

# STATISCHE BEWERTUNG

Projektnummer: S25-058

Bauvorhaben: **Machbarkeitsstudie**  
**UvD Schule – Umbau & Sanierung**  
Schulstraße 17  
75417 Mühlacker

Bauherr: Stadt Mühlacker  
Kelterplatz 7  
75417 Mühlacker

Auftraggeber: morlock . architekten + generalplaner  
Dipl.- Ing. (FH) Frank Morlock  
Keplerstraße 5  
75203 Königsbach - Stein



Pforzheim, den

25.08.2025 / 06.12.2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. Jaggy'.

Dipl.-Ing. (FH) Gisbert Jaggy  
Projektbearbeiter



Dipl.-Ing. Rouven Erhardt  
Geschäftsführer



**Ingenieurbüro Braun GmbH & Co. KG**  
Irma-Feldweg-Str. 8 Tel 07231 4574 0  
75179 Pforzheim Fax 07231 4574 74

**Beratende Ingenieure**  
info@braun-ing.de  
www.braun-ing.de



## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                               |       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1        | Position: Allgemeines.....                                                    | 3     |
| <b>1</b> | <b>Planung Variante I</b>                                                     |       |
| 1.1      | Planunterlagen mit Bestandsachsen ..... Ergänzungen aus der Schalplanung..... | 1-001 |
| <b>2</b> | <b>Suchstellen zur Bauteil Erkundung - Planung</b>                            |       |
| 2.1      | Bauteilerkundung..... Suchstellen vom 2. UG bis 2. OG.....                    | 2-001 |
| <b>3</b> | <b>Bauteiluntersuchungen November 2025</b>                                    |       |
| 3.1      | Vorgang..... Beschreibung.....                                                | 3-001 |
| 3.2      | Lage der Suchöffnungen..... Aufnahme am 14.11 und 28.11.2025.....             | 3-002 |
| 3.3      | Fotodokumentation.....                                                        | 3-006 |
| 3.4      | Bewertungen..... Auswertungen zu den Bauteilerkundungen.....                  | 3-019 |
| 3.5      | Position: D1 - 3,5..... Decken der Klassenzimmer - Altbau.....                | 3-034 |
| 3.6      | Position: D1 - 3,0..... Decken der Klassenzimmer - Altbau.....                | 3-041 |
| <b>4</b> | <b>Rückbau Zwischenbau</b>                                                    |       |
| 4.1      | Darstellung der Planung..... Beschreibung und Bewertung.....                  | 4-001 |
| <b>5</b> | <b>Umbau und Erweiterung Bestandsbau</b>                                      |       |
| 5.1      | Anbau Bauteil A aus den 60ern..... Umabauten und Erweiterung Nord.....        | 5-001 |
| <b>6</b> | <b>Brandschutz</b>                                                            |       |
| 6.1      | Erkenntnisse..... Zusammenfassung.....                                        | 6-001 |
| <b>7</b> | <b>Baugrund</b>                                                               |       |
| 7.1      | Erkenntnisse..... Zusammenfassung.....                                        | 7-001 |
| <b>8</b> | <b>Anlagen</b>                                                                |       |
| 8.1      | Schalpläne zum Bestand..... Ebenen 1. UG bis 2. OG und Gründung.....          | 8-001 |



## Allgemeines

Alle in der folgenden Bearbeitung und Bewertung dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die vorliegenden Bestandsunterlagen und sind daraus entnommen. Die Annahmen sind im weiteren Verlauf einer Bearbeitung vor Ort am Bauwerk auf Übereinstimmung und Richtigkeit hin zu überprüfen. Ggf. sind bei Differenzen die getroffenen Erkenntnisse zu korrigieren. Der Bestand sollte durch Anlegen von Suchstellen zusätzlich zu vorliegenden Planunterlagen untersucht und beschrieben werden.

Es ist geplant die bestehende Ulrich von Dürrmenz Schule in Mühlacker-Dürrmenz umzubauen und zu sanieren. Die geplanten Maßnahmen greifen unter anderem in das Tragwerk ein und sollen in statischer Hinsicht beurteilt werden.

Beim vorliegenden Bauwerk handelt es sich um mehrere Einzelbauteile aus unterschiedlichen Baujahren. Als erstes gibt es den sogenannten Altbau der im Jahr 1885 geplant und erbaut wurde und bis heute Bestand hat.

Im Jahr 1967 wurde ein Anbau geplant und dann ab dem Jahr 1968 realisiert. Dieser Anbau ist nach den vorliegenden Bestandsplänen der Statik wiederum in 2 Bauteile, A und B, eingeteilt. Bauteil B ist der sogenannte Zwischenbau, der die beiden Schulgebäude sozusagen miteinander verbindet. Die Bauteile A und B sind durch zwei Trennfugen in 3 Abschnitte unterteilt. Der Anbau ist in neuen Querachsen eingeteilt, Achsen I bis IX. Die erste Trennfuge befindet sich zwischen Achsen III und IV, die Zweite zwischen den Achsen VII und VIII. Im Weiteren ist der Anbau in Achse IX ebenfalls durch eine Fuge vom Altbau getrennt.

Bestandsunterlagen:

- Baugesuch zum Altbau aus dem Jahr 1885/1886, Pläne zum Schulhausbau
- Baugesuch zum Anbau aus dem Jahr 1967, Umbau und Erweiterung der UvD-Schule
- Verschiedene Werkpläne zum Anbau aus dem Jahr 1967
- Verschiedene Schalpläne aus dem Jahr 1968 zum Anbau von Achsen I bis IX. Gezeichnet wurden diese Pläne von Regierungsbaumeister Erwin Tompert, Ingenieurbüro aus Stuttgart.

Statische Berechnungen und Bewehrungspläne zu den Stahlbetonbauteilen der Schulgebäude liegen derzeit keine vor. Diese Tatsache erschwert die Beurteilung von Bauteilen und Systemen in statischer Hinsicht. Stellenweise kann dies auch dazu führen, dass Tragwerksteile nicht beurteilt werden können. Hier sei z.B. ein Unterzug genannt, dessen Stahlbewehrung im Inneren unbekannt ist. Eine Nachrechnung hinsichtlich seiner Ausnutzung und Tragfähigkeit kann ohne diese Grundlagen nicht geführt werden. Ggf. sind deshalb soweit möglich pragmatische Lösungsansätze zu treffen.

Im weiteren Verlauf der Projektabwicklung empfehlen wir die Archive nochmals zu durchsuchen, ob sich evtl. noch weitere Bestandspläne finden lassen. Hier sind besonders die zuvor genannte statische Berechnung und die Bewehrungspläne zu nennen.



## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

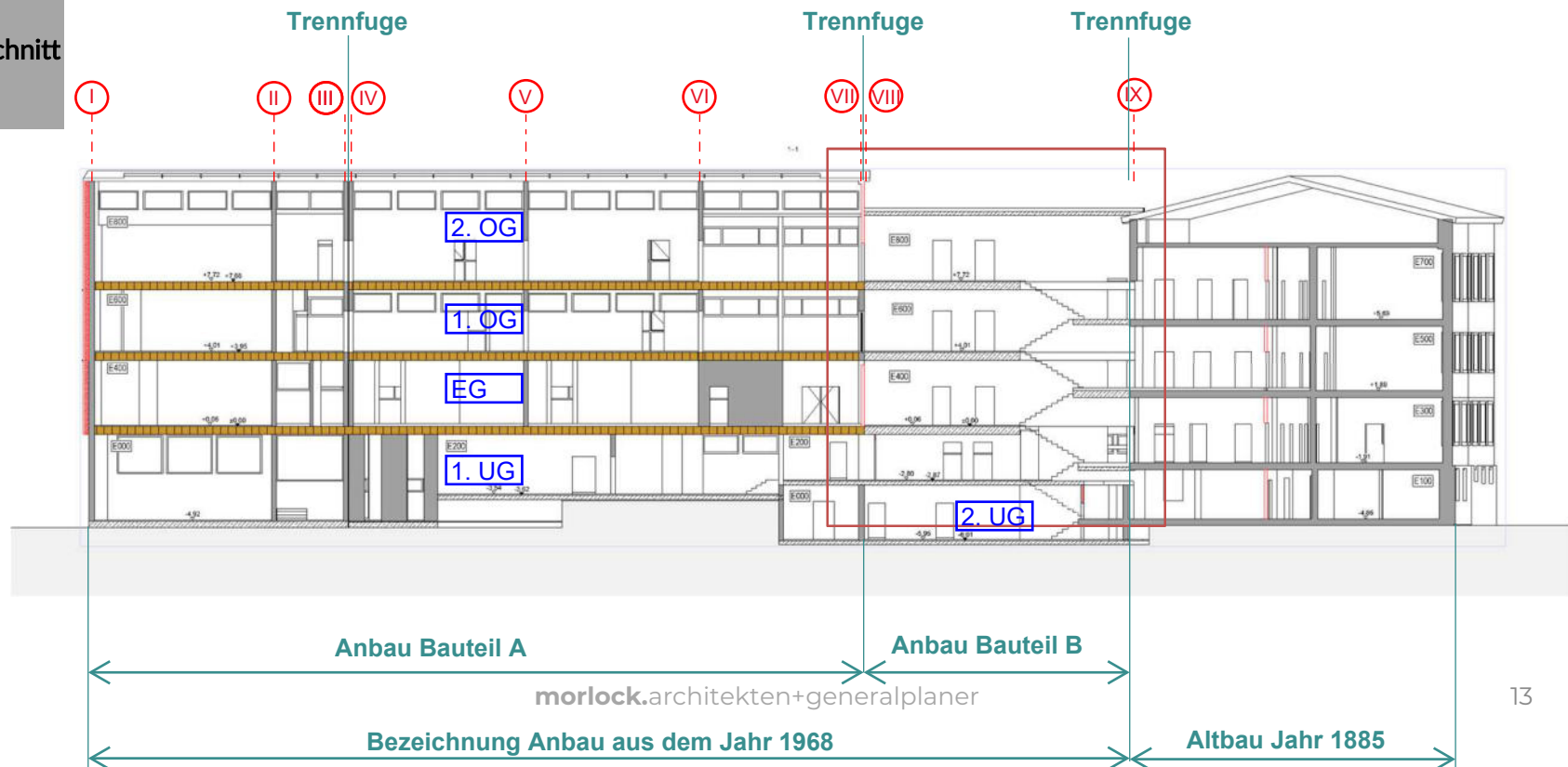
Schnitt

Ⓥ Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

2. OG Geschossbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

Anbau Bauteil A

Bauteilbezeichnung nach der vorliegenden Statik





Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

Hier klicken



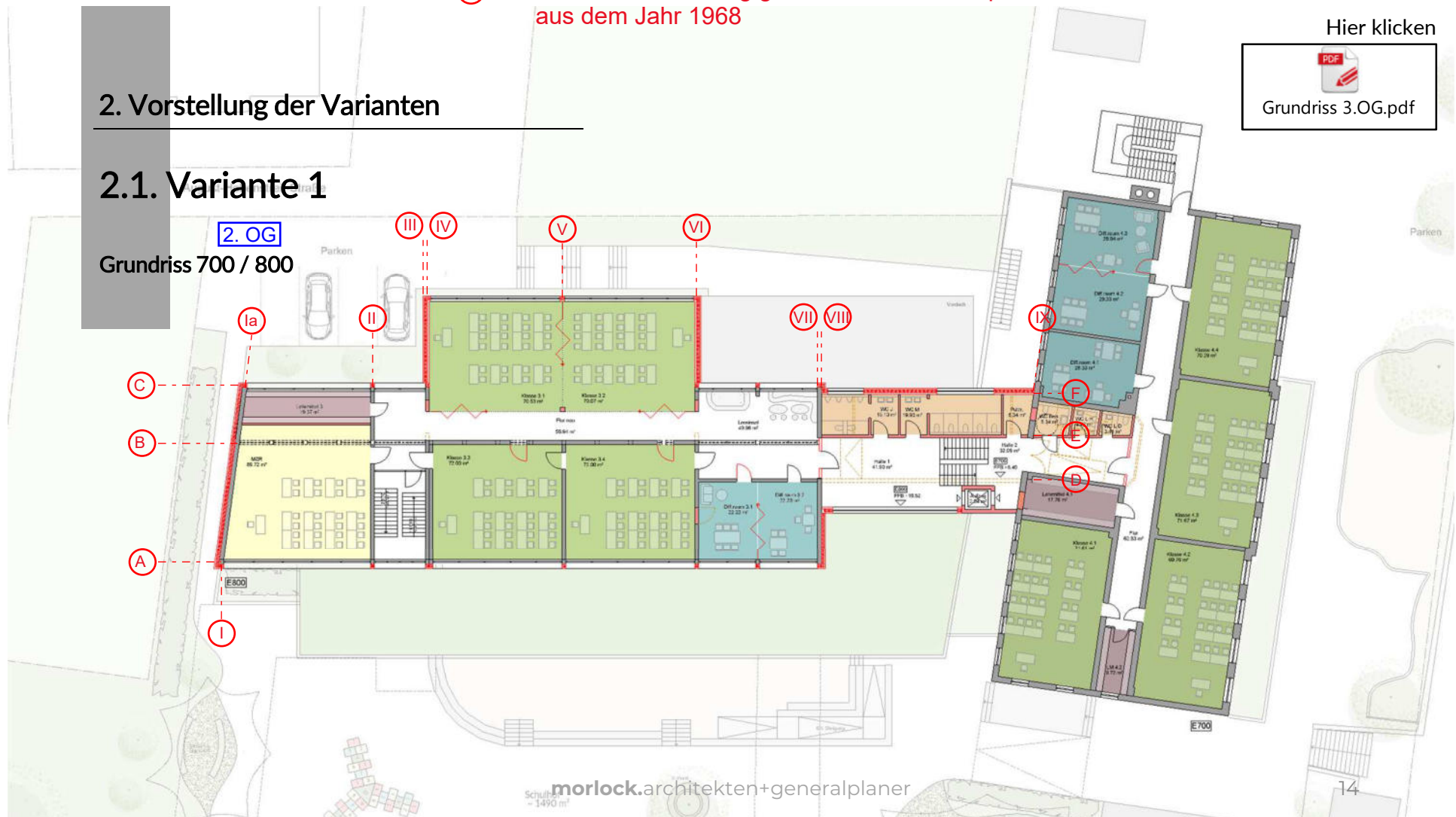
Grundriss 3.OG.pdf

## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

2. OG

Grundriss 700 / 800





Ⓥ Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

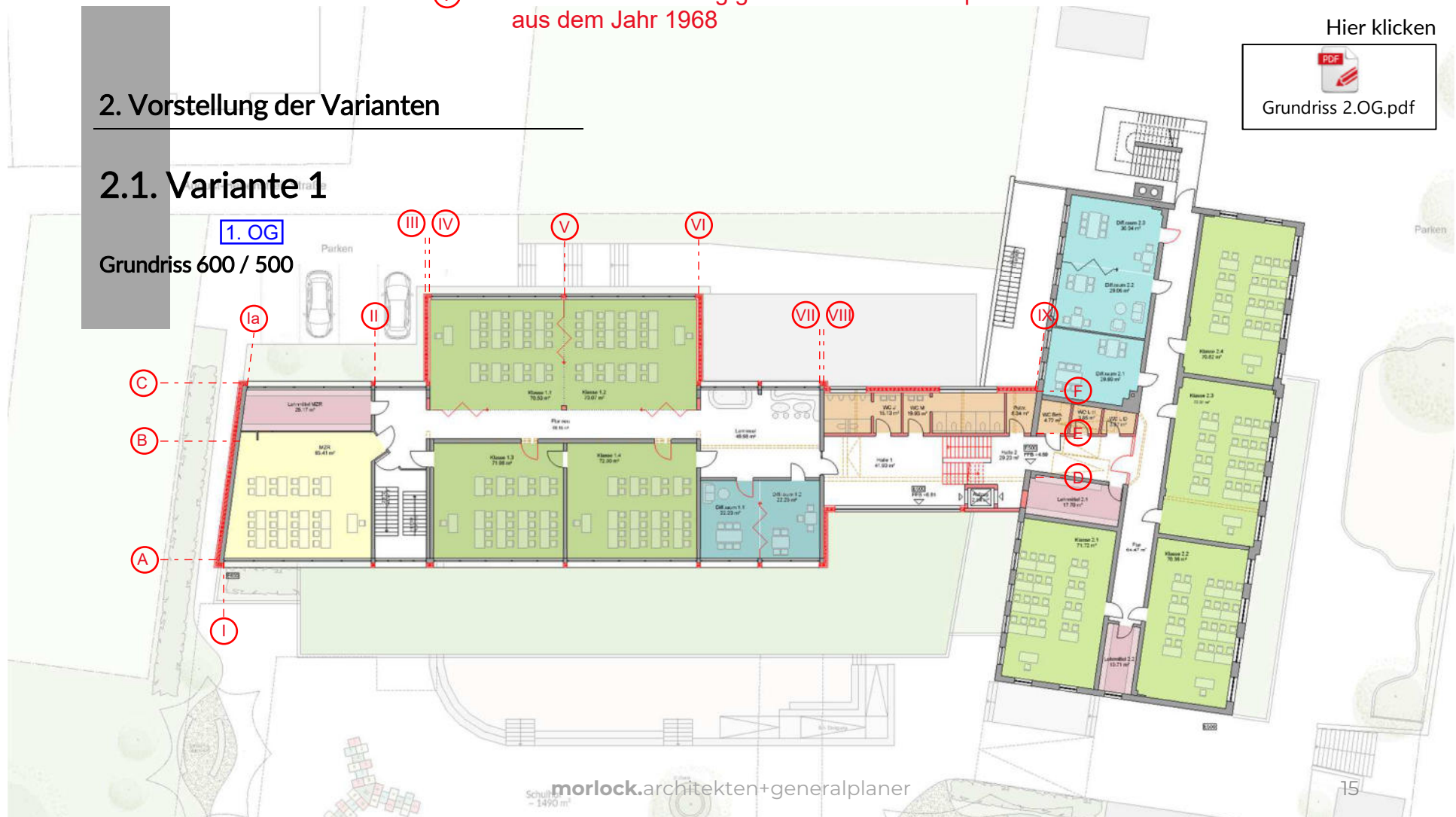
1. OG

Grundriss 600 / 500

Hier klicken



Grundriss 2.OG.pdf





## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

**EG**  
Grundriss 400 / 300

Ⓥ

Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

Hier klicken



Grundriss 1.OG.pdf





## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

1. UG

Grundriss 200 / 100  
Maximale Bestuhlung Speisesaal

V

Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

Hier klicken



Grundriss EG Mensa.pdf





## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

2. UG

Grundriss 000

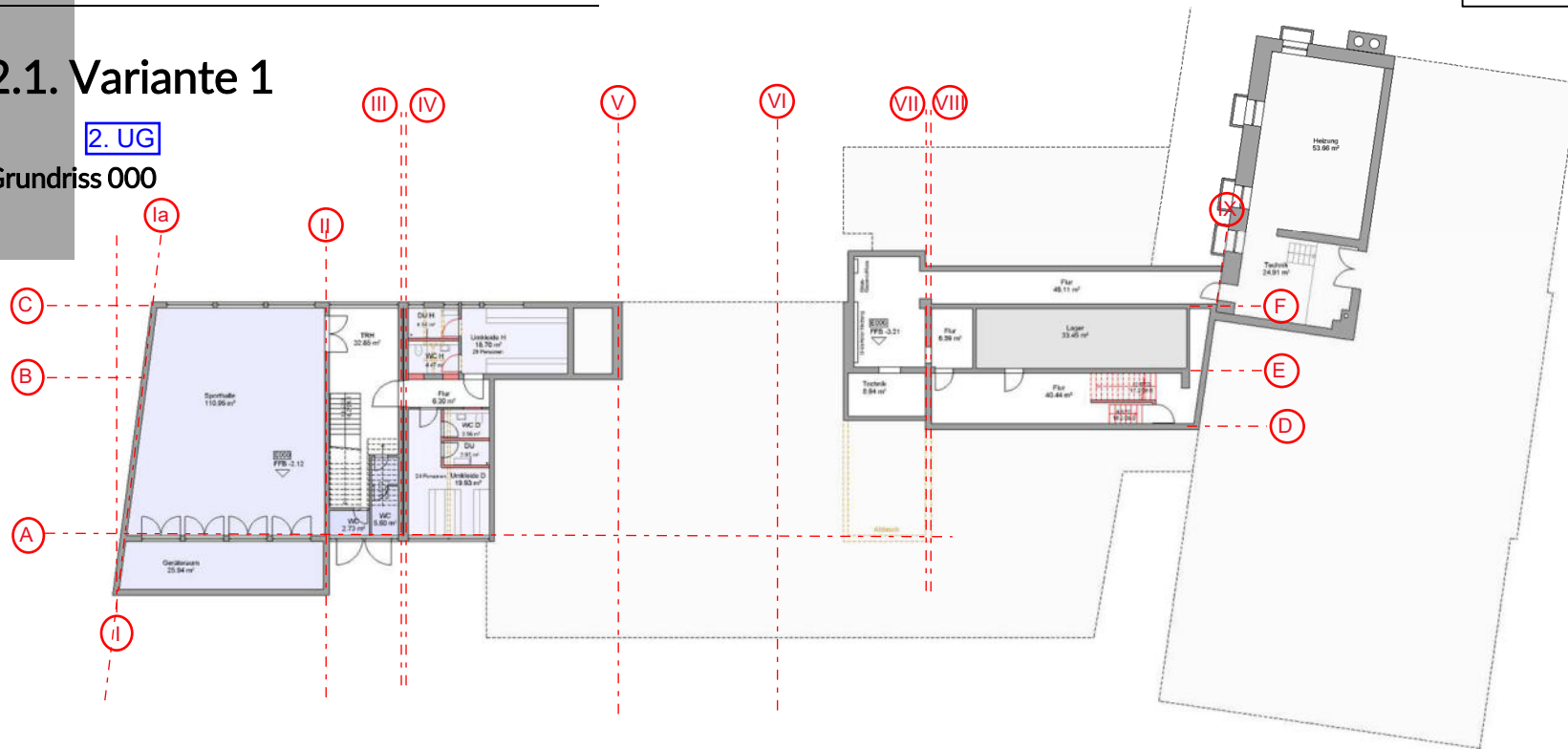


Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik

Hier klicken



Grundriss UG.pdf

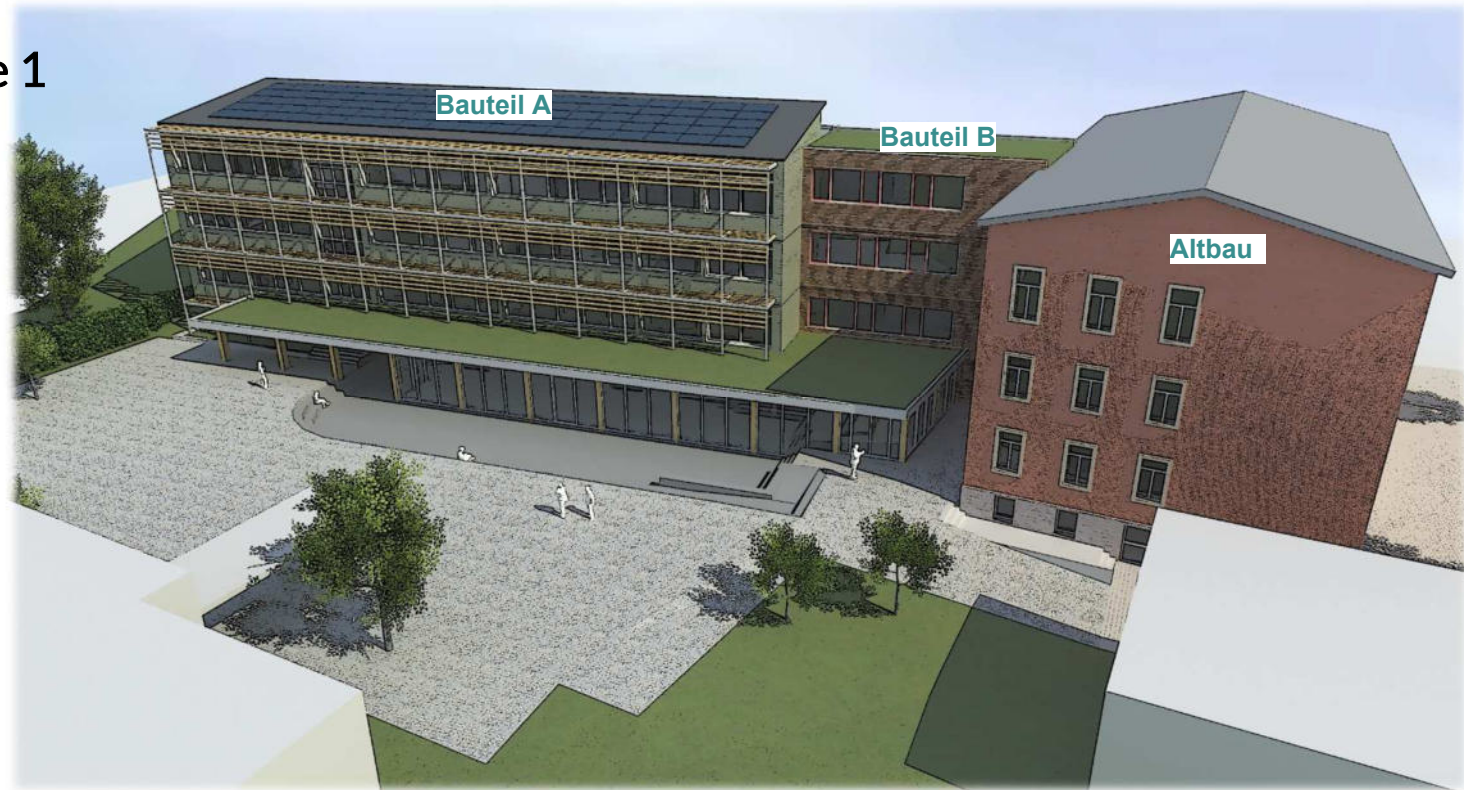




## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

Perspektive Süd

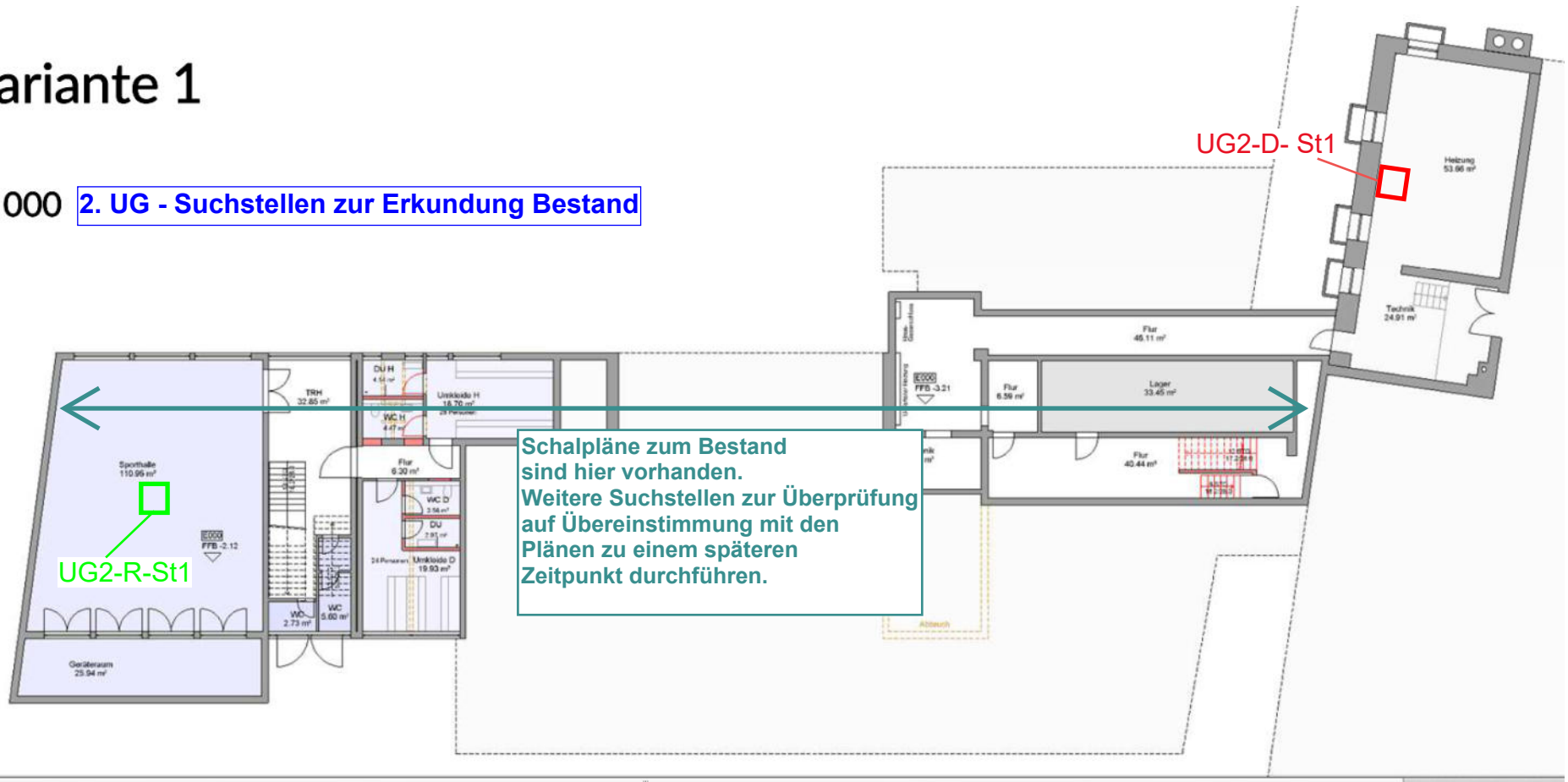


morlock.architekten+generalplaner

21

## 2.1. Variante 1

Grundriss 000 **2. UG - Suchstellen zur Erkundung Bestand**



□ Erkundung der Decke über 2. UG, Material, System, Spannrichtung, Dicke

□ Erkundung der Beschaffenheit einer Rippe aus der Rippendecke

## 2.1. Variante 1

Grundriss 200 / 100  
Maximale Bestuhlung Speisesaal

### 1. UG - Suchstellen zur Erkundung Bestand

Schalpläne zum Bestand sind hier vorhanden. Weitere Suchstellen zur Überprüfung auf Übereinstimmung mit den Plänen zu einem späteren Zeitpunkt durchführen.

UG1-R-St1

UG1-D-St1

UG1-W-St2

UG1-D-St2

UG1-W-St1

UG1-D-St3

Erkundung der Decke über 1. UG, Material, System, Spannrichtung, Dicke

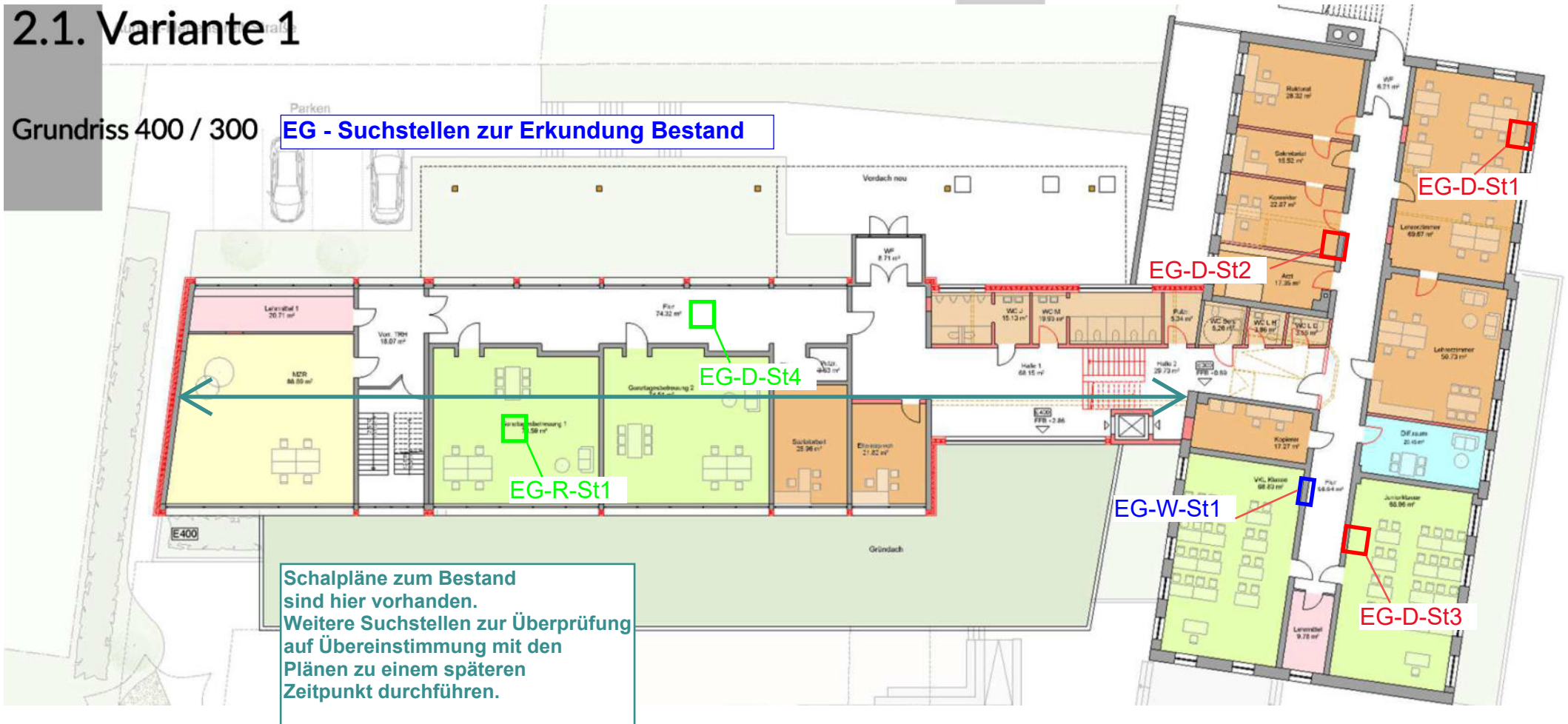
Erkundung der Wand im 1. UG, Material, Dicke, Aufbau

Erkundung der Beschaffenheit einer Rippe aus der Rippendecke

## 2.1. Variante 1

Grundriss 400 / 300

EG - Suchstellen zur Erkundung Bestand



- Erkundung der Decke über EG, Material, System, Spannrichtung, Dicke
- Erkundung der Wand im EG, Material, Dicke, Aufbau
- Erkundung der Beschaffenheit einer Rippe aus der Rippendecke

## 2.1. Variante 1

Grundriss 600 / 500

1. OG - Suchstellen zur Erkundung Bestand



□ Erkundung der Decke über 1. OG, Material, System, Spannrichtung, Dicke

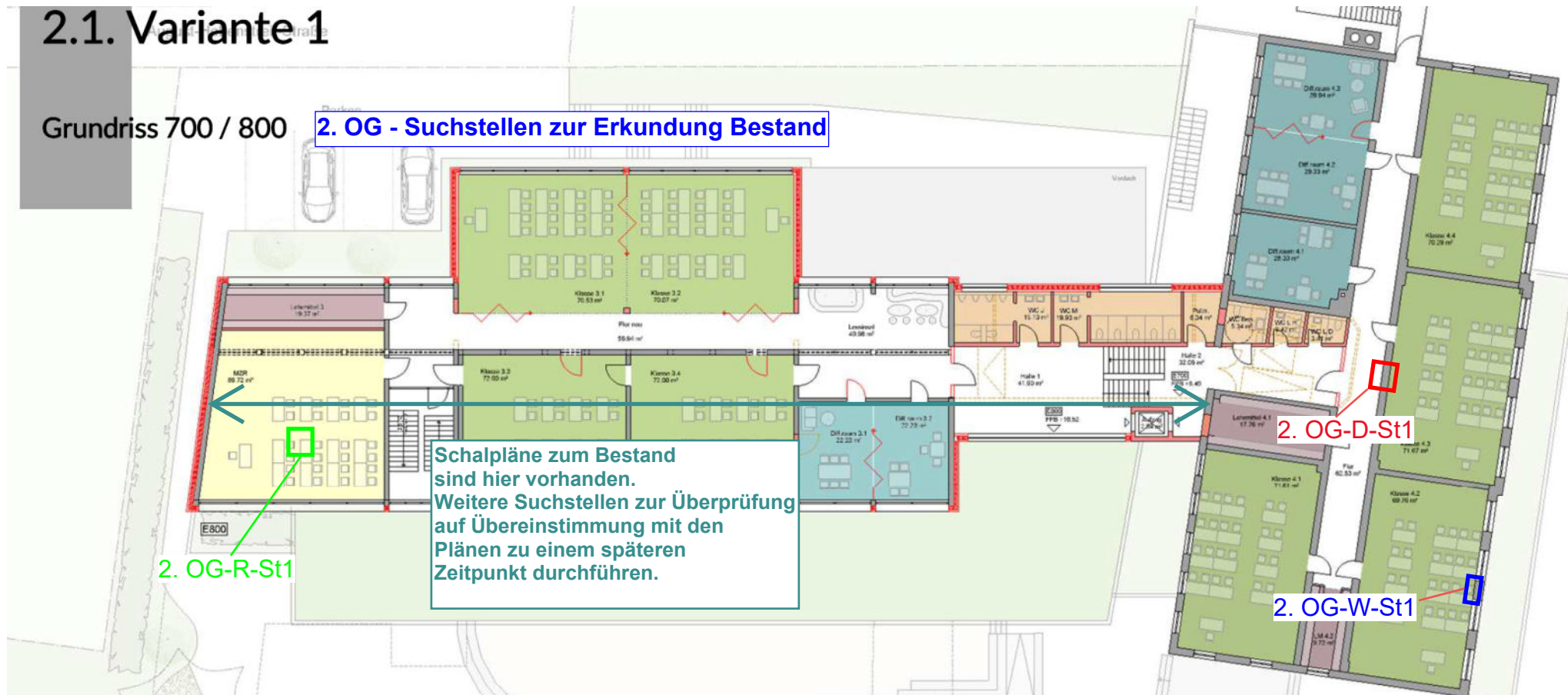
□ Erkundung der Wand im 1. OG, Material, Dicke, Aufbau

□ Erkundung der Beschaffenheit einer Rippe aus der Rippendecke

## 2.1. Variante 1

Grundriss 700 / 800

2. OG - Suchstellen zur Erkundung Bestand



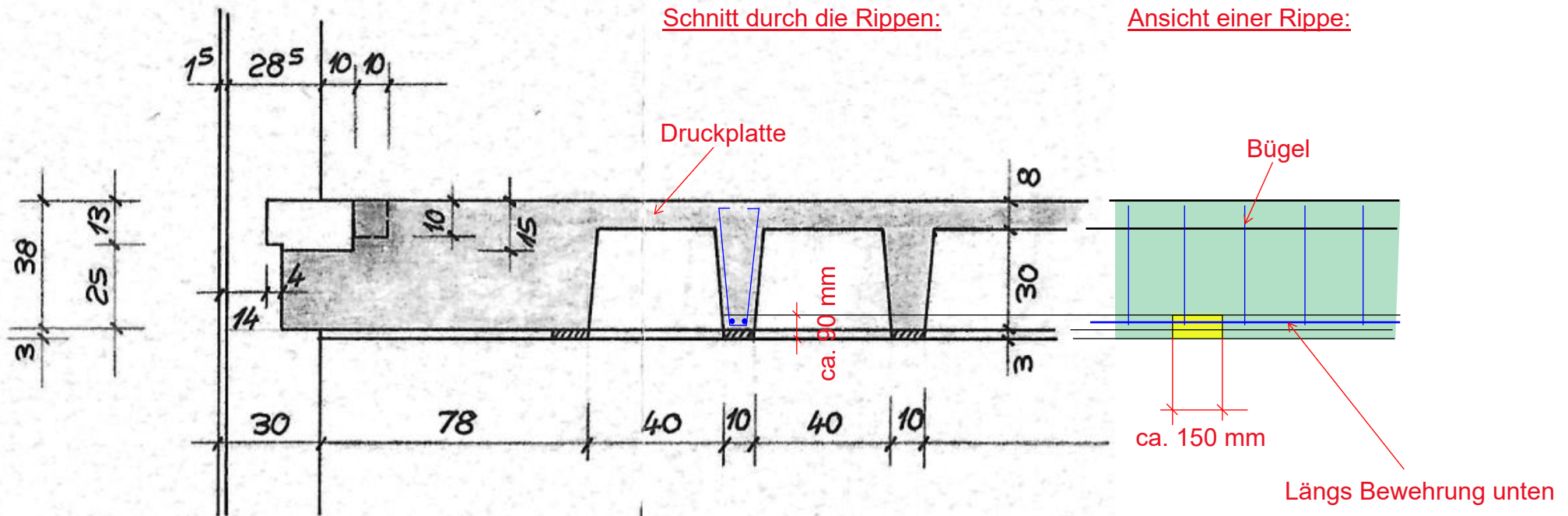
Erkundung der Decke über 2. OG, Material, System, Spannrichtung, Dicke

Erkundung der Wand im 2. OG, Material, Dicke, Aufbau

Erkundung der Beschaffenheit einer Rippe aus der Rippendecke



# Punkt A 1:20



Die Suchöffnung in den Rippen dient der Erkundung zur Lage der Bewehrung, Erkundung Durchmesser und Bestimmung der Betondeckung



**Vorgang:**

Im November 2025 wurden an verschiedenen Stellen im Gebäude, wo möglich da unter Betrieb, Suchöffnungen angelegt. Dabei wurde hauptsächlich der Altbau betrachtet. Im Anbau wurde zur Beurteilung der Decken eine Rippe im 1. Untergeschoss aufgestemmt.

Im Folgenden sind die Suchstellen Lage mäßig dargestellt und bezeichnet. Die Öffnungen werden im Weiteren bewertet und eine Fotodokumentation ist beigelegt.



6. Trennwand, Deckwand  
Foto 016

## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

1. UG  
Grundriss 200 / 100  
Maximale Bestuhlung Speisesaal

V Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

17. Stahlträger quer  
+ 3x und Decke  
8. Fotos 011 bis 015

5. Decke + Stütze  
Fotos 017 ÷ 022

4. Flurwand  
außen Gang → Fotos 026-028  
innen Flur → 11-023-025

3. Außenwand  
Fotos 029-031

9. Blick in den Gang, Foto 010

1. Decke über UA, Fotos 036 bis 039  
Rippe

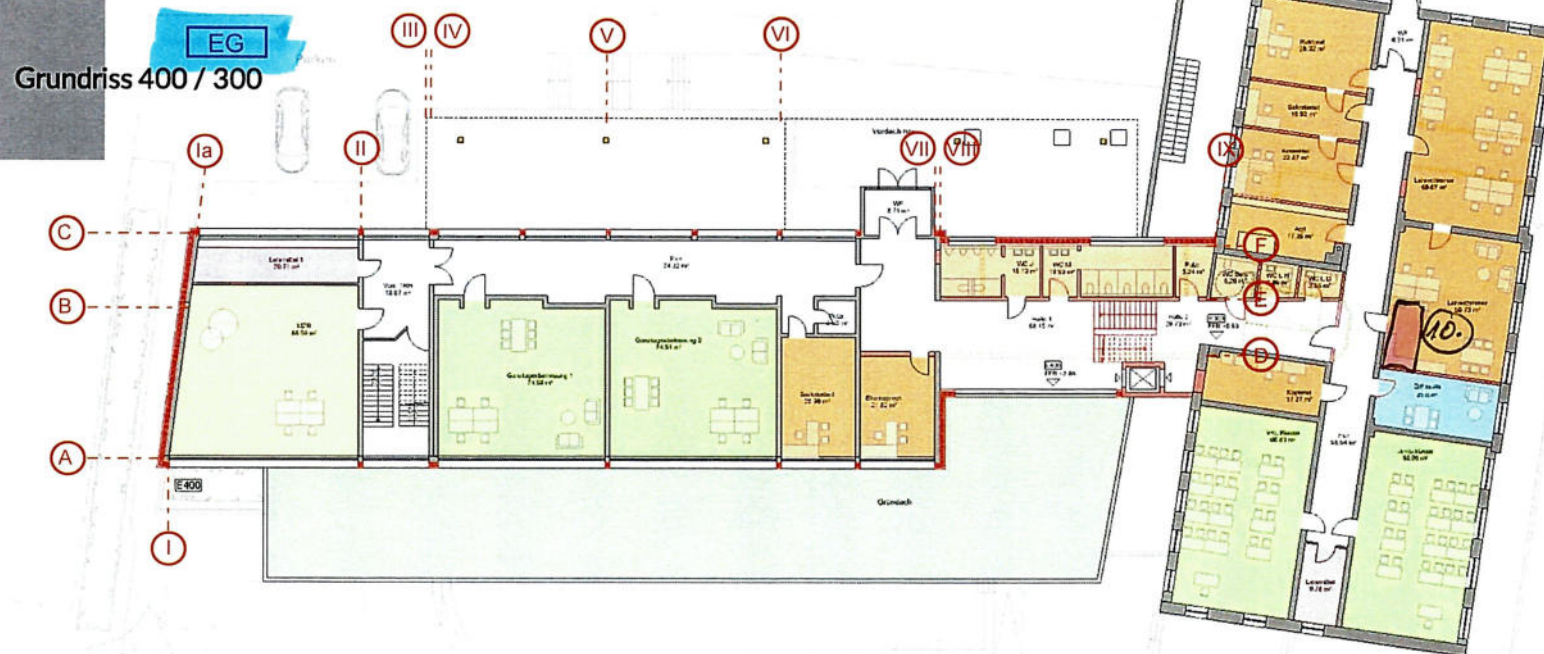
2. Decke Altbau  
3-002 032 bis 035, Fotos

Ortsfremde  
14.11.25 gg



## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1



Stelle 10 erkundet am 28.11.2025  
Fotos 40 und 41

morlock.architekten+generalplaner

⑩ Decke über ELG -> Klass.-zi.  
Foto 09  
-> noch weiter öffnen!

Orts termin  
14. 11. 25 gg'



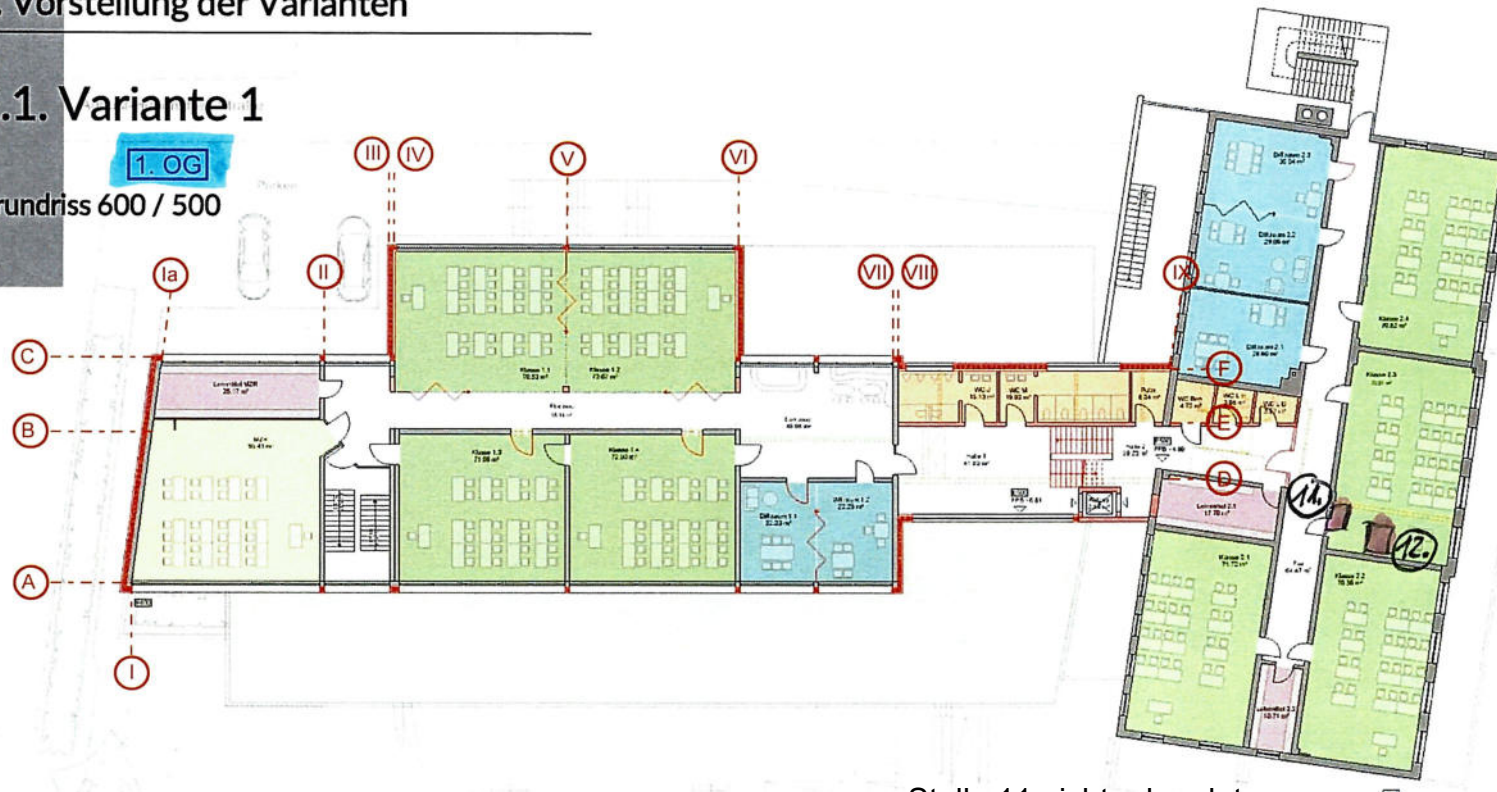
Ⓥ Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

1. OG

Grundriss 600 / 500



Stelle 11 nicht erkundet

11 Flurwand → noch erkunden!

12. Decke über Klassen zimmer → noch erkunden!

Stelle 12 erkundet am 28.11.2025

Fotos 42 bis 46

3-004

o.b. termin  
14.11.25 gg'



Ⓥ Achsenbezeichnung gemäß den Bestandsplänen zur Statik aus dem Jahr 1968

## 2. Vorstellung der Varianten

### 2.1. Variante 1

2. OG  
Grundriss 700 / 800



*Dach:*

*Fotos  
01 bis 08*

morlock.architekten+generalplaner

Stelle 12 nicht erkundet

*12.) Flurwand → noch erkunden!*

*o.k. Termin  
14.11.25 gg*

**Suchöffnung Nr. 1:  
Rippen des Anbaus**



Querkraftbewehrung  
Bügel

Zugbewehrung  
untere Lage

Foto Nummer 39 - Rippe von unten



Foto Nummer 38 - Rippe von unten quer

**Suchöffnung Nr. 1 - Blick von unten auf die Deckenöffnung:**

Querträger, bzw. Untergurt des wandartigen Trägers im EG



aufgestemmte Rippe

Rippe mit Holzleisten unten  
und setlicher Holzschalung

**Suchöffnung Nr. 2:  
Decke UG im Altbau**



Beton +  
Stahlträgerlage

Foto Nummer 35 - Blick von unten auf die Decke



Foto Nummer 34 - Blick von unten auf die Decke - Detail

**Suchöffnung Nr. 3:  
Außenwand Altbau**



Foto Nummer 29 - Ausbruch Material der Wand



Foto Nummer 31 - Detail der Wandöffnung, vorbetonierte Schale

**Suchöffnung Nr. 4:  
Flurwand Altbau**



Foto Nummer 32 - Ziegelmauerwerk

**Suchöffnung Nr. 5:  
Decken Altbau**



Stahlträger im Beton

Foto Nummer 17 - Blick von unten auf die Decke



Foto Nummer 20 - Detail der Deckenöffnung

**Suchöffnung Nr. 6:  
Querwand UG Altbau**



Foto Nummer 16 - Ziegelmauerwerk

**Suchöffnungen Nr. 7 und 8:  
Decke UG Altbau**

Stahlträgerlage in der Decke quer



Foto Nummer 14 - Suchschlitz quer



Abfangträger  
aus Stahl  
ca. HEB260

Foto Nummer 1 - Blickauf die Abfangträger unter der Decke

**Suchöffnung Nr. 10:  
Decke Klassenzimmer  
Altbau**

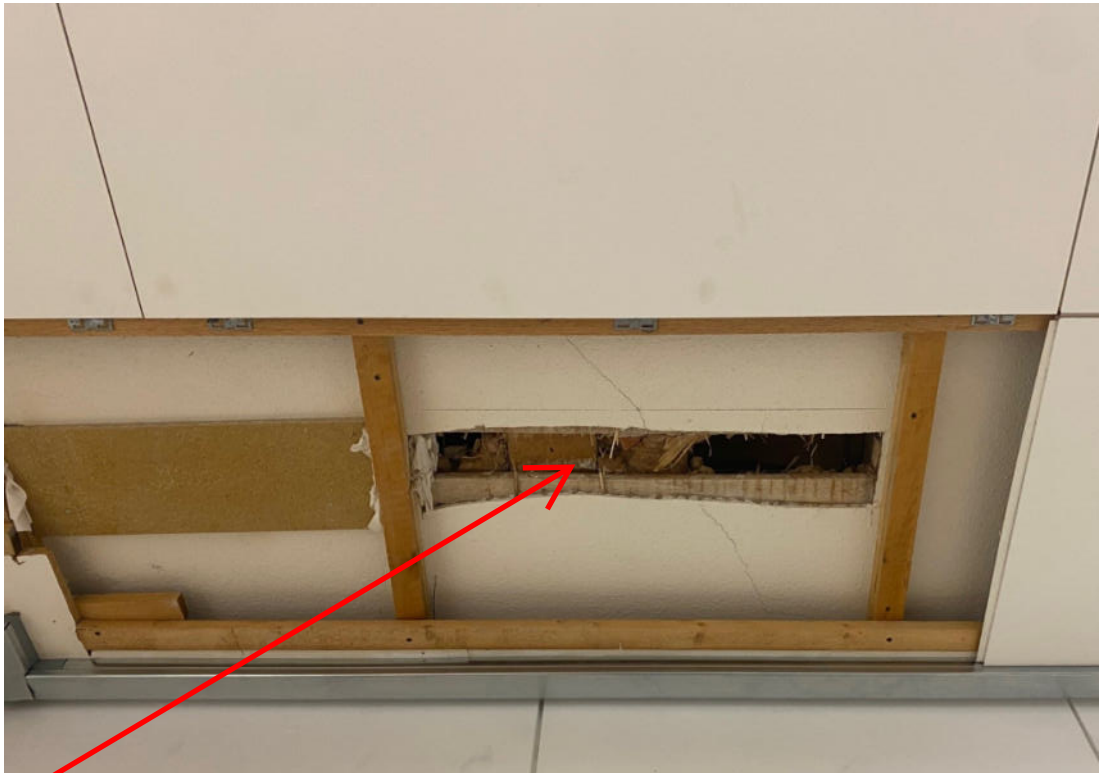


Foto Nummer 41 - Blick auf die Öffnung der Decke

Balkenlage und Lehmwickel



von oben - PVC, Hartfaserplatten  
Spelzen und Blindboden



**Suchöffnung Nr. 12:  
Decke Klassenzimmer  
Altbau**

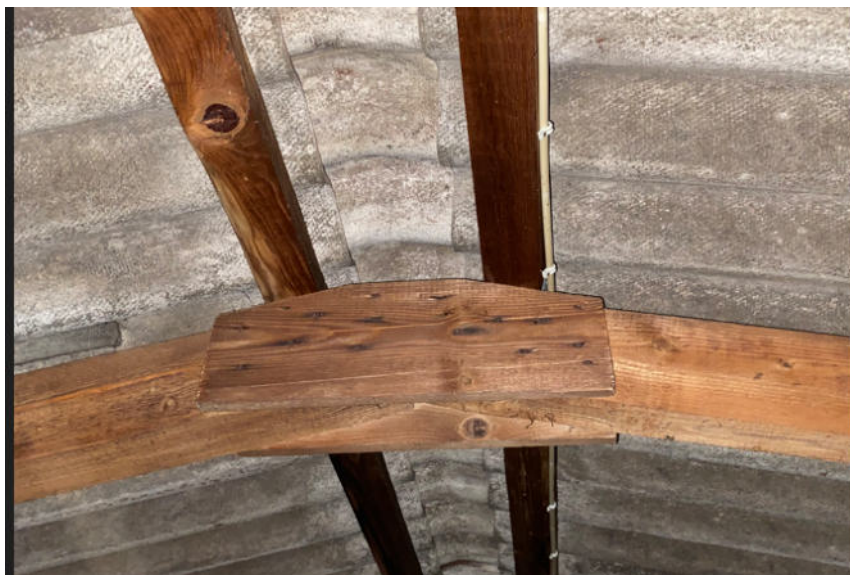


Foto Nummer 44 - Blick von unten auf die Deckenöffnung



Foto Nummer 46 - Detail zur Deckenkonstruktion

## Fotos zum Dachraum:





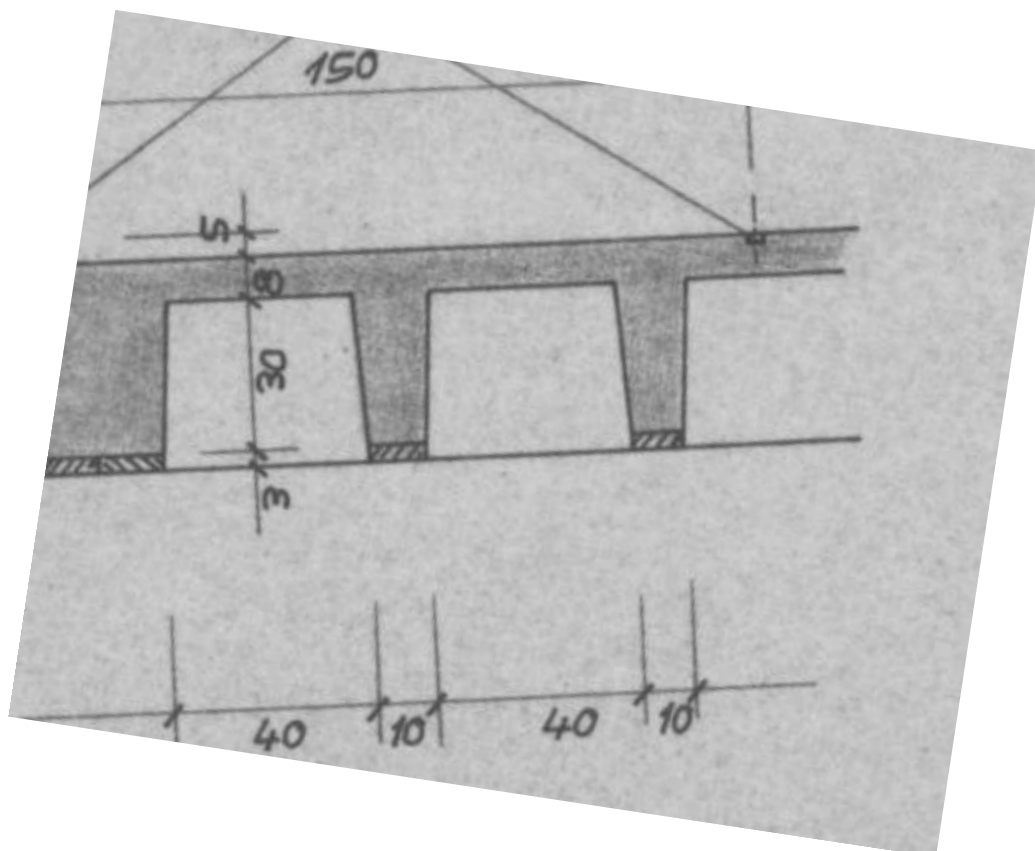


### 1.) Rippendecken im Anbau:

Querschnitt:



Aufmaß der Rippendecke vor Ort



Querschnitt nach Planunterlagen

Das Aufmaß der geöffneten Rippe entspricht den vorliegenden Planunterlagen. Es wurden keine gravierenden Abweichungen festgestellt.

Der Beton der Rippe war schwer zu lösen und zeigt eine homogene Struktur. Es handelt sich um Kiesbeton. Rund förmiges Zuschlagsmaterial ist zu erkennen. Abplatzungen oder Fehlstellen sind nicht zu sehen.

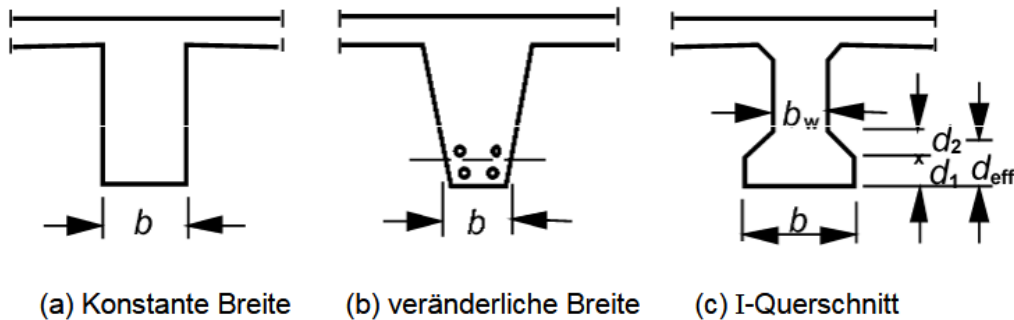
Die Bewehrung ist "leicht" rostig und in einem guten Zustand. Die Rippen der Zugbewehrung sind zu erkennen. Die Betondeckung zum senkrechten Bügel ist gering, ca. 10 mm. Die Deckung des Längsstabes wurde mit ca. 25 mm gemessen.

Nach den vorliegenden Plänen handelt es sich um einen Beton der Güte B225. Die Stahlgüte ist unbekannt.

Eine erste Betrachtung zur Tragwerksbemessung für den Brandfall hat folgende Einschätzung ergeben:

Nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 gelten folgende Grundsätze:

**AC**  $b_{\min}$  der Mindestwert der Balkenbreite nach Tabelle 5.5. **AC**



**Bild 5.4 — Definition der Maße für verschiedene Balkenquerschnitte**

**Tabelle 5.5 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch bestimmt gelagerte Balken aus Stahlbeton und Spannbeton**

| Feuerwiderstands-<br>standsklasse | Mindestmaße (mm)                                                                                                                    |           |            |            |                 |           |           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                   | Mögliche Kombinationen von $a$ und $b_{\min}$ ,<br>dabei ist $a$ der mittlere Achsabstand und<br>$b_{\min}$ die Mindestbalkenbreite |           |            |            | Stegdicke $b_w$ |           |           |
|                                   |                                                                                                                                     |           |            |            | Klasse WA       | Klasse WB | Klasse WC |
| 1                                 | 2                                                                                                                                   | 3         | 4          | 5          | 6               | 7         | 8         |
| R 30                              | $b_{\min} = 80$<br>$a = 25$                                                                                                         | 120<br>20 | 160<br>15* | 200<br>15* | 80              | 80        | 80        |
| R 60                              | $b_{\min} = 120$<br>$a = 40$                                                                                                        | 160<br>35 | 200<br>30  | 300<br>25  | 100             | 80        | 100       |
| R 90                              | $b_{\min} = 150$<br>$a = 55$                                                                                                        | 200<br>45 | 300<br>40  | 400<br>35  | 110             | 100       | 100       |

Die vorhandene Balkenbreite der Rippendecken beträgt ca. 100 mm. Es wurde ein Achsabstand der Bewehrung zum Bauteilrand von ca. 30 mm gemessen.

In einer ersten Abschätzung können die Deckensysteme ungefähr in die Feuerwiderstandsklasse R30 eingestuft werden. Für Gebäudeklasse 5 als Schule ist sicherlich R90 erforderlich.

Mit Verstärkungsmaßnahmen hinsichtlich der Tragfähigkeit und zum Brandschutz ist zu rechnen.

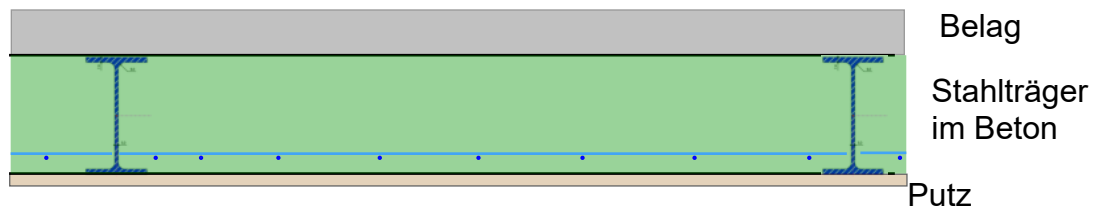
## 2.) Stahlträgerdecken im UG im Altbau:

Bei der Erkundung wurden Stahlträger im Beton erkannt. Der Querabstand der Träger beträgt ca. 1,30 m nach Aufmaß.

Der Flansch der Stahlträger liegt direkt unterhalb des ca. 10 mm starken Putzes. Für eine Anforderung R90 ist die Konstruktion nicht ausgelegt.

Der Querschnitt, Stahlgüte und Betongüte sowie eingelegte Bewehrung sind unbekannt. Eine Nachrechnung zur Tragfähigkeit kann nicht durchgeführt werden.

Mit Verstärkungsmaßnahmen hinsichtlich der Tragfähigkeit und Brandschutz ist zu rechnen.



vermutlicher Querschnitt der Stahlträgerdecke

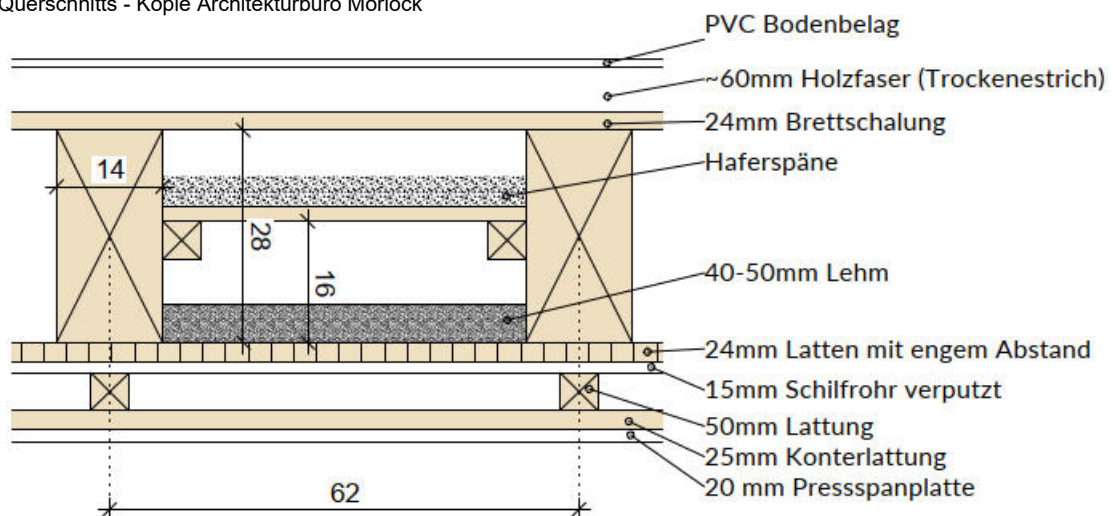
## 3.) Rippendecken im Anbau - Bereich Klassenzimmer:

Folgender Querschnitt wurde erkundet:

Das Holz wurde trocken und in einem guten Zustand vorgefunden.

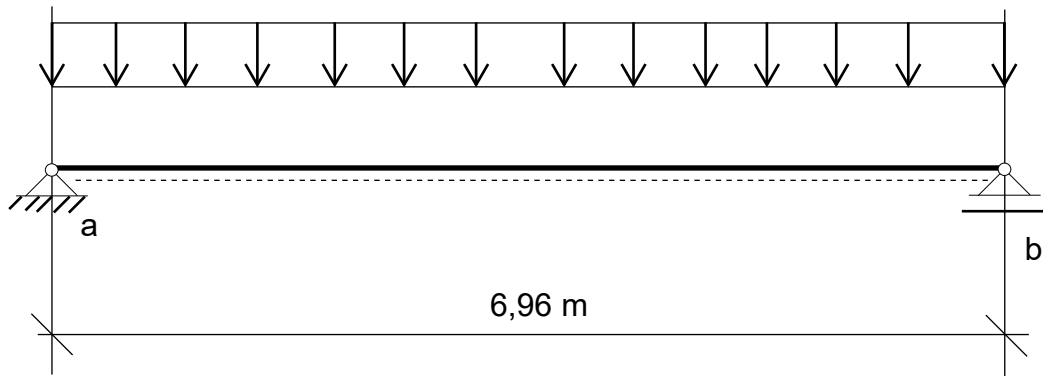
### Deckenaufbau Bestand

Querschnitts - Kopie Architekturbüro Morlock





Statisches System der Decken - maximale Stützweite:



$$L_{st} = 6,8 + 1/3 \times 0,24 \times 2 = 6,96 \text{ m !}$$

### Bemessung:

Holz --> Ansatz NH C24, entspricht der "alten" Güteklasse II

Hölzer 140/280 mm im Abstand  $e = 620 \text{ mm}$

Eigengewicht Ausbau  $g = 2,0 \text{ kN/m}^2$ . Balken werden Programm intern berücksichtigt.

Nutzlastansatz:  $q = 3,50 \text{ kN/m}^2$  wie Bestand Ausbau. dort sind  $350 \text{ kg/m}^2$  genannt.

Siehe EDV Programm Frilo DLT+ auf den folgenden Seiten.

Auszug Schalplan Bestand mit Angabe der Nutzlast für die Decke



### 3.5 Position: D1 Decken der Klassenzimmer - Altbau

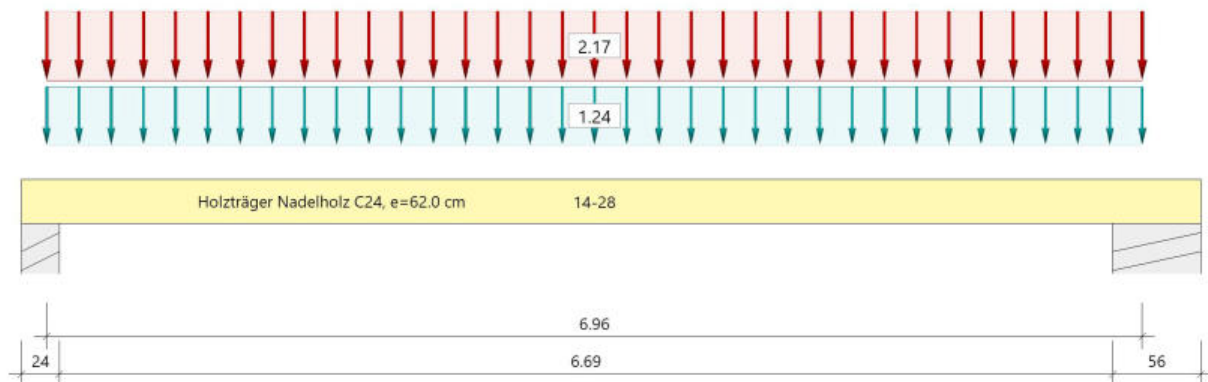
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-4)

#### Grundparameter

Holzträger (e = 62.0 cm) Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

#### System

#### Systembild



#### Material

##### Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

|  | $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|--|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | 24.00<br>4.00                                  | 14.50<br>21.00                                     | 0.40<br>2.50                                         | 11000<br>7400                                      | 370<br>247                                           | 690<br>460                                     | 350<br>420                                   |

$f_{m,k}$  : charakteristischer Wert der Biegefestigkeit  
 $f_{t,0,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{t,90,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{mean}$  : Mittelwert des Schubmoduls  
 $\rho_k$  : charakteristischer Wert der Rohdichte  
 $f_{v,k}$  : charakteristischer Wert der Schubfestigkeit  
 $f_{c,0,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{c,90,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,05}$  : 5%-Fraktilewert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,05}$  : 5%-Fraktilewert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{05}$  : 5%-Fraktilewert des Schubmoduls  
 $\rho_m$  : Mittelwert der Rohdichte

#### Geometrie

##### Querschnitte

| Name  | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 14-28 | 25611                       | 6403                        | 1829                        | 915                         | 392.0                   |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | Breite<br>[cm] | Tiefe<br>[cm] | $k_{c90}$ | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|----------------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                |               |           |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | 24.0           | 12.0          | 1.00      | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 6.96     | 56.0           | 12.0          | 1.00      | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten aus Flächenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | W2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 6.96      |           | 2.00                       |                            | Nein               | ständig |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 6.96      |           | 3.50                       |                            | Ja                 | Kat. C  |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung    |
|----|----------------|
| 1  | Abstand 0,62 m |
| 2  | Abstand 0,62 m |

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand  $e = 0.62$  m multipliziert.

**Eigengewicht**Gesamtgewicht = 115 kg mit  $\gamma = 4.20$  kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ | KLED |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     | kurz |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

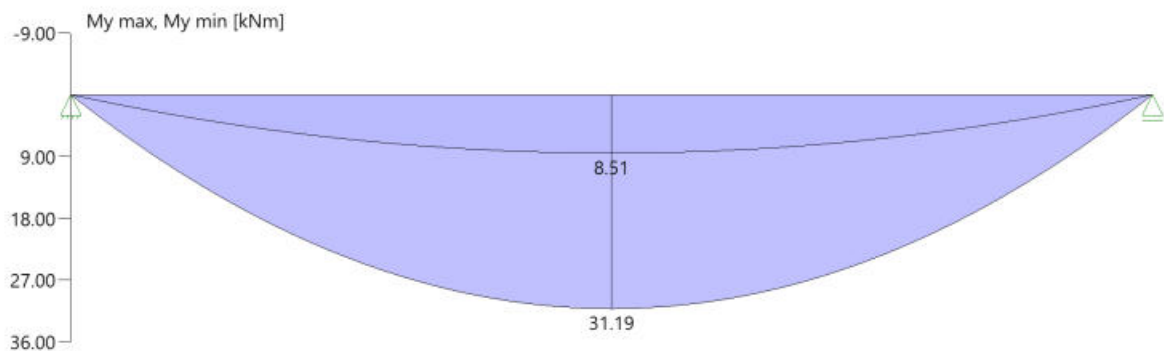
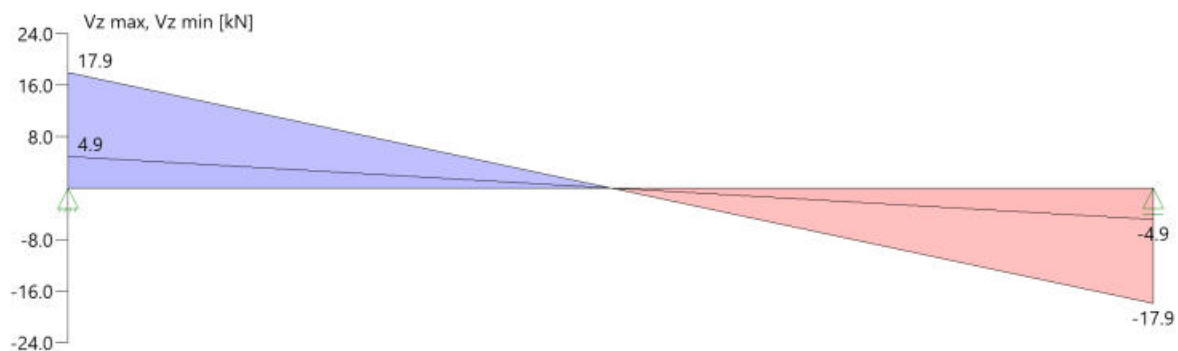
|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08                                          |
| Basis                               | : | EN 1995-1-1/A2:2014                                                 |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| KLED bei Wind                       | : | sehr kurz                                                           |

**Bemessungsparameter Holz**

|                        |          |                                                     |                        |
|------------------------|----------|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Nutzungsklasse         | 1        | : geschlossen und beheizt<br>rel. Luftfeuchte ~ 65% | Ausgleichfeuchte < 12% |
| Heissbemessung         | :        | keine Vorgabe                                       |                        |
| Feuerwiderstandsklasse | R30      | Abbrand allseitig                                   |                        |
| Abbrandraten nach Norm | =        | 0,80 mm/min                                         |                        |
| Schubspannungen        | =        | Tau mit red. Q                                      |                        |
| Anfangsdurchbiegung    | Winst    | =                                                   | $l/300$                |
| Enddurchbiegung        | Wnet,fin | =                                                   | $l/300$                |
|                        | Wfin     | =                                                   | $l/200$                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation   | $\eta_{\text{Biegung}}$ | $\eta_{\text{Schub}}$ | $\eta_{c,90}$ | $\eta_{\text{Stabi}}$ | $\eta_{\text{Verformung}}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|
| Tragfähigkeit                                                                     | ständig/vorübergehend | 1.03!                   | 0.44                  | 0.32          | 1)                    |                            |
| Tragfähigkeit                                                                     | Brand                 | 0.78                    | 0.30                  | -             | 1)                    |                            |
| Gebrauchstauglichkeit                                                             | charakteristisch      |                         |                       |               |                       | 2.02!                      |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                       |                         |                       |               |                       |                            |

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen****Umhüllende der Momente****Umhüllende der Querkräfte**

**Schnittgrößen**

| Feld   | $x_{rel}$<br>[m] | $x$<br>[m] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | Lk |
|--------|------------------|------------|---------------------|--------------------|----|
| Feld 1 | 0.00             | 0.00       | 0.00                | 17.9               | 2  |
|        | 0.00             | 0.00       | 0.00                | 4.9                | 8  |
|        | 3.48             | 3.48       | 31.19               | 0.0                | 2  |
|        | 6.96             | 6.96       | 0.00                | -4.9               | 8  |
|        | 6.96             | 6.96       | 0.00                | -17.9              | 2  |

**Biegung**

| Feld   | $x$<br>[m] | $M_{y,d}$<br>[kNm] | $\sigma_{myd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $k_{crit,y}$ | $k_{h,My}$ | $k_{mod}$ | $f_{m,y,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|--------|------------|--------------------|----------------------------------------|--------------|------------|-----------|-------------------------------------|--------|----|
| Feld 1 | 3.48       | 31.19              | 17.05                                  | 1.00         | 1.00       | 0.90      | 16.62                               | 1.03   | 2  |

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

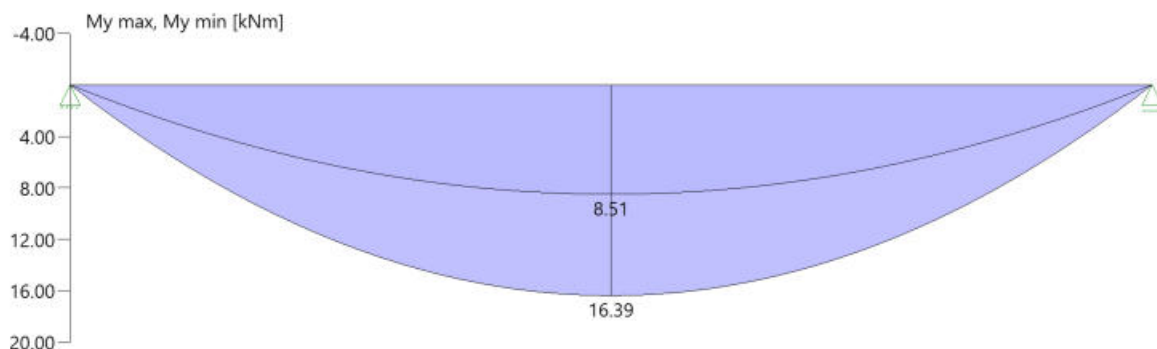
| Stütze<br>[Nr] |        | $x_{rel}$<br>[m] | $x_{abs}$<br>[m] | $V_{z,d}$<br>[kN] | $\tau_d$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $k_{mod}$ | $f_{v,z,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|----------------|--------|------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|-----------|-------------------------------------|--------|----|
| 1              | rechts | 0.36             | 0.36             | 16.1              | 0.62                             | 0.90      | 2.77                                | 0.44   | 2  |
| 2              | links  | 0.47             | 6.49             | -15.5             | -0.59                            | 0.90      | 2.77                                | 0.43   | 2  |

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

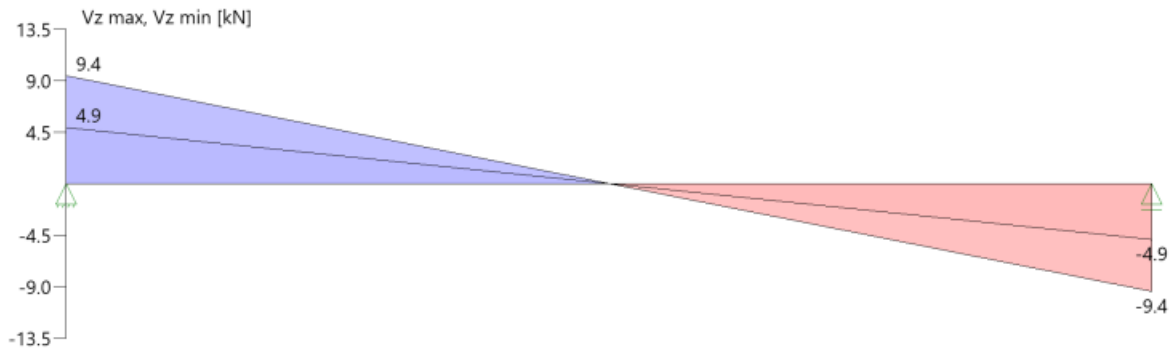
**Auflagerpressung**

| Stütze | $b_{eff}$<br>[cm] | $d_{eff}$<br>[cm] | max F<br>[kN] | $\sigma_{c,90,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $k_{c90}$ | $k_{mod}$ | $f_{c,90,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|--------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------|----|
| 1      | 27.0*             | 12.0              | 17.9          | 0.55                                      | 1.00      | 0.90      | 1.73                                 | 0.32   | 2  |
| 2      | 59.0*             | 12.0              | 17.9          | 0.25                                      | 1.00      | 0.90      | 1.73                                 | 0.15   | 2  |

\* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

**Tragsicherheit - Lastkombination Brand****Schnittgrößen****Umhüllende der Momente**

## Umhüllende der Querkräfte



## Schnittgrößen

| Feld   | Xrel<br>[m] | X<br>[m] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|---------------------|--------------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 9.4                | 4  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 4.9                | 3  |
|        | 3.48        | 3.48     | 16.39               | 0.0                | 4  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00                | -4.9               | 3  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00                | -9.4               | 4  |

## Biegung

| Feld   | x<br>[m] | b<br>[cm] | d<br>[cm] | V | $M_{y,d}$<br>[kNm] | $\sigma_{myd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $k_{crit,y}$ | $k_{h,My}$ | $k_{mod}$ | $f_{m,y,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|--------|----------|-----------|-----------|---|--------------------|----------------------------------------|--------------|------------|-----------|-------------------------------------|--------|----|
| Feld 1 | 3.48     | 9.2       | 23.2      | E | 16.39              | 19.86                                  | 1.00         | 1.00       | 0.85      | 25.45                               | 0.78   | 4  |

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.  
Q = Verfahren mit reduzierten Querschnitten, E = Verfahren mit reduzierten Eigenschaften

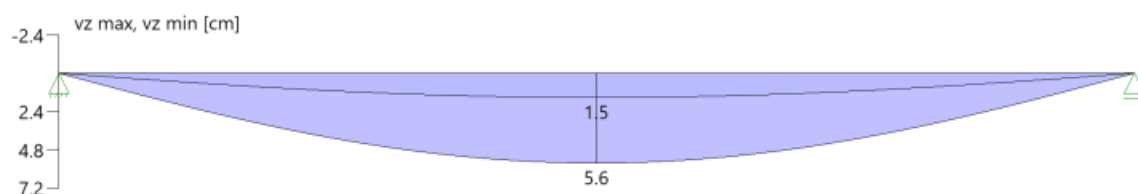
## Schub

| Stütze<br>[Nr] |        | Xrel<br>[m] | Xabs<br>[m] | $V_{z,d}$<br>[kN] | $\tau_d$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{v,z,d}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|----------------|--------|-------------|-------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------|----|
| 1              | rechts | 0.36        | 0.36        | 8.4               | 0.74                             | 5.00                                | 0.30   | 4  |
| 2              | links  | 0.47        | 6.49        | -8.2              | -0.72                            | 5.00                                | 0.29   | 4  |

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

## Verformungen

## Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



### Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | l <sub>eff</sub><br>[m] | Stelle<br>[m] | Nachweis |   | W <sub>g</sub> | W <sub>q</sub> | W   | W <sub>lim</sub> | η          | Lk |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------|---|----------------|----------------|-----|------------------|------------|----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |               |          |   | [cm]           |                |     |                  |            |    |
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6.96                    | 3.48          | inst     | z | 1.5            | 2.4            | 3.9 | 2.3              | 1.67 > 1 ! | 5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6.96                    | 3.48          | net,fin  | z | 2.4            | 2.3            | 4.7 | 2.3              | 2.02 > 1 ! | 7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6.96                    | 3.48          | fin      | z | 2.4            | 3.2            | 5.6 | 3.5              | 1.62 > 1 ! | 6  |
| <div><div><div>l<sub>eff</sub></div><div>Stelle</div><div>Nachweis</div><div>W<sub>g</sub></div><div>W<sub>q</sub></div><div>W</div><div>W<sub>lim</sub></div><div>η</div><div>Lk</div></div><div><div>: effektive Länge</div><div>: Stelle der Durchbiegung</div><div>: Anfangs-/Endverformung (Richtung)</div><div>: Verformung infolge ständiger Last</div><div>: Verformung infolge veränderlicher Last</div><div>: Verformung gesamt</div><div>: zulässige Verformung</div><div>: Ausnutzungsgrad</div><div>: Nr. der Lastkombination</div></div></div> |                         |               |          |   |                |                |     |                  |            |    |

### Schwingungsnachweis

Schwingungsnachweis Feld1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08  
 Beim Schwingungsnachweis sind alle Lasten berücksichtigt.

Nachweis Eigenfrequenz                      m = 437 kg/m<sup>2</sup>  
 Balken: 14-28                                      EI = 2.817 MNm<sup>2</sup>  
 Trägerabstand                                    e = 62.0 cm  
                                                             f<sub>0</sub> = 3.31 Hz

Durchbiegung infolge Einzellast F  
                                                             wF = 2.49 mm/kN-> schlechteres Verhalten\*  
 \*: Verhaltenscharakteristik entsprechend EN 1995-1-1 Bild 7.2.

Schwinggeschwindigkeit infolge Einheitsimpuls  $v \leq b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
 modaler Dämpfungsbeiwert                      K<sub>si</sub> = 0.010  
 Beiwert                                                      b = 72.60  
                                                                     zul v = 0.0159 m / (Ns ^ 2)  
                                                                     γ = 1.00  
                                                                     v = 0.0010 m / (Ns ^ 2)  
                                                                     η = 0.06

Schwinggeschwindigkeit infolge Tritt  $v \leq 6 \cdot b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
                                                                     zul v = 0.0952 m/sec  
                                                                     γ = 1.00  
                                                                     v = 0.0554 m/sec  
                                                                     η = 0.58

Beschleunigung                                      zul a = 0.1000 m/sec<sup>2</sup> Wohlbefinden  
                                                                     a = 2.9727 m/sec<sup>2</sup>  
                                                                     η = 29.73

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | R <sub>z,min</sub><br>[kN/m] | R <sub>z,max</sub><br>[kN/m] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm/m] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm/m] |
|----|----------|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>12.18                |                               |                               |
| 2  | 6.96     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>12.18                |                               |                               |

### Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

| generierte Last | Feld | Ewg     | orig. Last | W1   | W2   | A<br>[m] | L<br>[m] |
|-----------------|------|---------|------------|------|------|----------|----------|
| L 1             | *    | ständig | 1          | 1.24 | 1.24 | 0.00     | 6.96     |
| L 2             | 1    | Kat. C  | 2          | 2.17 | 2.17 | 0.00     | 6.96     |

| gen. Last    | Lk 2        | Lk 3 | Lk 4 | Lk 5        | Lk 6        | Lk 7 | Lk 8 |
|--------------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|------|
| L 1          | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |
| L 2          | <b>1.50</b> |      | 0.60 | <b>1.00</b> | <b>1.36</b> | 0.96 |      |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |

Der Verformungsbeiwert  $k_{def} = 0.60$  ist in den Faktoren der Kombinationen zur Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt.

**Ergebnis:****GZT - Grenzzustand der Tragfähigkeit:**

Die vorhandene Balkenträgerdecke mit Querschnitt  $b/h = 14/28\text{cm}$ ,  $e = 62\text{ cm}$  kann für das ermittelte Eigengewicht und einer angesetzten Nutzlast von  $350\text{ kg/m}^2$  gerade nachgewiesen werden. Die Ausnutzung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach den heute gültigen Normen beträgt  $103\%$ , also knapp überschritten.

Nach aktueller DIN EN 1991-1-1 (12.2010) sind Schulräume bzw. Flächen mit Tischen und Stühlen in die Kategorie C1 - Flächen mit Ansammlungen von Personen - einzuteilen. Für diese Kategorie ist eine Nutzlast von  $300\text{ kg/m}^2$  anzusetzen. Bei diesem Ansatz ist die Tragfähigkeit eingehalten ( $98\%$ ).

**GZG - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:**

Betrachtet man den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, so liegen wir nach den heutigen zulässigen Grenzwerten bei einer Ausnutzung von  $202\%$ , also sehr deutlich darüber. Es ergab sich in der Nachrechnung eine rechnerische Durchbiegung von maximal  $4,7\text{ cm}$ . Das System kann als sehr "weich" bezeichnet werden.

**Schwingungen:**

Ebenso stellt es sich mit den zulässigen Schwingungen dar. Diese sind für das vorliegende Einfeldsystem bei weitem überschritten. Es ergibt sich eine Eigenfrequenz von ca.  $3,3\text{ Hz}$ , was deutlich über den empfohlenen Werten von  $6$  bzw.  $8\text{ Hz}$  liegt. Die Ausnutzung liegt rechnerisch bei  $\eta = 29$ .

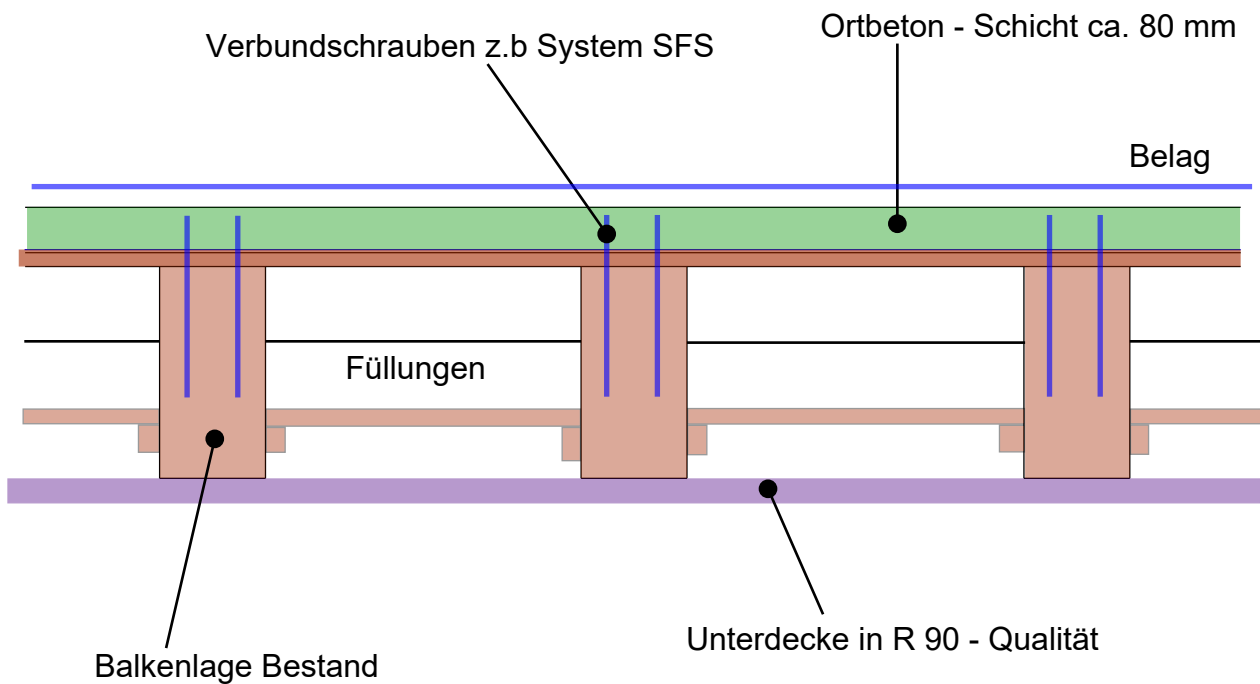
**Brandschutz:**

Für den vorhandenen Deckenquerschnitt konnte in einer ersten Berechnung die Feuerwiderstandsklasse R30 über den Abbrand nachgewiesen werden. Verkleidungen und Schutzschichten sind dabei noch nicht berücksichtigt. Eine erforderliche Widerstandsklasse R90 wird jedoch sicherlich nicht erreicht. Die dafür erforderlichen bzw. notwendigen Aufbauten können das Eigengewicht der Decke deutlich erhöhen, was sich auf die oben genannte Tragfähigkeit der Decken auswirkt. Nachweise sind dabei zu führen.

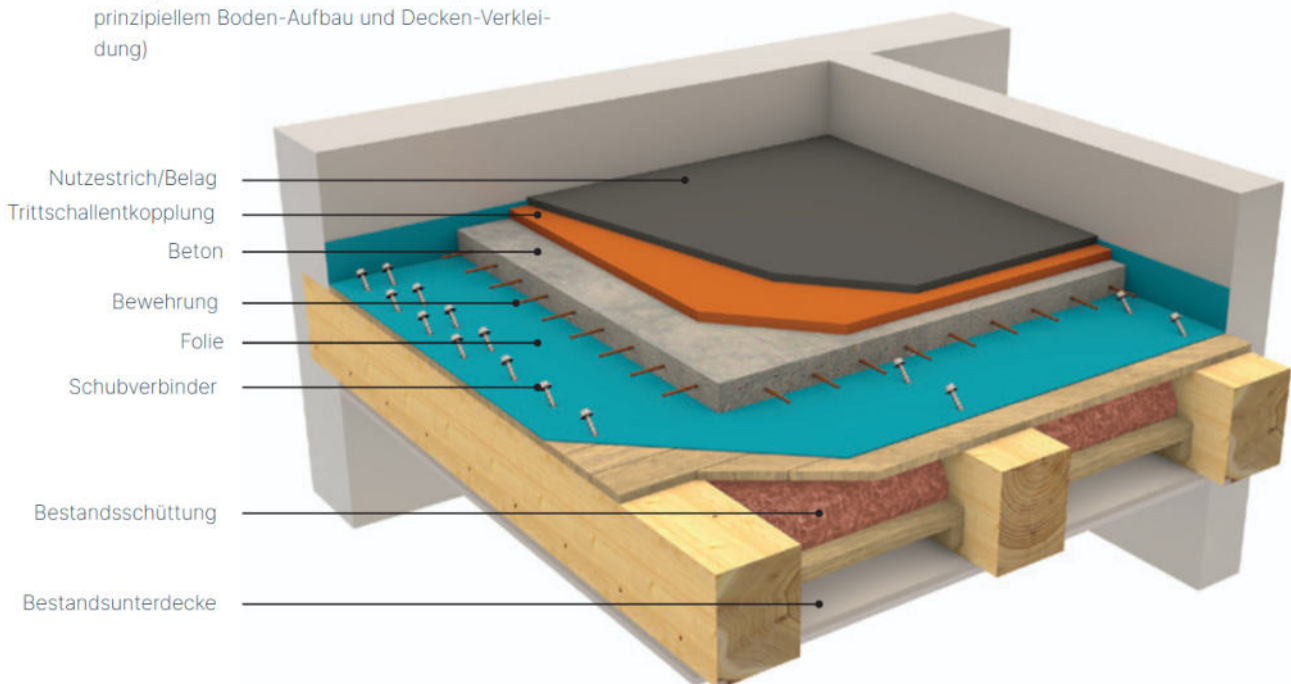
Wie im Kapitel Brandschutz beschrieben ist im weiteren Verlauf der Planungen ein Brandschutz Gutachter einzuschalten.

Für die vorhandenen Holzdecken sind Verstärkungen mit einzuplanen. Ein Vorschlag dazu wäre z.B. unterseitig eine R90 - Decke anzubringen und oberseitig mit einer Betonplatte im Verbund die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit zu

### Beispiel für die HBV - Decke:



HBV-System Standarddecke »HBV-S« (mit  
prinzipiellem Boden-Aufbau und Decken-Verklei-  
dung)



Beispiel Firma Elascor - Verbund Fibel - Quelle

### 3.5 Position: D1 - 3,5 Decken der Klassenzimmer - Altbau

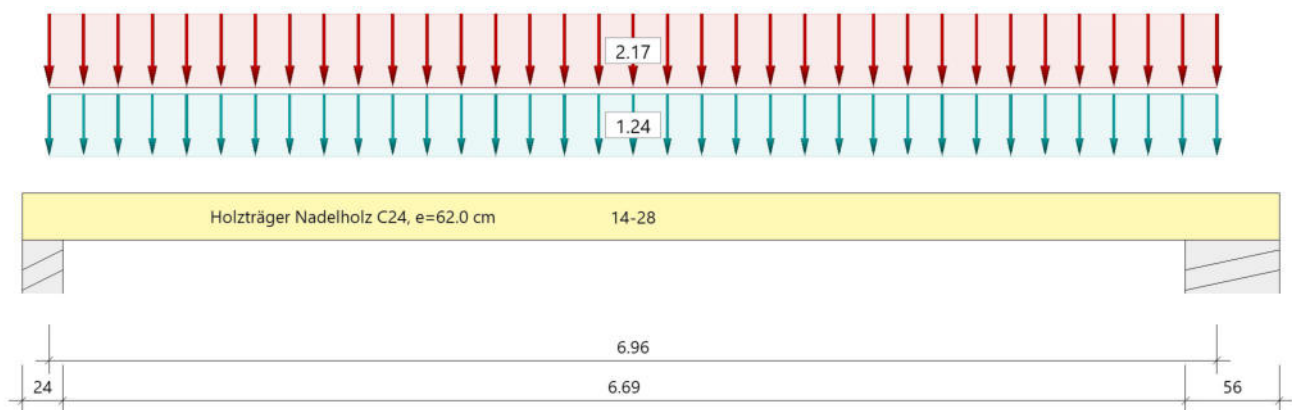
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-4)

#### Grundparameter

Holzträger (e = 62.0 cm) Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

#### System

##### Systembild



#### Material

##### Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

| $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 24.00<br>4.00                                  | 14.50<br>21.00                                     | 0.40<br>2.50                                         | 11000<br>7400                                      | 370<br>247                                           | 690<br>460                                     | 350<br>420                                   |

$f_{m,k}$  : charakteristischer Wert der Biegefestigkeit  
 $f_{t,0,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{t,90,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{mean}$  : Mittelwert des Schubmoduls  
 $\rho_k$  : charakteristischer Wert der Rohdichte  
 $f_{v,k}$  : charakteristischer Wert der Schubfestigkeit  
 $f_{c,0,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{c,90,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{05}$  : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls  
 $\rho_m$  : Mittelwert der Rohdichte

#### Geometrie

##### Querschnitte

| Name  | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 14-28 | 25611                       | 6403                        | 1829                        | 915                         | 392.0                   |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | Breite<br>[cm] | Tiefe<br>[cm] | k <sub>c90</sub> | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|----------------|---------------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                |               |                  |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | 24.0           | 12.0          | 1.00             | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 6.96     | 56.0           | 12.0          | 1.00             | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten aus Flächenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | W2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | wirkt<br>Feldweise | EG                | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 6.96      |           | 2.00                       |                            | Nein               | ständig<br>Kat. C |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 6.96      |           | 3.50                       |                            | Ja                 |                   |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung    |
|----|----------------|
| 1  | Abstand 0,62 m |
| 2  | Abstand 0,62 m |

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.62 m multipliziert.

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 115 kg mit  $\gamma = 4.20 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ | KLED |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     | kurz |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08                                          |
| Basis                               | : | EN 1995-1-1/A2:2014                                                 |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgekategorie              | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| KLED bei Wind                       | : | sehr kurz                                                           |

**Bemessungsparameter Holz**

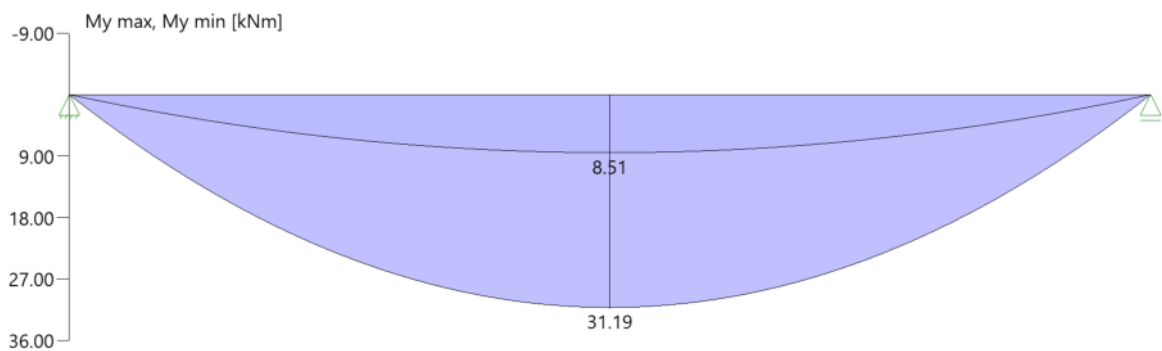
|                        |               |                                                     |                        |
|------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Nutzungsklasse         | 1             | : geschlossen und beheizt<br>rel. Luftfeuchte ~ 65% | Ausgleichfeuchte < 12% |
| Heissbemessung         | :             | keine Vorgabe                                       |                        |
| Feuerwiderstandsklasse | R30           | Abbrand allseitig                                   |                        |
| Abbrandraten nach Norm | =             | 0,80 mm/min                                         |                        |
| Schubspannungen        | =             | Tau mit red. Q                                      |                        |
| Anfangsdurchbiegung    | $w_{inst}$    | = $l/300$                                           |                        |
| Enddurchbiegung        | $w_{net,fin}$ | = $l/300$                                           |                        |
|                        | $w_{fin}$     | = $l/200$                                           |                        |

**Zusammenfassung**

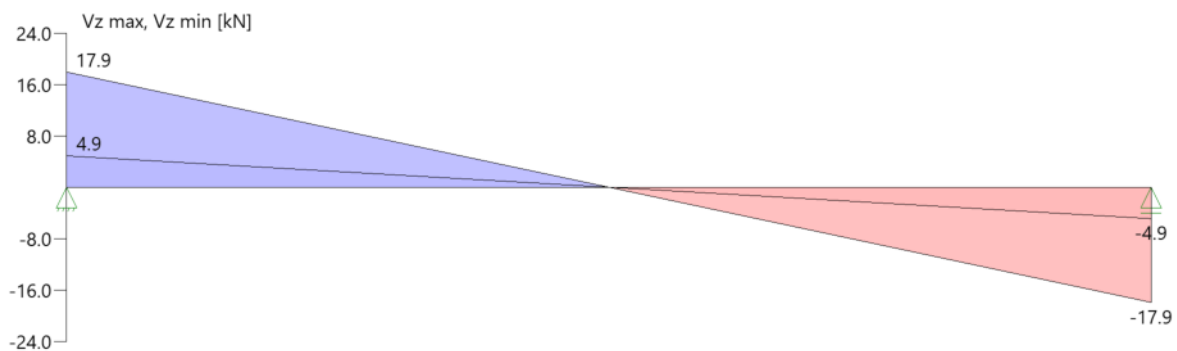
| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation   | $\eta_{Biegung}$ | $\eta_{Schub}$ | $\eta_{c,90}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit                                                                     | ständig/vorübergehend | 1.03!            | 0.44           | 0.32          | 1)             |                     |
| Tragfähigkeit                                                                     | Brand                 | 0.78             | 0.30           | -             | 1)             |                     |
| Gebrauchstauglichkeit                                                             | charakteristisch      |                  |                |               |                | 2.02!               |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                       |                  |                |               |                |                     |

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

## Umhüllende der Momente



## Umhüllende der Querkräfte



**Schnittgrößen**

| Feld   | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | M <sub>y,Ed</sub><br>[kNm] | V <sub>z,Ed</sub><br>[kN] | Lk |
|--------|-------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----|
| Feld 1 | 0.00                    | 0.00     | 0.00                       | 17.9                      | 2  |
|        | 0.00                    | 0.00     | 0.00                       | 4.9                       | 8  |
|        | 3.48                    | 3.48     | 31.19                      | 0.0                       | 2  |
|        | 6.96                    | 6.96     | 0.00                       | -4.9                      | 8  |
|        | 6.96                    | 6.96     | 0.00                       | -17.9                     | 2  |

**Biegung**

| Feld   | x<br>[m] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | σ <sub>myd</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>crit,y</sub> | k <sub>h,My</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|--------|----------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------------|------|----|
| Feld 1 | 3.48     | 31.19                     | 17.05                                    | 1.00                | 1.00              | 0.90             | 16.62                                      | 1.03 | 2  |

Der Beiwert k<sub>h</sub> wurde bei der Berechnung von f<sub>myd</sub> nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

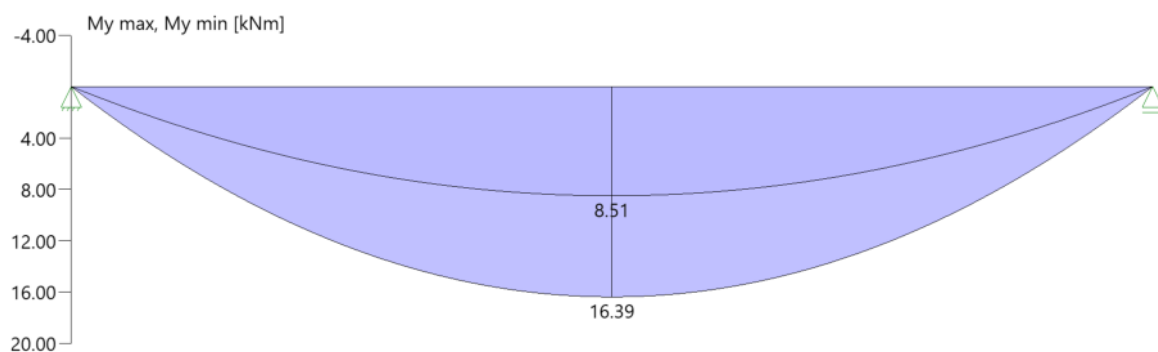
| Stütze<br>[Nr] |        | X <sub>rel</sub><br>[m] | X <sub>abs</sub><br>[m] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>mod</sub> | f <sub>v,z,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|----------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------|----|
| 1              | rechts | 0.36                    | 0.36                    | 16.1                     | 0.62                                   | 0.90             | 2.77                                       | 0.44 | 2  |
| 2              | links  | 0.47                    | 6.49                    | -15.5                    | -0.59                                  | 0.90             | 2.77                                       | 0.43 | 2  |

Der Beiwert k<sub>cr</sub> = 0.50 wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

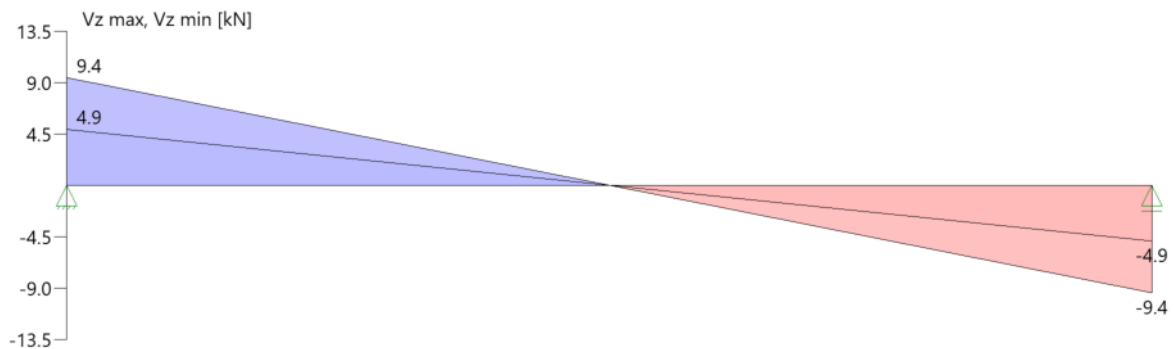
**Auflagerpressung**

| Stütze | b <sub>eff</sub><br>[cm] | d <sub>eff</sub><br>[cm] | max F<br>[kN] | σ <sub>c,90,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>c90</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>c,90,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|--------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------------------|------|----|
| 1      | 27.0*                    | 12.0                     | 17.9          | 0.55                                        | 1.00             | 0.90             | 1.73                                        | 0.32 | 2  |
| 2      | 59.0*                    | 12.0                     | 17.9          | 0.25                                        | 1.00             | 0.90             | 1.73                                        | 0.15 | 2  |

\* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

**Tragsicherheit - Lastkombination Brand****Schnittgrößen****Umhüllende der Momente**

## Umhüllende der Querkräfte



## Schnittgrößen

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | My,Ed<br>[kNm] | Vz,Ed<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|----------------|---------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00           | 9.4           | 4  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00           | 4.9           | 3  |
|        | 3.48        | 3.48     | 16.39          | 0.0           | 4  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00           | -4.9          | 3  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00           | -9.4          | 4  |

## Biegung

| Feld   | x<br>[m] | b<br>[cm] | d<br>[cm] | V | My,d<br>[kNm] | $\sigma_{myd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | kcrit,y | kh,My | kmod | f <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|--------|----------|-----------|-----------|---|---------------|----------------------------------------|---------|-------|------|--------------------------------------------|--------|----|
| Feld 1 | 3.48     | 9.2       | 23.2      | E | 16.39         | 19.86                                  | 1.00    | 1.00  | 0.85 | 25.45                                      | 0.78   | 4  |

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.  
Q = Verfahren mit reduzierten Querschnitten, E = Verfahren mit reduzierten Eigenschaften

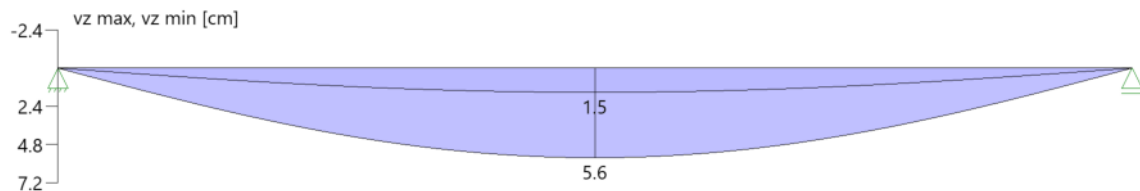
## Schub

| Stütze<br>[Nr] |        | Xrel<br>[m] | Xabs<br>[m] | Vz,d<br>[kN] | $\tau_d$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>v,z,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|----------------|--------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------|--------|----|
| 1              | rechts | 0.36        | 0.36        | 8.4          | 0.74                             | 5.00                                       | 0.30   | 4  |
| 2              | links  | 0.47        | 6.49        | -8.2         | -0.72                            | 5.00                                       | 0.29   | 4  |

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

## Verformungen

## Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



**Nachweis der Gebrauchstauglichkeit**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | l <sub>eff</sub><br>[m] | Stelle<br>[m] | Nachweis |   | W <sub>g</sub> | W <sub>q</sub> | W   | W <sub>lim</sub> | η          | Lk |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------|---|----------------|----------------|-----|------------------|------------|----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |               |          |   | [cm]           |                |     |                  |            |    |
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6.96                    | 3.48          | inst     | z | 1.5            | 2.4            | 3.9 | 2.3              | 1.67 > 1 ! | 5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6.96                    | 3.48          | net,fin  | z | 2.4            | 2.3            | 4.7 | 2.3              | 2.02 > 1 ! | 7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6.96                    | 3.48          | fin      | z | 2.4            | 3.2            | 5.6 | 3.5              | 1.62 > 1 ! | 6  |
| l <sub>eff</sub> : effektive Länge<br>Stelle : Stelle der Durchbiegung<br>Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung)<br>W <sub>g</sub> : Verformung infolge ständiger Last<br>W <sub>q</sub> : Verformung infolge veränderlicher Last<br>W : Verformung gesamt<br>W <sub>lim</sub> : zulässige Verformung<br>η : Ausnutzungsgrad<br>Lk : Nr. der Lastkombination |                         |               |          |   |                |                |     |                  |            |    |

**Schwingungsnachweis**

Schwingungsnachweis Feld1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08  
 Beim Schwingungsnachweis sind alle Lasten berücksichtigt.

Nachweis Eigenfrequenz      m = 437 kg/m<sup>2</sup>  
 Balken: 14-28                    EI = 2.817 MNm<sup>2</sup>  
 Trägerabstand                  e = 62.0 cm  
                                          f<sub>0</sub> = 3.31 Hz

Durchbiegung infolge Einzellast F  
                                          wF = 2.49 mm/kN-> schlechteres Verhalten\*  
 \*: Verhaltenscharakteristik entsprechend EN 1995-1-1 Bild 7.2.

Schwinggeschwindigkeit infolge Einheitsimpuls  $v \leq b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
 modaler Dämpfungsbeiwert      K<sub>si</sub> = 0.010  
 Beiwert                                b = 72.60  
                                          zul v = 0.0159 m / (Ns ^ 2)  
                                          γ = 1.00  
                                          v = 0.0010 m / (Ns ^ 2)  
                                          η = 0.06

Schwinggeschwindigkeit infolge Tritt  $v \leq 6 \cdot b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
                                          zul v = 0.0952 m/sec  
                                          γ = 1.00  
                                          v = 0.0554 m/sec  
                                          η = 0.58

Beschleunigung                    zul a = 0.1000 m/sec<sup>2</sup> Wohlbefinden  
                                          a = 2.9727 m/sec<sup>2</sup>  
                                          η = 29.73

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | R <sub>z,min</sub><br>[kN/m] | R <sub>z,max</sub><br>[kN/m] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm/m] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm/m] |
|----|----------|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>12.18                |                               |                               |
| 2  | 6.96     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>12.18                |                               |                               |



### Maßgebliche Kombinationen

| In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern. |      |         |            |      |      |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|------|------|----------|----------|
| generierte Last                                                                                                                                                     | Feld | Ewg     | orig. Last | W1   | W2   | A<br>[m] | L<br>[m] |
| L 1                                                                                                                                                                 | *    | ständig | 1          | 1.24 | 1.24 | 0.00     | 6.96     |
| L 2                                                                                                                                                                 | 1    | Kat. C  | 2          | 2.17 | 2.17 | 0.00     | 6.96     |

| gen. Last    | Lk 2        | Lk 3 | Lk 4 | Lk 5        | Lk 6        | Lk 7 | Lk 8 |
|--------------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|------|
| L 1          | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |
| L 2          | <b>1.50</b> |      | 0.60 | <b>1.00</b> | <b>1.36</b> | 0.96 |      |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |

Der Verformungsbeiwert  $k_{def} = 0.60$  ist in den Faktoren der Kombinationen zur Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt.

### 3.6 Position: D1 - 3,0 Decken der Klassenzimmer - Altbau

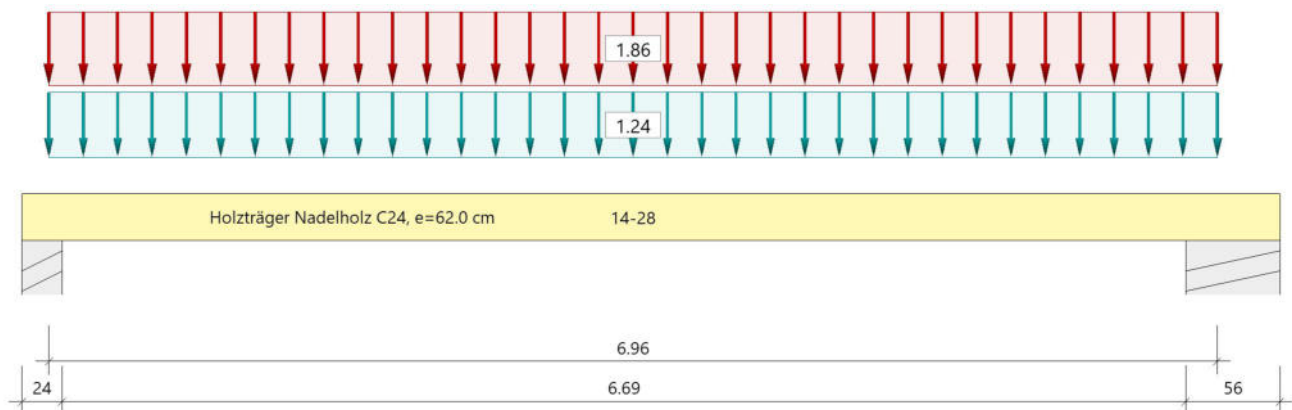
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-4)

#### Grundparameter

Holzträger (e = 62.0 cm) Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

#### System

##### Systembild



#### Material

##### Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

| $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 24.00<br>4.00                                  | 14.50<br>21.00                                     | 0.40<br>2.50                                         | 11000<br>7400                                      | 370<br>247                                           | 690<br>460                                     | 350<br>420                                   |

$f_{m,k}$  : charakteristischer Wert der Biegefestigkeit  
 $f_{t,0,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{t,90,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{mean}$  : Mittelwert des Schubmoduls  
 $\rho_k$  : charakteristischer Wert der Rohdichte  
 $f_{v,k}$  : charakteristischer Wert der Schubfestigkeit  
 $f_{c,0,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{c,90,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{05}$  : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls  
 $\rho_m$  : Mittelwert der Rohdichte

#### Geometrie

##### Querschnitte

| Name  | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 14-28 | 25611                       | 6403                        | 1829                        | 915                         | 392.0                     |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | Breite<br>[cm] | Tiefe<br>[cm] | k <sub>c90</sub> | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|----------------|---------------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                |               |                  |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | 24.0           | 12.0          | 1.00             | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 6.96     | 56.0           | 12.0          | 1.00             | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten aus Flächenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | W2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | wirkt<br>Feldweise | EG                | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 6.96      |           | 2.00                       |                            | Nein               | ständig<br>Kat. C |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 6.96      |           | 3.00                       |                            | Ja                 |                   |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung    |
|----|----------------|
| 1  | Abstand 0,62 m |
| 2  | Abstand 0,62 m |

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.62 m multipliziert.

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 115 kg mit  $\gamma = 4.20 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ | KLED |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     | kurz |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08                                          |
| Basis                               | : | EN 1995-1-1/A2:2014                                                 |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgekategorie              | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| KLED bei Wind                       | : | sehr kurz                                                           |

**Bemessungsparameter Holz**

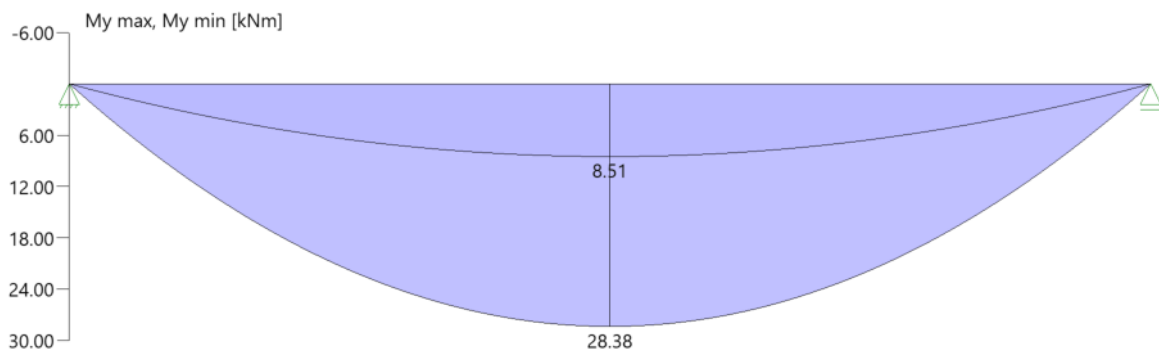
|                        |               |                                                     |                        |
|------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Nutzungsklasse         | 1             | : geschlossen und beheizt<br>rel. Luftfeuchte ~ 65% | Ausgleichfeuchte < 12% |
| Heissbemessung         | :             | keine Vorgabe                                       |                        |
| Feuerwiderstandsklasse | R30           | Abbrand allseitig                                   |                        |
| Abbrandraten nach Norm | =             | 0,80 mm/min                                         |                        |
| Schubspannungen        | =             | Tau mit red. Q                                      |                        |
| Anfangsdurchbiegung    | $W_{inst}$    | = $l/300$                                           |                        |
| Enddurchbiegung        | $W_{net,fin}$ | = $l/300$                                           |                        |
|                        | $W_{fin}$     | = $l/200$                                           |                        |

**Zusammenfassung**

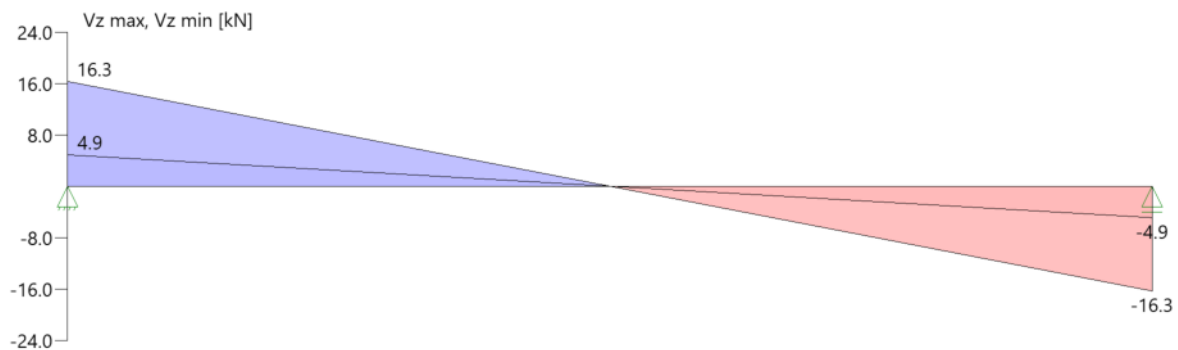
| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation   | $\eta_{Biegung}$ | $\eta_{Schub}$ | $\eta_{c,90}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit                                                                     | ständig/vorübergehend | 0.93             | 0.40           | 0.29          | 1)             |                     |
| Tragfähigkeit                                                                     | Brand                 | 0.73             | 0.28           | -             | 1)             |                     |
| Gebrauchstauglichkeit                                                             | charakteristisch      |                  |                |               |                | 1.89!               |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                       |                  |                |               |                |                     |

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

## Umhüllende der Momente



## Umhüllende der Querkräfte



**Schnittgrößen**

| Feld   | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | M <sub>y,Ed</sub><br>[kNm] | V <sub>z,Ed</sub><br>[kN] | Lk |
|--------|-------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----|
| Feld 1 | 0.00                    | 0.00     | 0.00                       | 16.3                      | 2  |
|        | 0.00                    | 0.00     | 0.00                       | 4.9                       | 8  |
|        | 3.48                    | 3.48     | 28.38                      | 0.0                       | 2  |
|        | 6.96                    | 6.96     | 0.00                       | -4.9                      | 8  |
|        | 6.96                    | 6.96     | 0.00                       | -16.3                     | 2  |

**Biegung**

| Feld   | x<br>[m] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | σ <sub>myd</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>crit,y</sub> | k <sub>h,My</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|--------|----------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------------|------|----|
| Feld 1 | 3.48     | 28.38                     | 15.51                                    | 1.00                | 1.00              | 0.90             | 16.62                                      | 0.93 | 2  |

Der Beiwert k<sub>h</sub> wurde bei der Berechnung von f<sub>myd</sub> nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

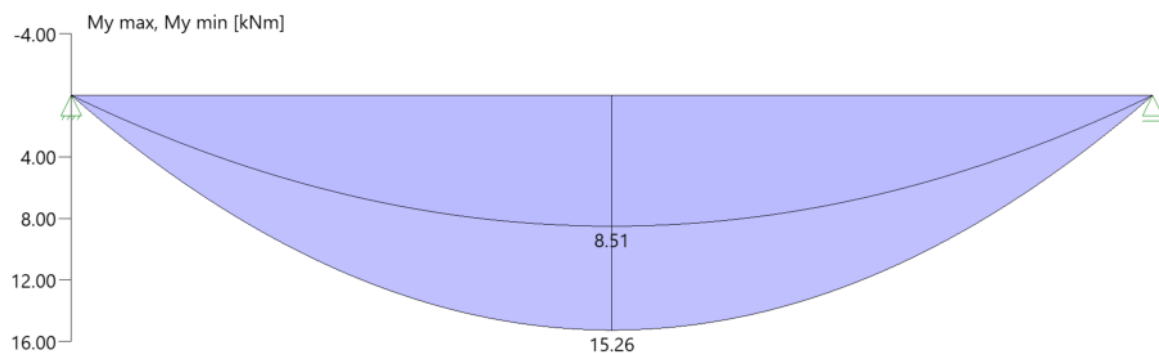
| Stütze<br>[Nr] |        | X <sub>rel</sub><br>[m] | X <sub>abs</sub><br>[m] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>mod</sub> | f <sub>v,z,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|----------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------|----|
| 1              | rechts | 0.36                    | 0.36                    | 14.6                     | 0.56                                   | 0.90             | 2.77                                       | 0.40 | 2  |
| 2              | links  | 0.47                    | 6.49                    | -14.1                    | -0.54                                  | 0.90             | 2.77                                       | 0.39 | 2  |

Der Beiwert k<sub>cr</sub> = 0.50 wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

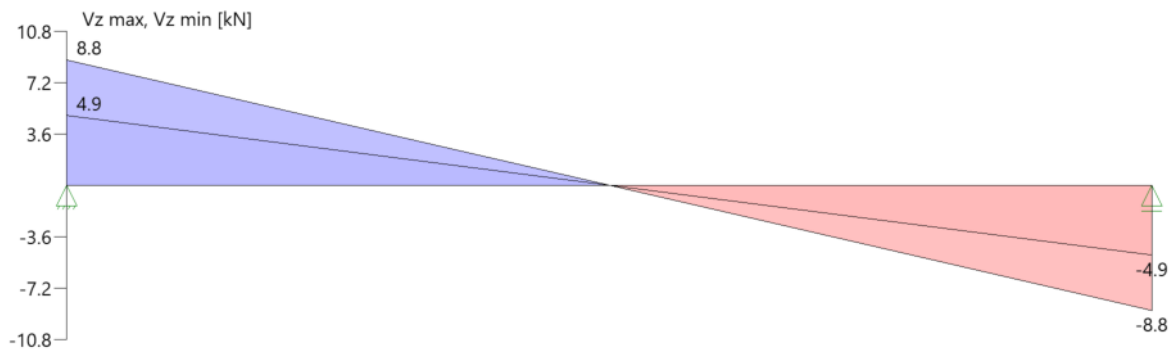
**Auflagerpressung**

| Stütze | b <sub>eff</sub><br>[cm] | d <sub>eff</sub><br>[cm] | max F<br>[kN] | σ <sub>c,90,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | k <sub>c90</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>c,90,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η    | Lk |
|--------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------------------|------|----|
| 1      | 27.0*                    | 12.0                     | 16.3          | 0.50                                        | 1.00             | 0.90             | 1.73                                        | 0.29 | 2  |
| 2      | 59.0*                    | 12.0                     | 16.3          | 0.23                                        | 1.00             | 0.90             | 1.73                                        | 0.13 | 2  |

\* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

**Tragsicherheit - Lastkombination Brand****Schnittgrößen****Umhüllende der Momente**

## Umhüllende der Querkräfte



## Schnittgrößen

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | My,Ed<br>[kNm] | Vz,Ed<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|----------------|---------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00           | 8.8           | 4  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00           | 4.9           | 3  |
|        | 3.48        | 3.48     | 15.26          | 0.0           | 4  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00           | -4.9          | 3  |
|        | 6.96        | 6.96     | 0.00           | -8.8          | 4  |

## Biegung

| Feld   | x<br>[m] | b<br>[cm] | d<br>[cm] | V | My,d<br>[kNm] | $\sigma_{myd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | kcrit,y | kh,My | kmod | f <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|--------|----------|-----------|-----------|---|---------------|----------------------------------------|---------|-------|------|--------------------------------------------|--------|----|
| Feld 1 | 3.48     | 9.2       | 23.2      | E | 15.26         | 18.49                                  | 1.00    | 1.00  | 0.85 | 25.45                                      | 0.73   | 4  |

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.  
Q = Verfahren mit reduzierten Querschnitten, E = Verfahren mit reduzierten Eigenschaften

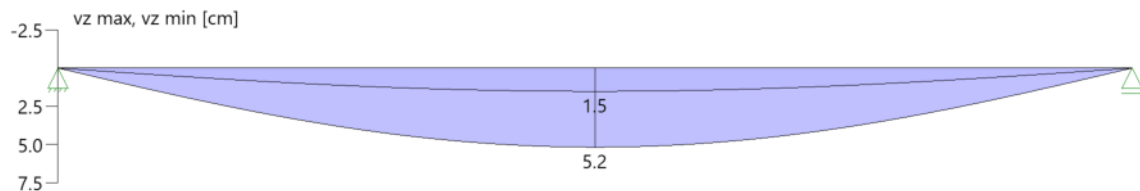
## Schub

| Stütze<br>[Nr] |        | Xrel<br>[m] | Xabs<br>[m] | Vz,d<br>[kN] | $\tau_d$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>v,z,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ | Lk |
|----------------|--------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------|--------|----|
| 1              | rechts | 0.36        | 0.36        | 7.9          | 0.69                             | 5.00                                       | 0.28   | 4  |
| 2              | links  | 0.47        | 6.49        | -7.6         | -0.67                            | 5.00                                       | 0.27   | 4  |

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

## Verformungen

## Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



**Nachweis der Gebrauchstauglichkeit**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | l <sub>eff</sub><br>[m] | Stelle<br>[m] | Nachweis |   | W <sub>g</sub> | W <sub>q</sub> | W   | W <sub>lim</sub> | η          | Lk |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------|---|----------------|----------------|-----|------------------|------------|----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |               |          |   | [cm]           |                |     |                  |            |    |
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6.96                    | 3.48          | inst     | z | 1.5            | 2.0            | 3.5 | 2.3              | 1.53 > 1 ! | 5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6.96                    | 3.48          | net,fin  | z | 2.4            | 1.9            | 4.4 | 2.3              | 1.89 > 1 ! | 7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6.96                    | 3.48          | fin      | z | 2.4            | 2.7            | 5.2 | 3.5              | 1.49 > 1 ! | 6  |
| l <sub>eff</sub> : effektive Länge<br>Stelle : Stelle der Durchbiegung<br>Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung)<br>W <sub>g</sub> : Verformung infolge ständiger Last<br>W <sub>q</sub> : Verformung infolge veränderlicher Last<br>W : Verformung gesamt<br>W <sub>lim</sub> : zulässige Verformung<br>η : Ausnutzungsgrad<br>Lk : Nr. der Lastkombination |                         |               |          |   |                |                |     |                  |            |    |

**Schwingungsnachweis**

Schwingungsnachweis Feld1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08  
 Beim Schwingungsnachweis sind alle Lasten berücksichtigt.

Nachweis Eigenfrequenz      m = 407 kg/m<sup>2</sup>  
 Balken: 14-28                    EI = 2.817 MNm<sup>2</sup>  
 Trägerabstand                  e = 62.0 cm  
                                          f<sub>0</sub> = 3.43 Hz

Durchbiegung infolge Einzellast F  
                                          wF = 2.49 mm/kN-> schlechteres Verhalten\*  
 \*: Verhaltenscharakteristik entsprechend EN 1995-1-1 Bild 7.2.

Schwinggeschwindigkeit infolge Einheitsimpuls  $v \leq b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
 modaler Dämpfungsbeiwert      K<sub>si</sub> = 0.010  
 Beiwert                                b = 72.60  
                                          zul v = 0.0160 m / (Ns<sup>2</sup>)  
                                          γ = 1.00  
                                          v = 0.0011 m / (Ns<sup>2</sup>)  
                                          η = 0.07

Schwinggeschwindigkeit infolge Tritt  $v \leq 6 \cdot b \cdot (f_1 \cdot K_{si} - 1)$   
                                          zul v = 0.0957 m/sec  
                                          γ = 1.00  
                                          v = 0.0593 m/sec  
                                          η = 0.62

Beschleunigung                    zul a = 0.1000 m/sec<sup>2</sup> Wohlbefinden  
                                          a = 3.1920 m/sec<sup>2</sup>  
                                          η = 31.92

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | R <sub>z,min</sub><br>[kN/m] | R <sub>z,max</sub><br>[kN/m] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm/m] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm/m] |
|----|----------|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>10.44                |                               |                               |
| 2  | 6.96     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 7.88                         | 7.88<br>10.44                |                               |                               |



### Maßgebliche Kombinationen

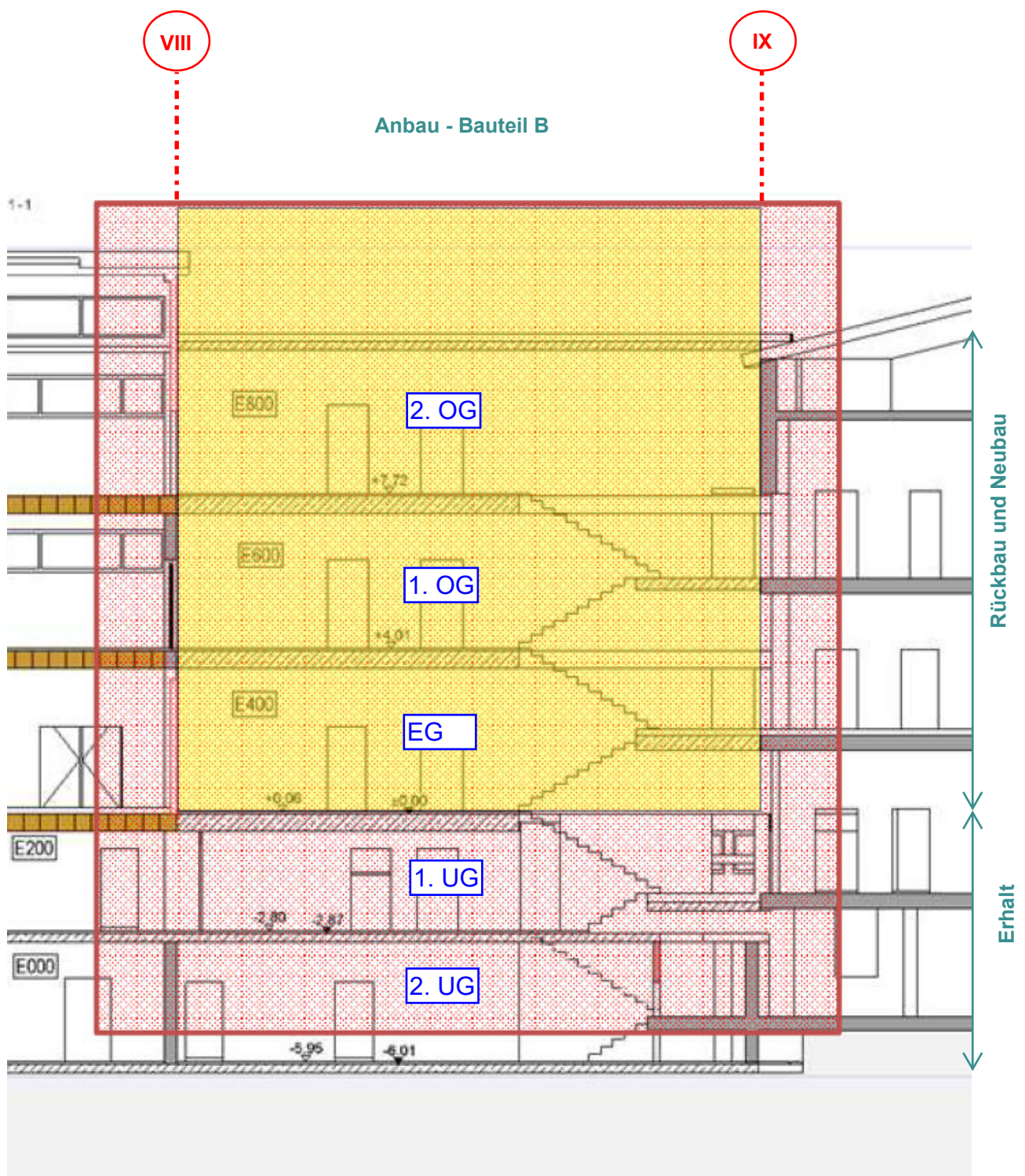
| In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern. |      |         |            |      |      |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|------|------|----------|----------|
| generierte Last                                                                                                                                                     | Feld | Ewg     | orig. Last | W1   | W2   | A<br>[m] | L<br>[m] |
| L 1                                                                                                                                                                 | *    | ständig | 1          | 1.24 | 1.24 | 0.00     | 6.96     |
| L 2                                                                                                                                                                 | 1    | Kat. C  | 2          | 1.86 | 1.86 | 0.00     | 6.96     |

| gen. Last    | Lk 2        | Lk 3 | Lk 4 | Lk 5        | Lk 6        | Lk 7 | Lk 8 |
|--------------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|------|
| L 1          | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |
| L 2          | <b>1.50</b> |      | 0.60 | <b>1.00</b> | <b>1.36</b> | 0.96 |      |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.60        | 1.60 | 1.00 |

Der Verformungsbeiwert  $k_{def} = 0.60$  ist in den Faktoren der Kombinationen zur Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt.

## Schnitt Zwischenbau und Bereich des geplanten Rückbaus:



**Ansicht Südseite mit Darstellung des Rückbau Bereichs:**





### **Auswertung zum Rückbau des Zwischenbaus :**

Beim Zwischenbau handelt es sich um einen Massivbau aus Stahlbeton, Mauerwerk und Stahl. Er befindet sich zwischen den Achsen VIII und IX nach der Bezeichnung der vorliegenden Schalpläne.

Es ist geplant, die oberen drei Geschosse zurück zu bauen und durch einen Neubau zu ersetzen. Die beiden vorhandenen Untergeschosse bleiben dabei erhalten. Der Neubau soll dann auf den verbleibenden Bestand wieder aufgesetzt werden.

Die Recherchen haben ergeben, dass der Zwischenbau in den Achsen VIII und IX durch eine Trennfuge von den weiter führenden Bauwerken getrennt ist. Dies stellt einen großen Vorteil für den geplanten Abbruch dar, da wir davon ausgehen können, dass zwischen den Bauwerken in statischer Hinsicht keine direkte Abhängigkeit besteht.

Ein Rückbau ist also ohne direkte Beeinträchtigung des Altbaus und des Anbaus Bauteil A möglich. Für den Abbruch muss eine detaillierte Rückbauplanung erstellt werden, da der Neubau auf dem verbleibenden "Sockel" aufsitzt und dadurch dessen Lasten tragen muss.

Bei der Planung des Neubaus sollte auf die vorhandene Geometrie der verbleibenden Untergeschosse geachtet werden. Die Konstruktionen und statischen Systeme sind am besten so zu wählen, dass sie dem Bestand entsprechen und sich an den Lasten auf dem Niveau der Decke über dem 1. UG keine gravierenden Veränderungen ergeben.

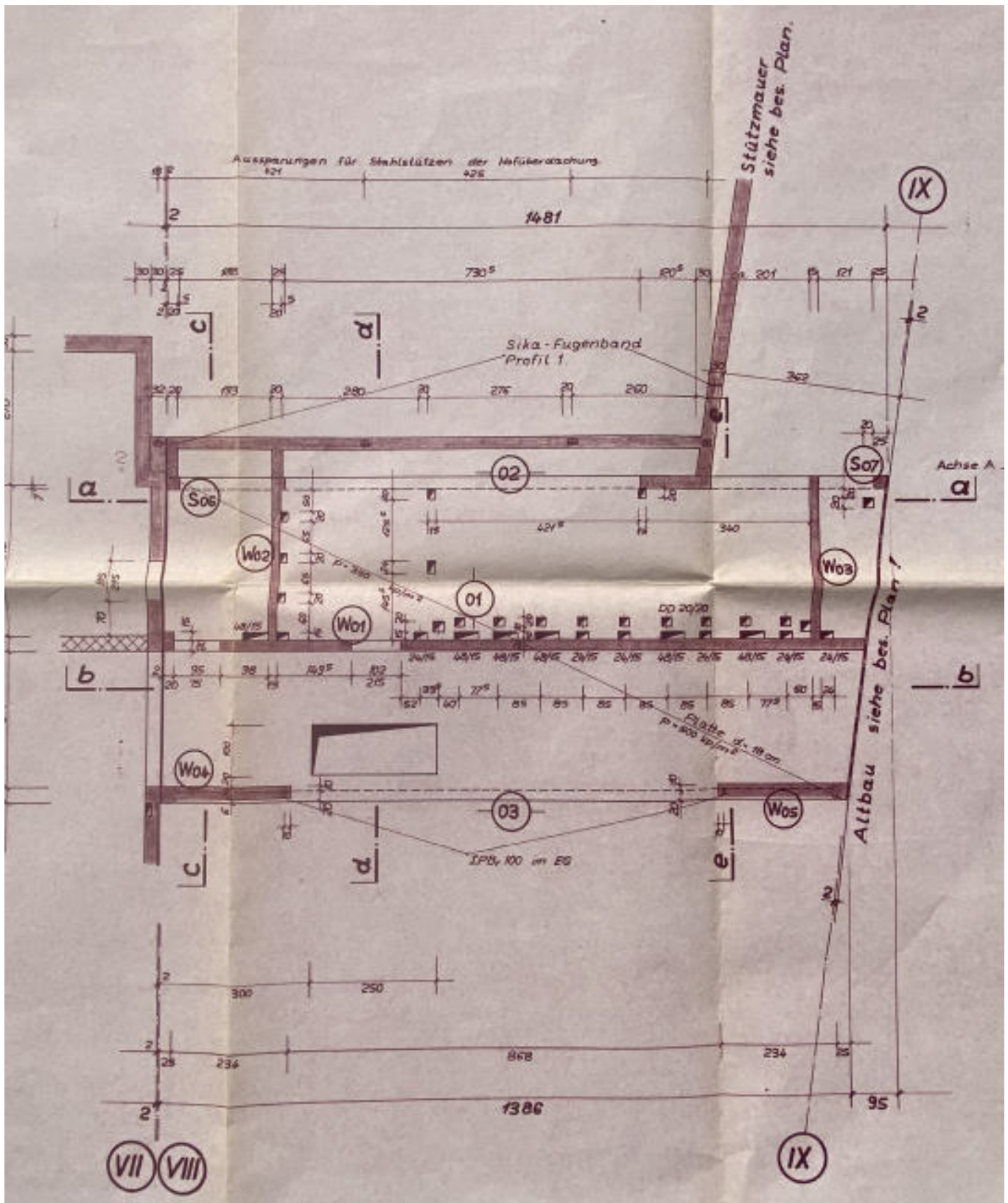
Der Neubau könnte z.B. in Massivbauweise mit Stahlbeton und Mauerwerk geplant werden. Sicherlich ist auch die Möglichkeit gegeben den Baustoff Holz einzusetzen, oder auch eine Kombination davon. Holz hätte den Vorteil, dass wir Konstruktionsgewicht sparen und sozusagen leicht bauen können, was für die Ableitung der Lasten von Vorteil ist. Der notwendige Brandschutz wird im Holzbau jedoch sicherlich schwieriger als in Massivbauweise.

Die verbleibenden 2 Untergeschosse sind bei einer weiterführenden Planung vor Ort auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Planungen und auf ihren Zustand und die Tragfähigkeit zu überprüfen. Es ist nicht auszuschließen, dass an verschiedenen Stellen evtl. auch Verstärkungen des Bestandes erforderlich werden.

### **Ergebnis:**

Der Teilrückbau mit aufgesetztem Neubau ist in statischer Hinsicht machbar. Es ist mit Verstärkungsmaßnahmen in den beiden verbleibenden Untergeschossen zu rechnen.

### Ausschnitt aus dem Schalplan Nummer 203 zum 1. Untergeschoss des Zwischenbaus:



"Sockel", der "stehen" bleibt. 24er Stahlbetonwände mit einer 18 cm dicken Stahlbetondecke.  
OK Decke =  $\pm 0,00$ .

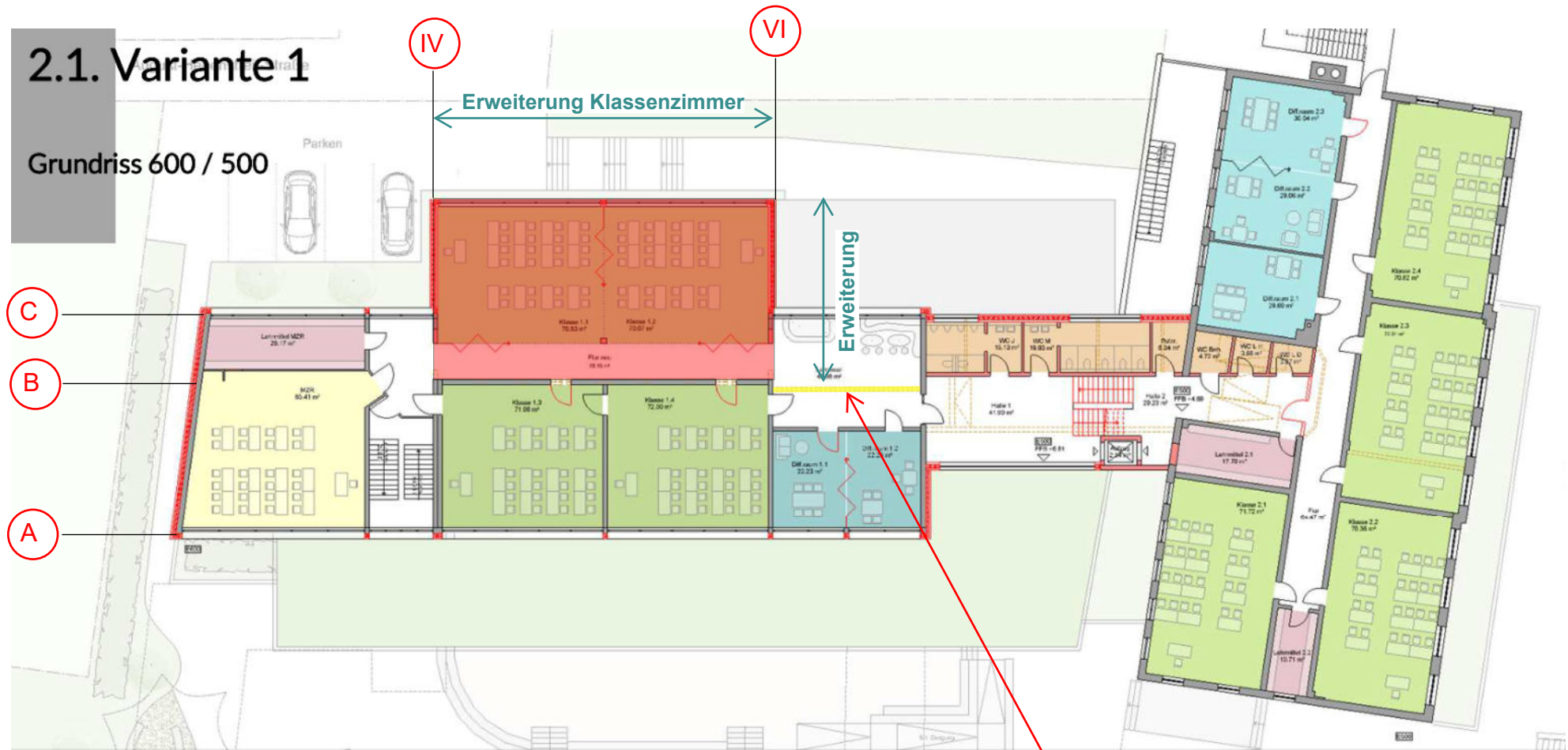
Zu erkennen ist auch die angesetzte Nutzlast.  $q = 350 \text{ kg/m}^2$  im hinteren Bereich  
und  $q = 500 \text{ kg/m}^2$  im vorderen Bereich. Vermutlich Flur- oder Fluchtweglast.





## 2.1. Variante 1

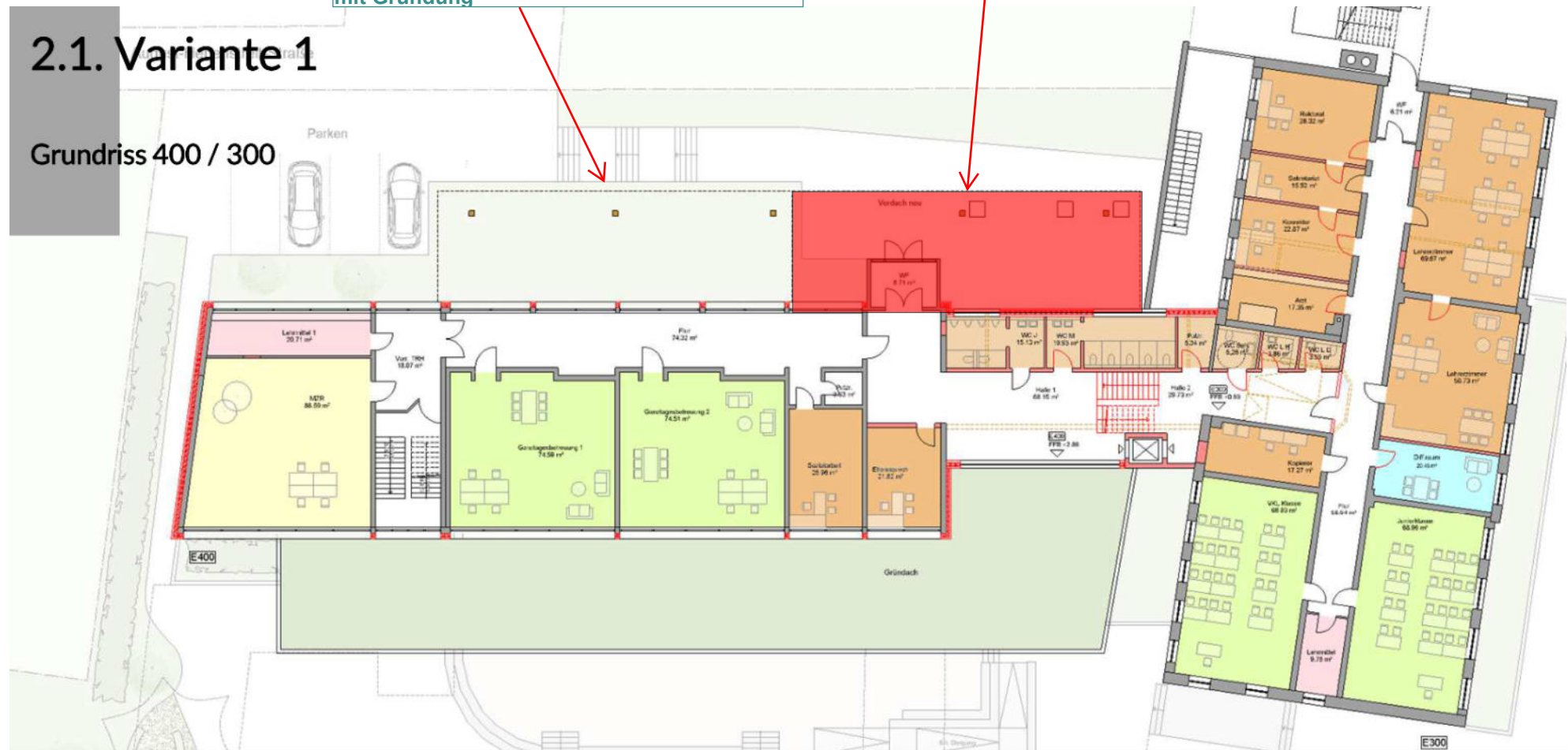
Grundriss 600 / 500



Wand im weiteren Verlauf prüfen:  
Im Schalplan Nr. 13, Decke über 1. OG  
ist in diesem Bereich keine Tragwand  
dargestellt.  
Wenn o.k., dann ohne Weiteres zurück  
baubar.

Grundriss 400 / 300

## Neues Vordach





## 2.1. Variante 1

Grundriss 200 / 100  
Maximale Bestuhlung Speisesaal

Wand im weiteren Verlauf prüfen:  
Im Schalplan Nr. 7, Decke über 1. UG  
ist in diesem Bereich keine Tragwand  
dargestellt.  
Wenn o.k., dann ohne Weiteres zurück  
baubar.

Wände im weiteren Verlauf prüfen:  
Im Schalplan Nr. 7, Decke über 1. UG  
sind hier Mauerwerkswände dargestellt.  
Wenn sich dies bestätigen können die  
Wände mit Einbau von Abfangträger, z.B.  
aus Stahl, abgebrochen werden.

Wand im weiteren Verlauf prüfen:  
Im Schalplan Nr. 7, Decke über 1. UG  
ist in diesem Bereich keine Tragwand  
dargestellt.  
Wenn o.k., dann ohne Weiteres zurück  
baubar.

Da es sich nach dem Fundamentplan um eine  
Brunnengründung handelt, kann auch diese Brüstung  
tragend als Balken ausgebildet sein.  
Nicht ohne Weiters rückbaubar.

Bei diesen 3 Wänden handelt es sich  
wandartige Träger, die vertikale und  
horizontale Lasten abtragen müssen.  
Sie sind auch frei tragend und gründen  
auf Fundamentbrunnen.  
Nicht ohne Weiteres rückbaubar.



## **Auswertung zum Umbau und der Erweiterung des ehemaligen Anbaus:**

Beim Anbau handelt es sich um einen Massivbau aus Stahlbeton, Mauerwerk und Stahl. Er befindet sich zwischen den Achsen I und VII nach der Bezeichnung der vorliegenden Schalpläne. Die Recherchen haben ergeben, dass der Anbau in den Achsen III/IV und VII/VIII durch eine Fuge getrennt ist.

Auf der Nordseite sollen im 2. und 1. Obergeschoss zwischen den Achse IV und VI zwei neue Klassenzimmer entstehen. Ein neues Vordach kommt zur Ausführung.

Im 1. Untergeschoss in Richtung Süden ist eine großzügige Aula mit Mensa geplant. Dabei wird unterhalb der Achse A eine Erweiterung angebaut, im Bestand sollen Wände zurück gebaut werden. Der neue Haupteingang zur Schule liegt dann im Bereich des Zwischenbaus zwischen den Achsen VIII und IX.

### **A.) Erweiterung an der Nordseite, Zwei Klassenzimmer im 2. und 1. OG**

Die Erweiterung befindet sich in den beiden oberen Geschossen. Es soll eine Breite von ca. 8,70 m und eine Länge von ca. 19 m überbaut werden.

Durch die Anforderung der Räume als Klassenzimmer, müssen weitgespannte Systeme gewählt werden. Dadurch entstehen hohe konzentrierte Lasten in Einzelachsen, die nach unten in den Baugrund geleitet werden müssen. In der äußeren Achse Richtung Norden ist dies kein Problem, da sich hier der Anbau über dem freien Gelände befindet. Es kann eine neue Gründung entstehen. Da sich das Lastniveau oberhalb des Erdniveaus befindet, können z.B. Riegel mit Tiefgründung über Bohrpfähle zum Einsatz kommen.

Die innere Achse B bzw. die Zwischenachse C stellen erschwerte Bedingungen dar. Dieser Bereich befindet sich über dem Bestand des Erdgeschosses und der Untergeschosse. Die vorhandenen Bauteile und auch die Gründung werden sicherlich für die zusätzlichen Lasten nicht ausreichend sein. Zusätzliche Abstützungen und neue Gründungen bzw. Verstärkungen des Bestandes sind erforderlich.

Um diesen Sachverhalt weiter zu untersuchen, muss tief in eine Entwurfsplanung eingestiegen werden. Erschwerend kommt hier hinzu, dass, wie zuvor auch genannt, keine Berechnungen und Bewehrungspläne zum Bestand vorliegen.

Die Erweiterungssituation ist auf der folgenden Seite als Übersicht skizzenhaft dargestellt.

### **Ergebnis zu A.):**

Die Konstruktion der Erweiterung ist mit Weitspannsystemen, z.B. Spannbetonplatten als Hohlkörperdecke oder auch vorgespannte TT-Platten realisierbar. Zusätzlich zur Planung der vertikal tragenden Systeme sind auch noch aussteifende Scheiben erforderlich.

Die Gründung der Erweiterung im Bestand ist derzeit fraglich und noch offen.





## **B.) Umbauten im Bestand, Entfernung von Wänden im 1. Untergeschoss**

Zur Generierung einer neuen Mensa/Aula mit Foyer ist es geplant verschiedene Wände zu entfernen. Im weiteren entsteht in Richtung Süden außerhalb des derzeitigen Hausgrundes zur Vergrößerung ein eingeschossiger Anbau mit Gründach. Die vorhandenen Vordächer bzw. Pausendächer werden zurück gebaut.

Der Anbau kann entsprechend seiner Geometrie geplant werden und wird direkt an den Bestand angeschlossen. Die anfallenden Lasten aus dem Anbau werden über neue Streifen oder Einzelfundamente in den Baugrund abgeleitet.

Das Entfernen der drei Querwände in den Zwischenachsen V' und VI' sowie in der Achse 7 und auch der Brüstung in Achse A greift tief in das Tragwerk ein. Diese Wände tragen die Lasten von insgesamt 4 Geschossen (EG bis 2. OG). Die vorhandenen Rippendecken sind in Längsrichtung gespannt und liegen mit einachsiger Spannrichtung auf den zuvor genannten Wänden auf.

Aus dem Schalplan zu den Bestandsfundamenten ist zu erkennen, dass das Bauwerk auf einzelnen Brunnen bzw. Pfeilern tief gegründet ist. Also keine herkömmliche Linien- und Streifenfundament Gründung. Das bedeutet, dass die Querwände unter anderem als wandartige Träger in Form von Biegebalken ausgebildet sein müssen und ihre Lasten an den Enden auf die einzelnen Fundament-Pfeiler übertragen.

Im Weiteren sind diese Stahlbeton - Querwände sicherlich ein Teil der Queraussteifung des gesamten Gebäudes und tragen deshalb auch horizontale Einwirkungen aus Wind, Schiefstellung und Erddruck ab.

Eine Entfernung dieser statisch bedeutenden Bauteile kann nur unter Herstellung entsprechender Ersatzmaßnahmen auch hinsichtlich der horizontalen Aussteifung stattfinden. Deshalb müssen zu vertikalen Abfangträgern z.B. auch Verbände als steife Zug- und Druckstreben in gleicher Achsenlage vorgesehen werden. Eine Rahmenausbildung ist sicherlich aufgrund ihrer Weichheit mit derzeitigem Wissensstand nicht zu empfehlen. Für Ersatzsysteme sind neue bzw. zusätzliche Gründungen erforderlich. Dies kann, wenn einbaubar, z.B. über die Anordnung von Fundamentkörpern und darunter liegenden Kleinbohrpfählen entstehen.

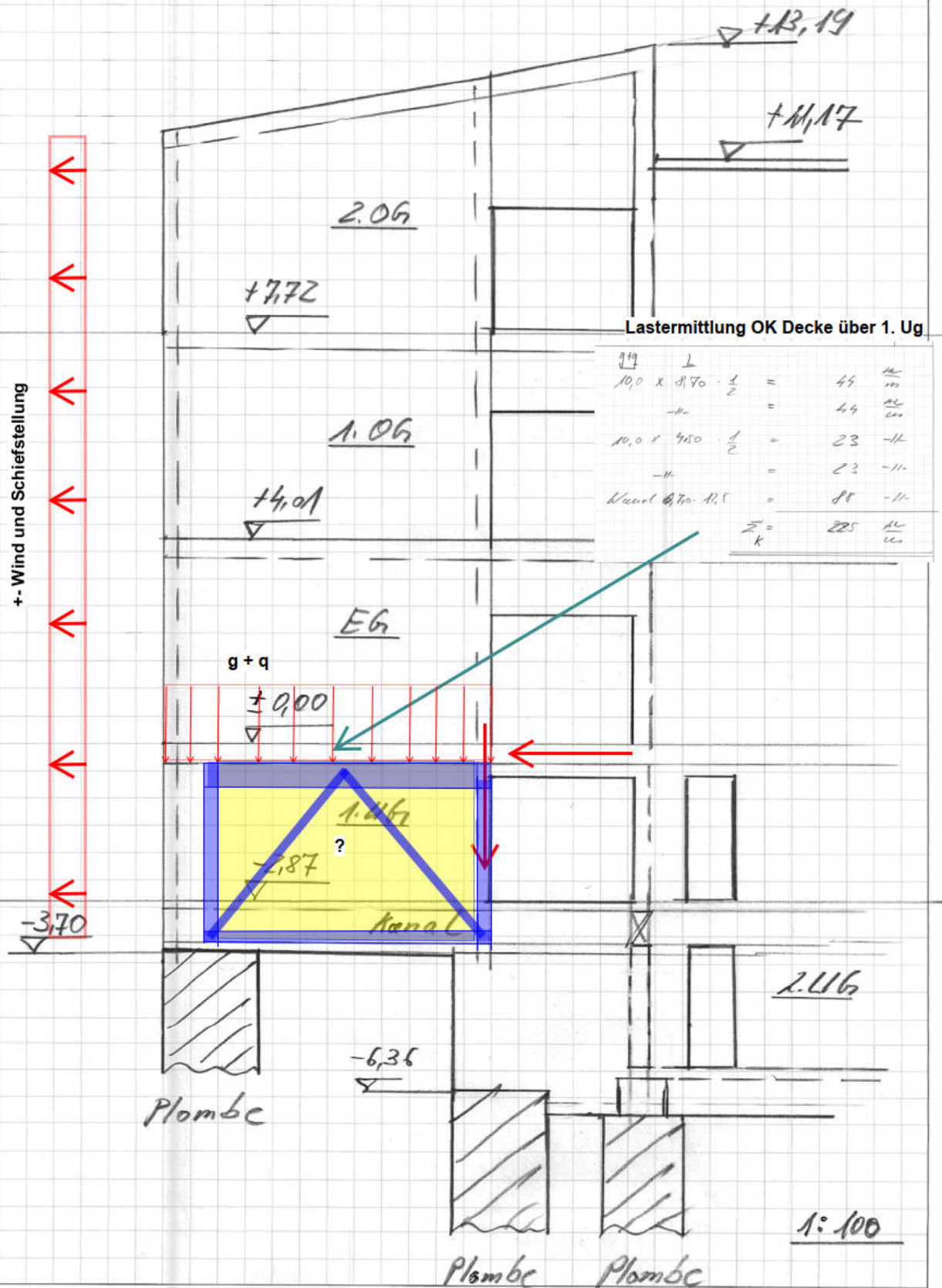
Wandansicht hierzu siehe folgende Seite - Skizze bzw. Ansicht zur Wand in Achse VII.

Eine überschlägige Lastermittlung hat für die Wand in Achse 7 eine Linienlast von ca. 225 kN/m = 22,5 t/m ergeben. Da es unter anderem durch die Einachsigkeit der Decken zu keinen Lastumlagerungen kommen kann, sind die Bauzustände besonders zu betrachten. Für diese Zwischenzustände sind ebenfalls temporäre Abfangungen mit Gründungen erforderlich.

### **Ergebnis:**

Die Querwände, statische Positionen W05, W06 und W013, sind maßgeblich für die Standsicherheit des 1. Untergeschosses zuständig. Sie tragen vertikale und sicherlich auch horizontale Einwirkungen ab, und sind als wandartige Träger auf Fundament Pfeilern ausgebildet. Um eine konkrete Aussage zur Machbarkeit zu treffen, muss in eine eingehende Entwurfsplanung eingestiegen werden. "Machbar ist Viel.....".

# Ansicht Achse 7 - stat. Position W05:



**Brandschutz:**

Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand ist das vorliegende bzw. geplante Bauwerk in Gebäudeklasse 5 gemäß LBO einzuteilen. Dies bedeutet unter anderem, dass alle tragenden Bauteile der Brandschutzklasse F90 entsprechen müssen.

Die bestehenden Bauteile sowie die neu geplanten Konstruktionen müssen die zuvor genannten Brandwiderstände aufweisen. Dies bedeutet unter anderem auch, dass der Bestand dahingehend erkundet und beurteilt werden muss, um dessen Bauteile ebenfalls in die Kategorie F90 einzuteilen.

Vom Altbau liegt lediglich das Baugesuch vor. Statische Systeme und Bauteile sowie Baustoffe sind derzeit nicht bekannt. Durch Suchstellen, wie zuvor auch dargestellt, sind Erkundungen durchzuführen um daraus, wenn möglich, Klassifizierungen zum Brandwiderstand zu machen.

Zum Anbau liegen Schalpläne vor, jedoch keine weiteren Ausführungs- bzw. Bewehrungspläne. Um z.B. für die vorliegenden Rippendecken eine Klassifizierung durchführen zu können, ist die Lage und die Betondeckung der eingelegten Bewehrung in den Rippen erforderlich. Deshalb werden unter anderem Suchstellen in den Rippen anzuordnen sein, um die Lage und den Zustand der Bewehrungen zu erkennen.

Für den Fall, dass die vorhandenen Bauteile nicht in die erforderliche Brandschutzklasse eingeteilt werden können, sind Verstärkungsmaßnahmen für den weiteren Verlauf mit einzuplanen. Dabei ist zu beachten, dass der Bestand hinsichtlich möglicher Lasterhöhungen, z.B. durch zusätzliche Unterdecken oder Verkleidungen, in statischer Hinsicht funktioniert. Die Standsicherheit muss dabei im Einzelnen nachgewiesen werden.

Für die Rippendecken im Anbau ist gemäß den vorliegenden Schalplänen eine Nutzlast von 350 kg/m<sup>2</sup> angesetzt. Dies ist so in den Deckengrundrissen vermerkt. Nach heutiger Lastnorm DIN EN 1991-1-1/NA ist für Schulräume die Nutzungskategorie C1 mit einer Nutzlast von 300 kg/m<sup>2</sup> anzusetzen. Daraus entsteht möglicherweise eine Reserve von 50 kg/m<sup>2</sup>. Dies kann einen Vorteil für die Bewertung darstellen und sollte im weiteren Verlauf genauer untersucht werden.

**Ergebnis:**

Das Thema Brandschutz ist ein leitender und oft maßgebender Faktor bei der Planung im Bestand. Bauteile können die notwendige Brandschutzklasse nicht erfüllen, und müssen dahingehend verstärkt werden. Bestandserfassung und Nachrechnungen mit Beurteilung sind erforderlich.

Ein Brandschutz-Sachverständiger ist für die Planung, Beurteilung und Ausführung der Bauarbeiten erforderlich.



### **Baugrund:**

Beim Neubau des Anbaus in den 60er Jahren war ein Bodengutachter zur Beurteilung des Baugrundes eingeschaltet. Dies ist aus Hinweisen auf den Schalplänen zu erkennen. Dort wird auch darauf verwiesen, dass der Baugrund wechselhaft und inhomogen ist, und der Gutachter jedes Gründungsbauteil bzw. die Gründungstiefe zu bewerten und freigeben muss.

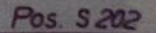
Das Bodengutachten von damals liegt nicht vor.

Durch die geplanten Umbaumaßnahmen werden Lastumlagerungen im Bauwerk stattfinden. Neue Bauteile müssen gegründet werden, bestehende Bauteile erhalten ggf. zusätzliche Lasten.

### **Ergebnis:**

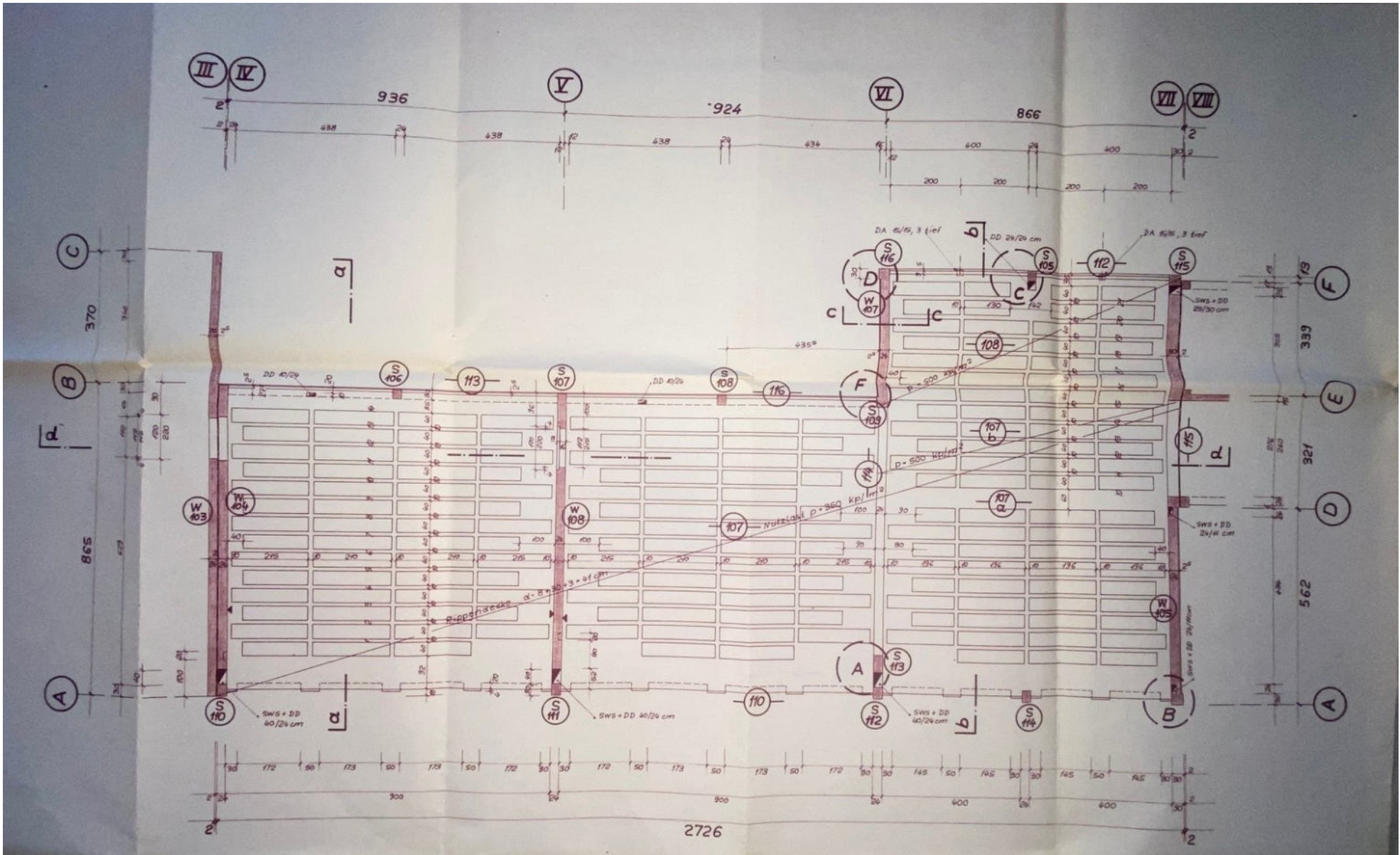
Zur Beurteilung des Baugrundes und zur Gründungsberatung ist für den geplanten Umbau ein Bodengutachter erforderlich.

Punk

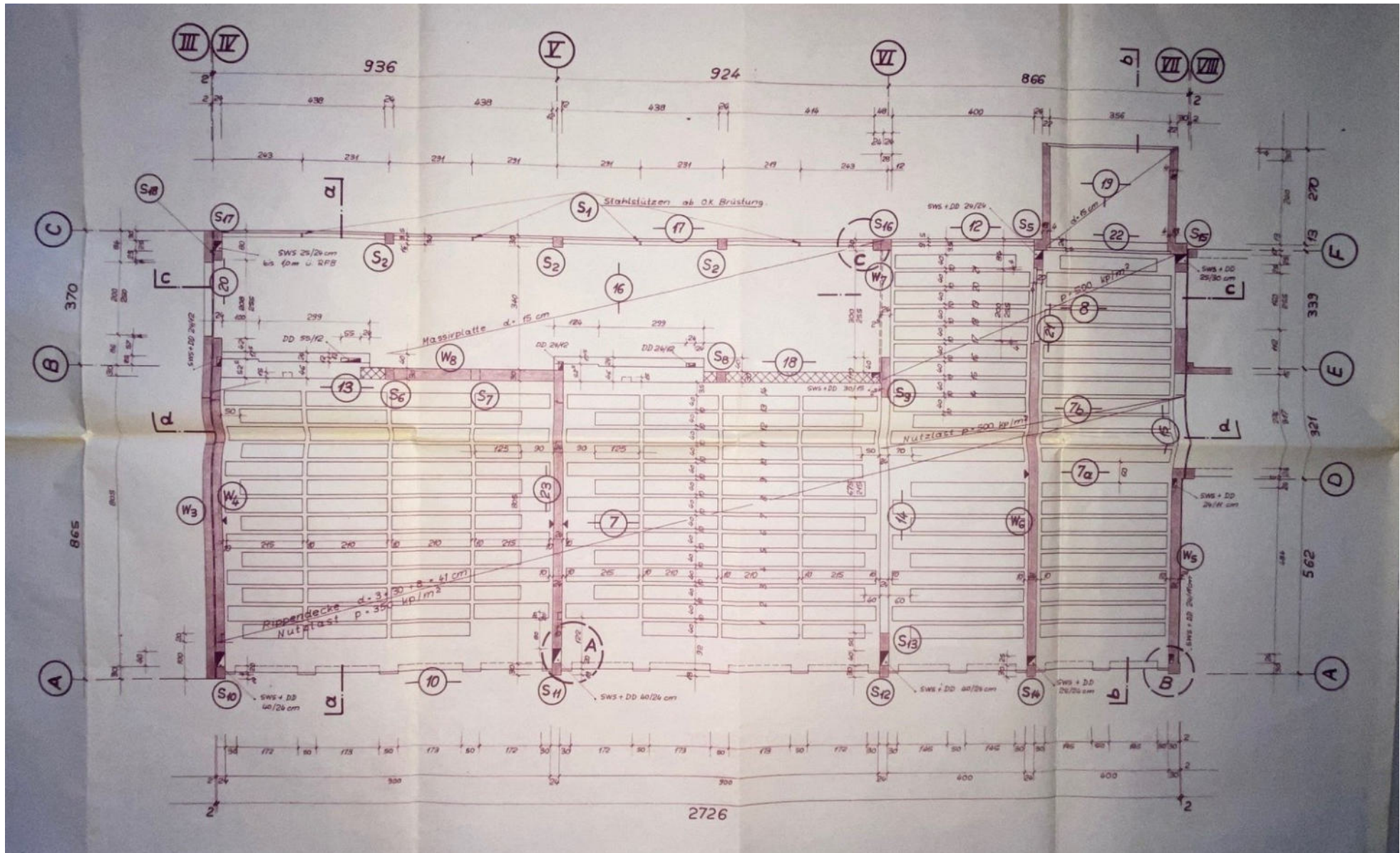




# Schalplan Nummer 13 - 1. Obergeschoss - Ausschnitt Grundriss:

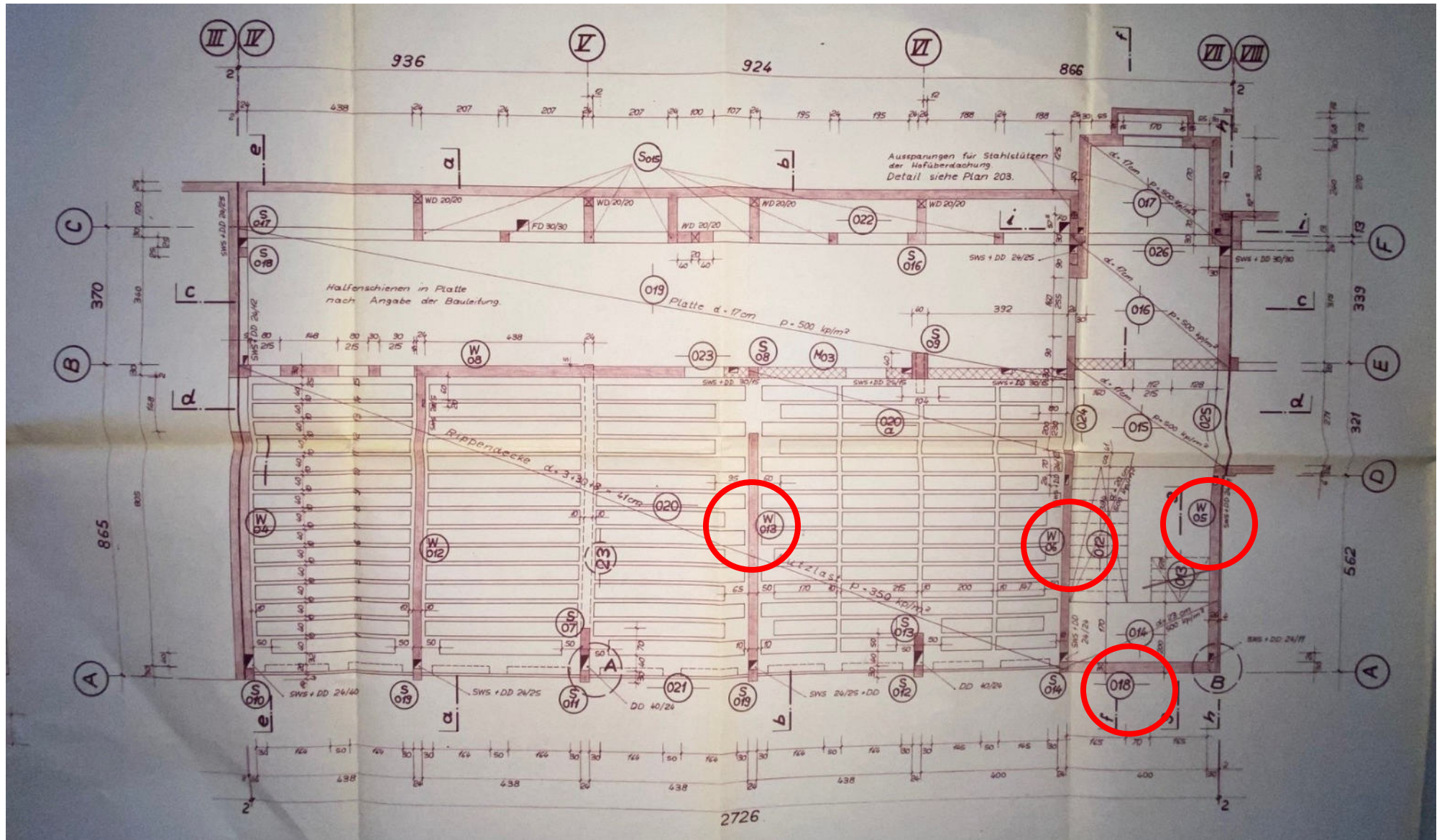


Schalplan Nummer 10 - Erdgeschoss - Ausschnitt Grundriss:

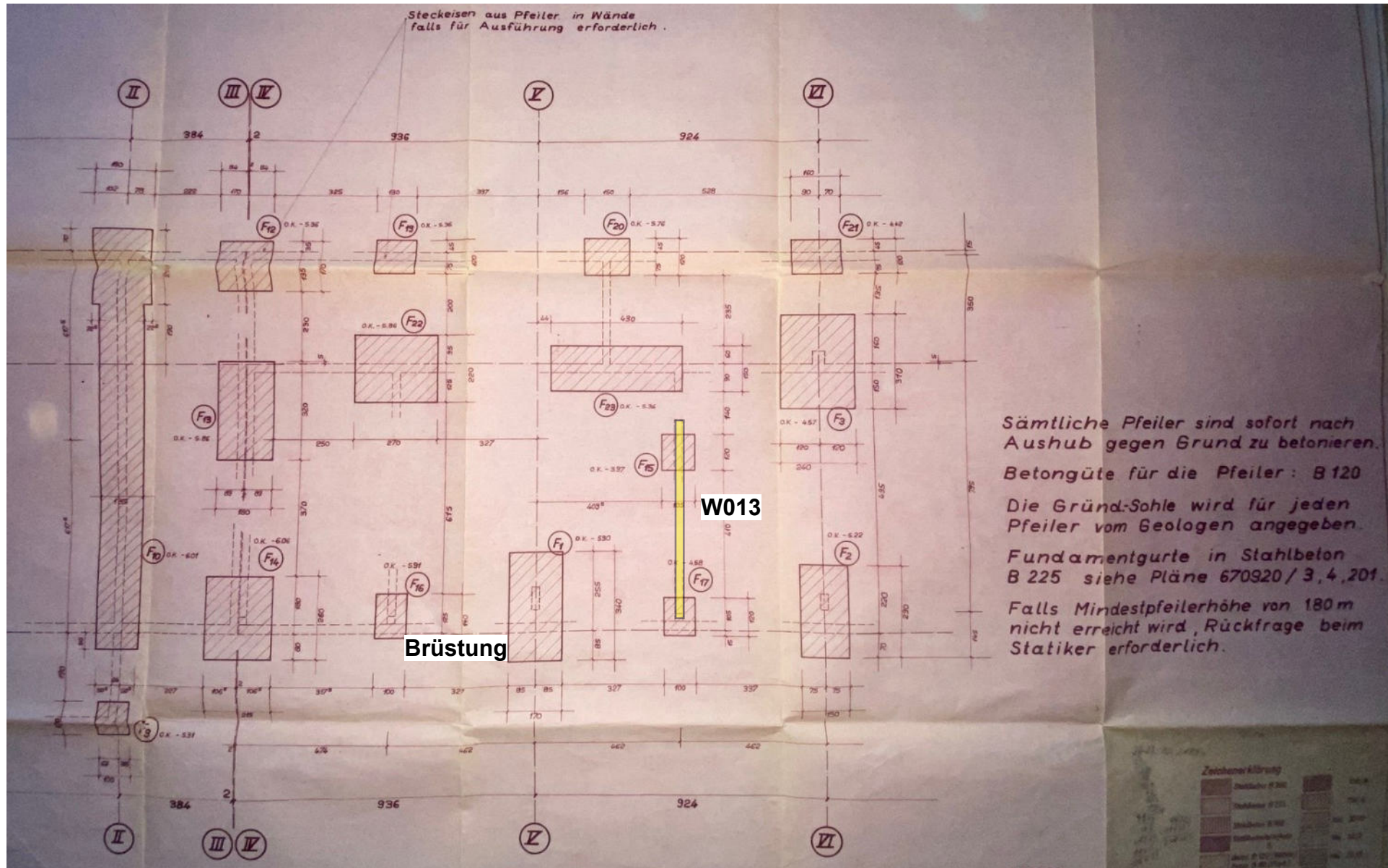




# Schalplan Nummer 7 - 1. Untergeschoss - Ausschnitt Grundriss:



Wandscheiben aus Stahlbeton Pos. W05, W06 und W13



Schalplan Nummer 2c - Fundamente Teil 2 - Ausschnitt Grundriss:

