

Aktennotiz

Aktennotiz	02
Projekt	Hängebrücken Thunersee – Spissibachbrücke, Leissigen
Projekt Nr.	33.0248.001
Datum	14.10.2010
Betrifft	Dimensionierung Foundation Widerlager West, geotechnische Nachweise

Verteiler

A. Köppel, OPAL
S. Weder, WEDER AG
U. Sommer, Emch + Berger AG
P. Dütschler, Präsident Thunersee Tourismus
M. Dietrich, technischer Berater

Verwendete Unterlagen, Normen und Literatur

- [1] Geotechnisches Institut AG, geologische Kartierung Spissibach Leissigen, 13.7.09
- [2] Geotechnisches Institut AG, geotechnische Detailuntersuchungen (Rammsondierungen) Spissibach Leissigen, mail 10.6.10
- [3] Geotechnisches Institut AG, ergänzende Sondierungen und Kartierungen, mail 30.9.10
- [4] OPAL, Bohrprotokolle sowie Protokolle Zugversuche, 27.9., 25.10.10
- [5] WEDER AG, Statik, 14.6. und 6.10.10
- [6] Norm SIA 260:2003, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- [7] Norm SIA 261:2003, Einwirkungen auf Tragwerke
- [8] Norm SIA 267:2003, Geotechnik
- [9] Karl Josef Witt (Hrsg.): Grundbautaschenbuch Teil 2: Geotechnische Verfahren. 7. Auflage. Ernst & Sohn, Berlin 2009. ISBN: 978-3-433-01845-3

I Baugrundmodell

Das Widerlager West der Hängebrücke Spissibach Leissigen gründet auf versacktem, verrutschtem Gehängeschutt (braun), welcher an der Bergseite des Widerlagers noch eine Mächtigkeit von ca. 4 m aufweist, vgl. Abbildung I. Dann folgen die Mergelkalke des Flyschfels (grau).

In der nachstehenden Tabelle sind die geomechanischen Parameter, welche in die nachfolgenden Berechnungen eingehen, zusammengestellt.

Bodenschichten

Die Geländeoberkante ist 1.00 m über Unterkante Pfahlkopfplatte.

Name	Dicke m	Bett-Xo kN/m ³	Bett-Xu kN/m ³	Bett-Yo kN/m ³	Bett-Yu kN/m ³	Bett-Lo kN/m ³	Bett-Lu kN/m ³	γ kN/m ³	φ Grad	δa Grad	δp Grad
Hang	7.000	0.0	100.0	0.0	100.0	25.0	25.0	20.00	20.00	13.34	-6.66
Flysch	200.000	2000.0	2000.0	2000.0	200.0	500.0	500.0	21.00	40.00	26.68	-13.32

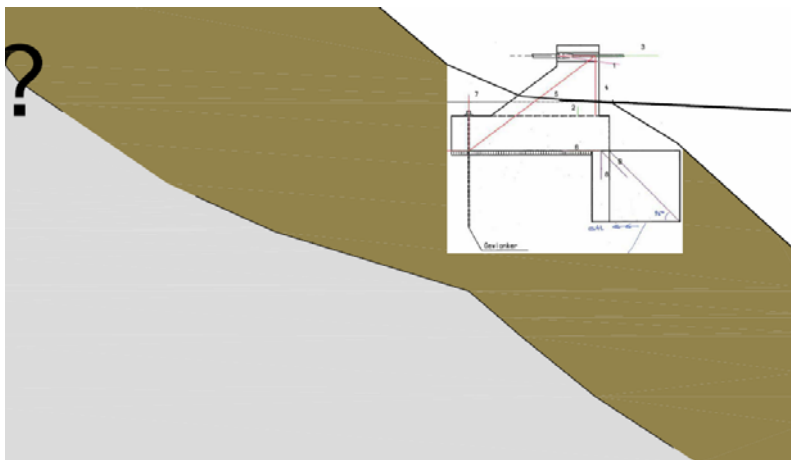


Abbildung 1: Baugrundmodell, grau: Flysch, braun: Rutschhang

2 Statisches System

Für die Ermittlung der Schnittkräfte der Anker und Pfähle wurde das Programm „4h-Pfahl“ verwendet. Für die Schnittkraftberechnung wurde von dem in Abbildung 2 aufgezeigten System ausgegangen.

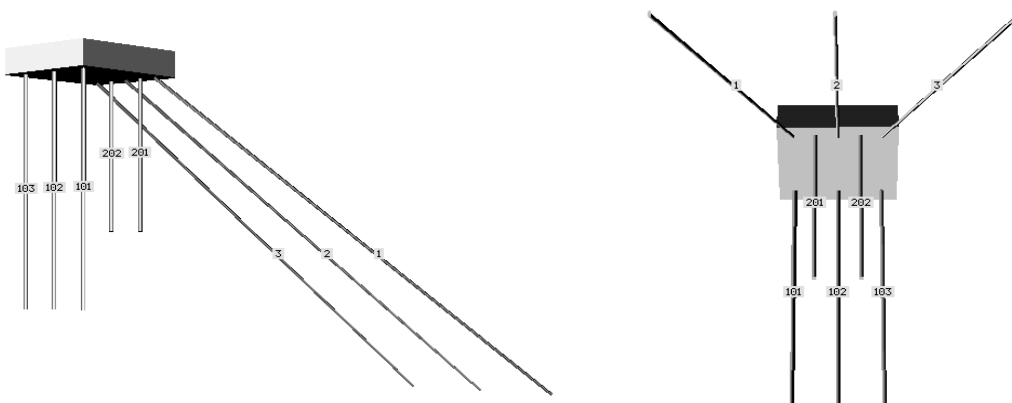


Abbildung 2: Anker und Mikropfahlanordnung, links: Westansicht, rechts: Ansicht von unten

2.1 Anordnung der Anker/Pfähle

Anker 1 - 3 sind Zugpfähle die um 30 Grad um die Horizontale geneigt sind. Zudem sind die beiden äusseren Anker 1 & 3 um je 10 Grad nach aussen verdreht. Der Durchstoss durch die Fundamentunterkante erfolgt bei Koordinate $x = 0.5$ m. Die Druckpfähle 101 – 103 sowie die Zugpfähle 201 & 202 stehen orthogonal auf der Pfahlkopfplatte. Die Anordnung der Anker / Pfähle kann aus Abbildung 3 entnommen werden.

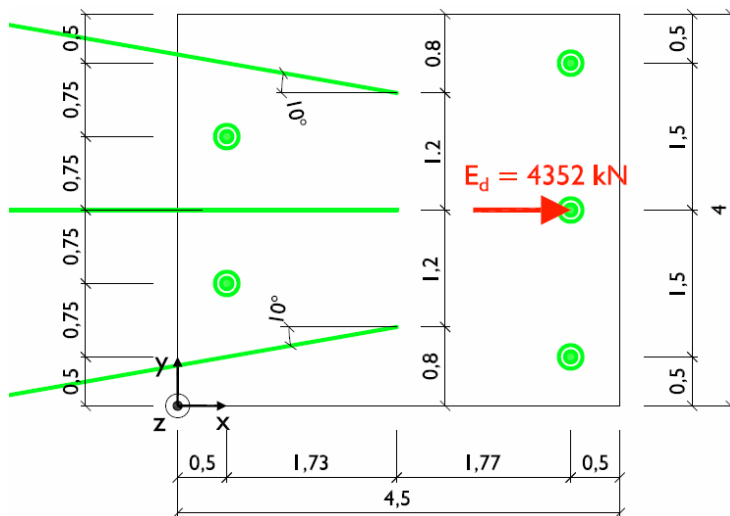


Abbildung 3: Geometrische Abmessung der Pfahlkopfplatte und der Anker/Pfähle

2.2 Belastung

Als Bemessungswert der Einwirkung E_d wurde die Grenzzugkraft der beiden Tragseile angesetzt ($2 \times Z_{R,d} = 4352$ kN), welche bei den Koordinaten (4/2/-2.7) angreift (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4) [4]. Das Eigenwicht des Fundaments wurde, auf der sicheren Seite liegend, vernachlässigt.

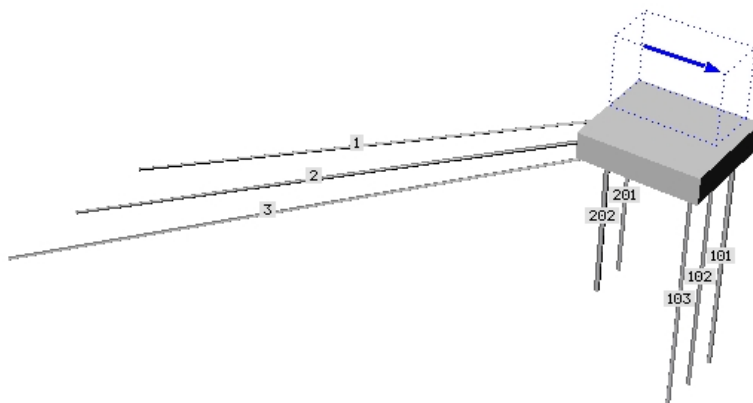


Abbildung 4: Kraftangriffspunkt

3 Schnittkräfte

Für die Berechnung wurde angenommen, dass die Pfahlkopfplatte ideal starr ist und nur als Lastverteilung für die Anker/Pfähle dient. Nachfolgend sind in den Abbildung 5 - Abbildung 12 die Schnittkraftverläufe der Anker/Pfähle dargestellt.

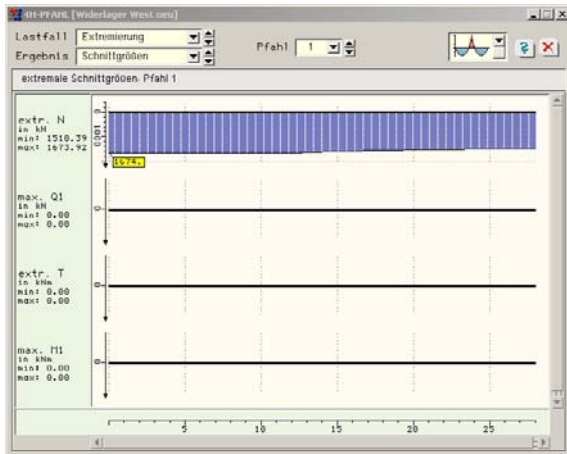


Abbildung 5: Verlauf der Schnittkräfte vom Anker 1

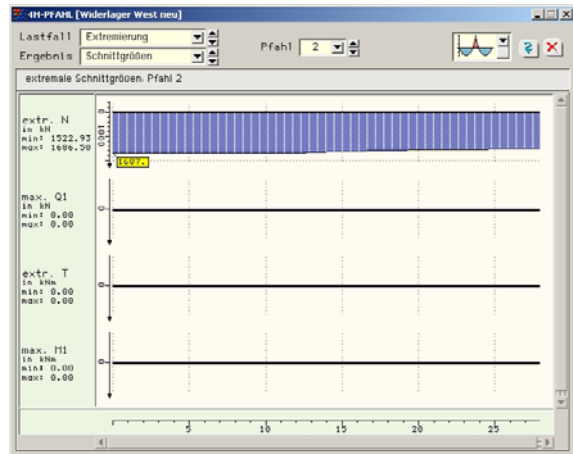


Abbildung 6: Verlauf der Schnittkräfte vom Anker 2

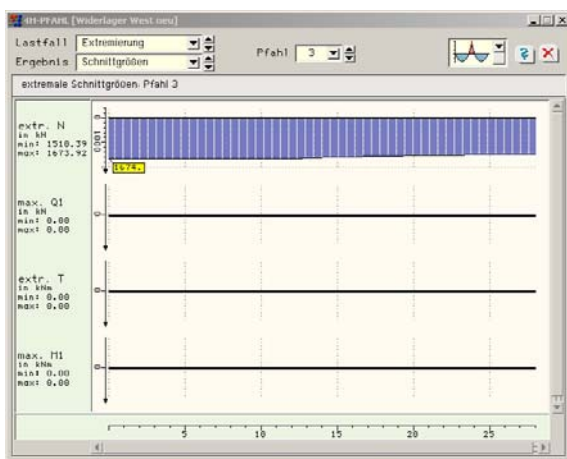


Abbildung 7: Verlauf der Schnittkräfte vom Anker 3

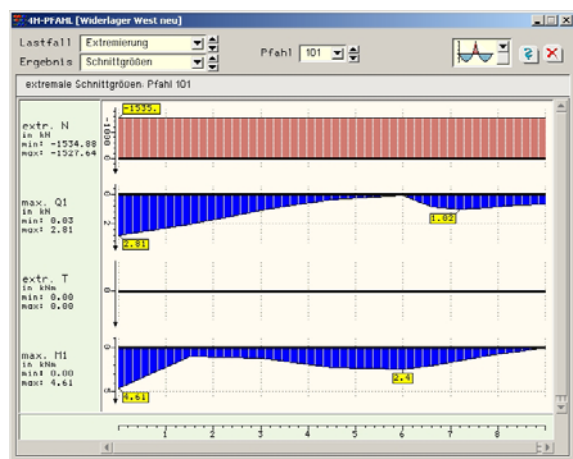


Abbildung 8: Verlauf der Schnittkräfte von Pfahl 101

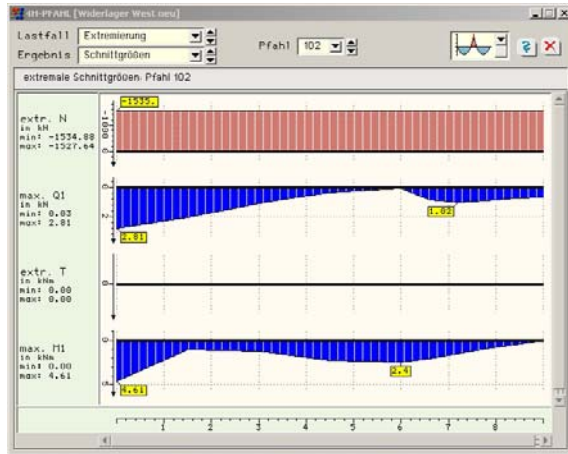


Abbildung 9: Verlauf der Schnittkräfte von Pfahl 102

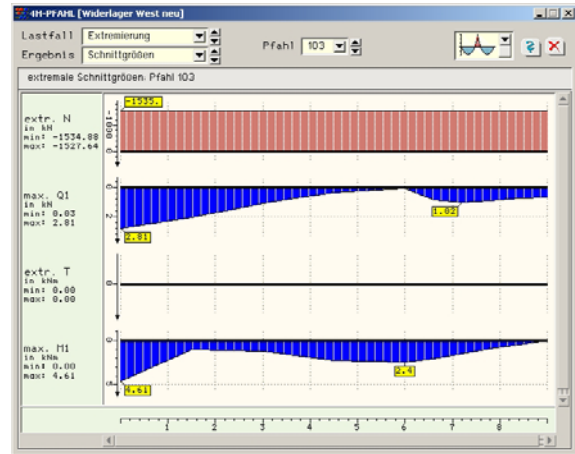


Abbildung 10: Verlauf der Schnittkräfte von Pfahl 103

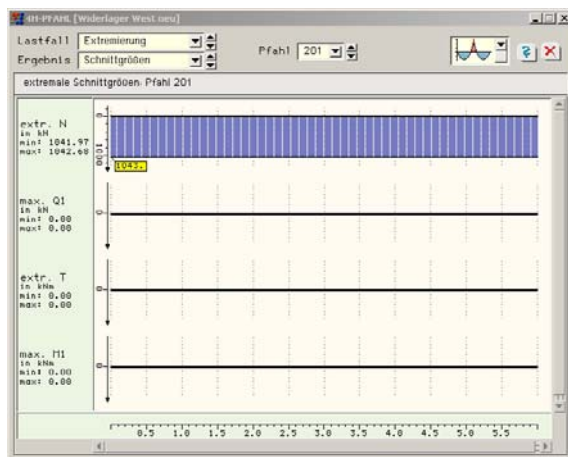


Abbildung 11: Verlauf der Schnittkräfte vom Anker 201

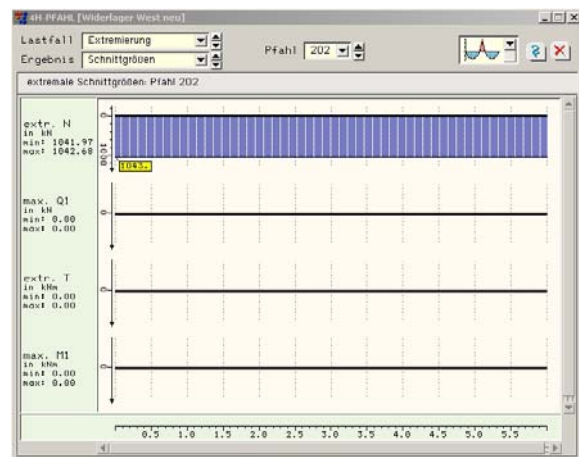


Abbildung 12: Verlauf der Schnittkräfte vom Anker 202

Die grösste Beanspruchung erfährt der Anker 2 mit einer Zugkraft von $N_d = 1687$ kN, welche für die folgenden Nachweise als massgebend gesetzt wird.

Die Druckbelastung ist in jedem Pfahl mit $N = -1535$ kN gleich. Für die Nachweise der Pfähle werden die geringen Biegemomente von $M = 5$ kNm sowie die Querkraft von $V = 3$ kN vernachlässigt.

4 Tragfähigkeitsnachweise

Die folgende Nachweise sind mit dem Anker/Pfahlsystem GEWI-Plus, Stahldurchmesser $d = 63.5$ mm geführt. Es können aber auch vergleichbare Systeme zur Ausführung kommen.

4.1 Nachweis des inneren Tragwiderstands

Gemäss den Angaben der des Herstellers beträgt die Bruchlast $R_{i,k}$ der Anker/Pfähle 2540 kN.

4.1.1 Anker

$$1687 \text{ kN} = E_d \leq R_{i,d} = \frac{R_{i,k}}{\gamma_M} = \frac{2540 \text{ kN}}{1.35} = 1881 \text{ kN}$$

4.1.2 Pfahl

$$1535 \text{ kN} = E_d \leq R_{i,d} = \eta_i R_{\text{mat},d} = 0.80 \cdot 2540 \text{ kN} = 2032 \text{ kN}$$

4.2 Nachweis des äusseren Tragwiderstands

Die Gebrauchsmantelreibung $\tau = 500 \text{ kN/m}^2$ beinhaltet eine Sicherheit von 2 – 3 [9]. Für den Nachweis nach dem Partialsicherheitskonzept wird die Mantelreibung als Designwert angenommen.

Für die Anker und Pfähle wird die Verankerungslänge im Flysch von $l_v = 9 \text{ m}$ gewählt.

4.2.1 Anker

$$1687 \text{ kN} = E_d \leq R_{a,d} = \pi d l_v \tau_d = \pi \cdot 0.12 \text{ m} \cdot 9 \text{ m} \cdot 500 \text{ kN/m}^2 = 1696 \text{ kN}$$

4.2.2 Pfahl

$$1535 \text{ kN} = E_d \leq R_{a,d} = \pi d l_v \tau_d = \pi \cdot 0.12 \text{ m} \cdot 9 \text{ m} \cdot 500 \text{ kN/m}^2 = 1696 \text{ kN}$$

Die Verankerungslänge der Anker 201 & 202 könnten noch abgemindert werden, da die aufzunehmende Zugkraft je Anker „nur“ 1043 kN beträgt.

Geotechnisches Institut AG



Bearbeitung:

D. Bader, Dipl. Ing.

H. Steiger, Dipl. Ing. TH SIA