

FACHREFERAT - IM RAHMEN DES ASCHWANDEN-CAMPUS

## ARBO/CRET Einführung in die Bemessungssoftware

**Dr. Stefan Lips,**  
Leiter F&E, F.J. Aschwanden AG, Lyss

**Prof. Dr. Albin Kenel,**  
Institutsleiter Bauingenieurwesen, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Horw

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Prozesse ARBO/CRET Bemessungssoftware	7
3. Programmanwendung	9
4. Beispiel 1: Dilatationsfuge mit CRET Dornen	25
5. Beispiel 2: Balkon mit ARBO-400	29
6. Bezeichnungen	36



**Exkurse**

In der Software benutzte Produkte	11
Einfügen von Daten aus FE-Programmen	18
ARBO Lösungsfindung	24
FE-Modellierung des Fugenbereiches	28
ARBO Code	34



## 1. Einleitung

In verschiedenen Fällen ist es notwendig, dass zwei Stahlbetonbauteile -zumindest teilweise-kraftschlüssig miteinander verbunden werden. Hinzu kommt, dass neben der Kraftübertragung noch weitere Anforderungen gestellt werden, wie Wärmedämmung oder Trittschalldämmung. Die Produkte CRET, CRET Silent, ARBO und ARBO Silent wurden für diese Anwendungen entwickelt. Bei jedem dieser Produkte bieten die einzelnen Modelltypen gewisse Tragwiderstände (Normalkraft-, Querkraft- und Biegekräfte). Diese können einfach aus der entsprechenden Dokumentation gelesen werden. Für einfache Fälle genügen diese Angaben für die Bemessung der entsprechenden Fuge zwischen zwei Stahlbetonbauteilen. Allerdings kann oftmals infolge der Geometrie oder der Einwirkungen die Verteilung der Schnittkräfte entlang solcher Fugen stark variieren, mit Belastungsspitzen und eventuell vorhandenen Vorzeichenwechseln. In diesen Fällen werden die Bemessung sowie auch das Finden einer sinnvollen Anordnung der Produkte schnell komplex. Hierfür wurde die ARBO/CRET Software entwickelt. Diese übernimmt die Bemessung und schlägt ebenfalls direkt eine mögliche Anordnung vor.

Das vorliegende Dokument zeigt auf, was es bei der Anwendung der ARBO/CRET Bemessungssoftware zu beachten gilt. Die einzelnen erforderlichen Eingabewerte werden Schritt für Schritt erklärt. Ausserdem werden diverse Themen aufgegriffen und in verschiedenen Exkursen diskutiert.



## 2. Prozesse ARBO/CRET Bemessungssoftware

Das ARBO/CRET Bemessungsprogramm ist im Aschwanden Software-Paket integriert und prozessorientiert konzipiert. Der Kern der Aschwanden Software ist der Projektmanager, in dem die Projektdaten für verschiedene Projekte erstellt und geändert werden können. Einmal im Projektmanager erhobene Projektdaten können daher auch für andere Aschwanden Bemessungsprogramme, wie z.B. DURA, ORSO-V, verwendet werden.

Im Explorer können beliebig viele Bemessungspositionen erfasst und weiterbearbeitet werden. Jede Bemessungsposition kann bemessen, abgelegt und nach veränderten Randbedingungen wieder aufgerufen und neu bemessen werden. Die verschiedenen Bemessungspositionen werden im Explorer übersichtlich und mit der Angabe der Bearbeitungstiefe der Bemessung dargestellt und zusammengefasst.

Die Eingabe und Bemessung werden auf der rechten Bildschirmseite vorgenommen. Die Eingabe erfolgt generell von oben nach unten. Diese intuitive Anordnung erlaubt eine effiziente und strukturierte Handhabung der Software.

Die Zusammenstellung der Eingaben und die detaillierte Resultatausgabe für jede Position erlauben einen schnellen Überblick. In der Ausgabe erhalten Sie die Detailstatik für die Bemessung. Entsprechend Ihrer Wahl generiert die Bemessungssoftware aus den zentral verwalteten Daten eine Bestellliste.





### 3. Programmanwendung

Das Programm ist grundsätzlich in zwei Spalten unterteilt. Die linke Spalte mit den Projektdaten, Explorer und Ausgabe dient zur Navigation und Information. Die rechte Spalte dient zur Eingabe und der Bemessung.

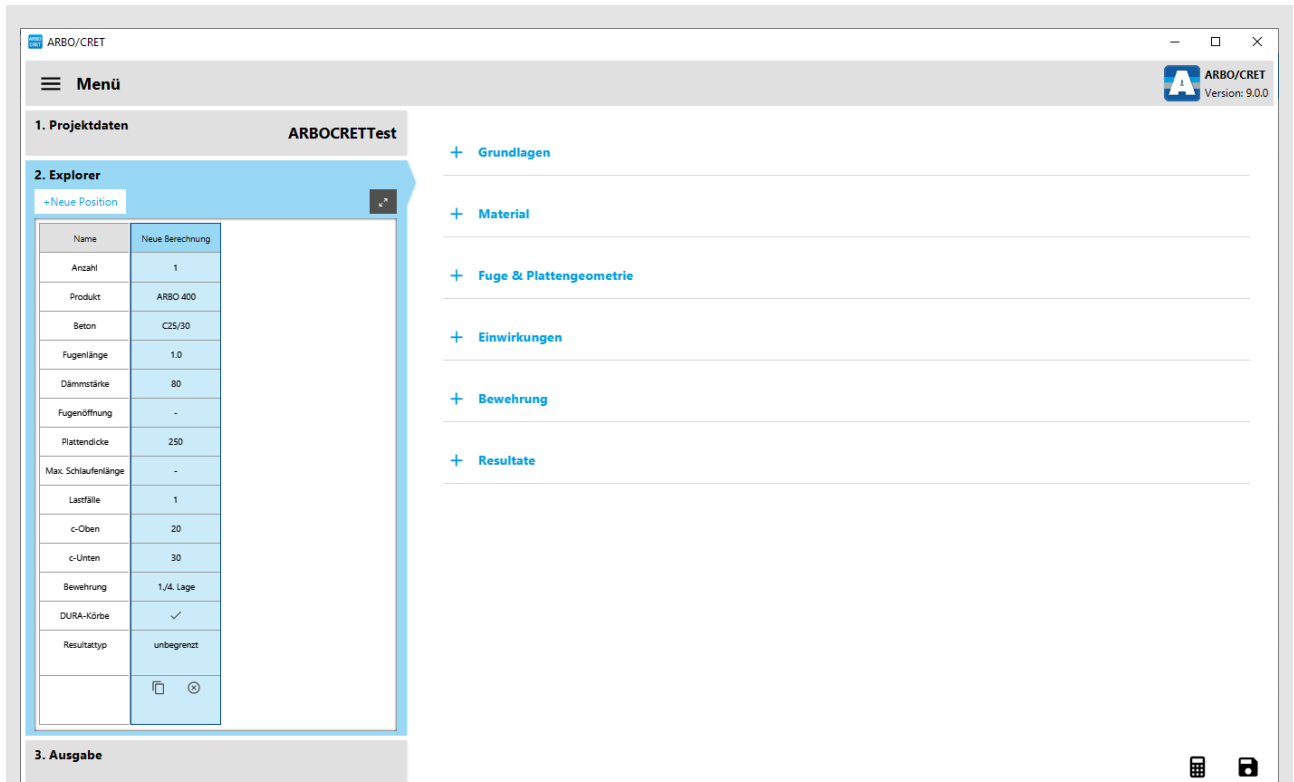


Bild 1: Eingabeoberfläche der ARBO/CRET Software

Im Explorer können die einzelnen Bemessungspositionen erstellt werden. Mit einem Klick auf die entsprechende Spalte kann die gewünschte Bemessungsposition angewählt werden. Die Eingabeparameter sind in verschiedene Gruppen unterteilt, die sich mit dem Plus/Minus Zeichen neben dem Titel separat öffnen und schliessen lassen.

## Grundlagen

The screenshot shows the 'Grundlagen' (Basics) configuration screen. It includes a title bar with a minus sign and the text 'Grundlagen'. Below this, there are three input fields: 'Bezeichnung' (Designation) with the value 'Neue Berechnung', 'Anzahl' (Quantity) with the value '1', and 'Produkt' (Product). The 'Produkt' section displays five product images: CRET, CRET Silent, ARBO 400 (highlighted with a blue border), ARBO 500, and ARBO Silent.

Bild 2: Eingabe der Grundlagen der Situation

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Bezeichnung		Eingabe der Bezeichnung dieser Bemessungsposition
Anzahl		Eingabe der Anzahl dieser Bemessungsposition im Projekt.
Produkt		Auswahl des zu bemessenden Produktes

## Material

The screenshot shows the 'Material' configuration screen. It includes a title bar with a minus sign and the text 'Material'. Below this, there is a label 'Beton' (Concrete) followed by a dropdown menu showing the selected value 'C25/30'.

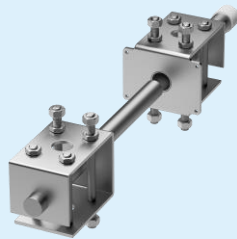
Bild 3: Eingabe des Materials

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Beton	C25/30	
	C30/37	

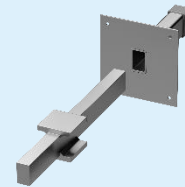
## Exkurs: In der Software berücksichtigte Produkte

### CRET Querkraftdorne

CRET Querkraftdorne dienen der Querkraftübertragung (keine Momenten- oder Normalkraftübertragung) bei Dilatationsfugen und ermöglichen Verformungsverträglichkeiten zwischen angrenzenden Bauteilen.



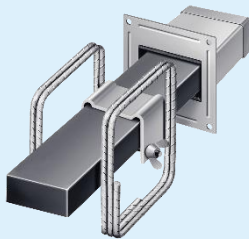
CRET-100



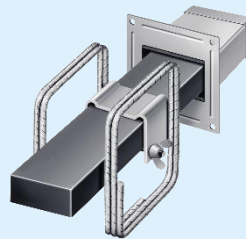
CRET-500

### CRET Silent Querkraftdorne

Die CRET Silent Dorne ermöglichen nicht nur Querkraftübertragungen und Verformungsverträglichkeiten zwischen angrenzenden Bauteilen, sondern auch eine akustische Trennung von Bau- und/ oder Gebäudeteilen wie z.B. Treppen, Podeste, Balkone, Laubengänge usw.



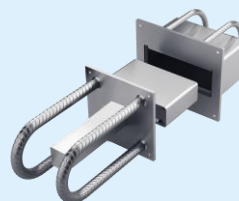
CRET Silent-960



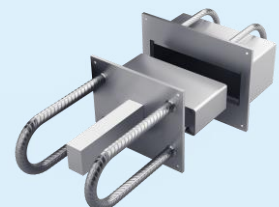
CRET Silent-970



CRET Silent-984



CRET Silent-985



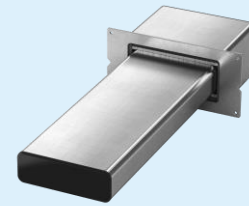
CRET Silent-986



CRET Silent-992



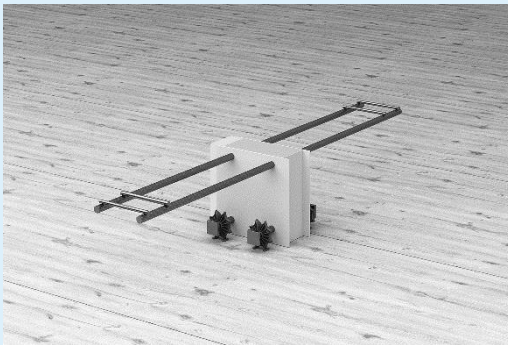
CRET Silent-993



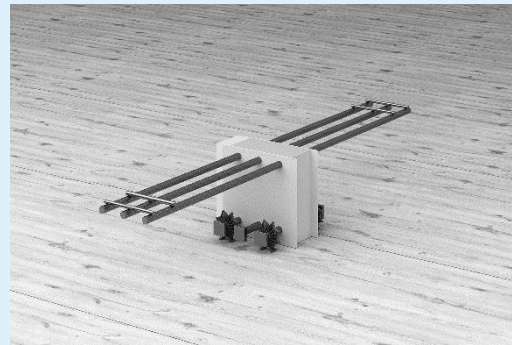
CRET Silent-994

### ARBO-400 Wärmedämmende Bewehrungselemente

ARBO Elemente dienen zum Anschluss von Stahlbetonteilen, die durch Wärmedämmungsfugen getrennt sind. Sie ermöglichen die Übertragung von Biegemomenten, Quer- und Normalkräften. Die ARBO-400 werden eingesetzt, wenn beidseitig genügend Platz für die Verankerung der Zugbewehrung vorhanden ist (Anschluss Platte-Platte).



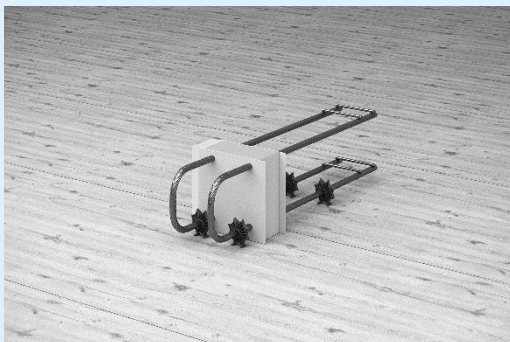
ARBO-400 S2



ARBO-400 S3 / T3 / U3

### ARBO-500 Wärmedämmende Bewehrungselemente

ARBO Elemente dienen zum Anschluss von Stahlbetonteilen, die durch Wärmedämmungsfugen getrennt sind. Sie ermöglichen die Übertragung von Biegemomenten, Quer- und Normalkräften. Die ARBO-500 werden eingesetzt, wenn einseitig beschränkte Platzverhältnisse für die Verankerung der Zugbewehrung vorhanden ist (Anschluss Platte-Wand).



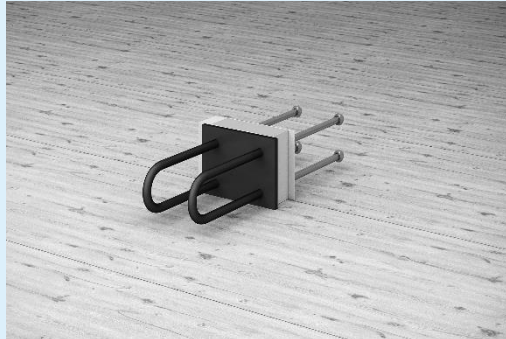
ARBO-500



ARBO-500-W

**ARBO Silent-700 Wärmedämmende Bewehrungselemente**

ARBO Silent-700 sind Schall- und wärmedämmende Bewehrungselemente zum Anschluss von Stahlbetonteilen, die durch Wärmedämmungsfugen getrennt sind. ARBO Silent-700 dienen zur Übertragung von Quer- und Normalkräften.



ARBO Silent-700

## Fuge & Plattengeometrie

**Fuge & Plattengeometrie**

Fugenlänge L: 1.0 m

Fugenöffnung e: 20 mm

Plattendicke h: 250 mm

Bauteil:  Betonplatte  
 Kassettendecke oder Platte aus vorfabrizierten Elementen  
 Fuge querverschieblich

Bild 4: Eingabe der Fuge & Plattengeometrie (Beispiel CRET)

**Fuge & Plattengeometrie**

Fugenlänge: 1.0 m

Dämmstärke: 80 mm

Plattendicke: 250 mm

Bild 5: Eingabe der Fuge & Plattengeometrie (Beispiel ARBO-400)

**Fuge & Plattengeometrie**

Fugenlänge L: 1.0 m

Dämmstärke e: 80 mm

Plattendicke h: 240 mm

Max. Schlaufenlänge bs: 110 mm

Bemessungssituation: A

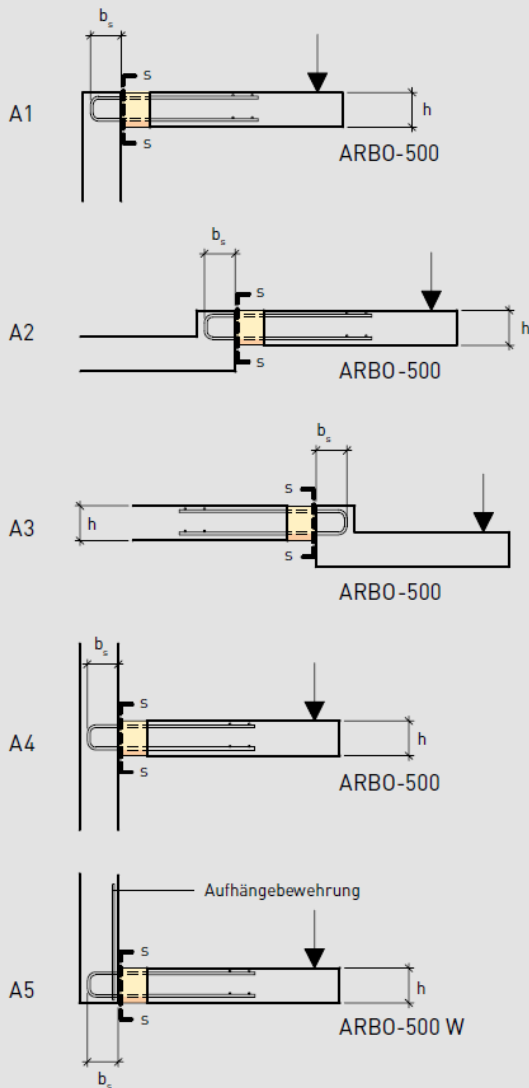
Bild 6: Eingabe der Fuge & Plattengeometrie (Beispiel ARBO-500)

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Fugenlänge	L [m]	Die Eingabe der Einwirkungen muss sich über die gleiche Länge erstrecken wie die eingegebene Fugenlänge.
Fugenöffnung	e [mm]	Für die Bemessung ist die maximale Fugenöffnung einzugeben. Bei CRET Dornen sind daher auch die möglichen Bewegungsanteile (z.B. infolge Schwindens) mit zu berücksichtigen. (Eingabe nur bei CRET & CRET Silent)

Dämmstärke	e = 80 mm e = 100 mm e = 120 mm e = 160 mm	Dicke der Wärmedämmung im Bereich des ARBO Elements.  (Eingabe nur bei ARBO / ARBO Silent-700)
Plattendicke	h [mm]	Bei CRET & CRET Silent wird davon ausgegangen, dass die Dorne auf halber Plattenhöhe (Plattenachse) eingebaut werden. Ist dies nicht der Fall, ist die Plattendicke als das Zweifache des geringeren Abstandes zur Betonoberfläche anzunehmen.
Max. Schlaufenlänge	b <sub>s</sub> [mm]	Bei ARBO-500 ist die maximal mögliche Schlaufenlänge anzugeben.
Bauteil	Betonplatte / Kassettendecke oder Platte aus vorfabrizierten Elementen	Bei Betonplatten wird der Querkraftwiderstand der Platte in der Bemessung berücksichtigt. Bei Kassettendecken oder Platten aus vorfabrizierten Elementen macht die Software keine automatischen Überprüfungen von Querverschiebungskräften. (Eingabe nur bei CRET)
Fuge Querverschieblich		Falls Verschiebungen Quer zum Dorn auftreten können, sind querverschiebliche CRET Dorne, sogenannte CRET-V-Typen, zu verwenden. (Eingabe nur bei CRET)
Anwendungsfall	A, B, A5 (ARBO-500-W)	Bei den ARBO-500 Elementen ist zu definieren, ob die Biegedruckseite auf der gestützten (Fall A) oder ungestützten Seite (Fall B) ist. Ist die Biegedruckseite auf der ungestützten Seite und es wird ein ARBO-500-W mit integrierter Aufhängebewehrung verwendet, ist Anwendungsfall A5 zu wählen, siehe Bild 7.

## Anwendungsfälle A

Vertikalfuge



## Anwendungsfälle B

Vertikalfuge

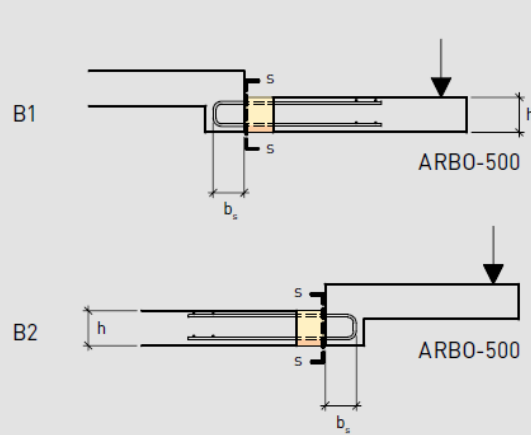


Bild 7: Anwendungsfälle bei ARBO-500



## Einwirkungen

Bild 8: Eingabe der Einwirkungen entlang der Fuge (Beispiel ARBO-400)

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Verteilung	kontant linear frei definierbar	Zur Eingabe der Einwirkungen stehen verschiedene Optionen zur Auswahl. «Konstant» und «linear» dienen zur einfachen und schnellen Abschätzung. Bei «frei definierbar» kann der Schnittkraftverlauf der Situation angemessen abgebildet werden. Entweder durch eine manuelle Eingabe oder durch das einlesen von Daten aus einer FE-Software. <i>Siehe Exkurs Einfügen von Daten aus FE-Programmen</i>
Moment Querkraft Normalkraft	$m_d$ [kNm/m] $v_d$ [kN/m] $n_d$ [kN/m]	Bei der Eingabe von Momenten und Normalkräften ist auf das Vorzeichen zu achten. Ein positives Moment bedeutet Zug auf der Plattenunterseite und ein negatives Moment Zug auf der Plattenoberseite (üblicher Fall für die ARBO Bemessung). Eine positive Normalkraft bedeutet Zug und eine negative Normalkraft Druck.
Lastfall		Falls gewünscht können zwei verschiedene Lastsituationen definiert werden. Die Software sucht Lösungen, welche für beide Lastfälle den Tragsicherheitsnachweis erfüllen. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700)

## Exkurs: Einfügen von Daten aus FE-Programmen


Wird bei den Einwirkungen die Verteilung «frei definierbar» gewählt, können Daten aus einem FE-Programm über die Windows Zwischenablage (Kopieren/Einfügen) eingelesen werden. Das Einlesen erfolgt mit dem Einfügebutton, wie im nachfolgenden Bild dargestellt.

Einwirkungen entlang der Fuge

Lastfall 1

Verteilung: frei definierbar

Start [m]	Ende [m]	md-Start [kNm/m]	md-Ende [kNm/m]	vd-Start [kN/m]	vd-Ende [kN/m]	nd-Start [kN/m]	nd-Ende [kN/m]	Entfernen
0.0	0.5	-31.4	-31.4	-57.8	-57.8	0.0	0.0	⊗
0.5	1.0	-23.2	-23.2	-13.2	-13.2	0.0	0.0	⊗
1.0	1.5	-19.7	-19.7	-7.1	-7.1	0.0	0.0	⊗
1.5	2.0	-18.6	-18.6	-5.7	-5.7	0.0	0.0	⊗
2.0	2.5	-19.7	-19.7	-7.8	-7.8	0.0	0.0	⊗
2.5	3.0	-22.7	-22.7	-17.6	-17.6	0.0	0.0	⊗
3.0	3.5	-26.1	-26.1	-49.4	-49.4	0.0	0.0	⊗

Eintrag hinzufügen    Alle entfernen    

Lastfall hinzufügen

Beim Einlesen der Daten gibt es zwei verschiedene Formate, die von der ARBO/CRET Software automatisch erkannt werden. Das erste Format hat dieselbe Struktur wie die in der Software für ARBO-400 Elemente dargestellte Tabelle. Es sind immer insgesamt acht Spalten einzugeben (Startkoordinate; Endkoordinate; Moment Startpunkt; Moment Endpunkt; Querkraft Startpunkt, Querkraft Endpunkt, Normalkraft Startpunkt; Normalkraft Endpunkte). D.h., dass immer alle 8 Spalten bei den Daten in der Zwischenablage vorhanden sein müssen, damit die Daten eingelesen werden können. Somit gilt, dass obwohl zum Beispiel bei CRET Dornen nur Querkräfte übertragen werden können, die Daten in der Zwischenablage auch die Spalten für  $M_d$ -Start,  $M_d$ -Ende,  $N_d$ -Start und  $N_d$ -Ende enthalten müssen, wobei diese Werte in diesem Fall gleich null sind. Die Daten sind jeweils ohne die Kopfzeilen zu kopieren. Im nachfolgenden Bild ist der zu kopierende Bereich gelb hinterlegt.

Es gilt darauf hinzuweisen, dass verschiedene FE-Programme die Vorzeichen der Einwirkungen unterschiedlich setzen. Es gilt darauf zu achten, dass die Eingabe der Definition in der ARBO/CRET Software folgt: Ein positives Moment bedeutet Zug auf der Plattenunterseite und ein negatives Moment Zug auf der Plattenoberseite (üblicher Fall für die ARBO Bemessung). Eine positive Normalkraft bedeutet Zug und eine negative Normalkraft Druck.

## ARBO/CRET Software Export

$x_1$	$x_2$	$m_{1d}$	$m_{2d}$	$v_{1d}$	$v_{2d}$	$n_{1d}$	$n_{2d}$
m	m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	0.125	-37.145	-33.253	-38.478	-27.23	0	0
0.125	0.25	-33.253	-29.36	-27.23	-15.982	0	0
0.25	0.375	-29.36	-27.548	-15.982	-14.377	0	0
0.375	0.5	-27.548	-25.735	-14.377	-12.772	0	0
0.5	0.625	-25.735	-24.382	-12.772	-10.459	0	0
0.625	0.75	-24.382	-23.029	-10.459	-8.147	0	0
0.75	0.875	-23.029	-22.007	-8.147	-6.571	0	0
0.875	1	-22.007	-20.984	-6.571	-4.995	0	0
1	1.125	-20.984	-20.537	-4.995	-4.722	0	0
1.125	1.25	-20.537	-20.089	-4.722	-4.449	0	0
1.25	1.375	-20.089	-20.071	-4.449	-5.335	0	0
1.375	1.5	-20.071	-20.052	-5.335	-6.222	0	0
1.5	1.625	-20.052	-21.045	-6.222	-9.409	0	0
1.625	1.75	-21.045	-22.038	-9.409	-12.595	0	0
1.75	1.875	-22.038	-24.473	-12.595	-19.345	0	0
1.875	2	-24.473	-26.907	-19.345	-26.095	0	0
2	2.125	-26.907	-29.179	-26.095	-34.718	0	0
2.125	2.25	-29.179	-31.45	-34.718	-43.341	0	0
2.25	2.375	-31.45	-34.409	-43.341	-56.597	0	0
2.375	2.5	-34.409	-37.368	-56.597	-69.854	0	0
2.5	2.625	-37.368	-40.179	-69.854	-86.372	0	0
2.625	2.75	-40.179	-42.989	-86.372	-102.891	0	0
2.75	2.875	-42.989	-37.01	-102.891	-89.572	0	0
2.875	3	-37.01	-31.031	-89.572	-76.253	0	0

Das zweite Format beinhaltet weniger Informationen und entspricht dem nachfolgenden Bild. Dies entspricht gerade der Resultatausgabe der Plattenstatiksoftware Cedrus der Firma Cubus AG, Zürich. Dabei kann die Tabelle ohne die Kopfzeilen markiert und z.B. mit Ctrl-C in die Zwischenablage kopiert werden. Beim Klick auf den Einfügebutton erkennt die ARBO/CRET Software dieses Format und füllt die benötigten Daten selbstständig ein. Somit braucht der Benutzer keine weiteren Umrechnungen bzw. Umstellungen vorzunehmen.

### Fugenschnittkräfte Fuge F1,

Abschnitt		Resultate			
Anfang [m]	Ende [m]	$v_n$ [kN/m]	$V_n$ [kN]	$m_n$ [kN]	$M_n$ [kNm]
0	0.995	113	113	24	24
0.995	1.989	24	24	19	19
1.989	2.984	4	4	16	15
2.984	3.978	0	0	14	14
3.978	4.973	-1	-1	13	13
4.973	5.967	-0	-0	11	11
5.967	6.962	4	4	8	8
6.962	7.957	14	14	6	6
7.957	8.951	35	35	6	6
8.951	9.946	71	70	9	9
9.946	10.940	104	103	14	13
10.940	11.935	104	103	14	13
11.935	12.929	71	70	9	9
12.929	13.924	35	35	6	6
13.924	14.919	14	14	6	6
14.919	15.913	4	4	8	8
15.913	16.908	-0	-0	11	11
16.908	17.902	-1	-1	13	13
17.902	18.897	0	0	14	14
18.897	19.892	4	4	16	15
19.892	20.886	24	24	19	19
20.886	21.881	113	113	24	24
		$\Sigma=$	731	$\Sigma=$	277

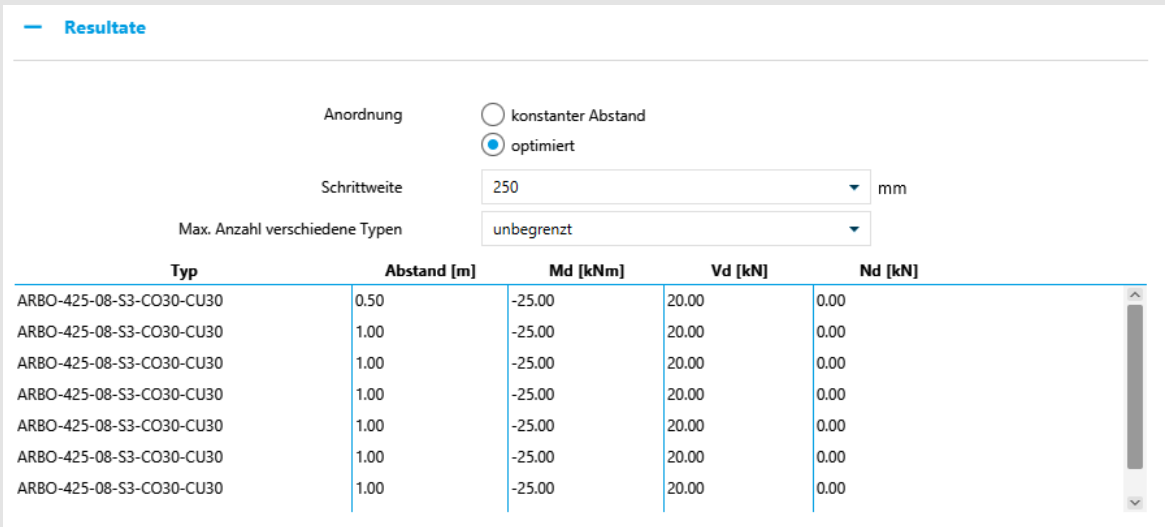
## Bewehrung

Bild 9: Eingabe der Bewehrung (Beispiel ARBO-400)

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Bewehrungsüberdeckung CRET & CRET Silent	$c_{nom}$ [mm]	$c_{nom}$ bezieht sich auf die reguläre Biegebewehrung in der Decke (1./4.Lage). Bei CRET & CRET Silent wird die Überdeckung oben und unten gleich angenommen. Sind diese nicht gleich, sollte der grössere Wert eingegeben werden.
Bewehrungsüberdeckung ARBO-400 / -500 ARBO Silent-700	$c_{nom,o}$ [mm] $c_{nom,u}$ [mm]	<p><math>c_{nom,o}</math> bezieht sich auf die Überdeckung der Zug- und Druckstäbe der ARBO Elemente, die in Richtung der der 1./4.Lage eingebaut sind. Sind die Elemente in Richtung der 2./3. vorgesehen, kann unter «Einbaulage» 2./3. Lage gewählt werden. In diesem Fall wird die Überdeckung der Zugstäbe für die Bemessung automatisch um 20 mm vergrössert.</p> <p>Da die Zug- und Druckstäbe vollständig aus nichtrostendem Stahl hergestellt sind, ist die übliche Bewehrungsüberdeckung infolge der Exposition nicht zwingend einzuhalten. Jedoch muss sichergestellt werden, dass es keine Konflikte, vor allem bei Elementen in Richtung der 2./3. Lage, mit der restlichen Biegebewehrung entstehen. Zusätzlich sind für die Krafteinleitung folgende Mindestüberdeckungen einzuhalten:            Typ S2, S3: <math>c_{nom} \geq 20</math> mm            Typ T3, U3: <math>c_{nom} \geq 30</math> mm            Werden Anforderungen an das Brandverhalten gestellt, gilt: <math>c_{nom,u} \geq 30</math> mm</p>

Biegebewehrungsgehalt	$\rho$ [%]	Der geforderte Biegebewehrungsgehalt bezieht sich auf die senkrecht zur Fuge verlaufende Biegebewehrung, welche üblicherweise für den Querkraftnachweis verwendet wird. (Eingabe nur bei CRET & CRET Silent)
Einbaulage	1./4. Lage 2./3. Lage	Um die Höhenlage der Zug- und Druckstäben bei den ARBO Elementen festzulegen, ist entscheidend, ob die Elemente in Richtung der 1./4. Lage oder 2./3. Lage eingebaut werden. Ist als Einbaulage die 2./3. Lage gewählt, wird die Überdeckung der Zugstäbe für die Bemessung automatisch um 20 mm vergrößert. Die Überdeckung der Druckstäbe wird nicht angepasst, da diese infolge der kurzen Länge in der Regel keine Konflikte verursachen. Falls jedoch ein ARBO Element benötigt wird, dass oben und unten Zugkräfte übernehmen kann, wird automatisch auch die untere Überdeckung vergrößert. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700)
DURA Körbe vorhanden		Sind DURA Körbe vorgesehen, werden spezielle ARBO Elemente vorgesehen, welche für die Anwendung mit DURA Körben ausgelegt sind. Zusätzlich können in einigen Fällen aufgrund der besseren Querkrafteinleitung höhere Tragwiderstände erreicht werden. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700)

## Resultate



**Resultate**

Anordnung  konstanter Abstand  
 optimiert

Schrittweite  mm

Max. Anzahl verschiedene Typen

Typ	Abstand [m]	Md [kNm]	Vd [kN]	Nd [kN]
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	0.50	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00
ARBO-425-08-S3-CO30-CU30	1.00	-25.00	20.00	0.00

Bild 10: Resultate (Beispiel ARBO-400)

Eingabeparameter	Wert	Erläuterung
Anordnung	kontanter Abstand optimiert	Bei «konstanter Abstand» wird der gleiche ARBO Typ in einem konstanten Abstand verteilt. Da dies nur für einfache Fälle gedacht ist und bei komplexeren Schnittkraftverläufen zu unwirtschaftlichen Lösungen führt, kann die Anordnung auch optimiert werden. Dabei wird eine wirtschaftliche Optimierung durchgeführt, um die Elementanzahl zu reduzieren. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700)
Schrittweite		Die Schrittweite definiert, wie die ARBO angeordnet werden sollen. Die möglichen Schrittweiten hängen von der Fugenlänge ab. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700) <i>Siehe Exkurs ARBO Lösungsfindung.</i>
Max. Anzahl verschiedene Typen	max. ein Typ max. zwei Typen unbegrenzt	Es kann festgelegt werden, wie viele unterschiedliche Typen von ARBO Elemente maximal innerhalb der betrachteten Fuge verwendet werden sollen. (Eingabe nur bei ARBO-400, ARBO-500 & ARBO Silent-700) <i>Siehe Exkurs ARBO Lösungsfindung.</i>

## Exkurs: ARBO Lösungsfindung

Bei der Lösungsfindung von ARBO Elementen gibt es verschiedene Einstellungsmöglichkeiten, die zu unterschiedlichen Lösungsvorschlägen führen können.

Bei der Anordnung kann zwischen «konstanter Abstand» und «optimiert» d.h. optimierten Abstand gewählt werden. Bei dem konstanten Abstand wird derselbe ARBO Typ mit einem konstanten Abstand entlang der Fuge verteilt. Dies bedeutet, dass in der Regel der stärkst beanspruchte Bereich den Elementtyp und Elementabstand vorgibt und dieser entlang der Fuge angewendet wird. Dies bedeutet, dass insbesondere bei starker Variation der Schnittkräfte unwirtschaftliche Lösungen vorgeschlagen werden. Daher wird empfohlen dies nur bei gleichmässig verteilten Schnittkräfte auszuwählen. In allen anderen Fällen wird die optimierte Anordnung empfohlen.

Bei der optimierten Anordnung ist zusätzlich die Schrittweite und die max. Anzahl verschiedener Typen anzugeben. Die Schrittweite gibt der Software vor, wie gross die Elemente für die Diskretisierung der Einwirkungen sind. Dies ist in ähnlicher Weise wie die Netzgrösse einer FE-Vermaschung. Diese Wahl hat einen Einfluss auf den Abstand der ARBO Elemente untereinander. Bei einer kleineren Schrittweite werden die ARBO Elemente wirtschaftlicher angeordnet. Allerdings kann dies zu unüblichen Abständen führen, die weniger baustellengerecht sind. Grössere Schrittweiten ergeben eher übliche Abstände, können aber zu mehr ARBO Elementen führen. Es obliegt dem Ingenieur die für ihn beste Variante zu wählen. Es gilt festzuhalten, dass die ARBO Elemente gegenüber der Softwarelösung um +/- 5 cm verschoben werden können, um z.B. gleichmässigerer Abstände zu erhalten.

Die maximale Anzahl verschiedener Typen gibt der Software vor, ob mehrere verschiedene ARBO Typen in Bezug auf Anzahl Stab/Schublech Kombinationen oder Stabdurchmesser entlang einer Fuge verwendet werden sollen. Für die Bauausführung kann es von Vorteil sein, wenn nur ein oder maximal zwei unterschiedliche Typen verwendet werden. Es gilt allerdings festzuhalten, dass die Lösung wirtschaftlicher ist, je freier die Software die Typen wählen kann. Daher kann auch in diesem Fall der Ingenieur entscheiden, was für ihn die beste Lösung ist.



#### 4. Beispiel 1: Dilatationsfuge mit CRET Dornen

Das Beispiel zeigt eine Dilatationsfuge in einem Gebäude bei gleichmässiger Belastung. Für die Modellierung der Dilatationsfuge wurde eine Gelenklinie eingefügt, welche die Rotationen kräftefrei zulässt, aber ein Querkraftübertragung ermöglicht. Die Einwirkung beträgt vollflächig  $g_d + q_d = 25 \text{ kN/m}^2$ .

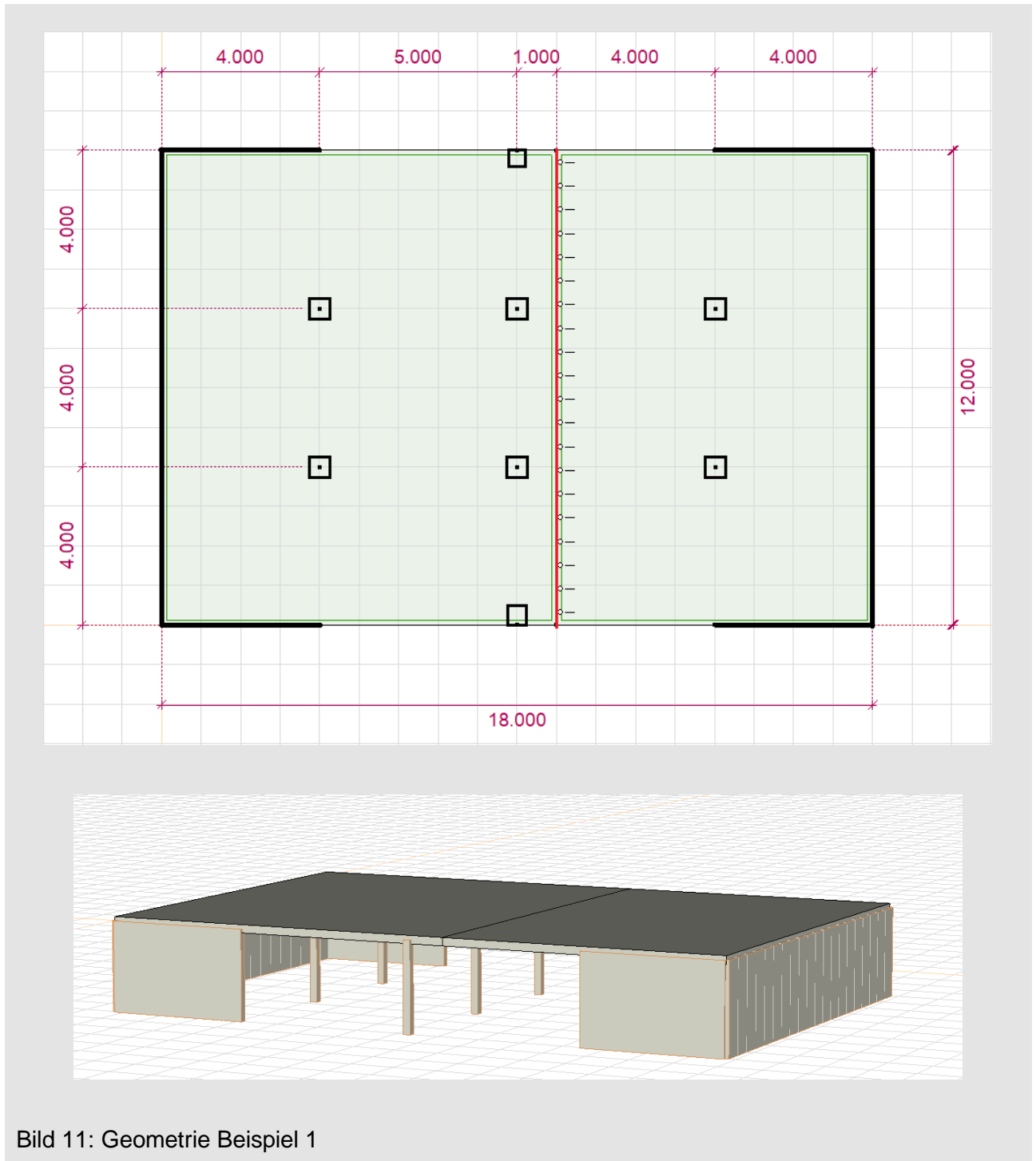


Bild 11: Geometrie Beispiel 1

Für die Bemessung sind folgende Werte notwendig:

Eingabeparameter	Wert	Hinweise zur Wahl der Parameter
Produkt	CRET	
Beton	C25/30	
Fugenlänge	12 m	
Fugenöffnung	20 mm	
Plattendicke	220 mm	
Anordnung	Betonplatte	
Fuge querverschieblich	Ja	Da bei einer 12 m langen Fuge mit Verformungen quer zum Dorn zu rechnen ist, werden querverschiebliche Dorne verwendet.
Einwirkungen	Frei definierbar	Die Einwirkungen werden von einem FE-Programm eingelesen. Nachfolgend sind die übernommenen Tabellenwerte angegeben.
Bewehrungsüberdeckung	20 mm	Annahme: Decke befindet sich im Innenbereich.
Bewehrungsgehalt	0.5%	

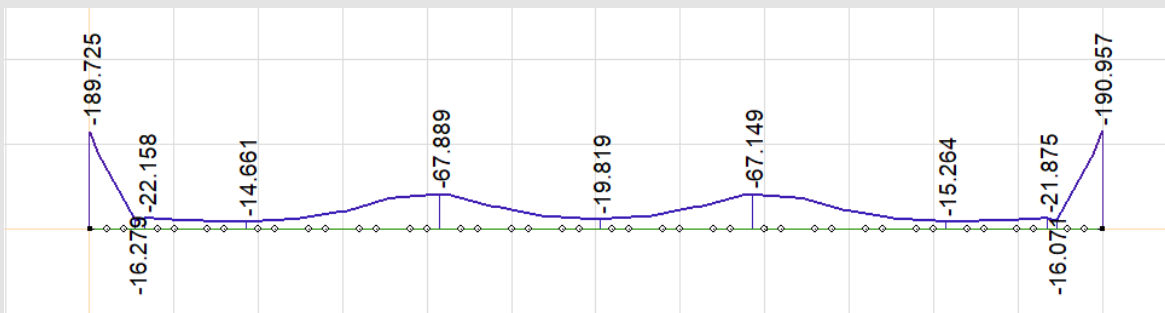


Bild 12: Einwirkungen Beispiel 1 (Querkraft  $v_d$  [kN/m])

Die Einwirkungen wurden aus einer FE-Software gelesen und mit Excel in die folgende Form gebracht. Wird aus dem Excel die Tabelle ohne Kopfzeilen, sprich nur die Zahlenwerte, in die Zwischenablage kopiert, kann diese in der ARBO/CRET Software eingefügt werden. Wie im *Exkurs Einfügen von Daten aus FE-Programmen* beschrieben sind auch bei einer CRET Berechnung alle 8 Spalten zu kopieren, obwohl nur Querkräfte übertragen werden können

$x_1$	$x_2$	$m_{d1}$	$m_{d2}$	$v_{d1}$	$v_{d2}$	$n_{d1}$	$n_{d2}$
m	m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0.00	0.10	0	0	-189.7	-145.2	0	0
0.10	0.54	0	0	-145.2	-16.3	0	0
0.54	0.66	0	0	-16.3	-22.2	0	0
0.66	1.13	0	0	-22.2	-17.1	0	0
1.13	1.25	0	0	-17.1	-16.9	0	0
1.25	1.73	0	0	-16.9	-14.7	0	0
1.73	1.85	0	0	-14.7	-14.7	0	0
1.85	2.34	0	0	-14.7	-19.1	0	0
2.34	2.45	0	0	-19.1	-20.1	0	0
2.45	2.94	0	0	-20.1	-33.3	0	0
2.94	3.05	0	0	-33.3	-35.4	0	0
3.05	3.54	0	0	-35.4	-59.5	0	0
3.54	3.65	0	0	-59.5	-61.5	0	0
3.65	4.14	0	0	-61.5	-67.9	0	0
4.14	4.25	0	0	-67.9	-66.9	0	0
4.25	4.74	0	0	-66.9	-44.8	0	0
4.74	4.85	0	0	-44.8	-42.7	0	0
4.85	5.34	0	0	-42.7	-26.0	0	0
5.34	5.45	0	0	-26.0	-24.9	0	0
5.45	5.95	0	0	-24.9	-19.8	0	0
5.95	6.05	0	0	-19.8	-19.8	0	0
6.05	6.55	0	0	-19.8	-24.7	0	0
6.55	6.65	0	0	-24.7	-25.8	0	0
6.65	7.15	0	0	-25.8	-42.2	0	0
7.15	7.25	0	0	-42.2	-44.2	0	0
7.25	7.75	0	0	-44.2	-66.1	0	0
7.75	7.85	0	0	-66.1	-67.1	0	0
7.85	8.35	0	0	-67.1	-61.4	0	0
8.35	8.45	0	0	-61.4	-59.7	0	0
8.45	8.95	0	0	-59.7	-36.5	0	0
8.95	9.06	0	0	-36.5	-34.6	0	0
9.06	9.55	0	0	-34.6	-20.5	0	0
9.55	9.66	0	0	-20.5	-19.6	0	0
9.66	10.15	0	0	-19.6	-15.3	0	0
10.15	10.26	0	0	-15.3	-15.3	0	0
10.26	10.75	0	0	-15.3	-17.3	0	0
10.75	10.87	0	0	-17.3	-17.6	0	0
10.87	11.35	0	0	-17.6	-21.9	0	0
11.35	11.46	0	0	-21.9	-16.1	0	0
11.46	11.90	0	0	-16.1	-147.0	0	0
11.90	12.00	0	0	-147.0	-191.0	0	0

Als Resultat werden verschiedene Möglichkeiten vorgeschlagen. In diesem Fall werden 6 x CRET-122 V25 gewählt.

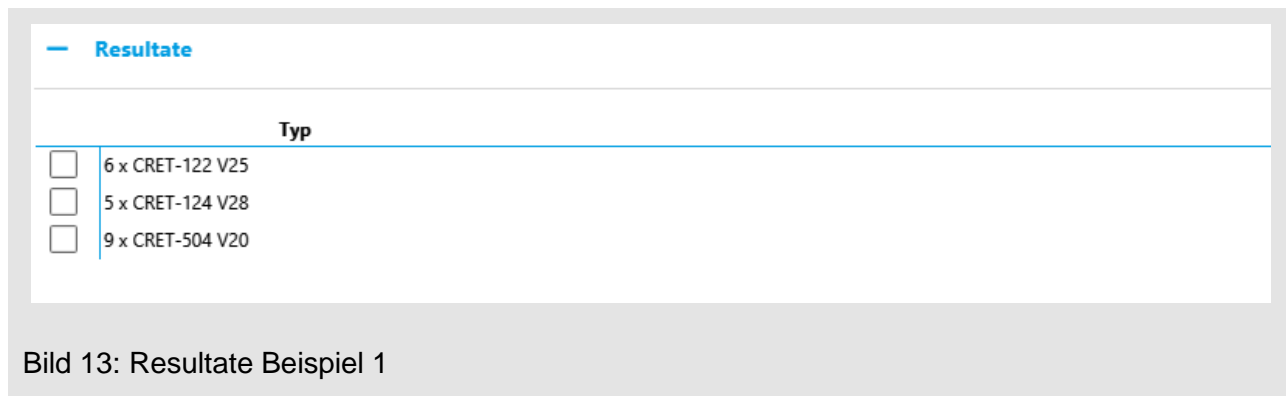


Bild 13: Resultate Beispiel 1

## Exkurs: FE-Modellierung des Fugenbereichs

Für die Ermittlung der Schnittkräfte ist es wichtig, dass man die richtigen Randbedingungen im Fugenbereich definiert. Dabei kommt es darauf an, welches Produkt im Fugenbereich verwendet wird. Bei CRET, CRET Silent und ARBO Silent, die keinen Biege widerstand besitzen, ist im Fugenbereich eine Gelenklinie ohne Rotationssteifigkeit anzuordnen. Bei ARBO-400 und ARBO-500 sind die Fugenbereiche mit einer gewissen Rotationssteifigkeit zu modellieren. Für die Berechnung der Schnittkräfte wird keine exakte Rotationssteifigkeit benötigt, da der Schnittkraftverlauf sich nur leicht verändert. Zum Beispiel führt der Wert  $K_{xx} = 50'000 - 100'000 \text{ kNm/m}$  für übliche Plattendicken im Bereich von 200 – 300 mm zu vernünftigen Ergebnissen. Für die Berechnung der Durchbiegungen ist hingegen ein möglichst exakter Wert notwendig. Daher wird im Report in der Software auch die Rotationssteifigkeit für die entsprechende Fuge ausgegeben. Diese Rotationssteifigkeit wird anhand den vorhandenen ARBO Elementen berechnet und kann im FE Modell für die Durchbiegungsberechnung oder Schwingungsanalyse berücksichtigt werden. Es gilt darauf hinzuweisen, dass jeweils zwei unterschiedliche Werte ausgegeben werden, je nachdem ob die Struktur linear-elastische (üblicherweise für Durchbiegungsberechnungen) oder nicht-linear d.h. gerissen-elastisch (üblicherweise für Schwingungsanalysen) modelliert wird.

## 5. Beispiel 2: Balkon mit ARBO-400

Das Beispiel zeigt die Bemessung eines Eckbalkons. D.h., es gilt zwei Fugenbereiche zu beachten. Dies kann in der Software mit zwei Berechnungspositionen gelöst werden. Die Abmessungen können der nachfolgenden Abbildung entnommen werden. Die Belastung beträgt auf dem Balkon  $g_d + q_d = 13 \text{ kN/m}^2$  und im Innenbereich  $g_d + q_d = 10 \text{ kN/m}^2$ . Der Fugenbereich wurde mit einer Rotationssteifigkeit von  $K_{xx} = 50'000 \text{ kNm/m}$  modelliert

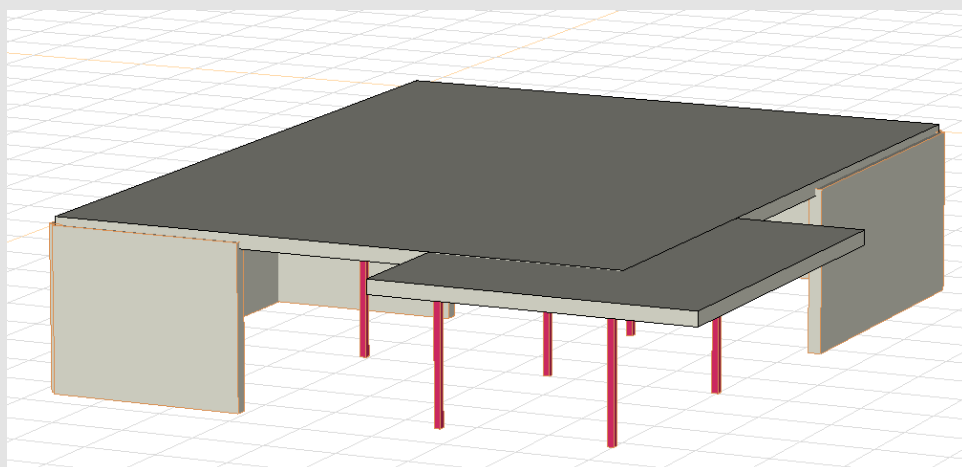
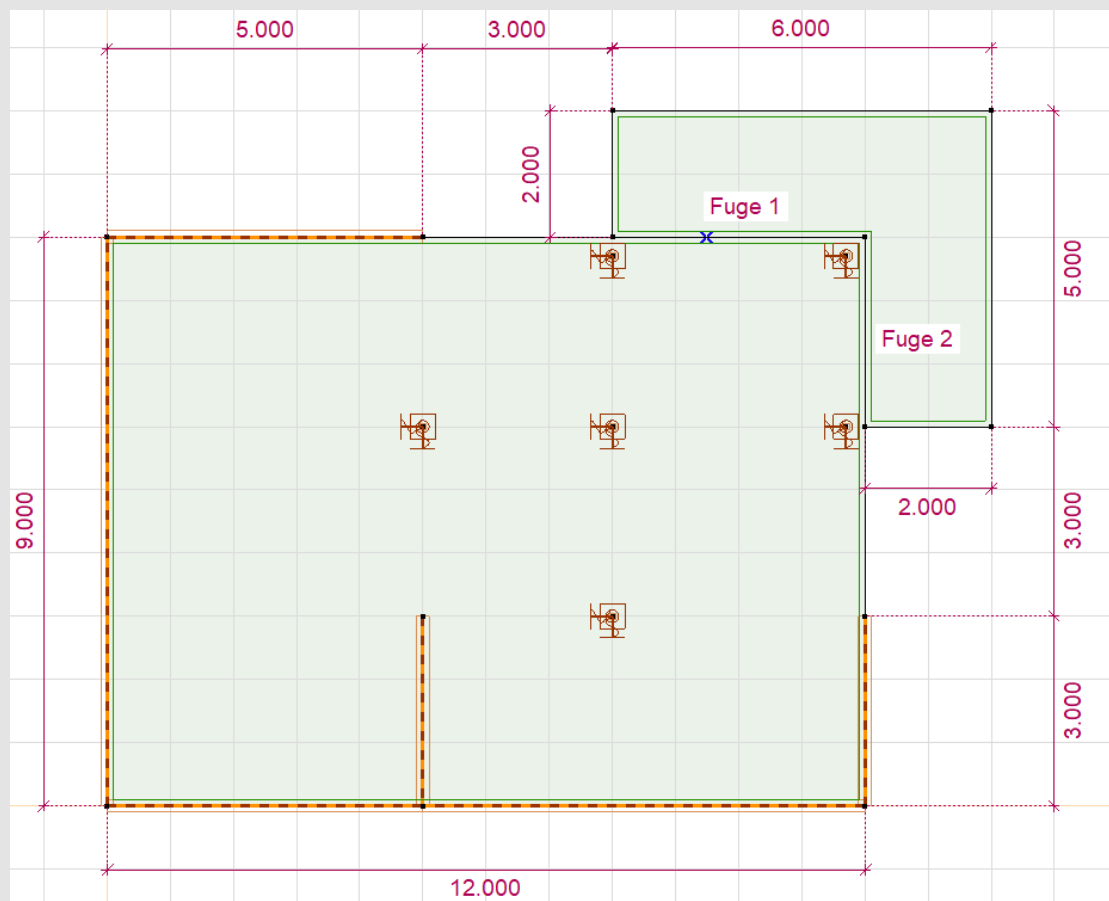


Bild 14: Geometrie Beispiel 2

Die Fuge 1 wird mit folgenden Eingabeparameter berechnet.

Eingabeparameter	Wert	Hinweise zur Wahl der Parameter
Produkt	ARBO-400	
Beton	C25/30	
Fugenlänge	4 m	
Dämmstärke	120 mm	
Plattendicke	220 mm	
Einwirkungen	Frei definierbar	Die Einwirkungen werden eingelesen. Nachfolgend sind die übernommenen Tabellenwerte angegeben.
Bewehrungsüberdeckung oben	30 mm	Der Wert 30 mm ist etwas geringer als der normativ geforderte Wert von 35 mm. Da die Zug- und Druckstäbe jedoch aus nichtrostendem Stahl hergestellt sind, ist dies zulässig. Somit liegen die Stäbe etwas höher als die Biegebewehrung, was zu einem grösseren inneren Hebelarm und daher zu höheren Tragwiderständen führt.
Bewehrungsüberdeckung unten	30 mm	
Einbaulage	1./4. Lage	Die ARBO Elemente befinden sich in der Richtung der 1./4. Bewehrungslage
DURA Körbe vorhanden	Nein	Aufgrund der Querkräfte ist keine Querkraftbewehrung notwendig.
Anordnung	optimiert	Für die Anordnung wird die Methode «optimiert» verwendet, da eine konstante Anordnung nur bei einfachen Fällen verwendet werden sollte.
Schrittweite	250 mm	In diesem Beispiel wird eine Schrittweite von 250 mm gewählt. Dies ergibt eine ansprechende Verteilung der Elemente. Geringere Schrittweiten können jedoch zu wirtschaftlicheren Lösungen führen.
Anzahl verschiedene Typen	Max. zwei Typen	In dieser Fuge sollen maximal zwei ARBO Typen verwendet werden. Falls die Bauausführung vereinfacht werden sollte, kann auch auf einen Typ reduziert werden. Jedoch sind diese Lösungen weniger wirtschaftlich.

Die nachfolgende Tabelle der Schnittkräften wird direkt im FE-Programm (z.B. Cedrus) generiert. Werden diese Daten ohne Kopfzeile in die Zwischenablage kopiert, können diese in der ARBO/CRET Software eingefügt werden.

Abschnitt		Resultate				
Anfang [m]	Ende [m]	$V_{dn}$ [kN/m]	$V_{dn}$ [kN]	$m_{dn}$ [kNm/m]	$M_{dn}$ [kNm]	
0	0.5	-57.8	-28.9	-31.4	-15.7	
0.5	1	-13.2	-6.6	-23.2	-11.6	
1	1.5	-7.1	-3.5	-19.7	-9.9	
1.5	2	-5.7	-2.8	-18.6	-9.3	
2	2.5	-7.8	-3.9	-19.7	-9.8	
2.5	3	-17.6	-8.8	-22.7	-11.3	
3	3.5	-49.4	-24.7	-26.1	-13.1	
3.5	4	-98.5	-49.3	-27.0	-13.5	

Als Resultat werden 5 ARBO-422-12 S2-CO30 und 1 ARBO-422-12 T3-CO30 vorgeschlagen. Dies bedeutet, dass die ARBO-400 Elemente eine Elementhöhe von 22 cm und eine Dämmstärke von 12 cm haben. S2 bedeutet, dass es pro Element 2 Stab/Schubblech Kombinationen hat mit einem Stabdurchmesser von 14 mm. T3 bedeutet, dass es pro Element 3 Stab/Schubblech Kombinationen hat mit einem Stabdurchmesser von 16 mm. CO gibt den Wert der oberen Überdeckung der Stäbe des ARBO Elements an. Da diese Elemente in Richtung der 1./4. Bewehrungslage liegen, entspricht dies gerade der eingegebenen Bewehrungsüberdeckung von 30 mm. Da für die untere Bewehrungsüberdeckung die standardmässigen 30 mm verwendet werden, wird der Wert der unteren Überdeckung im ARBO Code nicht explizit angegeben.

**Resultate**

Anordnung  konstanter Abstand  optimiert

Schrittweite  mm

Max. Anzahl verschiedene Typen

Typ	Abstand [m]	Md [kNm]	Vd [kN]	Nd [kN]
ARBO-422-12 T3-CO30	0.50	-27.30	-35.50	0.00
ARBO-422-12 S2-CO30	1.00	-19.15	-6.40	0.00
ARBO-422-12 S2-CO30	1.00	-21.20	-12.70	0.00
ARBO-422-12 S2-CO30	0.75	-13.05	-24.70	0.00
ARBO-422-12 S2-CO30	0.38	-6.75	-24.63	0.00
ARBO-422-12 S2-CO30	0.25	-6.75	-24.63	0.00

Bild 15: Resultate Beispiel 2 Fuge 1

Die Fuge 2 werden mit Ausnahme der Fugenlänge (3 m), der Einbaulage (2./3. Lage) und den Einwirkungen dieselben Eingaben wie bei der Fuge 1 übernommen.

Eingabeparameter	Wert	Hinweise zur Wahl der Parameter
Produkt	ARBO-400	
Beton	C25/30	
Fugenlänge	3 m	
Dämmstärke	120 mm	
Plattendicke	220 mm	
Einwirkungen	Frei definierbar	Die Einwirkungen werden eingelesen. Nachfolgend sind die übernommenen Tabellenwerte angegeben.
Bewehrungsüberdeckung oben	30 mm	Als Überdeckung wird der Wert für die Elemente in Richtung der 1./4. Lage eingegeben.
Bewehrungsüberdeckung unten	30 mm	
Einbaulage	2./3. Lage	Die ARBO Elemente befinden sich in der Richtung der 2./3. Bewehrungslage. D.h., die Überdeckung der Zugstäbe wird in der Berechnung mit $30 + 20 = 50$ mm berücksichtigt.
DURA Körbe vorhanden	Nein	Aufgrund der Querkräfte ist keine Querkraftbewehrung notwendig. Daher sind keine DURA Körbe vorgesehen.
Anordnung	optimiert	Für die Anordnung wird die Methode «optimiert» verwendet, da eine konstante Anordnung nur bei einfachen Fällen verwendet werden sollte.
Schrittweite	250 mm	In diesem Beispiel wird eine Schrittweite von 250 mm gewählt. Dies ergibt eine ansprechende Verteilung der Elemente. Geringere Schrittweiten können jedoch zu wirtschaftlicheren Lösungen führen.
Anzahl verschiedene Typen	Max. zwei Typ	In dieser Fuge sollen maximal zwei ARBO Typen verwendet werden. Falls die Bauausführung vereinfacht werden sollte, kann auch auf einen Typ reduziert werden. Jedoch sind diese Lösungen weniger wirtschaftlich.



Diese nachfolgende Tabelle der Schnittkräften wird direkt im FE-Programm (z.B. Cedrus) generiert. Werden diese Daten ohne Kopfzeile in die Zwischenablage kopiert, können diese in der ARBO/CRET Software eingefügt werden.

Abschnitt		Resultate				
Anfang [m]	Ende [m]	$V_{dn}$ [kN/m]	$V_{dn}$ [kN]	$m_{dn}$ [kNm/m]	$M_{dn}$ [kNm]	
0	0.5	-16.2	-8.1	-26.6	-13.3	
0.5	1	-9.7	-4.9	-20.9	-10.5	
1	1.5	-8.9	-4.5	-20.9	-10.5	
1.5	2	-18.1	-9.1	-22.9	-11.5	
2	2.5	-52.0	-26.0	-25.4	-12.7	
2.5	3	-96.0	-48.0	-24.9	-12.4	

Als Resultat werden 3 ARBO-422-12 S2-CO50 und 2 ARBO-422-12 S3-CO50 vorgeschlagen. Dies bedeutet, dass die ARBO-400 Elemente eine Elementhöhe von 22 cm und eine Dämmstärke von 12 cm haben. S2 bedeutet, dass es pro Element 2 Stab/Schublech Kombinationen hat mit einem Stabdurchmesser von 14 mm. S3 bedeutet, dass es pro Element 3 Stab/Schublech Kombinationen hat mit einem Stabdurchmesser von 14 mm. CO gibt den Wert der oberen Überdeckung der Stäbe des ARBO Elements an. Da diese Elemente in Richtung der 2./3. Bewehrungslage liegen, wird die obere Bewehrungsüberdeckung des Elementes auf 50 mm vergrößert. Da die kurzen Druckstäbe nicht in Konflikt mit der restlichen Bewehrung kommen, bleibt die Überdeckung unten bei den standardmässigen 30 mm und wird daher im ARBO Code nicht explizit angegeben.

**Resultate**

Anordnung  konstanter Abstand  
 optimiert

Schrittweite  mm

Max. Anzahl verschiedene Typen

Typ	Abstand [m]	Md [kNm]	Vd [kN]	Nd [kN]
ARBO-422-12 S3-CO50 E	0.50	-23.75	-12.95	0.00
ARBO-422-12 S2-CO50 E	0.88	-16.17	-8.98	0.00
ARBO-422-12 S3-CO50 E	0.75	-18.42	-30.53	0.00
ARBO-422-12 S2-CO50 E	0.50	-6.23	-24.00	0.00
ARBO-422-12 S2-CO50 E	0.25	-6.23	-24.00	0.00

Bild 16: Resultate Beispiel 2 Fuge 2

## Exkurs: ARBO Code

Der ARBO Code definiert die genauen Abmessungen sowie weitere Eigenschaften. Nachfolgend sind die in der Software verwendeten Eigenschaften dargestellt. Weitere Eigenschaften sind der ARBO Dokumentation zu entnehmen.

422

Die erste Ziffer zeigt das ARBO Modell (Serie 400 oder 500). Die beiden nachfolgenden Ziffern definieren die Elementhöhe in cm.

-12

Die ersten Zahlenwerte nach dem ARBO Modell definieren die Dämmstärke in cm.

-25

Beim ARBO Modell 500 folgt die Schlaufenlänge in cm.

S2, S3, T3, U3

Die Bezeichnung S, T oder U definiert den Stabdurchmesser und ist jeweils gefolgt von einer Ziffer, die die Anzahl Stab/Schubblech Kombination pro Element definiert.

-CO

Die Bezeichnung CO definiert die Bewehrungsüberdeckung der oberen Stäbe des ARBO Elementes. Bei ARBO Elemente, die in Richtung der 1./4. Lage liegen, entspricht dies gerade der eingegebenen Bewehrungsüberdeckung der Biegebewehrung. Falls die ARBO Elemente in Richtung der 2./3. Lage liegen, wird die Überdeckung der Elementstäbe gegenüber der eingegebenen Bewehrungsüberdeckung um 20 mm vergrößert.

-CU

Die Bezeichnung CU definiert die Bewehrungsüberdeckung der unteren Stäbe des ARBO Elementes. Falls der Standardwert von 30 mm verwendet wird, wird diese Information in der Bezeichnung nicht explizit dargestellt. Da die kurzen Druckstäbe nicht in Konflikt mit der restlichen Bewehrung kommen, entspricht die Überdeckung der Elemente unten der eingegebenen Bewehrungsüberdeckung. Werden allerdings unten Zugstäbe benötigt, erhöht sich die Überdeckung der Elementstäbe gegenüber der eingegebenen Bewehrungsüberdeckung um 20 mm, falls das ARBO Element in Richtung der 2./3. Lage liegt.

-E

Die Bezeichnung -E zeigt an, dass das Element in Richtung der 2./3. Lage eingebaut werden sollte. Diese Bezeichnung hat keinen direkten Einfluss auf die Bemessung oder Herstellung der ARBO Elemente, da hierfür die Bezeichnungen -CO und -CU entscheidend sind.

-Z

Der Buchstabe Z bedeutet, dass oben und unten Zugstäbe angeordnet werden müssen. Die Software schlägt diese Typen automatisch vor, wenn an gewissen Stellen positive Momente (Zugseite unten) d.h. ein Vorzeichenwechsel der Beanspruchung auftreten.

**-D**

Die Bezeichnung -D bedeutet, dass DURA-Körbe vorhanden sind. In diesem Fall werden die ARBO Elemente ohne die Querstäbe an den Enden der Zugstäbe ausgeführt, was allerdings zu grösseren Verankerungslängen führt. Falls DURA Körbe vorhanden angewählt wird, verwendet die Software ARBO Elemente des Typs -D entlang der gesamten Fugenlänge. Bei den ARBO-400 Elementen wird jeweils ein DURA Korb auf jeder Seite vorgesehen, daher sind im Code jeweils zwei -D ersichtlich. Bei ARBO-500 wird auf der Schlaufenseite kein DURA Korb vorgesehen, daher ist in diesem Fall im Code nur ein -D ersichtlich.

**-Q**

Ähnlich der Bezeichnung -D bedeutet der Buchstabe Q, dass DURA-Körbe vorhanden sind. Jedoch bezeichnet der Buchstabe Q nicht die Elementkonstruktion, sondern die Bemessung. Falls DURA-Körbe vorhanden sind, kann unter Umständen eine grössere Querkraft übertragen werden, da die Lasteinleitung in die Stahlbetonplatte verbessert wird. In der Resultatliste wird der Buchstabe Q nur bei den Elementen angezeigt, bei welchen infolge der Bemessung zwingend ein DURA-Korb vorhanden sein muss.

## 6. Bezeichnungen

$b_s$	Schlaufenlänge bei ARBO-500
$c_{nom}$	Nominelle Bewehrungsüberdeckung
$e$	Fugenöffnung / Dämmstärke
$g_d$	Ständige Einwirkung auf Bemessungsniveau
$h$	Plattenstärke
$K_{xx}$	Rotationssteifigkeit einer Gelenklinie
$L$	Fugenlänge
$m_d$	Bemessungswert des Biegemoments
$n_d$	Bemessungswert der Normalkraft
$q_d$	Veränderliche Einwirkung auf Bemessungsniveau
$v_d$	Bemessungswert der Querkraft
$\rho$	Biegebewehrungsgehalt

### Bemerkungen zum vorliegenden Dokument

Dokumentationen erfahren laufend Änderungen aufgrund der aktualisierten Normen und der Weiterentwicklung  
Die aktuell gültige Version dieses Fachreferats befindet sich auf unserer Website.  
Im Weiteren verweisen wir auf unsere AGB's.

09.2019 Copyright © by  
F.J. Aschwanden AG CH-3250 Lyss T 032 387 95 95 F 032 387 95 99  
www.aschwanden.com info@aschwanden.com

**Aschwanden**

