

Nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen „die fdu UNIDOME Decke“

28.+29.03.2025

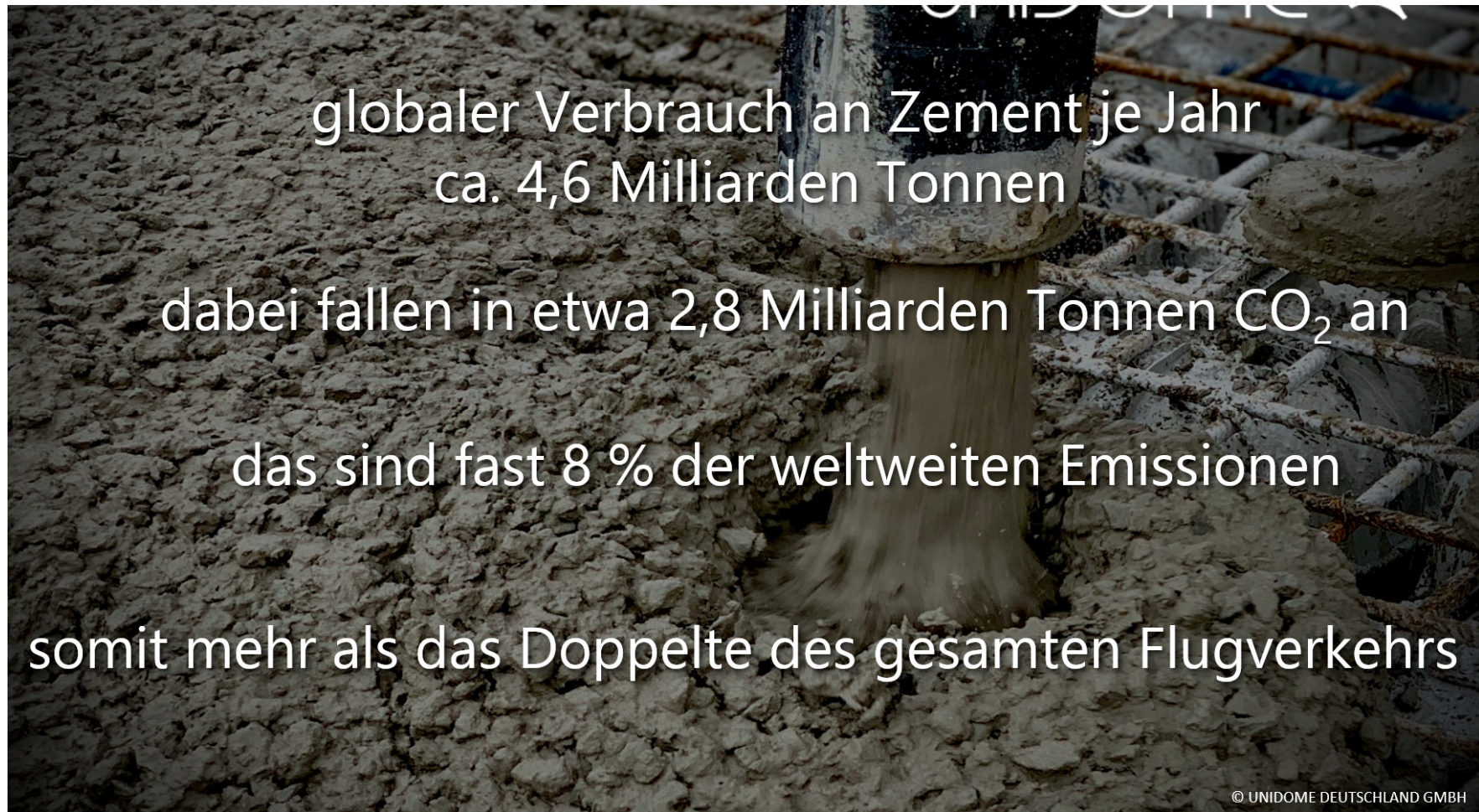
Dirk Schinke





ca. 38 % der Treibhausgasemissionen resultieren aus
der Bauindustrie

ca. 37 % der Abfälle aus der Bauindustrie



DAfStb – Treibhausgas-Reduzierte-Bauteile

4 Anforderungen

$$\alpha_{GWP,t} = (1 - \beta_{CO_2,red})^{(t-2020)}$$

mit $\alpha_{GWP,t}$ = Grenzwert im Kalenderjahr der Bauantragstellung t [-]

$\beta_{CO_2,red}$ = 0,07 (entspricht 7 %), jährlich zu leistende Reduktion

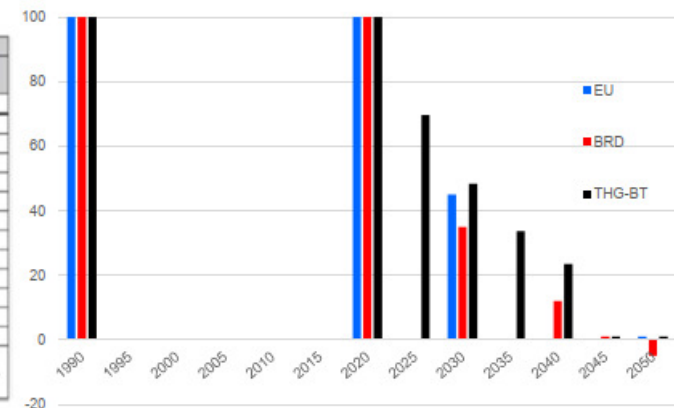
t = Kalenderjahr der Bauantragstellung [-]

S	1	2	3
Z	Treibhausgas-Minderungskategorie TM_k	Gültigkeitszeitraum bis einschließlich zum Kalenderjahr	$\alpha_{GWP,t}$ [-]
1	TM_{2020}	2020 ¹⁾	1,00
2	TM_{2024}	2024	0,75
3	TM_{2026}	2026	0,65
4	TM_{2028}	2028	0,56
5	TM_{2030}	2030	0,48
6	TM_{2032}	2032	0,42
7	TM_{2034}	2034	0,36
8	TM_{2036}	2036	0,31
9	TM_{2038}	2038	0,27
10	TM_{2040}	2040	0,23 ²⁾
11	TM_{2042}	2042	0,14 ²⁾
12	TM_{2044}	2044	0,05 ²⁾
13	TM_{2046}	2046	0,00 ²⁾

¹⁾ Referenzjahr

²⁾ ab 2040 linear abgemindert nach Vorgaben aus dem Klimaschutzgesetz (KSG). Zur Umsetzung des Reduktionspfades sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich (z. B. CCS).

Vorgaben für CO₂ Reduktion

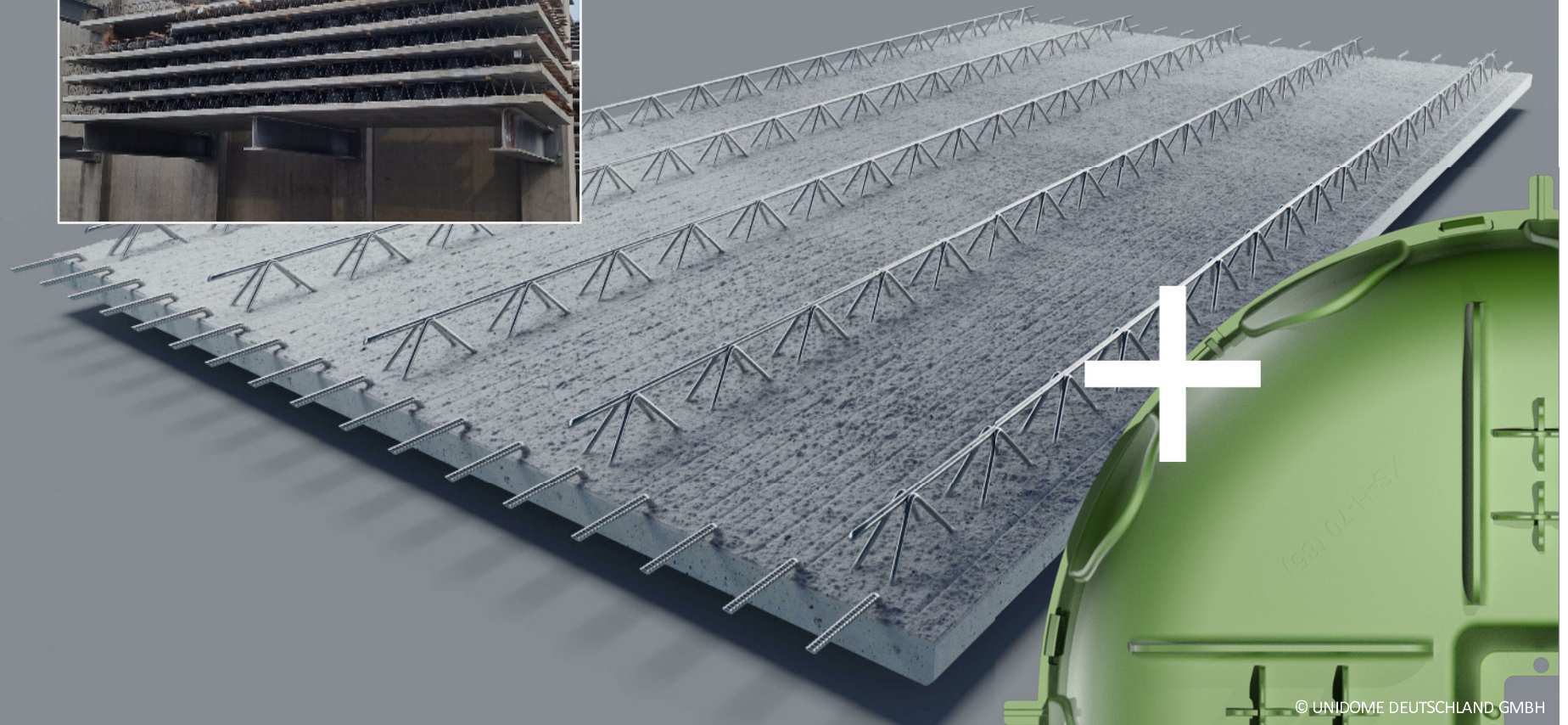


Quelle: Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern



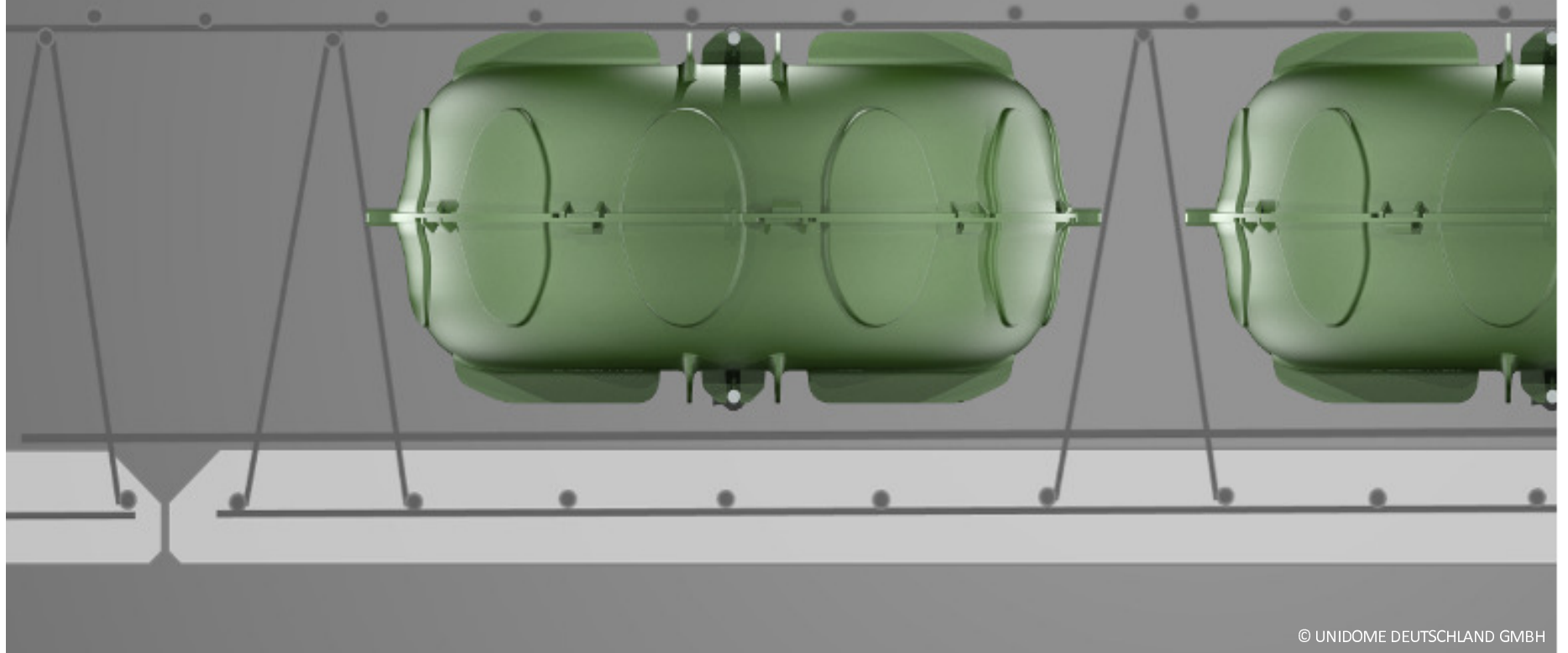
Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 



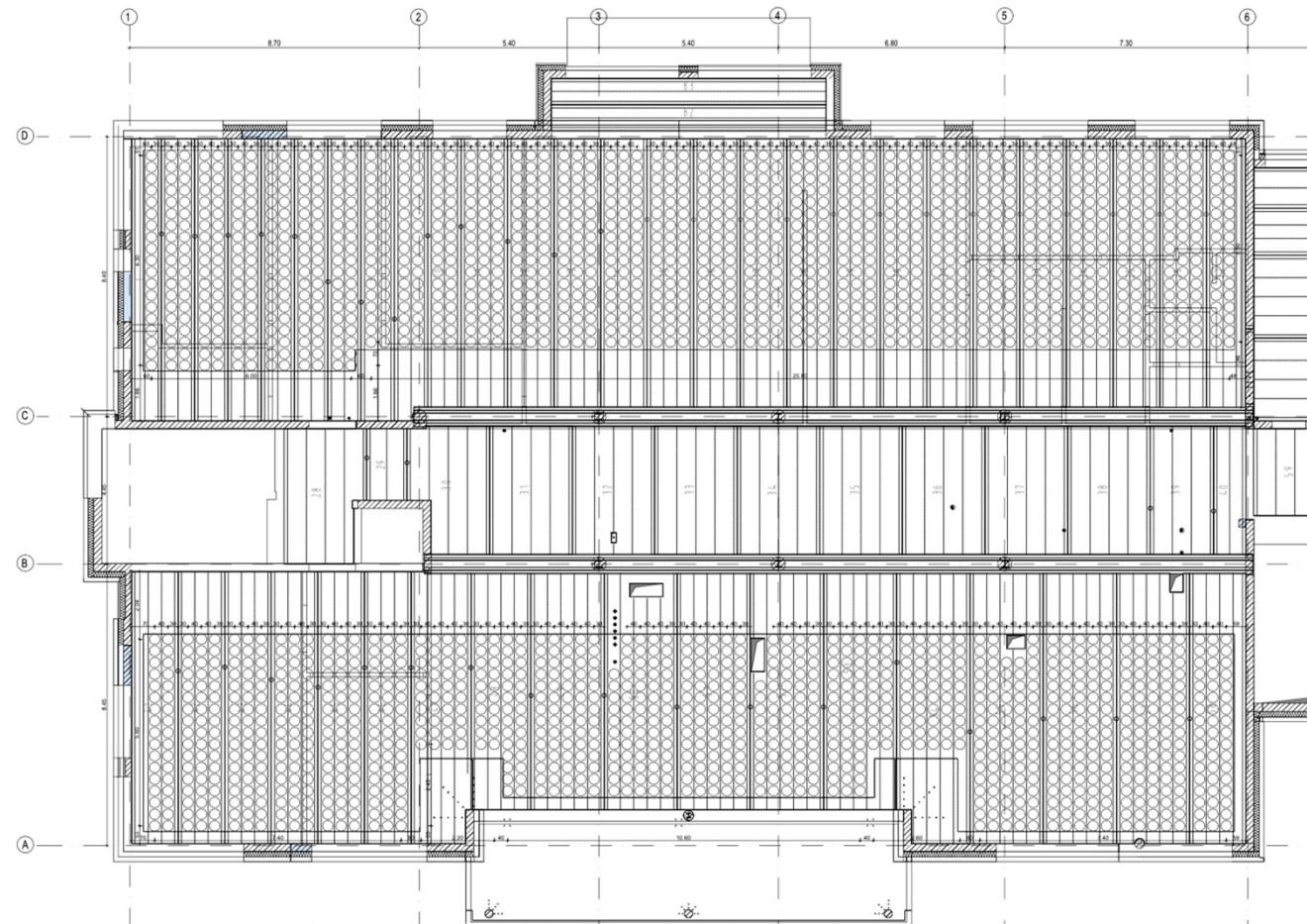
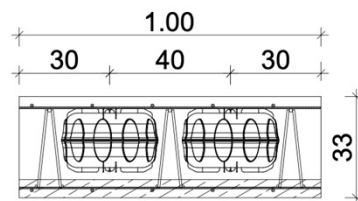
© UNIDOME DEUTSCHLAND GMBH

VARIANTE 1: XS installiert auf der Baustelle auf Halbfertigteilen



PLANUNG

Beispielquerschnitt





Nachhaltige Elementplatten

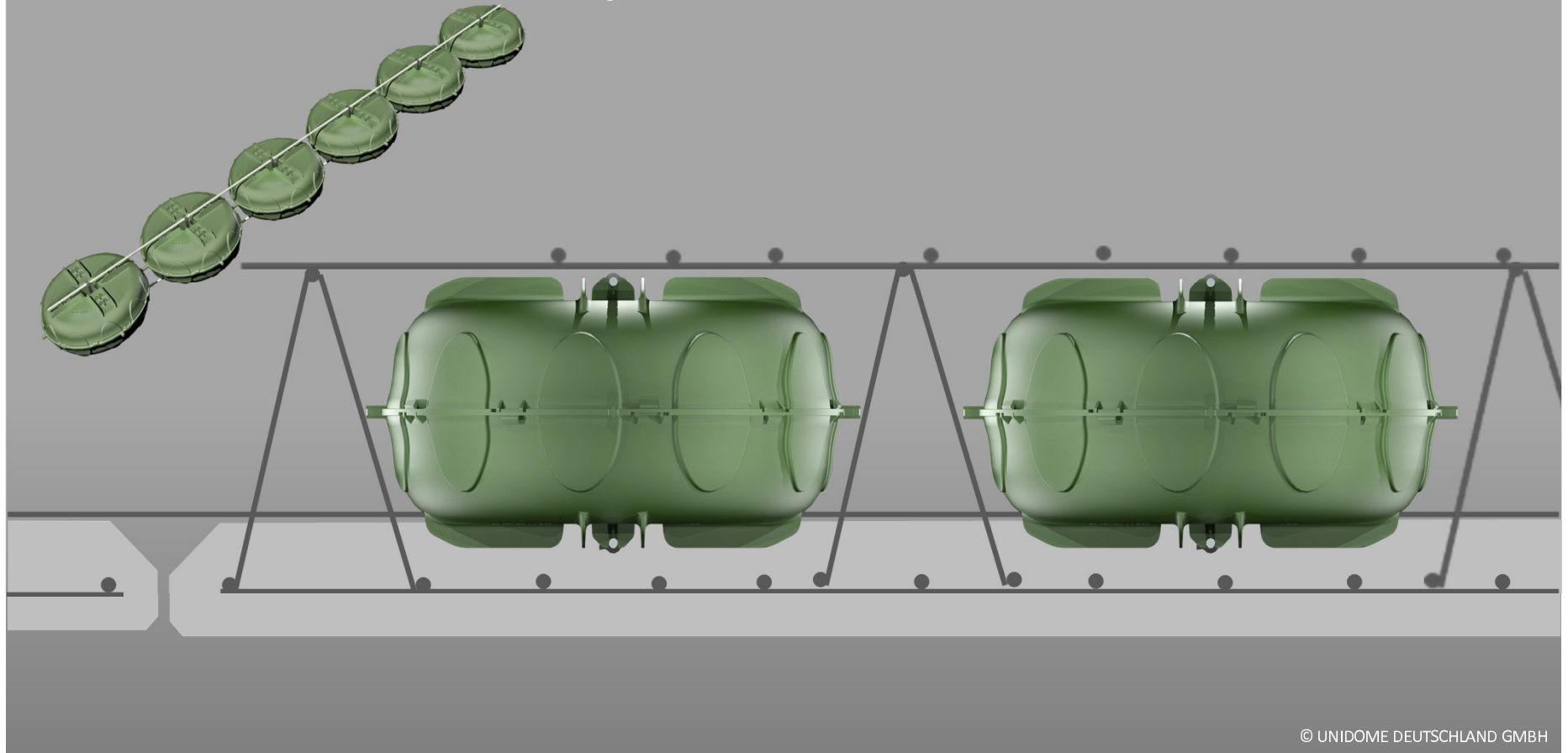
unidome 



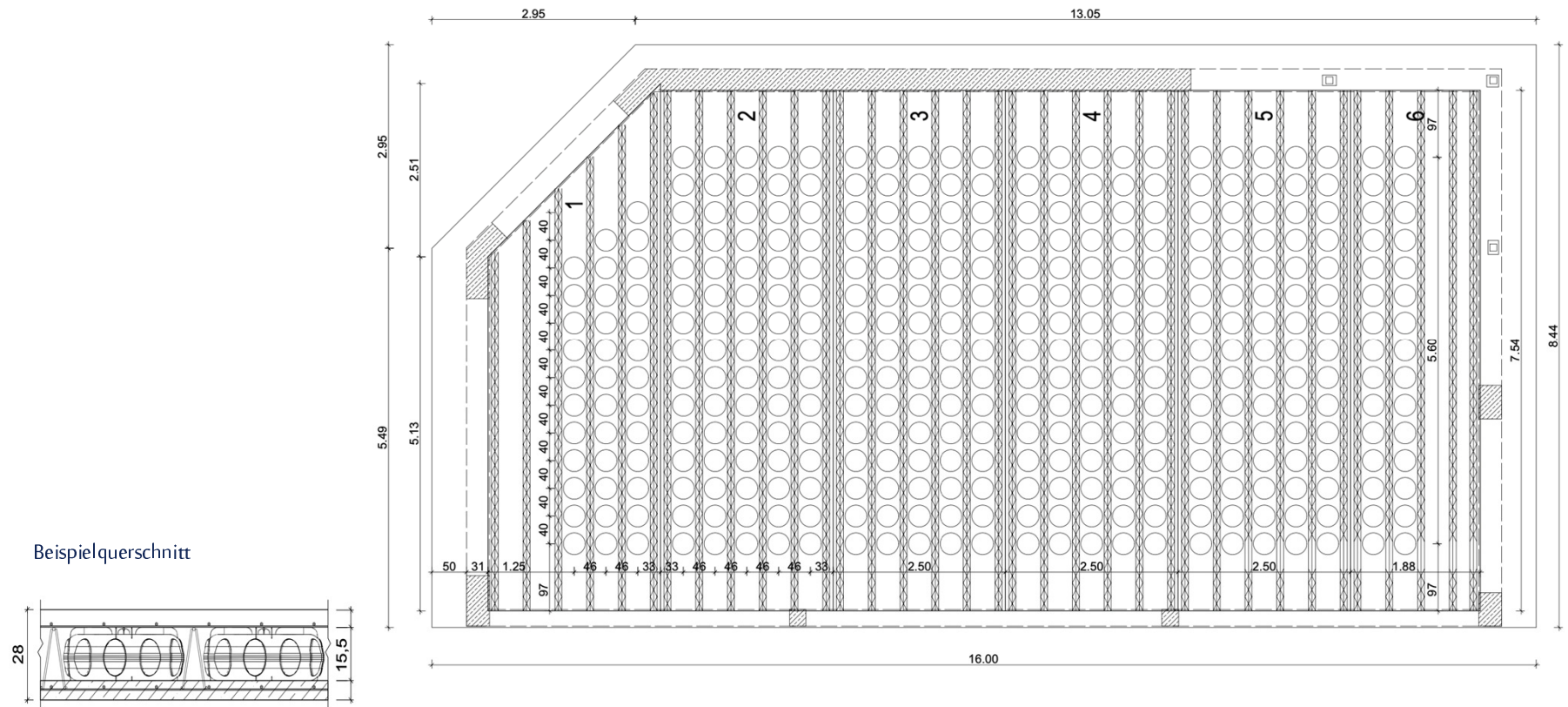
Unidome XS kombiniert mit Halbfertigteilen

© UNIDOME DEUTSCHLAND GMBH

VARIANTE 2: XS installiert im Werk in Halbfertigteilen



PLANUNG





Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 

VARIANTE 2: XS installiert im Werk in Halbfertigteilen

Unidome XS kombiniert mit Halbfertigteilen

© UNIDOME DEUTSCHLAND GMBH



Nachhaltige Elementplatten

unidome

VARIANTE 2: XS installiert im Werk in Halbfertigteilen

Unidome XS kombiniert mit Halbfertigteilen

© UNIDOME DEUTSCHLAND GMBH



Nachhaltige Elementplatten

unidome 

VARIANTE 2: XS installiert im Werk in Halbfertigteilen



Unidome XS kombiniert mit Halbfertigteilen

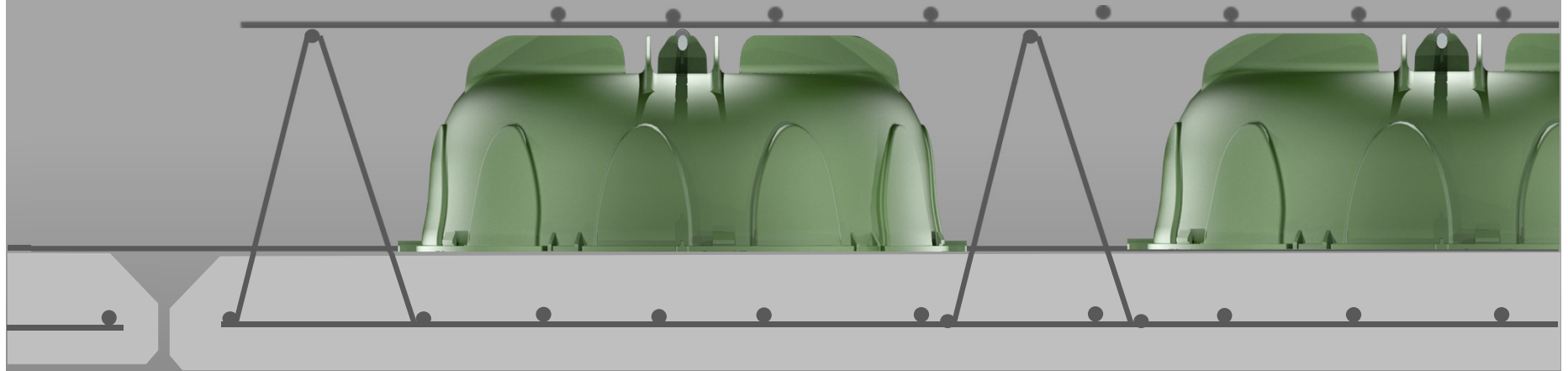
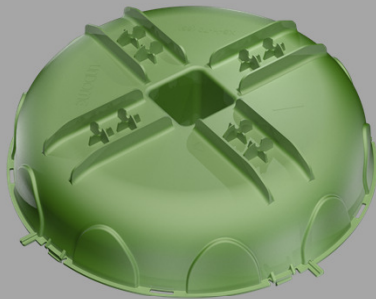
© UNIDOME DEUTSCHLAND GMBH



Nachhaltige Elementplatten

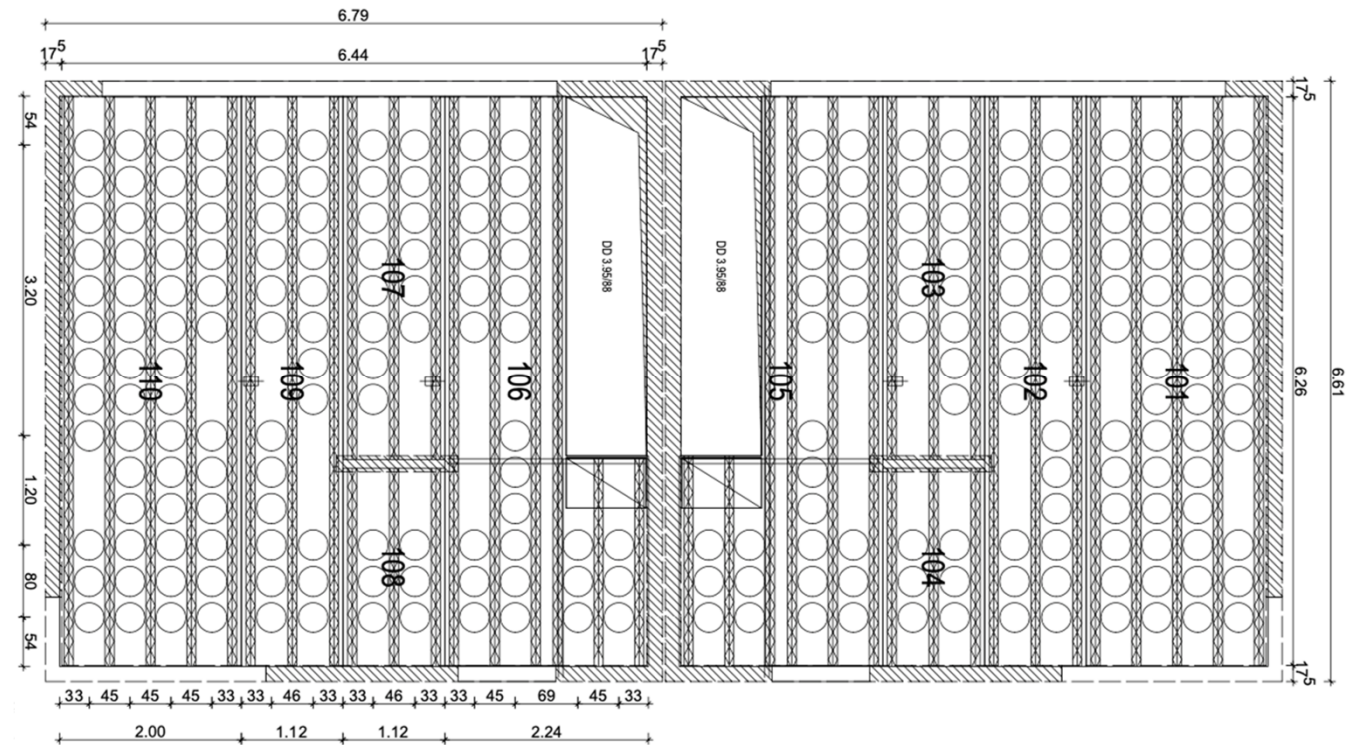
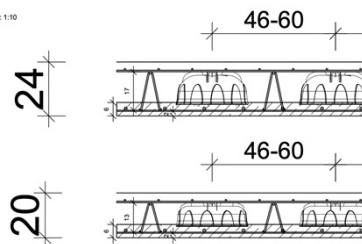
UNIDOME 

VARIANTE 3: XS-H installiert im Werk in Halbfertigteilen



Beispielquerschnitte

M. 1:10





Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 

VARIANTE 3: XS-H installiert im Werk in Halbfertigteilen





Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 

VARIANTE 3: XS-H installiert im Werk in Halbfertigteilen





Abstand
Querbewehrung

40 cm

9.3.1 Biegebewehrung

9.3.1.1 Allgemeines

(1) Für die Mindest- und Höchstwerte des Bewehrungsgrades in der Hauptspannrichtung gelten die Regeln aus 9.2.1.1 (1) und (3).

Bei zweiachsig gespannten Platten braucht die Mindestbewehrung nach 9.2.1.1 (1) nur in der Hauptspannrichtung angeordnet zu werden.

ANMERKUNG Bei Platten mit geringem Risiko von Sprödbruch darf $A_{s,min}$ alternativ mit dem 1,2-fachen derjenigen Querschnittsfläche berechnet werden, die für den Nachweis im GZT benötigt wird.

(2) Bei einachsig gespannten Platten darf in der Regel die Querbewehrung nicht weniger als 20 % der Hauptbewehrung betragen.

Bei Betonstahlmatten ist $\min \phi_{\text{quer}} = 5 \text{ mm}$ einzuhalten.

In zweiachsig gespannten Platten darf die Bewehrung in der minderbeanspruchten Richtung nicht weniger als 20 % der in der höherbeanspruchten Richtung betragen.

(3) Der Abstand zwischen den Stäben darf in der Regel nicht größer als $s_{\text{max,slabs}}$ sein.

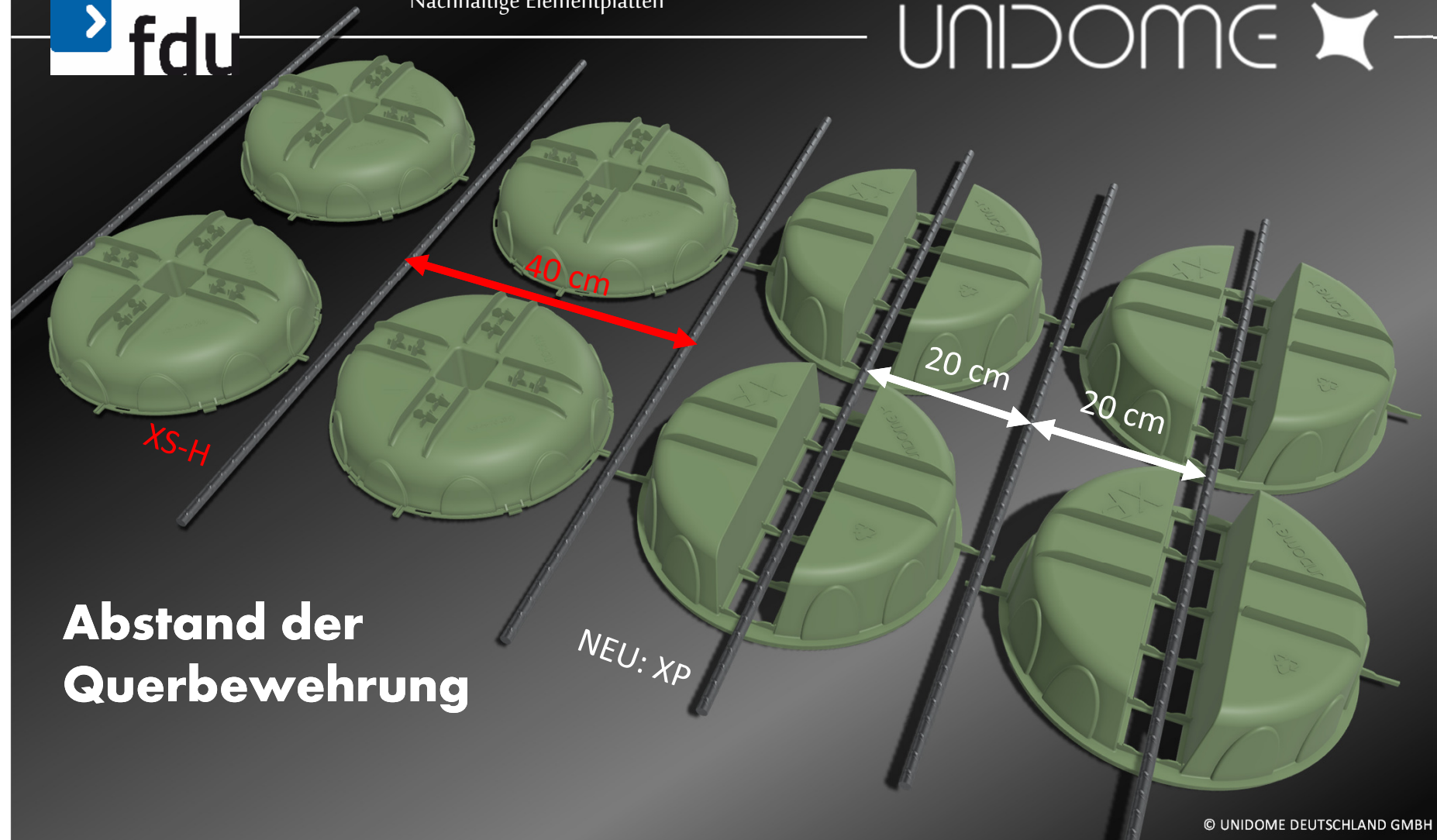
Es gilt:

- für die Haupt(zug-)bewehrung:
 $s_{\text{max,slabs}} = 250 \text{ mm}$ für Plattendicken $h \geq 250 \text{ mm}$;
 $s_{\text{max,slabs}} = 150 \text{ mm}$ für Plattendicken $h \leq 150 \text{ mm}$;
 Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.
- für die Querbewehrung oder die Bewehrung in der minderbeanspruchten Richtung:
 $s_{\text{max,slabs}} \leq 250 \text{ mm}$.



Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 



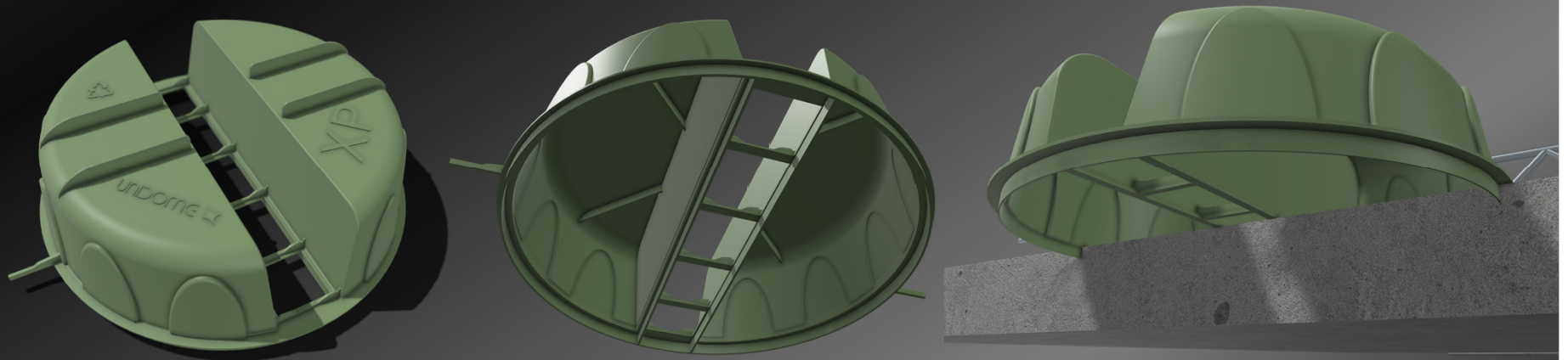
**Abstand der
Querbewehrung**



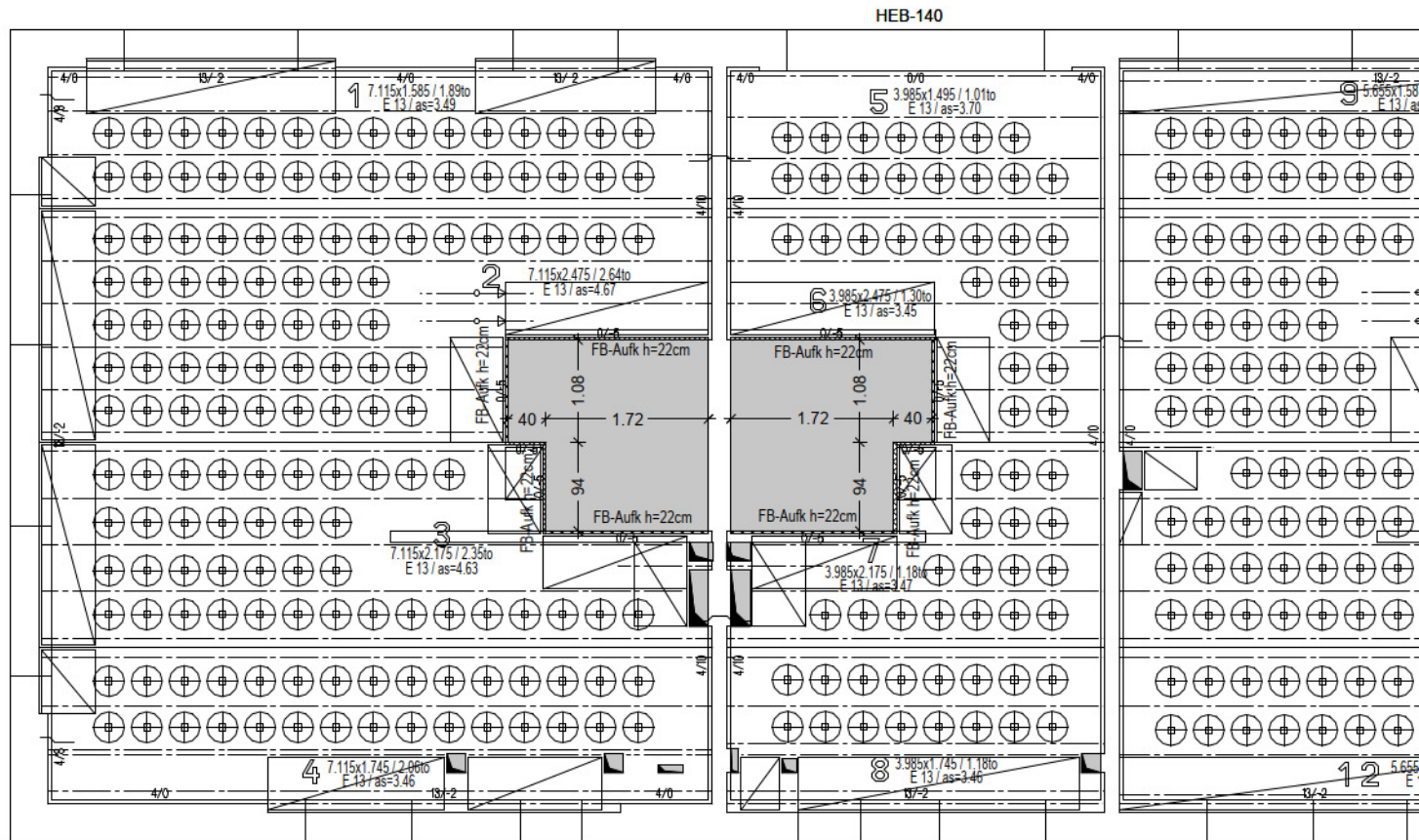
Nachhaltige Elementplatten

UNIDOME 

VORFERTIGUNG UND AUTOMATISIERUNG

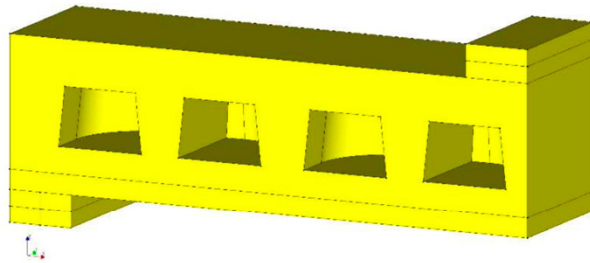


Unidome XP für Halbfertigteile – Deckendicken zwischen 20 cm und 40 cm

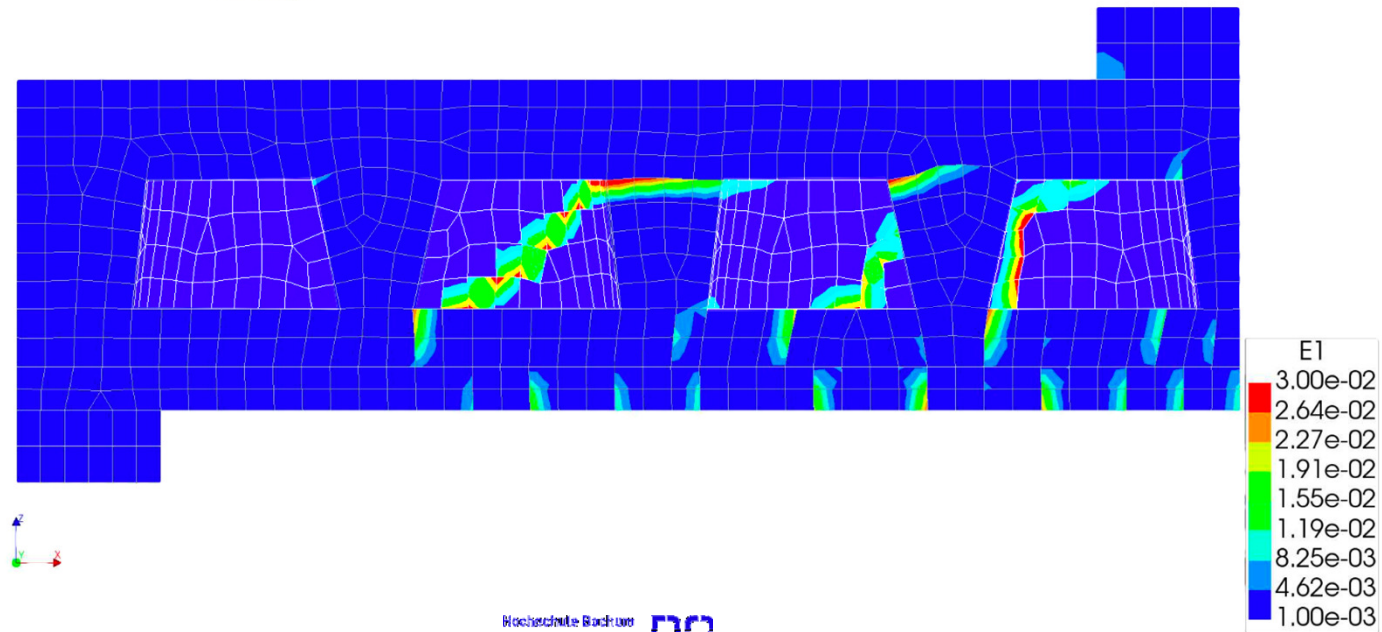




Pilotprojekt Reihenhäuser Viebrock

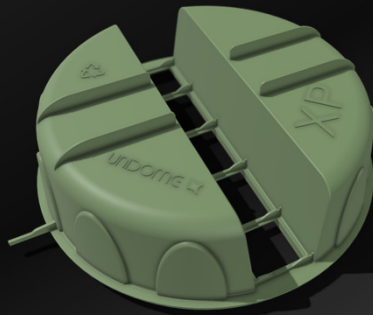


=> ERMITTLUNG QUERKRAFTFAKTOR XP



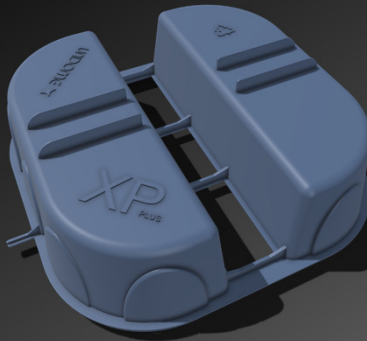
XP – technische Daten

Unidome XP



Name XP	XP	90 (105)	110 (125)	130 (145)	150 (165)	170 (185)	190 (205)
Deckenstärke (Halbbfertigteil 5 bis 7 cm)	[cm]	20 bis 23	22 bis 25	24 bis 27	26 bis 29	28 bis 31	32 bis 40
Volumenverdrängung XP	m ³ /m ²	0,034	0,041	0,047	0,053	0,059	0,064
CO2 Reduktion	t/m ²	0,007	0,009	0,010	0,011	0,012	0,014
Lastreduzierung XP	kN/m ²	0,848	1,033	1,187	1,331	1,466	1,592
Steifigkeitsfaktor	-	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95
Querkraftfaktor	-	> 0,65	> 0,65	> 0,65	> 0,65	> 0,65	> 0,65

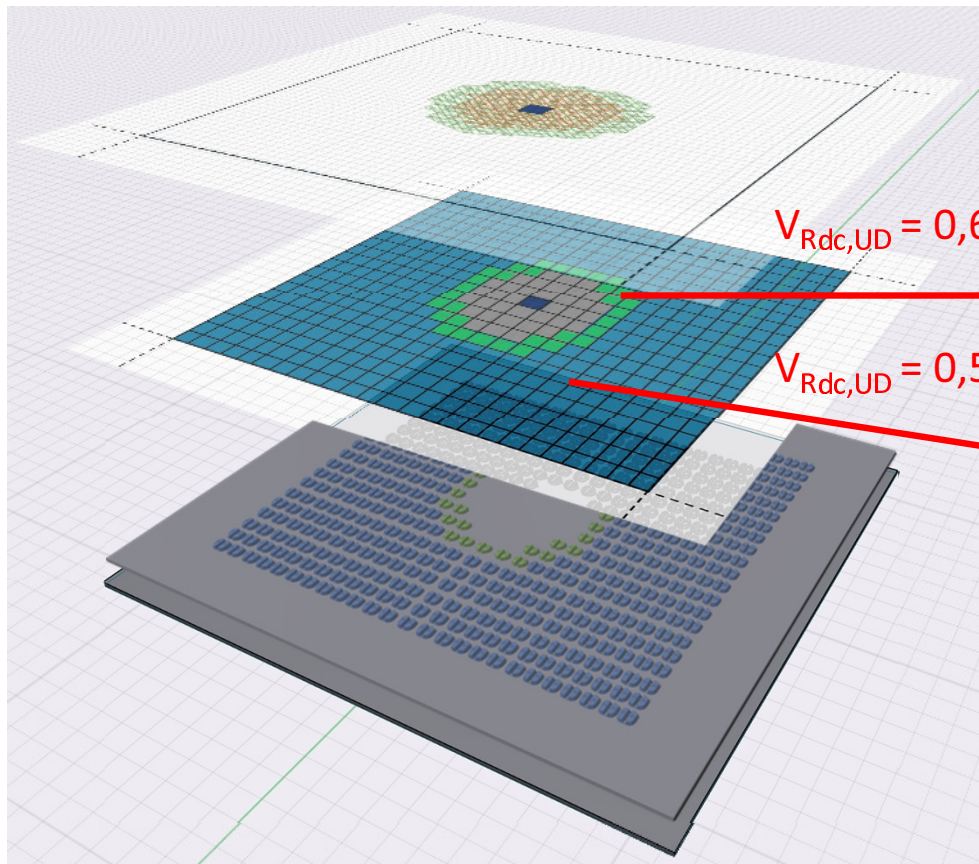
Unidome XP-Plus



Name XP	XP - Plus	90 (105)	110 (125)	130 (145)	150 (165)	170 (185)	190 (205)
Deckenstärke (Halbbfertigteil 5 bis 7 cm)	[cm]	20 to 23	22 to 25	24 to 27	26 to 29	28 to 31	32 to 40
Volumenverdrängung XP	m ³ /m ²	0,042	0,052	0,059	0,067	0,073	0,080
CO2 Reduktion	t/m ²	0,009	0,011	0,013	0,014	0,016	0,017
Lastreduzierung XP	kN/m ²	1,060	1,292	1,484	1,664	1,833	1,991
Steifigkeitsfaktor	-	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95	ca 0,95
Querkraftfaktor	-	> 0,55	> 0,55	> 0,55	> 0,55	> 0,55	> 0,55

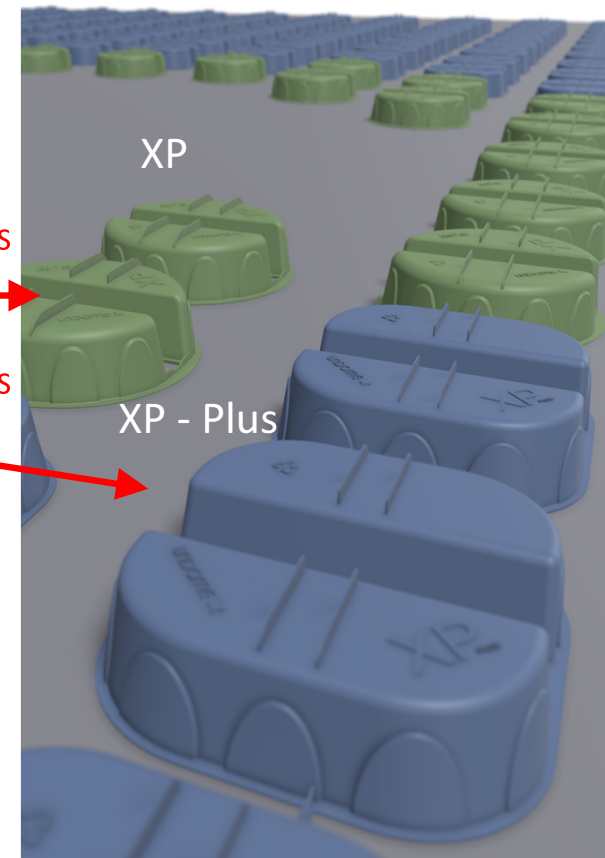
Unidome XP für Elementplatten – Deckenstärken zwischen 20 cm und 40 cm

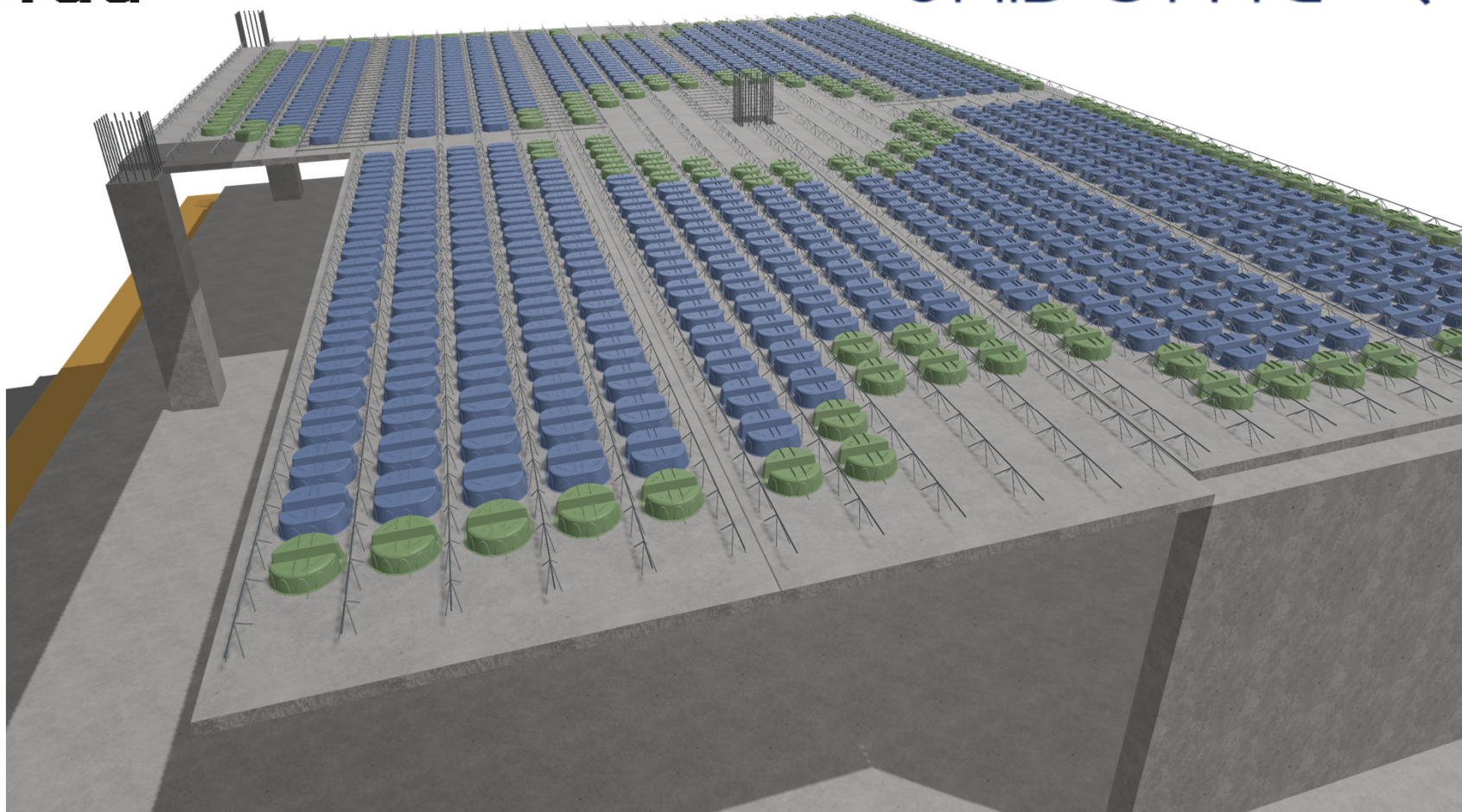
DESIGN KONZEPT - ADAPTIVES DESIGN



$$V_{Rdc,UD} = 0,65 V_{Rdc,S}$$

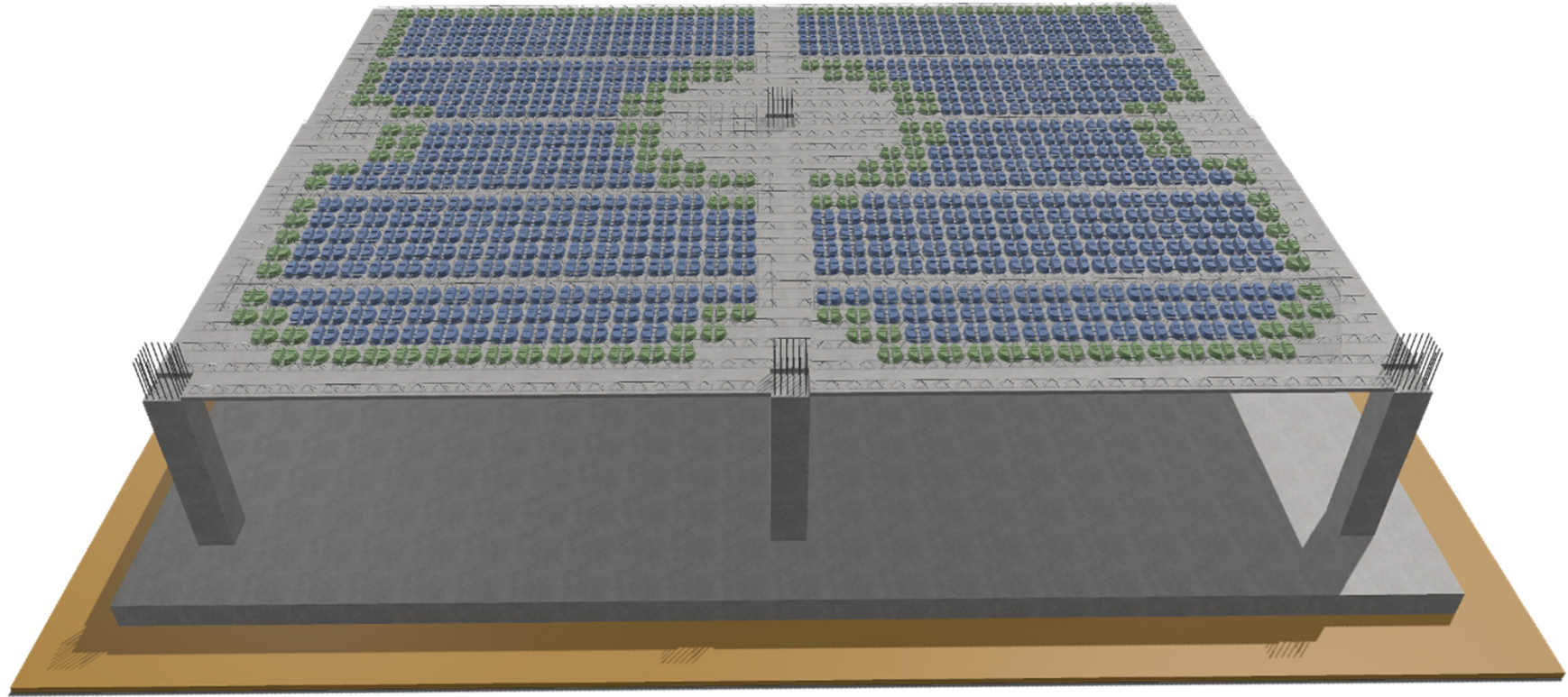
$$V_{Rdc,UD} = 0,55 V_{Rdc,S}$$

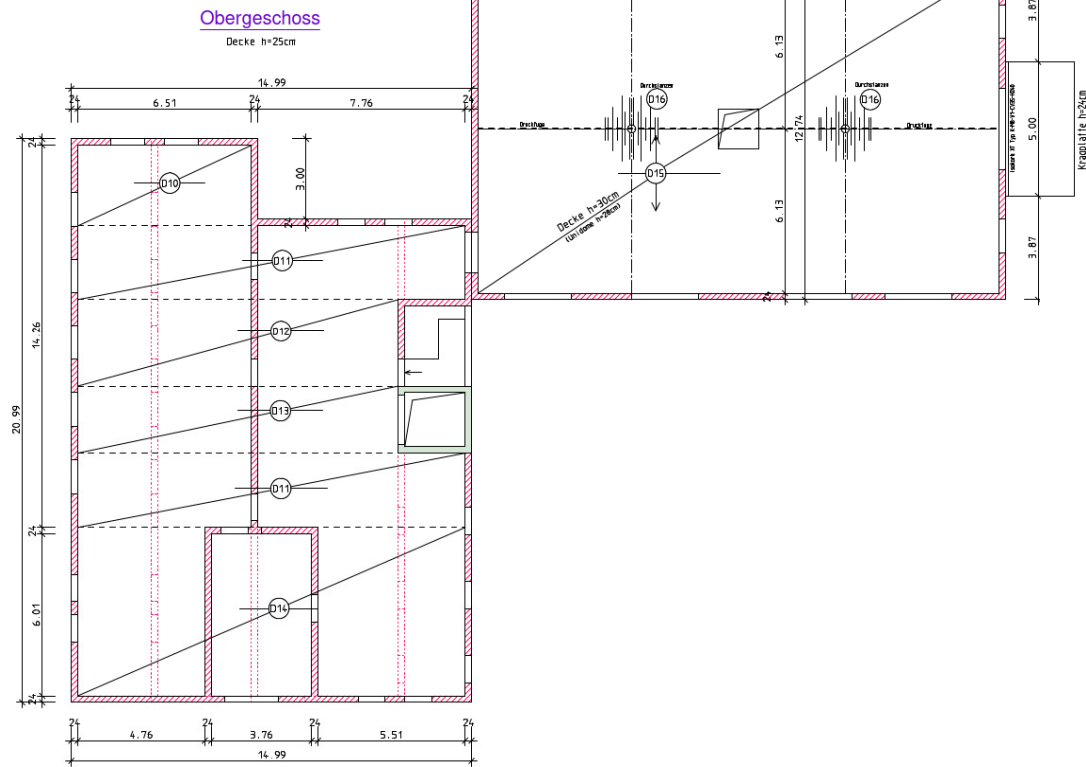
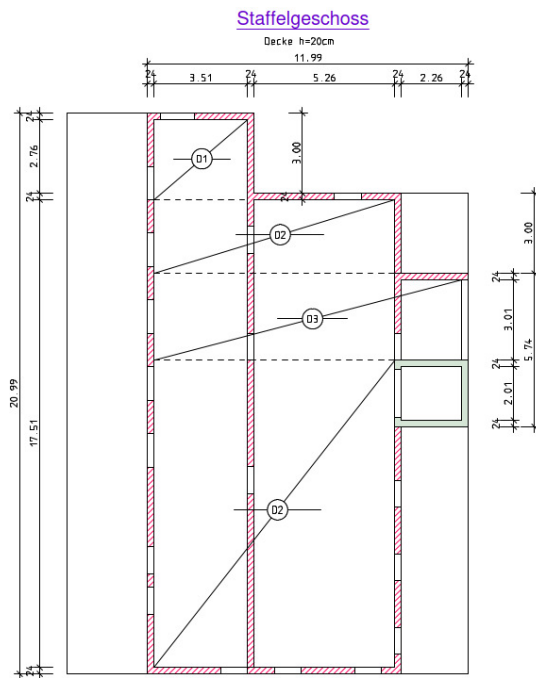


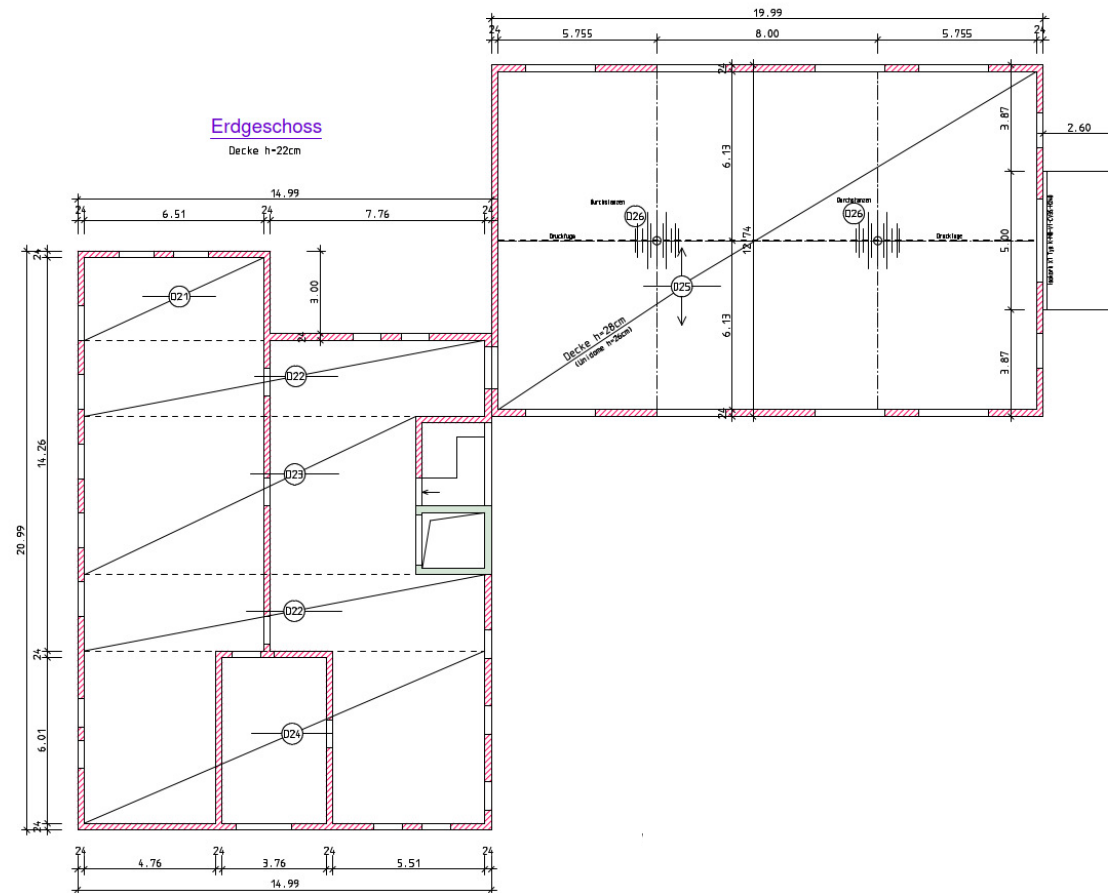




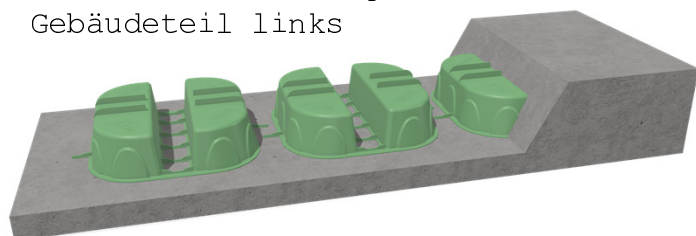
Nachhaltige Elementplatten





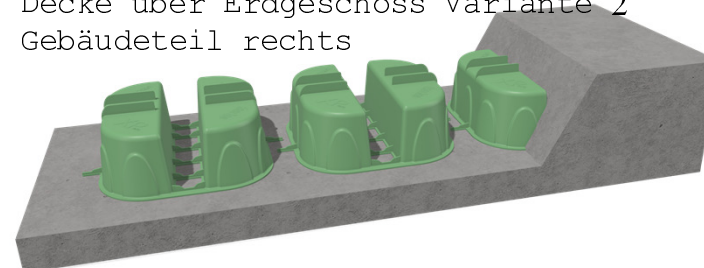


Decke über Staffelgeschoss
Gebäudeteil links



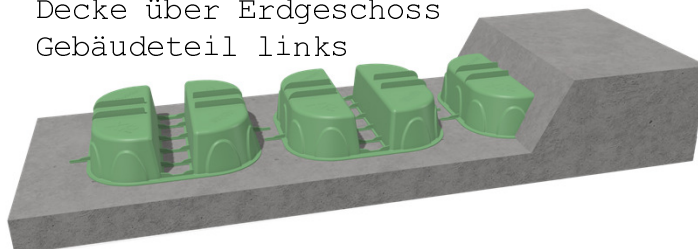
Decke
20 cm

Decke über Erdgeschoss Variante 2
Gebäudeteil rechts



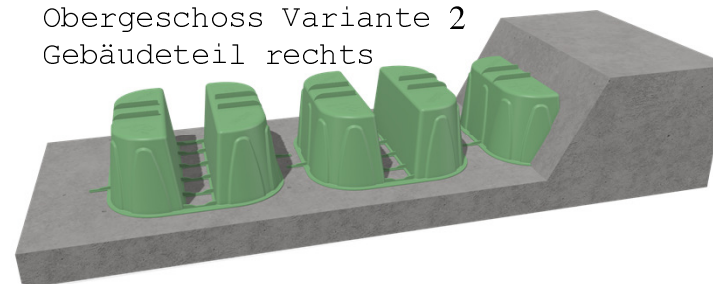
Decke
26 cm

Decke über Erdgeschoss
Gebäudeteil links



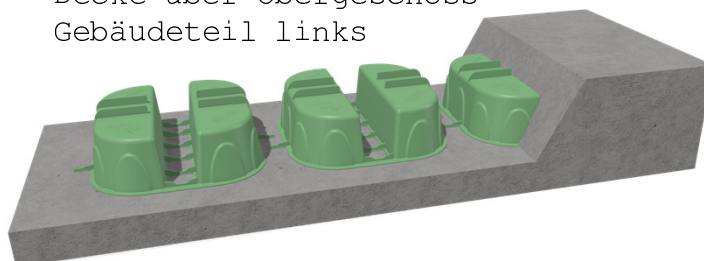
Decke
22 cm

Decke über Erdgeschoss Variante 1 / über
Obergeschoss Variante 2
Gebäudeteil rechts



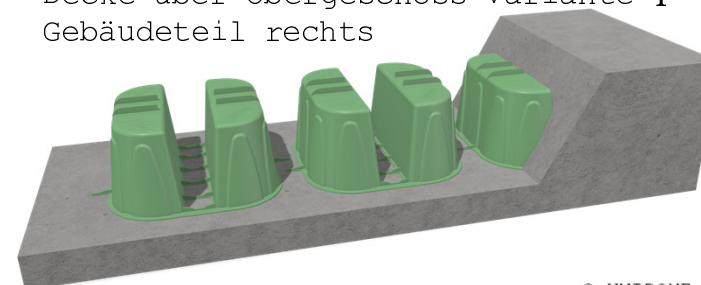
Decke
28 cm

Decke über Obergeschoss
Gebäudeteil links

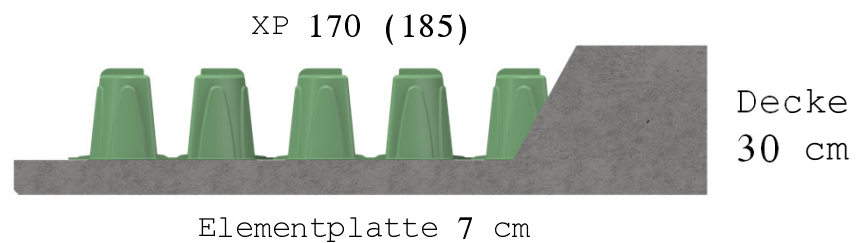
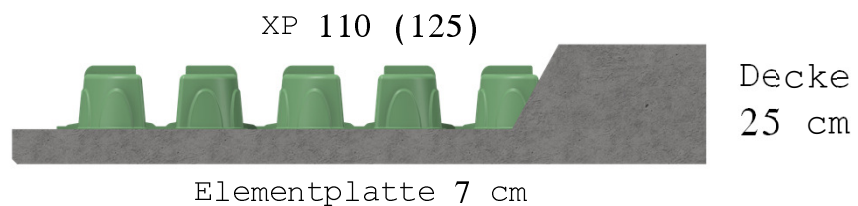
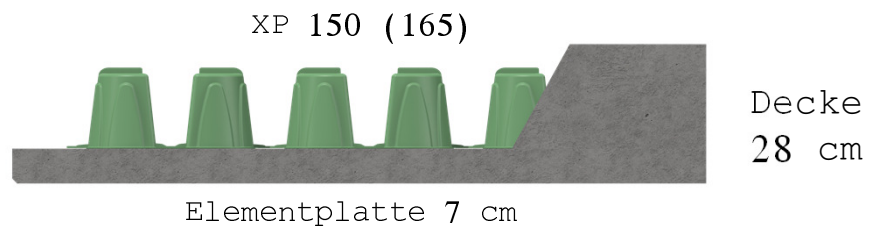
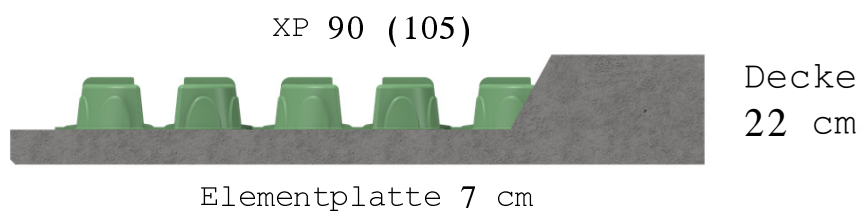
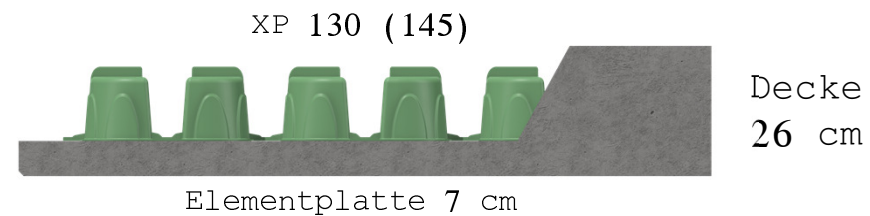
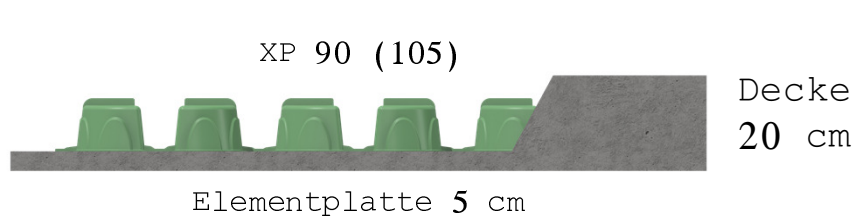


Decke
25 cm

Decke über Obergeschoss Variante 1
Gebäudeteil rechts



Decke
30 cm



Decken- stärke	XP/XP-Plus	Halbfertig- teilstärke	Hohlraum- höhe	Höhe XP	Spiegel- dicke	Achs- abstand	Anzahl HK	Betonver- drängung*	Last- reduzierung*	CO2 Einsparung	Querkraft- faktor	Steifigkeits- faktor
[cm]	Typ	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[Stück/m2]	[m3/m2]	[kN/m2]	[to/m2]	[-]	[-]
20	90 (105)	5	9	10,5	6	40/45	5,56	0,0302 / 0,0377	0,076 / 0,943	0,006 / 0,008	0,65 / 0,55	0,97 / 0,96
22	90 (105)	7	9	10,5	6	40/45	5,56	0,0302 / 0,0377	0,076 / 0,943	0,006 / 0,008	0,65 / 0,55	0,98 / 0,97
25	110 (125)	7	11	12,5	7	40/45	5,56	0,0367 / 0,0460	0,916 / 1,148	0,008 / 0,010	0,65 / 0,55	0,96 / 0,95
26	130 (145)	7	13	14,5	6	40/45	5,56	0,0423 / 0,0528	1,058 / 1,317	0,009 / 0,016	0,65 / 0,55	0,95 / 0,94
28	150 (165)	7	15	16,5	6	40/45	5,56	0,0474 / 0,0593	1,183 / 1,477	0,010 / 0,013	0,65 / 0,55	0,94 / 0,93
30	170 (185)	7	17	18,5	6	40/45	5,56	0,0522 / 0,0652	1,308 / 1,628	0,011 / 0,014	0,65 / 0,55	0,93 / 0,92

Querkraftbetrachtung Unidome							
					XP-Plus	XP	
Staffelgeschoss	Deckenstärke [cm]	Richtung	As [cm ² /m]	Vrdc, MD [kN/m]	55% Vrdc	65% Vrdc	
Einfeld/Durchlauftr.	20	x	3,4-4,9 gew. 4	61	34	40	C25/30
Einfeld/Durchlauftr.		y	2,5	52	29	34	C25/30
Obergeschoss	Deckenstärke [cm]	Richtung	As [cm ² /m]	Vrdc, MD [kN/m]	55% Vrdc	65% Vrdc	
Flachdecke	30	x	3,53-8,1 gew. 7	93	51	60	C25/30
Flachdecke		y	5,65-7,7 gew. 6	88	48	57	C25/30
Flachdecke	28	x	3,53-8,1 gew. 7	90	50	59	C25/30
Flachdecke		y	5,65-7,7 gew. 6	85	47	55	C25/30
Einfeld/Durchlauftr.	25	x	6,3-19 gew. 10	96	53	62	C25/30
Einfeld/Durchlauftr.		y	3,93 gew. 4	70	39	46	
Erdgeschoss	Deckenstärke [cm]	Richtung	As [cm ² /m]	Vrdc, MD [kN/m]	55% Vrdc	65% Vrdc	
Flachdecke	28	x	4,7-6,28 gew. 5	80	44	52	C25/30
Flachdecke		y	3,93-5,65 gew. 4	74	41	48	C25/30
Flachdecke	26	x	4,7-6,28 gew. 5	77	42	50	C25/30
Flachdecke		y	3,93-5,65 gew. 4	72	40	47	C25/30
Einfeld/Durchlauftr.	22	x	4,2-10,47 gew. 6	74	41	48	C25/30
Einfeld/Durchlauftr.		y	3,93 gew. 4	65	36	42	C25/30

Verbundfugennachweis im Bereich mit Betonformern

- Ansatz 35% verbleibende Restfläche aufgrund der Betonformer für XP-Plus
- Ansatz 45% verbleibende Restfläche aufgrund der Betonformer für XP
- Auf der sicheren Seite wird hier der Ansatz 30 % gewählt und eine glatte Fuge berücksichtigt

Decke	Querkraftansatz	Fuge	as,erf	Fuge	as,erf
[cm]]	[kN/m]	Beschaffenheit	[cm ² /m ²]	Beschaffenheit	[cm ² /m ²]
20	34	glatt	4,69	rau	2
20	40	glatt	5,97	rau	3,1
22	41	glatt	5,41	rau	2,62
22	48	glatt	6,63	rau	3,83
25	53	glatt	6,24	rau	3,32
25	63	glatt	7,8	rau	4,66
26	40	glatt	3,8	rau	1,24
26	47	glatt	4,92	rau	2,19
28	47	glatt	4,62	rau	1,72
28	55	glatt	5,58	rau	2,76
30	48	glatt	4,07	rau	1,47
30	57	glatt	5,24	rau	2,47

Auszug aus Betonkalender: Sonderdruck Elementbauweise mit Gitterträgern nach EC2

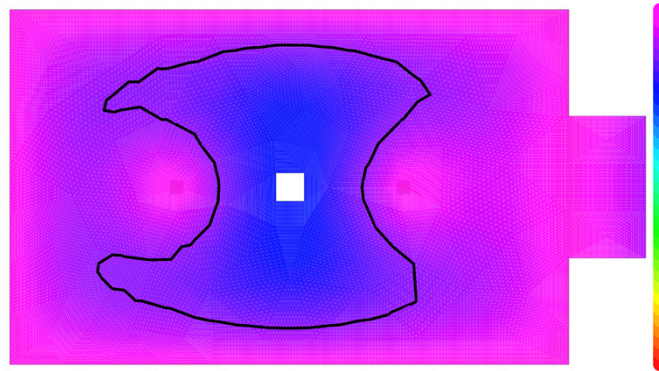
Tabelle 28. Äquivalente Bügelkräfte und äquivalente Bügelquerschnitte für quer zur Krafrichtung angeordnete Standardgitterträger

Gitter- träger- höhe [cm]	α [°]	Diagonale Ø 5 mm		Diagonale Ø 6 mm		Diagonale Ø 7 mm	
		Bügelkraft ¹⁾ [kN/m]	$a_{s,Bügel}$ [cm ² /m]	Bügelkraft ¹⁾ [kN/m]	$a_{s,Bügel}$ [cm ² /m]	Bügelkraft ¹⁾ [kN/m]	$a_{s,Bügel}$ [cm ² /m]
6	35	82	1,9	118	2,7	161	3,7
8	42	96	2,2	138	3,2	188	4,3
10	47	105	2,4	151	3,5	205	4,7
12	53	114	2,6	165	3,8	224	5,2
14	58	122	2,8	175	4,0	238	5,5
16	62	127	2,9	182	4,2	248	5,7
18	65	130	3,0	187	4,3	255	5,9
20	68	133	3,1	191	4,4	260	6,0
32	76	139	3,2	200	4,6	273	6,3

- Systembedingt Gitterträgerabstand bei Verwendung von Betonformern ca. 50cm
- Bei Gitterträgerhöhen ab 12cm und Diagonalen Ø6 somit Bügelquerschnitt von mindestens 7,6 cm²/m durch die Montageträger vorhanden.
- Keine zusätzliche Bewehrung der Verbundfuge erforderlich

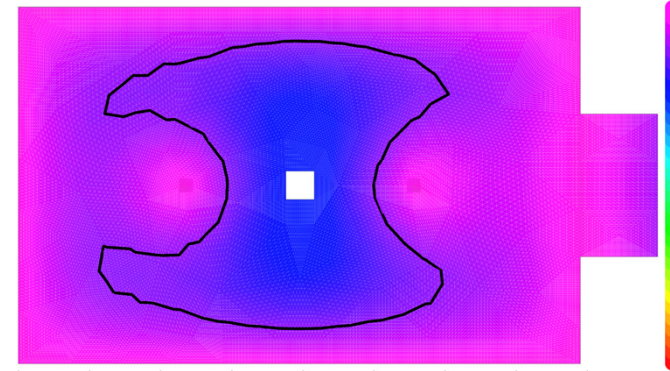
Beispielhafte Bestimmung der Deckenstärke (Flachdecke im rechten Gebäudeteil)

- Berücksichtigung des Steifigkeitsfaktors
- Berücksichtigung der Eigenlastreduzierung
- Ansatz gleicher Verformungen



Verformungsbetrachtung Massivdecke

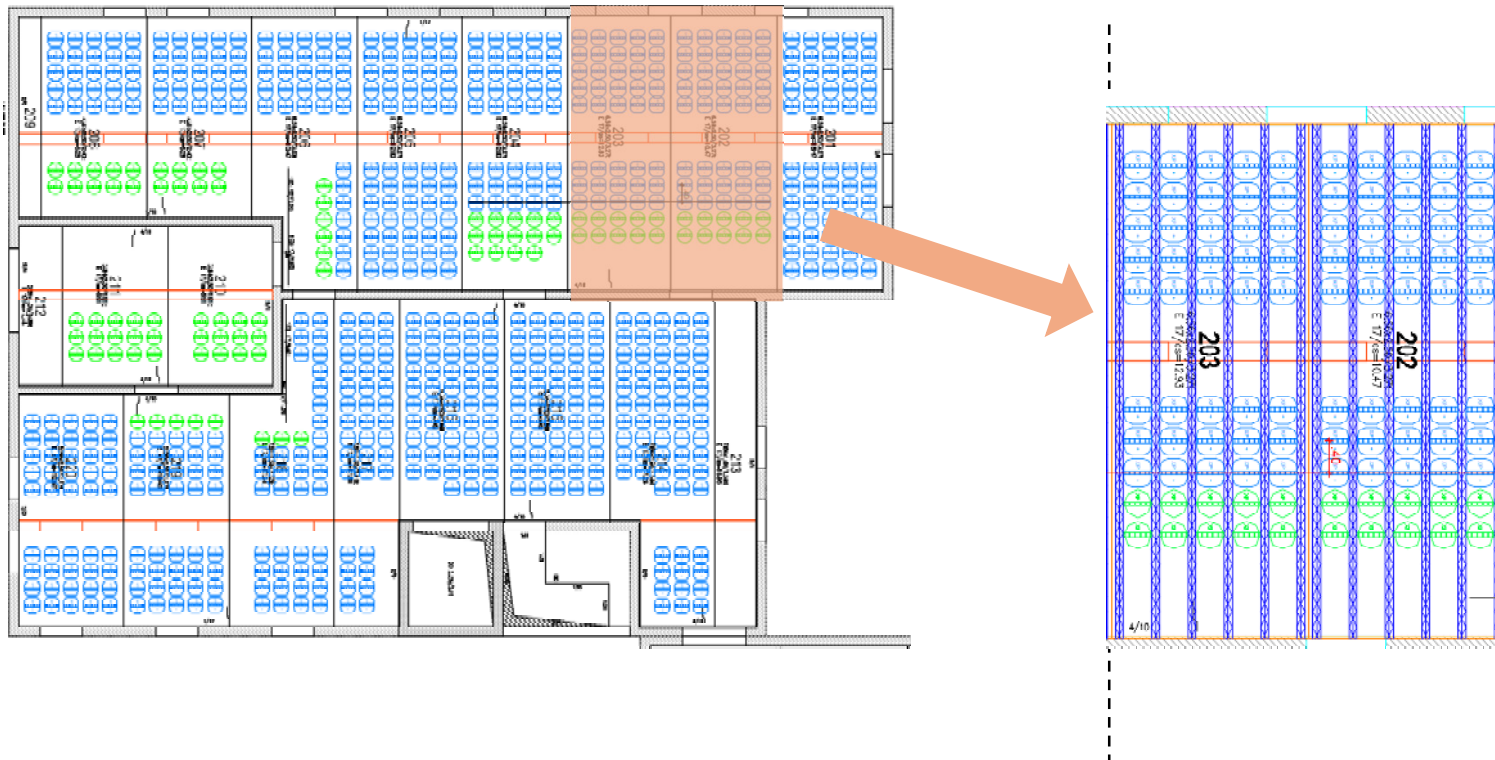
- **Massivdecke 30 cm**
- **L = 8,00 m**
- **L/500 = 16,00 mm**
- $f_{\text{long term}} = 4 \times f_{\text{I,DL,SDL,LL30\%}} = 4 \times 3,5 = 14,0 \text{ mm}$ ✓
- **Bei 28 cm Dicke => Verf. > 16 mm**



Verformungsbetrachtung reduzierte Deckendicke

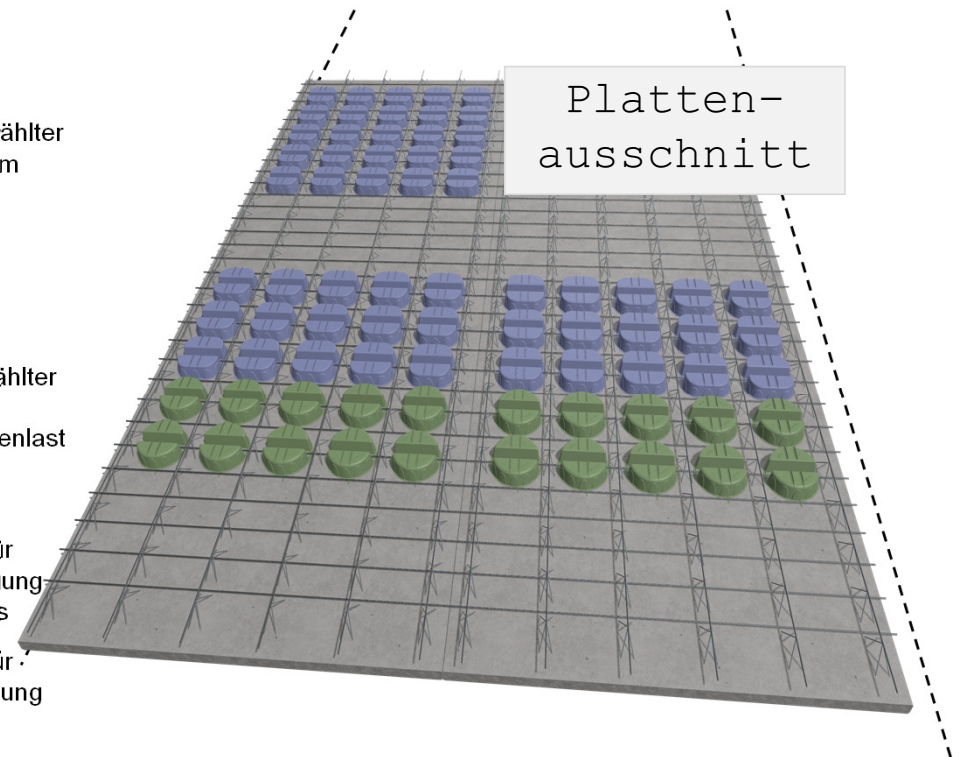
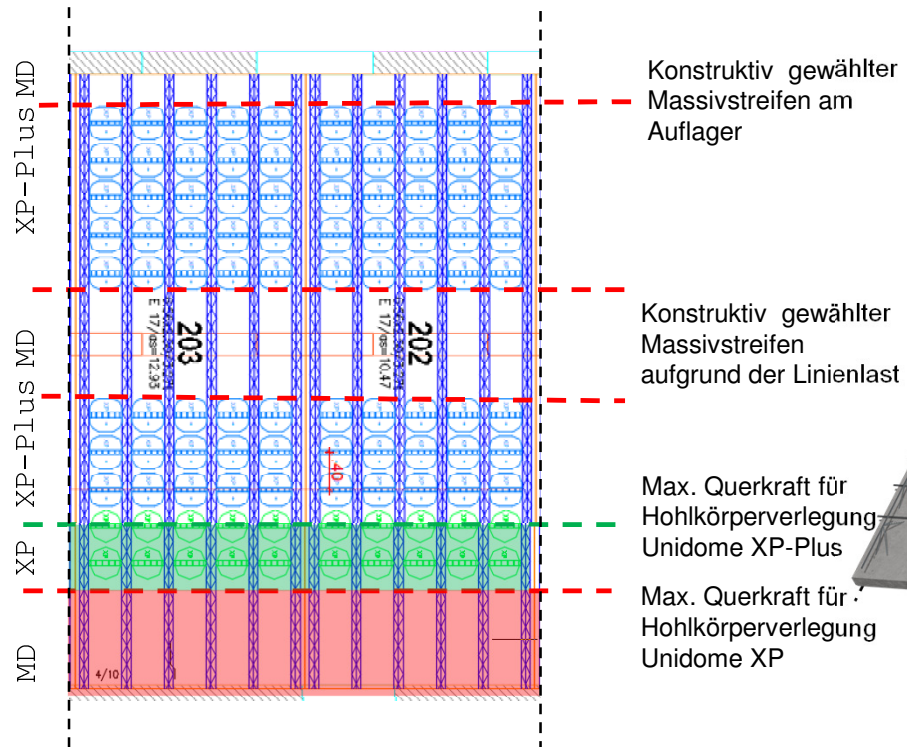
- **Unidomedecke 28 cm**
- **L = 12,35 m**
- **L/500 = 16,00 mm**
- $f_{\text{long term}} = 4 \times f_{\text{I,DL,SDL,LL30\%}} = 4 \times 3,70 = 14,8 \text{ mm}$ ✓

Beispielhafte Bestimmung der Hohlkörperverteilung (OG im linken Gebäudeteil)

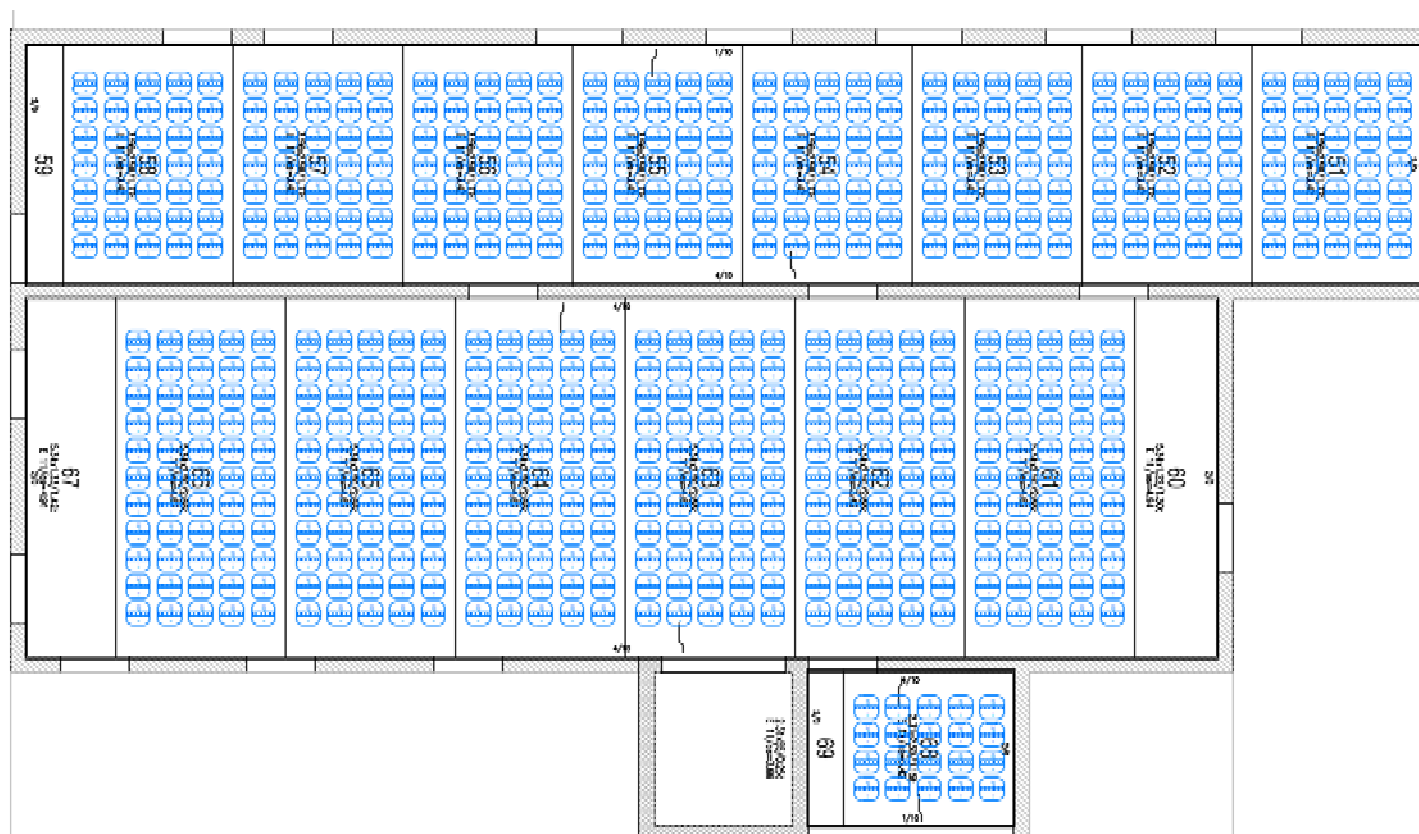


Beispielhafte Bestimmung der Hohlkörperverteilung (OG im linken Gebäudeteil)

- Bestimmung der Massivbereiche aufgrund der Querkräfte
- Bestimmung der Massivbereiche aufgrund konstruktiver Anforderungen
- Auswahl Unidome XP bzw. XP-Plus



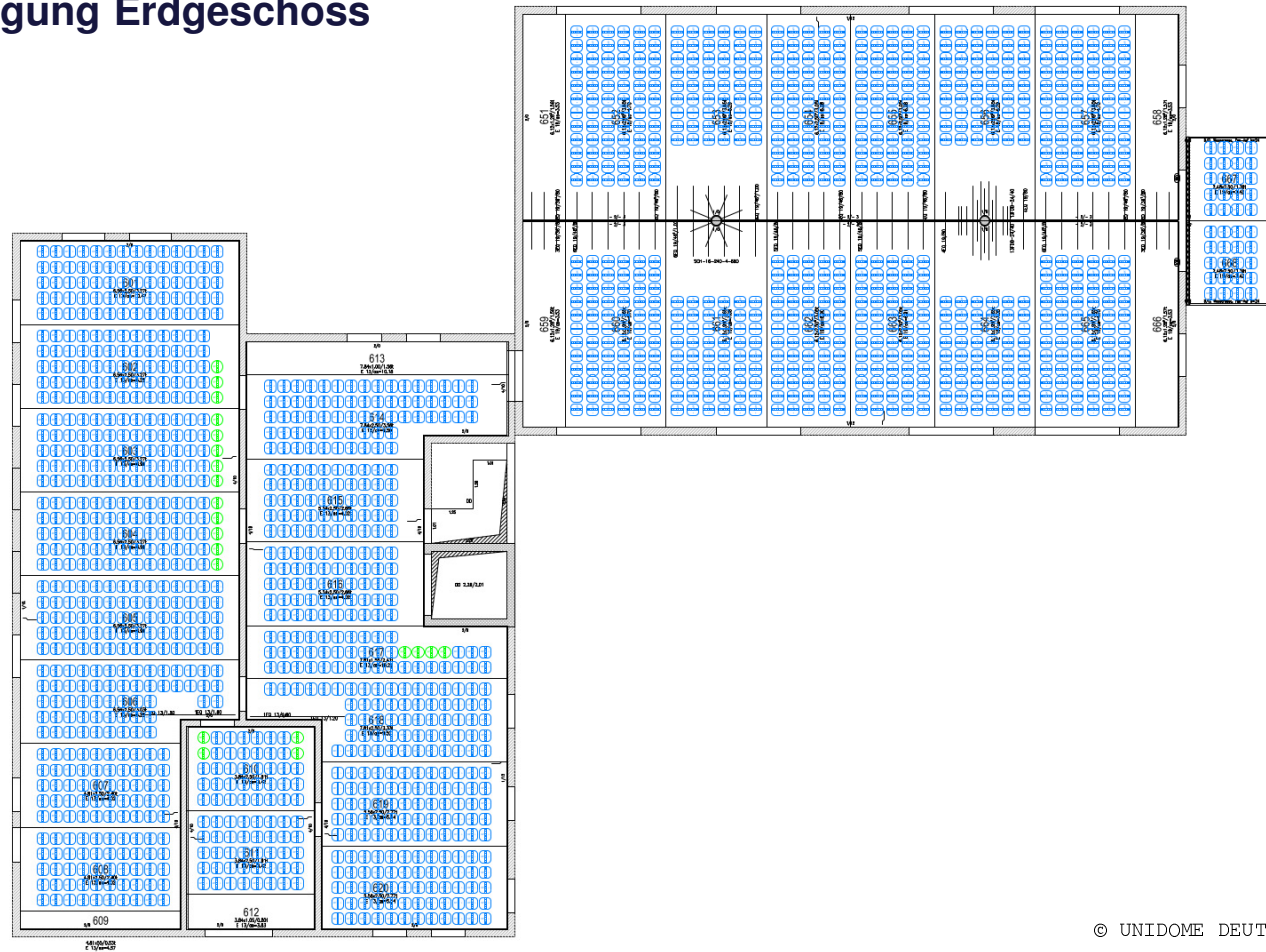
Hohlkörperverlegung Staffelgeschoss



Hohlkörperverlegung Obergeschoss

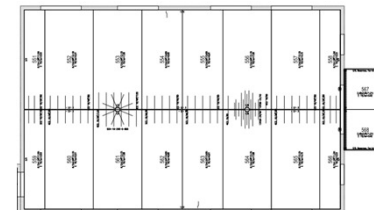
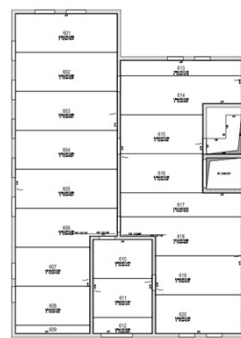


Hohlkörperverlegung Erdgeschoss



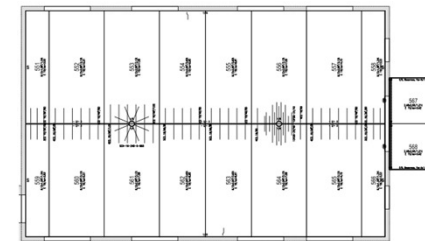
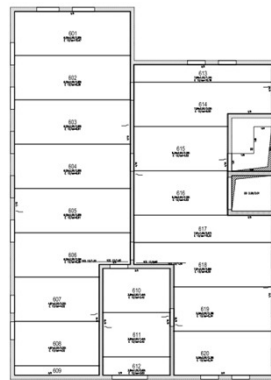
Auswertung Betonformermanzahl

Auswertung ohne Veränderung der Deckenstärke											
Gebäudeteil links						Gebäudeteil rechts					
Geschoss	Deckenstärke	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Geschoss	Deckenstärke	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper
	[cm]	XP	[Stück]	XP Plus	[Stück]		[cm]	XP	[Stück]	XP Plus	[Stück]
Staffelgeschoss	20	90 (105)	0	90 (105)	630						
Obergeschoss	25	110 (125)	93	110 (125)	657	Obergeschoss	30	170 (185)	0	170 (185)	776
Erdgeschoss	22	90 (105)	21	90 (105)	958	Erdgeschoss	28	150 (165)	0	150 (165)	776
Auswertung mit Veränderung der Deckenstärke im rechten Gebäudeteil											
Gebäudeteil links						Gebäudeteil rechts					
Geschoss	Deckenstärke	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Geschoss	Deckenstärke	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper	Hohlkörpergröße	Anzahl Hohlkörper
	[cm]	XP	[Stück]	XP Plus	[Stück]		[cm]	XP	[Stück]	XP Plus	[Stück]
Staffelgeschoss	20	90 (105)	0	90 (105)	630						
Obergeschoss	25	110 (125)	93	110 (125)	657	Obergeschoss	28	150 (165)	0	150 (165)	784
Erdgeschoss	22	90 (105)	21	90 (105)	958	Erdgeschoss	26	130 (145)	0	130 (145)	784



Auswertung Betoneinsparung

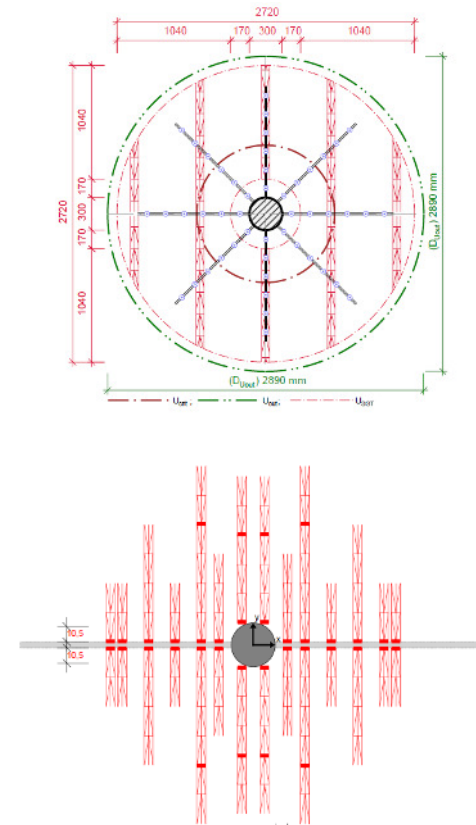
Auswertung ohne Veränderung der Deckenstärke											
Gebäudeteil links						Gebäudeteil rechts					
	Deckenstärke [cm]	Fläche [m²]	Volumen Decke [m³]	Einsparung Unidome [m³]	Einsparung Beton [%]		Deckenstärke [cm]	Fläche [m²]	Volumen Decke [m³]	Einsparung Unidome [m³]	Einsparung Beton [%]
Staffelgeschoss	20	173,66	34,7	4,3	12,3%						
Obergeschoss	25	256,11	64,0	6,0	9,4%	Obergeschoss	30	252,19	75,7	9,1	12,0%
Erdgeschoss	22	256,11	56,3	6,6	11,7%	Erdgeschoss	28	252,19	70,6	8,3	11,7%
Auswertung mit Veränderung der Deckenstärke im rechten Gebäudeteil											
Gebäudeteil links						Gebäudeteil rechts					
	Deckenstärke	Fläche	Volumen Decke	Einsparung	Einsparung		Deckenstärke	Fläche	Volumen Decke	Einsparung	Einsparung
Staffelgeschoss	20	173,66	34,7	4,3	12,3%						
Obergeschoss	25	256,11	64,0	6,0	9,4%	Obergeschoss	28	252,19	70,6	8,3	17,7%
Erdgeschoss	22	256,11	56,3	6,6	11,7%	Erdgeschoss	26	252,19	65,6	7,4	17,6%



Mögliche Einsparungen in der Decke

Betrachtung Durchstanzbewehrung

Bauteil	Deckenstärke	VED	FDBII	Dübelleisten
	[cm]	[kN]	[€] *	[€] *
OG Massivdecke	30	1068	781	858
OG Unidome	30	1027	677	677
OG reduziert	28	998	778	658 **
EG Massivdecke	28	896	545	549
EG Unidome	28	858	524	549
EG reduziert	26	827	543	677
* gem. Preisliste FDU 2024				
** Bewehrungsgrad um 0,15% erhöht				



Mögliche Einsparungen in der Decke

Bemessung Isokorb

			M_{ED}	V_{ED}	M_{RD}	V_{RD}	η_M	η_V
			[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]		
Kragplatte h=24cm massiv			69,82	49,43	74,7	87,8	0,93	0,56
XT Typ K-M8-V1-REI120-CV35-X120-H240								
			M_{ED}	V_{ED}	M_{RD}	V_{RD}	η_M	η_V
			[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]		
Kragplatte h=24cm Unidome			67,07	47,91	68,5	75,2	0,98	0,64
XT Typ K-M7-V1-REI120-CV35-X120-H240								
Mit reduzierter Eigenlast kann der Isokorb bei dieser Kragplatte um eine Tragstufe geringer gewählt werden.								
Kostensparnis ca. 40 €/lfm (gem. Preisliste FDU Stand 2024)								

Ergebniszusammenstellung (ohne Deckenstärkenreduktion / mit Deckenstärkenreduktion Gebäudeteil rechts)



Betoneinsparung:

ca. 34 / 43 Kubikmeter



Gewichtsreduzierung:

ca. 85 / 108 Tonnen



Betontransporte:

ca. 5 / 6 Fahrzeuge



CO₂ Einsparung:

ca. 7 / 9 Tonnen

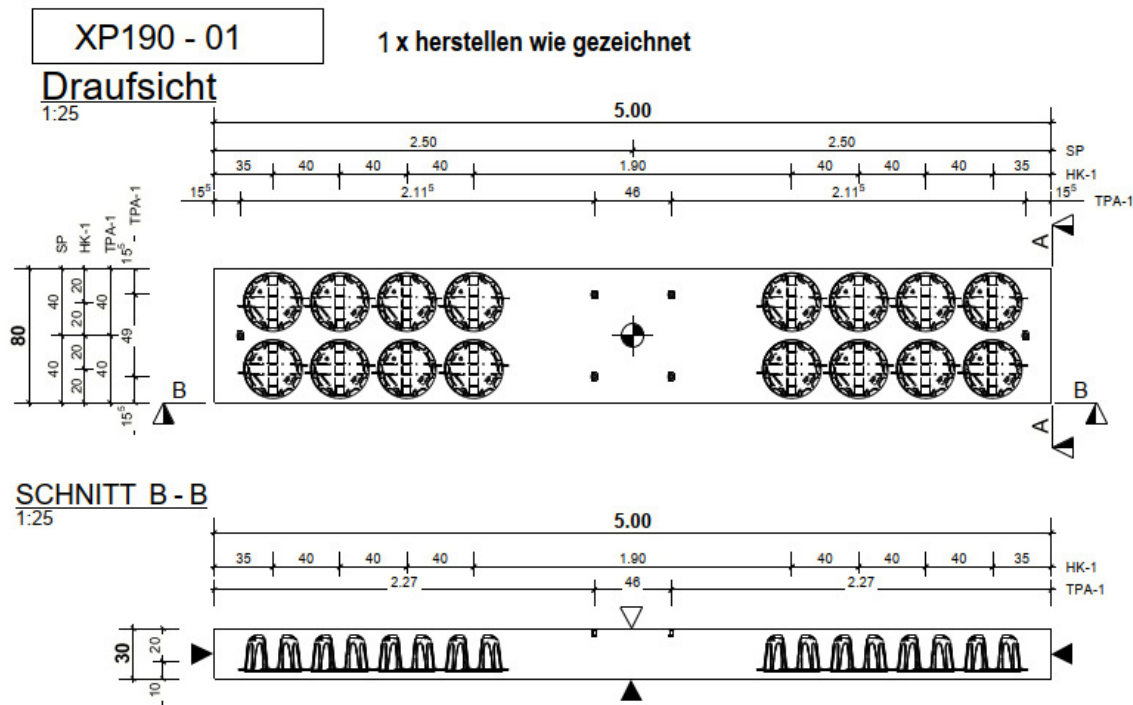


=>

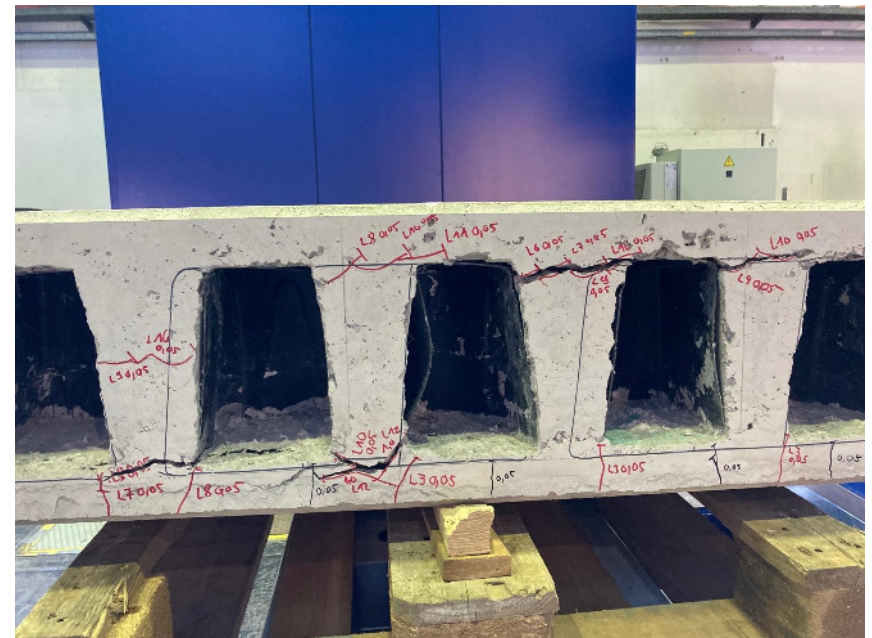
Kosteneinsparung ...

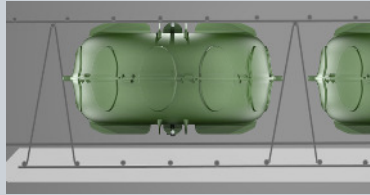
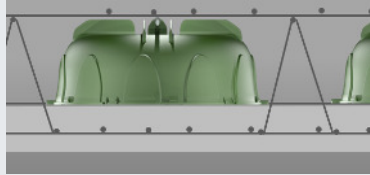
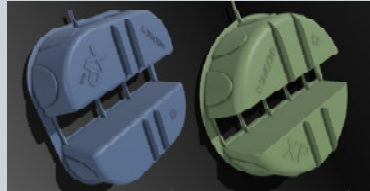
Herstellung von insgesamt 12 Probekörpern im Werk Hamm

Davon 8 für Zulassungsverfahren beim DIBT



Untersuchung der Querkrafttragfähigkeit für niedrigste und höchste Verdrängungskörper XP / XP-Plus



Variante	Einbausituation	Bemerkung
XS		Über Zulassung geregelt, Einbau der Verdrängungskörper auf der Baustelle Stat. Werte vergleichbar mit XP / XP-Plus
XS-H		Einbau im Werk Aufgrund der Abstandsregelung der Querbewehrung Einzelabstimmung mit Statiker und Prüfer erforderlich
XP / XP-Plus		Zulassung Anfang 2025 erwartet Realisierung konkreter Projekt im Laufe des 1. Quartals 2025



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**