

BAUHERRSCHAFT : GEMEINDE ROTHENTHURM

ARCHITEKT : KUB ARCHITEKTEN AG,  
HERRENGASSE 10, 6430 SCHWYZ

**Sanierung Hallenbad Rothenthurm, Schulstrasse 5, 6418 Rothenthurm**

## ■ STATISCHE BEURTEILUNG DER HALLENBADDECKE UND VERKLEIDUNG



## IMPRESSUM

Büro           JAUSLIN STEBLER AG  
6410 Goldau  
Gotthardstrasse 68  
Tel. +41 41 859 10 40  
gld@jauslinstebler.ch

Autor         Alfred Schuler  
als@jauslinstebler.ch

Datum         21. Dezember 2021

## ÄNDERUNGSVERZEICHNIS

Version	Datum	Änderungen	Autor
1.0	21.12.2021	Erstelldatum	als

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>AUFTRAG</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>4</b>
3.1	Normen	4
3.2	Plangrundlagen	5
3.3	Materialtechnische Untersuchungen	5
3.4	Verwendete Software	5
<b>4</b>	<b>BESTANDESAUFNAHMEN TRAGKONSTRUKTION</b>	<b>6</b>
4.1	Plangrundlagen und Bewertung	6
4.2	Materialtechnologische Untersuchung und Auswertung	6
4.3	Zusammenfassung der Bestandesaufnahmen	7
<b>5</b>	<b>STATISCHE ÜBERPRÜFUNG</b>	<b>8</b>
5.1	Bemessungsgrundlagen	8
5.2	Tragwerks-Nutzung	8
5.3	Ständige Einwirkungen	8
5.4	Übersicht	9
5.5	Nachrechnung der Decke	10
5.6	Gefährdungsbilder	10
5.7	Nachweis der Tragsicherheit	10
<b>6</b>	<b>TRAGSICHERHEITSNACHWEIS</b>	<b>12</b>
6.1	Tragsicherheit der Deckenplatte	12
6.2	Tragsicherheit der Unterzüge	12
6.3	Tabelle Traglastnachweis Decke	13
6.4	Tabelle Traglastnachweis Unterzüge	14
<b>7</b>	<b>ZUSTANDSBERICHT DER TRAGKONSTRUKTION</b>	<b>15</b>
7.1	Resultate aus der Statischen Überprüfung	15
7.2	Interpretation der Traglast-Defizite	15
7.3	Erhaltungsmassnahmen und Restriktionen der Tragkonstruktion	15
7.3.1	Erhaltungsmassnahme Nullvariante	15
7.3.2	Erhaltungsmassnahme Variante 1	16
<b>8</b>	<b>ZUSTANDSBERICHT DER DECKENVERKLEIDUNG</b>	<b>16</b>
8.1	Grundlagen	16
8.2	Konstruktionsbeschreibung	16
8.3	Zustand der abgehängten Decke	17
8.4	Schlussfolgerung	17
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>17</b>
9.1	Aufgabe	17
9.2	Zustandserfassung	17
9.3	Beurteilung der Betondecke	17
9.4	Beurteilung der Deckenverkleidung	18
9.5	Gesamtbeurteilung und Restnutzungsdauer Der Hallenbaddecke	18

### Beilagen:

- Zustandsanalyse Schwimmbadhallendecke HSR vom 28. September 2015
- Ergänzung Zustandsanalyse HSR vom 11. Mai 2016
- Bericht über Schwimmbaddecke durch ZfP (Zerstörungsfreie Prüfung) vom 02.11.2021

## 1 AUSGANGSLAGE

Die Gemeinde Rothenthurm beabsichtigt das bestehende Hallenbad von 1973 zu sanieren. Das Bauvorhaben betrifft insbesondere die Hallenbaddecke mit der Tragkonstruktion und die abgehängte Holzdeckenverkleidung inkl. Unterkonstruktion.

## 2 AUFTRAG

Der vorliegende Auftrag sieht eine detaillierte Untersuchung der bestehenden Tragstruktur (Decke über Hallenbad) sowie deren statischen Nachrechnung vor. Daraus werden entsprechende notwendige Massnahmen oder erforderliche Nutzungseinschränkungen abgeleitet.

Die Decke über dem Hallenbad (Boden Turnhalle) überspannt das Schwimmbecken mit knapp 25 Meter in der Länge und gut 12 Meter in der Breite. Die Tragkonstruktion der Decke bildet eine Unterzugsdecke mit insgesamt vier in Querrichtung angeordneten Unterzügen (Abstand ca. 4.50 Meter).

An der Deckenuntersicht ist eine vollflächige Holzverkleidung (abgehängte Holzkonstruktion) angebracht.

Ziel der Überprüfung ist die Quantifizierung der nachfolgenden Ergebnisse:

- Studium aller Dokumente und Pläne, Grundlagenerarbeitung
- Konzept für die Bauwerksuntersuchungen
- Koordination und Instruktion Baulabor
- Begleitung Bauwerksuntersuchungen
- Statische Überprüfung und Traglastnachweise der Decken-Tragkonstruktion
- Zustandsbeurteilung der Tragkonstruktion und abgehängter Deckenverkleidung
- Zusammenfassung mit allfälligem Massnahmenkonzept

## 3 GRUNDLAGEN

Es liegen nachfolgende Grundlagen zugrunde.

### 3.1 NORMEN

Es gelten nachfolgende, gültige Normenwerke.

- SIA 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (2013)
- SIA 261: Einwirkungen auf Tragwerke (2020)
- SIA 261 / 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen (2020)
- SIA 262: Betonbau (2013)
- SIA 262 / 1: Betonbau - Ergänzende Festlegungen (2013)
- SIA 269 / ff.: Erhaltung von Tragwerken (2011)

### 3.2 PLANGRUNDLAGEN

Bestandespläne Turnhalle/Hallenbad Rothenthurm von 1973

Für die statische Beurteilung sind daraus folgende Baupläne relevant:

**Architektenpläne** von Adelrich Lienert Architekt, Einsiedeln

- Längsschnitt A-A, Turnhalle Plan Nr. 56/72
- Querschnitt B-B, Turnhalle Plan Nr. 56/73

**Ingenieurpläne** von Dr. Hugi + P. Schuler Ingenieure ETH/SIA, Zürich

- Plan Nr. 166-66 Turnhalle 1.UG, Schalung vom 23.8.73
- Planausschnitte aus Bewehrungsplan Decke über Hallenbad (Plan Nr. 166-70): Trägerbewehrung Ansicht und Querschnitt \*)

*\*) Der Bewehrungsplan Decke über 1.UG ist auch nach intensiver Nachforschung und Suche im Gemeinde-Archiv nicht auffindbar. Die Planausschnitte konnte uns Herr Wenk vom Labor HSR zur Verfügung stellen. Nach Aussage von Herr Wenk hat er den Plan der Gemeinde Rothenthurm wieder zugesandt inkl. Eisenliste Nr. 166-71.*

### 3.3 MATERIALTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

Der Deckenzustand wurde im Jahr 2015 durch die Hochschule für Technik Rapperswil (HSR) vom Institut für Bau und Umwelt (IBU), geleitet von Prof. Felix Wenk, durchgeführt. Dabei ist ein Träger auf die ganze Länge von der Deckenverkleidung freigelegt worden. Die Resultate liegen in zwei Berichten vor:

- Zustandsanalyse Schwimmbadhallendecke HSR vom 28. September 2015
- Ergänzung Zustandsanalyse HSR vom 11. Mai 2016
- Ergänzend dazu liegt ein kurzgefasster Technischer Bericht von Gürber Ingenieure AG, Schwyz, vom 03.07.2020, vor.

Da nun 6 Jahre später der Entschluss der Gemeinde Rothenthurm für eine Sanierung des Hallenbades erwogen wird, ist eine erneute materialtechnische Untersuchung sinnvoll, die nun in einem anderen Träger, der an beiden Enden freigelegt wird, wiederum durch die Ostschweizer Fachhochschule vorgenommen wurde. Die Resultate liegen ebenfalls in einem Bericht vor.

- Bericht über Schwimmbaddecke durch ZfP (Zerstörungsfreie Prüfung) vom 02.11.2021

### 3.4 VERWENDETE SOFTWARE

Für die statische Berechnungen werden nachfolgende EDV-Programme verwendet.

- CUBUS Cedrus, Version 8
- CUBUS Statik, Version 8

## 4 BESTANDESAUFNAHMEN TRAGKONSTRUKTION

### 4.1 PLANGRUNDLAGEN UND BEWERTUNG

Die Bestandespläne gemäss postulierten Grundlagen für die Decke über Hallenbad sind gültig und anhand von Masskontrollen am Unterzug lokal geprüft worden. Dies darf auch für die Bewehrung ausgesagt werden, welche Lokal zur Kontrolle freigelegt und bestätigt wurde.

Auf eine Breite von 1.00 m ist eine Randisolation (Styrofoam) von 20 mm Stärke UK Decke und um den Unterzug eingelegt.

Für die statischen Nachweise werden folgende aus den Plänen entnehmbaren Abmessungen zugrunde gelegt:

- Deckenstärke  $h = 200 \text{ mm}$
- Unterzugshöhe bis UK Decke ohne Isolation  $H' = 550 \text{ mm}$
- Unterzugshöhe bis UK Decke mit Isolation  $H'' = 530 \text{ mm}$
- Unterzugsbreite ohne Isolation  $B = 400 \text{ mm}$
- Unterzugsbreite mit Isolation  $B' = 360 \text{ mm}$

### 4.2 MATERIALTECHNOLOGISCHE UNTERSUCHE UND AUSWERTUNG

Die Materialtechnologischen Untersuchungen, welche im zeitlichen Abstand von 6 Jahren vorgenommen wurden, sind zielgerichtet auf folgende Punkte ausgelegt:

- Bewehrungsüberdeckung
- Betondruckfestigkeit
- Karbonatisierungstiefe
- Korrosionszustand
- Chloridgehalt

Nachfolgend die Auswertung der Untersuchungen vom Jahr 2015 und 2021:

#### a) Bewehrungsüberdeckung

Die Bewehrungsüberdeckung im ersten sowie im zweiten Träger können praktisch als deckungsgleich gewertet werden.

Für den statischen Nachweis können daraus folgende Werte angenommen werden:

- Bügelbewehrung unten und seitlich:  $u = 15 \text{ mm}$
- Hauptbewehrung unten:  $u = 25 \text{ mm}$
- Deckenbewehrung unten:  $u = 15 \text{ mm}$

#### b) Betondruckfestigkeit

Die Betondruckfestigkeits-Werte liegen bei der zweiten Messung etwas höher als die Werte am ersten Träger, wobei die Unterschiede relativ klein sind. Die Werte liegen zwischen 32.7 und 34.7 MPa.

Auf dem Schalungsplan wird die Betonqualität mit BH PC 250+ 50kg Efa-Füller angegeben.

- Für den statischen Nachweis kann der Beton der Sorte C25/30 (nach SIA 262) zugeordnet werden.



**c) Karbonatisierungstiefe**

Die Karbonatisierungstiefe liegt in beiden Untersuchungen im Mittel bei 5 mm, also kleiner als die Bewehrungsüberdeckung.

**d) Korrosionszustand**

Den Korrosionszustand wurde mit Potentialmessungen und durch Freilegen der Bewehrung kontrolliert. Die Werte zeigen keine nennenswerten Anzeichen von Korrosionsschwächung der Bewehrung.

- Für die statischen Nachweise wird die Bewehrung unvermindert der Stahlqualität III gemäss der SIA Norm (1968) zugeordnet.

**e) Chloridgehalt**

Das Chloridgehalt-Profil zeigt beim erstuntersuchten Träger minim höhere Werte als beim zweituntersuchten. In der Tiefe zwischen 0-10mm wird der kritische Wert von 0.4 M%Cl-/Z nur knapp erreicht, wobei in der Tiefe 20-30mm der Wert nur noch zwischen 0.024 und 0.047 M%Cl-/Z liegt.

- Der Chloridgehalt liegt auf der Höhe der Bewehrung deutlich unter dem kritischen Wert von 0.4 M%Cl-/Z.

## 4.3 ZUSAMMENFASSUNG DER BESTANDESAUFNAHMEN

Aufgrund der Auswertung der Plangrundlagen sowie der Resultate aus den Laboruntersuchungen ist diesbezüglich kein Handlungsbedarf zur Erhaltung der Betonqualität erforderlich.

- Die geometrischen Grössen (Abmessungen) sind bestätigt
- Die vorhandene Bewehrungsüberdeckung konnte verifiziert werden
- Die effektive Betondruckfestigkeit wurde anhand Betonproben ermittelt
- Der Korrosionseinfluss auf die Bewehrung darf aus den ermittelten Werten (Karbonatisierung, Chloridgehalt, Potentialmessung) als unbedeutend bezeichnet werden.
- Aufgrund der vorgenommenen Untersuchungen kann eine Aktualisierung der Lastbeiwerte gem. SIA 26 ff. erfolgen.





## 5.4 ÜBERSICHT

Nachfolgend ist die Struktur der Decke über das Hallenbad ersichtlich.

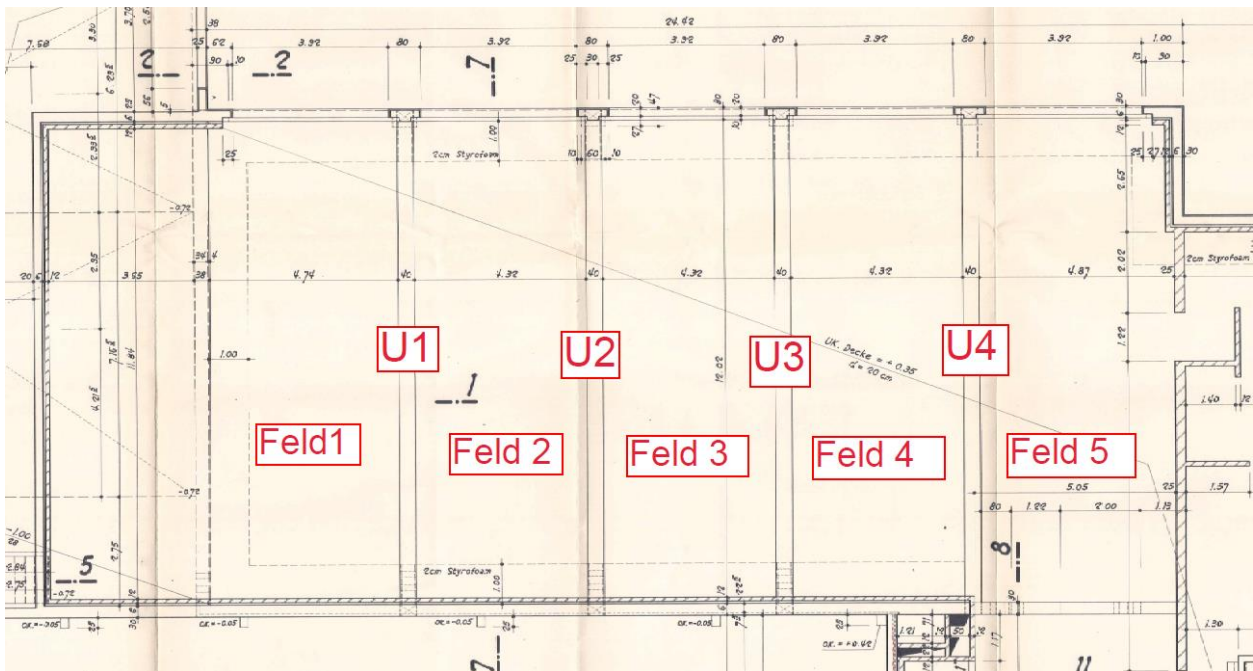


Abbildung 1: Grundriss Decke über Hallenbad

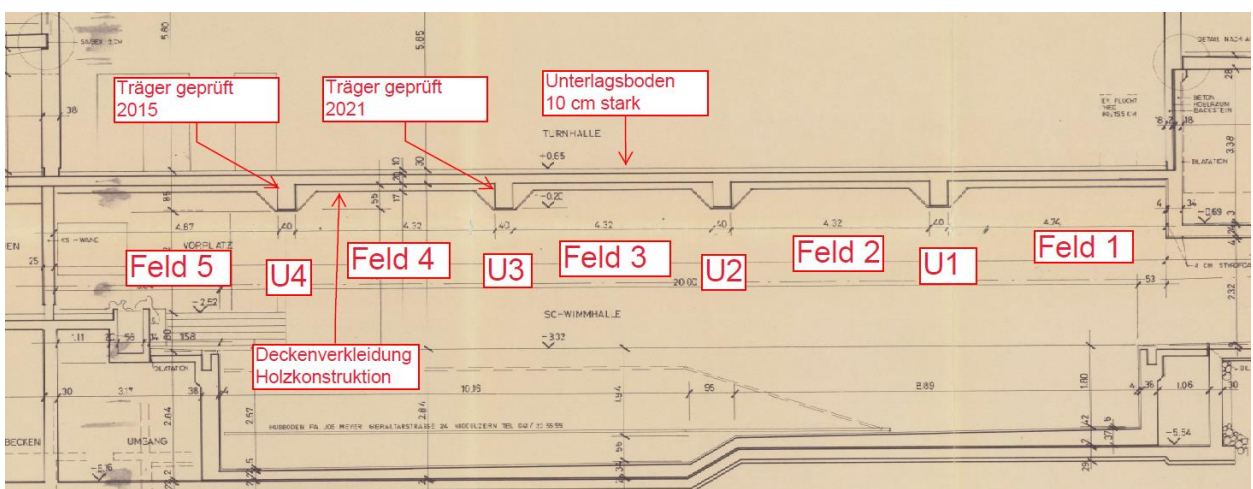


Abbildung 2: Längsschnitt Decke über Hallenbad

## 5.5 NACHRECHNUNG DER DECKE

Aus den statischen Randbedingungen werden nachfolgende massgebende Nachweiszone der bestehenden, schlaff bewehrten Decke und Unterzüge in der Tragsicherheit definiert.

1. Decke Feld 1 bis Feld 5
  - a. Biegung
  - b. Querkraft
2. Decke über Stütze 1-2, 2-3, 3-4, 4-5
  - a. Biegung
3. Unterzüge U1, U2, U3, U4
  - a. Biegung
  - b. Querkraft

Die Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit ist nicht massgebend.

## 5.6 GEFÄHRDUNGSBILDER

Für die Überprüfung liegen nachfolgende massgebende Gefährdungsbilder zugrunde.

- **Eigenlast Decke mit Auflasten** gem. Spezifikation in Kap. 5.3
- **Nutzlasten auf Decke** über Hallenbad gem. Spezifikation in Kap. 5.2

Anhand der momentanen Nutzung sind keine weiteren Gefährdungsbilder zu berücksichtigen.

## 5.7 NACHWEIS DER TRAGSICHERHEIT

In Anlehnung an die Normreihe SIA 269 ff. wird die Beurteilung als Nachweis (Erfüllungsfaktor  $n$ ) überprüft. Dabei gilt  $n \geq 1.00$  als "Erfüllt" und  $n < 1.00$  als "nicht Erfüllt".

Die Schnittkraftberechnung der Decke und der Unterzüge erfolgt, analog damaliger Berechnungsmethode, mit der klassisch statischen Schnittkraftberechnung, die Decke als Durchlaufträger mit unterschiedlichen Stützweiten und die Unterzüge als einfacher Balken mit entsprechender Belastung aus Durchlaufträger der Decke.

Die Bewehrung für die Traglastnachweise ist folgenden Planausschnitten entnommen:

- Deckenlängsbewehrung im Feld und über Unterzüge aus "Querschnitt Trägerbewehrung"
- Unterzugsbewehrung aus dem "Ansicht Trägerbewehrung"

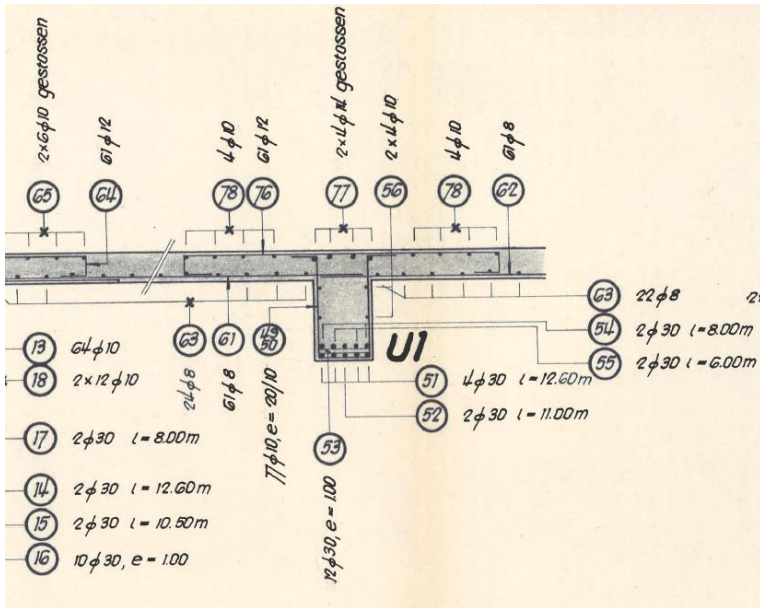


Abbildung 3: Querschnitt Trägerbewehrung

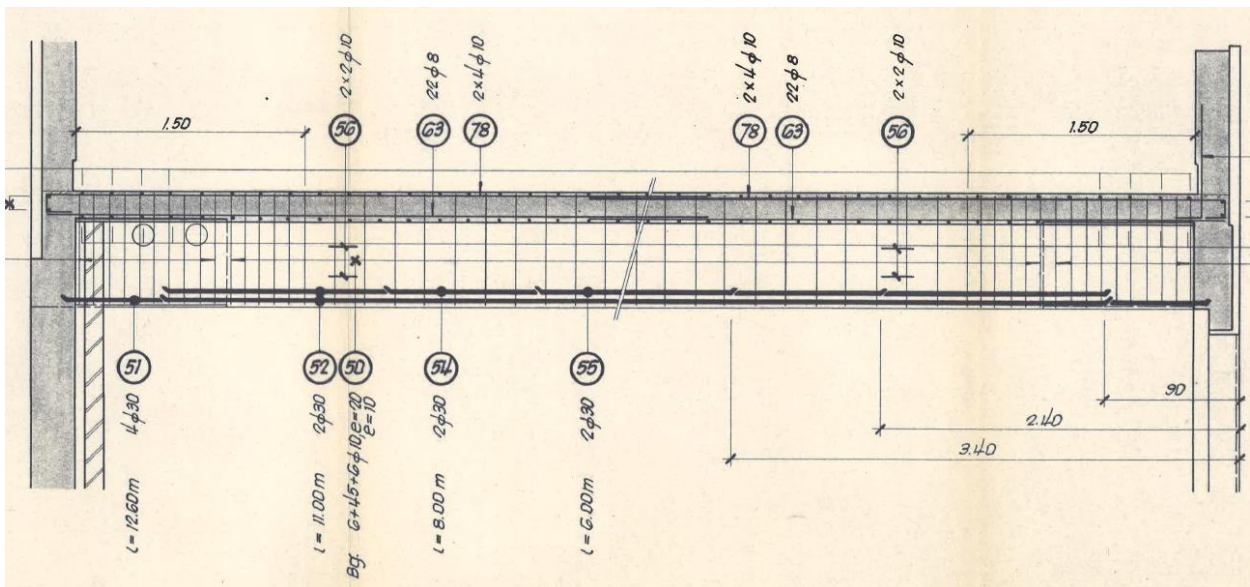


Abbildung 4: Ansicht Trägerbewehrung

Der Tragsicherheitsnachweis der Unterzüge wird in mehreren Schnitten (x1 - x7), entsprechend der Abstufung der Längsbewehrung und der Bügelbewehrung durchgeführt.

## 6 TRAGSICHERHEITSNACHWEIS

In einer ersten Berechnung mit der Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$  zeigt sich, dass in der Decke und in den Unterzügen Defizite auftreten, das heisst, die Tragsicherheit gemäss Norm wird nicht erreicht.

Daher wird der Nachweis mit Abstufung der Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$ ,  $4.0 \text{ kN/m}^2$  und  $3.0 \text{ kN/m}^2$  weitergeführt. Die Resultate sind in nachfolgenden Tabellen zusammengestellt (Seite 13 und 14).

### 6.1 TRAGSICHERHEIT DER DECKENPLATTE

- Die Tragsicherheit infolge Biegung der Deckenplatte mit einer Nutzlast von  $500 \text{ kg/m}^2$  ist im Feld 5 nicht erfüllt. Dieses Feld hat eine Spannweite von  $5.07 \text{ m}$  mit gleicher unterer Bewehrung wie die kürzeren Deckenfelder was somit ein geringes Traglastdefizit ergibt.
- Mit einer Nutzlast von  $400 \text{ kg/m}^2$  ist die Tragsicherheit erfüllt
- Die Tragsicherheit infolge Querkraft ist überall erfüllt.

### 6.2 TRAGSICHERHEIT DER UNTERZÜGE

#### Tragsicherheit infolge Biegung

- Ein generelles Manko bildet die Bewehrungsabstufung, welche mit 4 abgestuften Eisenlängen ausgeführt wurde.
- Die Schnittkraftberechnung ergibt, dass bei den Abstufungen die Verankerungslängen generell ein Defizit bilden. Dies zeigt sich besonders in den Nachweisen der Schnitte 5 und 7 bei den Unterzügen U1 und U4
- Die volle Tragsicherheit wird erst bei einer Nutzlast von  $300 \text{ kg/m}^2$  erreicht.

#### Tragsicherheit infolge Querkraft

- Die Bügelbewehrung zu Aufnahme der Schubkräfte ist auf die Länge  $1.50 \text{ m}$  ab Auflager doppelt so stark wie im restlichen Bereich des Unterzuges.
- Die Schnittkraftberechnung ergibt, dass zur Erfüllung der Tragsicherheit mit einer Nutzlast von  $500 \text{ kg/m}^2$  die vorhandene Bügelbewehrung ab  $1.50 \text{ m}$  über eine Länge von rund  $1.70 \text{ m}$  zu schwach ist (vgl. Schnitte 4 und 5).
- Die volle Tragsicherheit wird erst bei einer Nutzlast von  $300 \text{ kg/m}^2$  erreicht.

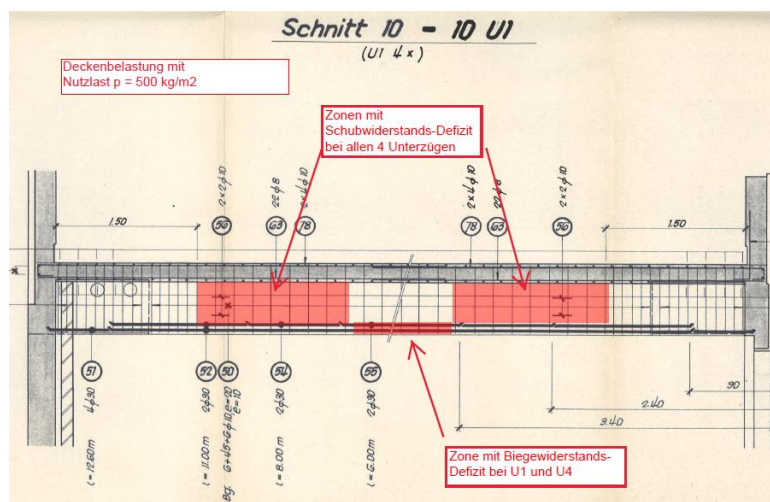


Abbildung 5: Defizitbereiche im Unterzug

### 6.3 TABELLE TRAGLASTNACHWEIS DECKE

#### Traglastnachweis Decke

##### Tragwiderstand inf. vorhandener Bewehrung

Biegung	über Stützung	$M_{Rd} =$	38.22 kNm
	im Feld	$M_{Rd} =$	17.35 kNm
Schub	am Auflager	$V_{Rd} =$	126.87 kN

##### Nutzlast = 500 kg/m<sup>2</sup>

Feld		1	2	3	4	5
Biegung	$M_d$	17.39	14.54	15.59	14.34	18.16
Erfüllungsgrad	$n =$	1.00	1.19	1.11	1.21	0.96
Schub	$\max V_d$	41.34	39.05	38.70	39.23	42.25
Erfüllungsgrad	$n =$	3.07	3.25	3.28	3.23	3.00

Stützung		1-2	2-3	3-4	4-5
Biegung	$M_d$	28.05	26.25	26.25	28.63
Erfüllungsgrad	$n =$	1.36	1.46	1.46	1.34

##### Nutzlast = 400 kg/m<sup>2</sup>

Feld		1	2	3	4	5
Biegung	$M_d$	15.80	13.21	14.16	13.02	16.49
Erfüllungsgrad	$n =$	1.10	1.31	1.23	1.33	1.05
Schub	$\max V_d$	37.56	35.48	35.16	35.64	38.38
Erfüllungsgrad	$n =$	3.38	3.58	3.61	3.56	3.31

Stützung		1-2	2-3	3-4	4-5
Biegung	$M_d$	26.20	23.89	23.89	26.01
Erfüllungsgrad	$n =$	1.46	1.60	1.60	1.47

##### Nutzlast = 300 kg/m<sup>2</sup>

Feld		1	2	3	4	5
Biegung	$M_d$	14.20	11.88	12.73	11.71	14.83
Erfüllungsgrad	$n =$	1.22	1.46	1.36	1.48	1.17
Schub	$\max V_d$	33.77	31.90	31.61	32.04	34.51
Erfüllungsgrad	$n =$	3.76	3.98	4.01	3.96	3.68

Stützung		1-2	2-3	3-4	4-5
Biegung	$M_d$	22.90	21.47	21.47	23.38
Erfüllungsgrad	$n =$	1.67	1.78	1.78	1.63



## 6.4 TABELLE TRAGLASTNACHWEIS UNTERZÜGE

### Traglastnachweis Unterzüge

Tragwiderstand inf. vorhandener Bewehrung

Schnitte	$\alpha$ [°]	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
Schub $V_{Rd}$	30	668.48	668.48	678.03	339.01	339.01	329.46	324.69
Biegung $M_{Rd}$		497.19	497.19	787.93	957.86	978.38	1312.32	1654.21

Fall A)			x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
		NL = 500kg/m <sup>2</sup>	0.34	0.48	1.63	1.83	2.00	3.50	6.23
U1	Schub	n =		1.35	1.71	0.90	0.93	1.40	
	Biegung	n =	2.80	2.01	1.04	1.14	1.09	0.97	0.99
U2	Schub	n =		1.39	1.77	0.92	0.96	1.45	
	Biegung	n =	2.89	2.07	1.07	1.18	1.12	1.00	1.02
U3	Schub	n =		1.40	1.77	0.93	0.96	1.45	
	Biegung	n =	2.90	2.08	1.07	1.18	1.12	1.01	1.02
U4	Schub	n =		1.34	1.70	0.89	0.93	1.40	
	Biegung	n =	2.79	2.00	1.03	1.14	1.08	0.97	0.99

Fall B)			x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
		NL = 400kg/m <sup>2</sup>							
U1	Schub	n =		1.48	1.88	0.98	1.02	1.54	
	Biegung	n =	3.07	2.20	1.14	1.25	1.19	1.07	1.09
U2	Schub	n =		1.52	1.93	1.01	1.05	1.58	
	Biegung	n =	3.16	2.26	1.17	1.29	1.22	1.10	1.12
U3	Schub	n =		1.53	1.93	1.01	1.05	1.59	
	Biegung	n =	3.17	2.27	1.17	1.29	1.23	1.10	1.12
U4	Schub	n =		1.47	1.86	0.97	1.01	1.52	
	Biegung	n =	3.05	2.18	1.13	1.24	1.18	1.06	1.08

Fall C)			x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
		NL = 300kg/m <sup>2</sup>							
U1	Schub	n =		1.63	2.07	1.08	1.12	1.69	
	Biegung	n =	3.38	2.43	1.25	1.38	1.31	1.17	1.20
U2	Schub	n =		1.67	2.12	1.11	1.15	1.74	
	Biegung	n =	3.48	2.49	1.29	1.42	1.35	1.21	1.23
U3	Schub	n =		1.68	2.13	1.11	1.16	1.75	
	Biegung	n =	3.49	2.50	1.29	1.42	1.35	1.21	1.23
U4	Schub	n =		1.62	2.05	1.07	1.11	1.68	
	Biegung	n =	3.36	2.40	1.24	1.37	1.30	1.16	1.19

Erfüllungsgrad "n"

$n = V_{Rd}/V_{d}$ ; resp.  $M_{Rd}/M_{d}$  n < 1.0 gleich "nicht erfüllt"

## 7 ZUSTANSBERICHT DER TRAGKONSTRUKTION

### 7.1 RESULTATE AUS DER STATISCHEN ÜBERPRÜFUNG

Aus der Nachrechnung des modellierten Tragsystems geht hervor, dass infolge der nominellen Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$  die Tragsicherheit nicht erfüllt ist. Die Schubtragsicherheit kann insbesondere im Unterzugsbereich nicht gewährleistet werden.

### 7.2 INTERPRETATION DER TRAGLAST-DEFIZITE

Die Tabellen mit Traglastnachweisen in Kap.6.2 ff. zeigen, dass die Defizite infolge Biegung generell knapp unter 1.0 sind. Die Defizite infolge Schubsicherheit sind jedoch als beachtlich zu bezeichnen.

Es zeigt somit, dass eine Beanspruchung der Decke mit voller Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$  nach Norm zu einer unzulässigen Sicherheit führt. Ebenso entsteht, wenn auch nur ein geringeres, aber doch ein Risiko mit einer herabgesetzten Nutzlasteinwirkung von  $4.0 \text{ kN/m}^2$ .

Wie bereits erwähnt bilden einerseits die Abstufung der Zugbewehrung wie auch die zu knapp ausgebildete Schubzonenlänge die Schwachstellen und somit das Traglastdefizit.

Des Weiteren ist die damals eingerechnete Nutzlast nicht bekannt. Nach den Normen der SIA 162 wie auch der SIA 261 lässt die Nutzung von Räumen einen gewissen Spielraum für die Nutzlastgrösse (vgl. Kap. 5.2).

Andererseits sind aufgrund der Tragwerksuntersuchungen keine gravierenden Rissbildungen auszumachen, welche auf eine Überlastung hindeuten würden. Das lässt den Schluss zu, dass in der Praxis die Turnhallenfläche nie auf die volle Nutzlast von  $500 \text{ kg/m}^2$  ausgelastet wurde.

#### Es gehen nachfolgende Erkenntnisse hervor:

Aufgrund der Traglastnachweise mit verschiedenen Laststufen liegt die zulässige Nutzlastgrösse bei  $300 \text{ kg/m}^2$ .

### 7.3 ERHALTUNGSMASSNAHMEN UND RESTRIKTIONEN DER TRAGKONSTRUKTION

- Die effektive Nutzung der Turnhallenfläche ist neu zu definieren.
- Die bestehende Decke darf nicht mit der gemäss Norm 261, Art C3 bezifferten Nutzlast belastet werden. Es sind diesbezüglich Anordnungen zutreffen und Piktogramme anzubringen, die eine zulässige Nutzung unter  $400 \text{ kg/m}^2$  der Turnhallenfläche hinweisen.
- Wird der Normkonformen Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$  festgehalten sind Verstärkungsmassnahmen der Unterzüge hinsichtlich Schub- und Biegeertüchtigungen unumgänglich. Diese Verstärkungen können mit Klebebewehrungen an den Unterzügen erfolgen.
- Im Zuge der Hallenbadsanierung ist die gesamte Deckenuntersicht inkl. Unterzüge generell auf den Risszustand hin zu kontrollieren.

#### 7.3.1 ERHALTUNGSMASSNAHME NULLVARIANTE

- Bei einer Nutzlastbeschränkung auf  $300 \text{ kg/m}^2$  ist die Massnahme mit Hinweisen, wie Piktogramme etc. den Turnhallenbenutzer bekannt zu geben.
- Es sind keine Verstärkungsmassnahmen notwendig



### 7.3.2 ERHALTUNGSMASSNAHME VARIANTE 1

- Bei einer Festlegung der Nutzlast auf 400 bis 500kg/m<sup>2</sup> ist die Massnahme mit Hinweisen, wie Piktogramme etc. den Turnhallenbenutzer bekannt zu geben.
- Es sind Verstärkungsmassnahmen bei den Unterzügen vorzunehmen

## 8 ZUSTANDSBERICHT DER DECKENVERKLEIDUNG

### 8.1 GRUNDLAGEN

Die Untersuchung der Deckenverkleidung wurde im Jahre 2015 durch die Hochschule für Technik Rapperswil (HSR) vom Institut für Bau und Umwelt (IBU), geleitet von Prof. Felix Wenk durchgeführt. Dabei ist ein Träger auf die ganze Länge von der Deckenverkleidung freigelegt worden.

Die Resultate vom Zustand der Deckenverkleidung liegen in diesen Berichten vor:

- Zustandsanalyse Schwimmbadhallendecke HSR vom 28. September 2015
- Ergänzung Zustandsanalyse HSR vom 11. Mai 2016
- Ergänzend dazu liegt ein kurzgefasster Technischer Bericht von Gürber Ingenieure AG, Schwyz, vom 03.07.2020, vor.

Da nun 6 Jahre später der Entschluss der Gemeinde Rothenthurm für eine Sanierung des Hallenbades erwogen wird, ist eine erneute visuelle Beurteilung vorgenommen worden.

### 8.2 KONSTRUKTIONSBESCHREIB

Die Holzverkleidung der Schwimmhallenbaddecke besteht aus Holzriemenplatten von ca. 20 mm Stärke, welche mit Heftklammern mit der Unterkonstruktion befestigt sind.



Die Unterkonstruktion besteht aus einem Lattenrost welche mit Aufhänger an der Betondecke verübelt sind.

Der Raster der Aufhänger beträgt ca. 1.15 m x 0.75 m

Die Aufhänger sind feuerverzinkte Gewindestangen mit Durchmesser 6 mm und rund 15 mm im Beton verankert.

Der Lattenrost ist mittels U-förmigem Abkantblech, welche mit 2 gegenseitig angebrachten Schrauben befestigt ist mit dem Aufhänger verschraubt.

Das Gewicht der Holzverkleidung inklusiv Lattenrost beträgt rund 20 kg/m<sup>2</sup>

### 8.3 ZUSTAND DER ABGEHÄNGTEN DECKE

Gemäss dem Untersuchungsbericht und der visuellen Beurteilung sind die Metallteile der Aufhängung, insbesondere die Holzschrauben teilweise bereits angerostet. In der Holzkonstruktion sind keine Mängel wie Fäulnis o.ä. feststellbar.

### 8.4 SCHLUSSFOLGERUNG

Ein Schwachpunkt in der Konstruktion der abgehängten Decke bildet die Verankerung der Aufhänger im Beton. Die Verankerung im Beton ist normgemäss ungenügend. Beim Versagen eines Aufhängers kann eine Kettenreaktion ausgelöst werden, die zum teilweisen Einsturz der Deckenverkleidung führen kann.

Aufgrund des Alters der Deckenverkleidung kann die Restnutzungsdauer dieser Konstruktion nicht länger als auf 3 bis 5 Jahre geschätzt werden.

## 9 ZUSAMMENFASSUNG

### 9.1 AUFGABE

Der vorliegende Auftrag beinhaltet eine detaillierte Untersuchung der bestehenden Tragstruktur der Decke über das Hallenbad vorzunehmen und deren statischen Traglast zu ermitteln. Ebenso ist der Zustand und die Nutzungsdauer der abgehängten Deckenverkleidung abzuschätzen.

### 9.2 ZUSTANDSERFASSUNG

Eine erste Zustandserfassung wurde im Jahr 2015 und eine zweite Kontrolle im Jahr 2021 durchgeführt. Die Zustandserfassung erfolgte visuell wie auch mit zerstörungsfreien Untersuchungen am Baukörper. Zusätzlich sind Bohrkerne für die Laboruntersuchungen entnommen worden.

Für die Zustandserfassung an der Betontragkonstruktion sind Bewehrungsüberdeckung, Betondruckfestigkeit, Karbonatisierungstiefe, Korrosionszustand und der Chloridgehalt untersucht worden.

Für die Zustandserfassung der abgehängten Deckenverkleidung wurde die Aufhänge-Konstruktion teilweise freigelegt. Speziell sind die Verbindungsmittel, die Schrauben- und Holzabmessung festgehalten und visuell beurteilt worden.

### 9.3 BEURTEILUNG DER BETONDECKE

Der Zustand der Betonkonstruktion kann gemäss der Laboruntersuchungen, wie auch visuell betrachtet soweit als einwandfrei beurteilt werden. Es sind keine Abplatzungen oder auffallende Rissbildungen im Bereich der freigelegten Betonkonstruktion festzustellen.

Die Abhandlungen in den Kapiteln 5, 6 und 7 zeigen aber, dass die Unterzugsdecke die normkonforme Nutzlast von 500 kg/m<sup>2</sup> nicht aufzunehmen vermag. Der Tragsicherheitsnachweis zeigt, dass die zulässige Nutzlastgrösse zwischen 300 und 400 kg/m<sup>2</sup> liegt.

Aufgrund dieser Erkenntnis drängen sich folgende Überlegungen auf:

- Die effektive Nutzung der Turnhallenfläche ist neu zu definieren.

- Die bestehende Decke darf nicht mit der gemäss Norm 261, Art C3 bezifferten Nutzlast belastet werden. Es sind diesbezüglich Anordnungen zutreffen und Piktogramme anzubringen, die eine zulässige Nutzung unter  $4.0 \text{ kN/m}^2$  der Turnhallenfläche hinweisen.
- Wird der normkonformen Nutzlast von  $5.0 \text{ kN/m}^2$  festgehalten sind Verstärkungsmassnahmen der Unterzüge hinsichtlich Schub- und Biegeertüchtigungen unumgänglich. Diese Verstärkungen können mit Klebebewehrungen erfolgen.
- Im Zuge der Hallenbadsanierung ist die gesamte Deckenuntersicht auf den Risszustand hin zu kontrollieren.

#### **9.4 BEURTEILUNG DER DECKENVERKLEIDUNG**

Wenn auch die Holzkonstruktion keine auffälligen Schäden oder Fäulnis aufweist, liegt der eigentliche Schwachpunkt in der Aufhängung der Konstruktion. Die Verankerung der Aufhänger ist normgemäss ungenügend. Auch sind Rostbildungen an den Schrauben festzustellen.

Aus diesen Gründen ist die Decke langfristig gesehen mit zusätzlichen Massnahmen zu sichern.

Wir sehen auf Grund des Alters eine zumutbare Restnutzungsdauer von höchstens 2 bis 4 Jahren.

#### **9.5 GSAMTBEURTEILUNG UND RESTNUTZUNGSDAUER DER HALLENBADDECKE**

Aufgrund des Gebäudealters von 48 Jahren sind generell Erhaltungsmassnahmen in Erwägung zu ziehen. In Anlehnung an die Normgeneration SIA 162 (1968) kann die Nutzungsdauer auf ca. 50 bis 70 Jahre beziffert werden. Unter Berücksichtigung des Bauwerkzustandes beurteilen wir die Restnutzungsdauer der Tragkonstruktion, ohne Erhaltungsmassnahmen, mit 20 Jahren.

Für Verkleidungen generell sind die Nutzungsdauer wesentlich geringer anzusetzen. Die Deckenverkleidung hat mit diesem Alter die eigentliche Nutzungsdauer erreicht.

Wir empfehlen daher:

- Die Deckenverkleidung entweder zu sichern oder zu ersetzen.
- Die Betonunterzüge auf die normgemässe Nutzlast zu verstärken oder die Nutzung der Turnhalle der zulässigen Nutzlast anzupassen.
- Die Tragkonstruktion (Betondecke) alle 10 Jahre zu überprüfen

Goldau, 21. Dezember 2021

JAUSLIN STEBLER AG



Alfred Schuler