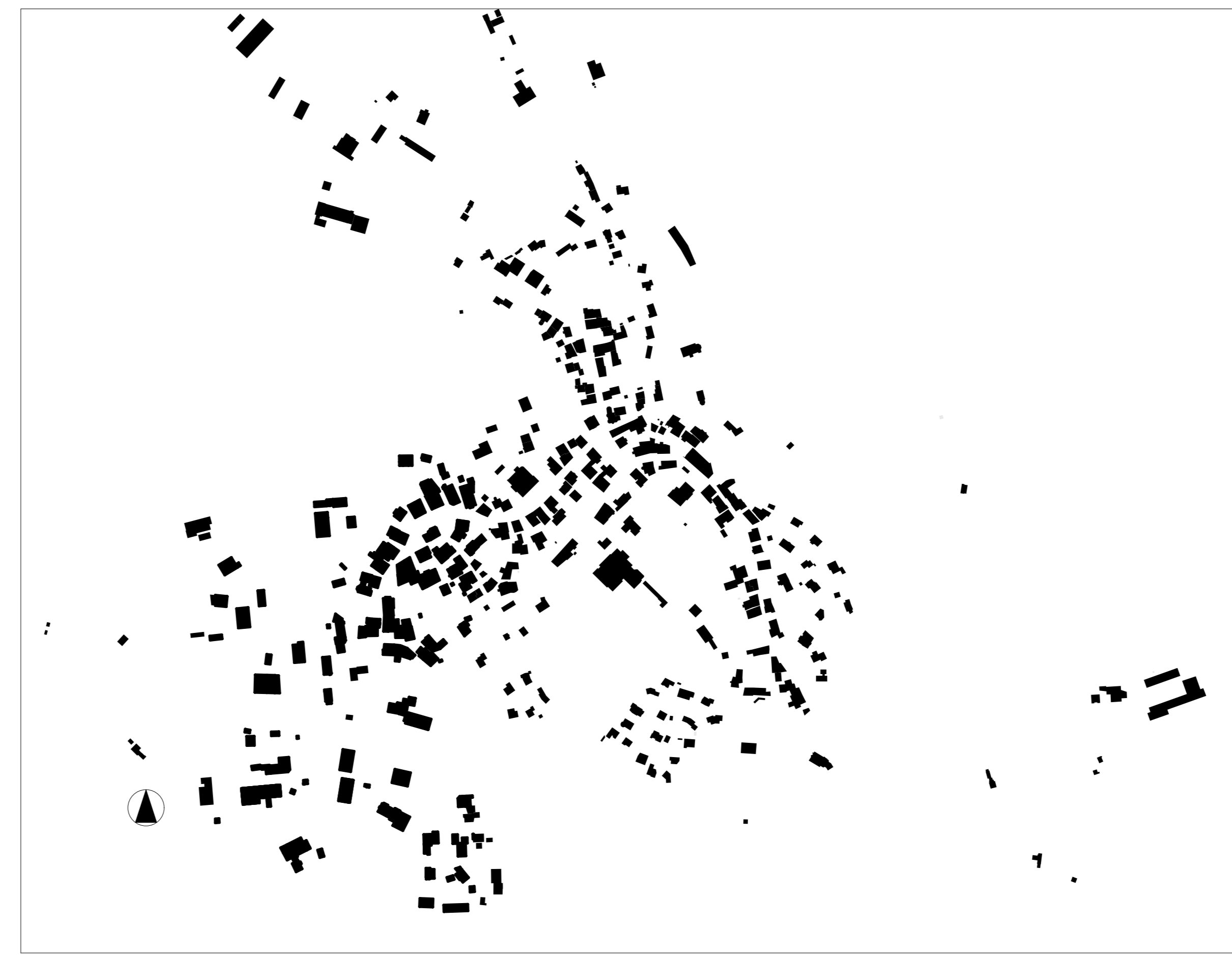
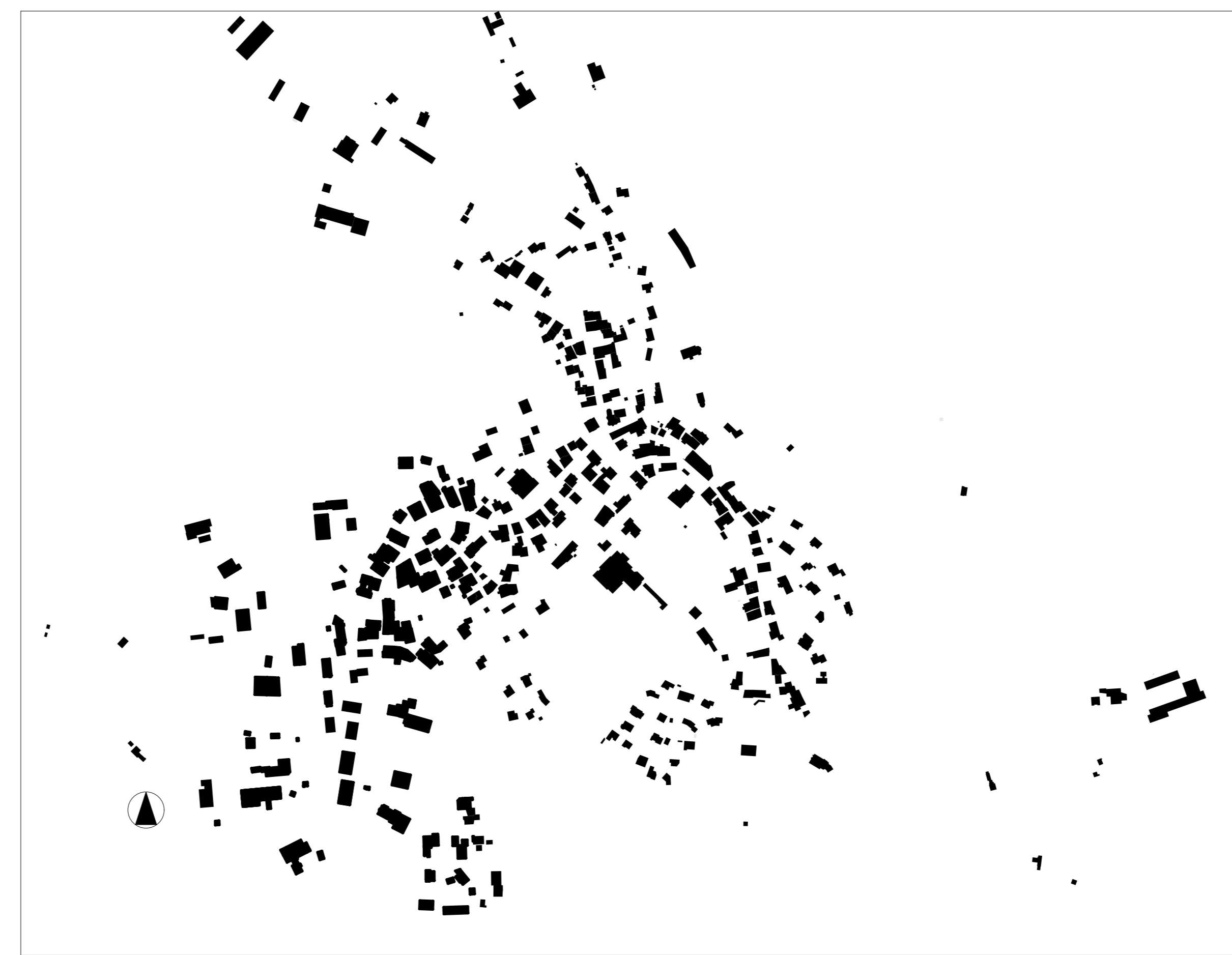




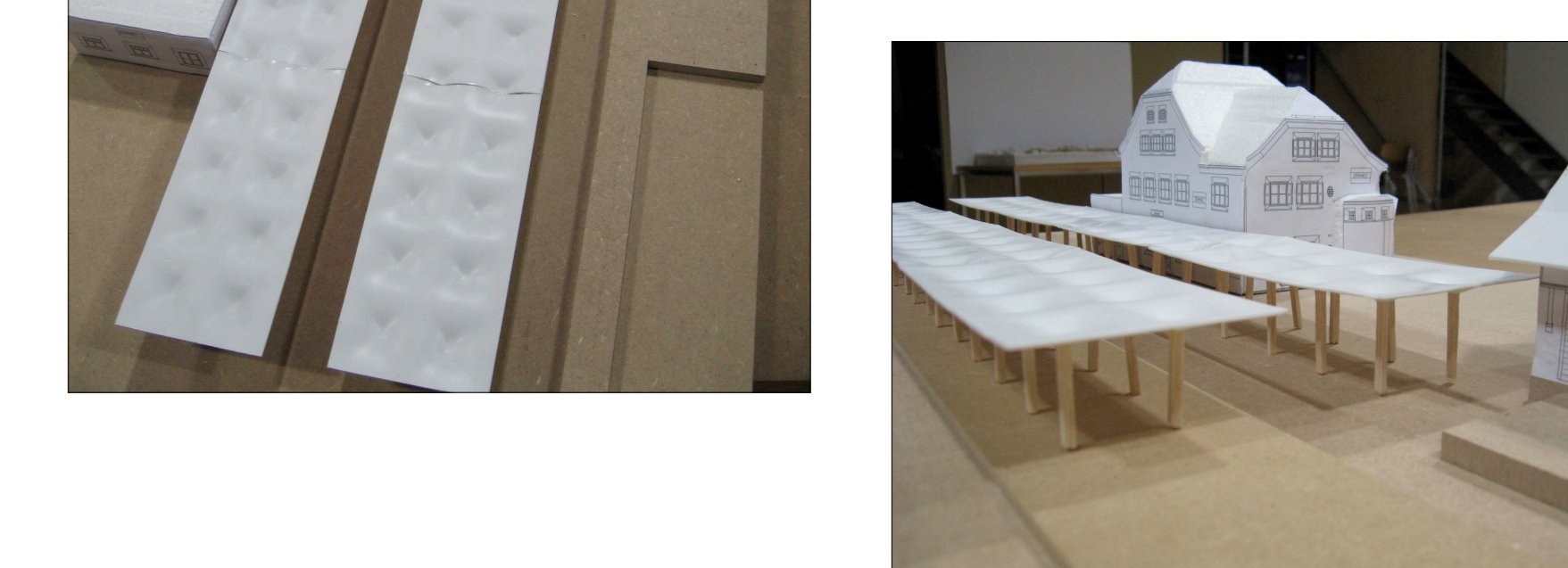
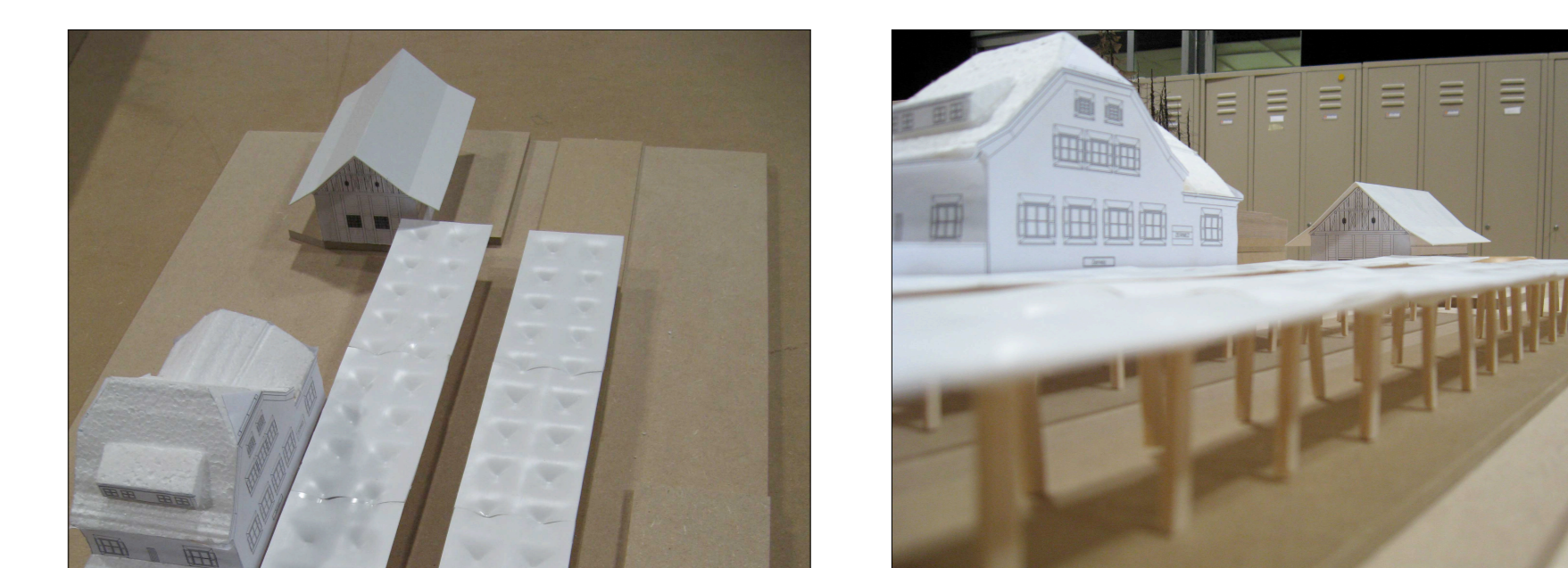
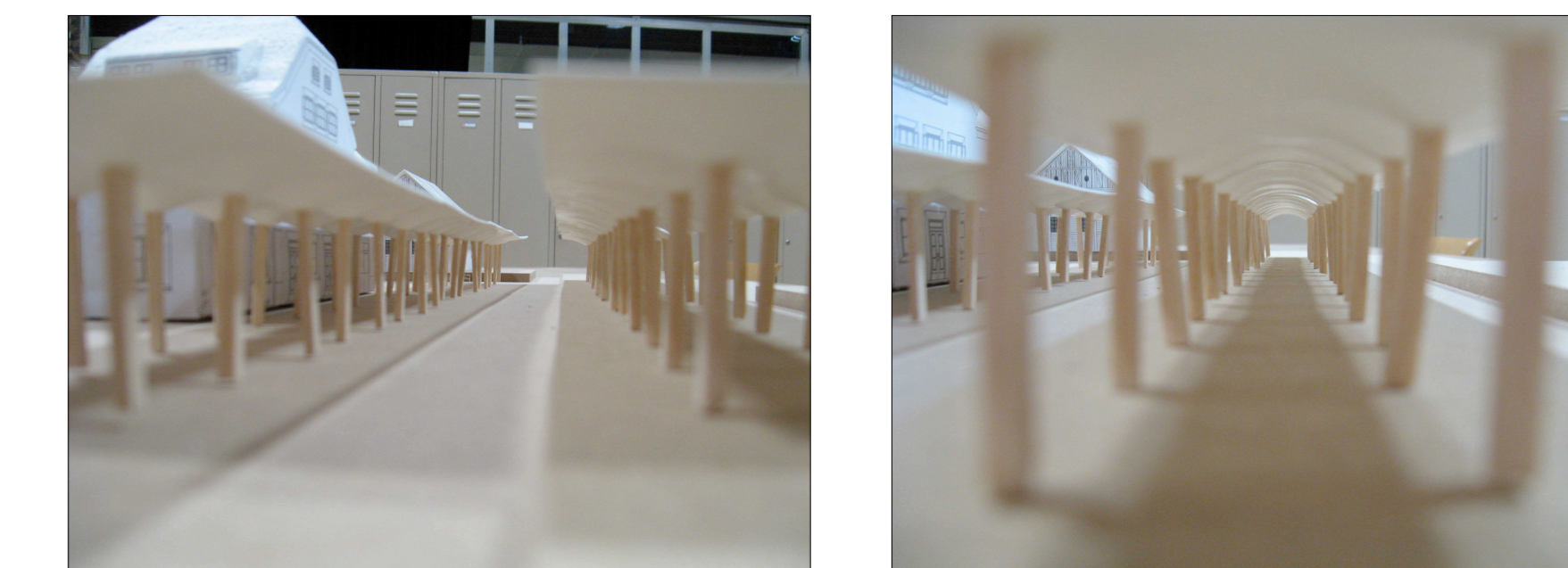
situation mst 1:500



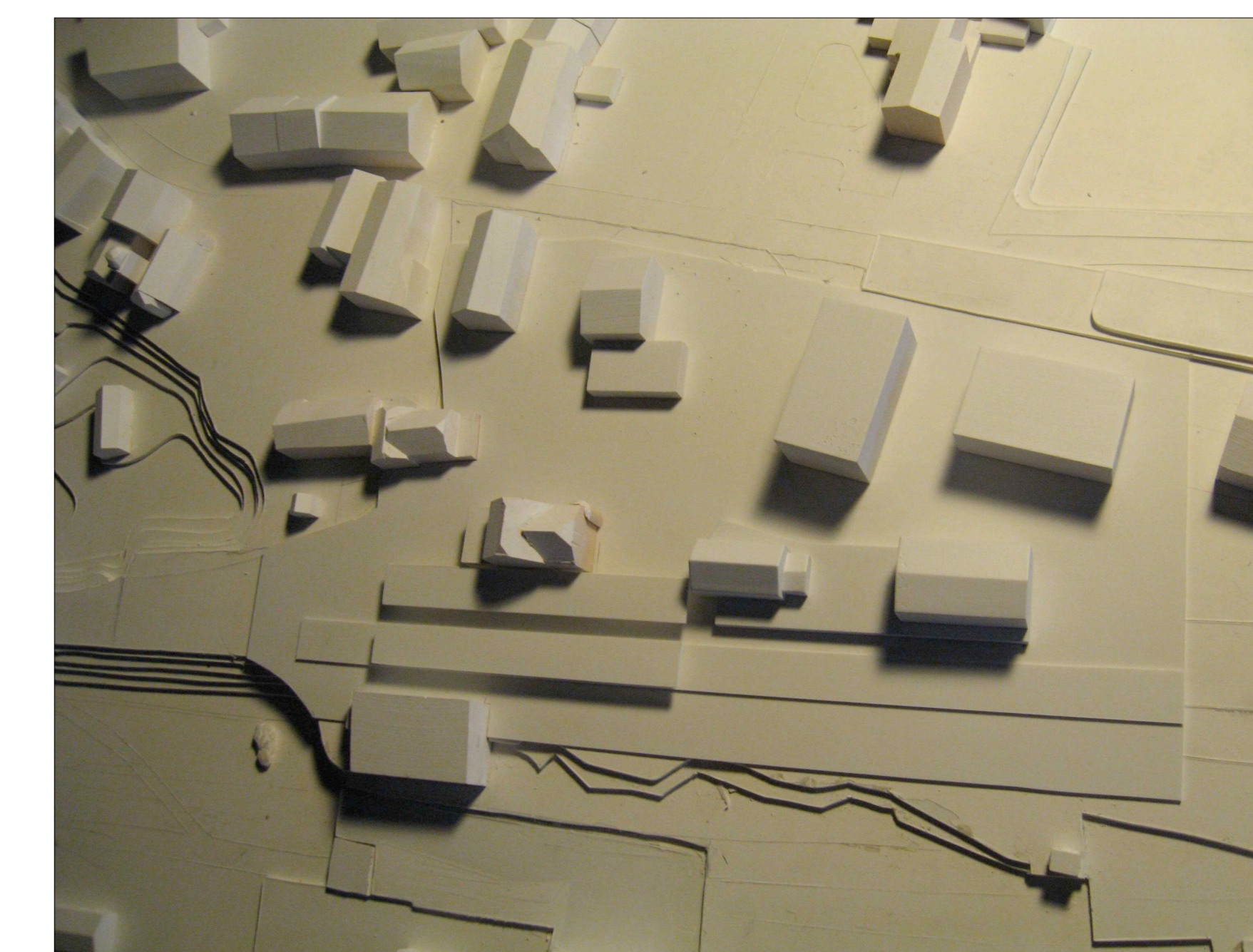
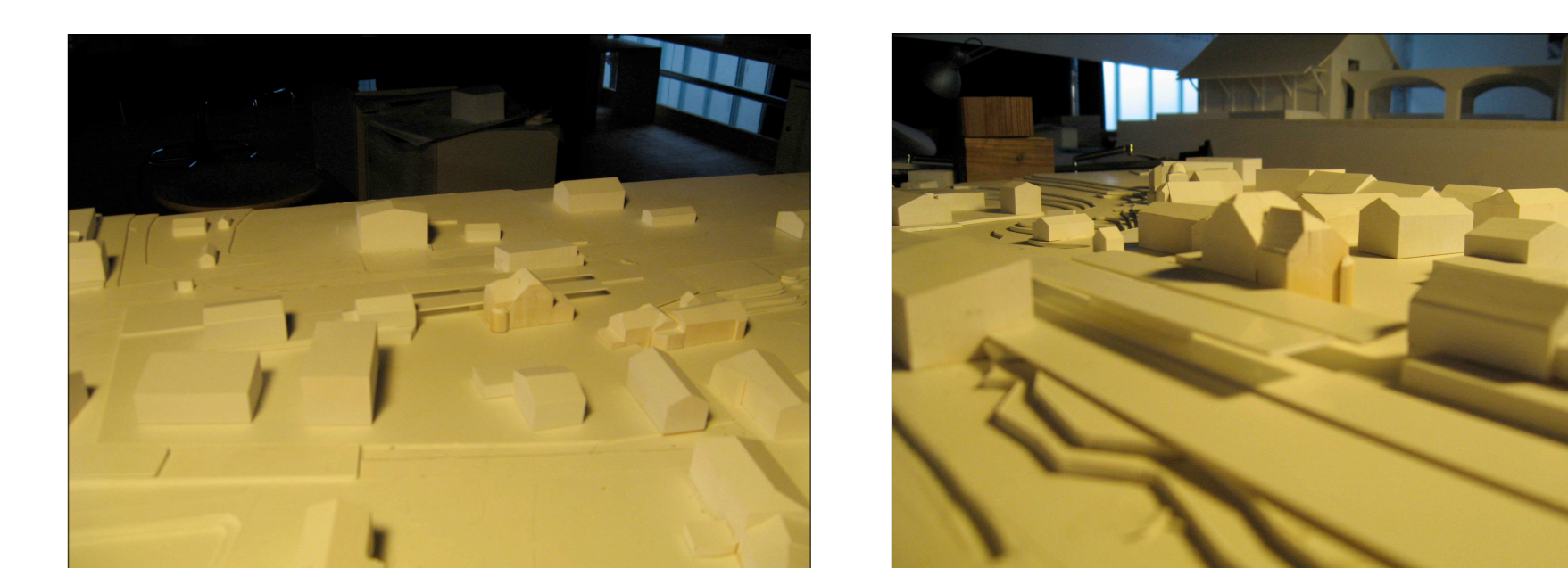
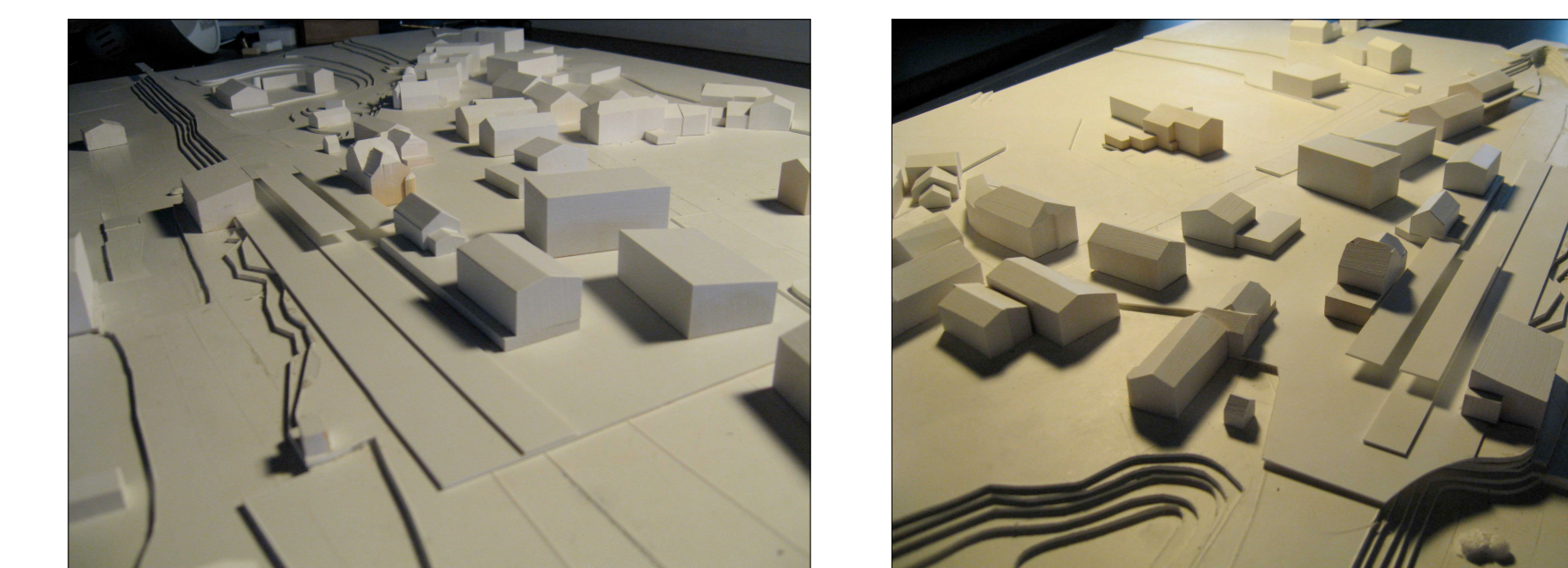
schwarzplan bestehend mst 1:5000



schwarzplan neu mst 1:5000



modell innen- und aussenansichten



situationsmodell mst 1:500



engadin gewölbtebögen als analogie für die perronüberdachung

konzept der entwurfsidee
 da das durchfahren des dorfes als eine spannende entdeckungsreise von verschiedenen hausvolumen, raumimpressionen durch vereinen und erweitern hervorruft, möchte ich dieses thema aufnehmen und die entdeckungsreise fortführen.

durch die unterschiedlichen volumengrößen wird im bahnhofsbereich eine hofsituation geschaffen. meine idee ist es eine bike and sheep herberge sowie bar / restaurant, ein neuer ankunftsort mit busstation, büro und gewerbe, postautowaschplatz in den neuen gebäuden unter zu bringen, der güterhof soll als auslaststelle (bike etc.) umfunktioniert werden. die güterschuppenrampe wird nach vorne zum gleis vergrössert und zum teil mit parkplätzen entlang des geleises ausgestattet. kann somit weiterhin als umschlagplatz (auf- und abbildern) der bahnhöflicher dienen. da im engadin die kreuzgewölbedecken in den wohnhäusern zur tradition geworden sind, möchte ich dieses thema bei der überdachung des neuen perrons umsetzen. der bestehende bahnhof soll auch mit dem kiosk eine neue funktion bekommen. um eine einheit zu bilden, wird die grosse öffnung bei der bahnhofszone durch die gleichen fenster in anlehnung zu den rhythmischen stützen geschlossen.

durch diese änderung des bahnhofsareals, rückt auch die busstation näher zum perron und die touristen können direkt ans bahngleis gelangen und auf entdeckungsreise gehen.

- fazit
- bestehendes erhalten
 - eine tradition vom engadin übernehmen
 - einfacher umstieg von busstation und bahn mittelperron
 - tourismus (verpflegung und vermietung) fördern

rhb bahnhofsareal entwicklung zerne

entwurf analyse

hw chur • studiengang bau und gestaltung • ws07/08 • dozenten roger boltshauser äita fury maurus frei andreas hagmann • student marco vögeli BG04

Materialien Neubau Zerne



Schieferverkleidung
 Fassadenbau: Die Aussenwände des im Mönchsordertypen erhaltenen Baues können aus Backstein oder Beton sein, der äussere Aufbau besteht aus 30 cm vollziegel verlegter Mauerwerkverkleidung. Mauerwerkverkleidung 40 mm x 60 mm, mit Sicherheitsankerabstand 20 cm, Trügelung 50 mm x 30 mm und einer Schutzverkleidung aus Nadelweiche (20 cm x 40 cm). Fenster und Sperrholzverkleidung sind in Lärche gehalten. Somit werden zwei typische Materialien des Ortes als Gestaltung in der Landschaft zum Thema Westwall neu interpretiert eine nachhaltige Form als Antwort auf die Umgebung.



Schieferfassade

materialien entwurf zerne ws07/08

Fast überall den Umwandlungsbedingungen auf die Herstellung und Erneuerung schneidet die Variante EPS-Aussenwärmung verputzt am besten ab. Die CO₂ äquivalenten Werte sind bereits halb so gross wie jene mit verputzter Aussenwärmung. Bei den CO₂ äquivalenten Werten sind die Ökologischen Kosten. Die Werte der hinterlüfteten Fassade sind um 47% höher als jene der EPS-Aussenwärmung. Wird der Kostenaspekt mitgeschlüsselt, überwiegen die positiven Aspekte der EPS-Aussenwärmung noch mehr. Es wird bei der Planung und Ausführung darauf geachtet, dass eine sehr machbare Befestigung erfolgt. Einmalige Details geplant werden und eine saubere Ausführung erfolgt. Durch diese Massnahmen wird die Tragbarkeit bei einem späteren Rückbau verbessert und die Langlebigkeit der Fassade sichergestellt.

Außenschüsselfassade
 Mit der Aluminiumbeschichtung und Fassade erhält man eine einfache, unterhaltarme und wirtschaftliche Fülle, in die sich die Fenster aus Aluminium mit Isolierglas gut einfügen lassen. Mit dieser Massnahme soll sich das im Innern herrschende Bild mit der sachlich hochstehenden und vom Hochdruck abstrahlenden (Stützen) abstrahlend auch ausser mit.

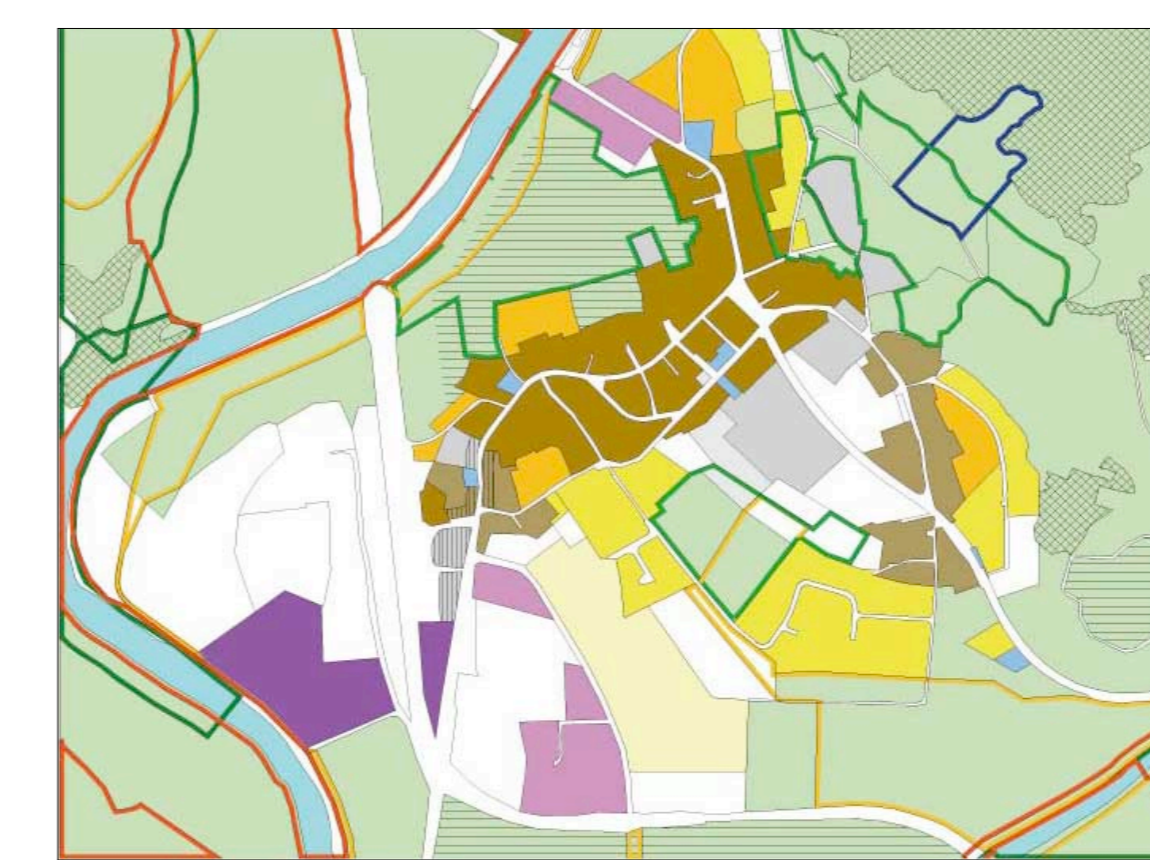


Holzmetallfassade

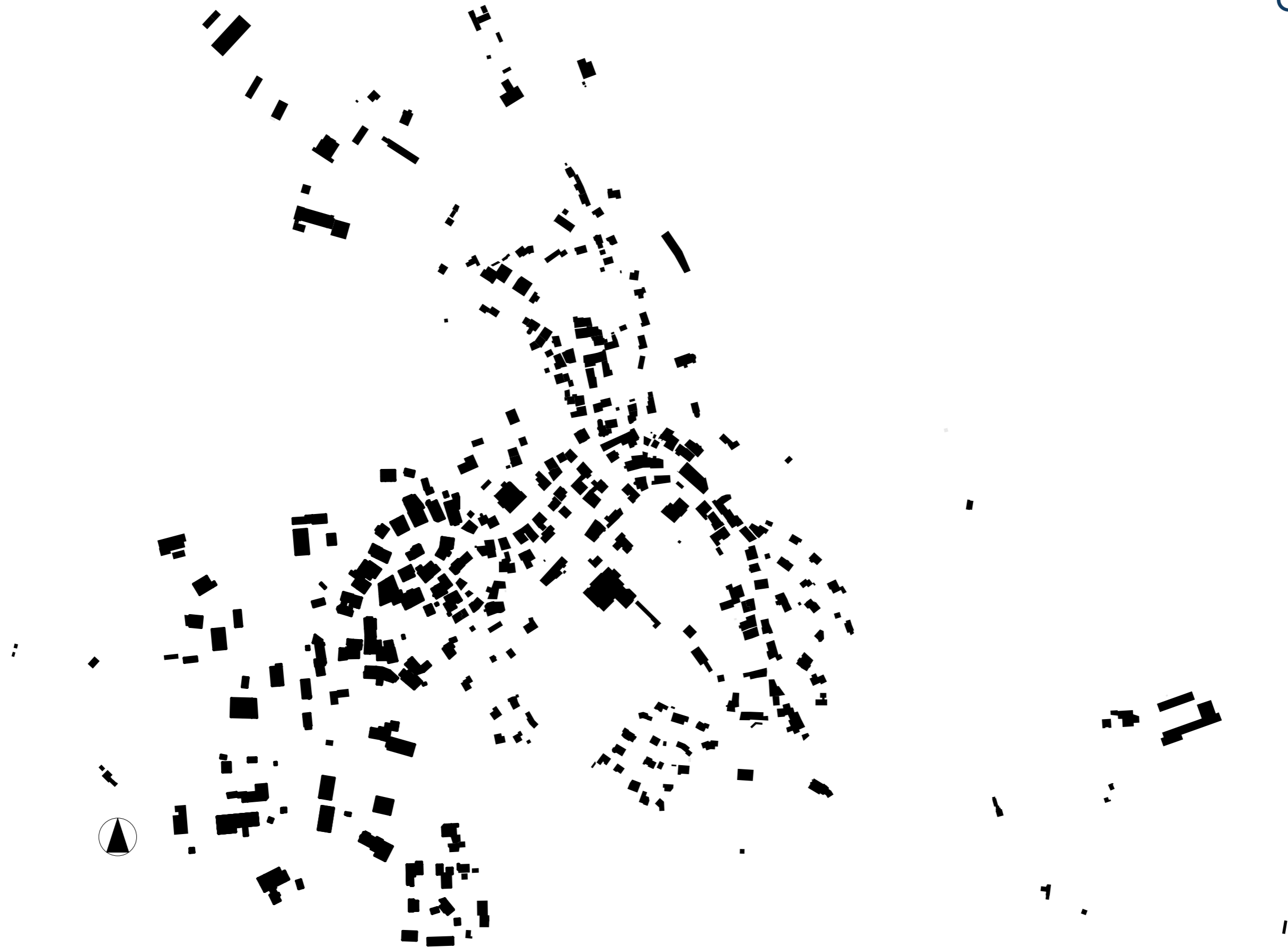
materialien entwurf zerne ws07/08

materialien entwurf zerne ws07/08

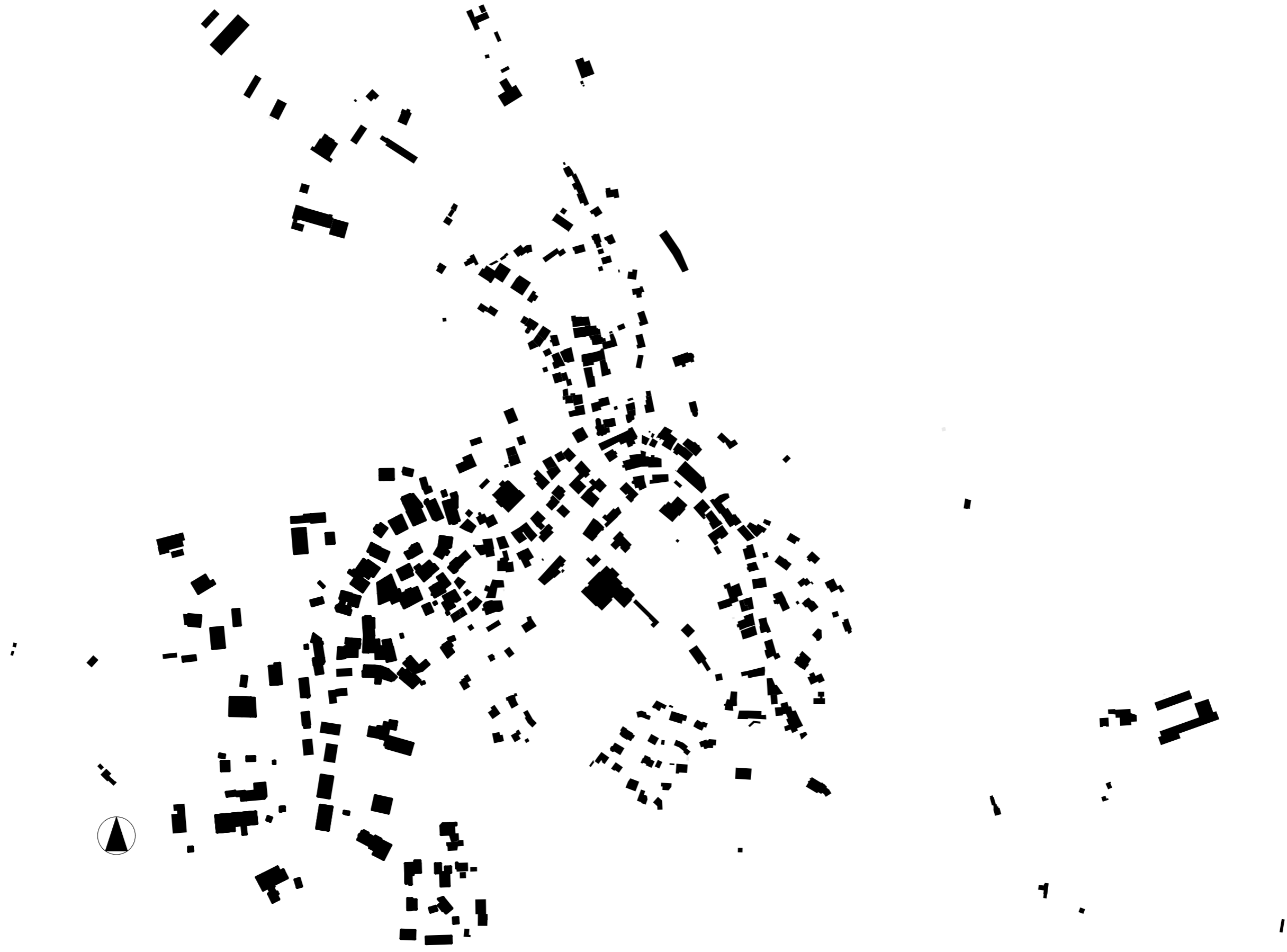
grundstück flächenberechnung	17693.2 m ²
areal insb nördlich der geleise	
bürohhaus 3 geschosse	600 m ²
bike hotel 4 geschosse	1435 m ²
gewerbehau 2 geschosse	685.6 m ²
bahnhofgebäude 3 geschosse	666 m ²
güterschuppen 2 geschosse	292 m ²
neuer güterschuppen 2 geschosse	490.6 m ²
postgebäude 2 geschosse	456 m ²
hg commerciale	1650 m ²
total	6263.5 m ²
AZ 6263.5 m ² : 17693.2 m ²	0.35
ohne ug	
mittelperron	1060 m ²
asphalt	5252.7 m ²
pfästerung	448 m ²
kiesfläche	3233 m ²
grünfläche	919 m ²
gelwege	17 m ²
parkplätze 40	500 m ²



zonenplan



Schwarzplan bestehend



Referenzen Neubau Zernez



Neubau Jugendherberge von Scuol

Durch eine Bar-Lounge mit Cheminee und evtl. Billiard wird eine gemütliche alpine Atmosphäre geschaffen.

Minergie Eco

Um auch für der Umwelt einen Dienst zu leisten wird die Gebäudehülle und Haustechnik nach dem Minergie Eco Standard ausgeführt. Dies senkt auch die Heizkosten/Übernachungskosten!



Essen

Gebäudevolumen JH Scuol

Die moderne Jugendherberge steht dann unmittelbar bei den Bergbahnen; eine ideale Voraussetzung für sportliche Gäste. Die Zusammenarbeit mit den Bergbahnen nimmt daher einen wichtigen Stellenwert ein. Das Gebäude, das auf einem im Moment unverbauten Platz zu stehen kommt, kann sich hervorragend positionieren und strahlt eine starke Präsenz aus. Das Aufnehmen von Engadiner Bautradition und deren Umsetzung in einer modernen Architektursprache gelingt dem Architekturbüro „Arge Sursass“ sehr gut. Marisa Feuerstein sagt dazu: „Wir möchten ein modernes Haus bauen, das den heutigen Bedürfnissen entspricht und sich in die traditionsreiche Engadiner Kulturlandschaft integriert.“

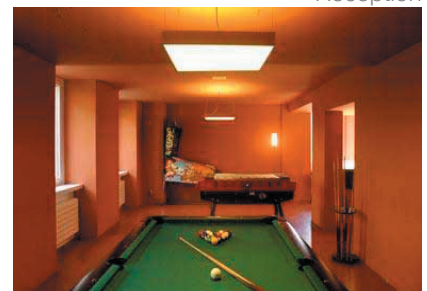
Ich möchte das Gleiche für Zernez im Bereich Biken, Wandern und Langlaufen erreichen. In vorderster Front steht ein moderner, günstiger und unterhaltsamer Bau. Er soll viele Gäste anlocken und zum Übernachten ermutigen. Geografisch ist Zernez als Ausgangspunkt für die vielen Freizeitaktivitäten ausgezeichnet geeignet!

Inneneinrichtung

Die Inneneinrichtung soll modern und funktional sein. Dabei ist mir ein effizienter Ablauf des Arbeitsprozesses wichtig. Dies setzt eine kluge Anordnung der Räume, Geräte und Infrastruktur voraus. Das Ganze soll dem Kunden schlussendlich wieder zugute kommen. Ich kann mir in der neuen Sportjugendherberge eine Vermietung von diverseren Sportartikeln für den Sommer und Winter vorstellen.



Reception



Aufenthaltsraum



Gebäude von Zernez



das gelbe Haus



Schlafräume

Materialien Neubau Zernez

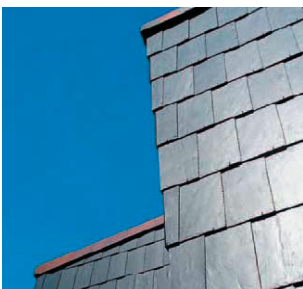


Schieferverkleidung

Fassadenaufbau: Die Aussenwände des im Minergiestandard realisierten Baues können aus Backstein oder Beton sein, der äussere Aufbau besteht aus 20 cm vollflächig verlegter Mineralwolldämmung, Hinterlüftungslattung (40 mm x 60 mm, mit Sicherheitsdistanzschrauben befestigt), Traglattung (30 mm x 30 mm) und einer Schindelbekleidung aus Naturschiefer (25 cm x 40 cm). Fenster und Sperrholzbrüstungen sind in Lärche gehalten. Somit werden zwei typische Materialien das Objekt als Skulptur in der Landschaft halten und einen gelungenen Beitrag zum Thema Weiterbauen am Bestand beifügen.

Holzplattenfassade

Aussenwände aus Backstein (15 cm)



Schieferfassade

materialien entwurf zernez ws07/08

und Massivdecken übernehmen die Tragfunktion. Mineralwolldämmung (20 cm) und Winddichtung beide im Mauerwerk befestigt folgt eine mit Distanzschrauben fixierte Hinterlüftungslattung (vertikal gesetzt, 8 cm). Die Bekleidung besteht aus mit Ölfarbe gestrichenen Tannenholzlatten, die mit Chromstahlnägeln aufgenagelt sind. Lattenbekleidung und deren Farbgebung sind das Resultat eines aufwendigen Suchprozesses hinsichtlich Produktevaluation, Bemusterung, praktischer Umsetzung und Unterhaltskonzept. Die Tannenholzlatten wurden werkseits zweimal grundiert und nach der Montage mit zwei Ölfarbanstrichen versehen. Ein fast textil wirkender Lattenmantel; eine konventionelle Schalung unkonventionell neu interpretiert; eine sechsfarbige Tonskala als Antwort auf die Umgebung.»

Verputzte Fassade

Bei der Auswahl des Fassadendämmsystems sollen ökologische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Der Vergleich nach SIA D0123 umfasst folgende Fassadensysteme: Die Aussendämmung mit expandiertem Polystyrol, die Aussendämmung mit Steinwolle und die Steinwoll-Aussendämmung mit Hinterlüftung und Faserzementschieferhaut.

Fazit

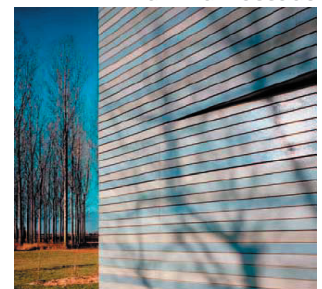
Betreffend den Umwelteinwirkungen bezogen auf die Herstellung und Erneuerung schneidet die Variante „EPS-Aussendämmung verputzt“ am besten ab. Die CO2 äquivalenten Werte sind beinahe halb so gross wie jene mit verputzter Steinwolle-Aussendämmung. Bei den SO2 äquivalenten Werten sind die Differenzen kleiner. Die Werte der hinterlüfteten Fassade sind um 47% höher als jene der EPS-Aussendämmung. Wird der Kostenaspekt mitberücksichtigt, überwiegen die positiven Aspekte der EPS-Aussendämmung noch mehr. Es wird bei der Planung und Ausführung darauf geachtet, dass eine rein mechanische Befestigung erfolgt, einfache Details geplant werden und eine saubere Ausführung erfolgt. Durch diese Massnahmen wird die Trennbarkeit bei einem späteren Rückbau verbessert und die Langlebigkeit der Fassade sichergestellt.

Alublechfassade

Mit der Aluminiumblechdach und -fassade erhält man eine einfache, unterhaltsarme und wirtschaftliche Hülle, in die sich die Fenster aus Aluminium mit Isoliergläsern gut einfügen lassen. Mit dieser Massnahme teilt sich das im Innern herrschende Bild mit der technisch hochstehenden und vom Produktionsablauf (Güterumschlag) her dem neuesten Stand angepassten Ausstattung auch aussen mit.

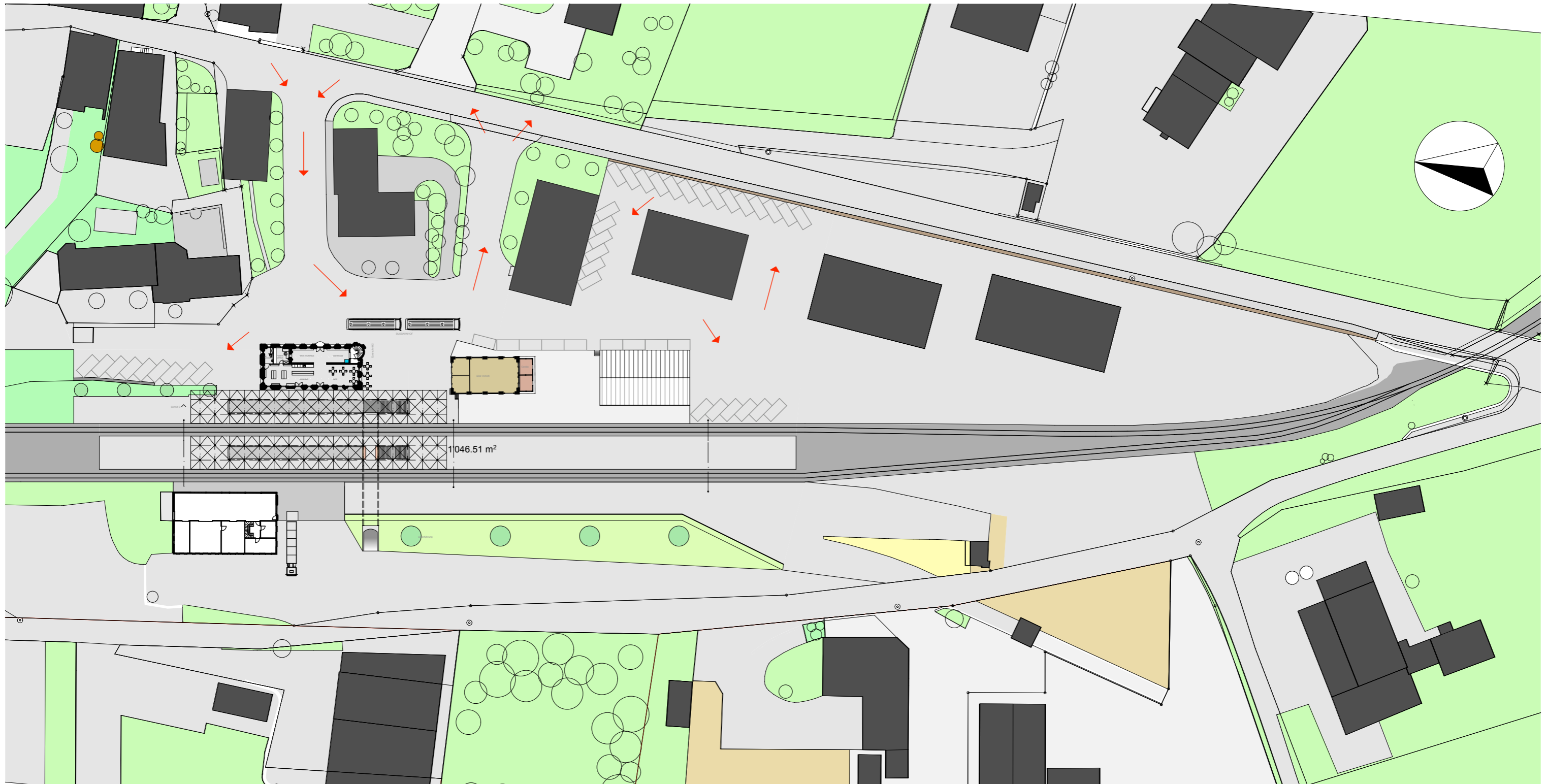


Aluminiumfassade

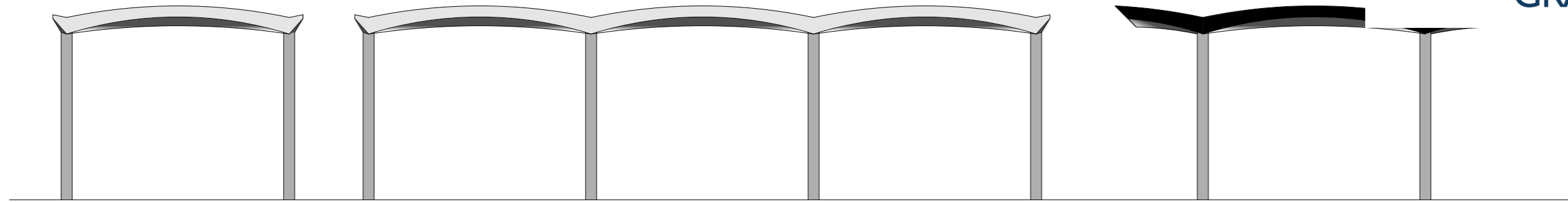


Holzlamellenfassade

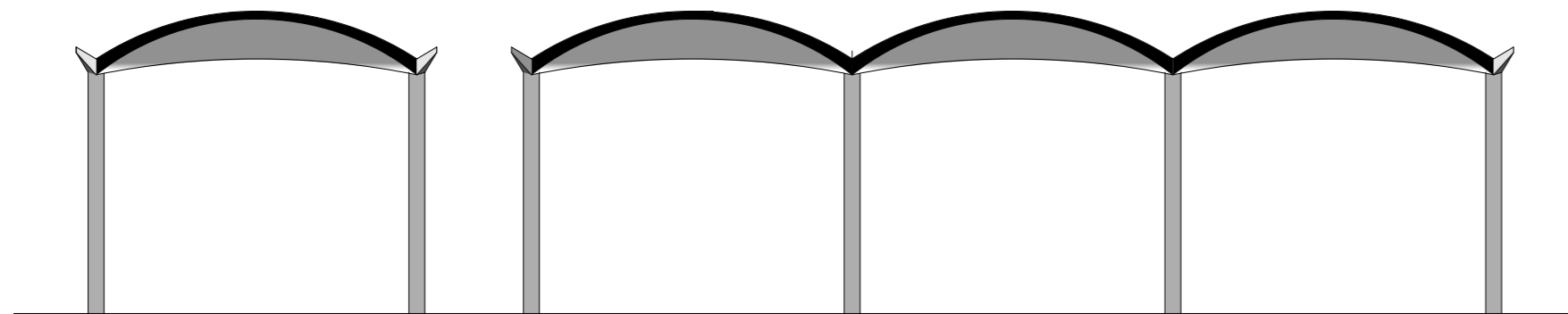
marco vögeli bg04



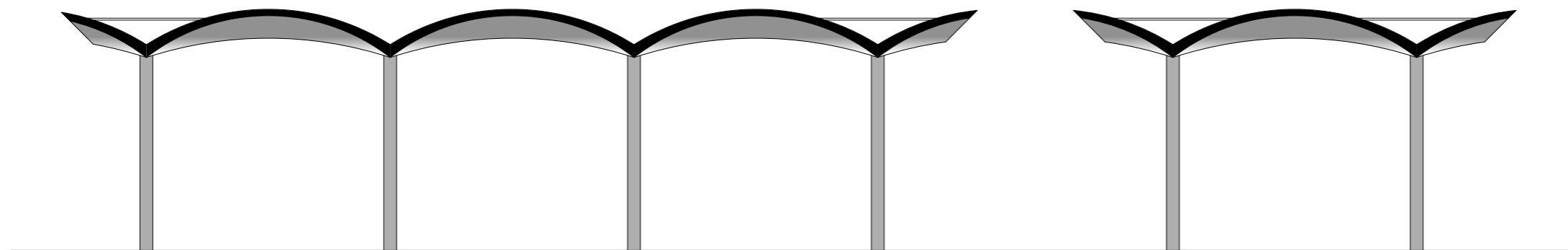
Bahnhofsituation



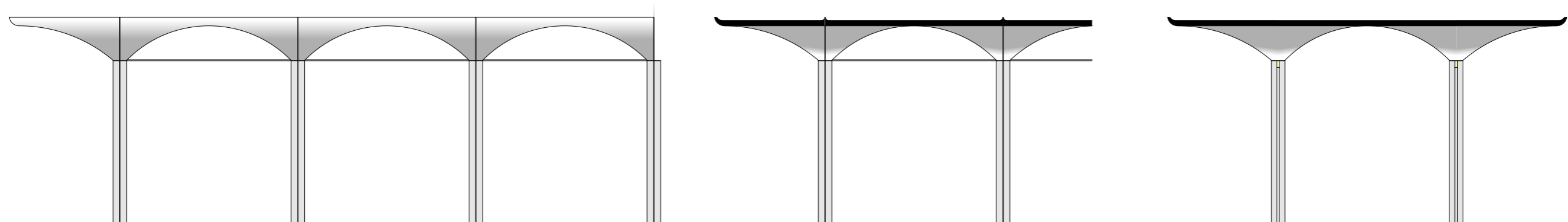
1. Phase der Form



2. Phase der Form

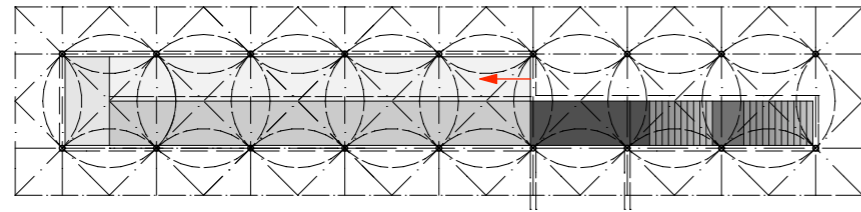
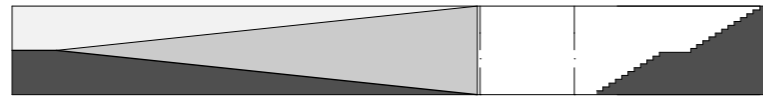


3. Phase der Form

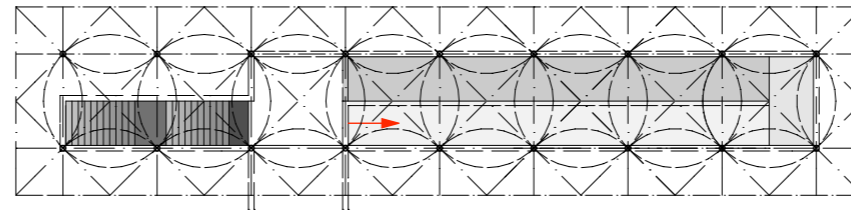
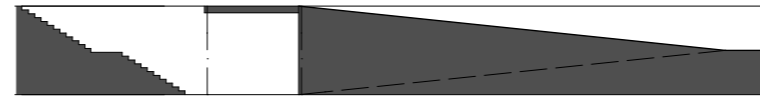


4. Phase der Form

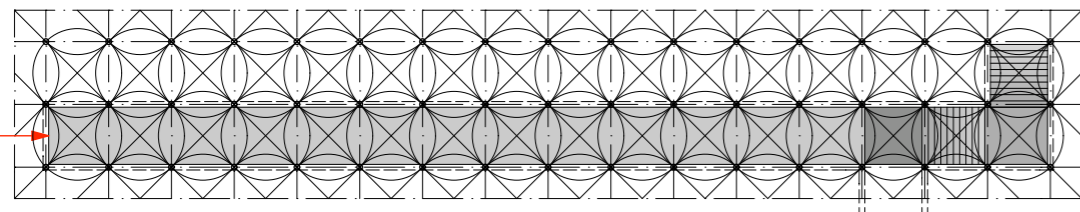
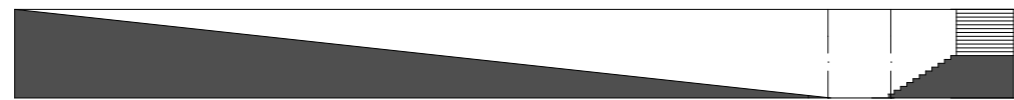
DACHENTWICKLUNG



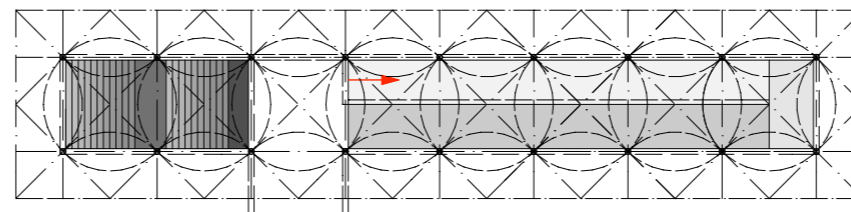
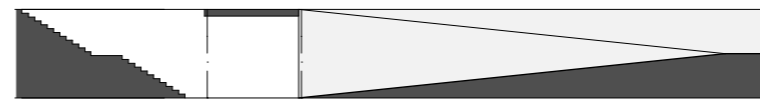
Achsabstand 4.20 m



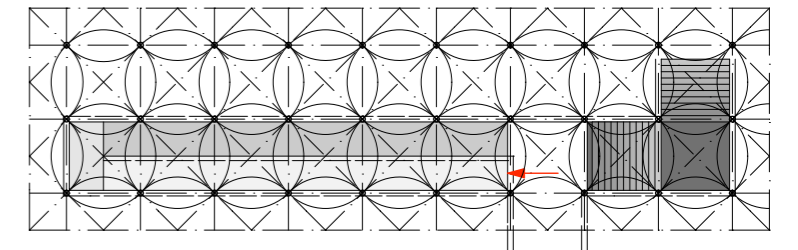
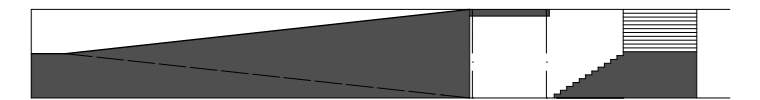
Achsabstand 4.20 m



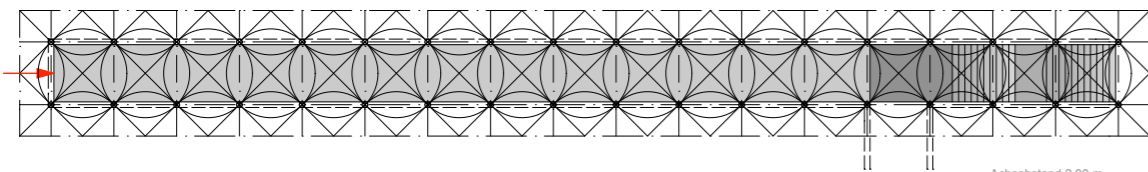
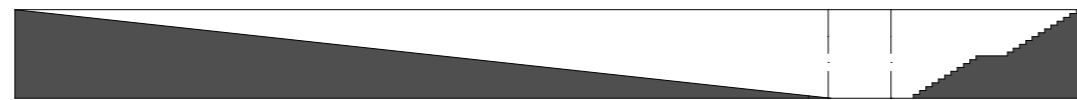
Achsabstand 2.80 m



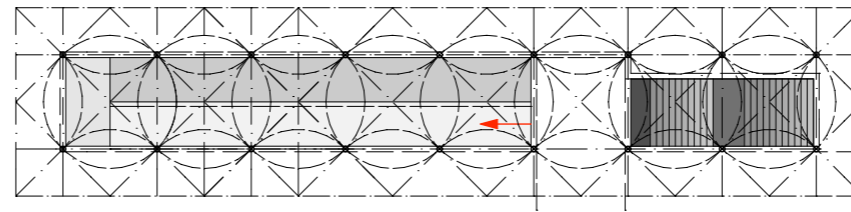
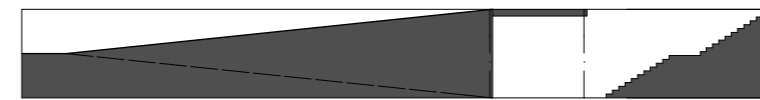
Achsabstand 4.20 m



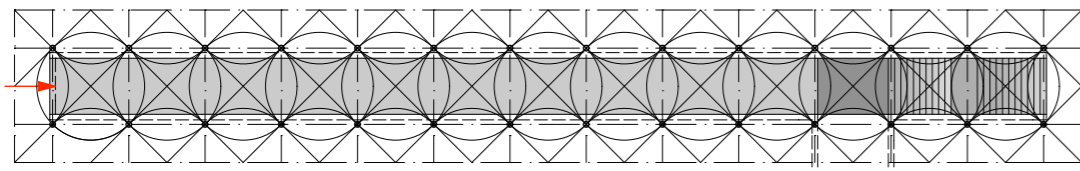
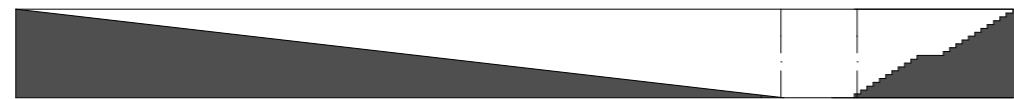
Achsabstand 3.30 m



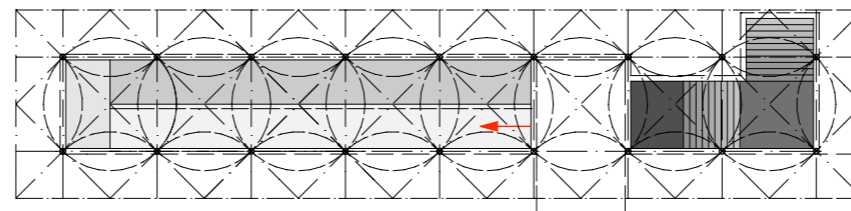
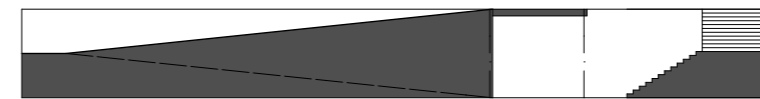
Achsabstand 2.80 m



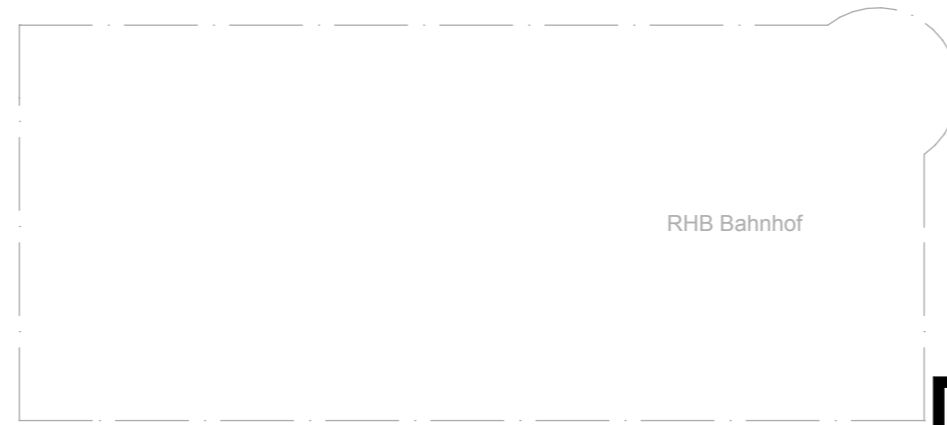
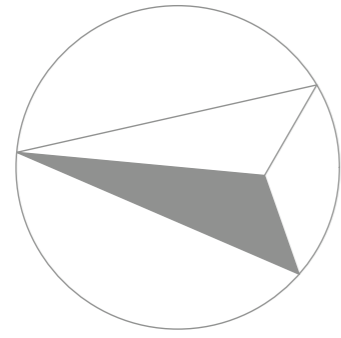
Achsabstand 4.20 m



Achsabstand 2.80 m



Achsabstand 4.20 m

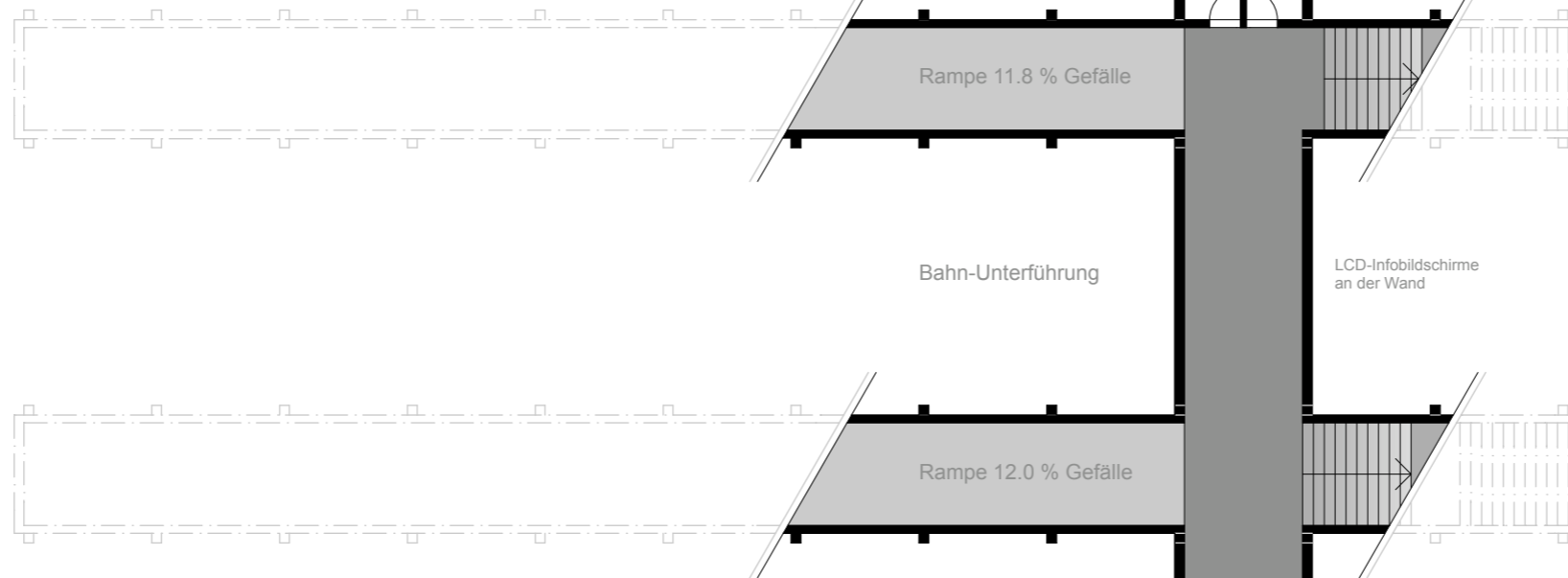
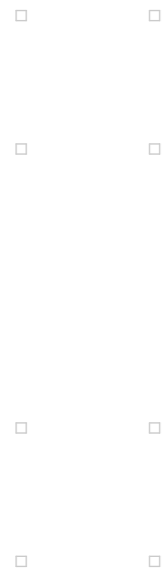


RHB Bahnhof

Querschnitt 1
Querschnitt 2



Güterschuppen



Rampe 11.8 % Gefälle

Bahn-Unterführung

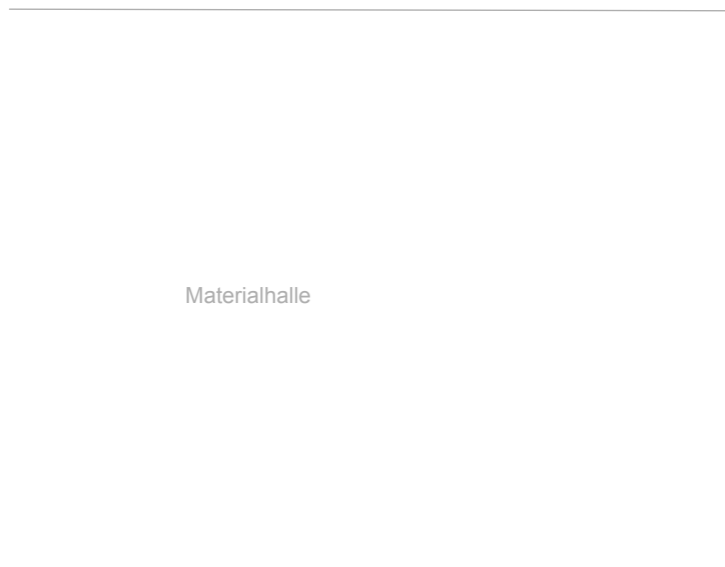
Rampe 12.0 % Gefälle

LCD-Infobildschirme
an der Wand

Treppenaufgang

Treppenaufgang

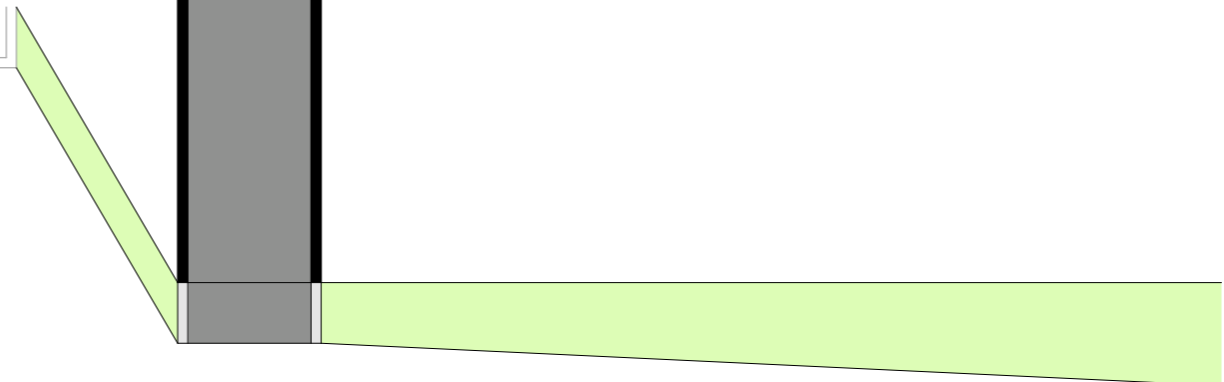
Schnitt 3

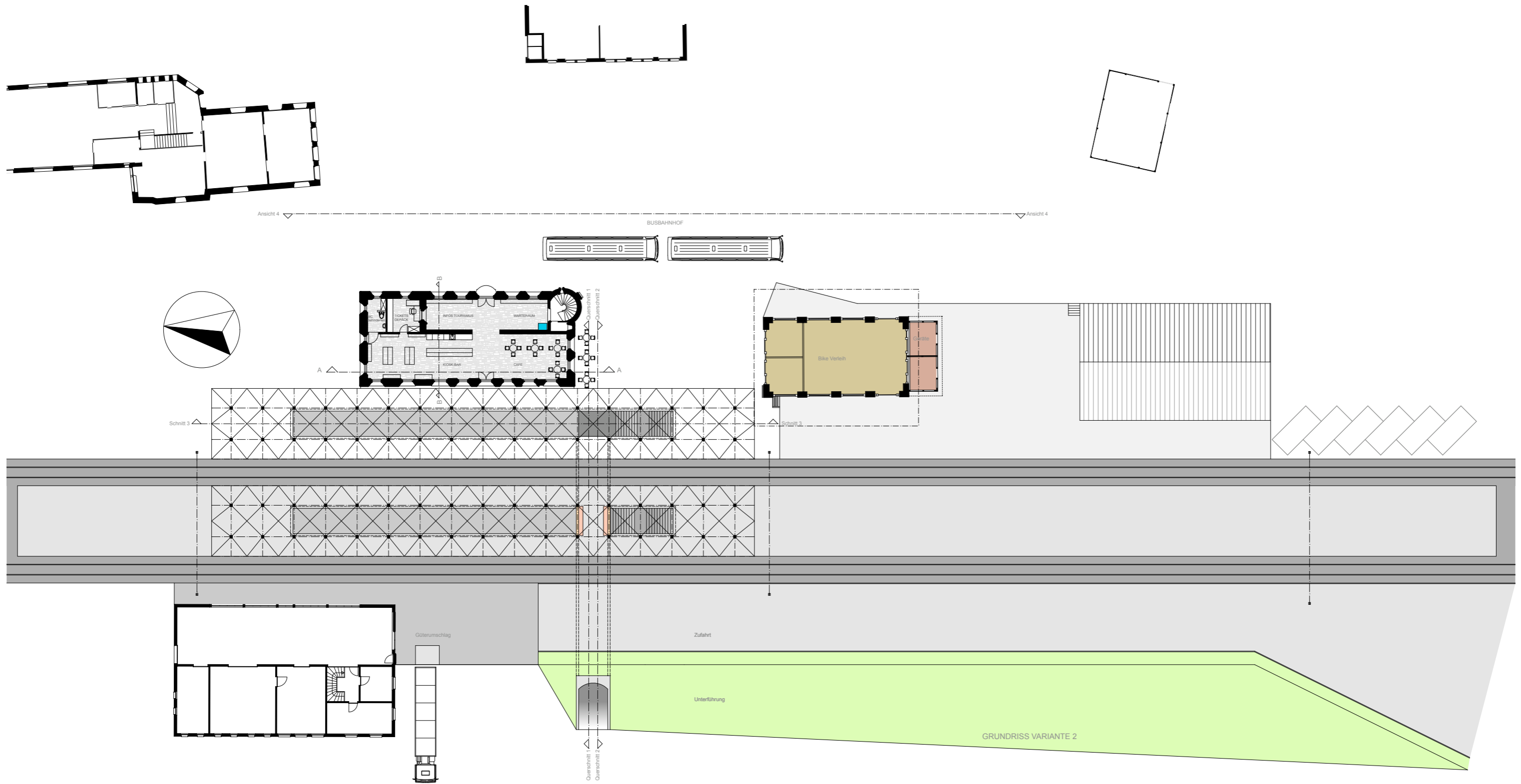


Materialhalle

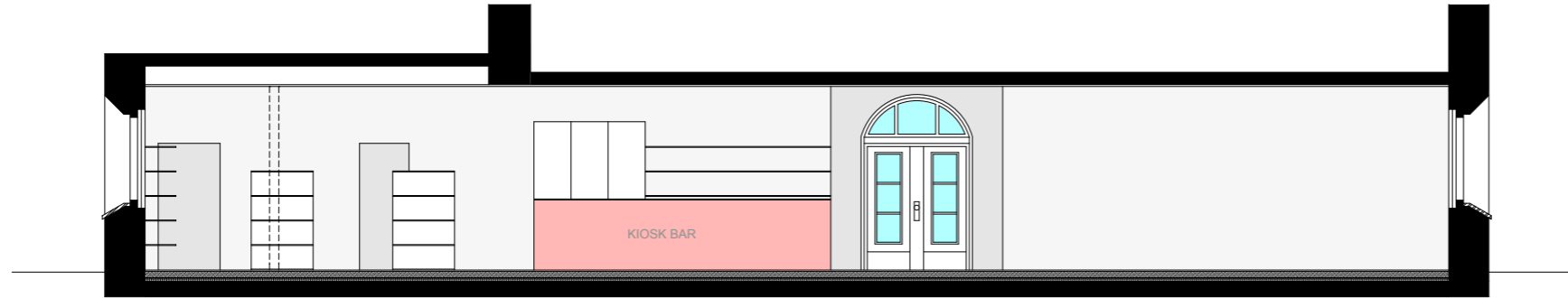
Untergeschoss Bahnhofgelände

nitt 1
nitt 2

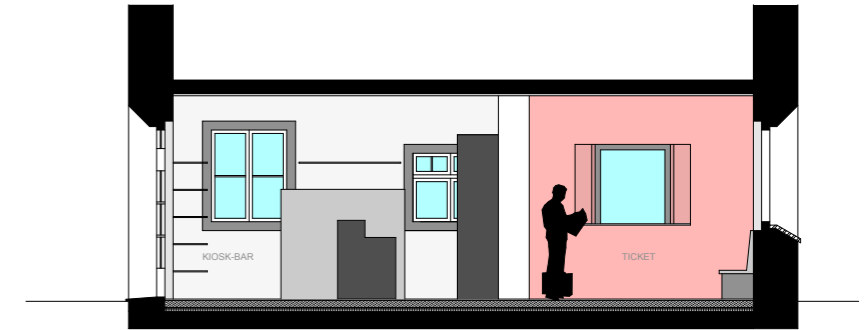




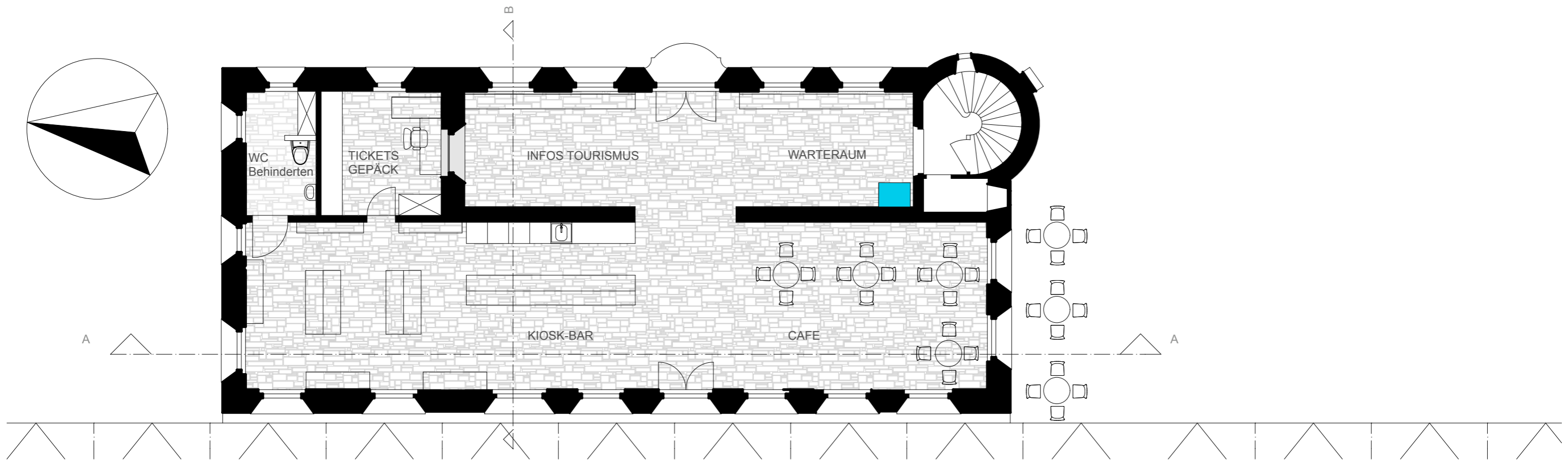
Grundriss Bahnhofareal



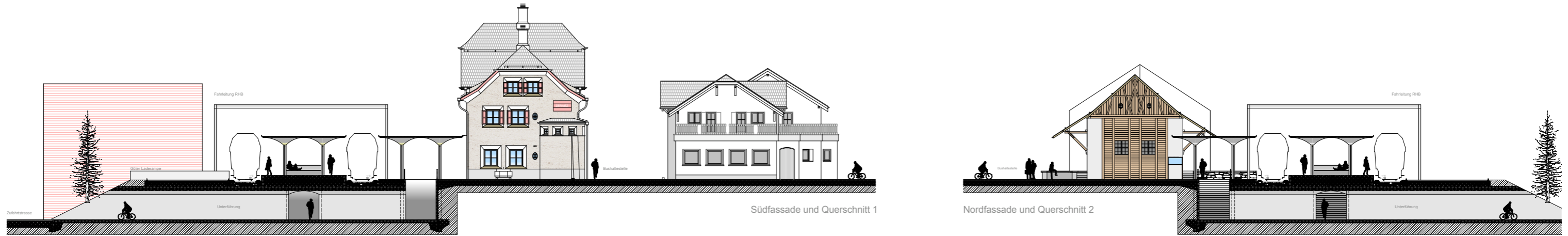
Längsschnitt A - A



Querschnitt B - B

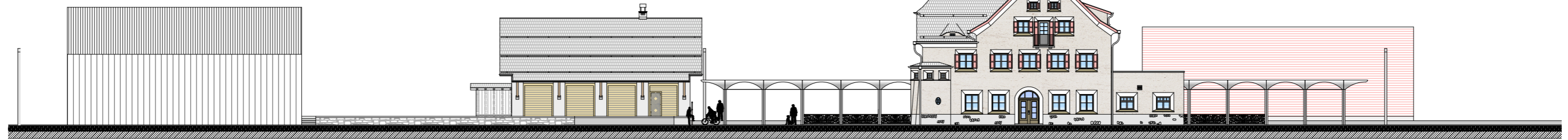


Erneuerung Bahnhof mit Kioskausbau

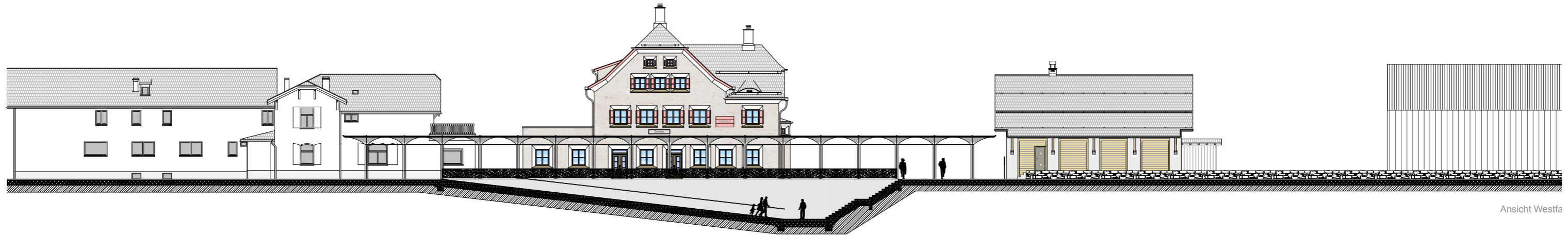


Südfassade und Querschnitt 1

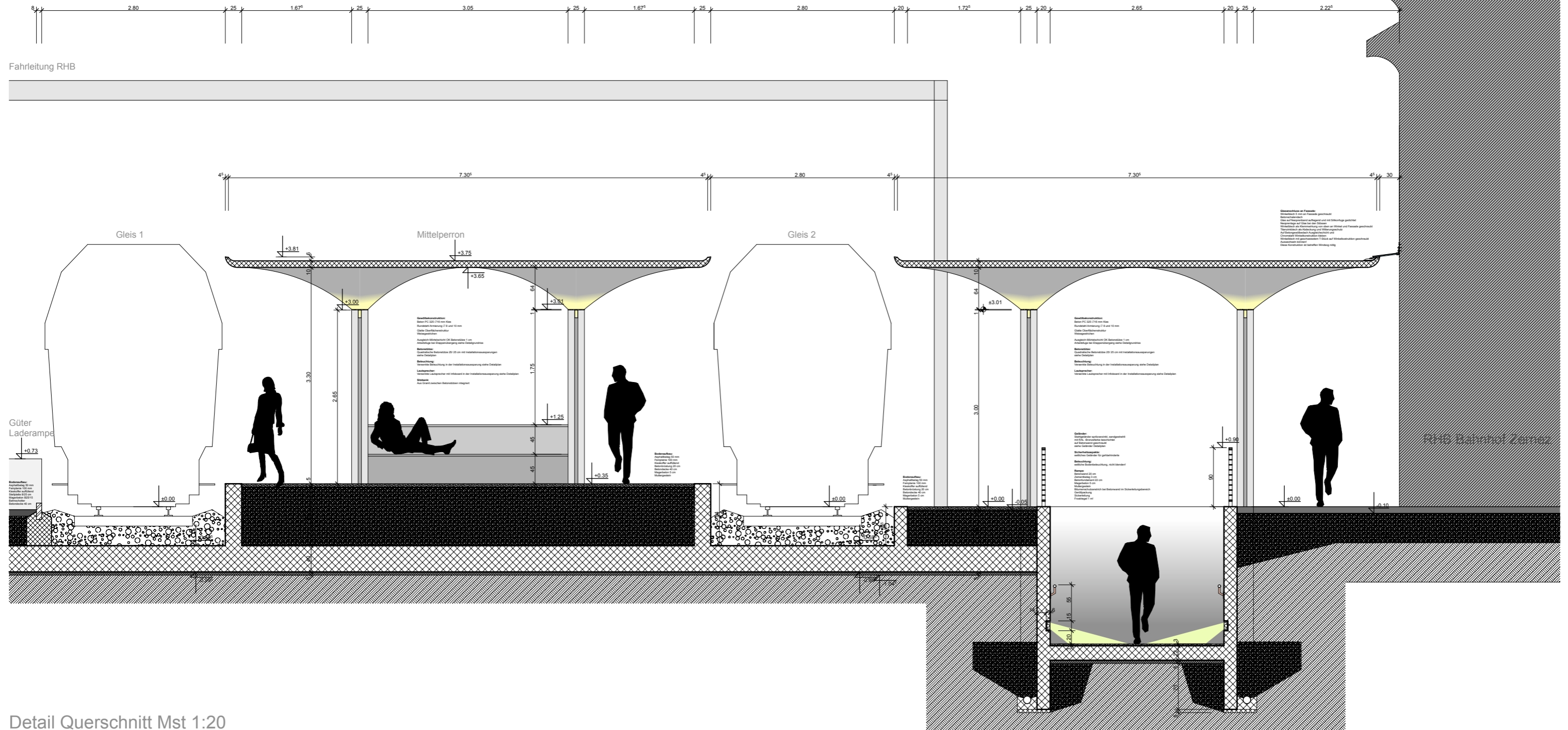
Nordfassade und Querschnitt 2

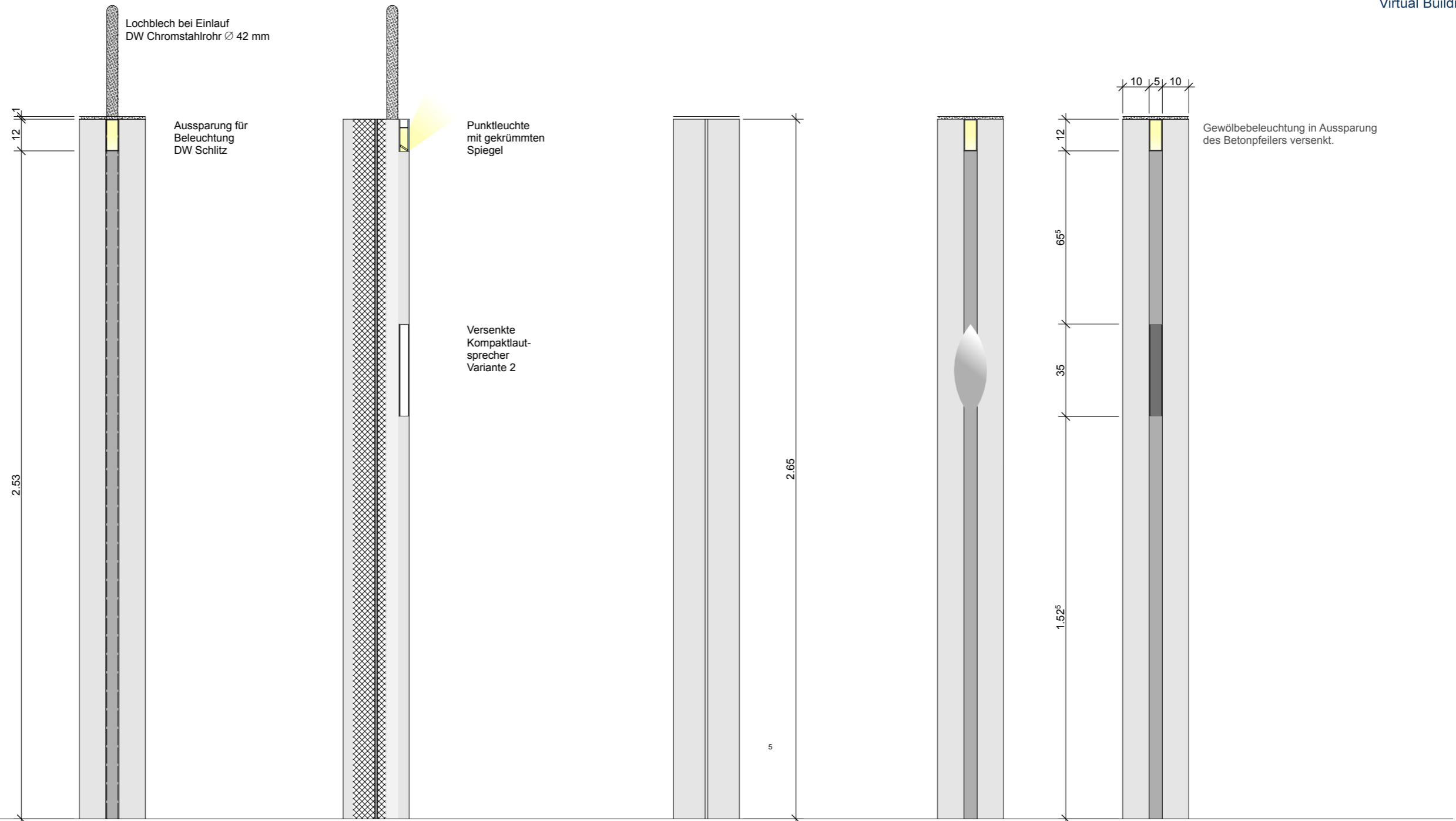


Ansicht Ostfassade Querschnitt 4



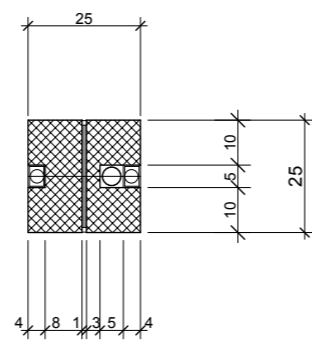
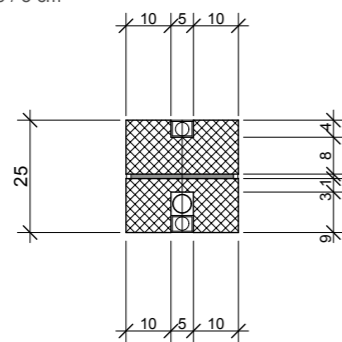
Ansicht Westfa



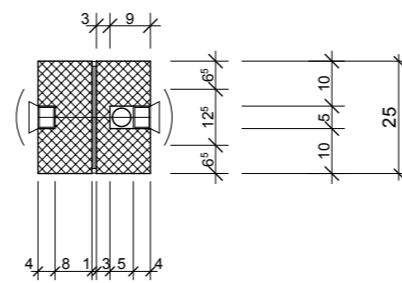


Betonpfeiler 25 / 25 cm (2 teilig)
Aussparung für Beleuchtung 5 / 4 cm
Neopren Trennlage 1 cm
Aussparung für Dachwasser \varnothing 42 mm 9 / 5 cm
Elektrische Leerrohre

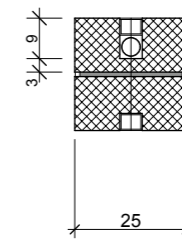
Achtung die Betonpfeiler Bahnhof und
Perron sind unterschiedlich hoch!



Variante 1:
Lautsprecher seitlich am Betonpfeiler im Schlitz befestigt Chromstahlform

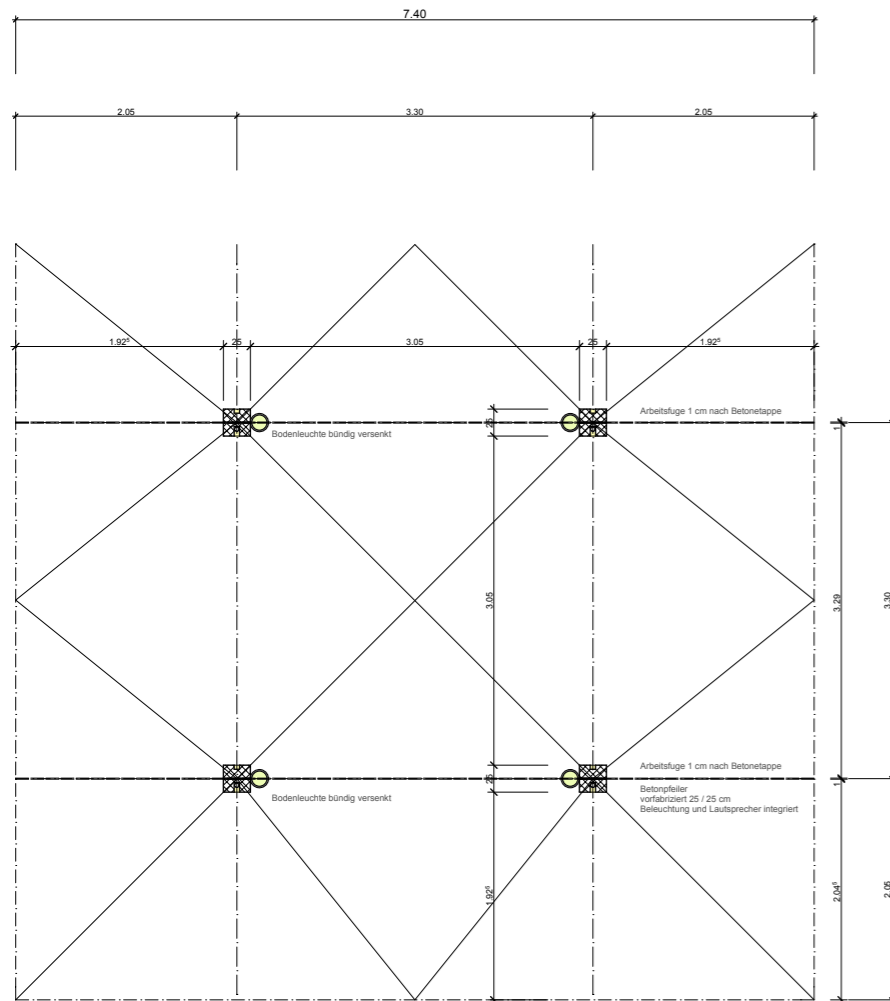


Variante 2:
Lautsprecher in der Aussparung vom Betonpfeiler versenkt,
kombinierbar mit Information-Gegensprechanlage

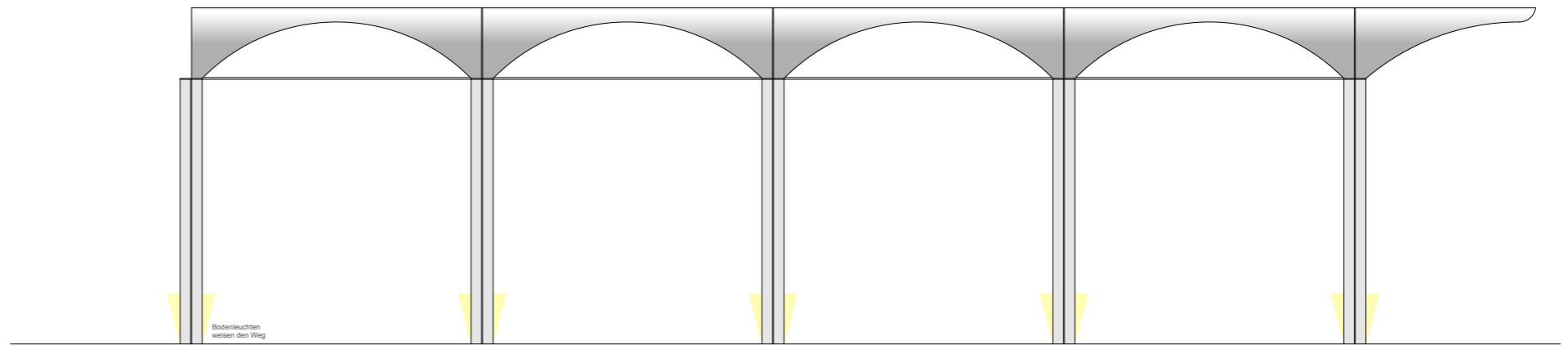


Betonpfeiler
Gewölbebeleuchtung, Dachwasser in Pfeileraussparung

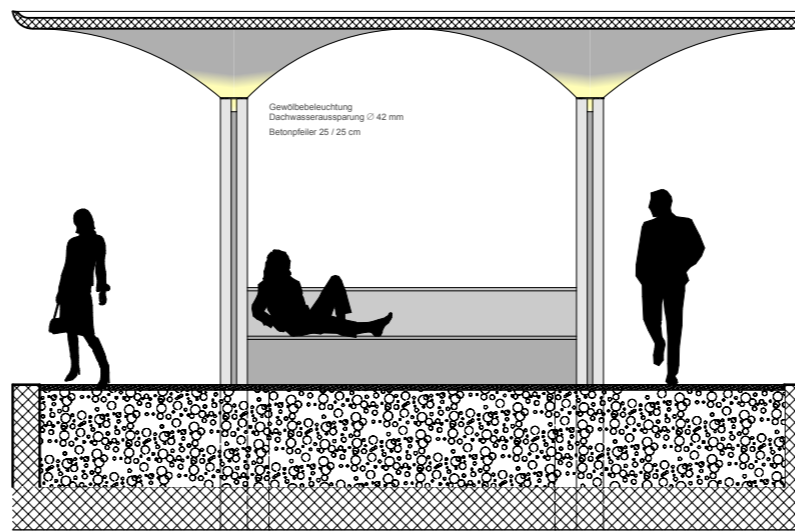
Betonpfeiler
Lautsprecher und Licht Funktion



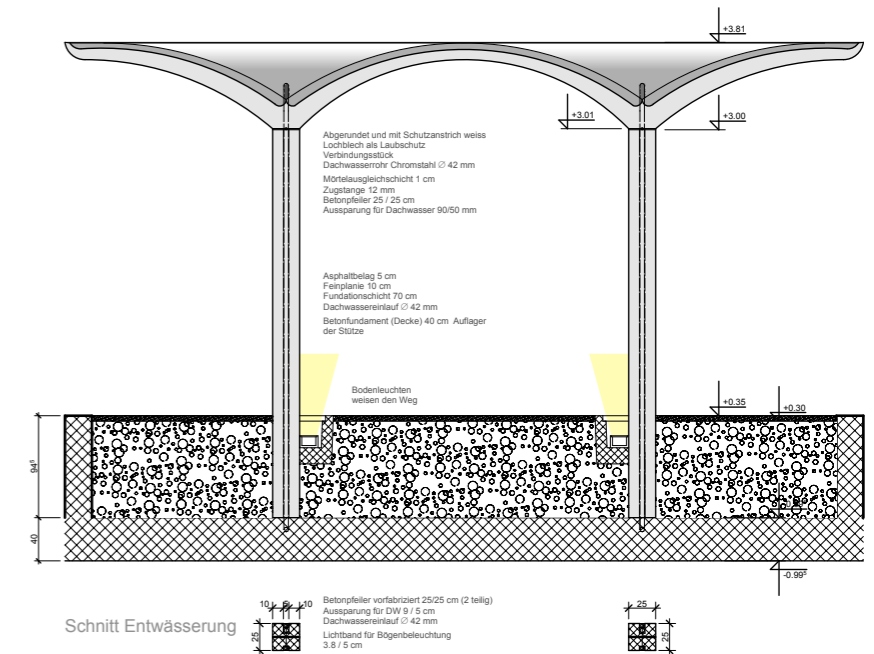
Grundriss Schalen Stützenraster



Schalenansicht
 Ansicht Schalenelemente Konstruktionsfuge und Zugstangen

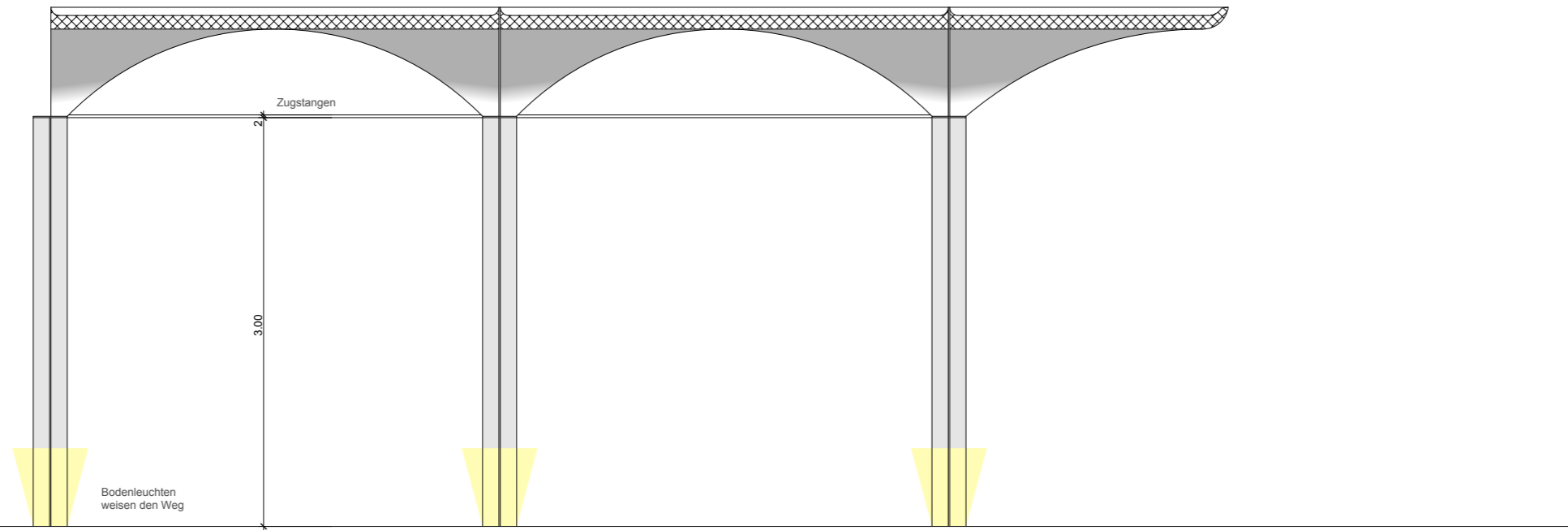


Schalen Querschnitt Mittelpfeiler
 Ansicht Dachwasser und Beleuchtung

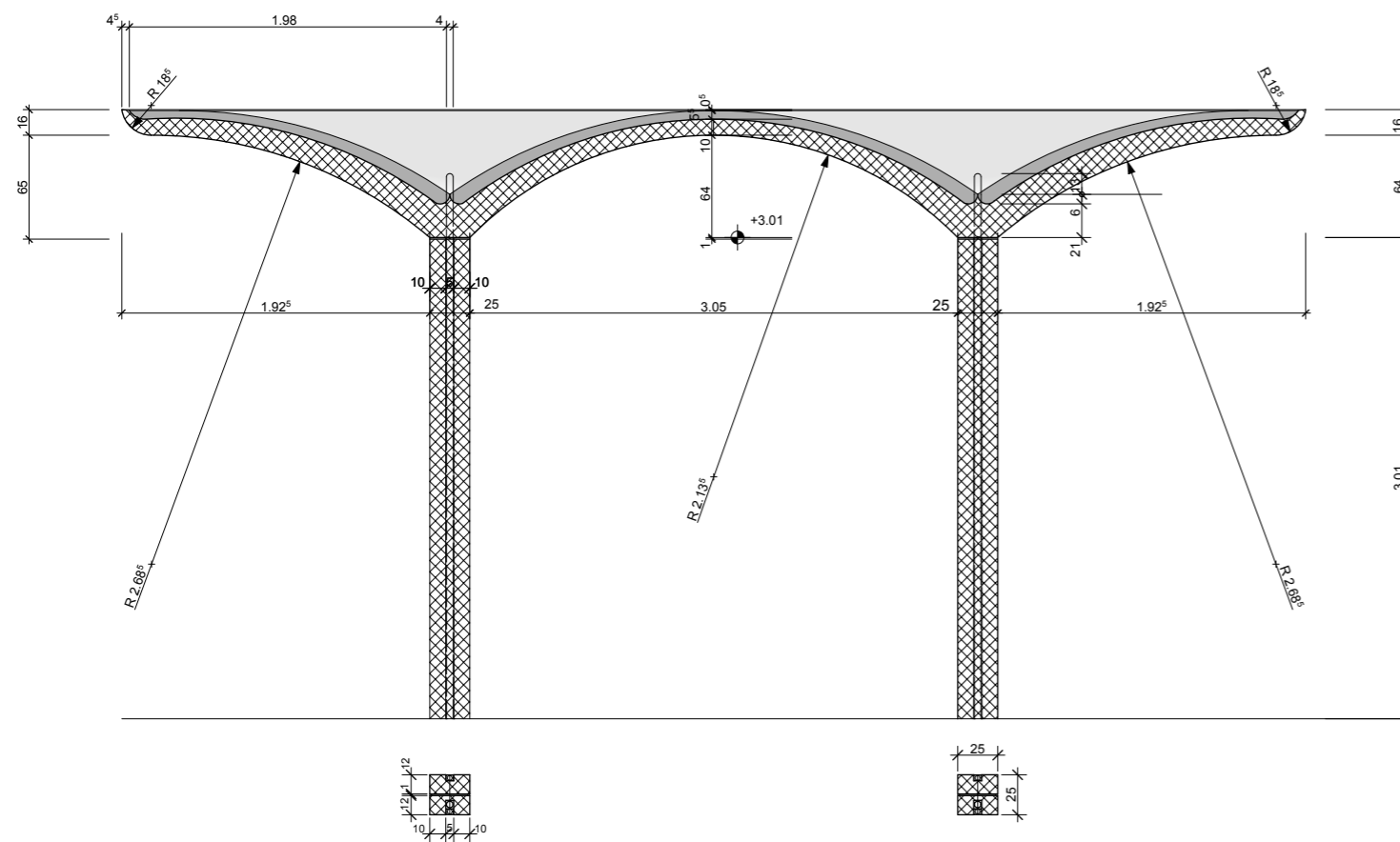


Schnitt Entwässerung

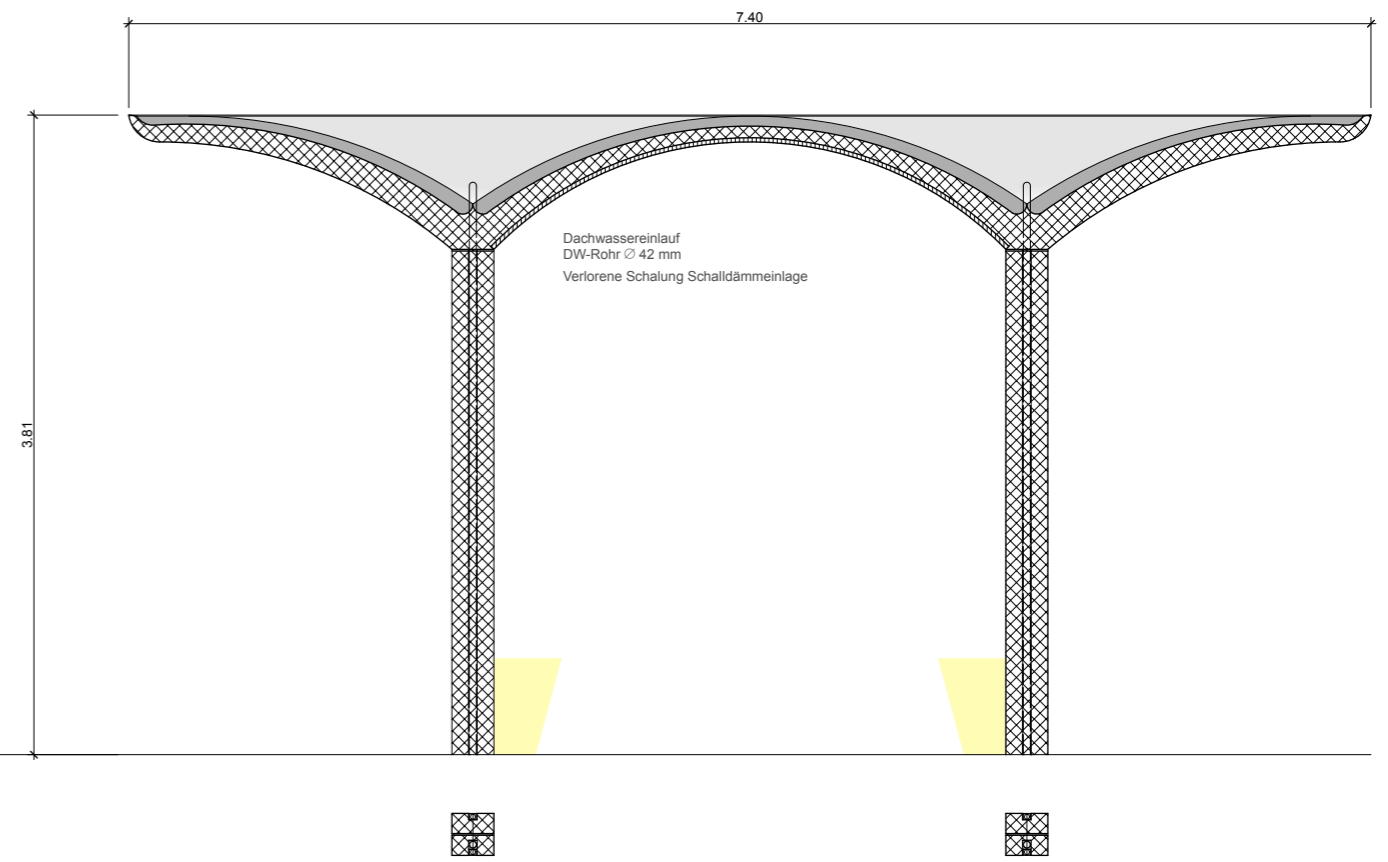
Entwässerung des Betongewölbedaches



Schalen Längsschnitt
Ansicht Konstruktionsfuge und Zugstangen



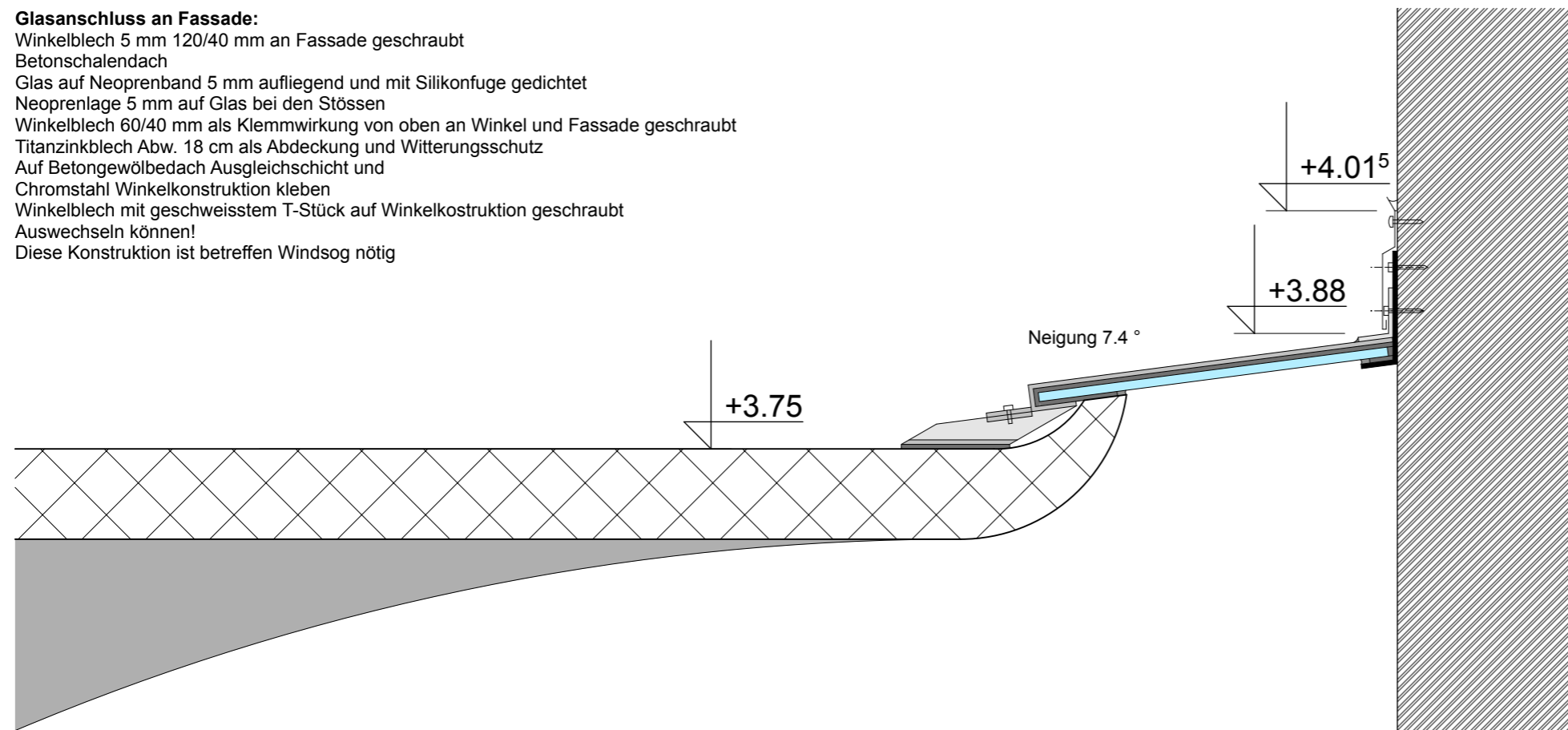
Schalen Detailschnitt durch Stütze
Dachwasserablauf in Stütze



2. Variante: Schalen Detailschnitt mit Schalldämmeinlage

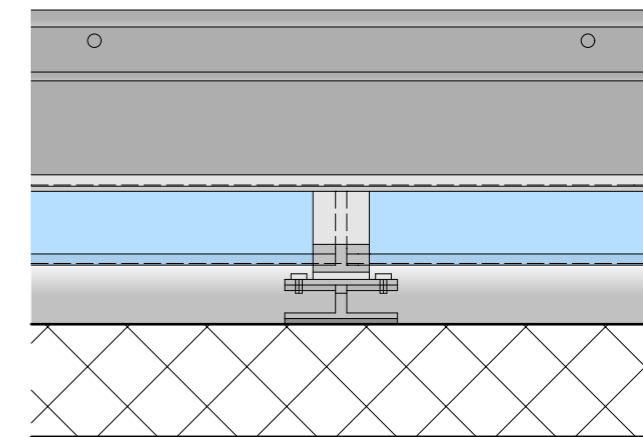
Glasanschluss an Fassade:

- Winkelblech 5 mm 120/40 mm an Fassade geschraubt
- Betonschalendach
- Glas auf Neoprenband 5 mm aufliegend und mit Silikonfuge gedichtet
- Neoprenlage 5 mm auf Glas bei den Stößen
- Winkelblech 60/40 mm als Klemmwirkung von oben an Winkel und Fassade geschraubt
- Titanzinkblech Abw. 18 cm als Abdeckung und Witterungsschutz
- Auf Betongewölbendach Ausgleichsschicht und Chromstahl Winkelkonstruktion kleben
- Winkelblech mit geschweisstem T-Stück auf Winkelkonstruktion geschraubt
- Auswechseln können!
- Diese Konstruktion ist betreffen Windsog nötig

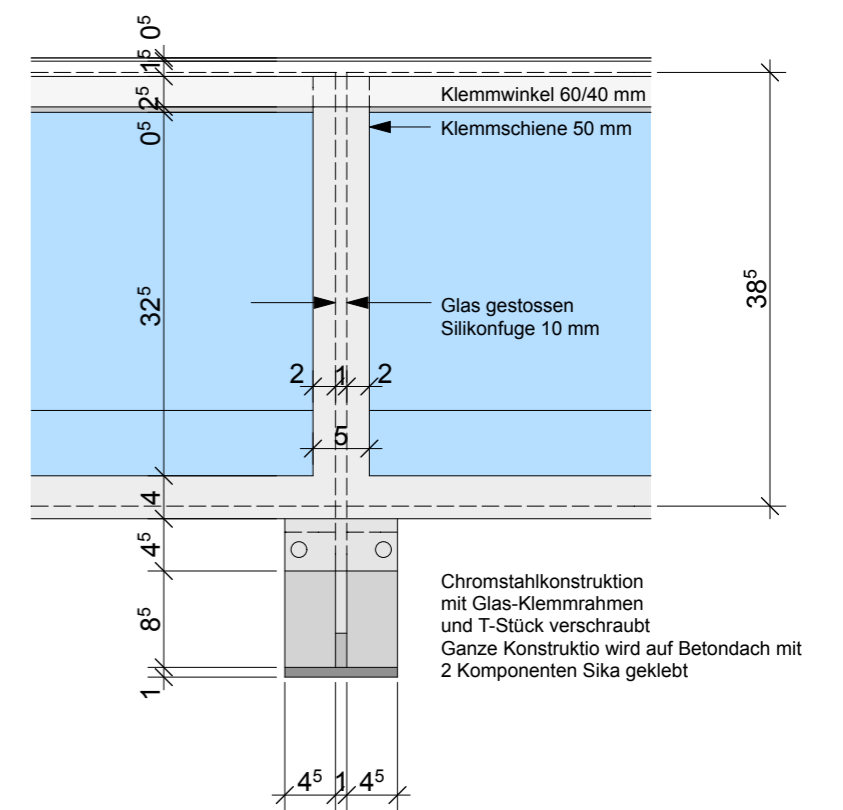


Detailschnitt

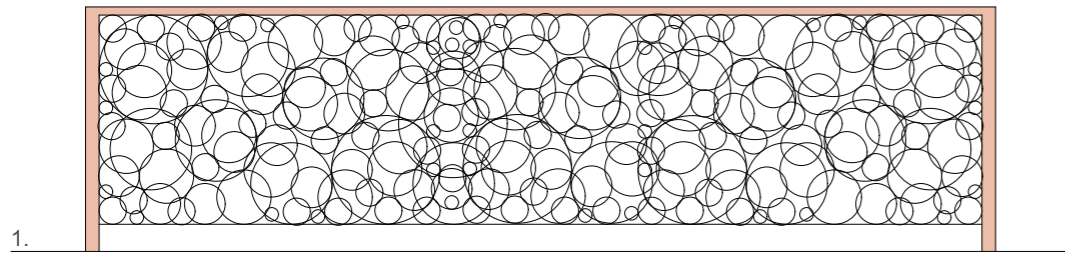
Glasdetail Anschluss Bahnhoffassade



Ansicht



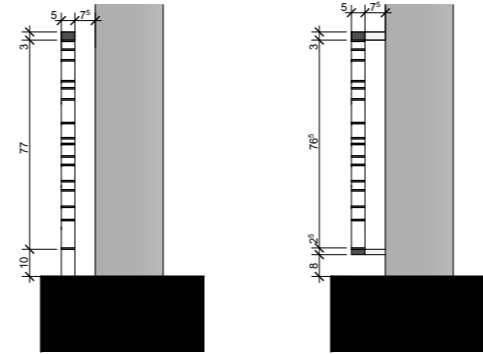
Grundriss



1.

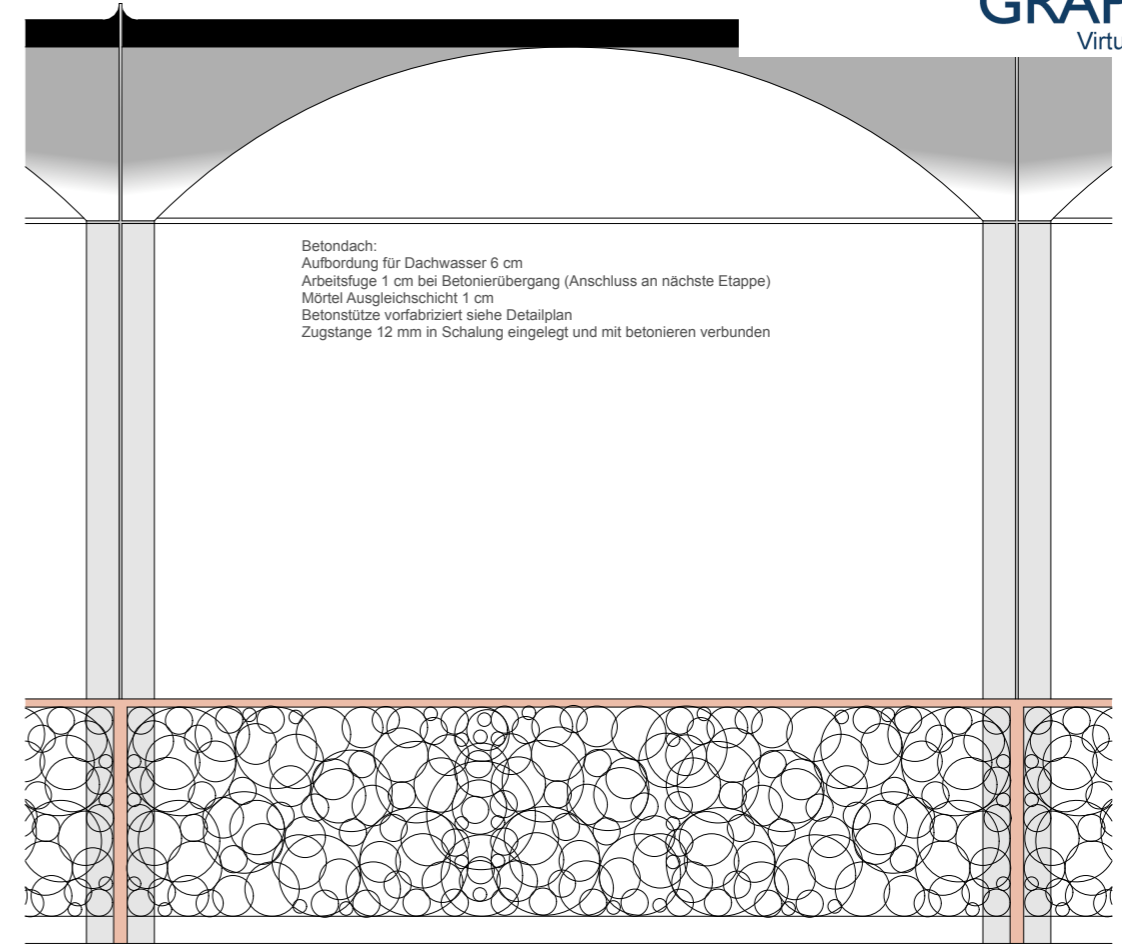
Form von der Natur "Element da la natura"
(Luft, Wasser, Wind, Schnee) übernommen
-unterschiedliche Kreisbewegungen Energien

Befestigung der Geländer:
-auf Betonkonstruktion geschraubt
-oder seitlich an Betonpfeiler geschraubt vom Boden losgelöst



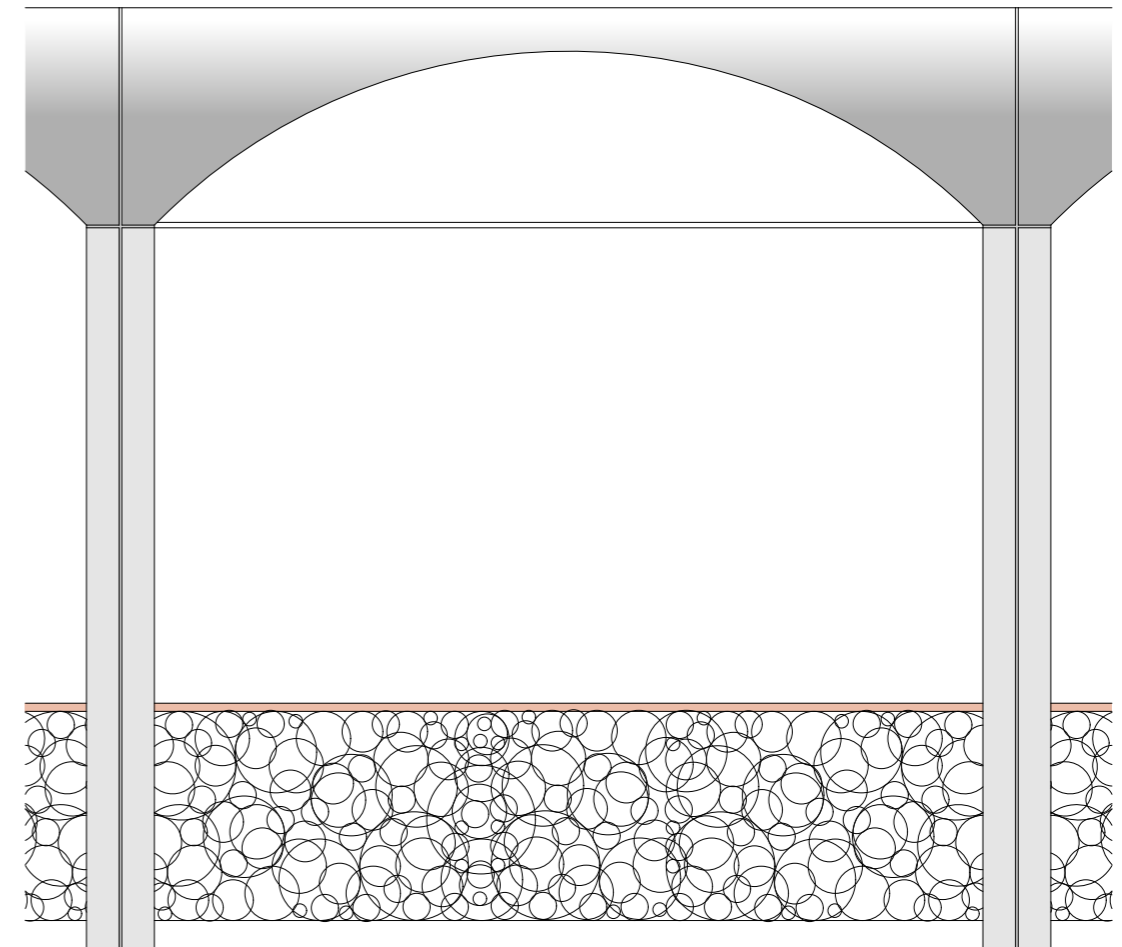
Materialien:
Schmiedeisen, spritzzinken, sandgestraht
und matt bronzen RAL-Ton

Form von Schneesturm Skipisten
-Drahtgeflecht engmaschig verwoben

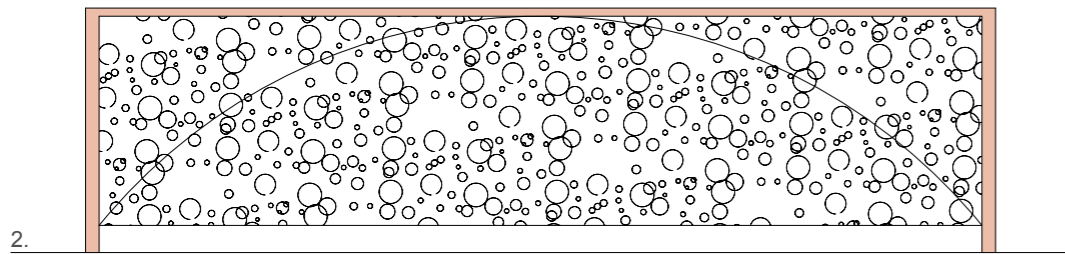


Betondach:
Aufbordung für Dachwasser 6 cm
Arbeitsfuge 1 cm bei Betonierübergang (Anschluss an nächste Etappe)
Mörtel Ausgleichschicht 1 cm
Betonstütze vorfabriziert siehe Detailplan
Zugstange 12 mm in Schalung eingelegt und mit betonieren verbunden

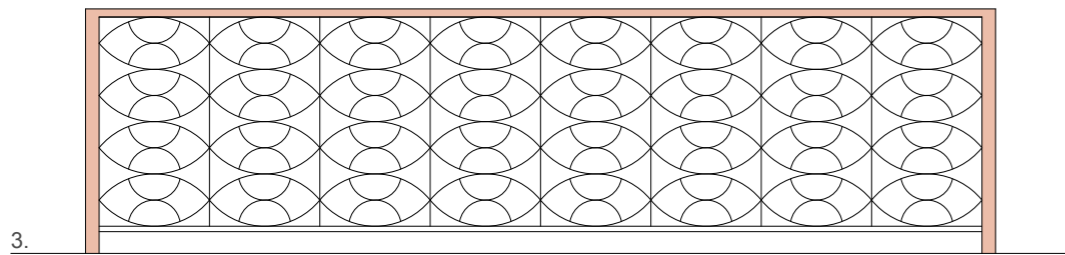
Innenansicht Geländer Variante 1



Aussenansicht Geländer Variante 1

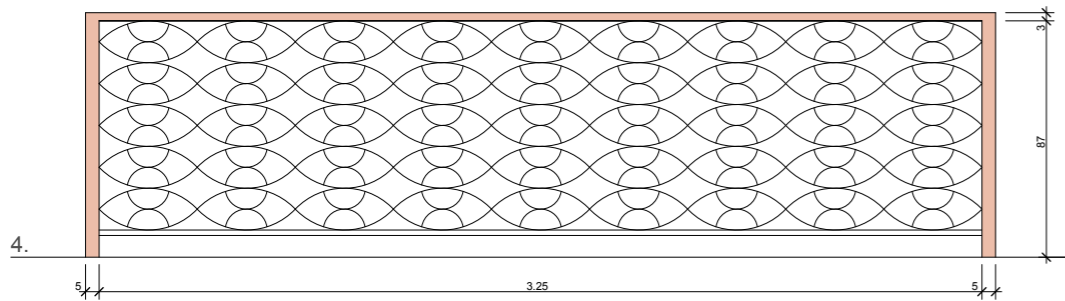


2.



3.

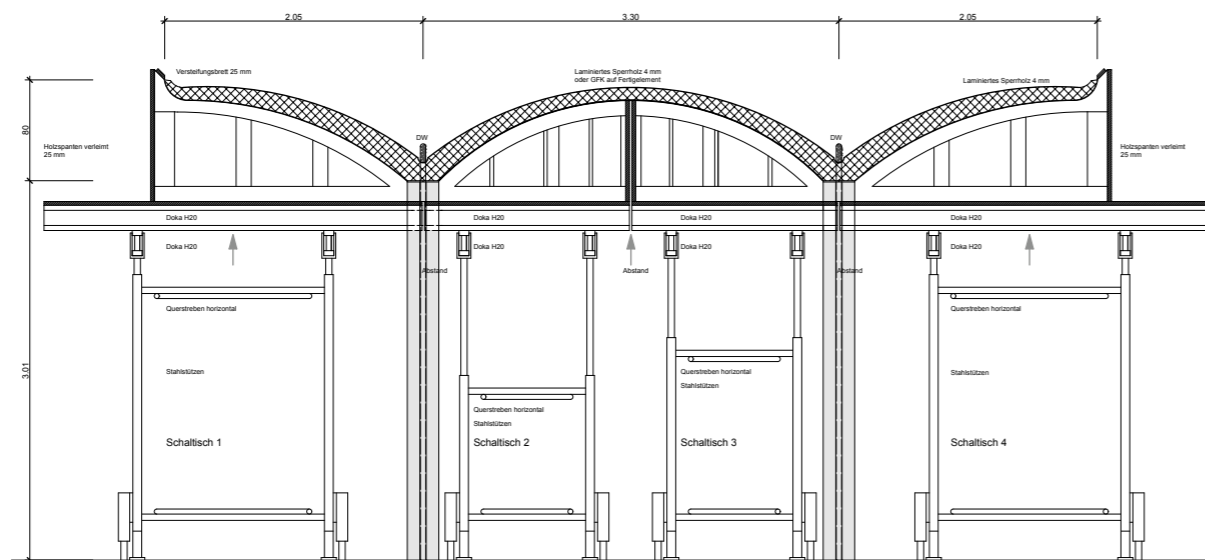
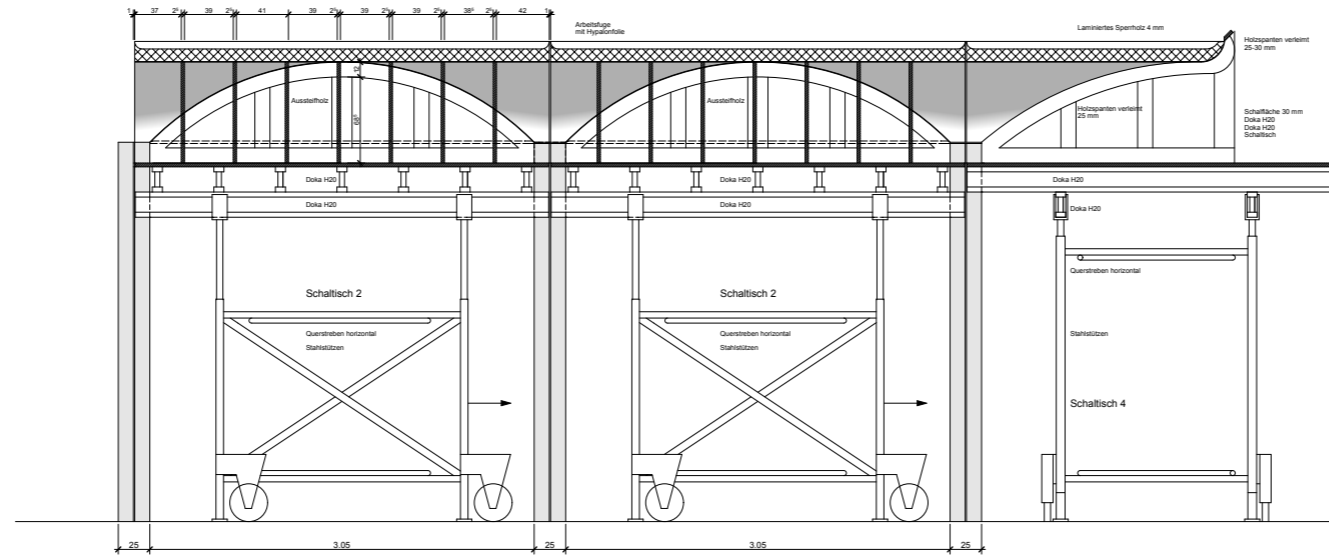
Form von der Gewölbestruktur übernommen
-gross Kreisen und mit vertikaler Struktur



4.

Form von der Gewölbestruktur übernommen
-mit engen Kreisen

Geländervarianten
Schmiedeiserne Formen



Schalungsquerschnitt

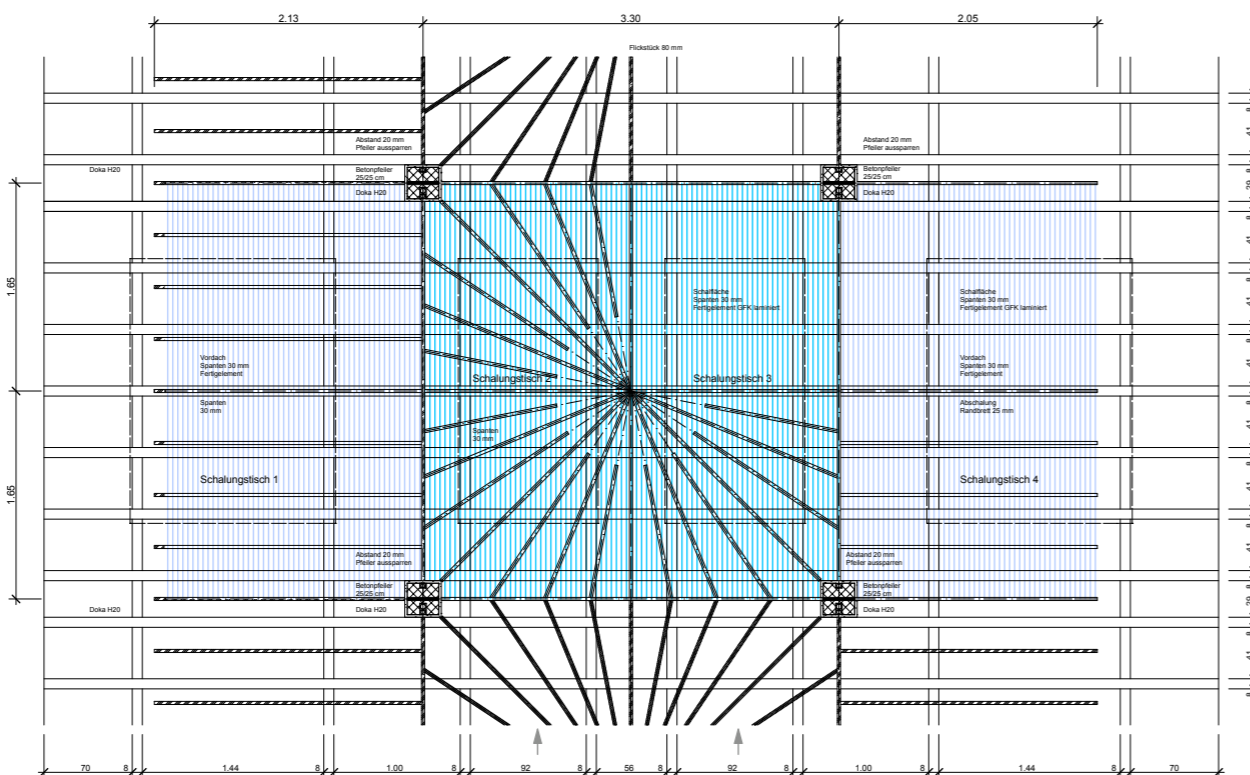
Material für Kuppelschalung

Vordach Seite A
 Sperrholz GFK laminiert = 8 m²
 Vordachbinder aus 24-30 mm Bretter 1.65 m = 9 Stk.
 Schalbretter 30 mm 1.65 m = 3 Stk.
 H 20 cm Träger (quer) à 3.00 m = 7 Stk.
 H 20 cm Träger (längs) à 3.28 m = 2 Stk.
 Schaltsch = 1 Stk.
 Kleine Winkel = 12 Stk.
 Holzkeile = 20 Stk.

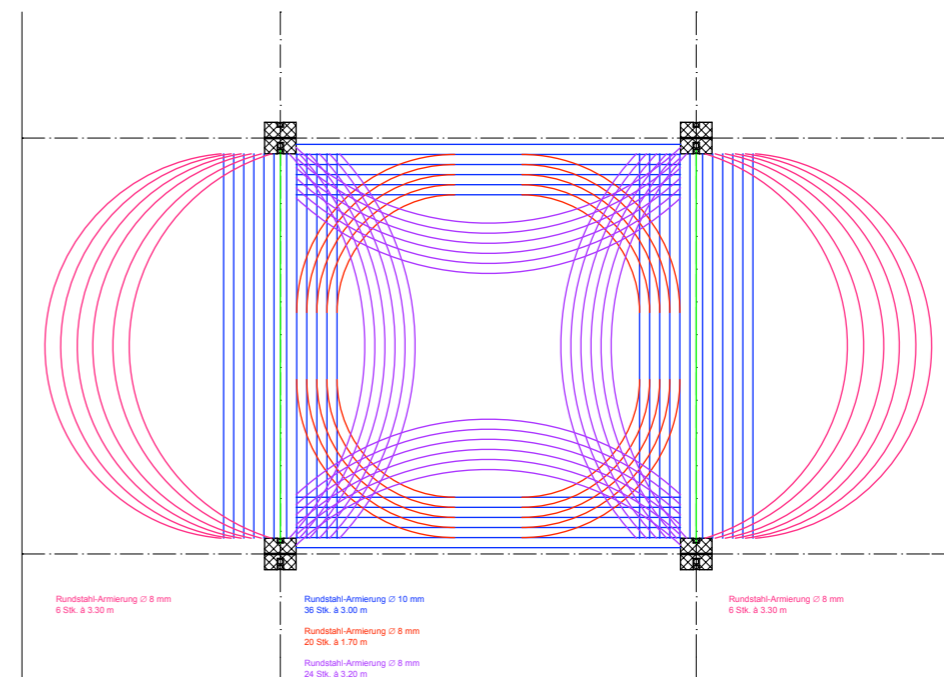
Hauptdach Mitte
 Sperrholz 3-4 mm GFK-laminiert = 15 m²
 Holzspanteln verleimt: 24-28 mm Bretteln = 30 Stk.
 Schalbretter 30 mm = 4 Stk.
 H 20 cm Träger (quer) à 1.50 m = 14 Stk.
 H 20 cm Träger (längs) à 3.28 m = 4 Stk.
 Flickbretter = 2 Stk.
 Schaltsch = 2 Stk.
 Kleine Winkel = 15 Stk.
 Holzkeile = 30 Stk.
 Bretter behandeln

Vordach Seite B
 Sperrholz GFK laminiert = 8 m²
 Vordachbinder aus 24-30 mm Bretter = 9 Stk.
 Schalbretter 30 mm = 3 Stk.
 20 cm Träger (quer) à 3.00 m = 7 Stk.
 H 20 cm Träger (längs) à 3.28 m = 2 Stk.
 Schaltsch = 1 Stk.
 Kleine Winkel = 10 - 12 Stk.
 Holzkeile = 20 Stk.

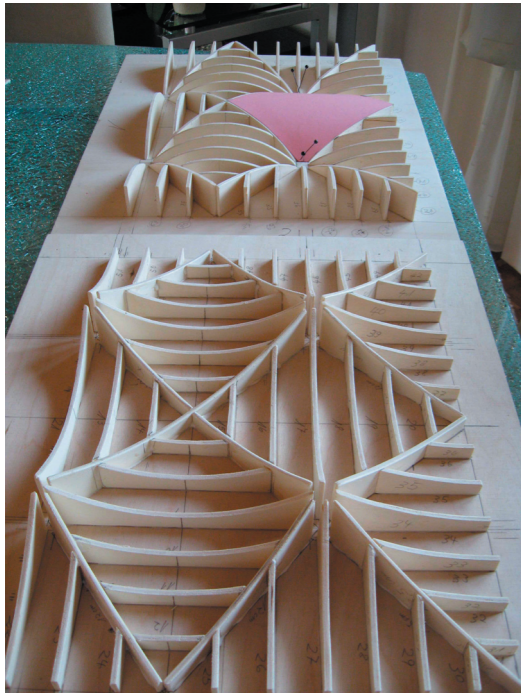
Zusätzliches Arbeitsgerüst auf jeder Seite = 2 Stk.



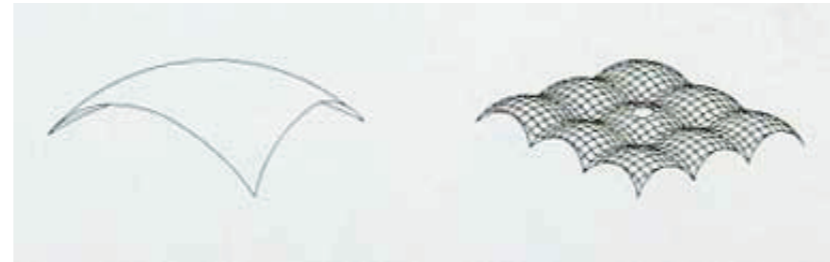
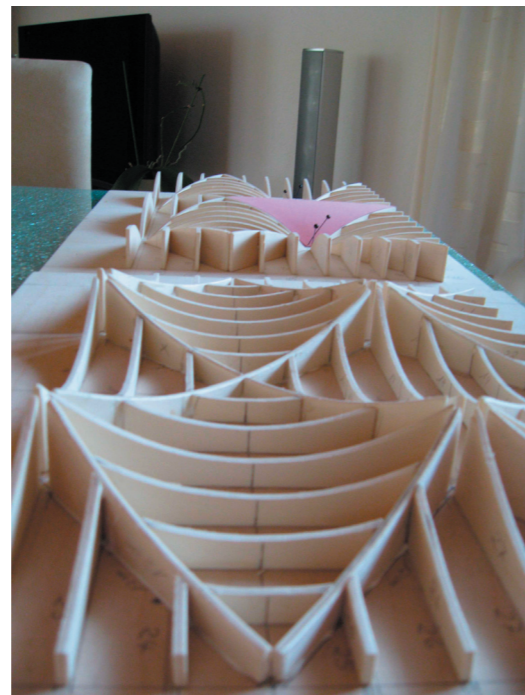
Schalungsgrundriss



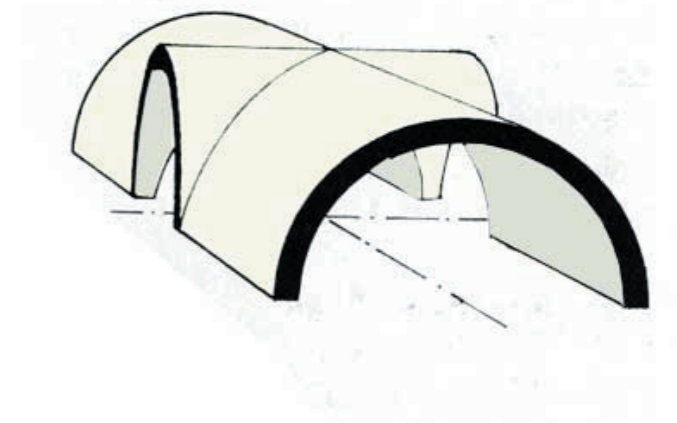
Armierungsgrundriss



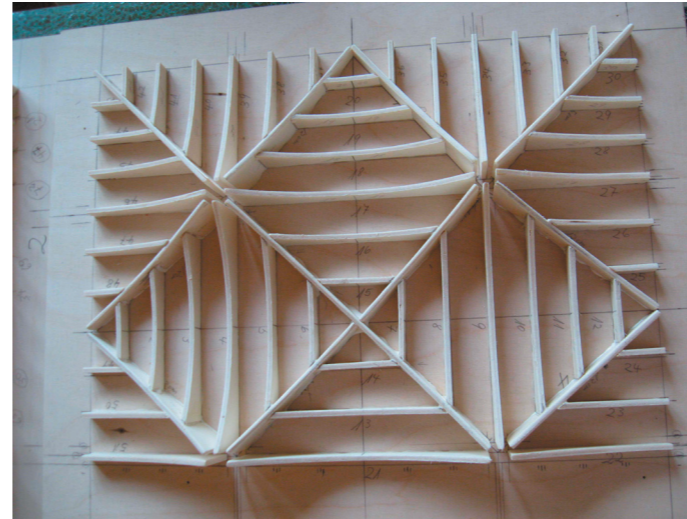
negativ-und positiv schalung für betonmodell mst 1:20

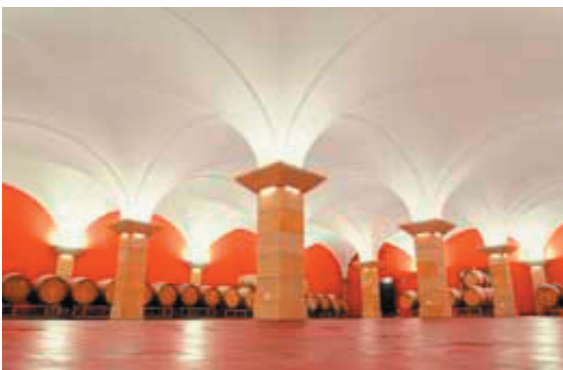
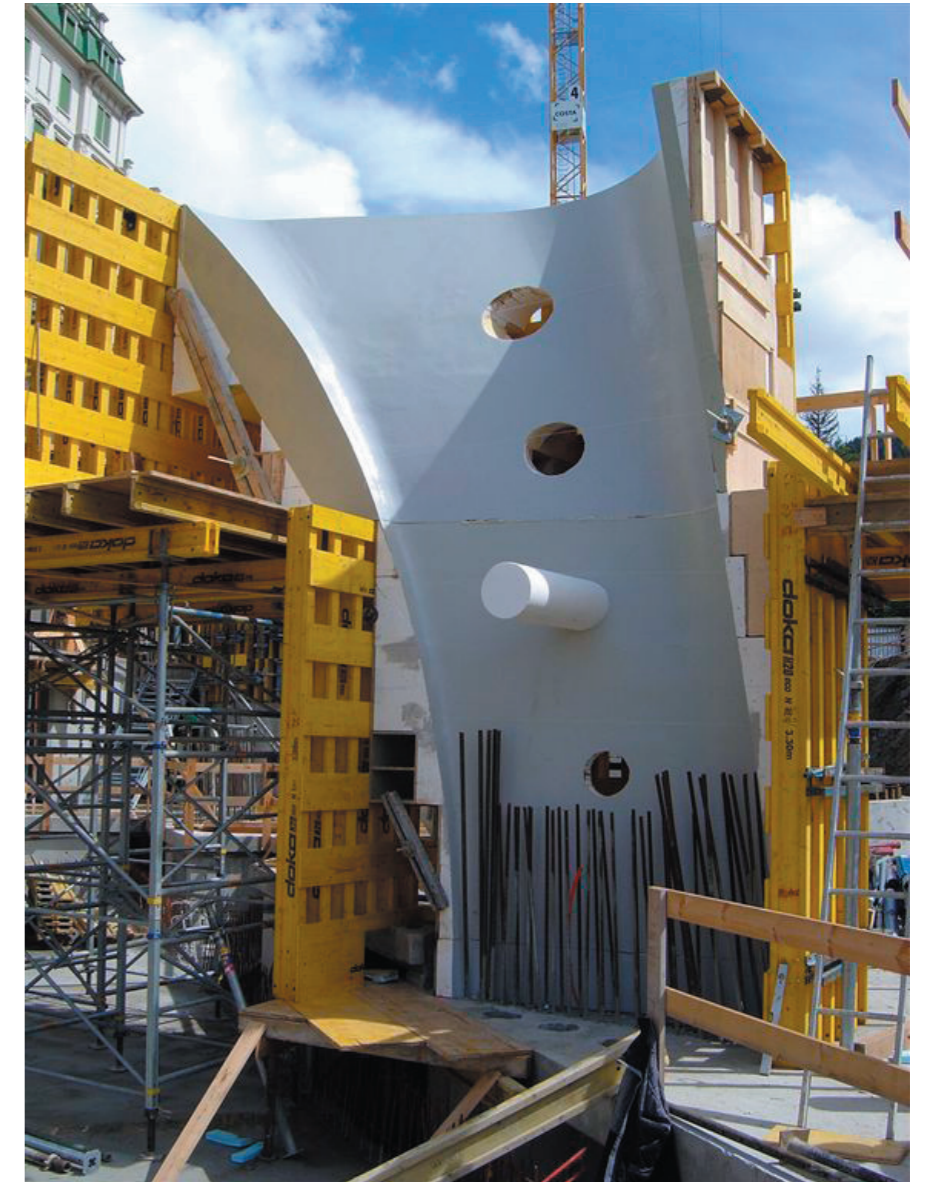
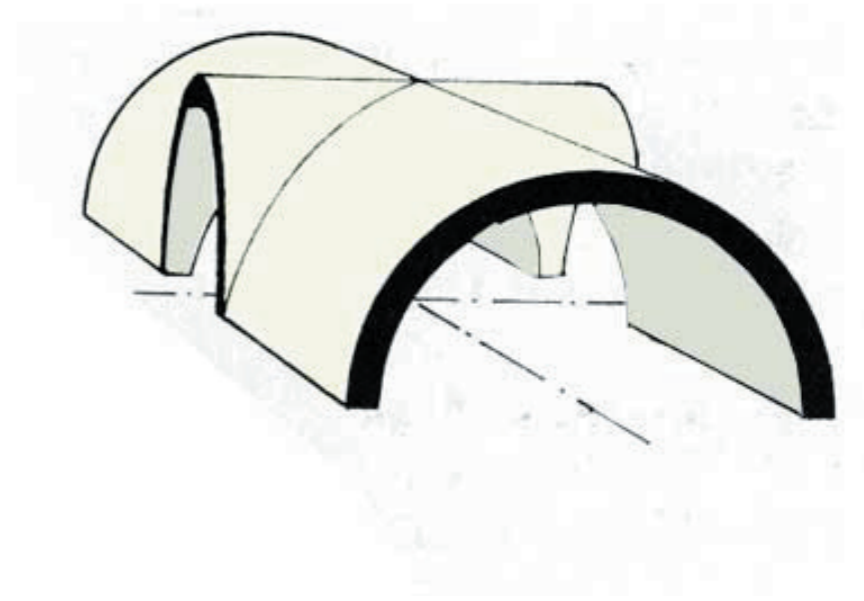


schalenstatik



schalenform





referenzen der konstruktion





engadiner gewölbögen als analogie für die perronüberdachung

konzept der entwurfsidee

da das durchfahren des dorfes als eine spannende entdeckungsreise von verschiedenen hausvolumen , raumimpressionen durch verengen und erweitern hervorruft, möchte ich dieses thema aufnehmen und die entdeckungsreise fortführen.

durch die unterschiedlichen volumengrößen wird im bahnhofsbereich eine hofsituation geschaffen. meine idee ist es eine bike and sleep herberge sowie bar / restaurant, ein neuer ankunftsart mit busstation, büro und gewerbe, postautowaschplatz in den neuen gebäuden unter zu bringen. der güterhof soll als ausleihstelle (bike etc.) umfunktioniert werden.

die güterschuppenrampe wird nach vorne zum gleis vergrößert und zum teil mit parkplätzen entlang des geleises ausgestattet. kann somit weiterhin als umschlagsplatz (auf- und abladen) der bahngüter dienen.

da im engadin die kreuzgewölbedecken in den wohnhäuser zur tradition geworden sind, möchte ich dieses thema bei der überdachung des neuen perrons umsetzen. der bestehende bahnhof soll auch mit dem kiosk eine neue funktion bekommen. um eine einheit zu bilden, wird die grosse öffnung bei der bahnzentrale durch die gleichen fenstern in anlehnung zu den rythmischen stützen geschlossen.

durch diese änderung des bahnhofsareals, rückt auch die busstation näher zum perron und die touristen können direkt ans bahngleis gelangen und auf entdeckungsreise gehen.

fazit

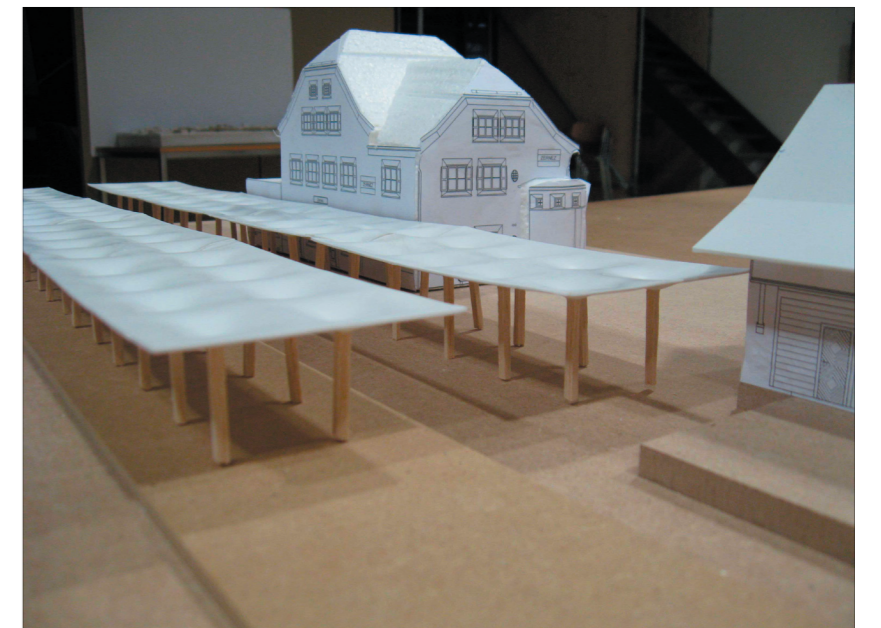
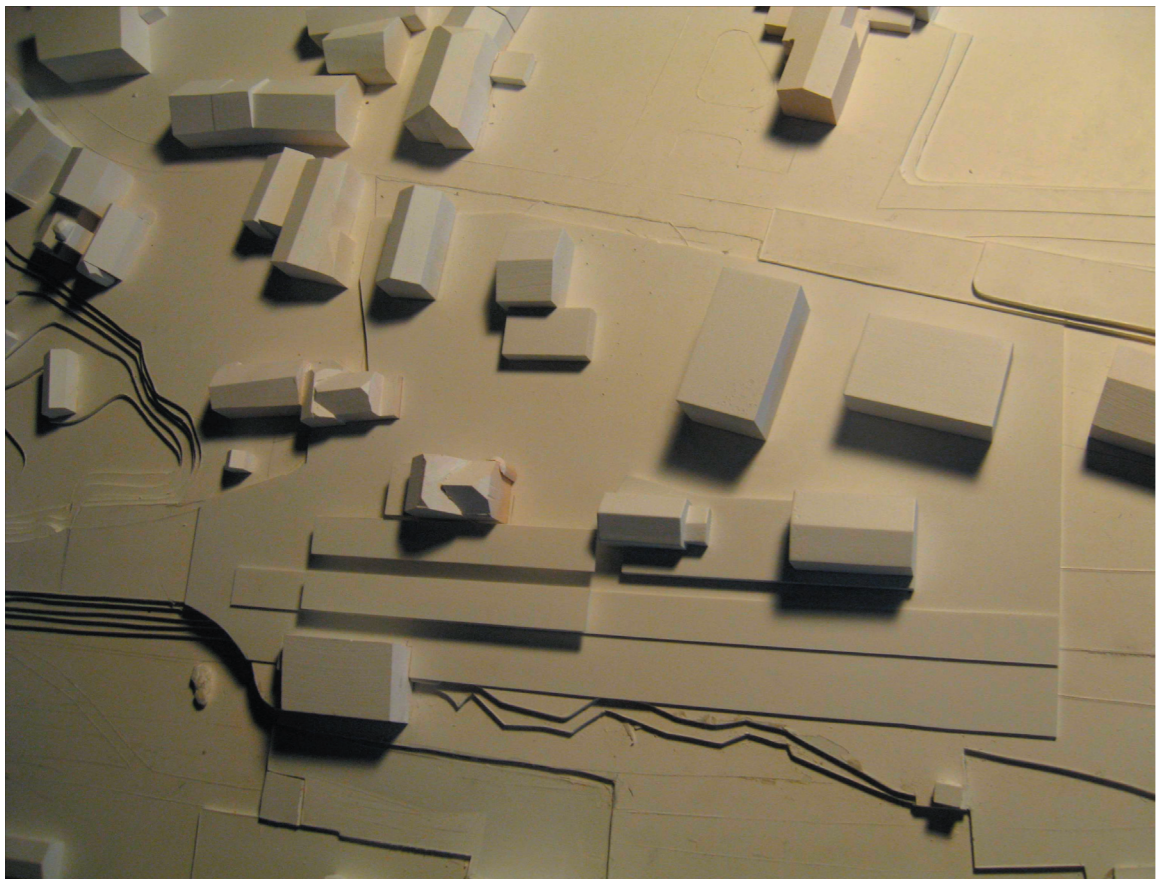
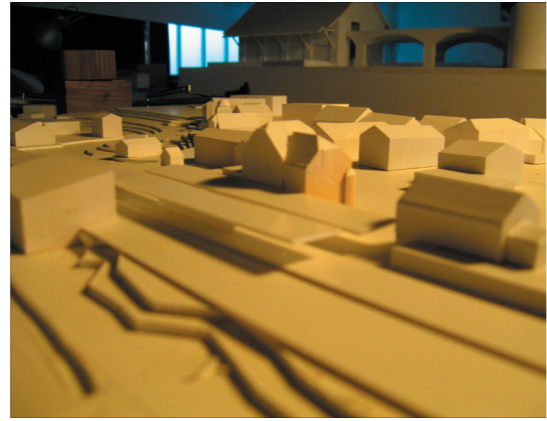
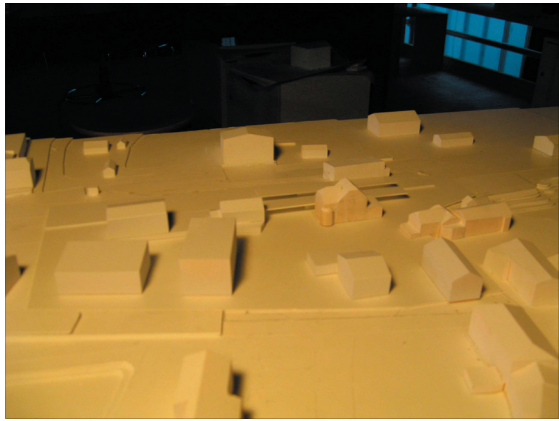
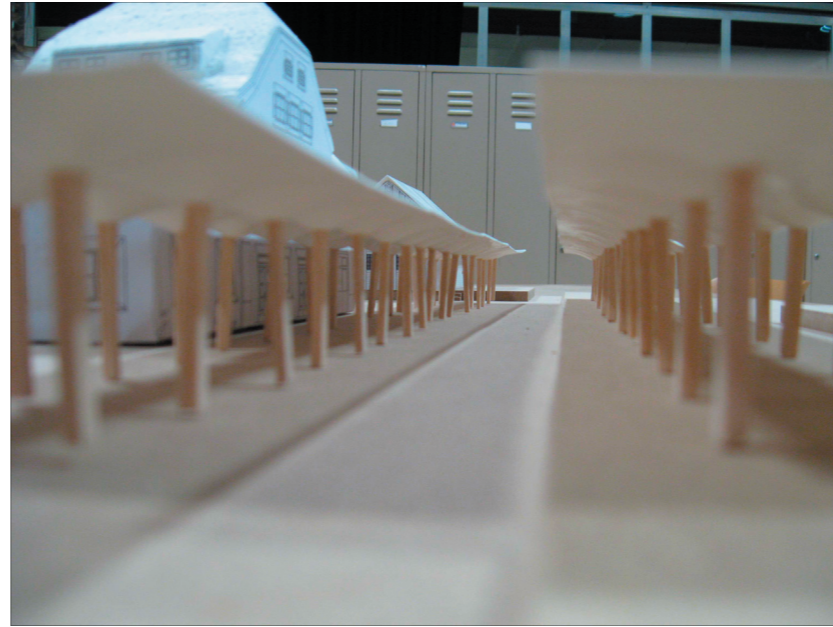
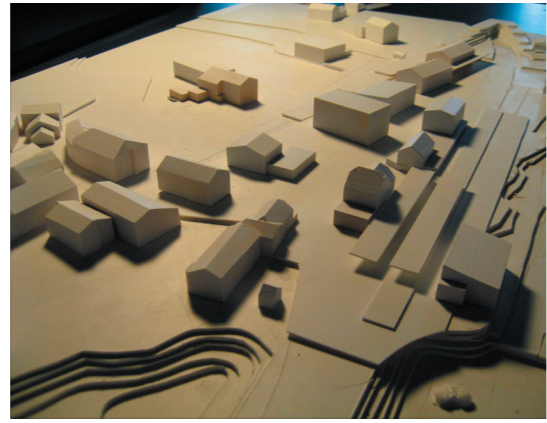
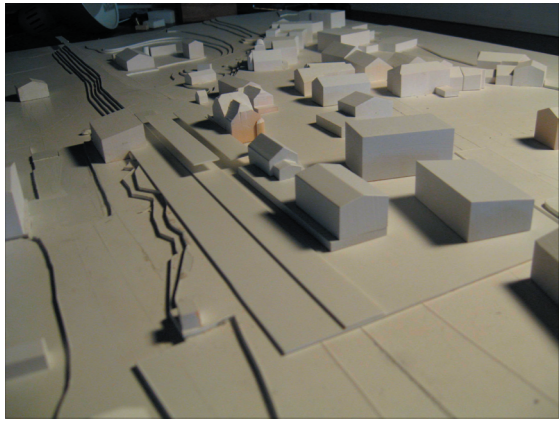
- bestehendes erhalten
- eine tradition vom engadin übernehmen
- einfacherer umstieg von busstation und bahn mittelperron
- tourismus (verpflegung und vermietung) fördern



verbindung nach zernez

rhb bahnhofsareal entwicklung zernez

entwurf analyse



situationsmodell mst 1:500

modell innen- und aussenansichten

RHB BAHNHOFSAREAL ERNEUERUNG ZERNEZ
ENTWURF UND KONSTRUKTIVES ENTWERFEN
31.01.2008
marco vögeli bg04



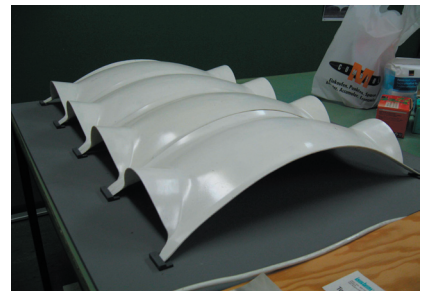
isler schalen referenzen



eingang bösigler ag, langenthal



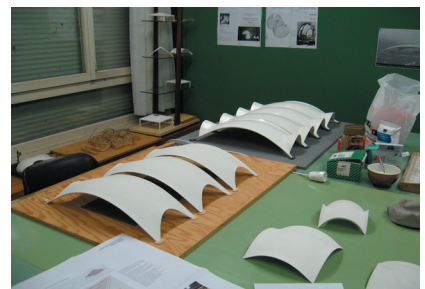
betonschale isler bürogarten



wyss gartencenter, zuchwil
konstruktion zerne

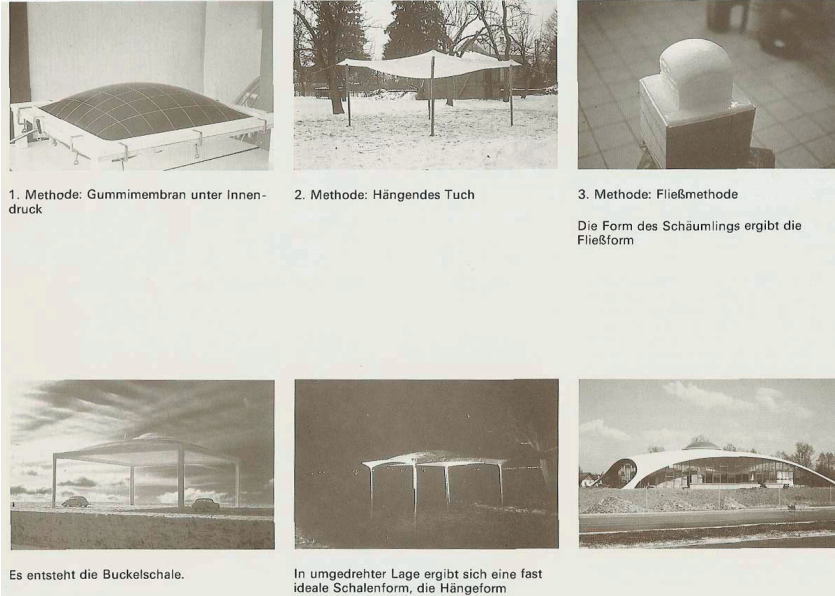


tankstelle deitingen



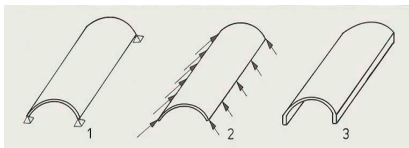
modellschalen
marco vögeli bg04

Schalenformen



Form und Tragverhalten

Ingenieure und Architekten haben das Wort „Schalen“ den natürlichen Konstruktionen entlehnt: der Muschelschale, der Eierschale, der Zwiebelschale. In der technischen Sprache definiert man die Schalen als dünne gekrümmte Flächentragwerke und setzt sie zum einen gegen die ebenen, zum anderen gegen die stabförmigen Tragwerke ab. Schalen kommen häufiger vor als wir denken: die Autokarosserie, der Fußball, der Flugzeugrumpf, die Bierdose, der Eimer, das Trinkwasser, die Rohrleitung, der Jogurtbecher, die Betonkuppel. Optimale Konstruktion soll in diesem Zusammenhang heißen, dass jede Faser eines Querschnitts gleichmäßig beansprucht wird. Dies ist der reine Dehnzustand oder wie er in Anlehnung an dünne Hautstrukturen bei



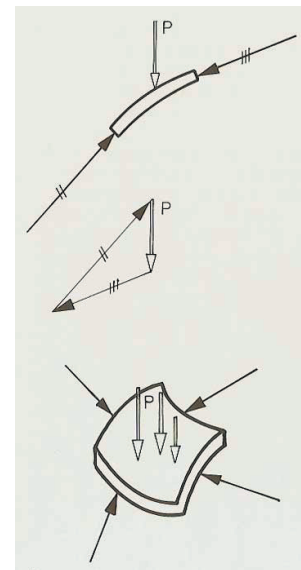
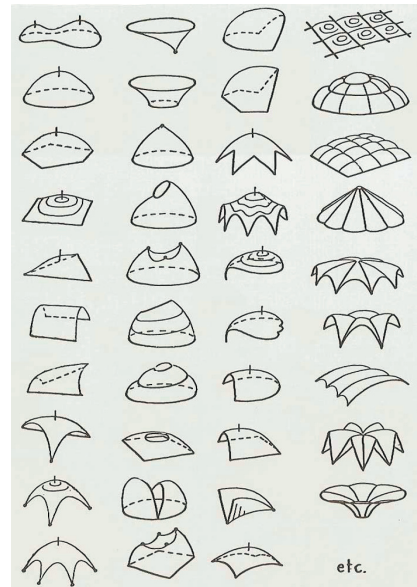
1. freier Rand
2. Lagerung membrangerecht
3. Randträger

Schalen benannt wird - der reine Membranzustand. Bei Schalen nennt man die reine Biegung auch den Zustand dehnungsloser Verschiebungen oder Verbiegung (gemeint ist, dass sich die Faser in Querschnittsmittte nicht dehnt, also ein Zustand reiner Krümmungsänderung vorliegt).

Die Bogenwirkung gekrümmter Tragwerke ist seit dem Altertum bekannt. Auch der Bogen oder seine Umkehrung, das Seil, kann als eindimensionales Tragwerk Lasten optimal, d.h. momentenfrei abtragen. Die mehrfache Bogenwirkung gestattet also für verschiedene Belastungen eine momentenfreie Lastabtragung. Und darin liegt der Hauptvorteil einer Schalenkonstruktion: Sie kann demnach Stützfläche für alle gleichmäßig verteilten Lasten sein. Ein und dieselbe Geometrie kann Eigengewicht, Schnee, Windbelastungen in günstiger Weise abtragen. Voraussetzung für das günstige Tragverhalten der Schale ist, dass sich der momentenfreie Zustand von Gleichgewicht und geometrischen Zwängen her einstellen kann. Die Schale muss in der Lage sein Membrankräfte auch zu den Rändern hin abzuleiten oder in anderen Worten: Sie muss membrangerecht gelagert sein.

Betonschalen

Bei Betonschalen kommt noch eine weitere Forderung hinzu: Beton als Werkstoff mit geringer Zugfestigkeit verlangt möglichst Druckspannungszustände. Zug- oder Biegespannungszustände erfordern einen hohen Bewehrungsanteil, gegebenenfalls auch Vorspannung. Diese Möglichkeit unterscheidet den modernen Schalenbau aus Stahlbeton und Spannbeton vom klassischen Kuppelbau und drückt sich in wesentlich geringeren Schalendicken aus.



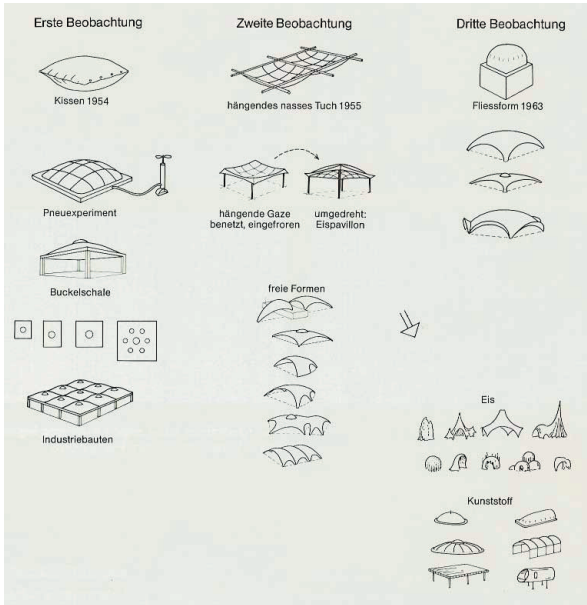
Bogen- und Schalenwirkung

Schalenwirkung & Randbedingungen

schalenformen entwurf zernez ws07/08

marco vögeli bg04

Formmethoden



Die pneumatische Membranform

Eine ebene Membran, die in einem rechteckigen Rahmen eingespannt ist, wird durch Innendruck aufgeblasen. Es entsteht die Buckelschale. Durch die Grösse des Drucks kann die Stichhöhe beeinflusst werden. Solange die Membran keine Falten wirft, ist sie im reinen Zugspannungszustand. In der Schale ist durch Eigengewicht und Schnee eine Last mit umgekehrtem Vorzeichen vorhanden: Es entsteht ein Druckmembranzustand. Die Schale bleibt rissfrei, erfordert keine Isolierung und weitere Unterhaltung. Innendruck simuliert zwar die Gravitationskräfte nur näherungsweise, aber genügend genau. Wie der Innendruck auf den Rahmen Kräfte ausübt, so wird auch die Schale Druckspannungen auf den Rand übertragen: es sind also Randträger erforderlich, die wieder durch Vorspannung günstig beeinflusst werden können. Kreisförmige Öffnungen zur Belichtung des Inneren der Schale stören den Spannungszustand nur geringfügig. Grosse Spannweiten, wiederverwendbare Schalung, serielle Fertigung, haben die Buckelschale zu ihrem Erfolg als Industriebauform geführt.

Die Hängeform

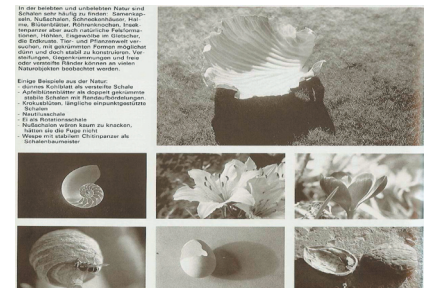
Ein Tuch oder Gewebe wird mit dem gewünschten Grundriss der Schale entsprechend an einzelnen Punkten aufgehängt. Durch Eigengewicht stellt sich eine natürliche Form ein. Wird das Tuch mit einer erhärtenden Flüssigkeit getränkt (gefrierendes Wasser oder Kunststoff), so versteift die Form und kann in Umkehrung als Druckmembran auf Einzelstützung aufgestellt werden: Für eine Betonschale eine nahezu optimale Form mit freien Rändern. Am freien Rand stellt sich in gewissen Fällen eine leichte Gegenkrümmung ein, die als Aufbördelung noch etwas verstärkt werden kann, um lokales Beulen zu verhindern.

Die Flieform

Aus einem quadratischen Rohr quillt Polyurethan als Schaumpilz heraus und erhärtet. Durch die Reibung an den Seiten bleibt das Material dort weiter zurück, sodass eine gekrümmte Fläche entsteht, die als Schalenform dient. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Form statisch nicht so günstig ist wie die Hängeform. Demnach sind auch bis zur Herstellung mehrere Korrekturen erforderlich, insbesondere im Bereich der Punktstützung.

Bionik Naturexperimente

In der belebten und unbelebten Natur sind Schalen sehr häufig zu finden: Samenkapseln, Nusschalen, Schneckenhäuser, Halme, Blütenblätter, Röhrenknochen, Insektenpanzer aber auch natürliche Felsformationen, Höhlen, Eisgewölbe im Gletscher, die Erdkruste. Tier- und Pflanzenwelt versuchen, mit gekrümmten Formen möglichst dünn und doch stabil zu konstruieren. Versteifungen, Gegenkrümmungen und freie oder versteifte Ränder können an vielen Naturobjekten beobachtet werden.



Bionik

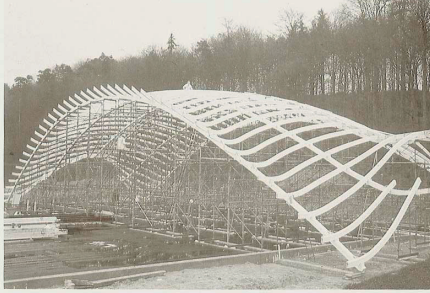
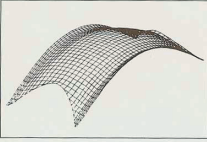


drei Formmethoden

Schalenskonstruktion


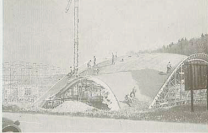
Tennishallen
Düdingen und Heimberg

Baujahr: 1978 und 1979
Architekt: J. Copeland, Haus und Herd, Herzogenbuchsee
Ingenieur: H. Isler, Burgdorf

Bei der Herstellung freier Schalenformen ist größtmögliche Zuverlässigkeit und Genauigkeit in der Ausführung erforderlich. Besondere Schwierigkeiten sind das Arbeiten an steilen, überall gekrümmten Flächen in großer Höhe und das Herstellen der dünnen Betonschicht, die wasserdicht und von großer Festigkeit sein muß.

Wirtschaftlich und konkurrenzfähig ist das Schalenbauen nur mit geübten Baugruppen einer leistungsfähigen Firma. Isler zieht es deshalb vor, immer mit denselben erprobten Bauformen zusammenzuarbeiten. Bei den "typisierten" Tennishallen ist die Schalung immer wiederverwendbar, wodurch sie besonders wirtschaftlich sind.

Buckelschalen

Die Buckelschale ist eine räumlich gekrümmte dünne Schale mit geraden Rändern, die nur an den Ecken gestützt werden muss. Diese Schalenart wurde 1954 von Isler entwickelt und hat seither zahlreiche Anwendungen vor allem im Industriebau gefunden. Die Buckelschale ist aus einer pneumatischen Form abgeleitet. Hierzu wird eine im Rechteckrahmen eingespannte Gummimembran aufgeblasen. Zusammen mit einer Vorspannung in den Randgliedern ergibt sich ein Tragwerk, das nur Druckspannungen aufweist und somit rissfrei und wasserdicht wird. Die Mehrzahl der ausgeführten Buckelschalen erhielt keine Abdichtung und ist auch nach Jahrzehnten wasserdicht. Die Schalen können quadratisch, rechteckigen oder polygonalen Grundriss haben. 15 m x 15 m bis 60 m x 60 m Buckelschalen sind addierbar Formen. Es entstehen dabei Hallenblöcke, die nur an den Kreuzungspunkten Stützen aufweisen.

Schalung

Als Schalungsbinder werden gekrümmte, verleimte Brettschichtträger eingesetzt, die vielfach wiederverwendbar sind. Die Schalungshaut bilden Holz-

wolleichtbauplatten 50 cm x 200 cm, die als verlorene Schalung die Wärme- und Schalldämmung übernehmen. Gerüst- und Formplan für die Ausführung sind unbedingt erforderlich!

Bewehrung und Betoniervorgang

Neben den Spanngliedern in Längs- und Querrichtung wird eine doppelte Netzbewehrung eingebracht. Die Hauptbewehrung besteht aus Spanngliedbündeln in den Randträgern, die in den Eckpunkten verankert werden. Dennoch wird eine schlaife Bewehrung eine obere und untere Lage kreuzweise verlegt, um eventuell unvorhergesehene Sonderbeanspruchungen aufnehmen zu können. Die schlaife Bewehrung wird in Richtung der Hauptspannungslinien für Eigengewicht, volle Schneelast und Vorspannung verlegt. Man nennt diese Art der Bewehrung auch Trajektorienbewehrung.

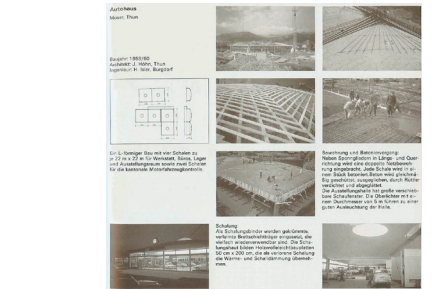
Jede Schale wird in einem Stück betoniert. Beton wird gleichmässig geschüttet, ausgeglichen, durch Rüttler verdichtet und abgeglättet. Es ist zu beachten, dass das Weichhalten mit stark verzögerten Beton zu erfolgen hat. Er ist mit Zusätzen versehen, um einerseits grosse Plastizität zum Verdichten, andererseits genügend Steifigkeit gegen Abrutschen zu erhalten.

Statik Messungen

Die wichtigsten statischen Rechnungswerte, insbesondere die erforderliche Vorspannung und das Beuleverhalten werden an einer Modellschale im Massstab 1:50 aus Polyester überprüft.

An einem Plexiglasmodell werden verschiedene Belastungszustände mit elektrischen Dehnungsmessstreifen untersucht. Der Versuch im kleinen Massstab ist ein wichtiger Teil im Schalenprojekt. Ein Plexiglasmodell wird mit vielen kleinen Gewichten wirklichkeitsnah belastet (Waagbalkensystem). Sorgfältige Messungen unter anderem mit elektrischen Dehnungsmessstreifen erlauben eine Aussage über den Spannungszustand und die Stabilität der Schale.

Autohaus Moser, Thun



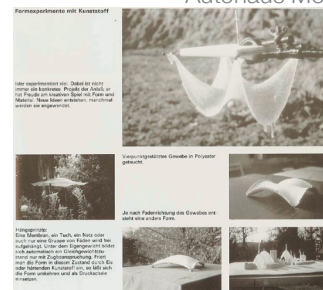
Ein 2-beniges Haus mit einer Schale aus 12 m x 12 m x 12 m Vorspannungsträgern, die durch Kräfteverteilung in einem Kreislauf der Kräfteverteilung zusammenhängen.

Spannung und Biegemomente: Diese Spannungen in der Lage- und Querrichtung sind durch die Kräfteverteilung im Kreislauf der Kräfteverteilung zusammenhängen. Die Kräfteverteilung ist von außen nach innen durch die Kräfteverteilung der Kräfte.

Schalung: Die Schalungsträger werden gekrümmt, um die Kräfteverteilung zu ermöglichen. Die Schalungsträger sind durch die Kräfteverteilung in einem Kreislauf der Kräfteverteilung zusammenhängen.

Autohaus Moser, Thun

Formexperimente mit Kunststoff

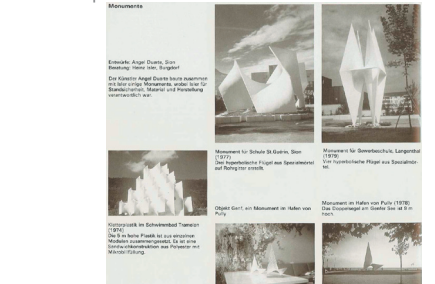


Die experimentelle Form der Schale ist durch die Kräfteverteilung in einem Kreislauf der Kräfteverteilung zusammenhängen. Die Kräfteverteilung ist von außen nach innen durch die Kräfteverteilung der Kräfte.

Die Kräfteverteilung ist von außen nach innen durch die Kräfteverteilung der Kräfte.

Formexperimente mit Kunststoff

Monumente



Einige der Kräfteverteilung sind durch die Kräfteverteilung in einem Kreislauf der Kräfteverteilung zusammenhängen. Die Kräfteverteilung ist von außen nach innen durch die Kräfteverteilung der Kräfte.

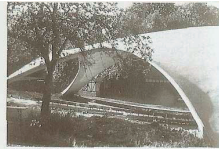
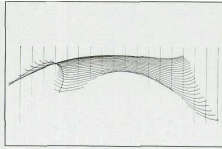
Die Kräfteverteilung ist von außen nach innen durch die Kräfteverteilung der Kräfte.

Monumente

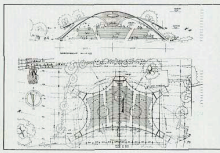
Schalenskonstruktion

Baujahr: 1977
 Architekt: M. Balz, Leinfelden-Echterdingen
 Ingenieur: H. Isler, Burgdorf

Die Spannbetonschale überdacht einen Zuschauerbereich von 28 m x 42 m für 800 Personen. Sie ist auf fünf Punkten mit unterschiedlichem Höhenniveau gelagert. Fassaden sind zunächst nicht vorgesehen, können aber eingebaut werden.



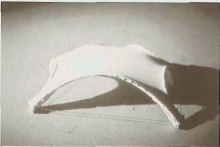
Die Farbe des unbehandelten Betondachs wird mit der Zeit grau wie Naturstein.



Die Schalensform wurde im Hängeversuch ermittelt. Damit weist das Betondach vorwiegend Druckspannungen auf, sodass keine Risse zu erwarten sind. Auch ohne Dacheindeckung bleibt sie dicht und unterhaltsfrei.



Jeder Schalungsbinder unterscheidet sich von seinem Nachbarn. Seine Form wird am Formmodell präzise herausgemessen. Nach den Formkurven werden die Holzleihen aus aufgestellten Brettern herausgeschnitten. Sie bilden das Gerippe der Schalung und erinnern an die Spannten eines Schiffskörpers. Auf das Gerippe werden eine Lattung und darauf Sperholzplatten und Holzfasersplatt genagelt.



Formfindung

Die Hügelform der Schale wird am Messmodell durch Luftdruck aus der Gummimembran erzeugt und entlang der gewünschten Gerüstbinderkurven mit höchster Genauigkeit ausgemessen. Die Stichhöhe ist überhöht, um das Verhalten der Schale gegen Beulen mit stärkeren Krümmungen zu verbessern.

Isler hat Schalen aus der Fliessform entwickelt. Die Form wurde mit zwei weiteren, völlig anders aussehenden Schalen abgestimmt, sodass dieselben Schalungsbinder dreimal verwendet werden konnten.

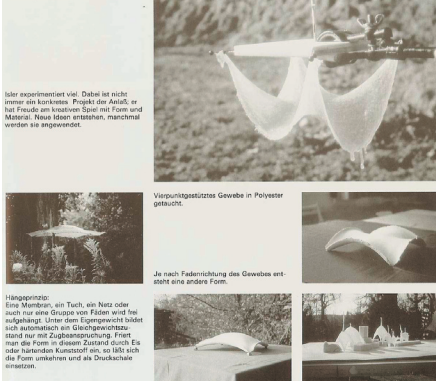
Statik Messungen

Die Schale wird über diagonale Zugbänder vorgespannt. Damit eine Verschiebung der Schalenstützen in Richtung des Zentrums möglich ist, wird die Schale zunächst auf Pendelstützen gelagert. Sie werden später in einen Betonklotz fixiert.

Schalung

Jeder Schalungsbinder unterscheidet sich von seinem Nachbarn. Seine Form wird am Formmodell präzise herausgemessen. Nach den Formkurven werden die Holzleihen aus aufgestellten Brettern herausgeschnitten.

Formexperimente mit Kunststoff



Isler experimentiert viel. Dabei ist nicht immer ein konkretes Projekt der Anlaß, er hat Freude am kreativen Spiel mit Form und Material. Neue Ideen entstehen, manchmal werden sie angewendet.

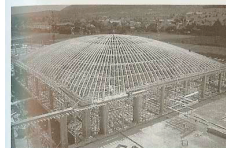
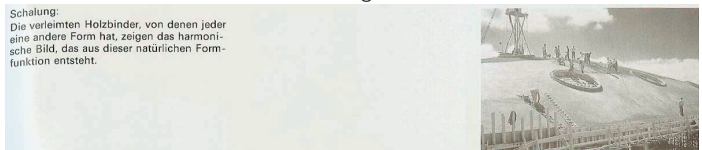
Vierpunktgestütztes Gewebe in Polyester getaucht.

Je nach Federhärte des Gewebes entsteht eine andere Form.

Hängegerüst:

Eine Membran, ein Tuch, ein Netz oder auch nur eine Gruppe von Fäden wird frei ausgehängt. Unter dem Eigengewicht bildet sich automatisch ein Gleichgewichtszustand. Ist der Zustand durch Es oder kalten Kunststoff ein, so läßt sich die Form umformen und als Druckschale einsetzen.

Schalung: Die verleimten Holzleihen, von denen jeder eine andere Form hat, zeigen das harmonische Bild, das aus dieser natürlichen Formfunktion entsteht.



Betonieren: Der nahtlose Betoniervorgang von rund 1000 m³ Beton dauerte drei Tage und drei Nächte. Hauptproblem war dabei das Weichhalten einer anfangs 220m langen Betonierfront mit stark verzögertem Beton. Er ist mit Zusätzen versehen, um einerseits große Plastizität zum Verdichten, andererseits genügend Steifigkeit gegen Abrutschen zu erhalten.



Bewehrung: Die Hauptbewehrung besteht aus Spanngliedbündeln in den Randträgern, die in den Eckpunkten verankert werden. Insgesamt werden auf der Längsseite 1300 t, auf der Quersseite 1200 t aufgebracht. Die Hauptbeanspruchungen in der Schale sind Druckkräfte. Dennoch wird als schlaue Bewehrung eine obere und untere Lage kreuzweise verlegt, um eventuell unvorhergesehene Sonderbeanspruchungen aufnehmen zu können.

Betonieren

Der nahtlose Betoniervorgang von rund 1000 m³ Beton dauerte drei Tage und Nächte. Hauptproblem war dabei das Weichhalten einer anfangs 220m langen Betonierfront mit stark verzögertem Beton.

Betoniervorgang