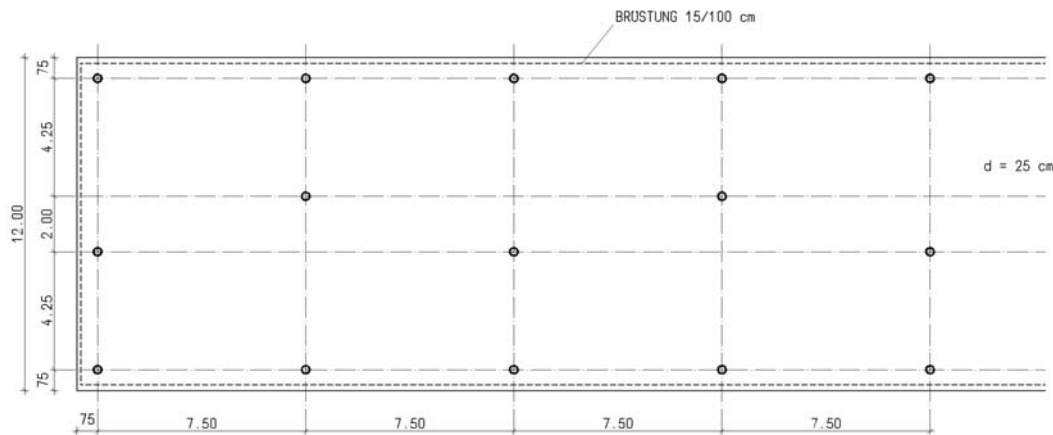
Für die Verfolgung einer Garagenanordnung ist dieses System eher ungünstig, es sei denn, man kann den Freiraum zwischen den Mittelstützenreihen als Fußgänger- oder Fluchtbereich begründen.

System A 11.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Entsprechend der bekannten Vorgehensweise, wurde die Randstütze um 75 cm eingerückt.

Die Verformung ist minimal größer als beim System zuvor, jedoch ausgeprägter in Gebäudequerrichtung. Alle anderen Verformungswerte entsprechen wegen der geringeren Stützenachse in Gebäudequerrichtung den Verformungen des Systems A 11.0.

Zur Anordnung von Garagen gelten die Aussagen zum System A 11.0.

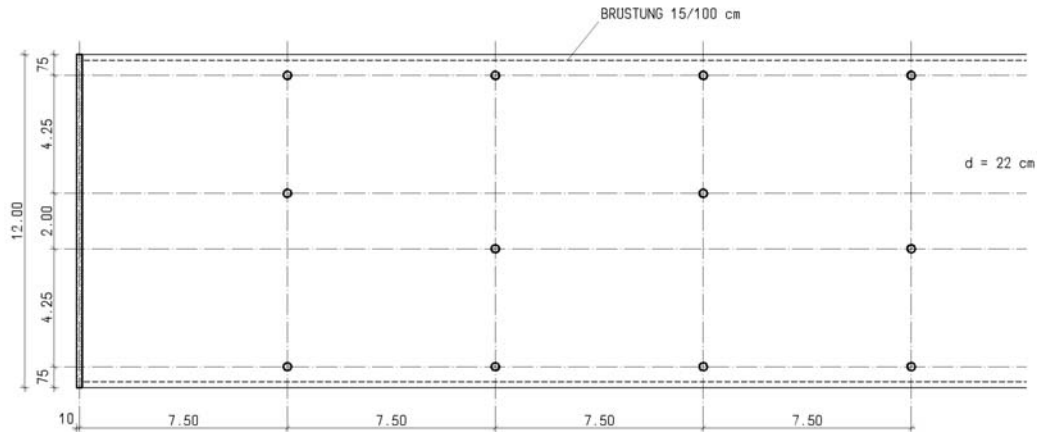
System A 11.2 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung

Hier wird das System A 11.1 mit einer zusätzlichen Brüstungsversteifung am Rand ausgestattet.

Durch Vergleichsberechnungen konnte die aufgezeigte Deckenstärke von $d = 25$ cm ermittelt werden.

Das Verformungsverhalten ist trotz geringerer Deckenstärke günstiger als bei den Systemen vorher.

Zur Anordnung von Garagen gelten die Aussagen zum System A 11.0.

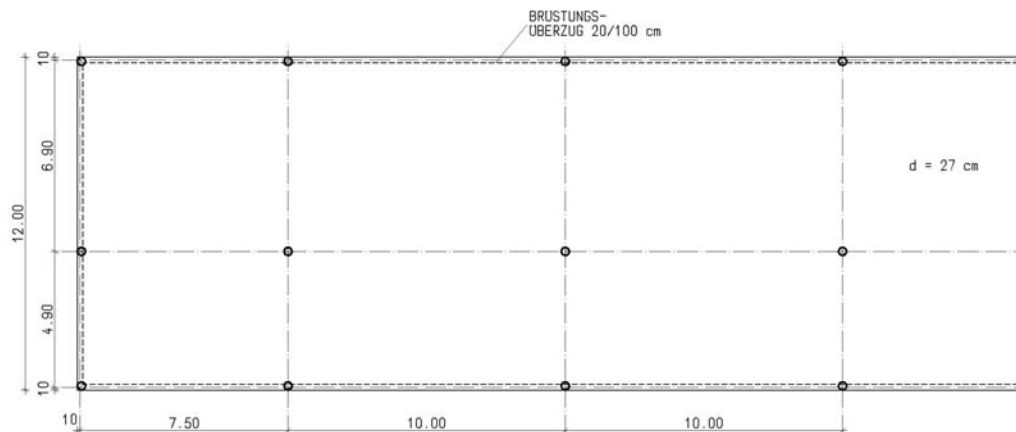
System A 11.3 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung sowie St.B.-Wand als Endauflager mit Einspannung

Das vorhergehende System wird abgewandelt, indem es an der Schmalseite durch eine Stahlbetonwand begrenzt wird.

Durch die Endauflagerung vereinheitlichen sich sämtliche Verformungswerte der großen Felder und liegen in einer akzeptablen Größenordnung analog denen beim System A 11.0.

Bemerkenswert ist auch die Einsparung bei der Deckenstärke.

Zur Anordnung von Garagen gelten die Aussagen zum System A 11.0.

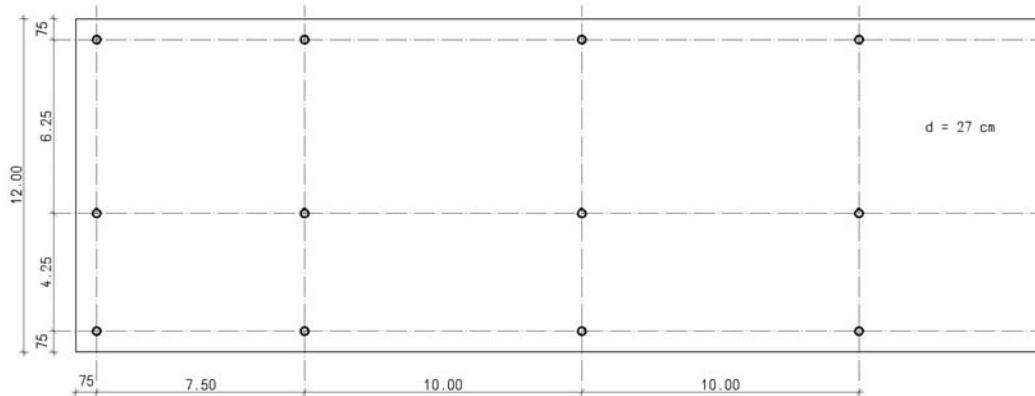
System A 12.0 Grundsystem Platte mit asymmetrischer Innenstützenreihe Randstützen und Randunter – überzügen sowie unterschiedlichen Stützweiten in Gebäudelängsrichtung

Reduziert man das Stützenraster in Gebäudelängsrichtung im Endfeld auf ca. 75 %, ergeben sich für die Ermittlung der Deckenstärke die gleichen Werte wie im Innenfeld. Infolge der unterschiedlichen Achsmaße kann die Deckenstärke in Gebäudequerrichtung in ähnlicher Größenordnung wie in Gebäudelängsrichtung abgeschätzt werden.

Dem Verformungsbild lässt sich entnehmen, dass sich die Gurtstreifen in Gebäudequerrichtung stärker ausbilden als in Gebäudelängsrichtung. Weiter stellt man fest, dass die größte Verformung nicht im Endfeld, sondern in den Innenfeldern auftritt. Der größte Verformungswert verschiebt sich zur Mittelachse hin.

Die sich einstellenden Verformungen sind im Hinblick auf die großen Achsweiten vertretbar. Beim Ausbau sind diese Verformungen jedoch nicht außer Acht zu lassen.

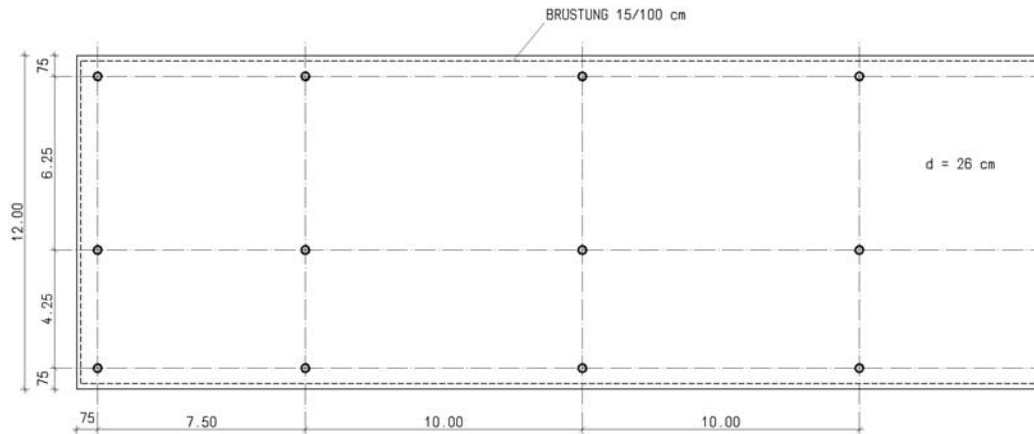
Das Raster ist für Garagenanordnungen sicher wirtschaftlich.

System A 12.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Die Randstützen werden wiederum um 75 cm vom Deckenrand eingerückt.

Das Verformungsbild lässt erkennen, dass sich die Gurte in Gebäudequerrichtung noch stärker ausbilden als beim System vorher. Durch die fehlende Randversteifung fallen die Verformungen in den großen Feldern minimal größer aus.

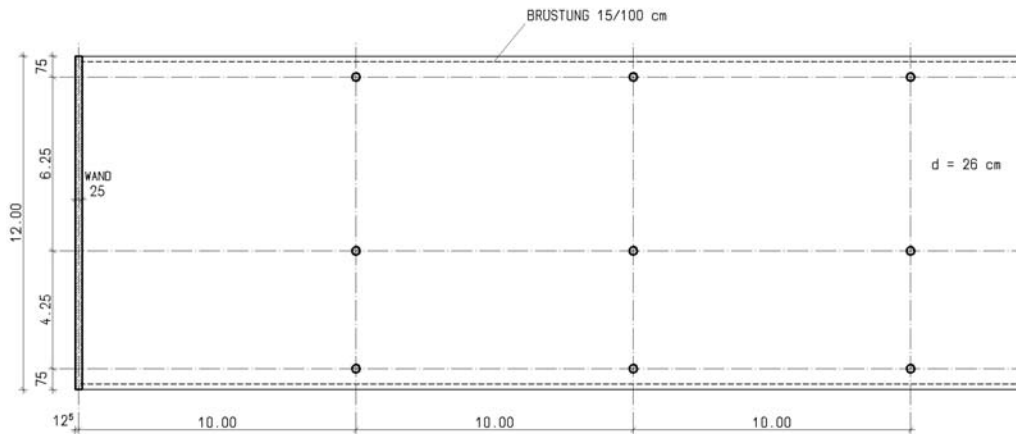
Das System ist für Garagenanordnungen sicher wirtschaftlich.

System A 12.2 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung

Bei gleicher Stützenstellung wie vorher wird der Deckenrand durch eine Brüstung versteift. Die Deckenstärke wurde um 1 cm auf $d = 26$ cm reduziert.

Wie das Verformungsbild zeigt, ist trotz geringerer Deckenstärken das günstigste Verformungsverhalten in der Gruppe der Systeme A 12 ermittelt worden. Hilfreich ist wieder der versteifende Deckenrand, wobei sich die Gurtstreifenwirkung eindeutig in Querstützenachse ablesen lässt.

Das System ist für die Anordnung von Garagen wirtschaftlich.

**System A 12.3 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung
und St.B.-Wand als Endauflager mit Einspannung**

Zur Vervollständigung der Systemserie A 12 wurde das Endauflager mit einer Stahlbetonwand versehen. Gleichzeitig wurde das erste Innenfeld auf 10 m vergrößert. Das Verformungsbild kann mit dem des Systems A 12.2 gleichgesetzt werden.

Zur Garagenanordnung gilt das gleiche wie bei System A 12.2.

System A 13.0 Grundsystem Platte mit asymmetrischer Innenstützenreihe, Randstützen und Randunter – überzug, die Randstützen sind gegenüber den Innenstützen um eine halbe Achse in Längsrichtung verschoben



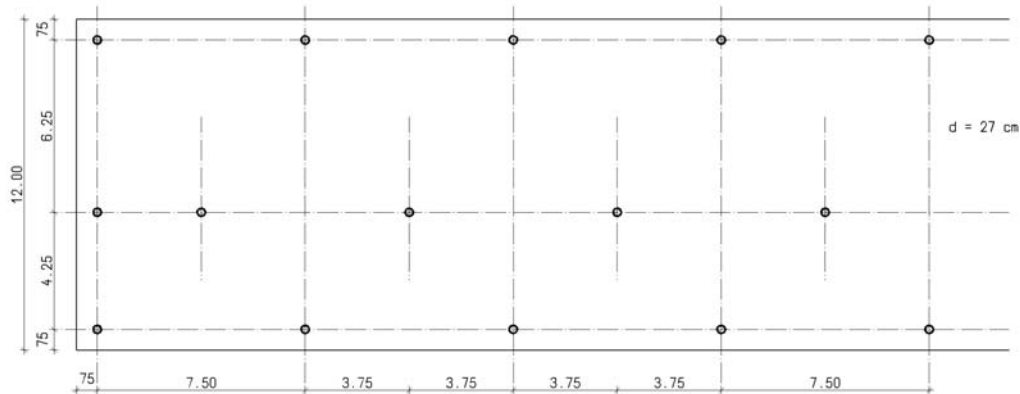
In der Serie A 11 ff. wurde demonstriert, dass die Stützen im Innenbereich nicht auf einer Achse liegen müssen, sondern dass sie auch um eine gedachte Achse pendeln können.

Genauso kann z. B. die Innenstützenreihe jeweils um eine halbe Achse zu den Außenstützen hin verschoben werden.

Wie bei diesem System gezeigt, kann infolge des Randüberzuges, aber auch aufgrund der Mittelstützenreihe die Deckenstärke mit $d = 24$ cm abgeschätzt werden.

Im Verformungsbild erkennt man die Gurtwirkung mit jeweils diagonal verlaufendem Grundriss bzw. in der Mittelachse. Die Verformungswerte zeigen eine vertretbare Größenordnung und entsprechen z. B. denen des Systems A 10.1, wobei die Deckenstärke hier geringer gewählt werden konnte. Die vorteilhafte Wirkung des Randunterzuges am Gebäudeende ist offensichtlich.

Bedingt durch die Achsweite der Innenstützenreihe ist eine Garage hier problemlos möglich.

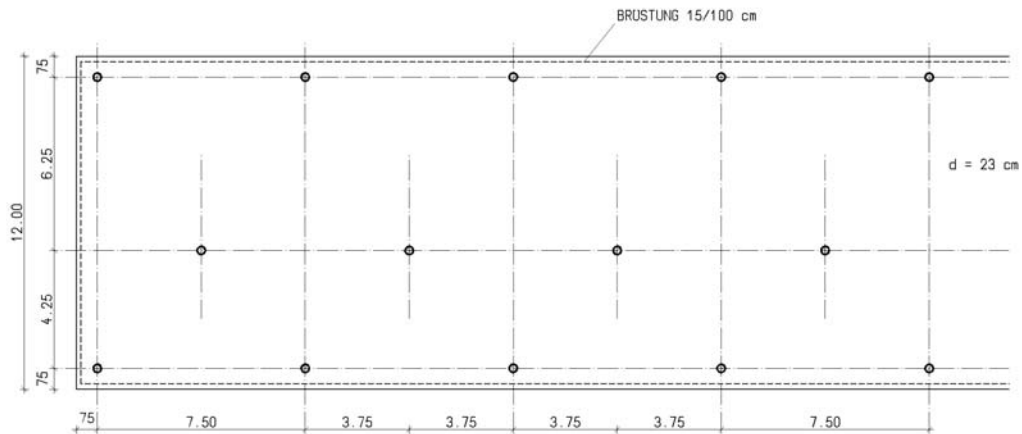
System A 13.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Obwohl die Randstützenreihe jeweils wieder um 75 cm vom Rand eingerückt wird, ist Maßstab für die Ermittlung der Deckenstärke das Endfeld in Gebäudelängsrichtung. Die Deckenstärke beträgt $d = 27$ cm.

Auch hier ist deutlich zu erkennen, wie sich die Gurtstreifen stützenverbindend ausbilden.

Aufgrund der stärkeren Decke und der eingerückten Stützenstellung ergeben sich günstigere Verformungswerte.

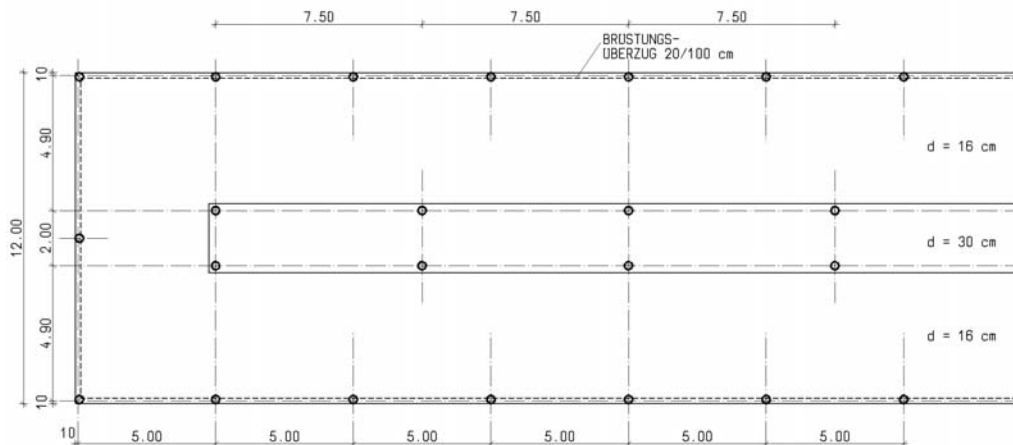
Die Voraussetzungen zur Anordnung von Garagen sind hier ebenfalls günstig.

System A 13.2 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung

Gemäß der bekannten Vorgehensweise wurde das Stützenraster des Systems A 13.0 hier um 75 cm eingerückt und ein umlaufender Brüstungsüberzug an den Deckenrändern angeordnet. Die Deckenstärke wurde auf $d = 23 \text{ cm}$ verringert. Die Verformungsgrößen liegen zwischen denen der beiden vorgenannten Systeme. Die Gurtstreifenbildung ist gut abzulesen.

Die Voraussetzungen zur Anordnung von Garagen sind natürlich auch hier günstig.

System A 14.0 Grundsystem Platte mit doppelter Innenstützenreihe und Plattenverstärkung im Innenstützbereich, Randstützen mit Randunterüberzug, Stützenraster innen und außen unterschiedlich



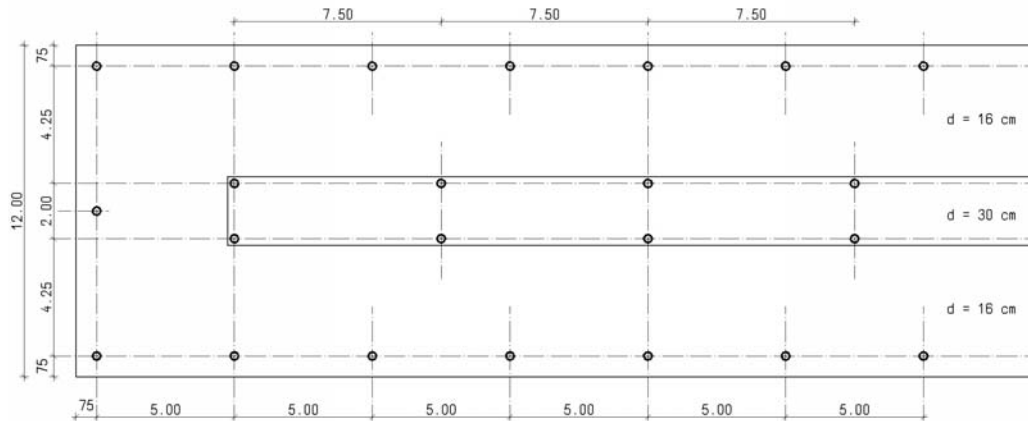
Bei den nachfolgenden Systemen wird ein neuer Weg aufgezeigt. An der Fassade wird ein verhältnismäßig enges Stützenraster installiert, während in der Mittelstützenreihe eine möglichst großzügige Rasterung in Gebäudelängsrichtung gewählt wird. Gleichzeitig kann der Wunsch nach in den Büroräumen im Vergleich zum Flur größeren Geschoßlichtern erfüllt werden.

Maßgebend für die Deckenstärkenermittlung ist das kleine Feld mit rund 5 m Achsweite am Gebäudeende. Eine Deckenstärke von $d = 16$ cm ist somit ausreichend. In der Mittelzone wird ein $d = 30$ cm starker Deckenstreifen eingeführt.

Dieses System hat den Vorteil, dass die Deckenfelder als teilvorgefertigte Elementdecken ausgeführt werden können.

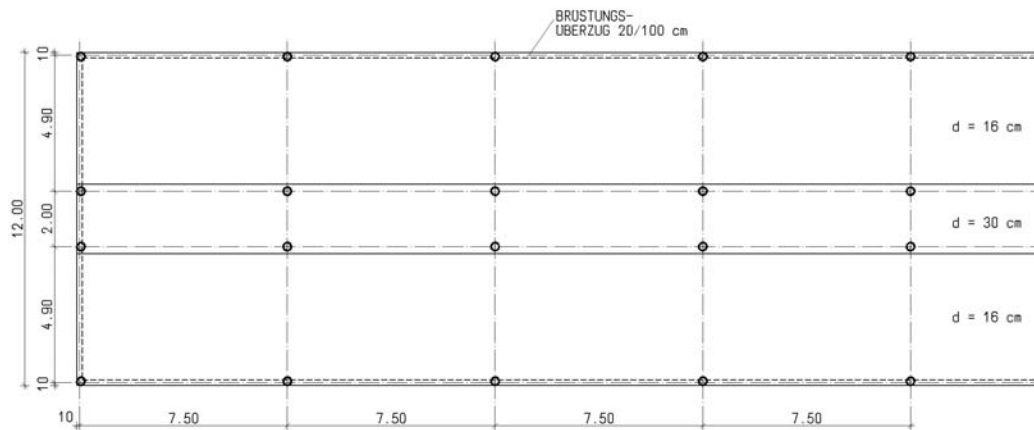
Die Verformungsgrößen sind im akzeptablen Bereich. Interessant ist, dass sich trotz Randüberzug und Deckenverstärkung im Inneren auch in Querrichtung bzw. diagonal von Stützenkopf zu Stützenkopf Gurtstreifen ablesen lassen. Die größte Verformung tritt nicht im Endfeld, sondern, bedingt durch das erste große Innenfeld, im Flurbereich auf.

Durch die Verdoppelung der Innenstützenreihe sind die Voraussetzungen zur Anordnung eher negativ.

System A 14.1 Randstütze eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Die Randstützen werden hier ebenfalls um 75 cm vom Gebäude Rand eingerückt, die Deckenstärken bleiben wie beim System vorher. Auffällig ist, dass sich durch das Einrücken der Innenstützen das Verformungsverhalten in allen Bereichen minimal verbessert und gleichmäßigt.

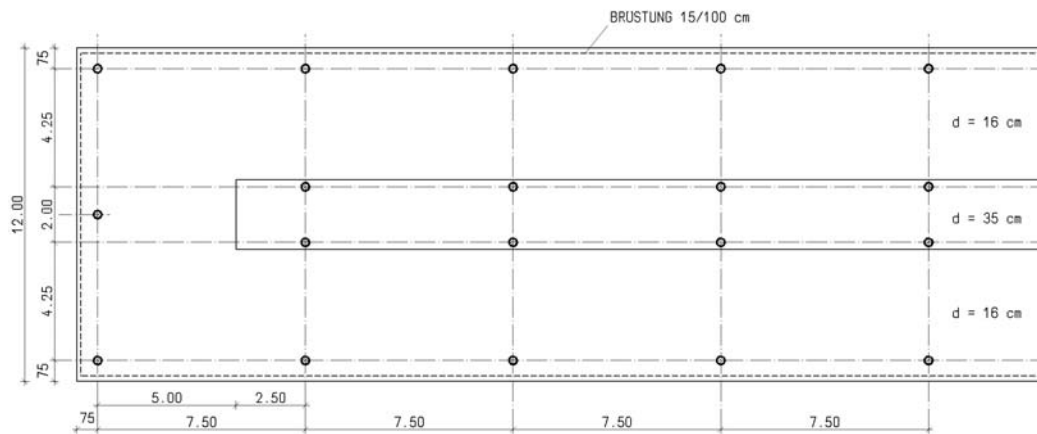
Zur Anordnung einer Garage ist das System eher nicht geeignet.

System A 14.2 Stützenraster in Längsrichtung gleich Deckenrandverstärkung und mittige Plattenverstärkung bis Gebäudeende durchlaufend

Das Achsmaß der Innen- und Außenstützen liegt auf einer Ebene. Der Gurtstreifen in Feldmitte wird bis an das Gebäudeende durchgezogen. Die Verformungen im Endfeld nehmen zu, sind aber bezogen auf das Achsmaß von 7,5 m vertretbar. Interessant ist, dass sich auch hier in Gebäudequerrichtung Gurtstreifen ablesen lassen.

Eine Anordnung von Garagen ist bei diesem System eher negativ zu bewerten.

System A 14.3 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung und längenbegrenzte mittige Deckenverstärkung



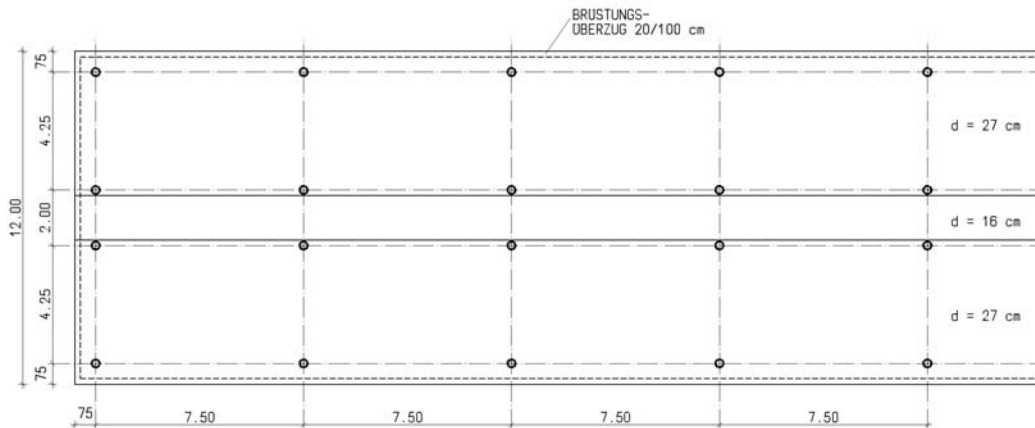
Aufbauend auf den vorhergehenden Systemen wird der Deckenstreifen im Flurbereich auf $d = 35$ cm verstärkt, mit der Maßgabe, dass dieser im Endfeld noch eine auskragende Wirkung erhält und dass umlaufend eine Decke mit $d = 16$ cm ausgeführt werden kann. Gleichzeitig wird die Randstützenreihe um 75 cm eingerückt, der Randstreifen wird durch einen Brüstungsüberzug verstärkt.

Das Ergebnis zeigt, dass trotz Verstärkung der Mittelplatte die Verformung im Endfeld anwächst. Bedingt durch die auskragende Wirkung des Mittelstreifens nehmen die Verformungen im zweiten Innenfeld ab und wachsen in den nächsten Feldern minimal an.

Wenn auch die Verformungen im Endfeld noch vertretbar sind, so ist das System insgesamt als unausgewogen zu bewerten.

Eine Anordnung von Garagen ist bei diesem System ebenfalls negativ zu bewerten.

System A 14.4 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung und Plattenstärkenreduzierung im Mittelbereich



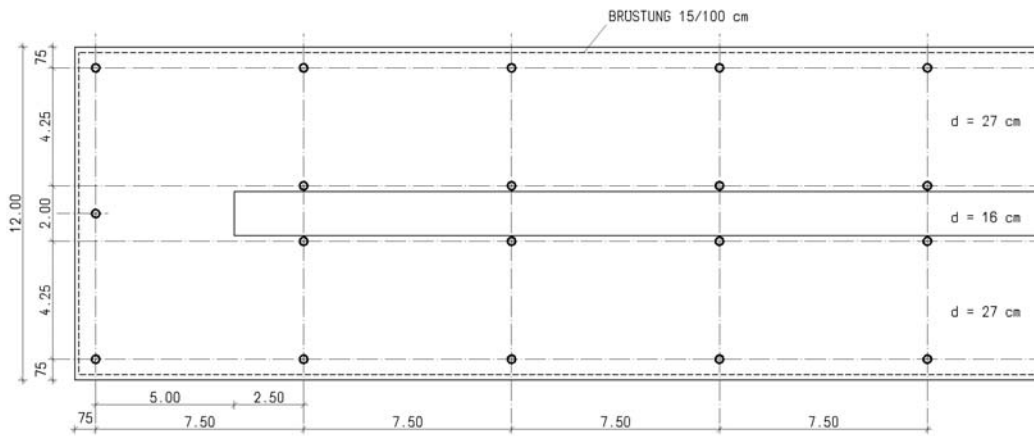
Hier wird ein neuer Weg beschritten, da im Flurbereich häufig Technikgewerke an der Deckenunterseite angeordnet werden. Zur Erzielung eines günstigen Gesamtergebnisses führt dieses System zur Verminderung der Konstruktionsstärken im Flurbereich.

Der Deckenstreifen im Flurbereich wird auf ein Mindestmaß von $d = 16$ cm zurückgeführt und auf der parallel verlaufenden Platte aufgelagert. Die Stärke der Randplatten ist gemäß der Achse von 7,5 m zu bemessen und wurde mit $d = 27$ cm ermittelt.

Das Verformungsverhalten ist sehr günstig, wobei die Verringerung der Plattenstärke im Verformungsbild nicht abgelesen werden kann.

Das System ist für die Anordnung von Garagen wenig tauglich.

System A 14.5 **Wie System vorher, jedoch Plattenstärkenreduzierung im Endfeld begrenzt**



Das System ist analog dem System A 14.4, jedoch wird der Innenstreifen nur bis ca. 1/3 des Endfeldes geführt.

Die Verformungen sind wie beim vorhergehenden System.

Das System ist für die Anordnung von Garagen wenig tauglich.

System A 15.0 Grundsystem Platte mit Quadratraster eines Endfeldes, sonstige Felder Rechteckraster



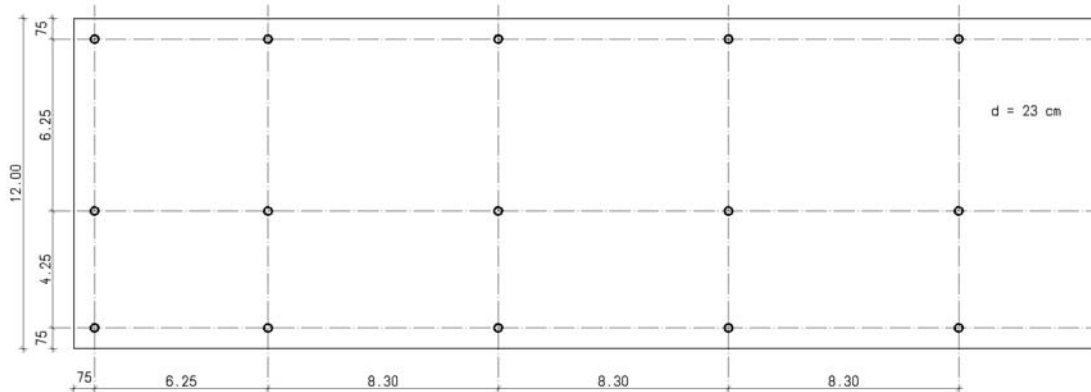
Ergänzend zu den Themen unter A 12 werden hier ähnliche Systeme verfolgt. Die Achsmaße in Gebäudelängsrichtung werden etwas variiert.

Das quadratische Endfeld ist bestimmend für die Deckenstärke bzw. Deckenschlankheit. Die Innenfelder besitzen die gleiche Deckenschlankheit wie das Endfeld in Gebäudelängsrichtung.

Verringert man das Achsmaß von der Systemreihe A 12 in Gebäudelängsrichtung minimal, erhält man selbstverständlich auch geringere Deckenstärken. Die auftretenden Verformungen liegen im vertretbaren Bereich. Allerdings müssen auch hier die Verformungen beim Ausbau weiter verfolgt werden.

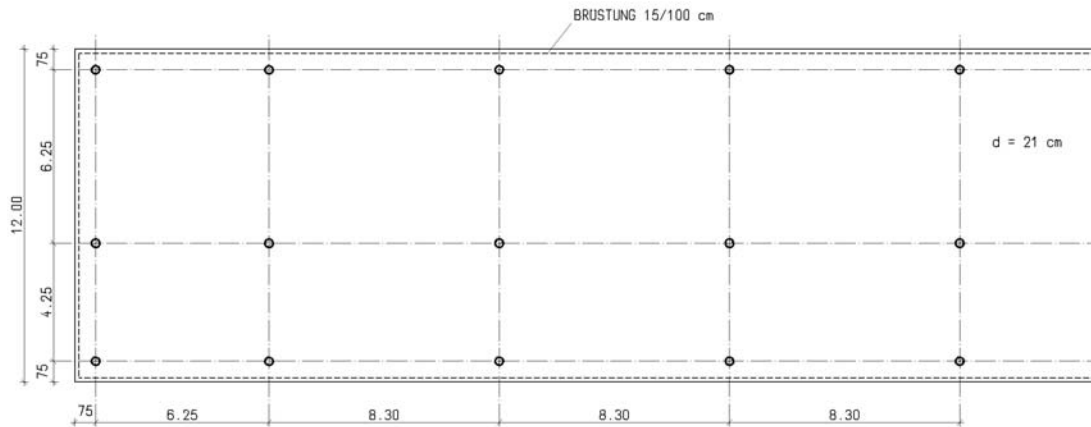
Es lässt sich erkennen, dass die Gurtstreifen in Gebäudequerrichtung deutlicher ausgebildet sind als in Gebäudelängsrichtung.

Aufgrund des gewählten Stützenachsmaßes in Gebäudelängsrichtung ergeben sich zu großzügige Parkplatzbreiten, die die Wirtschaftlichkeit vermissen lassen.

System A 15.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

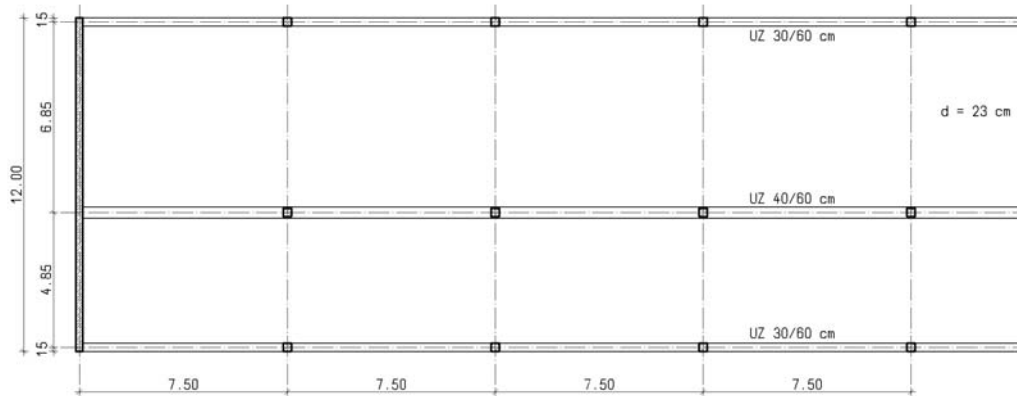
Das Achsmaß in Gebäudelängsrichtung wurde bei diesem System etwas verringert. Die Randstützen sind eingerückt. Die Deckenstärke konnte auf $d = 23 \text{ cm}$ verringert werden. Die Verformungsgrößen sind bezogen auf die Spannweiten etwas ungünstiger als im System A 15.0.

Bezüglich der Anordnung von Garagen sind hier großzügige Verhältnisse anzutreffen, die wirtschaftlich gerade noch vertretbar sind.

System A 15.2 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Das vorhergehende System wird mit einem umlaufenden Brüstungsüberzug am freien Deckenrand verstärkt. Obwohl die Deckenstärke reduziert wurde, liegen die Deckenverformungen in identischer Größenordnung wie beim vorhergehenden System.

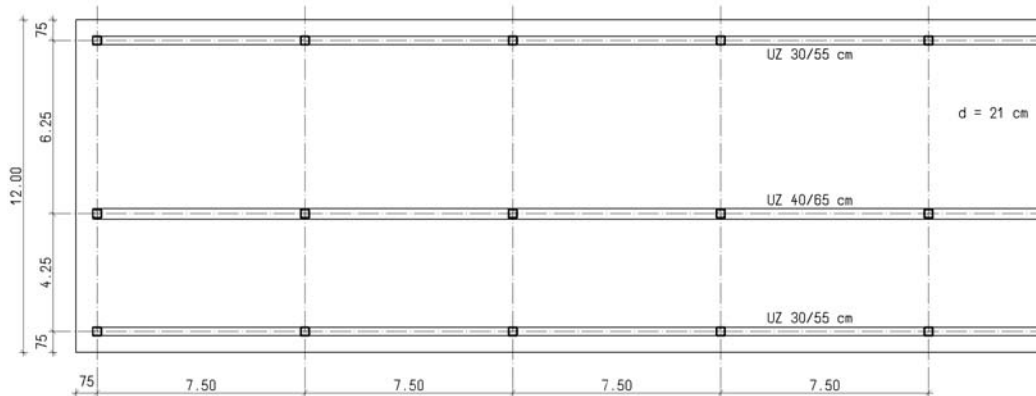
Bezüglich der Anordnung von Garagen sind hier großzügige Verhältnisse anzutreffen, die wirtschaftlich gerade noch vertretbar sind.

System A 16.0 Grundsystem Platte mit Unterzügen in Gebäudelängsrichtung sowie St.B.-Wand als Endauflager

Blickt man in die Vergangenheit, so waren Deckensysteme mit Unterzügen die gebräuchlichste Bauweise. Aus heutiger Sicht haben sie lediglich noch den Vorteil, dass die Decken teilverfertigt und auf den Ortbeton-Unterzügen aufgelagert werden können. Die Deckenstärke wird nach den Achsmaßen in Gebäudequerrichtung ermittelt.

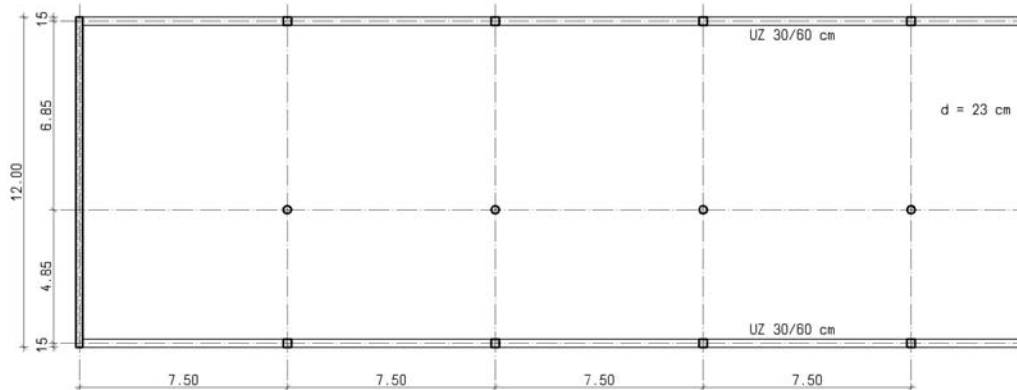
Das Verformungsverhalten der Decke ist, wie erwartet, gleichmäßig im großen Feld.

Das System ist garagentauglich.

System A 16.1 Randstützen eingerückt und keine Wand am Gebäudeende

Die Randstützen werden bei diesem System eingerückt. In Gebäudelängsrichtung werden Unterzüge angeordnet. Durch die geringere Spannweite in Gebäudequerrichtung kann die Deckenstärke reduziert und teilverfertigt werden. Die Deckenverformungen liefern keine Überraschungen.

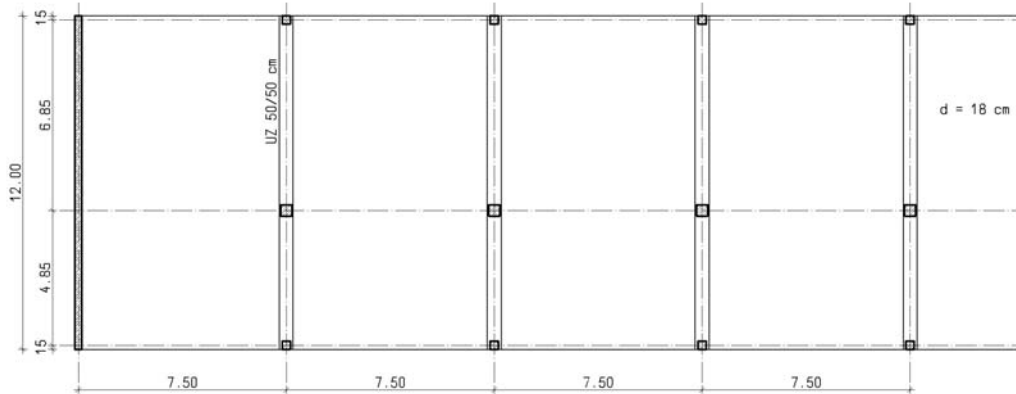
Das System ist ebenfalls garagentauglich.

System A 16.2 Kein Unterzug über Innenstützenreihe und St.B.-Wand am Gebäudeende

Zur Vervollständigung der Betrachtungen dieser Systemserie wird hier aufgezeigt, was geschieht, wenn bei einer Deckenstärke wie beim System A 16.0 der Unterzug in der Mittelachse entfällt. Im ersten System nehmen die Verformungen im großen Feld um rund 30 % zu, sind aber im Großen und Ganzen unschädlich.

Die Auswertung vermittelt gleichzeitig die Auskunft, wann ein Unterzug sinnvoll ist.

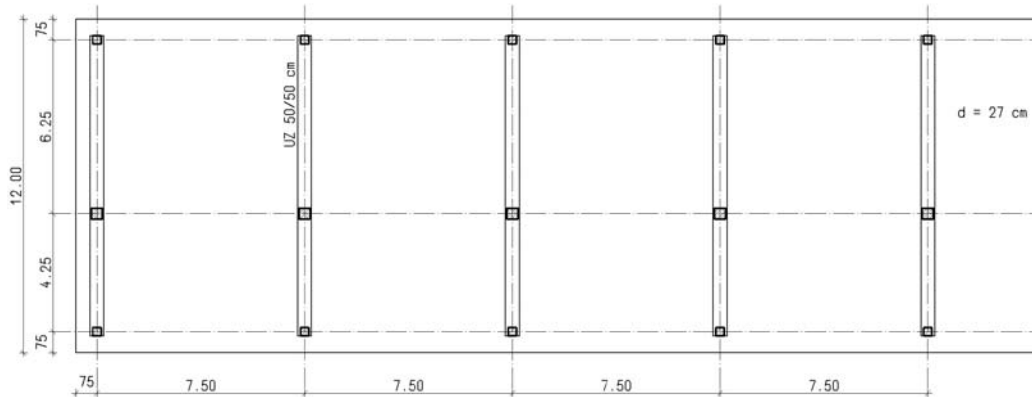
Garagen sind bei diesem System wirtschaftlich realisierbar.

System A 17.0 Grundsystem Platte mit Querunterzügen und St.B.-Wand mit Einspannung als Endauflager

Um die Unterzugsbetrachtungen zu komplettieren, wird ein Unterzugssystem in Gebäudequerrichtung aufgezeigt. Die Deckenstärke beträgt infolge der günstigen Einspannung $d = 18 \text{ cm}$. Die Verformungen sind plausibel.

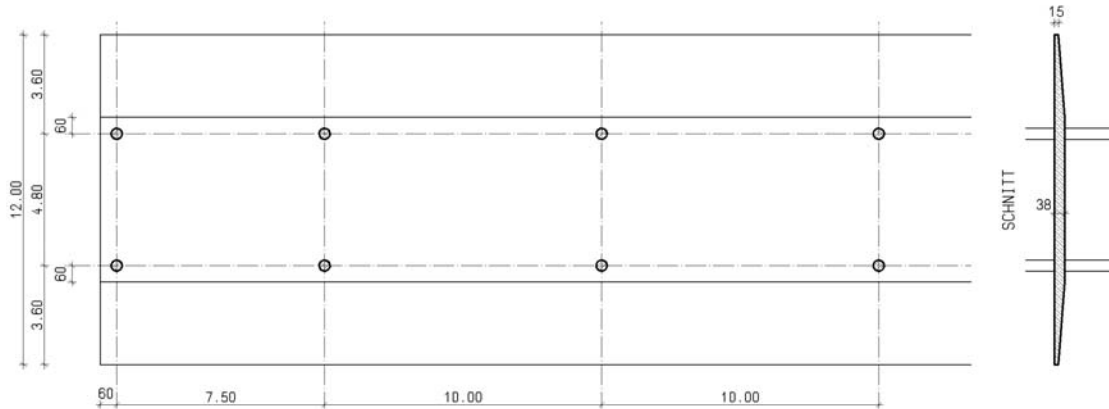
Eine Vorfertigung der Decken ist hier selbstverständlich möglich und sinnvoll.

Die Anordnung einer Garage mit diesem System ist möglich.

System A 17.1 Randstützen eingerückt

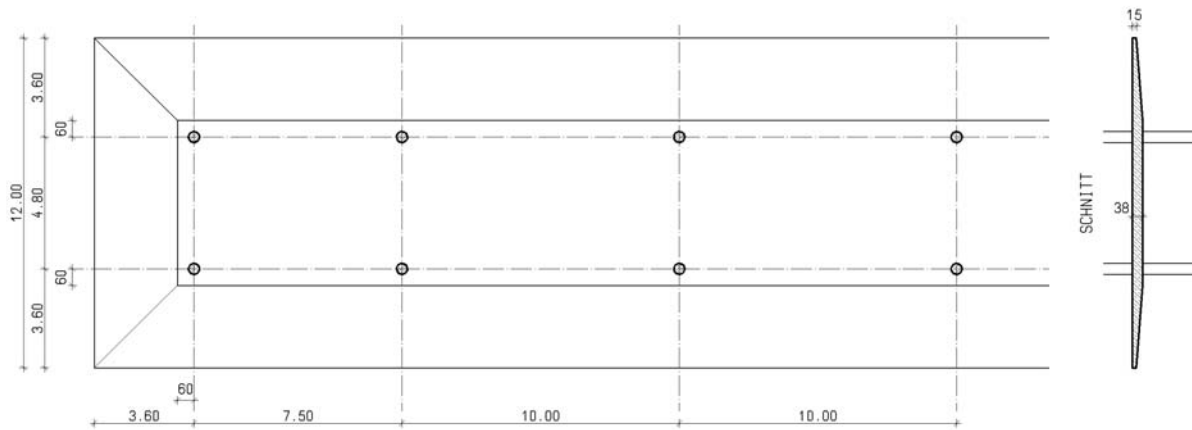
Die Randstützen werden um 75 cm vom Rand eingerückt. Wegen der fehlenden Endein-
spannung wächst die Deckenstärke auf $d = 27$ cm an. Die Verformungen sind gering. Ist
schon die Anordnung von Unterzügen in Gebäudequerrichtung infolge möglicher Installatio-
nen fraglich - das gleiche gilt selbstverständlich für das System A 17.0 - so bleibt hier der
Wunsch nach der Wirtschaftlichkeit des Deckensystems offen.

Die Anordnung einer Garage mit diesem System ist möglich.

System A 18.0 Grundsystem Platte mit doppelter Innenstützenreihe und keine Randstützen

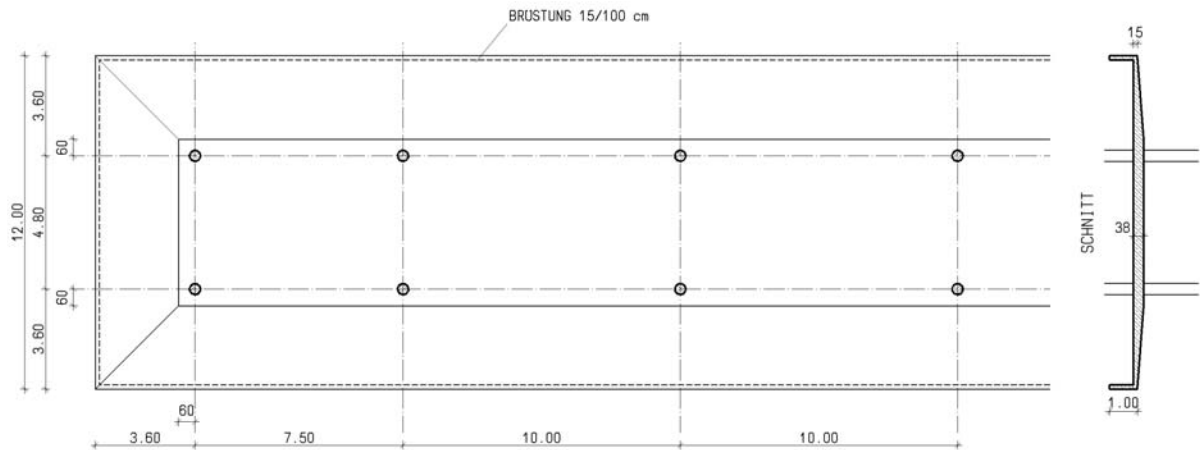
Zum Abschluss der Systemserie A werden nun einige Systeme aufgezeigt, die auf Stützen am Deckenrand verzichten, gleichzeitig aber zwei Stützenachsen in der Innenzone zulassen. Durch die Wahl der Stützenachsen Endfeld - Innenfeld ergeben sich relativ günstige Verformungswerte an den Deckenrändern, die bei Anordnung einer minimalen Deckenaufkantung sicherlich vergleichmäßig ausfallen würden. Die Verformungen im Innenbereich sind als günstig zu bezeichnen.

Als Grundlage für die Anordnung von Garagen ist dieses System sicher tauglich.

System A 18.1 Analog System vorher, jedoch Endfeld ebenfalls ohne Randstützen

Das System ist dem vorangegangenen ähnlich. Der auskragende Bereich wird jedoch auch an der Schmalseite eingeführt. Die Verformungen sind ähnlich wie beim System A 18.0, wobei sich die Auskragung am Gebäudeende etwas negativ auf das zweite Innenfeld auswirkt. Zur Vergleichmäßigung des Systems sollte das Achsmaß des ersten Feldes daher etwas vergrößert werden.

Für die Verfolgung einer Garage ist das System tauglich.

System A 18.2 Wie System vorher, jedoch mit Deckenrandverstärkung

Aufbauend auf dem System A 18.1 wird der freie Deckenrand durch eine umlaufende Brüstung versteift.

Das Ergebnis liegt auf der Hand: die Verformungen am Rand werden ausgeglichen.

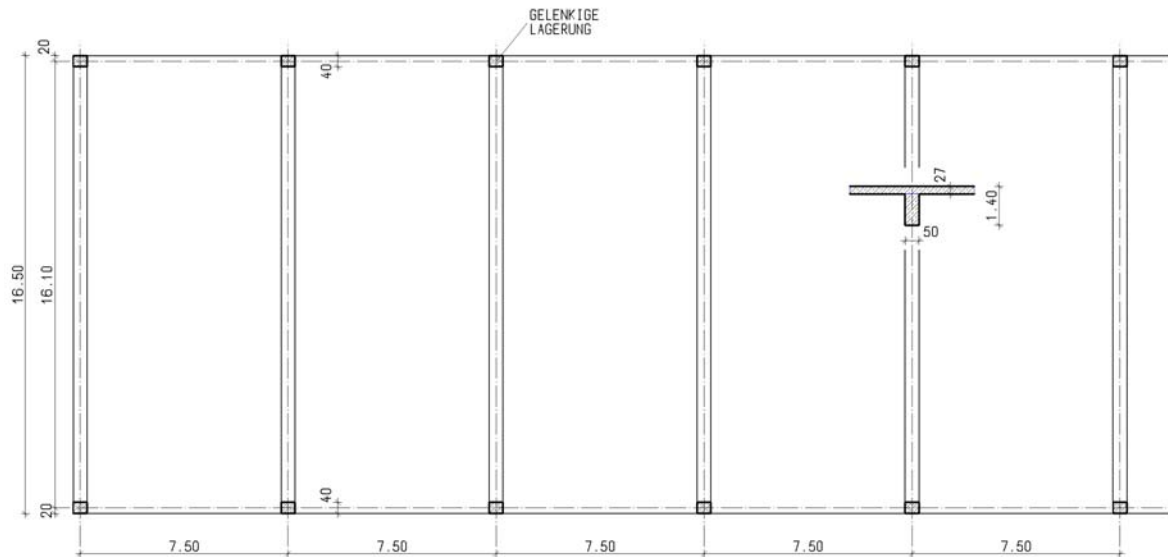
Für die Verfolgung einer Garage ist auch dieses System tauglich.

5. Deckensysteme B 1.1.0 bis B 22.3 für Geschossbauten mit 16,5 m Gebäudetiefe

In diesem Kapitel werden nun die Deckensysteme von B 1.1.0 bis B 22.3 dargestellt, analysiert und untereinander verglichen.

Eine Systemübersicht ist in Anhang 2 ab Seite A 201 zu finden.

System B 1.1.0 Grundsystem mit Pendelstützen entlang der Fassade



Auch hier wird, wie bei den Systemen vom Typ A, die gesamte Gebäudebreite stützenfrei überbrückt. Eine Vorfertigung ist wie beim System A 1 möglich.

Analog dem System A 1.1.0 handelt es sich hier ebenfalls bei der Platte und den Unterzügen um jeweils gerichtete (einachsige) Systeme, deren Bauteilstärken getrennt ermittelt werden.

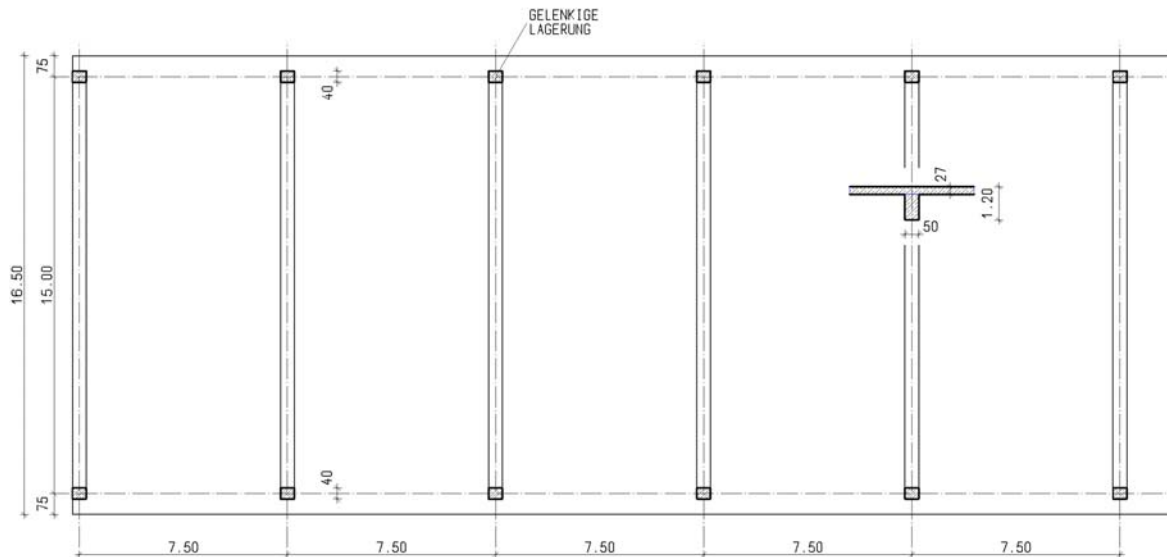
Auch hier ist das Ergebnis der Verformung der Platte von untergeordneter Bedeutung. Bedingt durch die Verformung des Unterzuges treten jeweils die größten Verformungen in Plattenmitte auf, wobei erwartungsgemäß die größte Verformung im Endfeld auftritt.

Es ist sehr schön zu erkennen, wie sich der Randunterzug durch den unterschiedlichen Lasteintrag der Decke auf die Unterzüge infolge gleicher Bauteilhöhe, also annähernd gleicher Steifigkeit, geringer durchbiegt. Der Randunterzug könnte somit vom Verformungsverhalten schlanker dimensioniert werden.

An den Plattenrändern sind die Verformungen unbedeutend, so dass der Einbau einer Fassade keine Probleme bereitet.

Das Gesamtsystem liefert günstige Voraussetzungen für die Anordnung einer Garage.

System B 1.1.1 Randstützen eingerückt

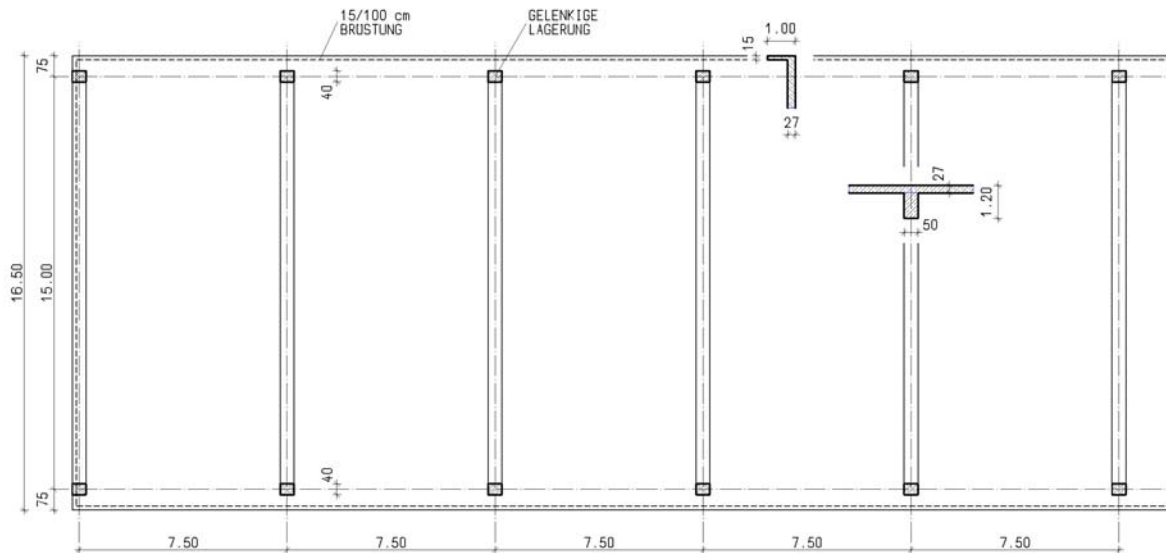


Die Plattenstärke entspricht der des vorherigen Systems. Die Stützenachse ist um jeweils 75 cm vom Plattenrand eingerückt. Anders als beim System vorher konnte jedoch die Bauteilhöhe des Unterzuges wesentlich reduziert werden.

Die Verformungen sind nahezu identisch wie beim System vorher, wobei sich an den Deckenrändern infolge der eingerückten Stützenstellungen günstigere Verformungen ergeben. Dies liegt wiederum an der minimalen Ausbildung eines Kragarmes in Riegelachse. Durch die Verformung des Riegels in Feldmitte nach unten erfährt der Kragarm am Ende eine leichte, nach oben gerichtete Verformung.

Wie auch vorher sind die Voraussetzungen für eine Garage günstig.

System B 1.1.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung



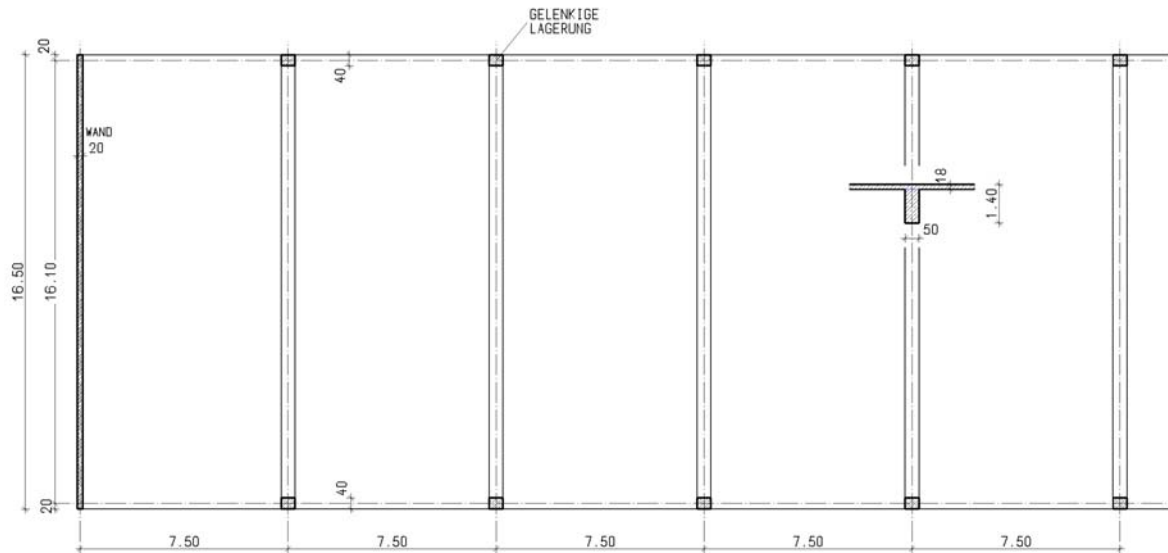
Das System entspricht dem vorhergehenden System, allerdings mit der Abänderung, dass an den freien Deckenrändern ein Brüstungsüberzug angeordnet wird.

Interessant ist, dass sich bei dem gegebenen Seitenverhältnis entgegen dem System A 1.2.1 keine Vergünstigung infolge Brüstung auf die Verformung der Decke bzw. deren Schlankheit einstellt. Bei gleicher Deckenstärke wie im System vorher ergeben sich nahezu exakt die gleichen Verformungen in Feldmitte.

Es lässt sich daher ableiten: je näher sich bei derartigen Systemen die Seitenverhältnisse der Felder denen eines Quadrates annähern, je günstiger wirkt sich die Brüstung auf die Schlankheit der Decke aus.

Die Voraussetzungen für eine Garage sind nach wie vor günstig.

System B 1.2.0 Grundsystem mit St.B.-Wand als Endauflager mit Einspannung



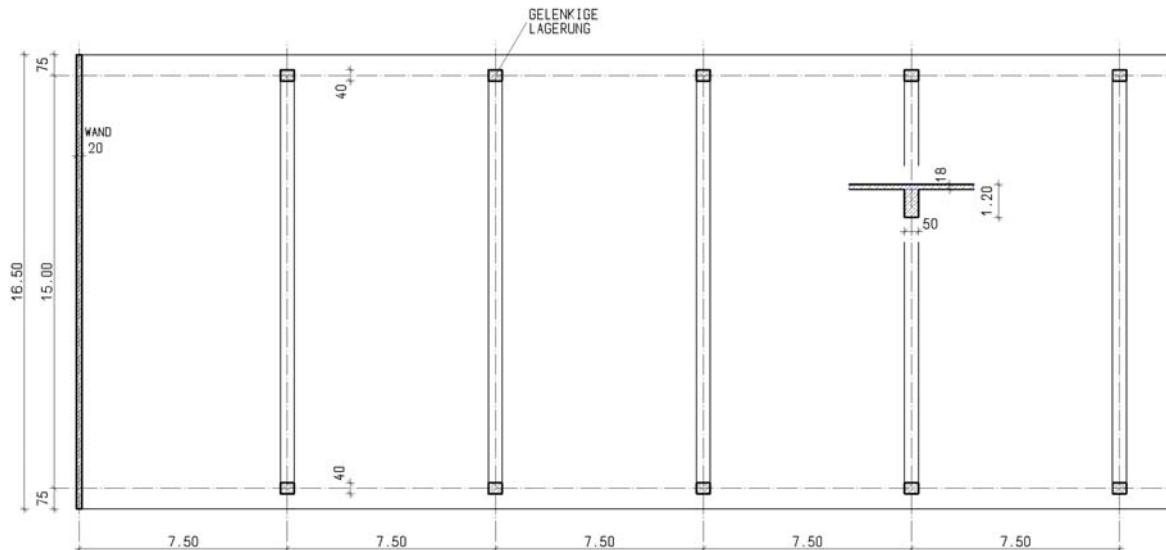
Dieses System unterscheidet sich von dem System B 1.1.0 dadurch, dass das Endauflager nicht durch einen Unterzug, sondern durch eine Stahlbetonscheibe gegeben ist und somit eine Einspannung am Endauflager angesetzt werden kann. Die Unterzugshöhen werden beibehalten, wobei die Plattenstärke von $d = 27$ cm auf $d = 18$ cm reduziert werden kann.

Die Verformung der Unterzüge verringerte sich etwas, während die Verformung in Plattenmitte unbedeutend zugenommen hat. Dabei weist die Platte im Endfeld die geringste Verformung auf. Aufgrund des Gesamtverformungsverhaltens des Endfeldes in Verbindung mit dem ersten Unterzug verschiebt sich die größte Durchbiegung in der Platte minimal aus Feldmitte zum ersten Unterzug hin.

Bedingt durch die geringere Plattenstärke sind die Verformungen am Plattenrand etwas größer als beim System B 1.1.0.

Die Voraussetzungen für die Anordnungen einer Garage sind hier sehr günstig.

System B 1.2.1 Randstützen eingerückt

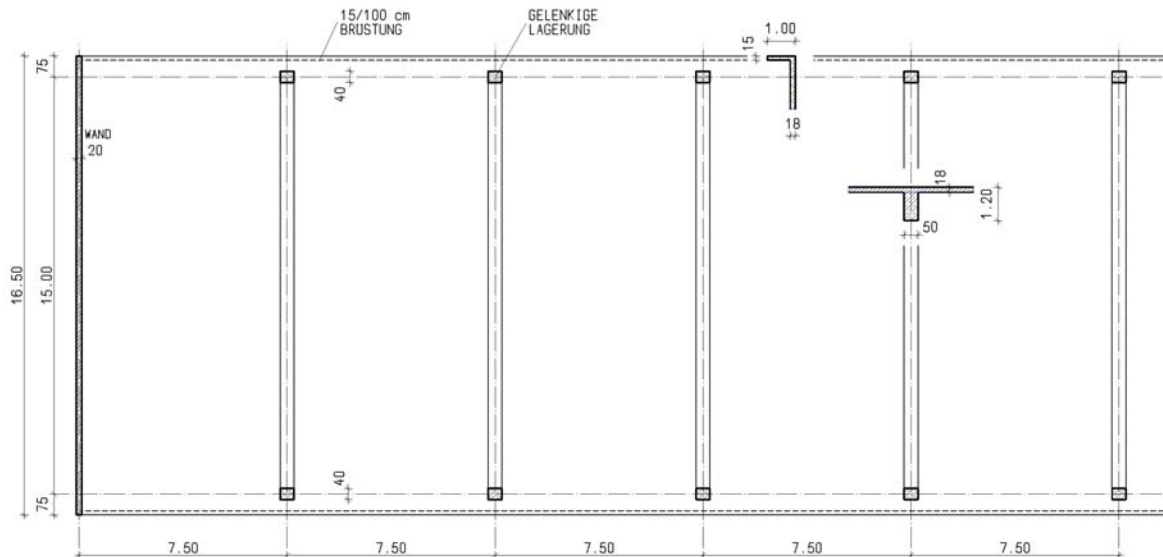


Entgegen dem System vorher werden die Stützenachsen um 75 cm vom Plattenrand eingerückt. Wie beim System B 1.1.1 kann die Unterzugshöhe reduziert werden.

Infolge der Endauflagerung auf einer Stahlbetonscheibe kann die Deckenstärke analog dem System vorher auf 18 cm reduziert werden.

Die Verformungen sind vergleichbar denen beim System vorher, wobei sich auch hier wiederum durch die eingerückte Stützenstellung in der Fassade am Deckenrand günstigere Verformungen einstellen (vgl. System B 1.1.1).

Die Voraussetzungen für die Anordnungen einer Garage sind hier sehr günstig.

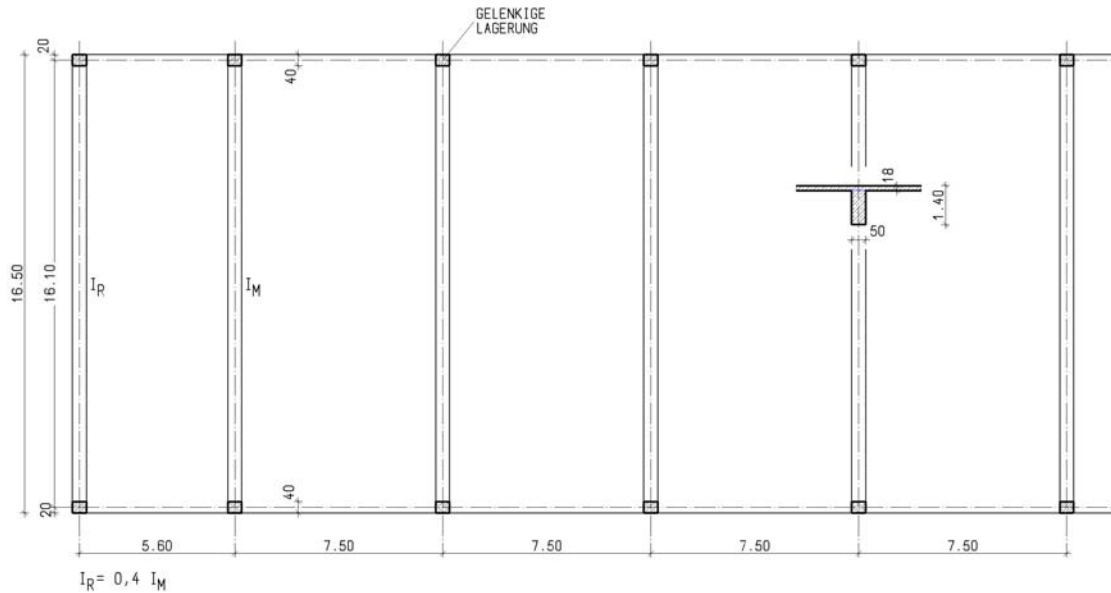
System B 1.2.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung

Dieses System unterscheidet sich vom vorherigen System dadurch, dass am Deckenrand eine Brüstung angeordnet wurde. Wie schon beim System B 1.1.2 festgestellt, ergeben sich auch hier keine Vergünstigungen für die Plattenverformung aufgrund des Brüstungsüberzuges. Die Verformungen entsprechen denen beim System vorher.

Die Erkenntnisse zu System B 1.1.2 treffen hier analog zu.

Die Voraussetzungen für die Anordnungen von Garagen sind hier sehr günstig.

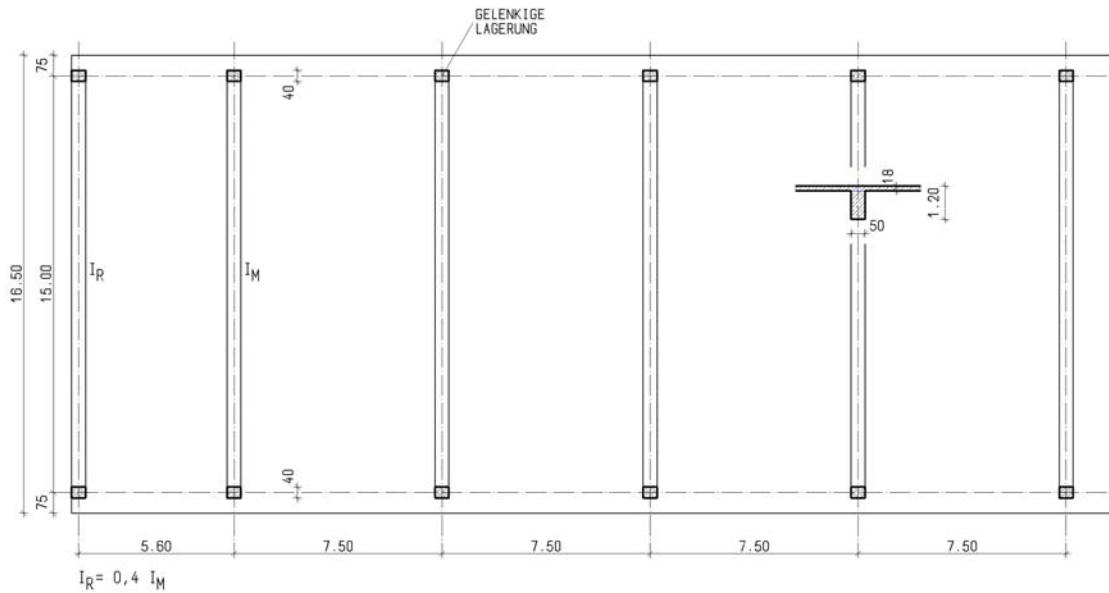
System B 1.3.0 Grundsystem mit verkleinertem Endfeld



Wie schon bei den Systemen vom Typ A 1.3.0 wurden die Spannweiten des Endfeldes gegenüber den Innenfeldern um 75 % verringert. Wie schon beim genannten System demonstriert, kann somit auch hier die Plattenstärke in gleicher Weise reduziert werden. Analog zu den Erkenntnissen zum vorgenannten System A wurden auch hier die Randriegel in ihrer Steifigkeit reduziert. Bei gleicher Riegelhöhe und Deckenstärke sind die Verformungen identisch dem System B 1.2.0.

Für die Anordnung einer Garage sind die Voraussetzungen bei diesem System günstig.

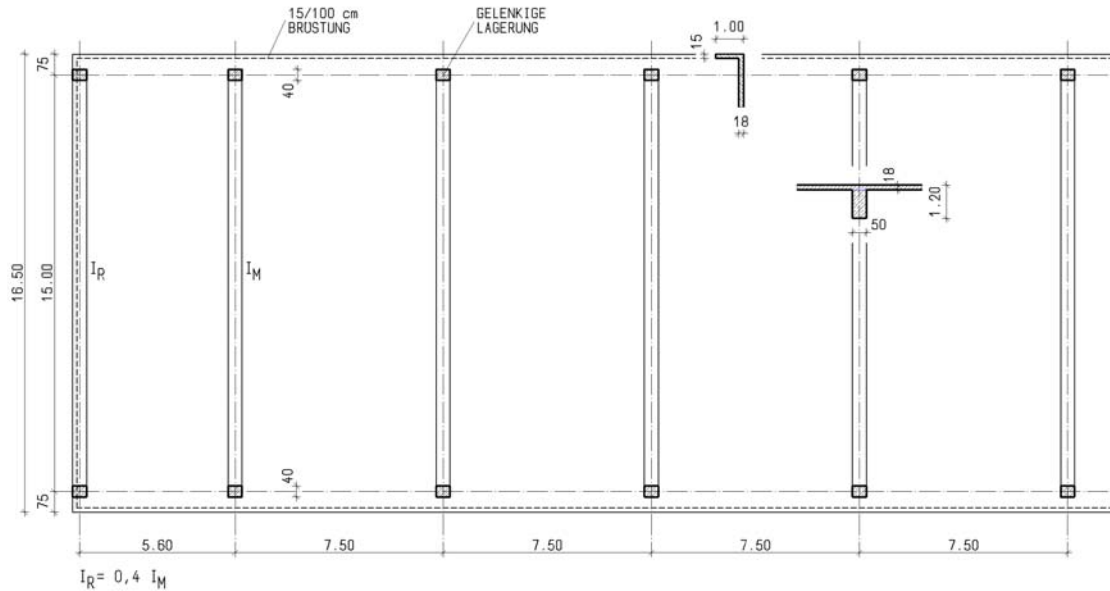
System B 1.3.1 Randstützen eingerückt



Entsprechend der bekannten Vorgehensweise werden hier die Fassadenstützen wieder vom Plattenrand eingerückt. Bei gleichen Bauteilstärken sind die Ergebnisse der Verformung identisch zum System B 1.2.1.

Es liegen günstige Voraussetzung für eine Garagenanordnung vor.

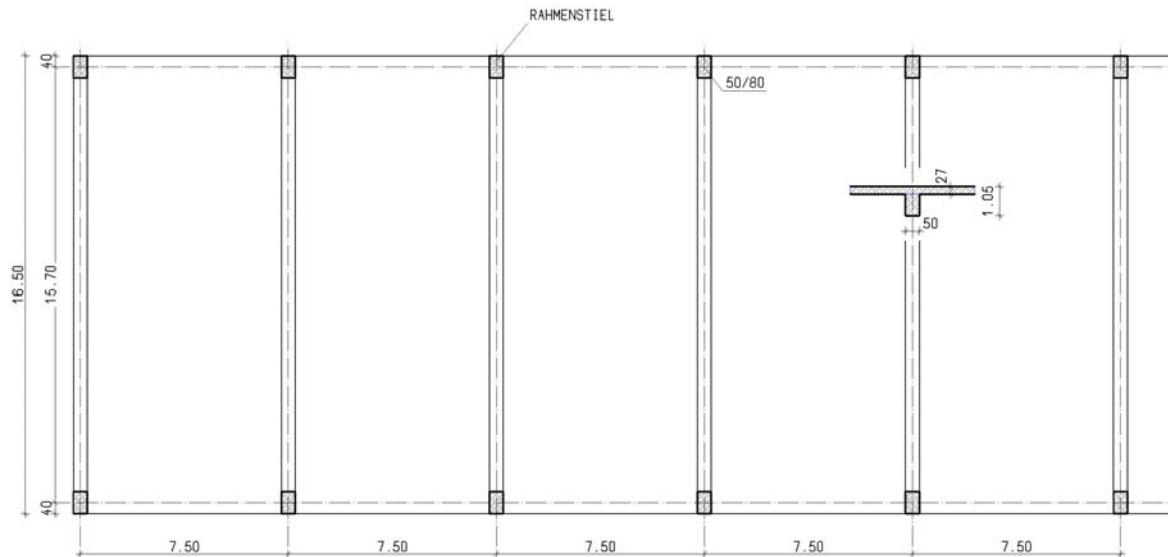
System B 1.3.2 Randstützen eingerückt mit Deckenrandverstärkung



Auch hier kann wiederum festgestellt werden, dass sich bei Anordnung einer Brüstung an den Deckenrändern infolge des Seitenverhältnisses der Felder bezüglich der Deckenschlankheit keine Vergünstigungen einstellen.

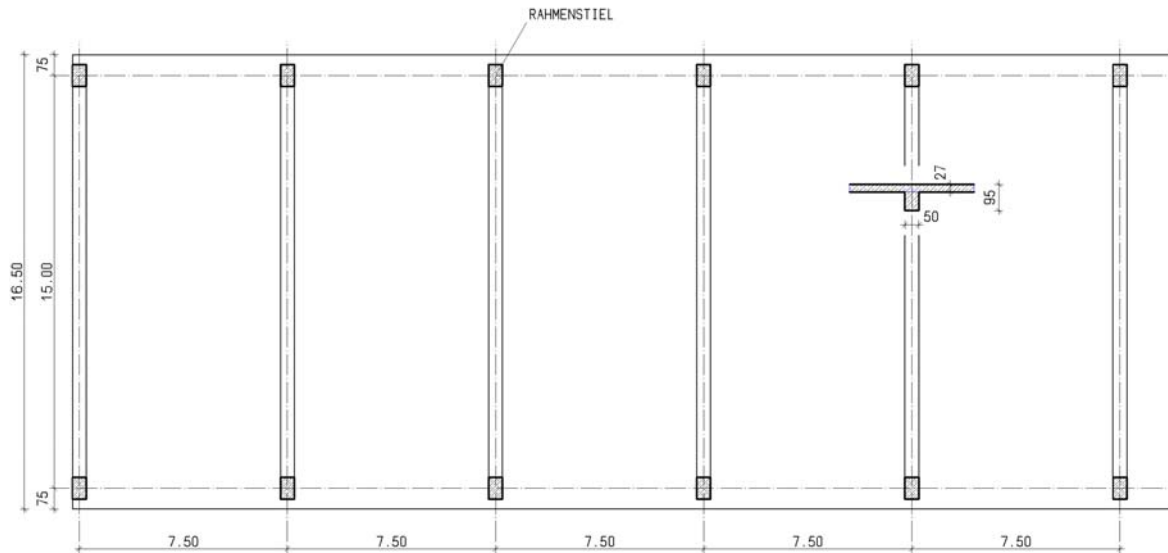
Die bei B 1.2.1 gewonnenen Erkenntnisse gelten auch hier.

Die Voraussetzungen zur Garagenanordnung sind günstig.

System B 2.1.0 Grundsystem mit Rahmenstielen entlang dem Deckenlängsrand

Analog zu den Systemen A 2.1.0 ff. werden hier die Unterzüge rahmenartig mit den Stützen verbunden. Bedingt durch das gleiche Grundsystem für die Platte entspricht auch die Plattenstärke der des Systems B 1.1.0. Durch die Rahmenwirkung der Unterzugsstütze kann die Unterzugshöhe reduziert werden. Das Verformungsbild des Gesamtsystems ist vergleichbar mit dem des Grundsystems B 1.1.0.

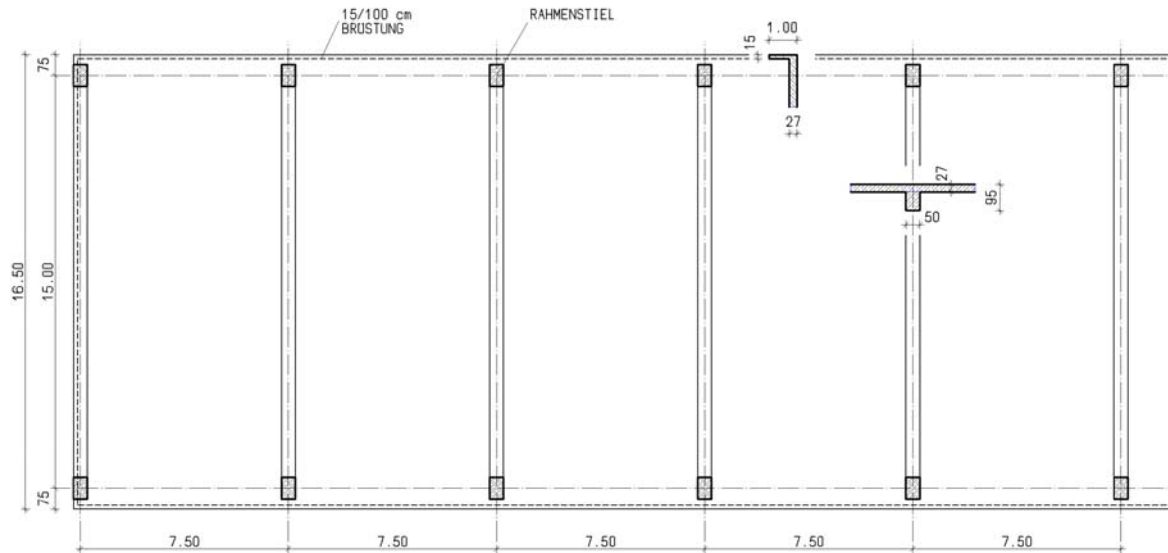
Die Voraussetzungen für Garagenanordnungen sind hier günstig.

System B 2.1.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt

Entgegen dem System vorher werden die Stützen um 75 cm vom Plattenrand eingerückt. Dadurch kann gleichzeitig die Unterzugshöhe nochmals reduziert werden.

Das Verformungsverhalten ist identisch und vergleichbar mit dem beim System vorher.

Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind günstig.

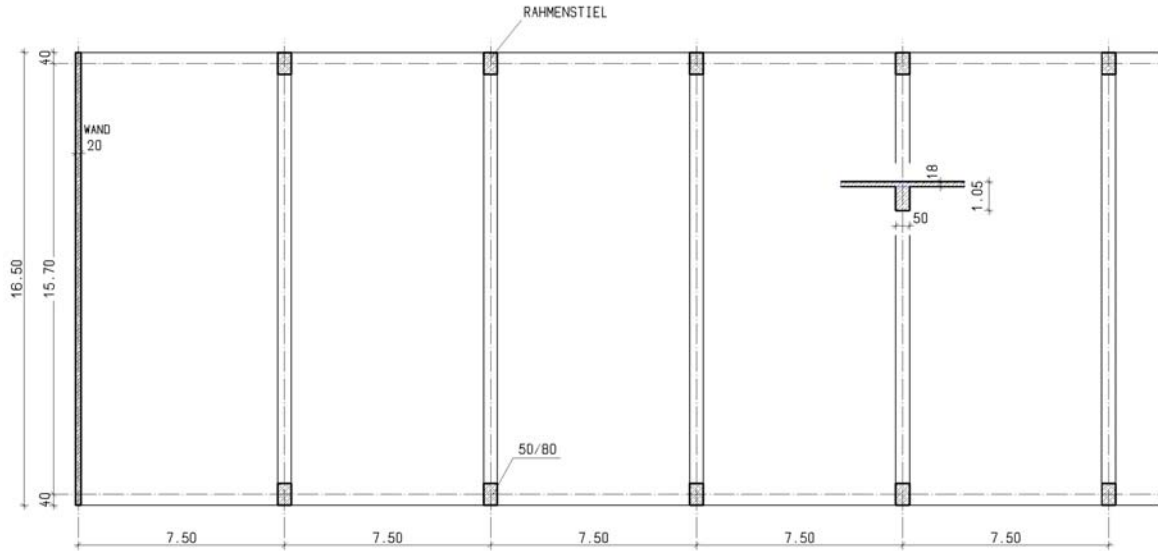
System B 2.1.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung

Auch hier kann festgestellt werden, dass sich trotz Anordnung einer Brüstung am Deckenrand für die Platte keine günstigeren Verhältnisse einstellen.

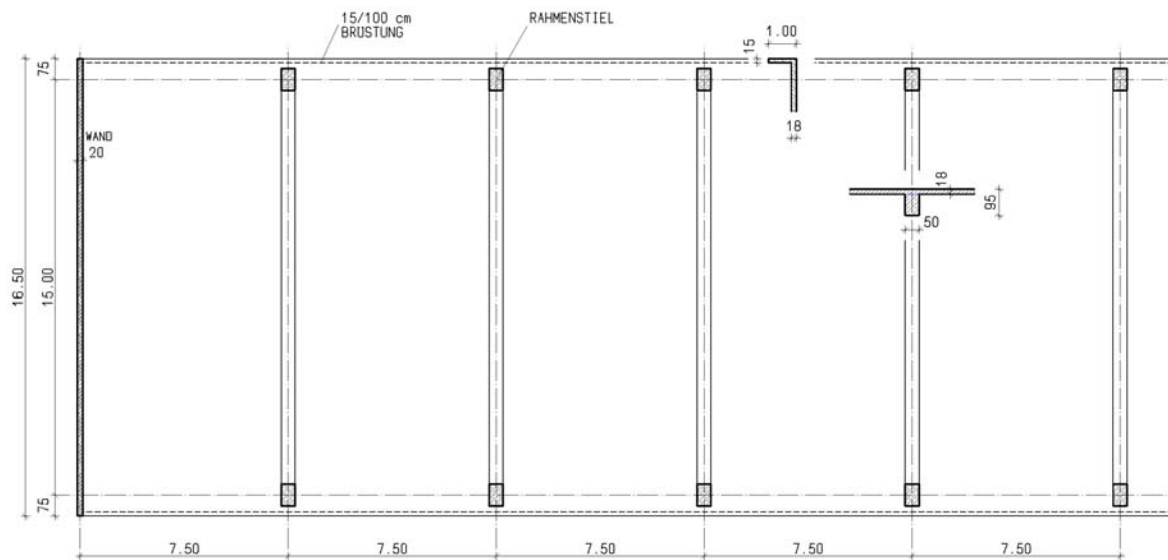
Die Erkenntnisse sind hier identisch dem System B 1.1.2.

Systeme B 2.2.0, B 2.2.1, B 2.2.2, B 2.3.0, B 2.3.1, B 2.3.2

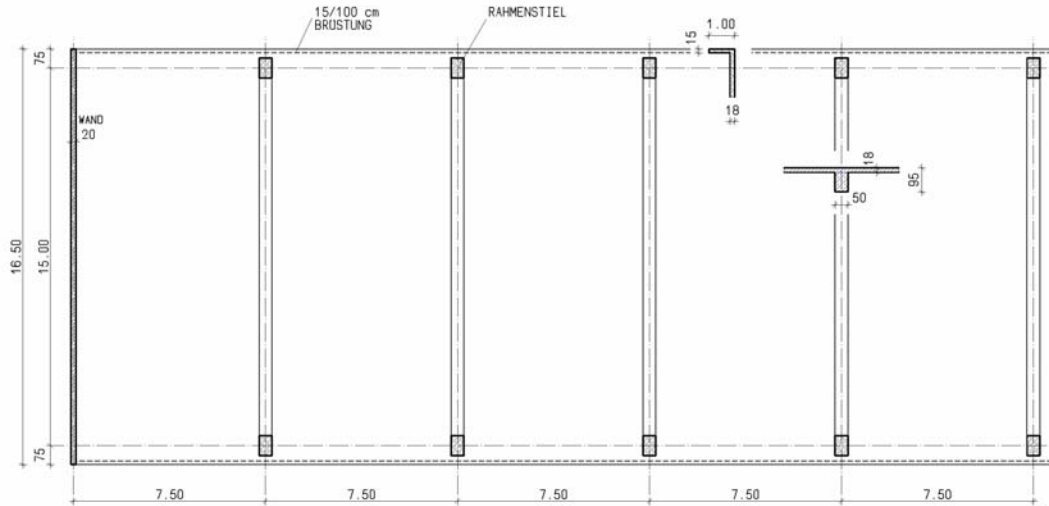
System B 2.2.0 Grundsystem mit Rahmenstielen entlang dem Deckenrand und St.B.-Wand als Endauflager mit Einspannung



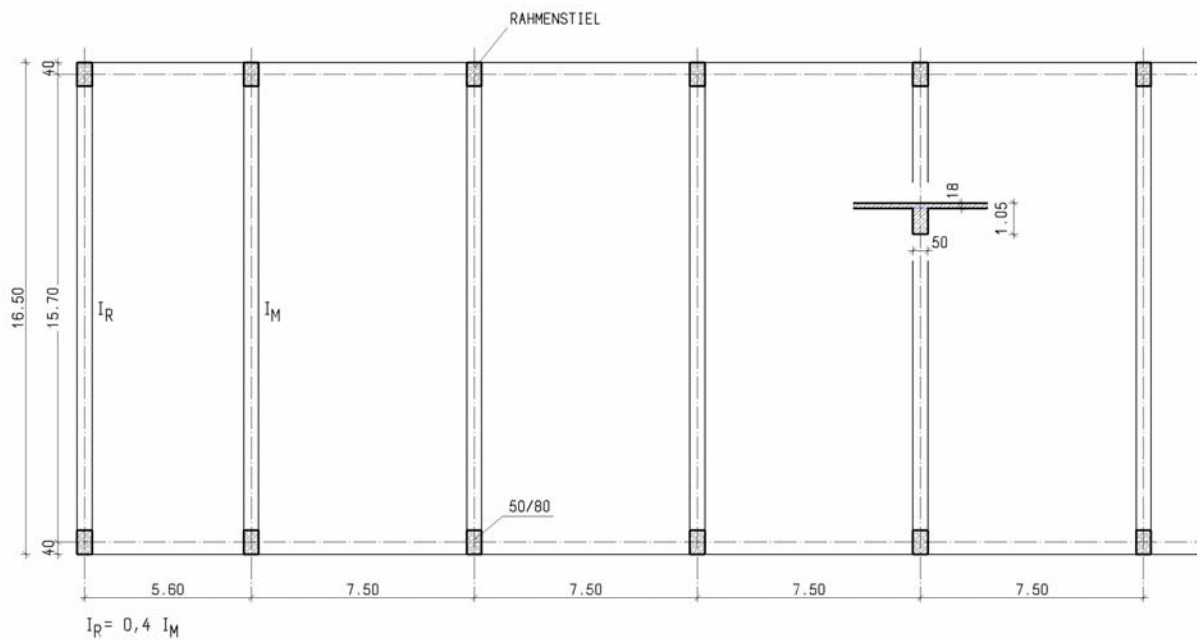
System B 2.2.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt



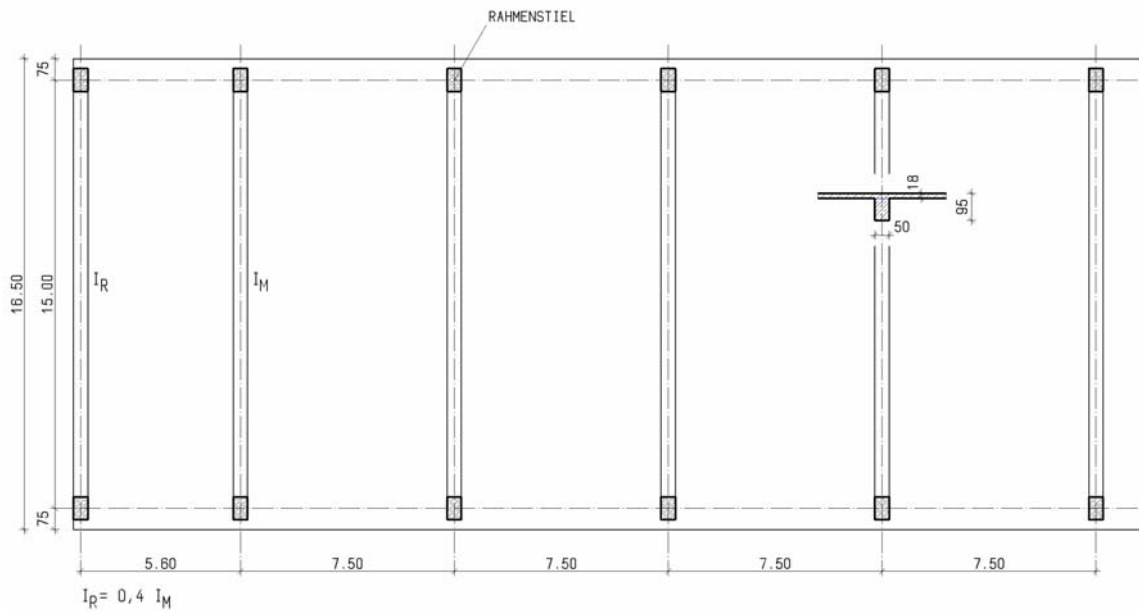
System B 2.2.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung



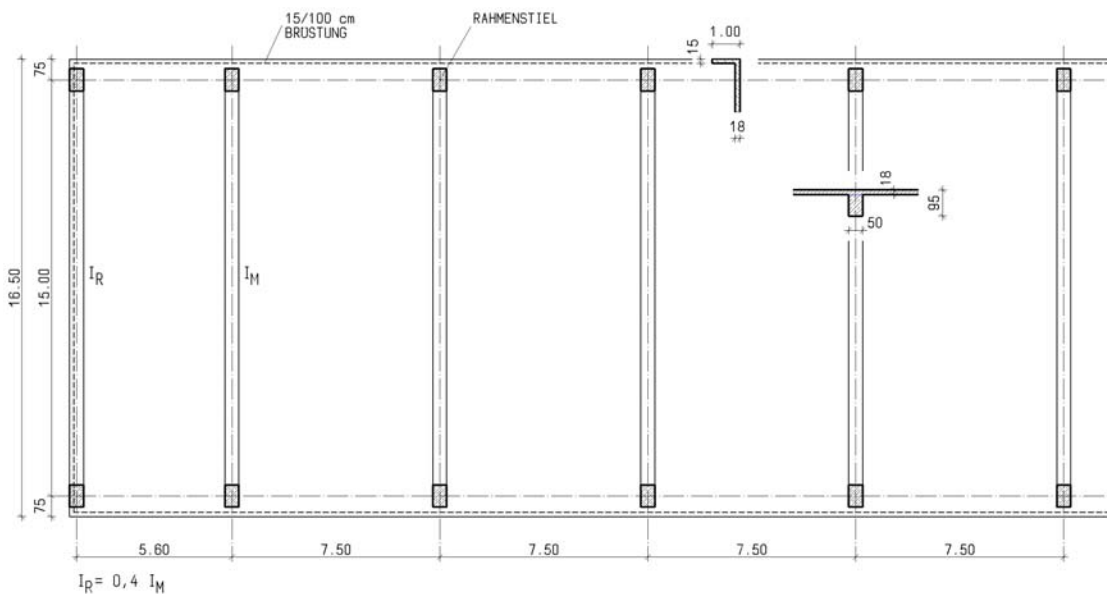
System B 2.3.0 Grundsystem mit Randstielen (Rahmenstiele) entlang dem Deckenrand und verkleinertem Endfeld



System B 2.3.1 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt



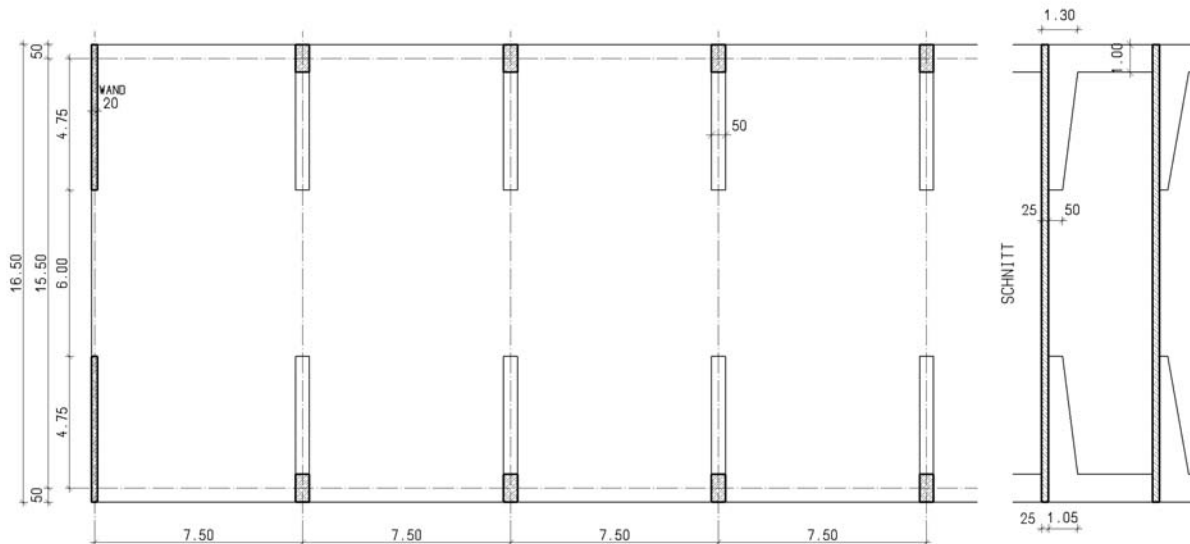
System B 2.3.2 Randstiele (Rahmenstiele) eingerückt mit Deckenrandverstärkung



Bei Anwendung der bekannten Vorgehensweise wiederholen sich die Erkenntnisse, wie sie bei den Systemen vorher gewonnen wurden.

Bei allen Systemen vorher kann es, je nach Anforderungen der Betriebstechnik, für die Leitungsführung zu Erschwernissen kommen.

System B 3.0 Grundsystem mit Halbrahmen und St.B.-Wand als Endauflager



Es handelt sich um ein dem System A 3.0 analoges System, allerdings mit größerer Gebäudetiefe.

An der Fassade werden Rahmenstiele angeordnet, in die eine Art auskragende Unterzüge einbinden.

Bemerkenswert an diesem System ist, dass trotz nicht durchgehender Wandscheiben am Gebäudeende günstige Voraussetzungen für die Dimensionierung der Deckenschlankheit vorliegen.

Auch kann festgestellt werden, dass die Plattenverformung identisch mit der Riegelverformung in Gebäudequerrichtung verläuft. Die minimale Verformungszunahme in Feldmitte ist unbedeutend.

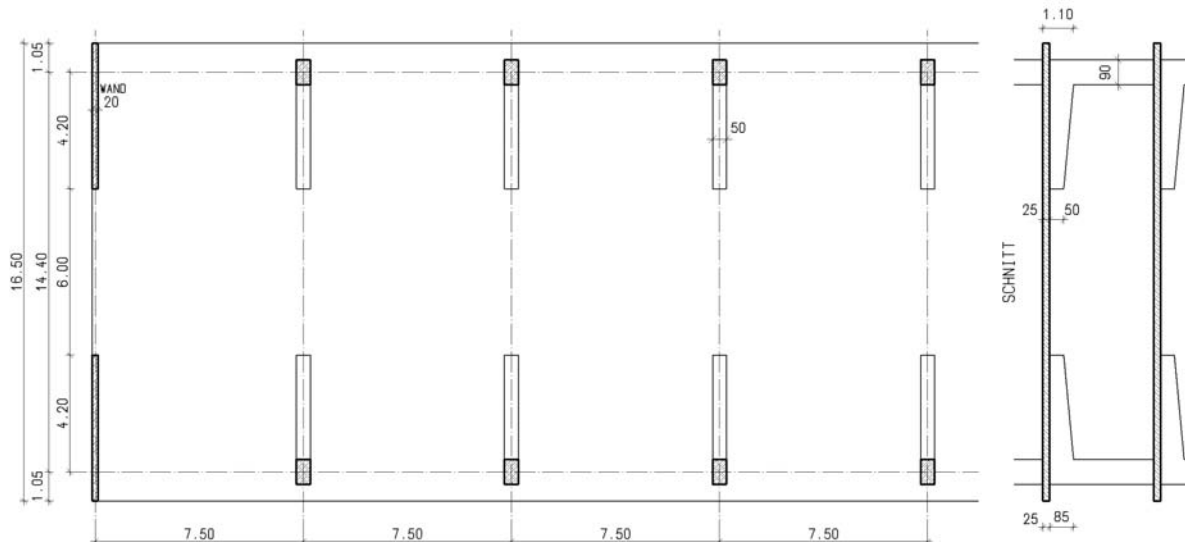
Die Verformungen am Plattenrand sind gering.

Systeme dieser Art zeichnen sich dadurch aus, dass die Gebäudetechnik ungehindert und wirtschaftlich angeordnet bzw. nachgerüstet werden kann.

Eine Überhöhung des Deckensystems bei Gebäudeherstellung ist sinnvoll.

Das System liefert günstige Voraussetzungen für eine Garagenanordnung.

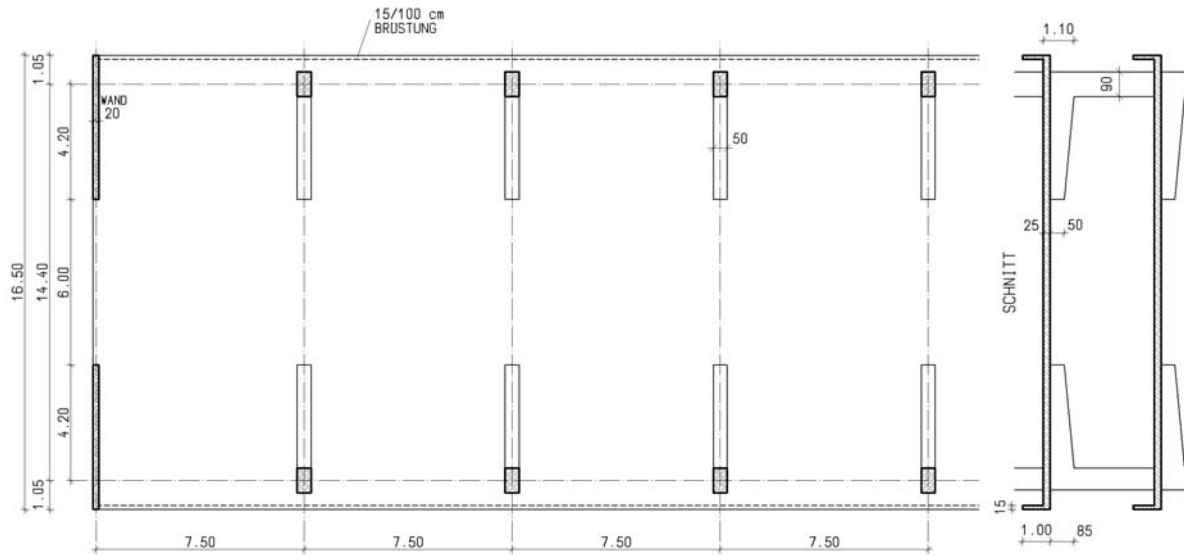
System B 3.1 Rahmenstiele eingerückt



Bei diesem System ist sehr schön zu erkennen, wie sich anders als beim System vorher bei minimal eingerückter Stützenstellung an den Längsseiten sofort die Dimensionen von Stütze und Unterzug reduzieren, wobei die Verformungen identisch zum vorhergehenden System B 3.0 sind.

Entsprechend den schon aufgezeigten Erkenntnissen liefern eingerückte Stützenstellungen günstige Verformungen der Plattenränder.

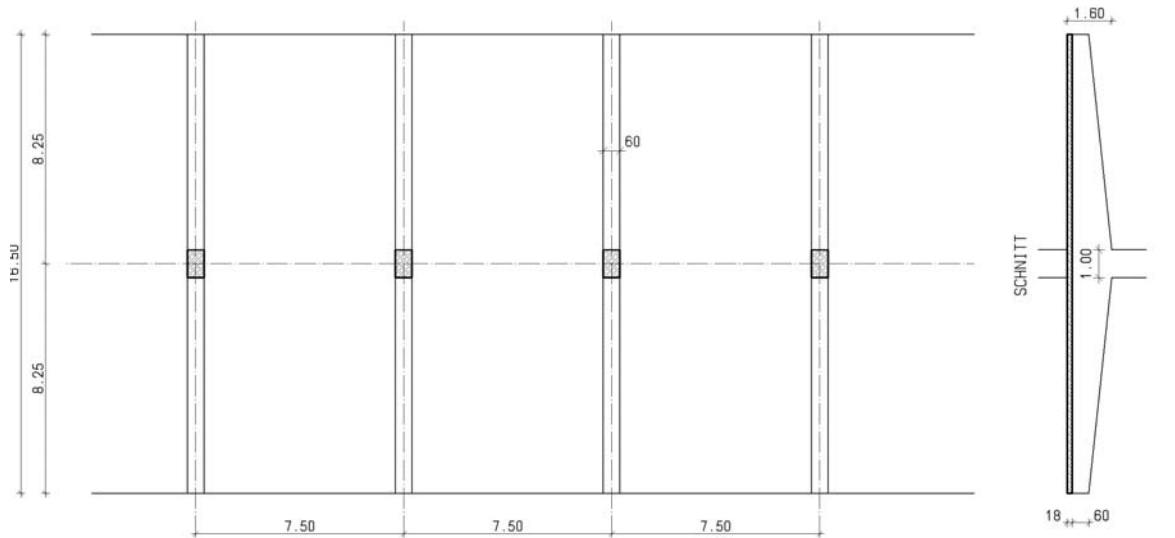
Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind günstig.

System B 3.2 Rahmenstiele eingerückt mit Deckenrandverstärkung

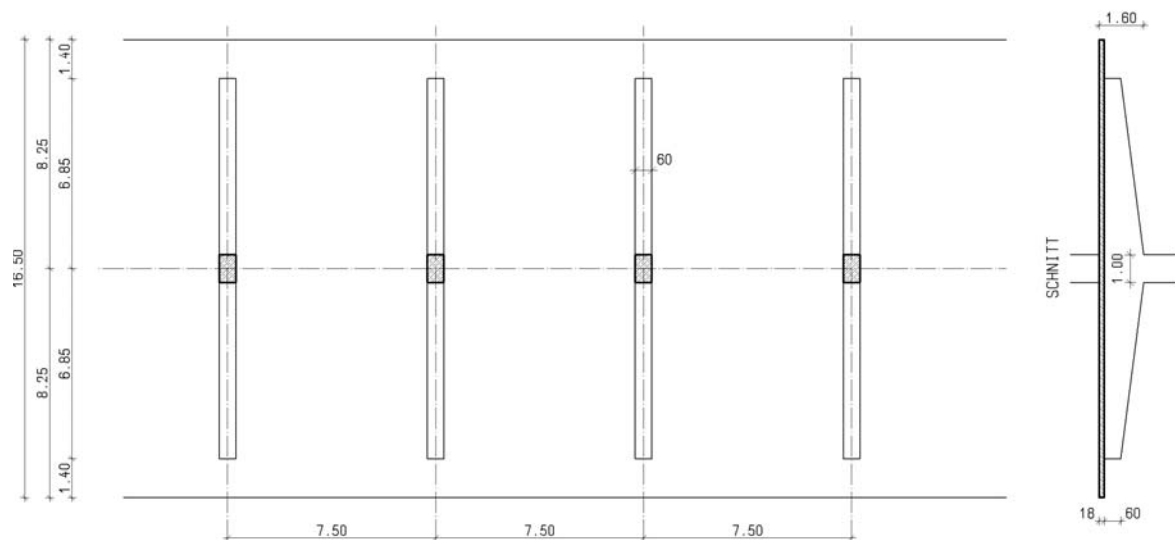
Die Anordnung einer Brüstung am Deckenrand führt zu keinem günstigeren Verformungsverhalten der Platte.

Systeme B 4.0, B 4.1, B4.2

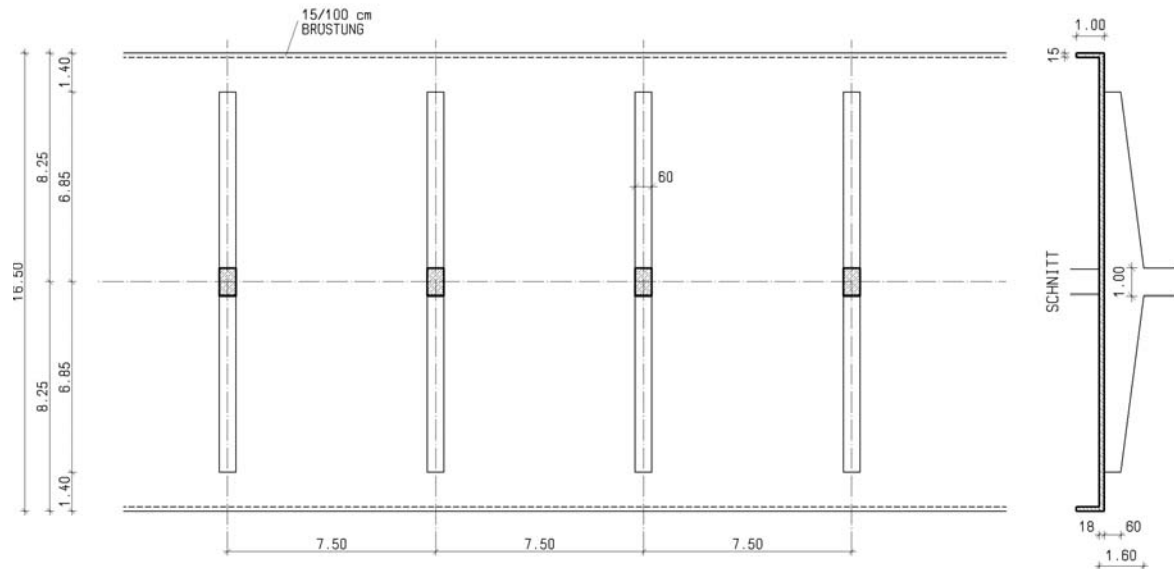
System B 4.0 Grundsystem mit mittiger Stützenstellung und Querunterzügen



System B 4.1 Enden der Querunterzüge von der Fassade eingerückt



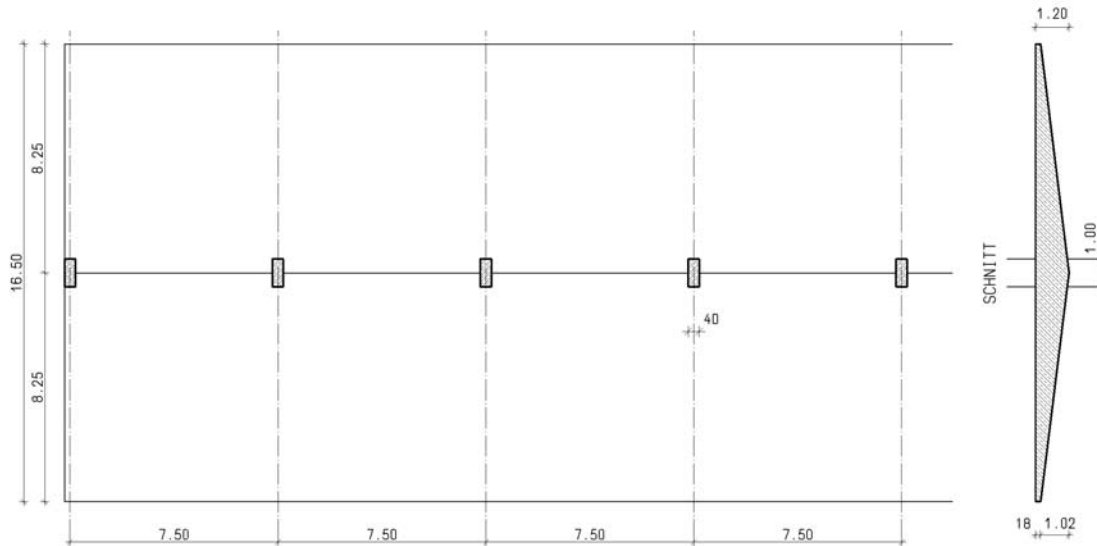
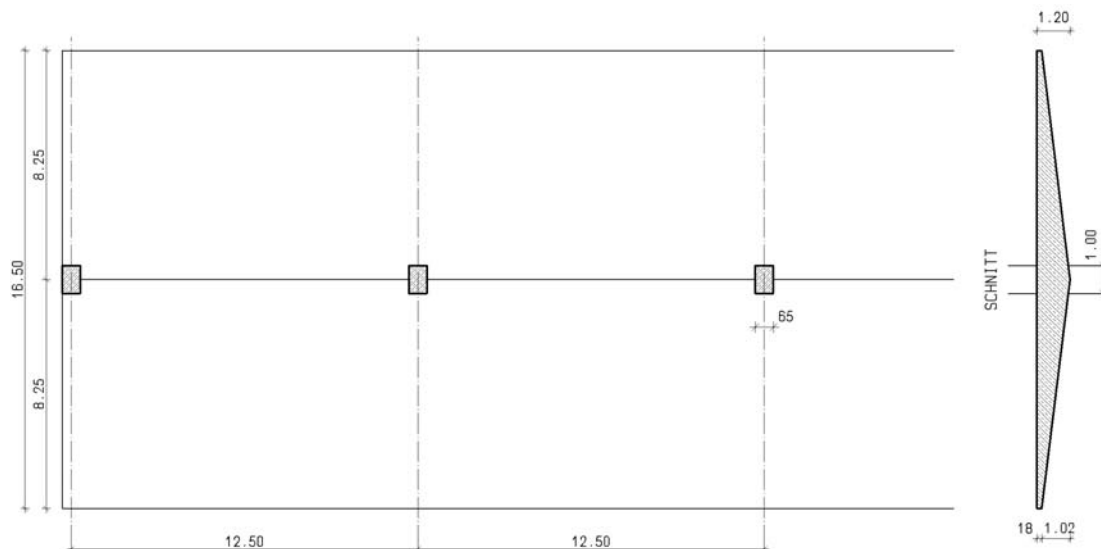
System B 4.2 Enden der Querunterzüge vom Deckenrand eingerückt mit Deckenrandverstärkung



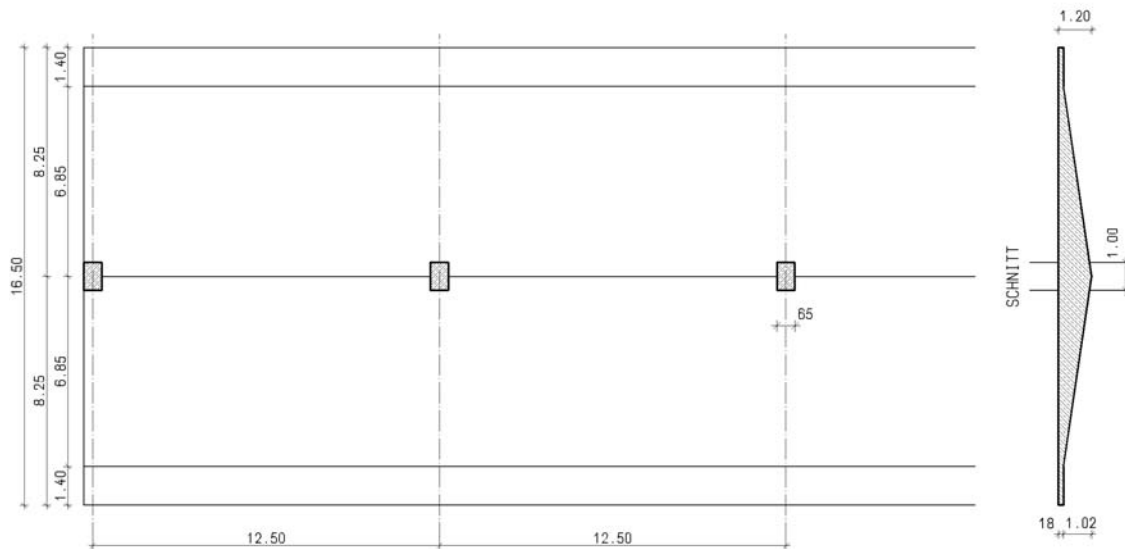
Analog zu den Systemen A 4.0, A 4.1 und A 4.2 werden hier die Auswirkungen auf ein Gebäude mit größerer Gebäudetiefe aufgezeigt.

Die Erkenntnisse sind wie bei den genannten Systemen.

Für die Anordnung einer Garage kann dieses System als günstig bezeichnet werden.

Systeme B 5.0, B 5.1, B 5.2**System B 5.0 Grundsystem mit Platte, deren Stärke von außen bis Gebäudeachse zunimmt und mit Stützenstellung in Gebäudeachse****System B 5.1 Analog Grundsystem mit vergrößertem Stützenabstand**

System B 5.2 Analog Grundsystem mit vergrößertem Stützenabstand und mit Deckenrandstreifen gleicher Stärke

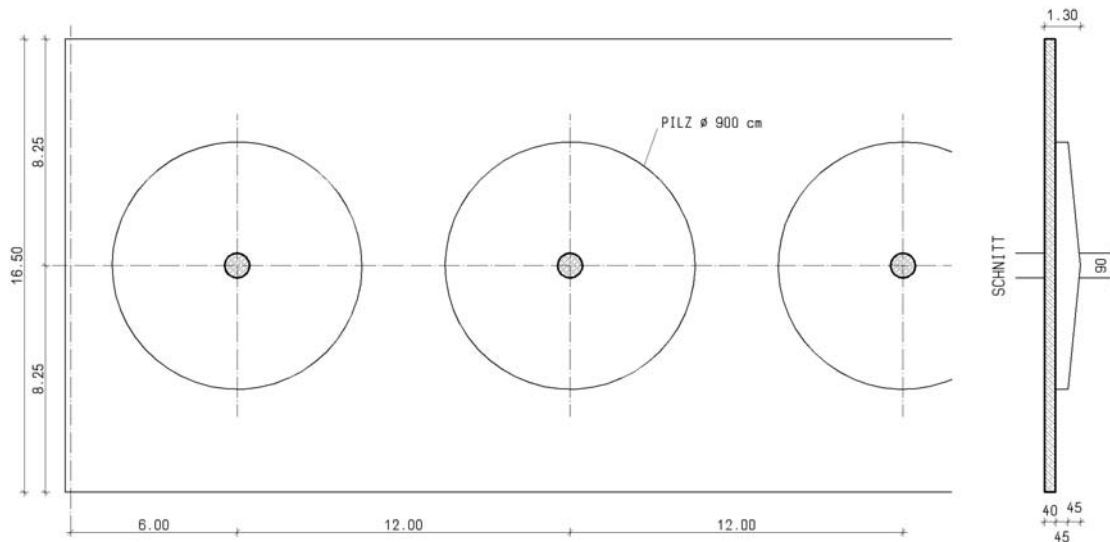


Auch hier wird analog den Systemen A 5.0 bis A 5.2 das Konstruktionsprinzip bei einem Gebäude mit größerer Gebäudetiefe aufgezeigt. Die Erkenntnisse sind analog denen der Systeme A 5.0 ff.

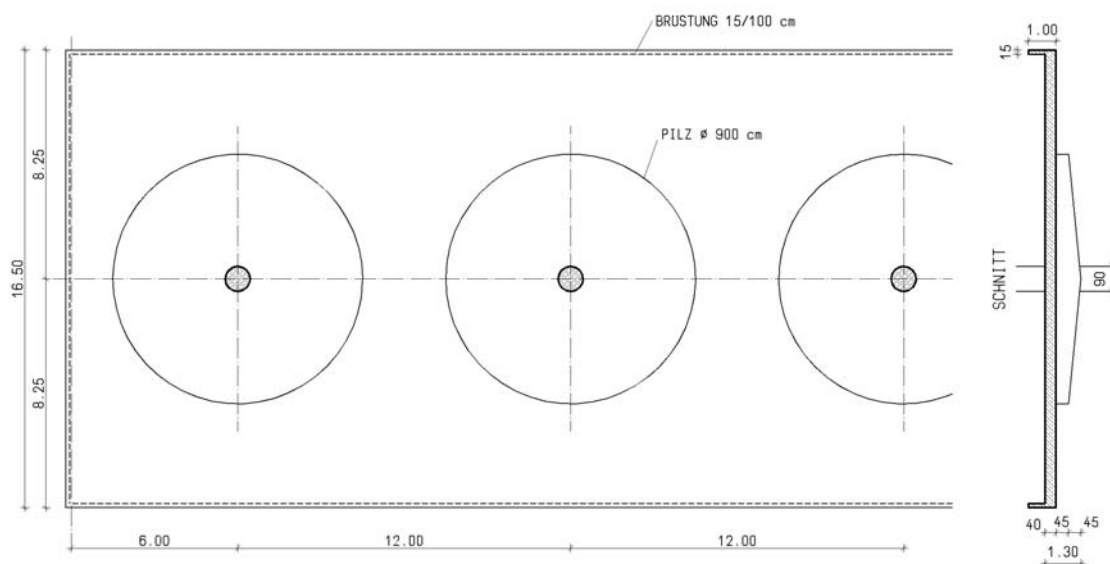
Die Voraussetzungen für eine Garagenanordnung sind günstig.

Systeme B 6.0, B 6.1

System B 6.0 Grundsystem Platte mit Pilzen und mittiger Stützung



System B 6.1 Analog Grundsystem, jedoch mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung



Analog zu den Systemen A 6.0 und A 6.1 sind hier die Konsequenzen für ein Deckensystem mit größerer Gebäudetiefe aufgezeigt.

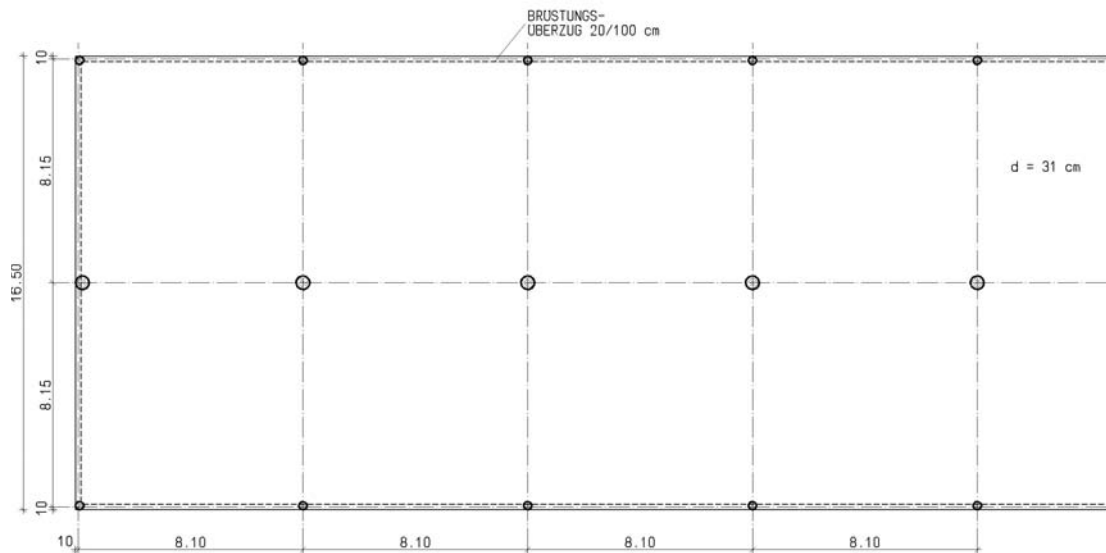
Bedingt durch die größere Gebäudetiefe muss der Pilzdurchmesser vergrößert werden. Gleichzeitig müssen die Deckenstärke und die Stärke des Gesamtpilzes vergrößert werden. Wegen der größeren Auskragung kann gleichzeitig der Achsabstand der Stützen vergrößert werden. Waren es bei den Systemen A in der Längsrichtung 9,0 m, so wächst hier das Achsmaß auf 12,0 m an.

Interessant ist, dass bei der Wahl dieser Konstruktionsstärken das Verformungsverhalten die gleichen Größenordnungen wie bei den Systemen vom Typ A aufweist.

Die Brüstungsanordnung im System B 6.1 bewirkt eine Vergleichmäßigung der Randverformung, insbesondere an der Gebäudeecke.

Derartige Systeme liefern günstige Voraussetzungen für die Eingliederung der Betriebstechnik. Je nach Garagenanordnung kann dieses System sehr günstige Voraussetzungen liefern.

System B 7.0 / B 7.01 / B 7.02 Grundsystem Platte mit mittiger Stützenreihe, Randstützen und Randunterzug



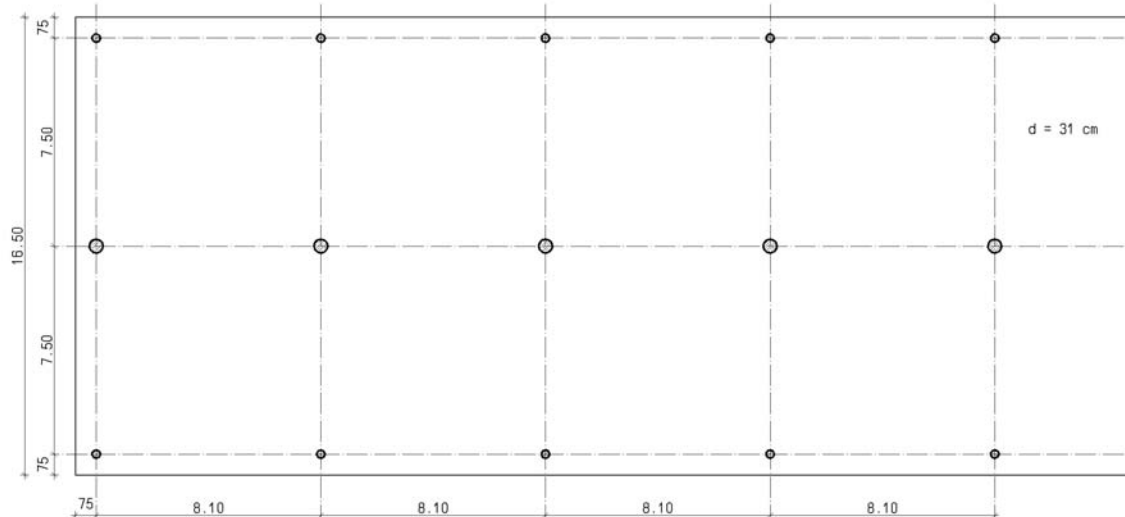
Die folgenden Systeme zeigen Tragwerke, die sowohl an der Fassade wie auch im Inneren des Gebäudes Stützen aufweisen. Gezeigt werden Plattensysteme in gebräuchlichen Bauarten.

Bedingt durch die Gebäudetiefe ergibt sich ein Stützenraster von 8,10 m in Gebäudelängsrichtung und 8,15 m in Gebäudequerrichtung.

Bei der Ermittlung der erforderlichen Deckenstärke liefern beide Achsmaße mit $d = 31$ cm die gleiche Größenordnung. Die größte Verformung tritt im Eckfeld auf, wobei erkennbar ist, dass der Randüberzug sich überaus günstig auf das Verformungsverhalten der Decke auswirkt und zusätzlich zu einem harmonischen Verformungsbild des Gesamtsystems beiträgt.

Für eine Garagenanordnung ist dieses System günstig.

Wie schon beim System A.10.0 gezeigt, wird für B 35 eine Plattenstärke von $d = 29$ cm und für B 45 von $d = 28$ cm bei gleichem Verformungsverhalten ermittelt.

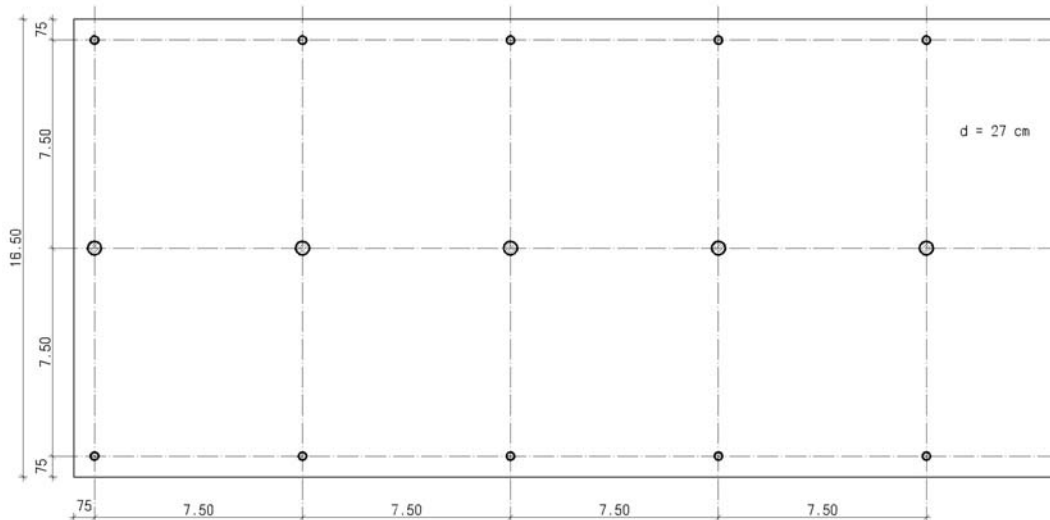
System B 7.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Im Vergleich zum System vorher werden hier die Fassadenstützen um 75 cm vom Deckenrand eingerückt.

Maßgebend für die Ermittlung der Deckenstärke bleibt das Eckfeld in Gebäudelängsrichtung. Die Deckenstärke ist somit identisch zum System vorher.

Die größten Verformungen ergeben sich in den Eckfeldern. Bei der Darstellung der Verformung sind die Ausbildungen der Gurtstreifen in den Stützenachsen deutlich abzulesen. Auch für das Verformungsverhalten an den Deckenrändern lässt sich sehr schön ablesen, dass die Verbindung Kragarm mit anschließendem Deckenfeld in Gebäudequerrichtung zu Verformungen am Rand führt, die nach oben zeigen. Dadurch reduzieren sich die Verformungen am Deckenrand insgesamt.

Für die Anordnung einer Garage kann das Deckensystem als günstig bezeichnet werden.

System B 7.2 Randstütze eingerückt, Stützenraster in Längsrichtung verkleinert

Bei diesem System wird dadurch ein weiterer Schritt vollzogen, dass nun in Gebäudequerrichtung und in Gebäudelängsrichtung das gleiche Achsmaß angewandt wird.

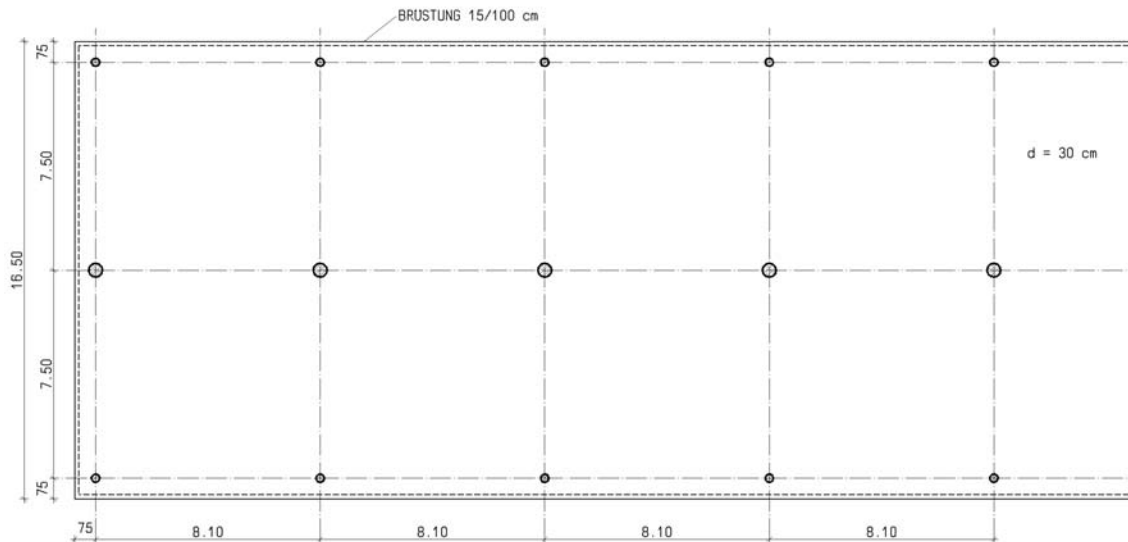
Während beim System vorher in Gebäudelängsrichtung ein Achsmaß von 8,10 m aufgezeigt wurde, reduziert sich dieses nun entsprechend der Gebäudequerrichtung auf 7,50 m.

Folge der neuen Achsanordnung ist, dass bei der Ermittlung der erforderlichen Deckenstärke die Endfelder in Gebäudequer- wie -längsrichtung die gleichen Voraussetzungen liefern. Entgegen dem System vorher verringert sich die Deckenstärke um 4 cm auf $d = 27 \text{ cm}$.

Die ermittelten Verformungen liegen in der gleichen Größenordnung wie beim System vorher.

Die Gurtstreifen lassen sich im Verformungsbild deutlich ablesen.

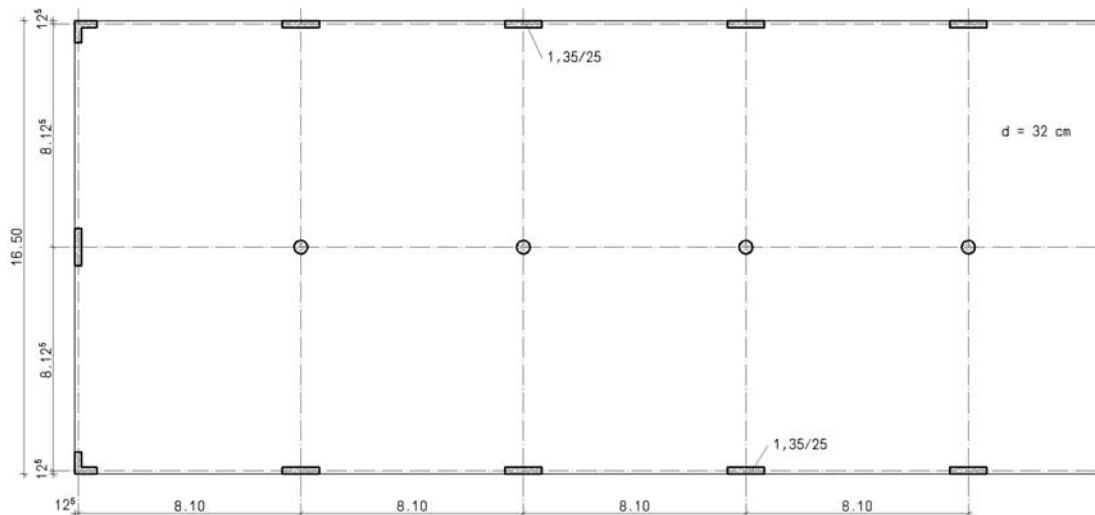
Die Anordnung einer Garage ist mit gewissen Einschränkungen möglich.

System B 7.3 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Hier wird wieder auf das System B 7.1 zurückgegriffen, wobei allerdings am freien Deckenrand eine Brüstung angeordnet wird. Wie aus dem Verformungsbild ablesbar, begünstigt die Brüstung das Verformungsverhalten derart, dass die Deckenstärke auf $d = 30$ cm, also um 1 cm gegenüber den Systemen B 7.0 bzw. B 7.1 verringert werden kann.

Das hier aufgezeigte Stützenraster begünstigt eine Garagenanordnung.

System B 7.4 Scheibenartige Randstützen mit Rahmenwirkung ohne Deckenrandverstärkung



Aufbauend auf dem Grundsystem B 7.0 werden die Außenstützen so verändert, dass nun in den Systemachsen scheibenartige Stiele angeordnet werden, die rahmenartig mit der Decke verbunden sind.

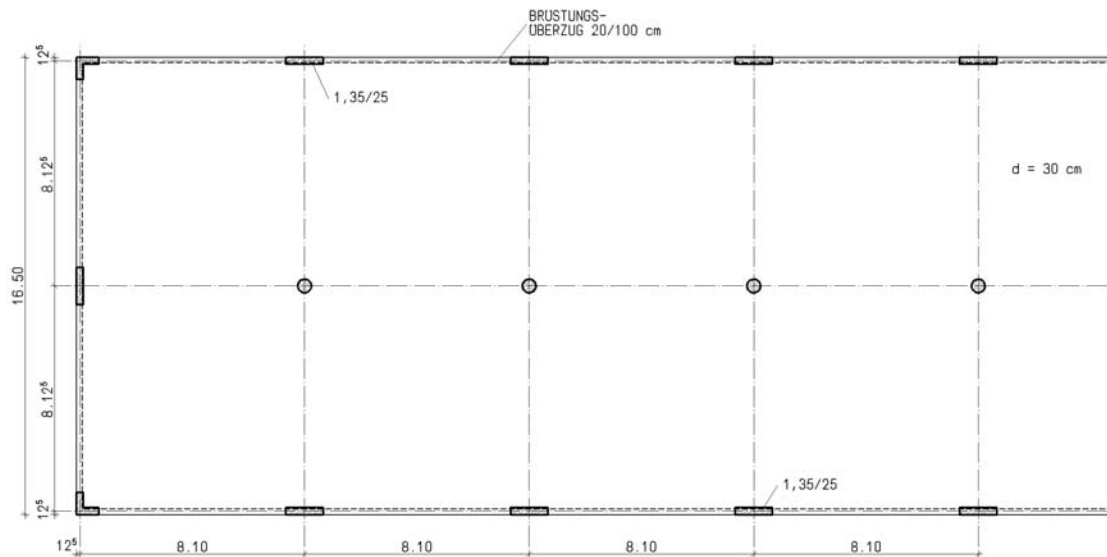
Die Abmessungen dieser Scheiben wurden so gewählt, dass sie mit 25 cm x 135 cm hinsichtlich Architektur und Funktion vertretbar sind bzw. zu keinen Einbußen führen müssen.

Wie schon beim System A 10.4, stellt sich trotz der Rahmenstiele nicht das gewünschte Ergebnis ein. Die fehlende Brüstung führt zu größeren Verformungen im Feld, die trotz Rahmenwirkung nicht ausgeglichen werden können. Die Deckenstärke muss um 1 cm auf $d = 32$ cm verstärkt werden.

Trotz Deckenverstärkung treten in den Eckfeldern minimal größere Verformungen als beim System B 7.4 auf.

Das System eignet sich gut für eine Garagenanordnung, wobei die Pfeiler an der Fassade im Garagenbereich auf eine zulässige Breite umgeformt werden müssen.

System B 7.5 Scheibenartige Randstützen mit Rahmenwirkung und Deckenrandverstärkung



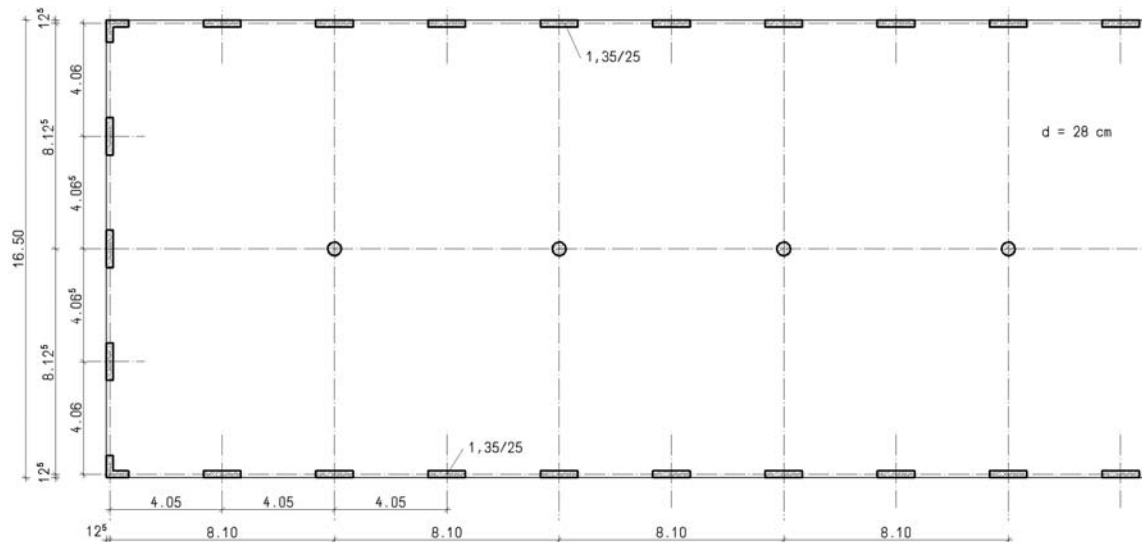
Basierend auf dem System B 7.4 wird nun ein Brüstungsüberzug an der Fassade angeordnet.

Das Ergebnis verbessert sich sofort. Aufgrund des Verformungsverhaltens kann die Deckenstärke auf $d = 30$ cm, also um 1 cm weniger als beim System B 7.0 bzw. 2 cm weniger als beim System B 7.4, reduziert werden.

Bedingt durch die Brüstung treten im Eckfeld die gleichen Verformungen wie in den anderen Feldern auf.

Die Garagentauglichkeit ist wie beim System B 7.4 zu beurteilen.

System B 7.6 Achsabstand der scheibenartigen Randstützen mit Rahmenwirkung halbiert und keine Deckenrandverstärkung

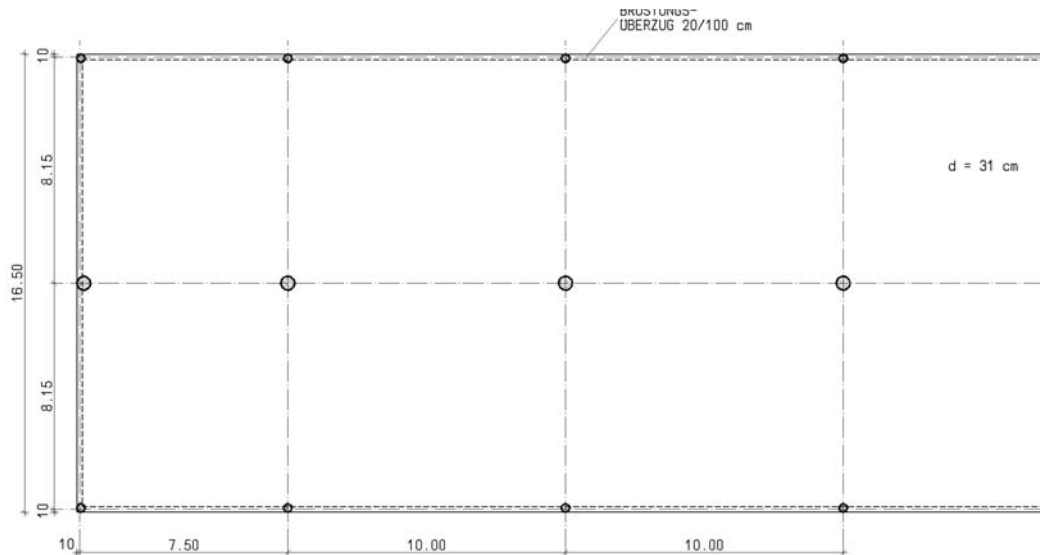


Wie schon beim System A 10.6 gezeigt, wird wieder auf die Brüstung verzichtet, dafür in Feldmitte zwischen den Haupttrastern ein zusätzlicher Pfeiler installiert.

Die zusätzliche Stütze führt mit ihrer Rahmenwirkung zu günstigen Verformungen, so dass die Deckenstärke hier auf $d = 28$ cm verringert werden kann, also um 4 cm im Vergleich zur Deckenstärke beim System B 7.4.

Die Garagentauglichkeit ist hier etwas eingeschränkt, da die nun neu eingeführten Pfeiler über der Garage abgefangen werden müssen. Wie bei System A 10.6 erläutert, bildet sich infolge des Niveauunterschiedes zwischen Gebäudeinnerem und Gebäudeäußerem stets ein Unterzug aus, der für die Lastabtragung des Pfeilers verwendet werden kann.

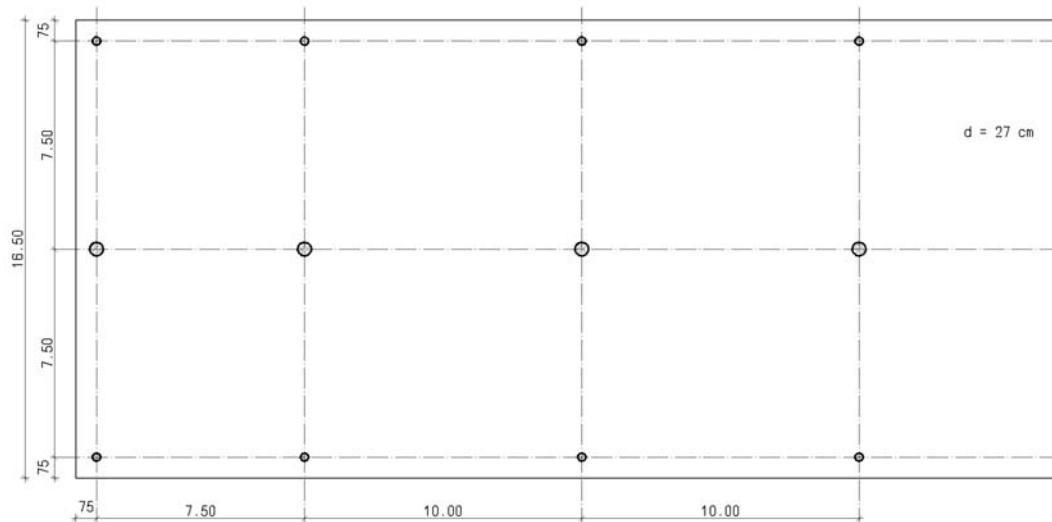
System B 8.0 Grundsystem Platte mit mittiger Stützenreihe und veränderten Stützweiten in Gebäudelängsrichtung sowie Randstützen mit Deckenrandverstärkung



Maßgebend für die erforderliche Deckenstärke ist das Achsmaß in Gebäudequerrichtung. Basierend auf dieser Erkenntnis können somit die Innenfelder in Gebäudelängsrichtung der gegebenen Deckenstärke angepasst werden.

Das Verformungsbild zeigt, dass die Eckfelder für die Durchbiegung von untergeordneter Bedeutung sind und dass sich die größten Durchbiegungen in Gebäudequerrichtung jeweils in den 10 m-Achsen darstellen. Man kann erkennen, dass sich die Gurtstreifen in Gebäudequerrichtung eindeutiger ausbilden als in Gebäudelängsrichtung. Weiter ist abzulesen, dass sich die Brüstung an der Fassade ebenfalls sehr günstig auf das Verformungsverhalten des Gesamtsystems auswirkt.

Für die Anordnung einer Garage ist dieses System als wirtschaftlich zu bezeichnen.

System B 8.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkungen


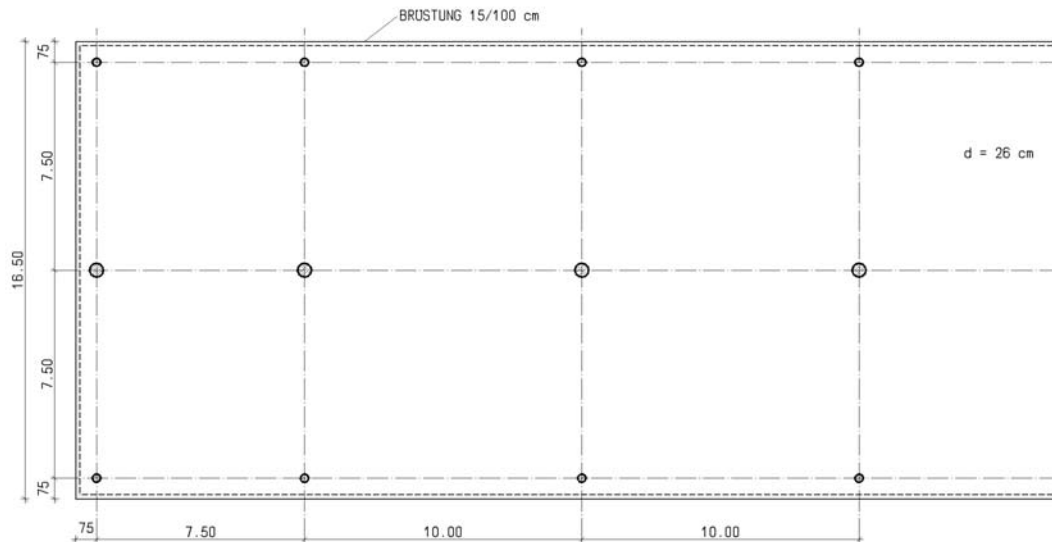
Bei diesem System wird wieder die Randstütze um 75 cm vom Deckenrand eingerückt.

Bedingt durch das veränderte Achsmaß in Gebäudequerrichtung ergibt sich

$$l_i = 6,0 \text{ m} = 7,5 \times 0,8 = 10,0 \times 0,6 \text{ (erstes Innenfeld).}$$

Am Verformungsbild ist festzustellen, dass sich die Gurtstreifen sowohl in Längs- wie auch in Querrichtung stärker abzeichnen als beim System vorher. Die Verformungen wachsen gegenüber dem System vorher an, sind aber noch als akzeptabel zu bezeichnen. Sie sind bei den Ausbaugewerken wie bei der Fassade zu berücksichtigen.

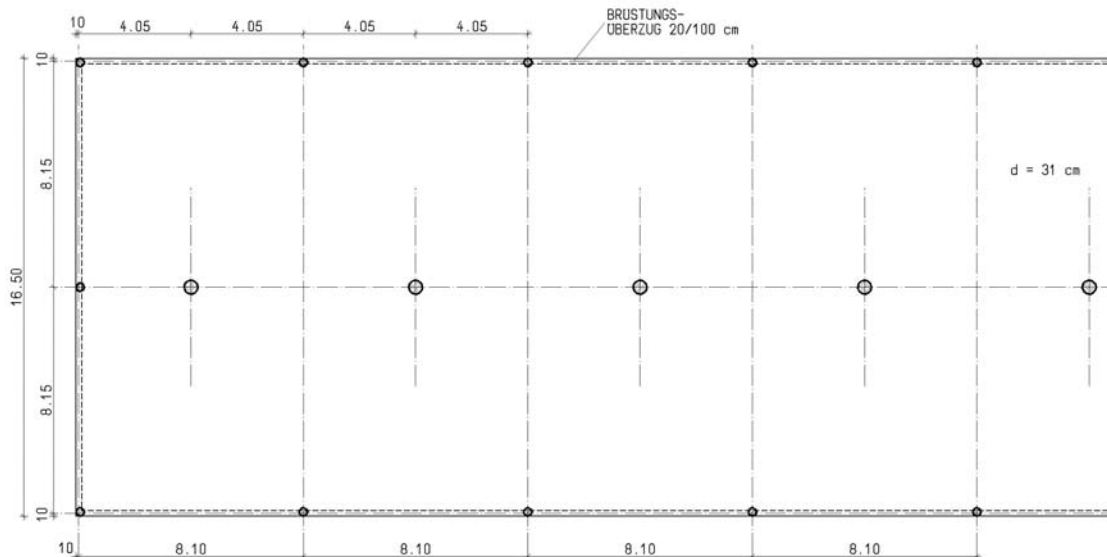
Für die Anordnung einer Garage ist auch dieses System als wirtschaftlich zu bezeichnen.

System B 8.2 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung

Das System unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch die Anordnung einer Brüstung am Deckenrand. Die Deckenstärke konnte im Vergleich zum System vorher um 1 cm auf $d = 26$ cm verringert werden und liefert dann dank der Brüstungsanordnung noch günstigere Verformungen.

Für die Anordnung einer Garage ist auch dieses System als wirtschaftlich zu bezeichnen.

System B 9.0 Grundsystem Platte mit mittiger Innenstützenreihe, Randstützen und Randunter – überzug, die Randstützen sind gegenüber den Innenstützen um eine halbe Achse in Längsrichtung verschoben



Bei den folgenden Systemen werden die Innenstützen gegenüber den Außenstützen um eine halbe Achse verschoben.

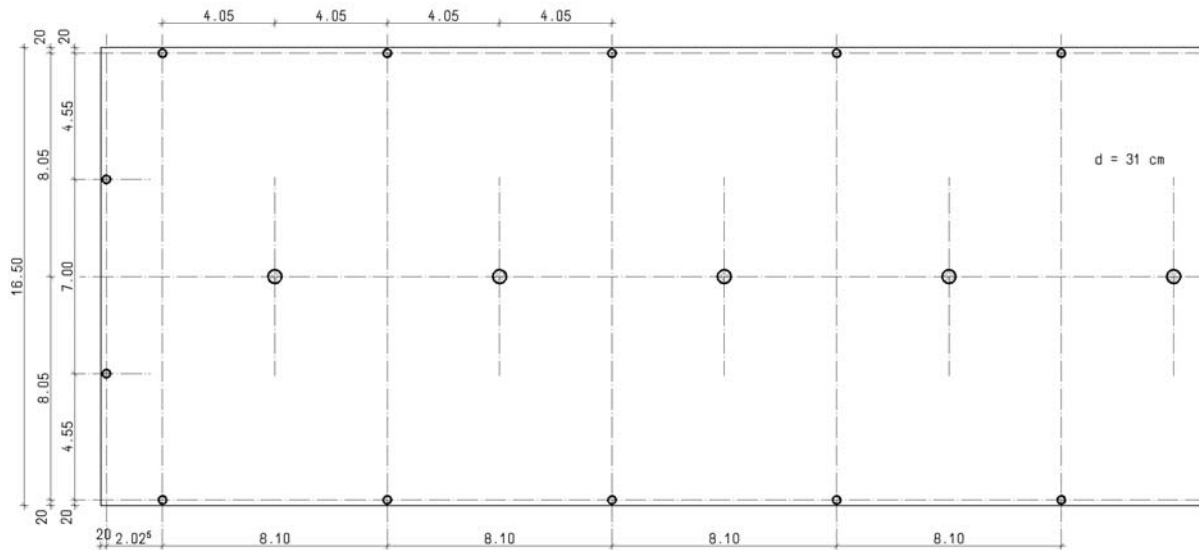
Für die Ermittlung der Deckenstärke ist das Achsmaß in Gebäudequerrichtung maßgebend.

Bedingt durch die Brüstung sind die Verformungen in Eckfeldern von untergeordneter Bedeutung.

Die Deckenverformung liegt in identischer Größenordnung wie beim System B 7.0. Ein ausgeprägter Gurtstreifen ist nur in der Mittelachse in Längsrichtung erkennbar.

Wenn sich die Garagenanordnung nur auf die dargestellte Gebäudebreite begrenzt, ist das System als untauglich zu bezeichnen. Werden die Garagenplätze im Untergeschoss auch außerhalb des aufgehenden, 16,5 m breiten Gebäudes notwendig, dann ist das System als durchaus tauglich zu bezeichnen.

System B 9.1 Platte ohne Deckenrandverstärkung sowie besondere Stützenstellung am Gebäudeende



Auf eine Brüstung an der Fassade wurde verzichtet. Die Stützenstellung hat sich nur am Gebäudeende verändert, das heißt, an der Gebäudeecke krägt die Decke aus.

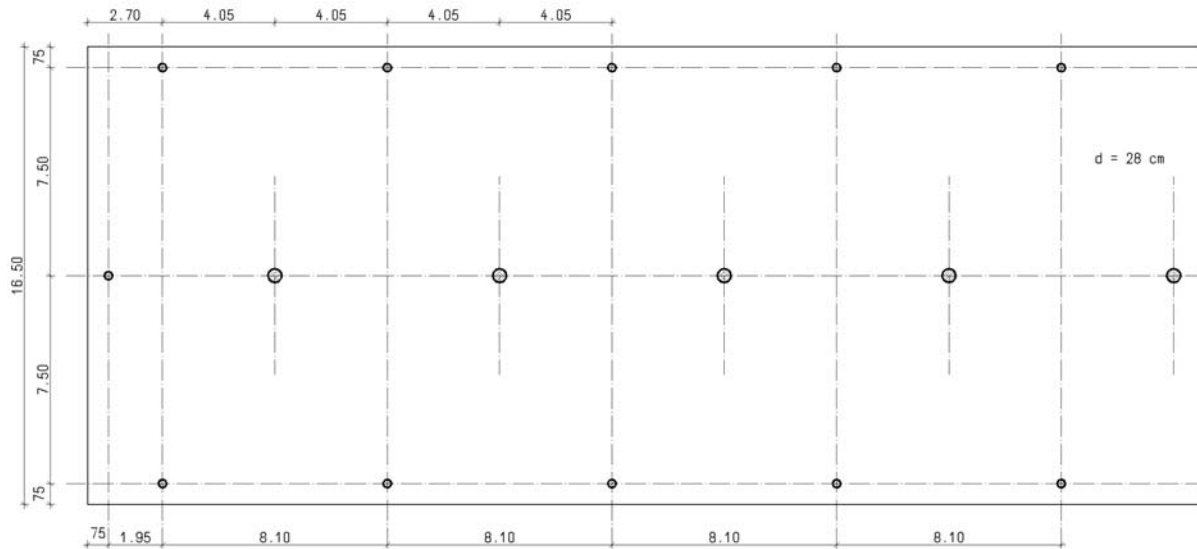
Die Deckenstärke ist identisch der beim System vorher.

Die Verformungen liegen in gleicher Größenordnung wie beim System vorher.

Die Deckenränder weisen für den Einbau einer Fassade verträgliche Verformungen auf.

Beim Verformungsbild ist zu erkennen, dass sich schräg verlaufende Gurtstreifen von den Randstützen zur Innenstütze ausbilden.

Für die Garagenanordnung gilt das zu System B 9.0 Gesagte.

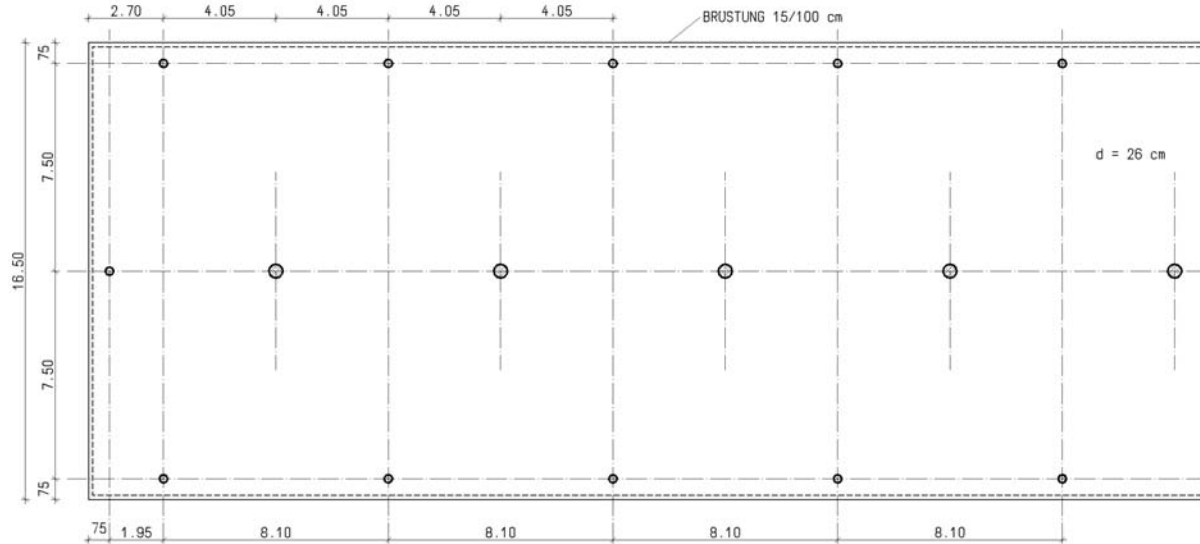
System B 9.2 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung sowie besondere Stützenstellung am Gebäudeende

Bei diesem System werden wiederum die Fassadenstützen um 75 cm vom Deckenrand eingerückt. Die Gebäudeecke bleibt stützenfrei.

Bedingt durch das geänderte Achssystem kann die Deckenstärke auf $d = 28 \text{ cm}$, also um 3 cm gegenüber den Systemen vorher, verringert werden.

Die aufgezeigten Verformungen sind identisch mit denen der Systeme vorher, obwohl die Deckenstärke reduziert wurde.

Für die Garagenanordnung gilt das zu System B 9.0 Gesagte.

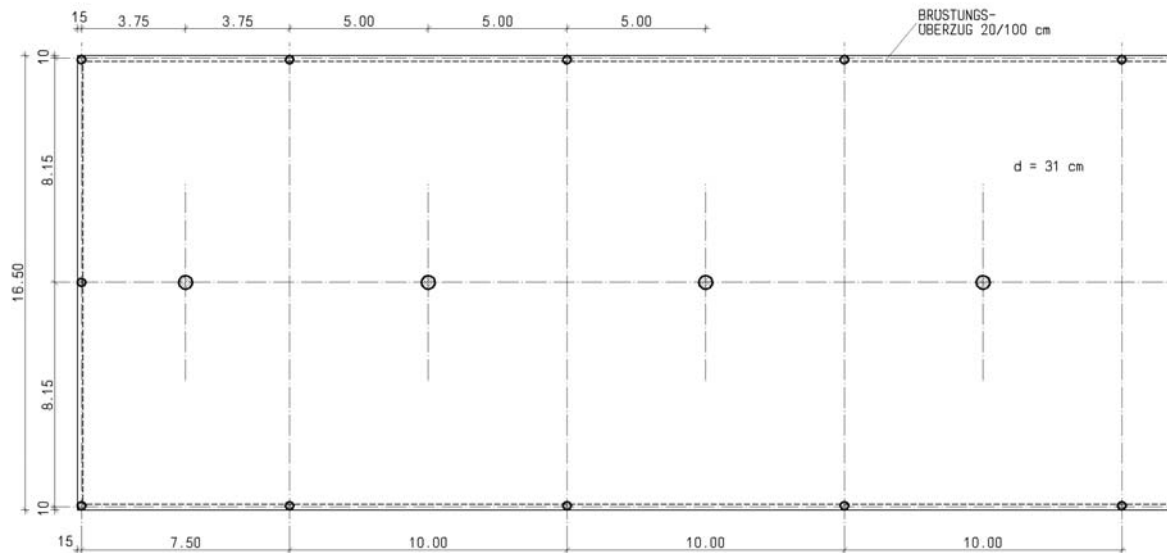
System B 9.3 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Vom vorhergehenden System unterscheidet sich dieses die die Anordnung einer Brüstung am Deckenrand.

Wie das Verformungsbild zeigt, konnte dank der Brüstungsanordnung die Deckenstärke bei annähernd gleich bleibender Verformung auf $d = 26 \text{ cm}$ verringert werden.

Das System ist für die Anordnung von Garagen analog System B 9.0 geeignet.

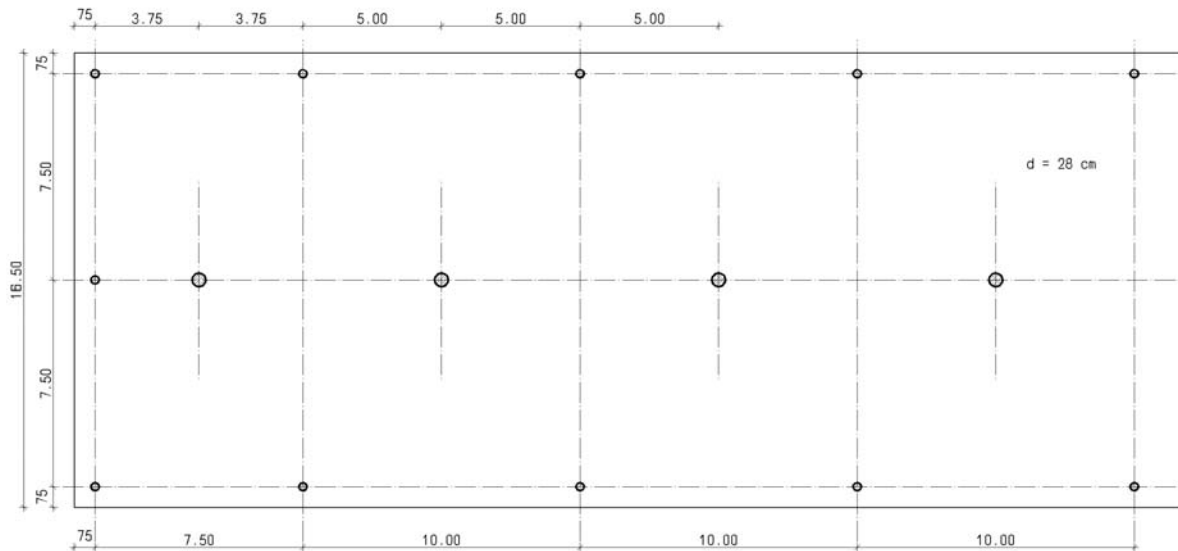
System B 10.0 Grundsystem Platte mit mittlerer Stützenreihe und veränderten Stützweiten in Gebäudelängsrichtung, Randunter – überzüge, Randstützen gegenüber den Innenstützen um eine halbe Achse verschoben



Mit Stützenachsen analog zum System B 8.0 werden hier Innen- und Außenstütze um eine halbe Achse in Gebäudelängsrichtung verschoben.

Das Verformungsbild zeigt ein ähnliches Verformungsverhalten wie beim System B 8.0, wobei Gurtstreifen in Querrichtung von der Innenstütze direkt auf die Brüstung zulaufen.

Je nach Entwicklung des Stützenrasters im Untergeschoß kann dieses System sinnvoll in eine Garagenanordnung eingebunden werden.

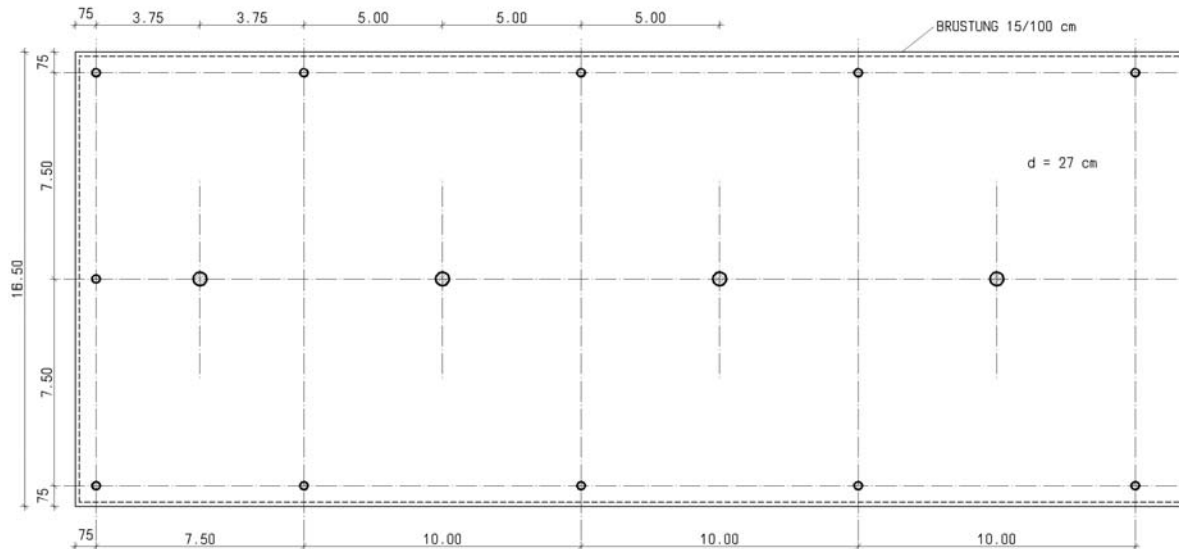
System B 10.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Hier werden die Randstützen um 75 cm vom Deckenrand eingerückt. Die Deckenstärke kann somit mit $d = 28$ cm, also um 3 cm geringer als das System vorher, festgelegt werden. Die Verformungen liegen in ähnlicher Größenordnung wie beim vorhergehenden System.

Beim Verformungsbild ist abzulesen, dass die Stützen untereinander jeweils durch Gurtstreifen verbunden sind.

Je nach Entwicklung des Stützenrasters im Untergeschoß kann dieses System sinnvoll in eine Garagenanordnung eingebunden werden.

System B 10.2 Randstützen eingerückt und zusätzliche Deckenrandverstärkung

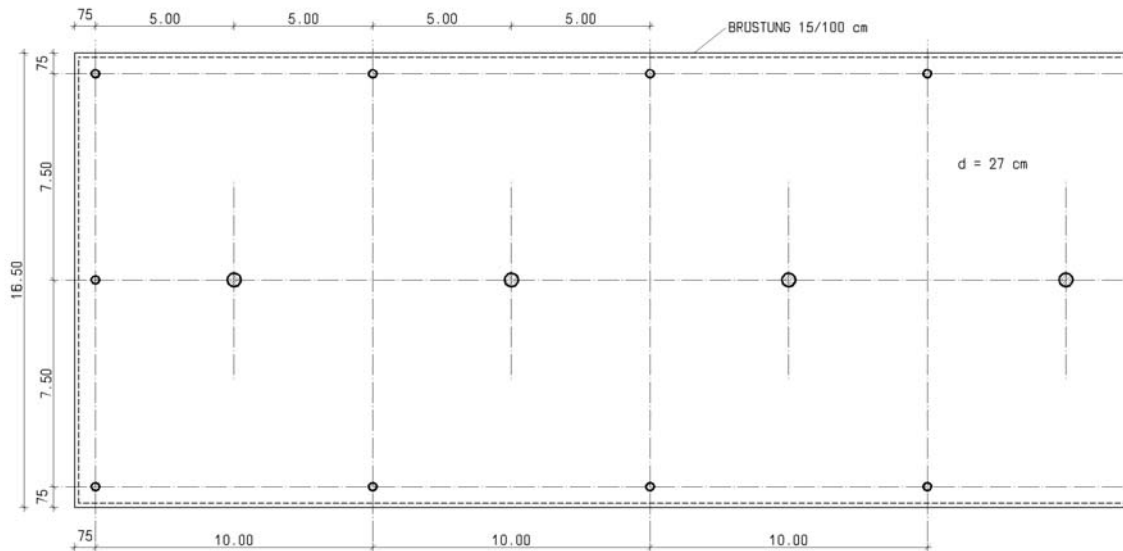


Das System entspricht dem System vorher, wobei am Deckenrand eine Brüstung angeordnet wird. Gleichzeitig wird die Deckenstärke auf $d = 27$ cm verringert. Die Verformungen liegen in ähnlicher Größenordnung wie beim System vorher.

Bei Betrachtung des Verformungsbildes fällt auf, dass sich, anders als beim System vorher, Gurtstreifen ausbilden, diese jedoch nur in der Stützenmittelachse verlaufen und dann senkrecht dazu von Mittelstütze zur Brüstung.

Je nach Entwicklung des Stützenrasters im Untergeschoß kann dieses System sinnvoll in eine Garagenanordnung eingebunden werden.

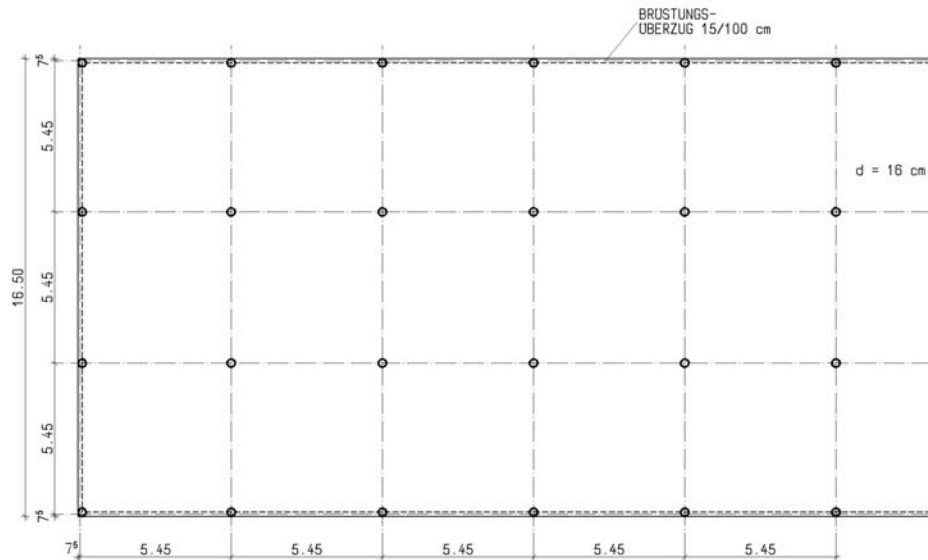
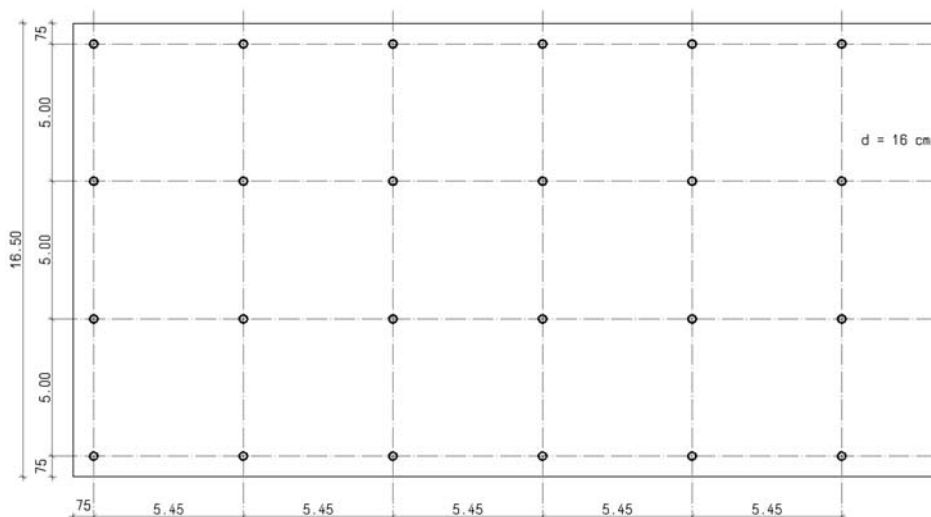
System B 10.3 Wie System vorher, jedoch Stützweiten in Längsrichtung gleich groß

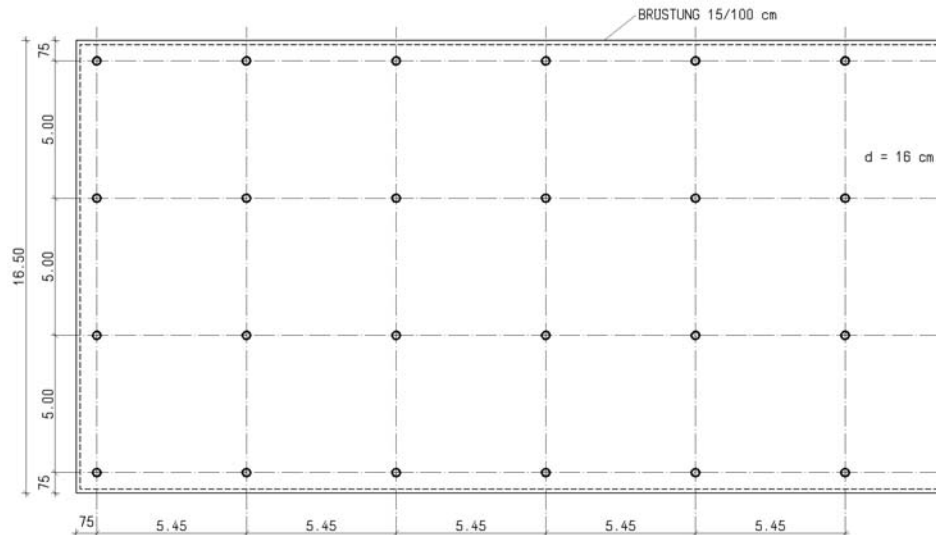


Unter Zuhilfenahme der Brüstung wird nun auf dem Grundmaß von 10,0 m auch im Endfeld zugrunde gelegt und das Verformungsverhalten aufgezeigt.

Dabei ist abzulesen, dass die größte Verformung im ersten großen Innenfeld auftritt. Gleichzeitig ist erkennbar, dass das kleine Endfeld in Mittelachse zu geringe Einspannverhältnisse zur Begrenzung bzw. Verminderung der Durchbiegung liefert. Bei Weiterverfolgung dieses Systems sollte das Endfeld der Mittelstützenbereiche vergrößert werden, so dass bei gleichem Grundmodul das erste und zweite Innenfeld der Mittelachse gleich groß sind.

Zur Garagenanordnung gilt das vorher Gesagte.

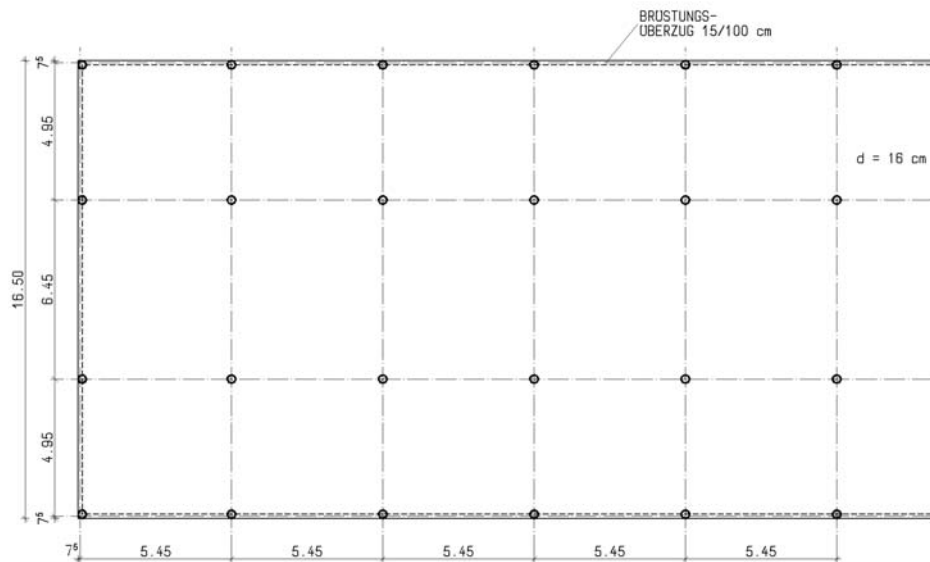
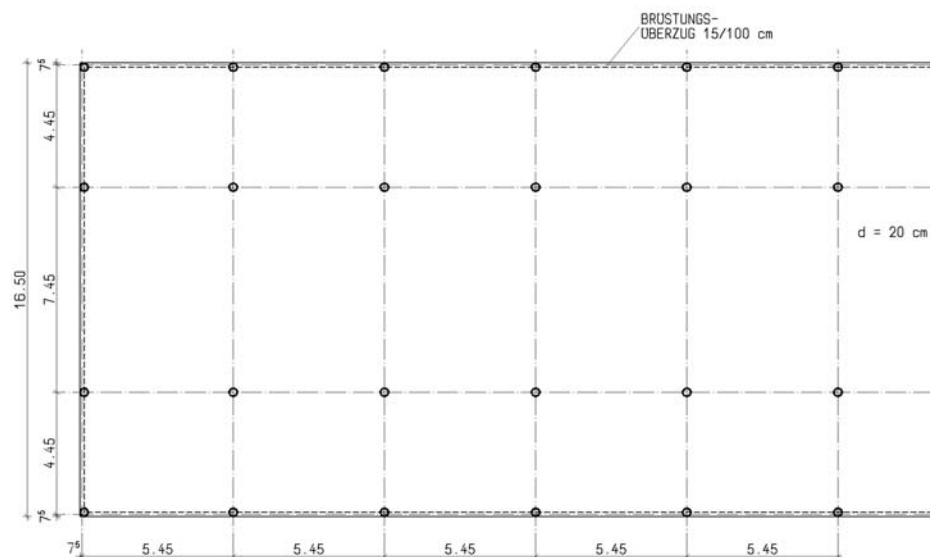
Systeme B 11.0, B 11.1, B 11.2**System B 11.0 Grundsystem Platte mit quadratischem Stützenraster und Deckenrandverstärkung****System B 11.1 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung**

System B 11.2 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

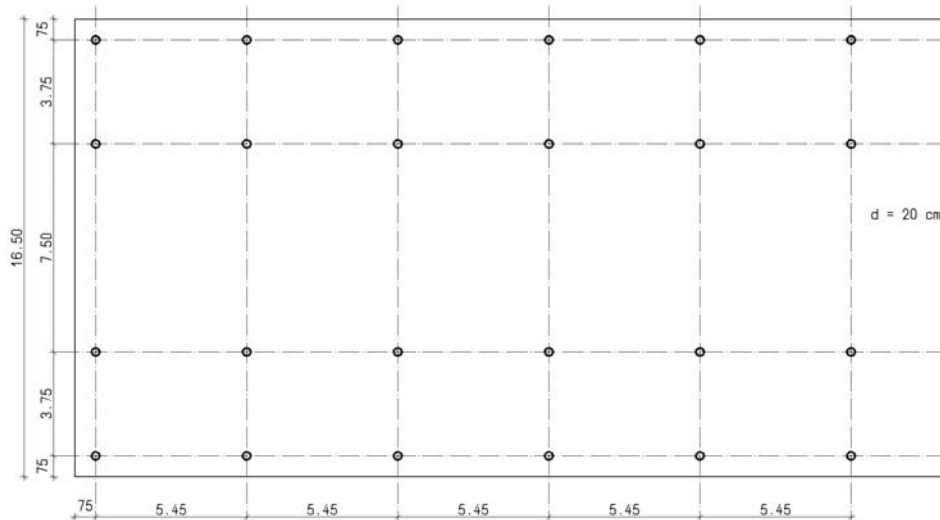
Als Deckenstärke ergibt sich für den ungünstigsten Fall $d = 16 \text{ cm}$.

Vergleicht man die drei Systeme, so erhält man beim System B 11.2 infolge der eingerückten Stützenreihe mit der Brüstung am Deckenrand die günstigsten Werte.

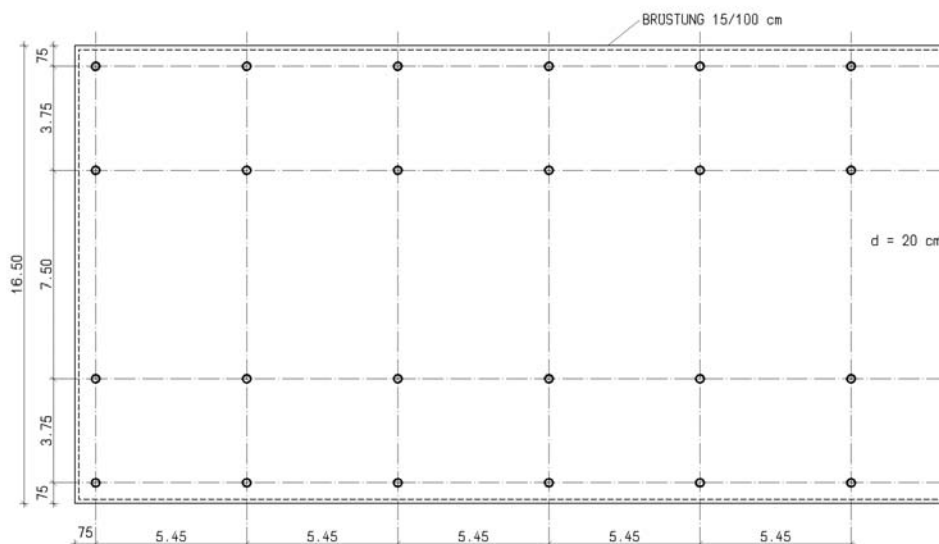
Für eine Garagenanordnung sind diese Systeme weniger empfehlenswert, da Abfangungen der Mittelstützen notwendig werden.

Systeme B 12.0, B 12.1, B 12.2, B 12.3**System B 12.0 Grundsystem Platte mit vergrößerter Stützweite des Mittelfeldes und Randstützen mit Randunter – überzug****System B 12.1 Wie System vorher, jedoch Mittelachsweite nochmals vergrößert**

System B 12.2 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

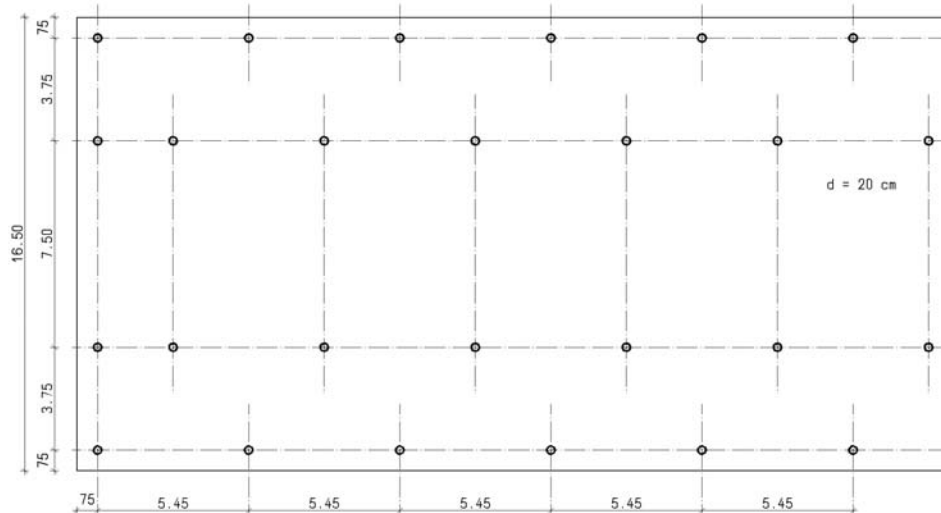


System B 12.3 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung



Bedingt durch die Nutzung ergeben sich in Gebäudequerrichtung stets unterschiedliche Stützweiten.

Bei allen diesen Systemen ist das Mittelfeld maßgebend für die Verformungsbetrachtungen. So ist auch beim letzten System B 12.3 abzulesen, dass infolge des großen Innenfeldes die Randausbildung des Deckensystems mit einem Brüstungsüberzug keine Rolle spielt. Für die Anordnung einer Garage sind alle Systeme brauchbar bzw. sehr wirtschaftlich.

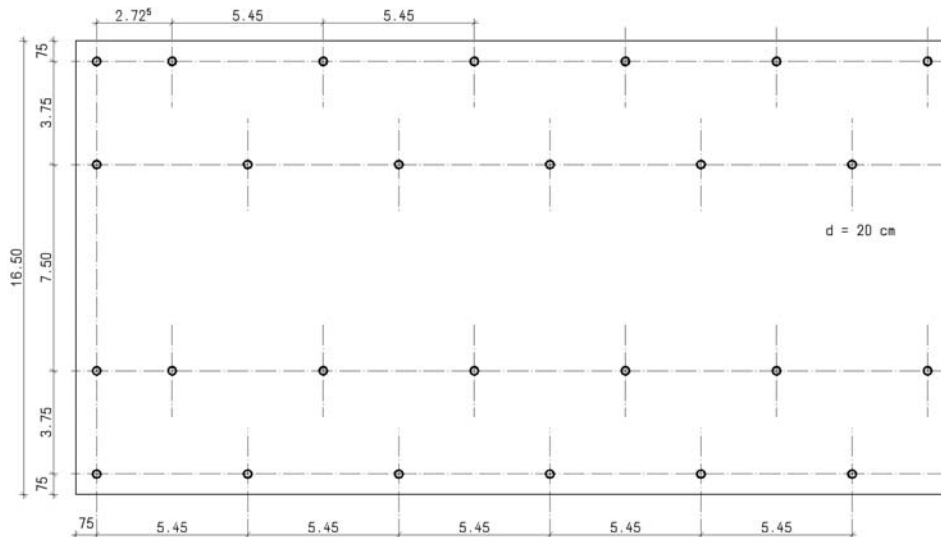
System B 13.0 Grundsystem Platte mit eingerückten Randstützen und Innenstützenachsen gegenüber Randstützen um halbe Achse verschoben

In Abwandlung des Systems B 12.2 wird das Achssystem der Innenstützen gegenüber dem der Außenstützen in Längsrichtung eine halbe Achse verschoben.

Das Verformungsbild ist, wie zu erwarten, nahezu identisch mit dem des Vergleichssystems B 12.2, da die größten Verformungen im Mittelfeld auftreten und die Randfelder bezüglich der Verformungen nicht in Erscheinung treten.

Wichtig ist, wie auch schon bei den Systemen B 12.1 ff. erkannt, dass die Deckenstärke in Vergleichsberechnungen zu ermitteln ist, da die Randfelder unzureichende Einspannverhältnisse liefern.

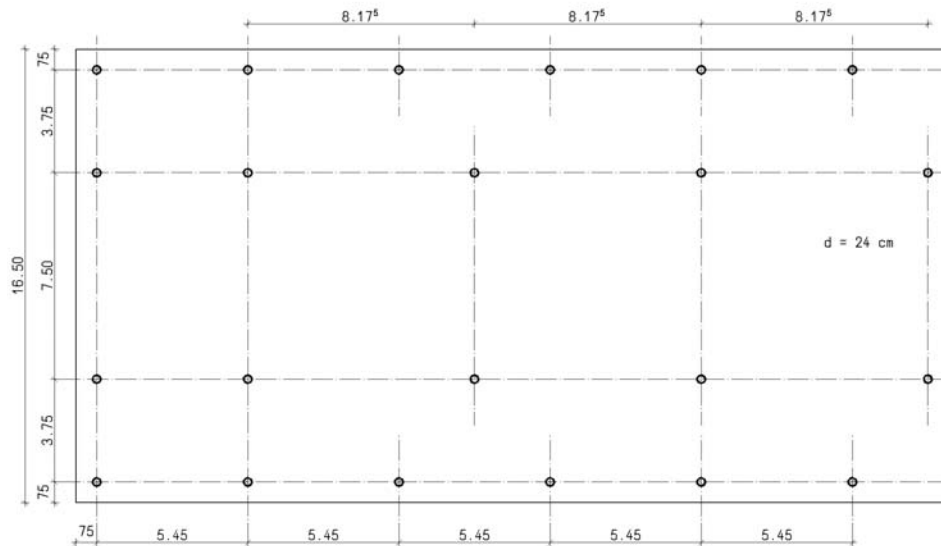
Wenn auch nicht ideal, so kann das System bei einer Garage angewandt werden.

System B 13.1 Wie System vorher, jedoch auch Innenstützenachsen zueinander ebenfalls verschoben

Bei diesem System werden nun zusätzlich die Innenstützen untereinander jeweils um ein halbes Feld in Gebäudelängsrichtung verschoben.

Das Verformungsbild bleibt davon unbeeinflusst. Die Verformungen liegen in der gleichen Größenordnung wie beim System vorher.

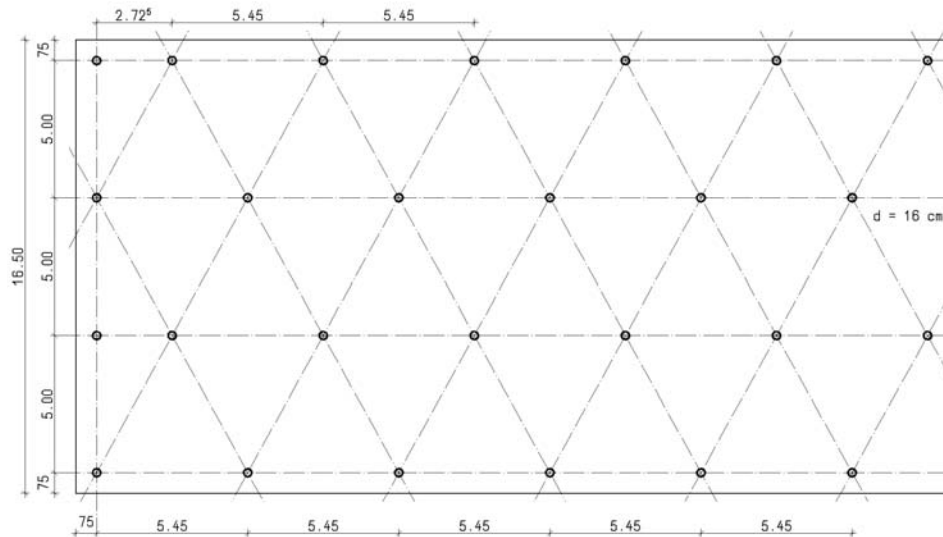
Garagenanordnung ebenfalls analog des vorherigen Systems.

System B 13.2 Stützweiten der Innenstützen in Längsrichtung vergrößert

Bei diesem System wird das Achsmaß der Innenstützen in Gebäudelängsrichtung 1,5-fach dem Achsmaß der Randstützen gewählt.

Man sieht sehr deutlich, dass sich durch das größere Achsmaß der Innenstützen verhältnismäßig weiche Gurtstreifen in Gebäudelängsrichtung über den Innenstützen ausbilden, der Einspanneffekt des Mittelfeldes zu den Außenfeldern hin gering ist und die Deckenstärke im Verhältnis zu den Systemen vorher nochmals erhöht werden muss.

Für Garagenzwecke bietet das System jedoch bessere Grundlagen als die beiden Systeme vorher.

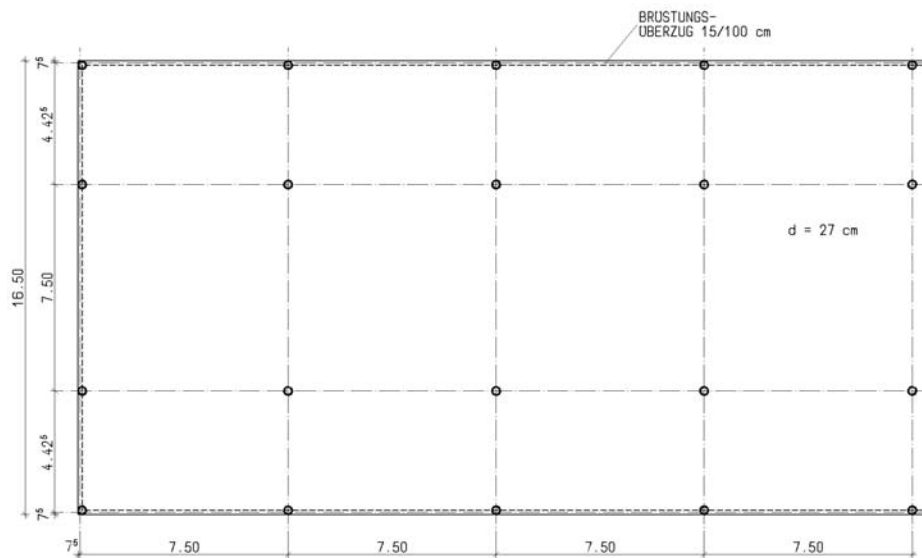
System B 13.3 Platte mit Dreiecksraster

Hier wird das Stützensystem auf einer Art Dreiecksraster aufgebaut. Die Achsabstände in Gebäudequerrichtung sind gleich.

Wie aus dem Verformungsbild ersichtlich, treten in den Außenfeldern die größten Verformungen auf, während das Mittelfeld keine nennenswerten Verformungen aufweist.

Darüber hinaus ist erkennbar, dass die Stützen untereinander durch eine Art Gurtstreifen miteinander verbunden sind.

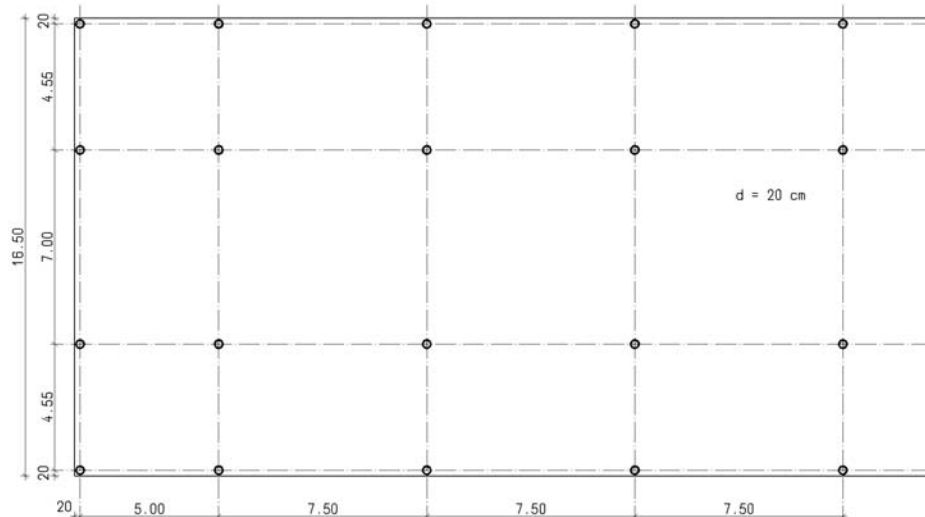
Für eine Garagenanordnung eignet sich dieses System nicht.

System B 14.0 Grundsystem Platte mit quadratischem Stützenraster der Innenfelder, Randstützen mit Deckenrandverstärkung

Hier handelt es sich um ein System mit gebräuchlicher Tragstruktur. Maßgebend für die Ermittlung der Deckenstärke ist das Endfeld in Gebäudelängsrichtung.

Bedingt durch die Brüstungen, insbesondere auf der Schmalseite des Deckensystems, bleiben die Verformungen auch im Endfeld in Grenzen und harmonisieren mit den Verformungen im Mittelbereich des Gesamtsystems. Das Verformungsbild zeigt das Vorhandensein von Gurtstreifen, aber auch, um wie viel empfindlicher die Gurtstreifen in Gebäudelängsrichtung im Endfeld sind.

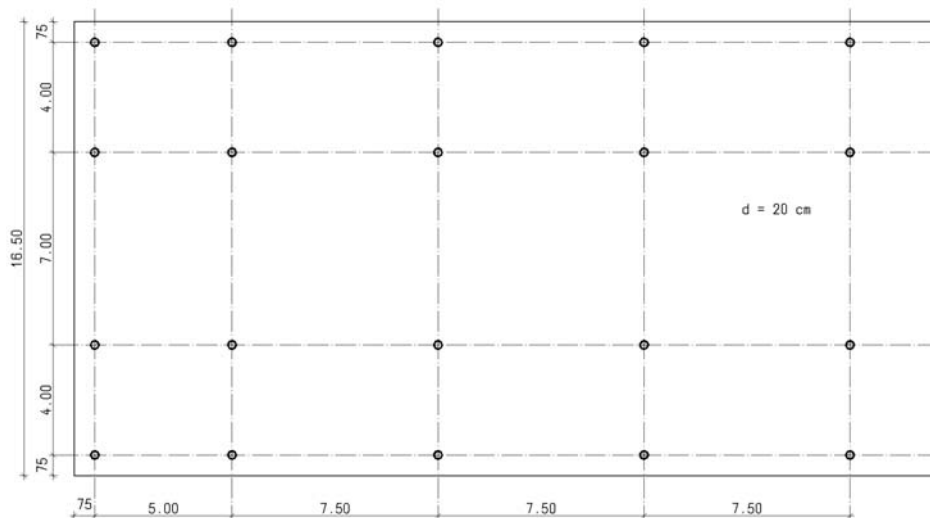
Für eine Garagenanordnung ist dieses System empfehlenswert.

System B 14.1 Wie System vorher, jedoch ohne Deckenrandverstärkung

Das System entspricht im Grundsatz dem vorhergehenden System, jedoch wird das Endfeld in Gebäudelängsrichtung verkürzt.

Maßgebend für die Ermittlung der Deckenstärke sind das Innen- bzw. das Mittelfeld. Die Deckenstärke kann entscheidend verringert werden. Wenn auch die Verformungen etwas größer werden, so sind sie vertretbar. Die Gurtstreifen bieten ein harmonisches Bild, die Rand- und Endfelder weisen unbedeutende Verformungen auf.

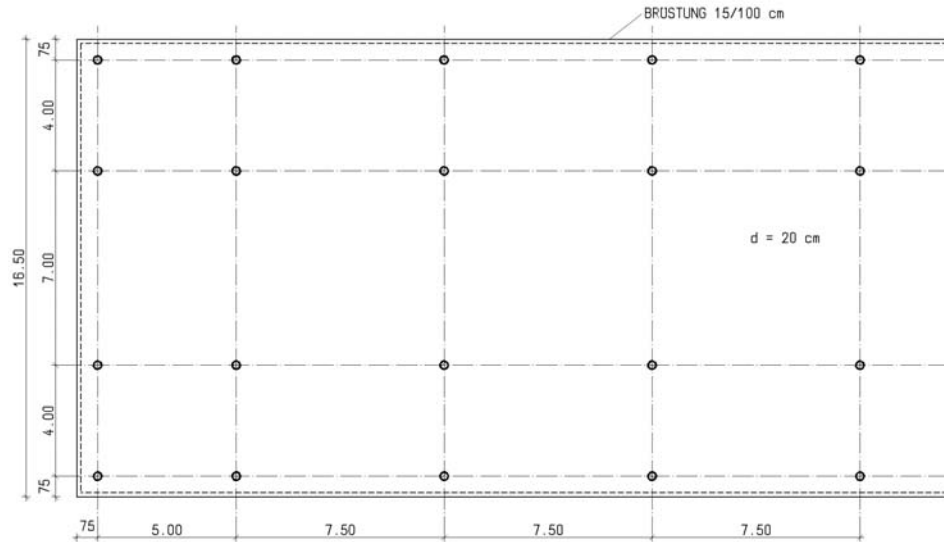
Für eine Garagenanordnung ist das System empfehlenswert, wobei allerdings die Endachse vergrößert werden muss, damit die geforderte lichte Standplatzbreite sichergestellt werden kann.

System B 14.2 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung

Hier werden wiederum die Randstützen um 75 cm eingerückt.

Am Verformungsbild erkennt man, dass aufgrund der geringeren Einspannmöglichkeit des Mittelfeldes die Verformungen in den Randfeldern gegenüber denen bei den Systemen B 14.0 und B 14.1 geringfügig zunehmen. Die Wirkung der Gurtstreifen ist im Verformungsbild gut ablesbar.

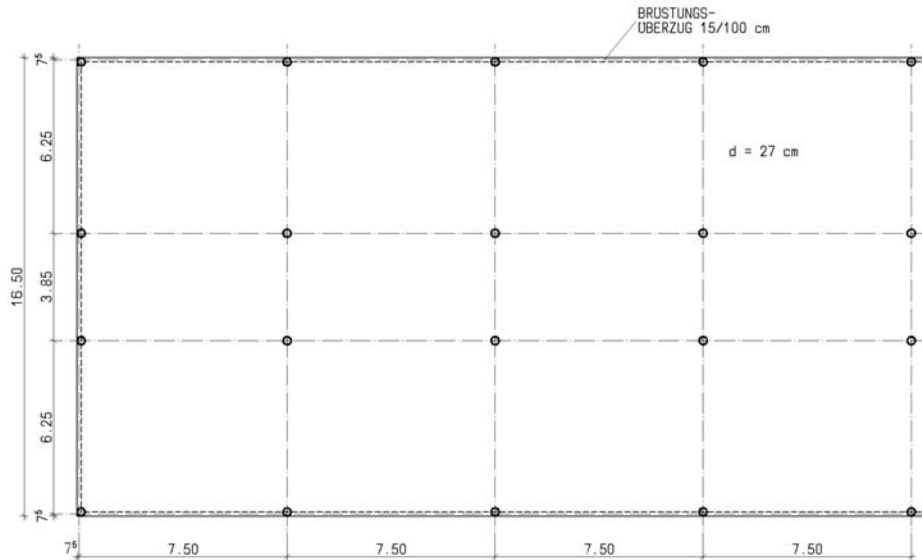
Das System eignet sich für eine Garagenanordnung, allerdings sollte das Endfeld ebenfalls etwas vergrößert werden.

System B 14.3 Randstützen eingerückt mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung

Das Verformungsverhalten entspricht dem der Systeme vorher. Es ist erkennbar, dass die Brüstung am Deckenrand zwar das Verformungsverhalten bei den Randfeldern verbessert, aber keinen Beitrag zur Vergünstigung der Plattendimensionierung liefert.

Für eine Garagenanordnung gilt das zum vorherigen System Gesagte.

System B 15.0 Grundsystem Platte mit verkleinerter Stützenachse des Mittelfeldes, Randstützen mit Deckenrandverstärkung



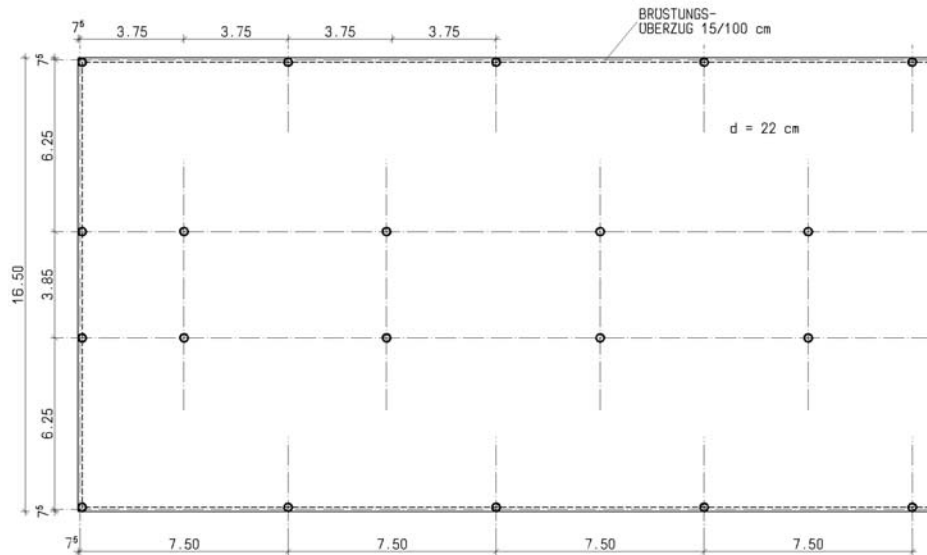
Auch hier handelt es sich wieder um ein Deckensystem mit gebräuchlicher Tragstruktur. Allerdings erhalten die Randfelder in Gebäudequerrichtung ein größeres Achsmaß, das heißt, das Innenfeld in Gebäudequerrichtung wird im Verhältnis zu den Randfeldern wesentlich kleiner.

Maßgebend für die Deckenstärke ist auch hier das Achsmaß in Gebäudelängsrichtung.

Bedingt durch die Brüstung ergibt sich ein harmonisches Verformungsbild.

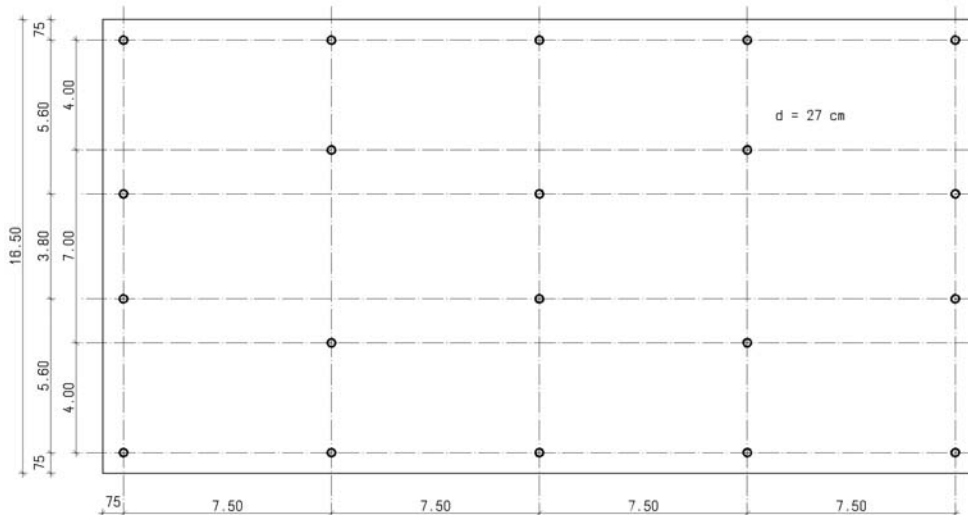
Bei der Betrachtung des Verformungsbildes ist erkennbar, dass sich, obwohl jeweils zwei Innenstützen vorhanden sind, ein sehr breiter Gurtstreifen in Gebäudelängsrichtung ausbildet.

Für die Anordnung einer Garage eignet sich dieses System nicht.

System B 15.1 Wie System vorher, jedoch Achsenverschiebung in Gebäude-längsrichtung

Das hier dargestellte System ist dem vorhergehenden System ähnlich, jedoch werden die Innenstützenachsen gegenüber den Randstützen um ein halbes Achsfeld verschoben. Durch diese Maßnahme kann die Deckenstärke wesentlich verringert werden. Die Verformungen werden etwas größer, sind aber durchaus im zulässigen Bereich.

Das System eignet sich nicht für eine Garagenanordnung.

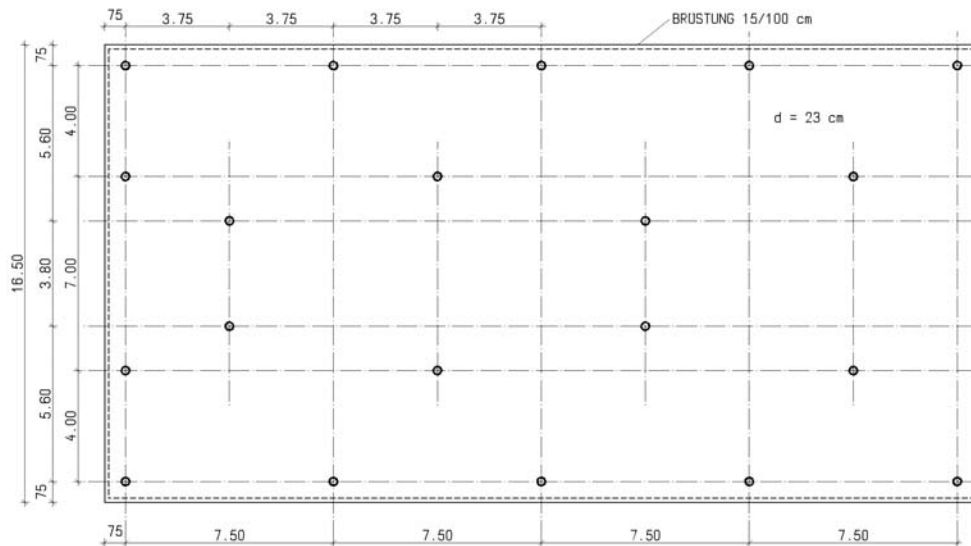
System B 15.2 Randstützen eingerückt und keine Deckenrandverstärkung, Stützweiten des Mittelfeldes unterschiedlich

Das System baut auf den vorhergehenden Systemen auf, jedoch werden die Mittelfelder unterschiedlich breit ausgeformt. Für die Ermittlung der Deckenstärke ist das Endfeld in Gebäudelängsrichtung maßgebend. Wie das Verformungsbild zeigt, liegen die Durchbiegungen im Endfeld etwas über denen der Systeme vom Typ B 15.0, in der Folge liefert das System jedoch wesentlich geringere Verformungen.

Es ist gut abzulesen, dass die Deckenstärke durch eine Verkürzung der Endfelder entscheidend verringert werden könnte.

Das System eignet sich nur eingeschränkt für eine Garagenanordnung.

System B 15.3 **Wie System vorher, jedoch mit zusätzlicher Deckenrandverstärkung**

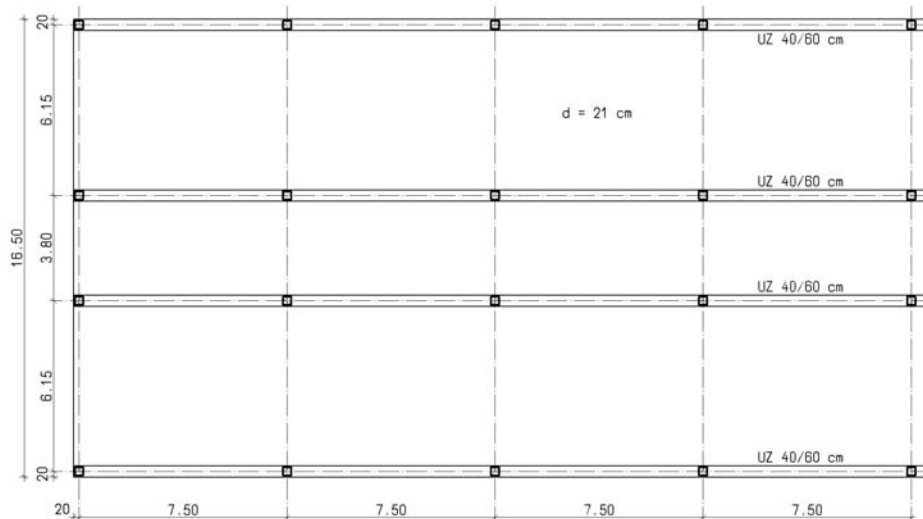


Gegenüber dem System vorher wurde nun eine Brüstung am Deckenrand vorgesehen. Gleichzeitig wird in Gebäudelängsrichtung das Achssystem der Innenstützen gegenüber den Randstützen um eine halbe Achsweite verschoben.

Diese Maßnahmen wirken sich insofern günstig aus, als damit auch die Deckenstärke wesentlich reduziert werden kann, wie das anschließende Verformungsbild zeigt. Die größten Verformungen treten nun in den Mittelfeldern auf. Sie sind minimal größer als die Verformungen beim Anfangssystem B 15.0, wobei hier die Deckenstärke um 4 cm geringer ist.

Das System eignet sich nur bedingt für die Anordnung einer Garage.

System B 16.0 Grundsystem Platte mit Längsunterzügen und kleinere Stützweite des Mittelfeldes



Waren bislang Plattensysteme zu untersuchen, so werden hier einige Deckensysteme mit Unterzügen dargestellt.

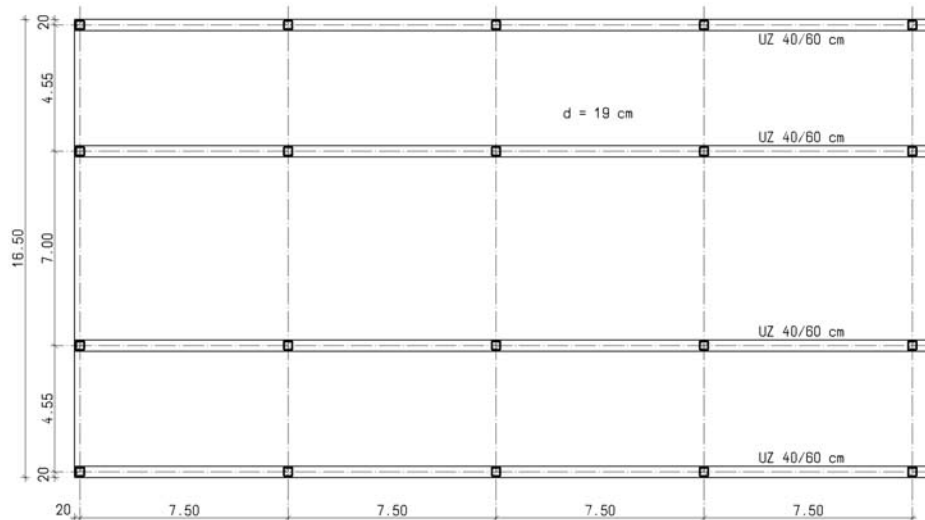
Diese Systeme haben unter anderem den Vorteil, dass die Decken teilvorgefertigt werden können, ohne dabei Qualitätseinbußen hinnehmen zu müssen.

Bei der Ermittlung der erforderlichen Deckenstärke braucht nur die Gebäudequerrichtung in Augenschein genommen zu werden.

Die Deckenverformungen zeigen keine überraschenden Werte. Wie erwartet, bilden sich die größten Verformungen in den Außenfeldern. Grundsätzlich versteifen die Unterzüge das Deckensystem.

Vergleicht man nun die Systeme vom Typ 16.0 z. B. mit den Deckensystemen B 15.0 bzw. B 15.1, so wird sofort erkennbar, wie fragwürdig die Unterzüge werden können. Verkürzt man nämlich das Endfeld in Gebäudelängsrichtung und verstärkt minimal die Decke, wird der Innenausbau eines Gebäudes wesentlich kostengünstiger und das Gesamtergebnis der gesamten Gebäudestruktur wirtschaftlicher.

Für die Anordnung einer Garage eignet sich dieses System nicht.

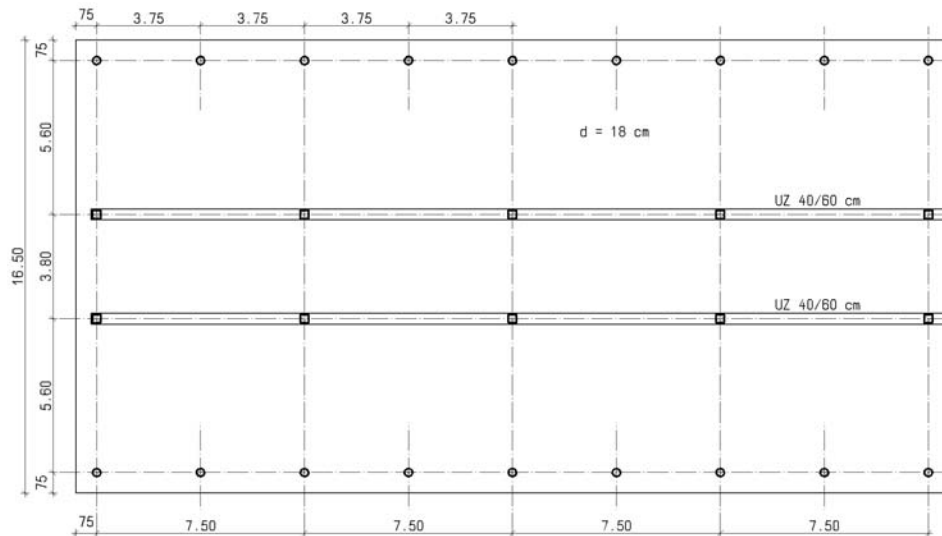
System B 16.1 Wie System vorher, jedoch Stützweite des Mittelfeldes vergrößert

Dieses System ist im Grunde eine Abwandlung des Systems B 14.0 mit der Anordnung von Unterzügen. Selbstverständlich kann hier die Deckenstärke durch das Vorhandensein des Längsunterzuges wesentlich verringert werden.

Die aufgezeigten Verformungen sind verträglich.

Vergleicht man nun das Ergebnis mit dem System B 14.1, dann wird das Unterzugsystem sofort in Frage gestellt.

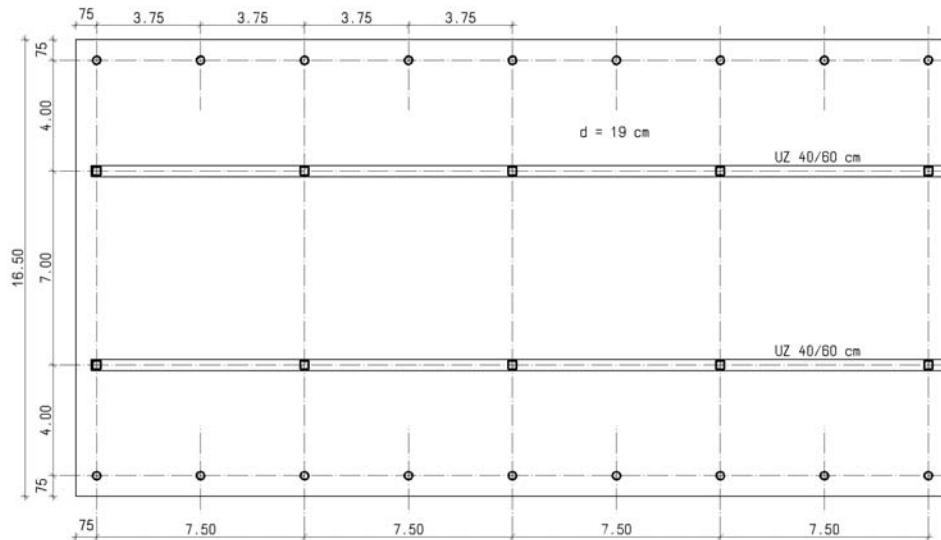
Das System eignet sich für eine Garagenanordnung, da bei einer Garage Unterzüge nicht stören.

System B 16.2 Randstützen eingerückt und mit halbiertes Stützweite, sowie kleines Mittelfeld, keine Deckenrandverstärkung

In Abwandlung zum System B 16.0 werden die Randstützen um 75 cm eingerückt. An dieser Stelle wird kein Unterzug angeordnet, lediglich in den Mittelstützenreihen werden Unterzüge ausgeführt. Infolge der eingerückten Stützenstellung am Rand kann die Deckenstärke verringert werden, obwohl kein Unterzug vorhanden ist. Die Verformungen liegen in der gleichen Größenordnung wie beim vorgenannten System B 16.0, obwohl die Deckenstärke geringer ist.

Auch hier stellt sich die Frage, wie die Innenstützenanordnung zu gestalten ist, um eventuell die Unterzüge entfallen lassen zu können. Selbstverständlich muss dann die Deckenstärke erhöht werden.

Das Deckensystem eignet sich nicht für eine Garage.

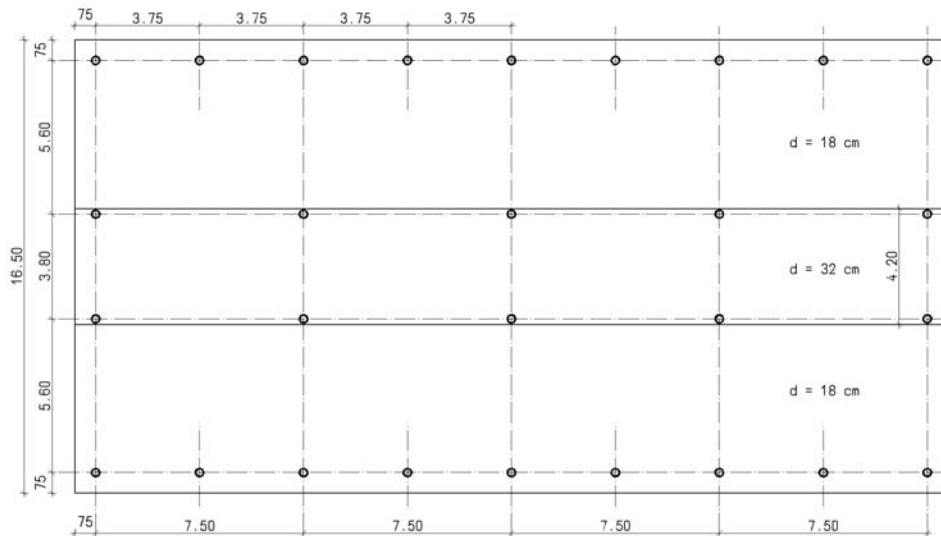
System B 16.3 Wie System vorher, jedoch größeres Mittelfeld

Analog zum System B 16.1 wird auch hier die Randstütze vom Deckenrand eingeschoben.

Wie erkennbar, ist hier nicht das Randfeld, sondern das Innenfeld maßgebend für die Ermittlung der Deckenstärke. So gesehen kann zwar der Unterzug am Deckenrand entfallen, aber die Deckenstärke nicht verringert werden.

Infolge der Randstützenanordnung eignet sich dieses System nicht für eine Garage, es sei denn, die Zwischenstützen an der Fassade werden über dem Untergeschoss abgefangen.

System B 17.0 **Grundsystem Platte mit doppelter Innenstützenreihe und Plattenverstärkung im Mittelfeld, eingerückte Randstützen, keine Deckenrandverstärkung**



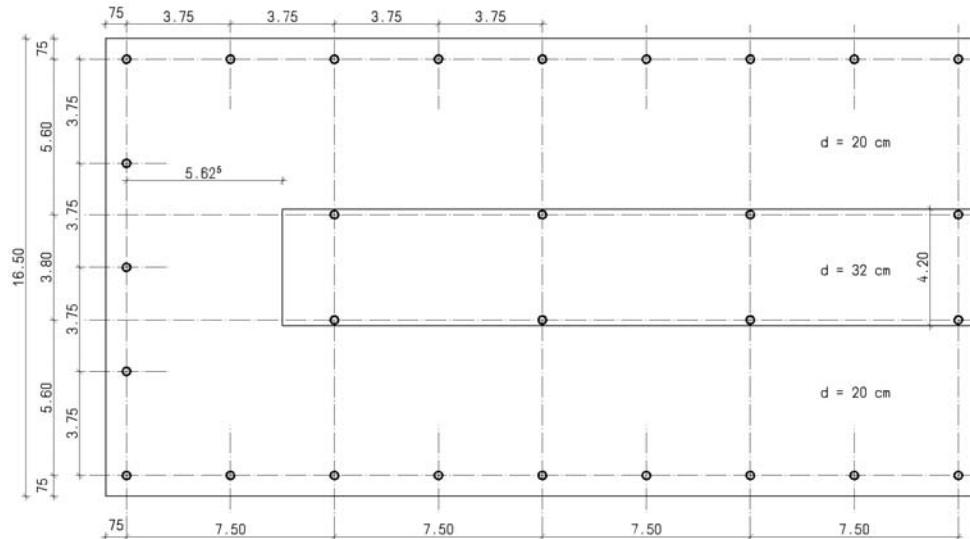
Das System entspricht in der Stützenanordnung dem System B 16.2. Es unterscheidet sich jedoch dadurch, dass anstelle der Unterzüge im Mittelbereich eine verdickte Platte zur Ausführung kommt. So kann die Konstruktionsstärke reduziert werden.

Vergleicht man das Verformungsbild von B 16.2 mit denen des hier vorliegenden Systems, so liegen die Verformungen im Endfeld minimal über denen des Unterzugsystems, alle anderen Verformungen sind etwas günstiger. Grund hierfür ist, dass die Einspannverhältnisse für die Platte in der verdickten Zone im Mittelbereich wesentlich günstiger sind.

Hinsichtlich der Gesamtwirtschaftlichkeit ist das System dem Unterzugssystem klar vorzuziehen, da es wesentlich ausbaufreundlicher ist.

Das System eignet sich nicht für eine Garagenanordnung.

System B 17.1 Wie System vorher, jedoch mit Längenbegrenzung der Plattenverstärkung im Endfeld

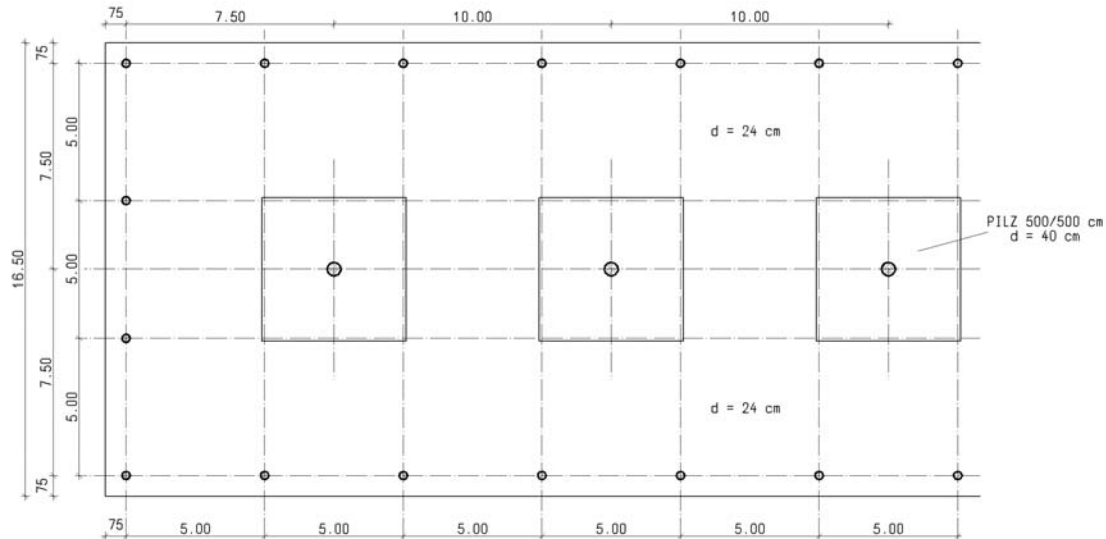


Für die Nutzung kann es oft störend sein, wenn die wie beim System vorher verdickte Platte bis an die Fassade geführt wird. Hier wird der verdickte Bereich so weit über die Stützen hinausgeführt, dass umlaufend und am Gebäuderand jeweils die gleichen Raumtiefen entstehen können.

Um ein ähnliches Verformungsbild zu erhalten, muss allerdings die Platte etwas verdickt werden, da das Endfeld maßgebend ist. Selbstverständlich sind dann die Verformungsverhältnisse durch die dickere Platte in den anderen Randbereichen günstiger als beim System vorher.

Das System eignet sich nicht für eine Garagenanordnung.

System B 17.2 Analog Grundsystem, jedoch Mittelstützen mit Pilzausbildung und großer Stützweiten in Gebäudelängsrichtung



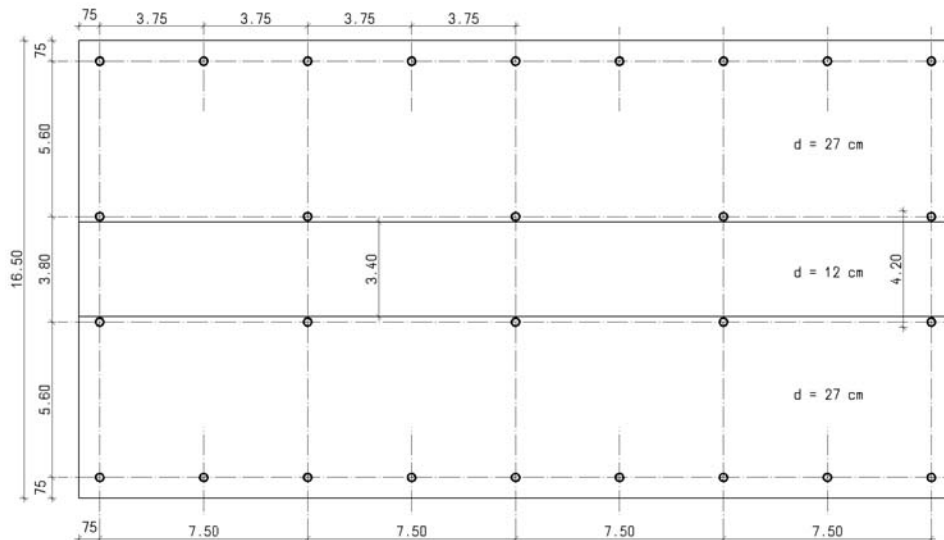
Bei diesem System wird das Achsmaß der Randstützen vergrößert. Anstelle der Doppelstützenreihe im Mittelbereich wird eine Einzelstütze gewählt, die mit einem Pilz versehen wird. Das Achsmaß ist doppelt so groß wie das der Außenstützen. Selbstverständlich muss die Deckenstärke verdickt werden.

Betrachtet man das Verformungsbild, so ist festzustellen, dass ein überaus wirtschaftliches Deckensystem entstanden ist, das im Innenbereich großzügige Nutzungsfreiheit bietet.

Die Verformungen sind als sehr gering zu bezeichnen.

Für eine gut funktionierende Garage ist das Achsmaß 5,0 m zu klein. Bei geringfügiger Vergrößerung des Achsmaßes kann jedoch eine gute Grundlage für eine Garagenanordnung erzielt werden.

System B 17.3 Analog Grundsystem, jedoch Plattenstärkenreduzierung im Mittelfeld

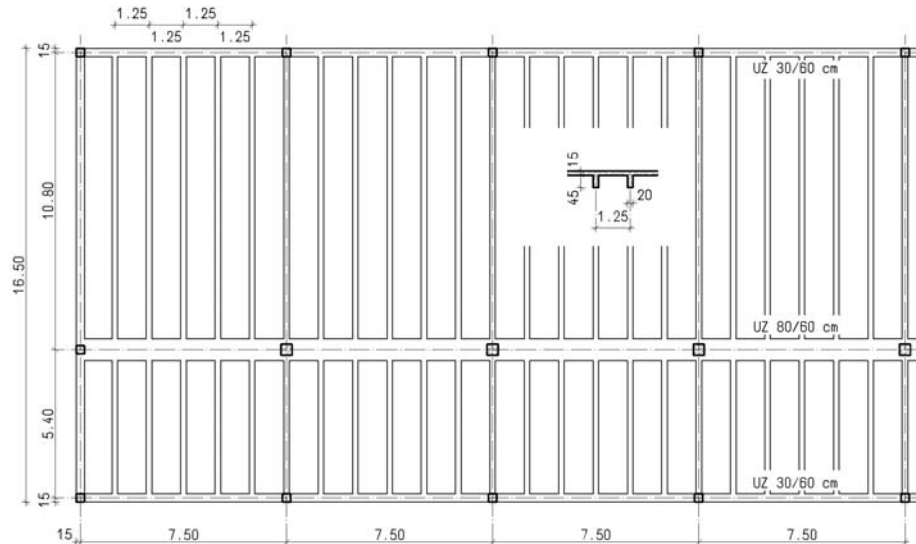
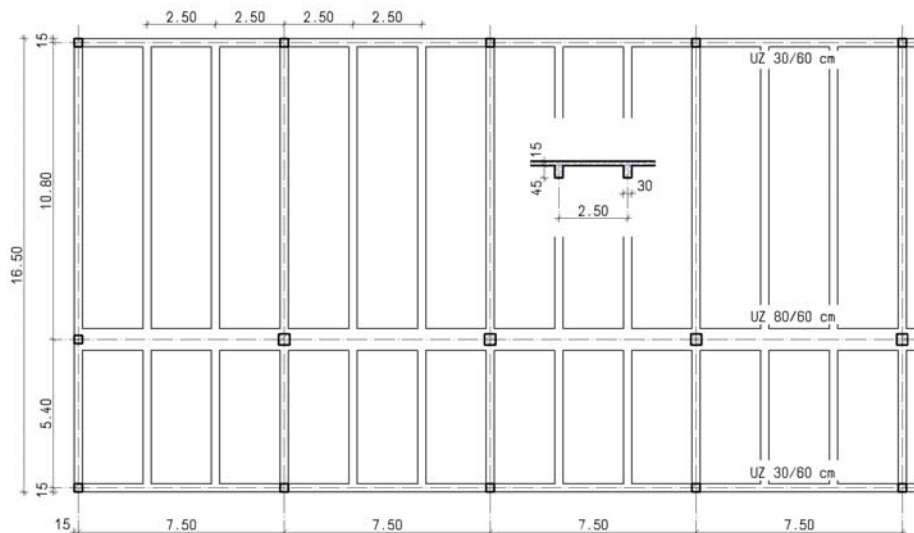


Oft ist der Platzbedarf, den die Betriebstechnik fordert, nicht im ausreichenden Maße vorhanden, so dass jeder Zentimeter, der gewonnen werden kann, hilfreich ist.

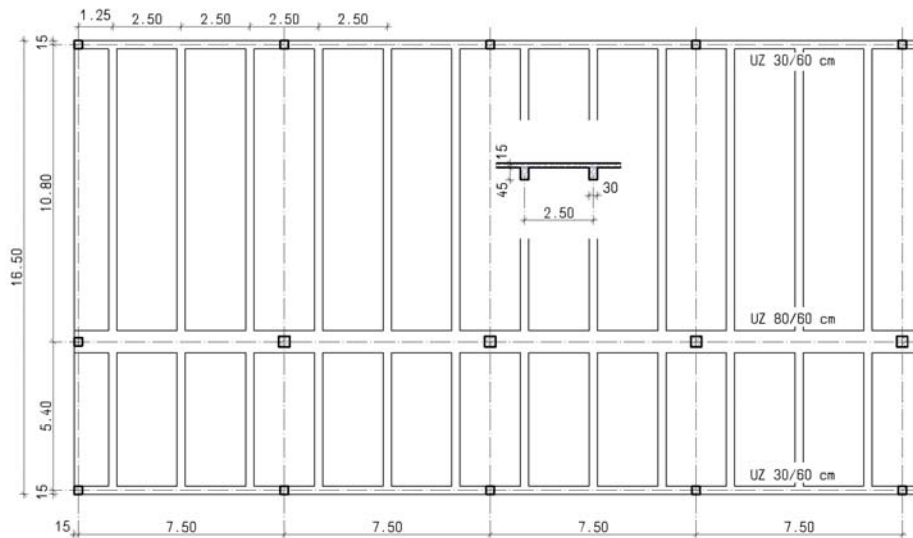
Unter diesem Aspekt kann das System B 17.0 so abgewandelt werden, dass die Mittelzone nicht verdickt, sondern verdünnt wird. Dies geht jedoch zu Lasten der Außenfelder.

Bedingt durch das Ausmaß in Gebäudelängsrichtung sind die Verformungen in den Randfeldern moderat.

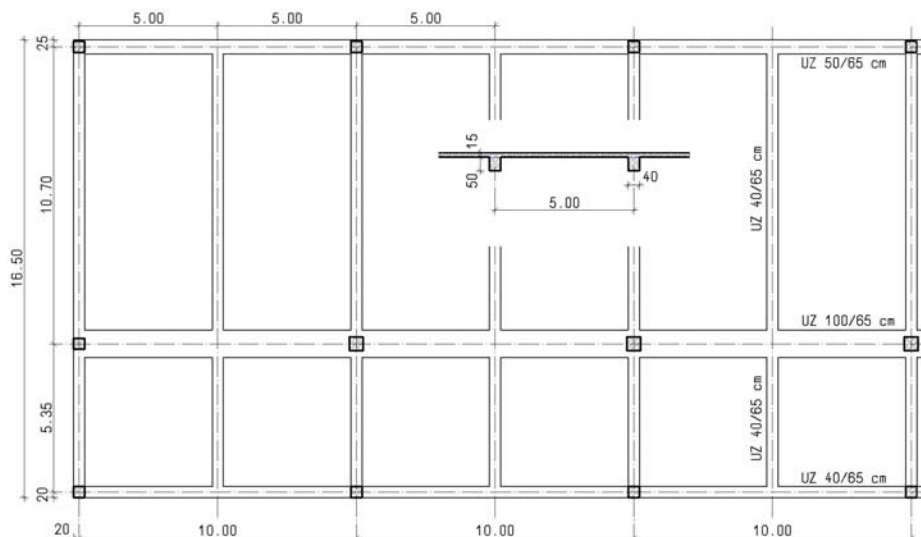
Das System eignet sich nicht für eine Garagenanordnung.

Systeme B 18.0, B 18.1, B 18.2**System B 18.0 Grundsystem Plattenbalkendecke mit asymmetrischer Innenstützenreihe****System B 18.1 Wie System vorher, jedoch vergrößerter Achsabstand der Plattenbalken**

System B 18.2 Wie System vorher, jedoch Plattenbalkenachsen zu Stützlasten verschoben

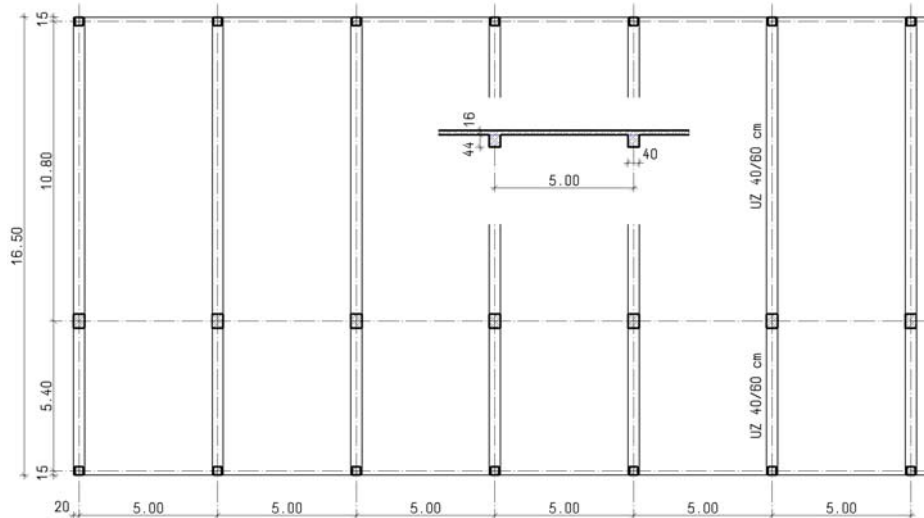


System B 18.3 Plattenbalken- (unterzugs-) decke mit großem Achsabstand

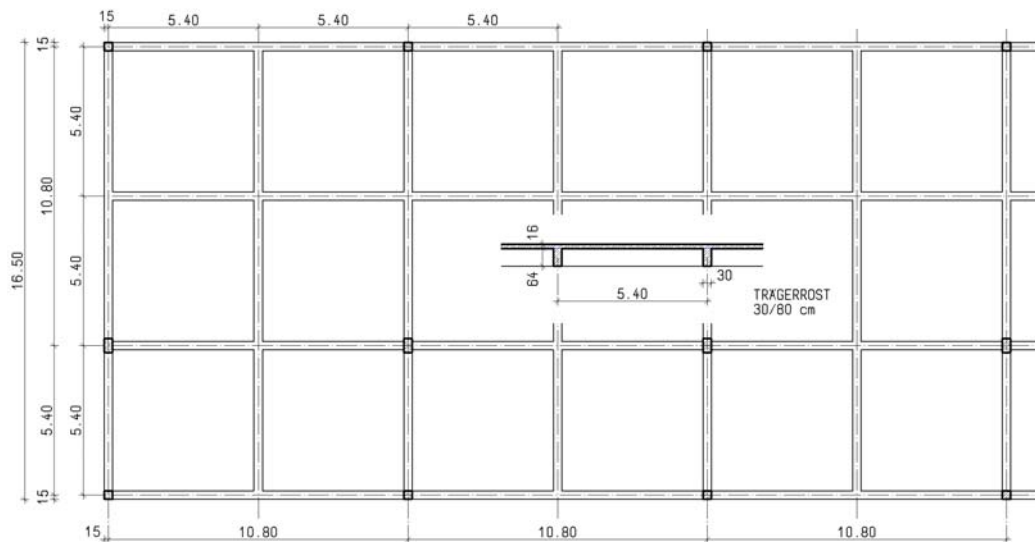


Wählt man bei einer derartigen Gebäudetiefe eine asymmetrische Stützenstellung im Innenbereich, so führt dies zu Plattenstärkendenimensionen, die infolge des damit verbundenen Gewichtes in der Regel nicht vertretbar sind. Es empfiehlt sich dann, so genannte Plattenbalkensysteme anzuwenden.

Vergleicht man die drei Systeme, stellt man fest, dass bei Verdoppelung der Achsabstände der Nebenträger die Verformungen, auch wenn die Rippen etwas breiter gestaltet werden, etwas zunehmen. Weiter stellt man fest, dass es für das Verformungsverhalten im großen Feld ohne Bedeutung ist, ob die Rippen jeweils mit dem Achssystem der Innenstützenreihe identisch oder um den halben Nebenträgerachsabstand verschoben sind. Die Verformungen bleiben gleich. Das System zeigt, dass man bei Vergrößerung der Spannweiten in Gebäude-längsrichtung die Bauteilhöhen minimal erhöhen muss, um wieder ein ähnliches Verformungsverhalten zu erzielen.

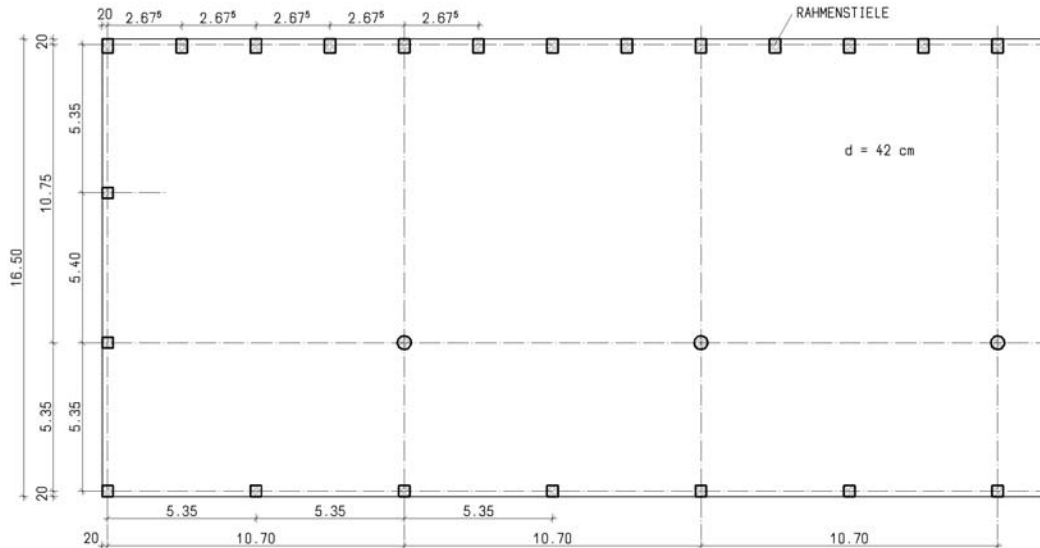
System B 18.4 Plattenbalken- (Uterzugs-) decke ohne Längsunterzüge

An diesem System wird gezeigt, dass durch Unterstützung jedes Querunterzuges im Inneren des Systems die Konstruktionsstärke minimal verringert werden kann, wobei man annähernd das gleiche Verformungsbild wie vorher erhält.

System B 18.5 Trägerrostdecke

Mit Zuhilfenahme eines so genannten Trägerrostes wird das große Feld überbrückt. Dadurch beteiligen sich der Längs- und der Querunterzug über den Innenstützen gleichermaßen an der Ablastung des großen Feldes. Die Konstruktionsstärke wurde vergrößert, die Breiten jedoch verringert.

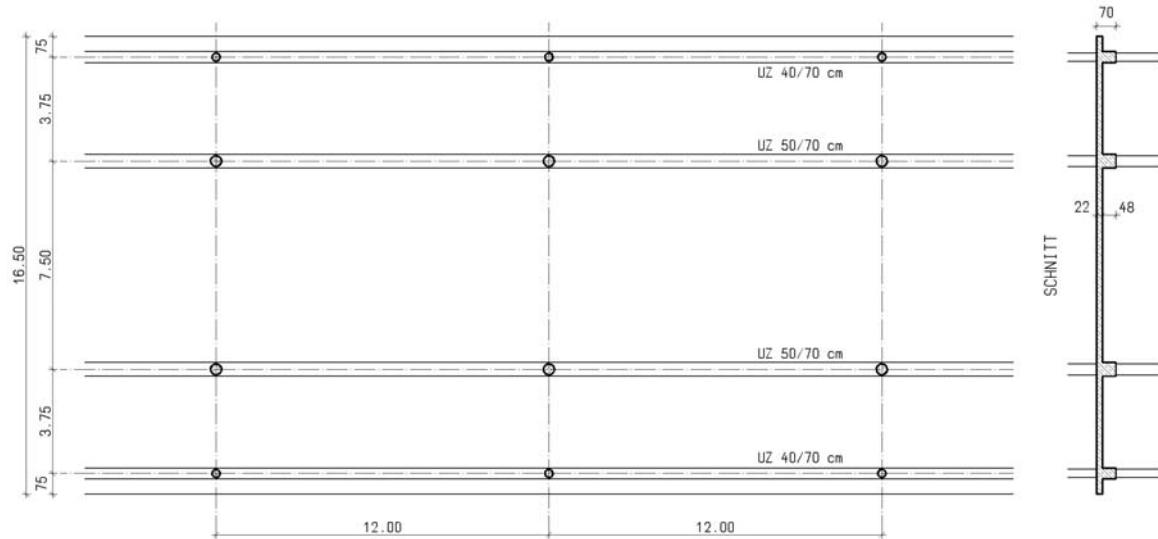
Die Verformungen sind, wie erwartet, gering.

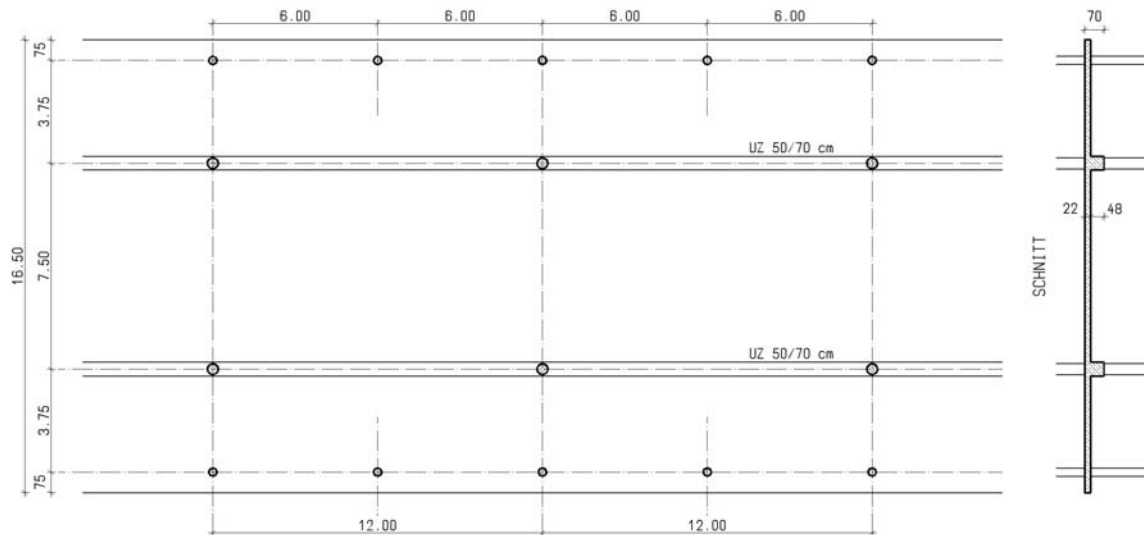
System B 18.6 Platte mit Rahmenstielen am Deckenrand


Hier wird demonstriert, welcher Aufwand notwendig ist, wenn eine Platte zur Ausführung kommen soll. Dies ist möglich, wenn an der Längsseite des großen Feldes Rahmenstiele zur Verfügung stehen.

Die günstigere Rahmenwirkung der Randstiele erkennt man daran, dass die Verformung im großen Feld in der Mitte auftritt. Darüber hinaus ist das Vorhandensein von Gurtstreifen ablesbar.

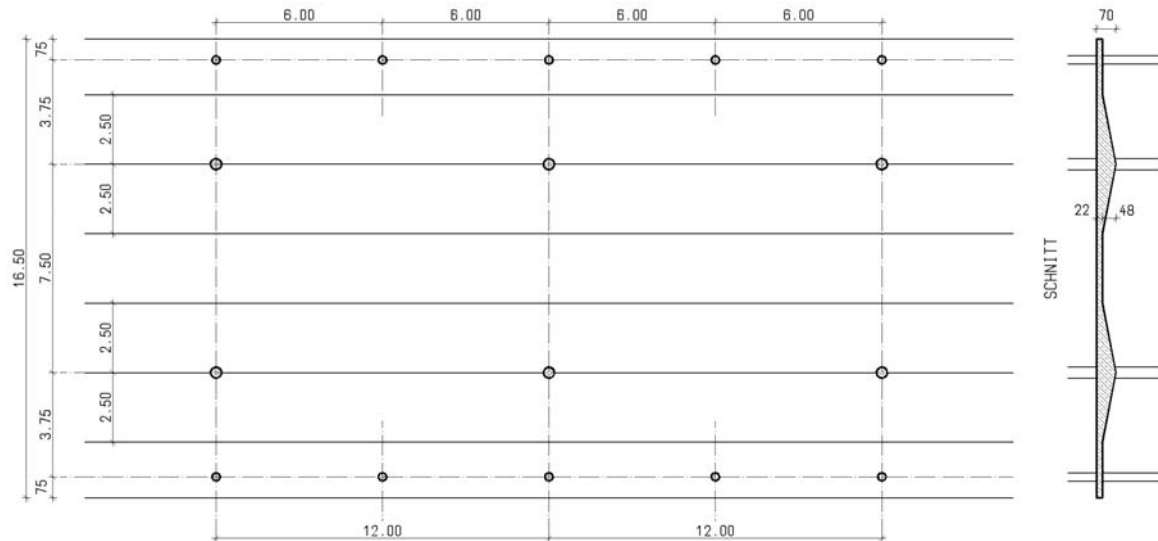
Alle unter B 18 aufgezeigten Systeme sind garagentauglich, wobei bei der 5 m-Achse eine minimale Vergrößerung erforderlich ist.

Systeme B 19.0, B 19.1**System B 19.0 Grundsystem Platte mit Längsunterzügen**

System B 19.1 Ersatz der Randunterzüge durch eingerückte Randstützenreihe

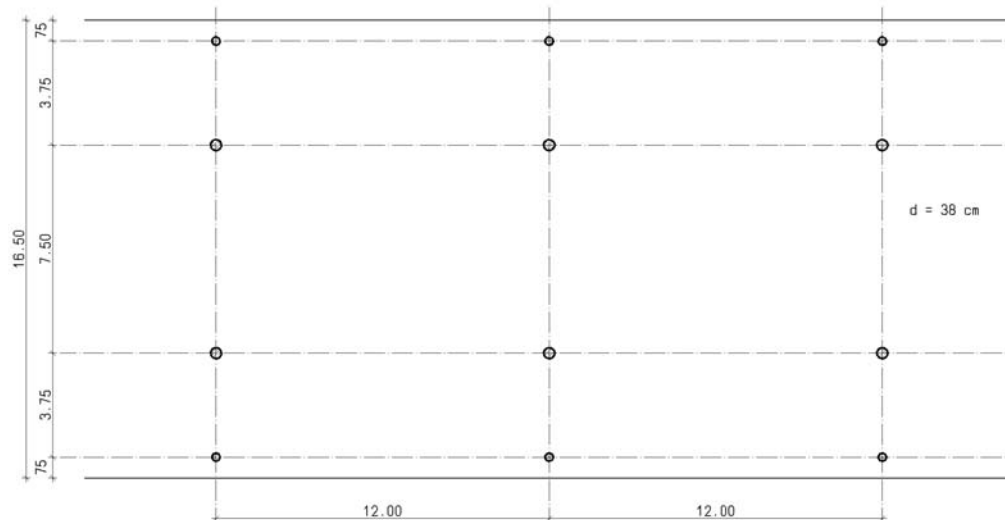
Vergleicht man die beiden Systeme, die verhältnismäßig große Stützweiten überbrücken, im Innenbereich, stellt man fest, dass die Randunterstützungen (Unterzug oder Stützen) keinen Einfluss auf das Verformungsverhalten des Gesamtsystems haben. Weiterhin wird man feststellen, dass wirtschaftlich eine Stützenstellung an der Fassade günstiger ist als ein Unterzug.

Beide Systeme liefern großzügige Garagengrundlagen.

System B 19.2 Gevoutetes Plattensystem mit eingerückten Randstützen ohne Deckenrandverstärkung

Gestaltet man die Längsunterzüge im Inneren des Gebäudes als Art gevoutete Deckensysteme, wird das Verformungsverhalten wesentlich verbessert.

Garagenanordnung analog vorherige Systeme.

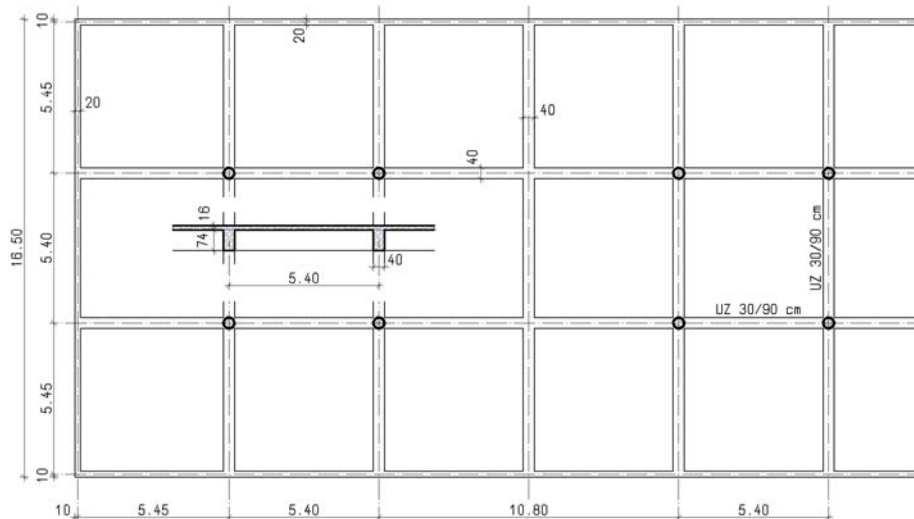
**System B 19.3 Platte mit großer Stützenweite in Längsrichtung
ohne Deckenrandverstärkung**

Hier wird demonstriert, dass auch bei einer sehr großen Stützenweite mit einer Platte ein günstiges Ergebnis erzielt werden kann. Sicherlich ist der materielle Aufwand größer als bei den Systemen B 19.0 und B 19.1, jedoch ist die Konstruktionsstärke um 32 cm geringer.

Die Verformung in Feldmitte ist identisch mit der der Systeme B 19.0 und B 19.1. Die Verformung am Deckenrand nimmt zu. Bei der Anordnung der Fassadenanschlüsse sind diese Verformungen zu berücksichtigen.

Das Verformungsverhalten am Rande kann dadurch beeinflusst werden, dass der freie Rand durch einen Brüstungsüberzug verstärkt wird oder zusätzliche Stützen angeordnet werden.

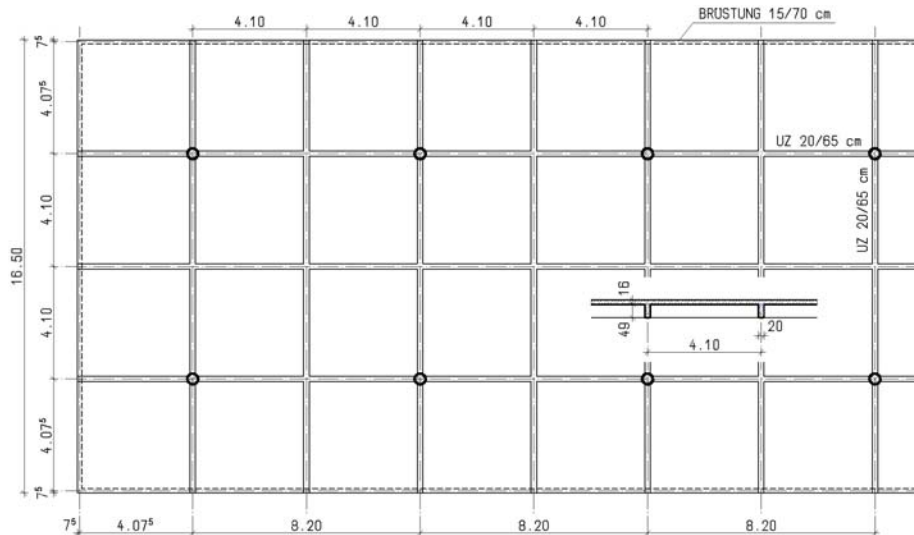
Das System liefert großzügige Garagenverhältnisse.

System B 20.0 Grundsystem Platte mit Unterzügen mit Stützung im Drittelpunkt der Gebäudetiefe (ohne Randstützen)

In der Folge werden nun einige Systeme verfolgt, die auf Fassadenstützen verzichten. Bei allen folgenden Systemen empfiehlt es sich, hinsichtlich der Anordnung von Fassadenanschlüssen die Verformungen jeweils kritisch zu verfolgen. Dieses System zeigt, dass erwartungsgemäß an der Ecke die größten Verformungen auftreten.

Bei Anwendung dieses Systems sollten entweder die Querschnitte verbessert oder, wenn es vertretbar ist, das System mit einer entsprechenden Überhöhung hergestellt werden.

Für die Garagenanordnung sind hier günstige Voraussetzungen geschaffen.

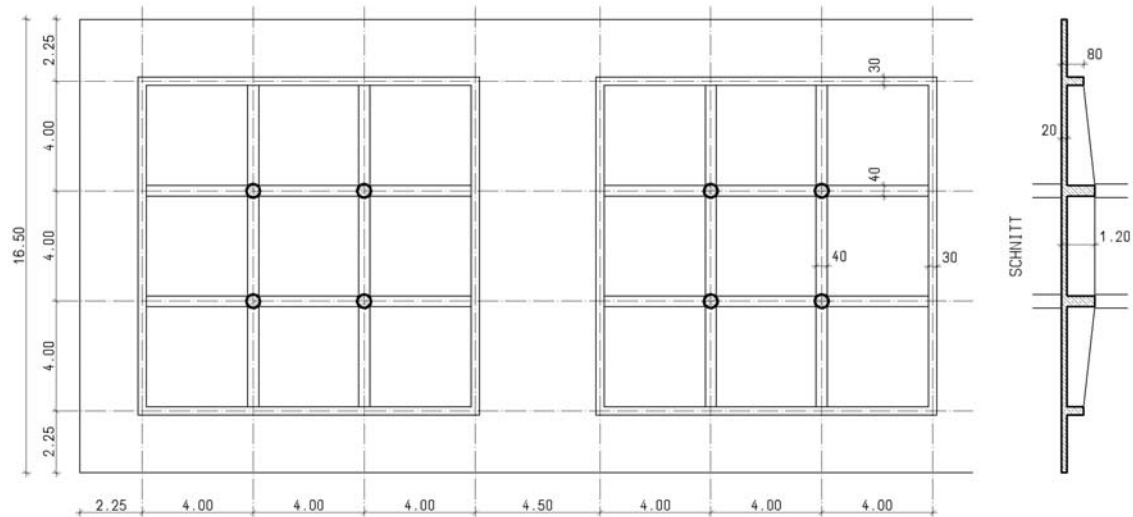
System B 20.1 Wie System vorher, jedoch Verkleinerung der Auskragung


Im Verhältnis zum System vorher wurden die Auskragung und gleichzeitig die Bauteilhöhen reduziert.

Das Verformungsbild zeigt, dass auch hier die Gebäudeecke der kritische Punkt im System ist und daher wie vorher schon erläutert zu verfahren ist.

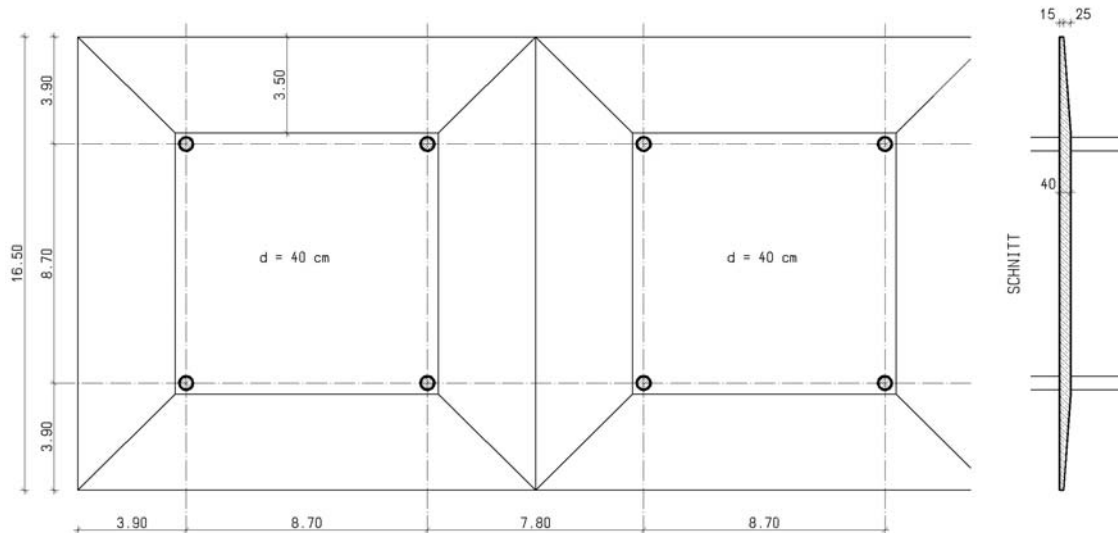
Das System kann für eine Garage eine großzügige Grundlage liefern.

System B 20.2 Deckenunterstützung im Innenbereich mit Unterzügen und Platte am Deckenrand



Bei diesem System wird eine Art Trägerrost in Form einer Pilzsituation dargestellt. Die aufgezeigten Verformungen sind in Verbindung mit einer Fassadenanordnung kritisch. Die Verformungen am Deckenrand sind zu verbessern.

Bei dem aufgezeigten Stützenraster ist die Anordnung einer Garage eher unwirtschaftlich.

System B 20.3 Gevoutete Platte mit auskragendem Rand


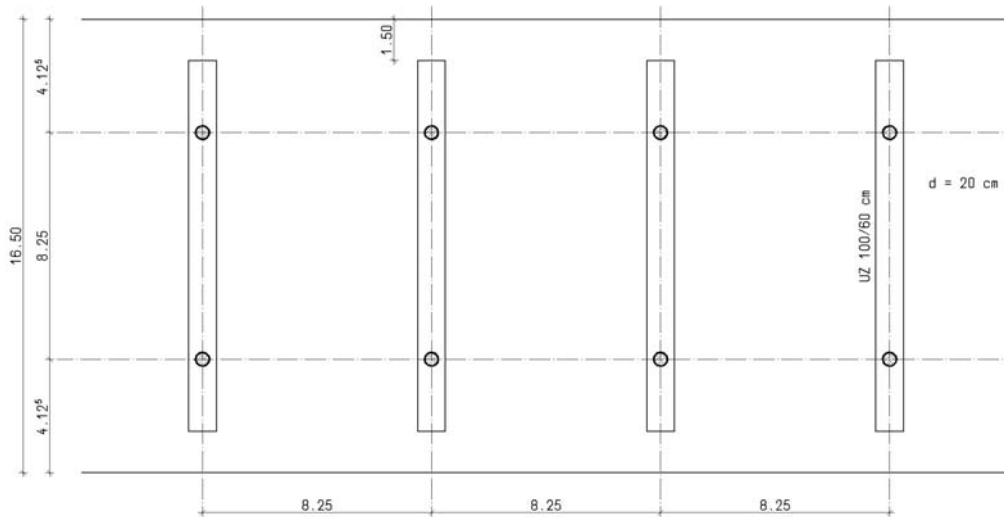
Dieses System baut auf einem Quadrat auf. Zu den Rändern hin verjüngt sich die Platte. Bei der vierten Seite wird die gleiche Untersichtsgeometrie wie bei den freien Rändern angewandt. Auf diese Weise wird eine Aneinanderreihung von Quadraten in der Untersicht ablesbar.

Die aufgezeigten Verformungen sind minimal und stellen für die weiteren Ausbauerhältnisse kein Problem dar.

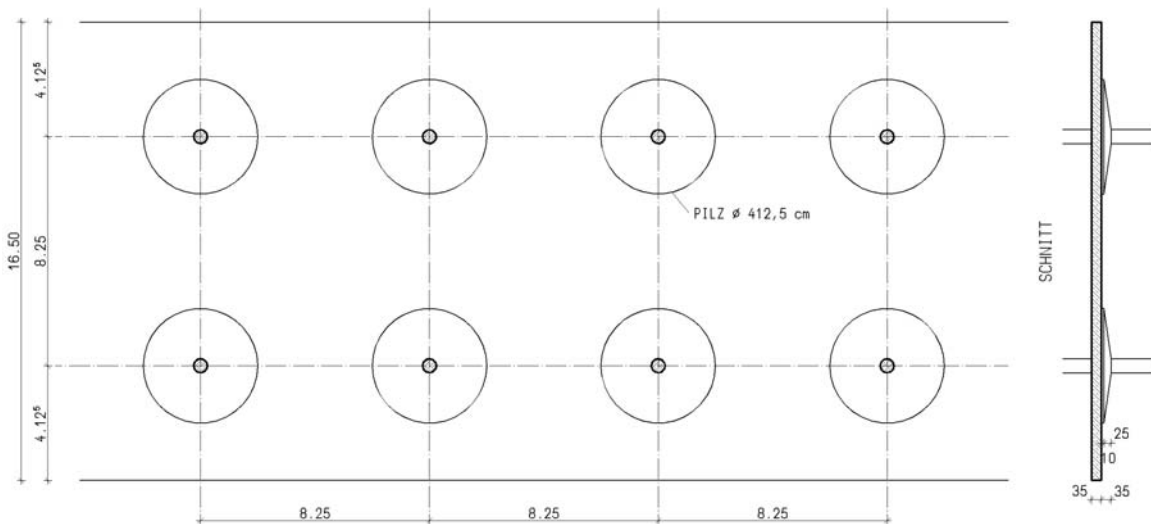
Das System kann ebenfalls eine sehr großzügige Voraussetzung für eine Garage sein.

Systeme B 21.0, B 21.1, B 21.2, B 21.3

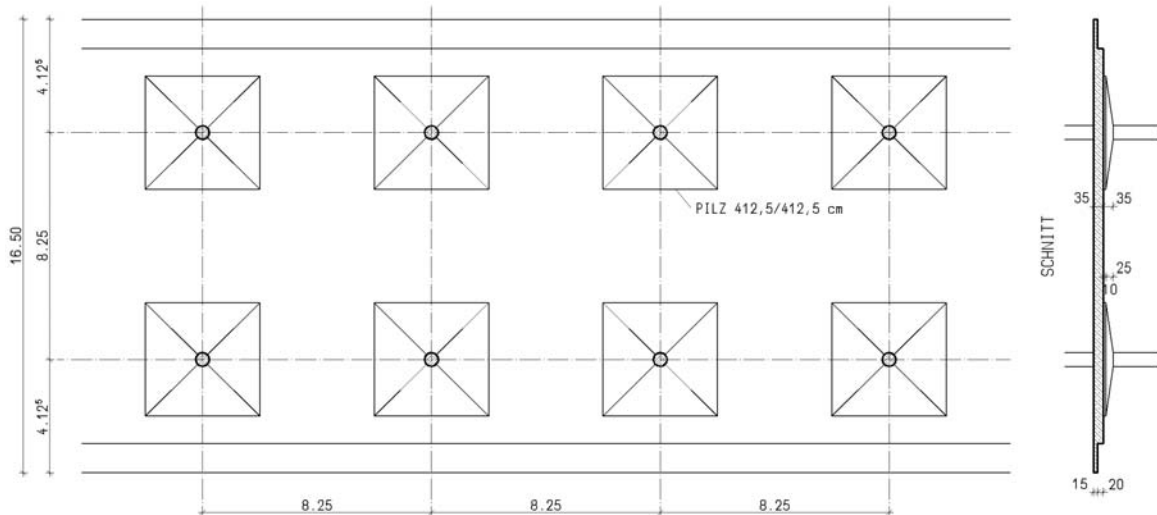
System B 21.0 Grundsystem, Platte mit auskragenden Querunterzügen



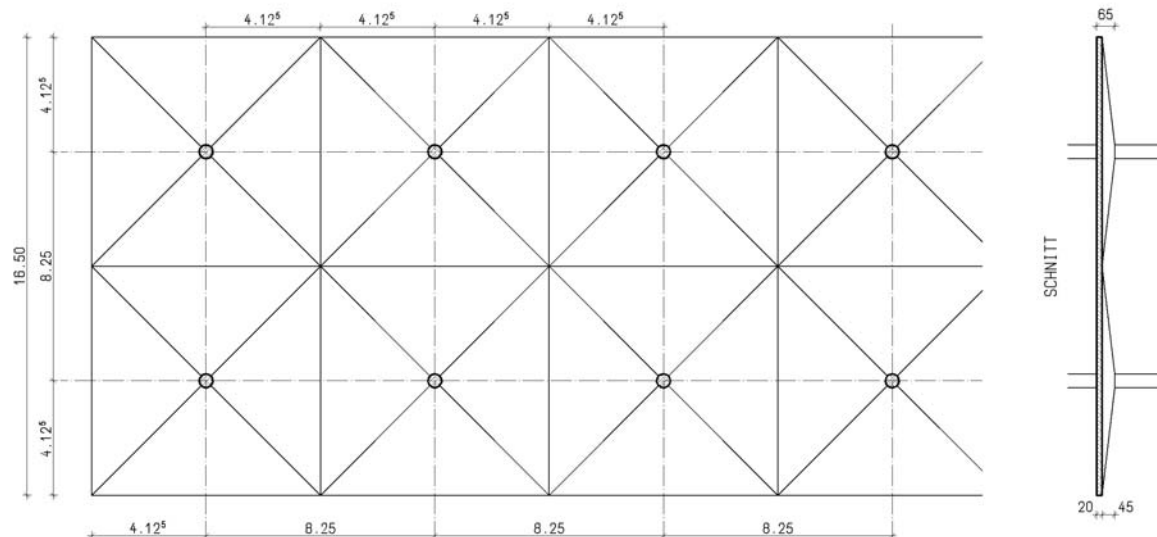
System B 21.1 Platte mit Pilzen (Vouten) ohne Deckenrandunterstützung



System B 21.2 **Wie System vorher, jedoch quadratische Pilze (Vouten) und zusätzliche Deckenrandverdünnung am freien Rand**

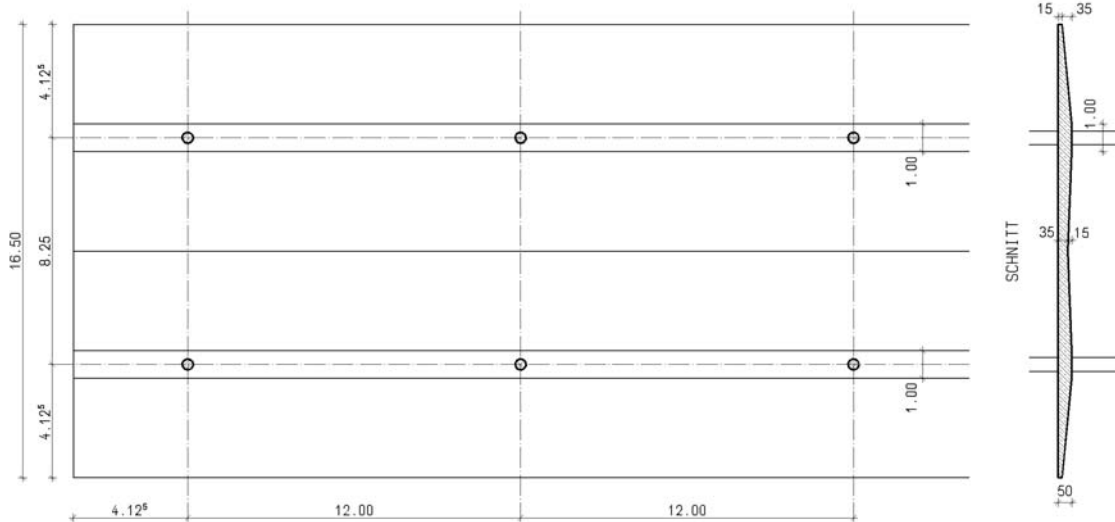
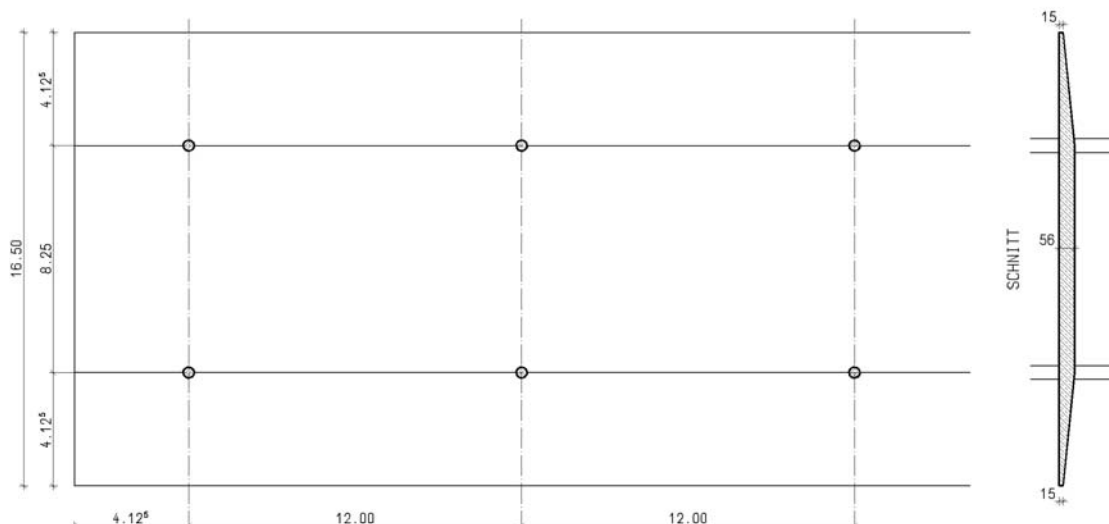


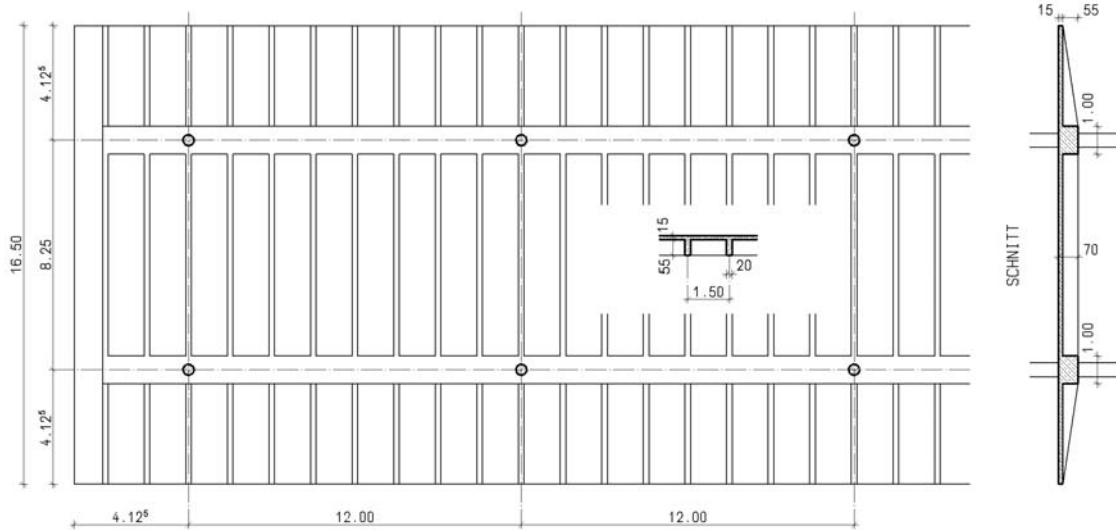
System B 21.3 **Gevoutete Platte mit quadratischem Platten- und Stützraster**



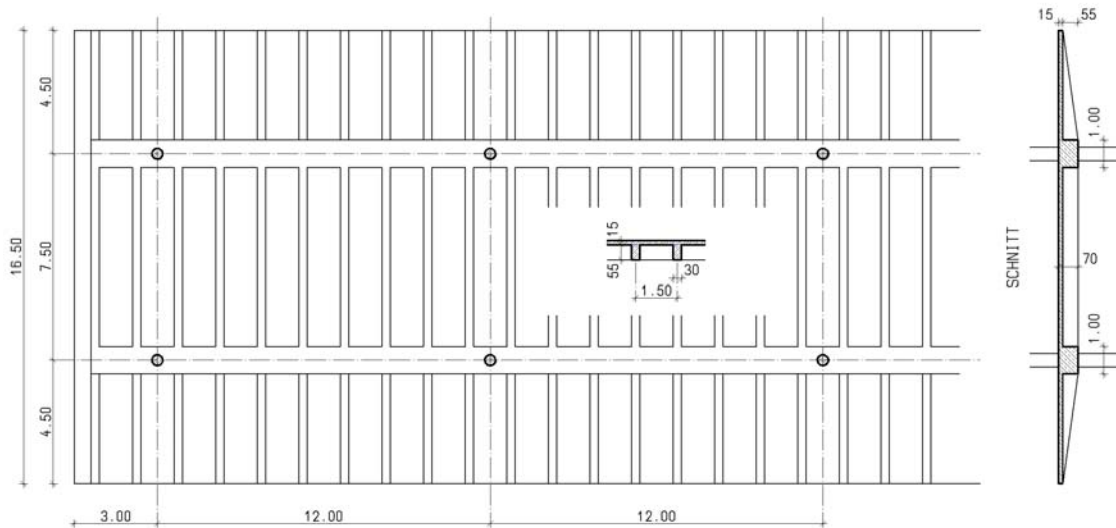
Auf gleichem Stützenachsmaß werden unterschiedliche Tragwerkselemente demonstriert. Die aufgezeigten Verformungen sind plausibel und bei der Verfolgung der Ausbaugewerke beherrschbar.

Eine Garagenanordnung ist sicher sehr großzügig zu gestalten.

Systeme B 22.0, B 22.1, B 22.2, B 22.3**System B 22.0 Grundsystem gevoutete Platte ohne Randstützen****System B 22.1 Wie System vorher, jedoch Platte im Innenfeld gleich stark und zum freien Rand hin mit abnehmender Plattenstärke**

System B 22.2 **Wie System vorher, jedoch als Plattenbalkendecke**

System B 22.3 Wie System vorher, jedoch Plattenbalkenachse zur Stützenachse verschoben



Das Achssystem in Gebäudequerrichtung entspricht dem der vorher gezeigten Systeme B 21 ff. Diese Systeme zeigen deutlich, dass zur Verbesserung der Verformungsverhältnisse am Kragarmende eine größere Bauteilhöhe in der Stützenachse, aber auch im Mittelfeld erforderlich ist. Gleichzeitig können dadurch die Achsweiten in Gebäudelängsrichtung vergrößert werden.

Die festgestellten Verformungen sind vertretbar.

Für eine Garagenanordnung ist das System als günstig zu bewerten.

6. Einhüftige Deckensysteme C 1.0 bis C 4.10

In diesem Kapitel werden die Systeme C 1.0 bis C 4.10 dargestellt, analysiert und verglichen.

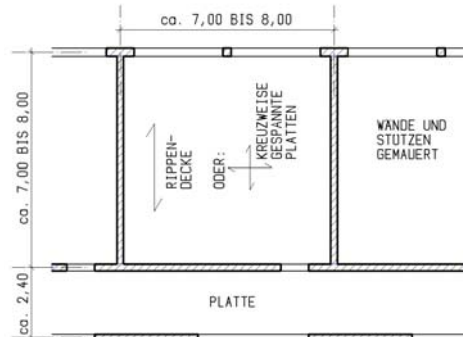
Systeme, wie sie unter C 1 gezeigt werden, sind hauptsächlich dem Schulbau vorbehalten.

Systemen, wie sie unter C 2 dargestellt werden, sind jedoch auch im Industriebau zu finden.

System C 3.0 findet am häufigsten im Schulbau Anwendung.

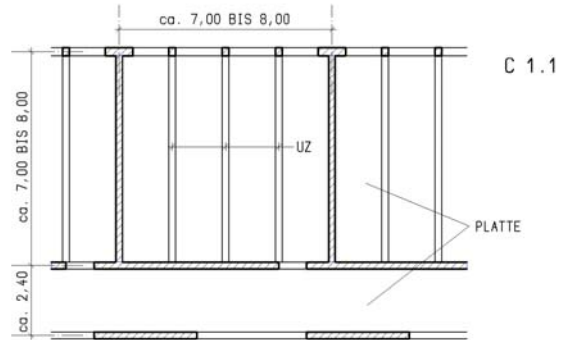
Dagegen ist unter System C 4 eine Deckenkonstruktion dargestellt, die im Schulbau große Anwendung findet, jedoch gleichzeitig für Laubenganghäuser, Labors oder kleine Werkstätten Anwendung.

Eine Systemübersicht befindet sich in Anhang 2 ab Seite A 226.

System C 1.0 Grundsystem Platte oder Rippendecke auf Tragwänden

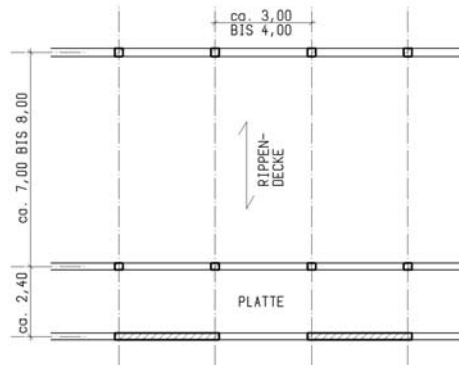
In der Folge werden Systeme gezeigt, die häufig bei Schulgebäuden oder ähnlichen Einrichtungen zur Anwendung kommen.

Bei diesem Kapitel ist ein Blick in die Vergangenheit sinnvoll: während man im Verwaltungsbau schon lange Konstruktionen wählt, die eine flexible Nutzung zulassen, ging man im Schulbau bisher von festfügten Raumgrößen ohne jegliche Flexibilitätsanforderung aus. So bildeten raumumschließende, gemauerte Wände gleichzeitig das vertikale Tragsystem. Die Decken wurden zumeist als Rippendecken ausgebildet, die zum überwiegenden Teil senkrecht zur Fassade gespannt waren. Teilweise wurden auch kreuzweise gespannte Platten angeordnet.

System C 1.1 Plattenbalkendecke auf Tragwänden und Fensterpfeilern

Das vorhergehende System C 1.0 wurde so abgewandelt, dass auch Platten mit Unterzügen, also Plattenbalkendecken, zur Ausführung kommen.

Über den Fluren wurden stets Platten ausgeführt.

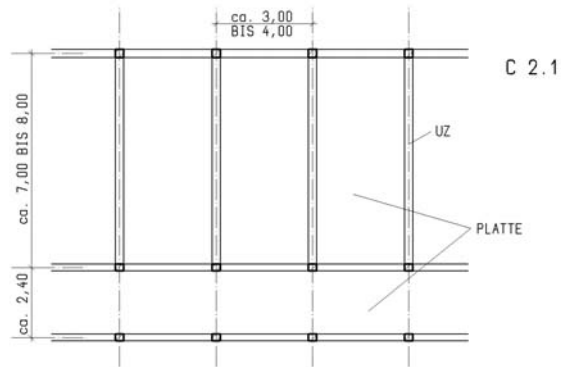
System C 2.0 Grundsystem Rippendecke über die große Spannweite und Platte über die kleine Spannweite, in Längsrichtung Unterzug auf Stb.-Stützen

Ein erster Schritt hin zu mehr Flexibilität wurde durch die Einführung eines Stützensystems an der Fassade unternommen. Zwischen Klassenzimmern und Flur wurde dieses Stützensystem in der Regel wiederholt. Die Tragkonstruktion an der Fassade des Flures wurde zumeist noch gemauert.

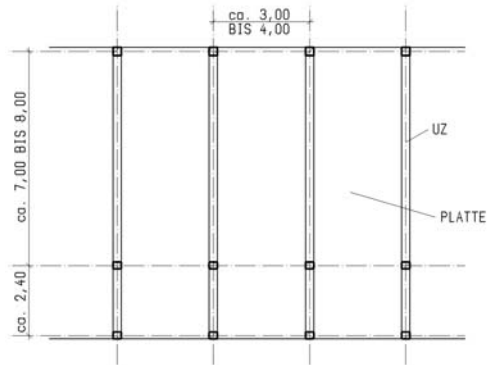
Die Skelettkonstruktion zwischen Klassenzimmer und Flur wurde gemäß den Schallschutzanforderungen ausgemauert, wobei in dieser Zone oft Garderoben, Schränke etc. untergebracht wurden. Die Ausmauerungen waren somit nichttragend.

Die Deckenkonstruktion über den Klassenzimmern wurden in Form von Rippendecken erstellt. Entsprechend den Anforderungen der Klassenzimmerwände wurden dann entsprechend Rippenteile so bemessen, dass Raumtrennwände aufgesetzt werden konnten. Dies war der erste Schritt zur flexiblen Grundrissgestaltung.

Über den Fluren wurden Platten angeordnet.

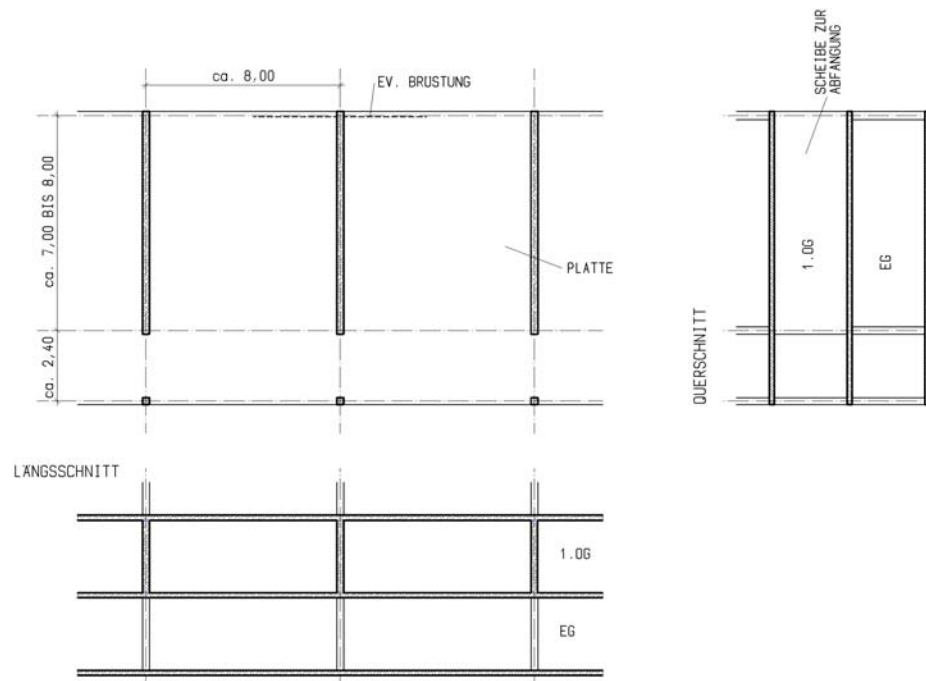
System C 2.1 Plattenbalkendecke über die große Spannweite,
sonst wie System vorher

In Abwandlung des vorgenannten Systems wurde entsprechend der Stützenstellung quer in Gebäuderichtung ein Unterzugsystem etabliert. Die Raumtrennwände zwischen den Klassenzimmern wurden stets auf den Unterzügen aufgesetzt.

System C 2.2 Plattenbalkendecke in Gebäudequerrichtung mit Stb.-Stützen

Der nächste Schritt war, auch in Längsrichtung die Unterzüge wegzulassen und ein reines Schottensystem aus Unterzügen zu errichten.

System C 3.0 **Grundsystem Platte mit Stb.-Scheiben (infolge fester Raumgrößen) als Abfangkonstruktion, darunter Stb.-Stützen an den Deckenrändern und innen unter Scheibenende**

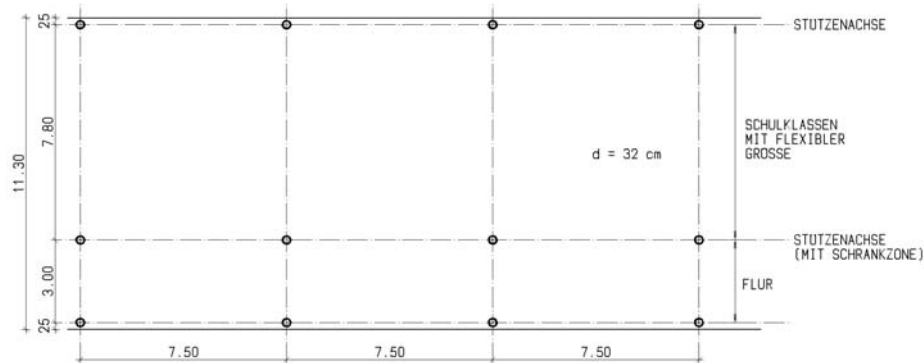


Nachdem überwiegend Klassenzimmer mit gleicher Größe zur Anwendung kommen, besteht ein heute noch weitgehend angewandtes System darin, die Wände zwischen den Klassenzimmern als Stahlbetonscheiben zu erstellen, die die Decke über dem Erdgeschoß und über dem Obergeschoß tragen. Die Stahlbetonplatte ist stets in Gebäudelängsrichtung gespannt.

Die Scheiben werden über Stützen im Erdgeschoß abgelastet, so dass sich das Erdgeschoß als freies flexibles Geschoß darstellt. Hier werden in der Regel auch die Sonderklassen mit deren Nebenräumen, die unterschiedliche Raumgrößen haben, untergebracht.

Bezüglich der Plattendimensionierungen können die Erkenntnisse aus den Systemen A 1 ff. und B 1 ff. herangezogen werden. Insbesondere sollten an den Fassaden Brüstungen angeordnet werden, damit sich die Plattendimensionen günstiger gestalten können.

System C 4.0 Grundsystem Platte mit Stützen an den Plattenrändern und im Innenbereich, keine Deckenrandverstärkungen



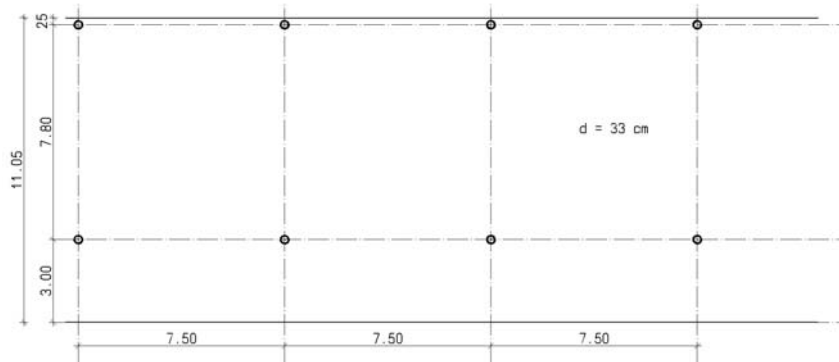
In diesem Kapitel wird zunächst ein festgefügttes Grundrissmodell vorgestellt. Auf dieser Basis werden verschiedene Systeme aufgezeigt, die je nach Ausformung des Tragsystems zu unterschiedlichen Plattendimensionen bei gleicher Durchbiegung führen.

Der Grundriss ist in jeder Weise flexibel, da alle Rauntrennwände als nichttragende Wände erstellt werden.

Entsprechend dem vorgegebenen Raster wird ein Stützensystem sowohl an der Klassenzimmerfassade als auch zwischen Klassenzimmer und Flur sowie an der Flurfassade etabliert.

Aufgrund des Verformungsergebnisses beträgt die erforderliche Plattenstärke $d = 32$ cm.

System C 4.1 **Platte mit Stützen am Plattenrand und im Innenbereich über dem kleinen Feld auskragend (Platte gelenkig auf Stützen gelagert), keine Deckenrandverstärkung**

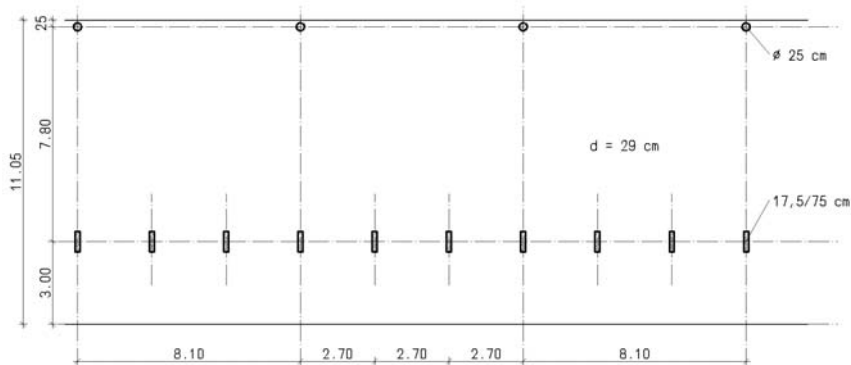


Der nächste Schritt der Systemabwandlung besteht darin, dass die Stützen an der Flurfassade entfallen.

Alle Raumtrennwände sind nichttragend. Damit ist eine flexible Raumaufteilung gegeben.

Die Decken sind mit $d = 33 \text{ cm}$ um 1 cm stärker als beim System C 4.0. Die Verformung ist identisch der bei System C 4.0.

System C 4.2 Platte mit Randstützen und ohne Deckenrandverstärkung, Rahmenstiele im Innenbereich, kleines Feld auskragend



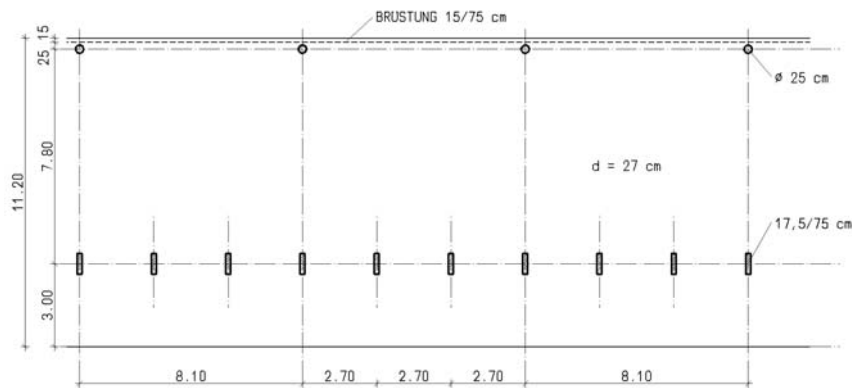
Verändert man das System nochmals ein wenig so, dass man das Stützenraster entlang der Fassade von 7,5 m auf 8,10 m erweitert, aber gleichzeitig durch die Ausführung von Rahmenstützen ein so genanntes Rückgrat zwischen Klassenzimmer und Flur etabliert, dann erhält man eine Deckenplatte, die in den Rahmenstützen eingespannt ist. Die Rahmenstützen haben einen Achsabstand von 2,7 m und Abmessungen von 17,5 cm x 75 cm.

Die Tiefe der Rahmenstiele ergibt sich aus der vorgesehenen Nutzung, denn in dieser Achse sind Garderoben, Schränke, Waschbecken, Türleibungen etc. unterzubringen. Die Ausfachungen zwischen den Stützen können auch gemauert werden. Ansonsten ist eine flexible Raumaufteilung gegeben.

An der Flurfassade gibt es keine Stützen. Die Platte kragt frei über den Flur aus.

Bei diesem System wird eine Platte von nur $d = 29$ cm benötigt. Die Verformung ist die gleiche wie bei den Systemen vorher. Die Einsparung beträgt somit 3 cm bzw. 4 cm Plattenstärke.

Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

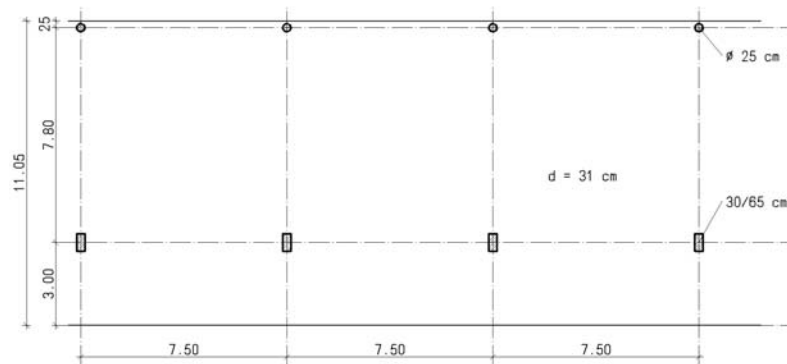
System C 4.3 Wie System vorher, jedoch mit Deckenrandverstärkung


Der nächste Schritt wird bei diesem System durch die Anordnung einer Brüstung entlang der Klassenzimmerfassade gemacht. Sonst bleibt das System gleich dem vorhergehenden.

Auch hier ist eine flexible Raumaufteilung gegeben.

Die Brüstung verbessert das Verformungsverhalten des Systems gravierend. Die Deckenstärke ist mit $d = 27$ cm ausreichend, die Verformung ist wiederum die gleiche wie bei den vorhergehenden Systemen. Die Einsparung im Vergleich zum ersten System beträgt 6 cm Plattenstärke.

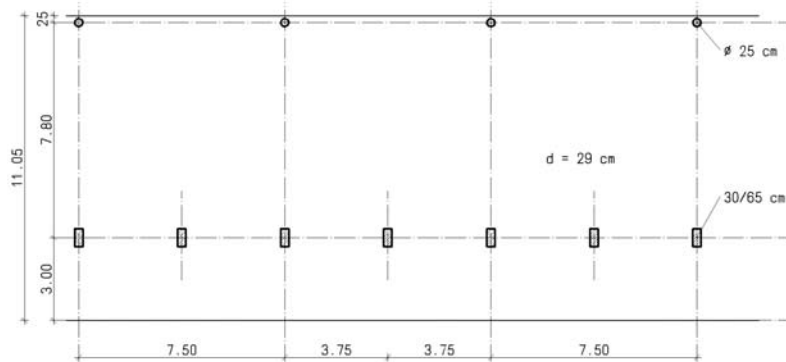
Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

System C 4.4 **Platte mit Randstützen und ohne Deckenrandverstärkung, Rahmenstiele im Innenbereich nur in den Hauptachsen, kleines Feld auskragend**

Hier wird das System von C 4.1 wiederholt, so dass es an der Flurfassade keine Stützen gibt. Die Flurplatte krägt also aus. Dafür wird in der Systemachse ein Rahmenstiel mit 30 x 65 cm angeordnet. Um die gleiche Verformung zu erhalten, muss wie bei den Systemen vorher die Plattenstärke $d = 31$ cm erreicht werden. Die Platte wird somit wieder dicker.

Das System bietet ebenfalls eine flexible Grundrissaufteilung.

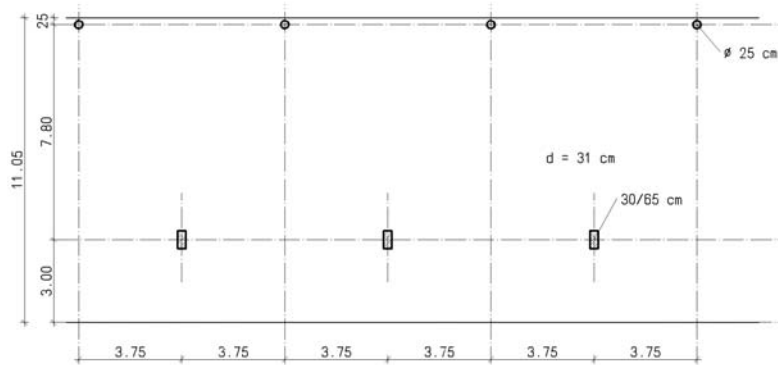
Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

System C 4.5 Wie System vorher, Innenstützen zusätzlich in den Halbachsen

Das vorhergehende System wird insofern wiederholt, als das Rückgrat zwischen Klassenzimmer und Flur jeweils in Feldmitte eine zusätzliche Rahmenstütze mit gleicher Dimension erhält. Das Ergebnis verbessert sich gravierend. Die erforderliche Plattenstärke wurde bei gleichem Verformungsverhalten wie zuvor mit $d = 29$ cm ermittelt.

Die flexible Grundrissgestaltung bleibt auch bei diesem System erhalten.

Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

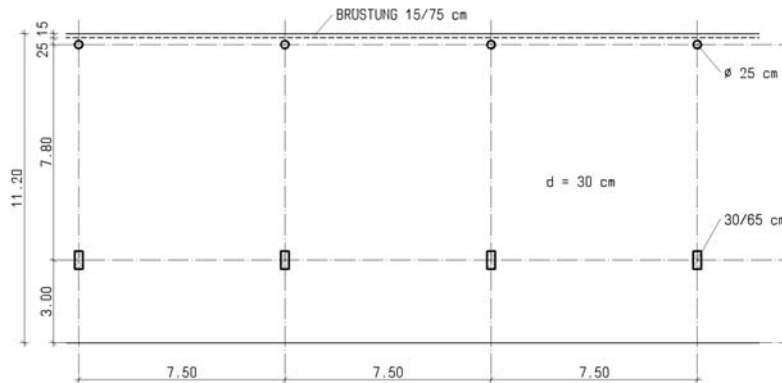
System C 4.6 Wie System vorher, jedoch Innenstützen nur in den Halbachsen

Der nächste Schritt ist, dass die beim letzten System zusätzlich angeordnete Stütze erhalten bleibt, während die alte Stütze in Systemachse entfällt. Zwischen Fassadenstützen und Innenstützen besteht dann eine Systemverschiebung von einer halben Achsweite.

Das Verformungsbild zeigt, dass auch hier eine Plattenstärke von $d = 31 \text{ cm}$ erforderlich ist, um wiederum die gleiche Verformung zu erzielen.

Auch hier ist eine flexible Grundrissgestaltung gegeben.

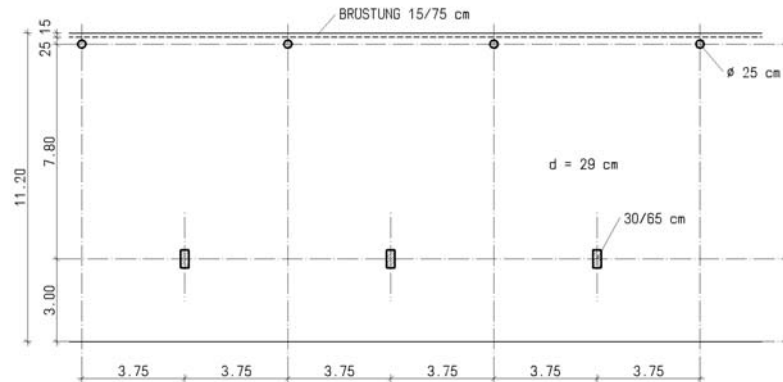
Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

System C 4.7 Wie System C 4.4, jedoch mit Deckenrandverstärkung

Geht man nun wieder zurück zu System C 4.4 und ordnet am freien Klassenrand eine Brüstung an, so wird das Verformungsverhalten der Platte günstig beeinflusst; die Plattenstärke kann auf $d = 30$ cm verringert werden.

Nach wie vor bestehen keine Einschränkungen hinsichtlich der Flexibilität der Grundrissgestaltung.

Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

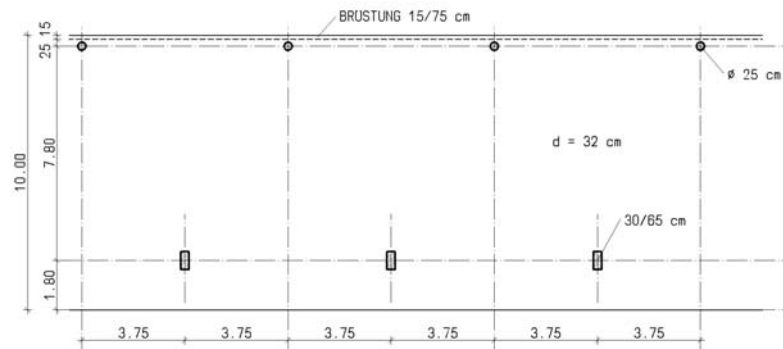
System C 4.8 **Wie System C 4.6, jedoch mit Deckenrandverstärkung**

Nimmt man das System mit wechselnder Stützenstellung, also System C 4.6 mit einer zusätzlichen Brüstung an der Klassenfassade, so ergibt sich wiederum ein sehr günstiges Verformungsverhalten, das eine Plattenstärke von $d = 29$ cm aufweist.

Weiterhin bestehen keine Einschränkungen hinsichtlich der Flexibilität der Grundrissgestaltung.

Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

Es ist leicht zu erkennen, dass die Plattenstärke nochmals reduziert werden kann, wenn man das Rückgrat mit mehreren Stützen ausbildet. Man kommt dann zu einem Ergebnis, das dem des Systems C 4.3 entspricht.

System C 4.9 Wie System vorher, jedoch mit kleinerem auskragendem Feld


Mit diesem System wird aufgezeigt, dass nicht nur die Rahmenqualität, sondern auch die Auskrägung die Dimensionierung der Platte beeinflusst. Betrag beim System C 4.8 die Auskrägung 3,0 m, so sind es hier nur noch 1,8 m. Darüber hinaus entspricht das System dem System C 4.8.

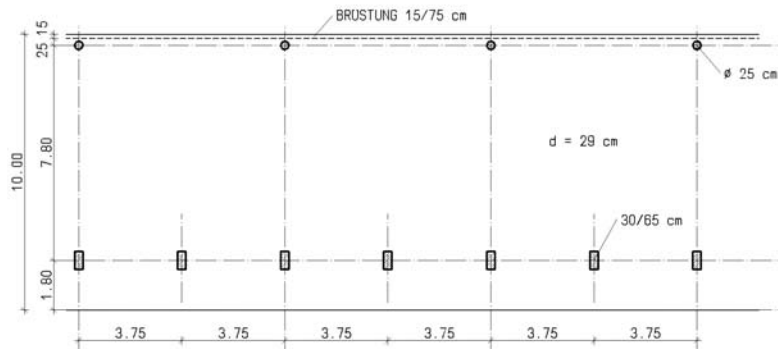
Durch die großen Achsabstände der Rahmenstiele wird die Verformung der Platte, wie sehr schön im Verformungsbild erkennbar, entscheidend durch die Auskrägung der Platte beeinflusst.

Die Plattenstärke nimmt im Vergleich zu der im System C 4.8 um 3 cm auf $d = 32$ cm zu.

Das System eignet sich für eine flexible Grundrissgestaltung.

Die Horizontalkräfte aus der Rahmenwirkung sind selbstverständlich den aussteifenden Elementen zuzuleiten.

System C 4.10 Wie System C 4.5, jedoch mit Deckenrandverstärkung und kleinerem auskragendem Deckenfeld



Durch die Qualitätsverbesserung der Rahmenstiele, also auch durch Verminderung der Achsabstände der Stützen, wird die Platte wesentlich unempfindlicher gegenüber den Auskragungsverhältnissen als beim System vorher.

Am Verformungsbild sieht man sehr schön, dass sich zwischen den Rahmenstielen eine Stützzlinie ausbildet. Vergleicht man das Verformungsbild mit dem des Systems C 4.9, fehlt die Stützzlinie bei diesem System ganz.

Die Veränderung zu den Systemen C 4.8 bzw. C 4.9 liegt darin, dass die Rahmenstützen verdoppelt wurden und die Auskragung nur noch 1,8 m beträgt.

Waren die Systeme C 4.0 bis C 4.8 eher dem Schulbau zuzuordnen, werden die letzten beiden in dieser Reihe besprochenen Systeme C 4.9 und C 4.10 beim Laubenganghaus, also auch im Wohnungsbau, zur Anwendung kommen.

Die flexible Grundrissgestaltung kann besonders beim Laubenganghaus zur vollen Entfaltung kommen.

Die auftretenden Horizontalkräfte sind den aussteifenden Bauteilen zuzuordnen.

Für die Garagenanordnung eignen sich diese Systeme nur insoweit, als die große Spannweite der Platten günstig für Fahrgassen ist. Die Stellplätze werden bedingt durch die geringe Gebäudetiefe stets außerhalb liegen. Beträgt das Stützenraster in der Garage mindestens 7,5 m, sind drei Garagenplätze möglich. Bei engerer Anordnung der Rahmenstiele sind diese entweder über den Stellplätzen abzufangen oder die Zwischenräume so zu gestalten, dass z. B. wie beim System C 4.3 jede zweite Stütze abgefangen wird und ein Zwischenraum von rund 5 m Lichte zwischen den Stützen verbleibt.

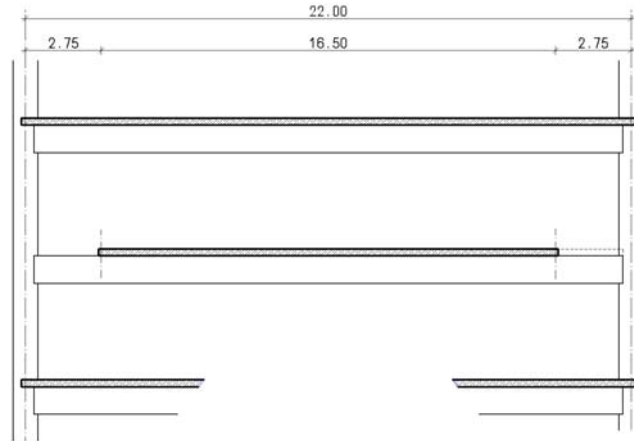
7. Geschossbauten mit großer Spannweite D 1.0 bis D 2.5

Nachfolgend werden weitgespannte Systeme dargestellt und besprochen bzw. verglichen.

Dargestellt werden die Gebäudeschnitte.

Verformungsbetrachtungen werden hier nicht angestellt. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Achsabstände des Tragsystems nicht festgelegt sind.

Eine Systemübersicht befindet sich im Anhang 2 ab Seite A 230.

System D 1.0 Grundsystem Unterzug mit großer Spannweite in jedem Geschöß

In der Folge werden Geschößbauten aufgezeigt, deren Achsabstand zwischen den Fassadenstützen 22,0 m beträgt. Die Gebäudetiefe ist frei zu überspannen.

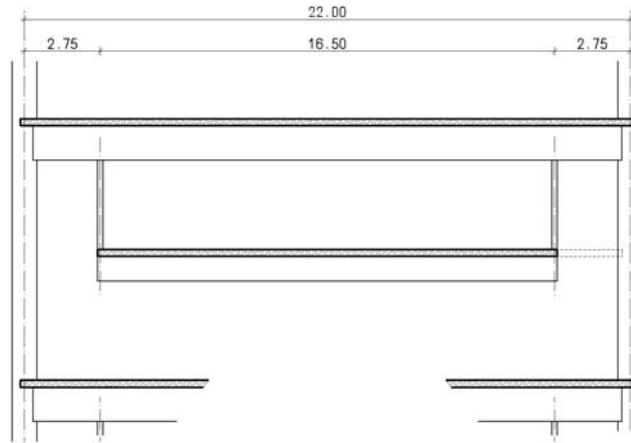
Bei allen derartigen Anforderungen an die Konstruktion ist zu beachten, dass aus Gründen der Wirtschaftlichkeit der Baudurchführung stets eine Teilvorfertigung angestrebt werden sollte.

Dabei werden Systeme behandelt, deren Deckenränder mit der Fassade abschließen, aber auch solche, die zwischen Fassade und Deckenrand einen Freiraum lassen.

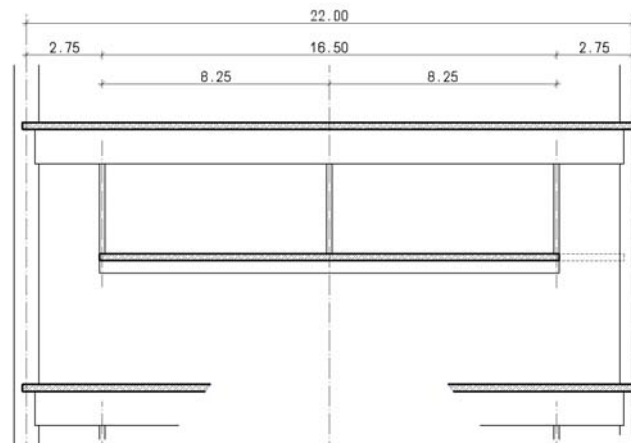
Es ist ohne Bedeutung, ob alle diese folgenden Systeme 5,0 m, 7,5 m oder 12,0 m weit auseinander angeordnet werden. Entweder kann diese Spannweite mit einer Platte überbrückt werden oder es werden zusätzlich Unterzüge in Gebäudelängsrichtung zu Hilfe genommen.

Das erste System zeigt, dass, wie zunächst auch plausibel, jede Decke für sich von Stütze zu Stütze abgetragen wird. Die Unterzüge können als Stahlverbundträger, Stahlbetonunterzüge mit oder ohne Vorspannung zur Ausführung kommen.

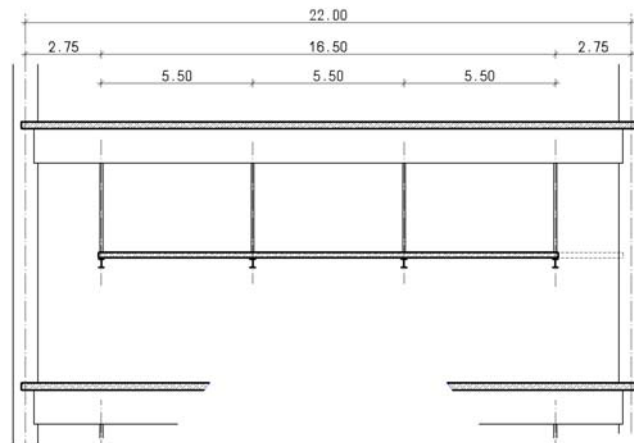
Bei der Dimensionierung der Träger ist zusätzlich zu den Standsicherheitsnachweisen das Verformungsverhalten, aber auch das Schwingungsverhalten, zu beachten.

System D 1.1 Hauptunterzug in jedem zweiten Geschoß, Zwischendecke am Hauptunterzug angehängt

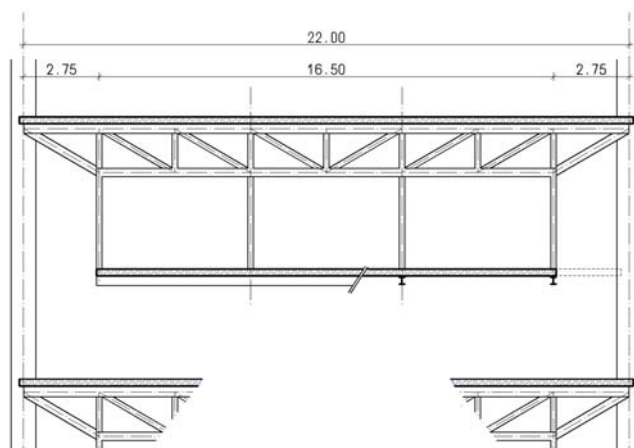
Besteht der Wunsch, nur jede zweite Decke an die Fassade anzuschließen, so wird die darunter liegende Decke an den Hauptunterzug gehängt. Die Konstruktionsmittel entsprechen den Darstellungen im vorhergehenden System. Sowohl Verformung als auch Schwingungsverhalten sind zu beachten.

System D 1.2 Wie System vorher, jedoch mehrere Zugstangen zur Aufhängung der Deckenkonstruktion

Um die Konstruktionshöhe der unteren Decke zu reduzieren, ist eine zusätzliche Abhängung am Hauptsystem wirkungsvoll. Je kürzer die Spannweiten des angehängten Trägers werden, desto günstiger wird das Verformungs- und Schwingungsverhalten. Für den Hauptträger ist analog dem System D 1.1 die Verformung bzw. das Schwingungsverhalten zu beachten.

System D 1.3 Wie System vorher, jedoch um 90 Grad gedrehte Unterkonstruktion der Zwischendecke

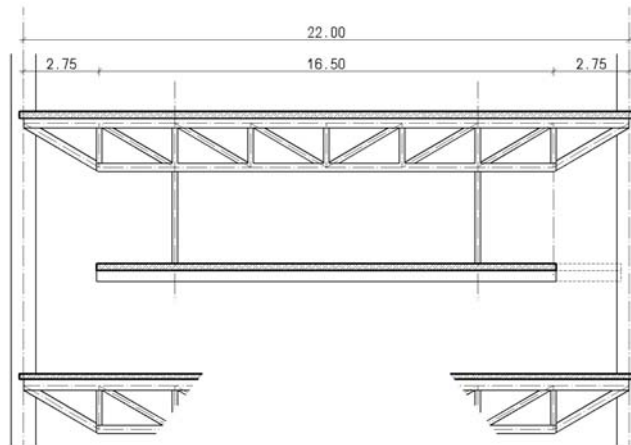
Hier wird noch einmal der Wunsch nach einer leichten abgehängten Decke dargestellt, wobei die untere Decke auch quer zur Gebäuderichtung gespannt werden kann. Infolge größerer Achsabstände kann sich hier, anders als bei System D 1.2, herausstellen, dass die so genannten Sekundärträger in Gebäudelängsrichtung schwingungsempfindlich sind.

System D 1.4 Wie System vorher, jedoch Hauptträger als Fachwerkkonstruktion

Es wird gezeigt, dass man anstelle des Hauptunterzuges ein Stahlfachwerk ausführen kann, an dessen Knoten die untere Decke abgehängt wird.

Mit zunehmender Konstruktionshöhe des Fachwerkes wird auch das Schwingungsverhalten günstiger.

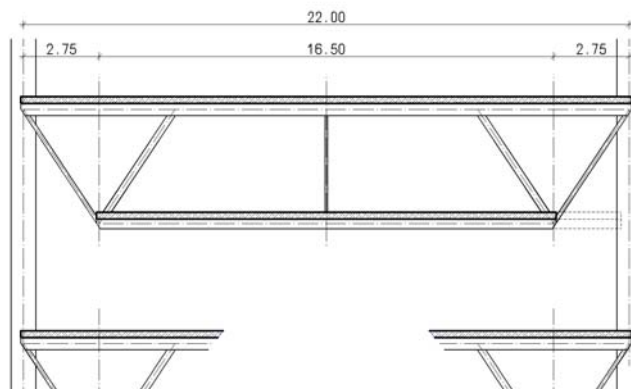
System D 1.5 Wie System vorher, Zugstangen zur Deckenabhängung jedoch reduziert



Soll das abgehängte Geschoß weitgehend stützenfrei sein, wird hier eine Lösungsmöglichkeit dargestellt.

Verformung und Schwingungsverhalten sind bei beiden Deckenträgern zu beachten.

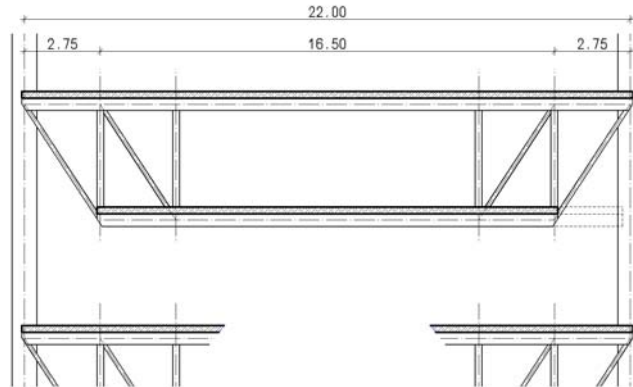
System D 1.6 Fachwerkähnliche Konstruktion mit Ausnutzung der gegebenen Geschoßhöhe



Wenn es die Gebäudefunktion zuläßt, können durch fachwerkartige, geschoßhohe Systeme sehr günstige Tragverhältnisse erzielt werden. Wie hier gut zu erkennen, wird ein Fachwerk mit einer Zugdiagonalen vom Außensystem abgehängt. Es folgt noch eine Druckdiagonale.

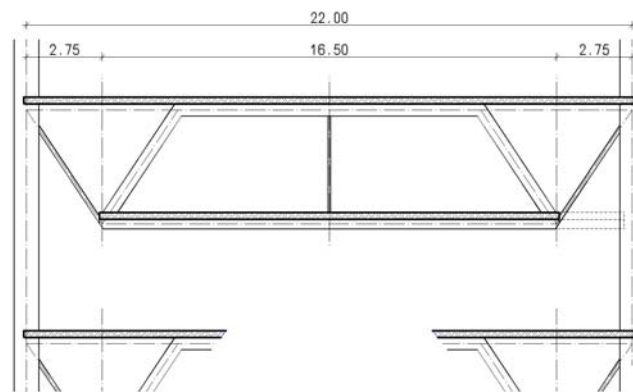
Ob in Systemmitte nochmals eine Zugvertikale angeordnet wird, um die Konstruktionshöhe der unteren Decke zu verringern, ist von untergeordneter Bedeutung.

Verformung und Schwingungsverhalten sind in Folge des Gesamtsystems günstiger zu beurteilen als bei den beiden Systemen vorher.

System D 1.7 Variante analog System vorher

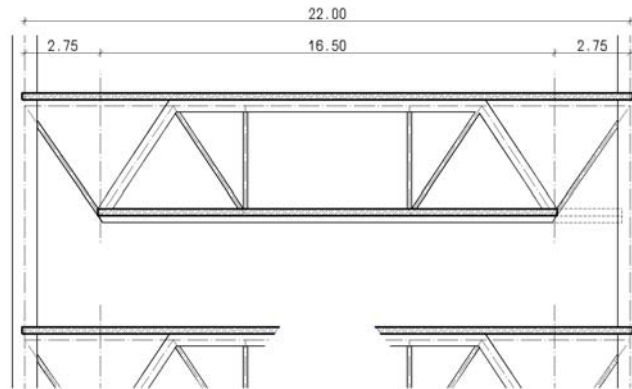
Stören die Fachwerkdiagonalen, wie beim System vorher angezeigt, die Raumordnung, so kann mit den hier gezeigten Fachwerkelementen ebenfalls ein günstiges Tragwerk erzielt werden.

Verformung und Schwingungsverhalten sind in Folge des Gesamtsystems günstiger zu beurteilen als bei den Systemen vorher.

System D 1.8 Variante zu System D 1.6 mit reduziertem Obergurt

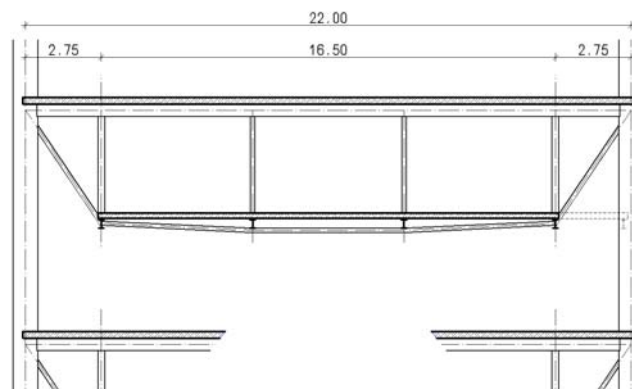
Das hier aufgezeigte System ist dem System D 1.6 ähnlich, jedoch wird auf den Unterzug zwischen Druckdiagonale und Außenstütze verzichtet. Die gewonnenen Freiräume dienen der Unterbringung der Betriebstechnik.

Verformung und Schwingungsverhalten sind in Folge des Gesamtsystems günstiger zu beurteilen als bei den Systemen vorher.

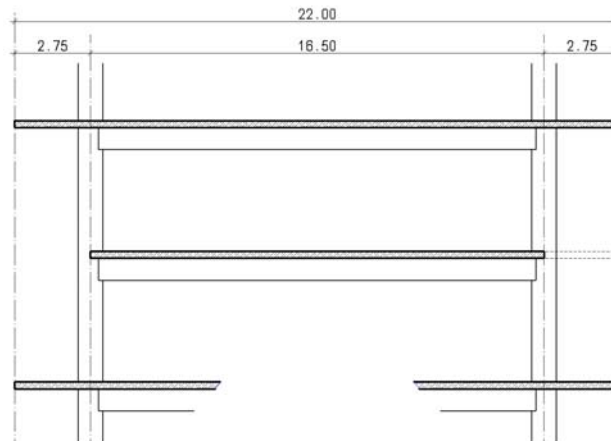
System D 1.9 Variante zu System D 1.8

Bei diesem System wird die Fachwerksystematik weiter geführt. In der Gebäudeachse bleibt ein ca. 4,0 m bis 5,0 m breiter Freibereich erhalten. In Folge der Ausnutzung der Geschosshöhe für die Hauptkonstruktion ist dieses System bezüglich der Tragwirkung, der Verformung und des Schwingungsverhaltens den zuvor dargestellten Systemen überlegen. Die wirtschaftlichen Vorteile sind ebenfalls nicht zu übersehen.

Durch die Ausformung der Endfelder ergeben sich günstige Freiräume für die Anordnung der Betriebstechnik in Gebäudelängsrichtung. Auch ein Nachrüsten der Betriebstechnik ist problemlos möglich.

System D 1.10 Hauptträger mit Unterspannung

Eine andere Art der Überbrückung der großen Spannweite kann in der Form eines unterspannten Trägers erfolgen. Es versteht sich von selbst, dass das Ergebnis um so günstiger wird, je größer der Neigungswinkel der beiden Innenfelder der Abspannung wird.

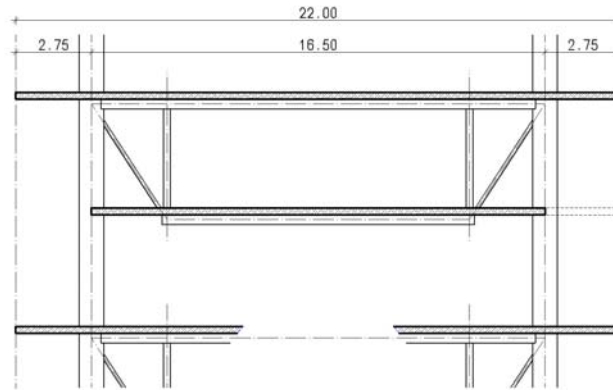
System D 2.0 Grundsystem Unterzug mit großer Spannweite und nach außen überkragenden Platten

Die folgenden Systeme sollen zeigen, dass in Abwandlung der Systemtypen D 1.0 ff. auch Gebäude mit einer Bautiefe von 22,0 m unter wirtschaftlich günstigen Voraussetzungen errichtet werden können. Die Einschränkungen an freier Fläche sind oft unbedeutend, zumal die Hauptachsen in ihren Achsabständen variiert werden können.

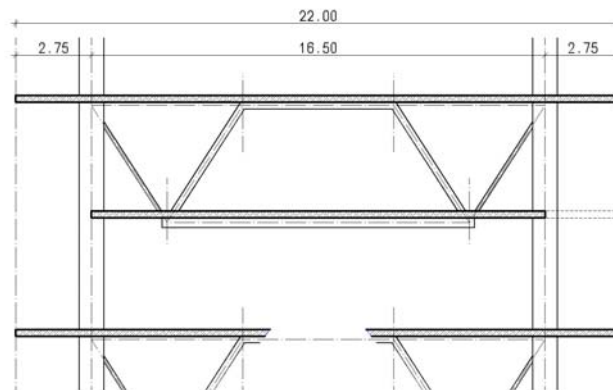
Wird ein Gebäude auf Grundlage der Systeme vom Typ D 1 ff. konstruiert, so bietet sich die Möglichkeit, neben der von der Fassade abgerückten, eingeschobene Deckenebene gleichzeitig die Stütze von der Fassade abzurücken. Man erhält wesentlich wirtschaftlichere Konstruktionen, da die Spannweite gravierend reduziert wird. Von Stütze bis Fassade kann die Decke jeweils auskragend konstruiert werden.

So zeigt das erste System nun als Ausgangsbasis, dass jede Decke für sich von Stütze zu Stütze abgetragen wird.

Das Verformungs- und Schwingungsverhalten der Konstruktion ist zu beachten.

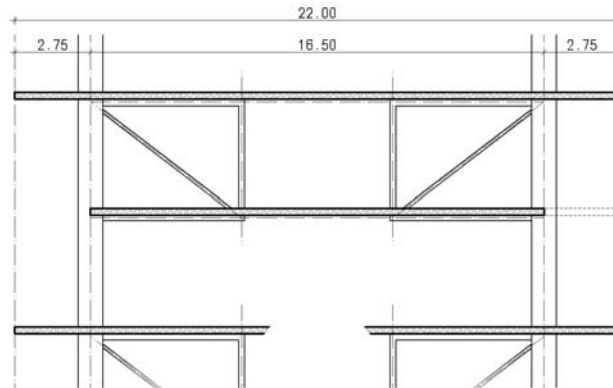
System D 2.1 Fachwerkähnliche Konstruktion mit Ausnutzung der gegebenen Geschoßhöhe und überkragender Platte

Mit Fachwerktechnik kann man die Konstruktionshöhen der Unterzüge wesentlich reduzieren.

System D 2.2 Fachwerkähnliche Konstruktion mit reduziertem Obergurt

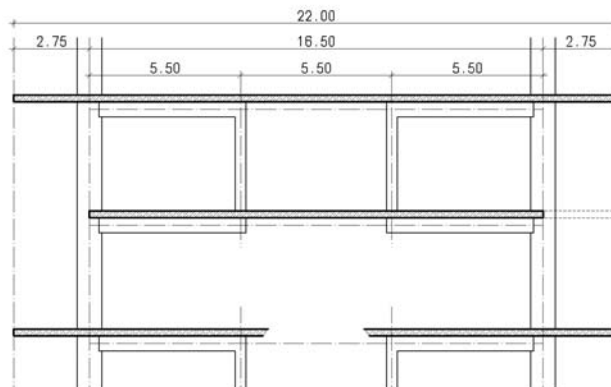
Analog dem System D 1.8 entsteht hier ein sehr günstiges und zierliches Tragwerk. Außerdem werden Freiräume für die Anordnung der Betriebstechnik geschaffen.

Die Kriterien der Verformung und Schwingung werden hier abgesehen vom Gesamtsystem beim Untergurt zu suchen sein.

System D 2.3 Fachwerkähnliche Konstruktion mit reduziertem Obergurt

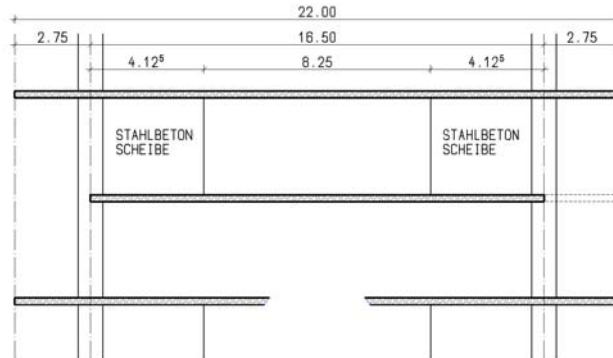
Mit Hilfe der räumlichen Steifigkeit können Fachwerksysteme ein günstiges Gesamtergebnis erzielen. Hier ist sehr gut erkennbar, dass in Gebäudeachse freie Räume für die Installationstechnik entstehen.

In Folge der geschosshohen Fachwerksituation sind die Verformung und das Schwingungsverhalten von untergeordneter Bedeutung.

System D 2.4 Vierendeelähnliche Konstruktion

Verzichtet man aus funktionellen oder ästhetischen Gründen auf Fachwerkelemente, ist auch eine rahmenartige Konstruktion, allerdings mit etwas höherem wirtschaftlichen Aufwand, möglich. Die Freiräume in Gebäudemitte für die Betriebstechnik bleiben erhalten.

Das Verformungsverhalten ist zu beachten.

System D 2.5 Stahlbetonscheiben

Die letzten beiden Systeme können insofern abgewandelt werden, dass anstelle der unter D 2.3 und D 2.4 dargestellten Systeme einfach eine Stahlbetonscheibe angeordnet wird.

Sowohl Verformungs- als auch Schwingungsverhalten sind hier unkritisch.

Zu den Systemen D 1.6, D 1.8, D 1.9 und D 2.2 ist zu vermerken, dass sich diese infolge der fachwerkähnlichen Konstruktionen auch für wirtschaftliche und verformungsarme Abfangkonstruktionen in Geschossbauten empfehlen. Derartige Konstruktionen gewährleisten darüber hinaus noch eine räumliche Transparenz und Grundrissflexibilität.

8. Ergebnis

Durch die Analyse der Vielzahl von Verformungsermittlungen wurde die sinnvolle Anordnung von Deckenrandverstärkungen bei fast allen Systemen nachgewiesen. Dies erfolgte, indem zunächst für das Grundsystem die Verformung ermittelt wurde. Beim folgenden System wurde unter Beachtung des gleichen Verformungsverhaltens bzw. der gleichen Durchbiegung die neue Plattendicke ermittelt, die aufgrund der zusätzlich angeordneten Randverstärkung möglich ist.

Selbst bei Systemen vom Typ A 1.1.0 bis A 2.3.2, die sich zunächst als einachsige Plattensysteme über Querunterzügen darstellen, bewirkte die Anordnung einer Randverstärkung, dass die Plattenstärke bei Einhalten der gleichen Verformungsgrößen verringert werden konnte. Der Einfluss der Wirkung der Randverstärkung vermindert sich bei den Systemen B 1.1.0 bis B 2.3.2, d.h. bei einem Seitenverhältnis der Platte von 1:2 hat die Randverstärkung so gut wie keinen Einfluss auf das Tragverhalten bzw. auf eine Verformungsverringerung. Je mehr sich das Seitenverhältnis einem Quadrat nähert, umso stärker wird der Einfluss der Randverstärkung auf die Plattenstärke.

Zu vermerken ist dabei, dass auch die Randverstärkung nicht auf den Stützen aufgelagert werden muss. Selbstverständlich muss der Lastüberleitung von Randverstärkung über Platte zur Stütze ein besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Wie wichtig die Anordnung einer Randverstärkung in Form eines Unterzuges oder eines Überzuges (Brüstung) ist, wird gerade bei gebräuchlichen Systemen wie A 7, A 8, A 9, A 10 etc. sowie B 7, B 8, B 9, B 10 usw. deutlich. Obwohl auch hier die Randverstärkungen nicht auf den Stützen aufgelagert sind, sondern am freien Deckenrand angeordnet sind, beeinflussen sie die Plattendimensionierung entscheidend.

Fazit: Deckenrandverstärkungen vermindern die Verformungen der Deckenkonstruktionen und beeinflussen somit die Deckenstärke. Wählt man Überzüge oder Brüstungen als Randverstärkung, sind sie eine zusätzliche Grundlage für kostengünstige Fassadengestaltungen bzw. -ausführungen, die gleichzeitig zusätzliche Flächen zur Anbringung der erforderlichen Wärmedämmung zur Verfügung stellen. Die Einbautoleranzen gestalten sich günstiger und die Fassadenprofile können aufgrund der geringen Höhe der Fensterelemente filigraner gestaltet werden.

Auch bei mittig gestützten Systemen wie A 4, A 6 und B 4, B 6 verbessern bzw. gleichmäßigen Randverstärkungen das Verformungsverhalten an den freien Rändern, insbesondere an den Gebäudeecken.

Die bei nur mittig gestützten Systemen A 4, A 5, A 6 und B 4, B 5 und B 6 ermittelten Verformungen unter einseitiger Belastung verdeutlichen die direkte Abhängigkeit von der Stützenqualität bzw. vom Stützenquerschnitt.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Planung des Deckensystems ist die Stellung der

Rand-Fassadenstützen. Durch das Einrücken der Randstützen vom Deckenrand wird die Spannweite verringert und kann sich daher auch entscheidend auf die Plattendimensionierung auswirken.

Stellvertretend für alle Flachdeckensysteme wird bei A 10.4 ff. und B 7.4 ff. der Einfluss von Rahmenstielen - Scheiben an der Gebäudeumfassung demonstriert. Wider Erwarten ist die geplante Rahmenwirkung von untergeordneter Bedeutung, so lange die Stützen im Hauptraster des Systems stehen. Die zusätzlich angebrachte Randverstärkung zeigt dagegen sofort Wirkung und führt zu geringeren Plattenstärken. Die Rahmenwirkung wird unmittelbar deutlich, wenn die Randstützen mindestens verdoppelt werden, wobei dann auch auf eine Randverstärkung verzichtet werden kann.

Neben der Entscheidung der Randverstärkung ist auf die Stellung der Stütze an der Längsseite in Verbindung mit der so genannten Kopfausbildung bzw. Stützenstellung-Wandstellung am Gebäudeende die Grundlage für ein sinnvolles und wirtschaftliches Deckentragwerk.

Durch besondere Maßnahmen kann bei der Festlegung des Tragwerks am Gebäudeende nicht nur Deckenstärke eingespart werden, sondern es können auch zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten, die der Architektur zu Gute kommen, entstehen. Wenn auch eine Vielzahl von Systemen hierzu dargestellt wurde, sind die konstruktiven Möglichkeiten, die zum Erfolg führen, sicher unerschöpflich

Die einfachste Art, günstige Voraussetzungen für das Endfeld zu erreichen, ist wie bei den Systemen A 1.2.0 ff., A 2.2.0 ff. sowie B 1.2.0 ff., B 2.2.0 oder auch A 10.3, A 12.3, A 16.0, A 16.2 dargestellt, eine Stahlbetonscheibe am Gebäudeende anzuordnen. Durch diese Festlegung entsteht eine Rahmenwirkung zwischen Decke und Stahlbetonscheibe, so dass das Endfeld nun den Innenfeldern des Systems gleichwertig wird, d.h. das i der End- und Innenfelder hat die gleiche Größe.

Dass diese Scheibenanordnung nicht auf die gesamte Gebäudebreite vorgenommen werden muss, wurde anhand der Systeme A 3.0 ff. und B 3.0 ff. belegt. Daraus ist auch abzuleiten, dass je nach System die Scheibenlängen anzupassen sind. Selbstverständlich können die Scheiben so angeordnet werden, dass die Gebäudeecken freigehalten werden und dennoch aufgrund der festzulegenden Scheibenlängen die erforderliche Deckeneinspannung erzielt wird.

Eine weitere konstruktive Möglichkeit, günstige Voraussetzungen für das Endfeld zu erreichen, ist, die Spannweite des Endfeldes bzw. das zugehörige Gebäuderaster zu verkleinern. In Abhängigkeit vom Innenfeld in Gebäudelängsrichtung wäre das Endfeld um den Faktor 0,70 bis 0,80 zu verkürzen. Auf dieser Basis ergeben sich ähnliche Grundwerte für End- und Innenfeld zur Festlegung der Deckenschlankheit. Dies wurde bei den Systemen A 1.3.0 ff., A 2.3.0 ff., B 1.3.0 ff., B 2.3.0 ff., B 8.0 ff sowie A 12.1, A 12.2, A 15.0, A 15.1, A 14.1 aufgezeigt. Ein Freihalten der Gebäudeecken von Stützenkonstruktionen wie beim System B 9.2, B 9.3 oder auch B 9.1 dargestellt, kann auch die Grundlage bilden.

Die Verkürzung der Spannweiten im Endfeld hat nur bis zu der Länge Sinn, die der Spannweite senkrecht dazu, also in Gebäudequerrichtung von Innenstütze zu Außenstütze, entspricht, denn das jeweilige Endfeld mit der größeren Spannweite ist die Bemessungsgrundlage für die Deckenstärke. Bei den verschiedenen Analysen dieser Deckensysteme ist auch interessant, dass z. B. ein Verschieben der Innenstützen um eine halbe Achse zu den Außenstützen in Verbindung mit einer Deckenrandverstärkung (siehe C 4.8) günstigere Deckenstärken liefert als bei normaler Rasterung (siehe C 4.7) ebenfalls mit einer Randverstärkung.

Wie bedeutungsvoll die Ausformung von Innenstützen ist, wurde bei den einhüftigen Systemen C 4.0 ff. demonstriert. Bei gleichen Plattenverformungen wurde auch das Zusammenspiel Rahmenstütze - Randverstärkung veranschaulicht.

Wie empfindlich das einhüftige Deckensystem ist bzw. wie hilfreich Rahmenstützen auch im Hinblick auf Deckenauskragungen sind, zeigen die Systeme C 4.9 und C 4.10. Je besser die Qualität der Rahmenstiele ist, desto unempfindlicher ist das System gegenüber veränderlichen Deckenauskragungen.

Vertauscht man die Rahmenstiele mit den Fassadenstielen, wird man ähnliche Ergebnisse erzielen wie bei den Systemen C 4.2 ff dargestellt.

Bei den Systemen D 1.0 ff. sowie D 2.0 ff. werden Konstruktionsbeispiele für weit gespannte Geschossbauten vorgestellt. Natürlich sind derartige Beispiele von der Funktion des Gebäudes abhängig. Die Absicht hier ist, darzustellen, um wie viel günstiger ein Tragwerk entwickelt werden kann, wenn man dabei das räumliche Angebot der verschiedenen Geschossebenen mit einbeziehen kann. Bei weitgespannten Abfangkonstruktionen von Geschossbauten über Hallen, Kinosälen etc. ist dieses räumliche Konstruktionsangebot besonders wichtig. Leider wird es nicht immer erkannt.

Bis zu einem Achsabstand des Hauptsystems (D 1.0 ff, D 2.0 ff) von ca. 8,0 m bis 9,0 m lassen sich einfache Stahlbetonplatten verwirklichen. Bei größeren Spannweiten empfehlen sich Rippendecken, Plattenbalkendecken oder auch Stahlverbunddecken, die alle den Vorteil haben, dass sie teilvorgefertigt werden können. Für die Primärkonstruktion ist zu entscheiden, wann eine Spannbetonkonstruktion, eine Stahlbetonkonstruktion oder eine Stahlkonstruktion sinnvoll ist. Bei einfachen Balkenkonstruktionen wird man dem Spannbetonträger oder dem Stahlverbundträger gegenüber dem Stahlbetonträger den Vorzug geben. Der Grund liegt darin, weil der Stahlbetonträger zu große Querschnittsabmessungen benötigt und das Verformungsverhalten ungünstiger ist. Sobald fachwerkähnliche Konstruktionen zu planen sind, wird man infolge der konstruktiven Durchbildung dem Stahl- oder Stahlverbundbau den Vorzug geben. Die Hauptstützen, ob an der Fassade oder wie beim System D 2 eingerückt, kann man stets in Stahlbeton erstellen.

Wird nun die Garagentauglichkeit einzelner Systeme beurteilt, so kann den Systemen, die jeweils die Gebäudetiefe überspannen, die beste Eignung bescheinigt werden.

Asymmetrische Deckensysteme, wie sie unter A 9, A 10 oder ähnlich zu diesen Systemen dargestellt sind, bilden eine wirtschaftliche Grundlage für eine Garagenanordnung.

Bei den Systemen, die unter B dargestellt sind, eignen sich diejenige am besten, die in Gebäudequerrichtung eine Spannweite des Mittelfeldes von mehr als 6,5 m aufweisen.

Die großen Felder der asymmetrischen Systeme unter A sowie das vordefinierte Mittelfeld (mindestens 6,5 m Stützenlichte) der Systeme B eignen sich bestens für die Aufnahme der Fahrstraße.

Systeme vom Typ A 7, A 9, B 11, B 13.3 und ähnliche benötigen entsprechende Abfangkonstruktionen, um eine Garage anordnen zu können. Die Wirtschaftlichkeit derartiger Zusatzkonstruktionen kann nur im Gesamtzusammenhang von Nutzung, Funktion und Architektur gesehen werden.

Blickt man auf die Vielzahl der Systeme und deren Analysen zurück, so ist ein breites Spektrum entstanden, das umfangreiche Planungserkenntnisse und Planungsgrundlagen aufzeigte. Diese Vielzahl von Systemanalysen gibt gezielte Impulse für eine ausgewogene und wirtschaftliche Deckenkonstruktion, die auch die Architektur unterstützen kann.

9. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, durch vergleichende Untersuchungen von Deckensystemen des Stahlbeton-Skelettbaus den Einfluss von Stützenstellungen, Deckenrandverstärkungen und der konstruktiven Gestaltung der Gebäudeenden aufzuzeigen.

Durch die schematischen Darstellungen der Deckensysteme mit den begleitenden Verformungsberechnungen wird nachgewiesen, wie sensibel Deckentragwerke auf unterschiedliche Stützenstellungen und Deckenrandverstärkungen reagieren. Mit den Betrachtungen der konstruktiven Gestaltung der Gebäudeenden und den dazugehörigen Verformungsberechnungen wird nachgewiesen, wie bedeutend der Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Tragwerks sein kann.

Die systematische Darstellung der Deckensysteme des Stahlbeton-Skelettbaus zeigt, wie schier unbegrenzt die Variationsmöglichkeiten sind. Alle vom Autor dargestellten Systeme entsprechen der Praxis und sind baubar.

Beim Studium der Deckensysteme kann die Wirtschaftlichkeit verfolgt und nachgewiesen werden.

Die DIN 1045 [3] regelt unter Punkt 17.7.2 vereinfacht die Begrenzung der Biegeschlankheit. Die neue DIN 1045-1 [1] regelt unter Punkt 11.3 ebenfalls vereinfacht die Begrenzung der Biegeschlankheit. Es wird nachgewiesen, dass Deckenrandverstärkungen das Verformungsverhalten reduzieren und daher schlankere Decken zulassen ohne die vergleichenden Verformungswerte des Grundsystems ohne Randverstärkung zu überschreiten.

10. Literatur

- [1] Sonderheft Nr. 1/2002 zum
Allgemeinen Ministerialblatt Nr. 10/2002
DIN 1045-1, -2, -3, -4: 2002-07
Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton (einschließlich Berichtigungen 1
zu DIN 1045-1, -2, -3: 2002-07), Absatz 11.3 Begrenzung der Verformung
- [2] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen
und Formänderungen von Stahlbetontragwerken, bearbeitet von E. Grasser und
G. Thielen, TU München, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München, Düsseldorf,
Heft 240, Kapitel 6: Beschränkung der Durchbiegung unter Gebrauchslast, S. 67 –
72, 1991
- [3] DIN 1045, Ausgabe Juli 1988: Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung
- [4] R. K. Hornung: Wirtschaftlichkeit von Deckensystemen aus Ortbeton; Zusammen-
hang zwischen Konstruktion und Kosten bei Stahlbetondecken von Skelettbauten in
Ortbetonbauweise als Grundlage für die Wahl wirtschaftlich optimierter Deckensys-
teme, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1979
- [5] R. Kemmler und E. Ramm: C Modellierung mit der Methode der Finiten Elemente,
S. 143 - 208. Josef Eibl, Karlsruhe (Schriftleitung): Betonkalender 2001, Band 1, Ver-
lag Ernst & Sohn, Berlin, 2001
- [6] M. Mittag: Baukonstruktionslehre, 18. Auflage, Verlag Vieweg, Braunschweig 2000
- [7] Neufert: Bauentwurfslehre, 37. erweiterte und überarbeitete Auflage, Verlag Vieweg,
Braunschweig 2002
- [8] M. Olipitz, Wien: Eine Betrachtung des "Wiener Hochhauses" (unter besonderer Be-
rücksichtigung der Deckensysteme), 1999
- [9] V. Theile, M. Rohr, J. Meyer: II Geschossbauten - Verwaltungsgebäude, 3. Tragwerk,
S. 82 - 138; K. Bergmeister, Wörner (Hrsg.): Betonkalender 2003, Band 1; Verlag
Ernst & Sohn, Berlin, 2003
- [10] XPLA - FEM Plattenberechnungen, Programmbeschreibung; D.I.E. CAD- und Statik-
software GmbH, Nettelbeckstr. 5, 46149 Oberhausen, 2000
- [11] K. Zilch; A. Rogge, München:
C I 3.4: Bemessung der Stahlbeton- und Spannbetonbauteile nach DIN 1045-1;
Grundlagen der Bemessung von Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen nach
DIN 1045-1; Begrenzung der Verformung; 3.4.1 Grundlagen und 3.4.2 Vereinfachter
Nachweis; Betonkalender 2002, Band 1, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2002,
S. 286 - 292

11. Anhang 1 - Verformungsberechnungen

Die mit dem Plattensystem XPLA Finite Elemente-Programm durchgeführten Verformungsberechnungen werden auf den folgenden Seiten für jedes System dargestellt.

Grundsätzlich werden drei Lastfälle je System aufgezeigt:

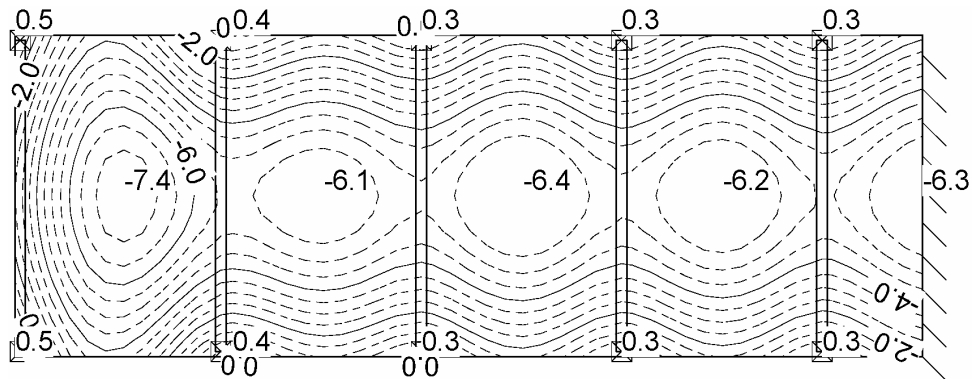
Lastfall 1: Eigengewicht der Konstruktion mit Belag

Lastfall 2 + 3: Nutzlastvarianten

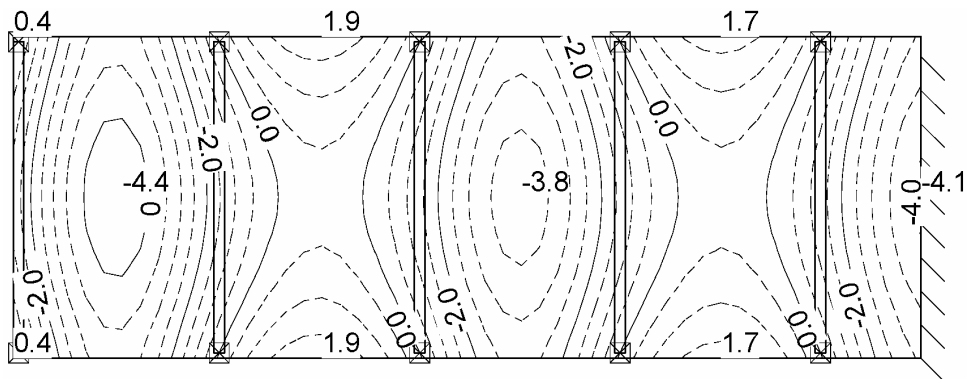
Die Lastfälle werden jeweils getrennt ohne Überlagerung berechnet. Zur Gesamtbeurteilung sind die Durchbiegungswerte zu addieren.

System A 1.1.0

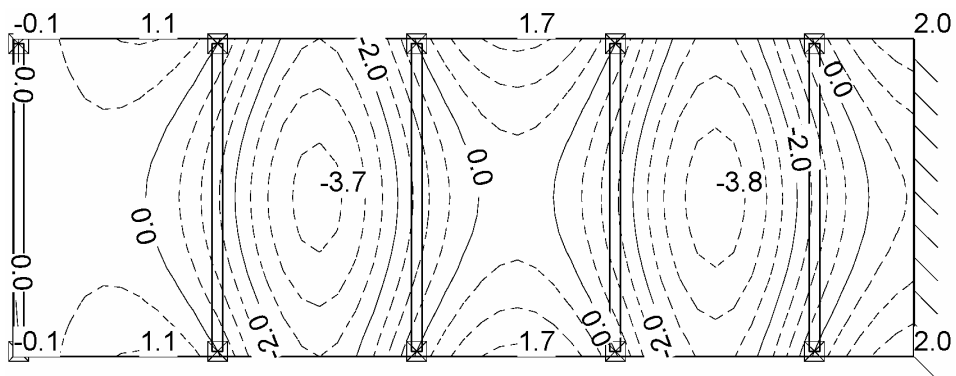
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

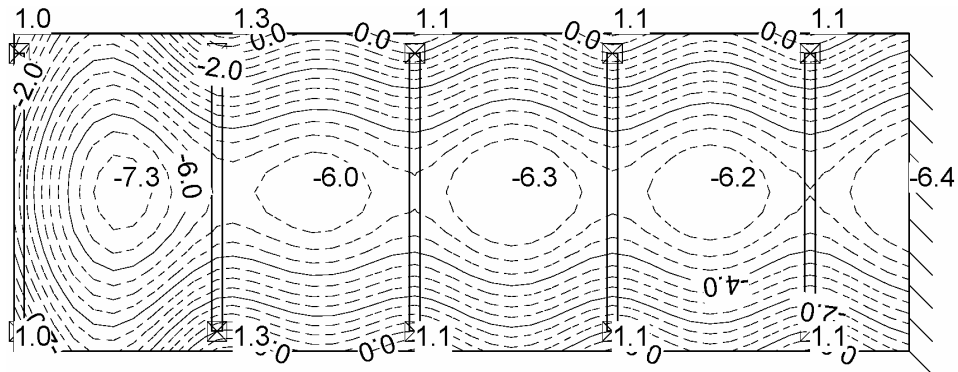


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

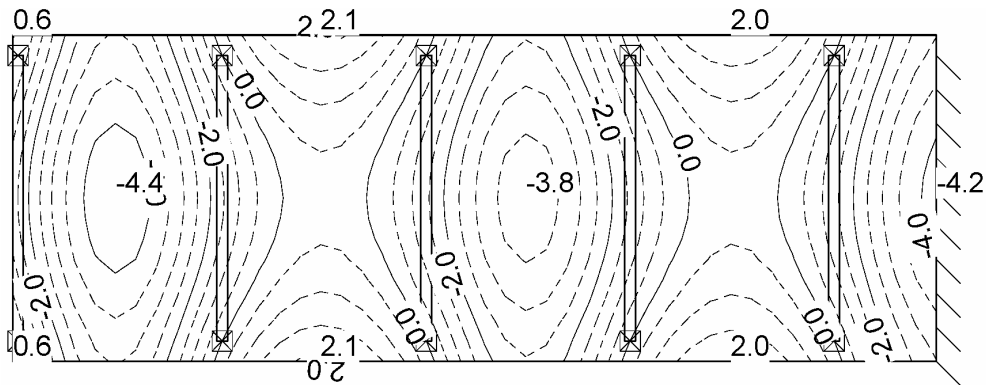


System A 1.1.1

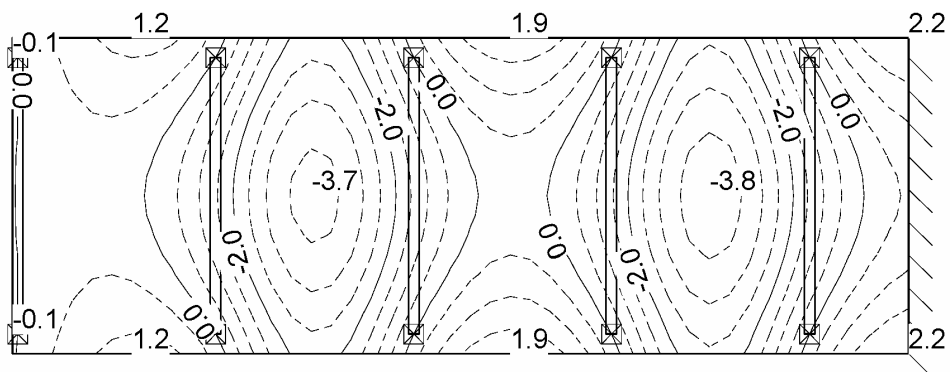
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

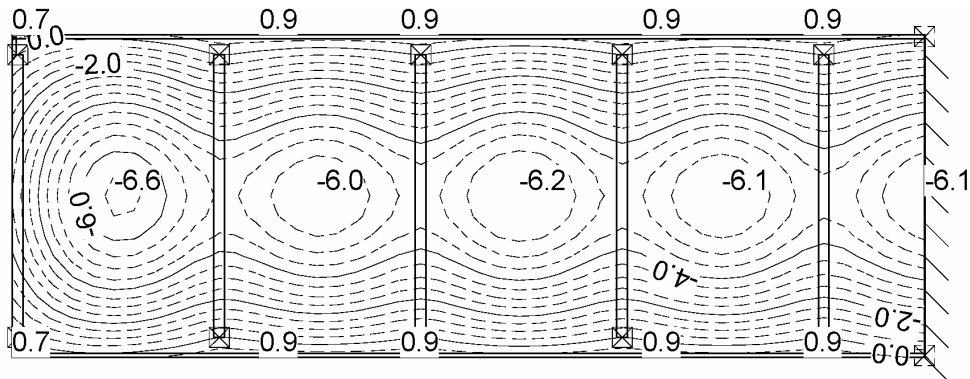


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

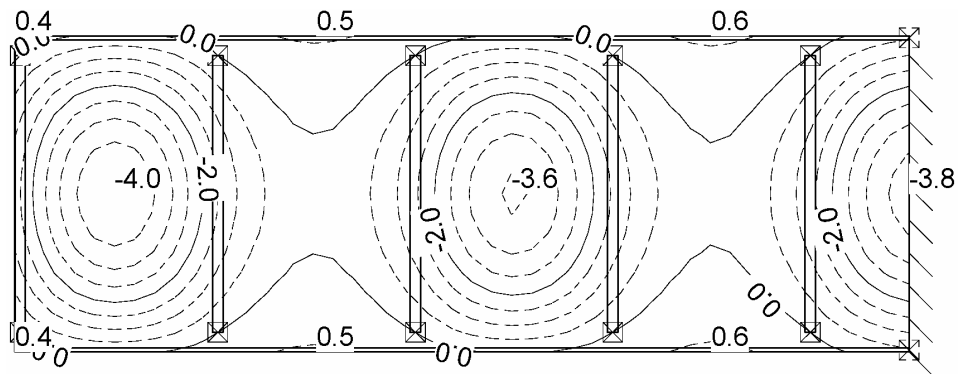


System A 1.1.2

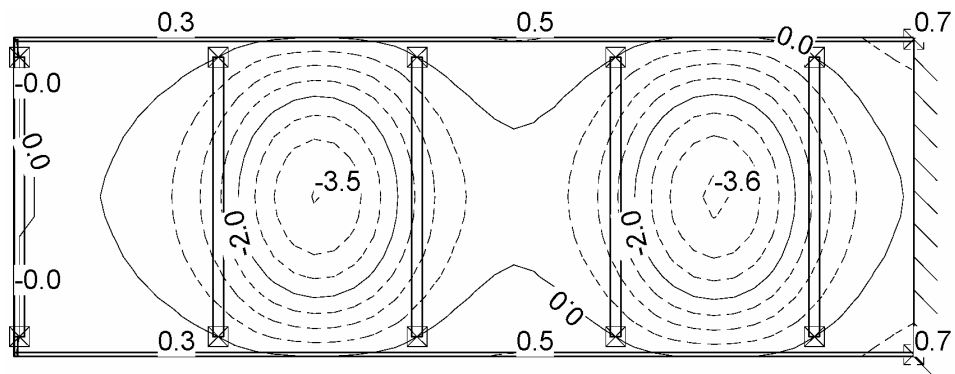
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

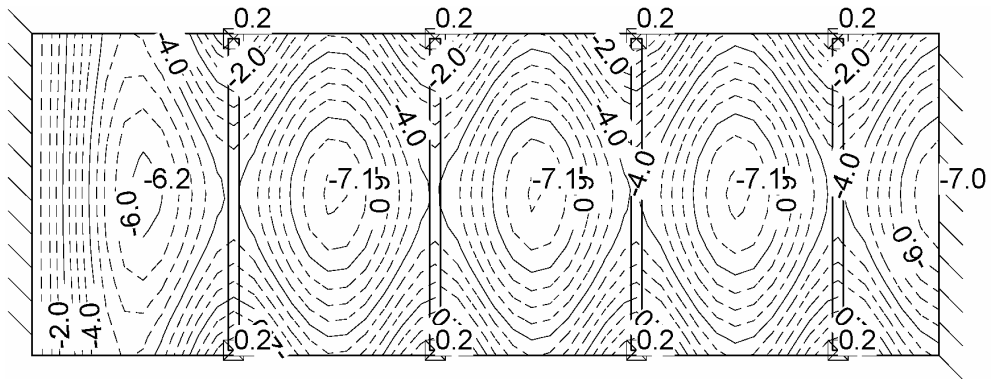


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

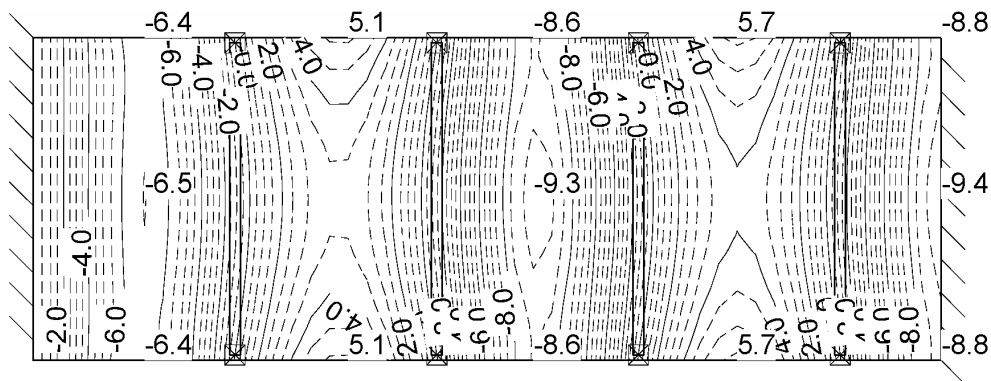


System A 1.2.0

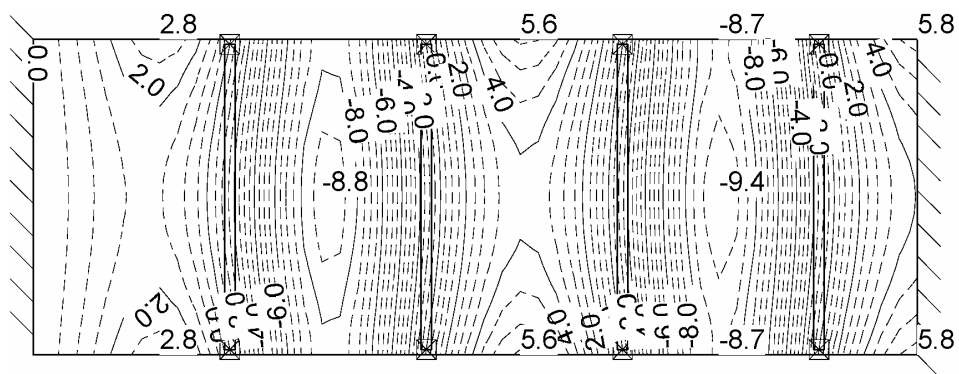
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

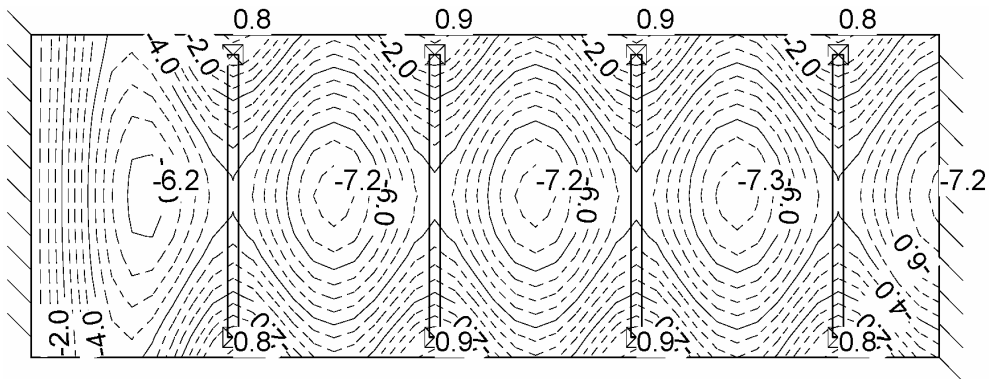


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

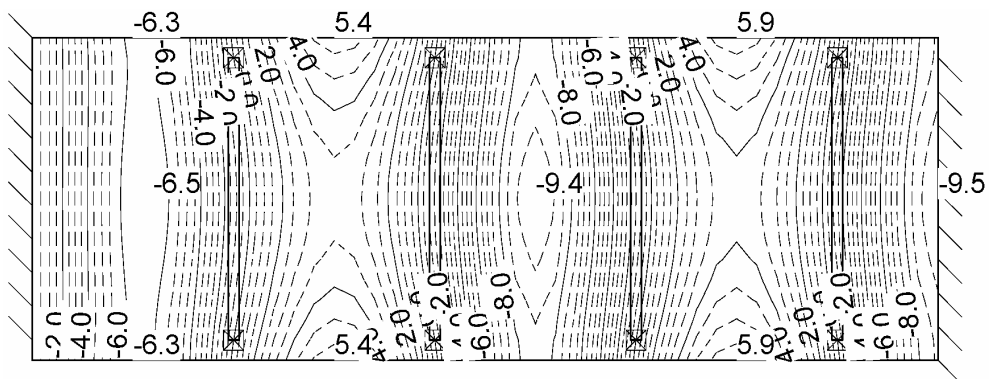


System A 1.2.1

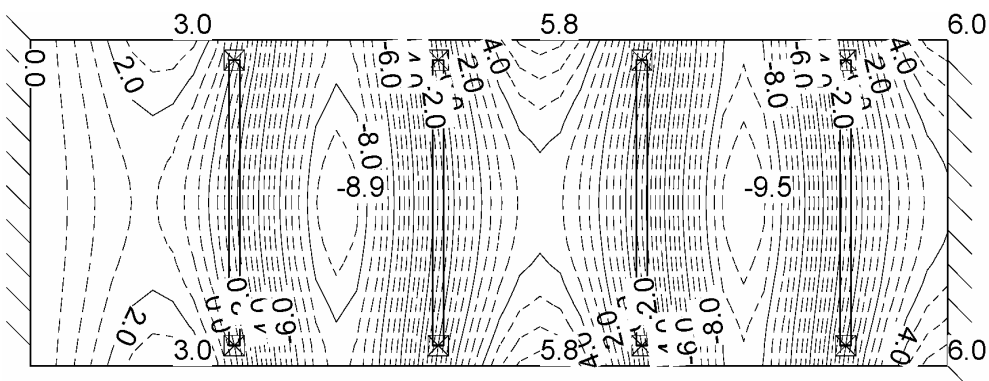
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

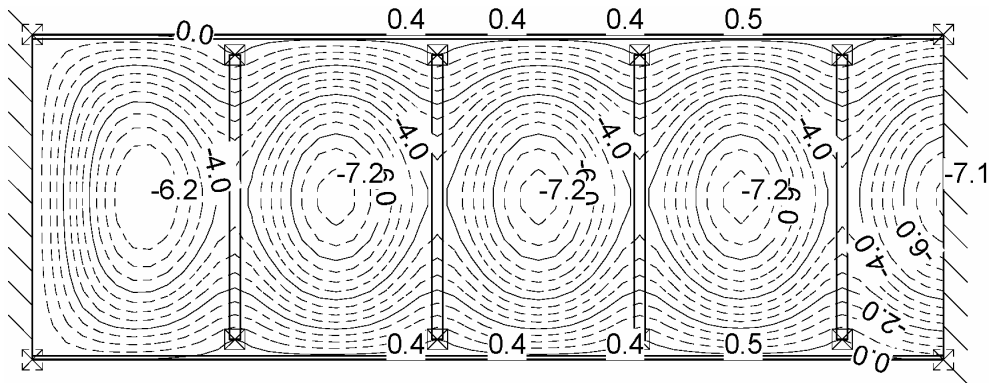


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

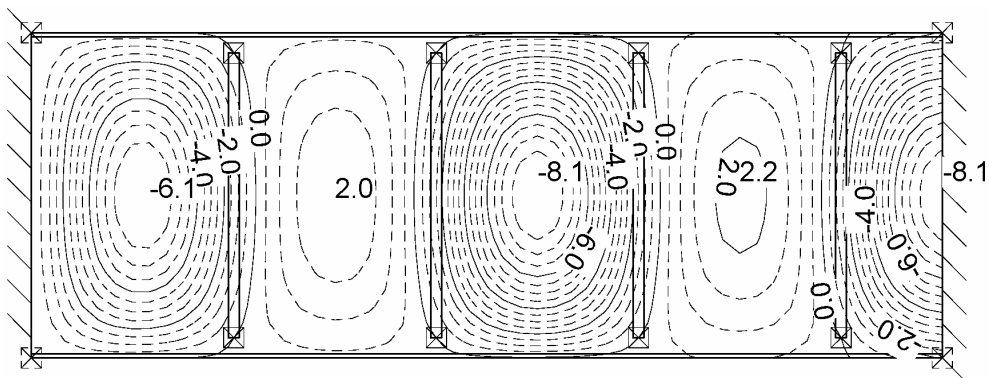


System A 1.2.2

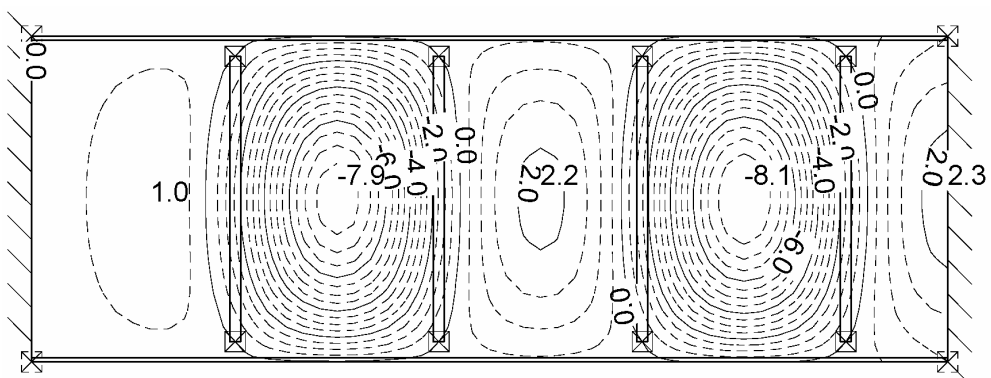
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

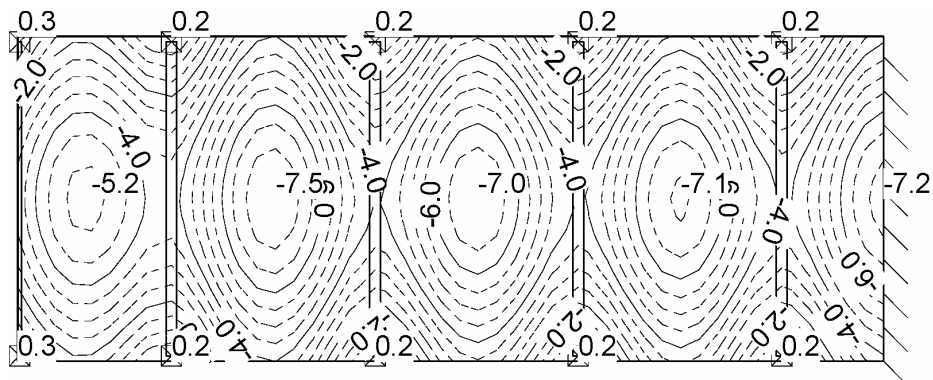


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

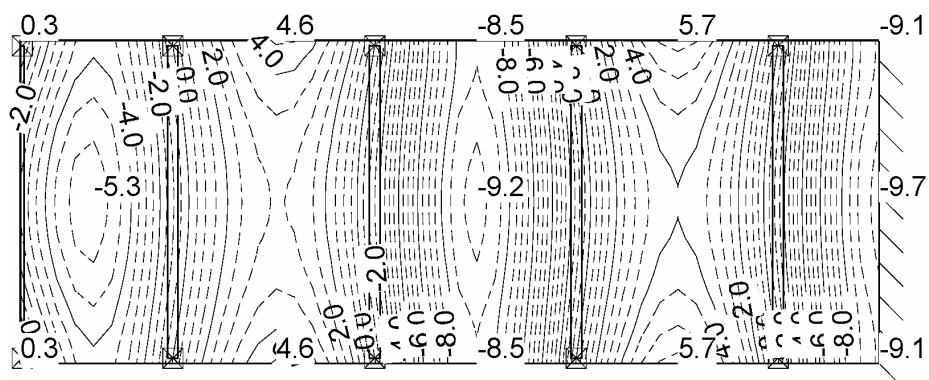


System A 1.3.0

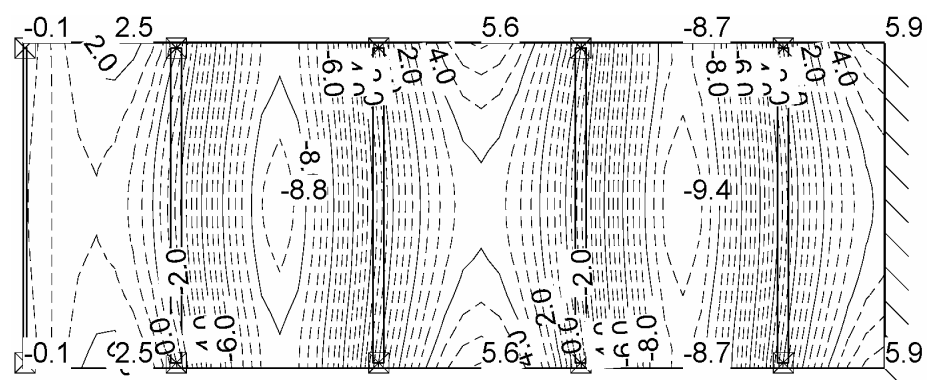
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

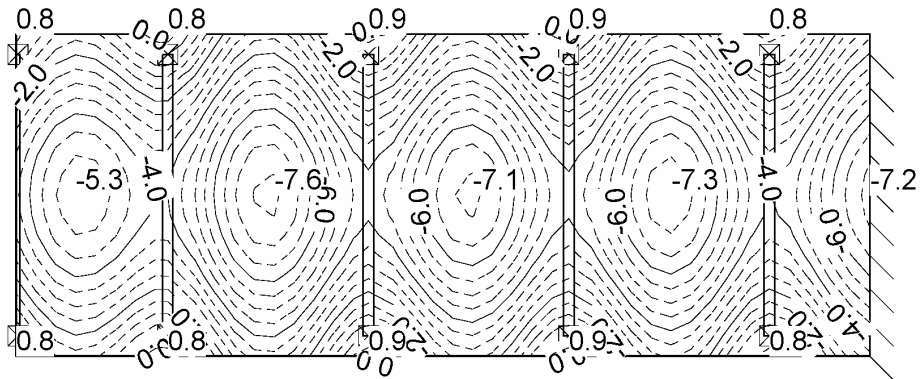


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

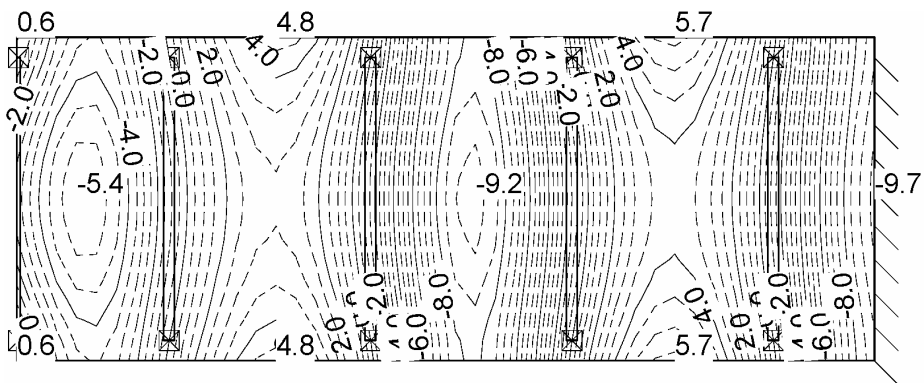


System A 1.3.1

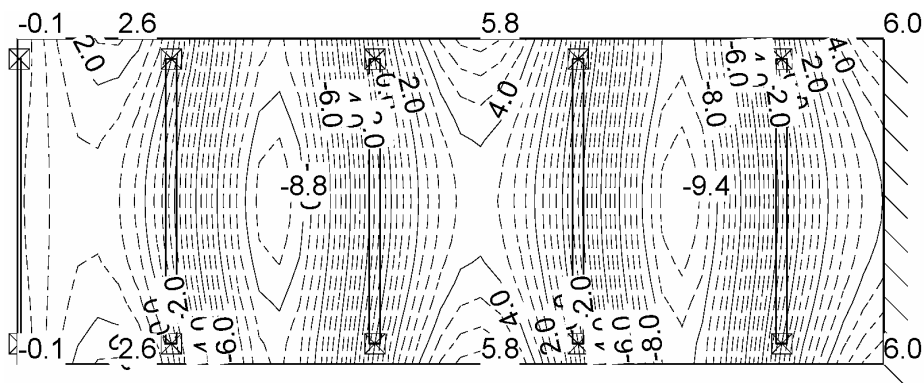
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

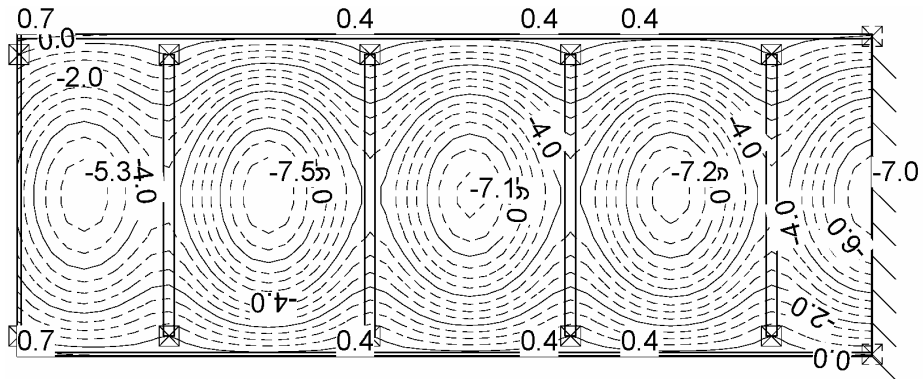


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

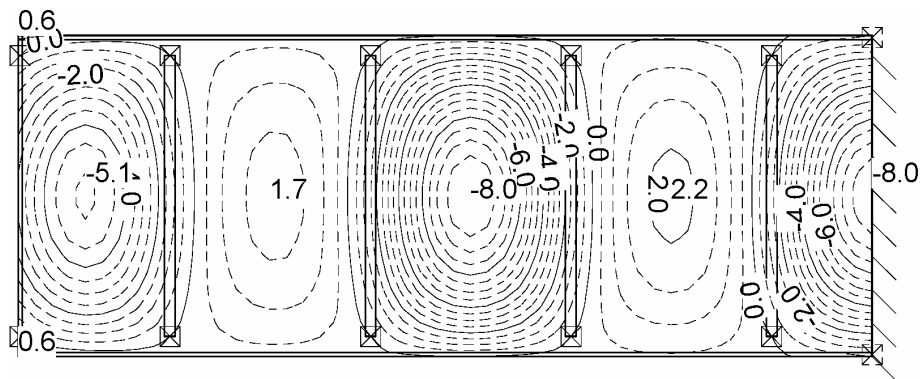


System A 1.3.2

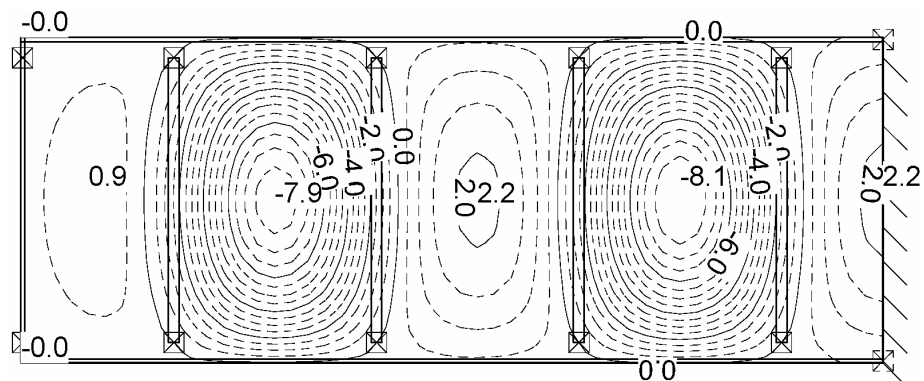
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

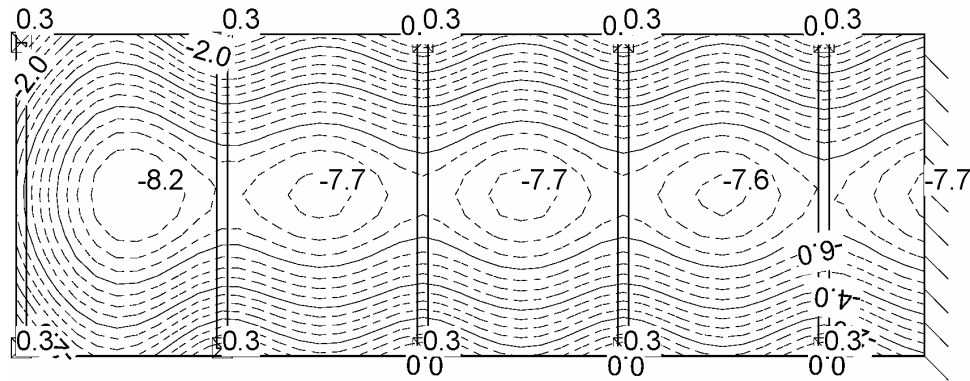


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

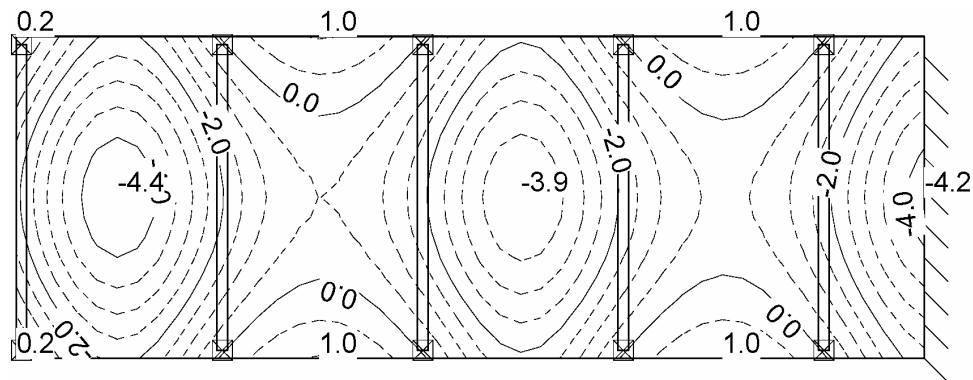


System A 2.1.0

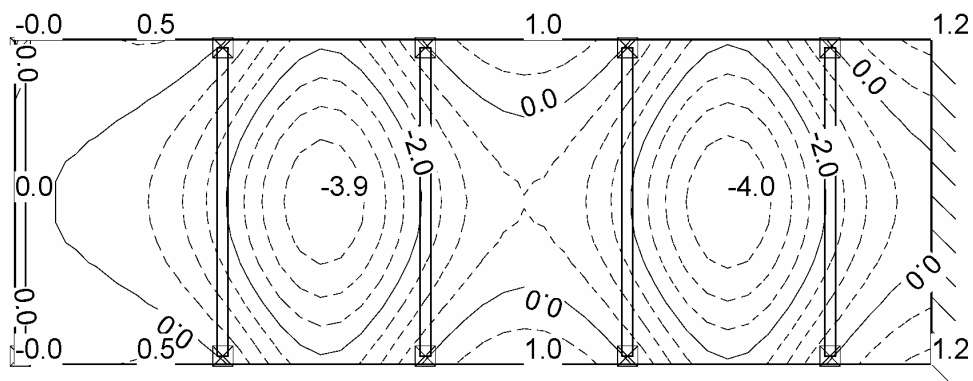
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

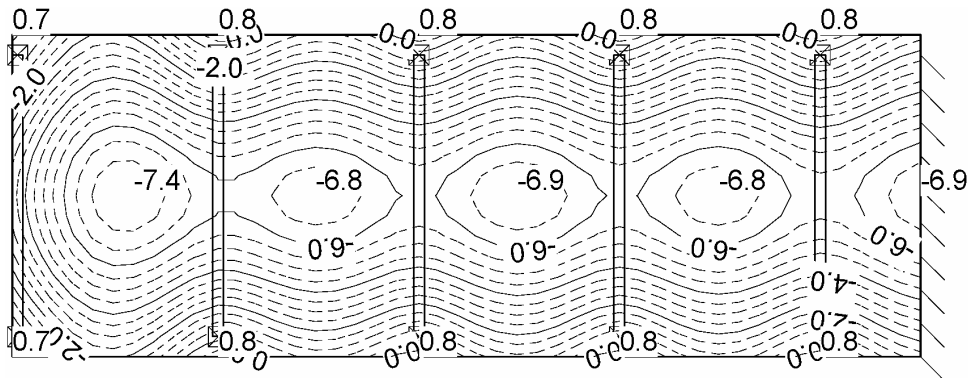


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

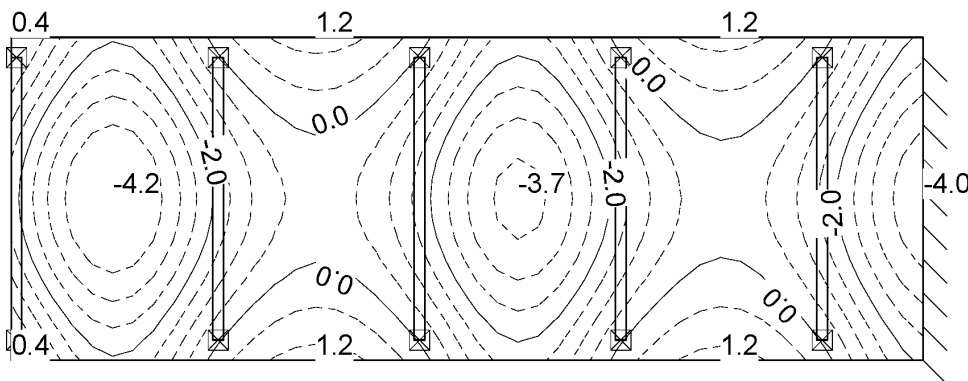


System A 2.1.1

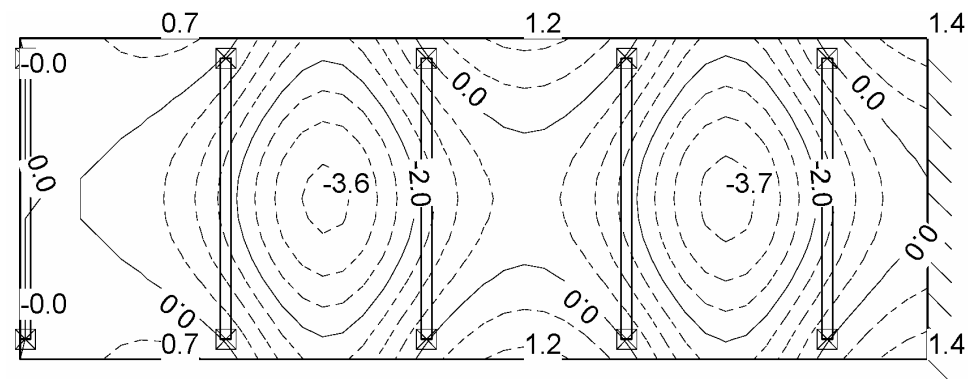
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

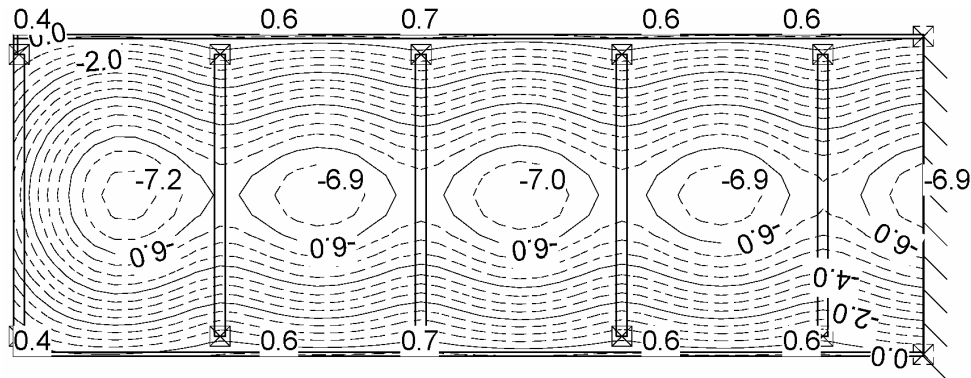


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

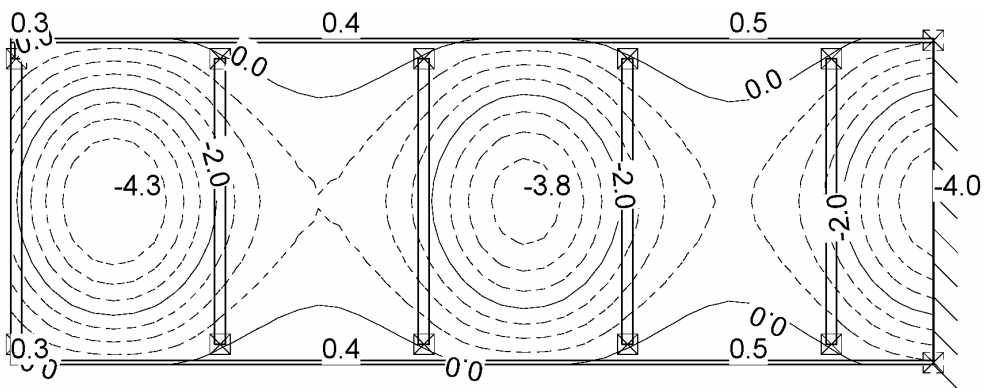


System A 2.1.2

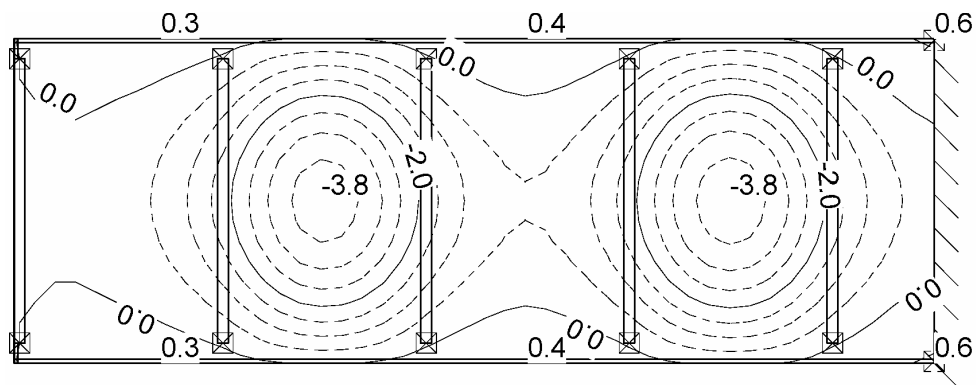
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

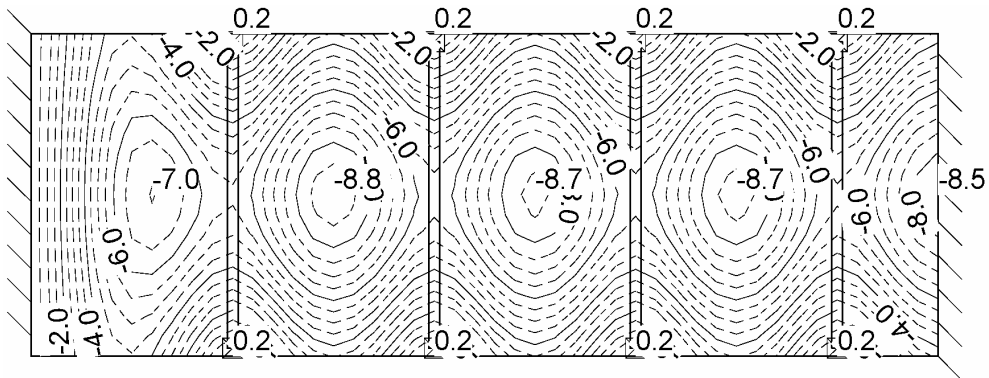


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

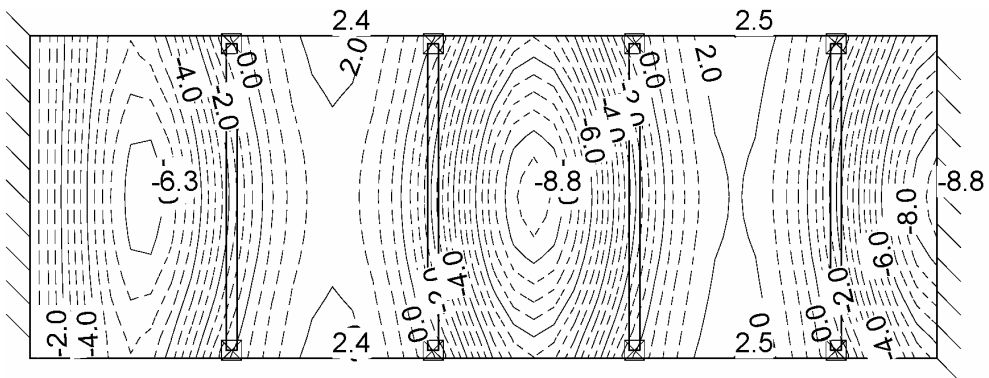


System A 2.2.0

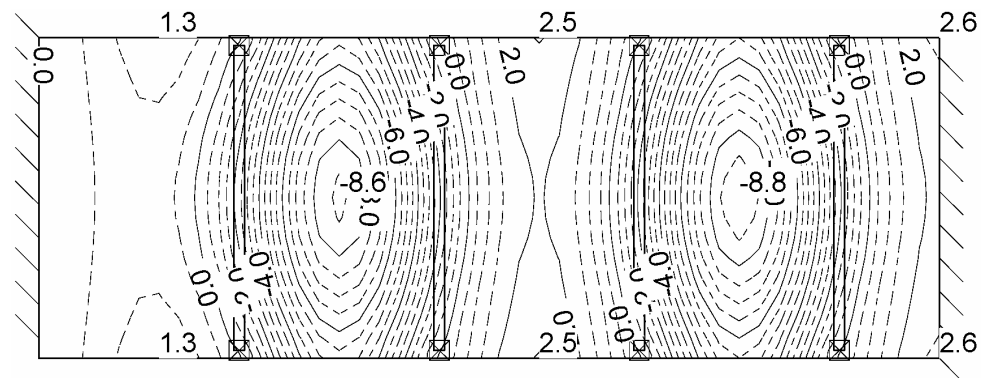
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

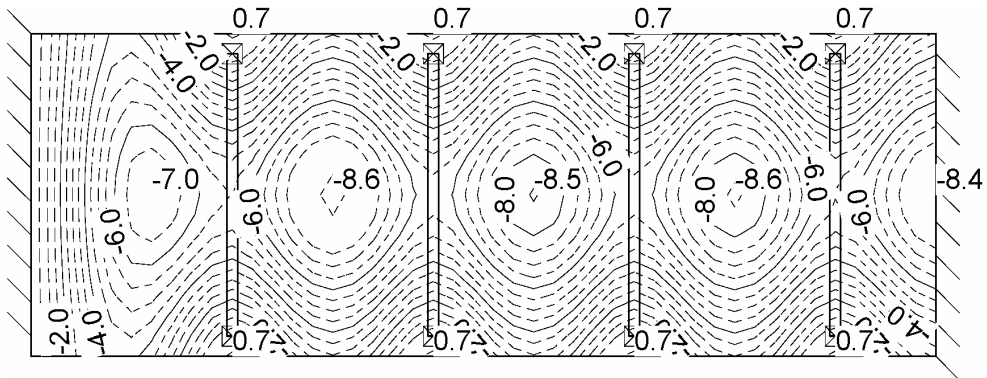


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

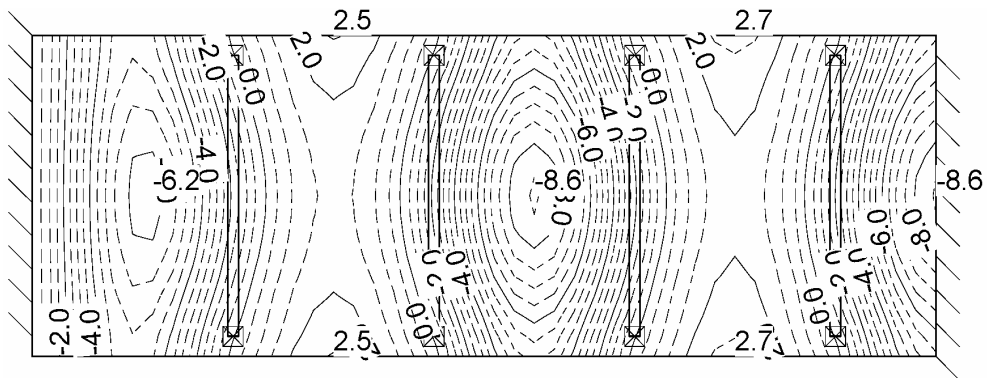


System A 2.2.1

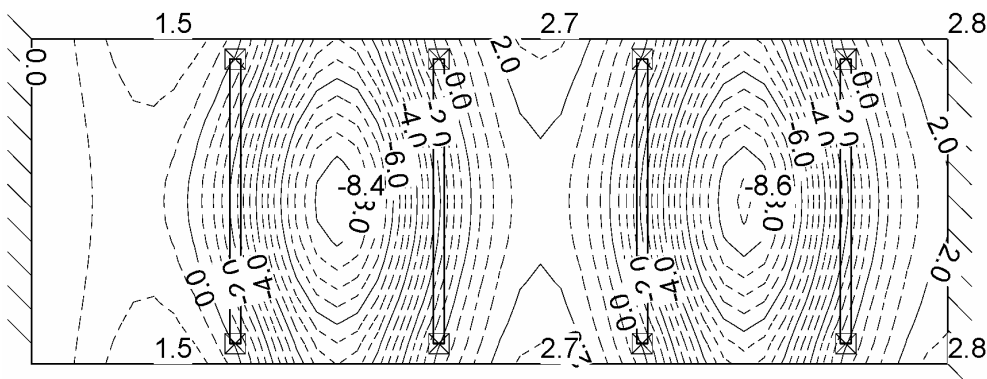
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

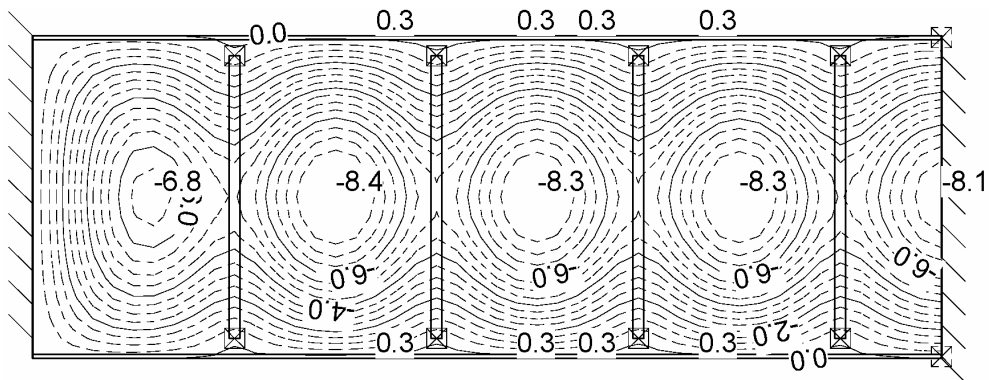


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

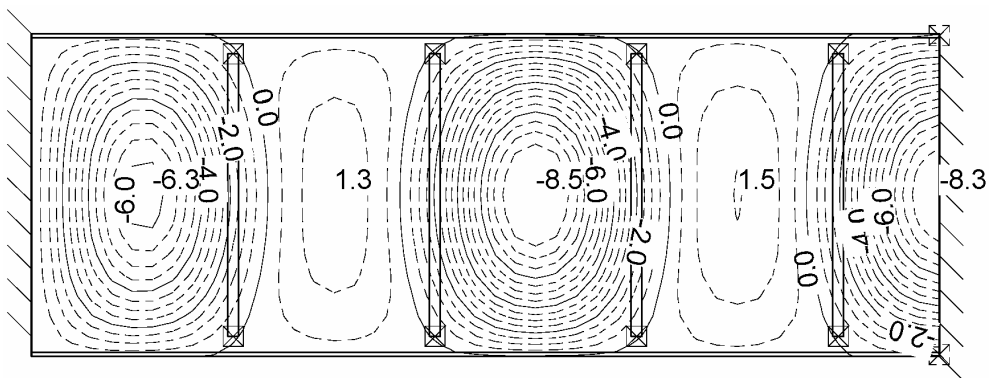


System A 2.2.2

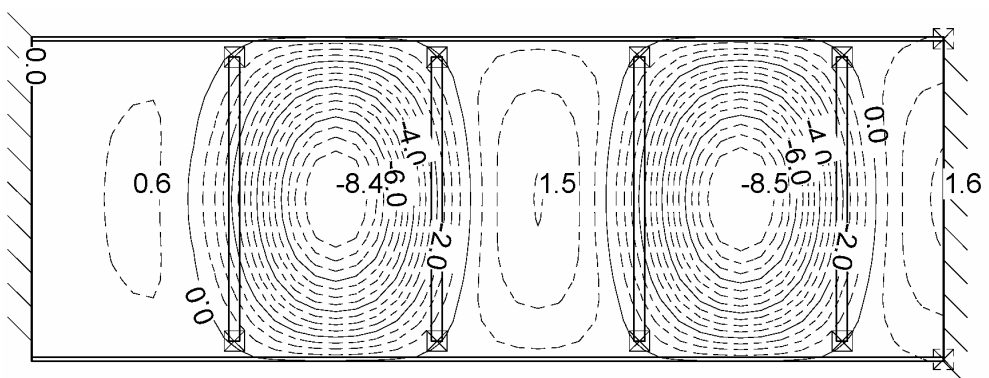
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

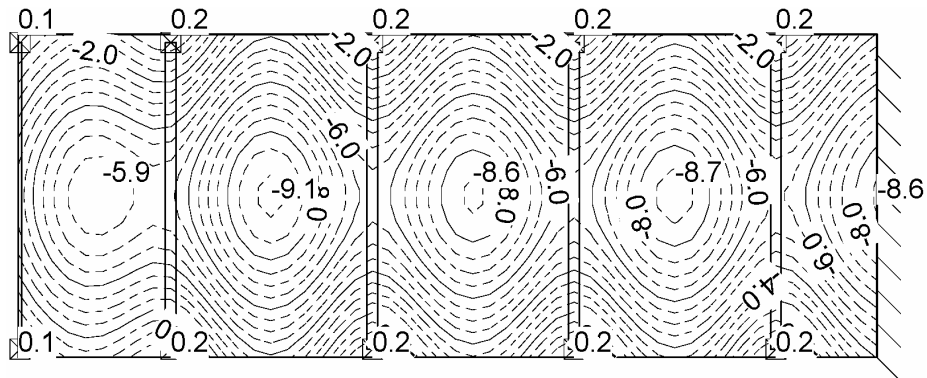


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

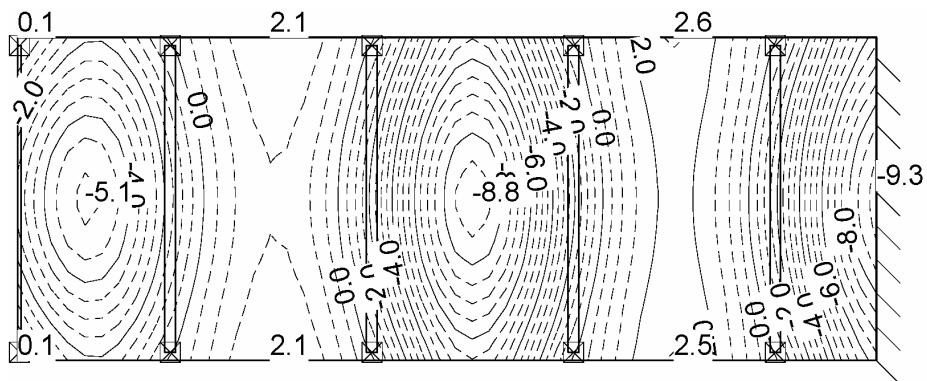


System A 2.3.0

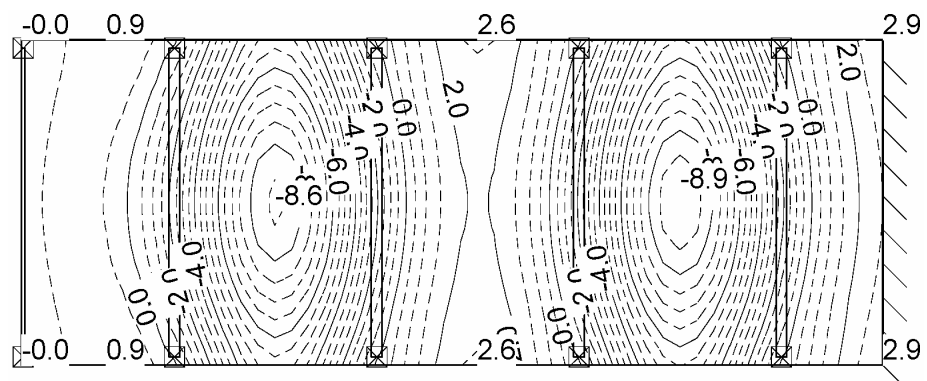
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

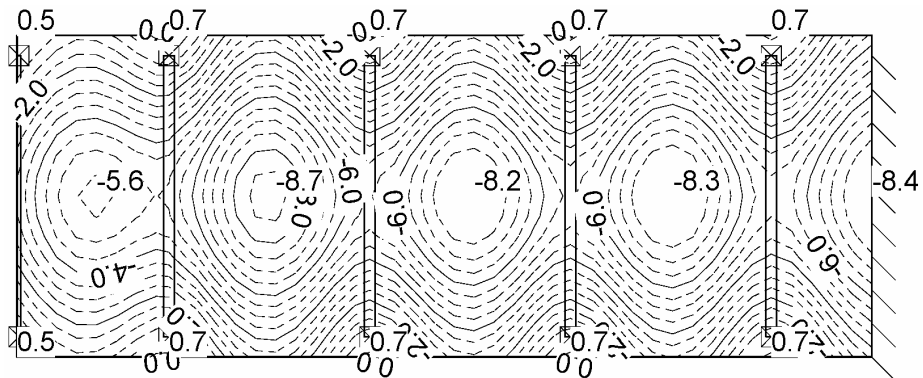


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

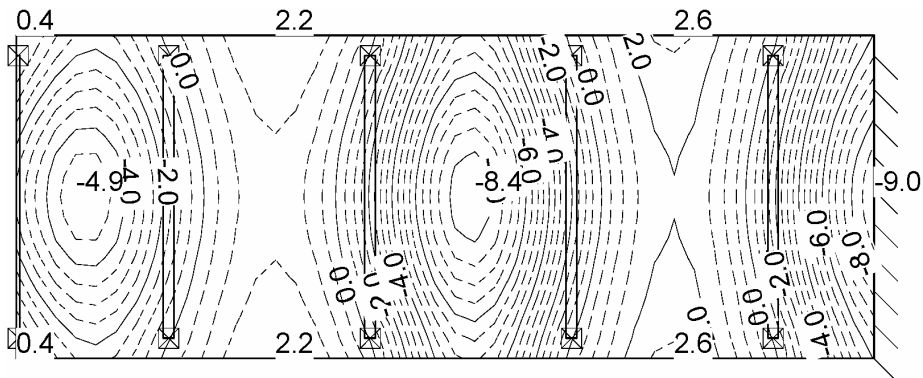


System A 2.3.1

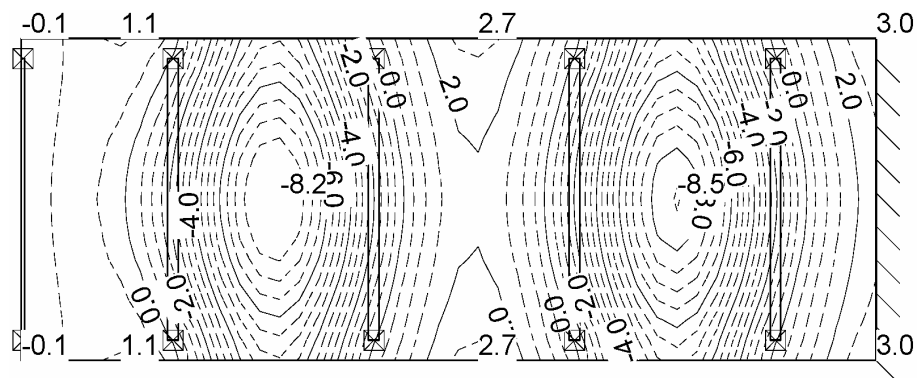
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

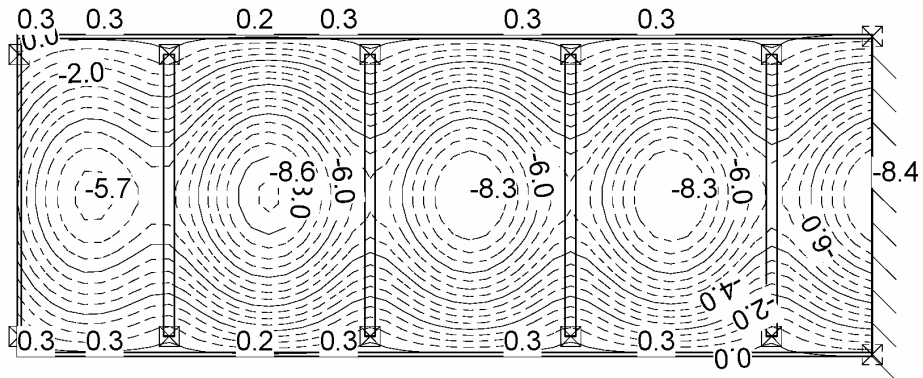


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

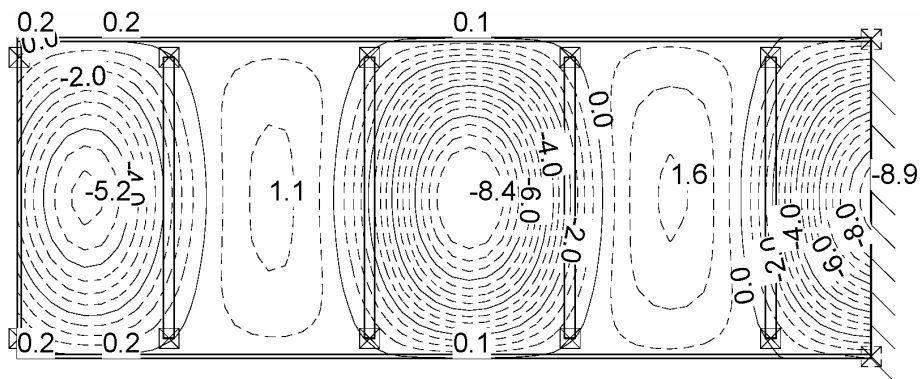


System A 2.3.2

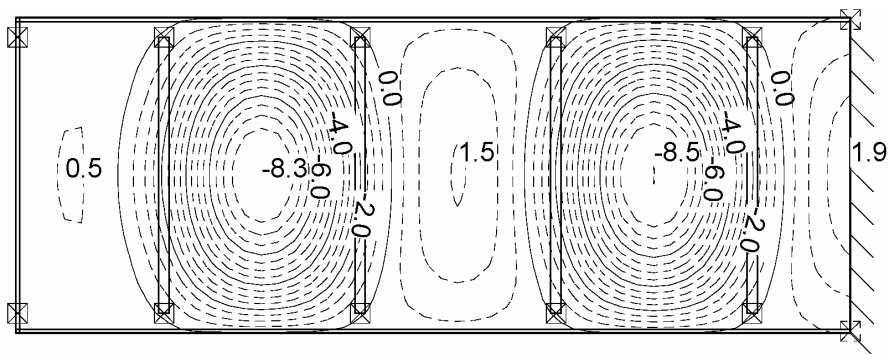
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

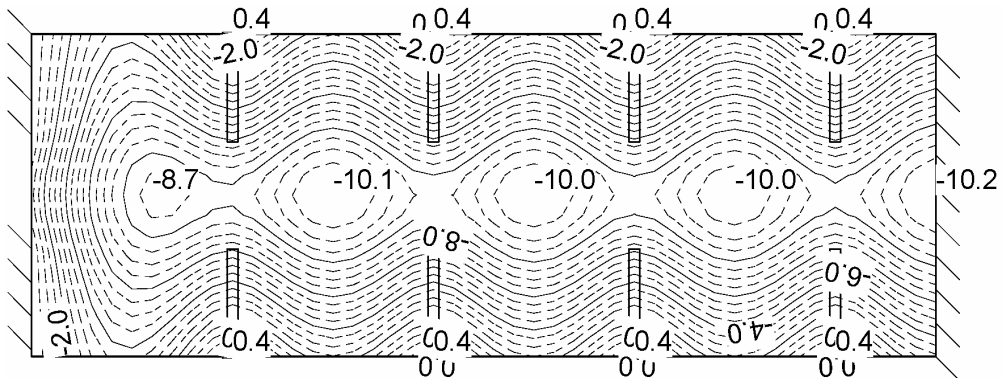


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

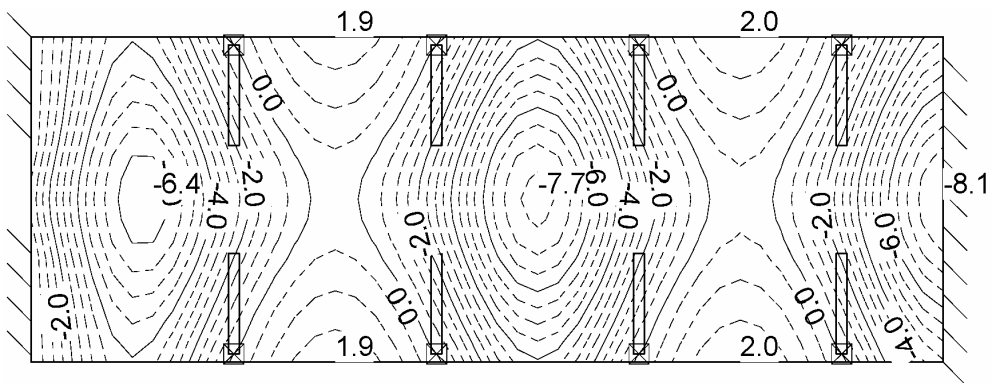


System A 3.0

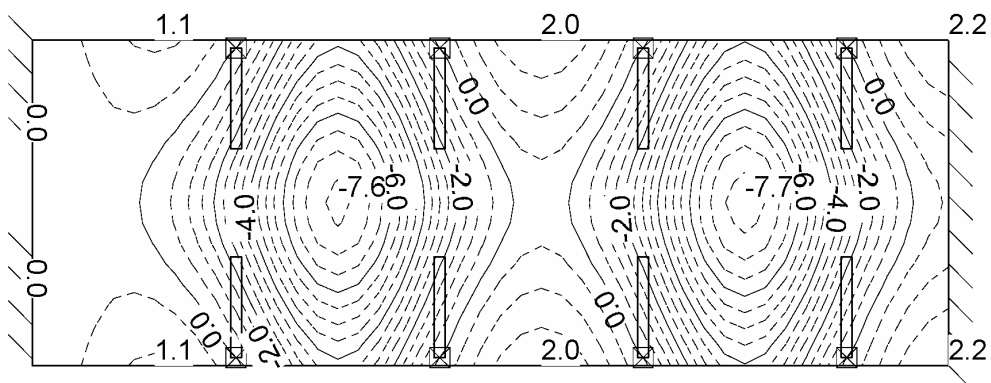
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

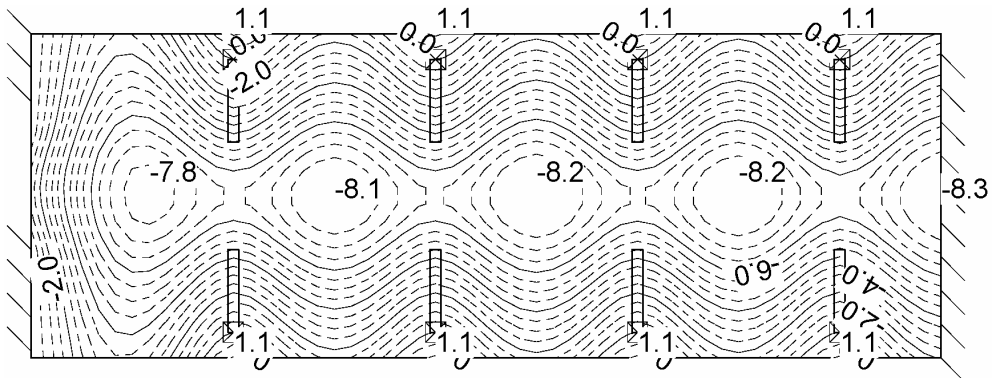


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

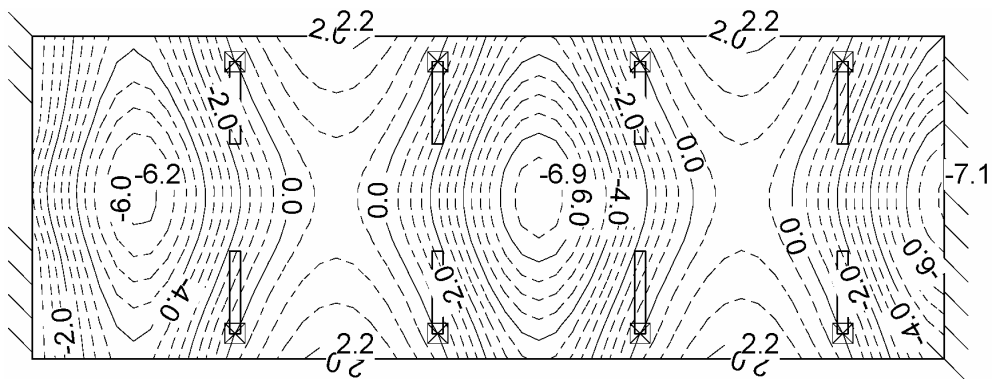


System A 3.1

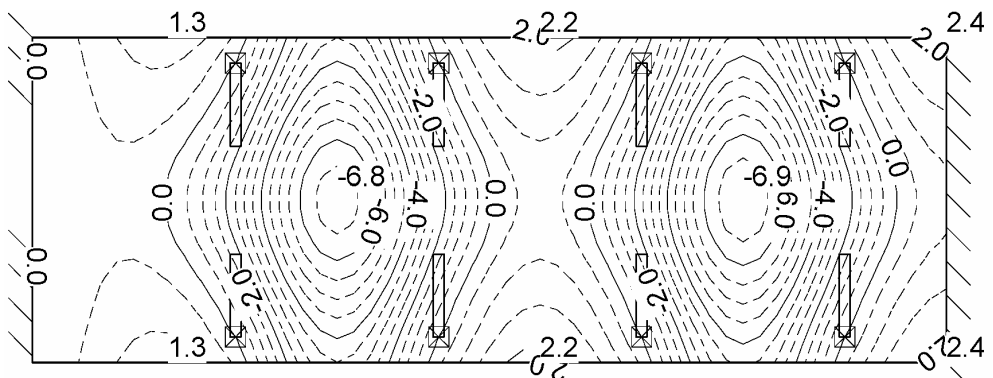
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

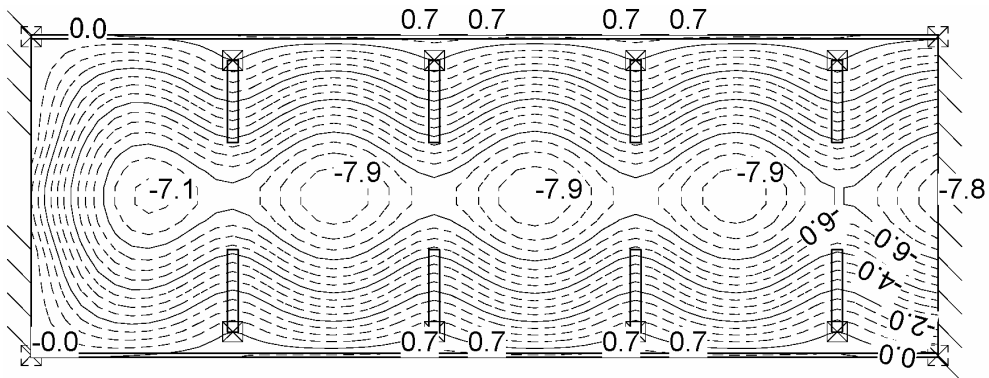


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

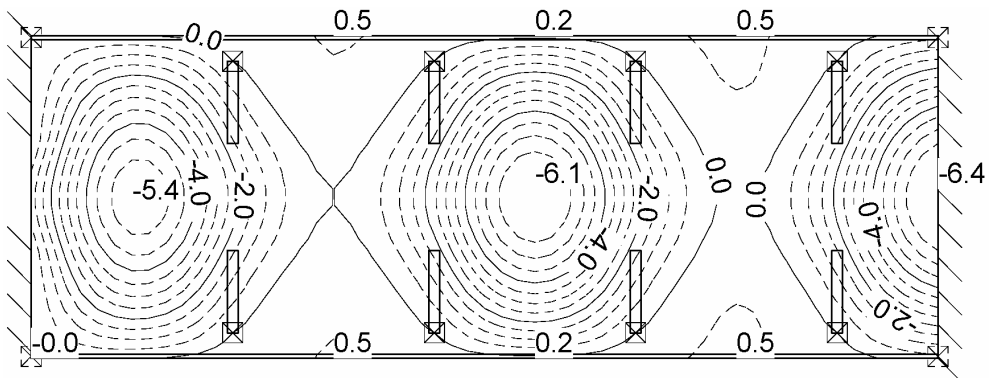


System A 3.2

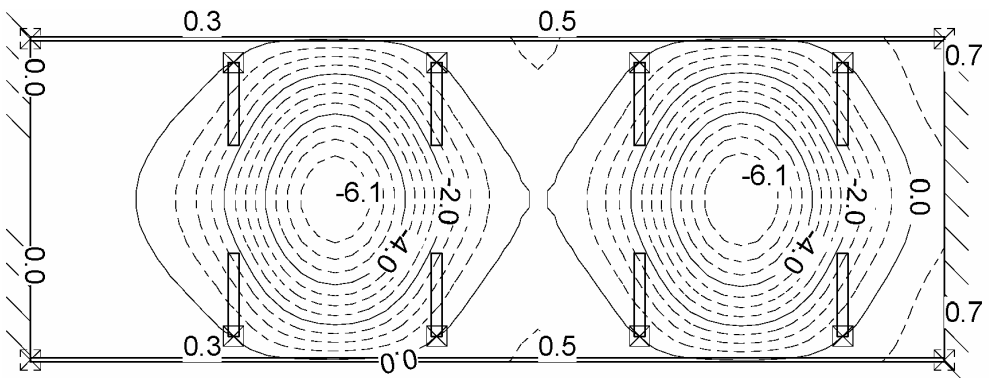
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

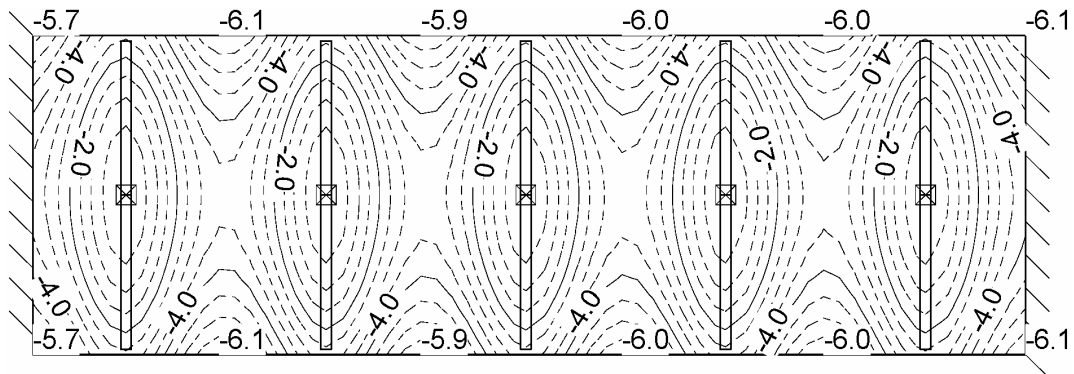


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

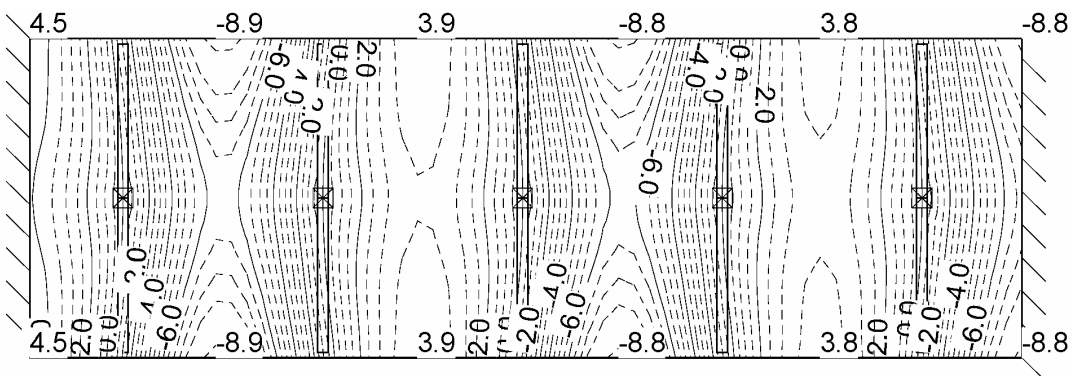


System A 4.0

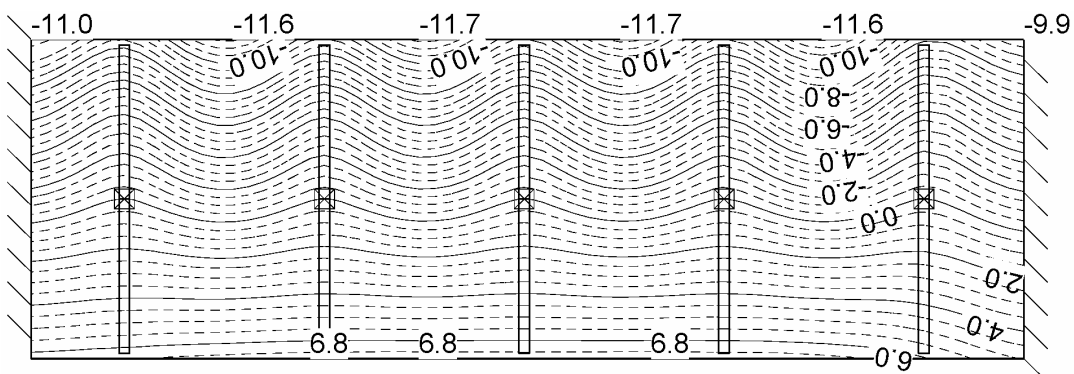
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

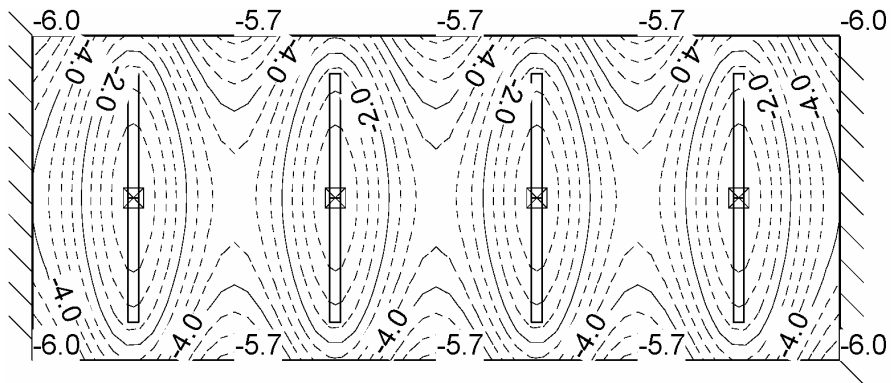


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

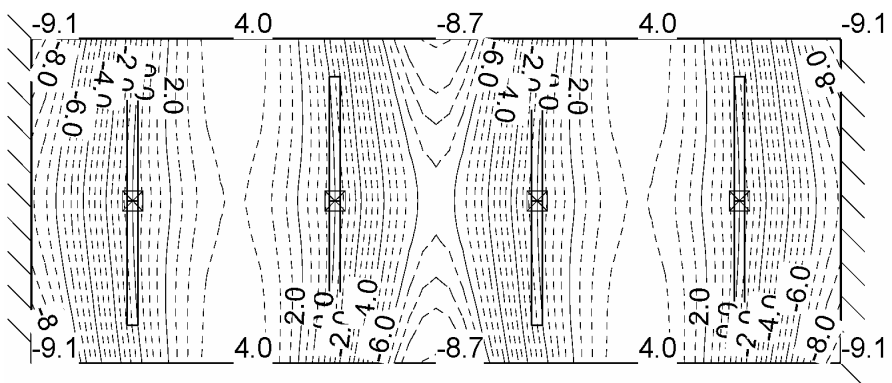


System A 4.1

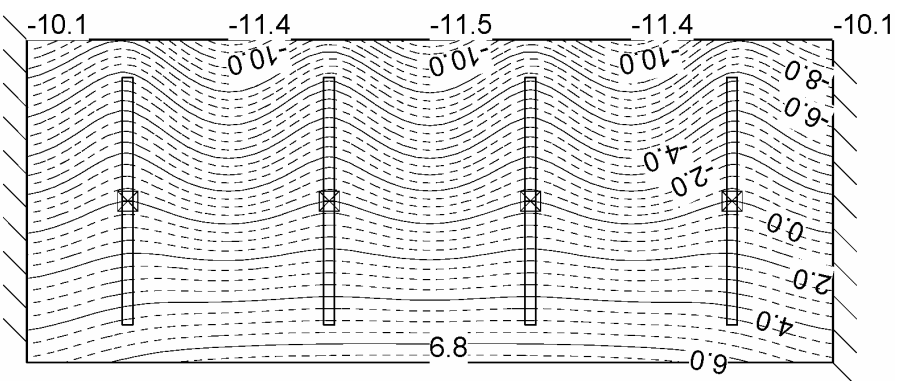
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

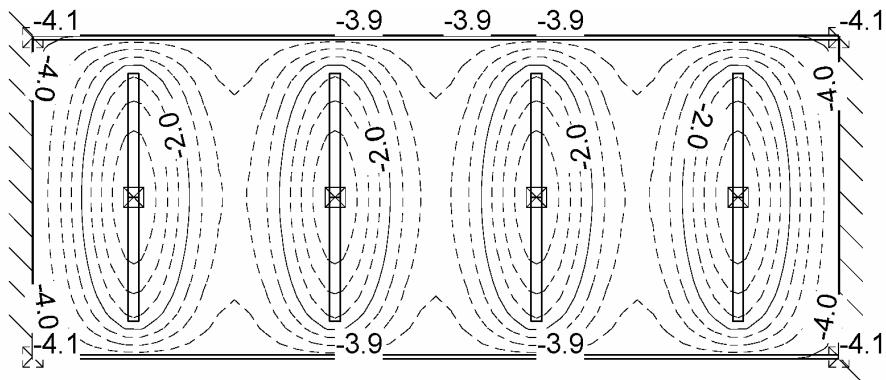


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

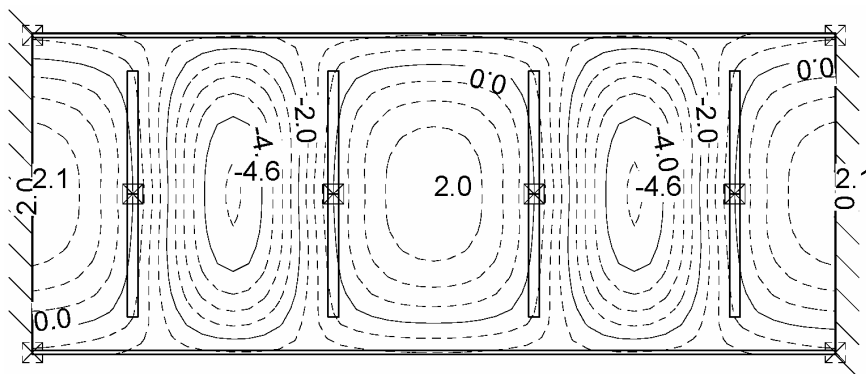


System A 4.2

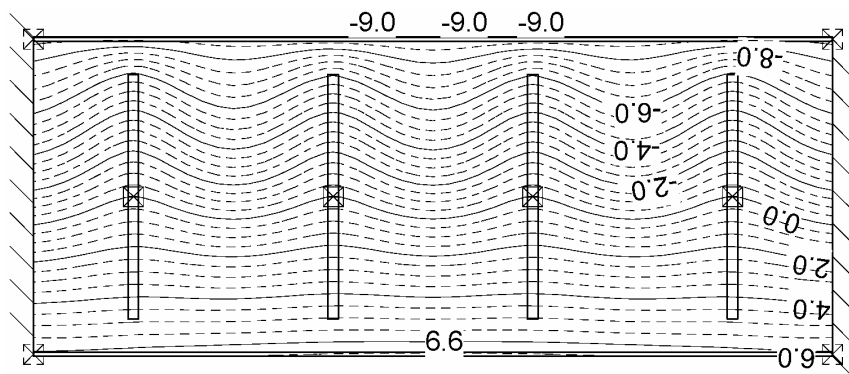
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

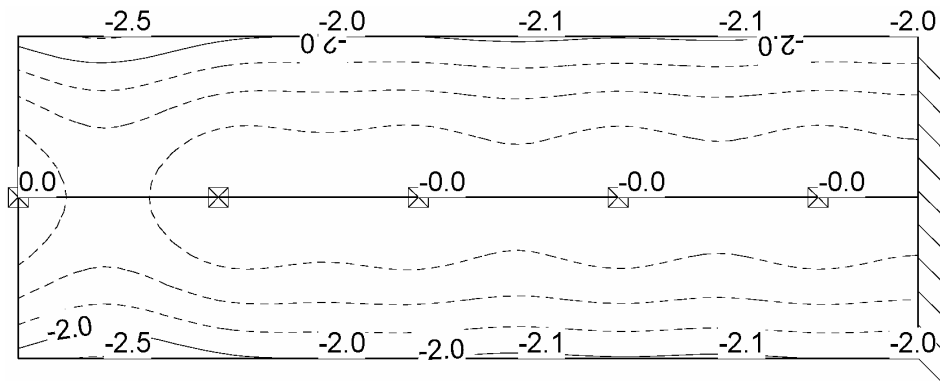


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

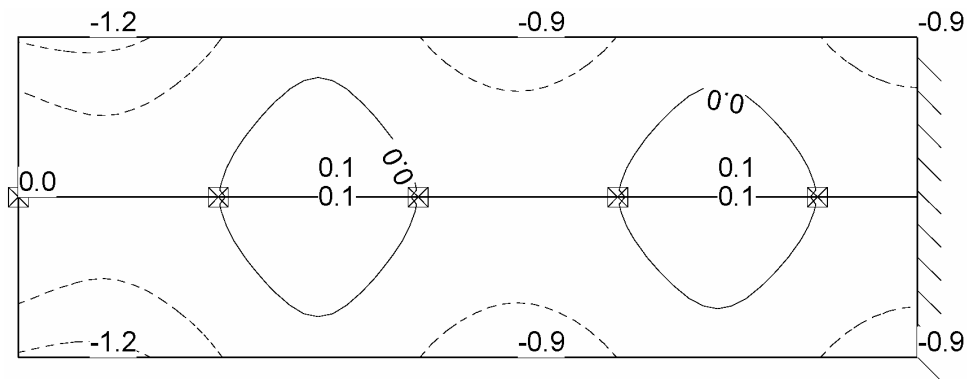


System A 5.0

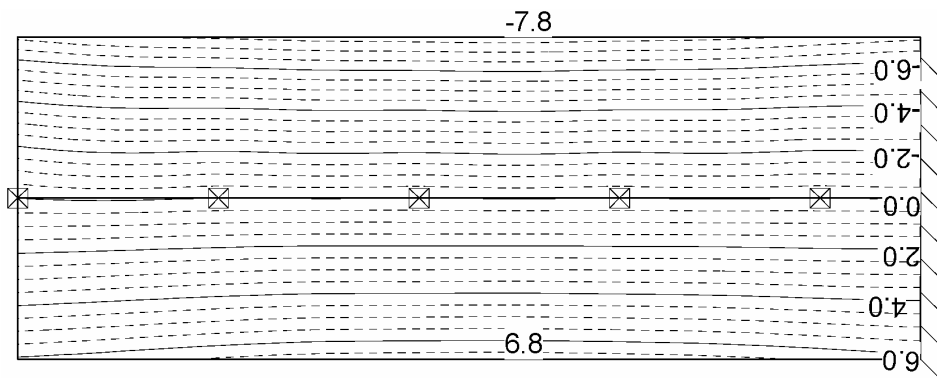
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

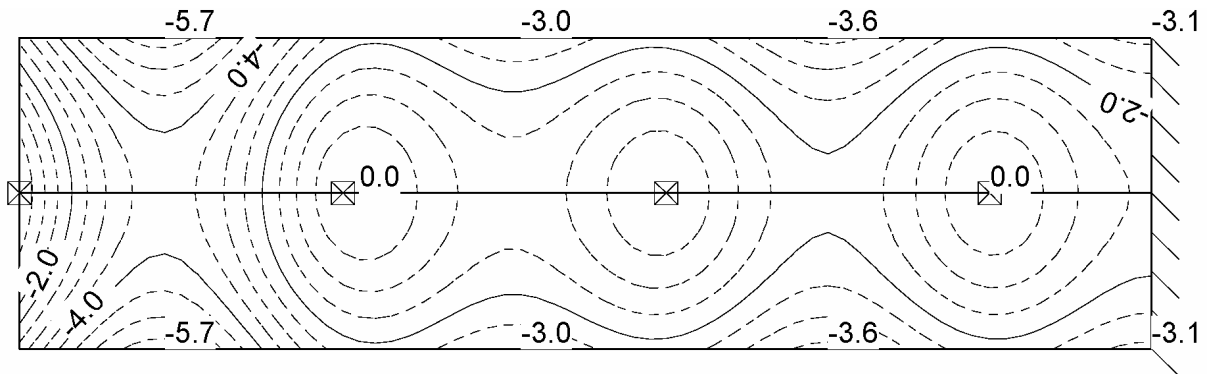


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

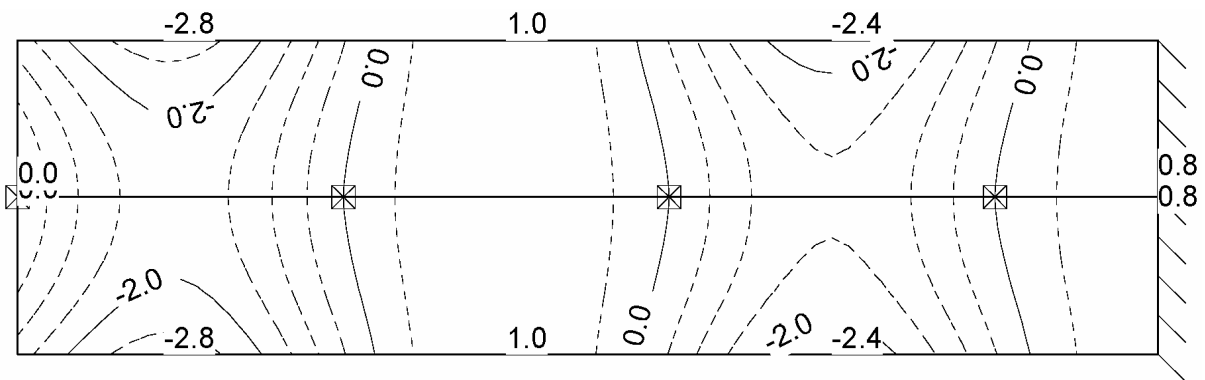


System A 5.1

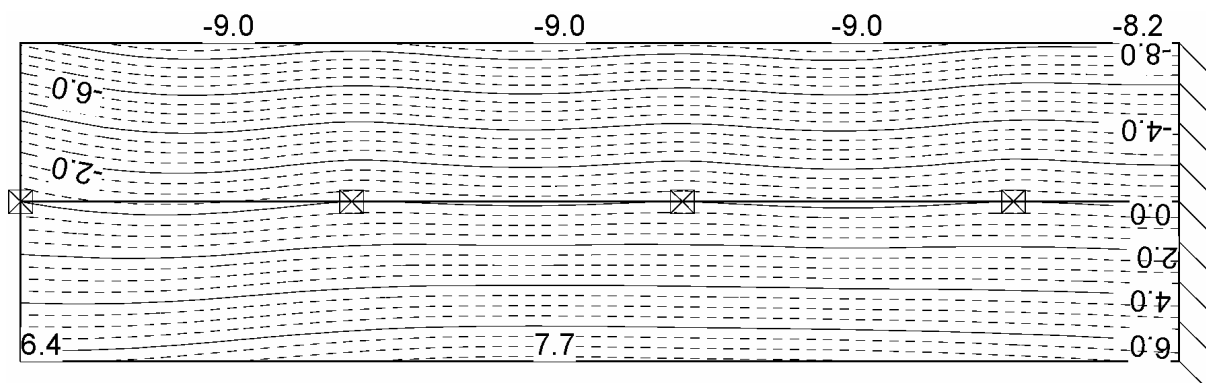
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

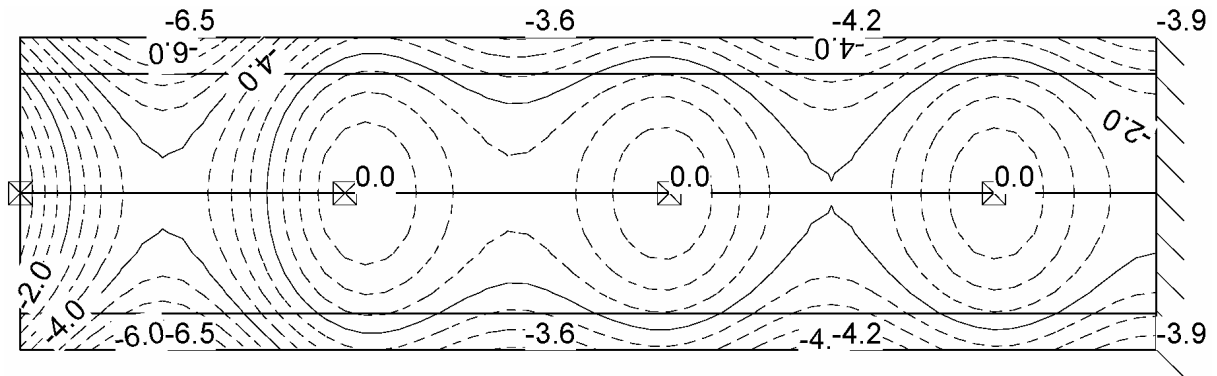


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

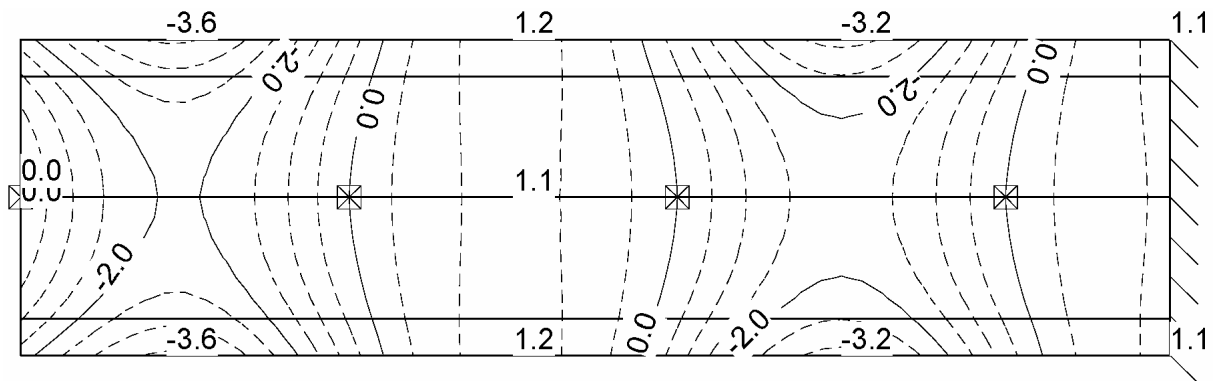


System A 5.2

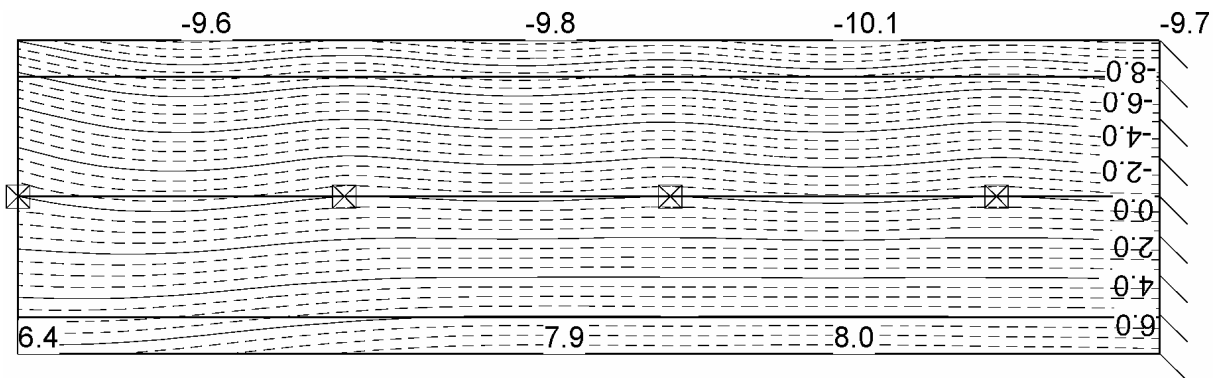
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

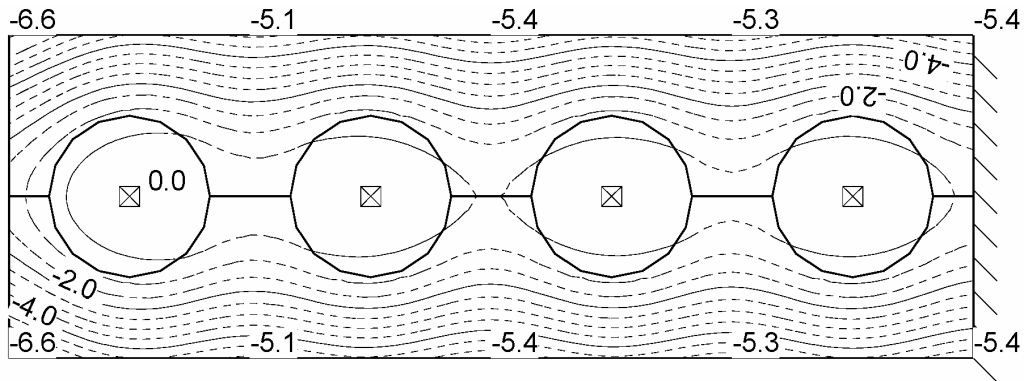


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

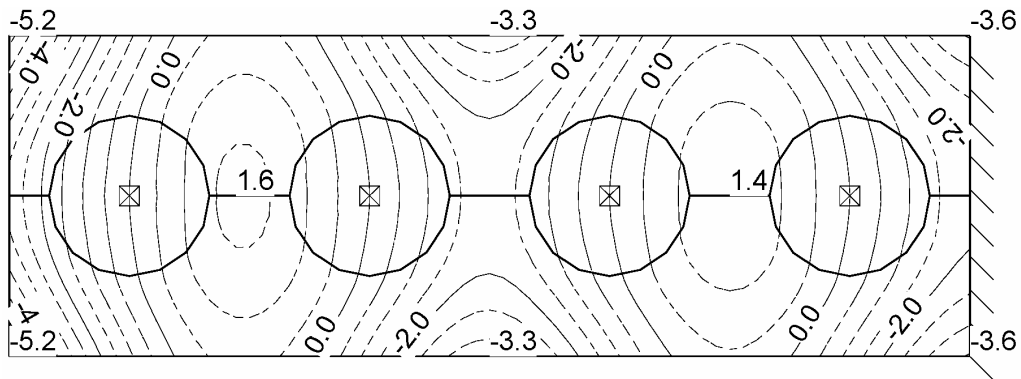


System A 6.0

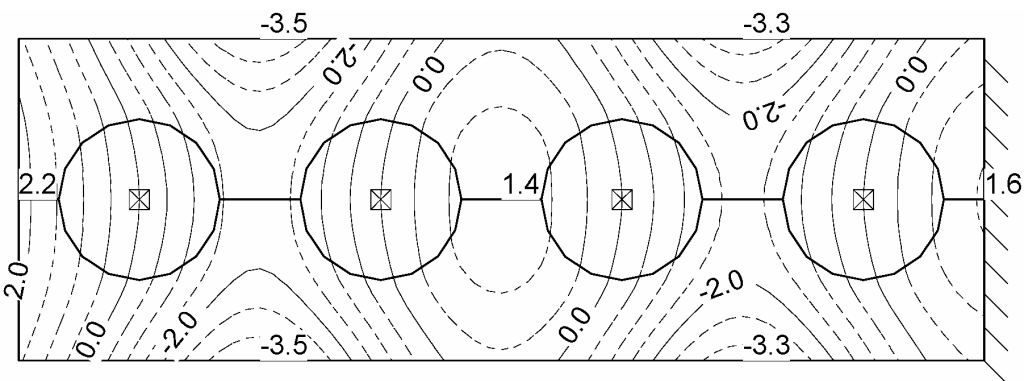
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

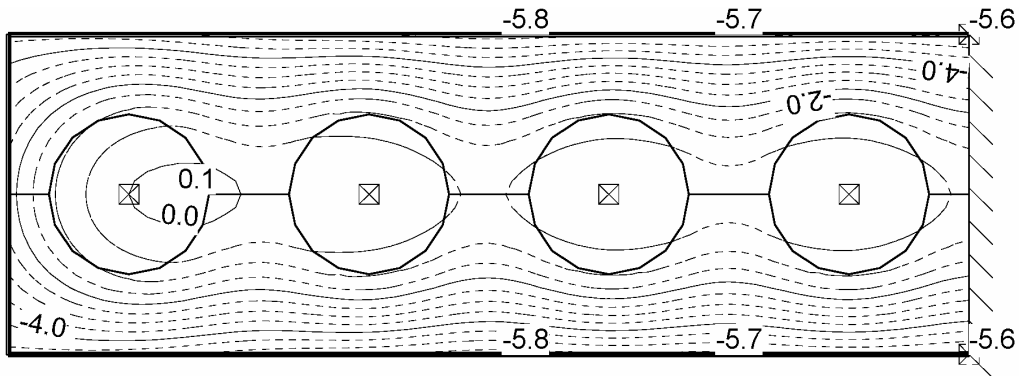


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

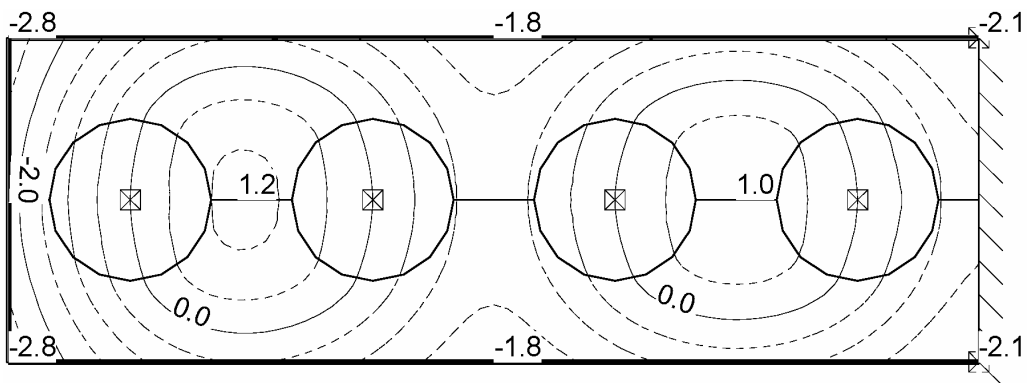


System A 6.1

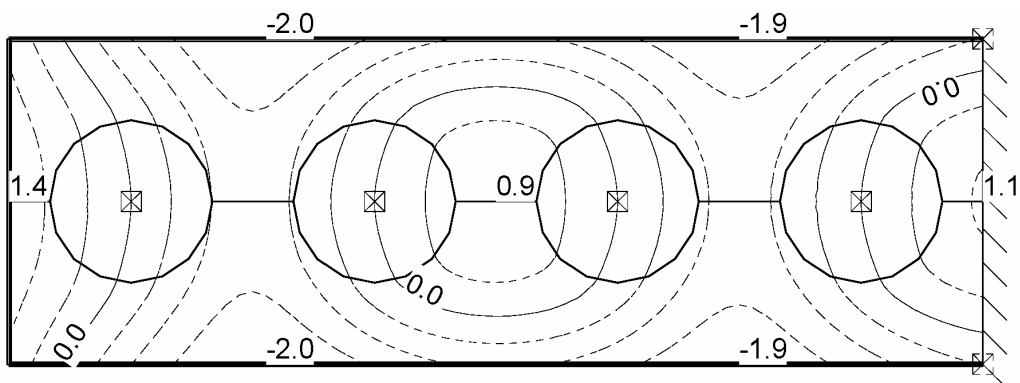
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

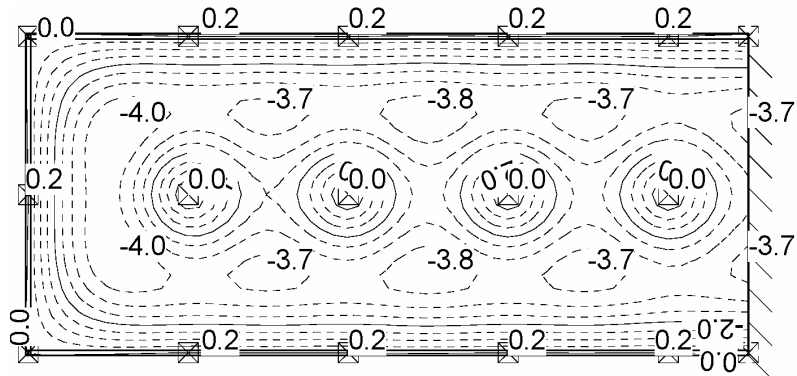


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

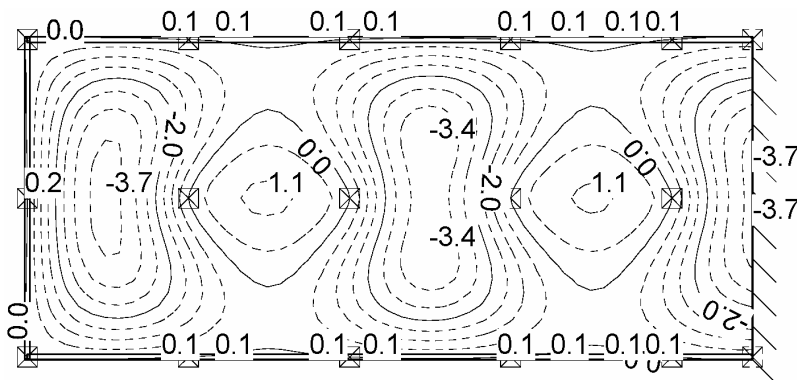


System A 7.0

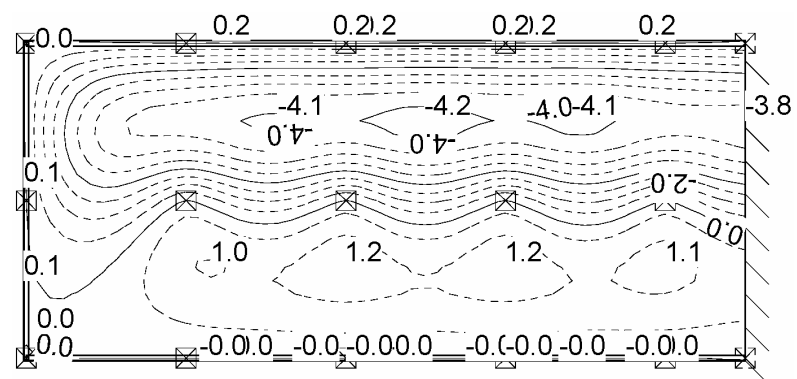
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

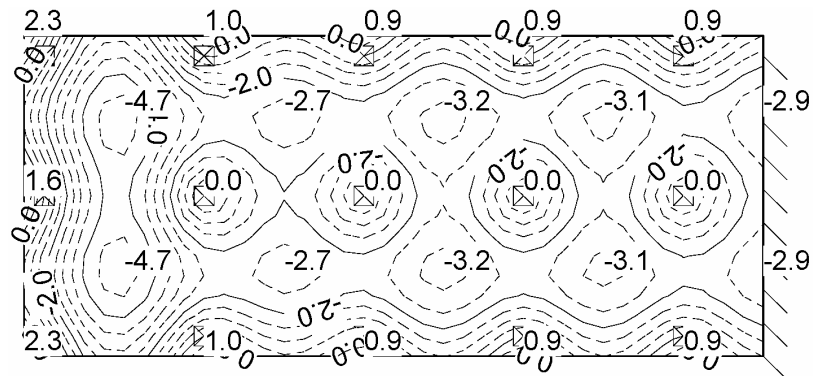


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

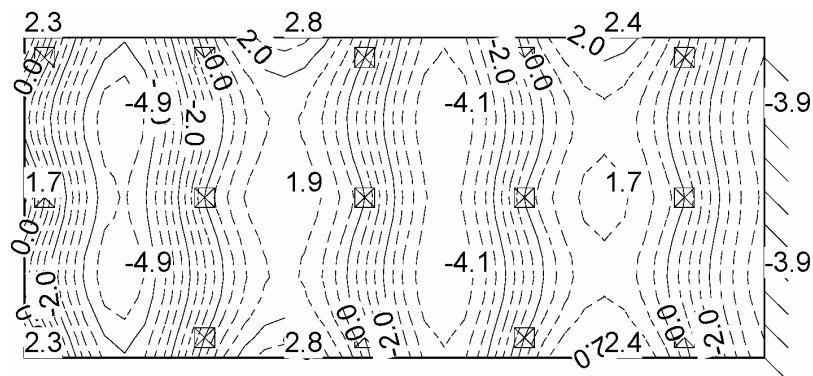


System A 7.1

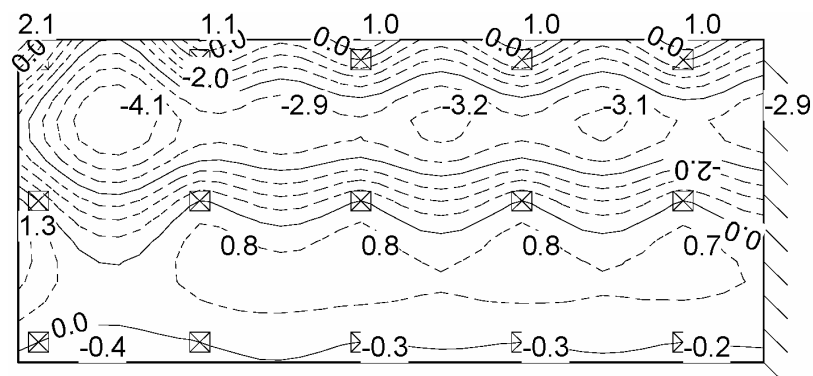
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

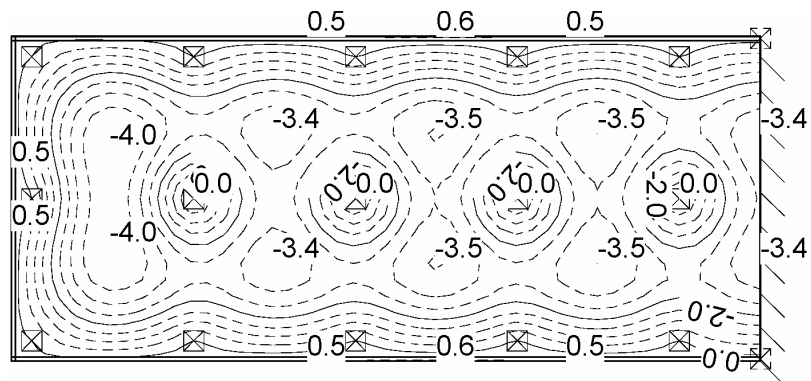


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

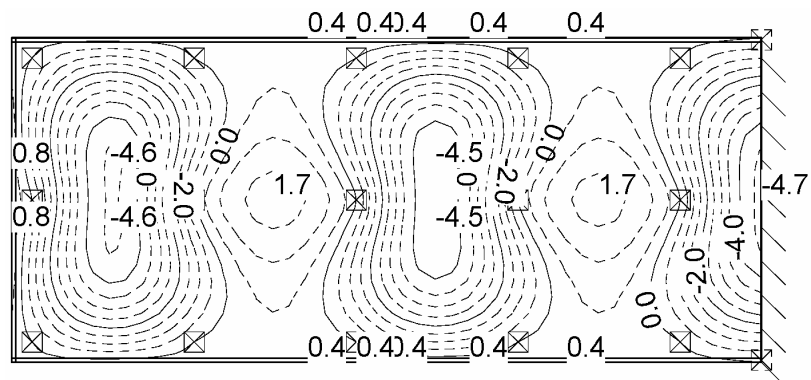


System A 7.2

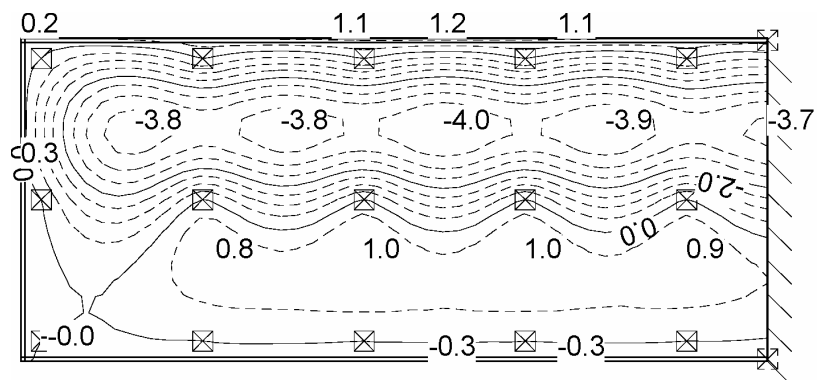
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

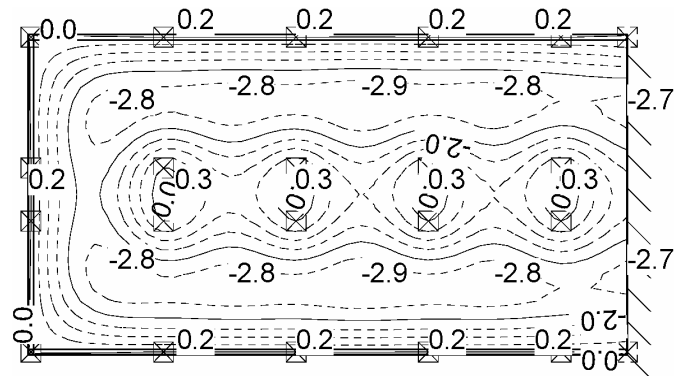


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

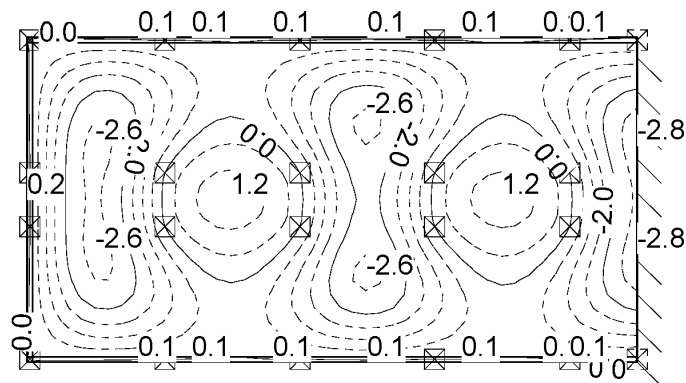


System A 8.0

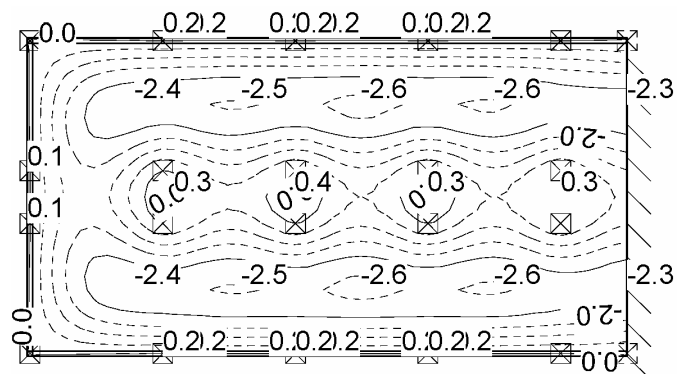
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

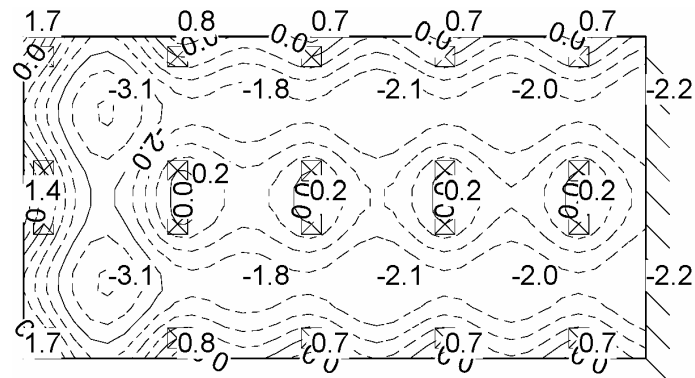


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

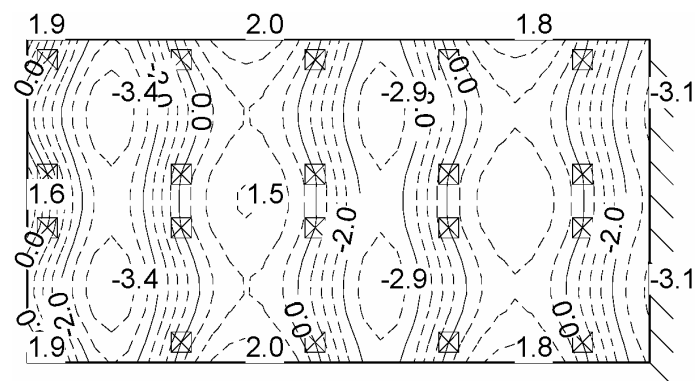


System A 8.1

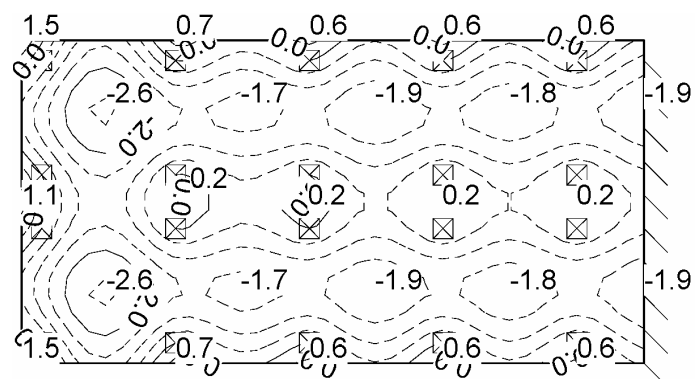
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

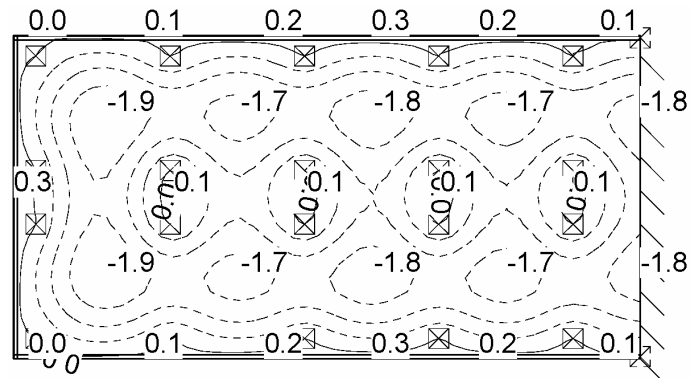


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

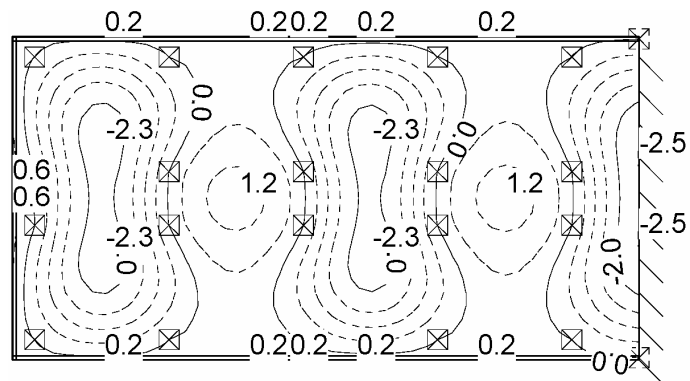


System A 8.2

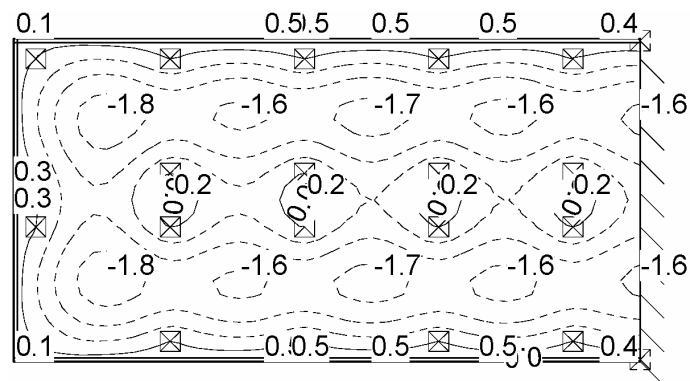
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

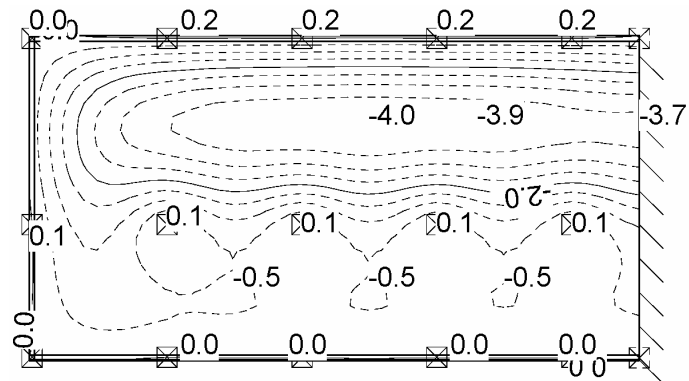


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

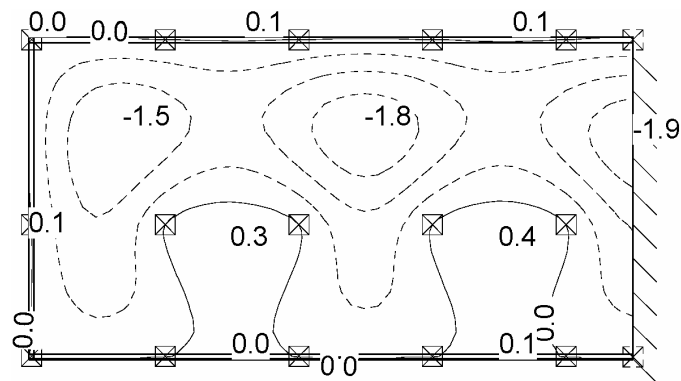


System A 9.0

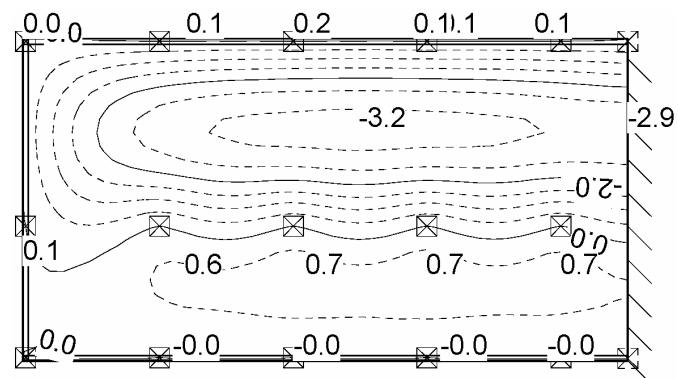
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

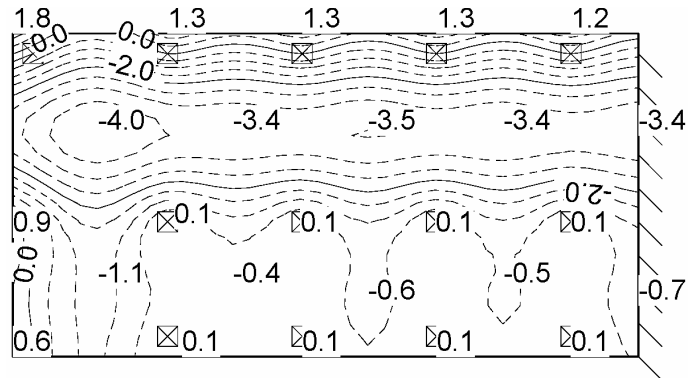


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

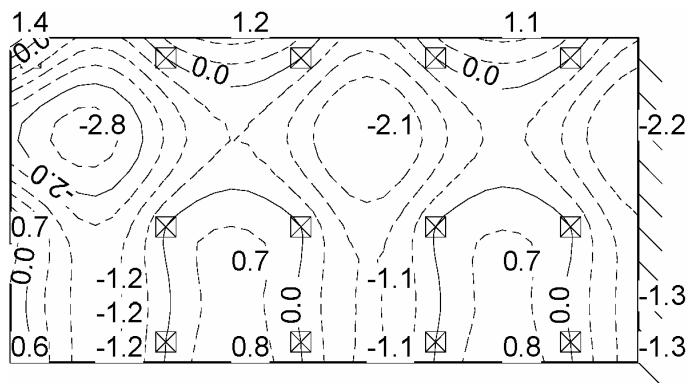


System A 9.1

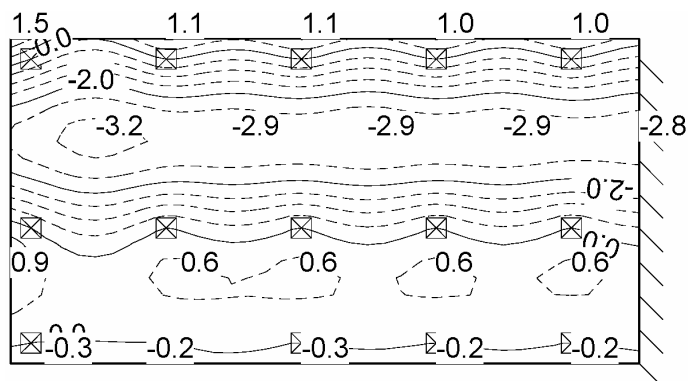
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

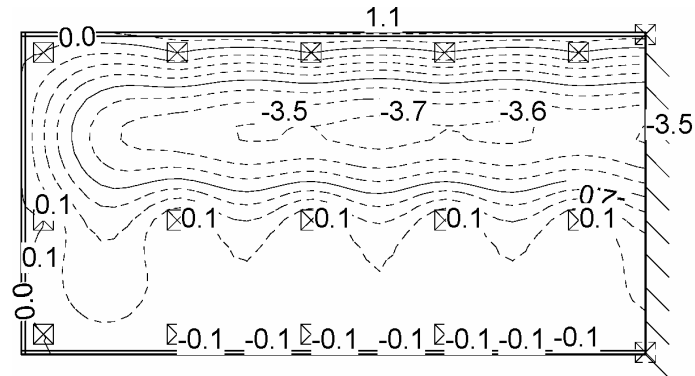


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

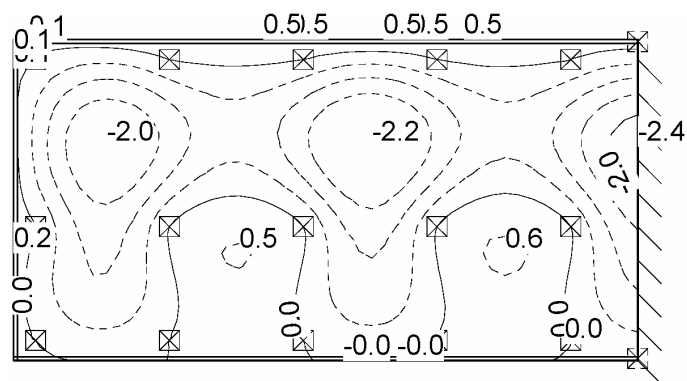


System A 9.2

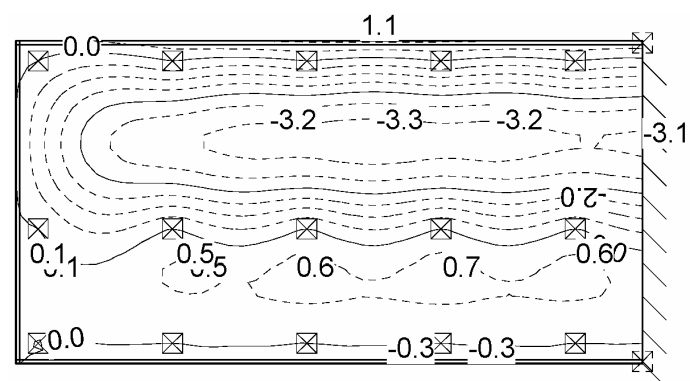
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

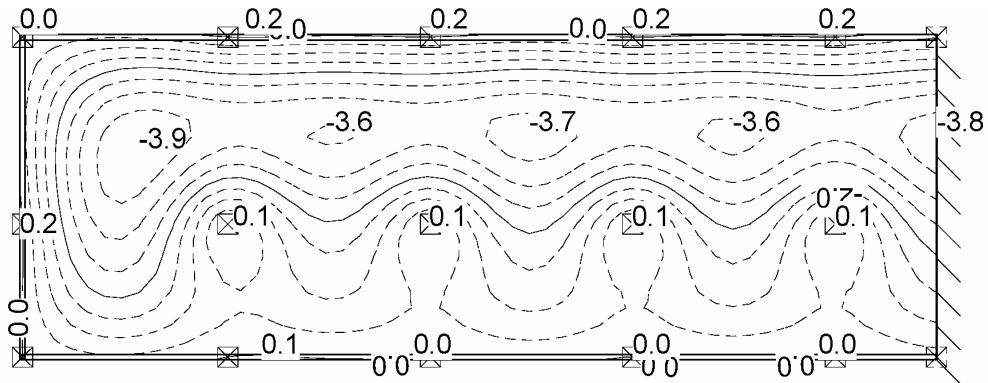


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

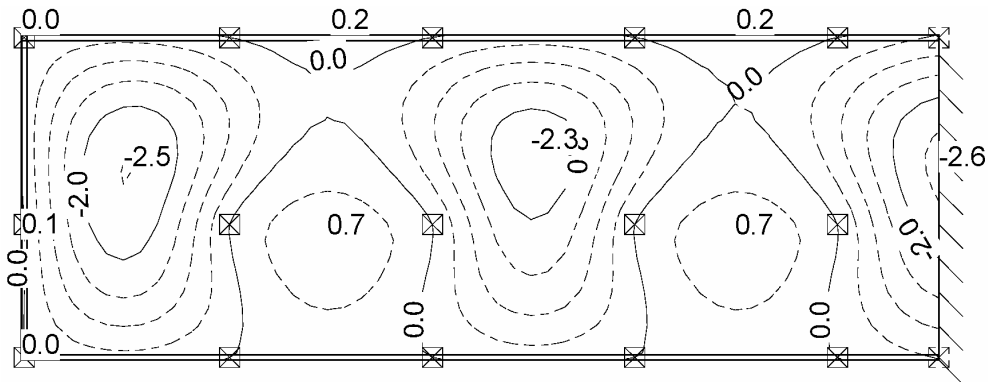


System A 10.0

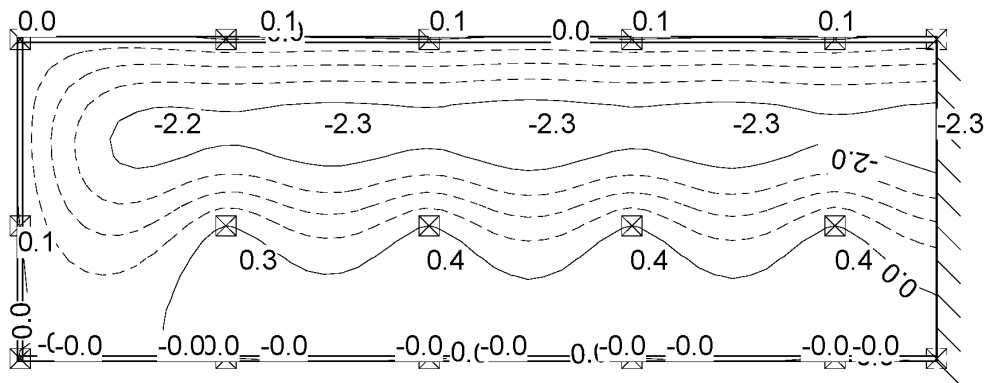
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

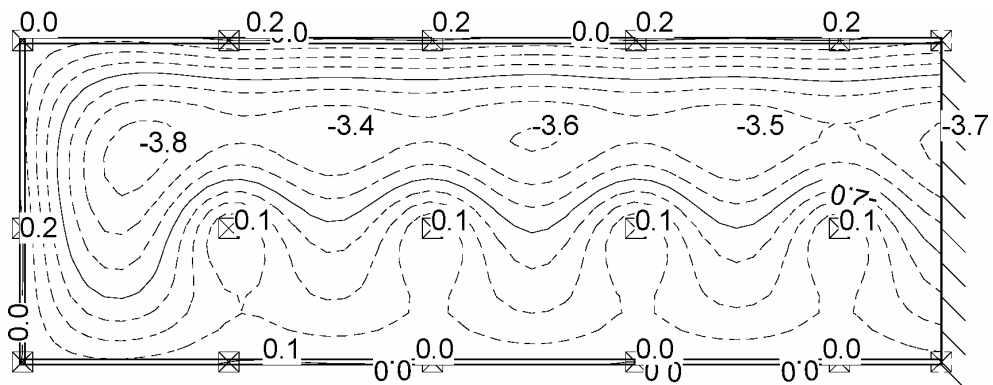


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

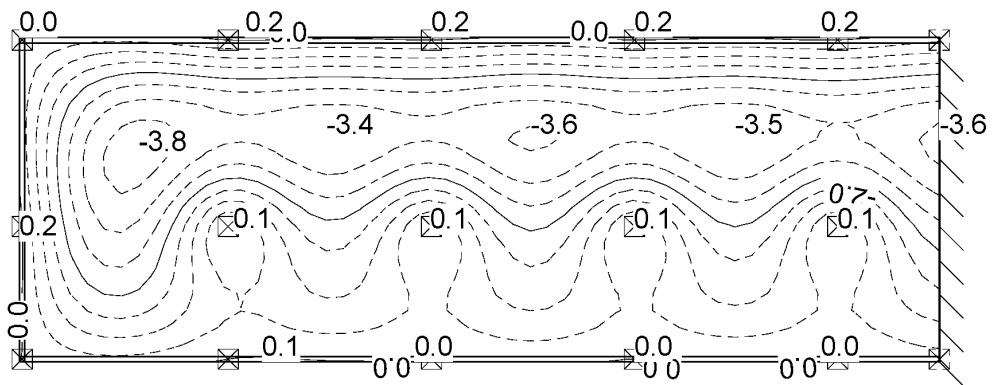


System A 10.01

Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:

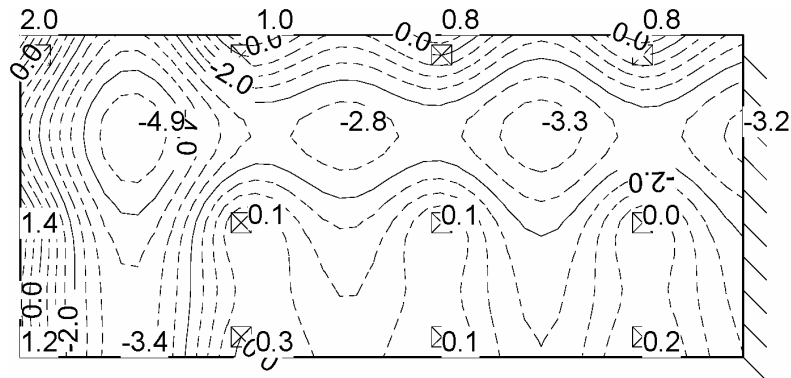
**System A 10.02**

Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:

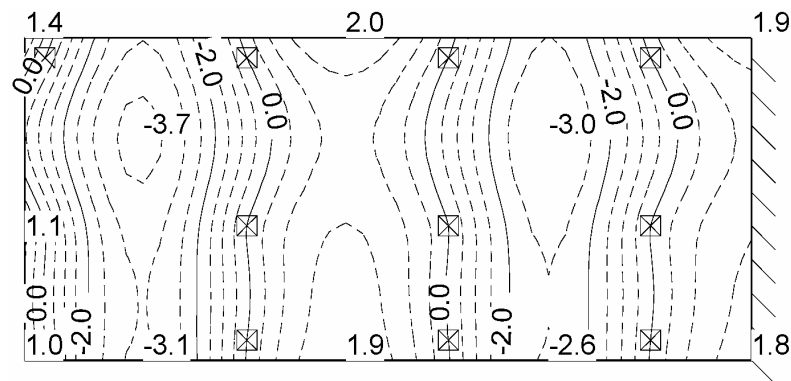


System A 10.1

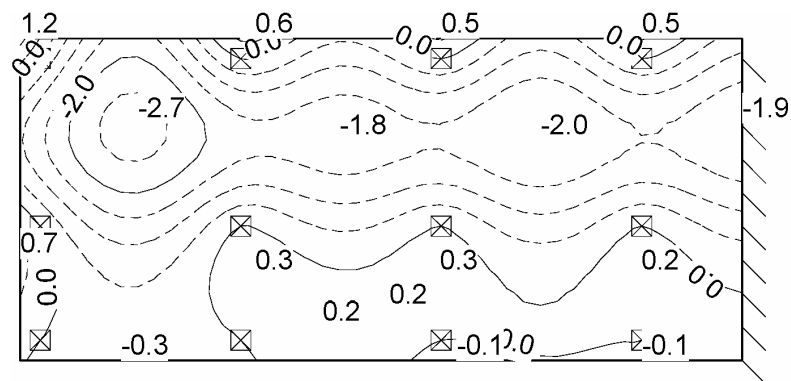
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

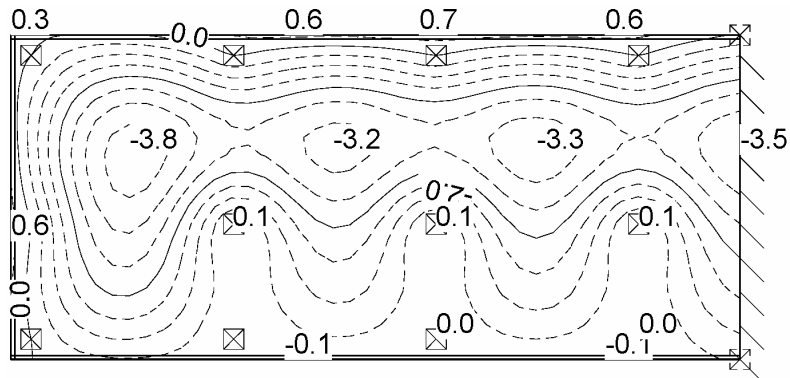


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

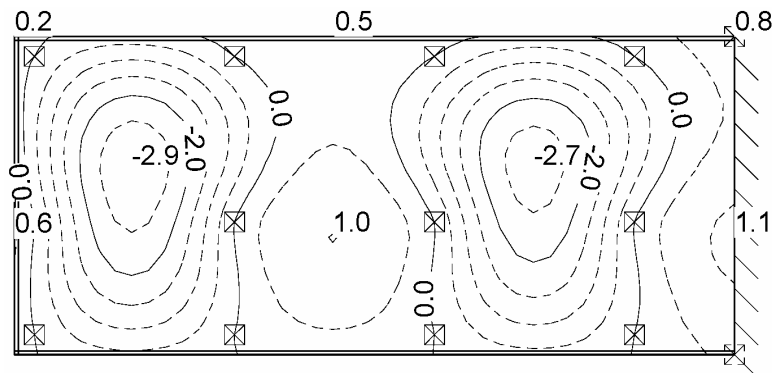


System A 10.2

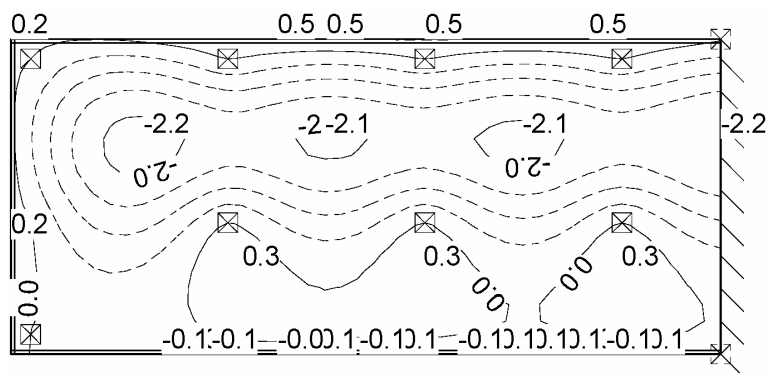
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

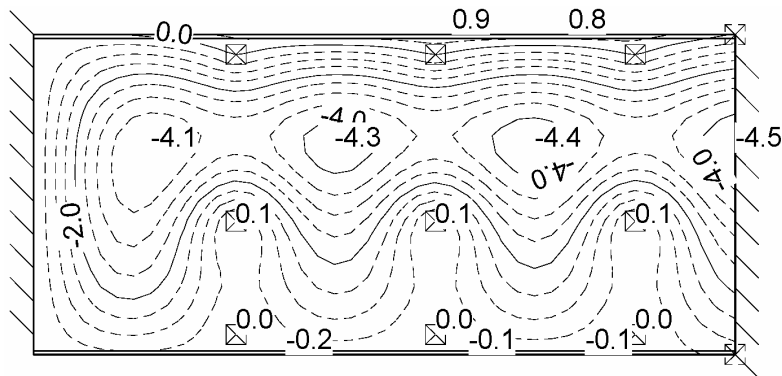


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

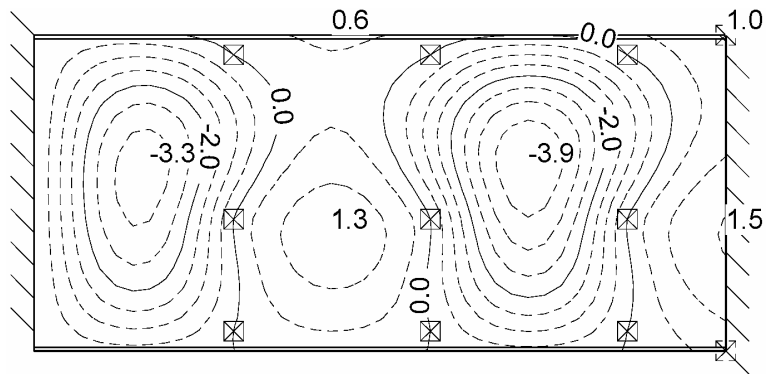


System A 10.3

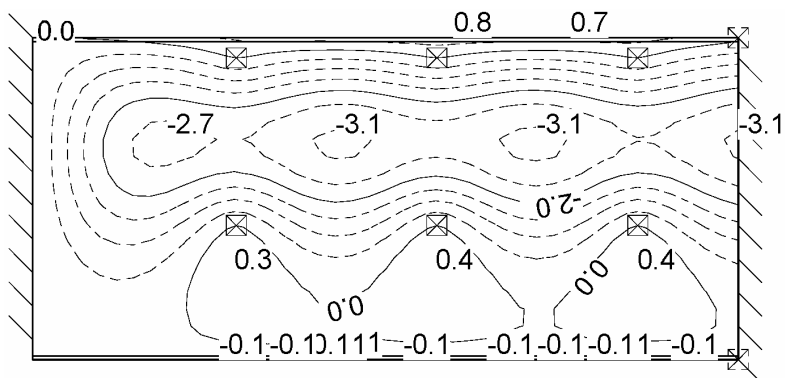
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

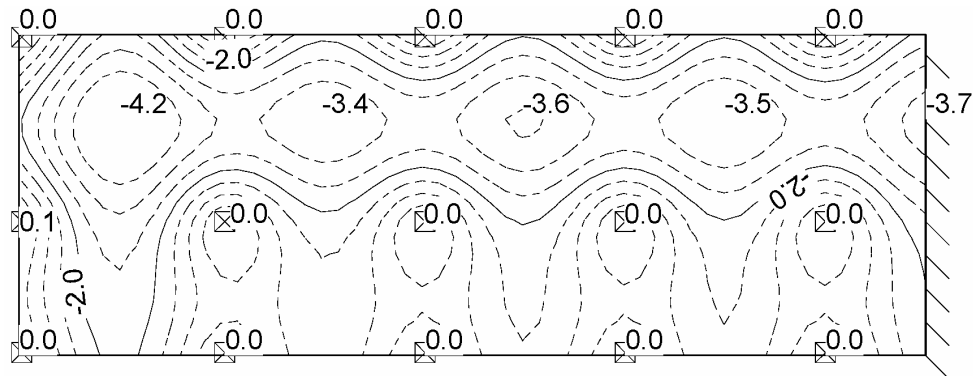


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

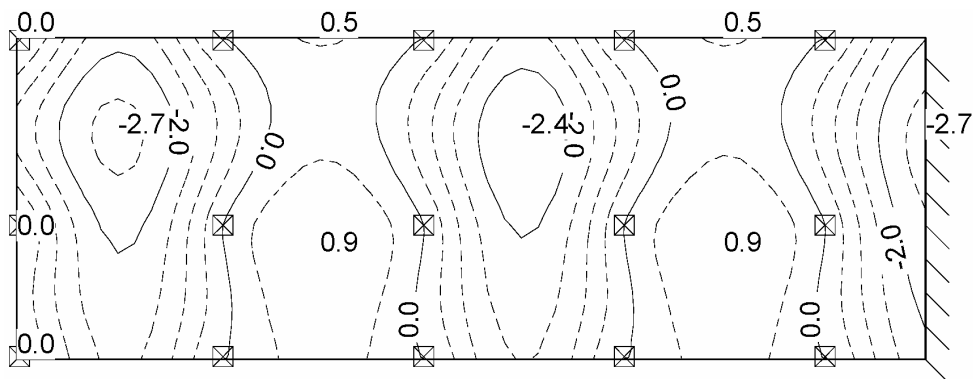


System A 10.4

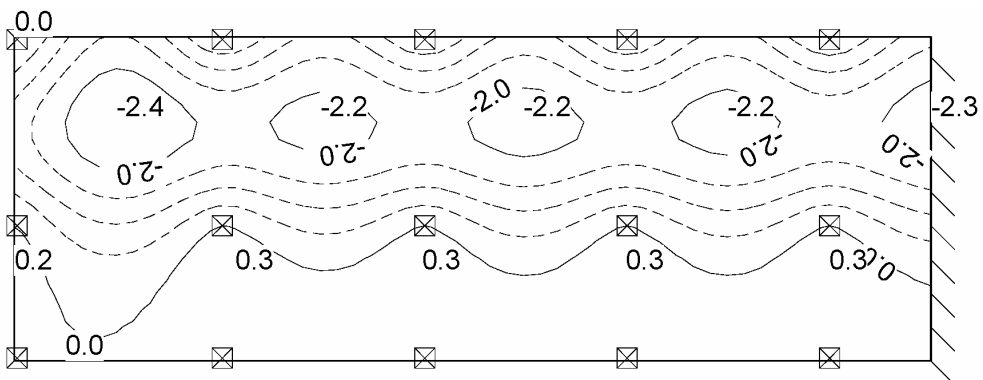
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

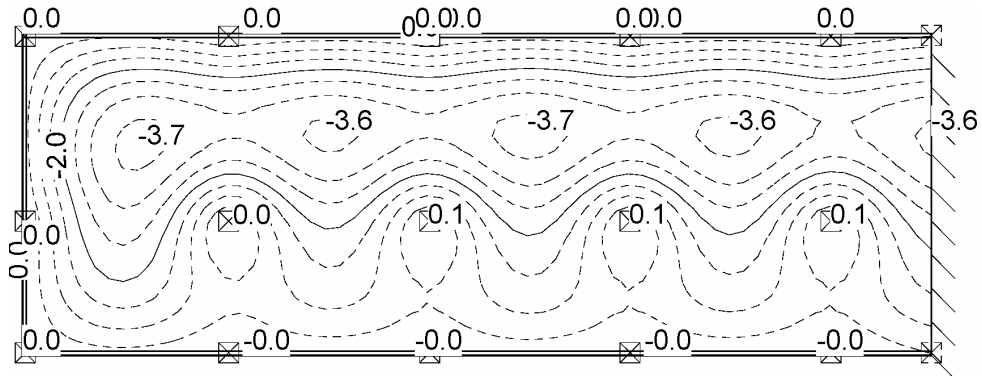


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

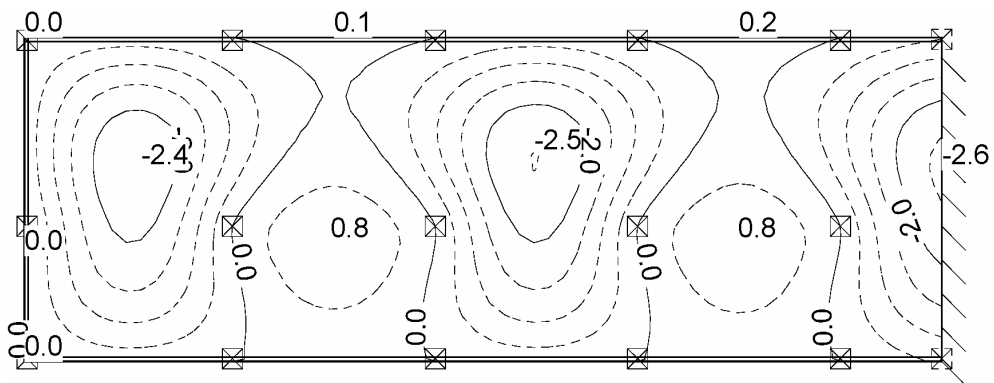


System A 10.5

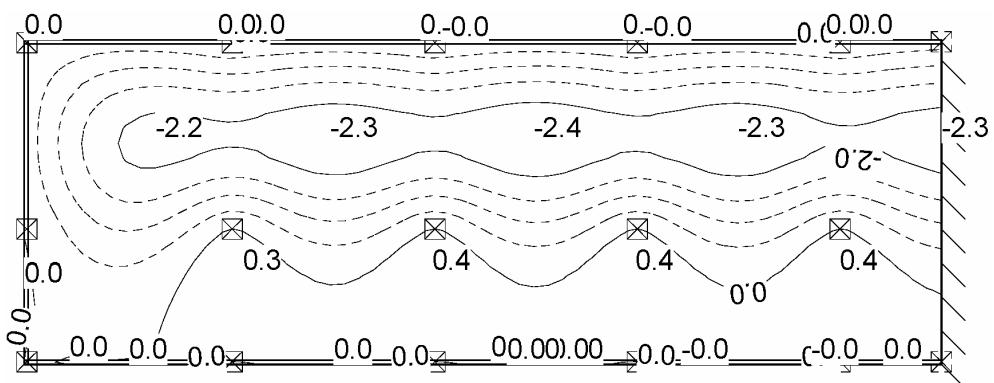
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

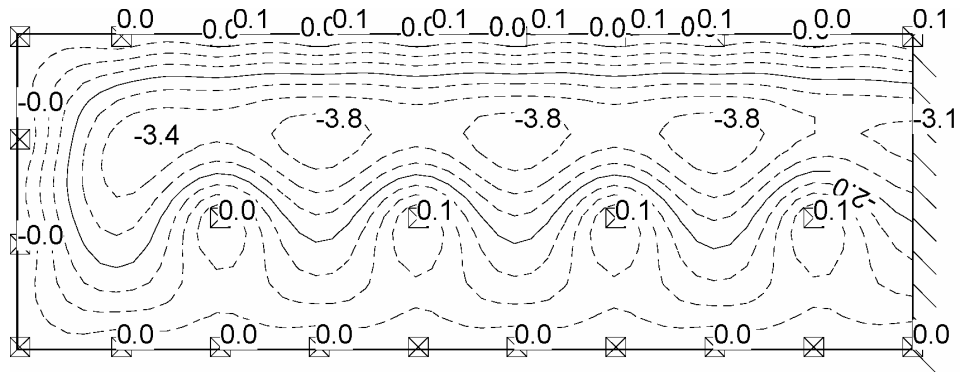


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

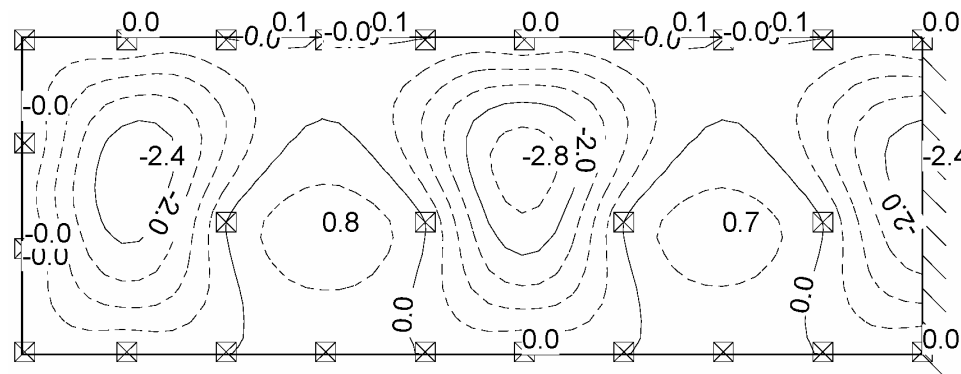


System A 10.6

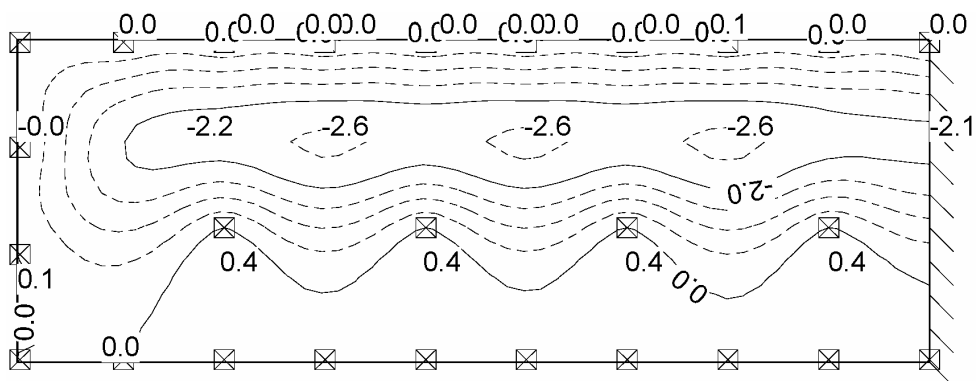
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

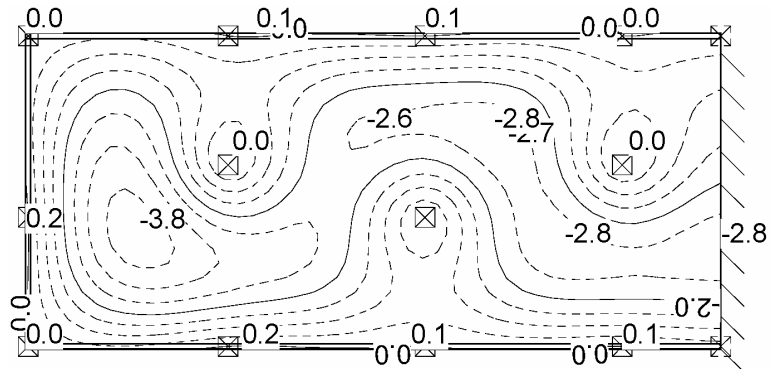


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

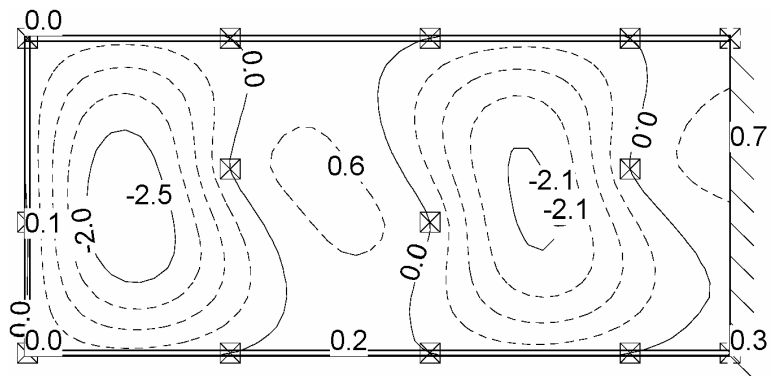


System A 11.0

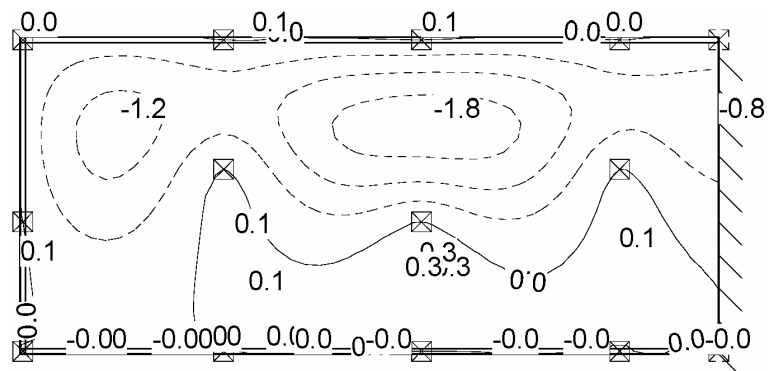
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

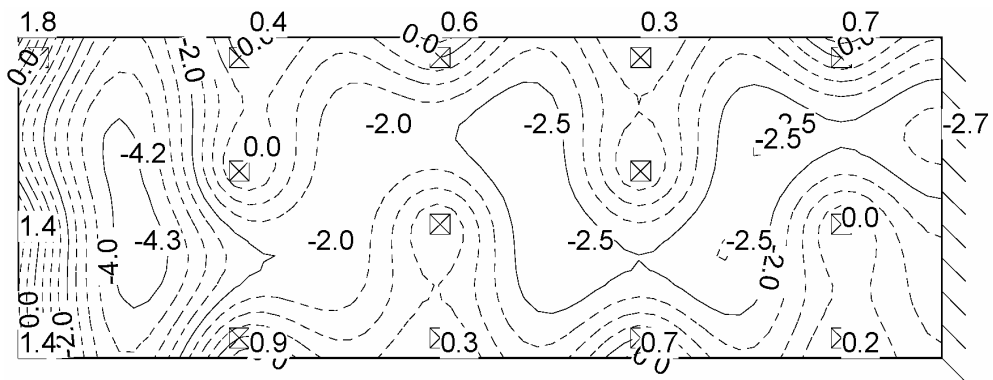


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

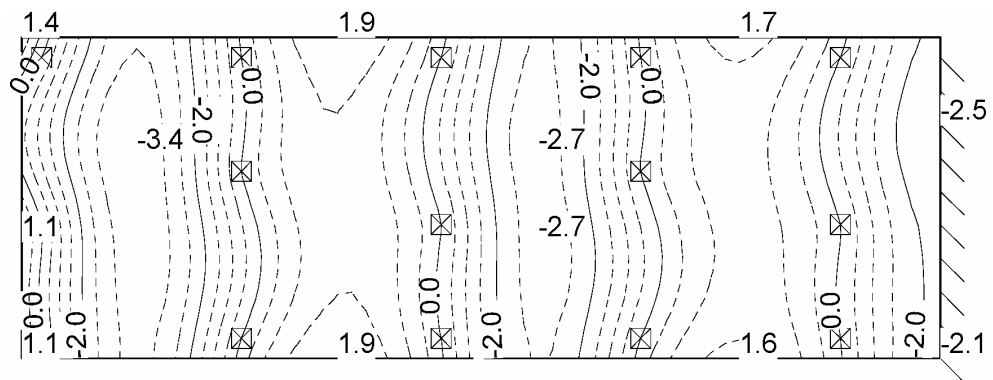


System A 11.1

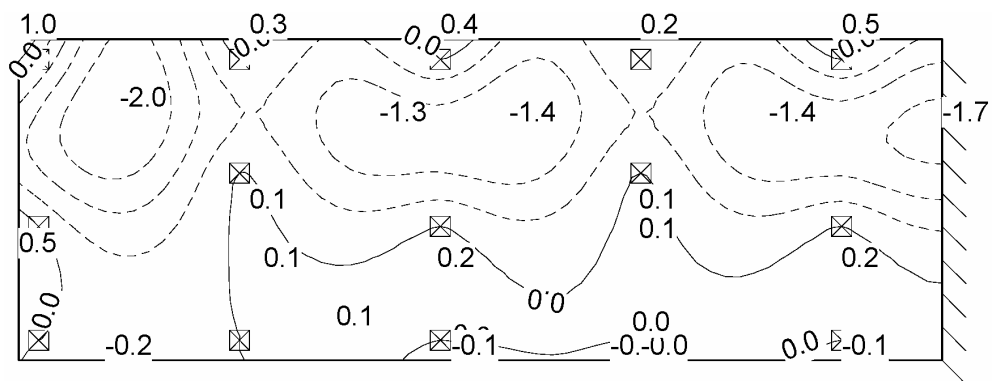
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

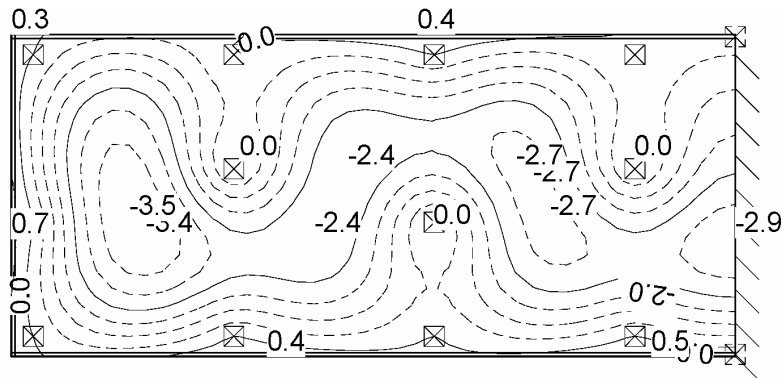


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

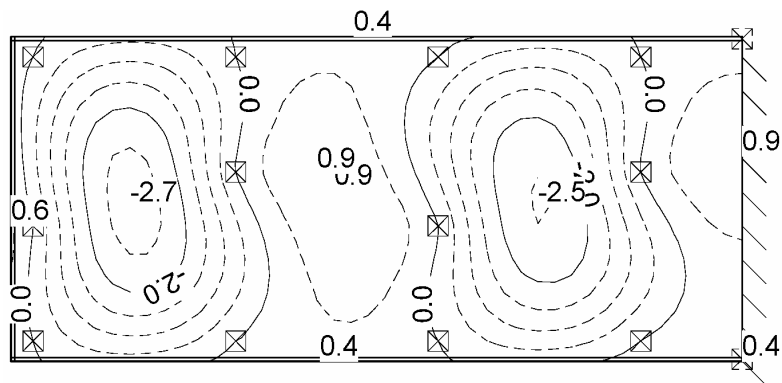


System A 11.2

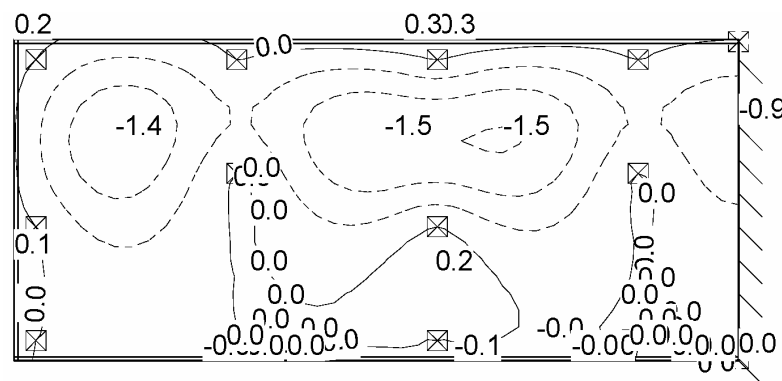
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

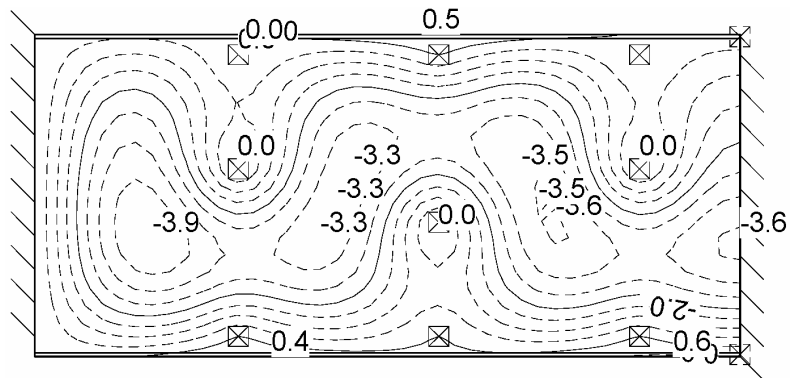


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

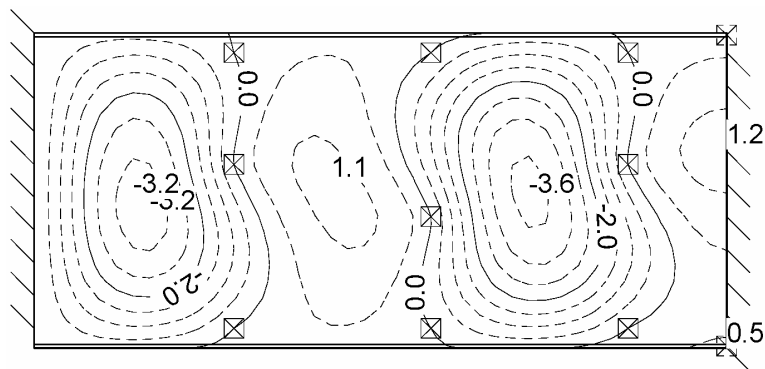


System A 11.3

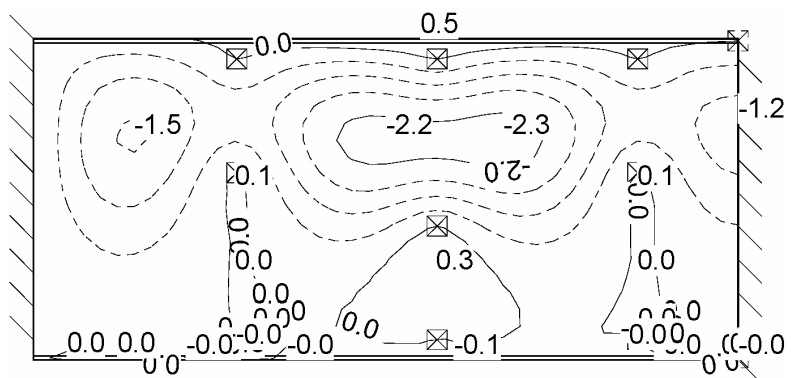
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

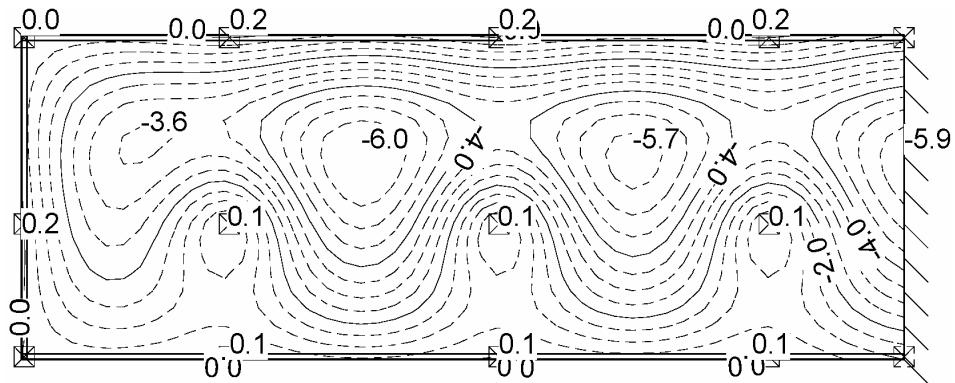


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

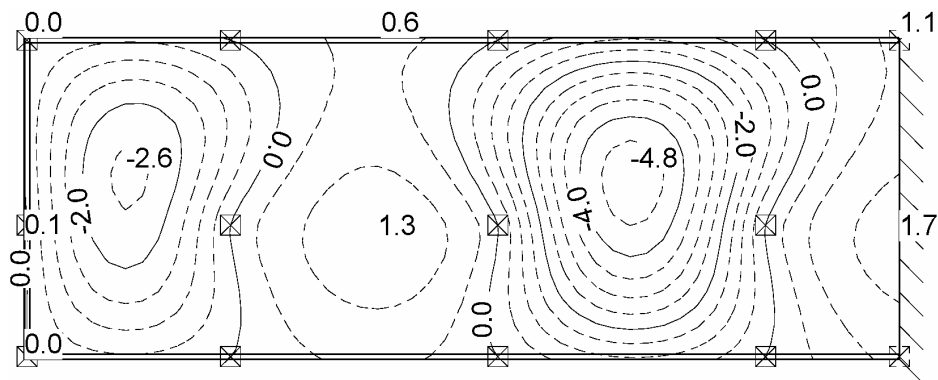


System A 12.0

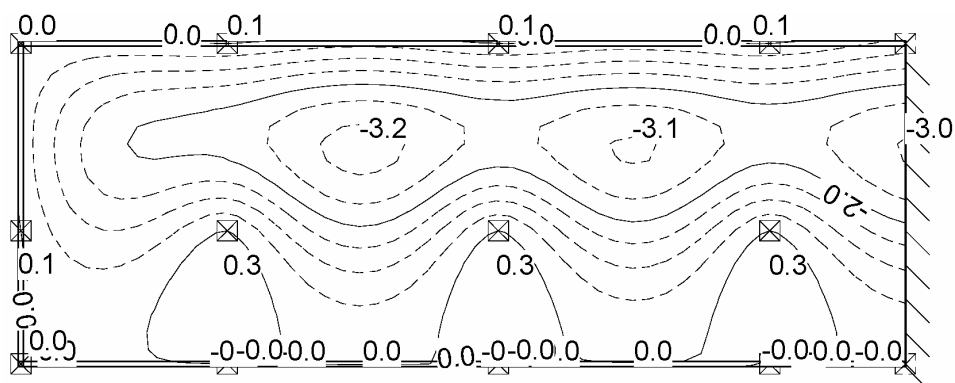
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

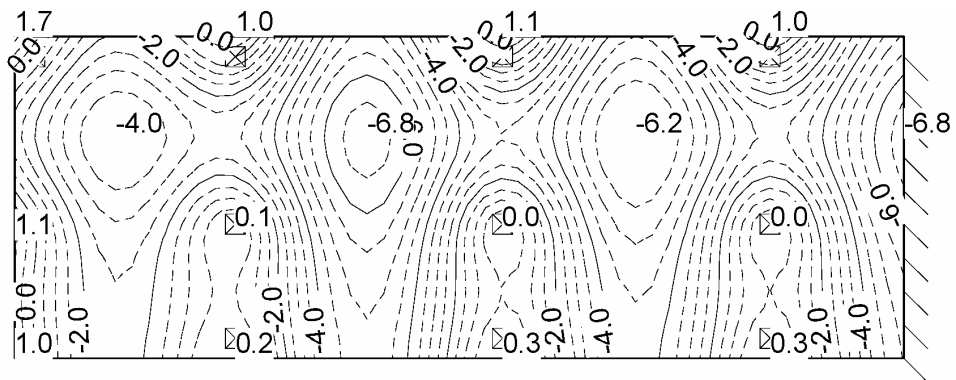


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

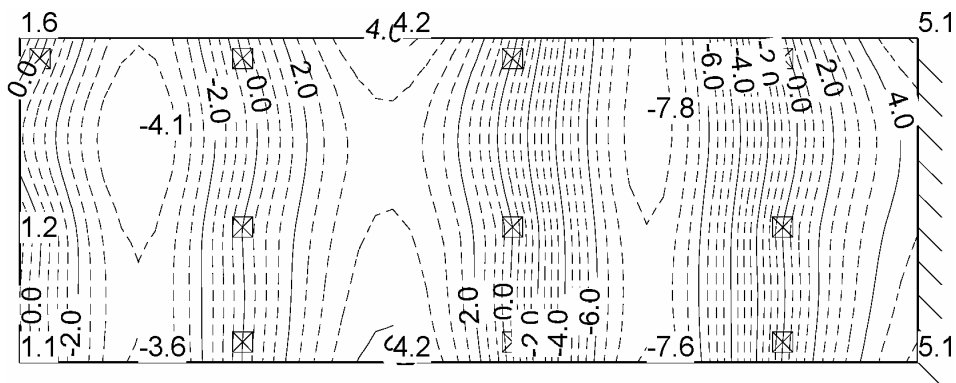


System A 12.1

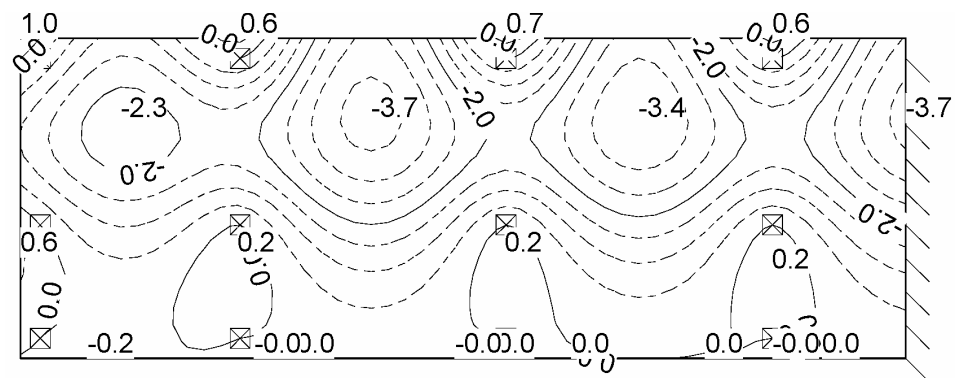
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

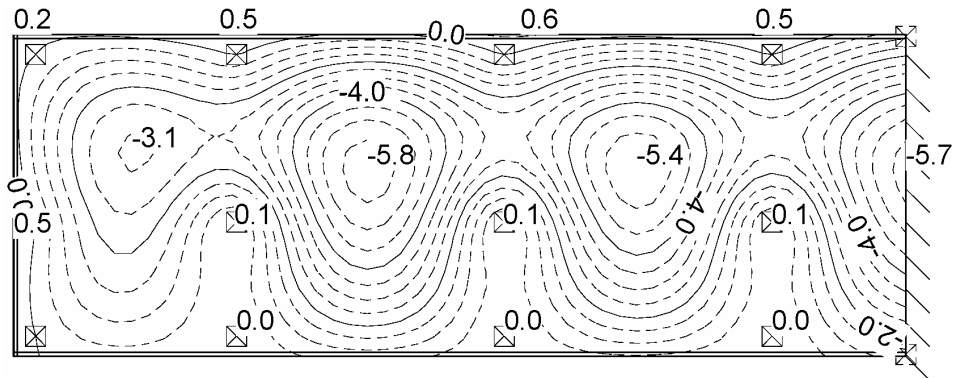


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

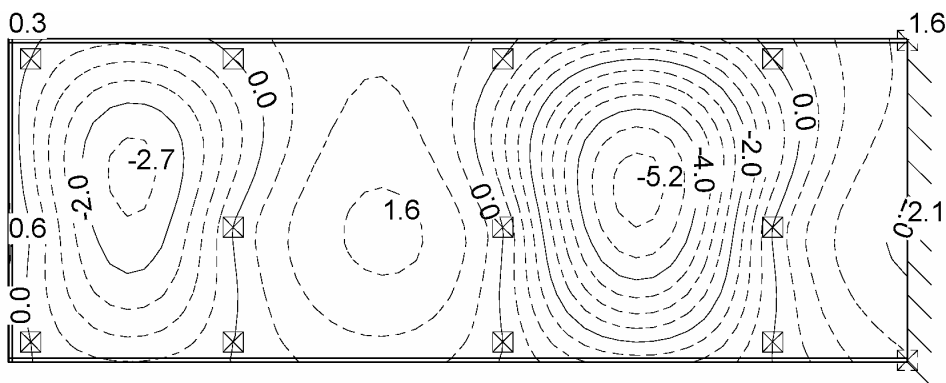


System A 12.2

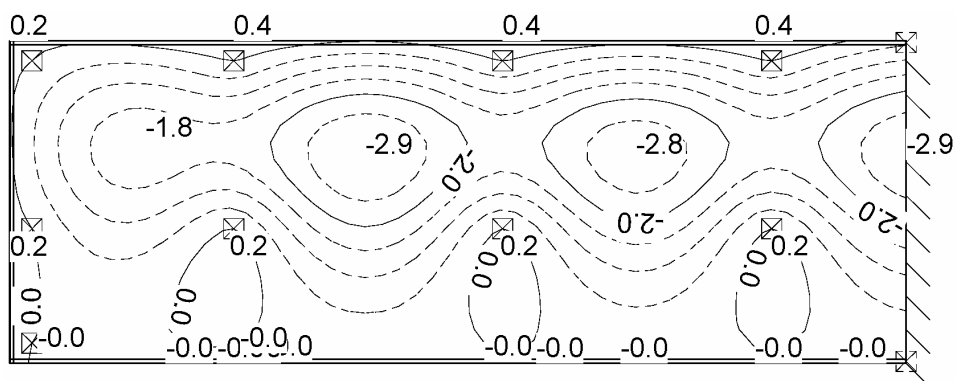
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

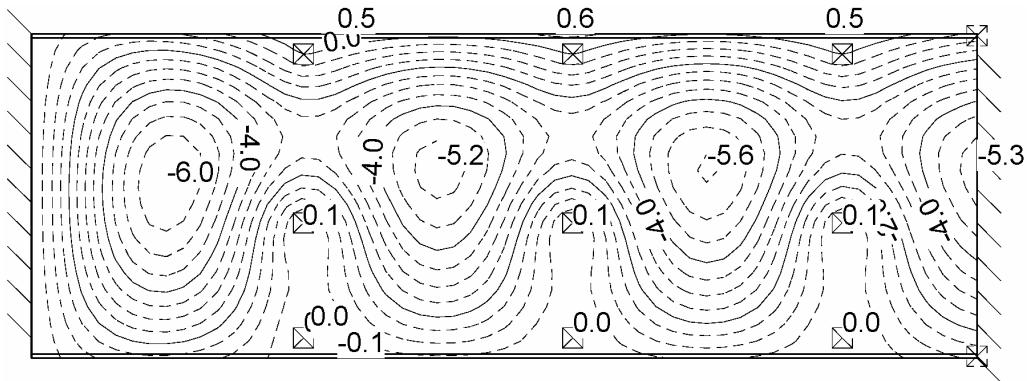


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

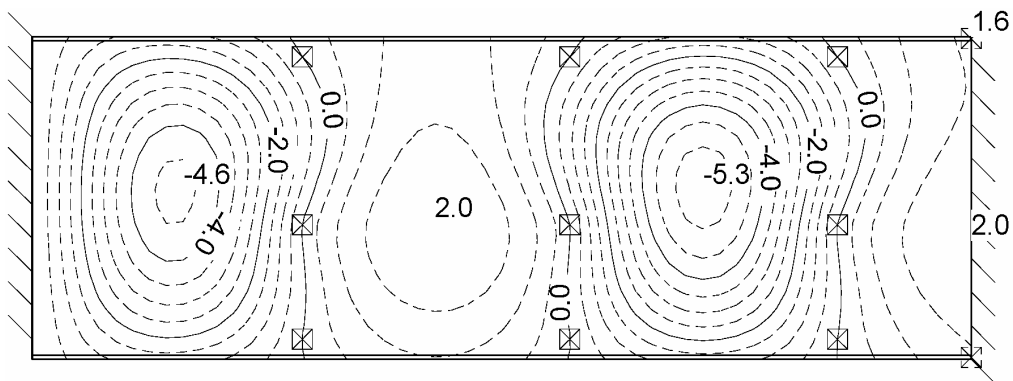


System A 12.3

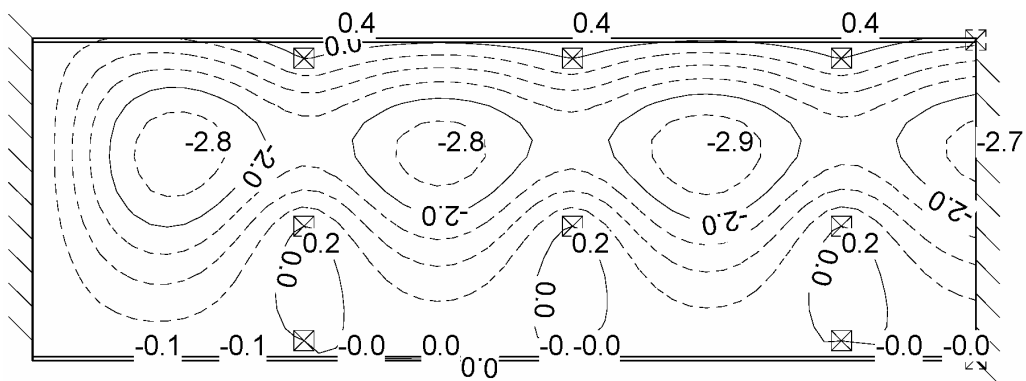
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

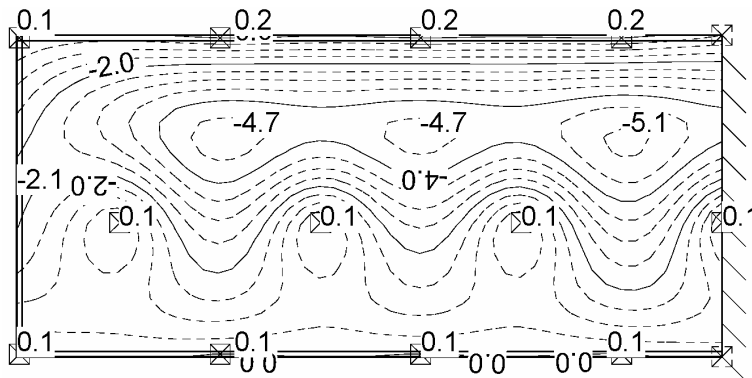


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

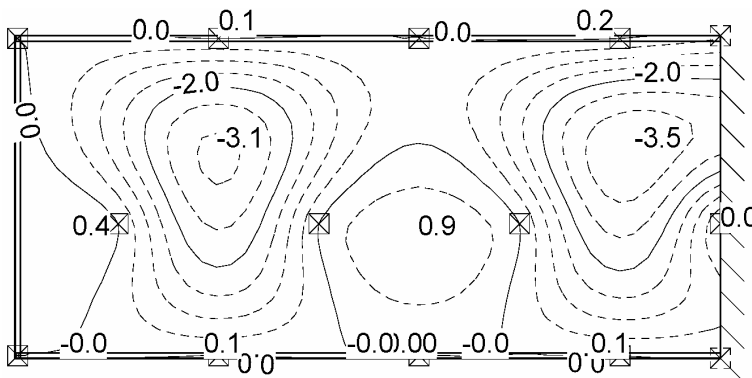


System A 13.0

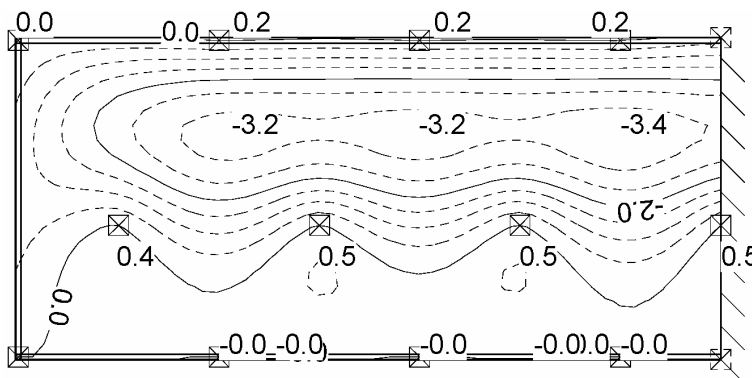
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

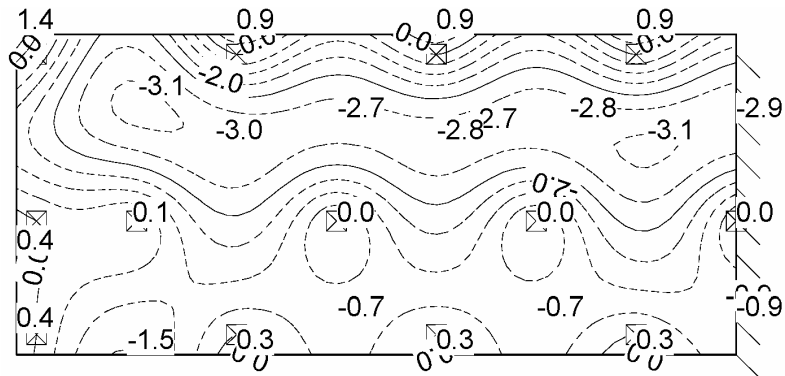


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

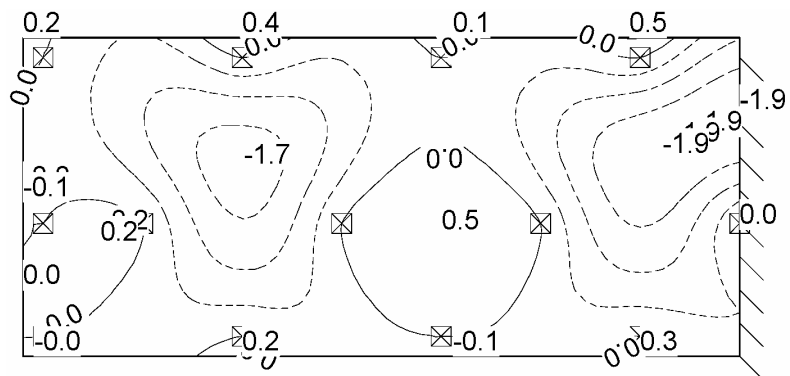


System A 13.1

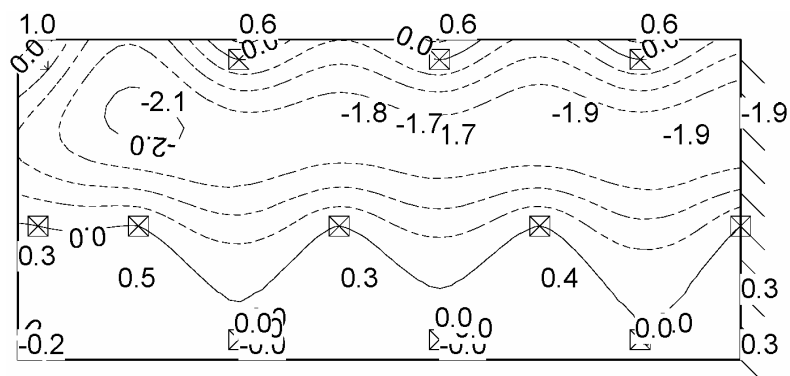
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

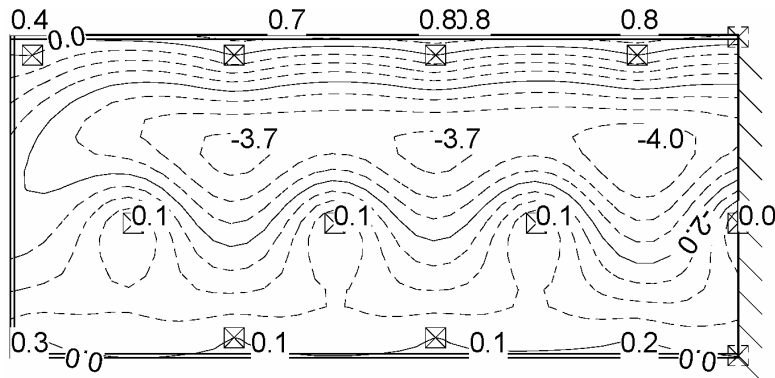


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

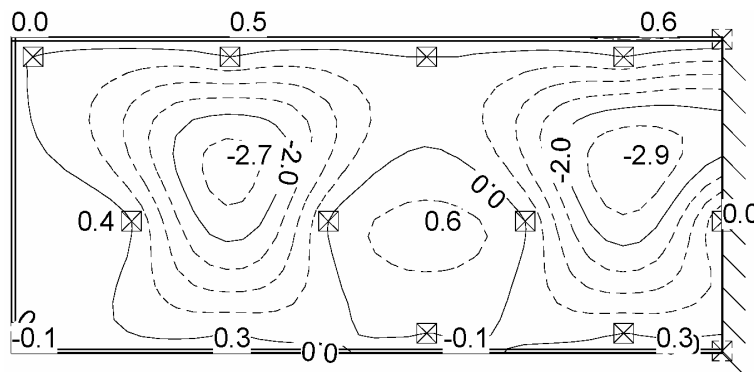


System A 13.2

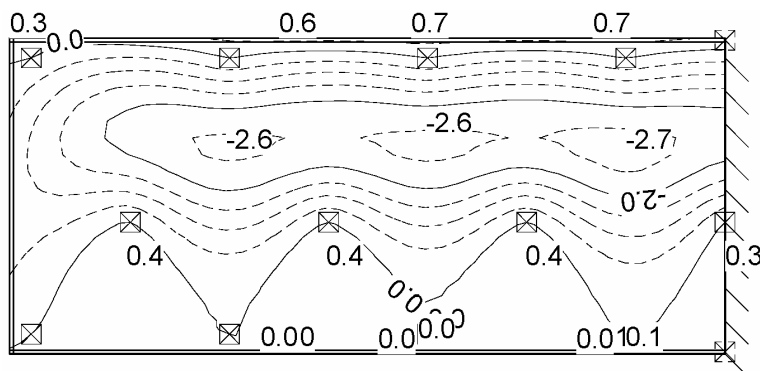
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

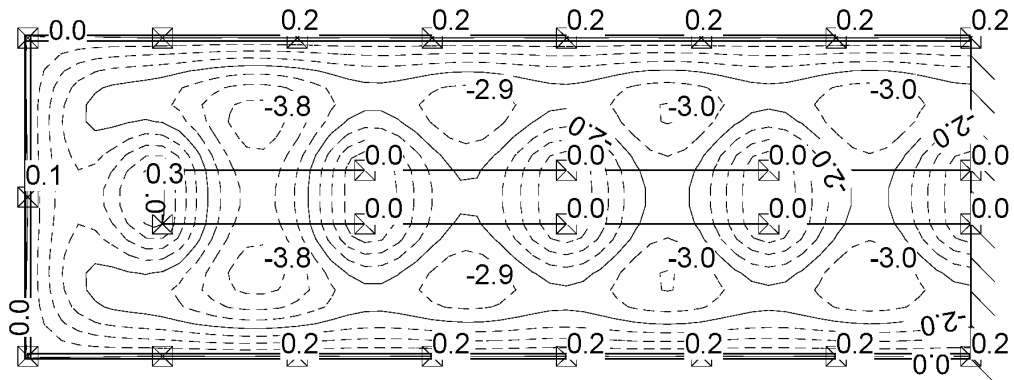


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

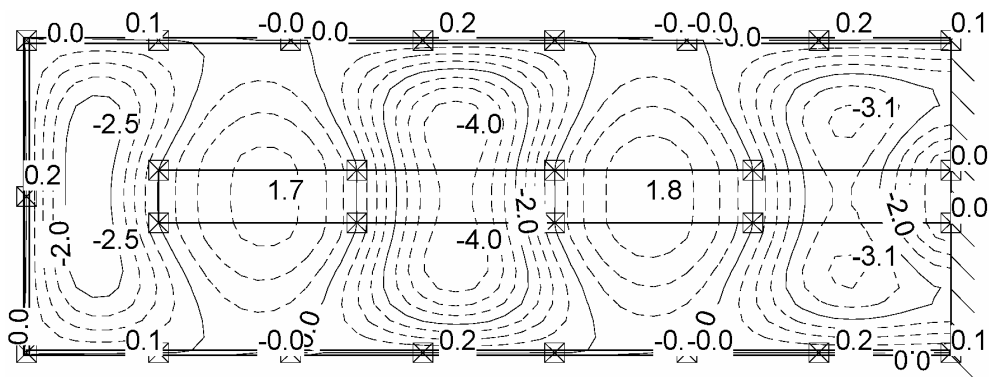


System A 14.0

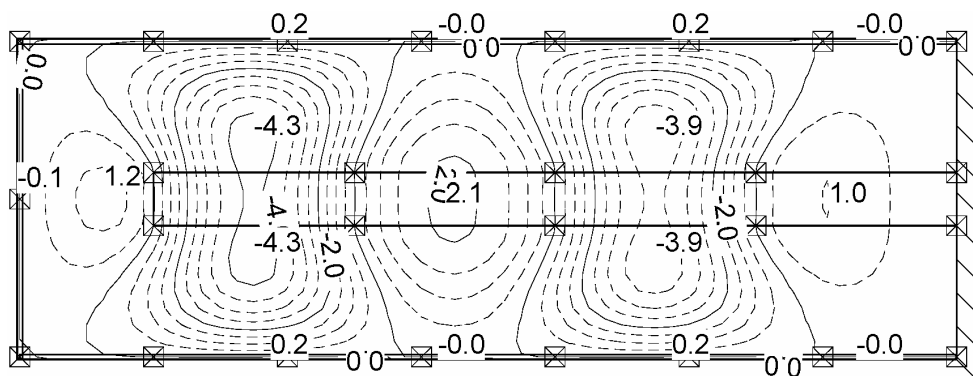
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

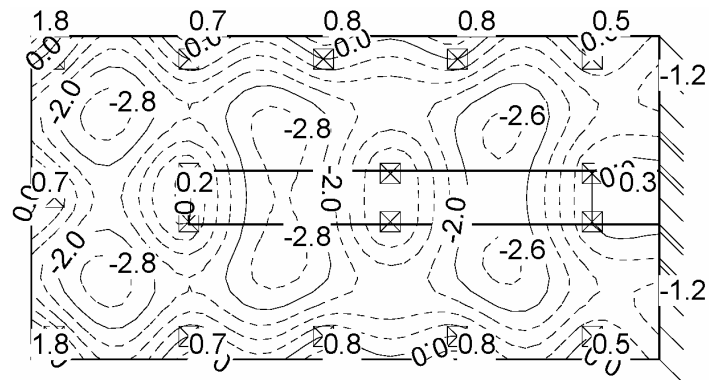


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

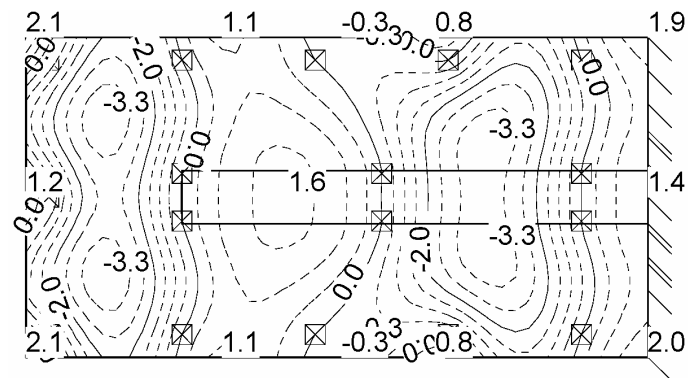


System A 14.1

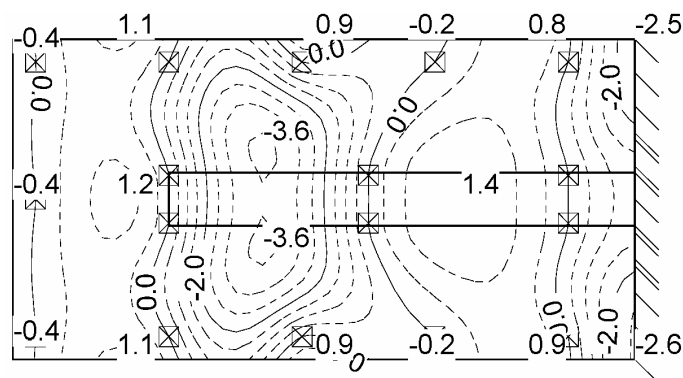
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

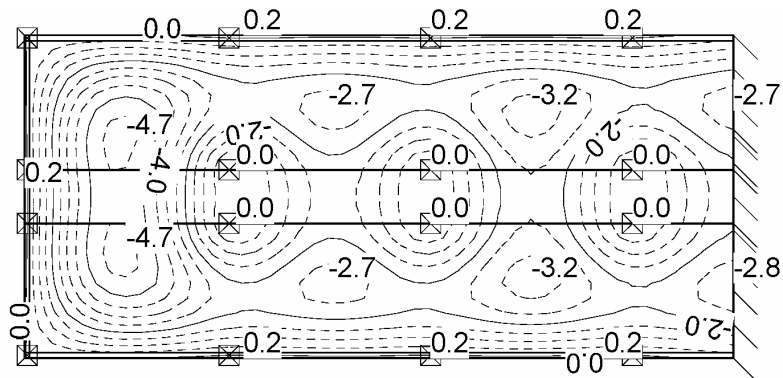


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

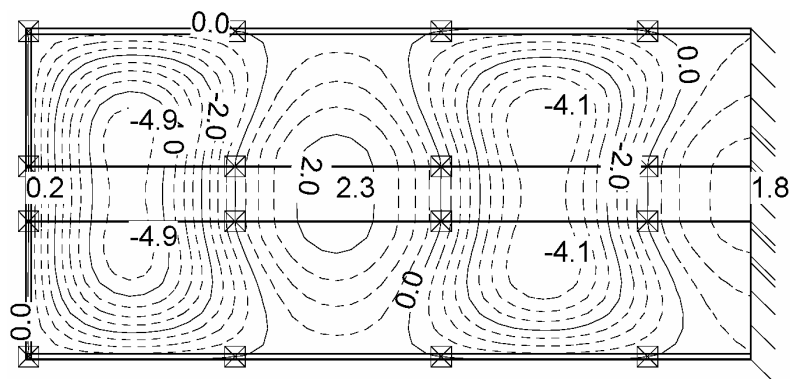


System A 14.2

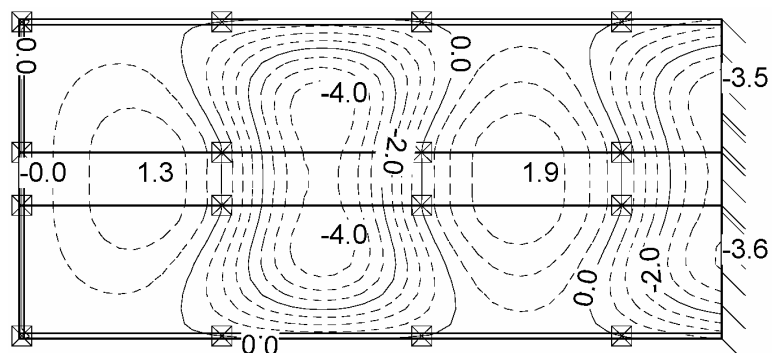
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

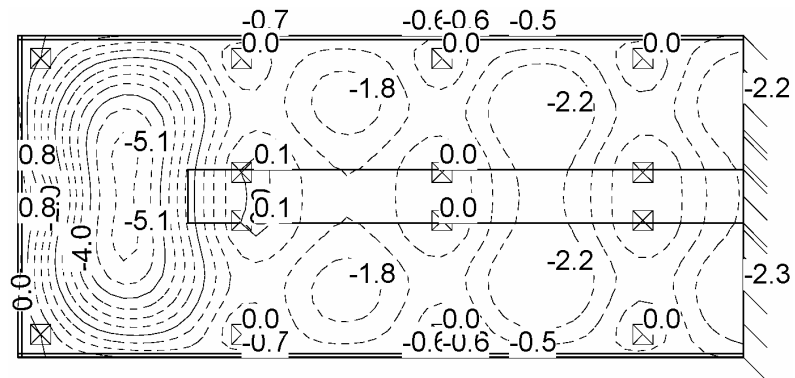


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

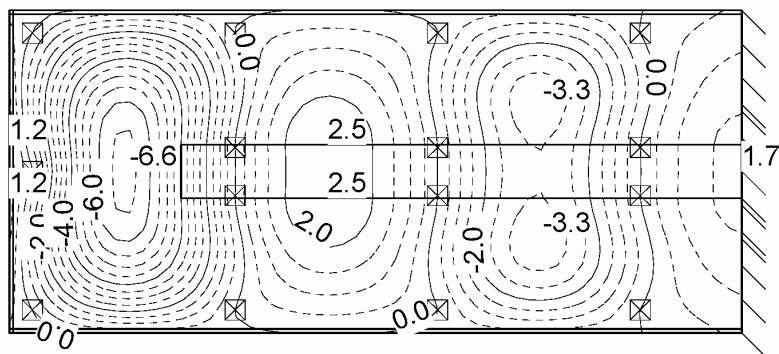


System A 14.3

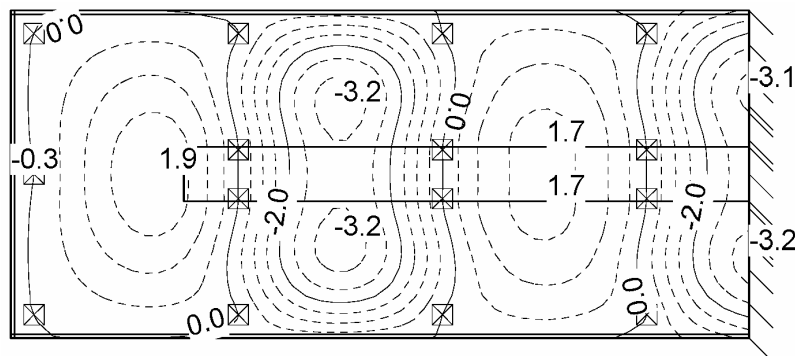
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

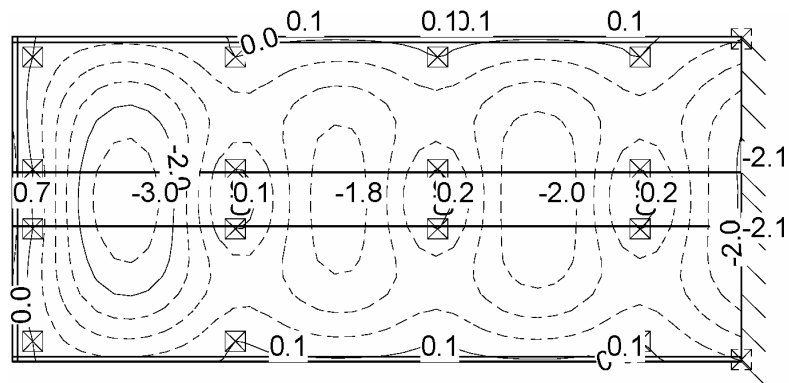


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

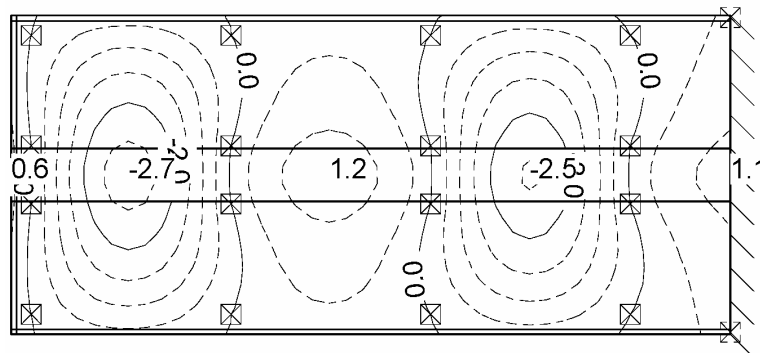


System A 14.4

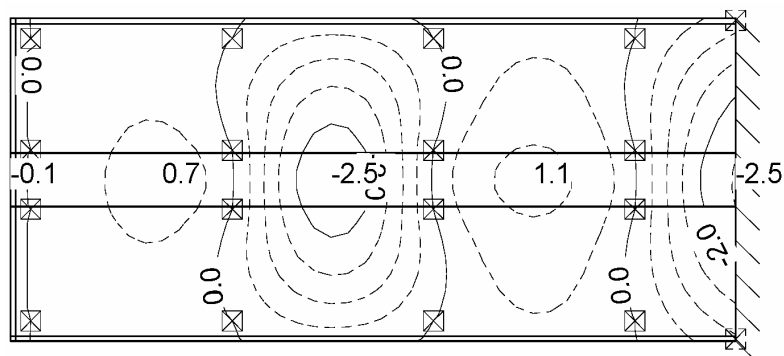
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

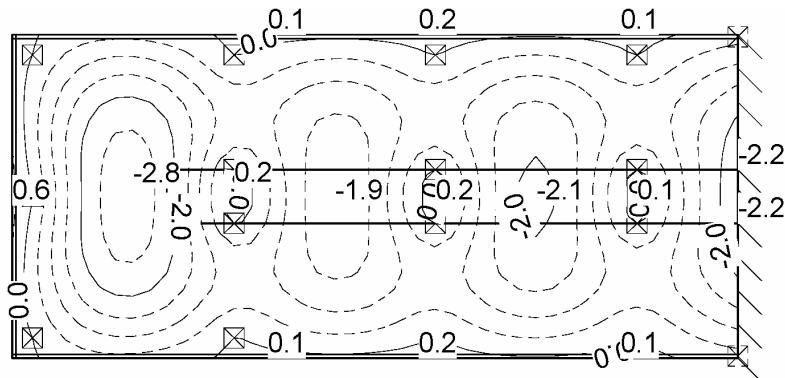


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

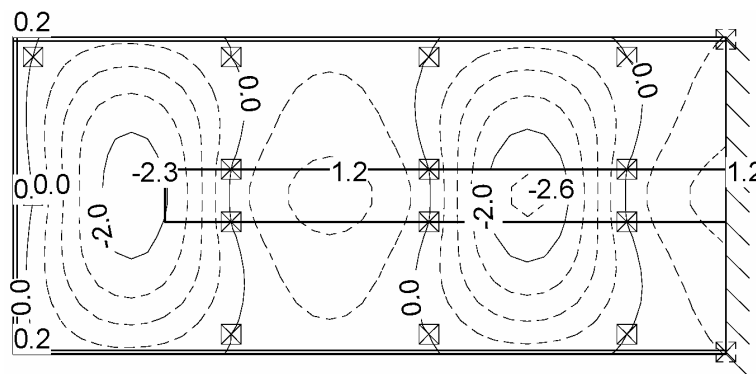


System A 14.5

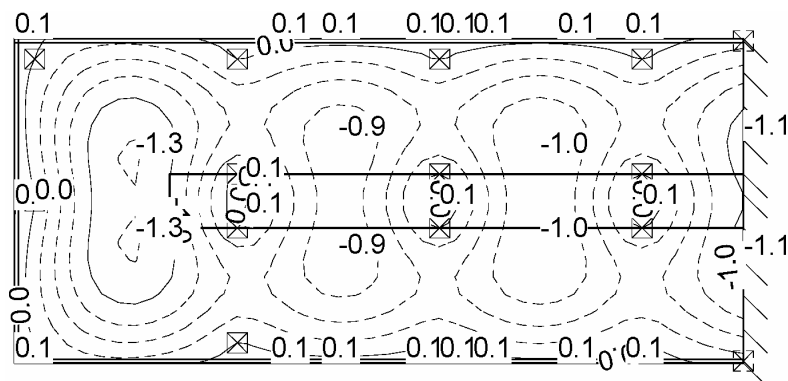
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

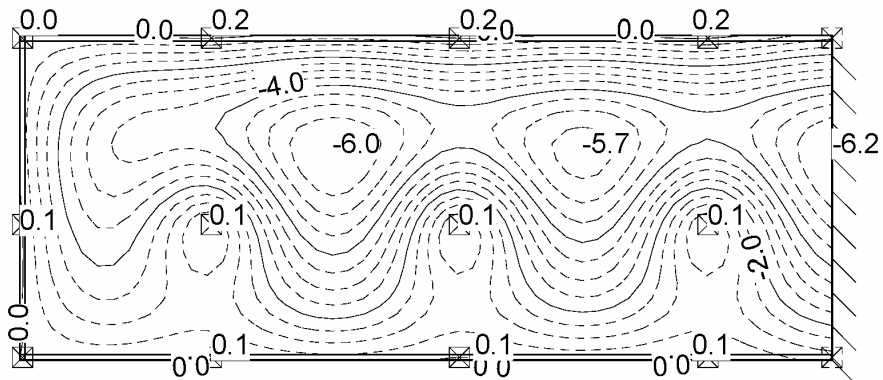


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

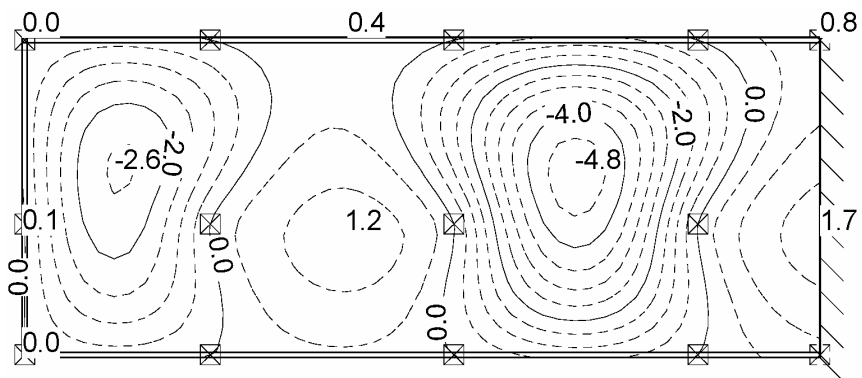


System A 15.0

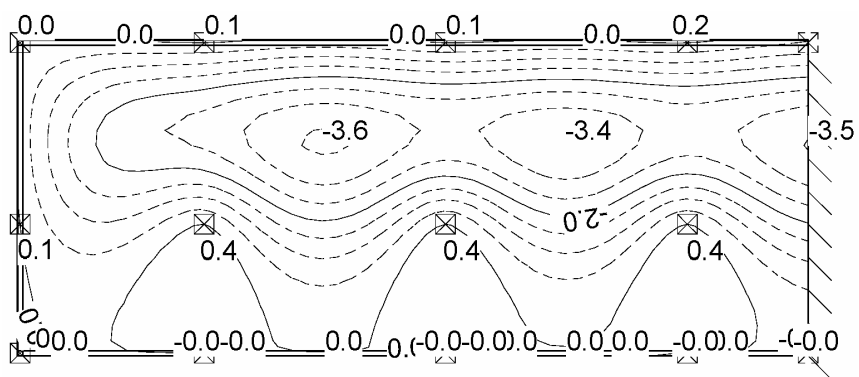
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

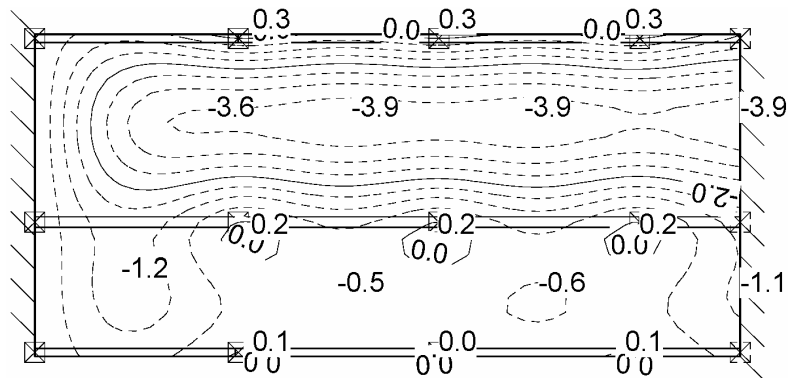


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

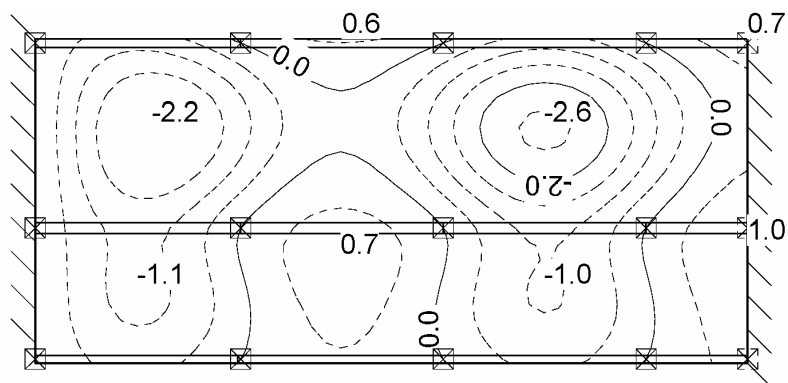


System A 16.0

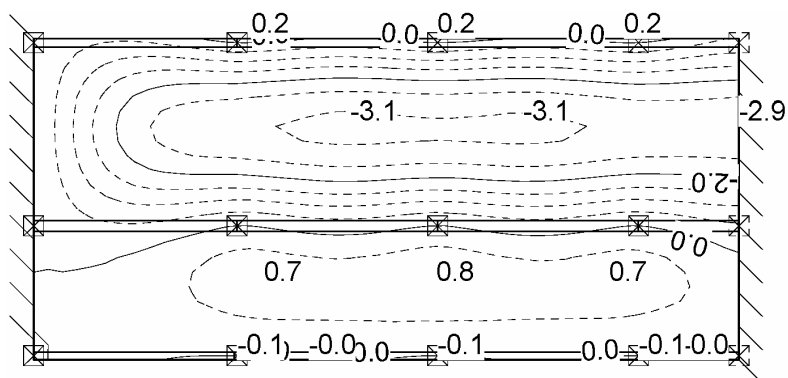
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

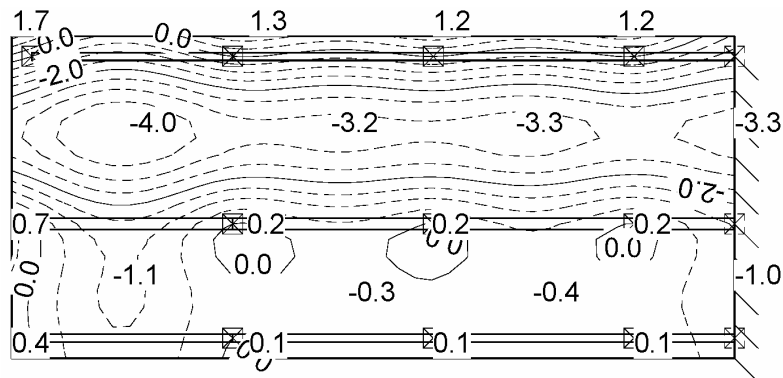


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

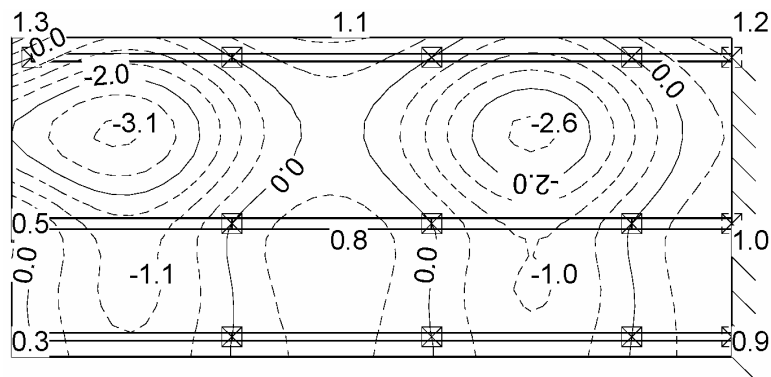


System A 16.1

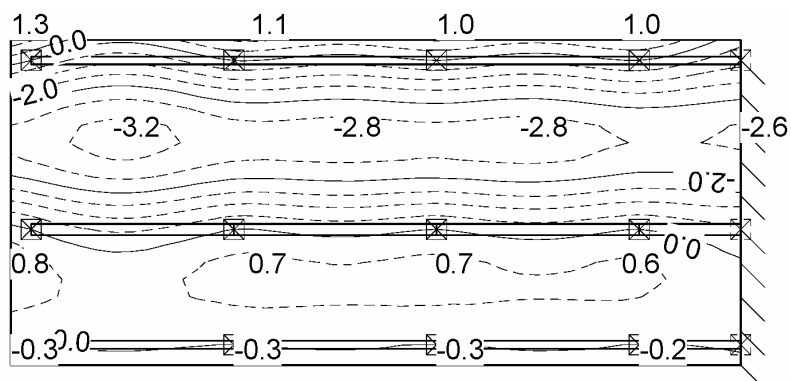
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

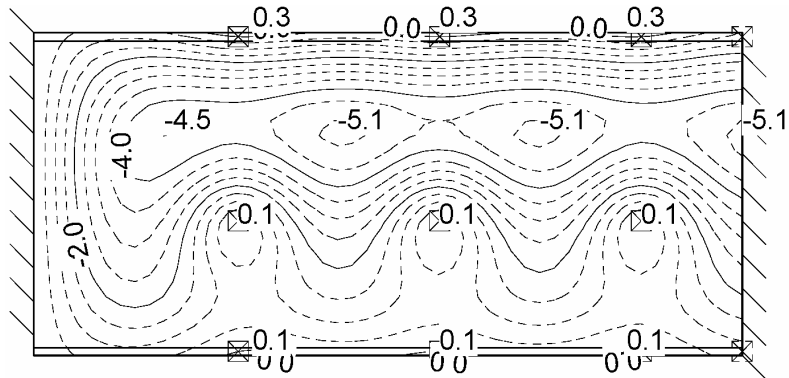


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

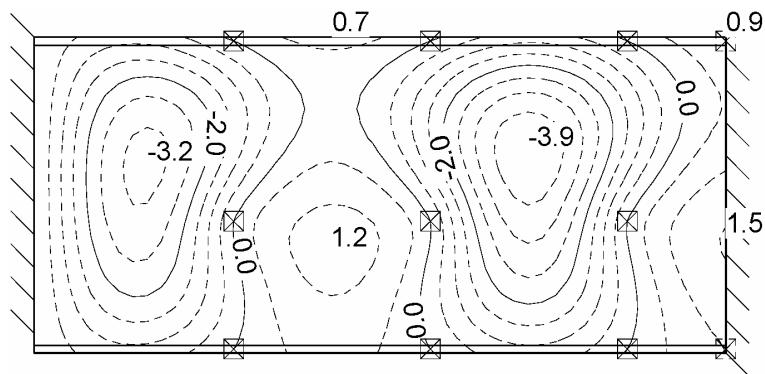


System A 16.2

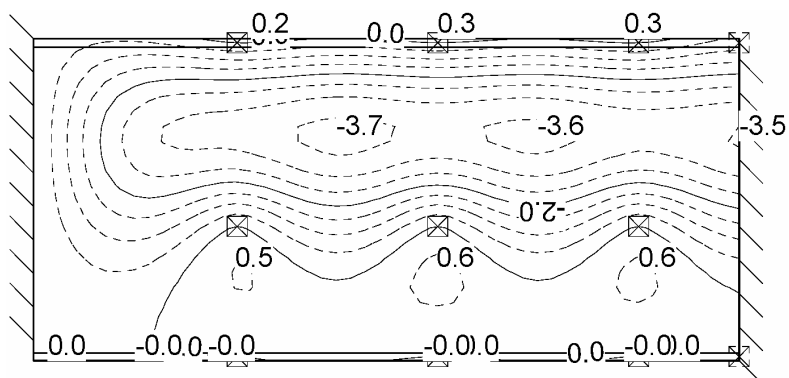
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

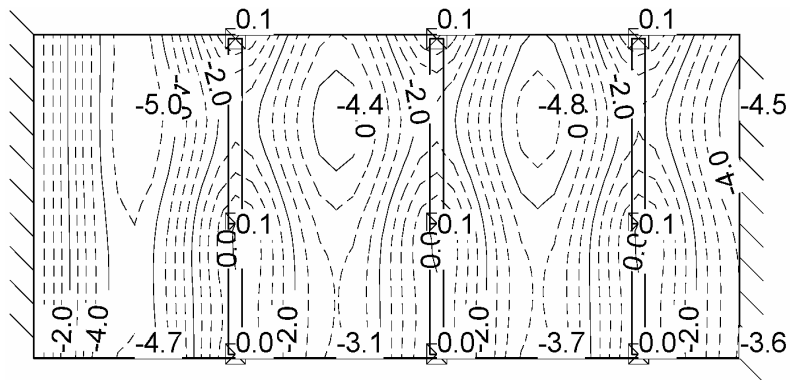


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

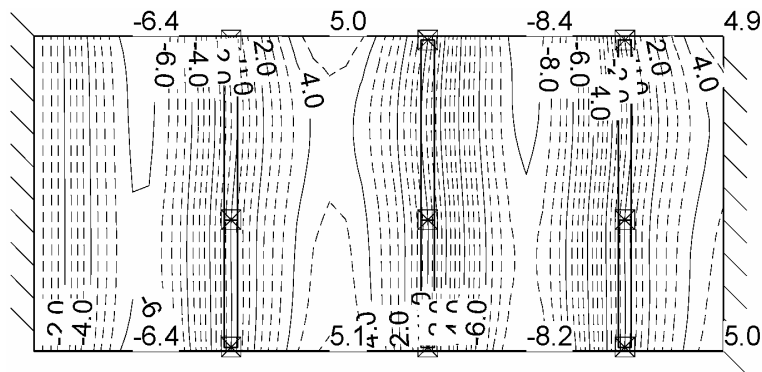


System A 17.0

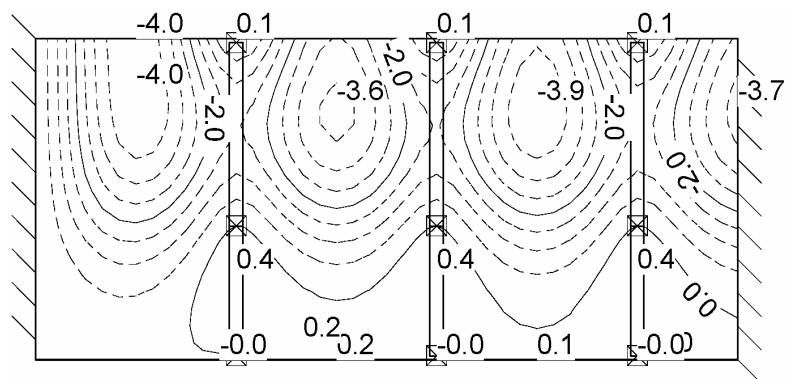
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

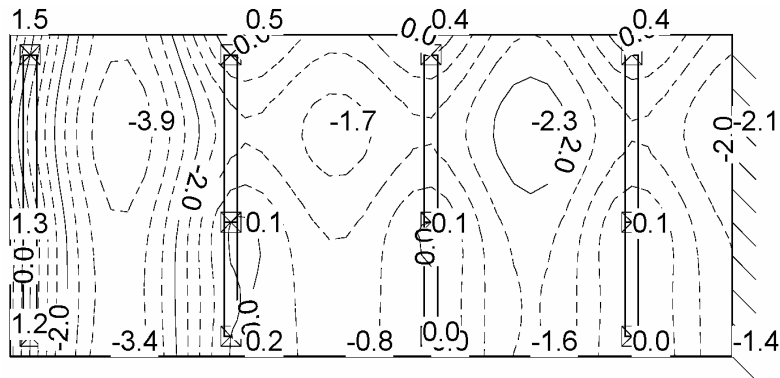


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

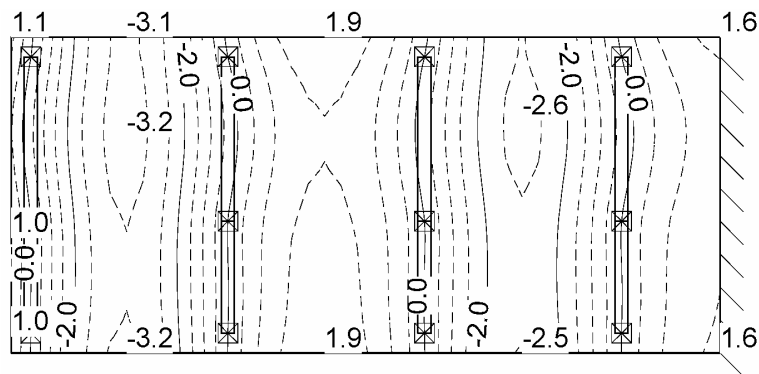


System A 17.1

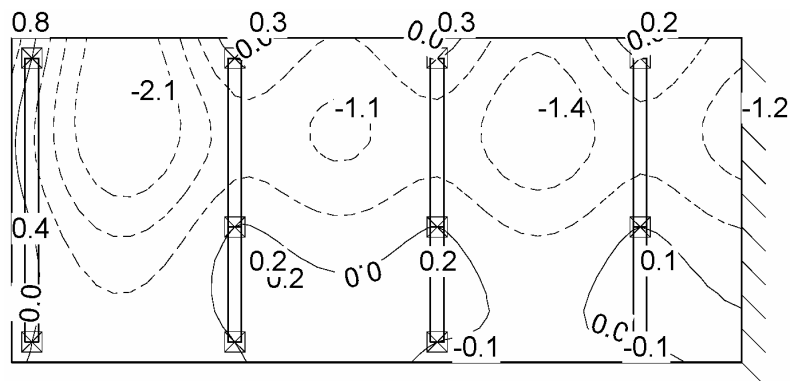
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

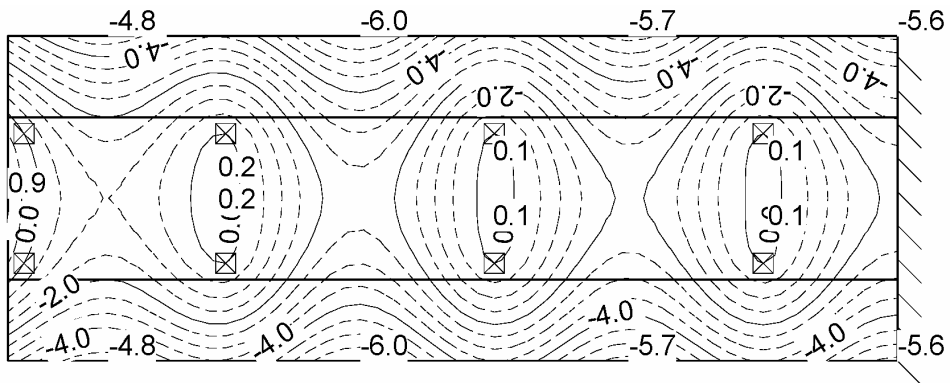


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

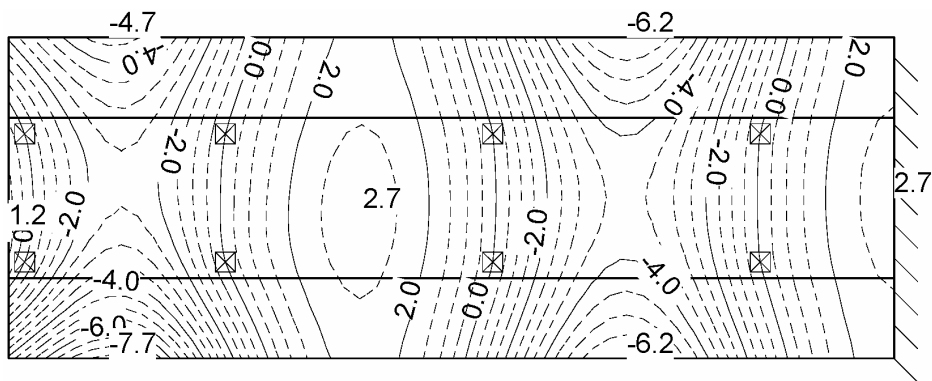


System A 18.0

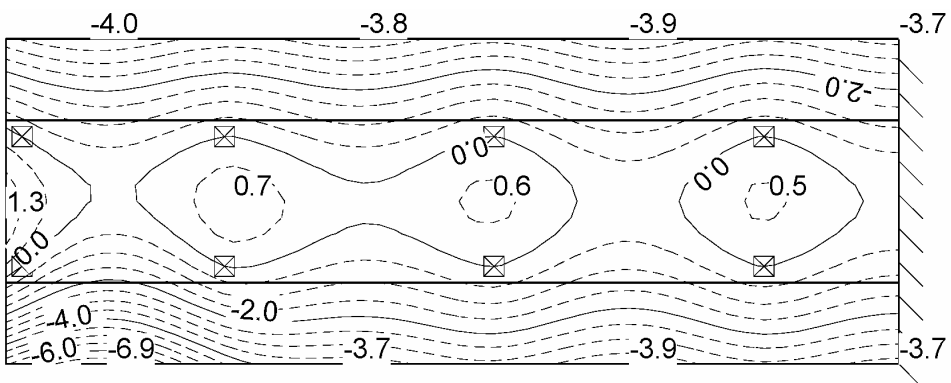
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

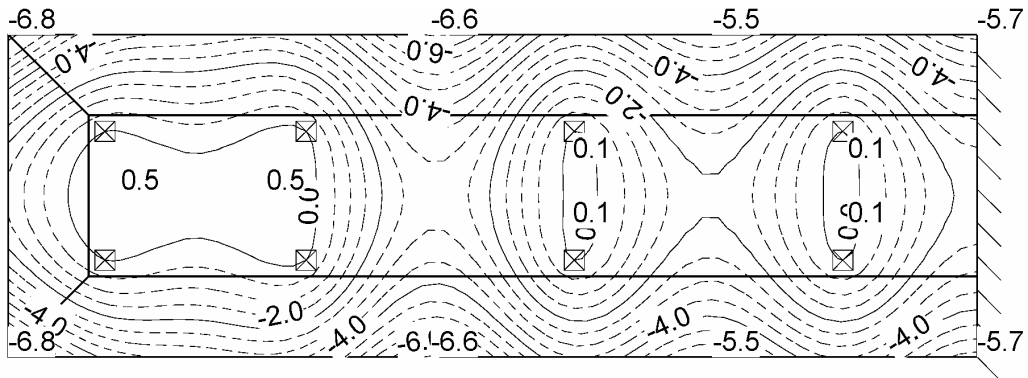


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

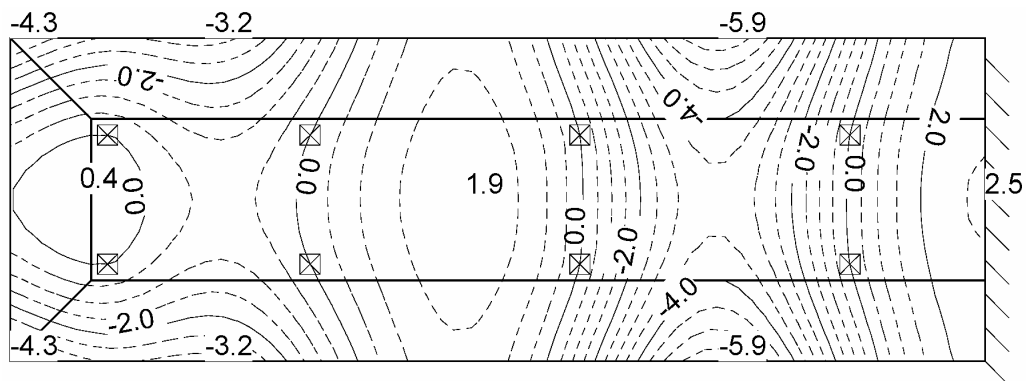


System A 18.1

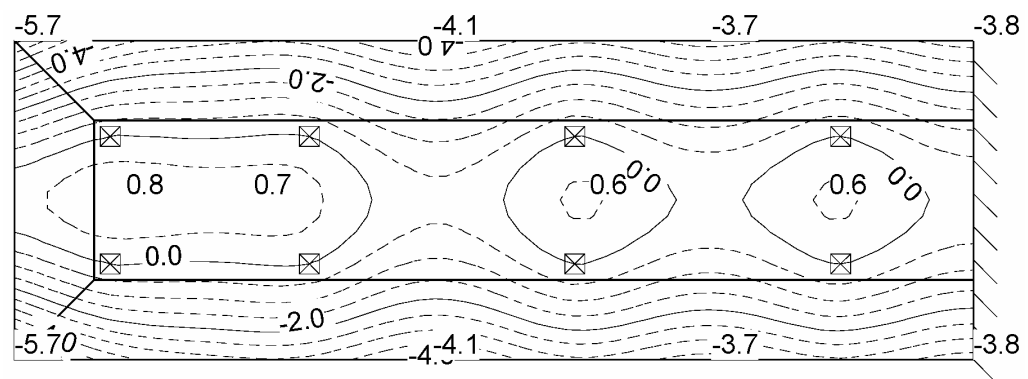
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

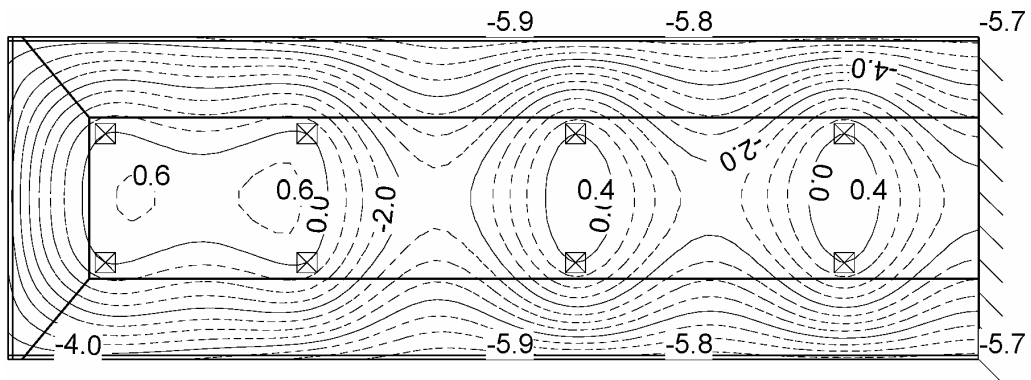


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

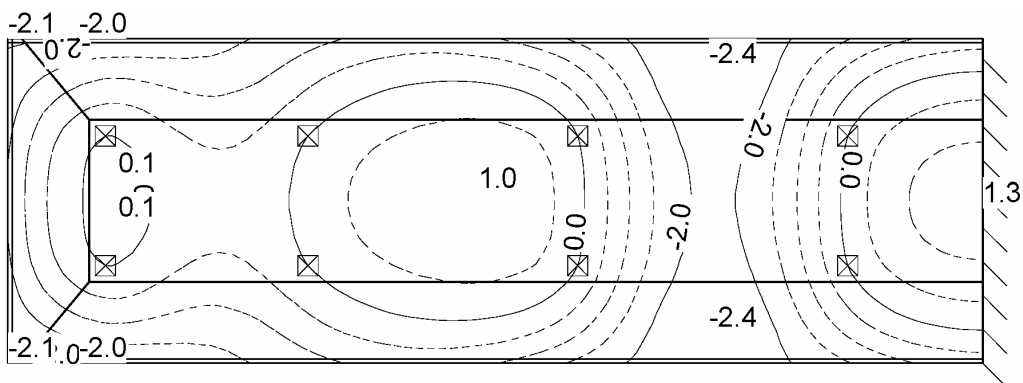


System A 18.2

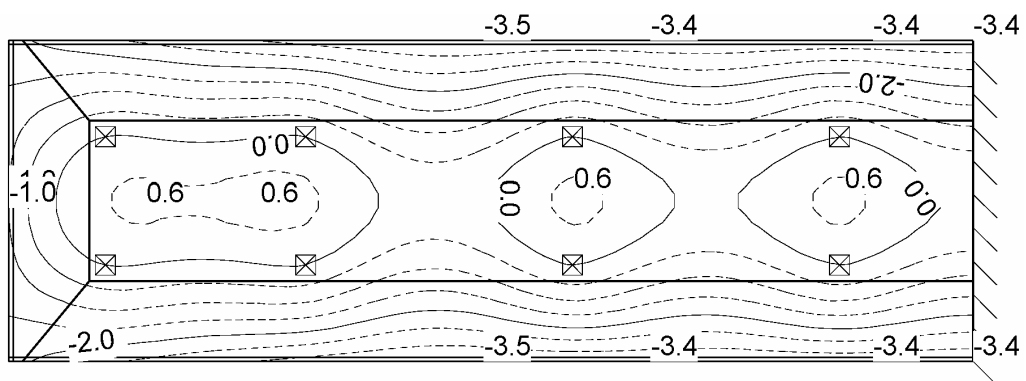
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

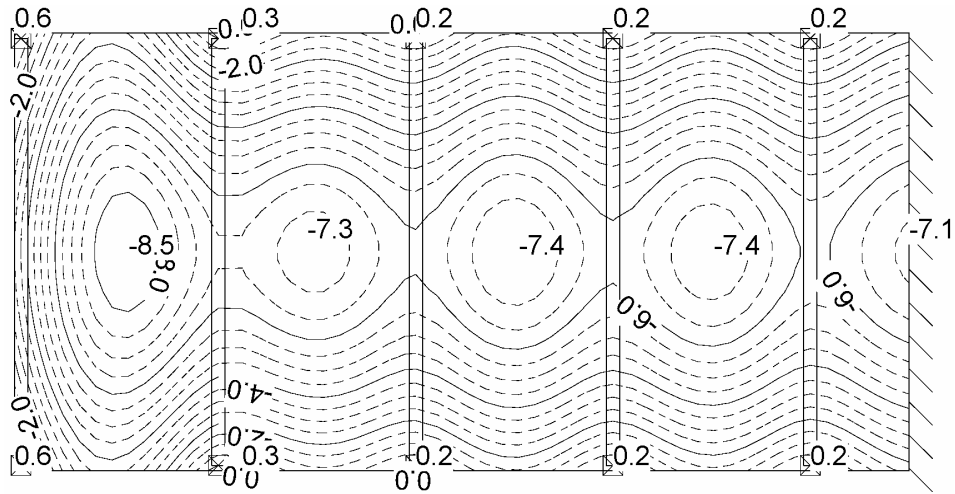


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

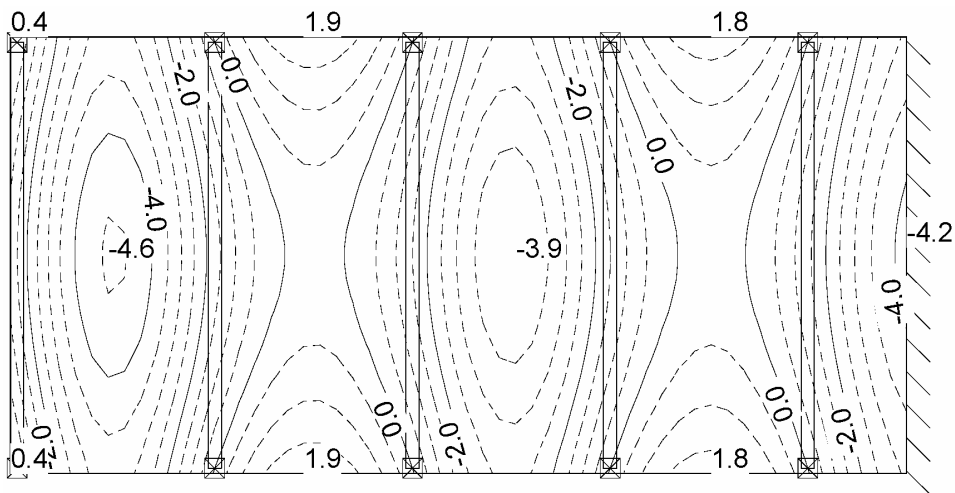


System B 1.1.0

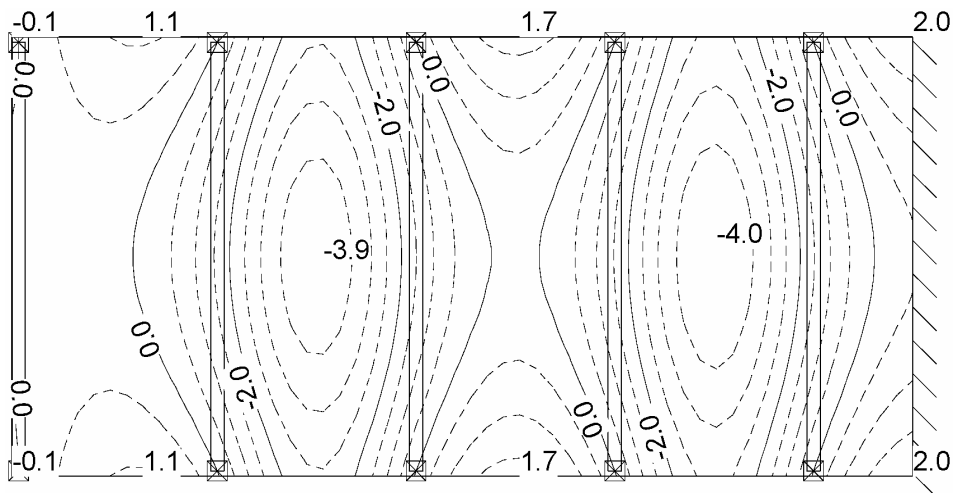
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

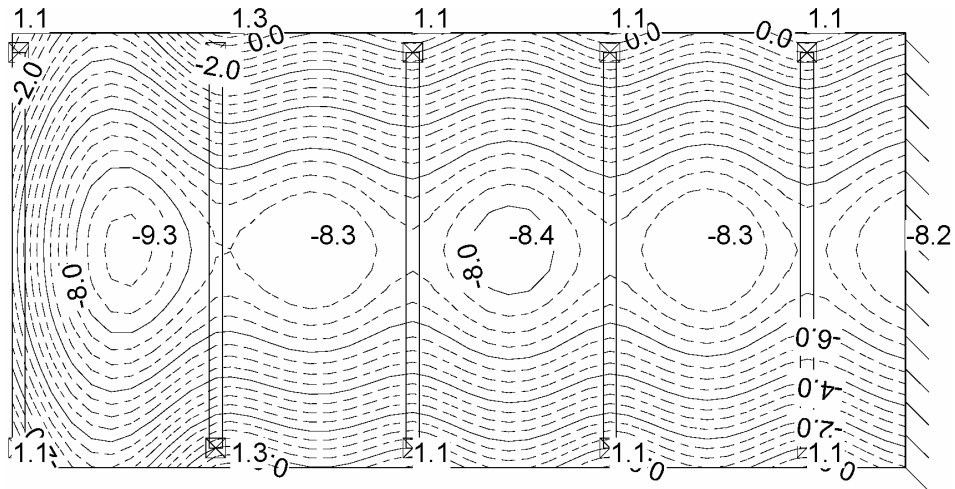


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

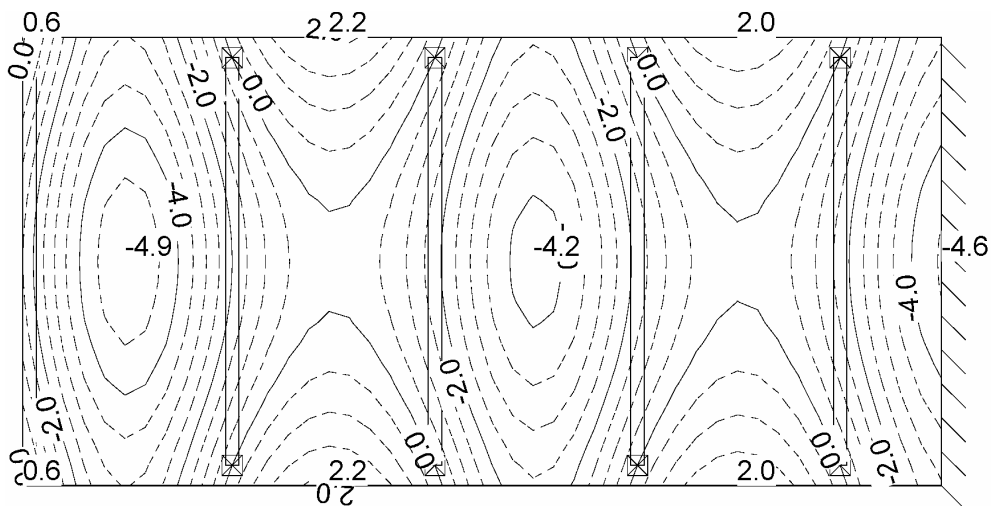


System B 1.1.1

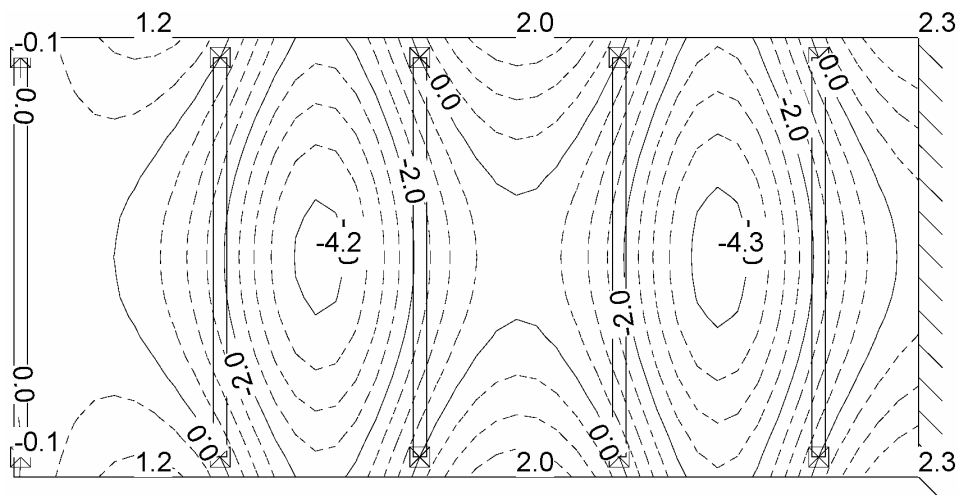
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

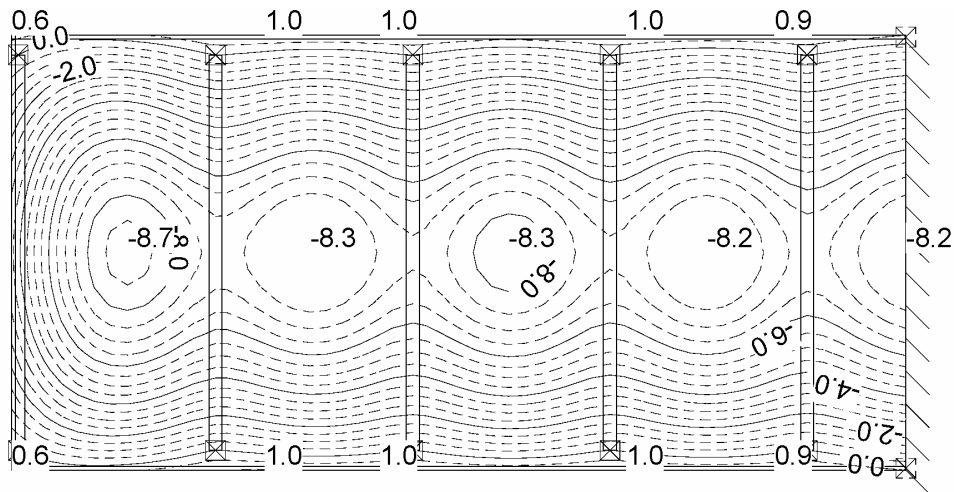


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

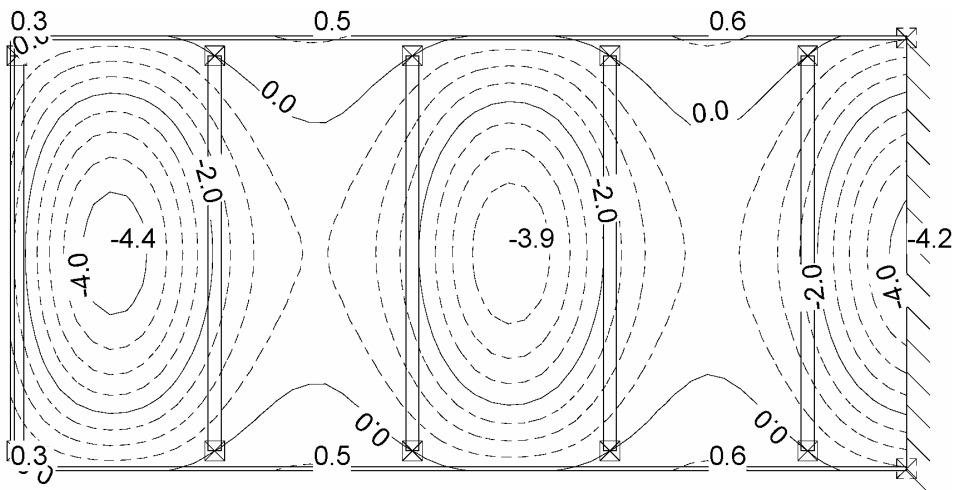


System B 1.1.2

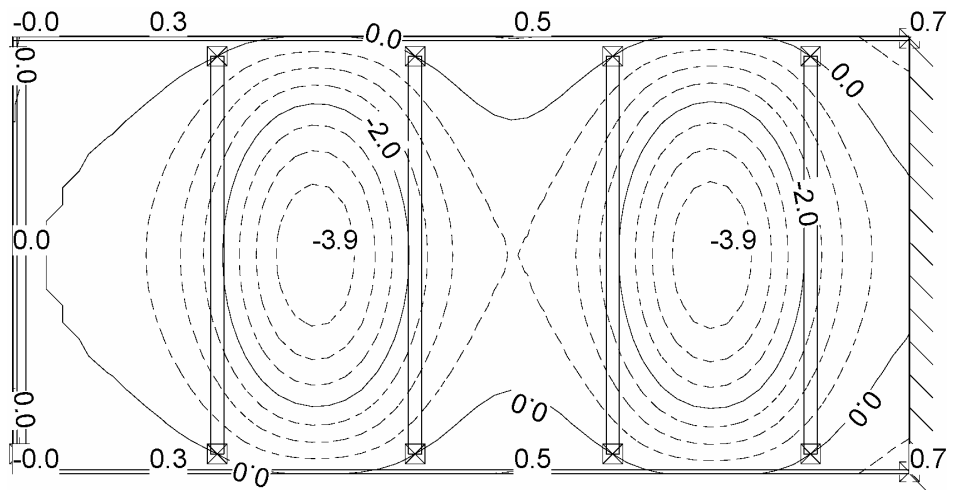
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

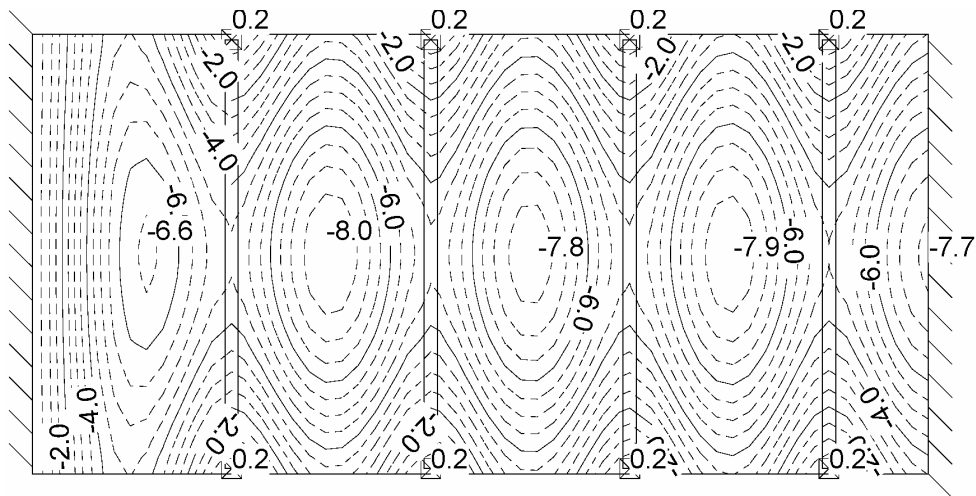


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

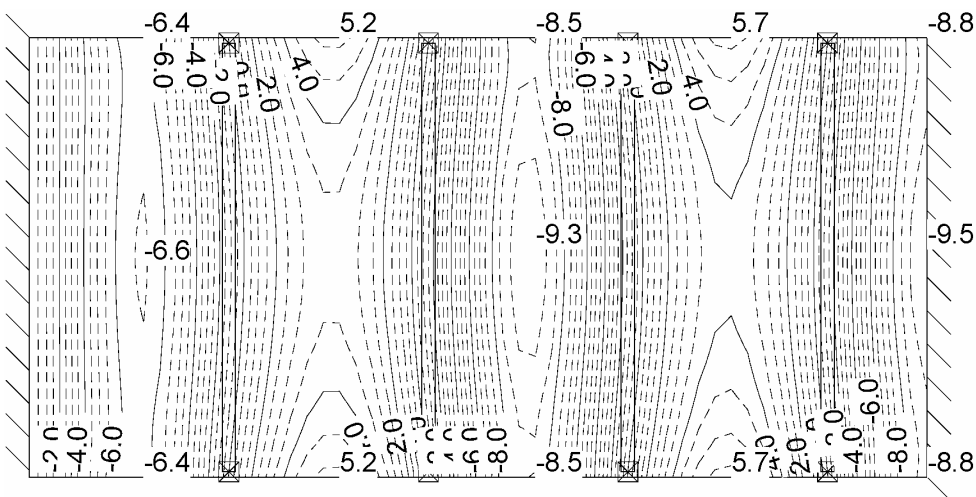


System B 1.2.0

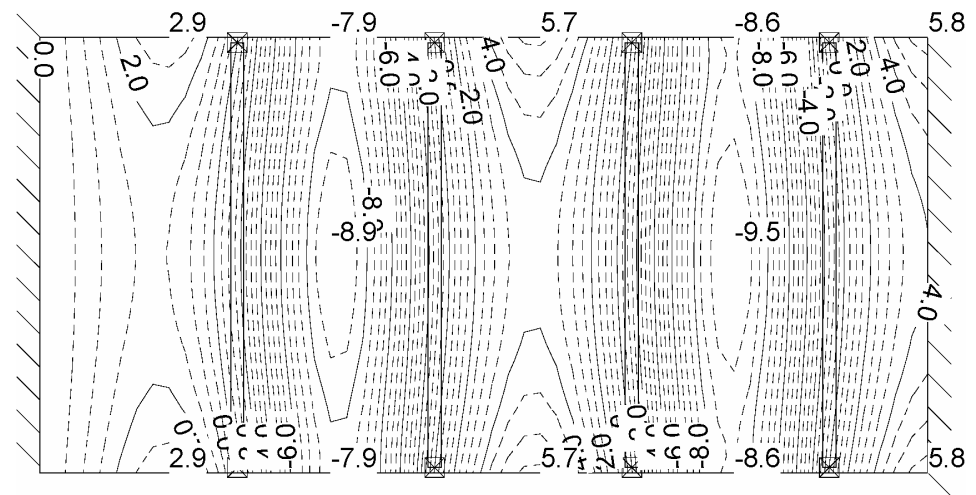
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

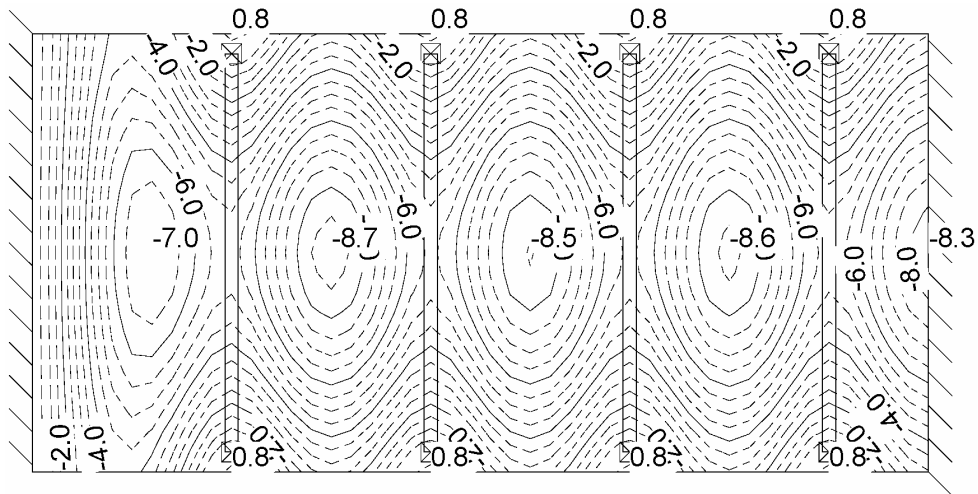


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

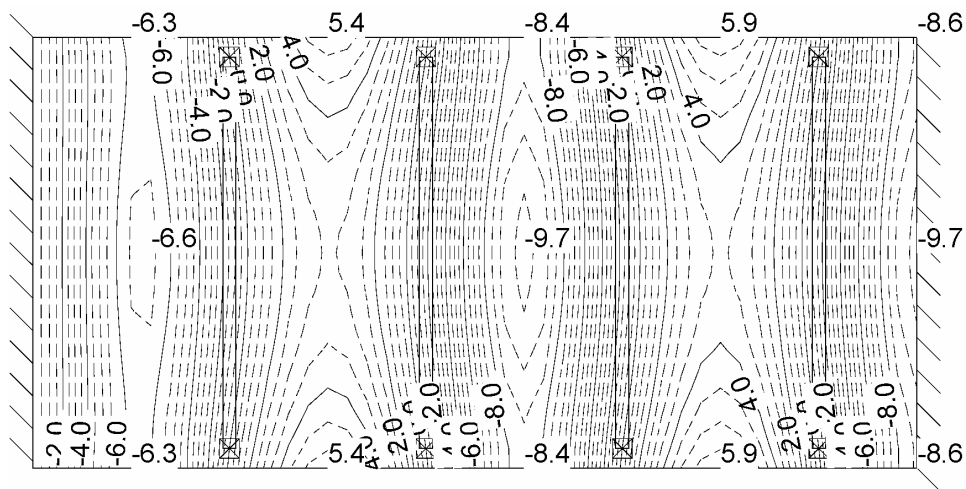


System B 1.2.1

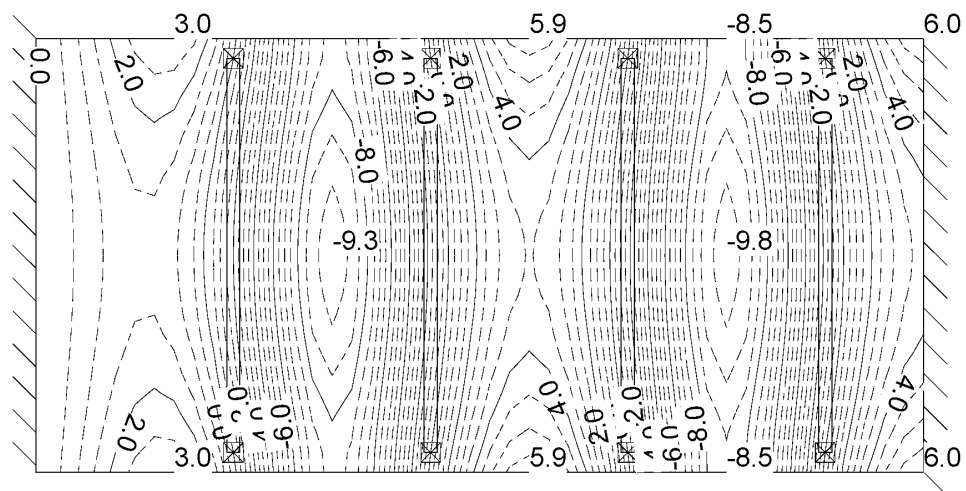
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

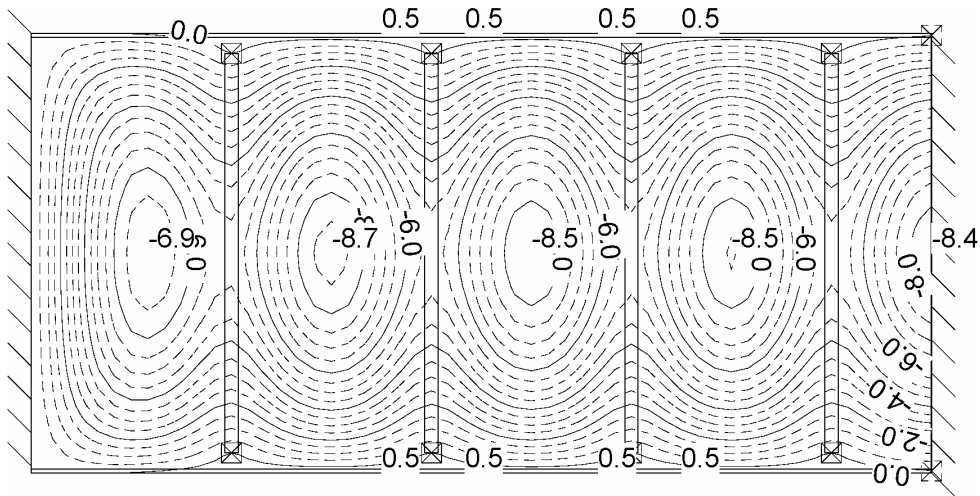


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

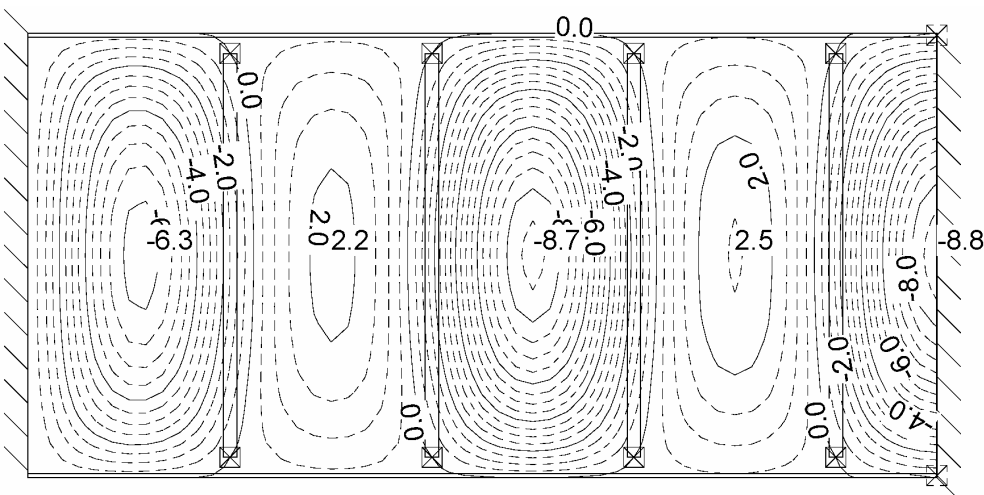


System B 1.2.2

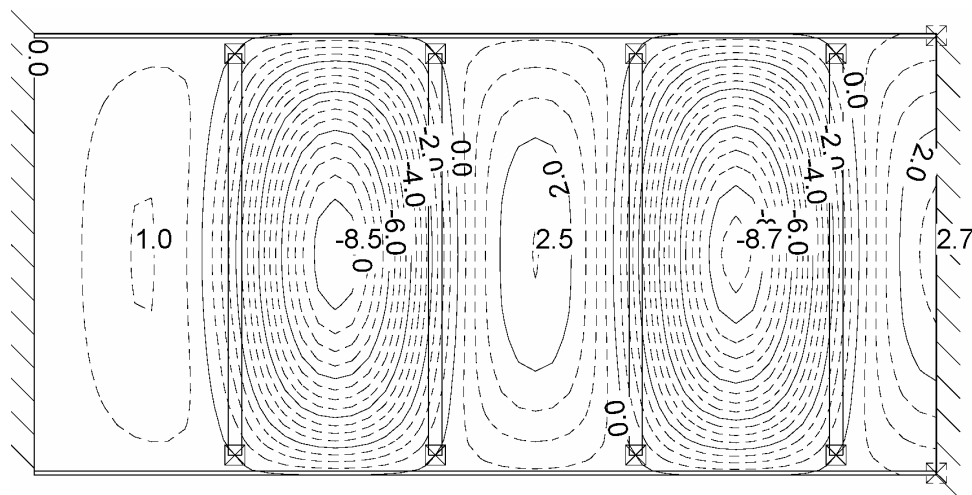
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

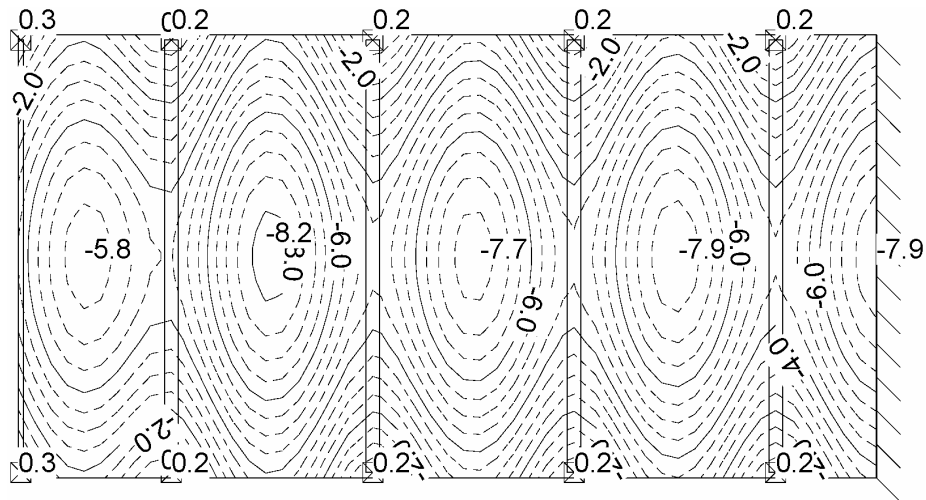


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

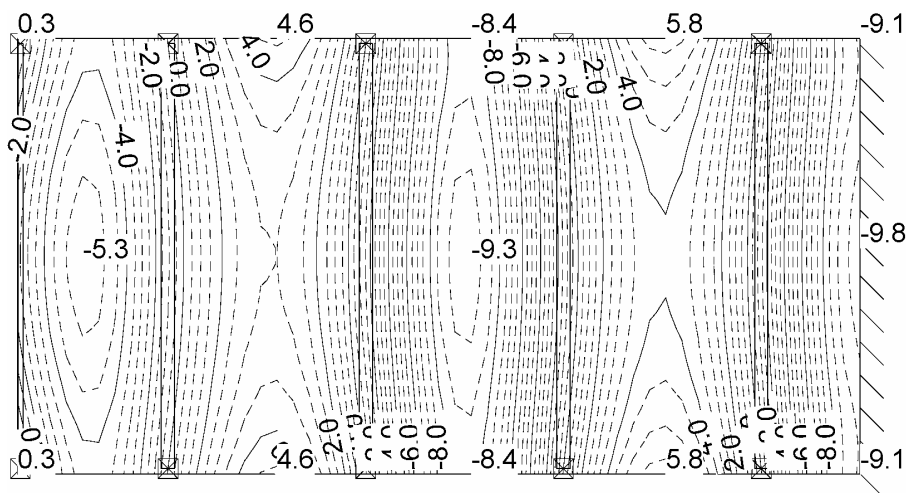


System B 1.3.0

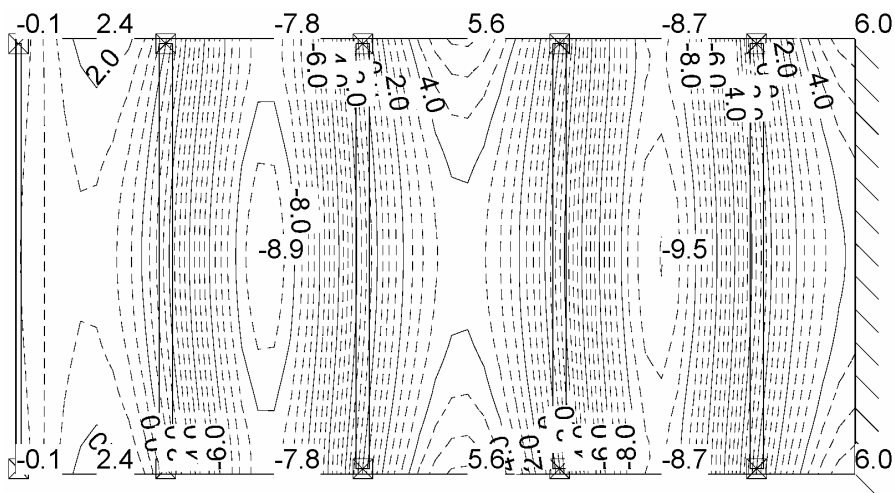
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

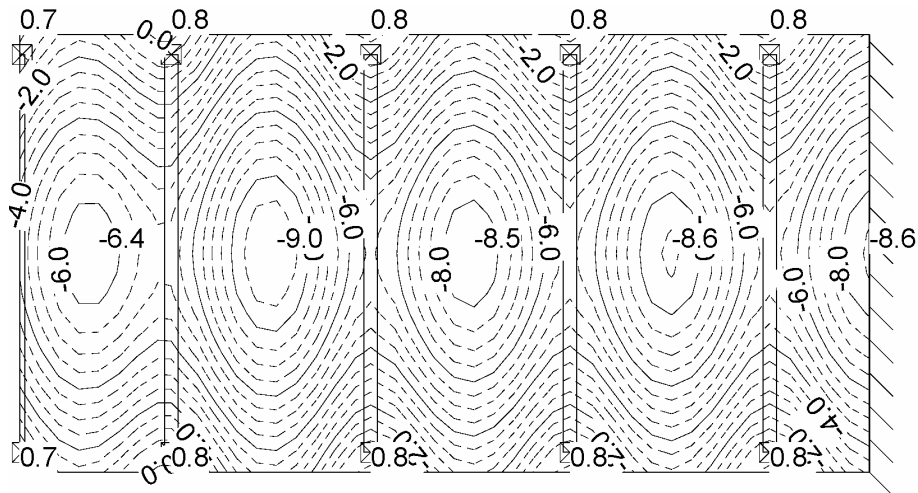


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

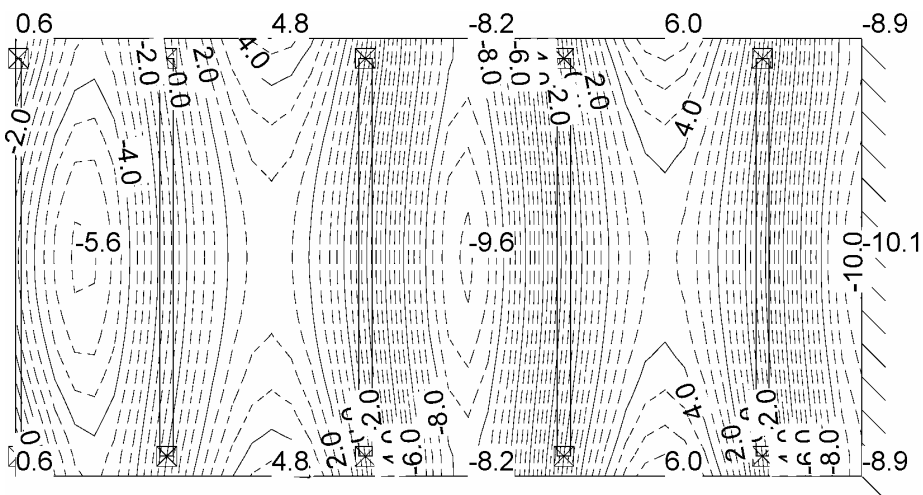


System B 1.3.1

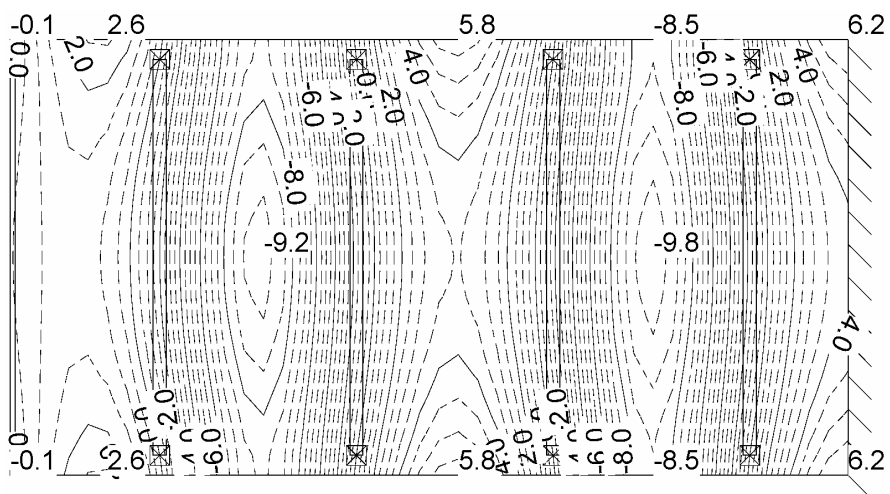
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

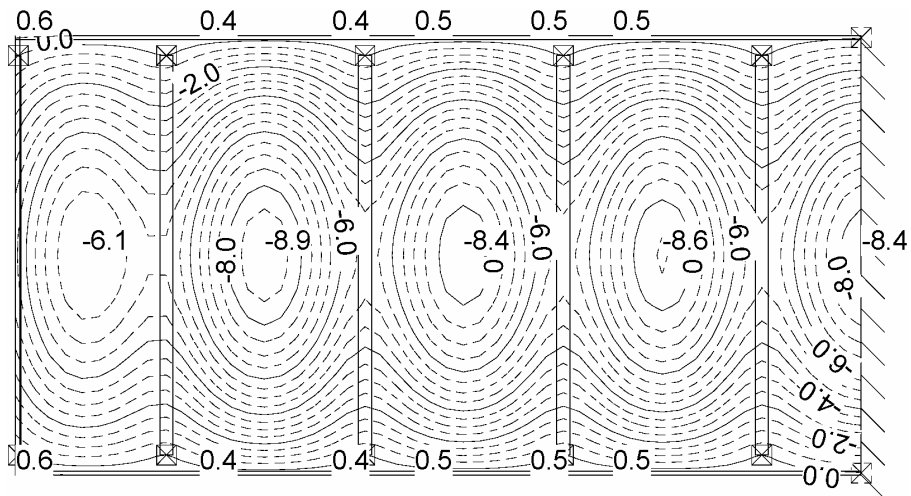


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

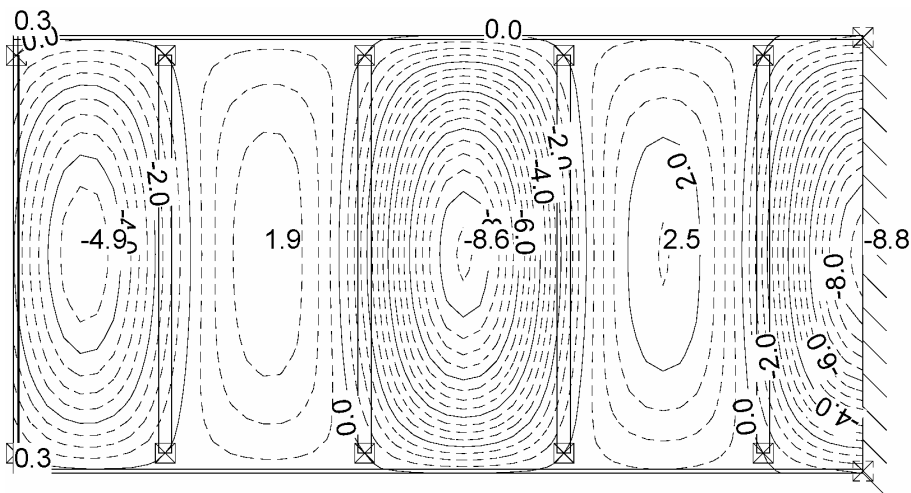


System B 1.3.2

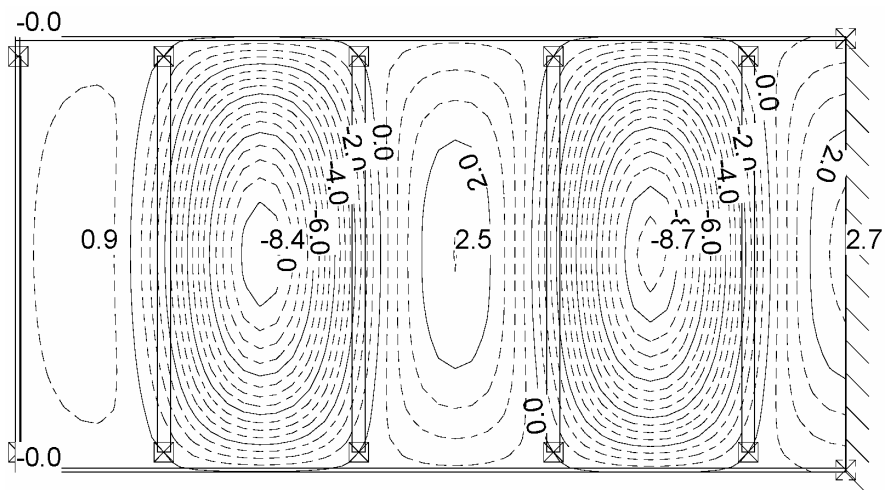
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

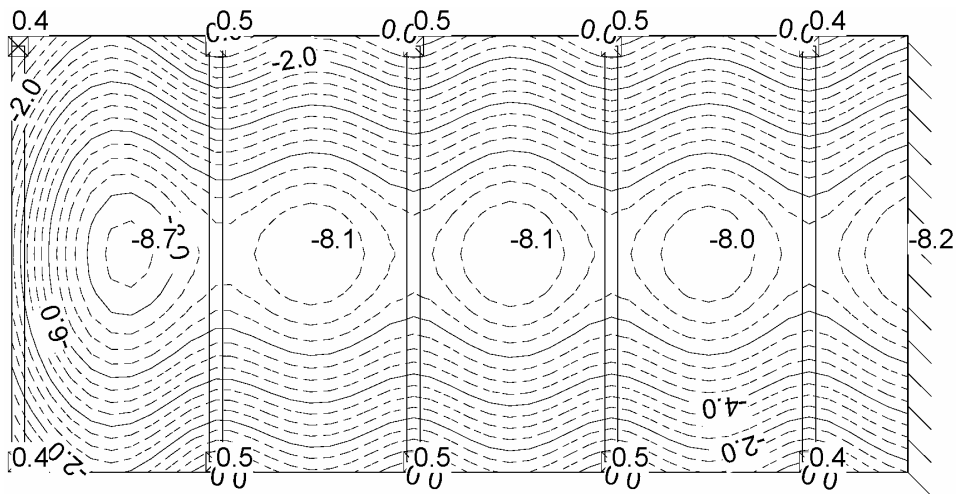


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

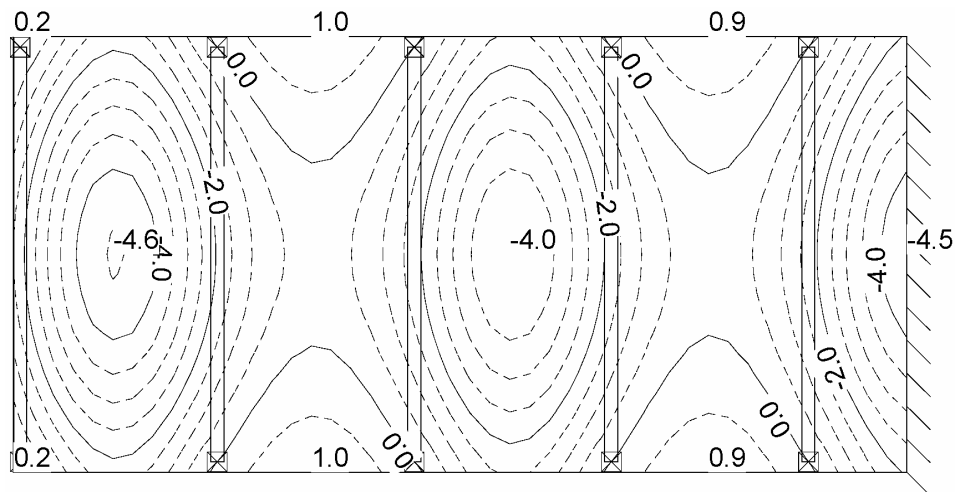


System B 2.1.0

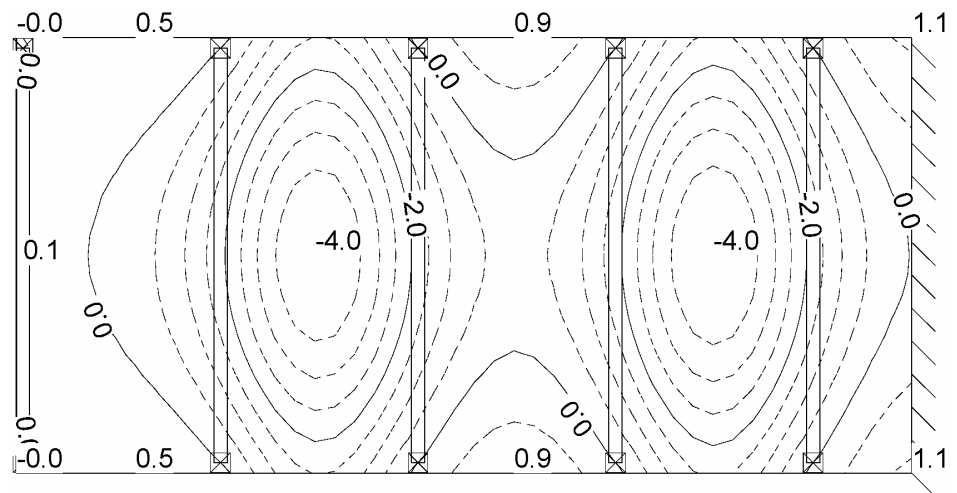
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

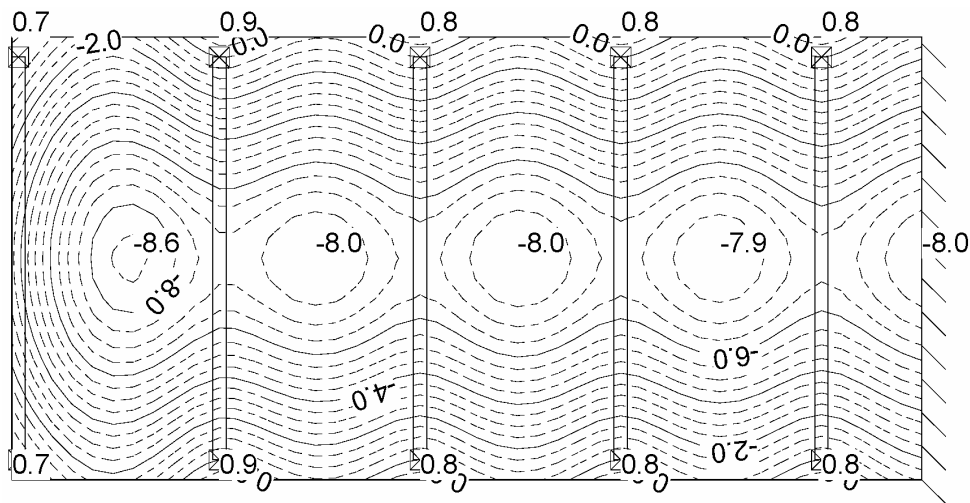


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

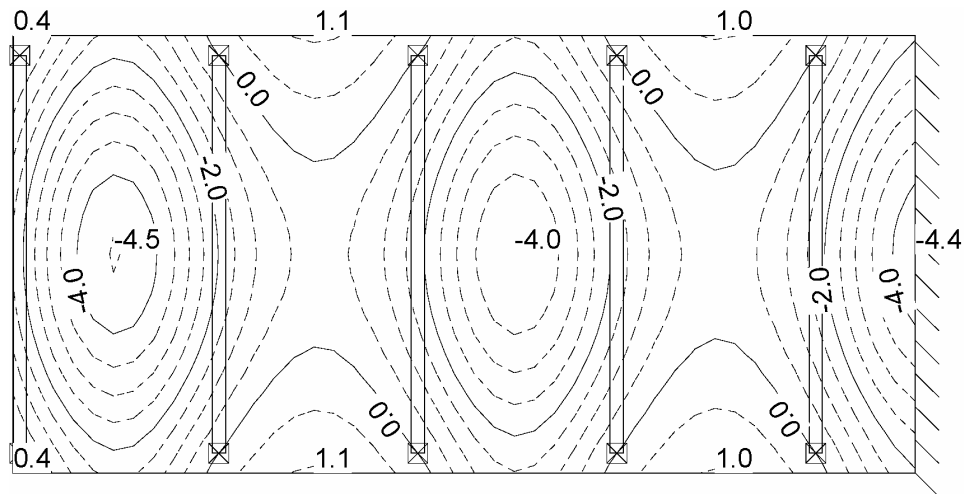


System B 2.1.1

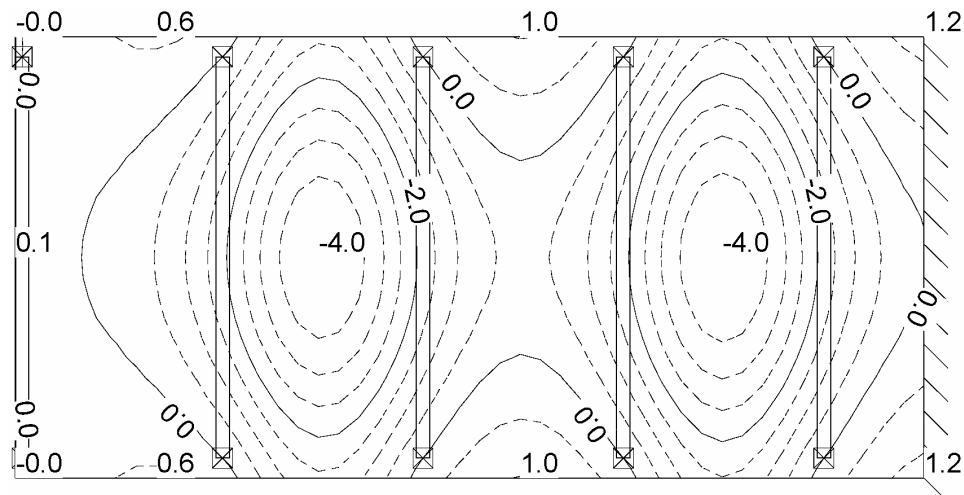
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

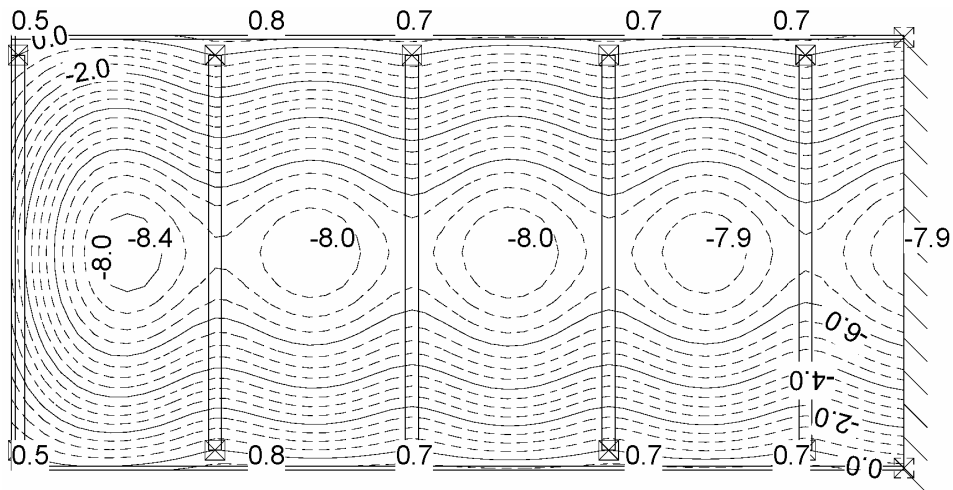


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

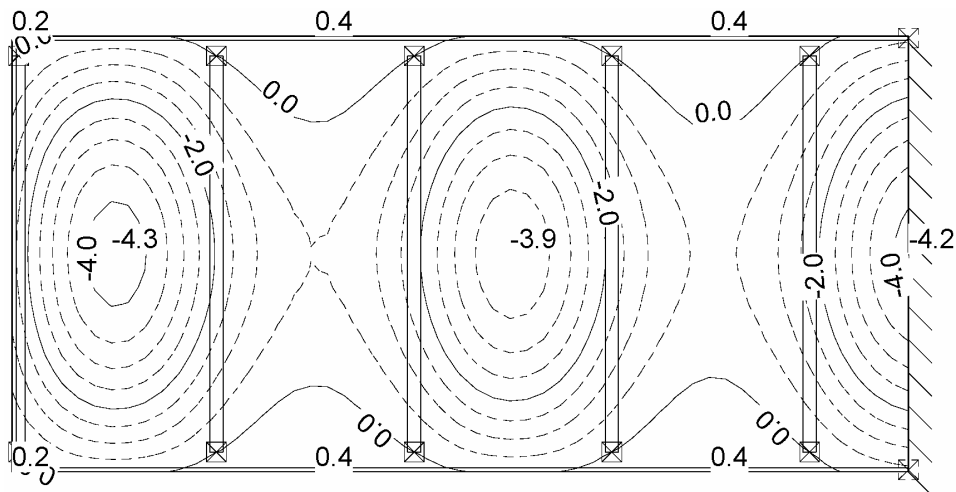


System B 2.1.2

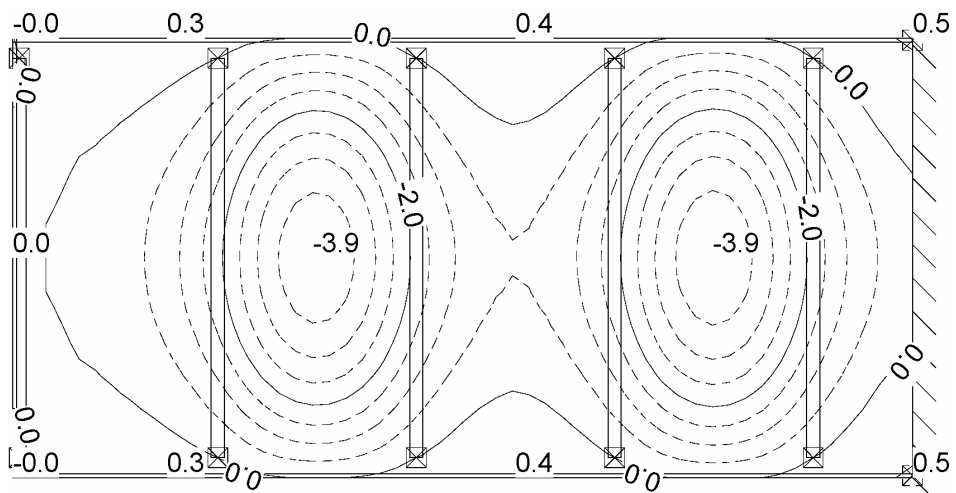
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

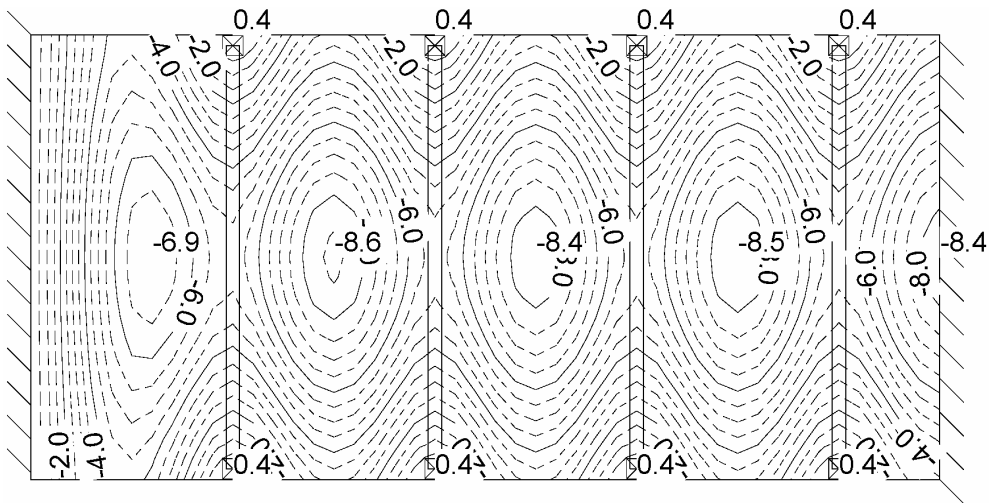


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

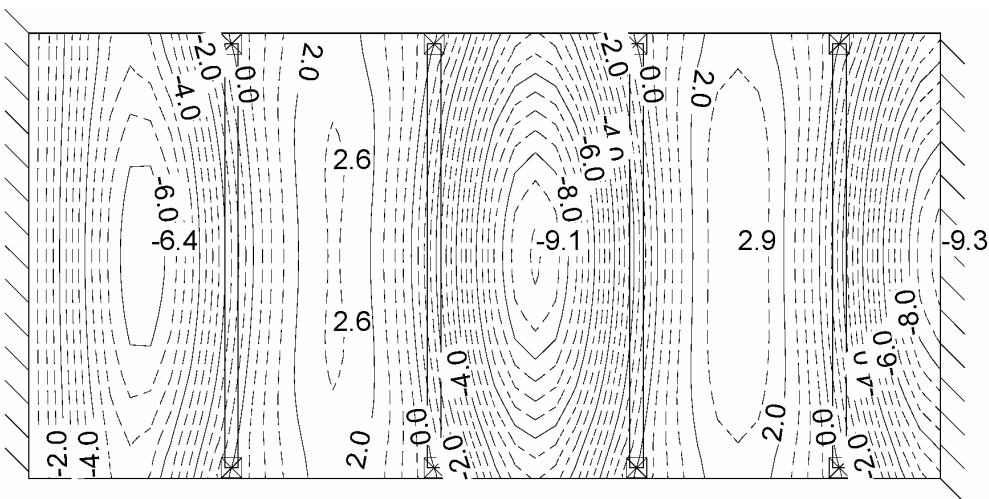


System B 2.2.0

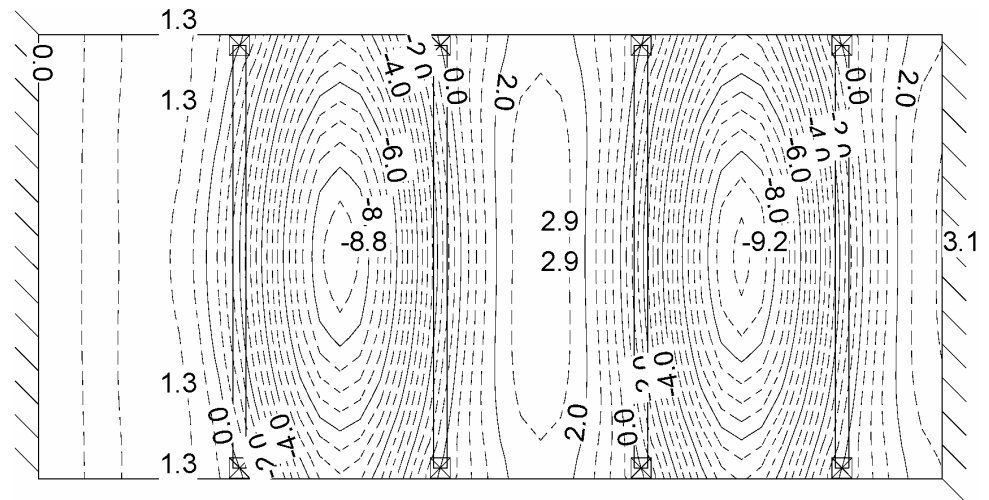
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

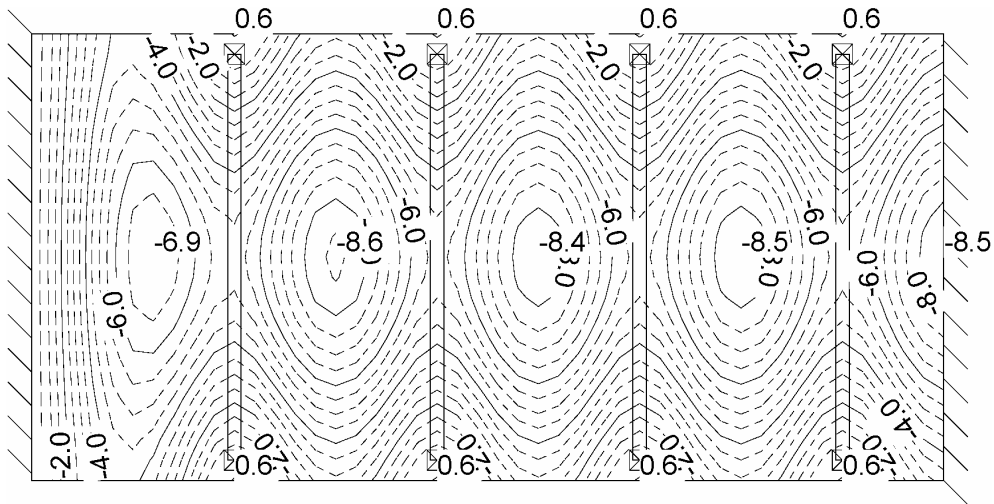


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

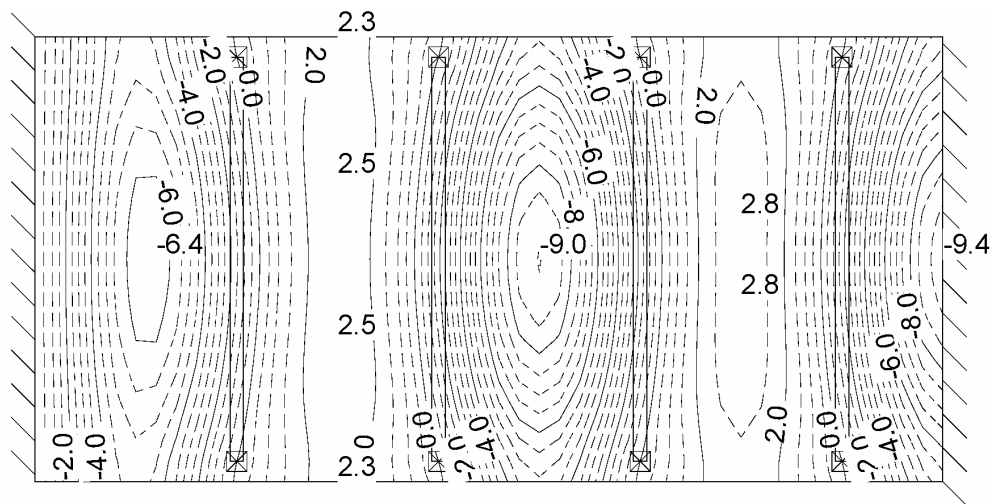


System B 2.2.1

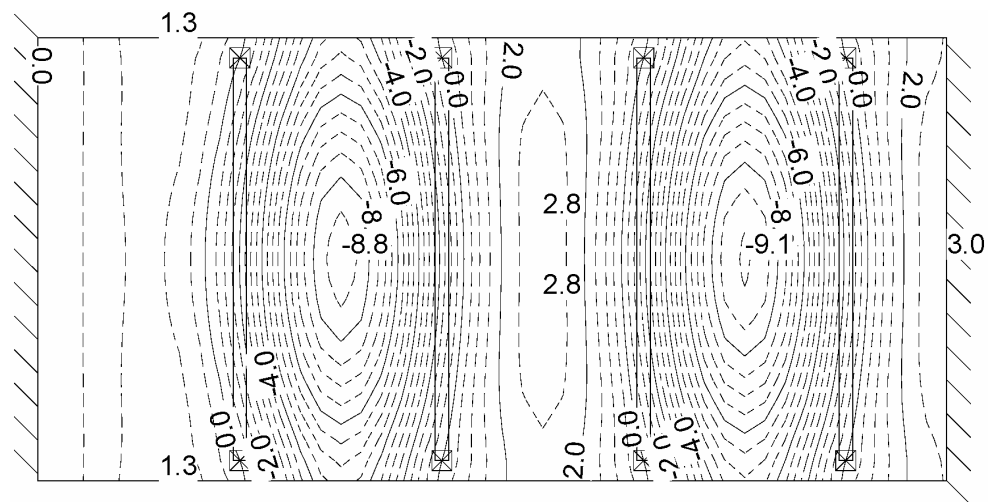
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

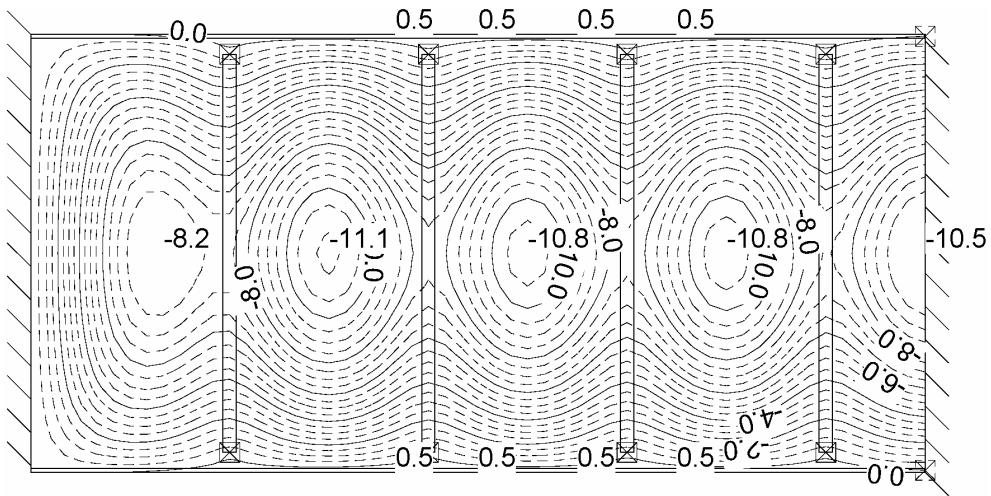


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

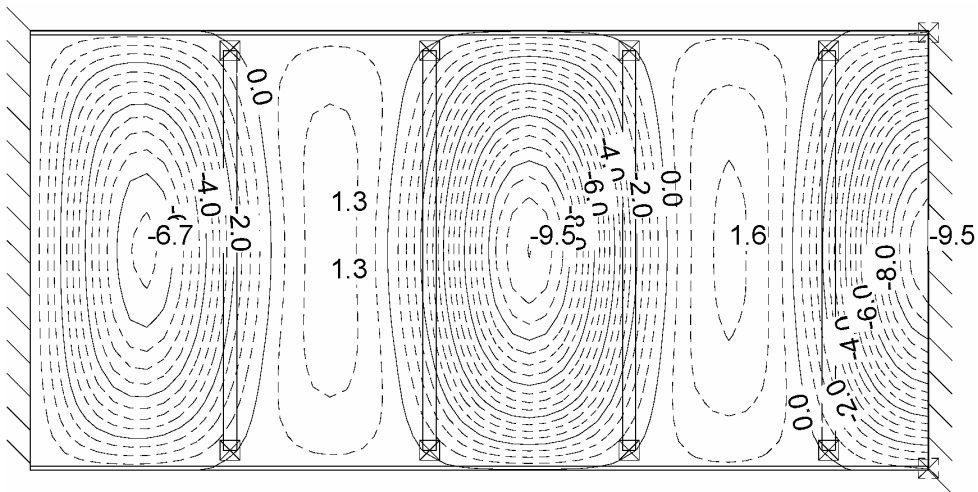


System B 2.2.2

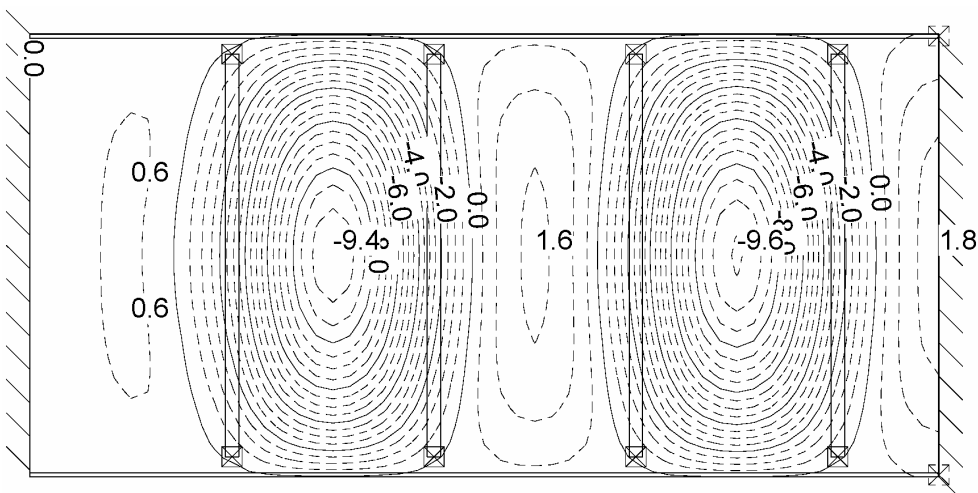
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

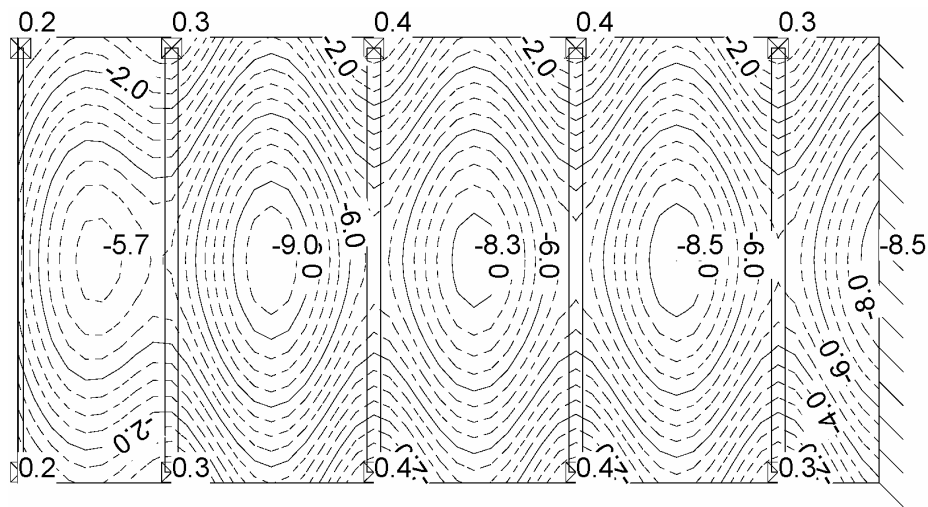


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

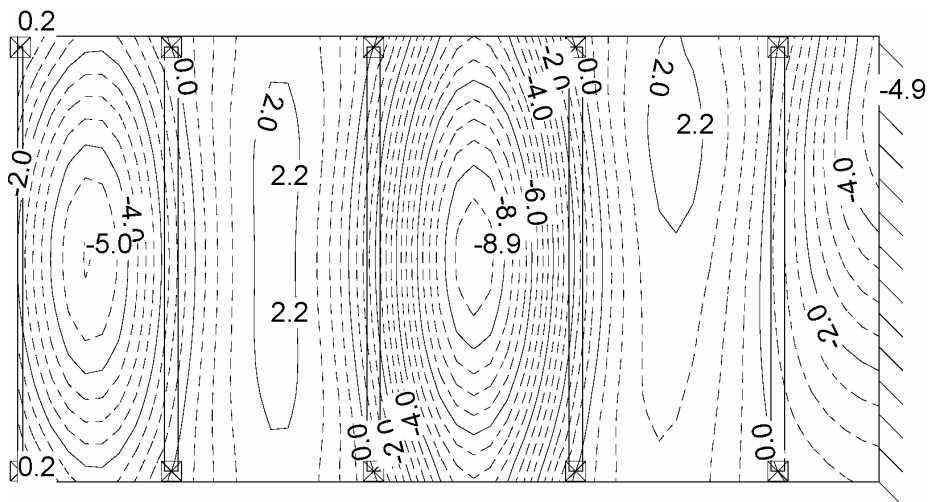


System B 2.3.0

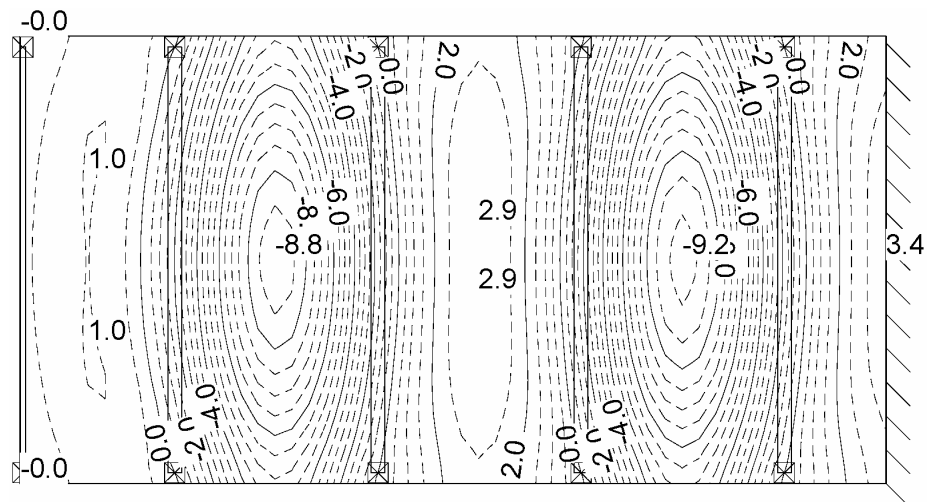
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

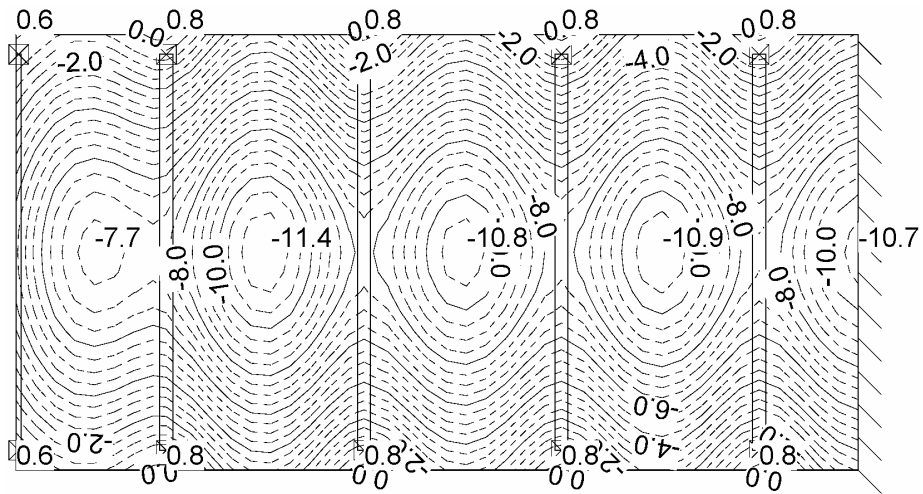


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

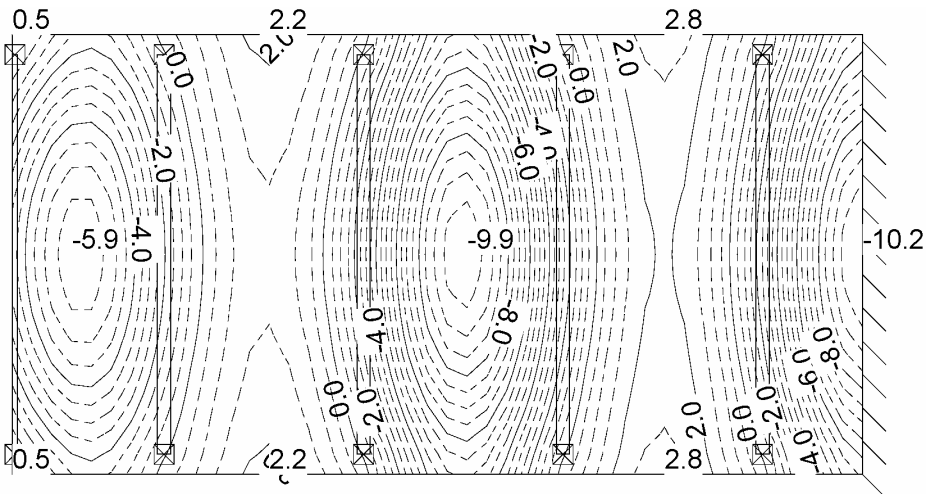


System B 2.3.1

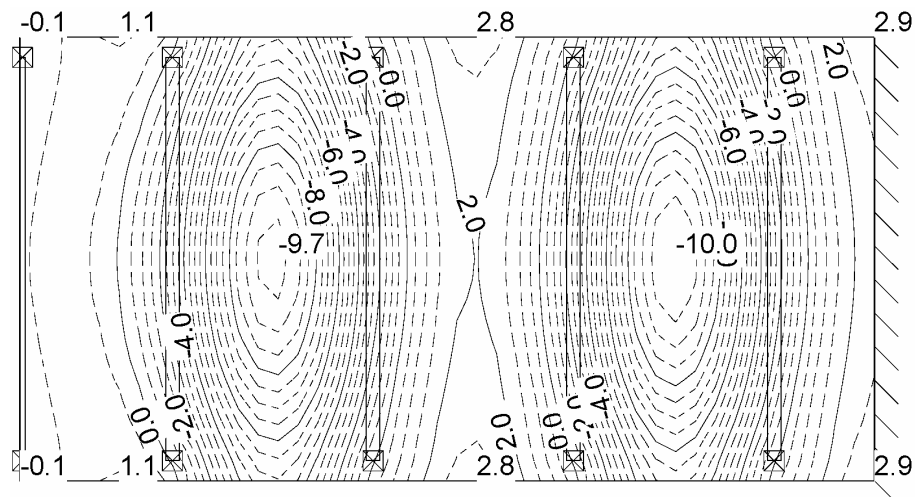
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

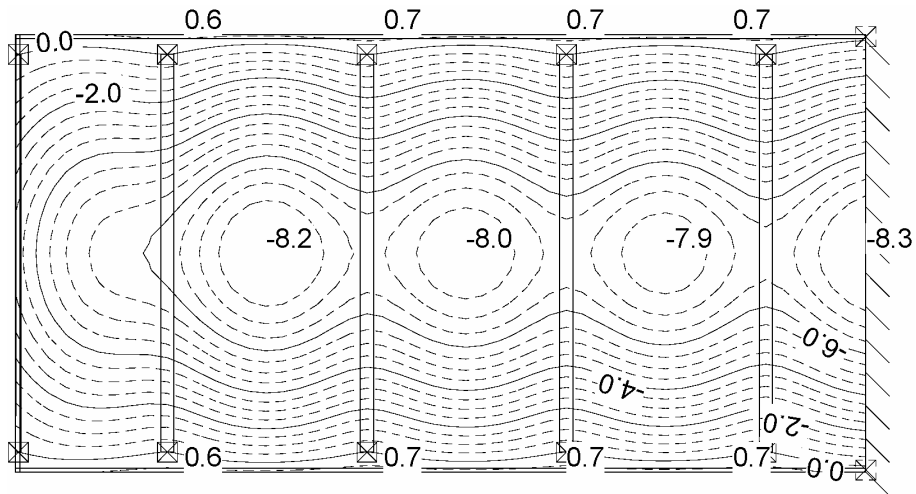


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

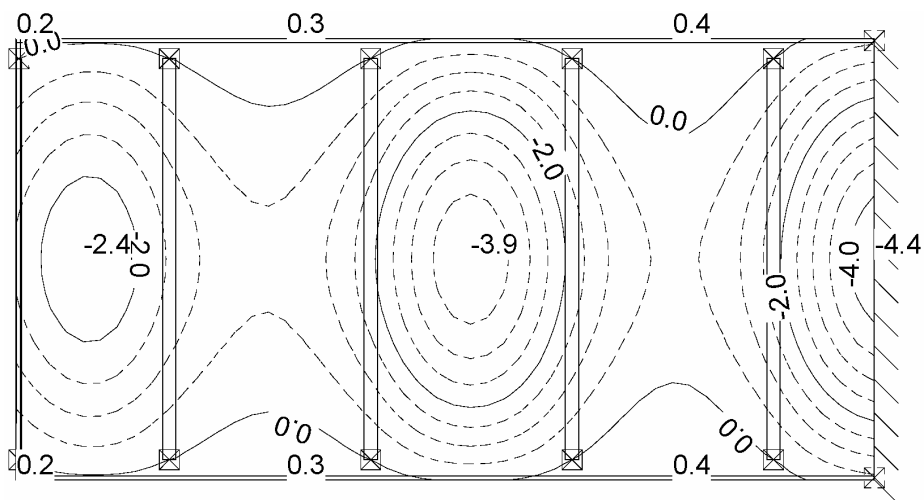


System B 2.3.2

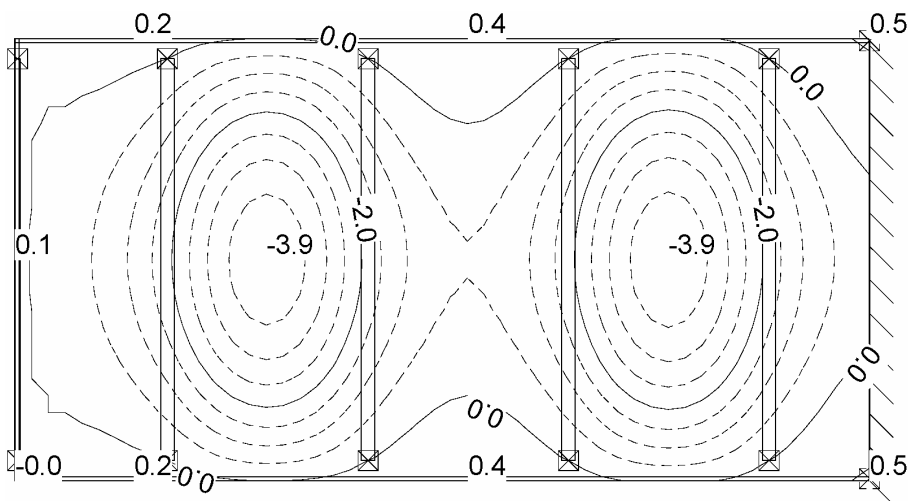
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

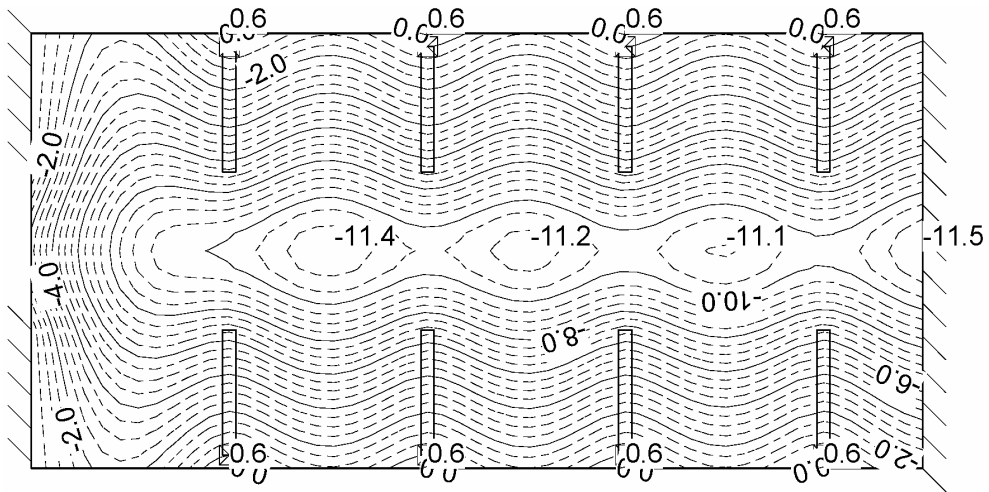


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

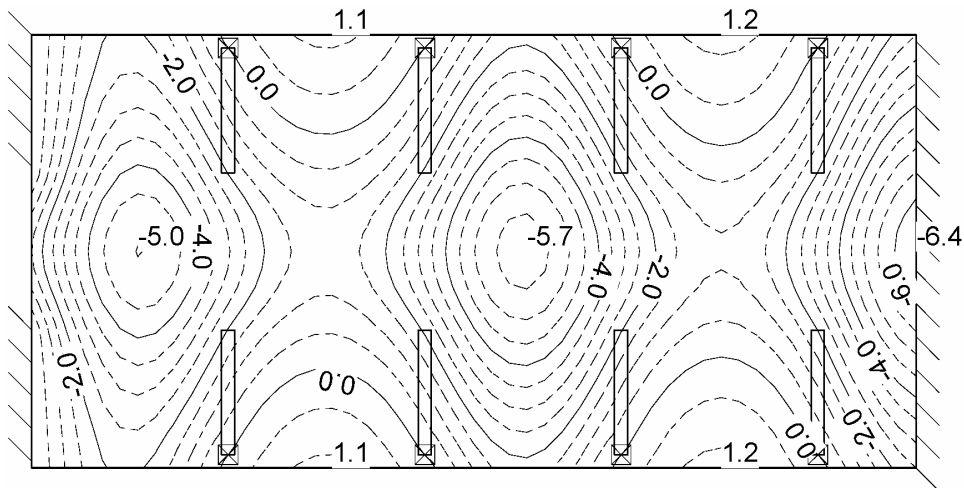


System B 3.0

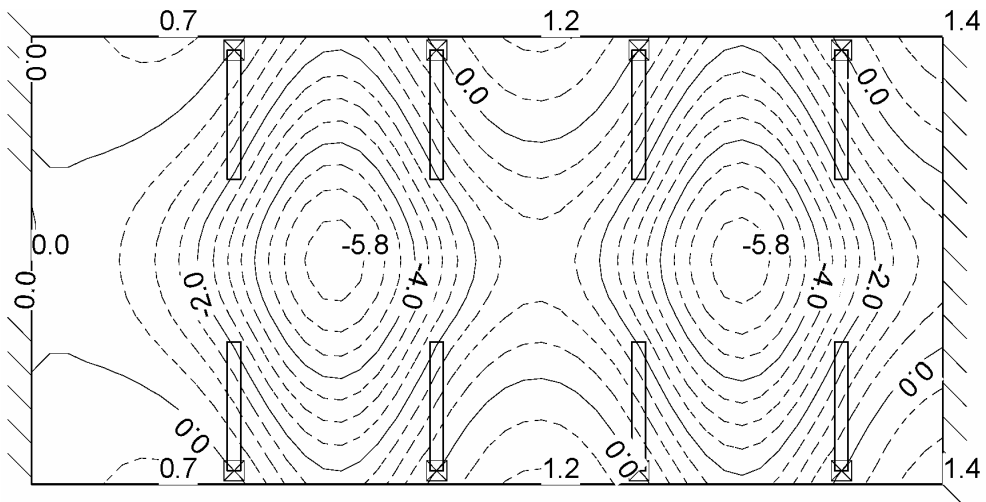
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

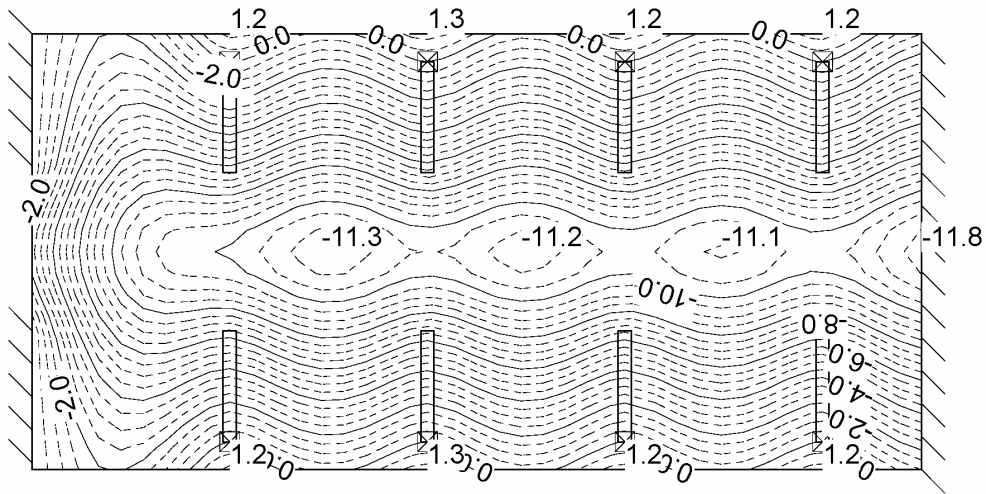


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

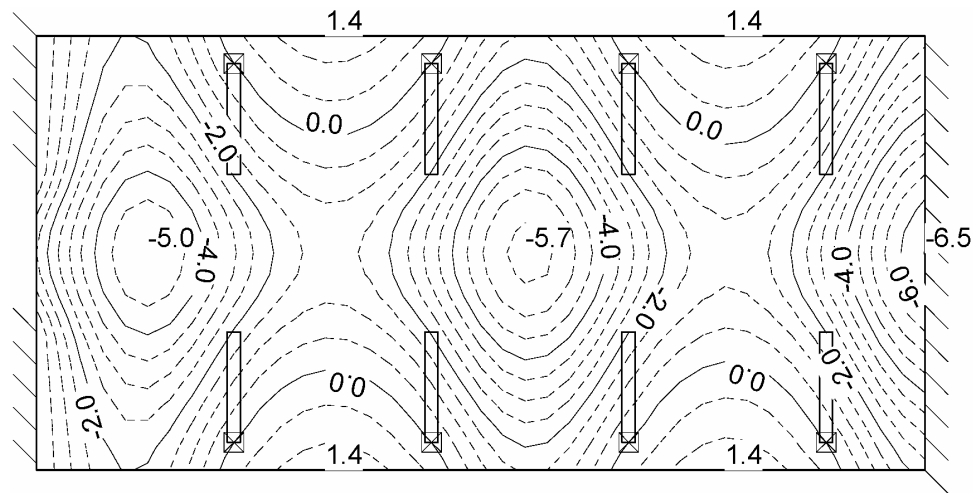


System B 3.1

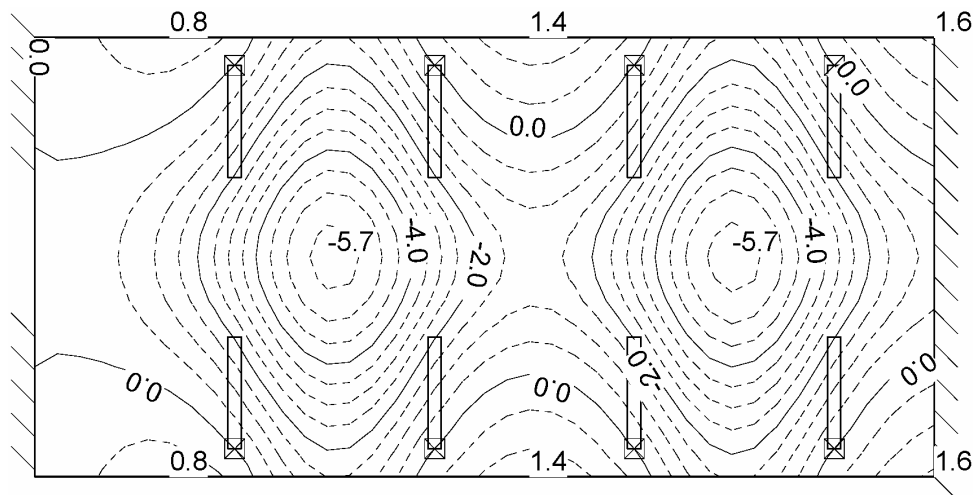
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

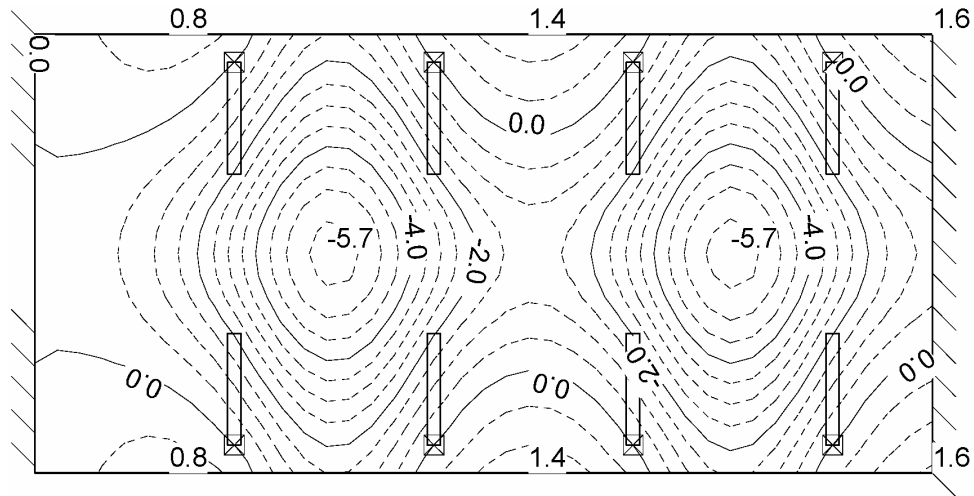


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

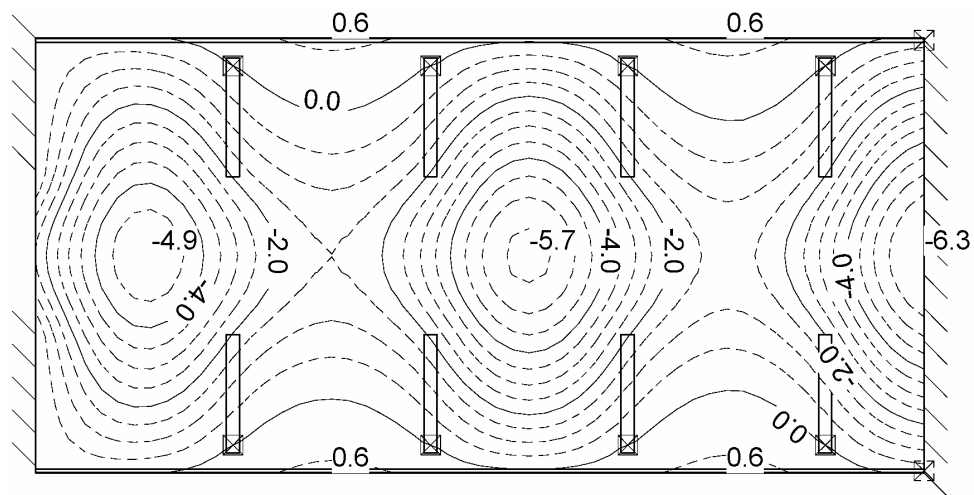


System B 3.2

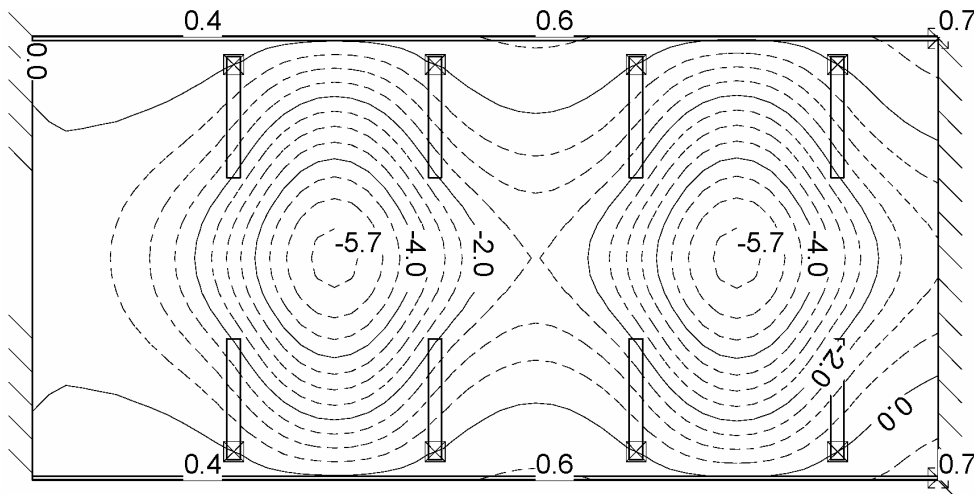
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

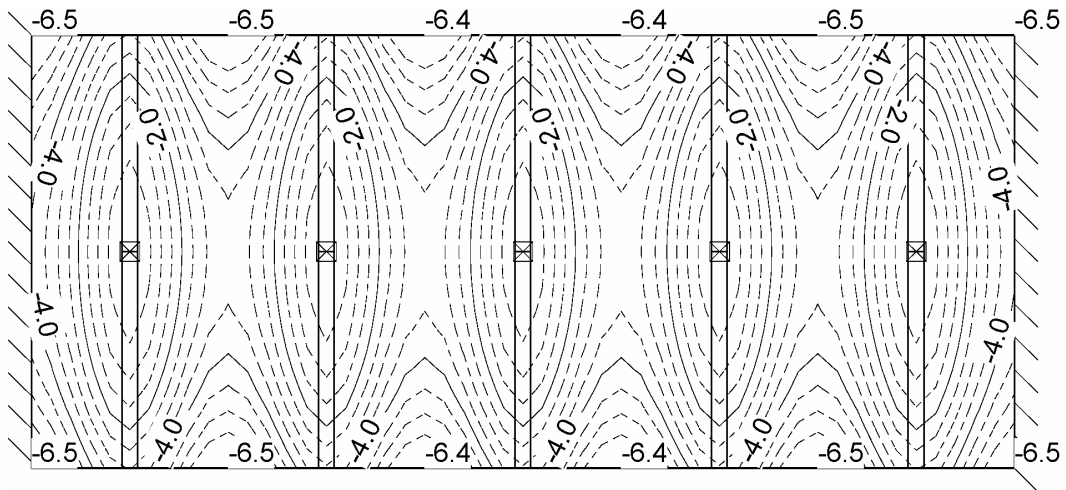


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

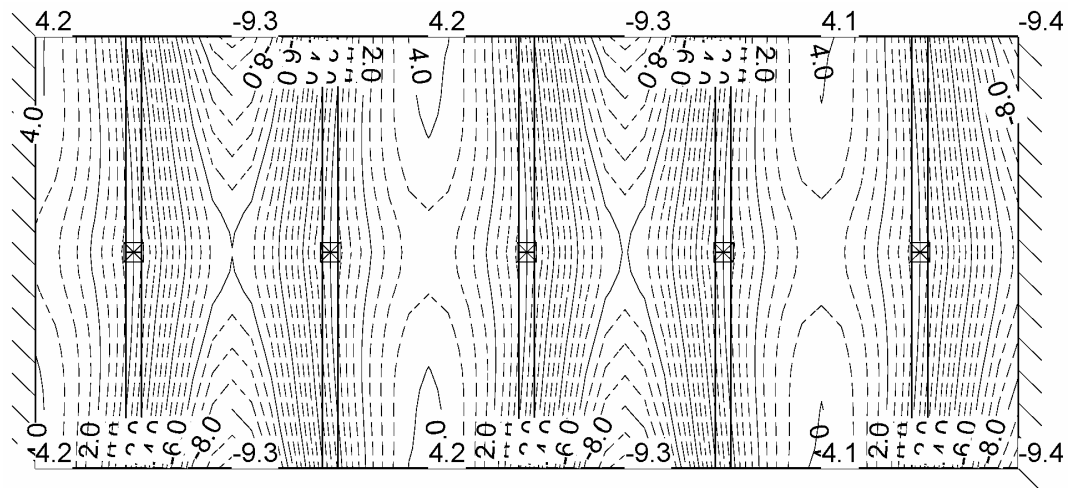


System B 4.0

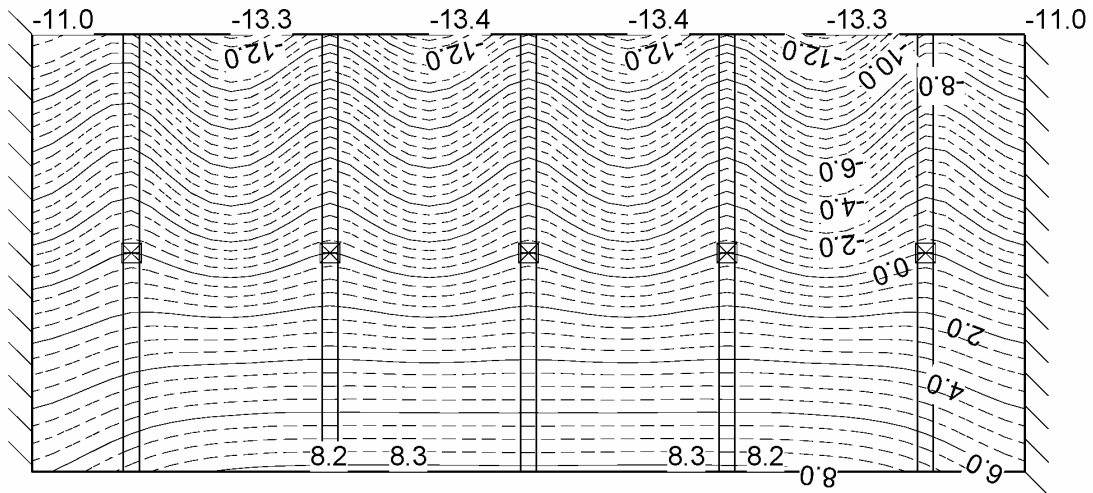
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

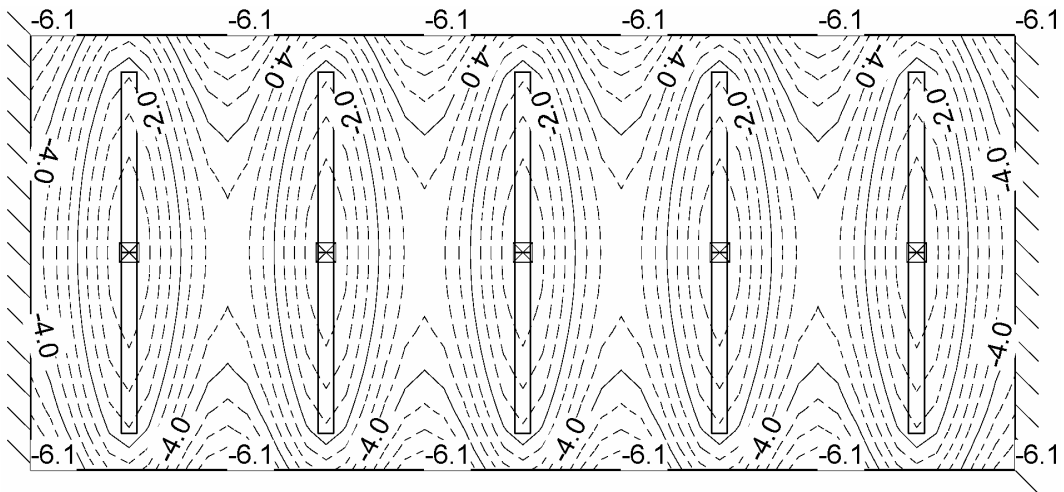


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

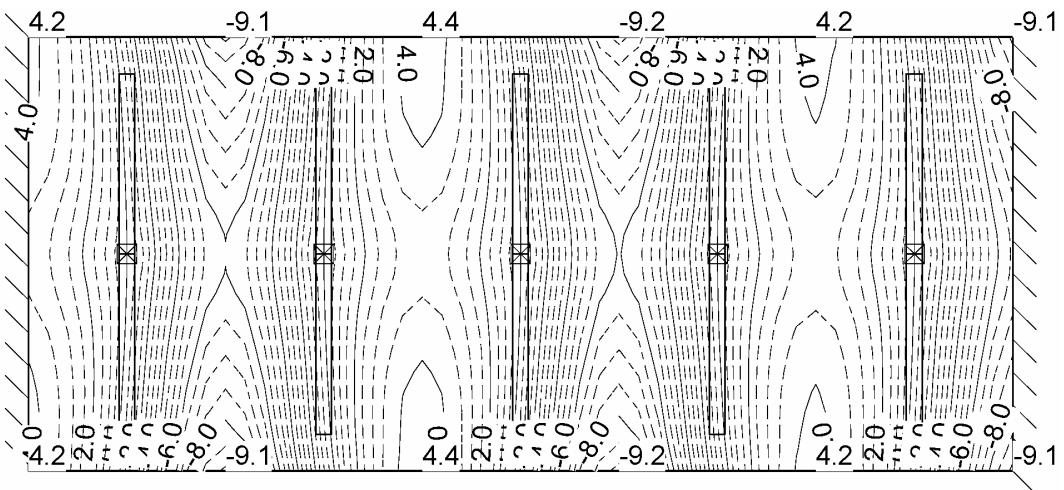


System B 4.1

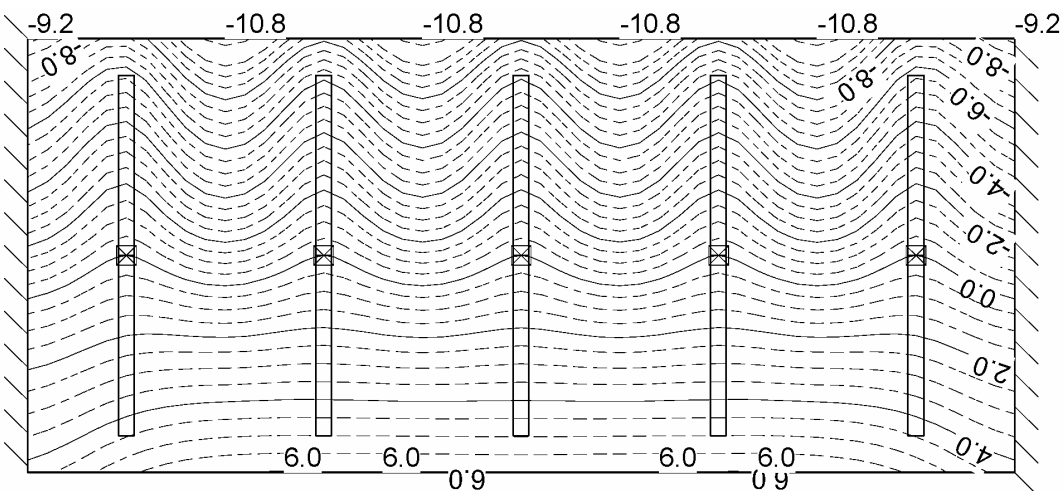
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

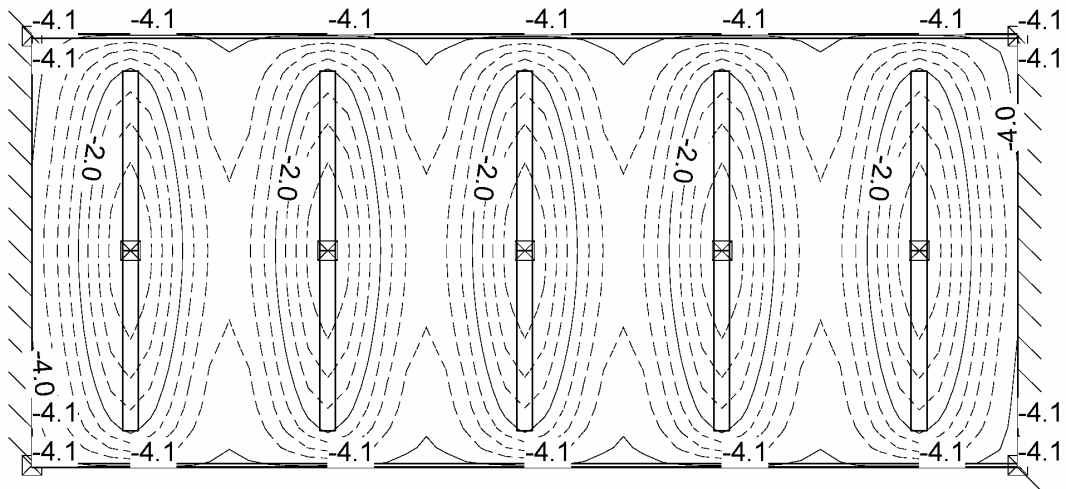


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

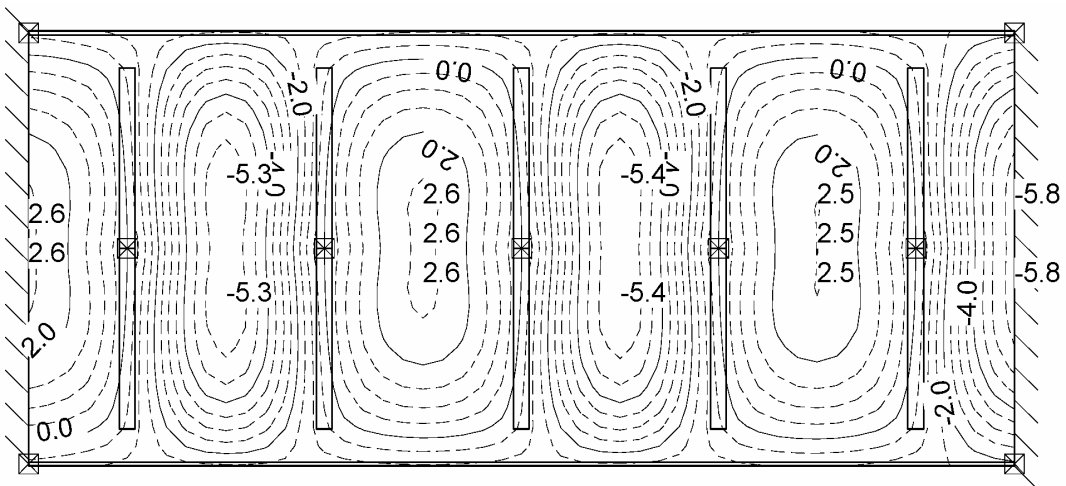


System B 4.2

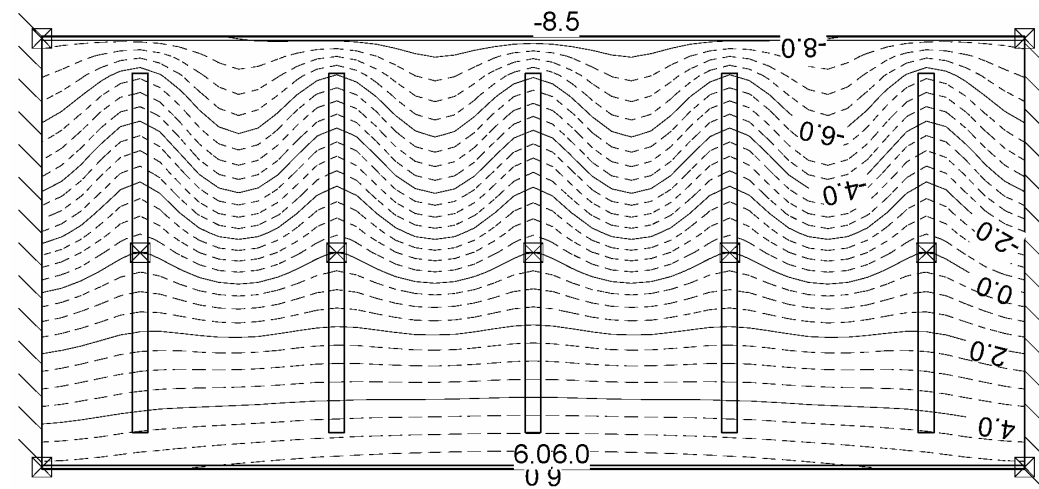
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

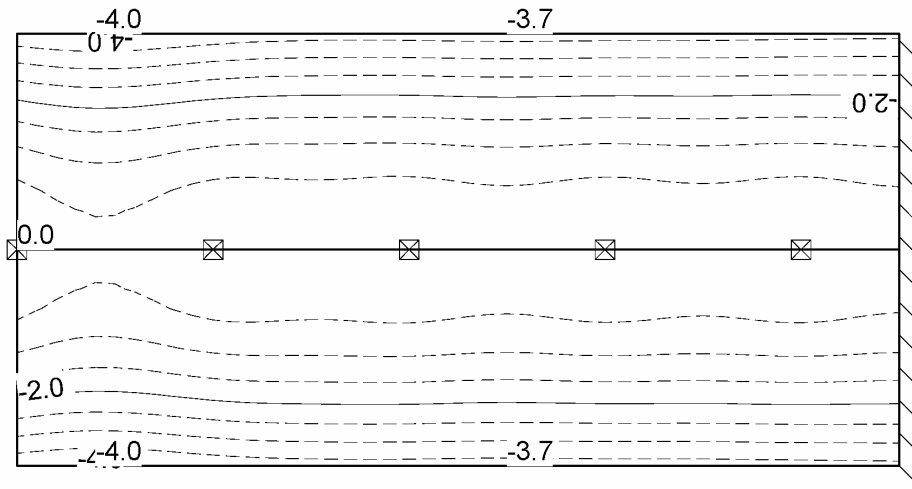


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

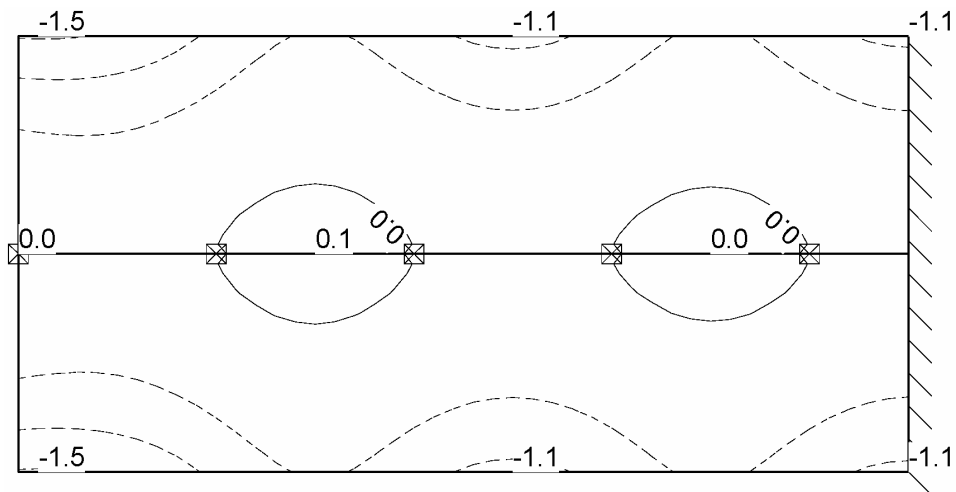


System B 5.0

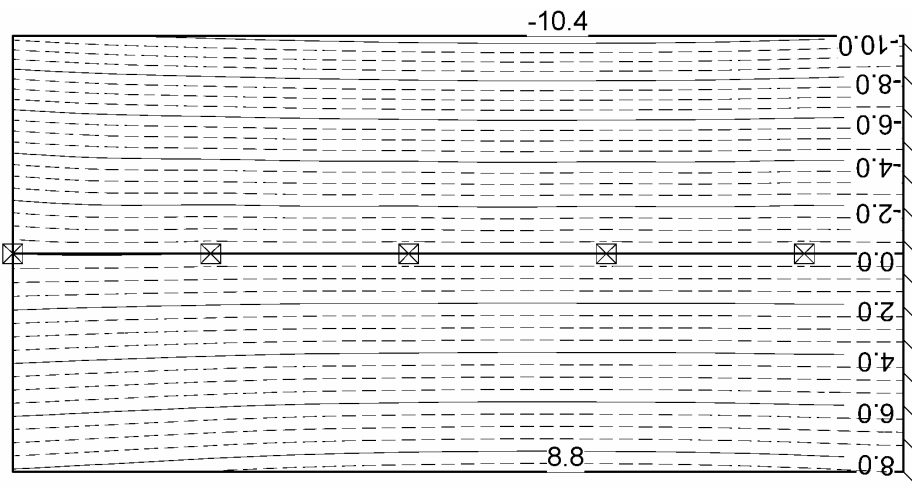
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

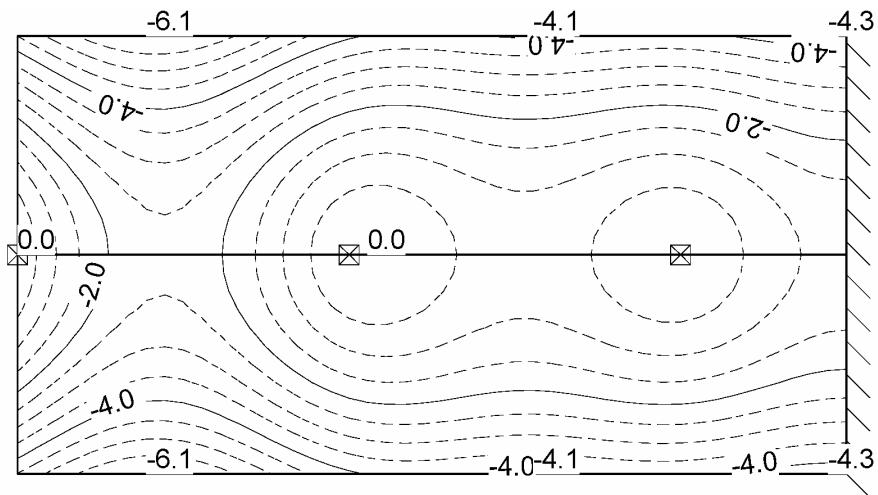


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

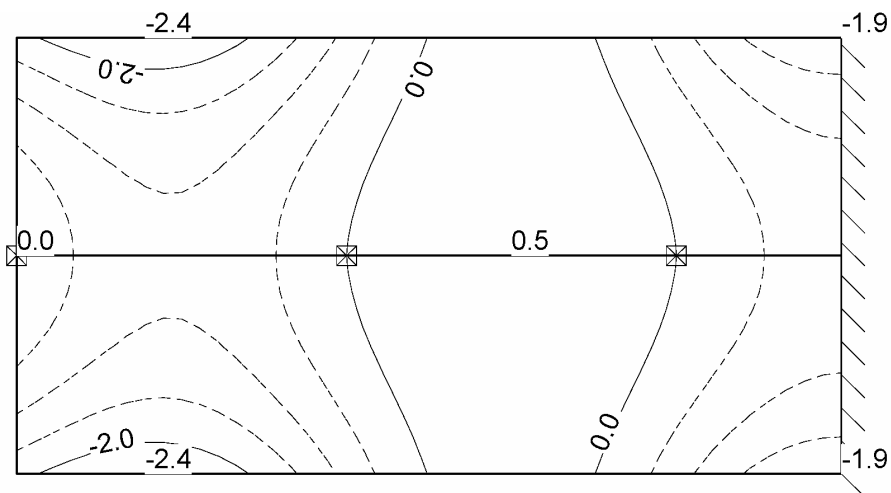


System B 5.1

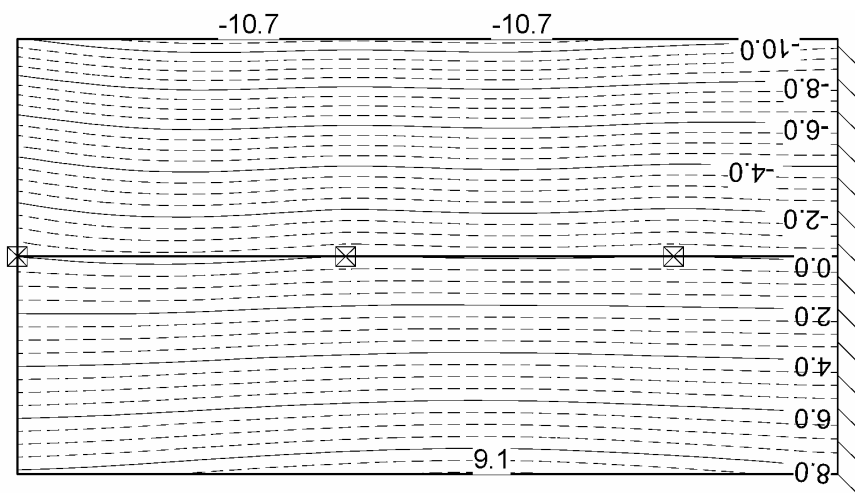
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

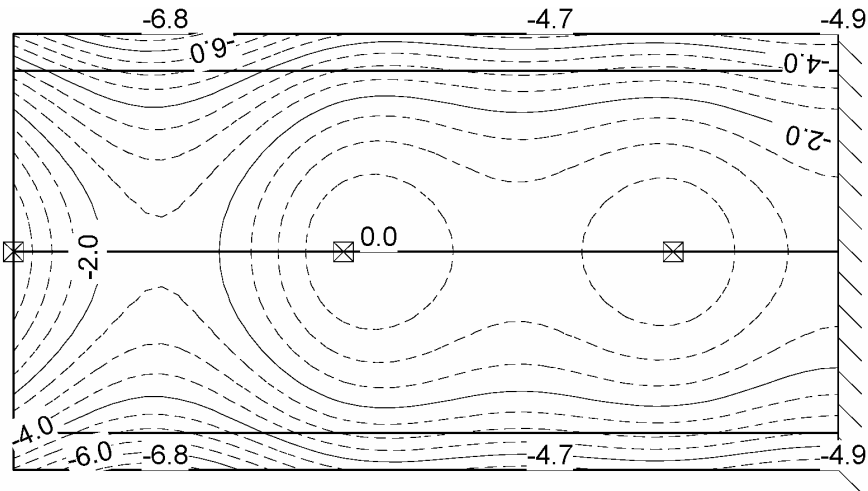


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

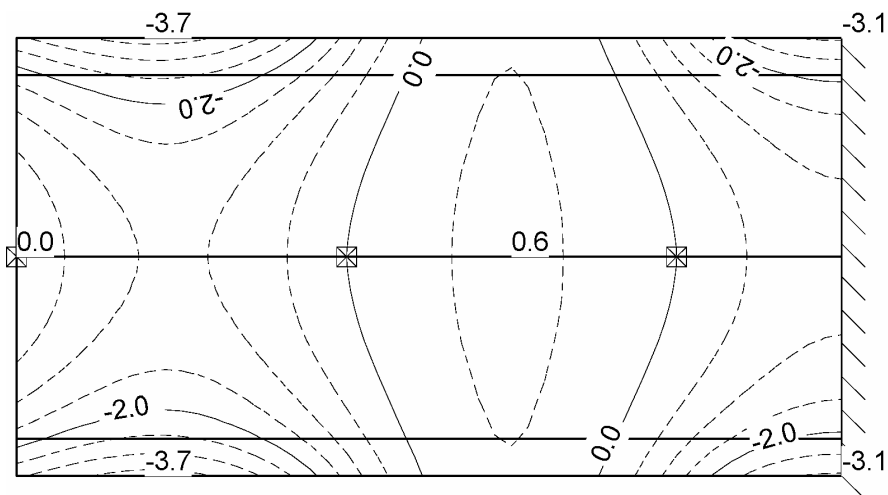


System B 5.2

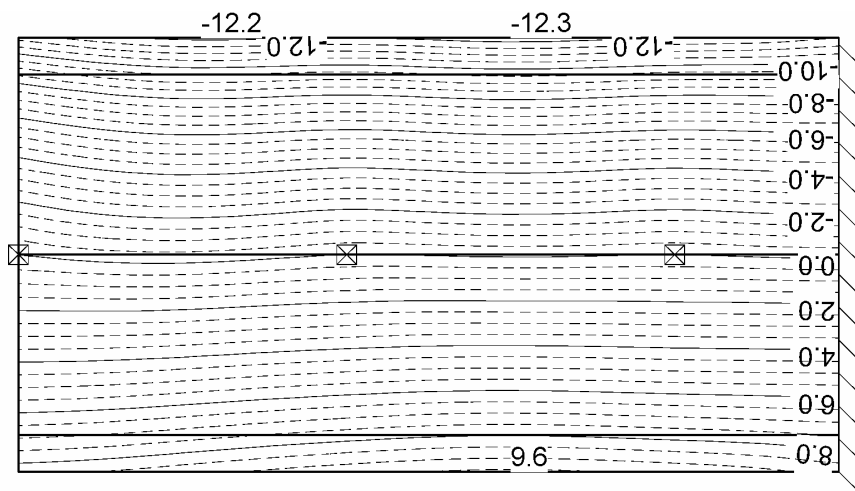
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

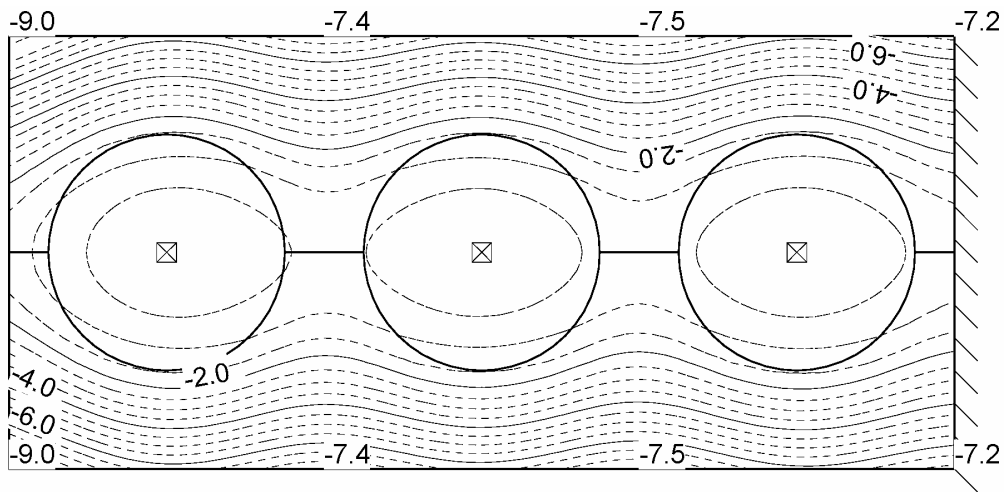


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

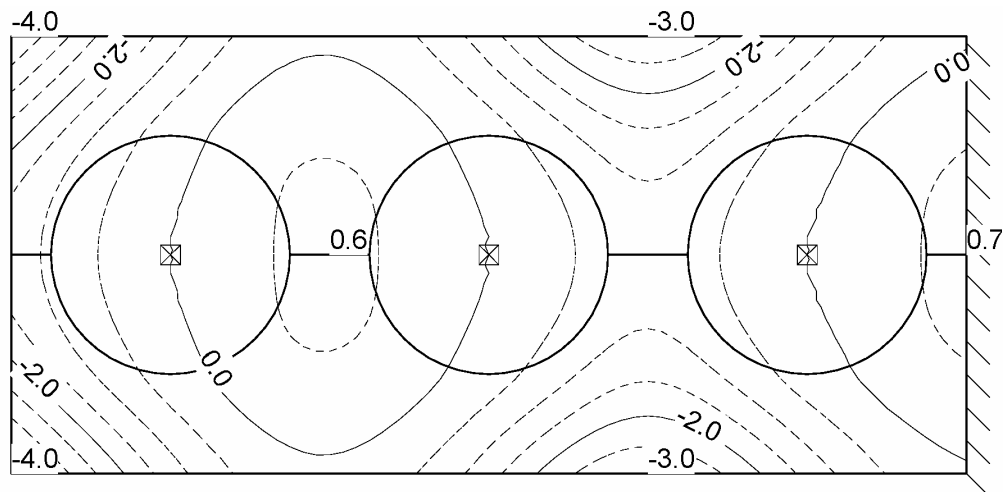


System B 6.0

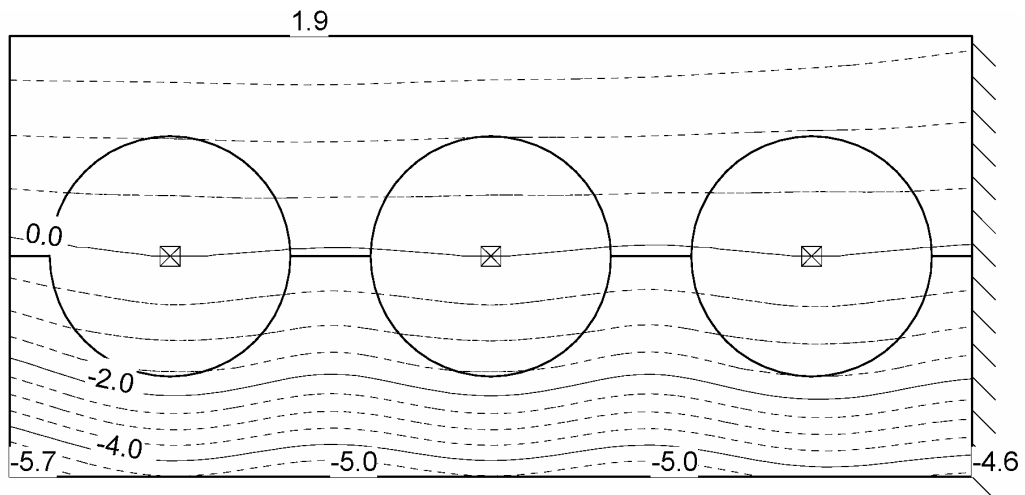
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

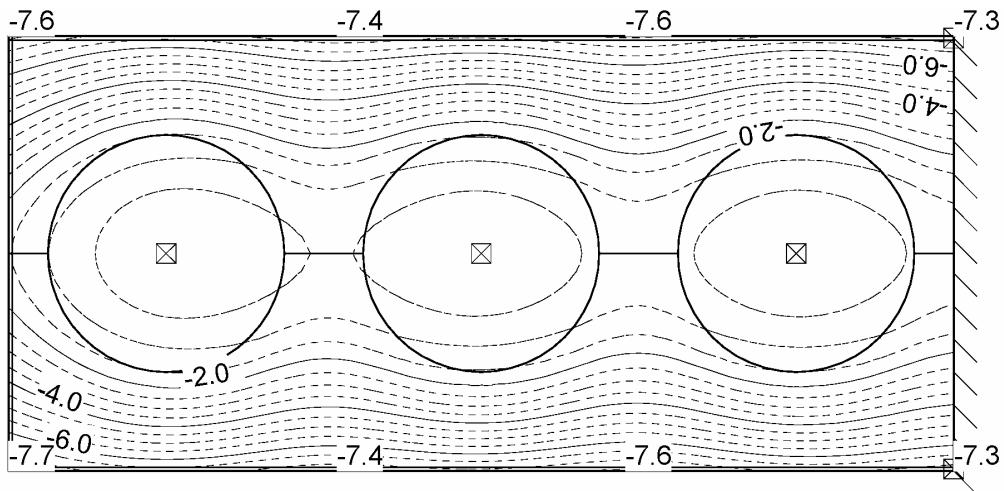


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

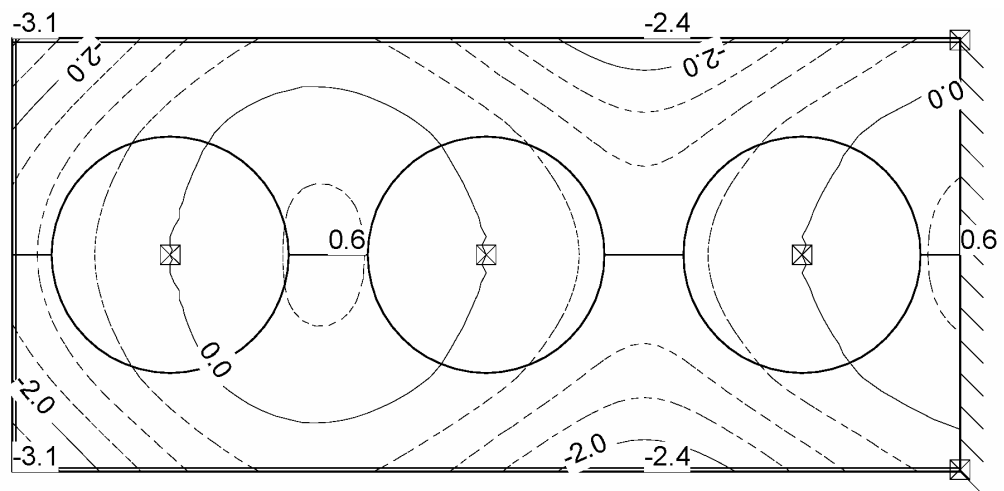


System B 6.1

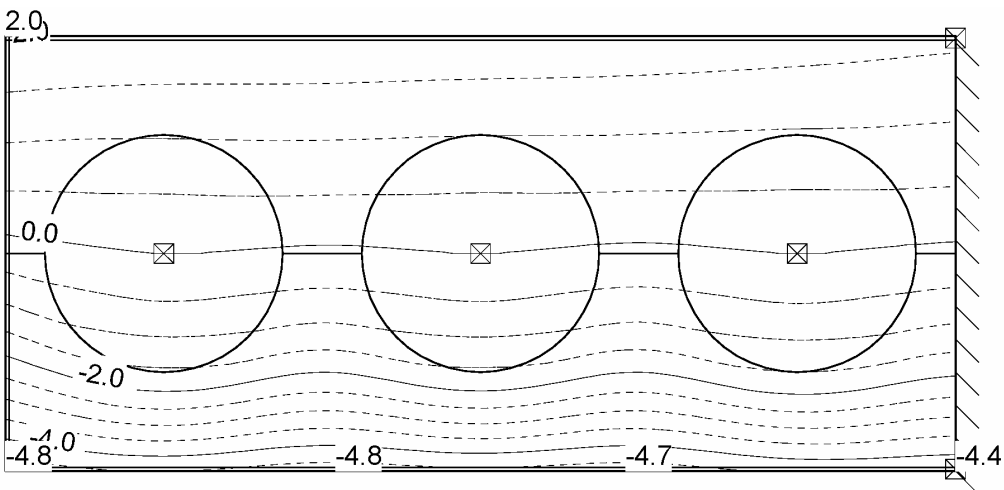
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

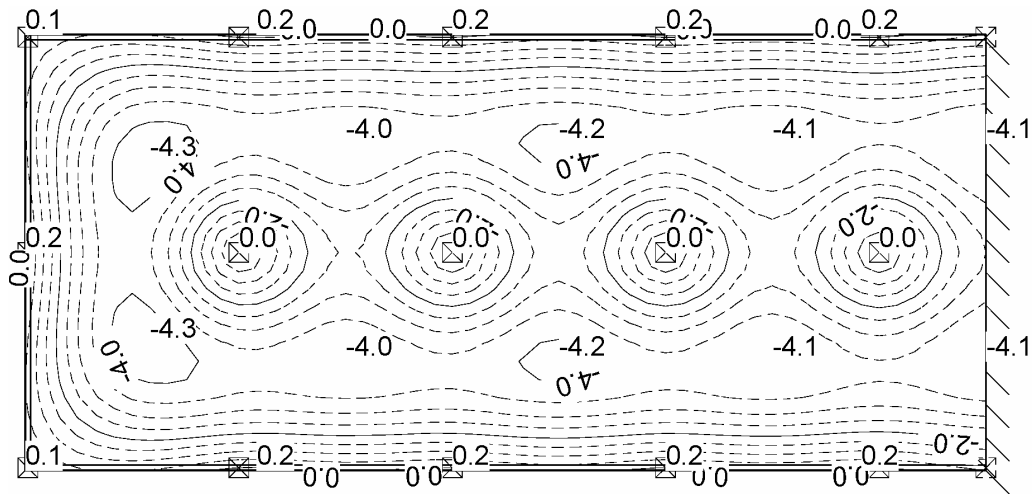


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

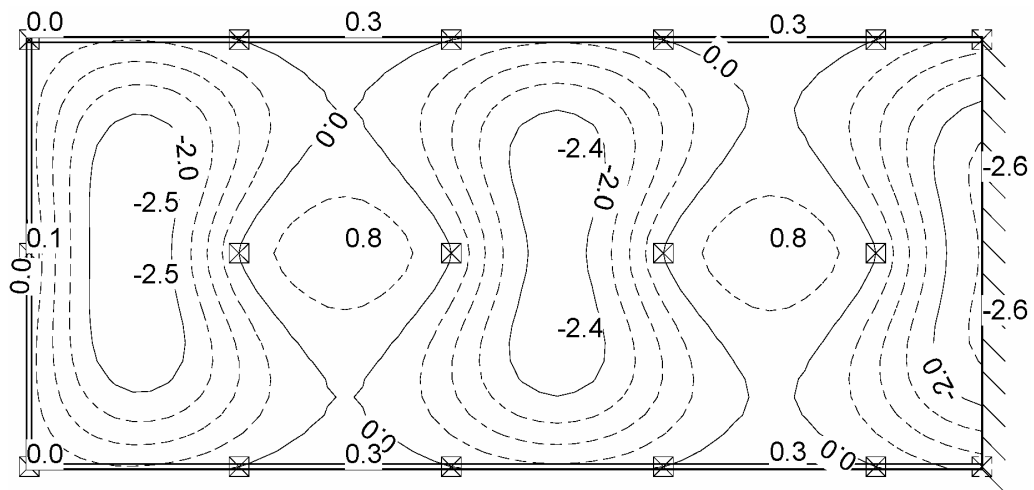


System B 7.0

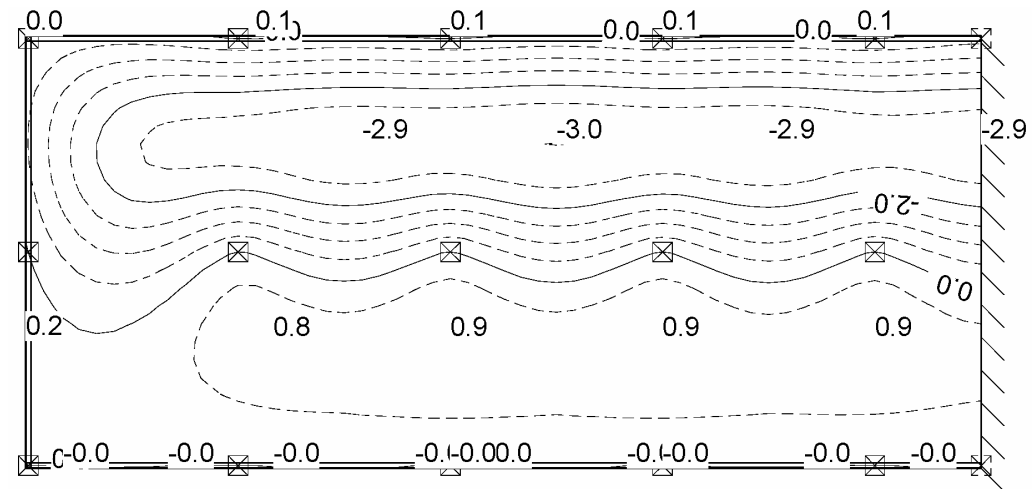
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

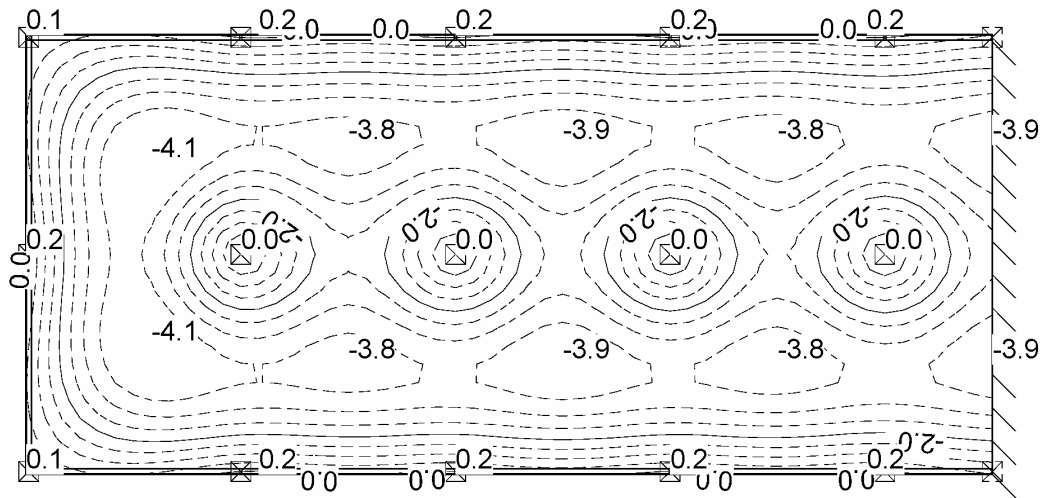


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

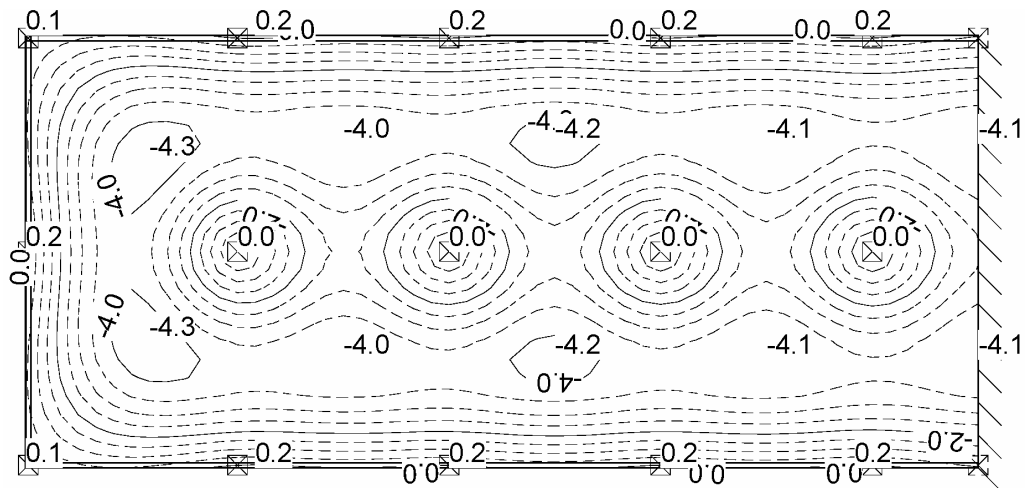


System B 7.01

Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:

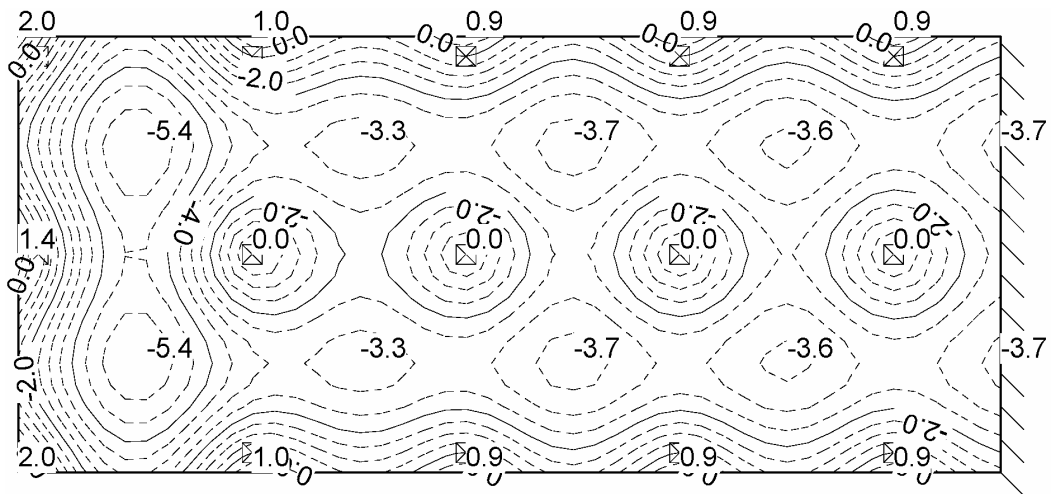
**System B 7.02**

Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:

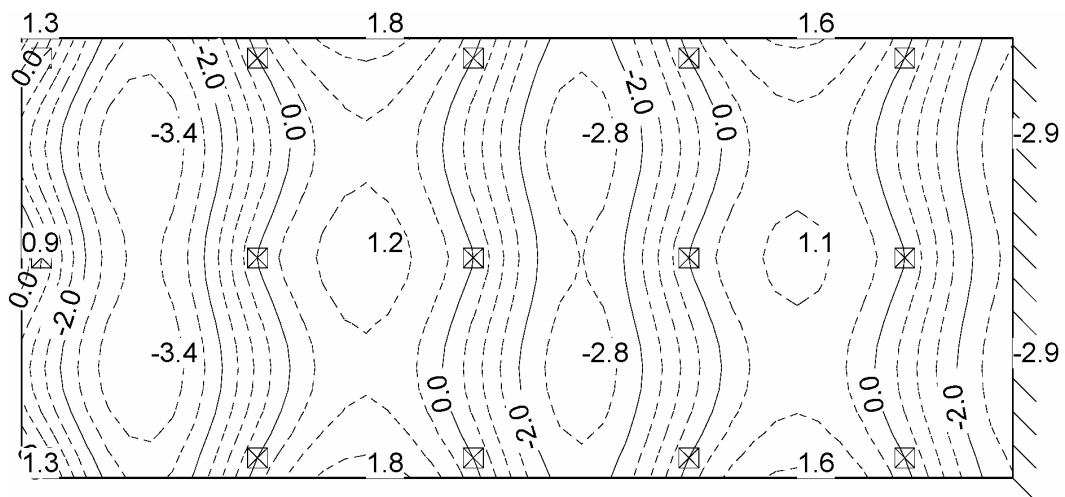


System B 7.1

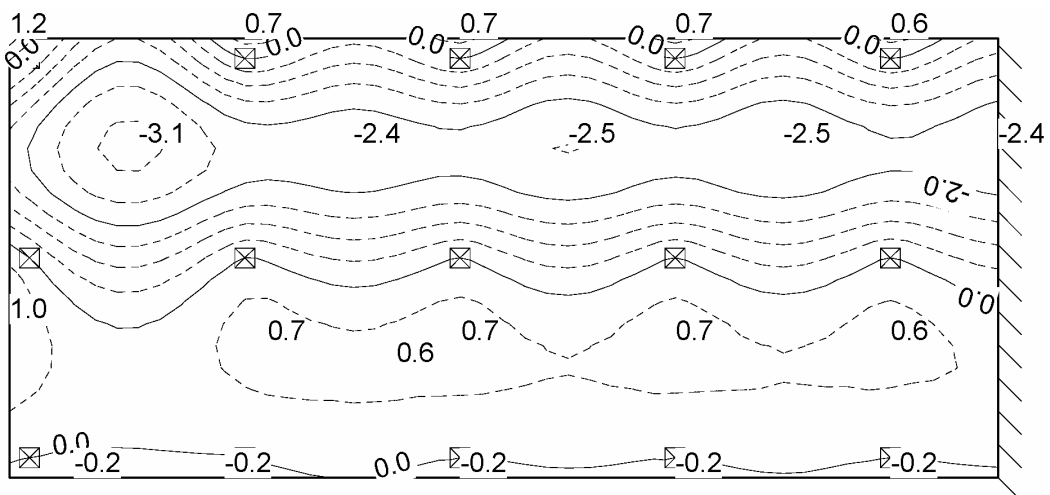
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

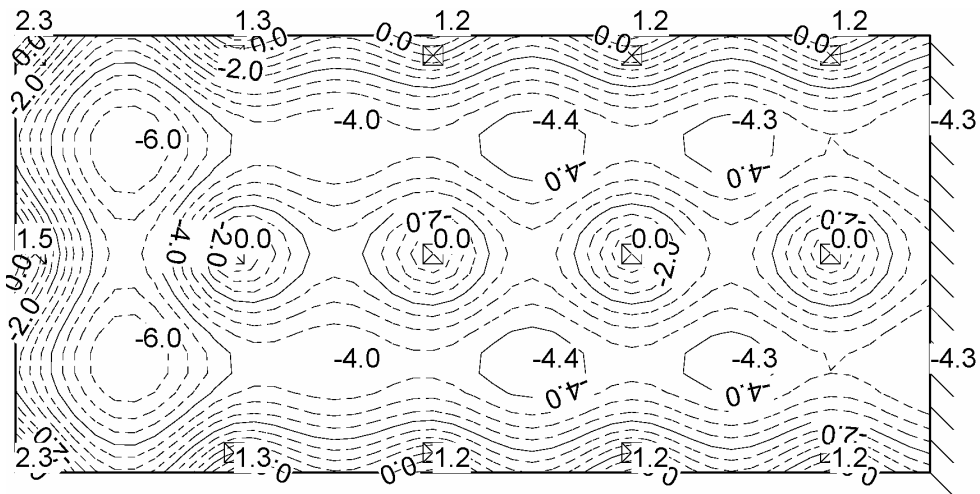


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

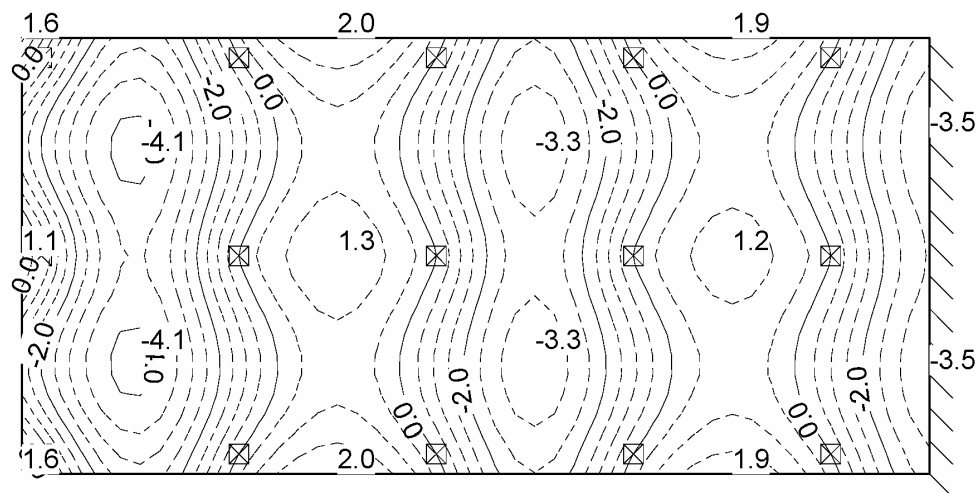


System B 7.2

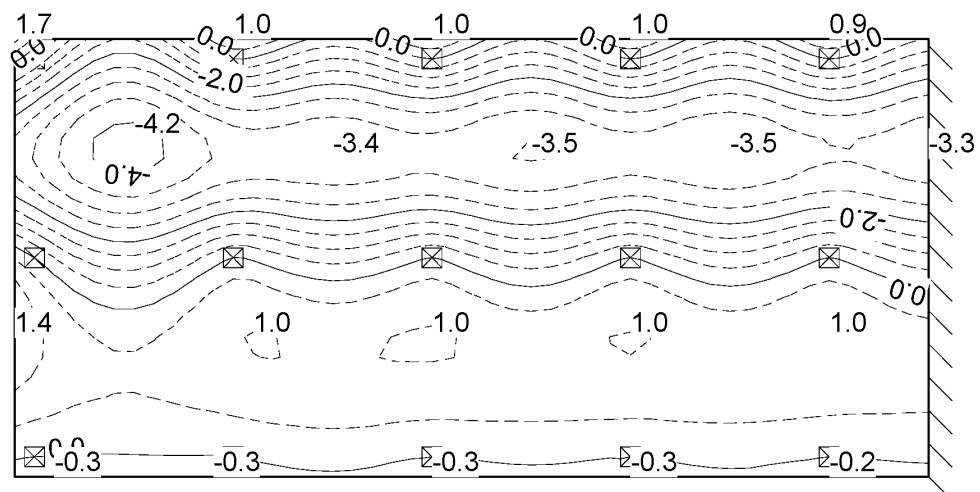
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

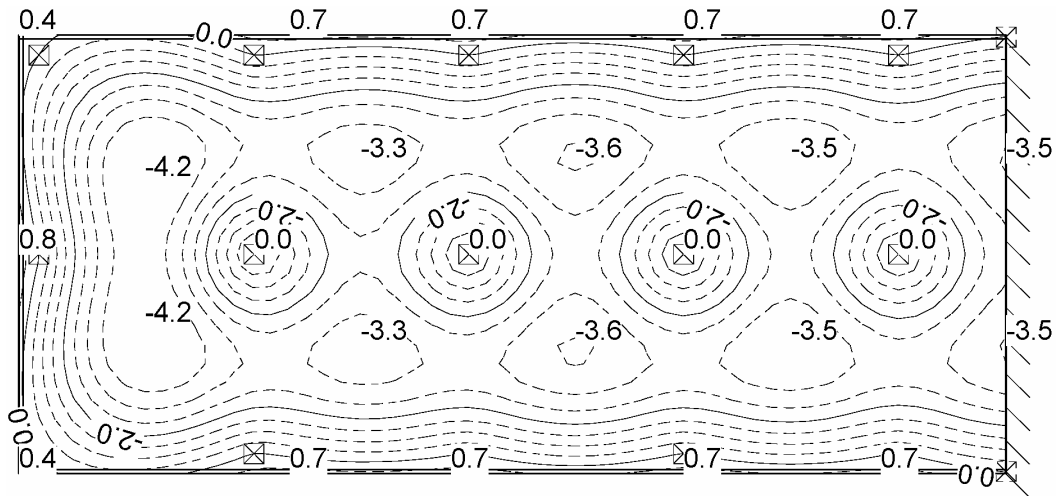


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

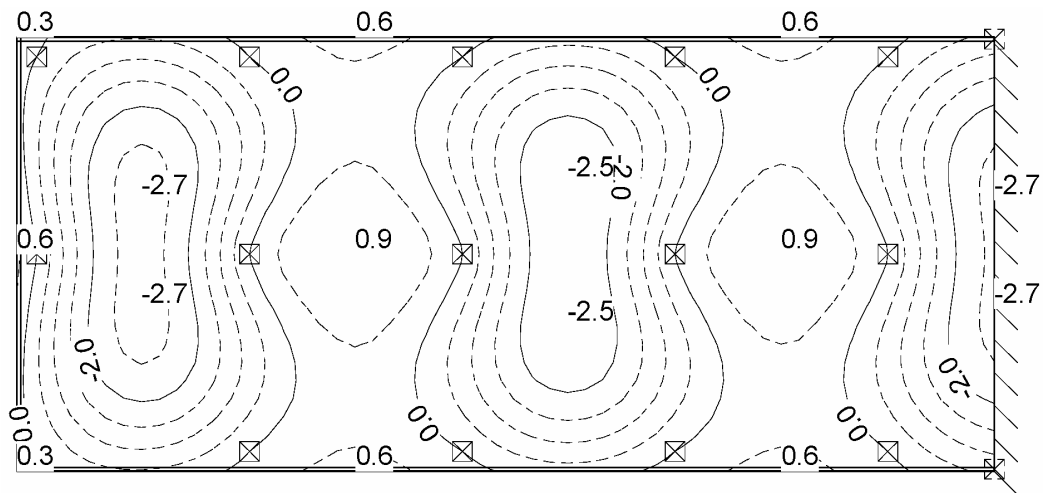


System A 7.3

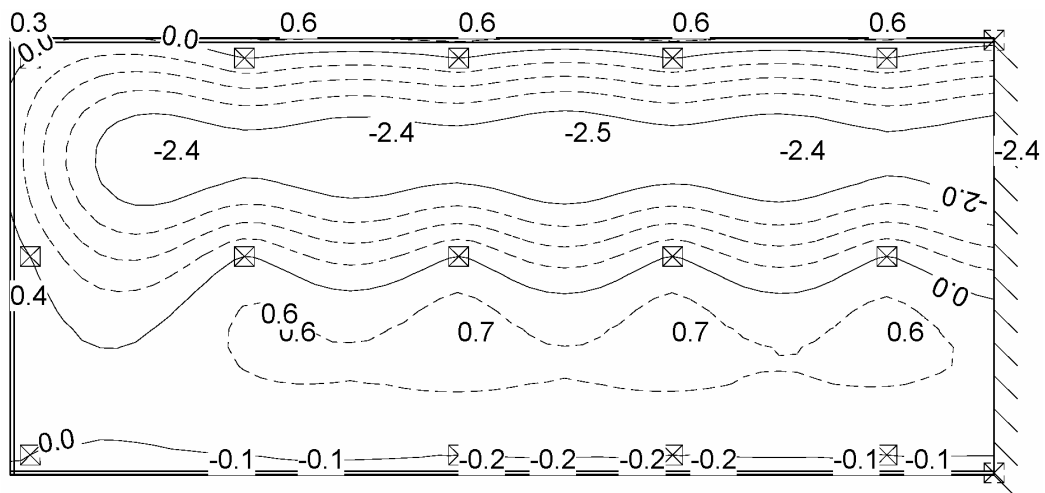
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

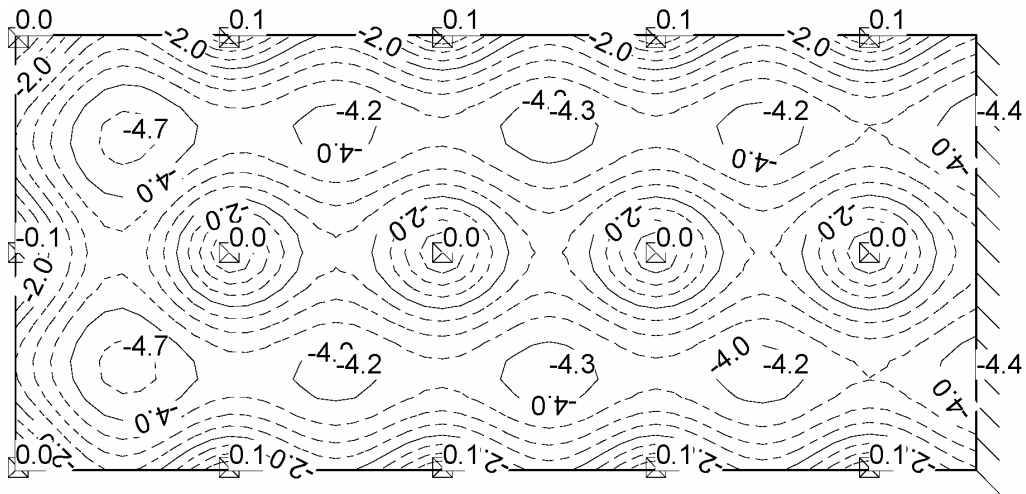


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

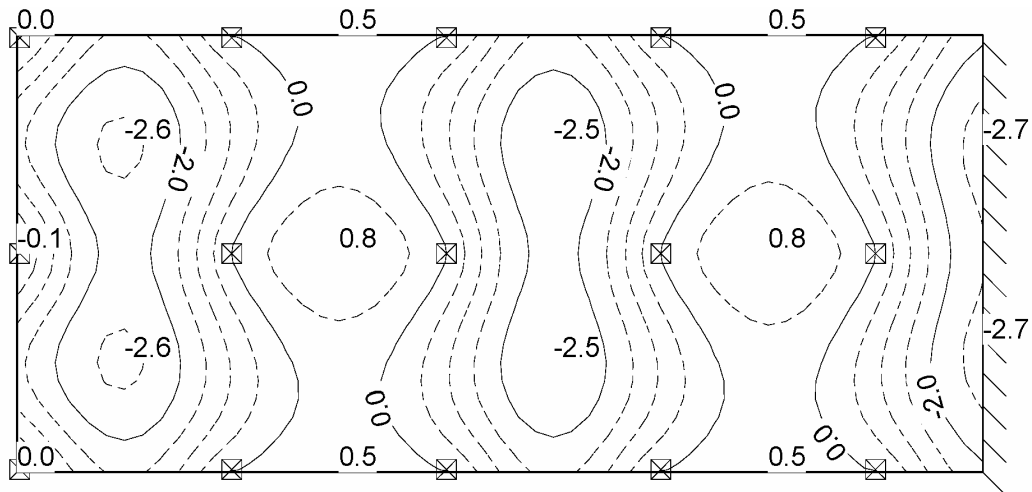


System B 7.4

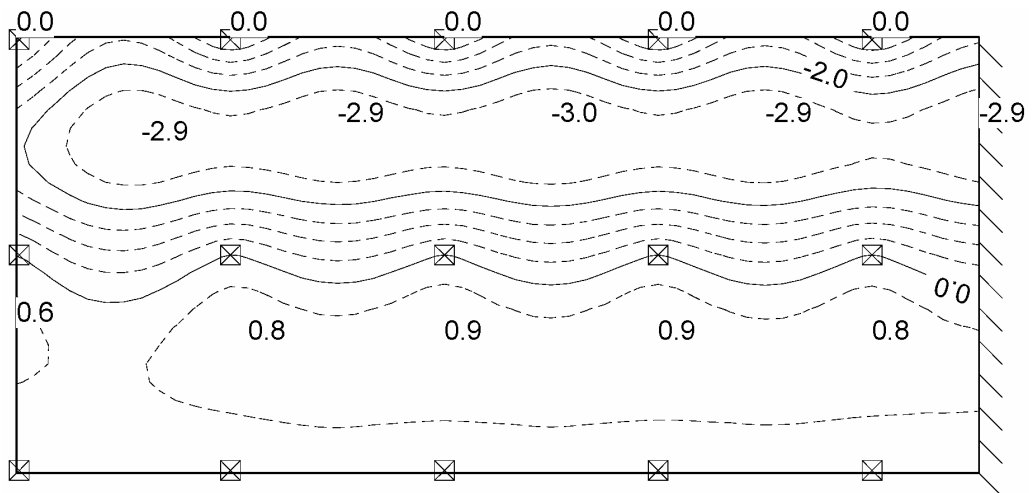
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

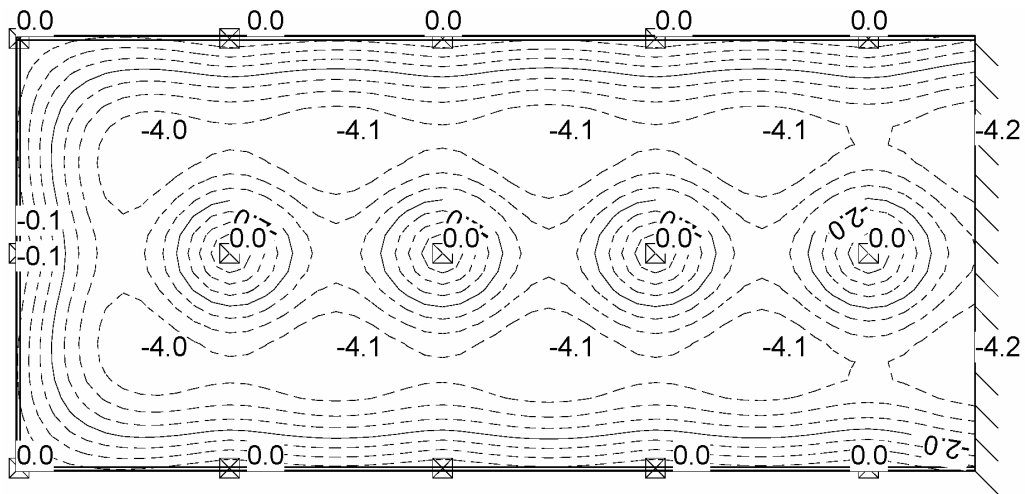


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

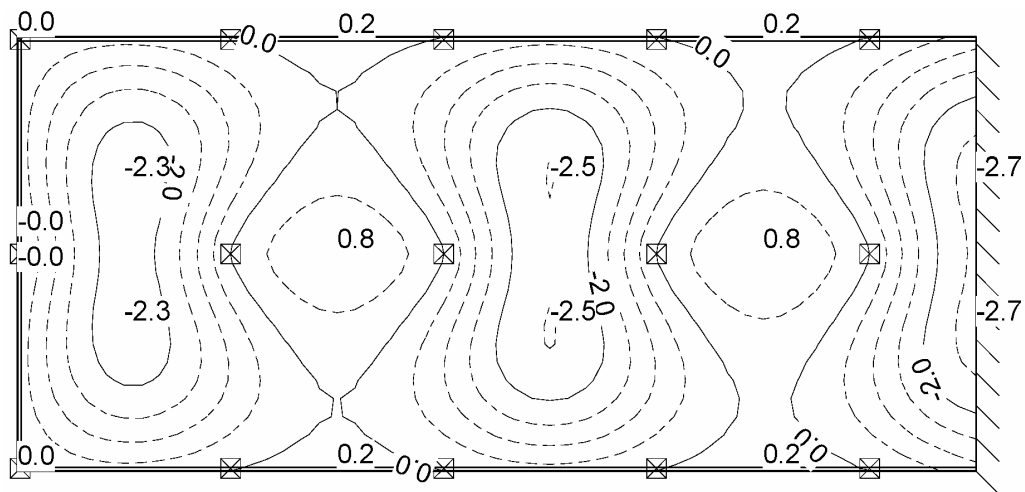


System B 7.5

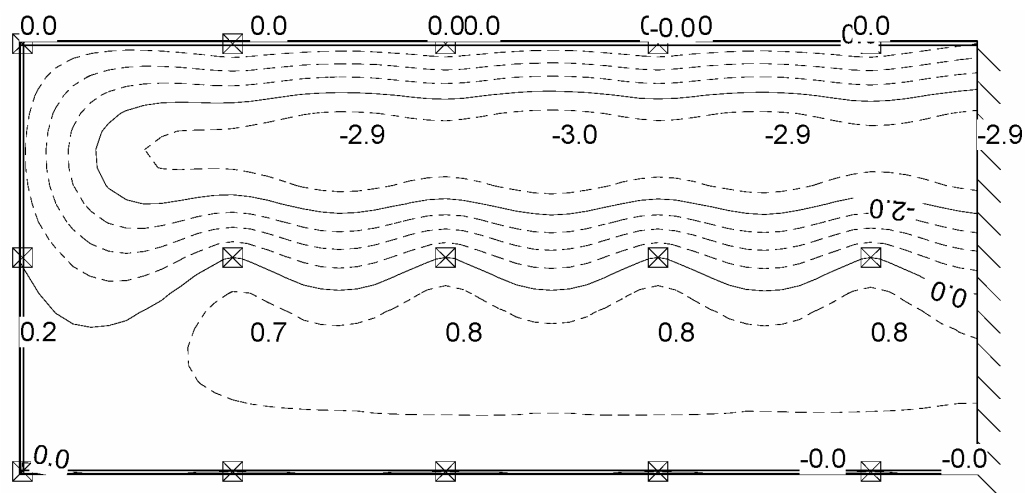
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

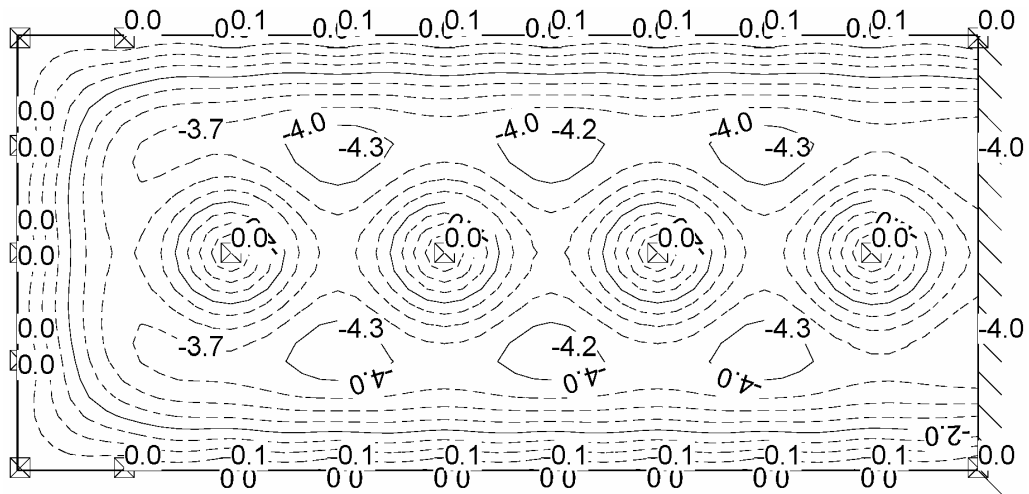


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

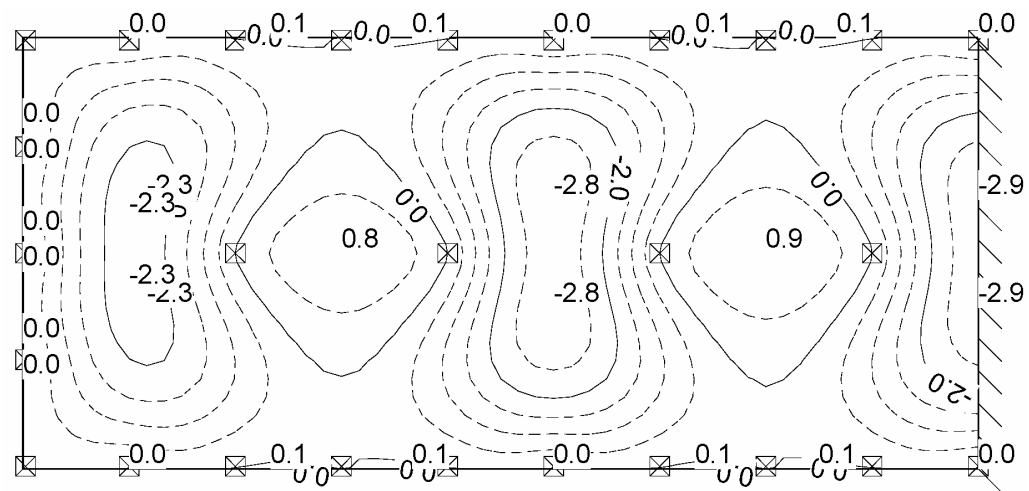


System B 7.6

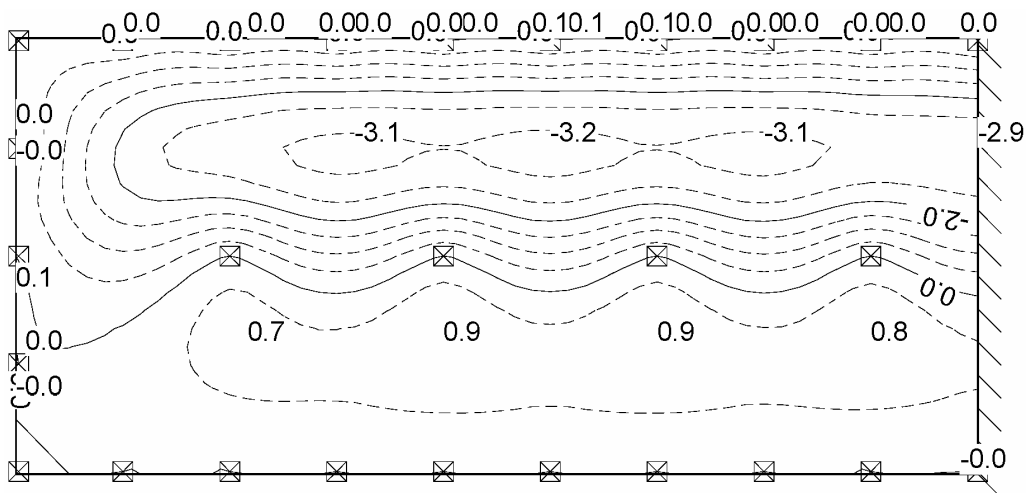
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

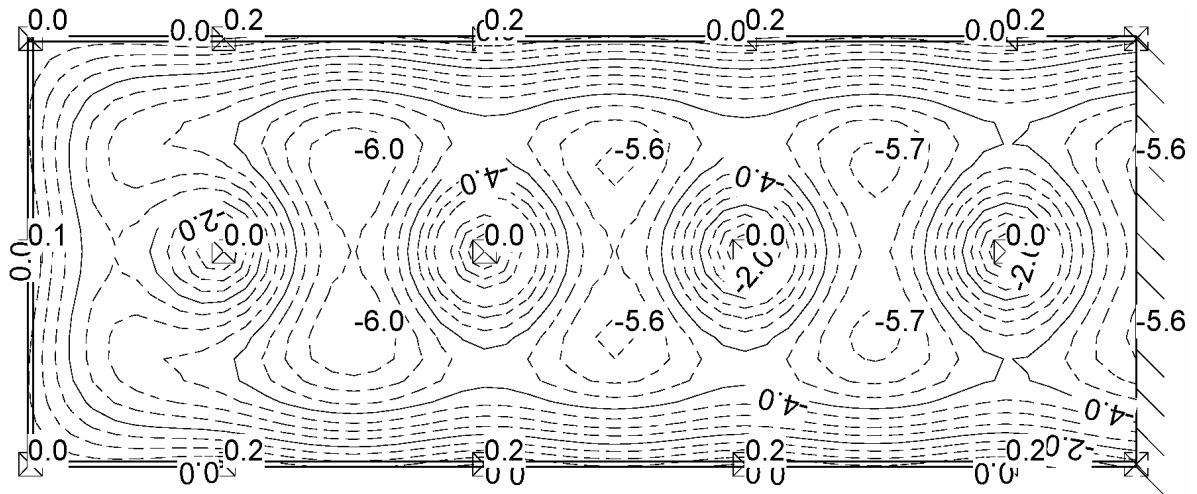


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

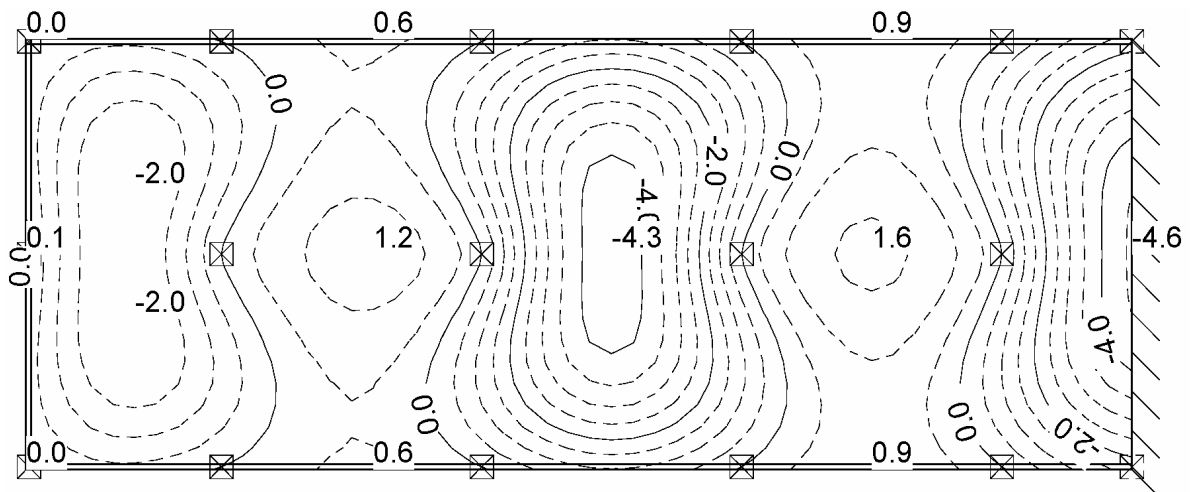


System B 8.0

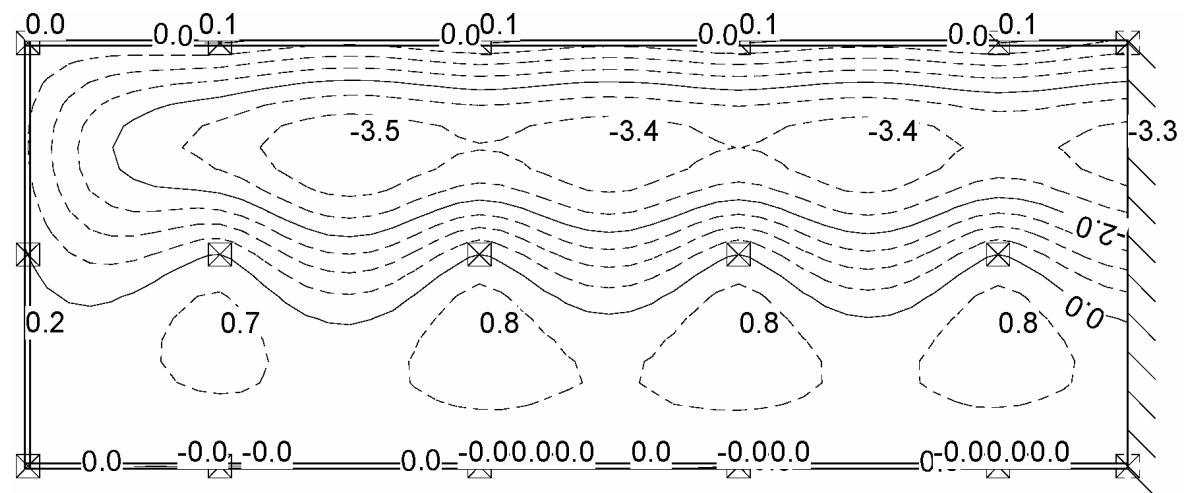
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

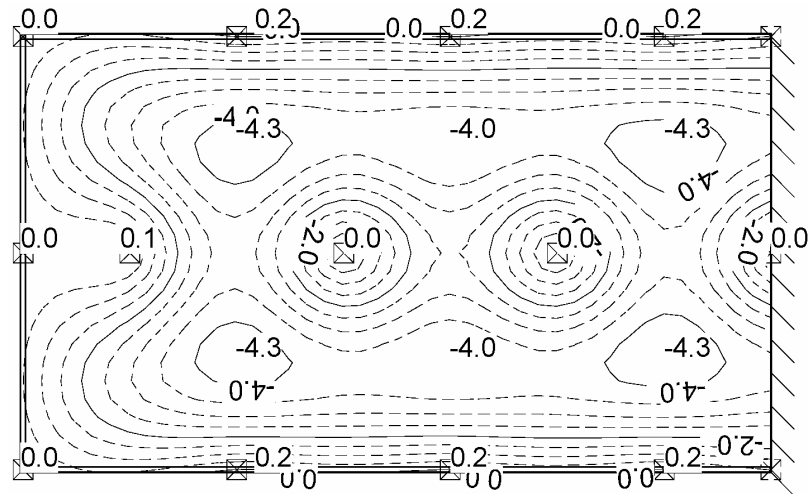


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

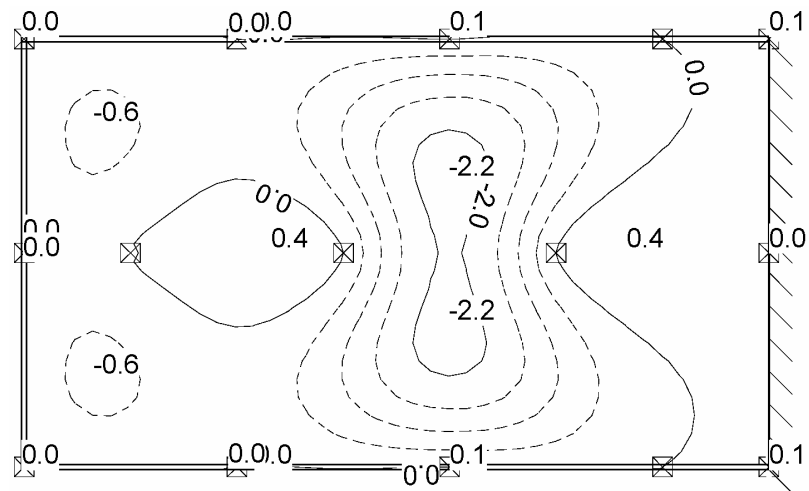


System B 9.0

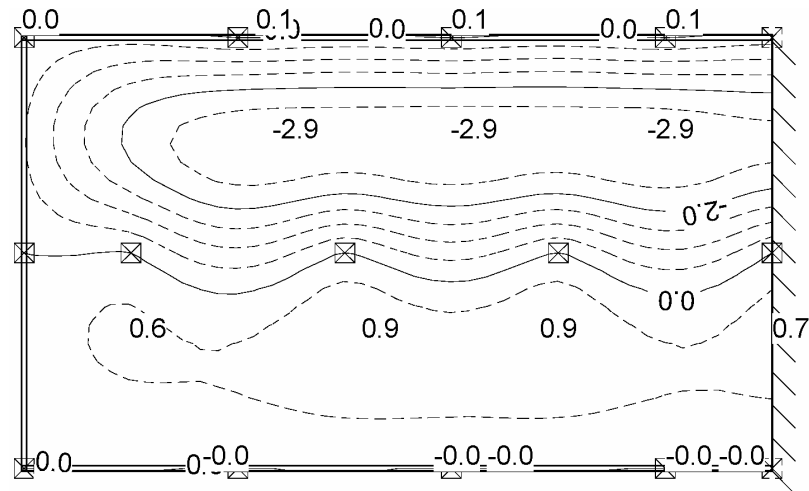
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

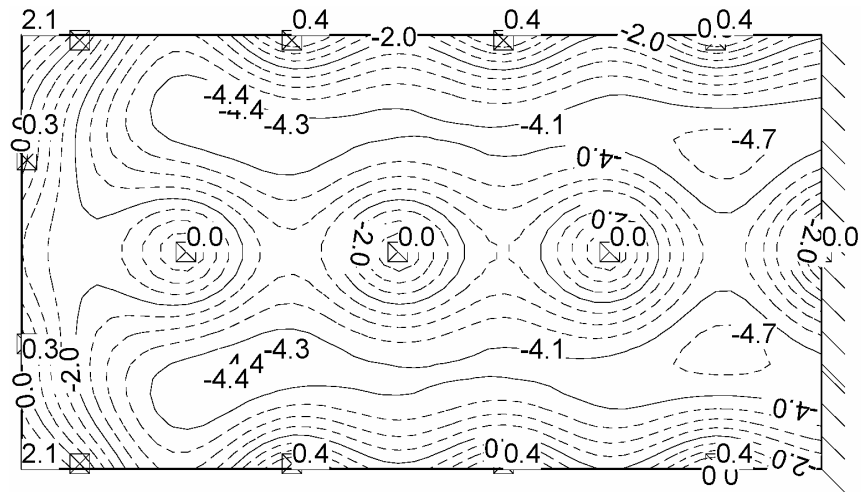


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

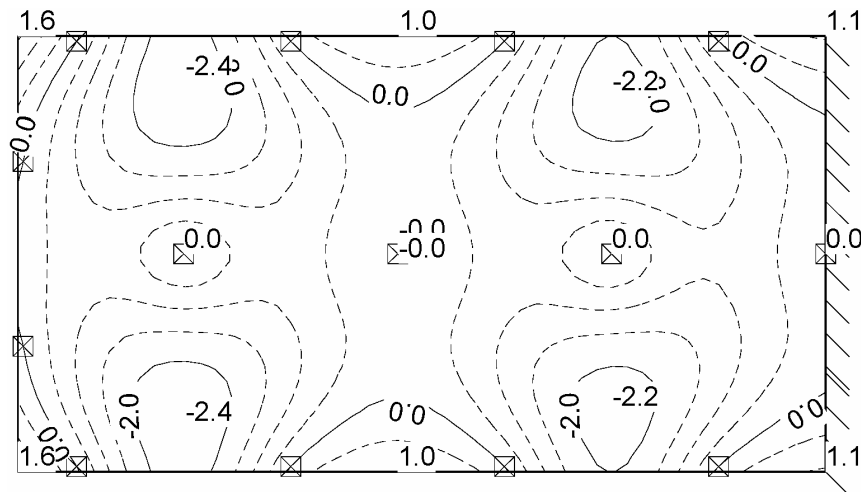


System B 9.1

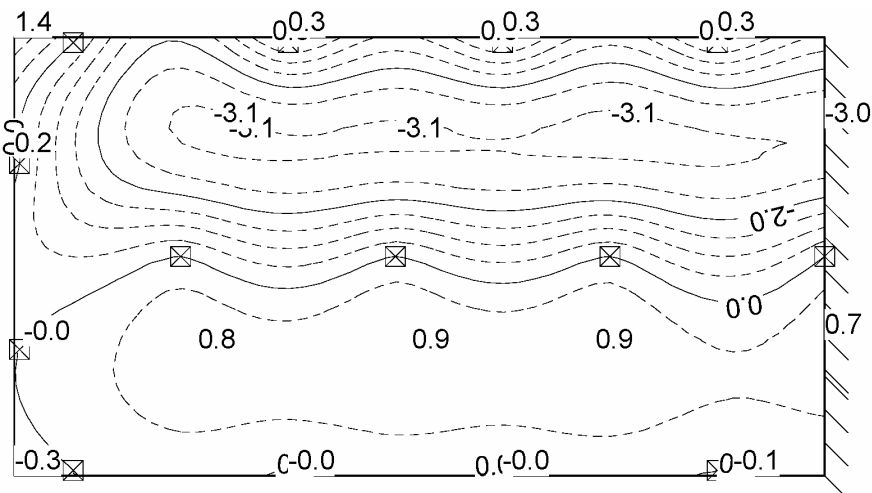
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

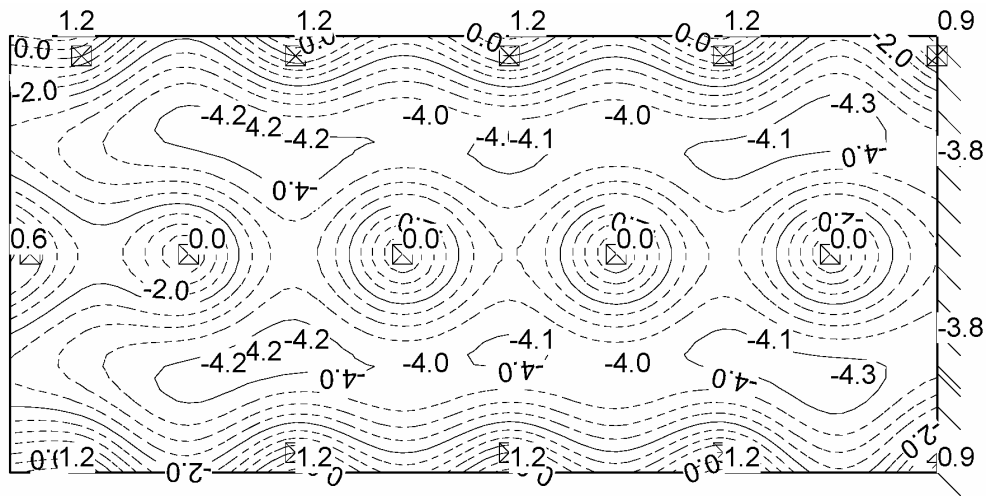


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

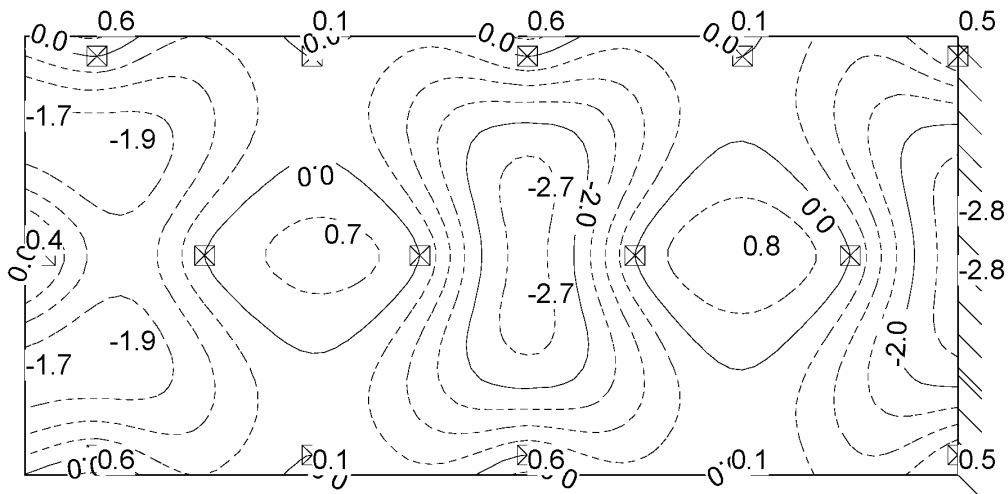


System B 9.2

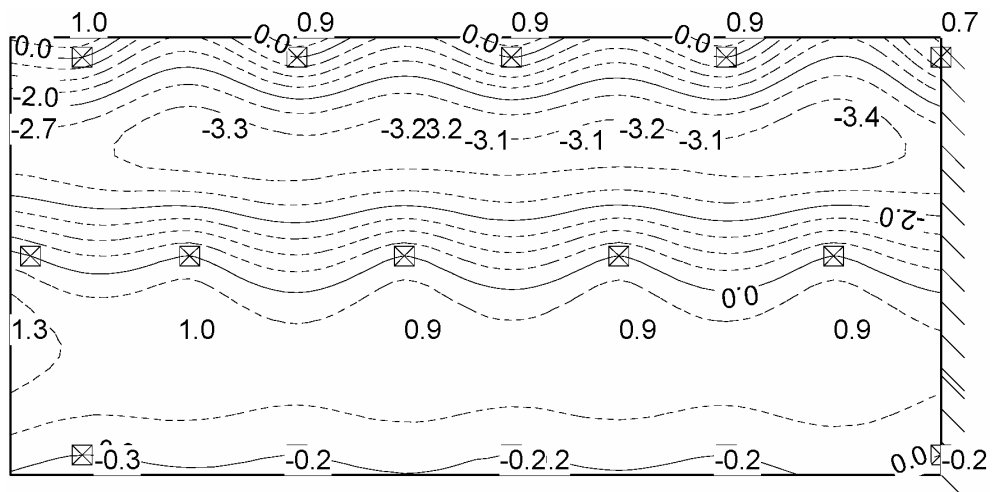
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

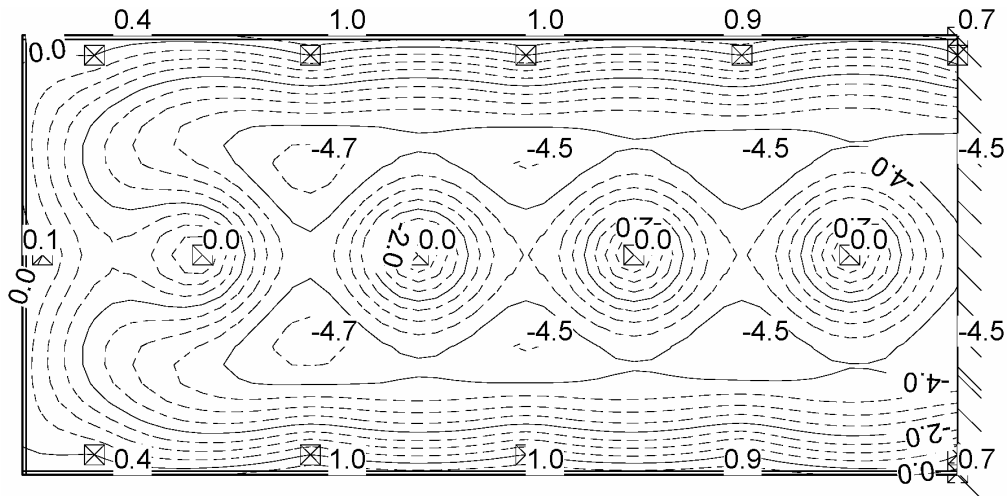


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

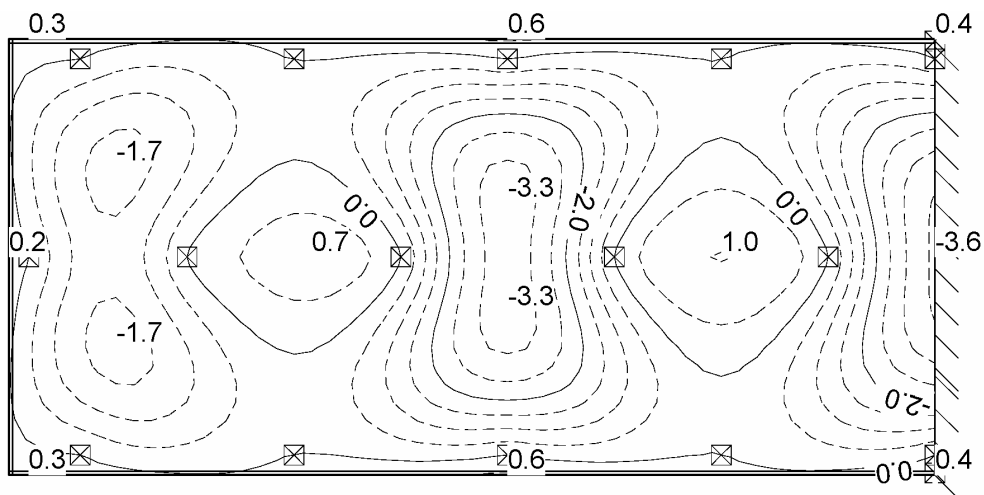


System B 9.3

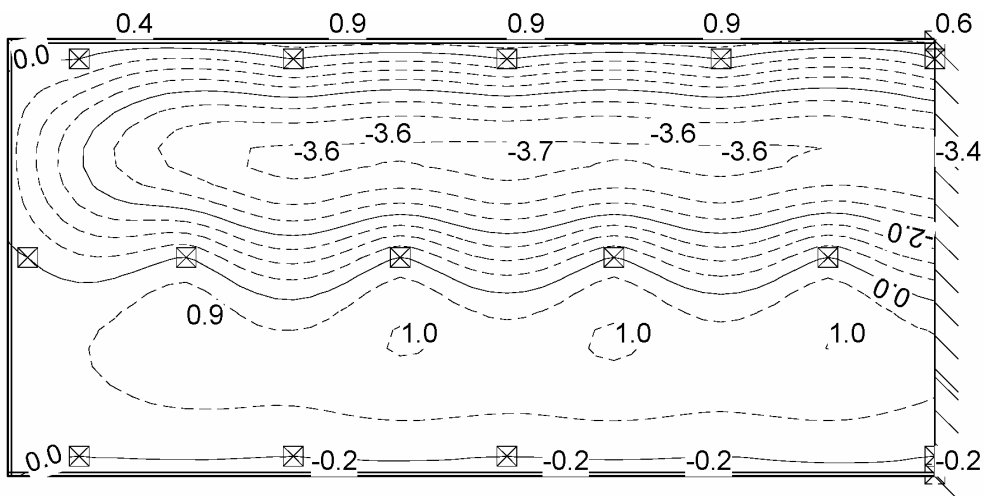
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

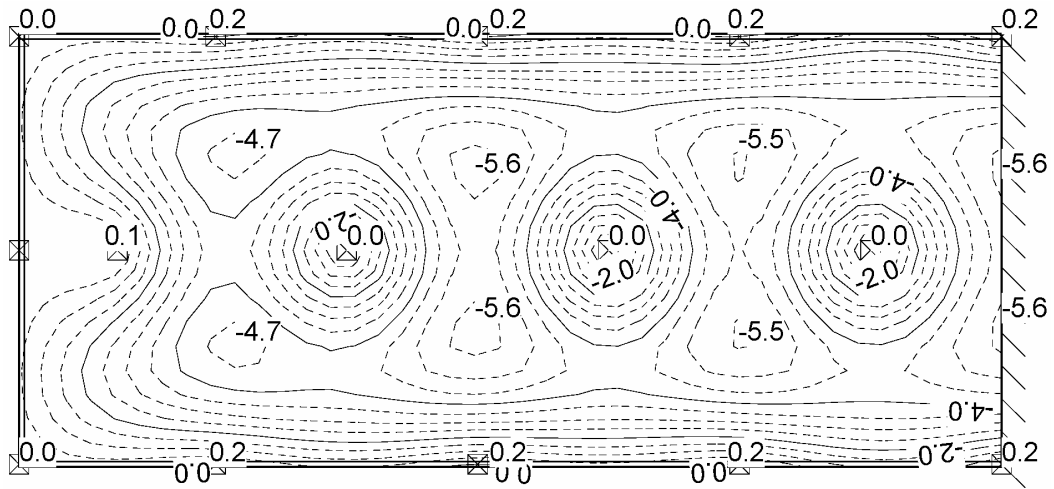


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

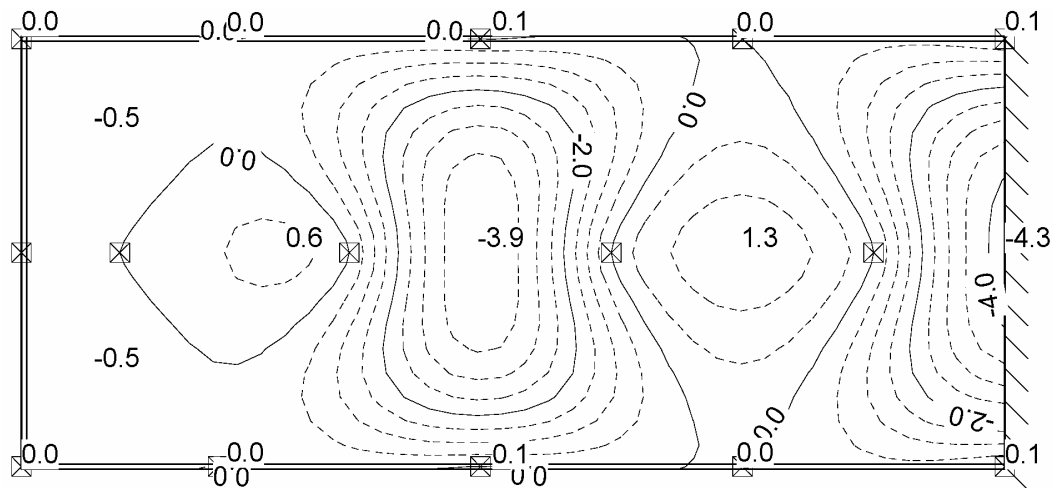


System B 10.0

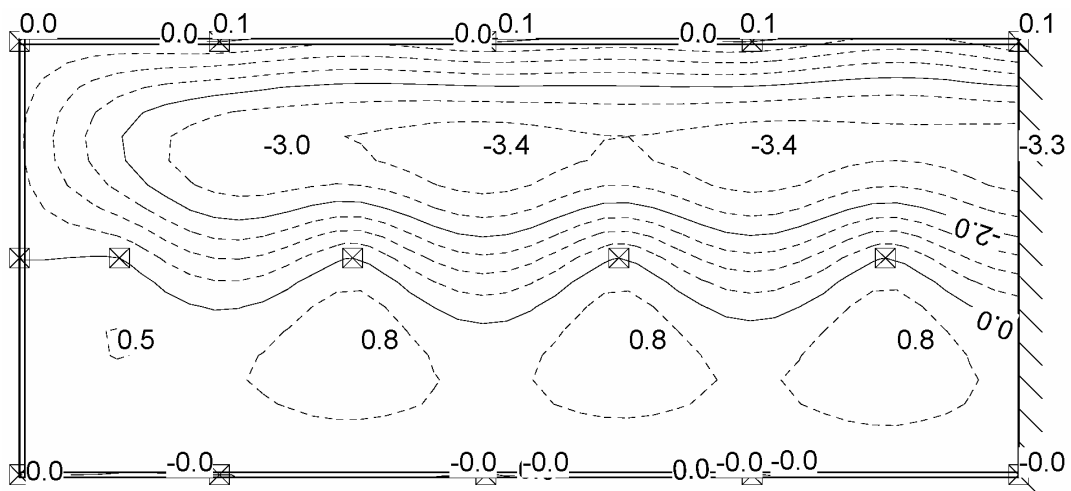
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

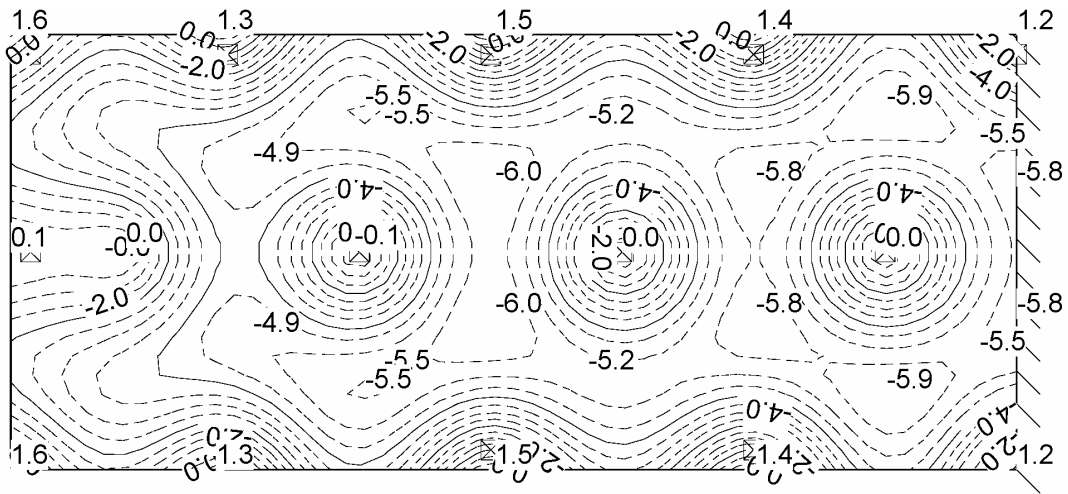


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

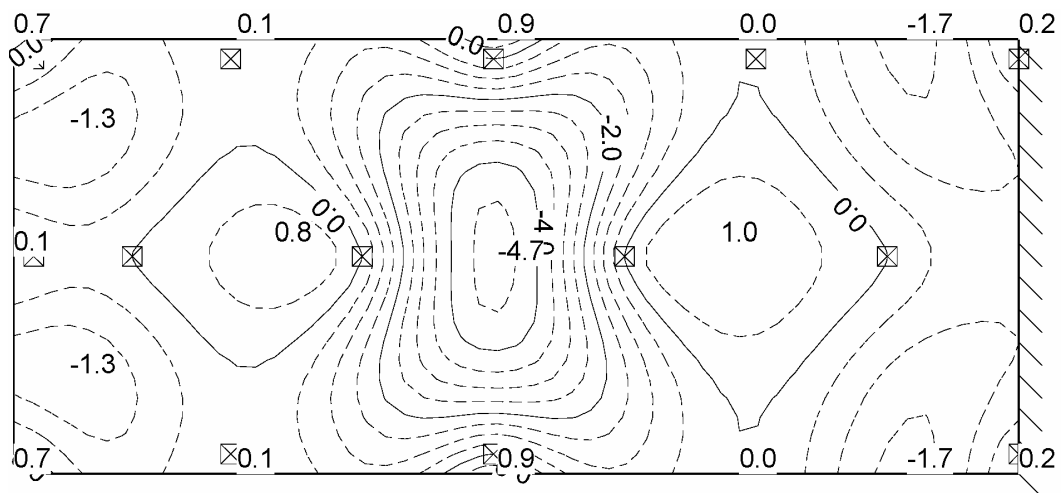


System B 10.1

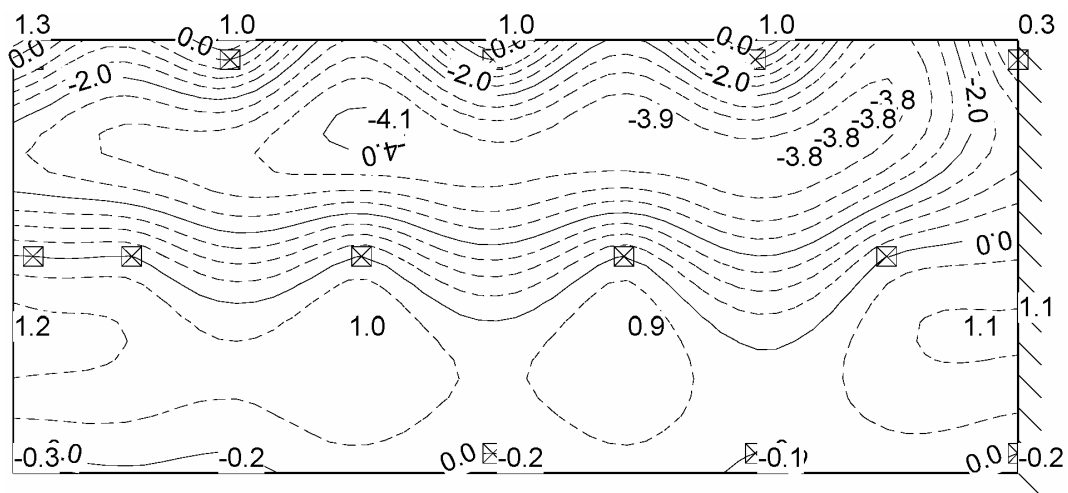
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

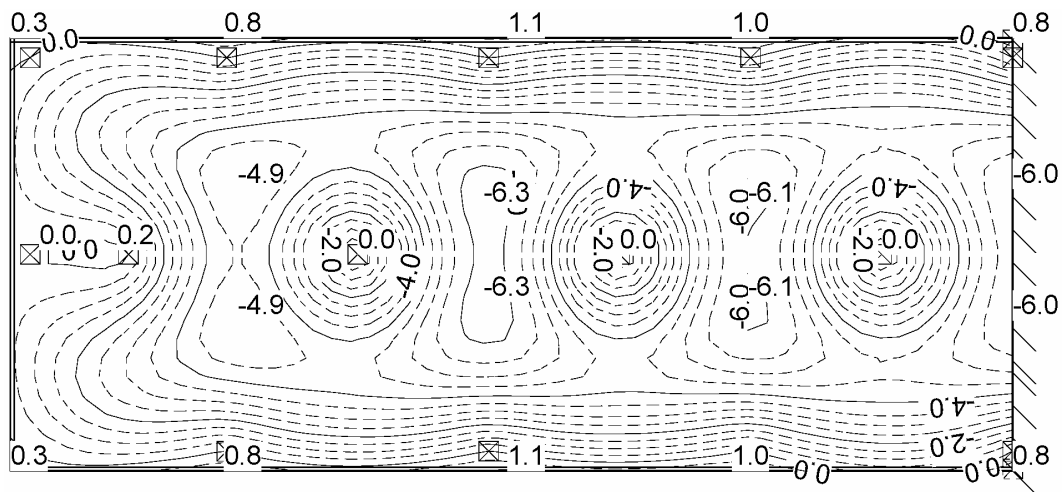


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

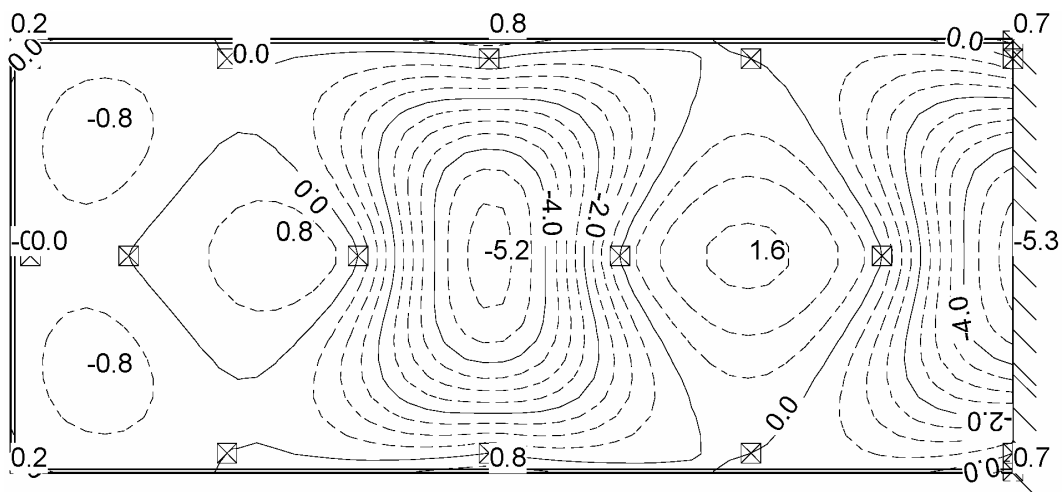


System B 10.2

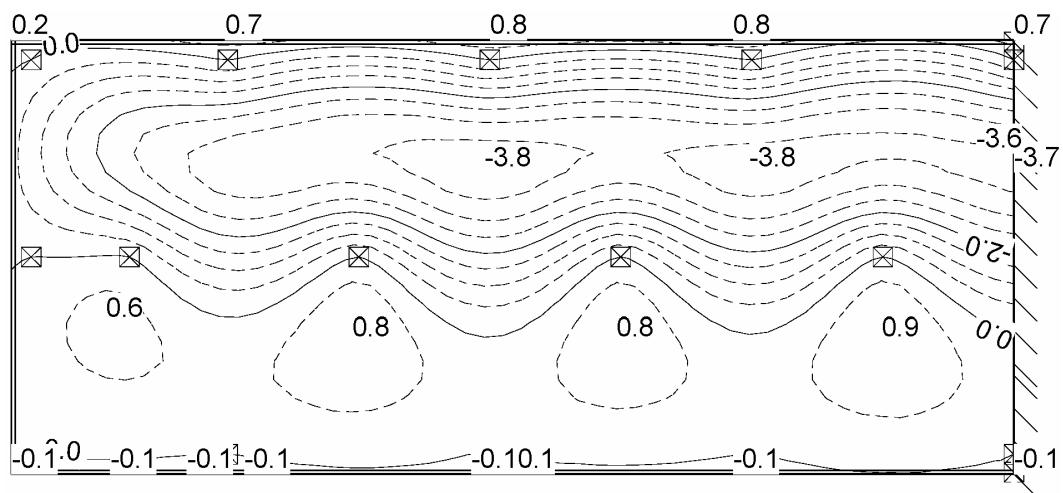
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

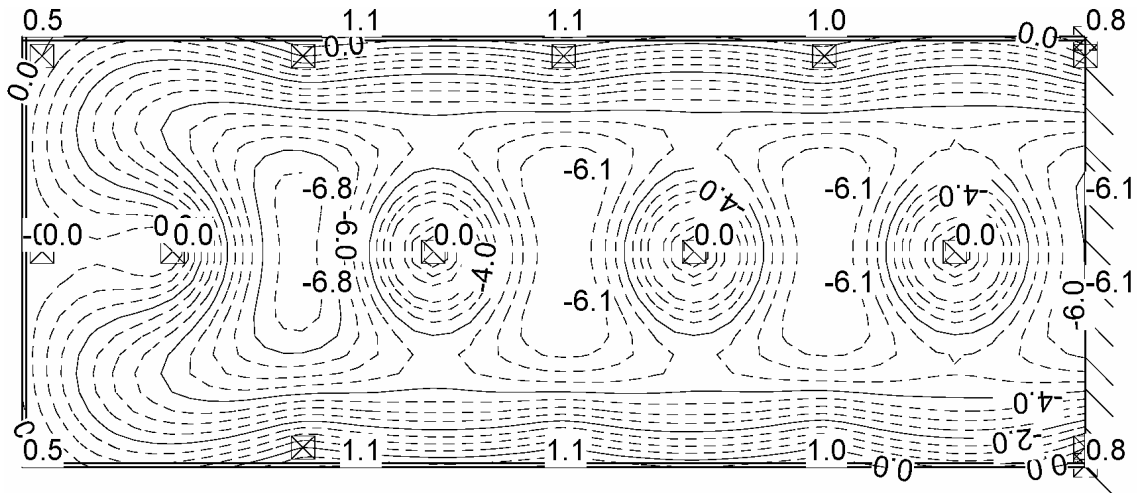


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

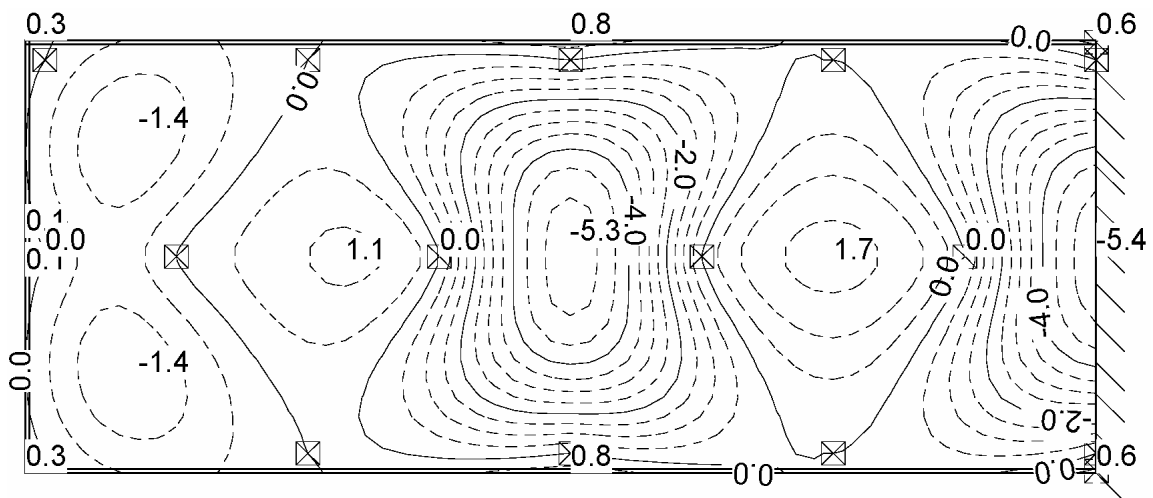


System B 10.3

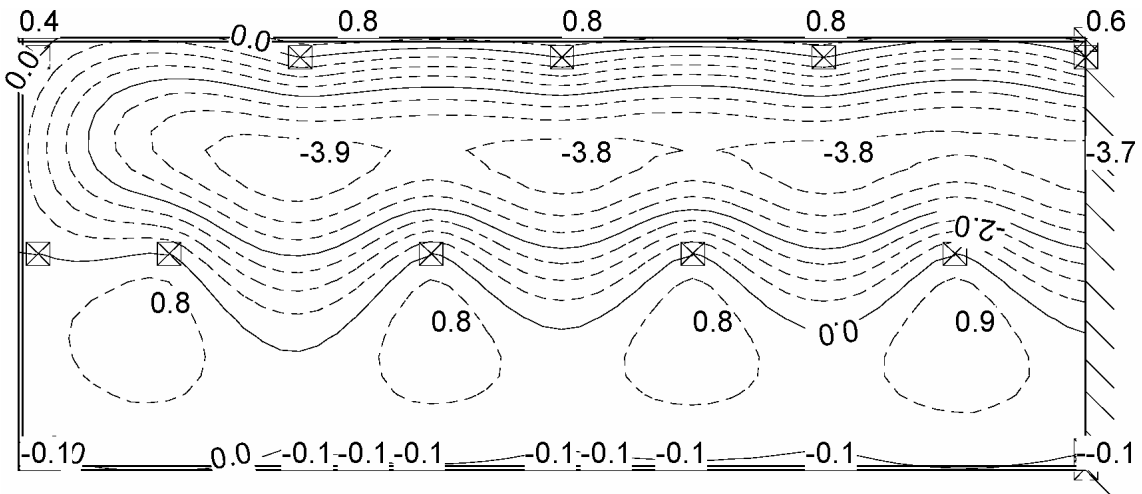
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

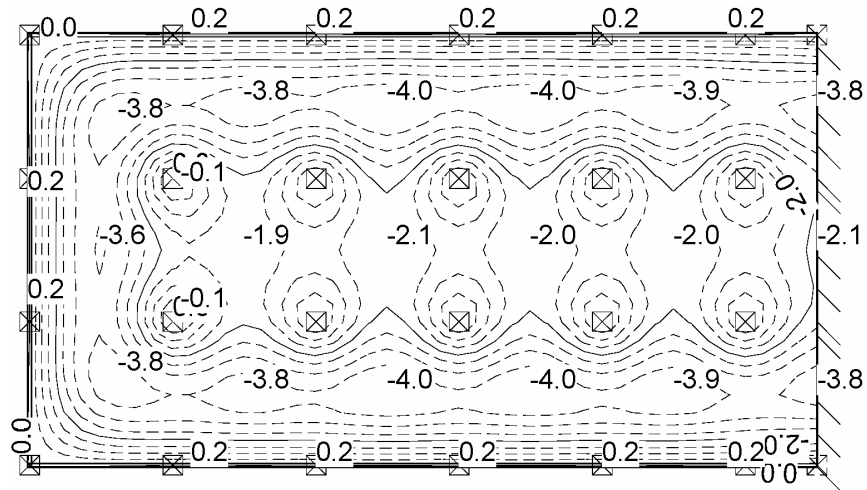


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

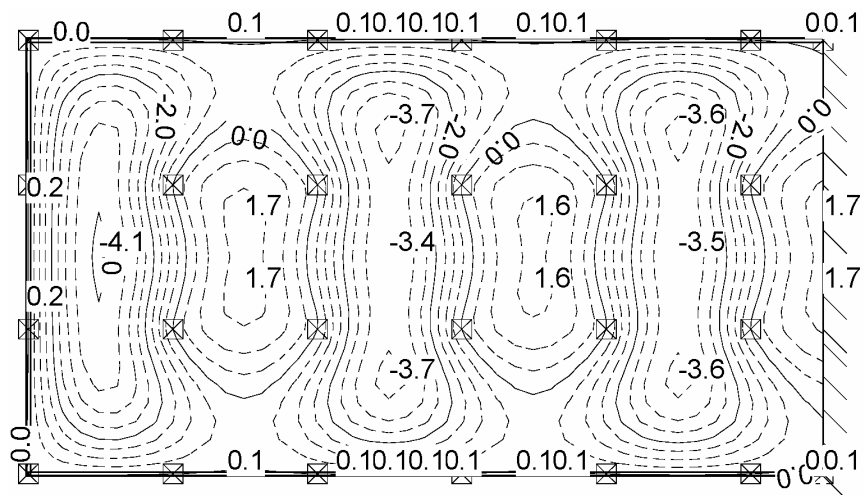


System B 11.0

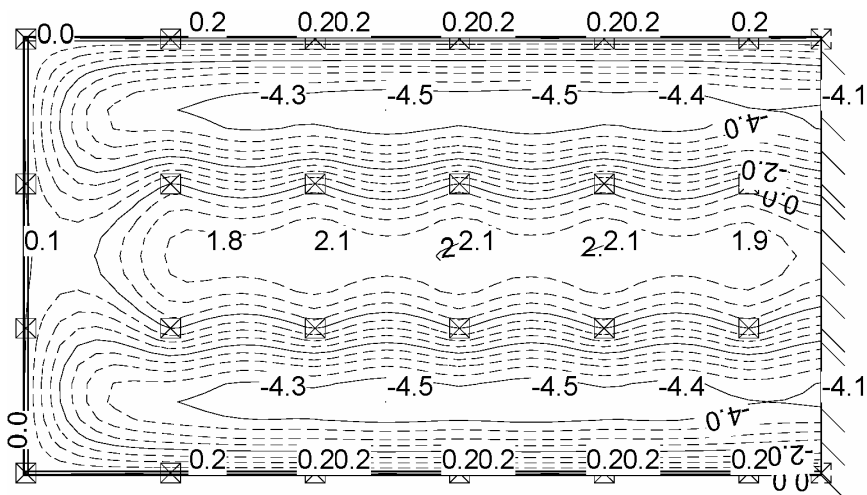
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

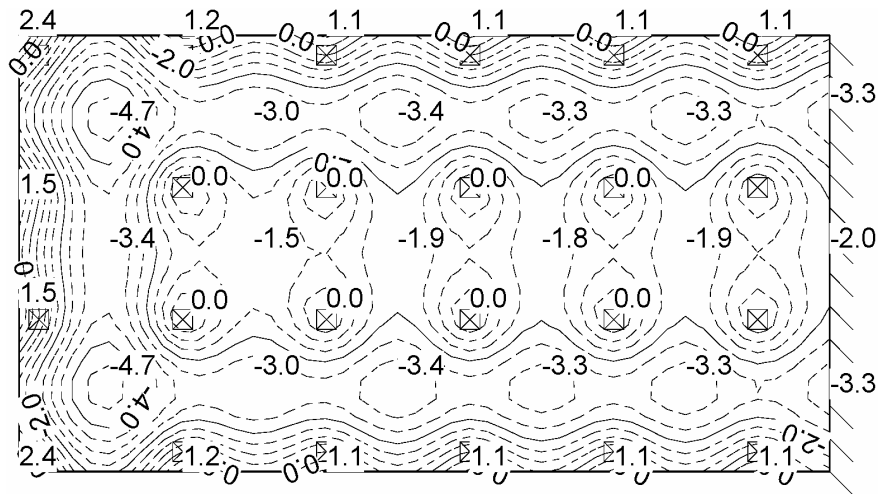


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

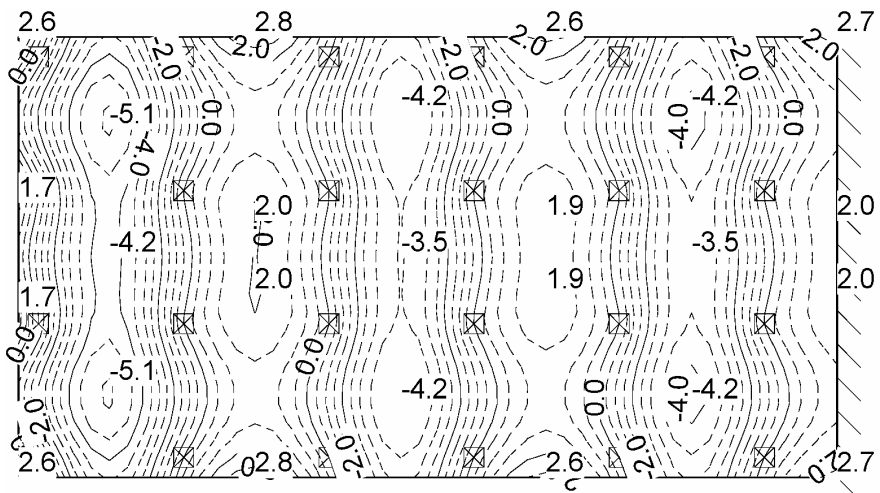


System B 11.1

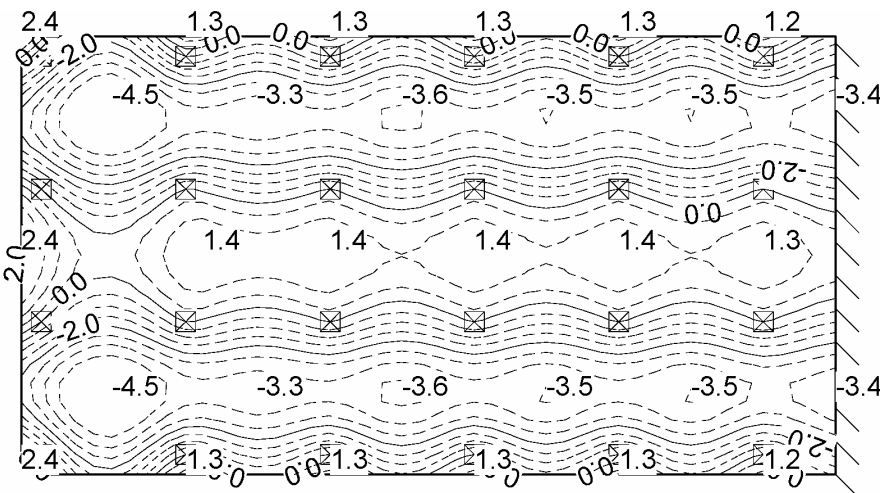
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

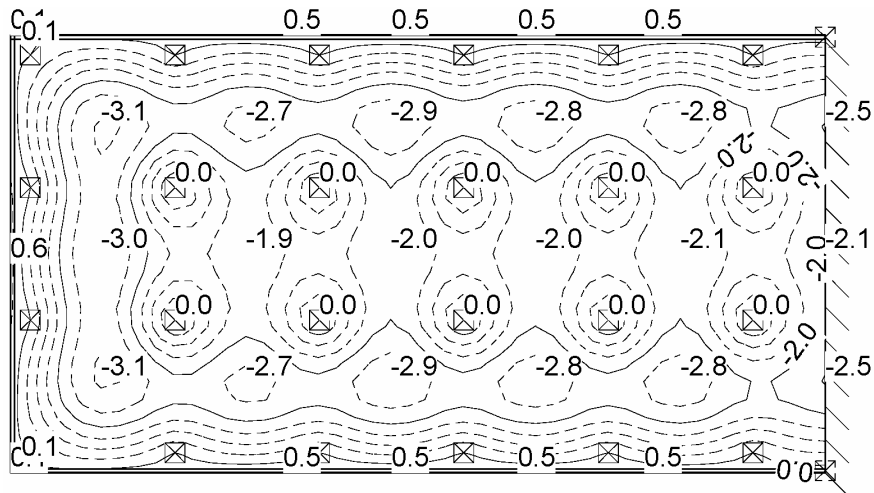


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

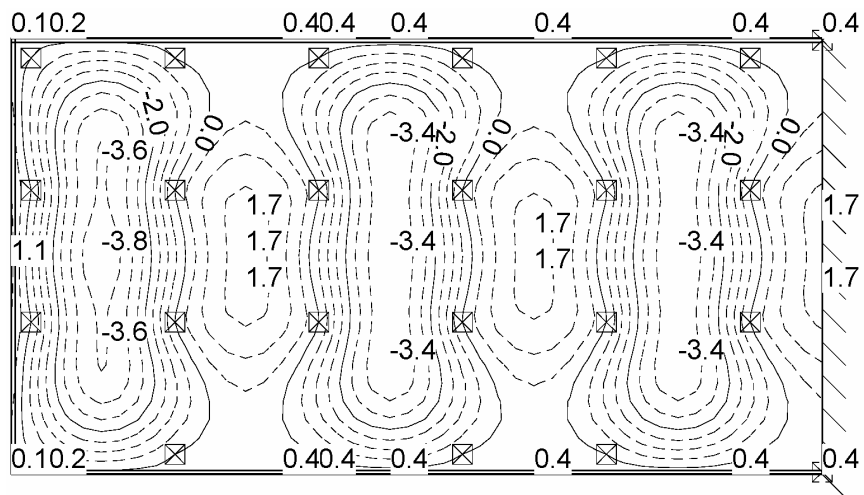


System B 11.2

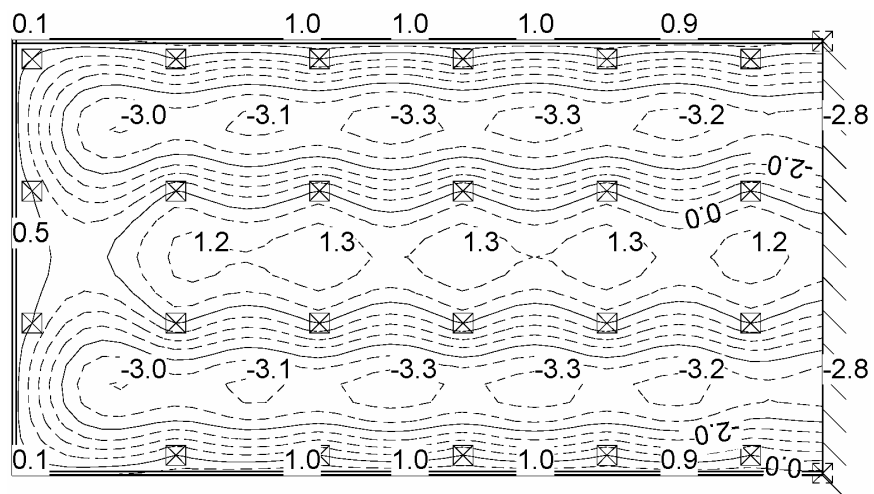
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

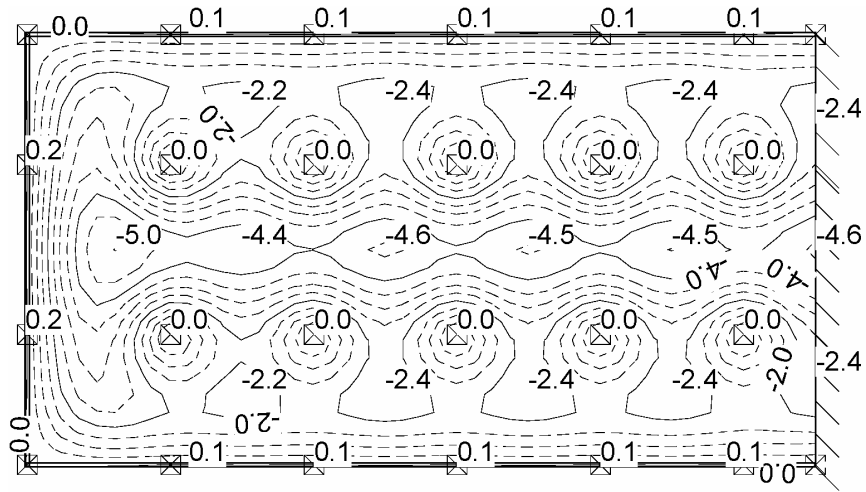


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

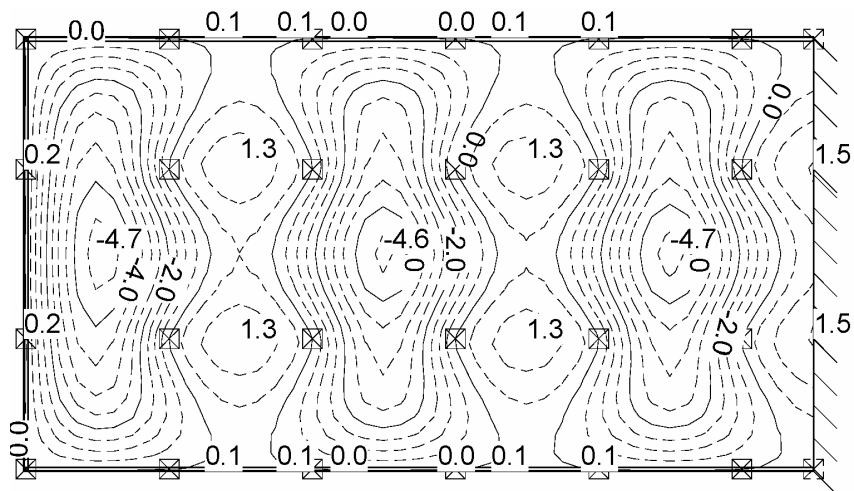


System B 12.0

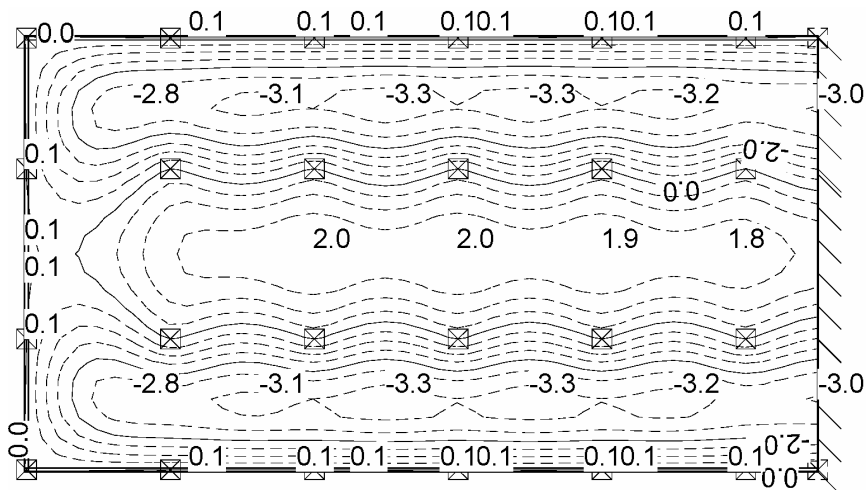
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

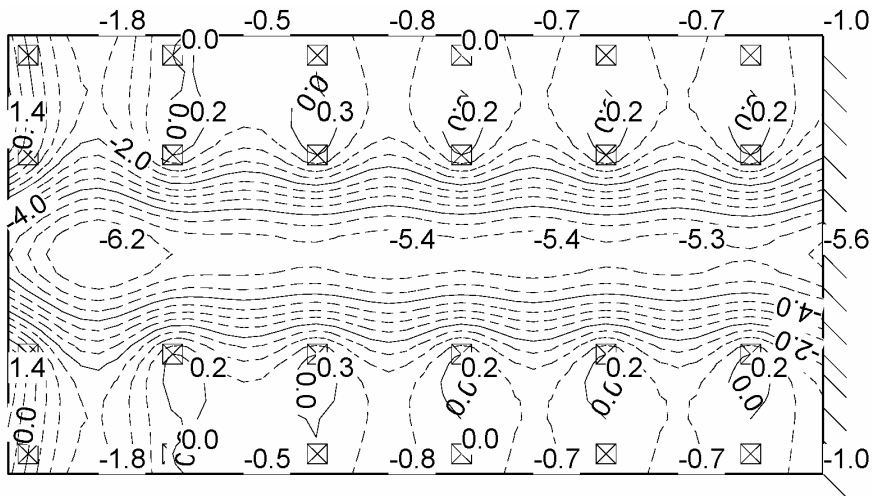


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

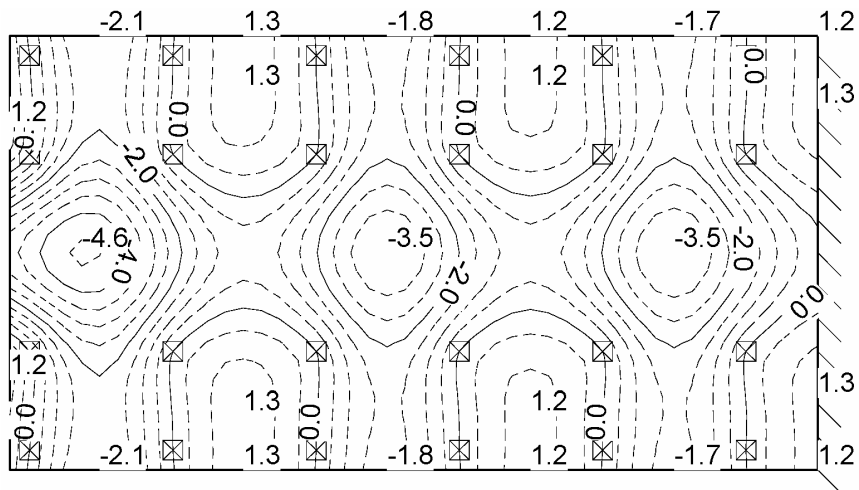


System B 12.2

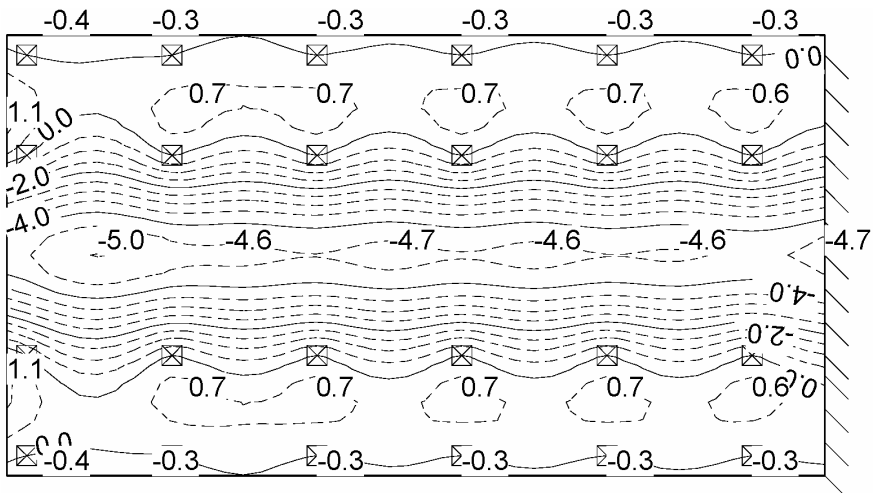
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

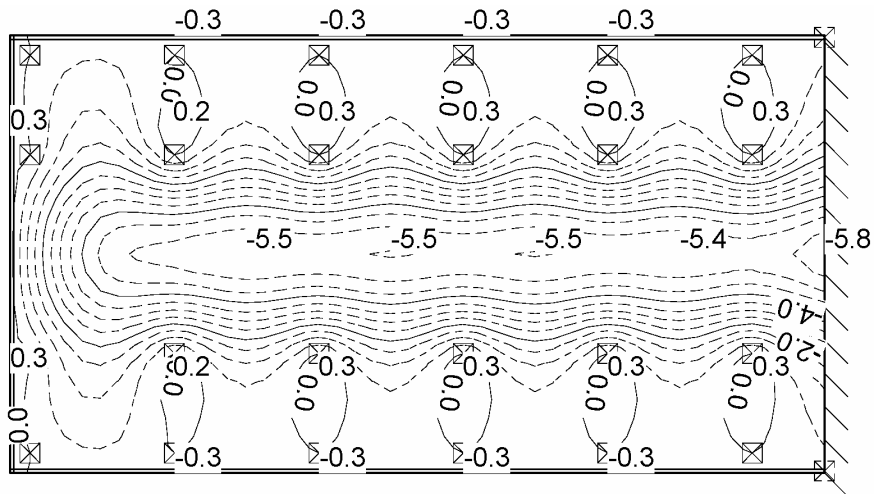


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

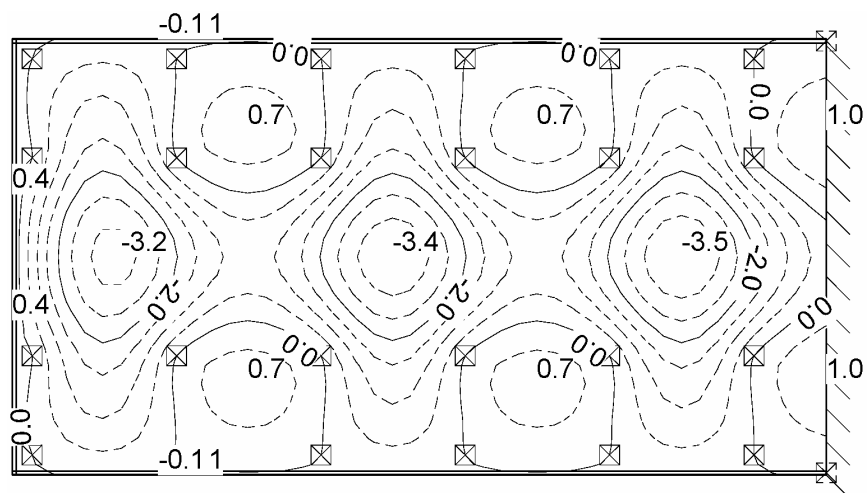


System B 12.3

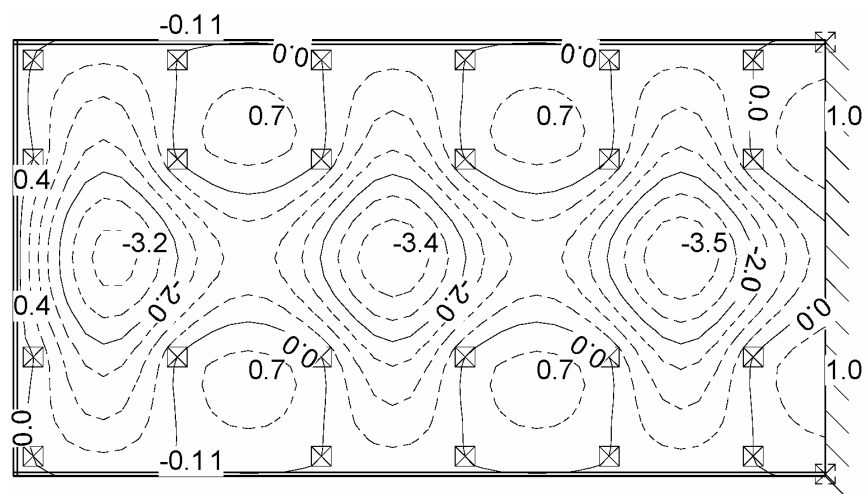
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

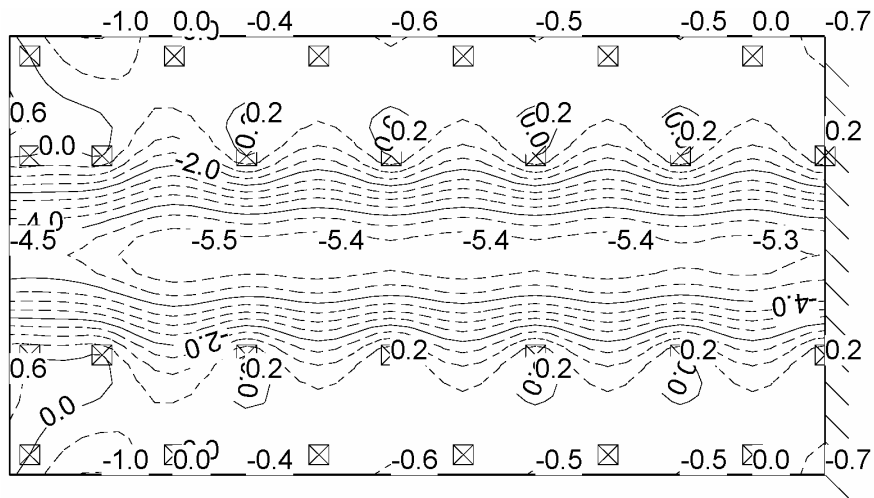


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

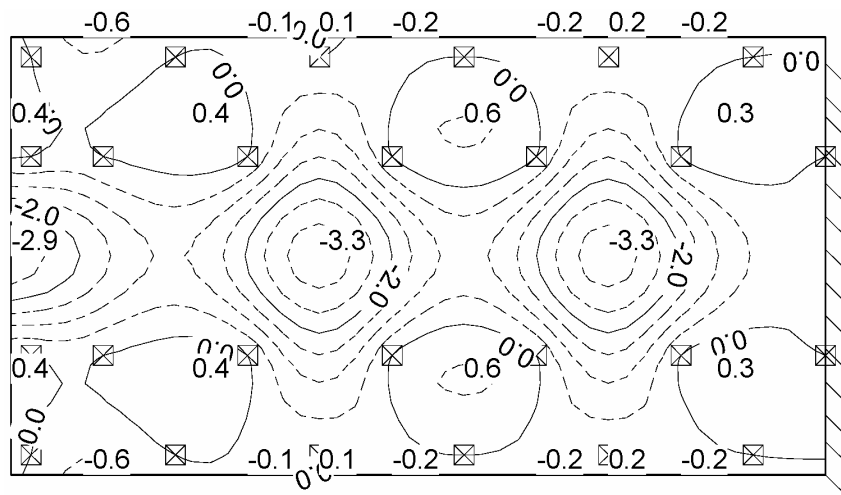


System B 13.0

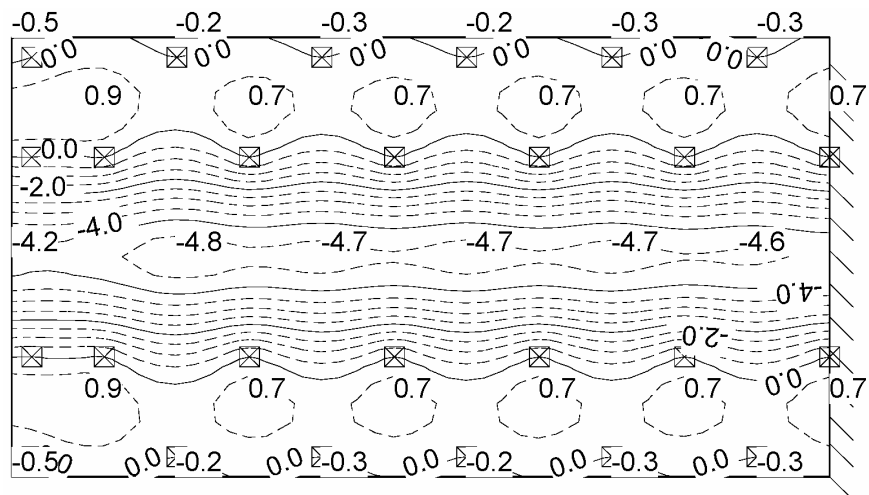
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

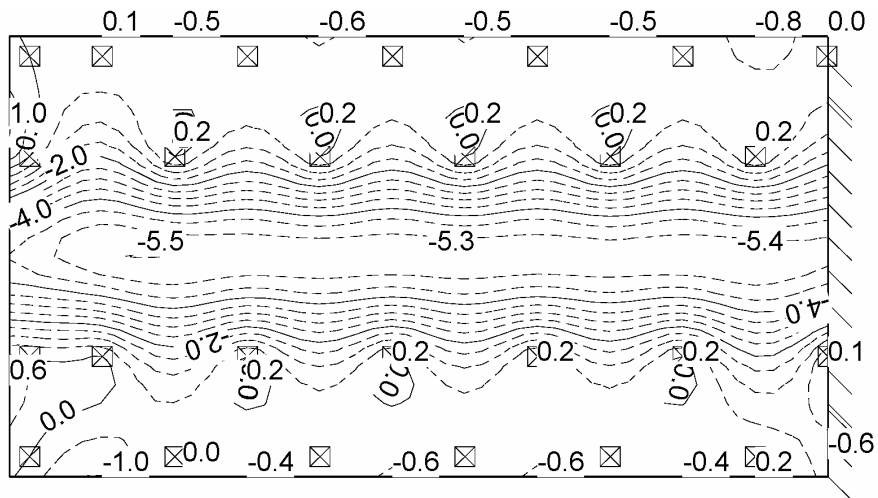


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

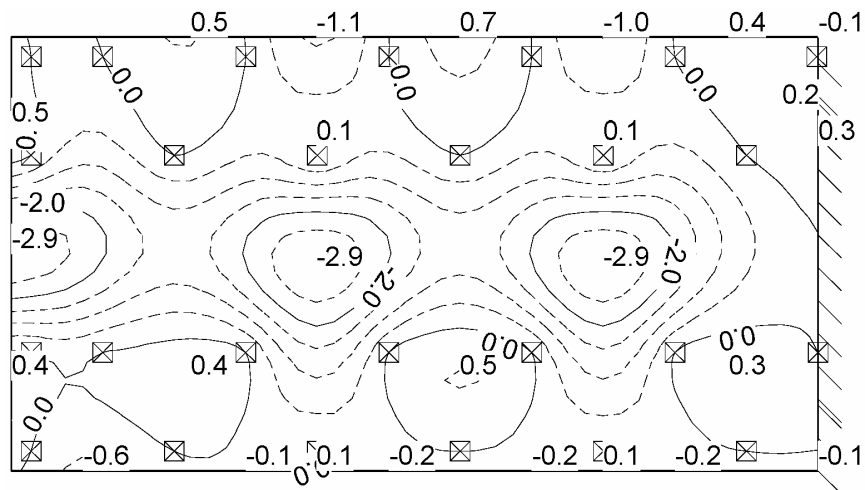


System B 13.1

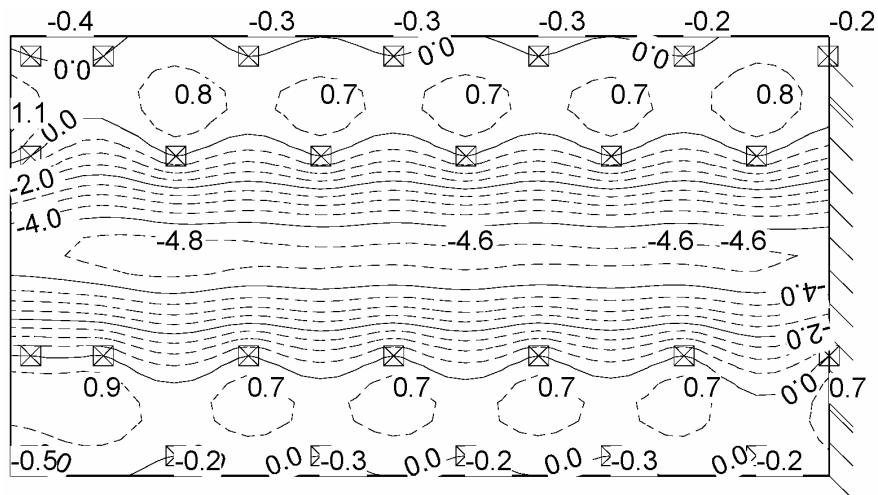
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

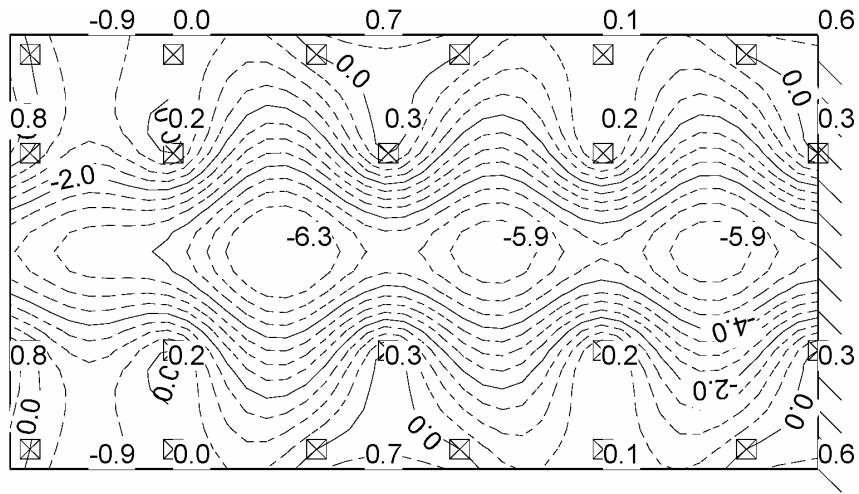


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

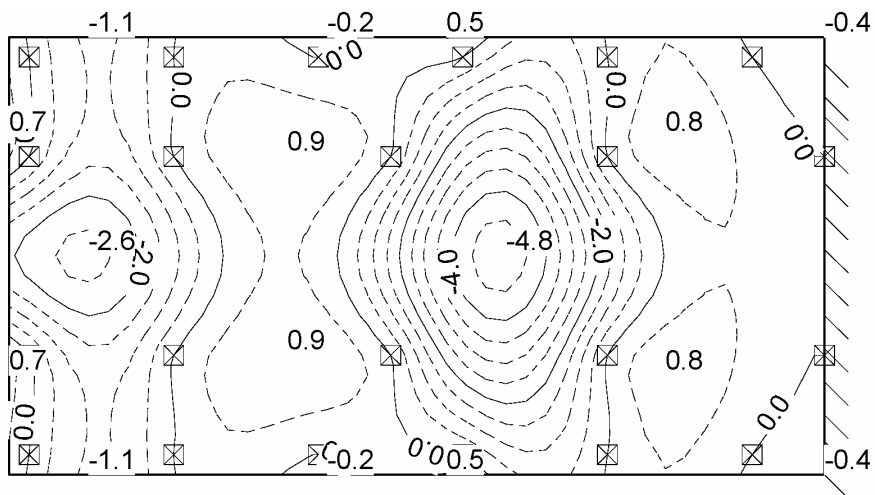


System B 13.2

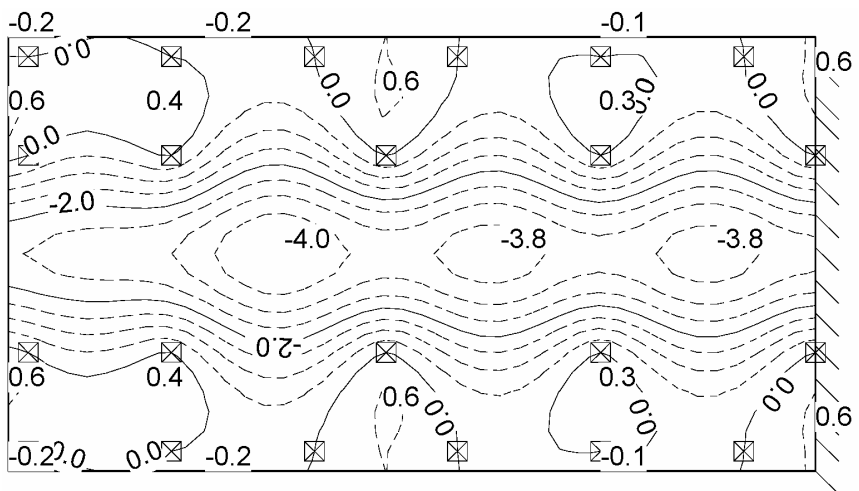
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

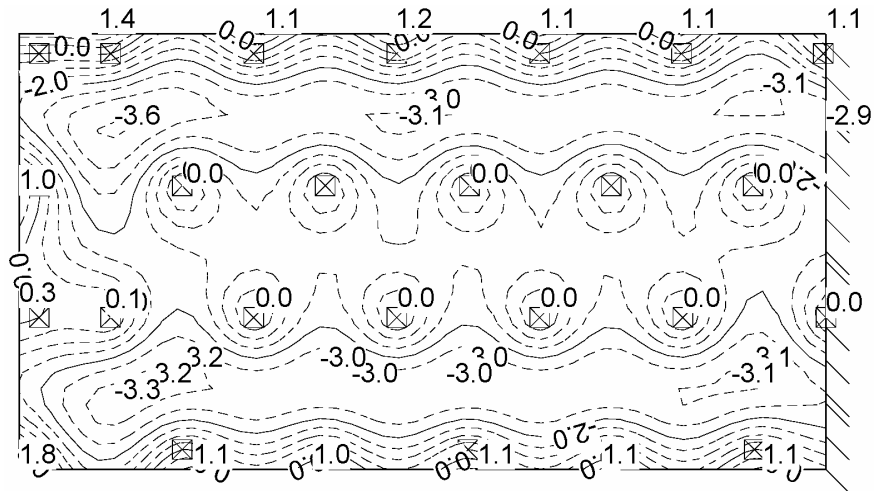


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

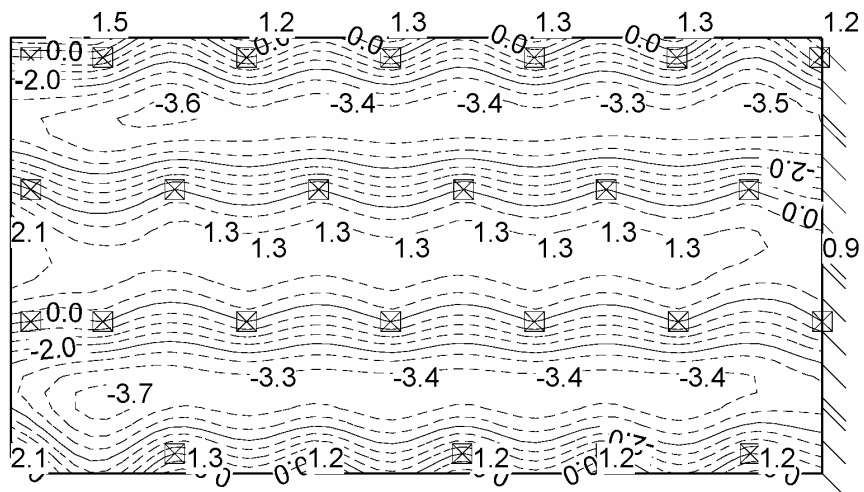


System B 13.3

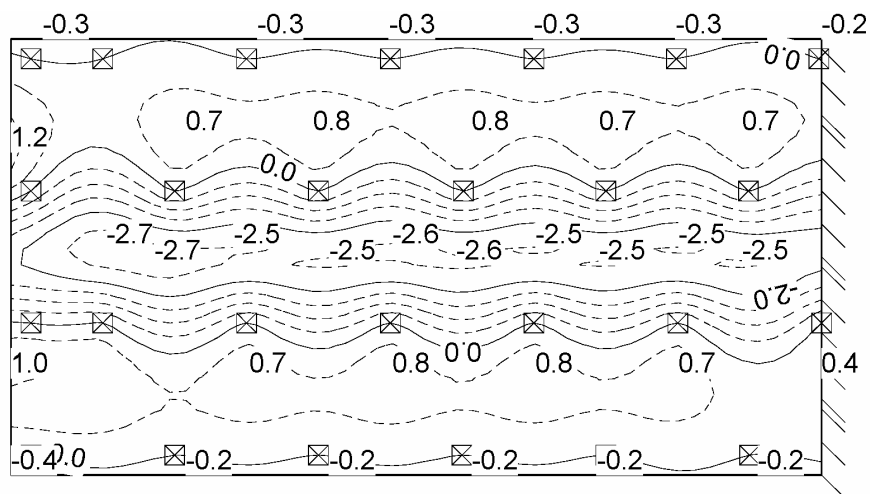
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

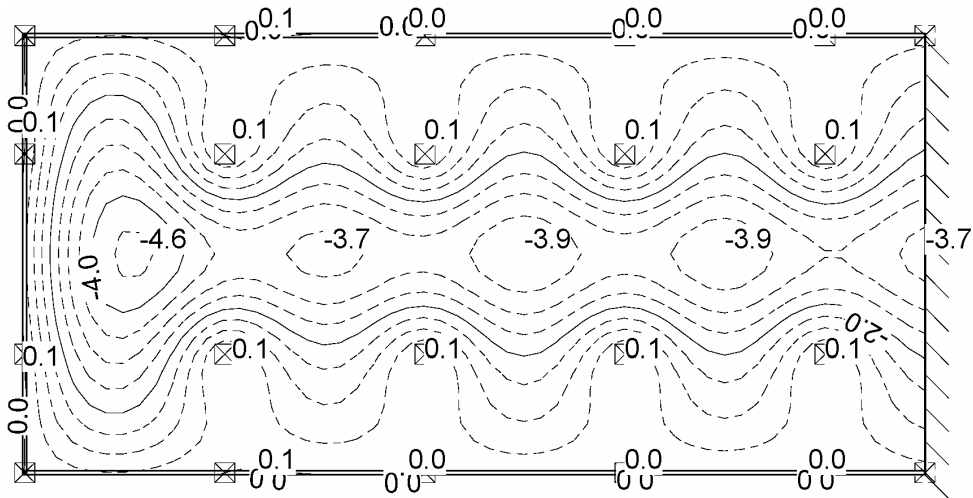


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

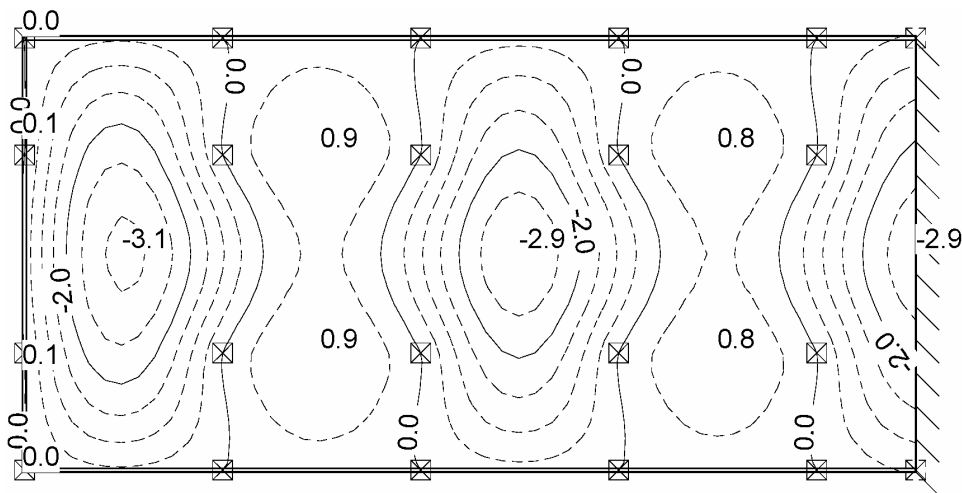


System B 14.0

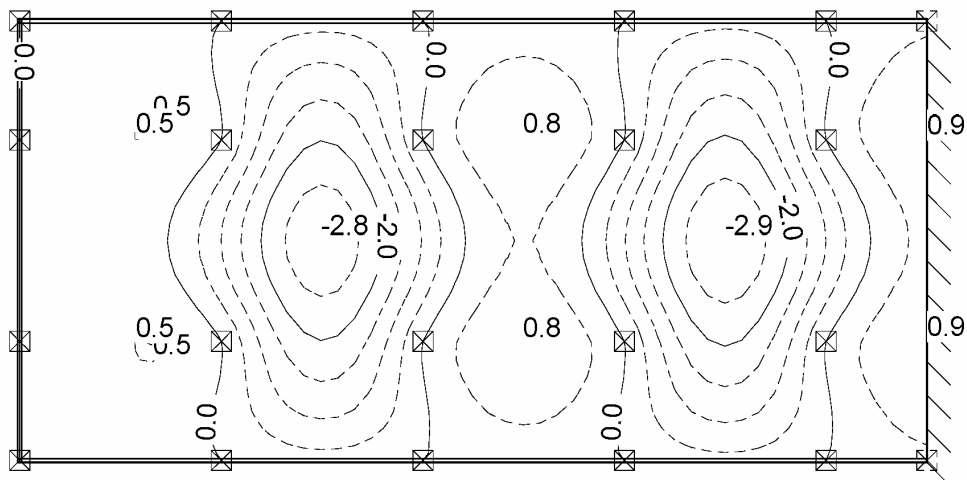
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

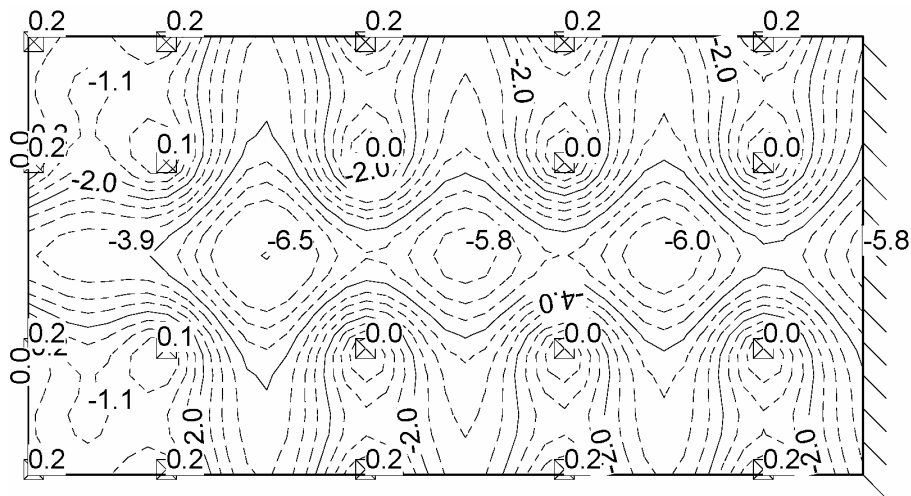


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

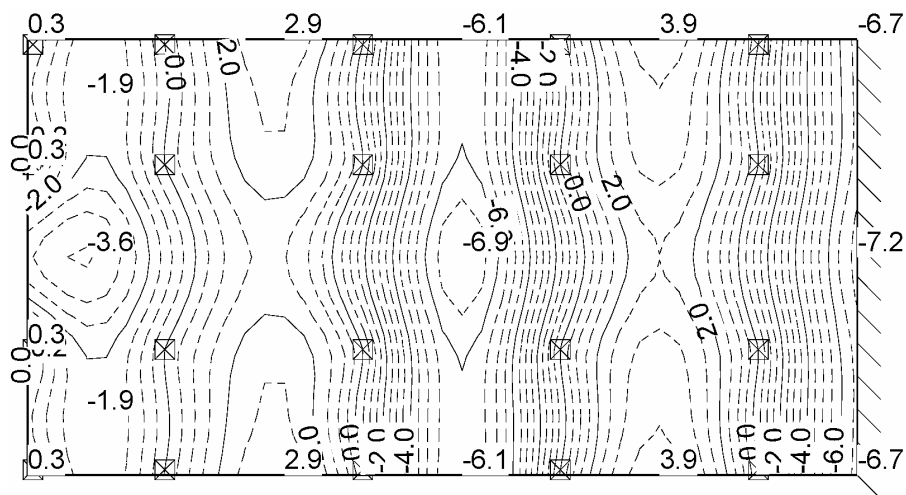


System B 14.1

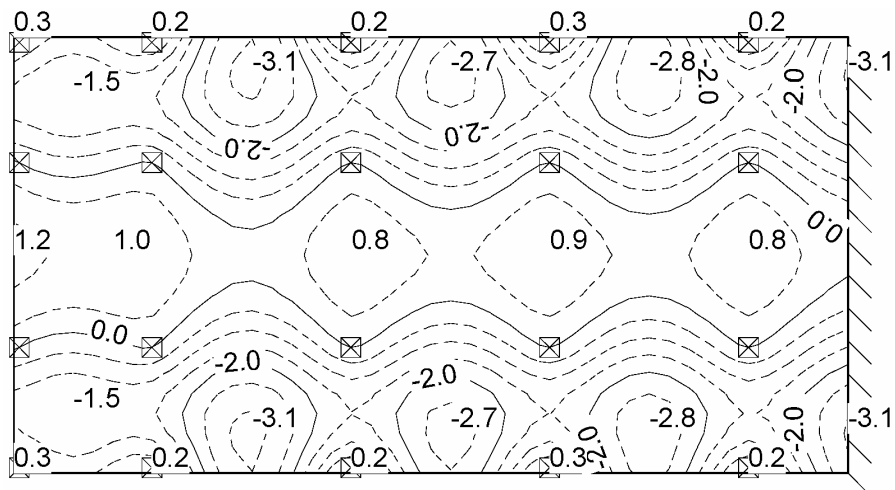
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

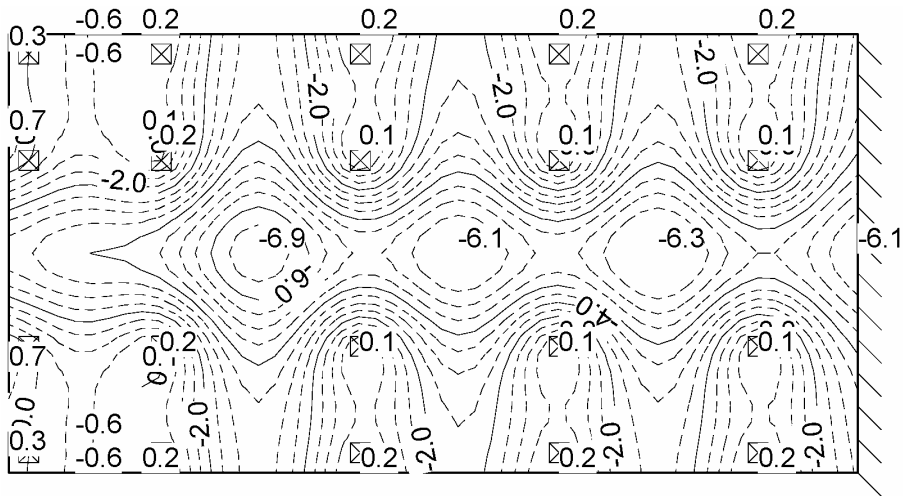


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

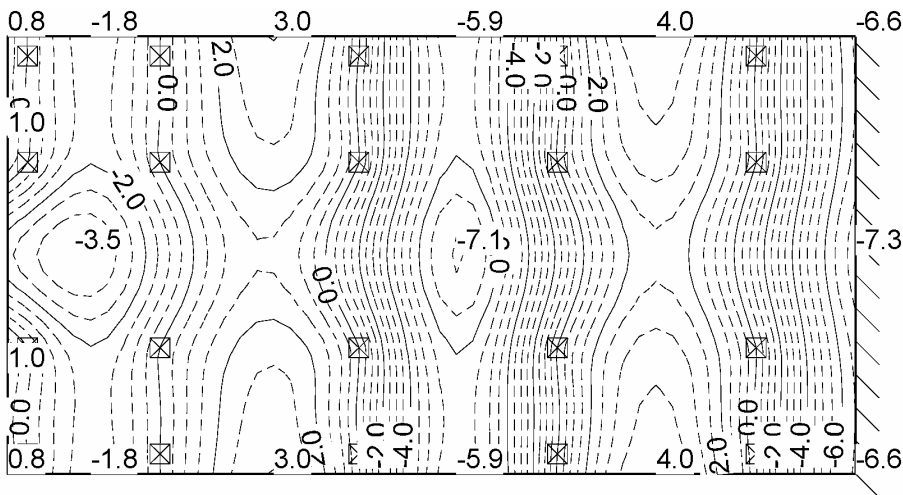


System B 14.2

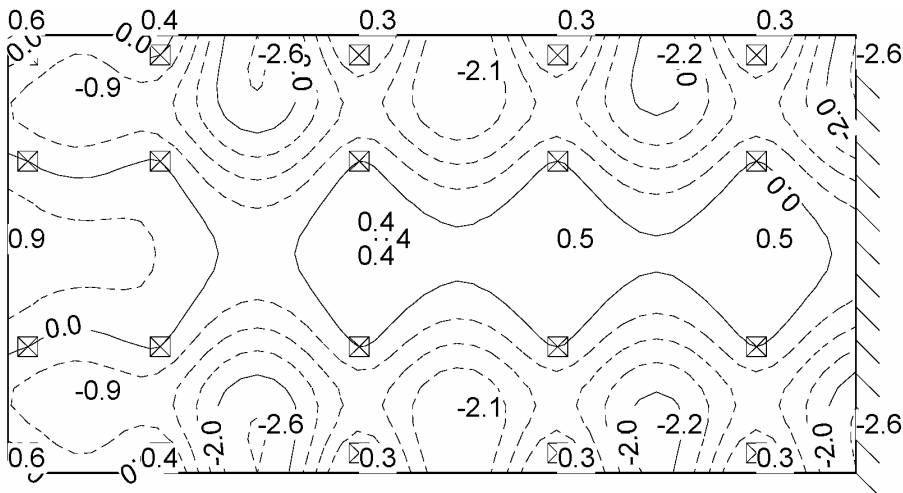
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

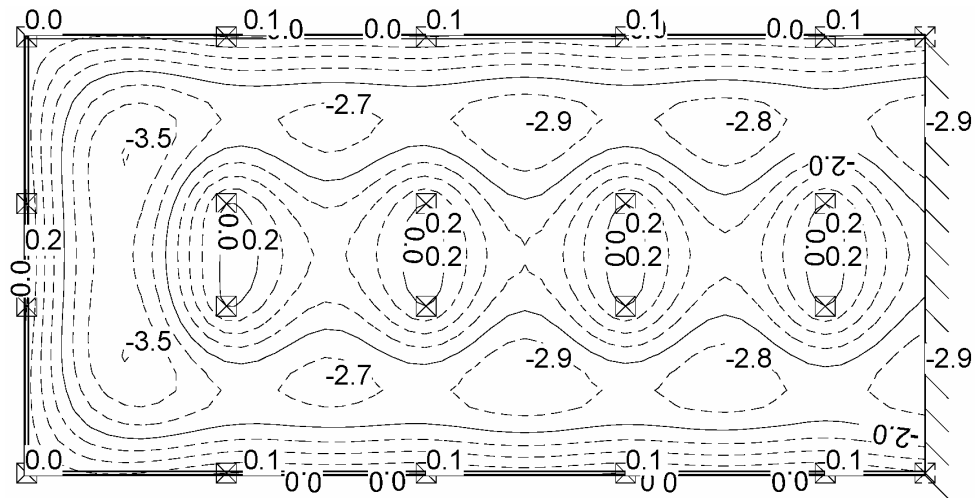


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

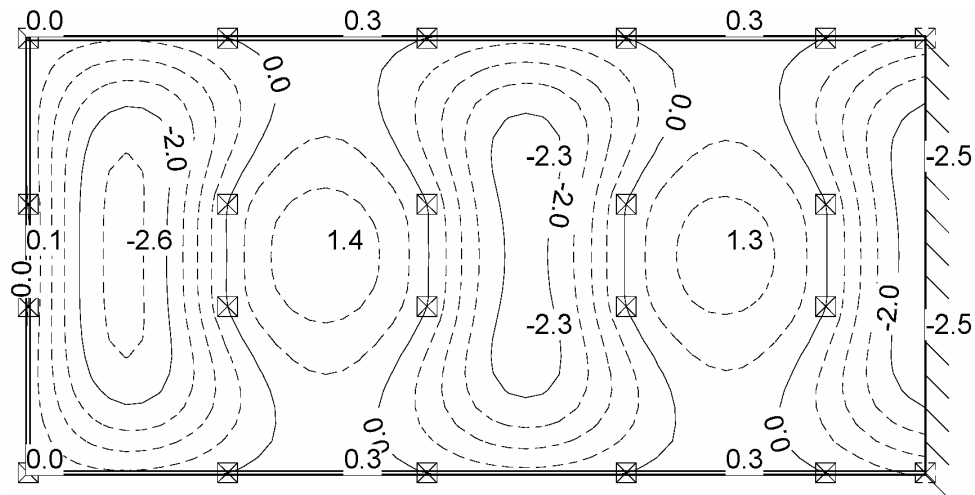


System B 15.0

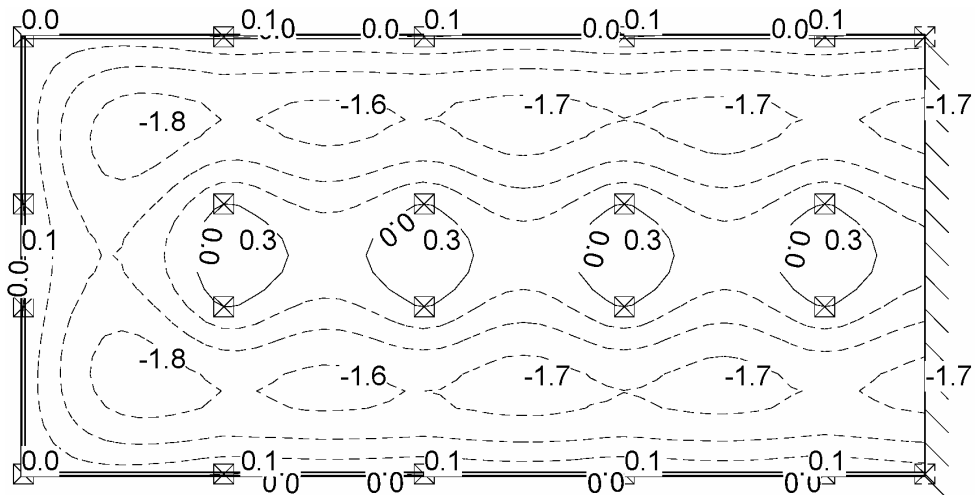
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

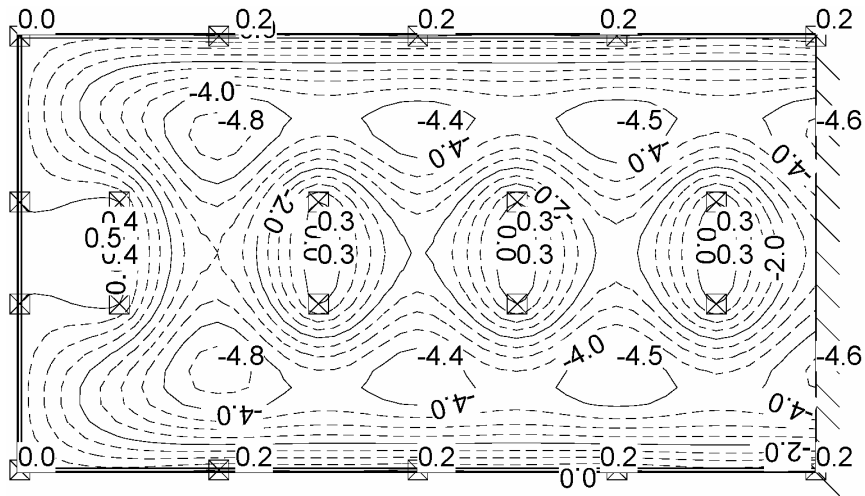


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

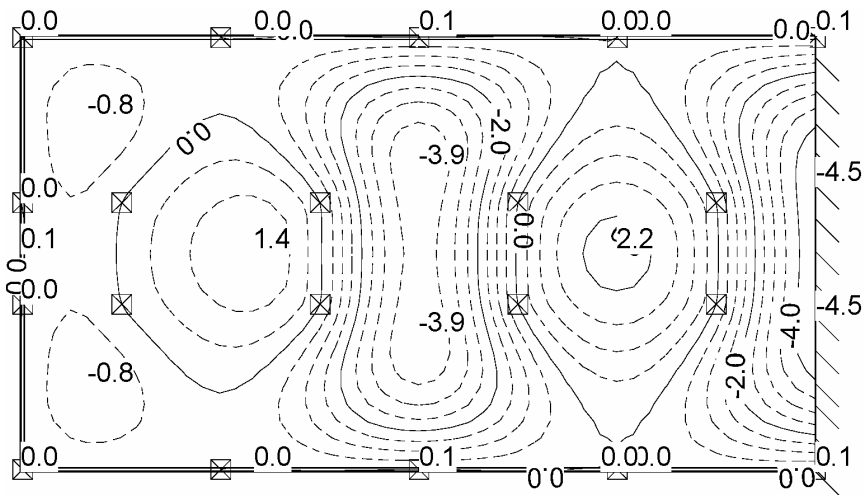


System B 15.1

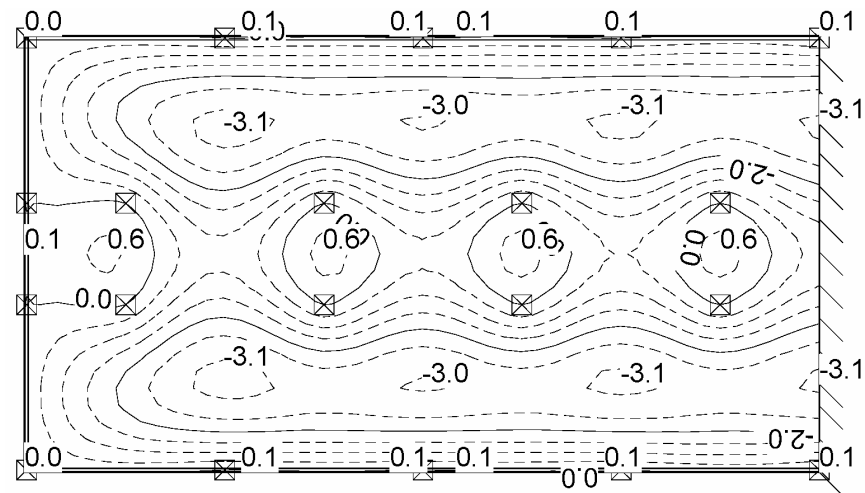
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

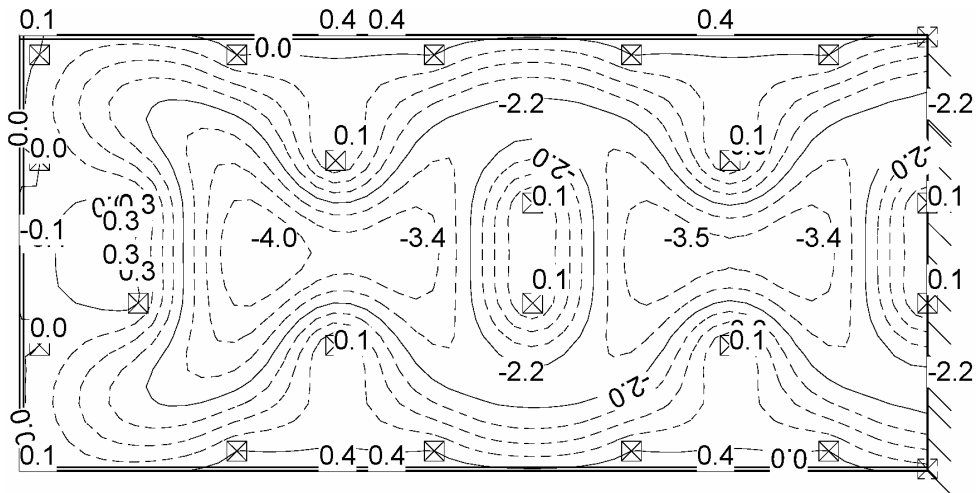


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

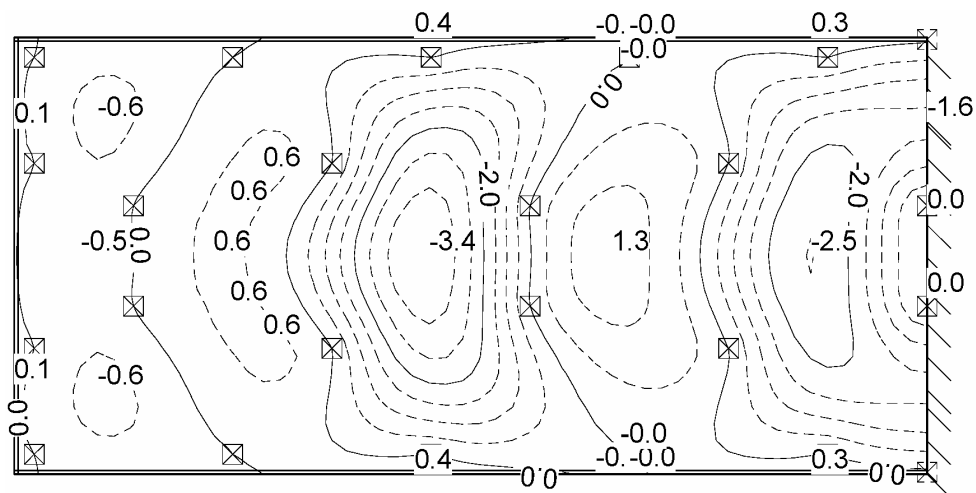


System B 15.3

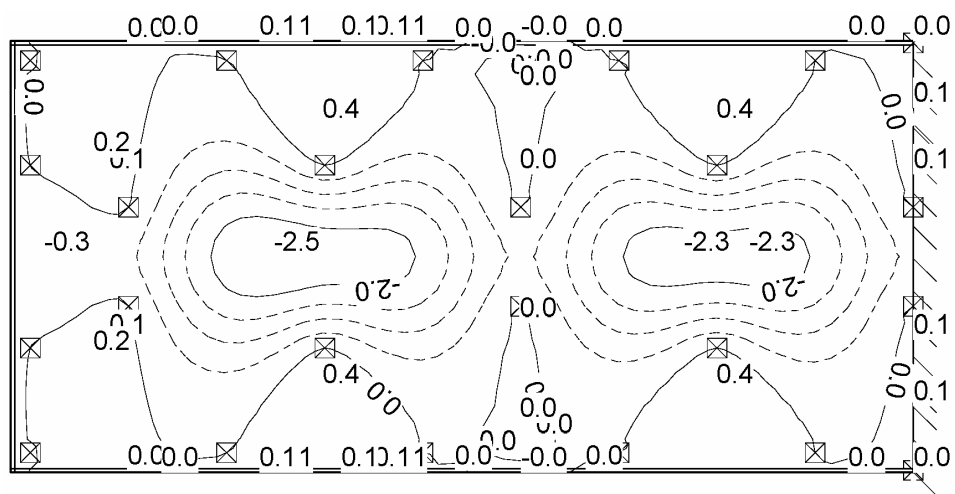
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

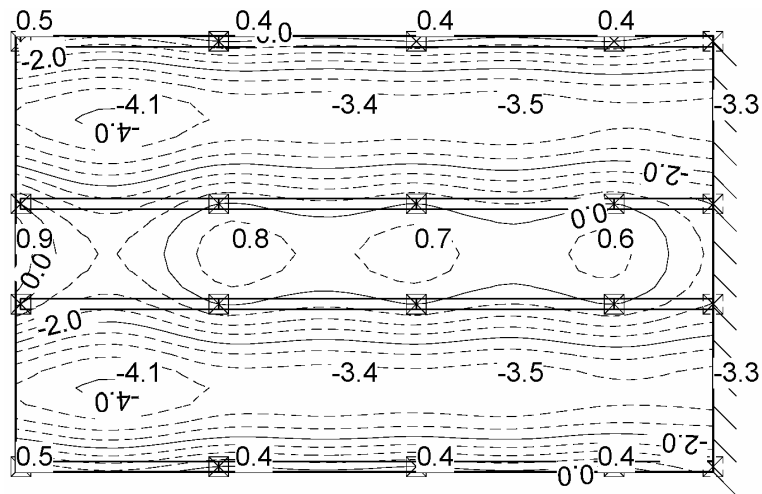


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

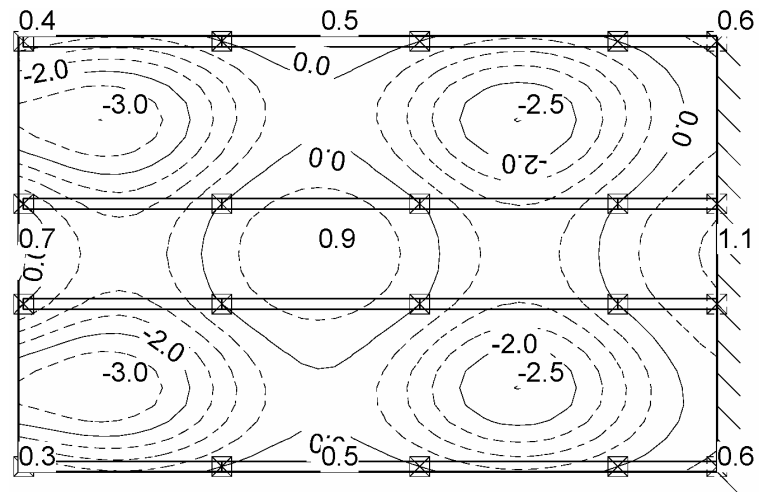


System B 16.0

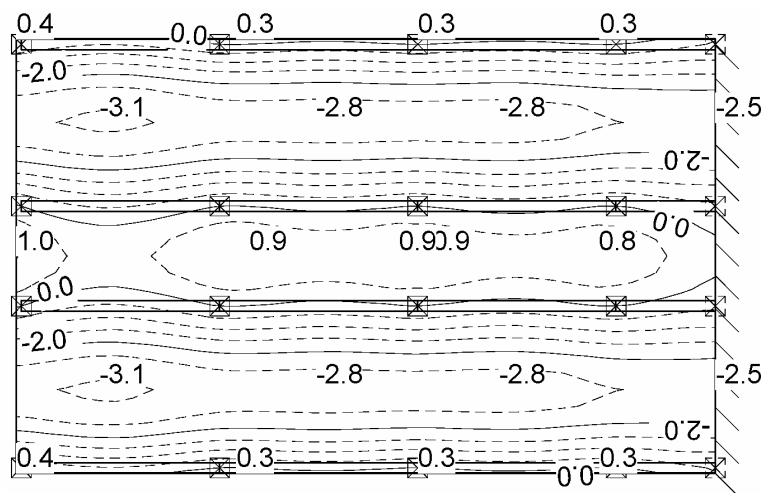
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

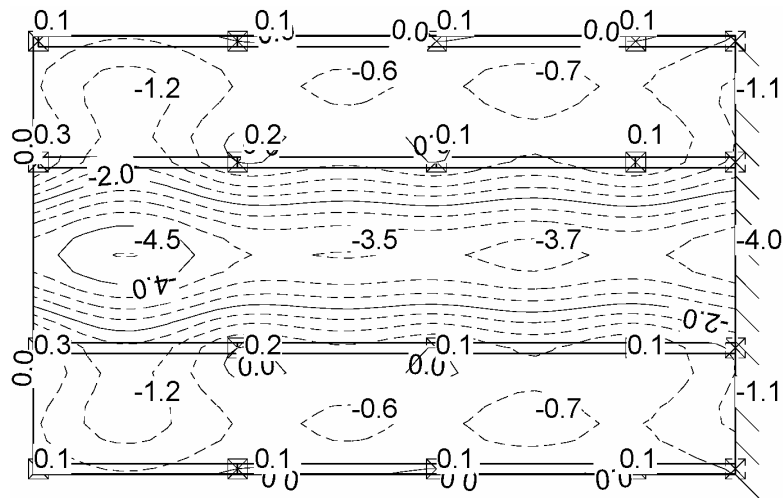


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

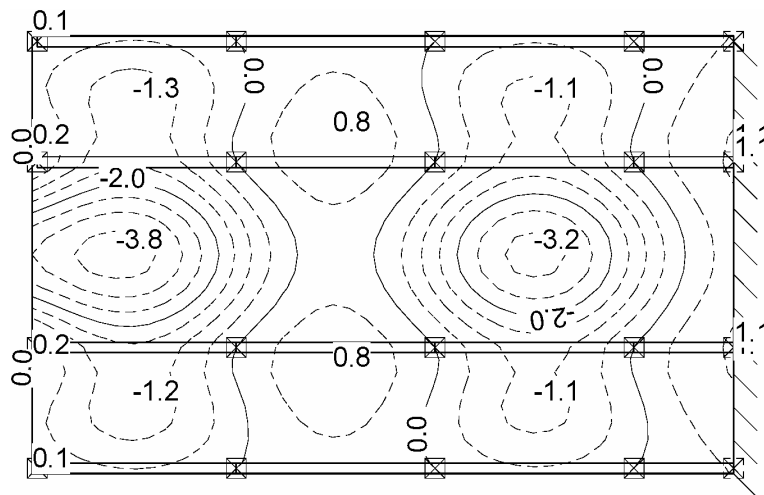


System B 16.1

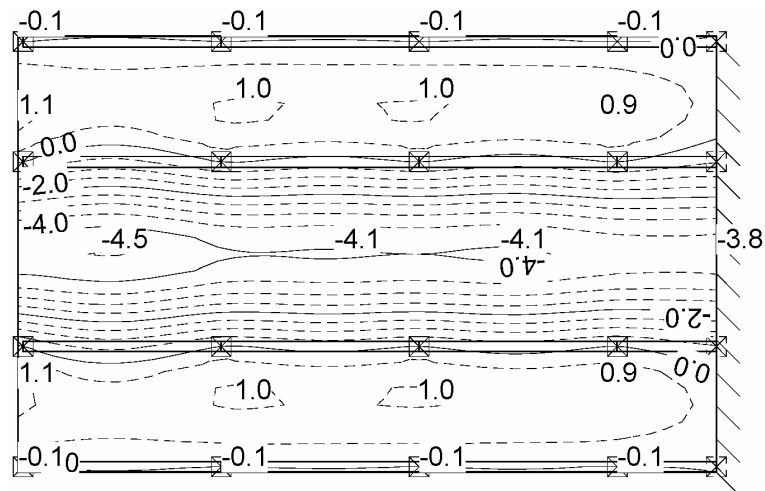
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

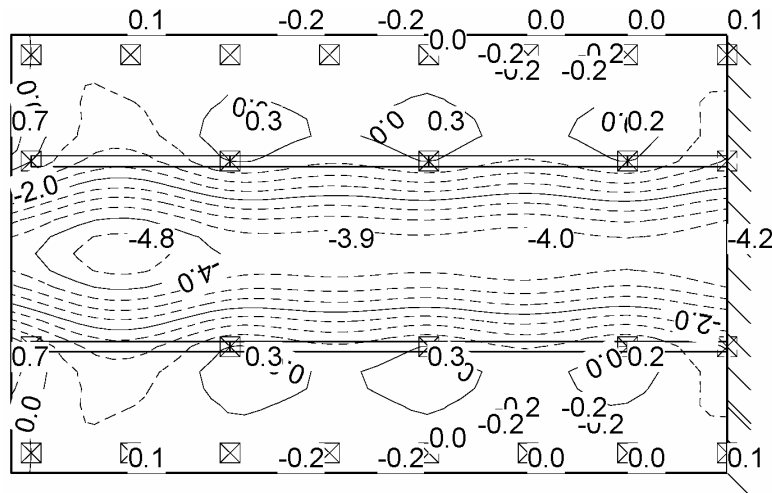


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

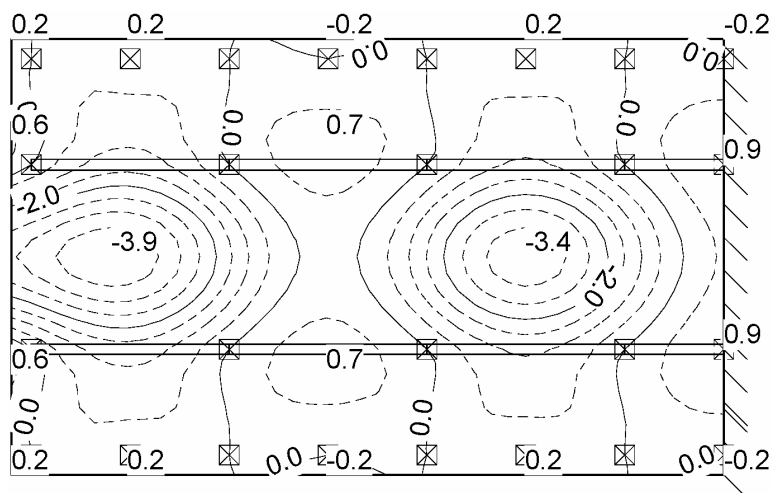


System B 16.3

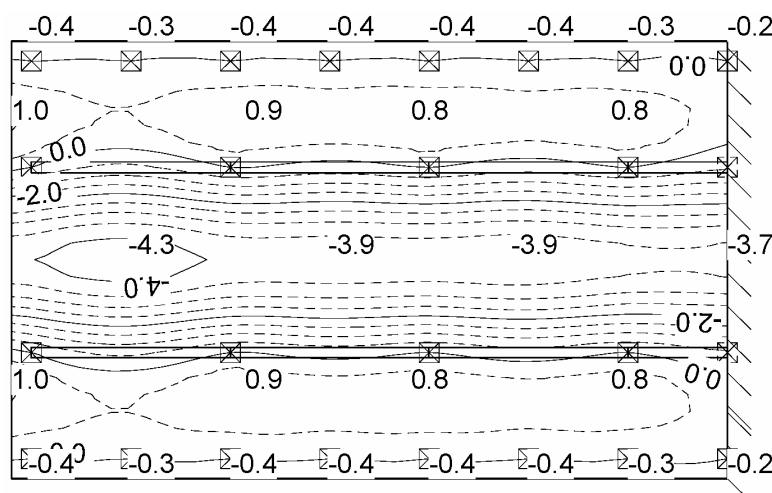
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

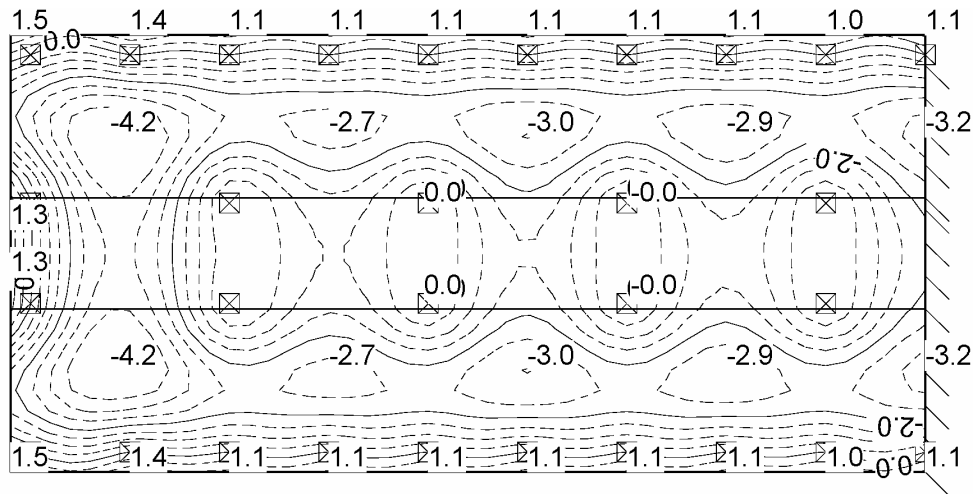


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

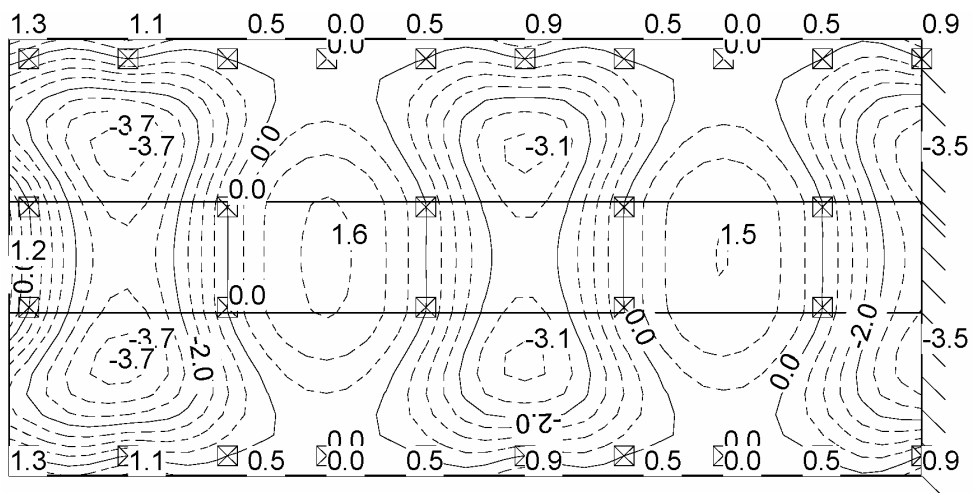


System B 17.0

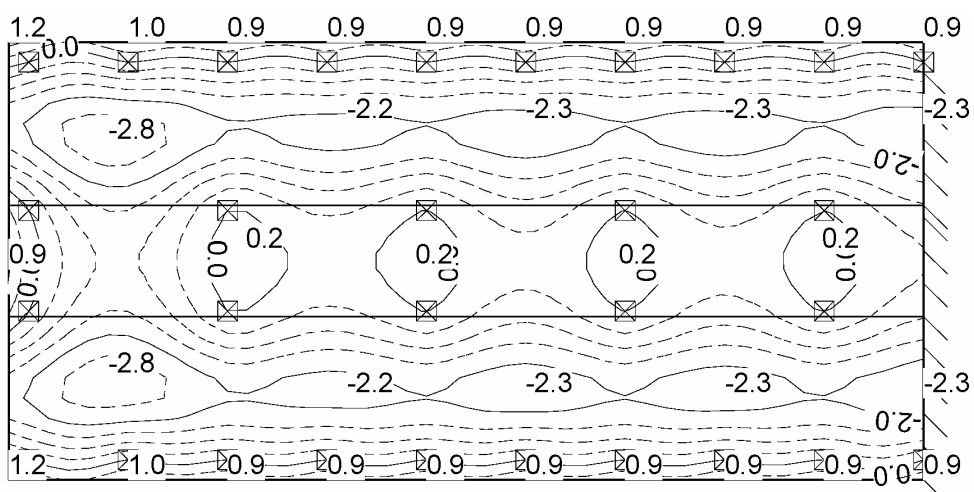
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

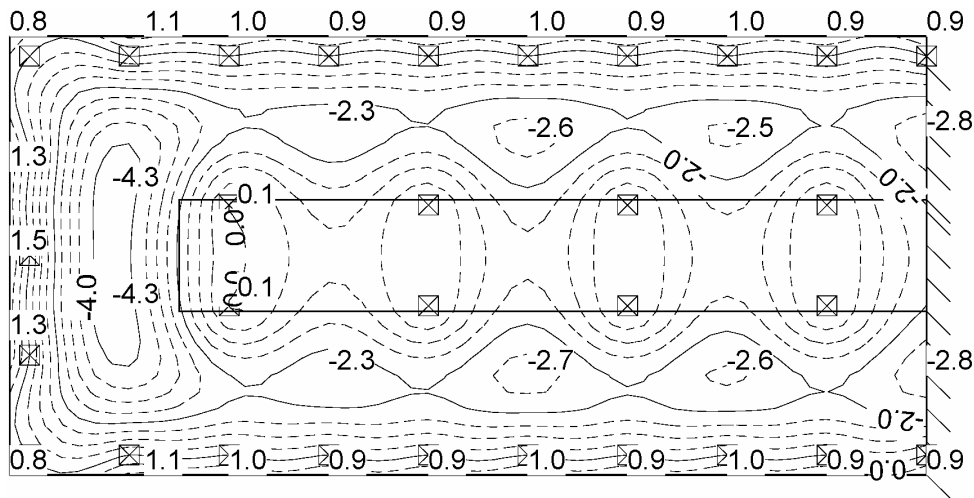


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

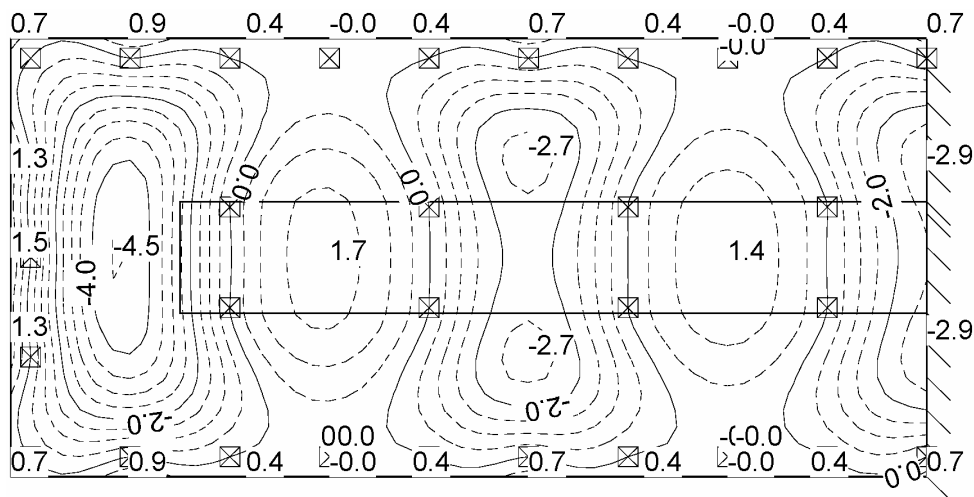


System B 17.1

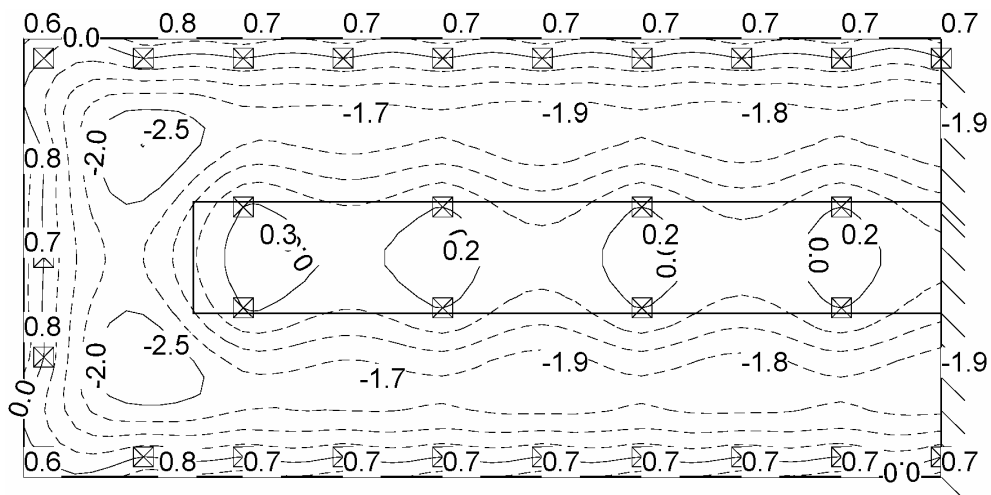
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

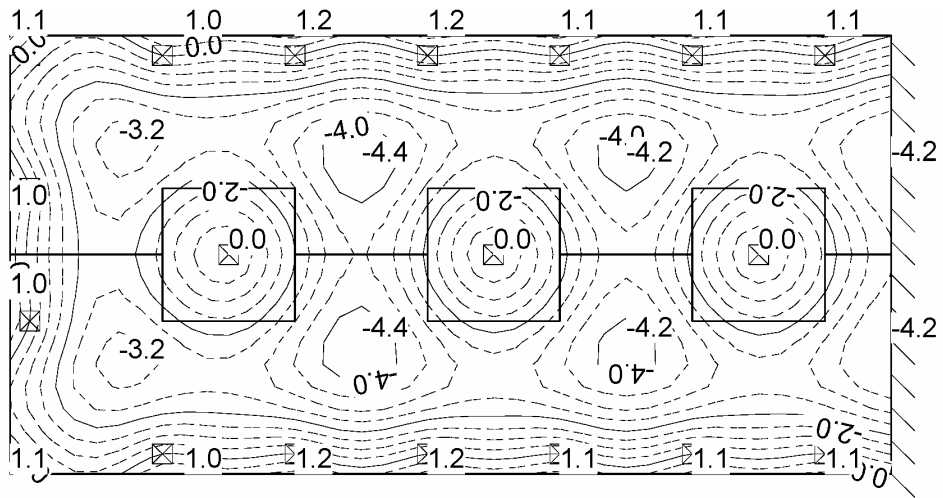


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

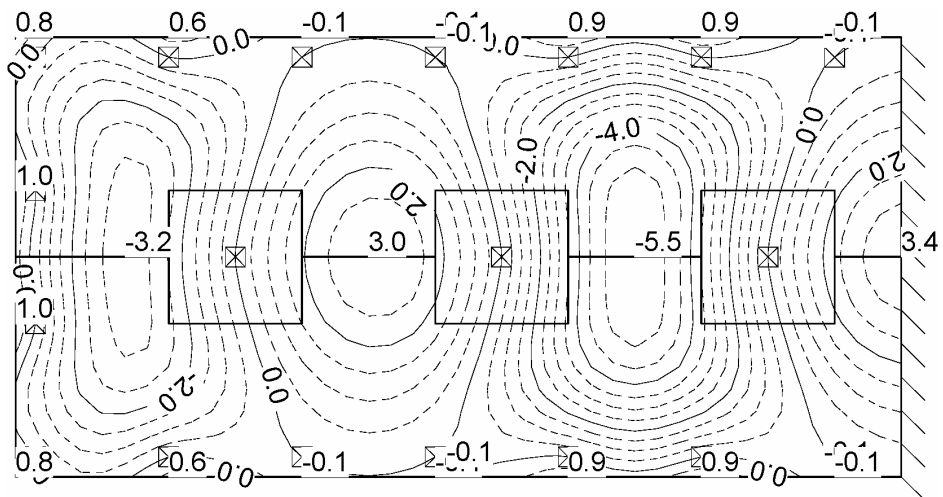


System B 17.2

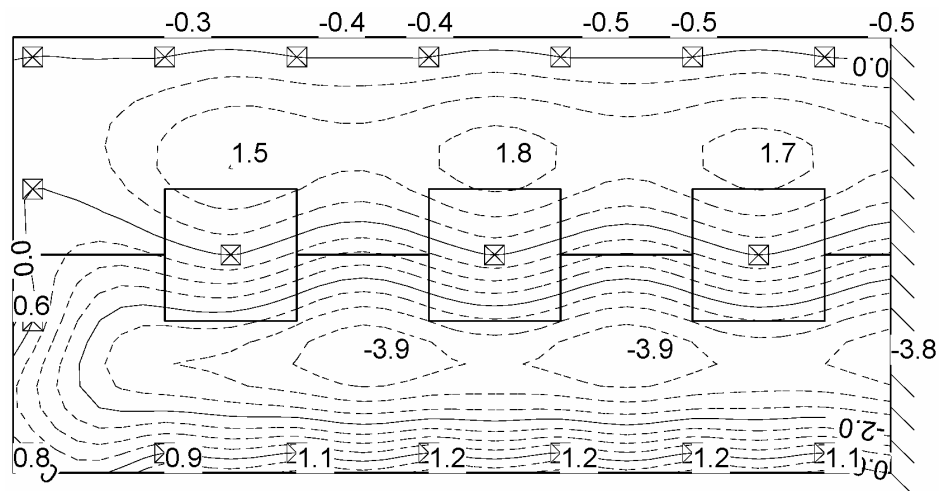
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

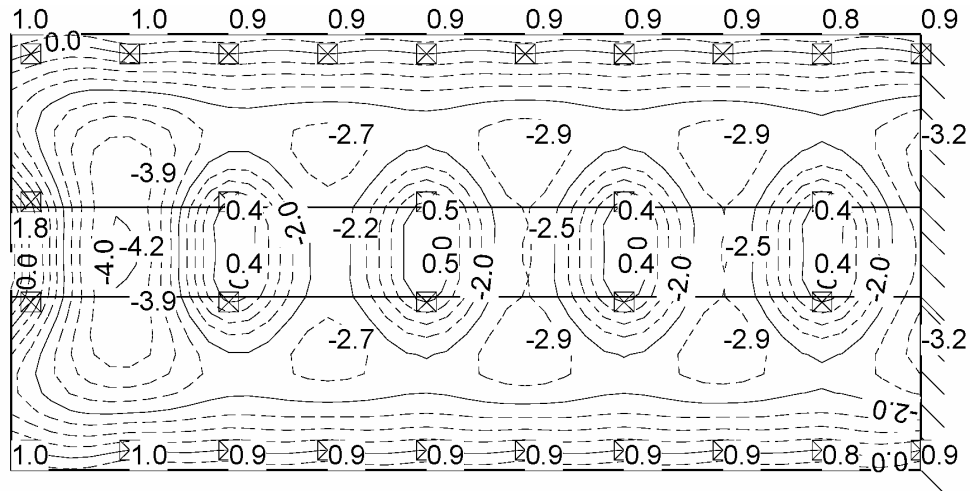


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

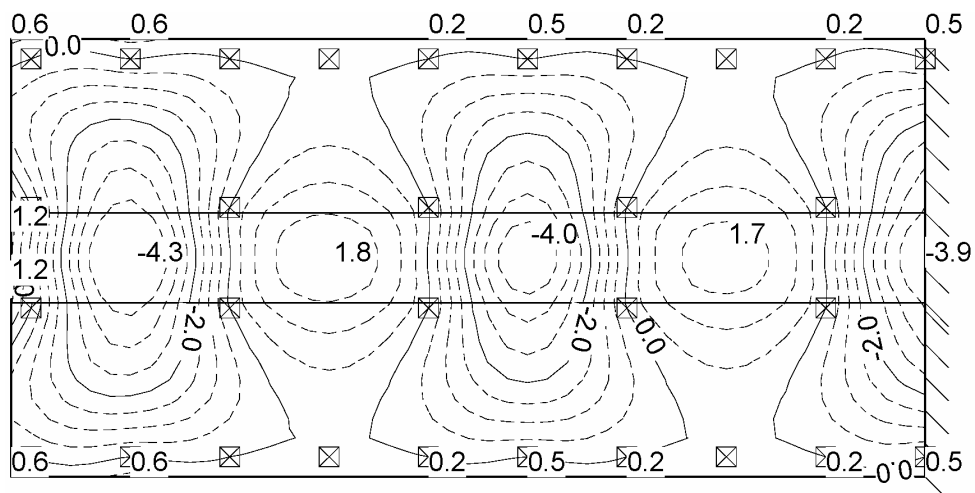


System B 17.3

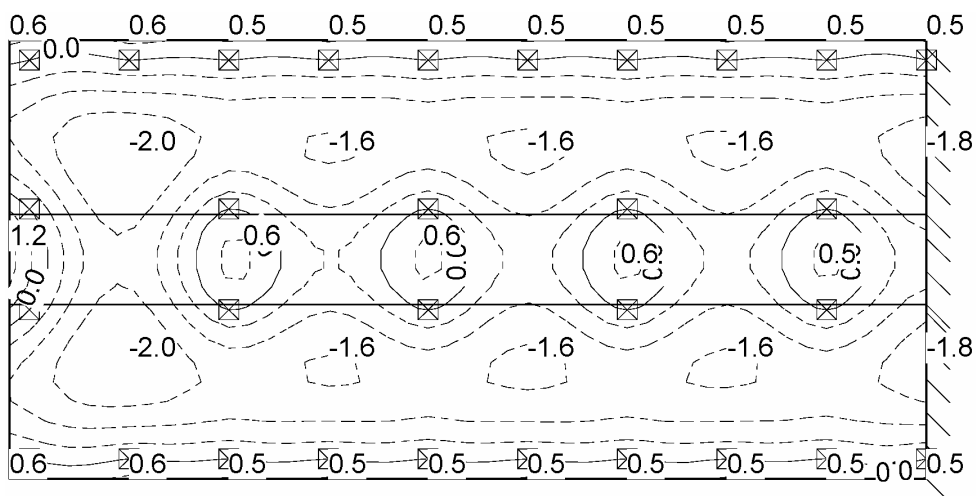
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

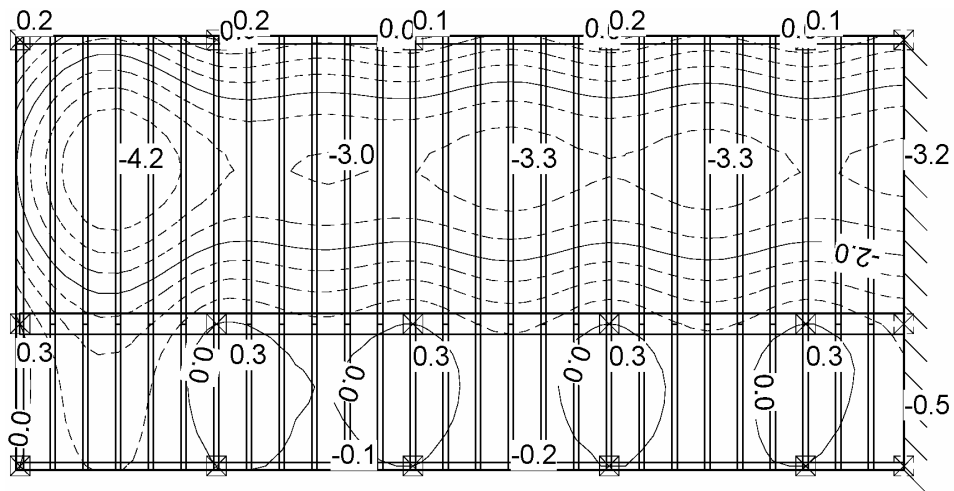


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

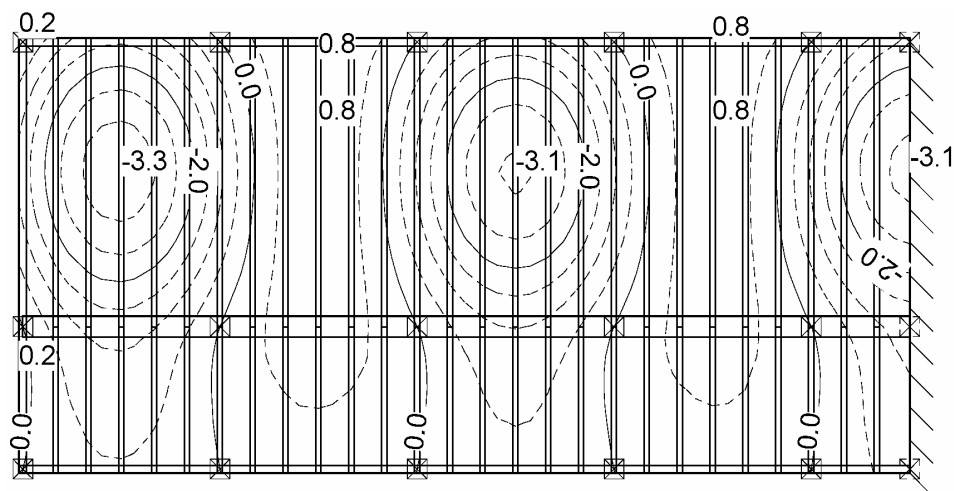


System B 18.0

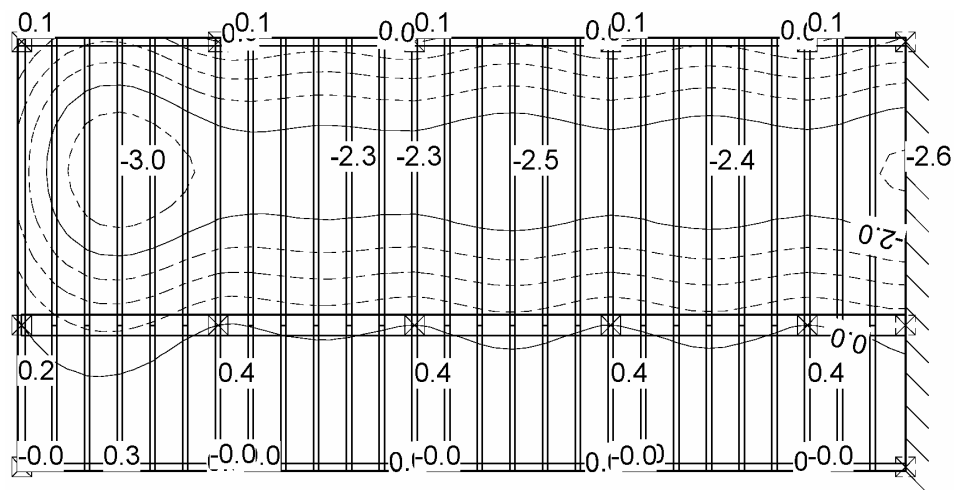
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

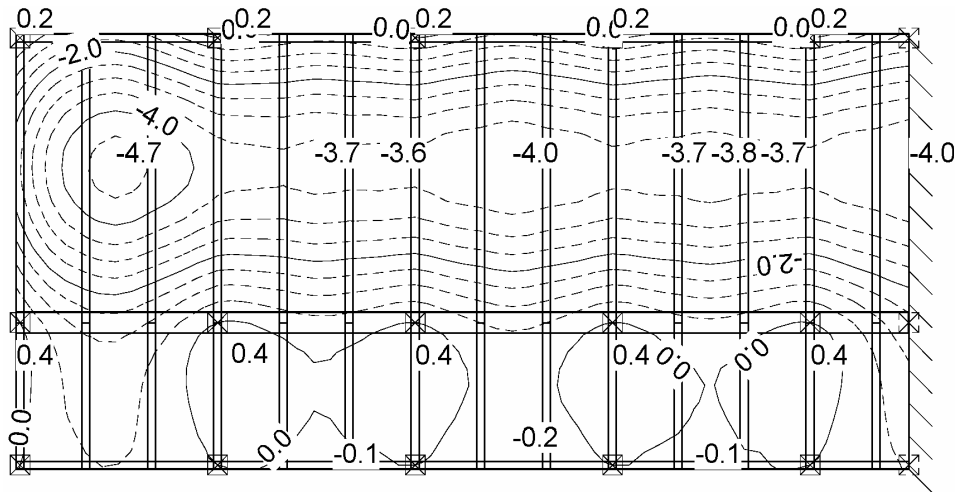


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

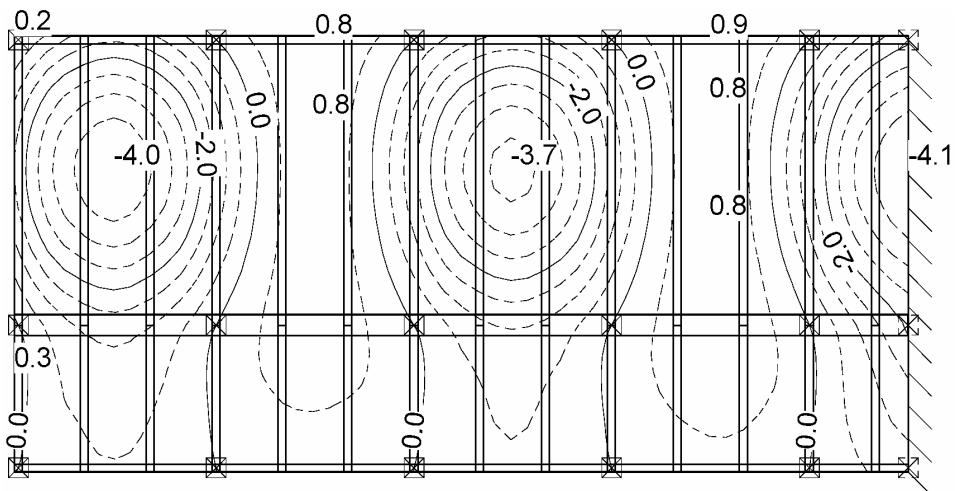


System B 18.1

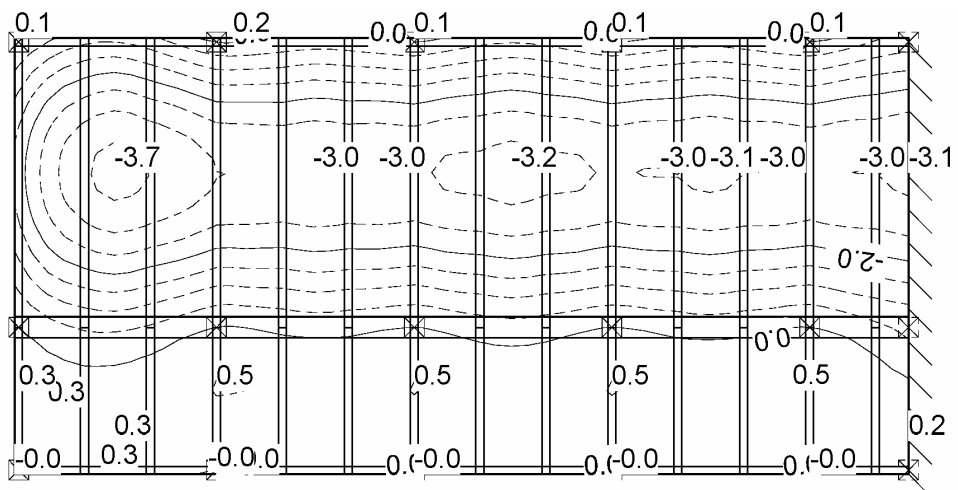
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

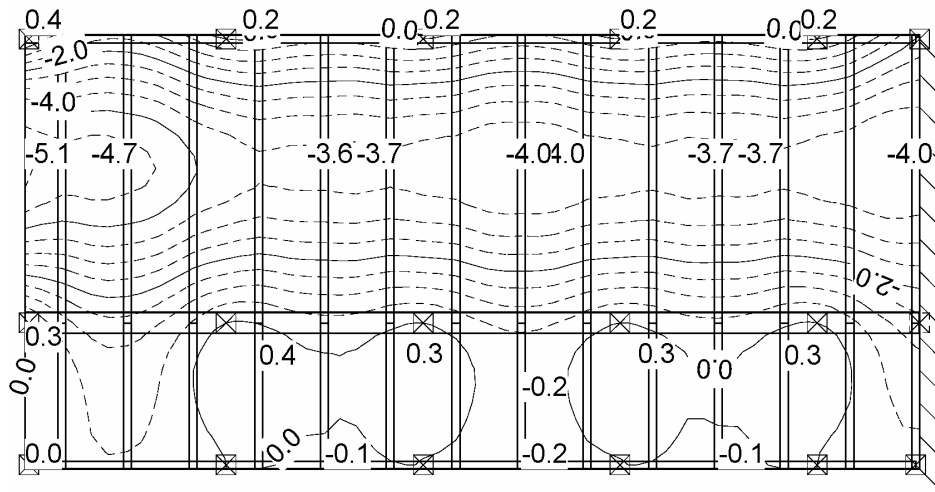


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

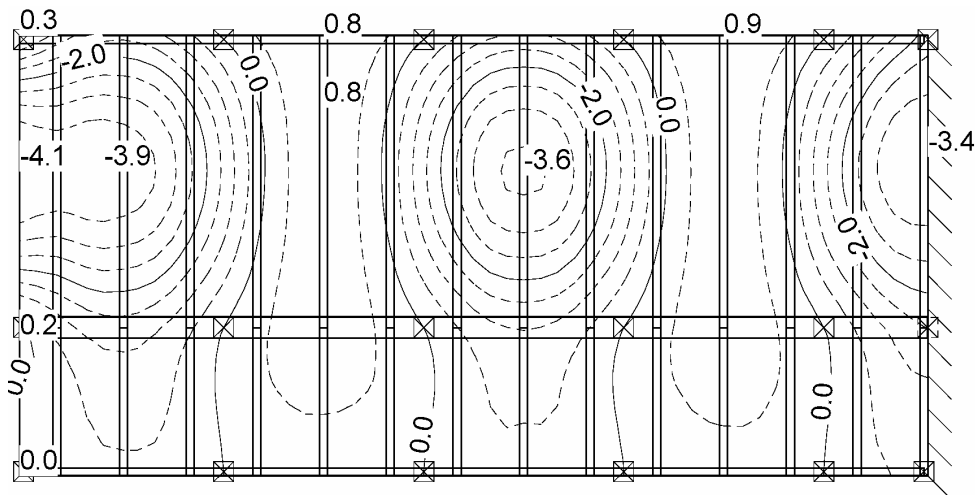


System B 18.2

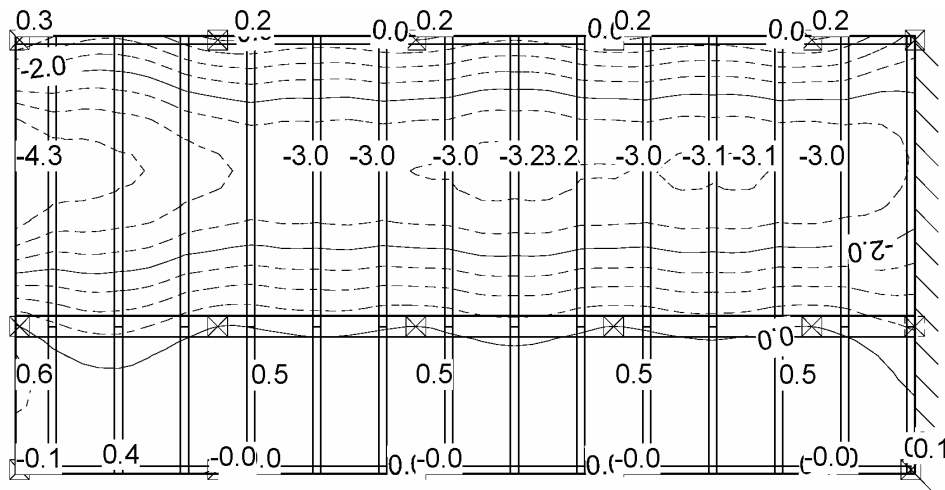
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

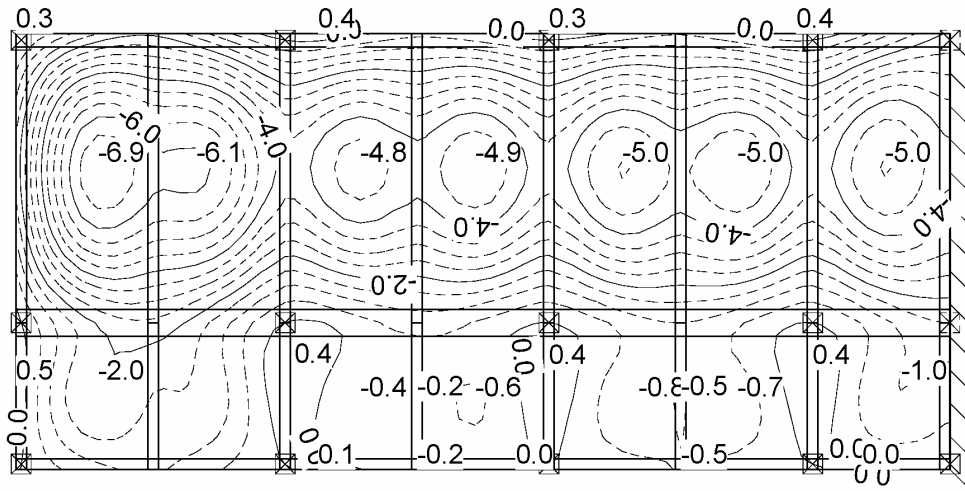


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

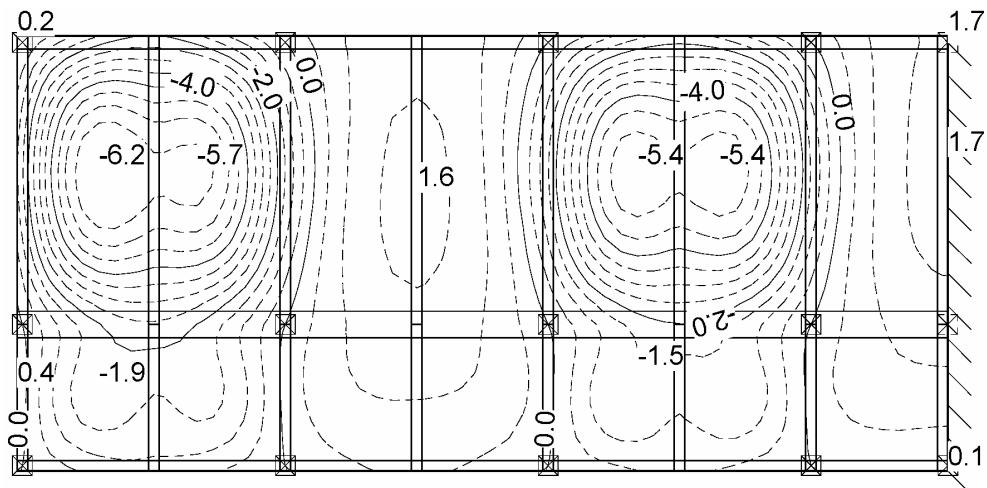


System B 18.3

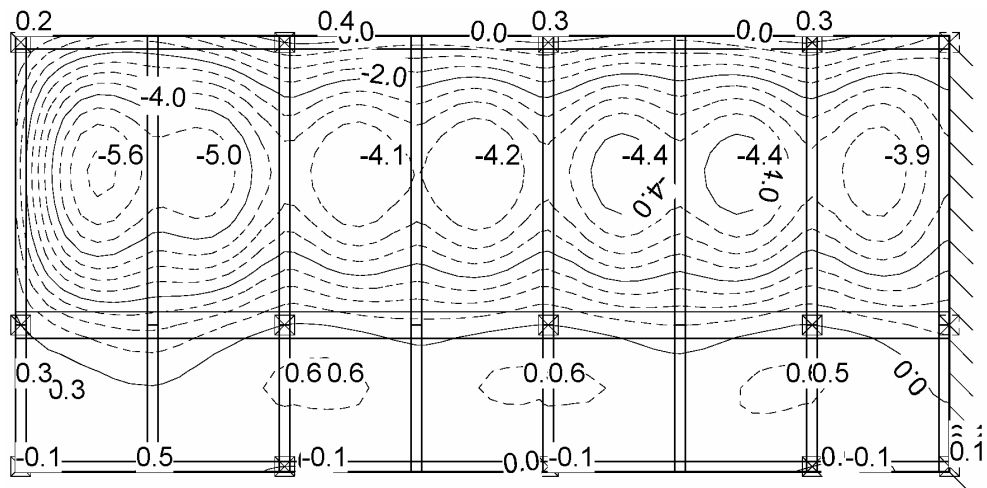
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

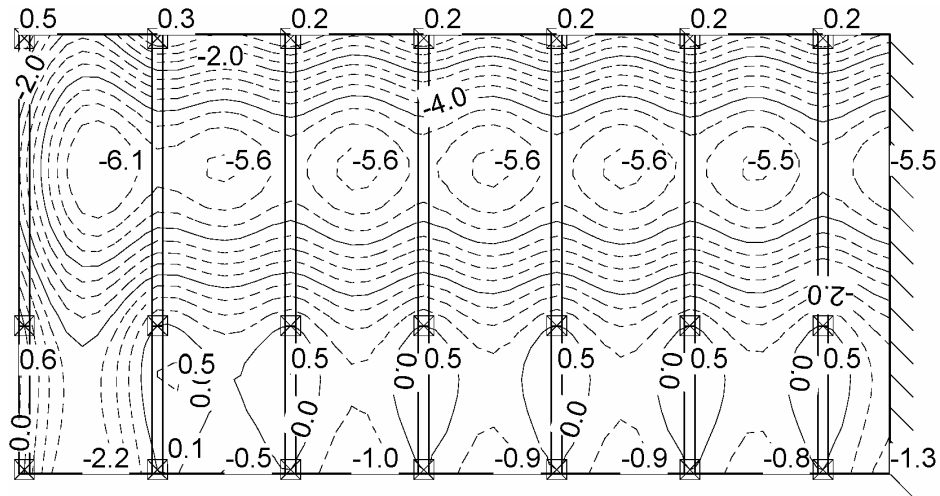


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

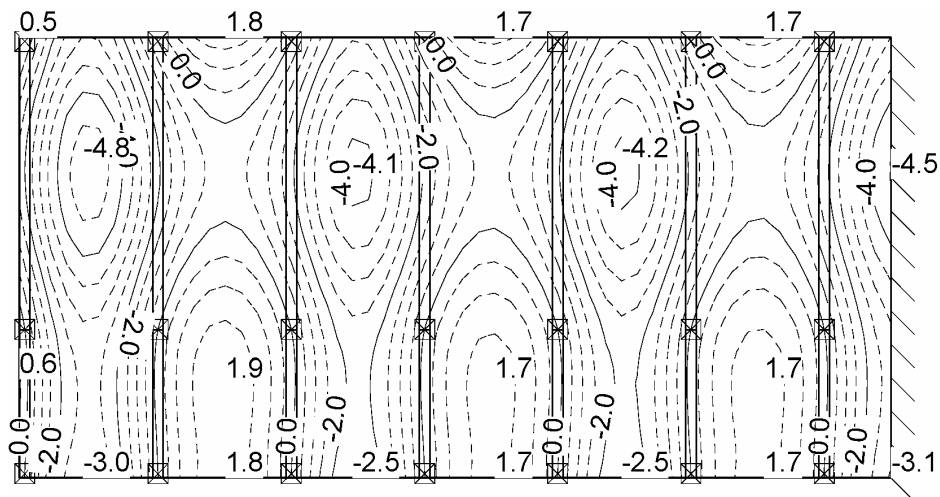


System B 18.4

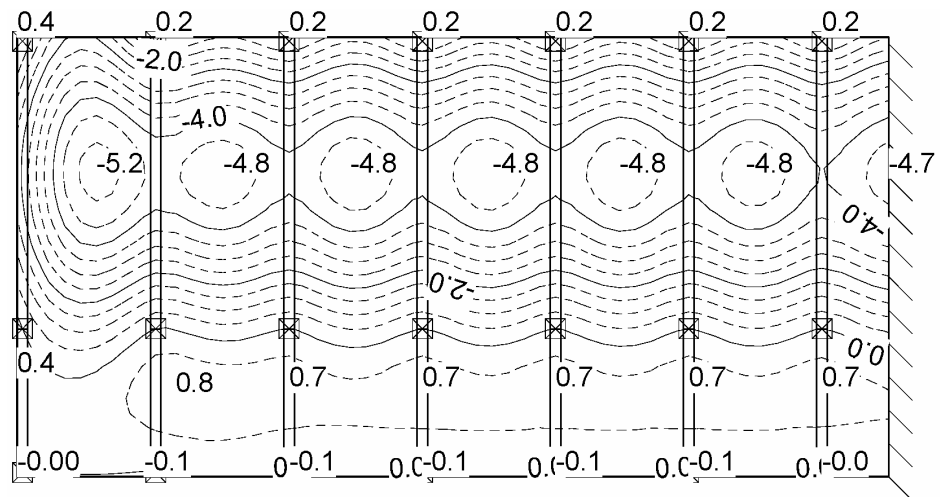
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

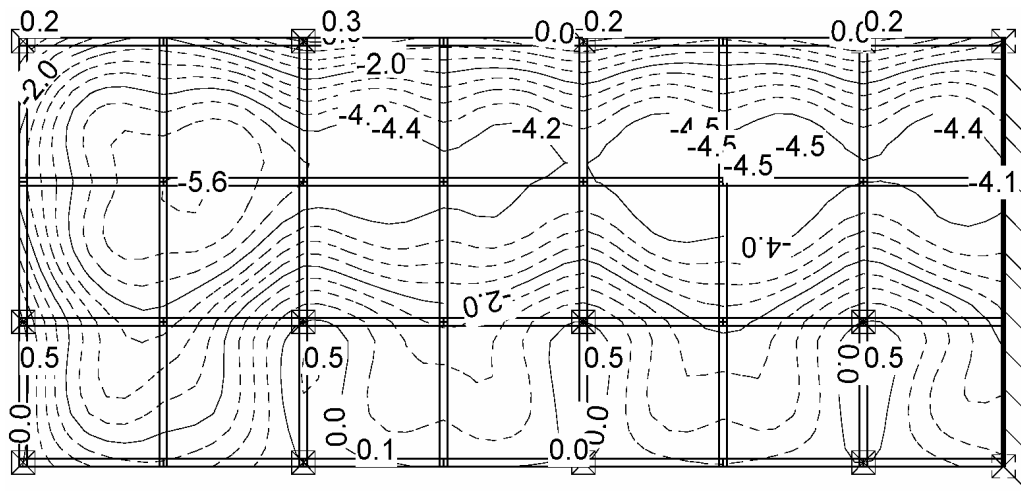


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

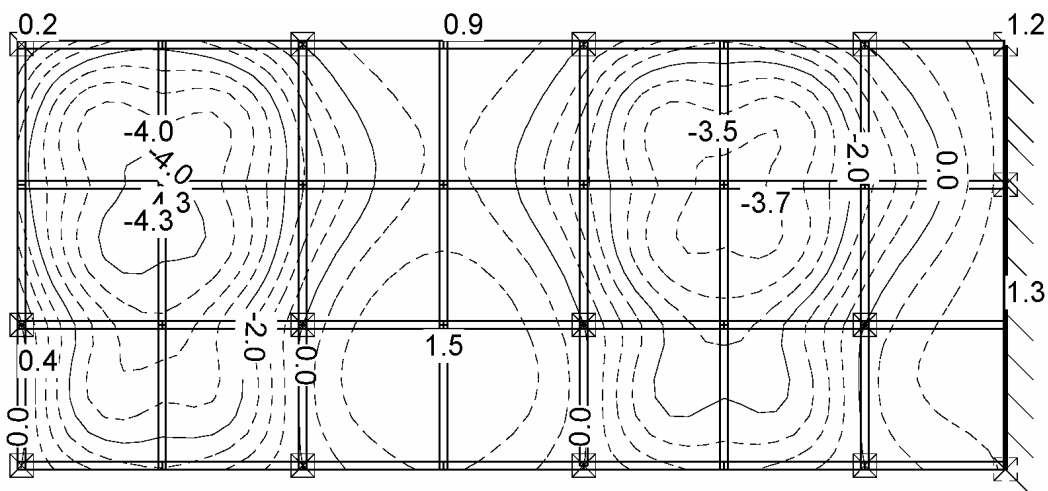


System B 18.5

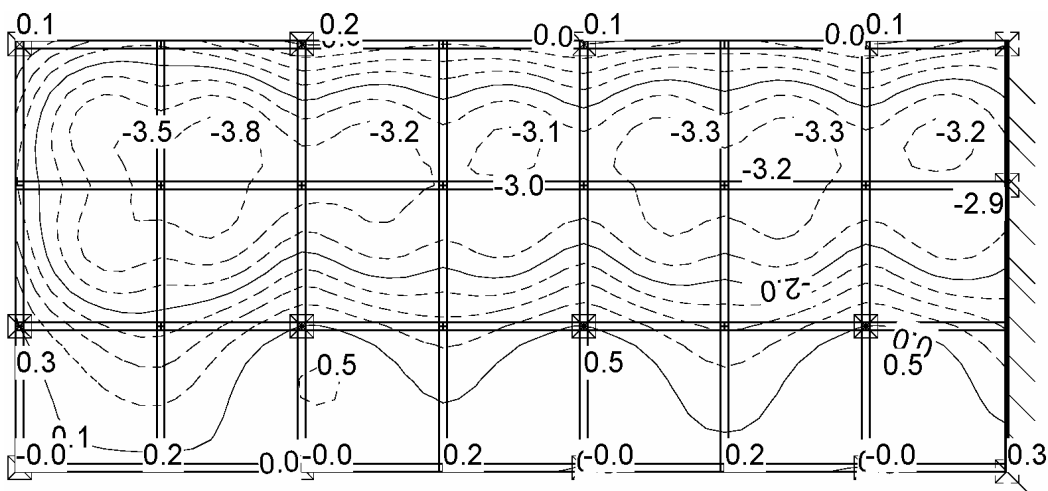
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

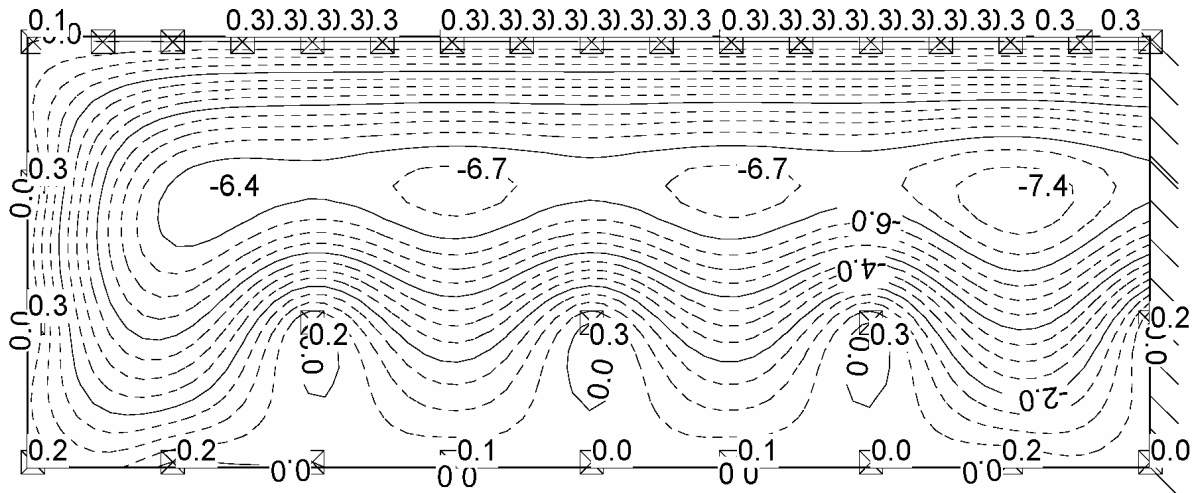


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

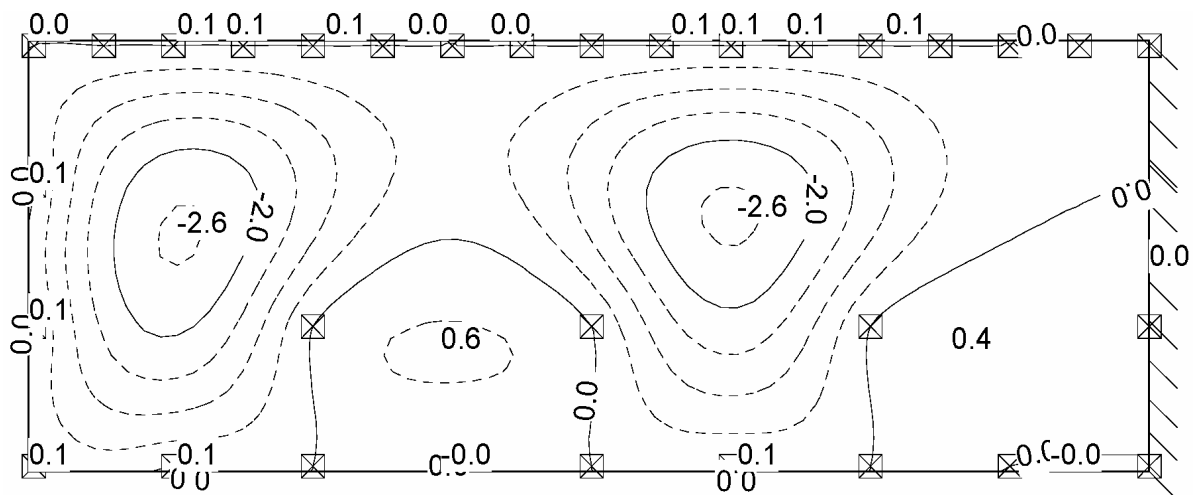


System B 18.6

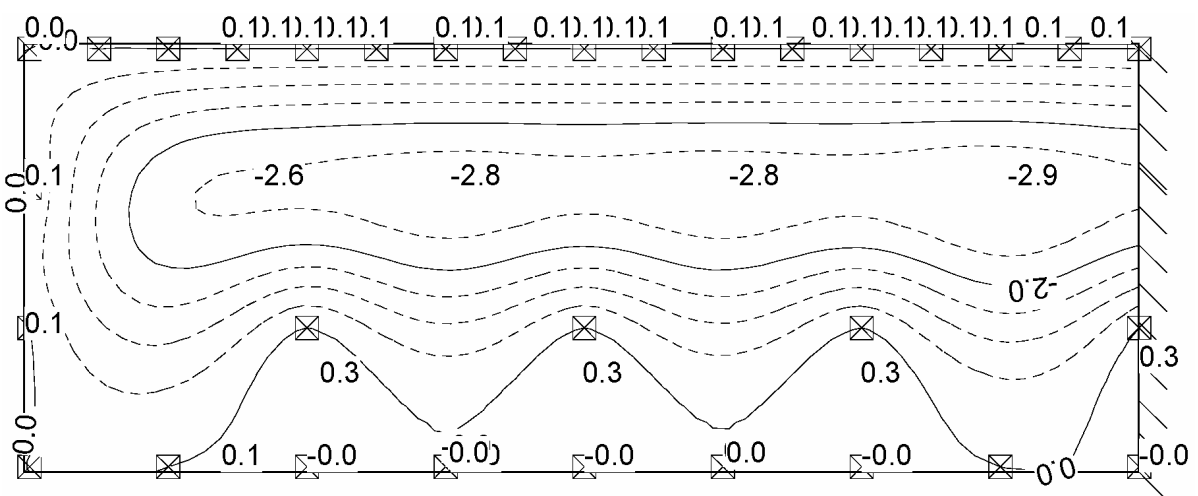
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

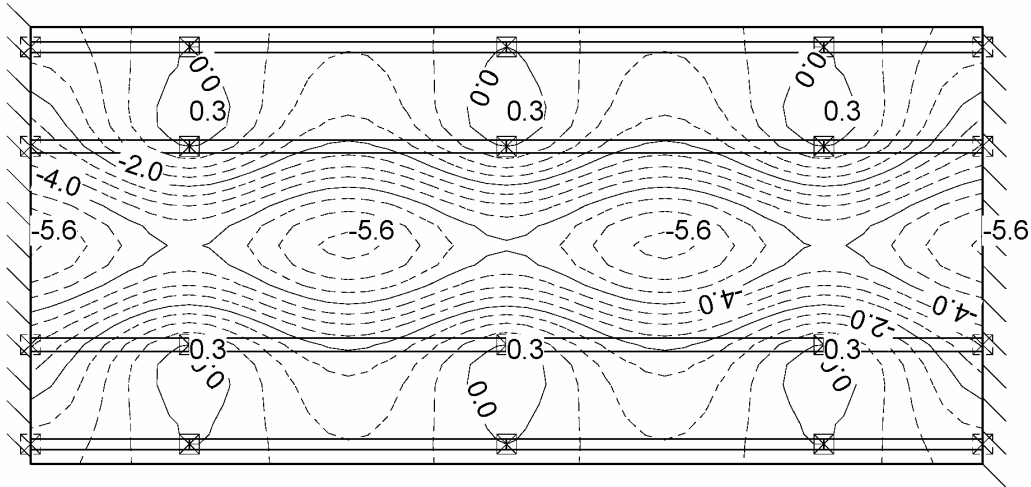


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

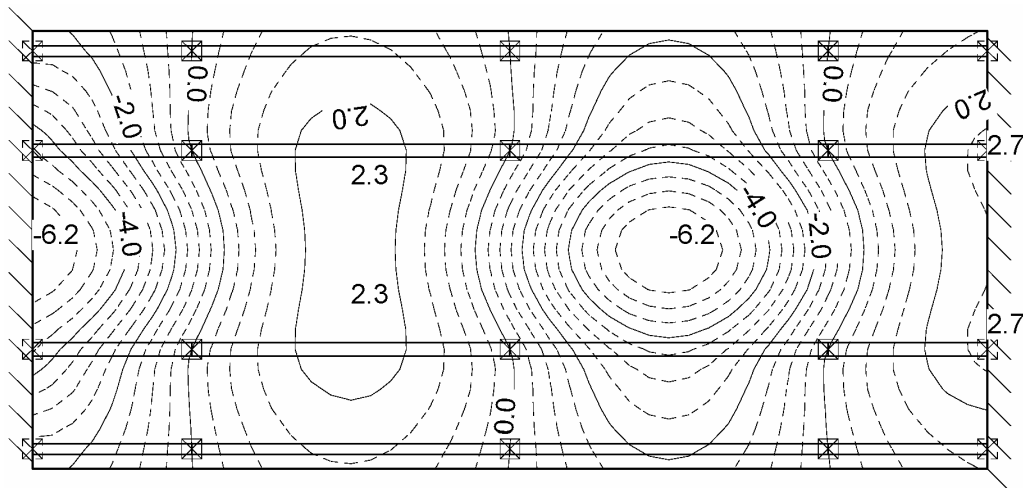


System B 19.0

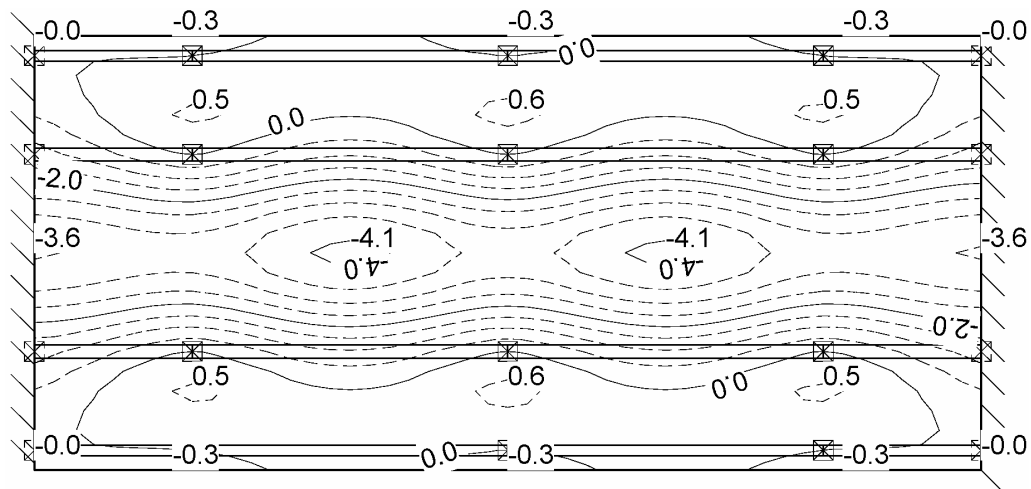
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

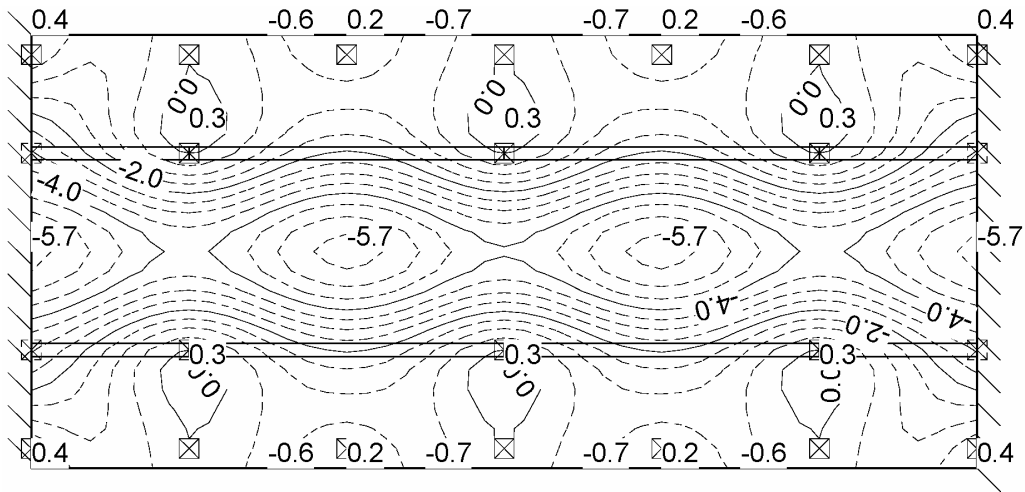


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

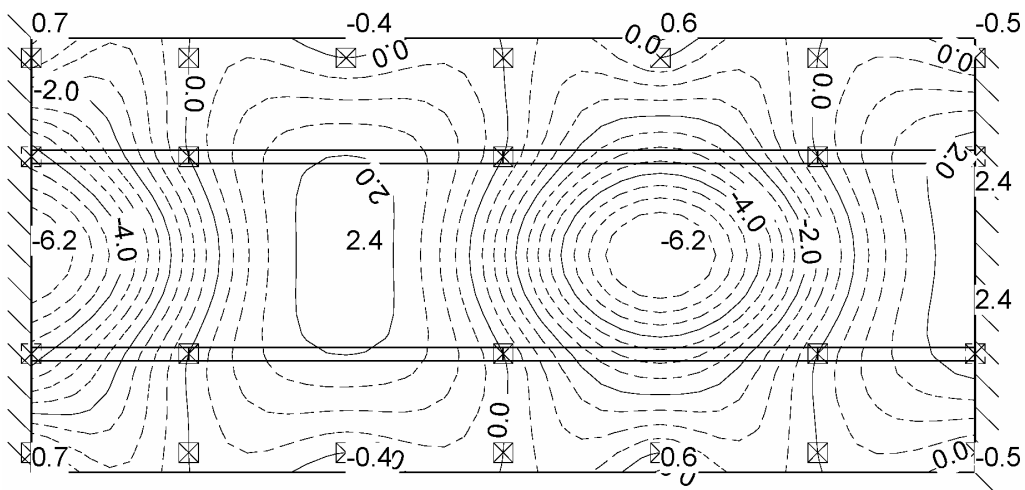


System B 19.1

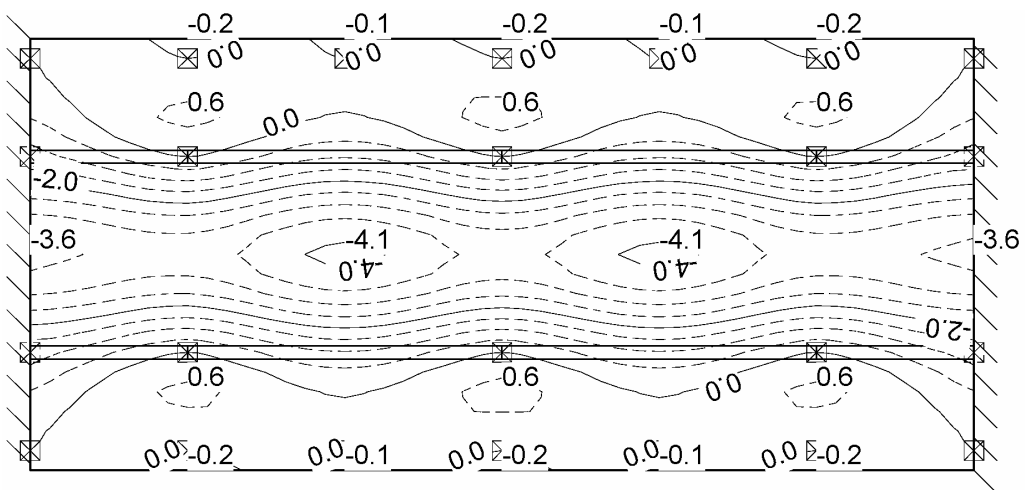
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

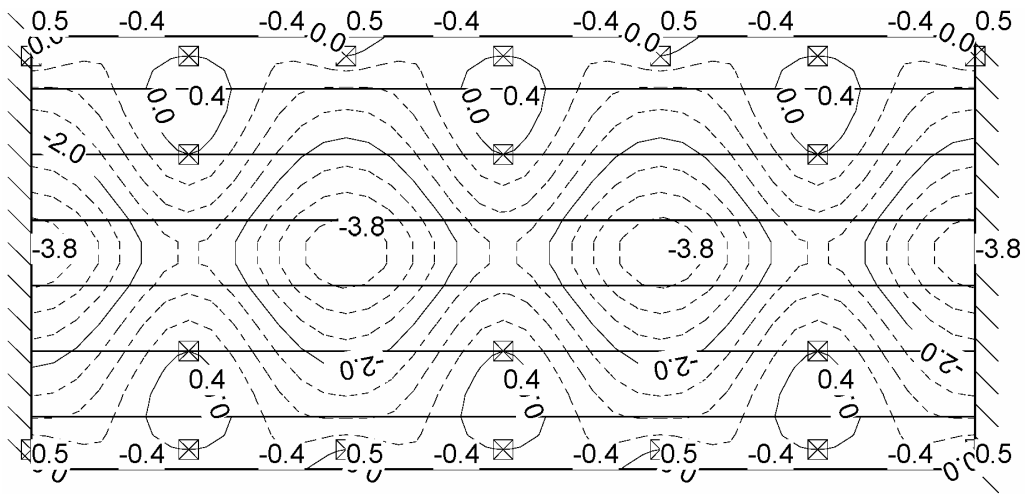


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

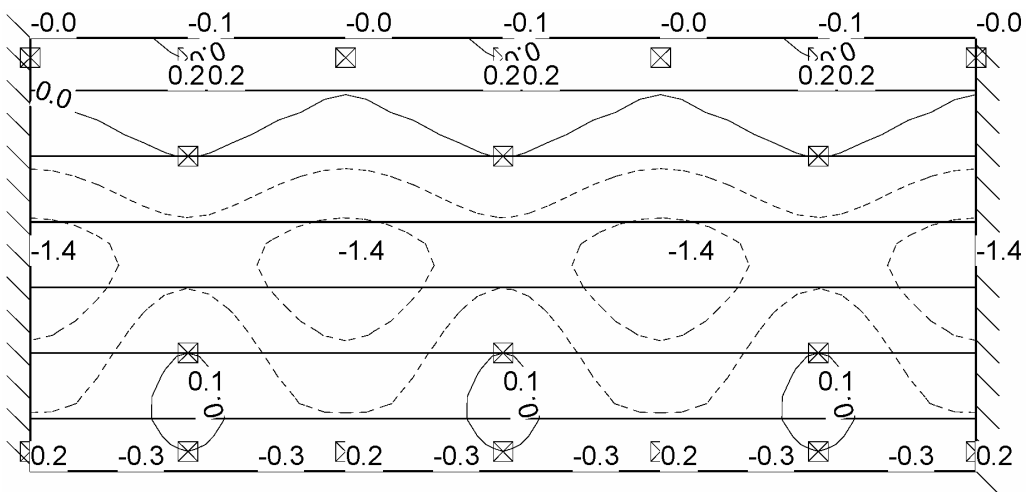


System B 19.2

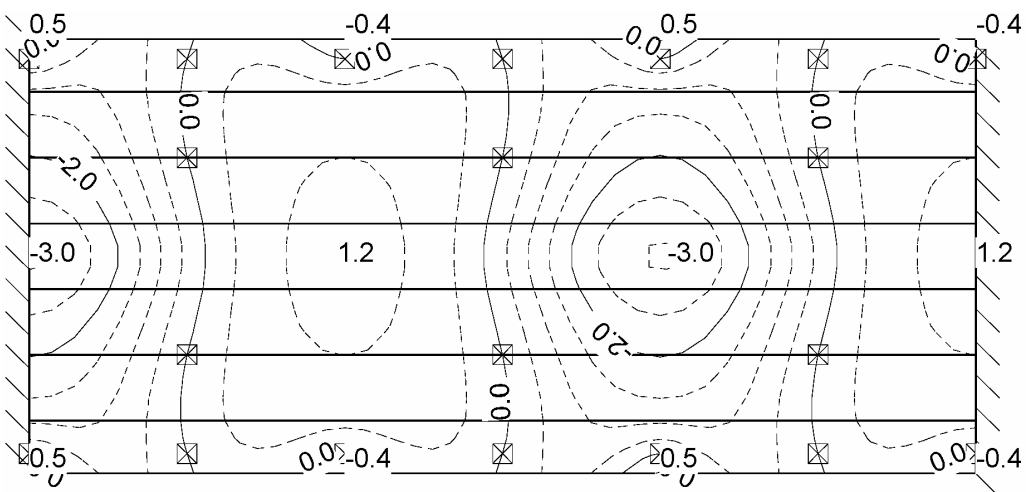
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

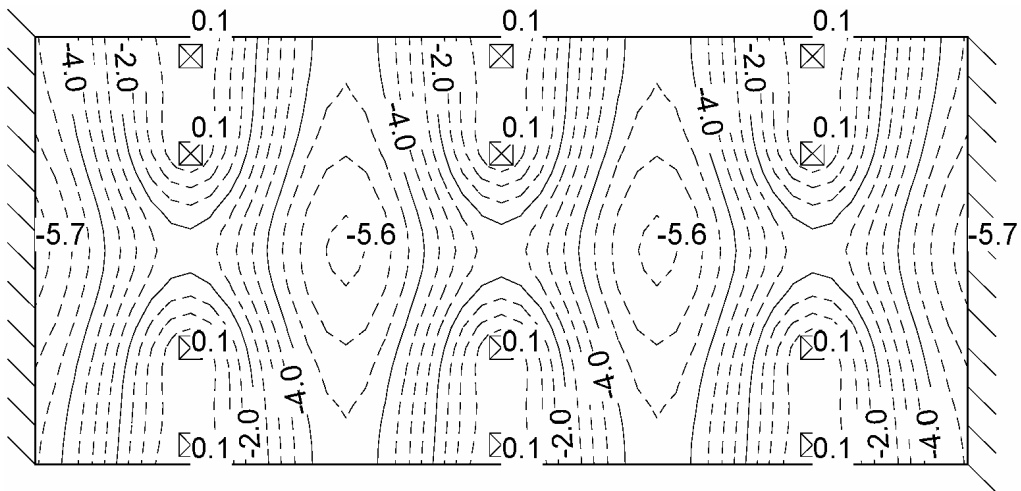


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

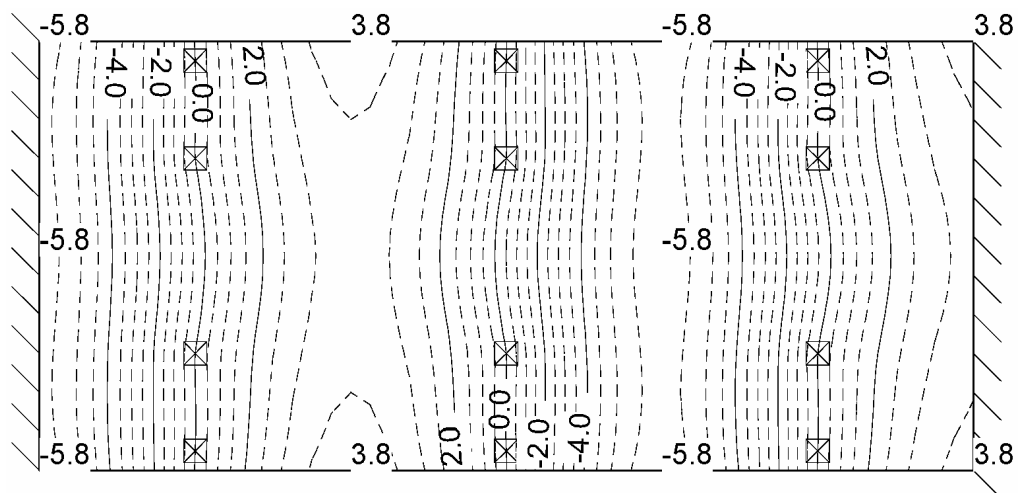


System B 19.3

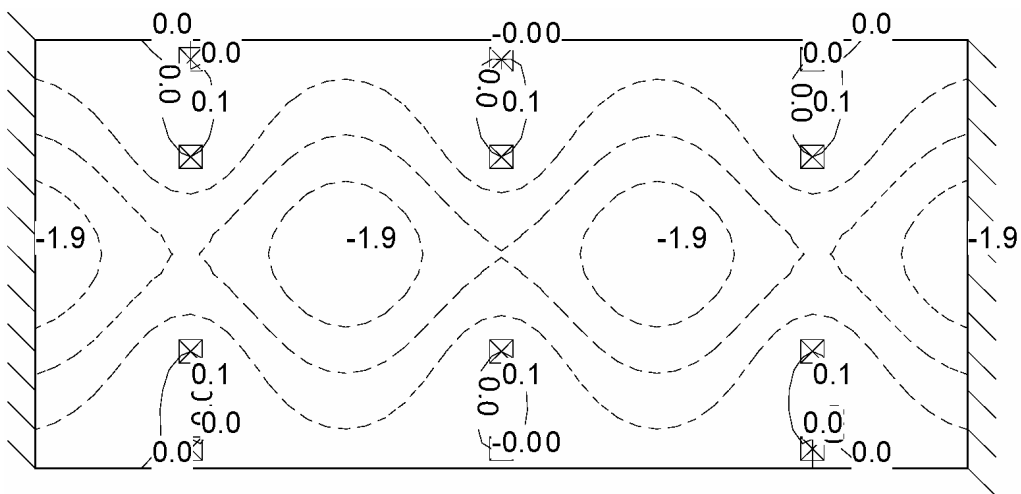
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

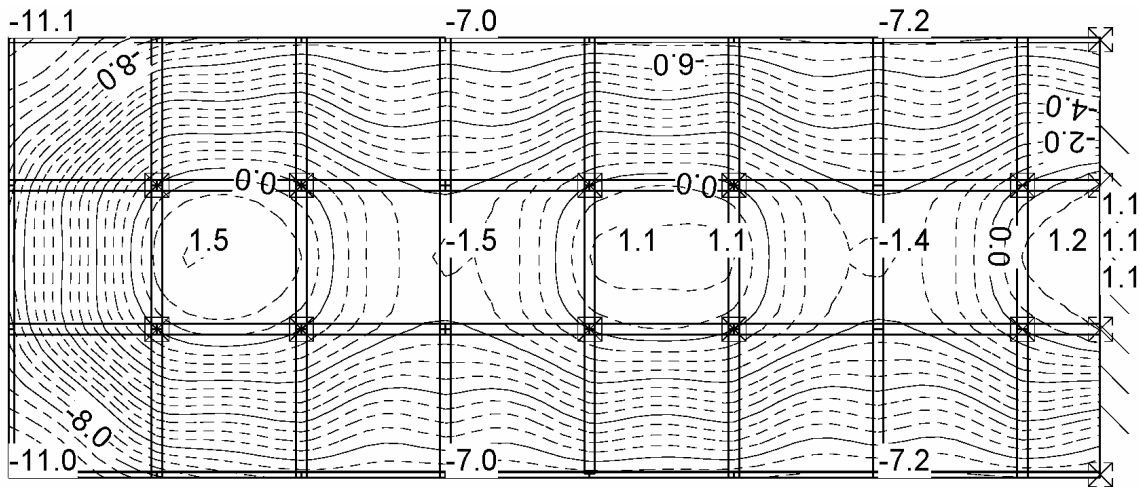


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

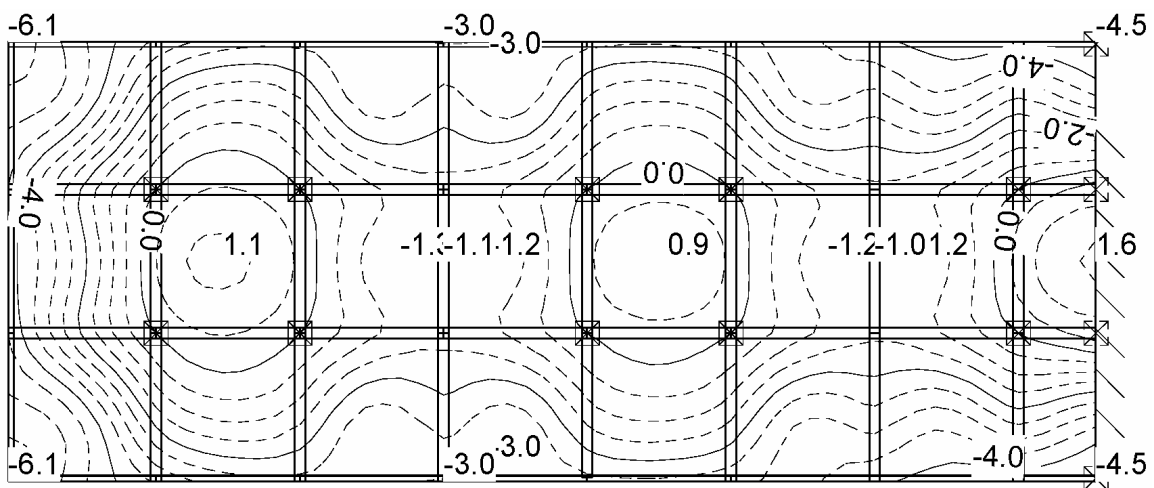


System B 20.0

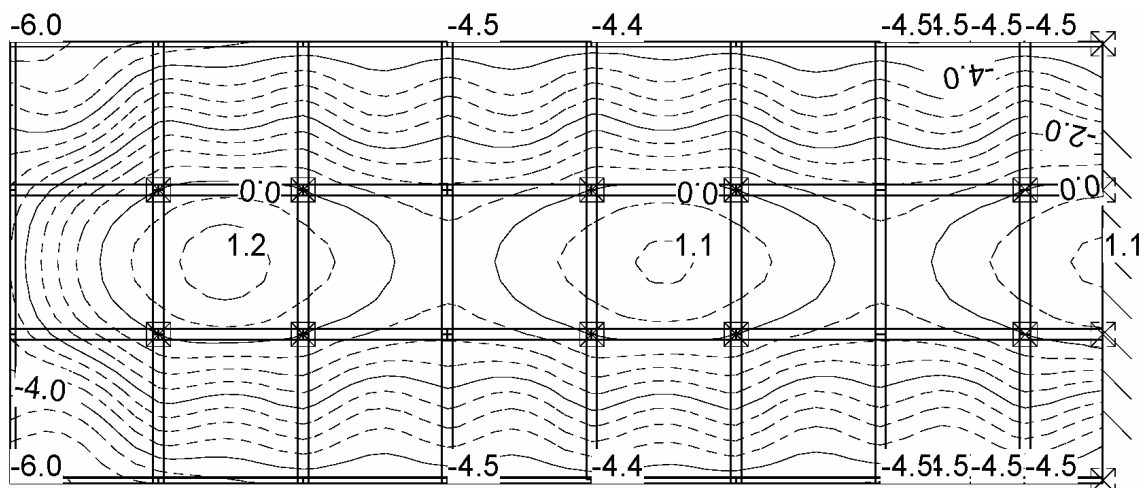
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

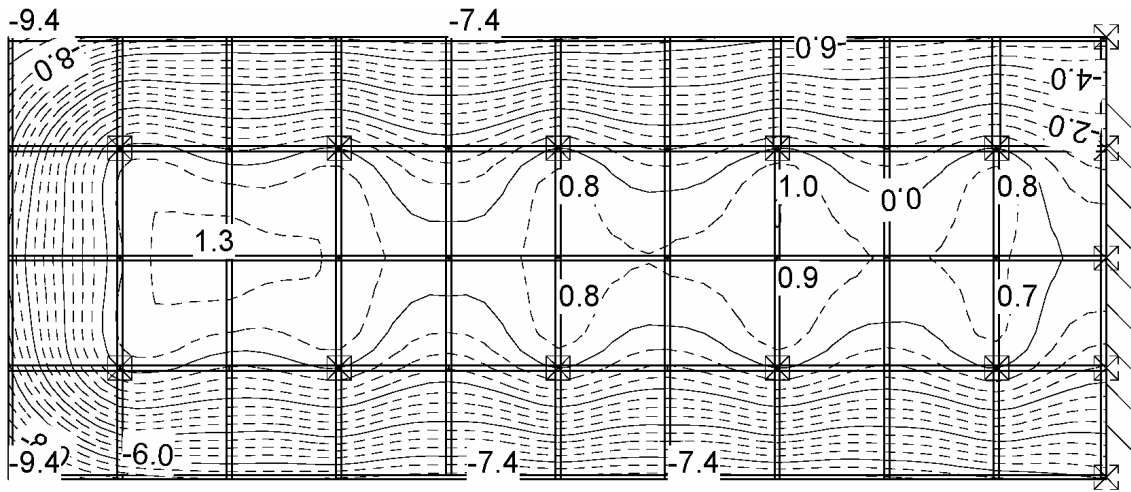


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

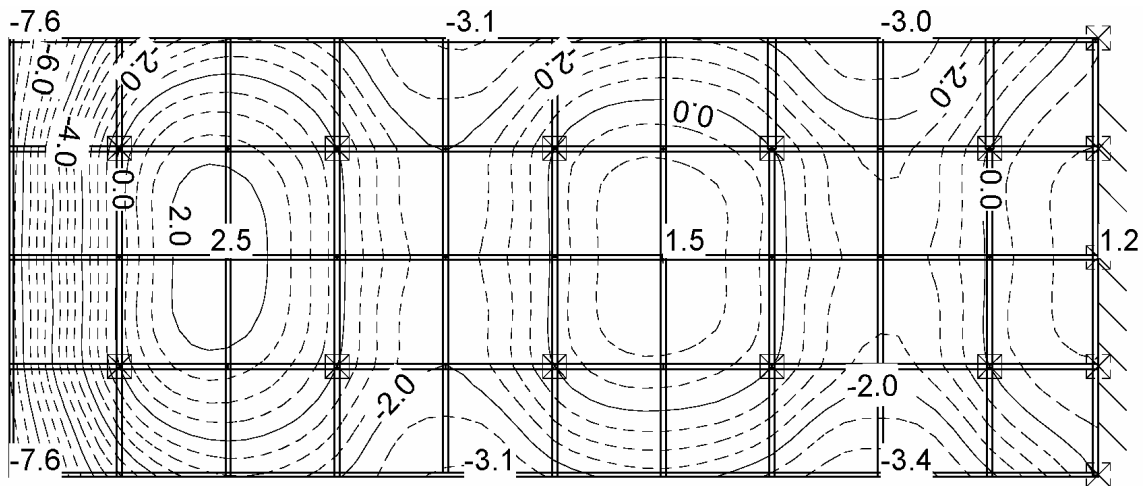


System B 20.1

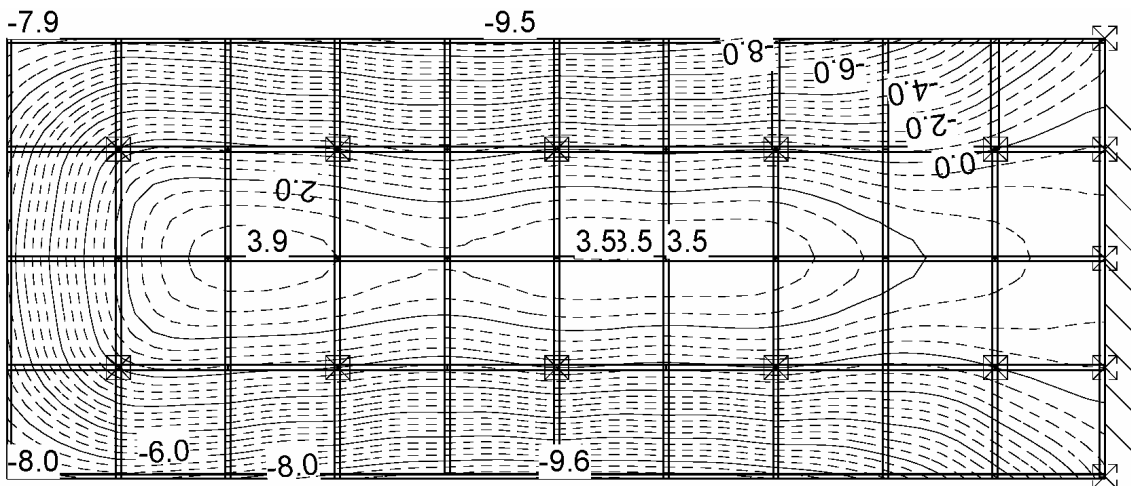
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

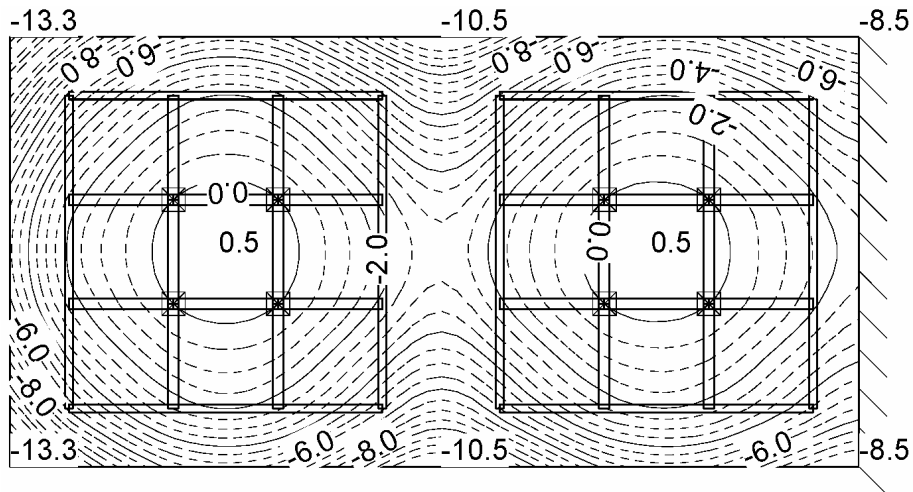


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

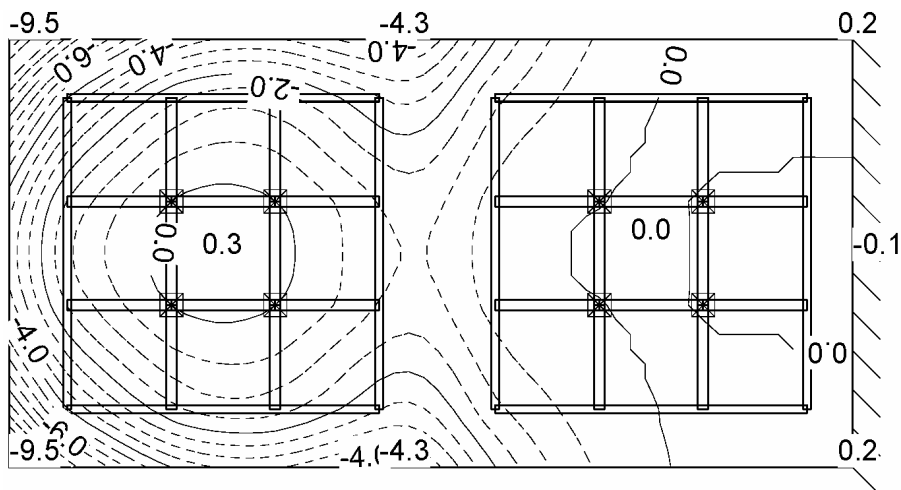


System B 20.2

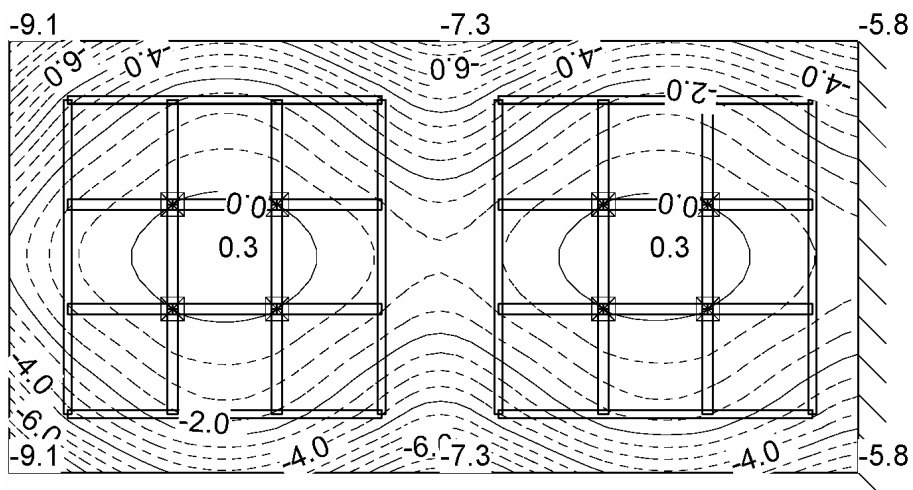
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

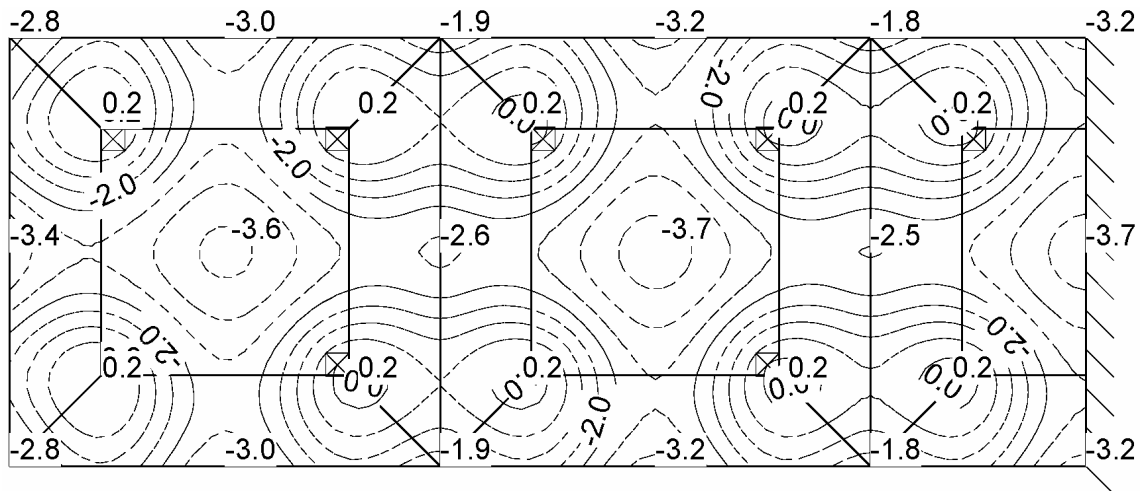


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

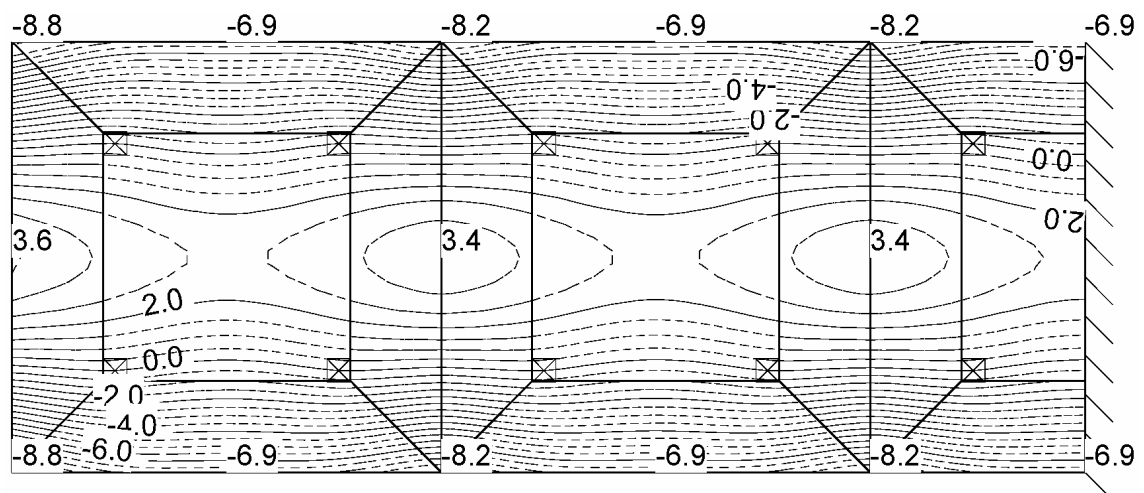


System B 20.3

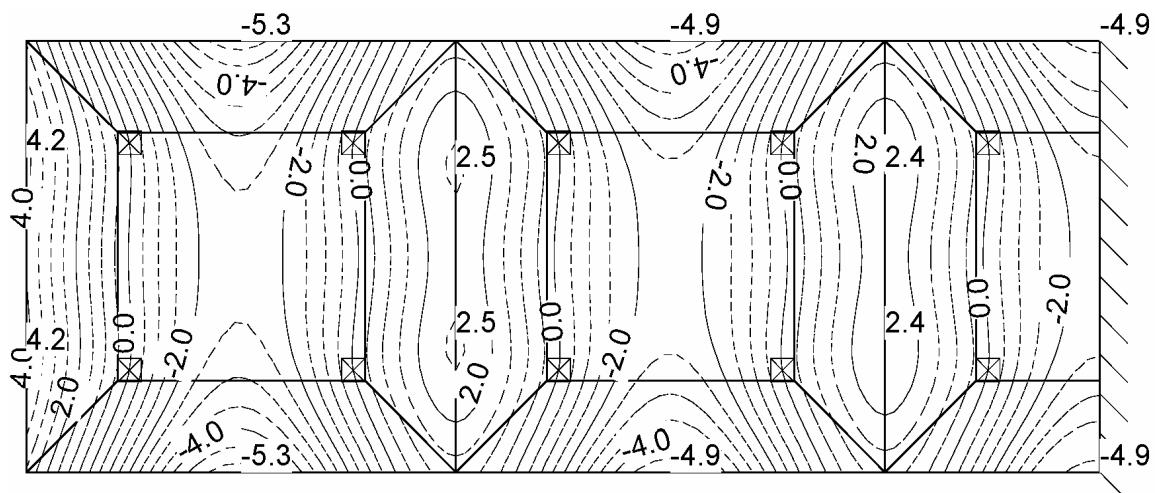
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

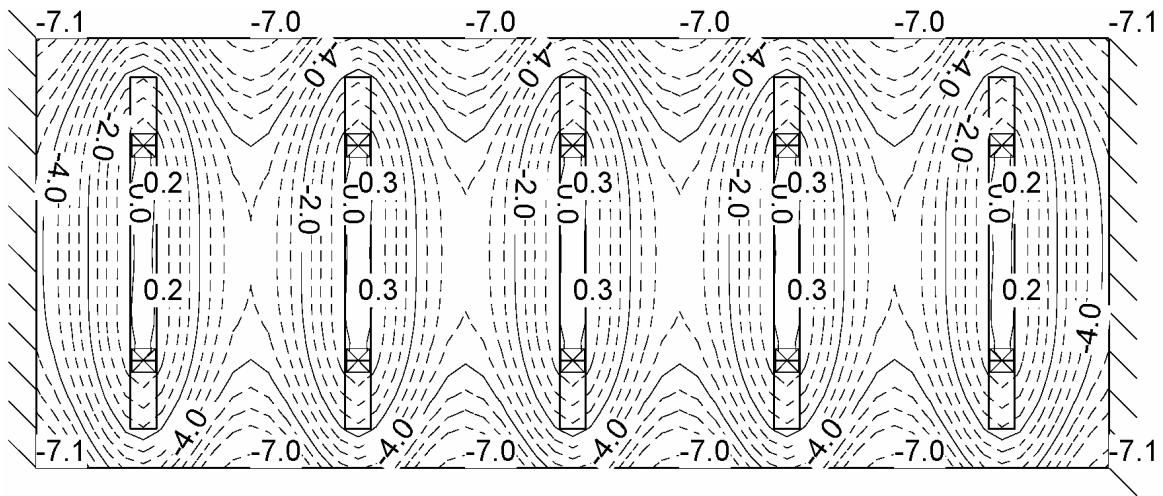


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

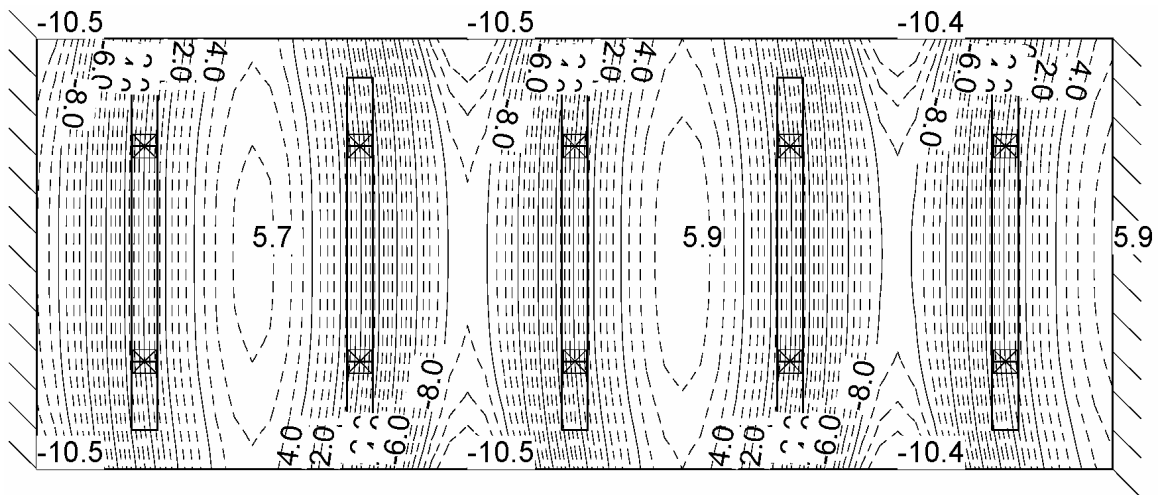


System B 21.0

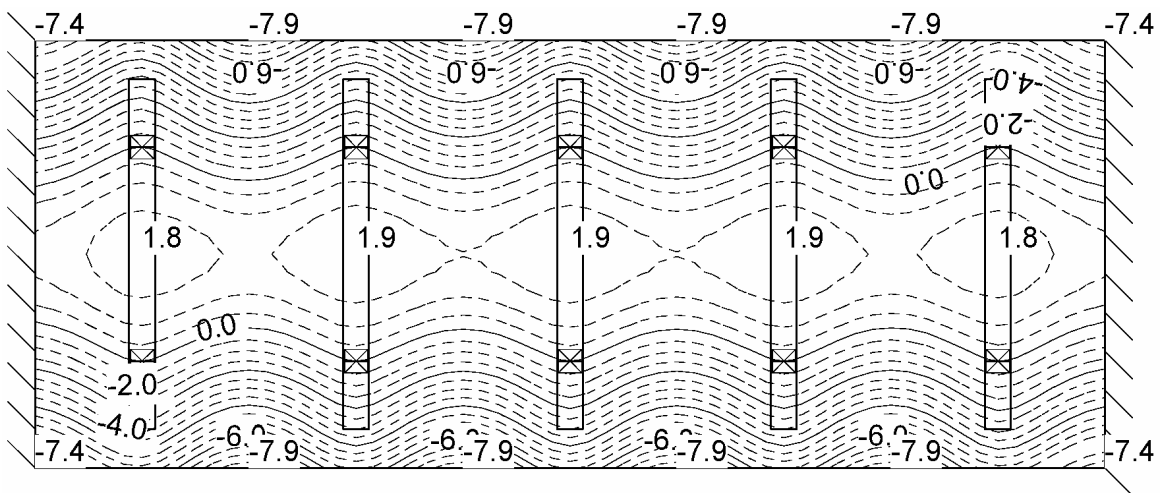
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

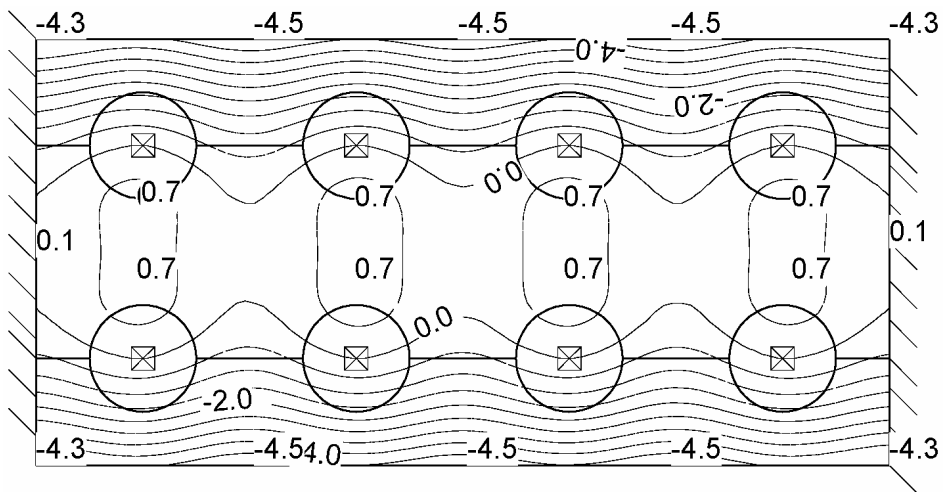


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

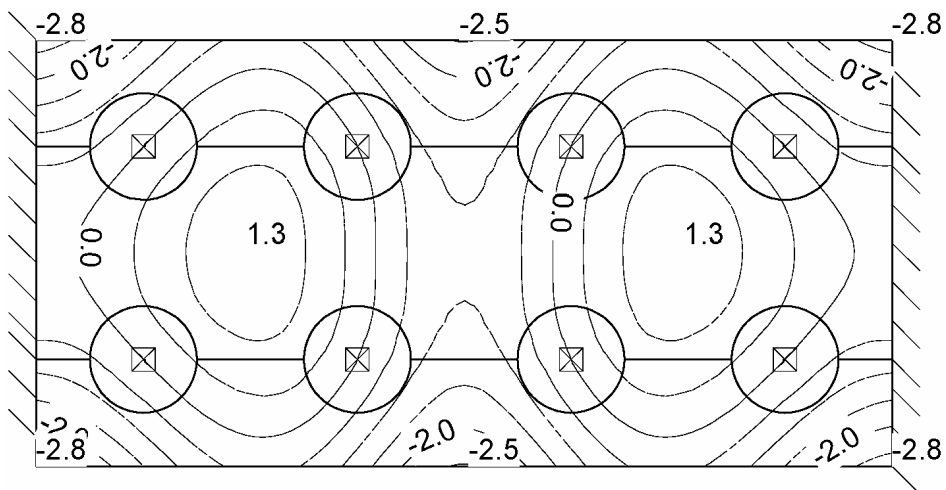


System B 21.1

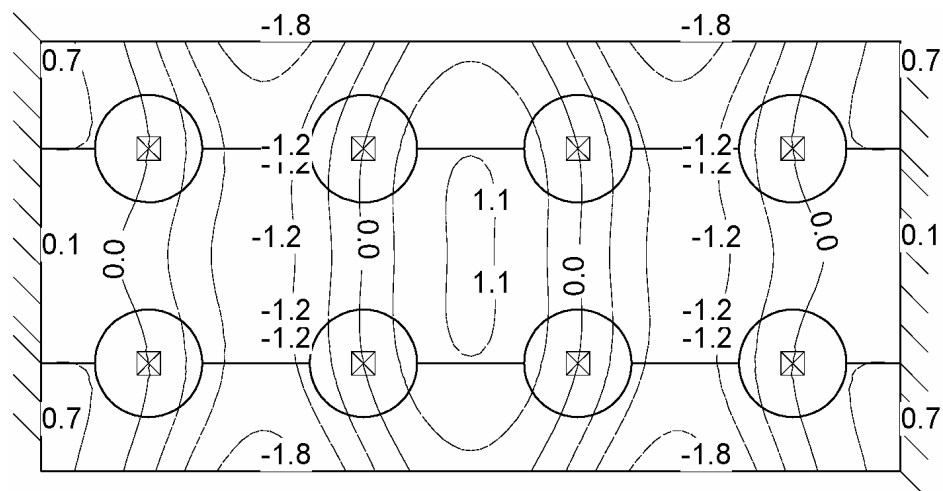
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

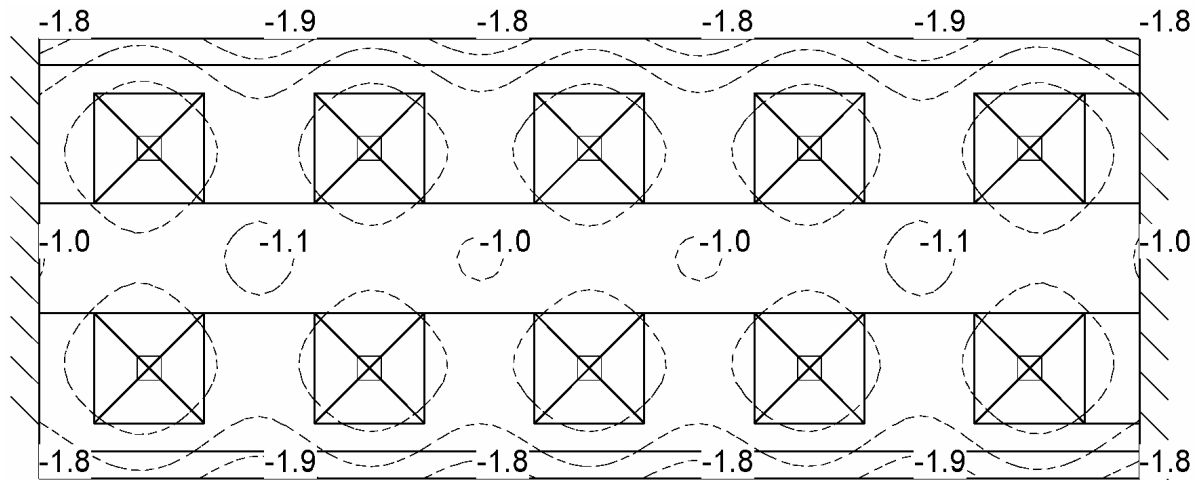


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

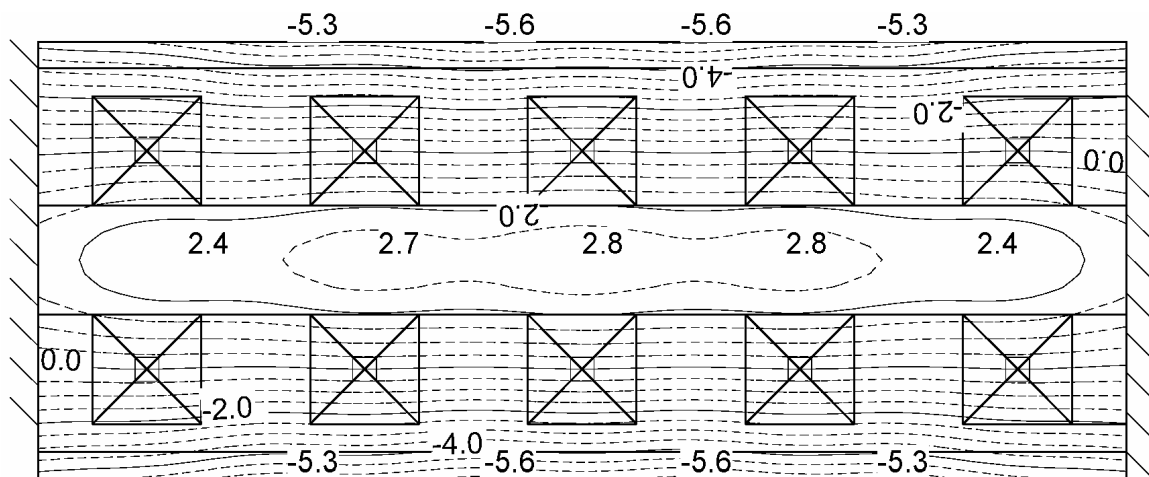


System B 21.2

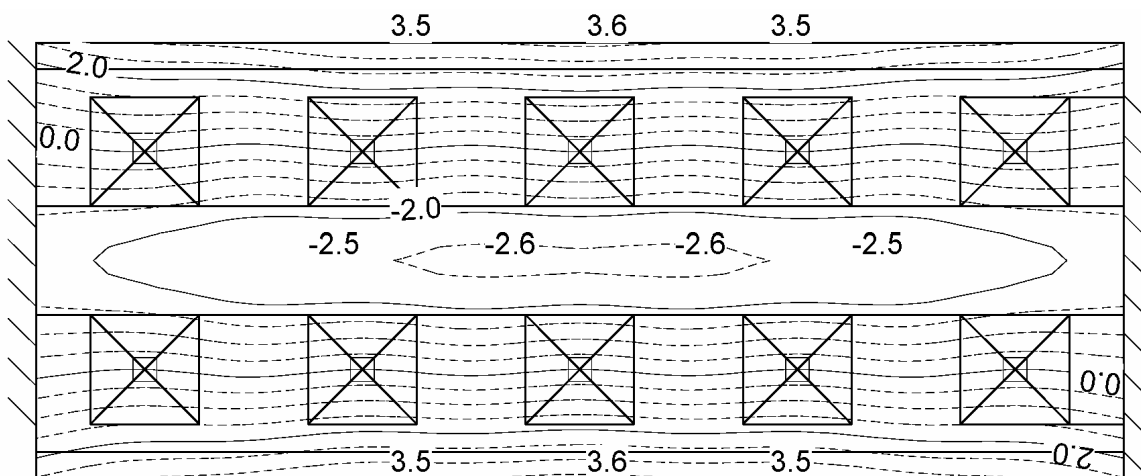
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

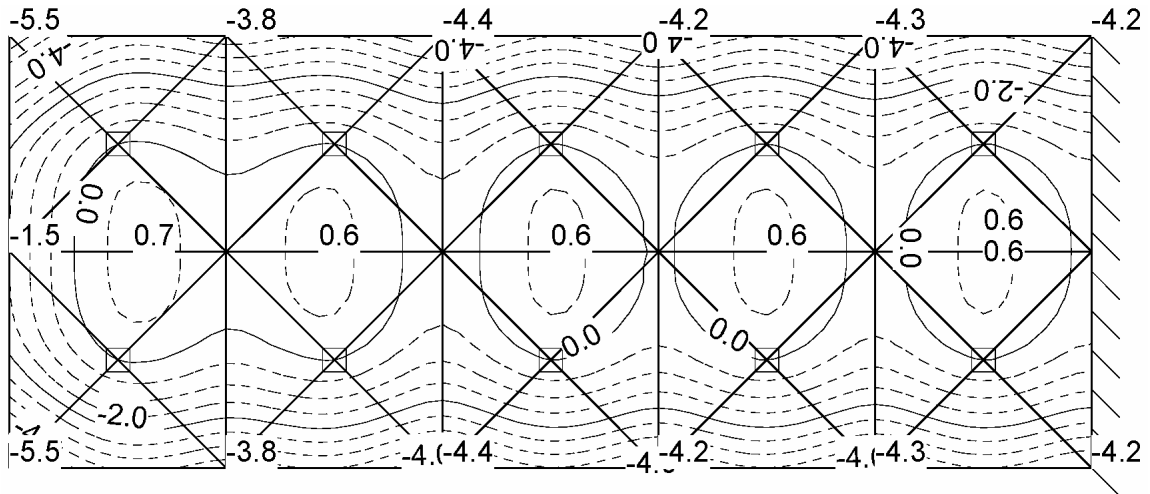


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

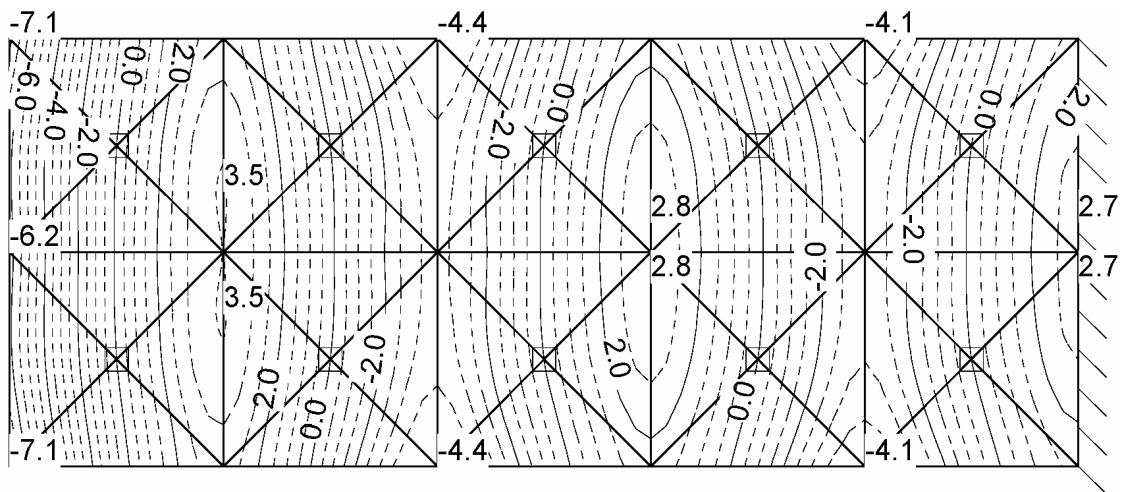


System B 21.3

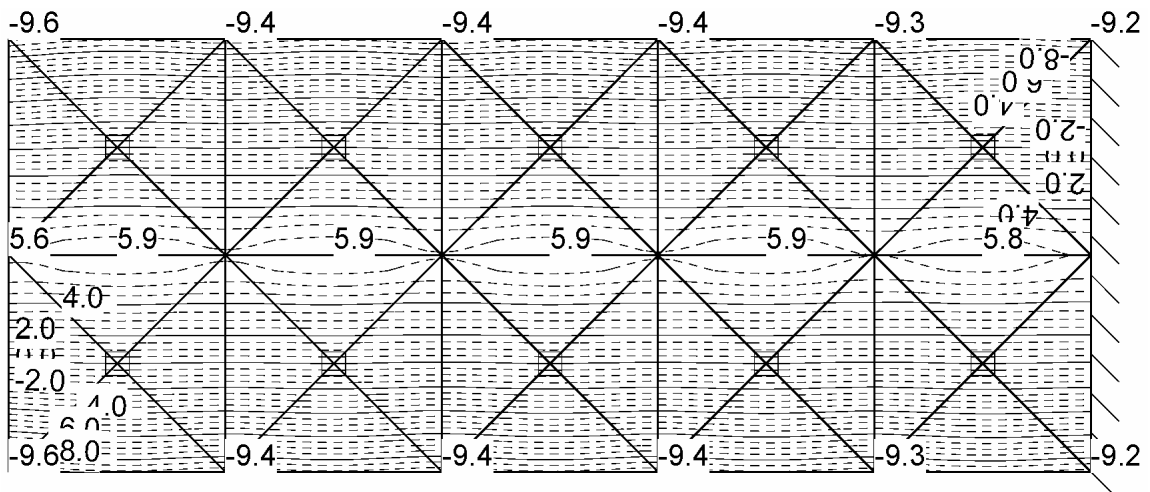
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

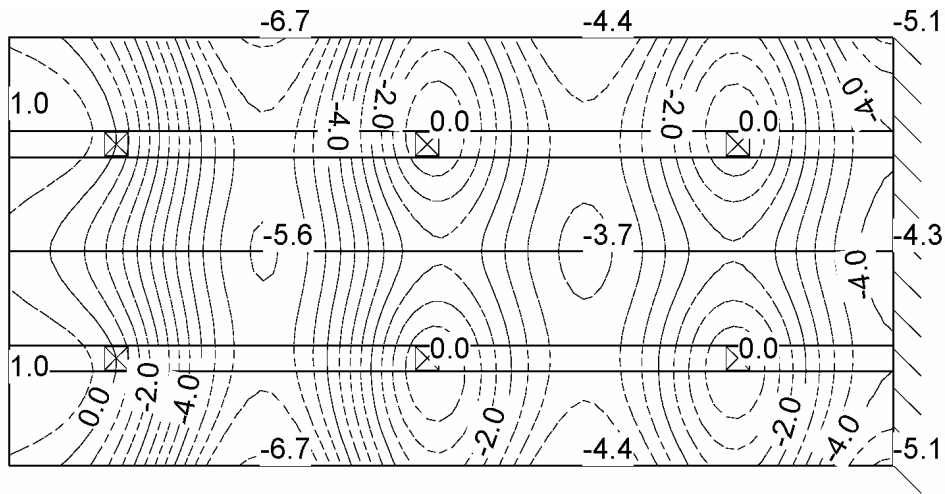


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

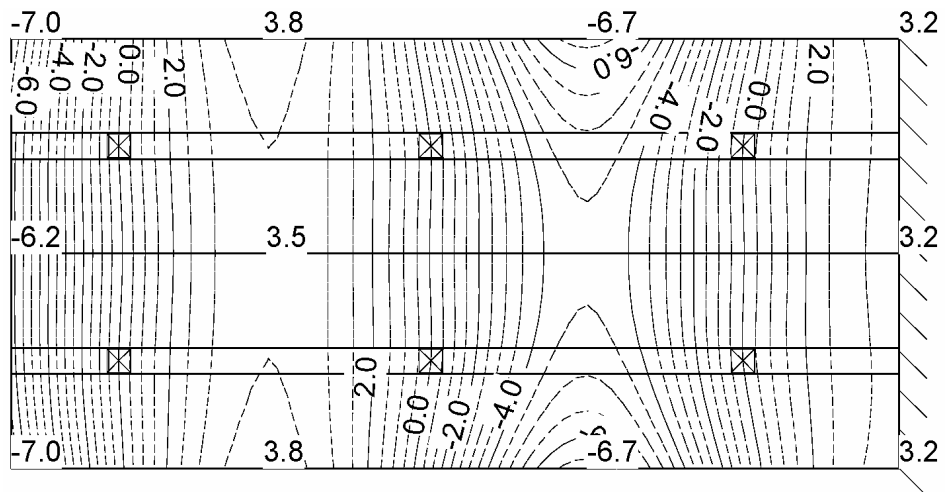


System B 22.0

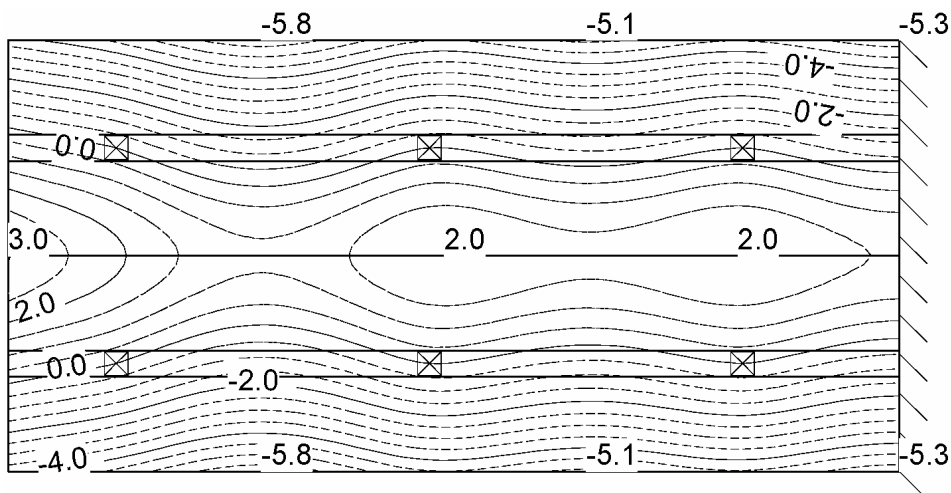
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

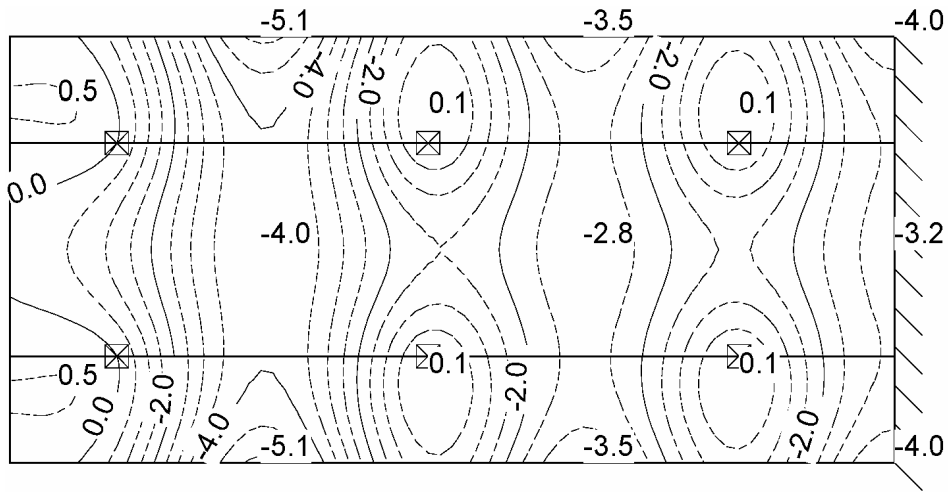


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

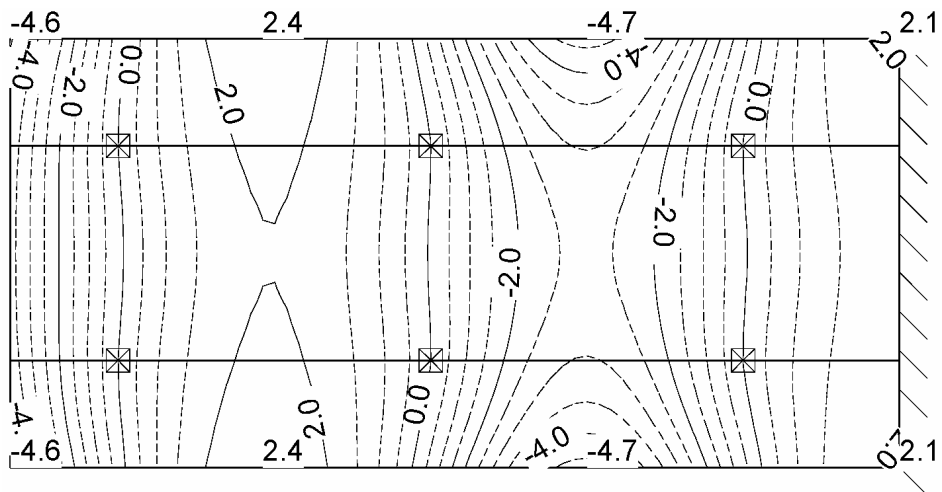


System B 22.1

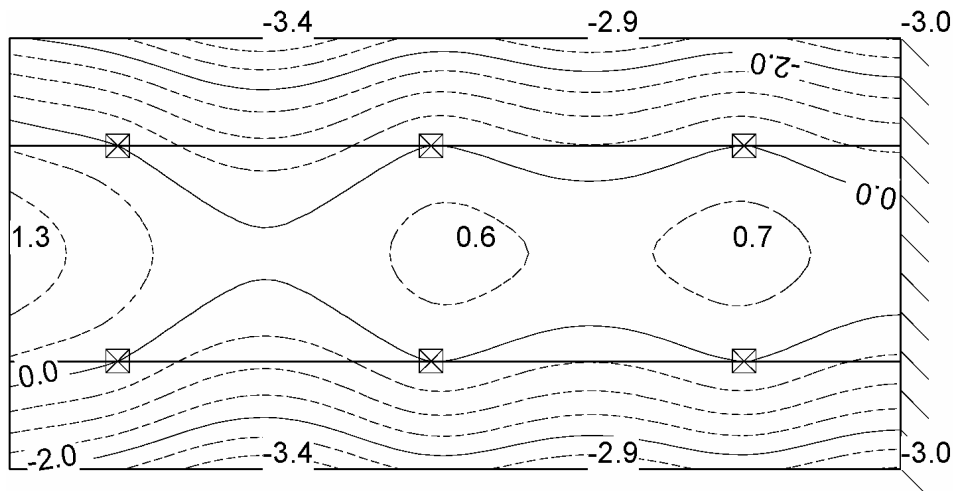
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

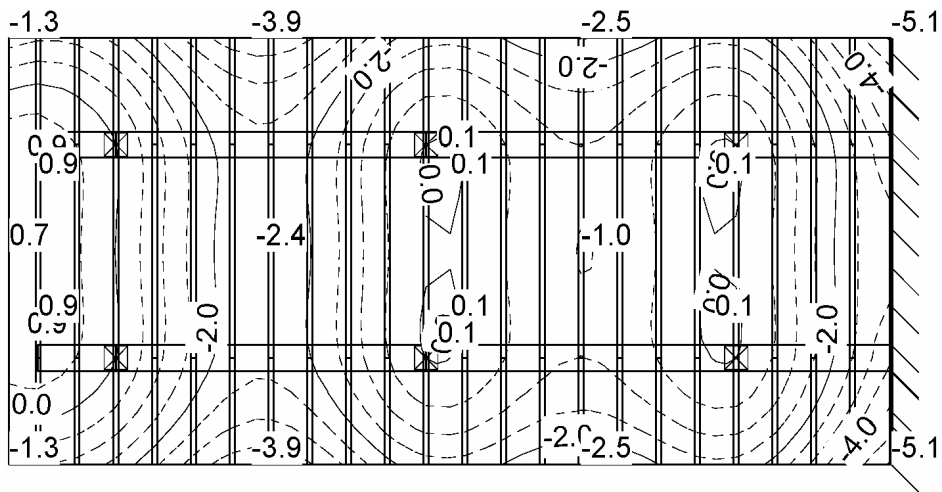


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

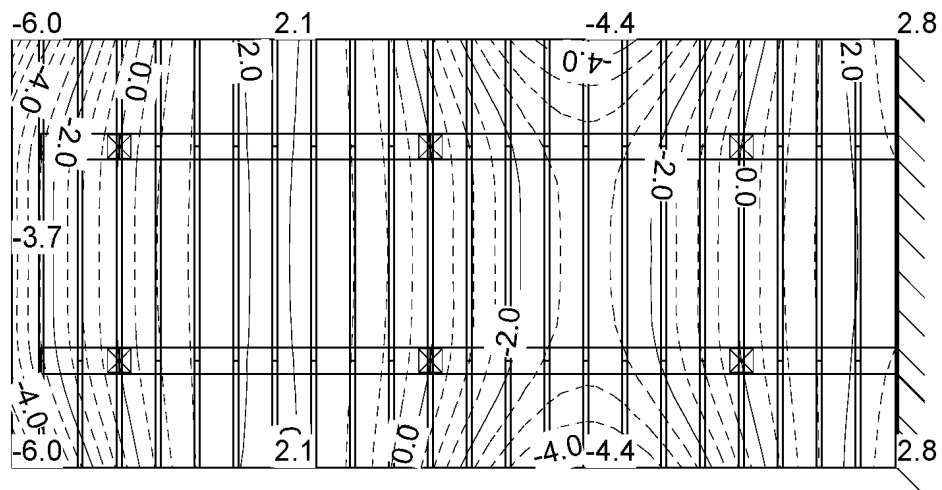


System B 22.2

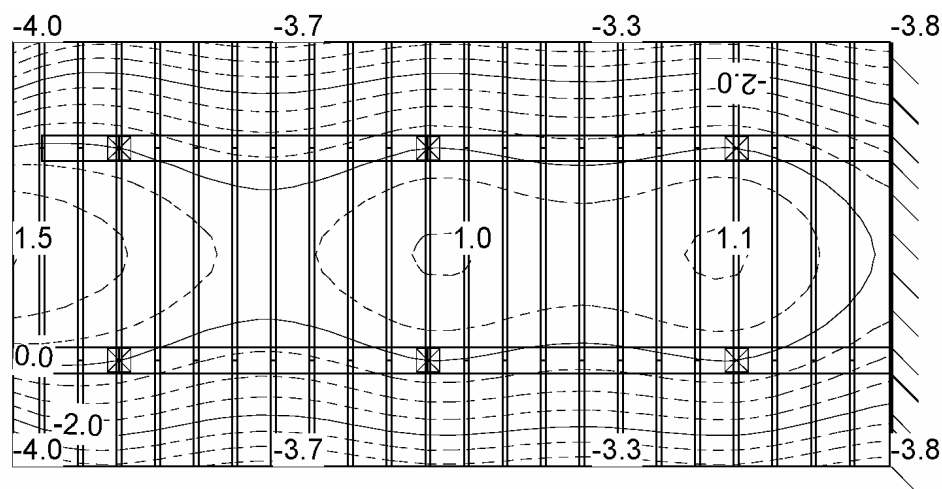
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

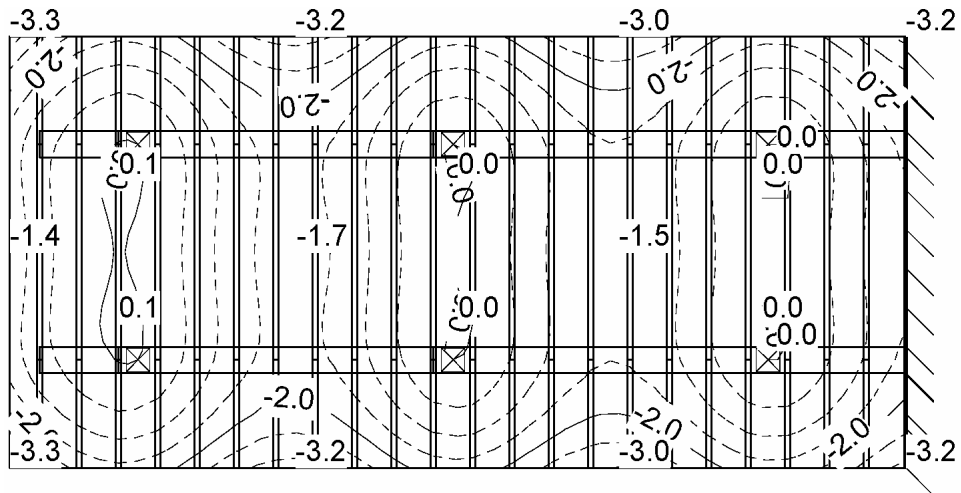


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

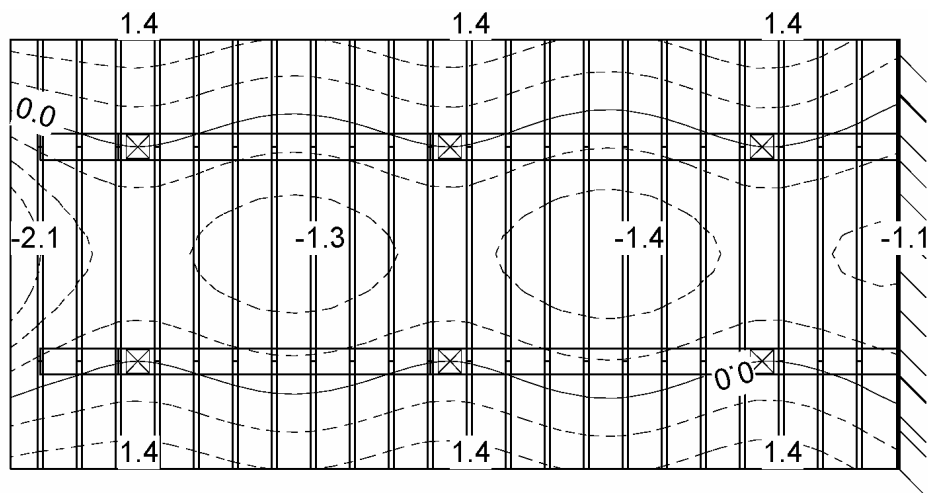


System B 22.3

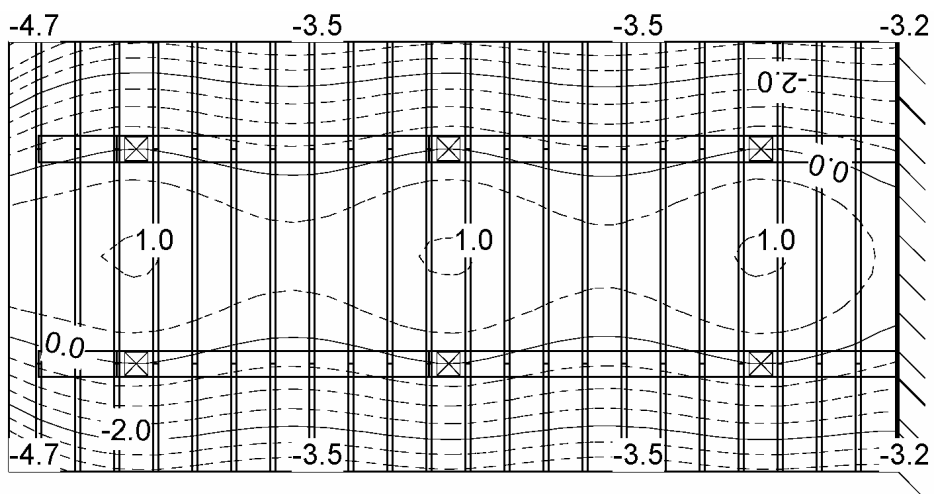
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

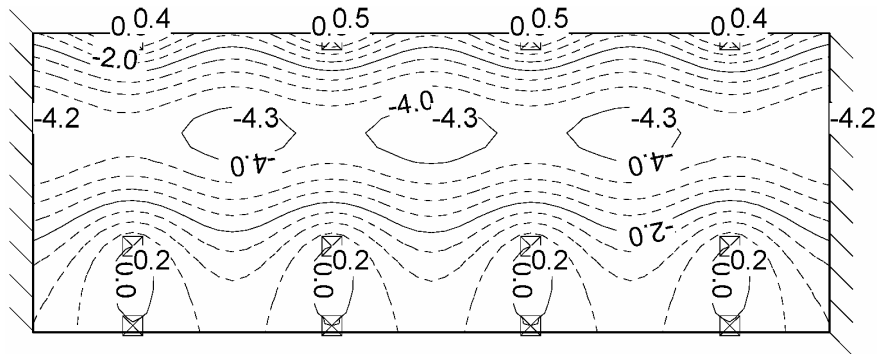


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

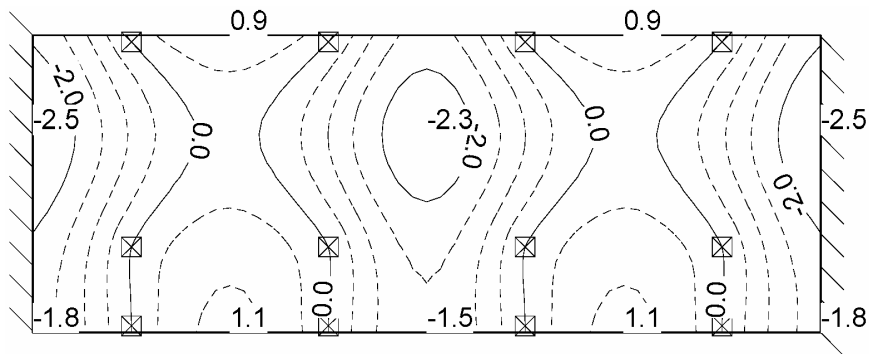


System C 4.0

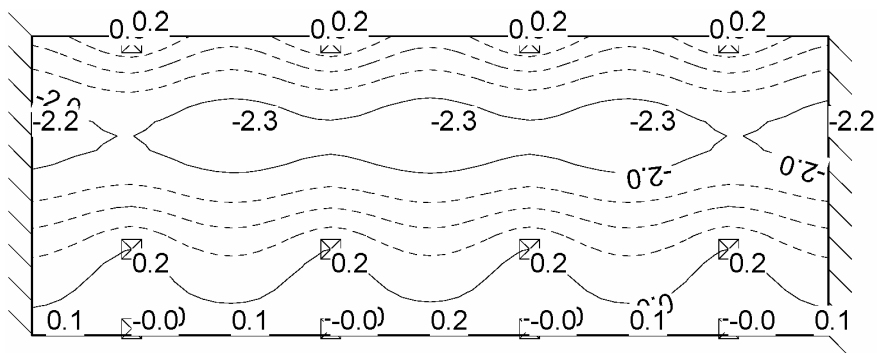
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

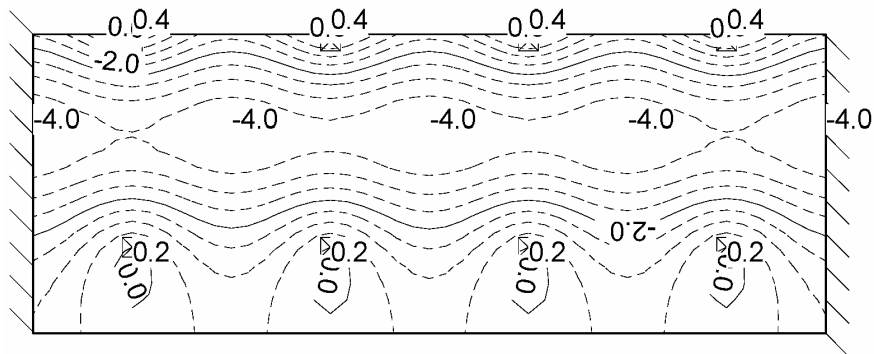


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

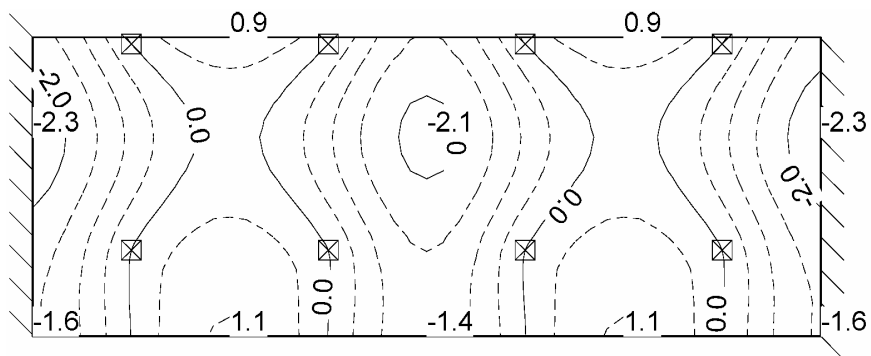


System C 4.1

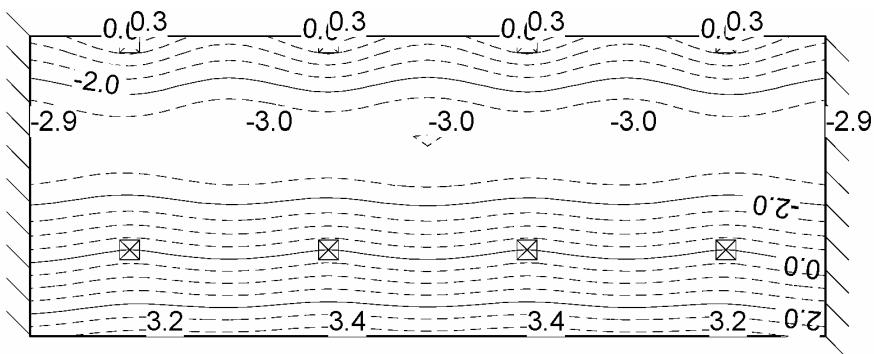
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

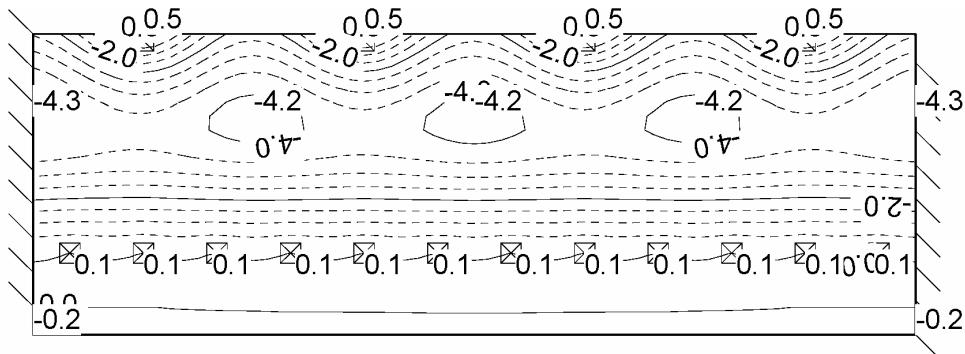


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

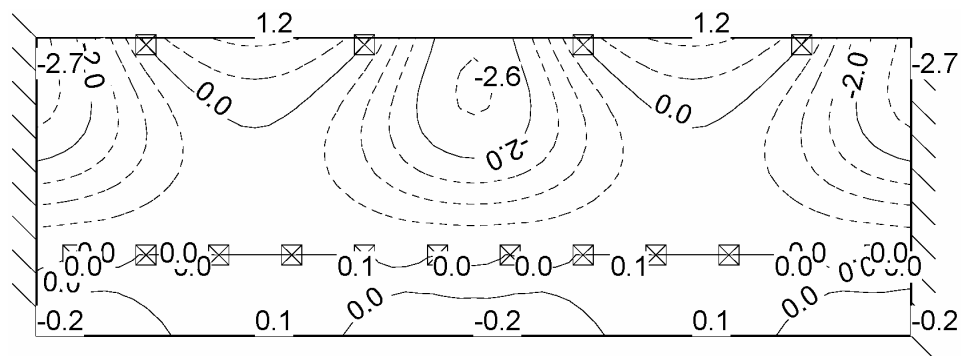


System C 4.2

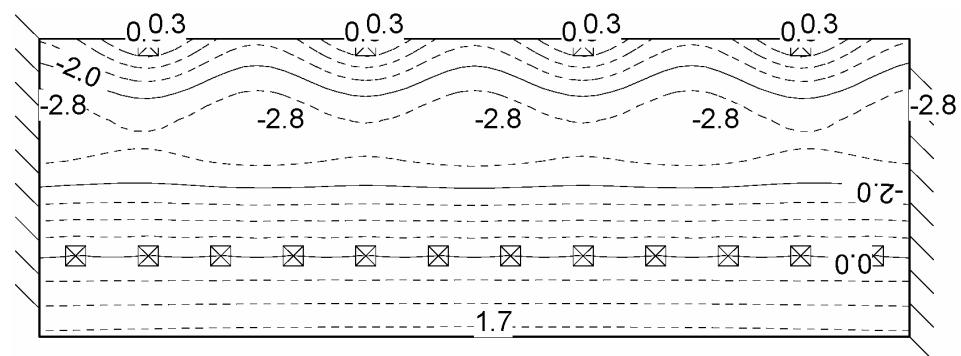
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

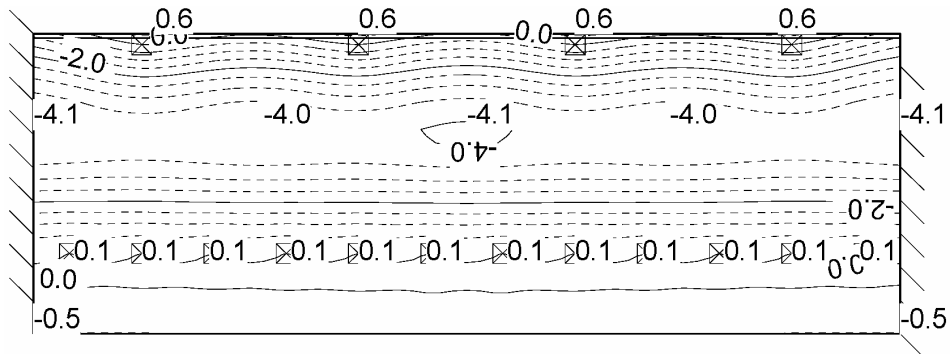


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

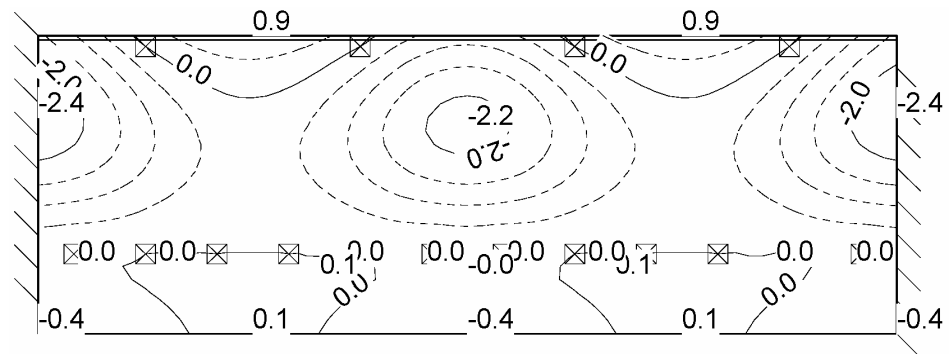


System C 4.3

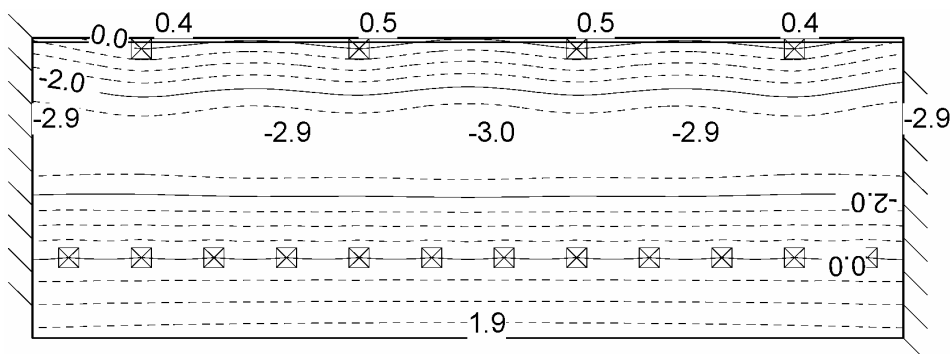
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

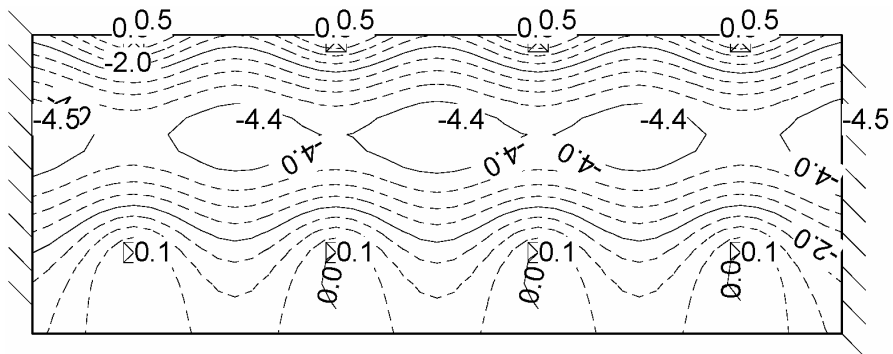


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

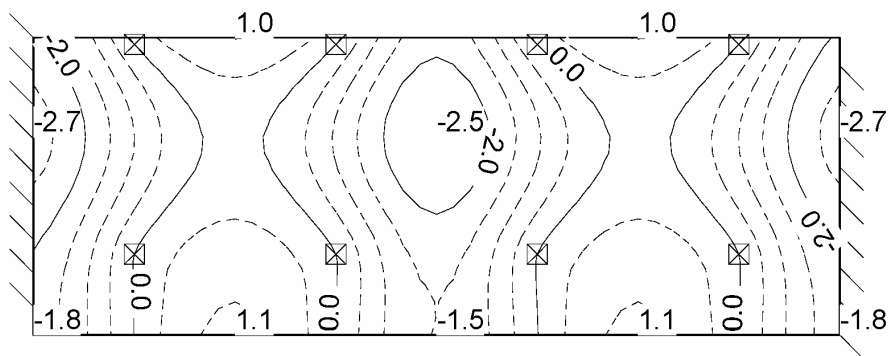


System C 4.4

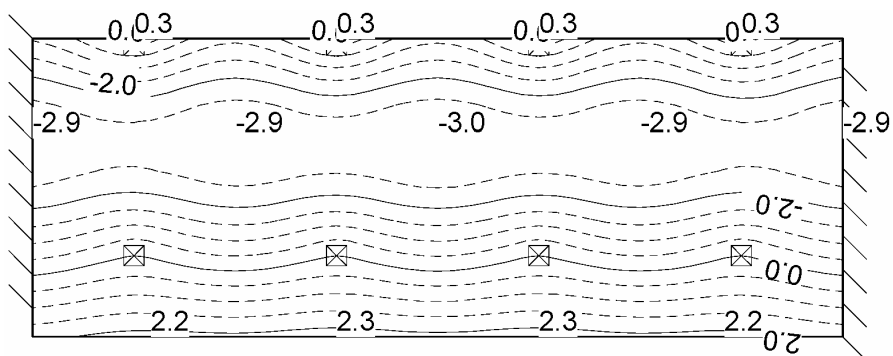
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

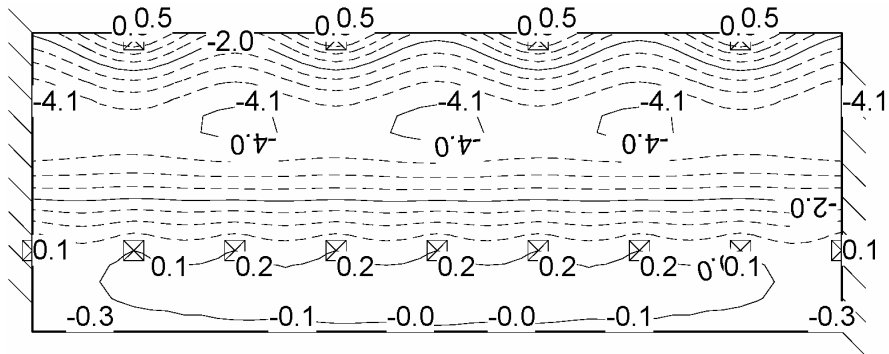


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

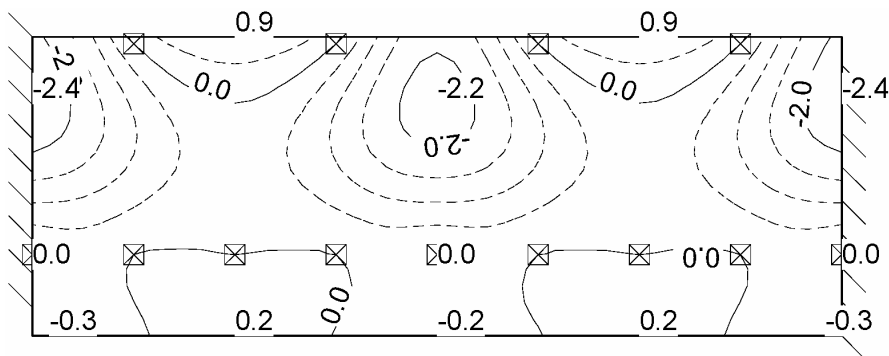


System C 4.5

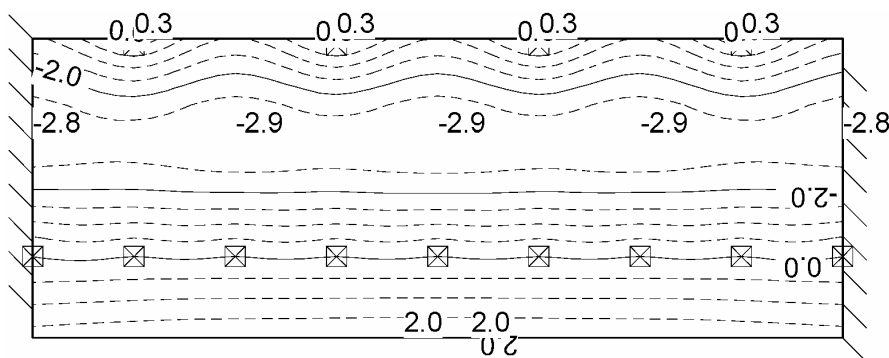
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

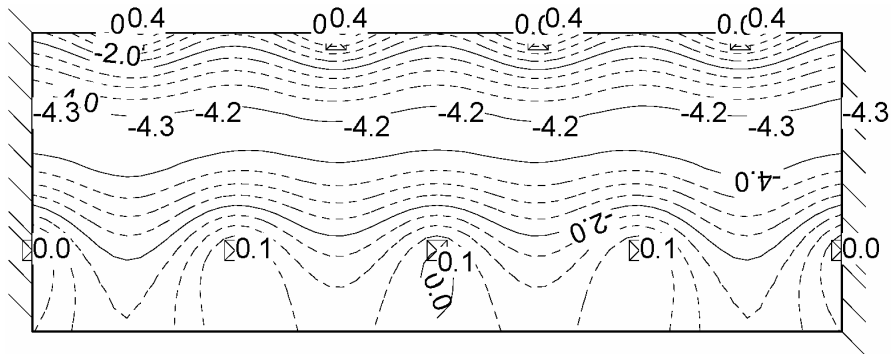


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

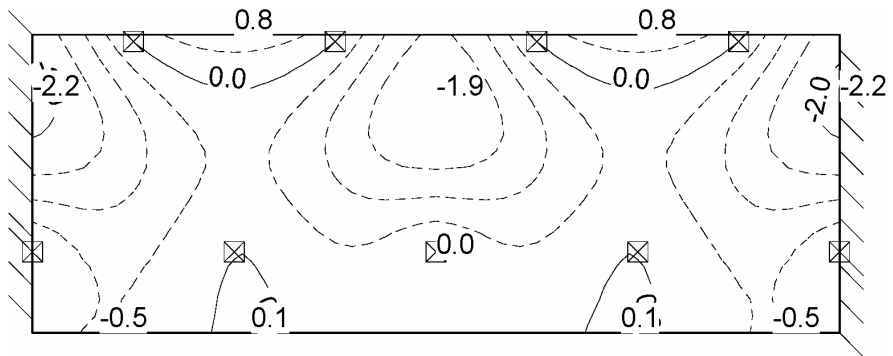


System C 4.6

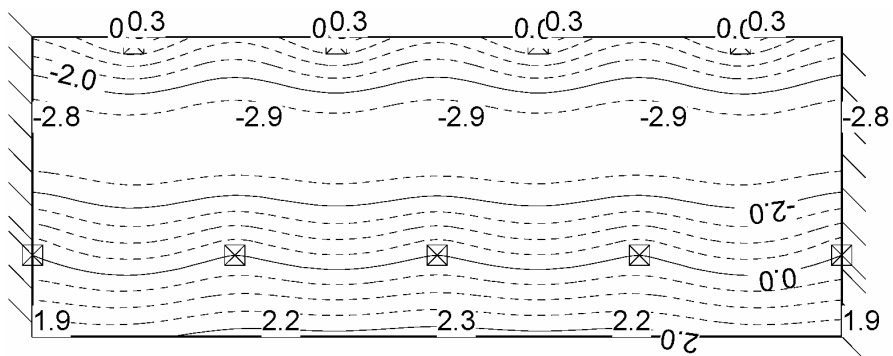
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

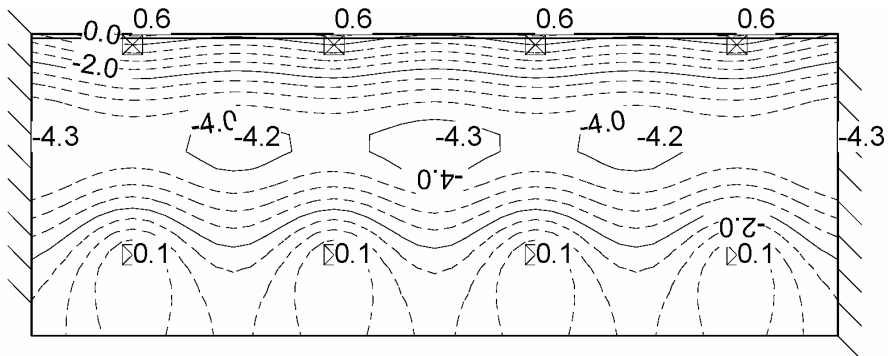


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

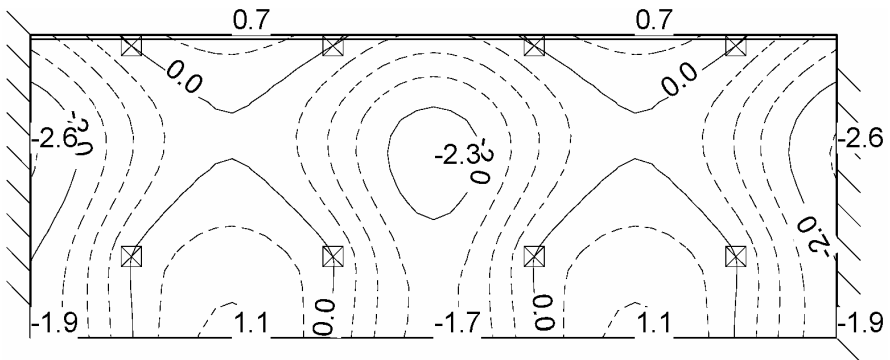


System C 4.7

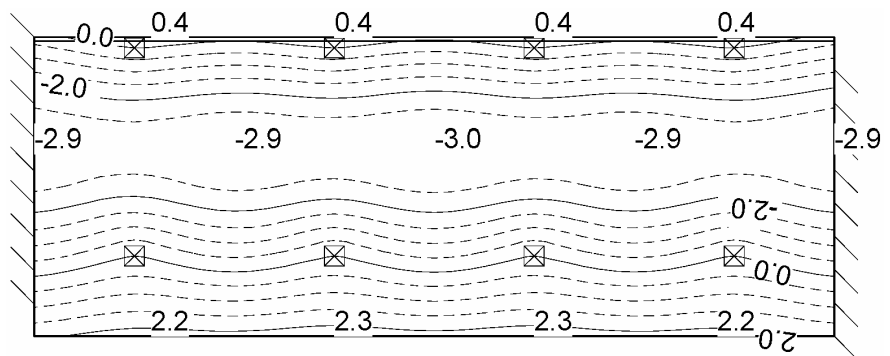
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

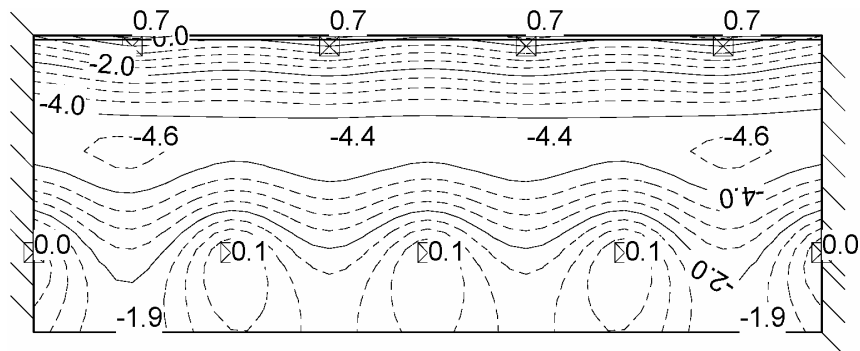


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

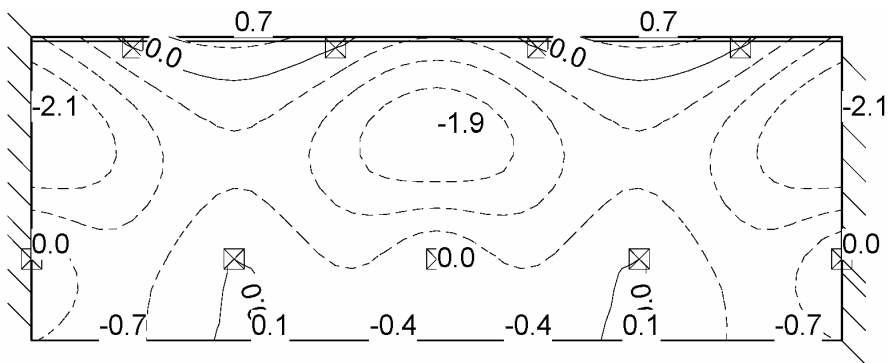


System C 4.8

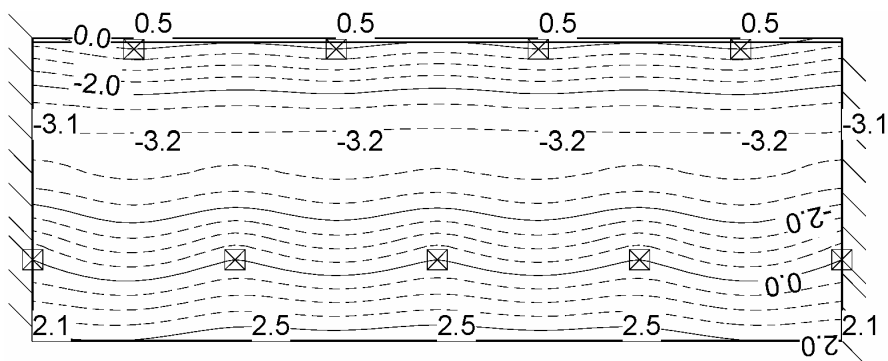
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

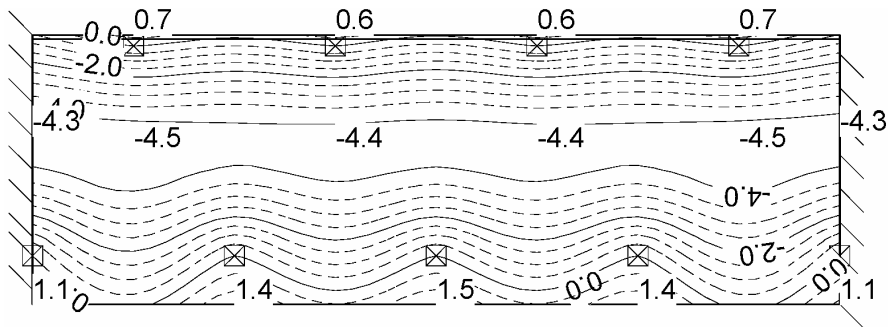


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

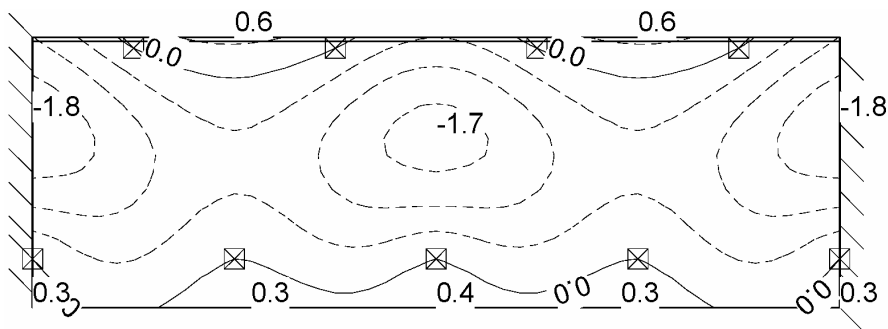


System C 4.9

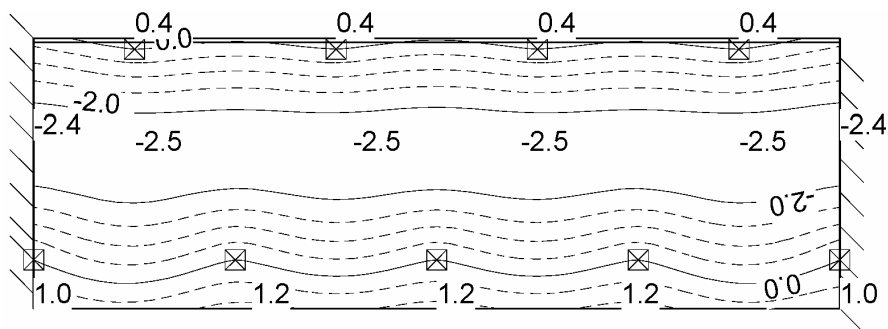
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

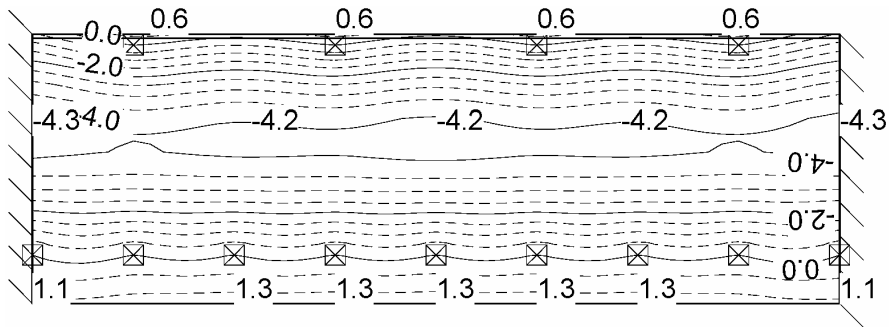


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:

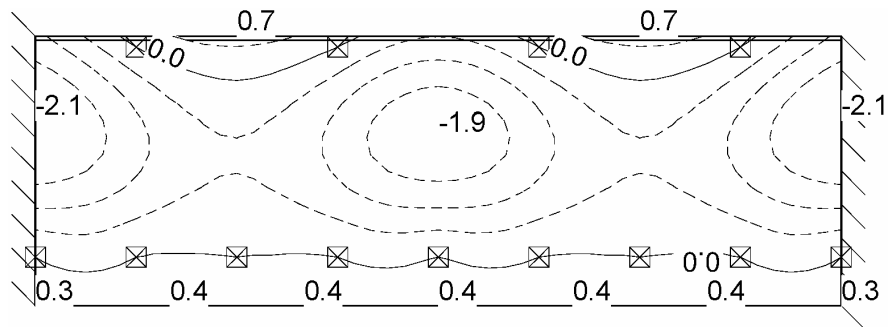


System C 4.10

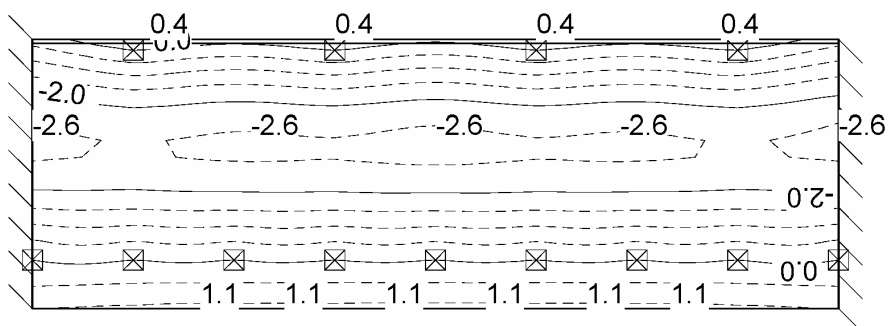
Verformungen in z-Richtung unter ständiger Last:



Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung A:

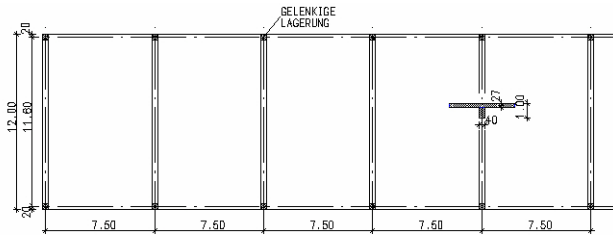


Verformungen in z-Richtung unter Verkehrslast, feldweise Anordnung B:



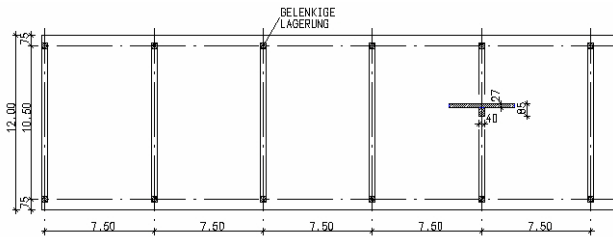
12. Anhang 2 - Systemübersichten

Systeme	A 1.1.0 bis A 18.2 (Gebäudetiefen 12,0 m).....	A 186
Systeme	B 1.1.0 bis B 22.3 (Gebäudetiefen 16,5 m)	A 201
Systeme	C 1.0 bis C 4.10 (einhüftige Geschossbauten)	A 226
Systeme	D 1.0 bis D 2.5 (Geschossbauten mit großen Spannweiten)....	A 230



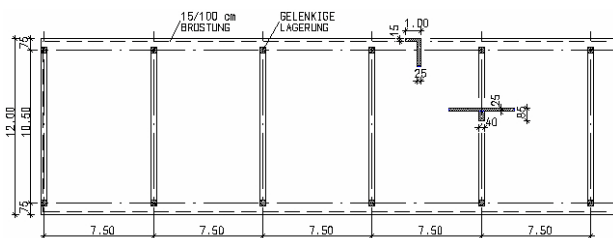
System A 1.1.0
Erläuterungen siehe Seite 21

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 2



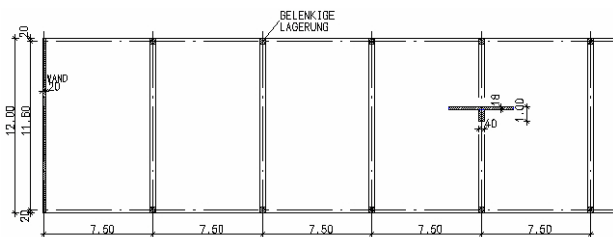
System A 1.1.1
Erläuterungen siehe Seite 22

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 3



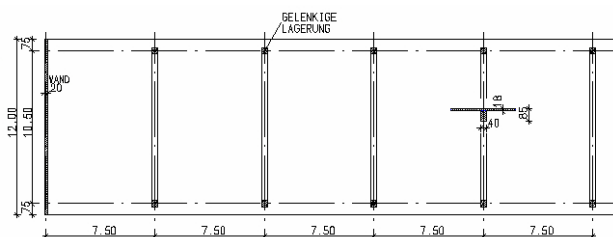
System A 1.1.2
Erläuterungen siehe Seite 23

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 4



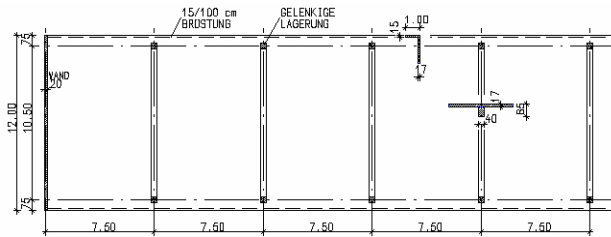
System A 1.2.0
Erläuterungen siehe Seite 24

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 5



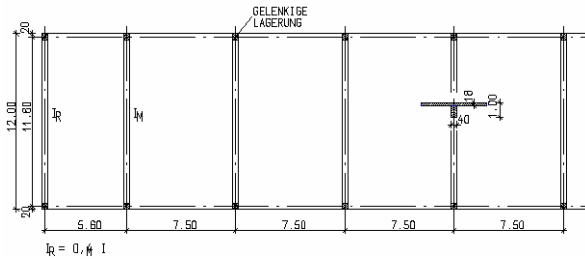
System A 1.2.1
Erläuterungen siehe Seite 25

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 6



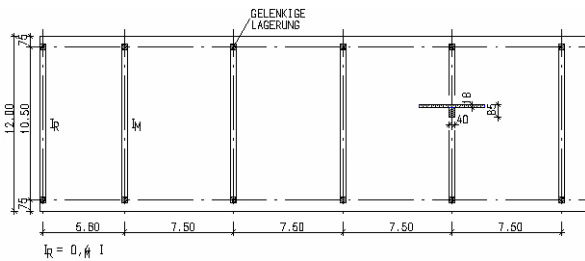
System A 1.2.2
Erläuterungen siehe Seite 26

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 7



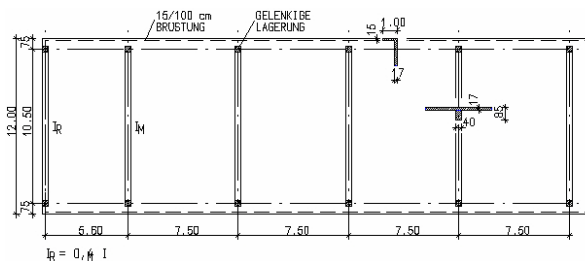
System A 1.3.0
Erläuterungen siehe Seite 27

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 8



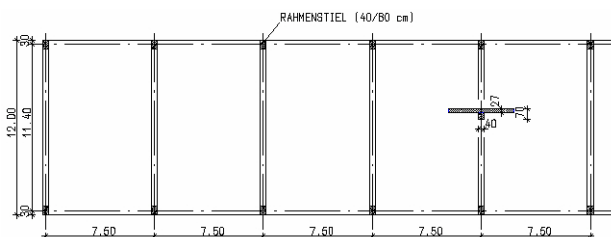
System A 1.3.1
Erläuterungen siehe Seite 28

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 9



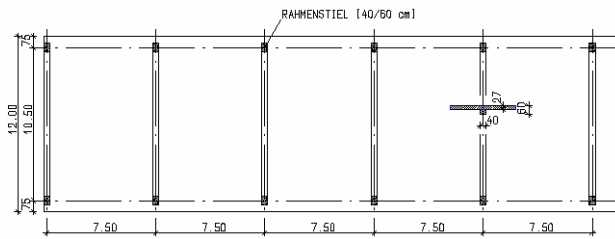
System A 1.3.2
Erläuterungen siehe Seite 29

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 10



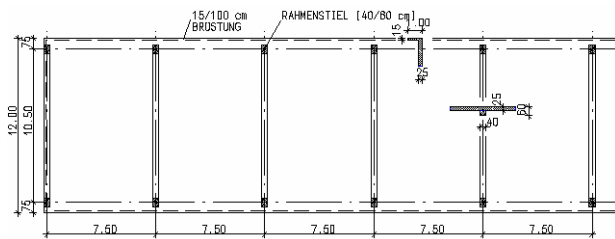
System A 2.1.0
Erläuterungen siehe Seite 30

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 11



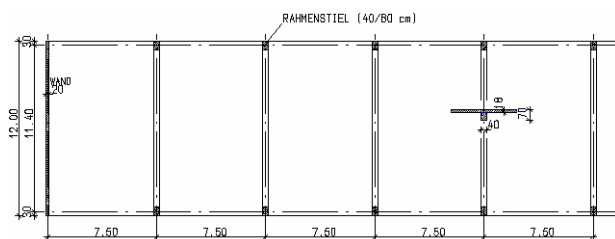
System A 2.1.1
Erläuterungen siehe Seite 31

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 12



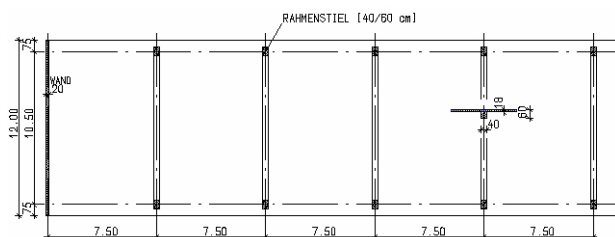
System A 2.1.2
Erläuterungen siehe Seite 32

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 13



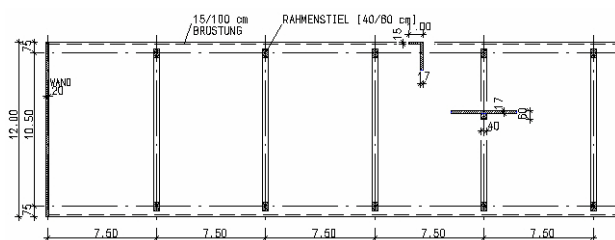
System A 2.2.0
Erläuterungen siehe Seite 33

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 14



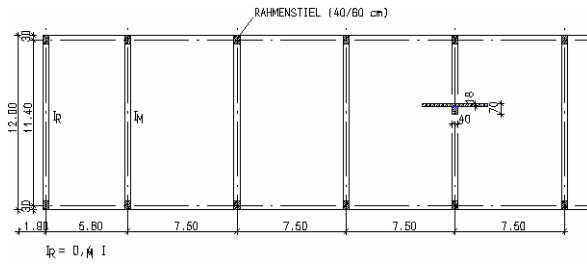
System 2.2.1
Erläuterungen siehe Seite 33

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 15



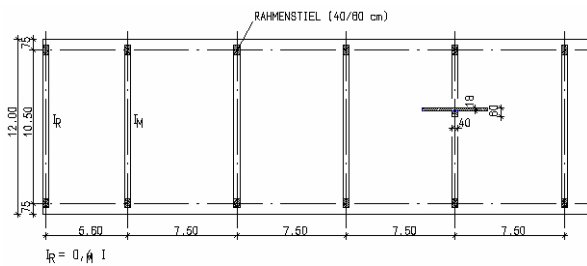
System A 2.2.2
Erläuterungen siehe Seite 34

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 16



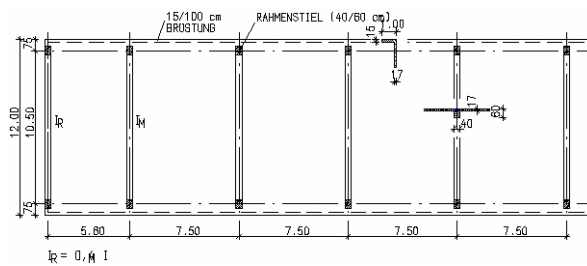
System A 2.3.0
Erläuterungen siehe Seite 34

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 17



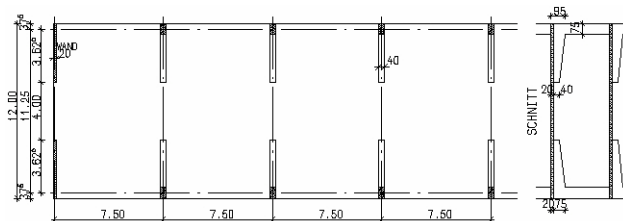
System A 2.3.1
Erläuterungen siehe Seite 35

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 18



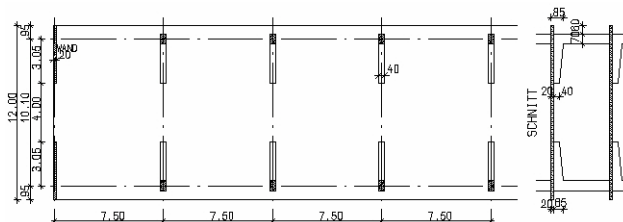
System A 2.3.2
Erläuterungen siehe Seite 35

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 19



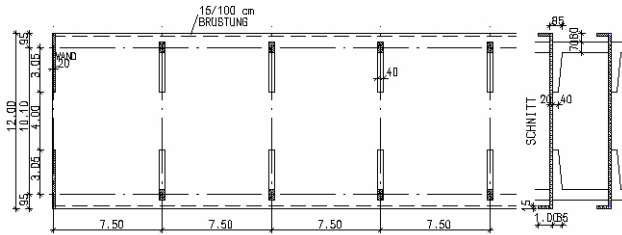
System A 3.0
Erläuterungen siehe Seite 36

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 20



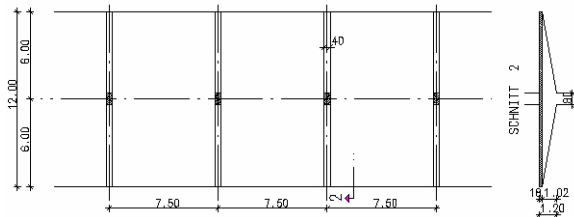
System A 3.1
Erläuterungen siehe Seite 37

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 21



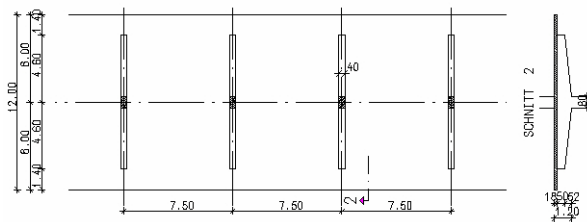
System A 3.2
Erläuterungen siehe Seite 38

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 22



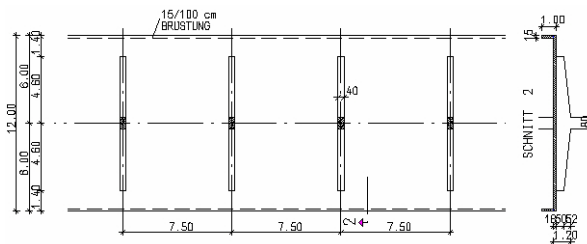
System A 4.0
Erläuterungen siehe Seite 39

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 23



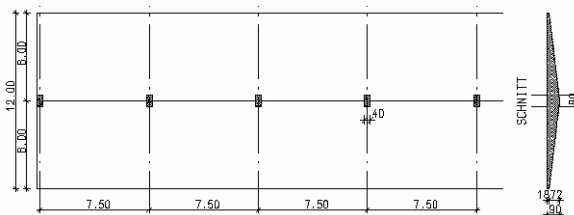
System A 4.1
Erläuterungen siehe Seite 40

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 24



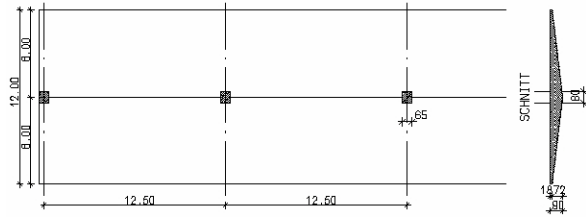
System A 4.2
Erläuterungen siehe Seite 41

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 25



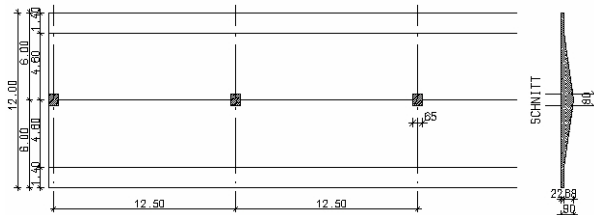
System A 5.0
Erläuterungen siehe Seite 42

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 26



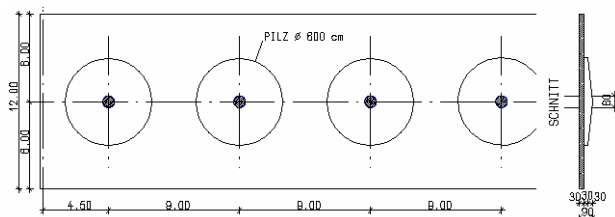
System A 5.1
Erläuterungen siehe Seite 43

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 27



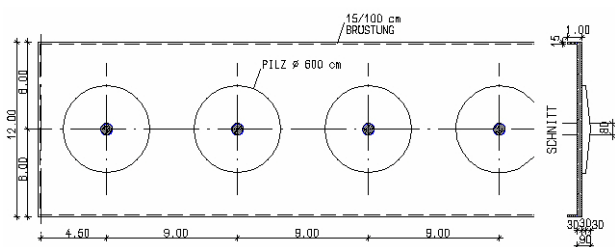
System A 5.2
Erläuterungen siehe Seite 44

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 28



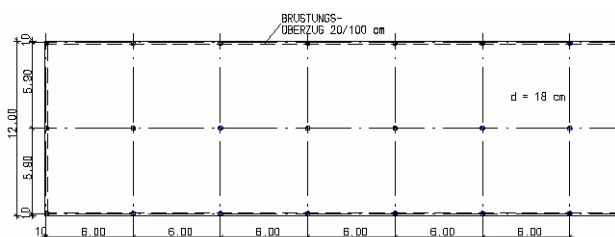
System A 6.0
Erläuterungen siehe Seite 45

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 29



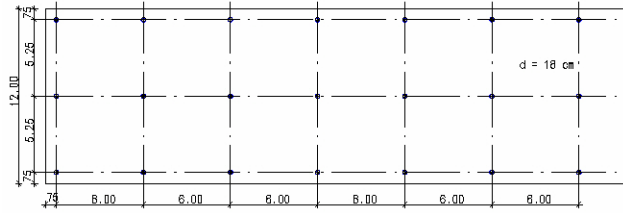
System A 6.1
Erläuterungen siehe Seite 46

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 30



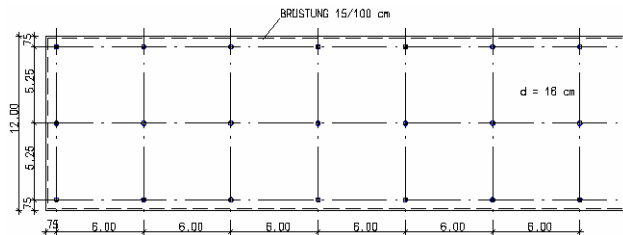
System A 7.0
Erläuterungen siehe Seite 47

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 31



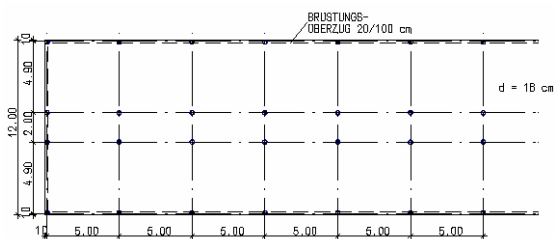
System A 7.1
Erläuterungen siehe Seite 48

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 32



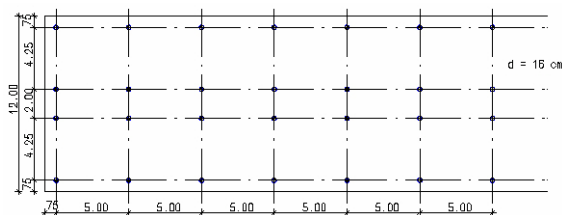
System A 7.2
Erläuterungen siehe Seite 49

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 33



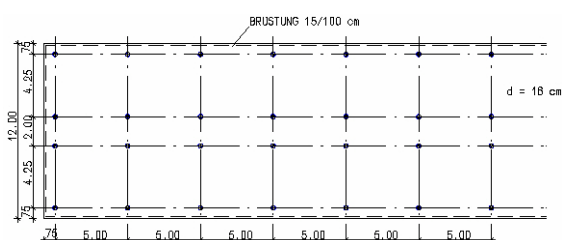
System A 8.0
Erläuterungen siehe Seite 50

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 34



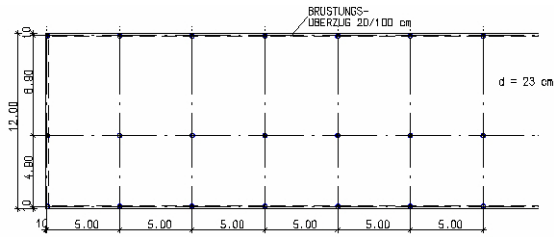
System A 8.1
Erläuterungen siehe Seite 51

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 35



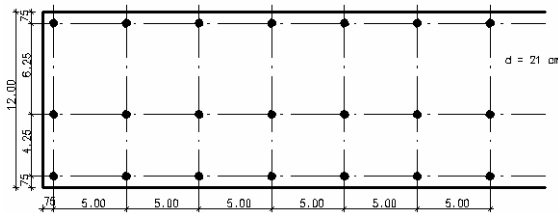
System A 8.2
Erläuterungen siehe Seite 52

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 36



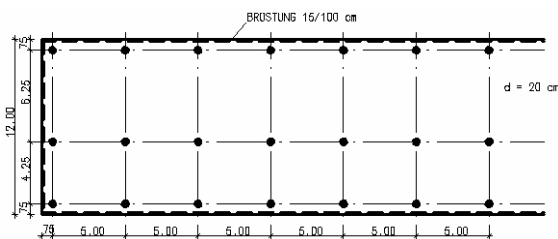
System A 9.0
Erläuterungen siehe Seite 53

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 37



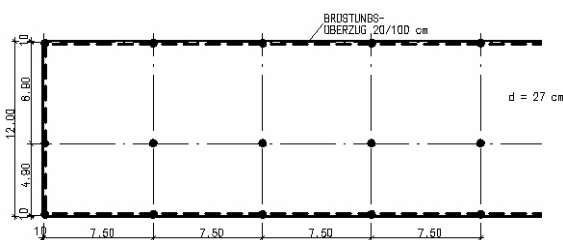
System A 9.1
Erläuterungen siehe Seite 54

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 38



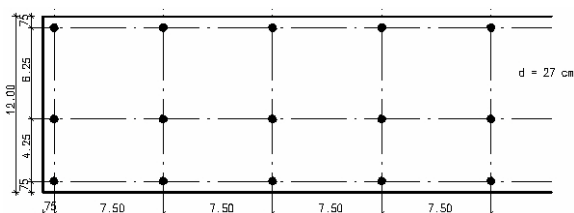
System A 9.2
Erläuterungen siehe Seite 55

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 39



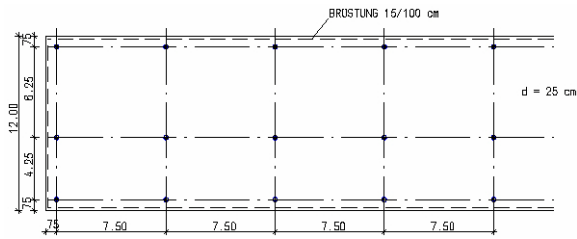
System A 10.0 (A 10.01, A 10.02)
Erläuterungen siehe Seite 56

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 40 und A 41



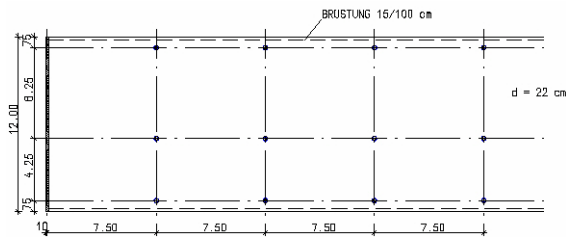
System A 10.1
Erläuterungen siehe Seite 57

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 42



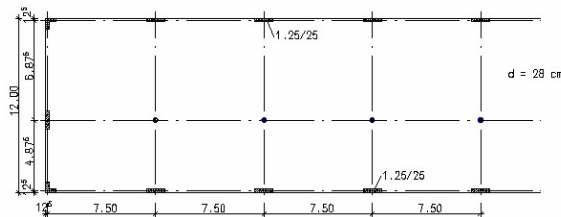
System A 10.2
Erläuterungen siehe Seite 58

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 43



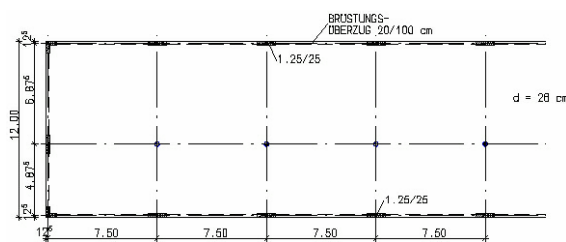
System A 10.3
Erläuterungen siehe Seite 59

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 44



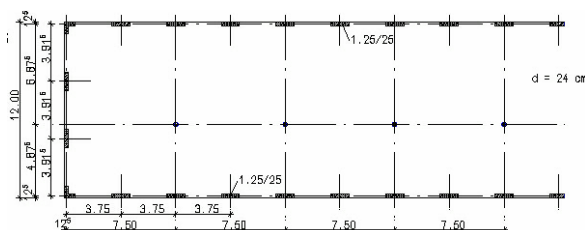
System A 10.4
Erläuterungen siehe Seite 60

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 45



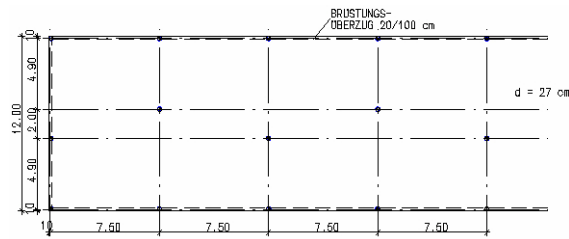
System A 10.5
Erläuterungen siehe Seite 61

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 46



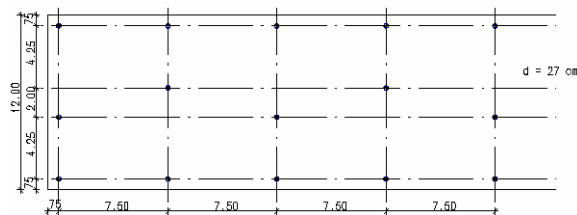
System A 10.6
Erläuterungen siehe Seite 62

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 47



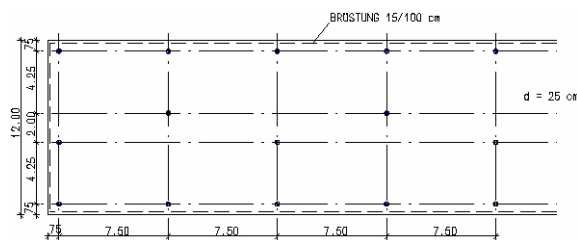
System A 11.0
Erläuterungen siehe Seite 63

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 48



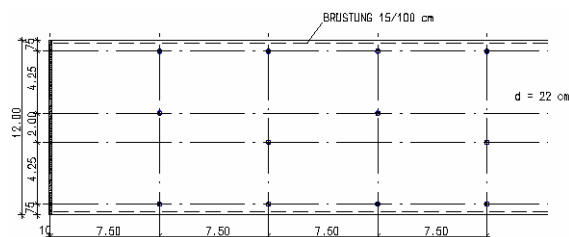
System A 11.1
Erläuterungen siehe Seite 64

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 49



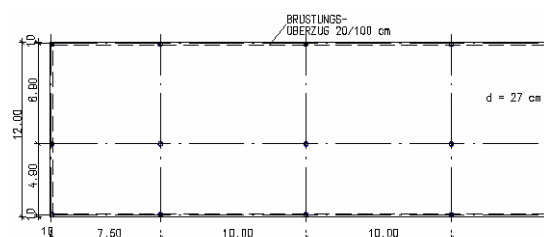
System A 11.2
Erläuterungen siehe Seite 65

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 50



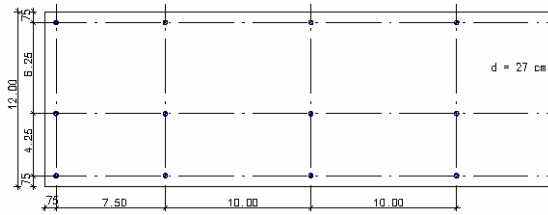
System A 11.3
Erläuterungen siehe Seite 66

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 51



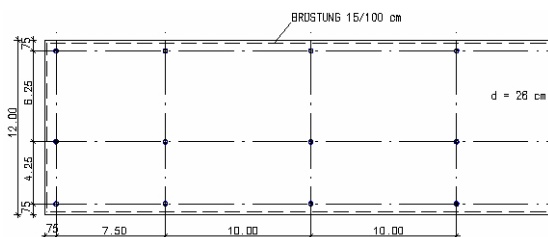
System A 12.0
Erläuterungen siehe Seite 67

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 52



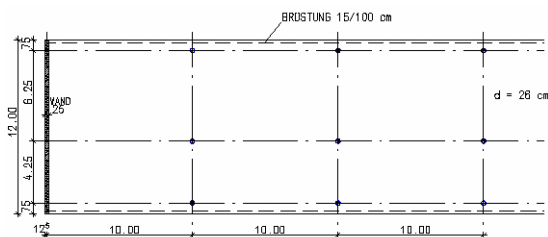
System A 12.1
Erläuterungen siehe Seite 68

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 53



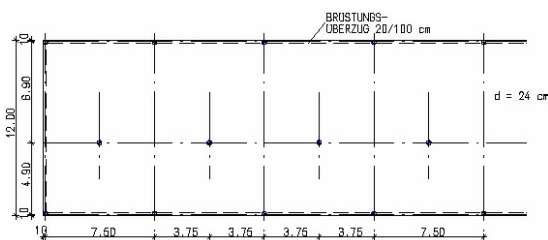
System A 12.2
Erläuterungen siehe Seite 69

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 54



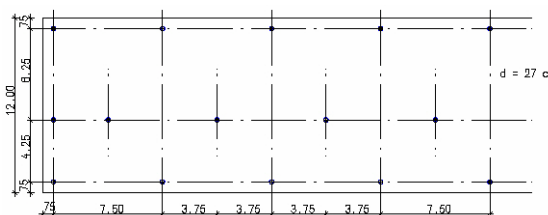
System A 12.3
Erläuterungen siehe Seite 70

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 55



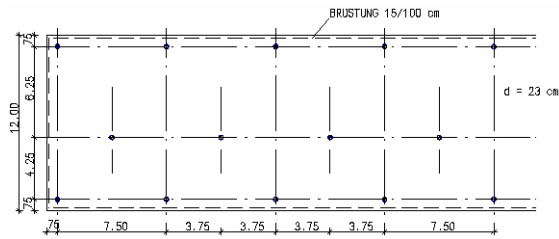
System A 13.0
Erläuterungen siehe Seite 71

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 56



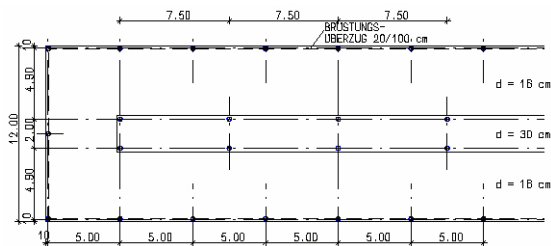
System A 13.1
Erläuterungen siehe Seite 72

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 57



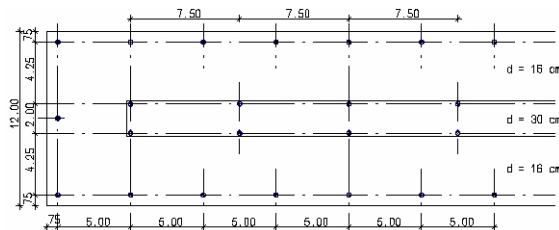
System A 13.2
Erläuterungen siehe Seite 73

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 58



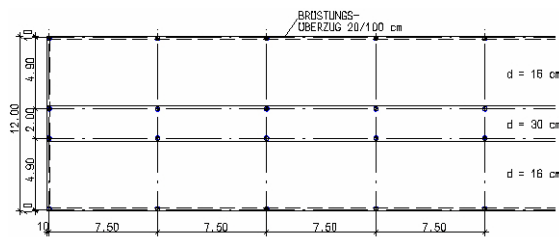
System A 14.0
Erläuterungen siehe Seite 74

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 59



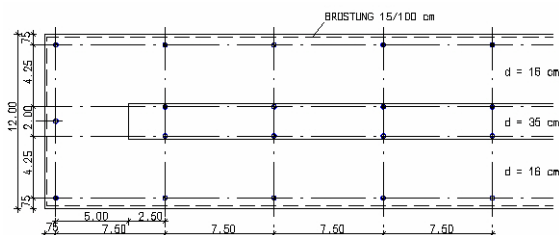
System A 14.1
Erläuterungen siehe Seite 75

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 60



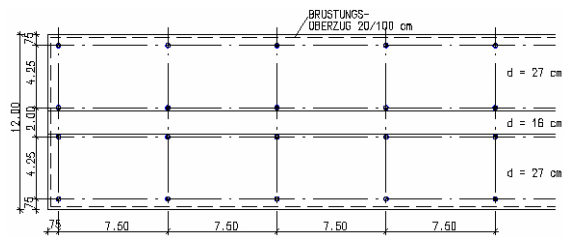
System A 14.2
Erläuterungen siehe Seite 76

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 61



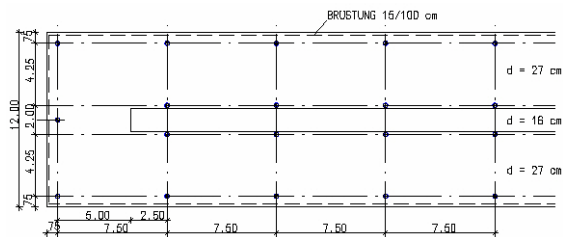
System A 14.3
Erläuterungen siehe Seite 77

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 62



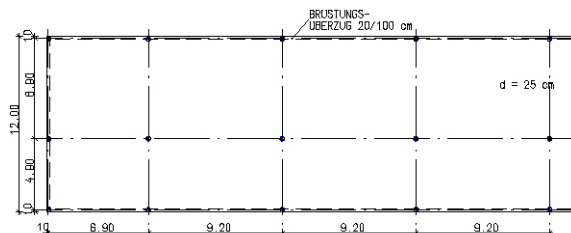
System A 14.4
Erläuterungen siehe Seite 78

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 63



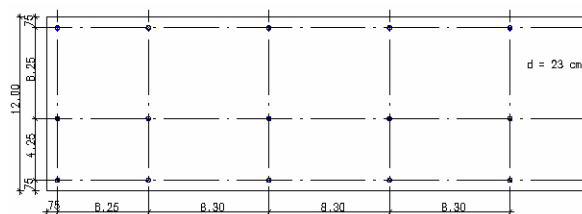
System A 14.5
Erläuterungen siehe Seite 79

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 64



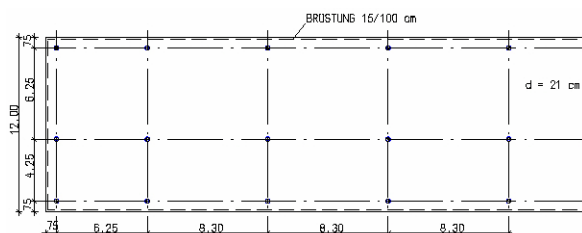
System A 15.0
Erläuterungen siehe Seite 80

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 65



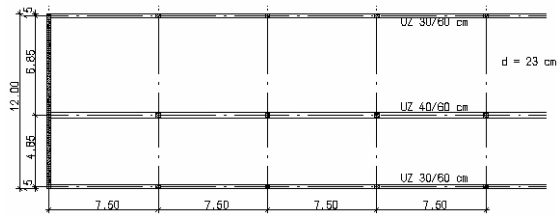
System A 15.1
Erläuterungen siehe Seite 81

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 66



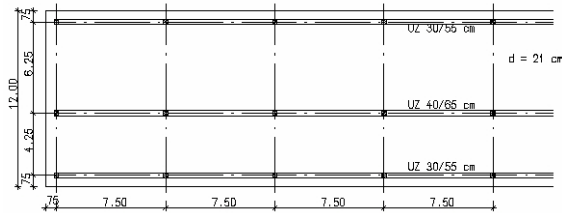
System A 15.2
Erläuterungen siehe Seite 82

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 67



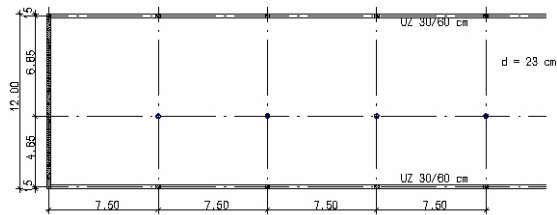
System A 16.0
Erläuterungen siehe Seite 83

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 68



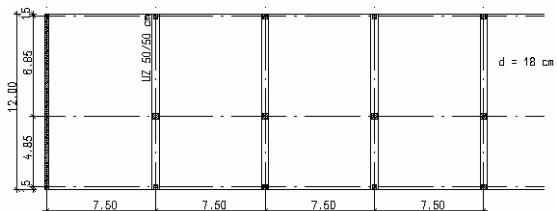
System A 16.1
Erläuterungen siehe Seite 84

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 69



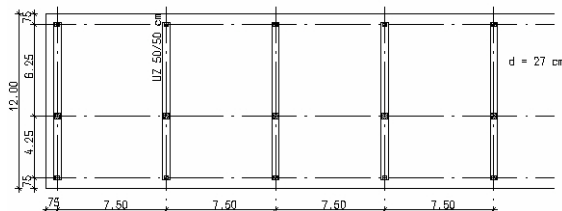
System A 16.2
Erläuterungen siehe Seite 85

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 70



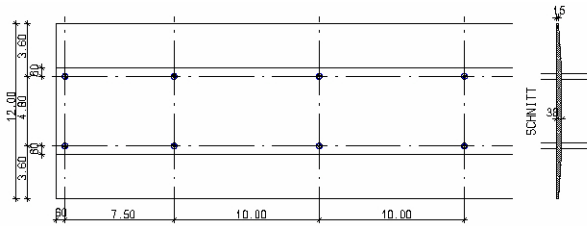
System A 17.0
Erläuterungen siehe Seite 86

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 71



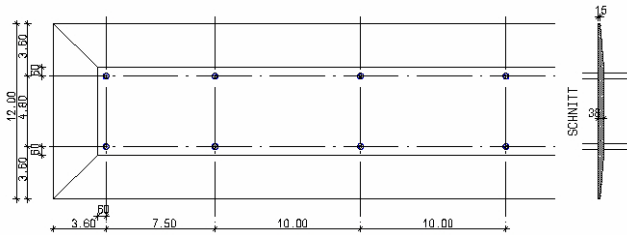
System A 17.1
Erläuterungen siehe Seite 87

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 72



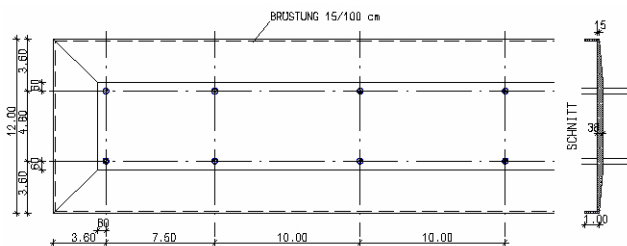
System A 18.0
Erläuterungen siehe Seite 88

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 73



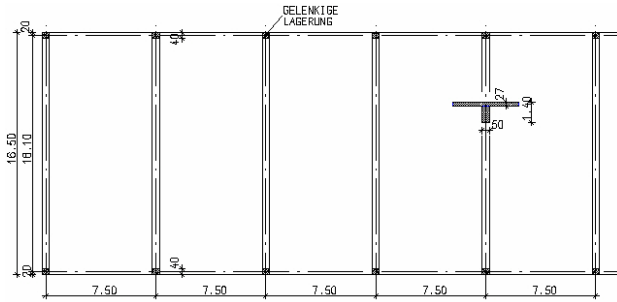
System A 18.1
Erläuterungen siehe Seite 89

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 74



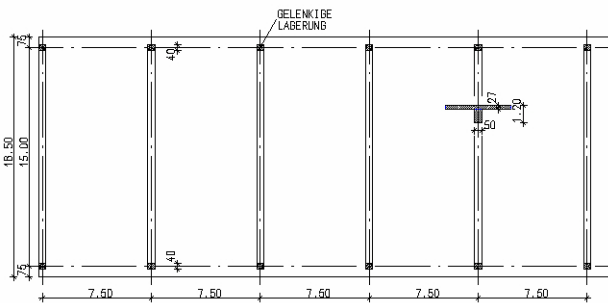
System A 18.2
Erläuterungen siehe Seite 90

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 75



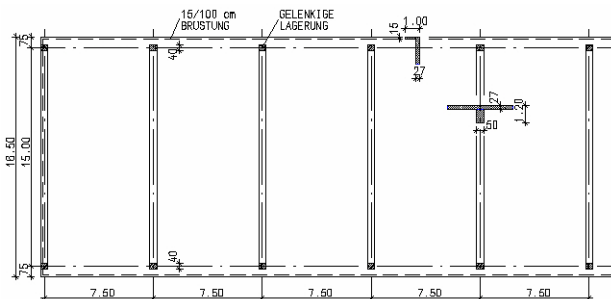
System B 1.1.0
Erläuterungen siehe Seite 92

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 76



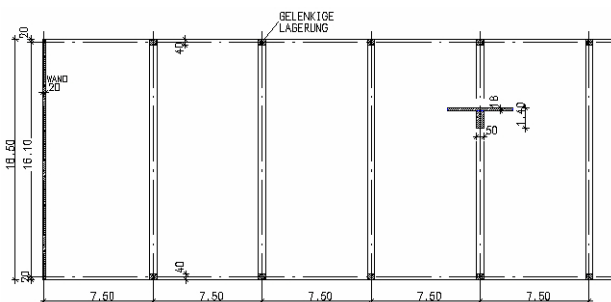
System B 1.1.1
Erläuterungen siehe Seite 93

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 77



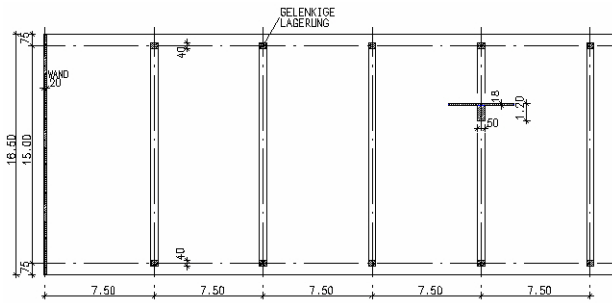
System B 1.1.2
Erläuterungen siehe Seite 94

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 78



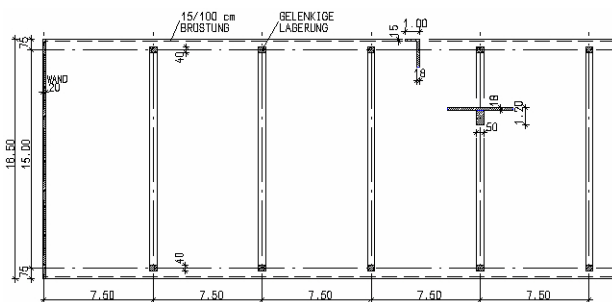
System B 1.2.0
Erläuterungen siehe Seite 95

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 79



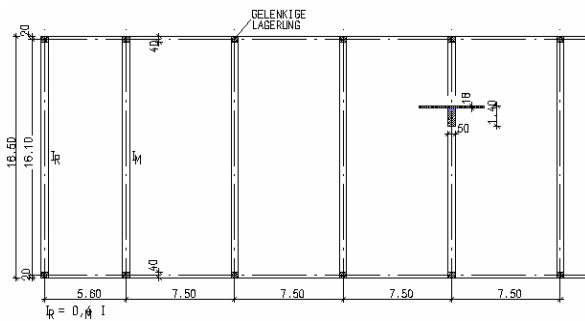
System B 1.2.1
Erläuterungen siehe Seite 96

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 80



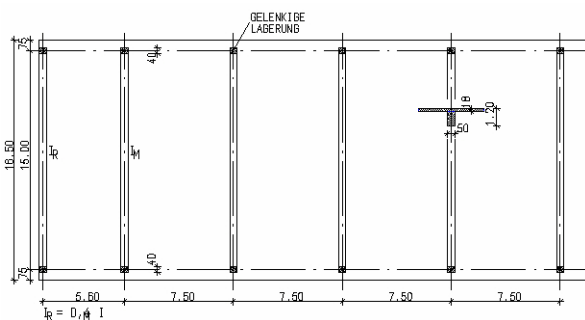
System B 1.2.2
Erläuterungen siehe Seite 97

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 81



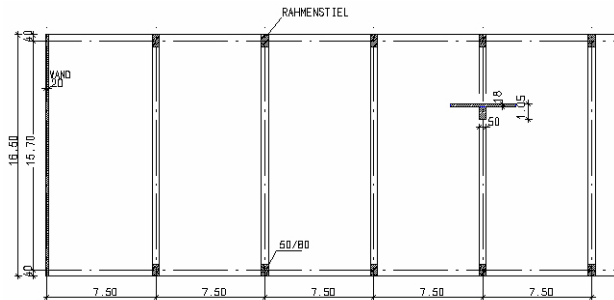
System B 1.3.0
Erläuterungen siehe Seite 98

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 82



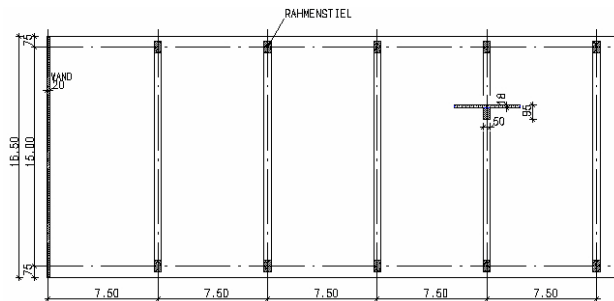
System B 1.3.1
Erläuterungen siehe Seite 99

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 83



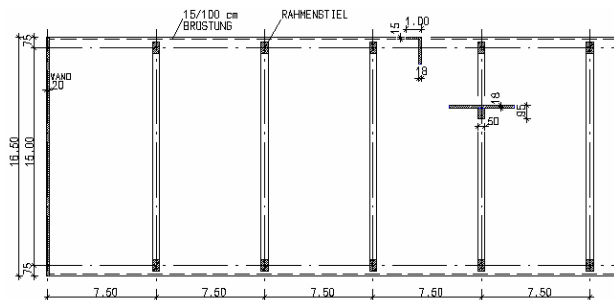
System B 2.2.0
Erläuterungen siehe Seite 104

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 88



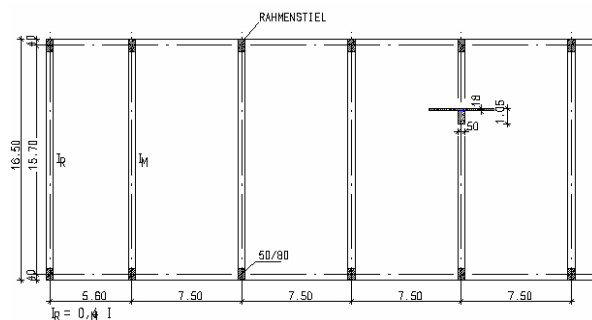
System B 2.2.1
Erläuterungen siehe Seite 104

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 89



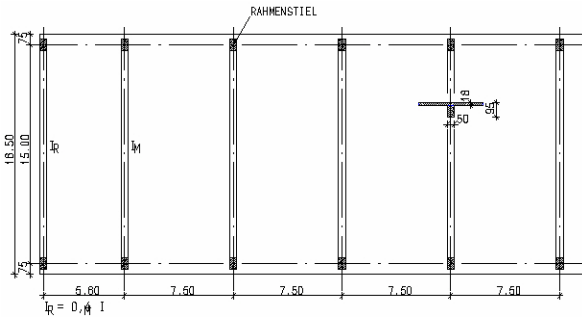
System B 2.2.2
Erläuterungen siehe Seite 105

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 90



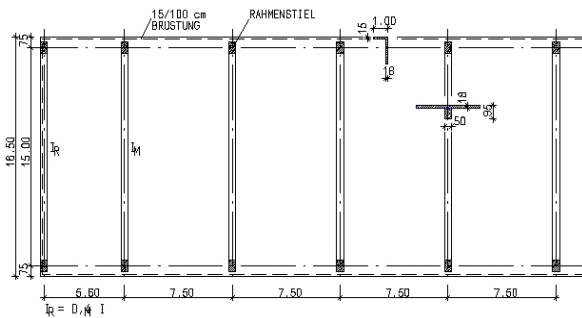
System B 2.3.0
Erläuterungen siehe Seite 105

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 91



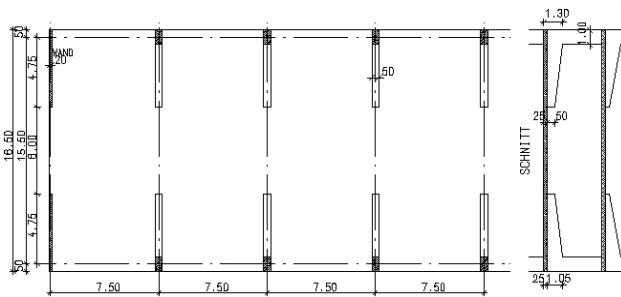
System B 2.3.1
Erläuterungen siehe Seite 106

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 92



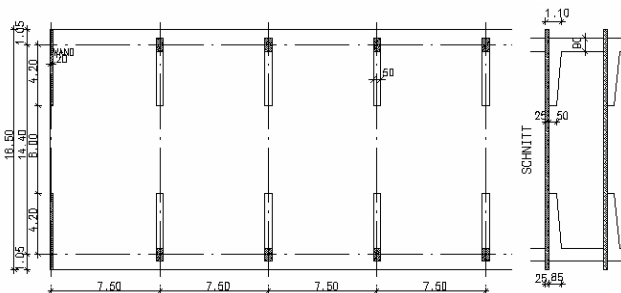
System B 2.3.2
Erläuterungen siehe Seite 106

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 93



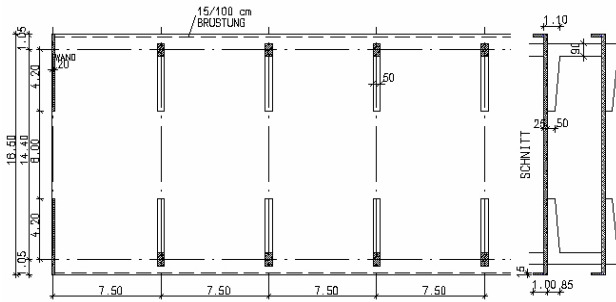
System B 3.0
Erläuterungen siehe Seite 107

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 94



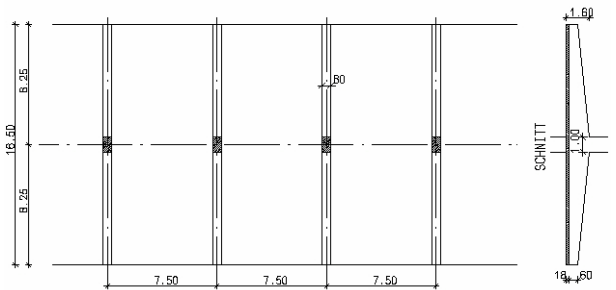
System B 3.1
Erläuterungen siehe Seite 108

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 95



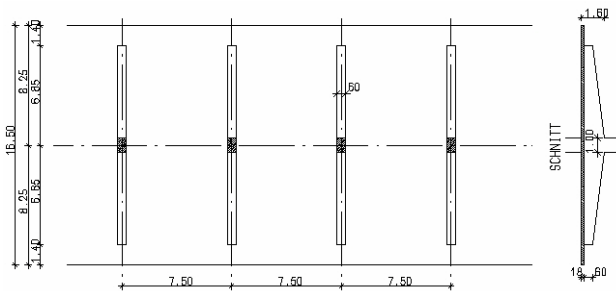
System B 3.2
Erläuterungen siehe Seite 109

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 96



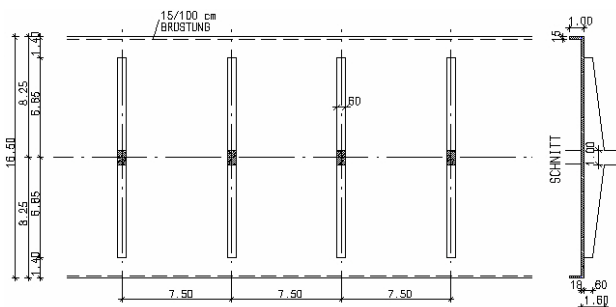
System B 4.0
Erläuterungen siehe Seite 110

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 97



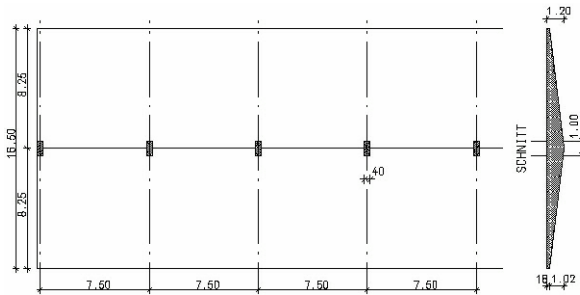
System B 4.1
Erläuterungen siehe Seite 110

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 98



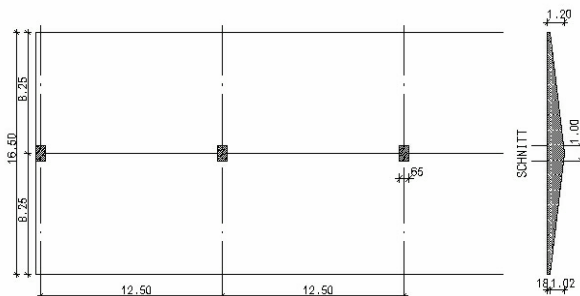
System B 4.2
Erläuterungen siehe Seite 111

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 99



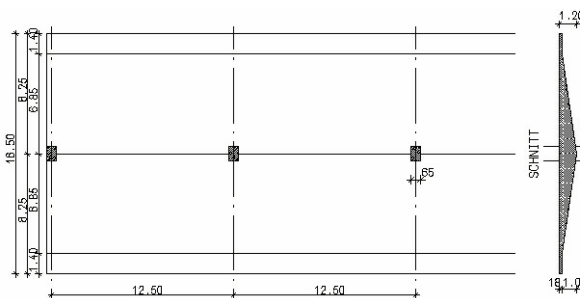
System B 5.0
Erläuterungen siehe Seite 112

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 100



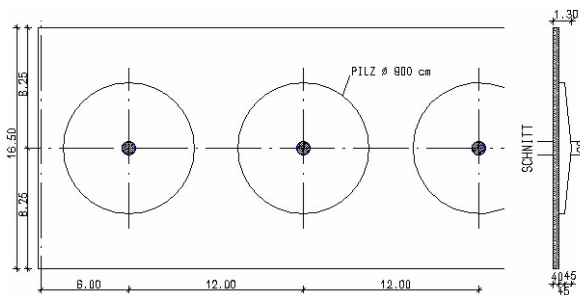
System B 5.1
Erläuterungen siehe Seite 112

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 101



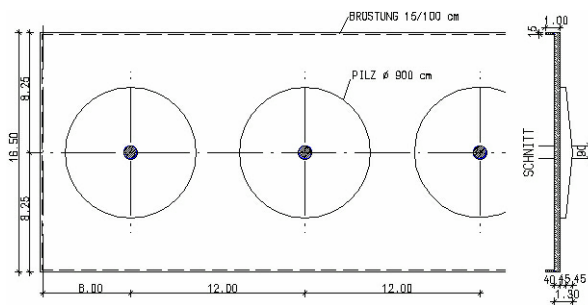
System B 5.2
Erläuterungen siehe Seite 113

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 102



System B 6.0
Erläuterungen siehe Seite 114

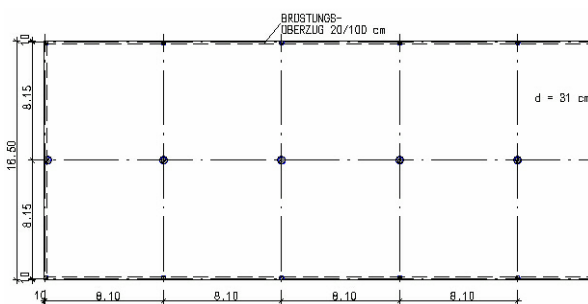
Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 103



System B 6.1

Erläuterungen siehe Seite 114

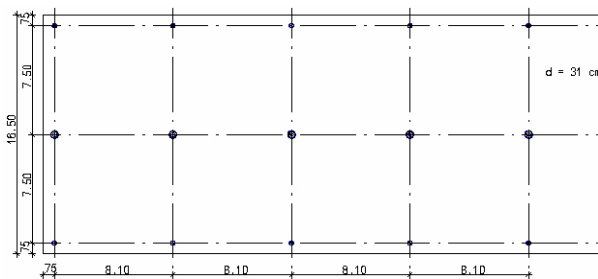
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 104



System B 7.0 (B 7.01, B 7.02)

Erläuterungen siehe Seite 116

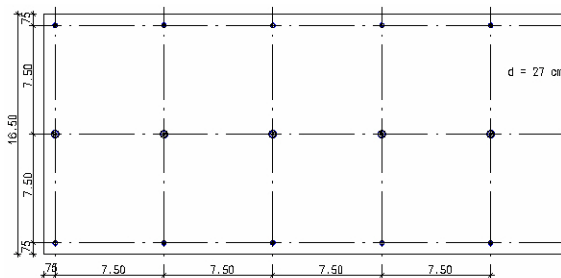
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 105 und A 106



System B 7.1

Erläuterungen siehe Seite 117

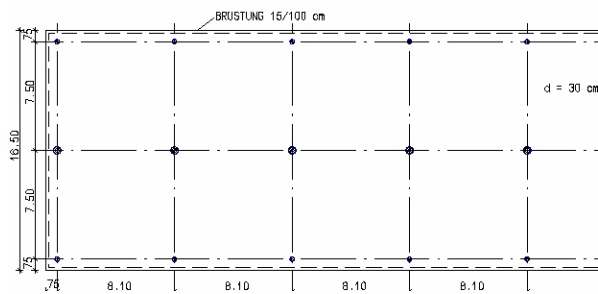
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 107



System B 7.2

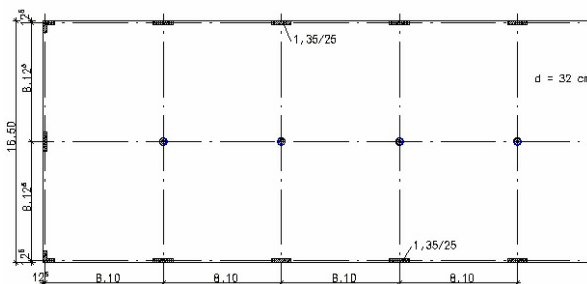
Erläuterungen siehe Seite 118

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 108



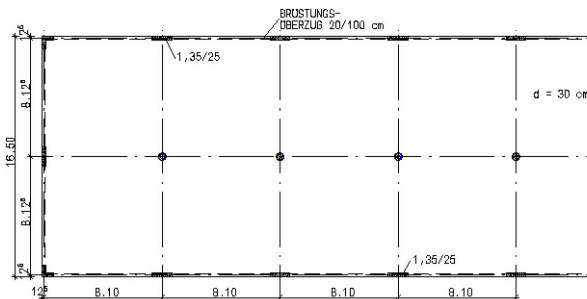
System B 7.3
Erläuterungen siehe Seite 119

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 109



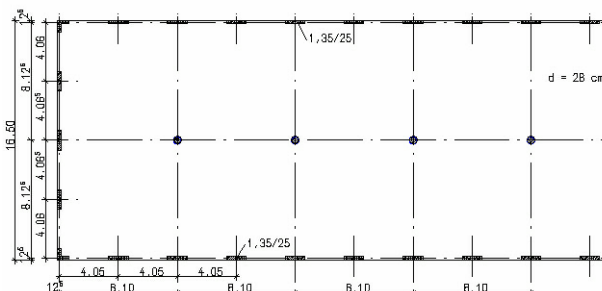
System B 7.4
Erläuterungen siehe Seite 120

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 110



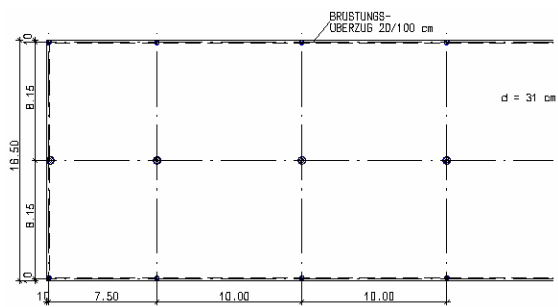
System B 7.5
Erläuterungen siehe Seite 121

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 111



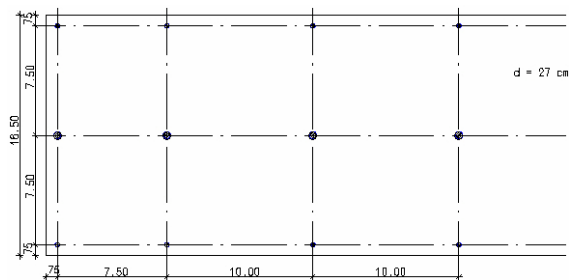
System B 7.6
Erläuterungen siehe Seite 122

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 112



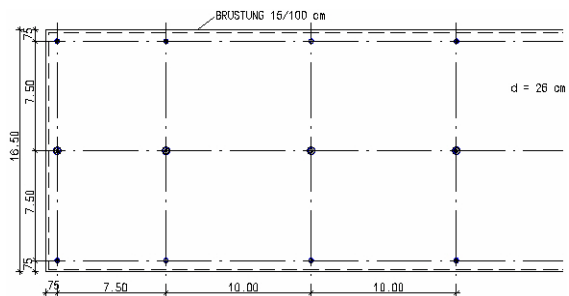
System B 8.0
Erläuterungen siehe Seite 123

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 113



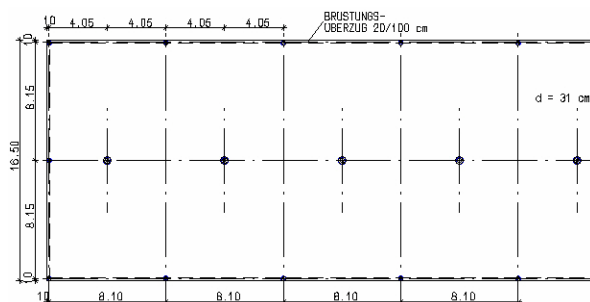
System B 8.1
Erläuterungen siehe Seite 124

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 114



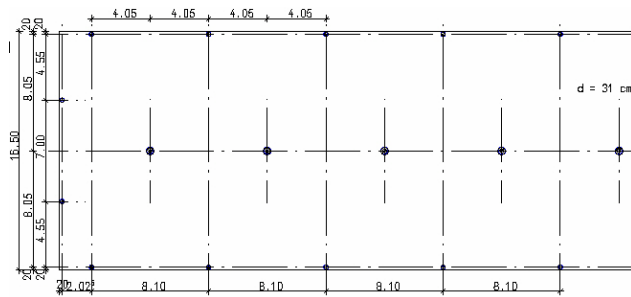
System B 8.2
Erläuterungen siehe Seite 125

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 115



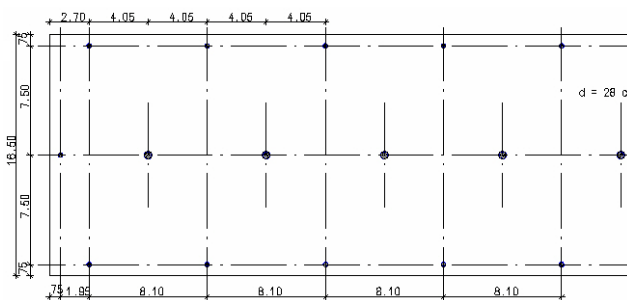
System B 9.0
Erläuterungen siehe Seite 126

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 116



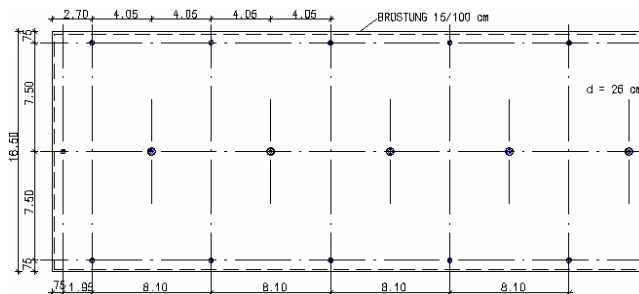
System B 9.1
Erläuterungen siehe Seite 127

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 117



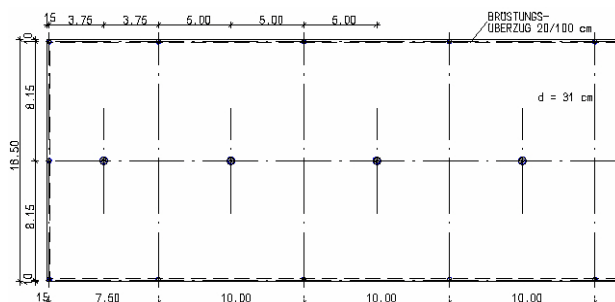
System B 9.2
Erläuterungen siehe Seite 128

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 118



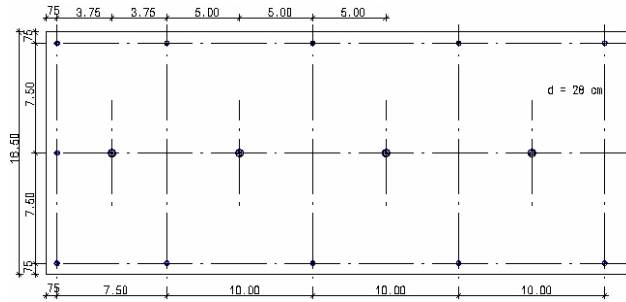
System B 9.3
Erläuterungen siehe Seite 129

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 119



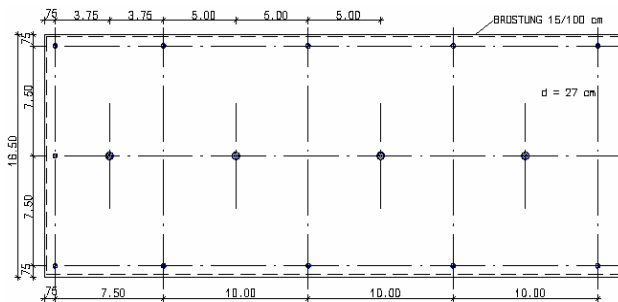
System B 10.0
Erläuterungen siehe Seite 130

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 120



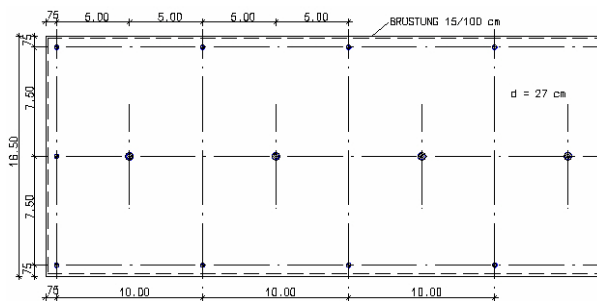
System B 10.1
Erläuterungen siehe Seite 131

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 121



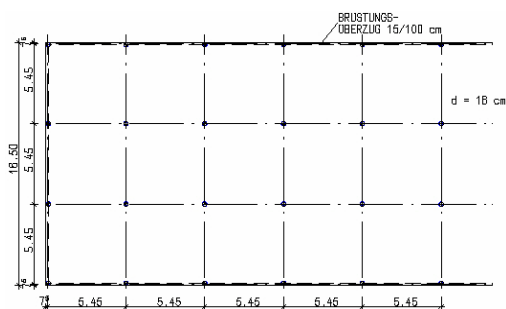
System B 10.2
Erläuterungen siehe Seite 132

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 122



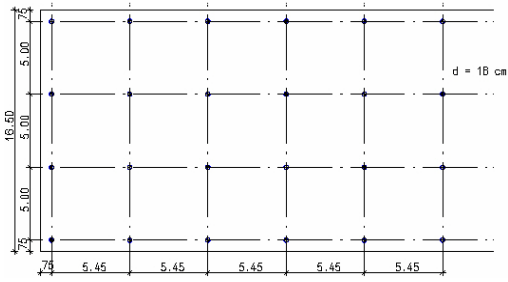
System B 10.3
Erläuterungen siehe Seite 133

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 123



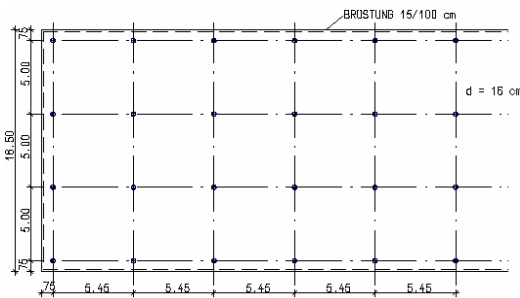
System B 11.0
Erläuterungen siehe Seite 134

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 124



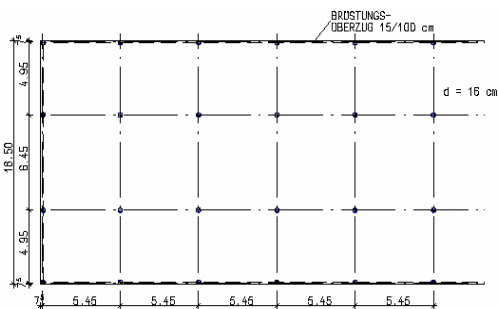
System B 11.1
Erläuterungen siehe Seite 134

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 125



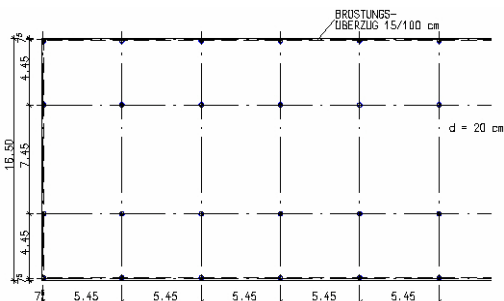
System B 11.2
Erläuterungen siehe Seite 135

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 126



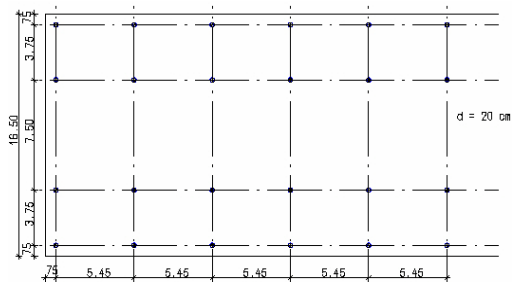
System B 12.0
Erläuterungen siehe Seite 136

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 127



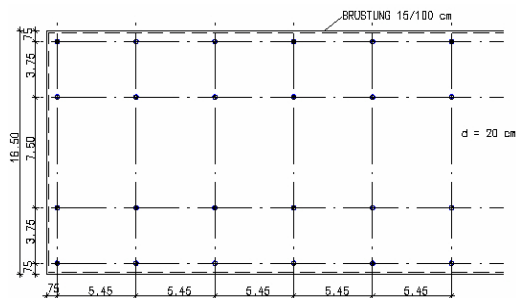
System B 12.1
Erläuterungen siehe Seite 136

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 128



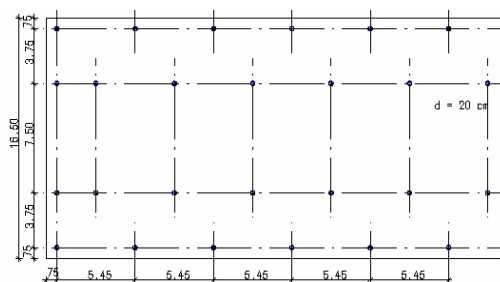
System B 12.2

Erläuterungen siehe Seite 137

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 129

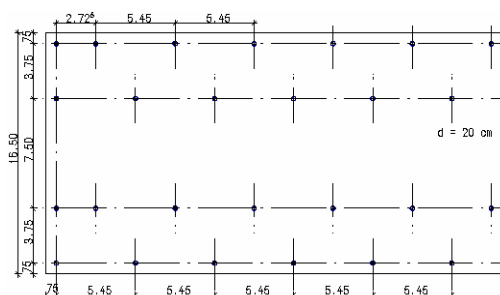
System B 12.3

Erläuterungen siehe Seite 137

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 130

System B 13.0

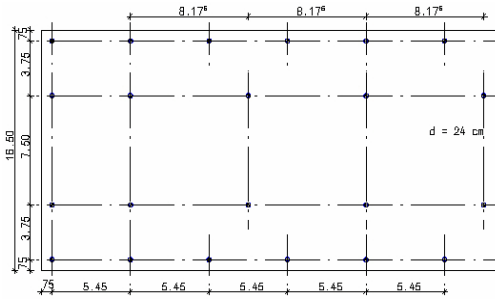
Erläuterungen siehe Seite 138

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 131

System B 13.1

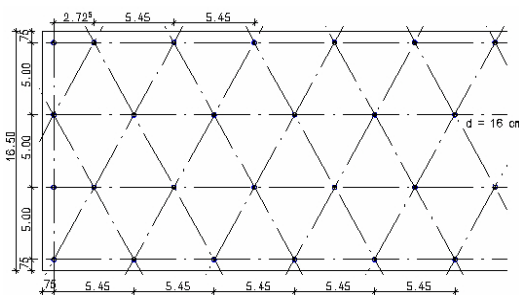
Erläuterungen siehe Seite 139

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 132



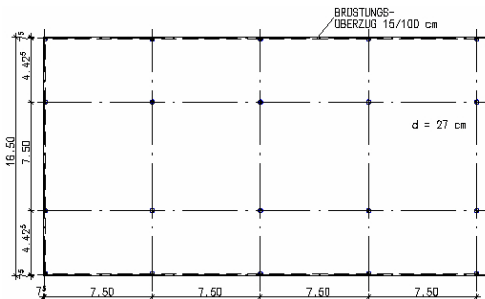
System B 13.2

Erläuterungen siehe Seite 140

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 133

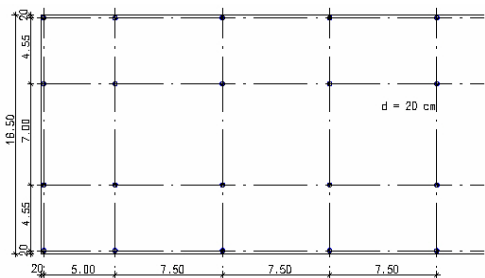
System B 13.3

Erläuterungen siehe Seite 141

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 134

System B 14.0

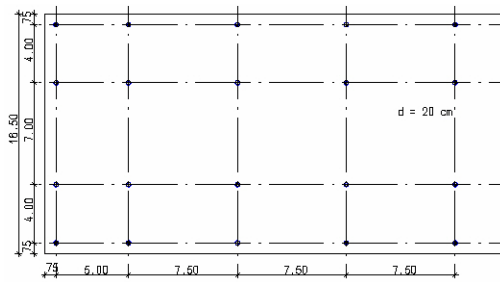
Erläuterungen siehe Seite 142

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 135

System B 14.1

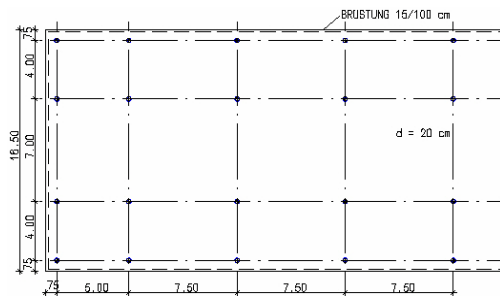
Erläuterungen siehe Seite 143

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 136



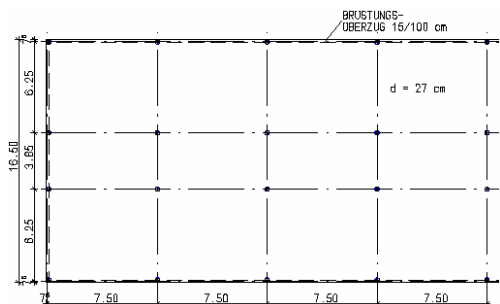
System B 14.2
Erläuterungen siehe Seite 144

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 137



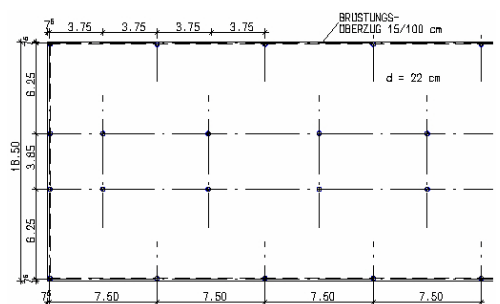
System B 14.3
Erläuterungen siehe Seite A 145

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 138



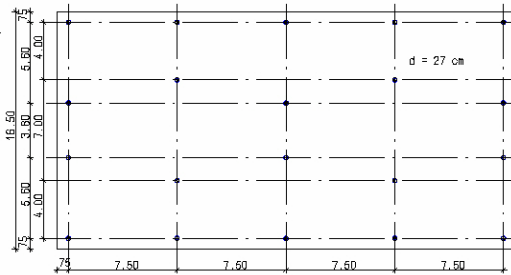
System B 15.0
Erläuterungen siehe Seite 146

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 139



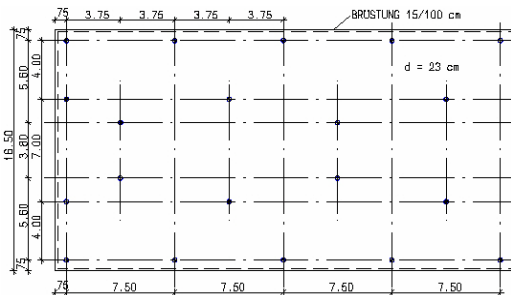
System B 15.1
Erläuterungen siehe Seite 147

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 140



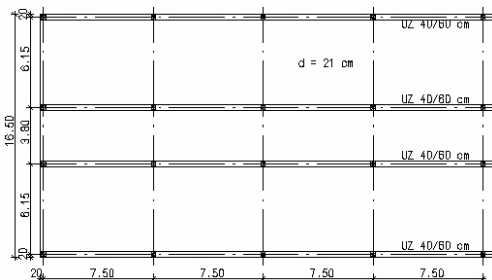
System B 15.2
Erläuterungen siehe Seite 148

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 141



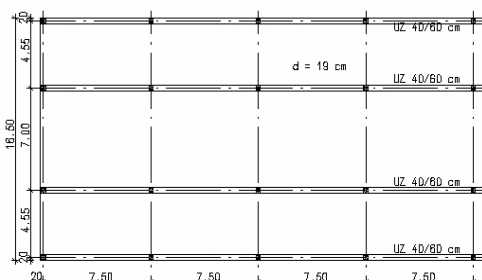
System B 15.3
Erläuterungen siehe Seite 149

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 142



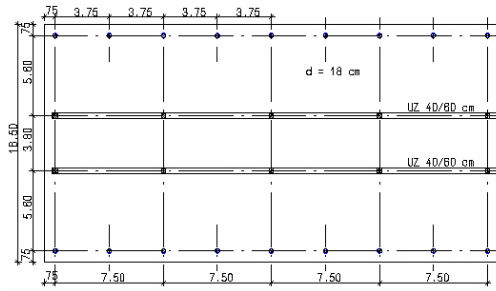
System B 16.0
Erläuterungen siehe Seite 150

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 143



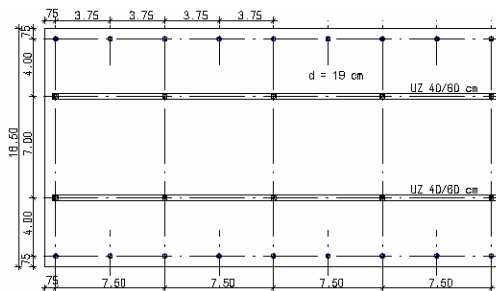
System B 16.1
Erläuterungen siehe Seite 151

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 144



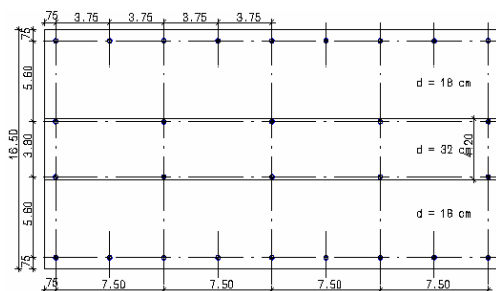
System B 16.2
Erläuterungen siehe Seite 152

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 145



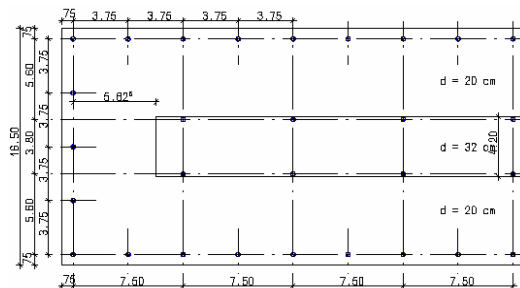
System B 16.3
Erläuterungen siehe Seite 153

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 146



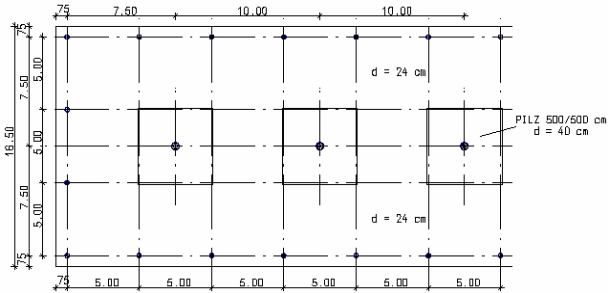
System B 17.0
Erläuterungen siehe Seite 154

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 147



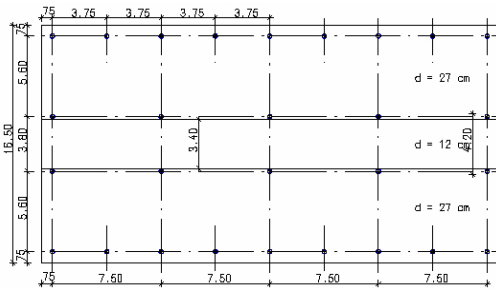
System B 17.1
Erläuterungen siehe Seite 155

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 148



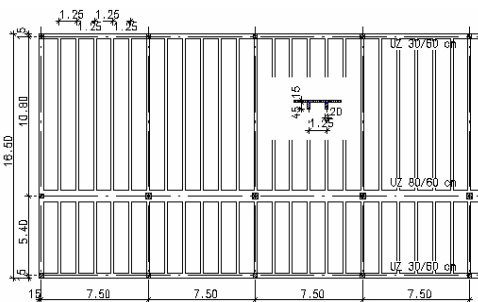
System B 17.2
Erläuterungen siehe Seite 156

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 149



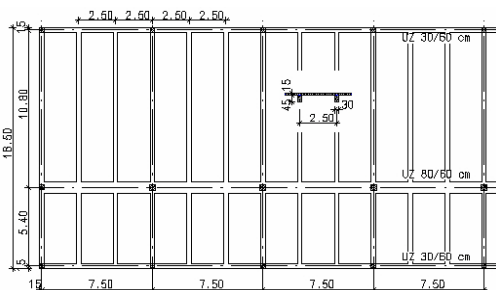
System B 17.3
Erläuterungen siehe Seite 157

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 150



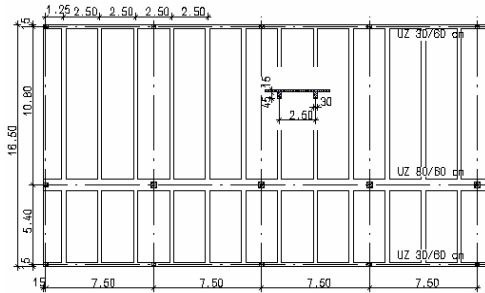
System B 18.0
Erläuterungen siehe Seite 158

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 151



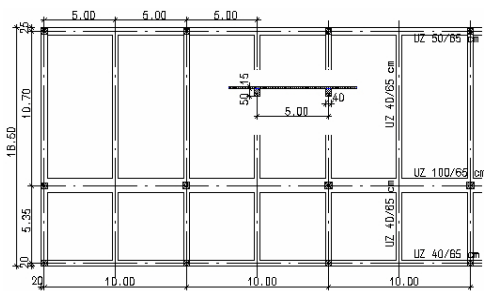
System B 18.1
Erläuterungen siehe Seite 158

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 152



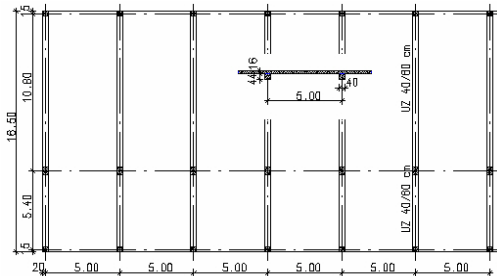
System B 18.2
Erläuterungen siehe Seite 159

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 153



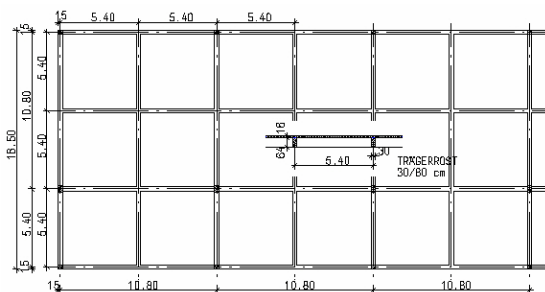
System B 18.3
Erläuterungen siehe Seite 159

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 154



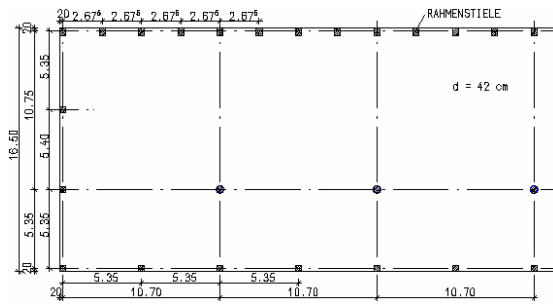
System B 18.4
Erläuterungen siehe Seite 160

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 155



System B 18.5
Erläuterungen siehe Seite 161

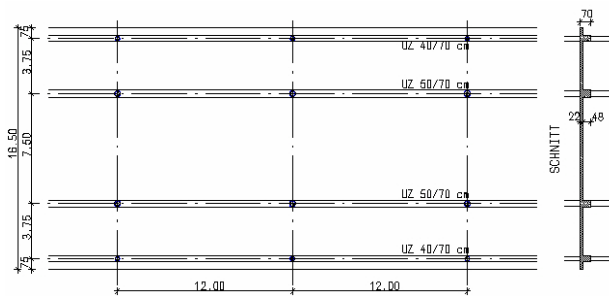
Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 156



System B 18.6

Erläuterungen siehe Seite 162

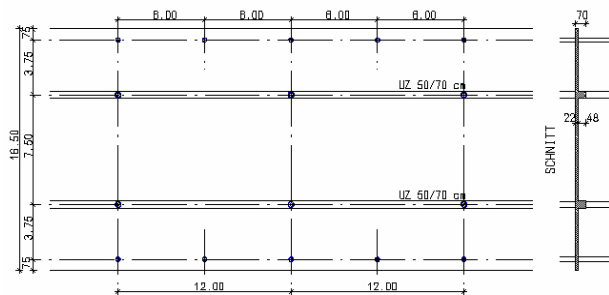
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 157



System B 19.0

Erläuterungen siehe Seite 163

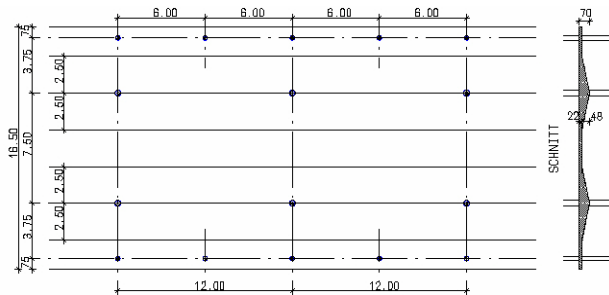
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 158



System B 19.1

Erläuterungen siehe Seite 163

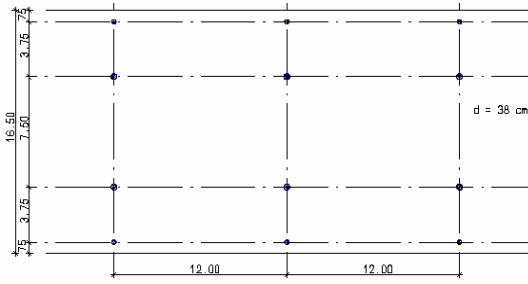
Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 159



System B 19.2

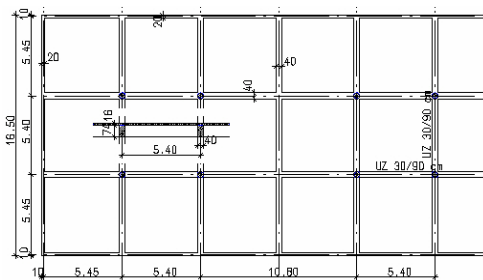
Erläuterungen siehe Seite 164

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 160



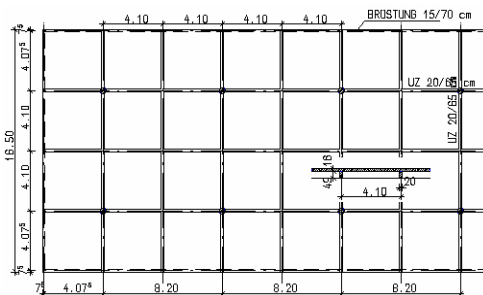
System B 19.3
Erläuterungen siehe Seite 165

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 161



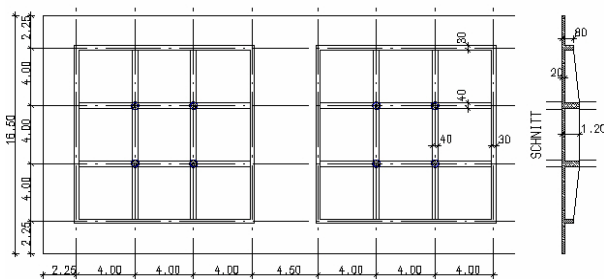
System B 20.0
Erläuterungen siehe Seite 166

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 162



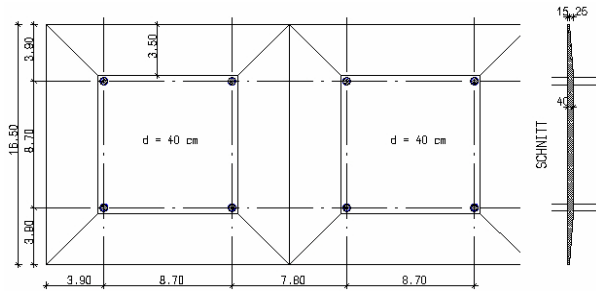
System B 20.1
Erläuterungen siehe Seite 167

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 163



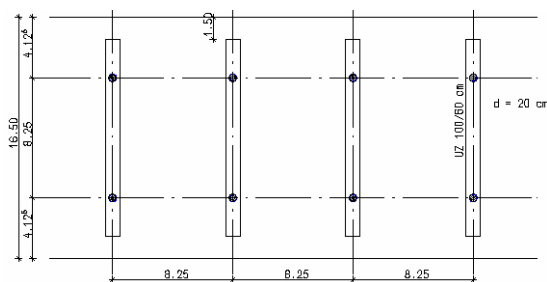
System B 20.2
Erläuterungen siehe Seite 168

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 164



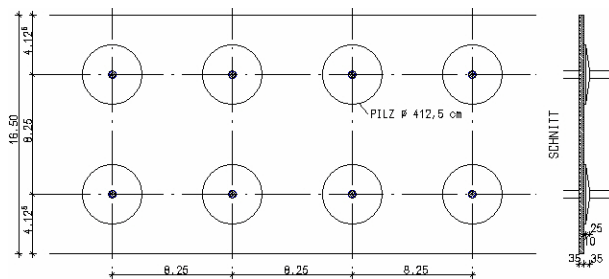
System B 20.3
Erläuterungen siehe Seite 169

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 165



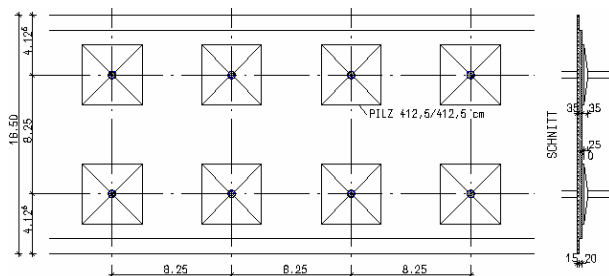
System B 21.0
Erläuterungen siehe Seite 170

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 166



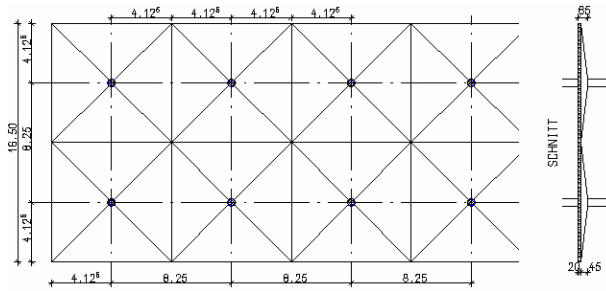
System B 21.1
Erläuterungen siehe Seite 170

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 167



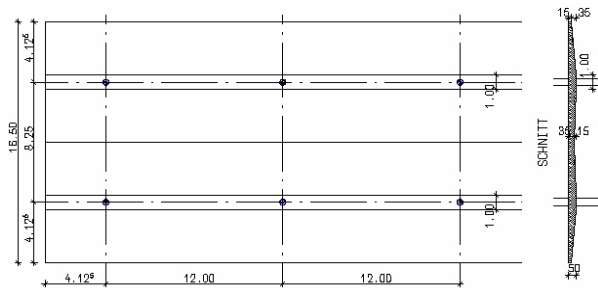
System B 21.2
Erläuterungen siehe Seite 171

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 168



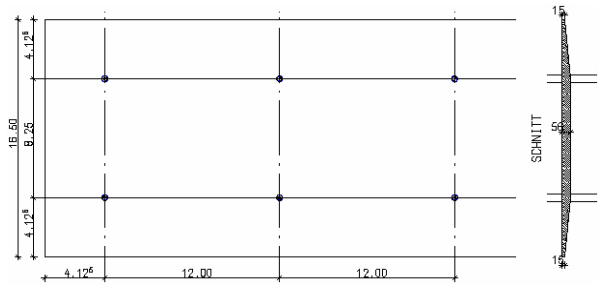
System B 21.3
Erläuterungen siehe Seite 171

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 169



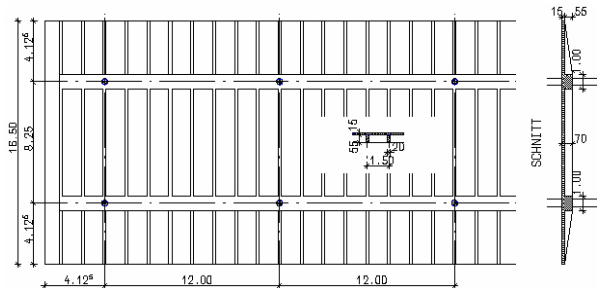
System B 22.0
Erläuterungen siehe Seite 172

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 170



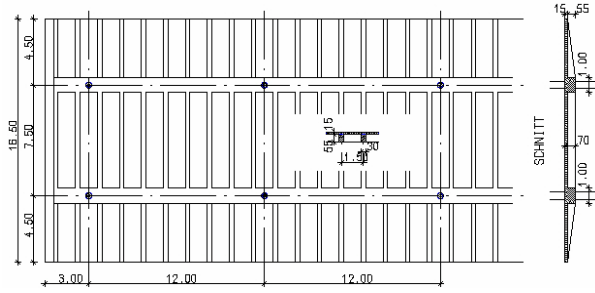
System B 22.1
Erläuterungen siehe Seite 172

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 171



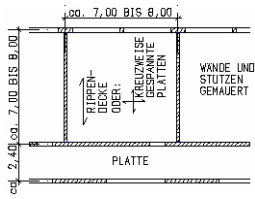
System B 22.2
Erläuterungen siehe Seite 173

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 172

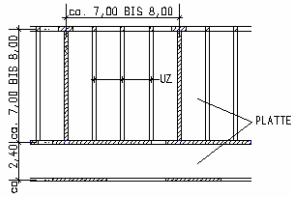


System B 22.3
Erläuterungen siehe Seite 173

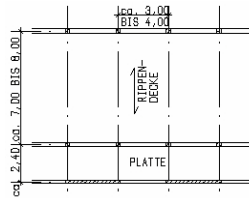
Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 173



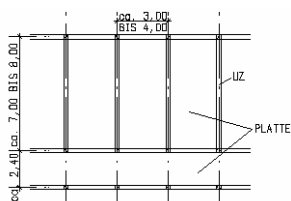
System C 1.0
Erläuterungen siehe Seite 175



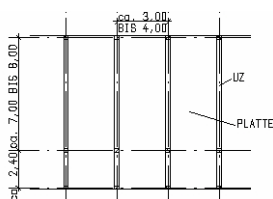
System C 1.1
Erläuterungen siehe Seite 176



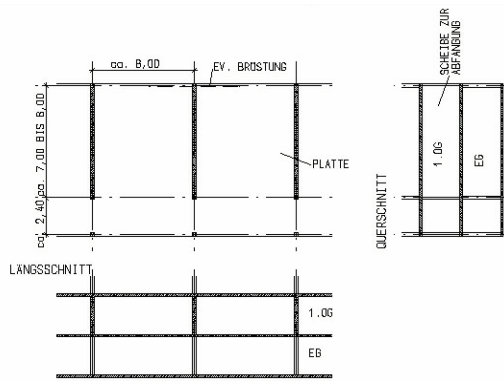
System C 2.0
Erläuterungen siehe Seite 177



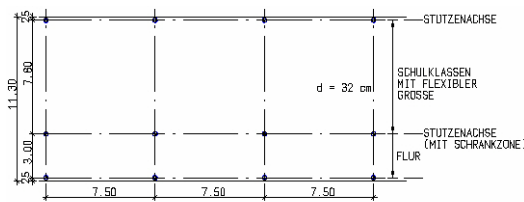
System C 2.1
Erläuterungen siehe Seite 178



System C 2.2
Erläuterungen siehe Seite 179

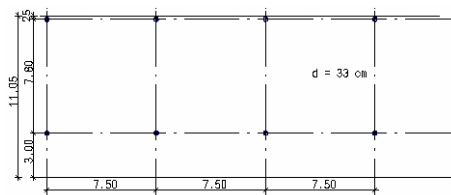


System C 3.0
Erläuterungen siehe Seite 180



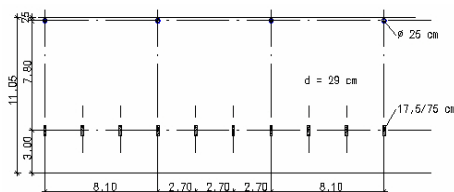
System C 4.0
Erläuterungen siehe Seite 181

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 174



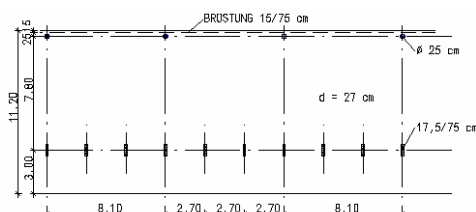
System C 4.1
Erläuterungen siehe Seite 182

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 175



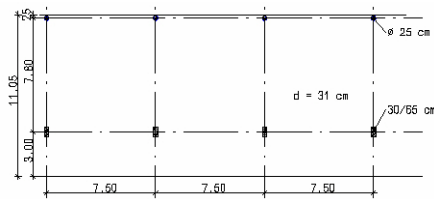
System C 4.2
Erläuterungen siehe Seite 183

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 176



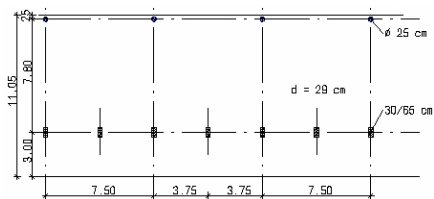
System C 4.3
Erläuterungen siehe Seite 184

Verformungsberechnungen siehe Anhang 1, Seite A 177



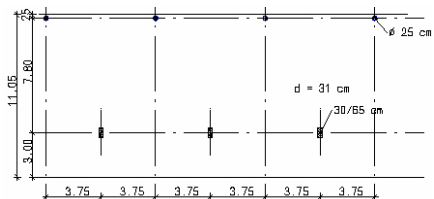
System C 4.4
Erläuterungen siehe Seite 185

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 178



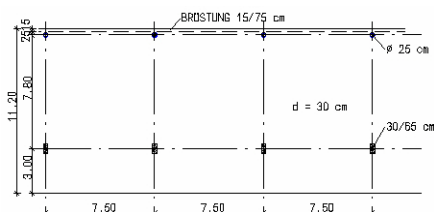
System C 4.5
Erläuterungen siehe Seite 186

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 179



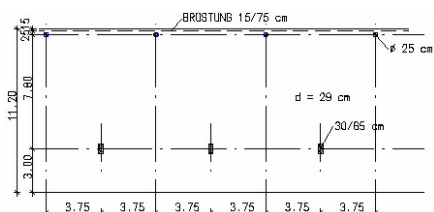
System C 4.6
Erläuterungen siehe Seite 187

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 180



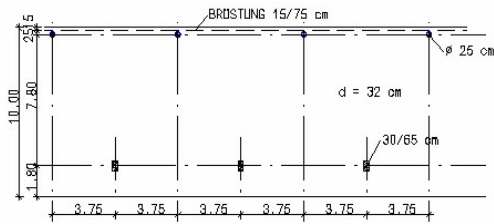
System C 4.7
Erläuterungen siehe Seite 188

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 181

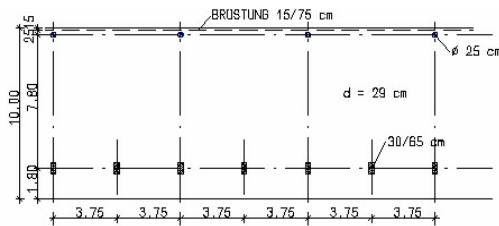


System C 4.8
Erläuterungen siehe Seite 189

Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 182

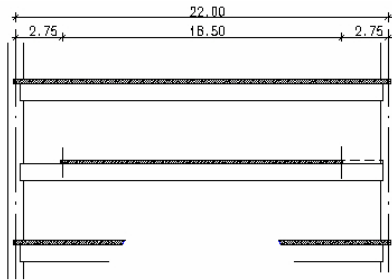
**System C 4.9**

Erläuterungen siehe Seite 190

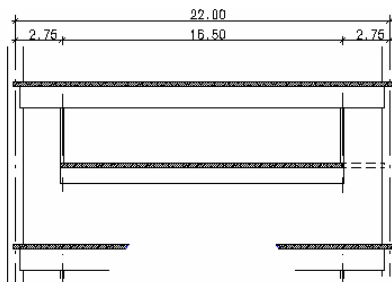
Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 183**System C 4.10**

Erläuterungen siehe Seite 191

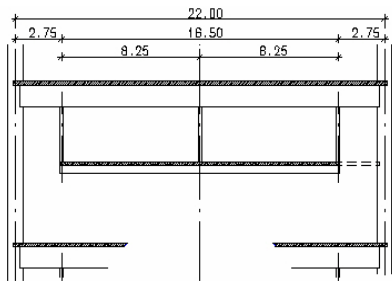
Verformungsberechnungen siehe
Anhang 1, Seite A 184



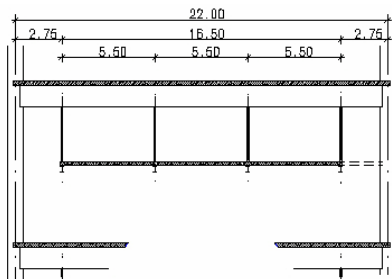
System D 1.0
Erläuterungen siehe Seite 193



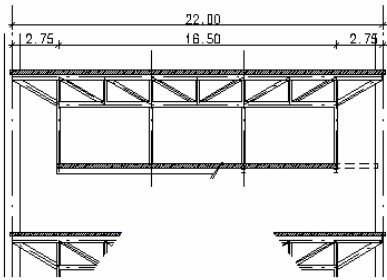
System D 1.1
Erläuterungen siehe Seite 194



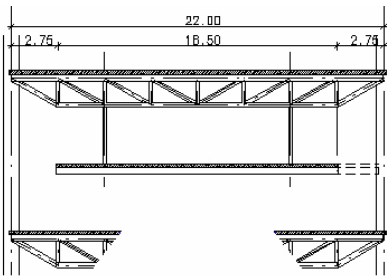
System D 1.2
Erläuterungen siehe Seite 194



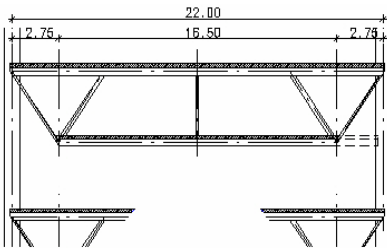
System D 1.3
Erläuterungen siehe Seite 195



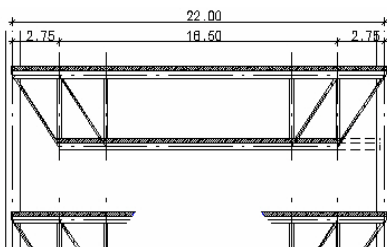
System D 1.4
Erläuterungen siehe Seite 195



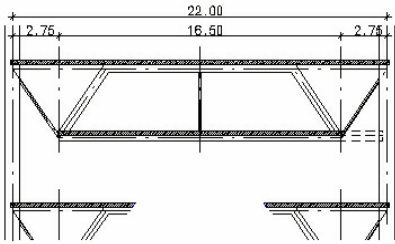
System D 1.5
Erläuterungen siehe Seite 196



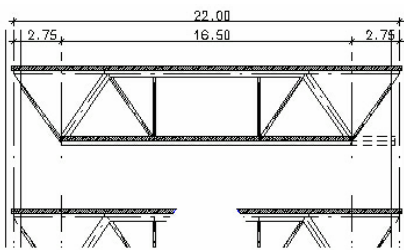
System D 1.6
Erläuterungen siehe Seite 196



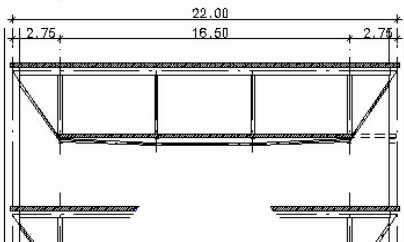
System D 1.7
Erläuterungen siehe Seite 197



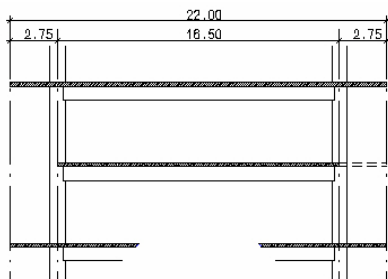
System D 1.8
Erläuterungen siehe Seite 197



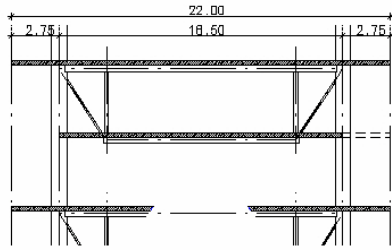
System D 1.9
Erläuterungen siehe Seite 198



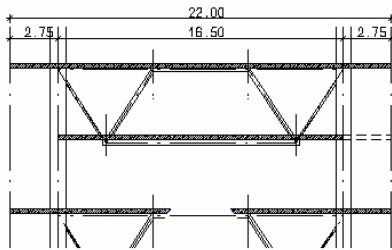
System D 1.10
Erläuterungen siehe Seite 198



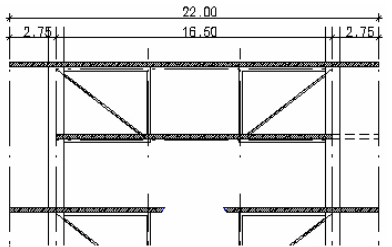
System D 2.0
Erläuterungen siehe Seite 199



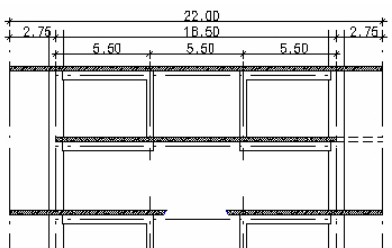
System D 2.1
Erläuterungen siehe Seite 200



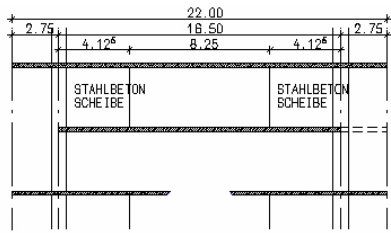
System D 2.2
Erläuterungen siehe Seite 200



System D 2.3
Erläuterungen siehe Seite 201



System D 2.4
Erläuterungen siehe Seite 201



System D 2.5
Erläuterungen siehe Seite 202

LEBENS LAUF

Nachname **Stepan**
Vorname **Kurt**
Titel **Dipl.-Ing. (univ.)**
Geburtsdatum und Geburtsort **03.12.1936 in Nikolsburg**

Ausbildung

Studium an der Höhere Technische Lehranstalt Linz, Abteilung Hochbau Matura 1956
Architekturstudium an derTU München Abschluß 1961

Berufserfahrung

Firma	Tätigkeit	Zeitraum	Position
Einzelperson	Beratender Ingenieur	1956 - 1966	selbständige Tätigkeit
Sailer + Stepan GbR	Beratender Ingenieur	1966 - 1995	Gesellschafter der BGB-Gesellschaft
Sailer Stepan und Partner GmbH	Beratender Ingenieur	seit 1995	Geschäftsführender Gesellschafter