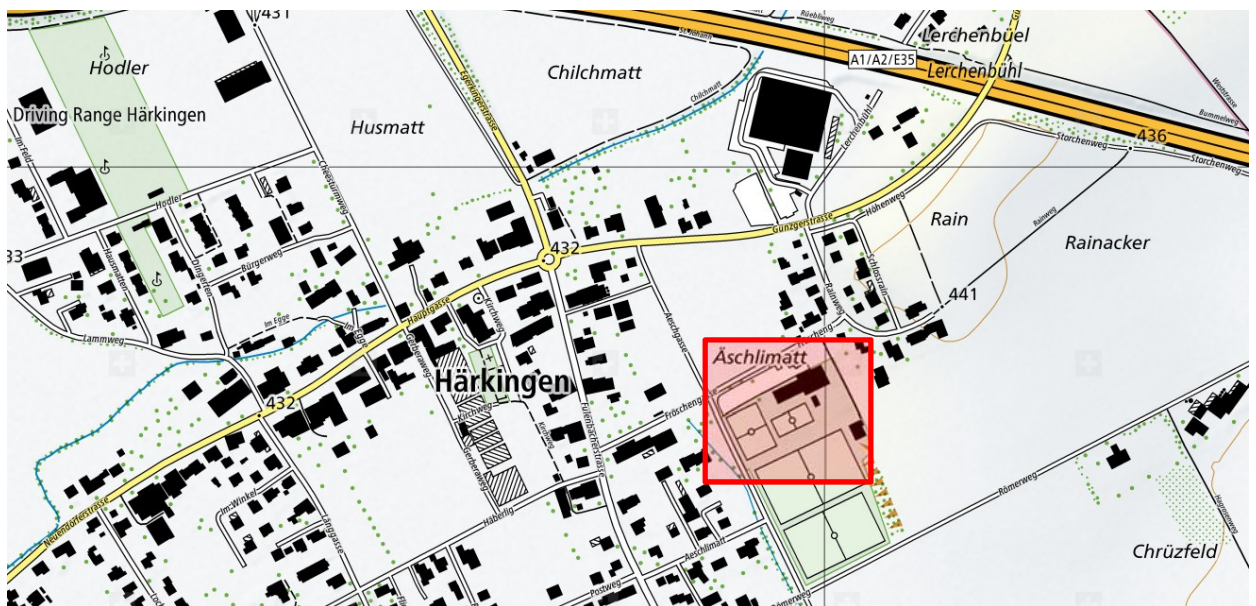


Bauherrschaft:  
Gemeinde Härkingen  
Fröschengasse 7  
CH-4624 Härkingen

MS Turnhalle Fröschengasse, Neubau, Härkingen  
Einfachhalle mit Ausbaumöglichkeit auf Doppelhalle

## Studie Varianten Dachkonstruktion Technischer Bericht



Reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo [JA 100004]

F Ü R S T | L A F F R A N C H I

Dok.-Nr. THA 511\_MS\_B01\_TW

Name Datum

Erstellt ML 26.10.2020

Freigabe JV 26.10.2020

Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH  
welcome@fuerstlaffranchi.ch  
www.fuerstlaffranchi.ch

Eyhalde 2 | Postfach 12 | CH-4912 Aarwangen | T +41 (0)62 926 18 90  
Kirchstrasse 23 | Postfach 14 | CH-4628 Wolfwil | T +41 (0)62 926 18 90  
Via Cantonale 64 | CH-6537 Grono | T +41 (0)91 827 13 17

## Impressum

Dokumentnummer THA 511\_MS\_B01\_TW  
Auftraggeber Bauherrschaft:  
Gemeinde Härkingen  
Fröschengasse 7  
CH-4624 Härkingen

Ersteller ML  
Datum 26.10.2020

Freigabe JV  
Datum 26.10.2020

Datei J:\THA 511\21 Vorstud\01 Berichte\TB\201026\_THA511\_Studie\_Tragwerk\_def.docx  
Anzahl Seiten 22

## Copyright

**F Ü R S T | L A F F R A N C H I**  
Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH  
welcome@fuerstlaffranchi.ch  
www.fuerstlaffranchi.ch  
Eyhalde 2 | Postfach 12 | CH-4912 Aarwangen | T +41 (0)62 926 18 90  
Kirchstrasse 23 | Postfach 14 | CH-4628 Wolfwil | T +41 (0)62 926 18 90  
Via Cantonale 42 | CH-6537 Grono | T +41 (0)91 827 13 17

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines .....	4
1.1	Projekt.....	4
1.2	Aufgabenstellung und Bericht .....	4
2	Grundlagen .....	5
2.1	Projektspezifische Grundlagen .....	5
2.2	Weitere Grundlagen.....	5
2.3	Ausgewählte Normen und Richtlinien .....	5
3	Gesamtkonzept und Anforderungen .....	6
3.1	Gesamtkonzept .....	6
3.2	Lage der Turnhalle und Grundwasserspiegel .....	6
3.3	Anforderungen an die Dachkonstruktion.....	7
4	Varianten Dachkonstruktion.....	8
4.1	Variante 1 – Holzbau.....	8
4.2	Variante 2 – Stahlbau.....	8
5	Vergleich der Varianten und Empfehlungen .....	9
5.1	Vergleich und Beurteilung der Varianten .....	9
5.2	Empfehlungen zum Dachtragwerk .....	10
5.3	Weitere Empfehlungen.....	10
6	Beilagen .....	11
6.1	Allgemeines .....	11
6.2	Zur Variante 1 in Holzbau .....	13
6.3	Zur Variante Stahlbau.....	17
7	Unterschriften .....	22

# 1 Allgemeines

## 1.1 Projekt

Die Gemeinde Härkingen verfügt über ein Schulzentrum an der Fröschengasse, in welchem die Primarschule und der Kindergarten angesiedelt sind. Auf dem Schulareal soll eine neue Turnhalle realisiert werden. Die Turnhalle soll sowohl der Schulen als auch den örtlichen Vereinen als Versammlungs- und Mehrzweckraum zur Verfügung stehen. Sie ist nicht als Turnhalle für den Schulsport im Sinne der Definition und der Ausstattung des Bundesamtes für Sport (BASPO) konzipiert.

Die Turnhalle soll in einer ersten Etappe als Einfachhalle realisiert werden. Das Konzept und die Konstruktion sollen jedoch derart ausgelegt werden, dass ein späterer Ausbau als Doppelhalle möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

## 1.2 Aufgabenstellung und Bericht

Das Büro *werk1 architekten und planer ag*, Olten hat im Frühjahr 2020 eine Vorstudie zum obgenannten Bauvorhaben erstellt und am 18.05.2020 dem Gemeinderat vorgestellt [G1]. Darauf wurde *werk1 architekten* mit der Erstellung eines Vorprojektes für den Neubau der Turnhalle Härkingen als Einzelhalle mit Ausbaumöglichkeit zur Doppelhalle beauftragt.

Das Ingenieurbüro Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH wurde beauftragt, die möglichen Lösungen für das Dachtragwerk im Rahmen einer Studie zu eruieren und anhand von zwei Varianten aufzuzeigen. Der Vergleich der Varianten wird im vorliegenden Bericht dokumentiert und durch eine grobe Kosten-schätzung mit orientierendem Charakter ergänzt.

In Abb. 1 ist die Situation mit dem neuen Baukörper der Einfachhalle auf der Südseite des bestehenden Schulhauses (d.h. unten im Bild) dargestellt. Der Ausbau zur Doppelhalle soll durch die Addition eines weiteren Baukörpers auf der freien Fläche südseitig der Einfachhalle erfolgen, welche zu einem noch nicht bestimmten Zeitpunkt stattfinden soll.

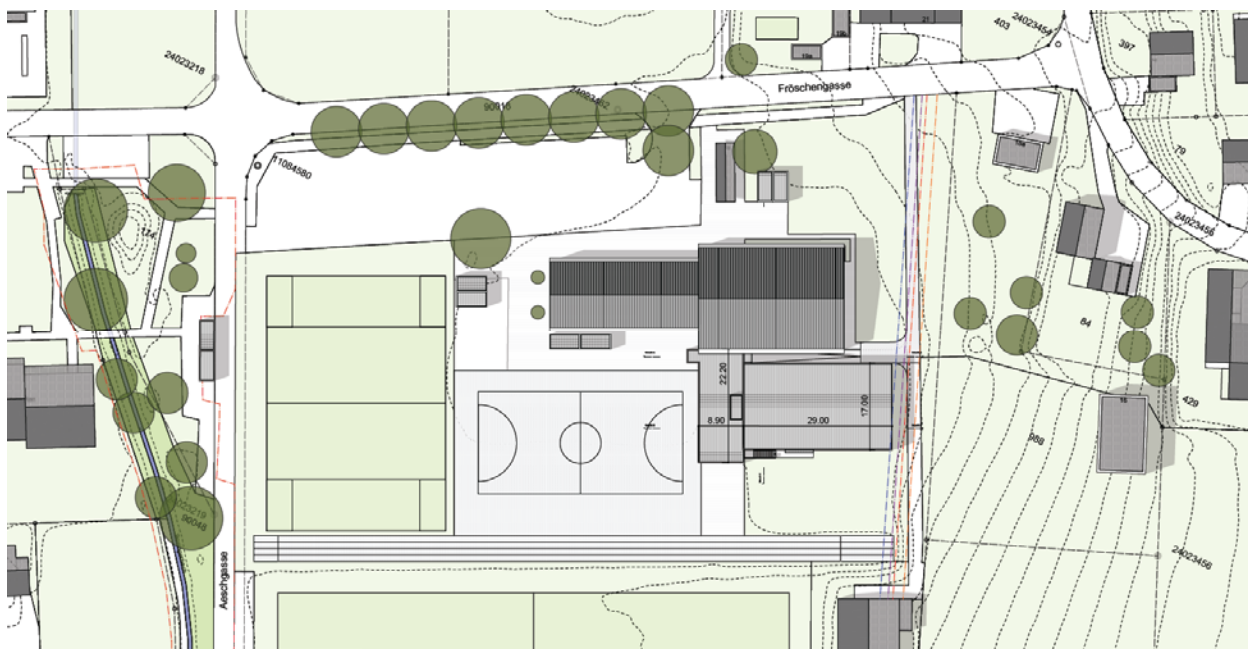


Abb. 1 Situation mit der bestehenden Schulanlage, ihren Aussenplätzen und der geplanten Turnhalle südseitig der Schule. Quelle: Situationsplan des Architekten, [G2].

## 2 Grundlagen

### 2.1 Projektspezifische Grundlagen

- [G1] *Vorstudie Turnhalle Härkingen*, Präsentation Gemeinderat 18.05.2020, *werk1 architekten und planer ag*, Olten, 19 Seiten.
- [G2] *Situationsplan*, Mstb. 1:500, MS Turnhalle Härkingen, Vorprojekt, *werk1 architekten und planer ag*, Olten, 22.09.2020.
- [G3] *Pläne Vorprojekt MS Turnhalle Härkingen*, Mstb. 1:100, *werk1 architekten und planer ag*, Olten, Plan-dossier mit Grundrissen, Schnitten, Ansichten, 16.10.2020.
- [G4] *Pläne Vorprojekt MS Turnhalle Härkingen*, Mstb. 1:50, *werk1 architekten und planer ag*, Olten, Details, 16.10.2020.
- [G5] *Kurzbericht Baugrunduntersuchung*, Neubau Turnhalle Fröschengasse (GB 87), KFB Pfister AG Ingenieure und Planer, Olten, 09.09.2020, 6 Seiten.

### 2.2 Weitere Grundlagen

- [G6] *Meteorwasserversickerung*, Neubau Werkhalle Ron AG, GB Härkingen Nrn. 59-61, Aktennotiz Nr. 2, Verfasser Sol Geo AG, Solothurn, 16.03.2018, 10 Seiten und Beilage Umgebungsplan mit Teilflächen zur Entwässerung (Mstb. 1:625).
- [G7] *Hydrogeologische Verhältnisse*, Neubau Werkhalle Ron AG, GB Härkingen Nrn. 59-61, Aktennotiz Nr. 3, Verfasser Sol Geo AG, Solothurn, 10.08.2018, 4 Seiten.

### 2.3 Ausgewählte Normen und Richtlinien

- [N1] Norm SIA 260, *Grundlagen der Projektierung von Tragwerken*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [N2] Norm SIA 261, *Einwirkungen auf Tragwerke*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020.
- [N3] Norm SIA 261, *Stahlbau*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [N4] Norm SIA 262, *Betonbau*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [N5] Norm SIA 265, *Holzbau*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2012.
- [N6] Norm SIA 267, *Geotechnik*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [N7] Norm SIA 272 – *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagebau*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2009.

### 3 Gesamtkonzept und Anforderungen

#### 3.1 Gesamtkonzept

##### Allgemeines und Dachkonstruktion

Der Neubau für die Turnhalle wird als unabhängige Konstruktion konzipiert, welche auf der Südseite des bestehenden Schulhauses angeordnet ist. Der Raum zwischen den zwei Gebäuden wird durch eine Zugangsrampe genutzt, welche zum Untergeschoss des Neubaus führt, wo sich die Garderoben für die Turnhalle befinden.

Das neue Gebäudevolumen befindet sich teilweise unterhalb des umliegenden Geländes. Der Boden der Turnhalle liegt ca. 2.7 m unter dem Niveau der Aussenflächen. Die Bodenplatte und die erdberührten Aussenwände sowie die Decken über dem Erd- und dem Untergeschoss sind in Stahlbeton konzipiert. Die Massivbauweise ist für diese Bauteile wirtschaftlich. Die Bodenplatte und die Aussenwände lassen sich als wasserdichte Betonkonstruktion (System weisse Wanne) ausbilden, womit sich eine zusätzliche erdseitige Abdichtungsschicht erübrigt.

Für die Dachkonstruktion, welche für den möglichen Ausbau zu einer Doppelhalle auszulegen ist, ist eine leichte Konstruktion angesichts der grossen Spannweite sinnvoll. Für die Dachfläche über der Turnhalle ist keine Personennutzung vorgesehen, siehe Kap. 3.3.

Bedingt durch die geforderte Raumhöhe in der Halle wird das Dachtragwerk in der Längsrichtung der Einzelhalle orientiert. Dies heisst, dass *die Binder längs über eine freie Stützweite von 28 m gespannt* sind. Eine alternative Anordnung mit den Bindern in der Querrichtung und damit einer kleineren freien Spannweite von 16 m ist nur sinnvoll für eine Einzelhalle. Bei quer gespannten Bindern ergäbe sich beim Ausbau auf eine Doppelhalle die Notwendigkeit, die Auflager an der Schnittstelle zur Erweiterung durch einen äusserst kräftigen Hauptträger mit der freien Stützweite von 28 m entlang der Längsfassade Süd abzufangen, an welcher die zweite Halle beim späteren Ausbau andocken wird.

Bedingt durch die Anforderung, dass die Nutzhöhe der Doppelhalle auch an dieser Stelle zu gewährleisten ist, würde ein solcher Abfangträger infolge seiner grossen Höhe über dem Dach herausragen und würde damit das Gesamtbild des Hallengebäudes stark beeinträchtigen. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass der Rückbau der Südfassade und die temporäre Abstützung der quer gespannten Binder während des Umbaus zusätzliche Kosten zur Folge hätten. Wenn der Abfangträger bereits für die Einfachhalle eingebaut würde (mit den genannten negativen Folgen für das Erscheinungsbild der Fassade und des Gebäudes von Anfang an) wäre die Vorinvestition sehr gross. Aus diesen Gründen wird eine alternative Anordnung der Binder in Querrichtung nicht weiterverfolgt.

##### Etappe 1

In der ersten Etappe wird die Einfachhalle südseitig des Schulhauses realisiert. Die Bodenflächen der Räume im Untergeschoss (inklusive Hallenboden) und der darüber liegenden Zuschauergalerie befinden sich jeweils auf der gleichen Höhe wie diejenigen des bestehenden Schulgebäudes, was aus Sicht der Nutzung optimal ist. Auch hinsichtlich der Anbindung der neuen Decken an den bestehenden Bau ist diese Lösung vorteilhaft.

##### Etappe 2

In der späteren Ausbauetappe zur Doppelhalle werden die Südfassade und das Randfeld Süd der Dachkonstruktion (Stützweite  $a = 2$  m) rückgebaut. Der Erweiterungsbau schliesst mit dem gleichen Tragsystem an die Einfachhalle an. Das Tragwerk und die Fassaden werden weitergebaut. Die Doppelhalle wirkt konstruktiv als Einheit.

#### 3.2 Lage der Turnhalle und Grundwasserspiegel

Wir haben am 15.09.2020 von *werk1 architekten und planer ag* den «Kurzbericht Baugrunduntersuchung» von *KFB Pfister AG*, Olten vom 09.09.2020 [G5] erhalten und analysiert. Darauf haben wir bei den

Architekten die Empfehlung abgegeben, die Stände des Grundwasserspiegels durch eine Rückfrage bei einem Geologen mit örtlichen Kenntnissen (SolGeo, Solothurn) oder direkt bei der Firma Ron AG zu überprüfen. Die Firma Ron AG hat zwischen 2017 und 2019 einen Neubau am Lerchenbühl 3, ca. 250 m nördlich vom Baufeld der Turnhalle, geplant und realisiert. Uns war aus dem Kontakt mit dem Geologen bekannt, dass die massgebenden Lagen des Grundwasserspiegels (*kurz: GWSp.*), welche in den öffentlich zugänglichen Unterlagen angegeben sind und in [G5] übernommen sind, möglicherweise zu hoch sind (maximale Lage bei ca. 429.0 müM). Mit einer Bodenplattenstärke von  $t = 0.75\text{m}$ , wie sie in [G5] aufgrund des Auftriebsdrucks in Aussicht gestellt wird, ergäben sich sehr hohe Kosten, und die geplante Tieflage der Halle müsste hinterfragt werden.

Die darauf gelieferte Aktennotiz von SolGeo [G7] zu den hydrogeologischen Verhältnissen beim Neubau der Ron AG bestätigt, dass der maximale Grundwasserspiegel effektiv 1.0 m unter der Angabe der Gewässerschutzkarte liegt. Als Grundlage für die Aussage des Geologen gilt das GEP-Projekt Härkingen, wozu langjährige Messdaten der GW-Messstelle PW Neufeld in Neuendorf zur Korrelation herangezogen werden. Gemäss den Isohypsen der Gewässerschutzkarte ist der GWSp. im Baufeld der Turnhalle näherungsweise auf gleicher Höhe wie bei der Parzelle von Ron AG.

In den Skizzen von Abb. 10 ist die gemäss [G7] anzunehmende maximale Lage vom Grundwasserspiegel auf 428.0 müM eingetragen. Wenn der Geologe diese Lage am Standort der geplanten Turnhalle bestätigt, dann kann die Bodenplatte schlank realisiert werden ( $t=35\text{cm}$  oder ev.  $t=30\text{cm}$ ). Die Bedingungen wären damit wesentlich günstiger als diejenigen, die im Bericht von KFB angenommen wurde. Nur unter den Stützen, den Aussenwänden und ggf. der inneren Tragwände sind streifenweise Verstärkungen der Bodenplatte erforderlich.

Die mit Bezug auf den Bestand architektonisch bedingte Reduktion des Gebäudevolumens über Terrain («Teilabsenkung der Turnhalle unter dem Terrain») ist unter diesen Voraussetzungen auch wirtschaftlich interessant.

### 3.3 Anforderungen an die Dachkonstruktion

Die Dachfläche der geplanten Turnhalle wird nicht als Platz oder als frei zugängliche Fläche genutzt. Der Zugang zum Dach ist nur für die Unterhaltsarbeiten vorgesehen. Die Einwirkungen aus der Gebäudenutzung für die Dachfläche entsprechen somit denjenigen der Kategorie H gemäss der Norm SIA 261:2020 [N2]. Sie betragen  $q_k = 1.0\text{ kN/m}^2$  (Flächenlast) respektive  $Q_k = 1.0\text{ kN}$  (Punktlast auf  $50 \times 50\text{ mm}^2$ ). Die Schneelast wird ebenfalls der Norm [N2] entnommen.

Das Dach soll mit einer *Extensivbegrünung mit Option für eine Photovoltaik-Anlage* (flache Paneele) versehen werden. Für erste Schätzungen wurde eine Auflast  $g_k = 130\text{kg/m}^2$  ( $1.3\text{ kN/m}^2$ ) für die ganze Dachbegrünung angenommen. Als Referenz für die Dachbegrünung haben wir mögliche Systeme der Firma Zinco ([www.zinco.ch](http://www.zinco.ch)) verwendet. Es wird vom leichtesten Aufbau ausgegangen, damit ein ausreichender Gestaltungsspielraum erhalten bleibt. In den Zonen, wo die Photovoltaik-Paneele angeordnet werden sollen (Auflast ca.  $g_k=60\text{--}80\text{ kg/m}^2$ , mit Unterkonstruktion), entfällt die Begrünung. Die Schutzschicht über der Dachabdichtung kann mit leichtem Zuschlag gewählt werden (z.B. Leca), so dass die Gesamtlast nicht höher als bei den begrüneten Bereichen ist. Für die statischen Überlegungen wird daher mit einer Dachbegrünung auf der ganzen Dachfläche gerechnet.

## 4 Varianten Dachkonstruktion

### 4.1 Variante 1 – Holzbau

#### Beschrieb

Für die Variante mit einem Dachtragwerk in Holzbau wurde zuerst eine Lösung mit Bindern aus Brett-schichtholz (BSH) in einem Abstand von 2.0 m entworfen. Dafür ist ein BSH-Trägerquerschnitt mit den konventionellen Breiten bis  $b = 280$  mm einsetzbar. Die erforderliche Höhe des Binders beträgt mindestens  $h = 1'400$  mm. Sie ist unter anderem durch die Steifigkeitsanforderungen bedingt. Unter Berücksichtigung von etwas höheren Auflasten auf dem Dach ist eine Trägerhöhe von  $h = 1'440$  mm ratsam. Die Decke kann mit einem kompakten System aus massiven Holzlamellen und schallabsorbierenden Einlagen konzipiert werden, welche sichtbar bleiben. Die Firma Tschopp Holzbau (Hochdorf LU) produziert beispielsweise das System Bresta mit diesen Eigenschaften, siehe Abb. 4. Die Stützen sind ebenfalls als BSH-Bauteile mit der gleichen Breite des Binders ( $b = 280$  mm) realisierbar.

In einem zweiten Schritt wurde auch die Lösung mit Dachbinder im Abstand von 4.0 m untersucht, siehe Abb. 6. Dafür müssen die BSH-Trägerquerschnitte durch Verleimung zusammengesetzt werden (2 Querschnitte mit mindestens  $b \geq 200$  mm, Blockverklebung der Seitenflächen). Das Herstellungsverfahren erfordert einen ausreichenden Anpressdruck für die Leimverbindung. Die Firma Neue Holzbau AG und auch andere grössere Hersteller von Tragwerken in Holzbau sind in der Lage, solche Träger zu produzieren. Für die Stützen kann die Querschnittsbreite des Binders übernommen werden. Die Deckenkonstruktion, welche zwischen den Bindern über 4.0 m gespannt wird, kann eine Trapezblech-Decke verwendet werden, welche kostengünstig ist. Alternativ ist eine Holzdecke mit Rippenkonstruktion vorstellbar, abgeleitet aus der obgenannten Bresta-Decke, welche im Detail nicht untersucht wird.

#### Baukosten

Die Schätzung der Baukosten für die Variante in Holz wurde mit der Unterstützung der Firma Neue Holzbau AG, Lungern OW, Hr. J. Stauffer, erstellt. Die Neue Holzbau AG hat beim Entwurf der Querschnitte und des Tragsystems mitgewirkt. Die angegebenen Kosten des Tragwerks stellen lediglich eine Referenz für den Variantenvergleich mit der Variante 2 in Stahlbau dar.

Bei der Betrachtung der Baukosten wird die Variante mit Binder, Decke und Stützen in Holz als Variante 1A bezeichnet. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass die Kosten für den Binderabstand  $a = 2$  m vergleichbar mit denjenigen für den Binderabstand  $a = 4$  m sind. Beim engeren Binderabstand ergeben sich mehr Binder (jedoch mit stark reduzierter Querschnittsbreite) und mehr Stützen, demgegenüber ist die Deckenkonstruktion günstiger. Beim grösseren Binderabstand ist eine kostenintensivere Deckenkonstruktion erforderlich. Die geschätzten Kosten für das Tragwerk der Variante 1A sind in Abb. 5 dokumentiert. Sie liegen bei 258 kFr., exkl. MWST.

Die geschätzten Kosten der Variante 1B beziehen sich auf die Lösung mit Holzbinder und -stützen mit Binderabstand  $a = 4$  m, welche mit einer Stahldecke (ähnlich wie für die Variante 2 in Stahl, siehe Kap. 4.2) kombiniert wird. Dadurch wird eine kostengünstigere Lösung erzielt, siehe Zusammenstellung in Abb. 7. Die Baukosten für das Tragwerk der Variante 1B liegen bei 199 kFr., exkl. MWST.

Die Kosten für die Abdichtung, die Dämmung und den Dachaufbau sind in den geschätzten Kosten jeweils nicht enthalten.

### 4.2 Variante 2 – Stahlbau

#### Beschrieb

Für die Variante mit einem Dachtragwerk in Stahlbau wird die Erfahrung genutzt, welche von unserem Büro bei der Planung und Realisierung bisheriger Stahltragwerke, insbesondere für die Sporthalle Haulismatt in Balsthal (2006-08) gesammelt wurde. Das vorgeschlagene schlichte Tragwerk mit Vollwandträgern als Binder, welche direkt auf den Stützen gelagert werden und eine Decke aus Trapezblechen mit



Akustik-Einlagen tragen, ist für die grosse freie Stützweite von 28 m angemessen und wirtschaftlich, siehe Skizzen in Abb. 8, Abb. 9 und Abb. 10. Die Blechstärken Binder lassen sich durch den Einsatz vom Baustahl S355 mit höherer Festigkeit reduzieren. Der 1.0 m hohe Binder ist im Vergleich zur Variante im Holzbau wesentlich schlanker. Die Trapezbleche werden auf dem oberen Flansch der Binder verlegt und kraftschlüssig verbunden. Zur Dachaussteifung wird ein Verband aus Flachstählen über den Trapezblechen eingeführt. Auf der Ober- und auf der Unterseite der trapezförmigen Wellen können zusätzliche Profilträger für Installationen oder Turngeräte in unauffälliger Weise über den Binder eingeführt werden.

Die Aussteifung des Dachs wird durch Verbände in den Fassadenebenen auf Niveau der Fenster gewährleistet, welche die Kräfte in den darunter liegenden Stahlbetonsockel abtragen. Die Stützen unter den Bindern sind durch ihre Verbindung mit den Decken (Seite West) respektive mit den Stahlbeton-Aussenwänden punktuell stabilisiert. Es ist möglich, das Tragwerk sowohl mit Stahlstützen als auch mit Stahlbetonrippen (oder -stützen) auszuführen, welche in den Aussenwänden integriert werden. Für die vorliegende Studie wird eine Ausführung mit Stahlstützen unter den Bindern in der gesamten Hallenhöhe angenommen, welche die Kräfte auf die Bodenplatte abtragen. Die Stützen entlang der Längsfassaden Nord und Süd sind hingegen über Konsolen mit dem Stahlbetonsockel verbunden, siehe Abb. 10. Die Einhausung der Haustechnik über der Decke des Erdgeschosses auf der Westseite der Halle wird mit einem leichten Stahltragwerk realisiert, welches an die Randträger der Turnhalle anschliesst, siehe Schema in Abb. 11. In diesem Bereich ist das Dach nicht begrünt.

#### **Baukosten**

Die Schätzung der Baukosten für die Variante in Stahl erfolgte nach Rücksprache mit der Firma Senn AG, Oftringen AG, Hr. B. von Mühlennen. Die aktuell günstigen Preise für den Stahlbau wurden berücksichtigt und für den Variantenvergleich übernommen. Die angegebenen Kosten des Tragwerks stellen lediglich eine Referenz für den Vergleich mit der Variante 1 in Holzbau dar.

Die geschätzten Kosten für die Variante 2 mit Stahltragwerk sind in Abb. 12 dokumentiert. Sie liegen bei 198 kFr., exkl. MWST.

Die Kosten für die Abdichtung, die Dämmung und den Dachaufbau sind in den geschätzten Kosten nicht enthalten.

## **5 Vergleich der Varianten und Empfehlungen**

### **5.1 Vergleich und Beurteilung der Varianten**

Die durchgeführten statischen Vorabklärungen und die Schätzung der Baukosten, welche durch die Beilagen im folgenden Kap. 6 dokumentiert sind, zeigen, dass eine Realisierung des Dachtragwerks sowohl in Holz als auch in Stahl möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Das Dachtragwerk ist leicht und eignet sich für die Ausbildung der Dachfläche mit einer Extensivbegrünung oder alternativ mit einer PV-Anlage. Die Kräfte, welche im voraussichtlich gut tragfähigen Baugrund zu übertragen sind, können durch eine entsprechend bemessene Bodenplatte als Flachfundation aufgenommen werden.

Die statische und wirtschaftliche Auswirkung der Variantenwahl auf den Unterbau (Stahlbetonsockel) ist für das Holz- respektive für das Stahltragwerk vergleichbar, denn die einzuleitenden Kräfte unterscheiden sich nicht stark. Es ist vorstellbar, dass die Querschnitte der Aussenwände und der Bodenplatte für beide Varianten dieselben sind. Der Ausbau der Einfach- auf die Doppelhalle ist bei beiden Varianten möglich.

Bei der Variante 1 in Holzbau werden die Untervarianten 1A (reine Holzkonstruktion) und 1B (Holz-Haupttragwerk mit Stahldecke) unterschieden. Der geschätzte Mehrpreis für die Variante 1A gegenüber der Variante 1B beträgt 60 kFr. Ein Vergleich dieser zwei Varianten dürfte allerdings nicht nur aufgrund der Erfüllung der Anforderungen an das Tragwerk erfolgen. Dafür sollen auch die Anforderungen der Nutzung betrachtet werden, beispielsweise betreffend den Ausbaustandard und die Gestaltung des Innenraums oder in Bezug auf die Akustik. Diese hängen wiederum davon ab, mit welcher Frequenz die

Turnhalle als Multifunktionsraum (Mehrzweckhalle) genutzt wird, und welche Nebennutzungen Priorität haben.

Der Vergleich der Varianten 1A und 1B in Holzbau mit der Variante 2 in Stahlbau zeigt, dass die Kosten für das Tragwerk in Holzbau tendenziell höher liegen. Besonders vorteilhaft für die Variante in Stahl ist jedoch die Reduktion des Volumens, welche sich aus den schlankeren Bindern ergibt. Wenn die Höhe der Stahlbinder um 0.4 m kleiner als diejenige der Holzbinder angenommen wird, so beträgt die Volumenreduktion ca.  $17 \times 29 \times 0.4 = 197.2 \text{ m}^3$ . Wird der mittlere Volumenpreis von 450.- Fr./m<sup>3</sup> von [G1] übernommen, so beträgt der daraus folgende, geschätzte Minderpreis ca. 89 kFr. Die Variante 2 mit Dachtragwerk in Stahl ist somit als wirtschaftlich vorteilhafter zu beurteilen. Für eine Gesamtbeurteilung ist jedoch, wie bereits für den Vergleich der Varianten 1A und 1B erläutert, auch eine Betrachtung der Nutzungsanforderungen in Bezug auf den multifunktionalen Charakter der Turnhalle erforderlich.

## 5.2 Empfehlungen zum Dachtragwerk

Der Vergleich der Varianten hat gezeigt, dass das Dachtragwerk in Stahl tendenziell wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem Dachtragwerk in Holz. In Stahl lassen sich schlankere Binder realisieren, wodurch das Turnhallenvolumen reduziert wird und sowohl Bau- als auch Betriebskosten eingespart werden können.

Die Varianten 1A (mit Haupttragwerk und Decke in Holz) und 2 mit Stahlkonstruktion und Decke aus Trapezblechen unterscheiden sich gestalterisch stark. Ein Vergleich der Varianten kann vom gestalterischen Aspekt sowie von der Erfüllung der Anforderungen an den Turnhallenraum für ihre Nebennutzungen nicht absehen. Diese Überprüfung liegt allerdings nicht im Wirkungsbereich vom Tragwerksplaner.

Folgende Empfehlungen können abgegeben werden:

- Die Varianten 1A und 2 sollen in Bezug auf die Erfüllung aller Nutzungsanforderungen und auf die Qualität des Hallenraums geprüft werden. Es wird sich zeigen, ob die wirtschaftlich vorteilhaftere Variante mit Stahltragwerk auch die Nutzungsanforderungen am besten erfüllt.
- Es soll mit dem Pflichtenheft für die Planung auch eine Nutzungsvereinbarung verfasst werden, in welcher die Vorgaben und die Ziele für das gesamte Tragwerk (Turnhallendach, übrige Räume und Sockelbau) festgelegt sind.
- Das Vorprojekt für das Tragwerk des Neubaus soll weitergeführt (Turnhallendach) respektive durchgeführt werden (Sockelbau, übrige Bauteile), bevor das Bauprojekt in Angriff genommen wird.

## 5.3 Weitere Empfehlungen

### Bagrund und hydrologische Verhältnisse

Es wird der Bauherrschaft empfohlen, vor der nächsten Projektphase die geologisch-geotechnischen Erkundungen zu beschaffen. Aufgrund der örtlichen Vorkenntnisse, siehe Kap. 3.2, erscheint es als sinnvoll, zuerst mit dem Geologenbüro SolGeo AG, Solothurn Kontakt aufzunehmen.

Die geologisch-geotechnischen Abklärungen haben das Ziel, die Lagen des Grundwasserspiegels (insbesondere maximal und mittel) sowie die geotechnischen Grössen und die bautechnischen Empfehlungen für die Baugrube und für die Foundation zu beschaffen. Die genannten Grundlagen für die Planung sollen im Bericht, welcher vom Geologen zu erstellen ist, enthalten sein. Angesichts der Investition, welche der Neubau bedingt, ist auch die Durchführung von örtlichen Untersuchungen auf dem Baufeld empfohlen. Mit der Offerte des Geologen soll sein (skizzenhafter) Untersuchungskonzept verlangt werden.

6 Beilagen

6.1 Allgemeines

Extensivbegrünung, bewässert

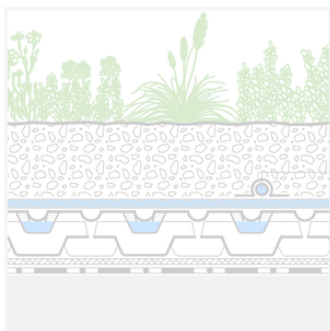
Systemaufbau „Bewässerte Extensivbegrünung“ für artenreiche Dachbegrünungen in Regionen mit langen Trockenperioden

War bisher eine automatische Bewässerung von extensiven Begrünungen eher im mediterranen Raum üblich, kommt diese Variante mittlerweile auch in Deutschland immer mehr zum Tragen. Bedingt durch den anhaltenden Klimawandel haben in Deutschland immer mehr Regionen mit langen Trockenperioden zu kämpfen. Dies führt zu artenarmen Begrünungen mit einem mehr oder weniger starken Auf und Ab der Vegetation. Übrig bleiben häufig nur Sukkulenten und ggf. auch kahle Stellen, welche nur temporär grün sind. Für artenreiche Begrünungen ist daher eine Bewässerung in vielen Regionen unumgänglich. Mit dem hier vorgestellten Aufbau schaffen Sie den Spagat zwischen kostengünstiger Lösung und dauerhaftem Funktionieren der Begrünung.

Wie beim Systemaufbau „Klima-Gründach“ findet die **Bewässerung** unter dem Substrat statt. Damit steht das Wasser dort zur Verfügung, wo es die Pflanze benötigt. Im Gegensatz zum Systemaufbau „Klima-Gründach“ wird allerdings nur soviel Wasser zugeführt wird, wie die Pflanzen zum gesunden Wachstum benötigen. Durch die niedrigere Substratstärke ist das Dach im Aufbau nicht nur leichter, es werden auch andere Pflanzengemeinschaften verwendet.

SYSTEMGRAFIK

Grafik



Produkte

- Pflanzengemeinschaft „Steinrosenflur“
- Zincoterre® „Steinrosenflur“
- Tropfschlauch 500-L2
- Aquaflleece AF 300
- Floraset® FS 50
- Trenn- und Schutzmatte TSM 32
- Bei nicht wurzelfester Abdichtung:  
Wurzelschutzfolie WSB 100-PO zusätzlich !

TECHNISCHE DATEN

Aufbauhöhe	ab 13 cm
Gewicht, wassergesättigt	ab 120 kg/m²
Wasserspeichervolumen	ab 37 l/m²

Abb. 2    Unterlagen zum Systemaufbau und zu den Auflasten der Extensivbegrünung (www.zinco.ch).

## Dachaufbau und Dachlasten

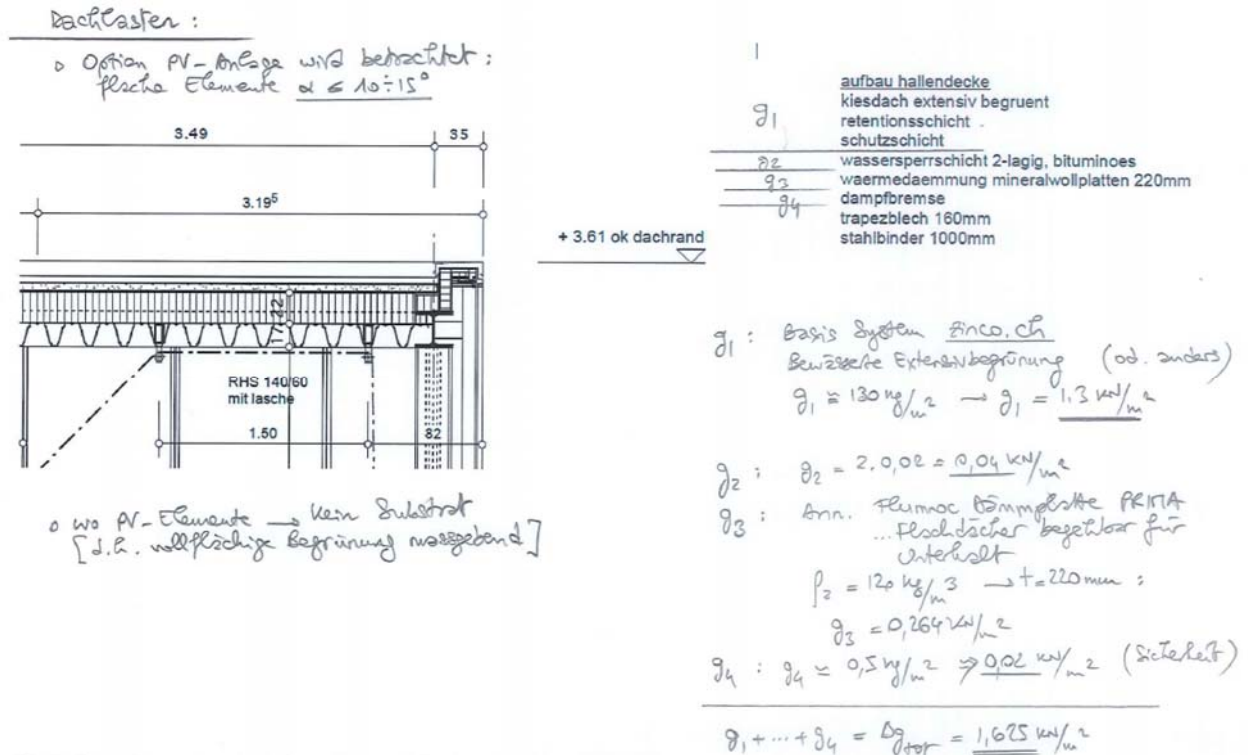


Abb. 3 Angenommener Dachaufbau und Auflasten, Stahldach (Referenz: Sporthalle Haulismatt, Balsthal, Tragwerksplanung durch Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 2006-08).

## 6.2 Zur Variante 1 in Holzbau

Binder und Decke in Holz, Variante 1A (dargestellt: Binderabstand  $a = 2.0$  m)

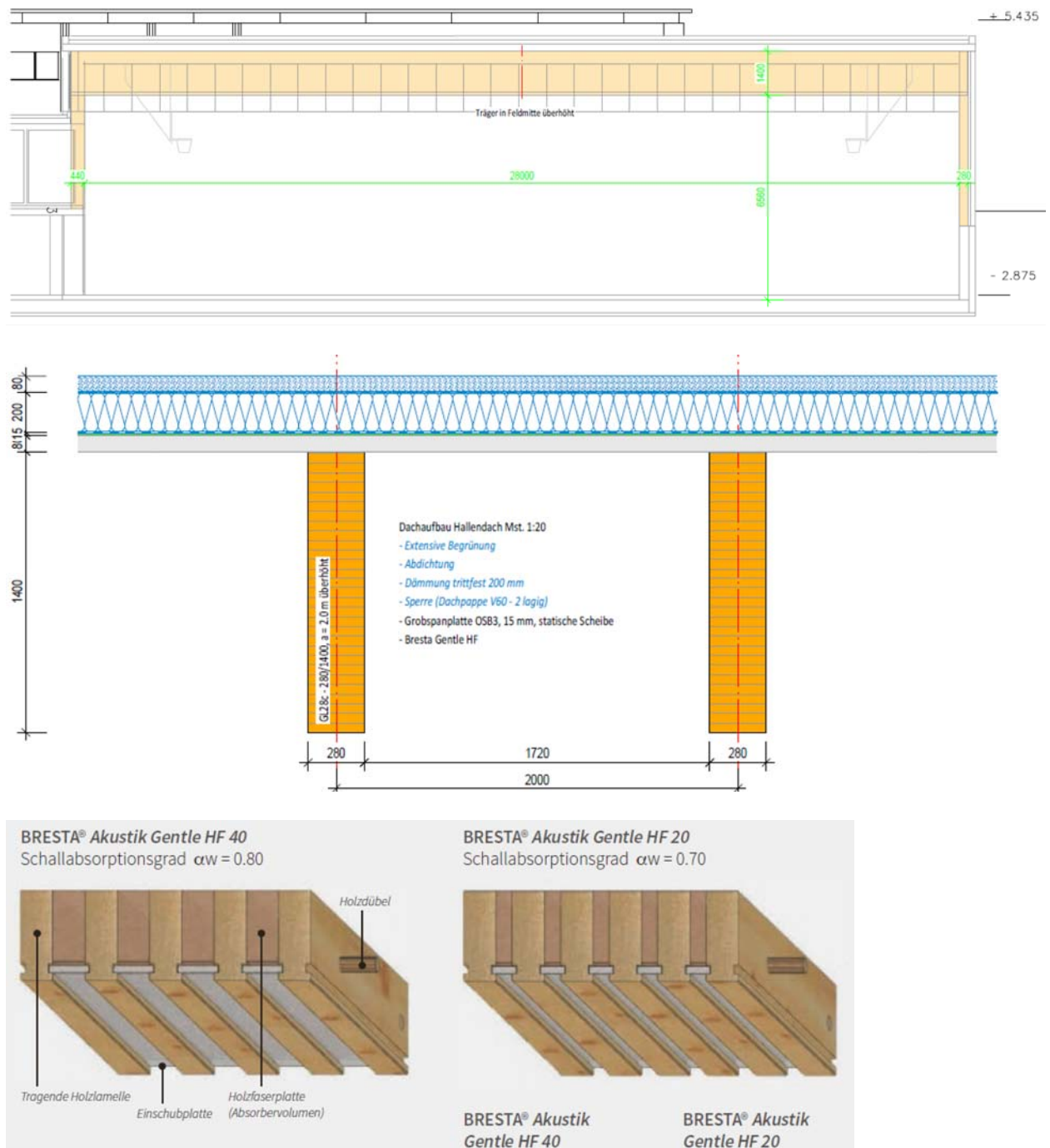


Abb. 4 (Oben) Ansicht Binder, minimale Querschnittshöhe  $h = 1'400$  mm; (Mitte) Querschnitt mit Deckensystem Bresta Gentle HF, freie Stützweite 1'720 mm; (Unten) Produkte Bresta mit integrierter Schallabsorption. Quelle: Beratung durch neue Holzbau AG, Ing. J. Stauffer.

## Kostenschätzung Tragwerk in Holz, Variante 1A

THA 511 - Neubau MS Turnhalle, Härkingen - Phase Studie

### Kostenvergleich Dachtragwerk

#### Variante 1A - Holzbinderkonstruktion

Mit Stützen unter den Bindern (a=2 oder 4m) bis zur Bodenplatte, Holzdecke mit Akustik-Einlagen

Kosten für die Einfachhalle (Basis)

Pos.	Beschrieb	Einheit	Anzahl St.	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	Menge	Faktor	Einh. Preis [CHF]	Total [CHF]
<b>BINDER, INKL. MONTAGE</b>										
1	Binder, Hauptträger, blockverklebt L=29mm; QS 400x1400 (Basis a=4m), Herstellung; überhöht 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				17'500.00	1.05	1.00	73'500.00
	Annahme: Bei a=2m Kosten für Binder ca. unverändert.									
2	Längsfassade, inkl. Einbinder und Stützen L=29m; QS 200x360; Herstellung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	2				4'600.00	1.05	1.00	9'660.00
3	Einbinder GW (quer) L=17m; QS 200x360; Herstellung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	2				1'200.00	1.05	1.00	2'520.00
4	Auskreuzungen inkl. Anschlüsse oben kompl. Verband-Einheit, Niveau Fensterband; Herst. 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				500.00	1.05	1.00	2'100.00
5	Auskreuzungen inkl. Anschlüsse unten komplette Verband-Einheit, Niveau Sockelbau; Herst. 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				1'000.00	1.05	1.00	4'200.00
6	Zusatzpreis für lange Stützen (abgest. auf Bodenplatte) L=6.65mm; QS z.B. 280x360; Herstellung 3%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	8				1.00	1.05	500.00	4'200.00
7	Zuschlag für kurze Stützen QS z.B. 200x360; Herstellung; Globalpreis 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	1				1.00	1.05	1'000.00	1'050.00
8	Zuschlag für Längsträger Giebelwand QS z.B. 200x360; Herstellung; Globalpreis 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	2				1.00	1.05	2'000.00	4'200.00
9	Transport und Paketisierung, alle Pos. 2 St., global	gl	2				1'900.00	1.05	1.00	3'990.00
10	Werkplanung Holzbau Details, Anschlüsse, Statik Werkplanung inkl. Kontrollpläne	CHF/St	1				12'000.00	1.05	1.00	12'600.00
11	Montage und Montageplanung Montageaufwand 180h Global, inkl. Reserve 5%	CHF/St	1				17'100.00	1.05	1.00	17'955.00
12	Kran und Hebemittel, Arbeitssicherheit Kran 5 Tage à 2'500.- CHF/Tag, Sicherheit global Global, inkl. Reserve 5%	CHF/St	5				2'700.00	1.05	1.00	14'175.00
<b>ZT BINDER, INKL. MONTAGE</b>										<b>150'150.00</b>
<b>DECKE OPTION A - mit Holzdecke (gilt für a=2m oder 4m)</b>										
13A	Stützen und Träger in Holz, Einhausung Haustechnik Herstellung, Transport und Montage; mit Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	1				8'000.00	1.05	1.00	8'400.00
14A	Holzdecke Bresta Gentle GF, Dach über Binder mit integrierter Akustik-Einlage, Holzlamellen tragend inkl. Herstellung, Transport und Montage; inkl. Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	m <sup>2</sup>	1				496.40	1.05	145.00	75'576.90
15A	Holzdecke Bresta Gentle GF, Zuschlag für a=4m Rippen oder stärkere Lamellen gegenüber a=2m; bei a=2m dafür mehr Stützen (ca. gleicher Mehrpreis) 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	m <sup>2</sup>	1				496.40	1.05	35.00	18'242.70
16A	Holzdecke Bresta Gentle GF, Einhausung Haustechnik einfachere Ausführung mit integrierter Akustik-Einlage, Holzlamellen tragend inkl. Herstellung, Transport und Montage; inkl. Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	m <sup>2</sup>	1				35.70	1.05	135.00	5'060.48
18A	Profilträger für Aufhängungen für Sportgeräte, Beleuchtung u.dgl. Stahl S235, Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Kleinteile	kg	1				400.00	1.00	3.50	1'400.00
<b>ZT DECKE OPTION A - mit Holzdecke (gilt für a=2m oder 4m)</b>										<b>108'680.08</b>
<b>Total exkl. MWST mit Option A</b>										<b>258'830.08</b>

Abb. 5 Grobe Kostenschätzung für das Dachtragwerk, Variante 1A mit Holzkonstruktion für Binder, Decke und Stützen (Abdichtung, Dämmung und Aufbau sind darin nicht enthalten).

**Binder in Holz, Variante 1B (Binderabstand  $a = 4.0$  m)**

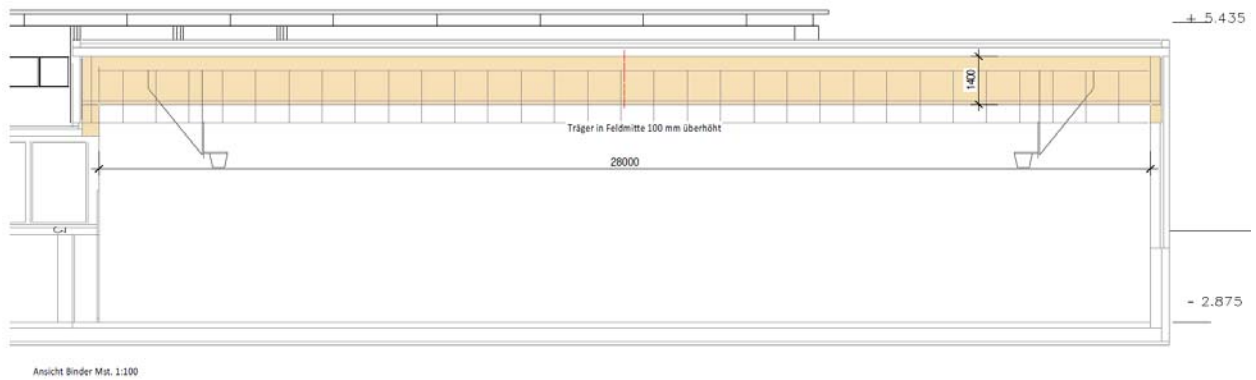


Abb. 6 Ansicht Binder, minimale Querschnittshöhe  $h = 1'400$  mm, hergestellt mit Überhöhung und kombinierbar mit einer Stahldecke aus Trapezblechen. Quelle: Beratung durch neue Holzbau AG, Ing. J. Stauffer.

## Kostenschätzung Tragwerk in Holz, Variante 1B

THA 511 - Neubau MS Turnhalle, Härkingen - Phase Studie

### Kostenvergleich Dachtragwerk

#### Variante 1B - Holzbinderkonstruktion

Mit Stützen unter den Bindern (a=4m) bis zur Bodenplatte, Decke mit Stahl-Trapezblechen

Kosten für die Einfachhalle (Basis)

Pos.	Beschrieb	Einheit	Anzahl St.	L [m]	A [mm2]	V [m3]	Menge	Faktor	Einh. Preis [CHF]	Total [CHF]
<b>BINDER, INKL. MONTAGE</b>										
1	Binder, Hauptträger, blockverklebt L=29mm; QS 400x1400, Herstellung; überhöht 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				17'500.00	1.05	1.00	73'500.00
2	Längsfassade, inkl. Einbinder und Stützen L=29m; QS 200x360; Herstellung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	2				4'600.00	1.05	1.00	9'660.00
3	Einbinder GW (quer) L=17m; QS 200x360; Herstellung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	2				1'200.00	1.05	1.00	2'520.00
4	Auskreuzungen inkl. Anschlüsse oben kompl. Verband-Einheit, Niveau Fensterband; Herst. 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				500.00	1.05	1.00	2'100.00
5	Auskreuzungen inkl. Anschlüsse unten komplette Verband-Einheit, Niveau Sockelbau; Herst. 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	4				1'000.00	1.05	1.00	4'200.00
6	Zusatzpreis für lange Stützen (abgest. auf Bodenplatte) L=6.65mm; QS z.B. 280x360; Herstellung 3%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	8				1.00	1.05	500.00	4'200.00
7	Zuschlag für kurze Stützen QS z.B. 200x360; Herstellung; Globalpreis 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	1				1.00	1.05	1'000.00	1'050.00
8	Zuschlag für Längsträger Giebelwand QS z.B. 200x360; Herstellung, Globalpreis 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	2				1.00	1.05	2'000.00	4'200.00
9	Transport und Paketisierung, alle Pos. 2 St., global	gl	2				1'900.00	1.05	1.00	3'990.00
10	Werkplanung Holzbau Details, Anschlüsse, Statik Werkplanung inkl. Kontrollpläne	CHF/St	1				12'000.00	1.05	1.00	12'600.00
11	Montage und Montageplanung Montageaufwand 180h Global, inkl. Reserve 5%	CHF/St	1				17'100.00	1.05	1.00	17'955.00
12	Kran und Hebelmittel, Arbeitssicherheit Kran 5 Tage à 2'500.- CHF/Tag, Sicherheit global Global, inkl. Reserve 5%	CHF/St	5				2'700.00	1.05	1.00	14'175.00
<b>ZT BINDER, INKL. MONTAGE</b>										150'150.00
<b>DECKE OPTION B - mit Stahl-Trapezblechen</b>										
13B	Stützen und Träger in Holz, Einhausung Haustechnik Herstellung, Transport und Montage; mit Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	gl	1				8'000.00	1.05	1.00	8'400.00
14B	Einbinder GW (quer und längs) L=17m+17m+4.5m Herstellung, Transport und Montage; mit Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	1				4'000.00	1.05	1.00	4'200.00
15B	Einbinder alle 4m (zusätzlich, Unterteilung a=2m) L=6x2.1m als Basis Herstellung, Transport und Montage; mit Planung 5%-Zuschlag f. Kleinarbeiten	CHF/St	1				2'000.00	1.05	1.00	2'100.00
16B	Trapezbleche im Dach über Binder Profil Montana 135/310A, t=(0.88) 1.00mm gelocht, mit Akustik-Einlage, Stahl min. 320 MPa Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz mit Verlegehilfe 5%-Zuschlag f. Verbindungen	m2	1				496.40	1.05	60.00	31'273.20
17B	Trapezbleche im Dach, Einhausung Haustechnik Profil Montana längs oder quer gesp., t=0.88mm gelocht, mit Akustik-Einlage, Stahl min. 320 MPa Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz ohne Verlegehilfe 5%-Zuschlag f. Verbindungen	m2	1				35.70	1.05	45.00	1'686.83
18B	Profilträger für Aufhängungen für Sportgeräte, Beleuchtung u.dgl. Stahl S235, Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Kleinteile	kg	1				400.00	1.00	3.50	1'400.00
<b>ZT DECKE OPTION B - mit Stahl-Trapezblechen</b>										49'060.03
<b>Total exkl. MWST mit Option B</b>										199'210.03

Abb. 7 Grobe Kostenschätzung für das Dachtragwerk, Variante 1B mit Holzbindern, Holzstützen und Stahldecke (Abdichtung, Dämmung und Aufbau sind darin nicht enthalten).



## 6.3 Zur Variante Stahlbau

### Schema Binder

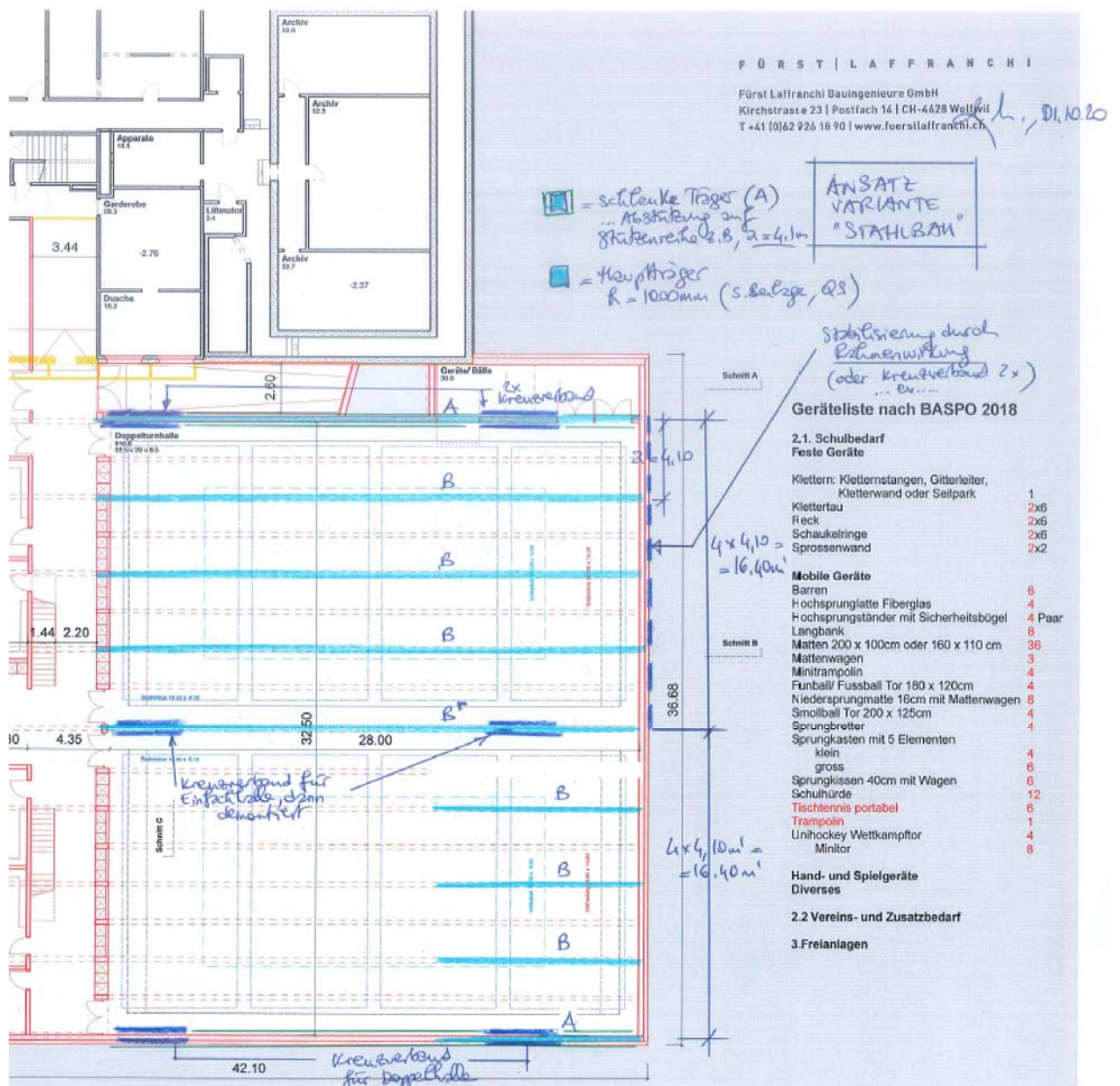
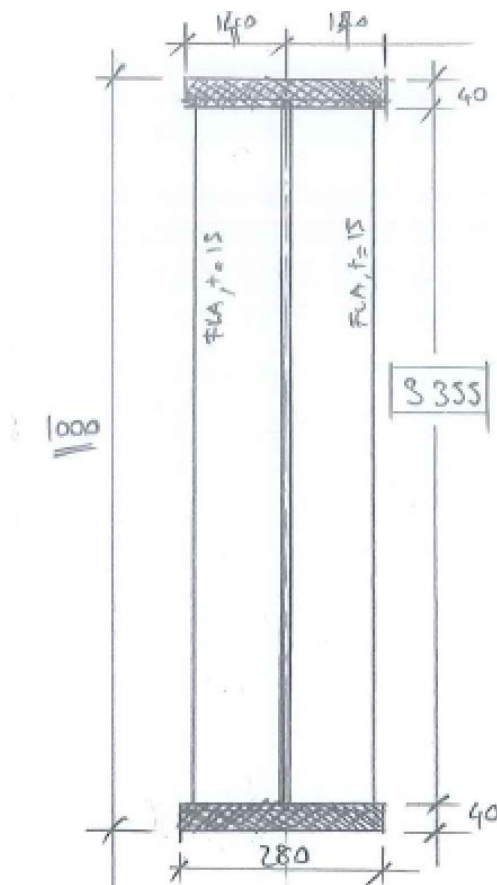


Abb. 8 Grundriss mit Darstellung der Binder, im Abstand von 4 m und längs gespannt, Stand 01.10.2020. Die Anordnung wurde darauf angepasst (kürzere Randfelder zu den Längsfassaden Nord und Süd).

## Querschnitte Binder und Trapezbleche

a) Hauptbinder, Stahl S355 (Steg  $t_w = 10$  mm)



b) Trapezprofil (Referenz: Montana-Produkte)

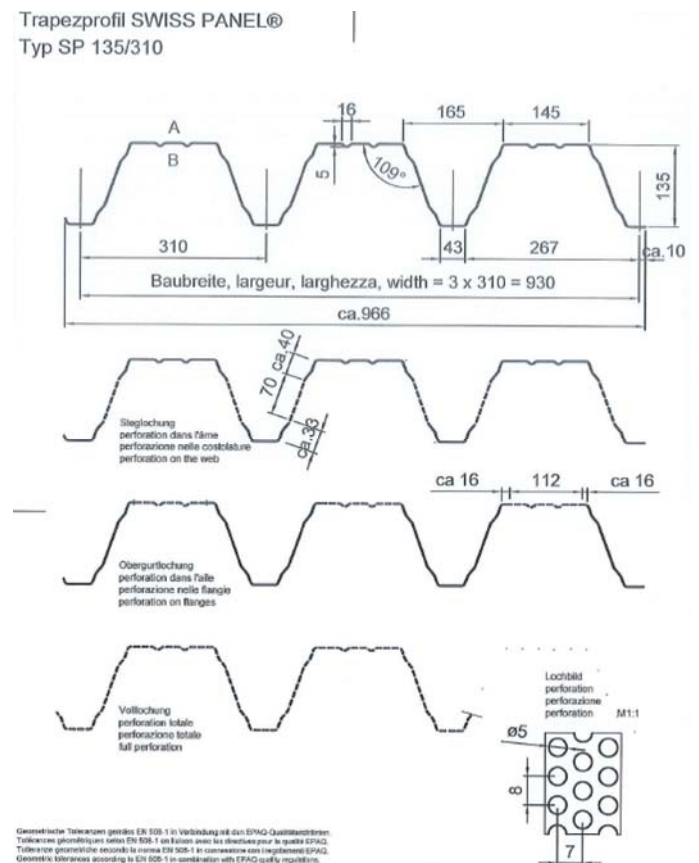


Abb. 9 Bauteile für das Dach mit Stahlkonstruktion: a) Hauptbinder, Höhe  $h = 1'000$  mm; b) Trapezprofile mit Akustik-Einlage, Montana SP 135/10.

Randträger  
 alle 4,0m  
 abgestützt  
 wähle z.B. HEA 180

Trapezprofil z.B.  
 SP 135/310 A [Randstreifen gefalzt  
 mit Akustik-Einlage]

profilverglastung

Sekundärstütze  
 (trägt nur Randbereich)  
 Ann.  $a = 4,0m$  (ca.)  
 ... kann im Prinzip  
 gewölbt werden...

wähle  
 HEA 180

wandaufbau:  
 drüpanet 36 mm  
 lattung 50 x 100 mm  
 ständer 64 mm  
 dampfbremse  
 wärmedämmung 120 mm  
 abdichtung  
 beton 250 mm

3fach verglastung

führungsschiene  
 paralleltrack

verschraubung  
 auf fassadenprofil

Lsgung:  
 mit konsolle in wand

wandstärke: 130

sichtfläche  
 hallenaußen

gew. nach  
 gew. schütz-  
 werte

423,0  
 428,0

sprössenwand  
 3600 (l) x 2500 (h) mm

bodenaufbau:  
 sportbelag punktelastisch  
 polyurethan 30 mm  
 gummis 40 mm  
 anhydrit-unterlagsboden 80 mm  
 abdichtung  
 bodenplatte 500 mm (weiße wanne)  
 mispordämmung 250 mm

durchgehende  
 stärke  
 (ev. 80 cm nach aussen ... später!)

DACHRAND:  
 - Randträger  
 - kurze Stützen  
 (Randstreifen)  
 - Auflager-Konsolen

Abb. 10 Schema mit Schnitt durch die Längsfassade und mögliche Ausführung der Stahlkonstruktion und des Sockelbaus in Stahlbeton, Stand 15.10.2020, Grundlage für den Architekten.

80 cm mit  
 Extensivbegrünung (oder mit PV)

Perches  
 (keine PV-Anlage)

HEA 140

Profil 2,6 HEA 140 ( $r_s = 133 \text{ mm}$ )  
 alle 4,0 m, abgewinkelt oder 2 Bauteile

2,6 Vierkant-  
 Rohr (80 x 80 RW)  
 alle 4 m  
 (abgestützt auf  
 Decke EG)

Decke EG

HT,  $R = 1000$

Stützbohrung  
 durch  
 Anbindeung an  
 Decke oberhalb  
 → siehe für Decke 4.G

Unt. Plausch:  
 $b = 260$  od.  $280 \text{ mm}$

Stütze kann auch Stahl sein  
 (HEB 260 2,6.)  
 ( $b = 260$ )

alternativ: Beton  
 → Länge von Gegenseite ab

DACH SEITE  
 PLONOBLOCK

Fürst Entwerfer & Baubau GmbH  
 Eyholde 21 Postfach 10, CH-4912 Aschwanden  
 Telefon 041 844 10 10, WWW.FUERSTENTFRANCHI.CH

16.10.20  
 THA 11

Schema:

Stütze

4,0

HEA 140

HEA 180

HT,  $R = 1000$

HT,  $R = 1000$

(\*) : alternativ kann das  
 Treppstreck über die 4,0 m  
 gespannt werden

Treppstreck kann auf den unteren  
 Plausch der Profile HEA 140  
 verlegt werden ( $L \approx 110 \text{ mm max.}$ , für  
 $L = 2,1 \text{ m}$  ist auch  $L = 80 \text{ mm}$  ausreichend)

Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH

## Kostenschätzung Tragwerk in Stahl

THA 511 - Neubau MS Turnhalle, Härkingen - Phase Studie

### Kostenvergleich Dachtragwerk

#### Variante 2 - Stahlkonstruktion

Mit Stützen unter den Bindern bis zur Bodenplatte

Kosten für die Einfachhalle (Basis)

Pos.	Beschrieb	Einheit	Anzahl St.	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	Menge	Faktor	Einh. Preis [CHF]	Total [CHF]
1	<b>Binder h=1'000mm</b> L=28'800mm; Blechträger S355 verschweisst Herstellung und Lieferung, inkl. Korrosionsschutz inkl. Montage und Schutz während Bauzeit 3%-Zuschlag f. Kleinbauteile (Aufhängungen, Steifen)	kg	4			0.92500	29'045.00	1.03	4.00	119'665.40
2	<b>Dach-Randträger</b> Profile z.B. HEA 180 Stahl S235 Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Kleinbauteile (Anschlüsse, Steifen)	kg	1	91.60	4'530.00	0.41495	3'257.34	1.05	3.50	11'970.73
3	<b>Stützen unter Binder</b> Profile z.B. HEB 260 (ev. 280) Stahl S235, L=6.65m Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Kleinbauteile (Anschlüsse, Steifen)	kg	8	6.65	11'800.00	0.07847	4'927.92	1.05	3.50	18'110.09
4	<b>Randstützen unter Längsfassade</b> Profile z.B. HEA 180 Stahl S235, L=6.65m Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 25%-Zuschlag f. Konsole und Verbindung	kg	16	1.60	4'530.00	0.00725	910.35	1.25	3.50	3'982.78
5	<b>Verbände in allen 4 Fassaden</b> Profile z.B. FLA 70x10 (oder Stangen) Stahl S235, L=4.35m Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 15%-Zuschlag f. Verbindungen	kg	16	4.35	700.00	0.00305	382.45	1.15	5.00	2'199.10
6	<b>Flachstäbe im Dach</b> Profile z.B. FLA 70x10 (oder Stangen) Stahl S235, L=4.35m Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Verbindungen	kg	16	5.65	700.00	0.00396	496.75	1.05	5.00	2'607.93
7	<b>Trapezbleche im Dach über Binder</b> Profile Montana 135/310A, t=(0.88) 1.00mm gelocht, mit Akustik-Einlage, Stahl min. 320 MPa Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz mit Verlegehilfe 5%-Zuschlag f. Verbindungen	m <sup>2</sup>	1				496.40	1.05	60.00	31'273.20
8	<b>Trapezbleche im Dach, Einhausung Haustechnik</b> Profile Montana längs oder quer gesp., t=0.88mm gelocht, mit Akustik-Einlage, Stahl min. 320 MPa Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz ohne Verlegehilfe 5%-Zuschlag f. Verbindungen	m <sup>2</sup>	1				35.70	1.05	45.00	1'686.83
9	<b>Profilträger im Dach, Einhausung Haustechnik</b> Profile z.B. HEA 140, RRW 80/80/6 Stahl S235, L=var., ca. 45kg/m <sup>2</sup> Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Verbindungen	kg	1				1'607.00	1.05	3.50	5'905.73
10	<b>Profilträger für Aufhängungen</b> für Sportgeräte, Beleuchtung u.dgl. Stahl S235 Herst., Lieferg., KS, Montage, Schutz 5%-Zuschlag f. Kleinbauteile (Anschlüsse, Steifen)	kg	1				400.00	1.00	3.50	1'400.00
	<b>Total exkl. MWST</b>									<b>198'801.77</b>

Abb. 12 Grobe Kostenschätzung für das Dachtragwerk, Variante 2 mit Stahlkonstruktion (Abdichtung, Dämmung und Aufbau sind darin nicht enthalten).

## 7 Unterschriften

Der Berichtverfasser:

Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH

Aarwangen, 26.10.2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Laffranchi', with a stylized flourish at the end.

Massimo Laffranchi  
Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH/SIA