Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

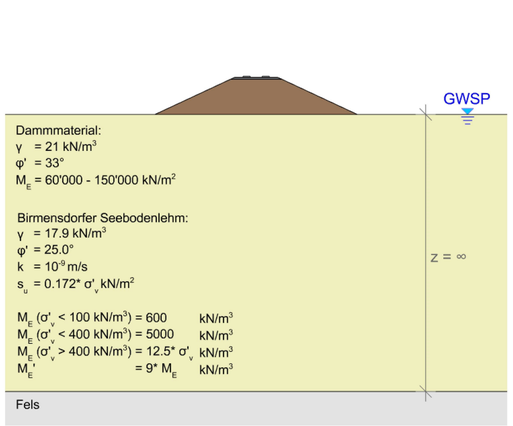
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

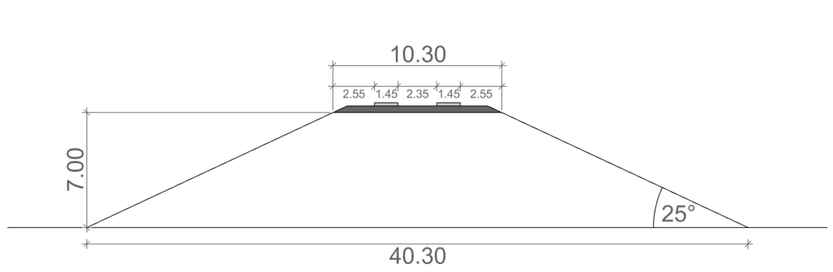
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Bemessung eines Eisenbahndammes auf weichem Untergrund

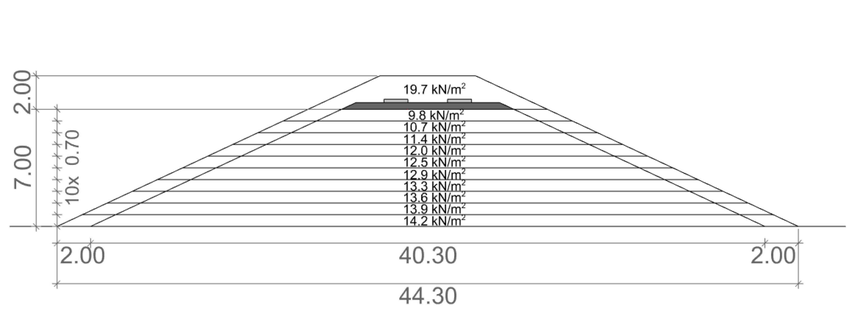
Ausgangslage und Dammkonzept



Situation und Bodenkennwerte des Baugrundes und des Dammmaterials

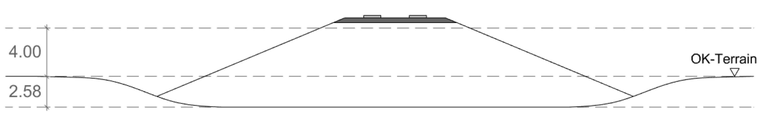


Querschnittabmessungen des fertiggestellten Dammes

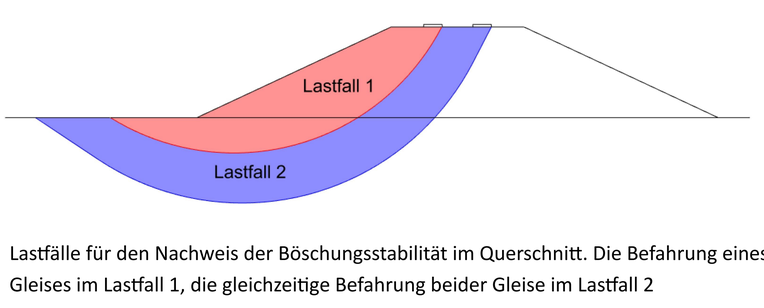


Querschnitt des Dammes im überschütteten Zustand mit den Belastungen der Schüttetappen

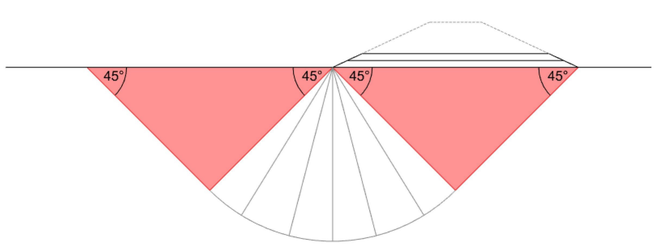
Bemessung



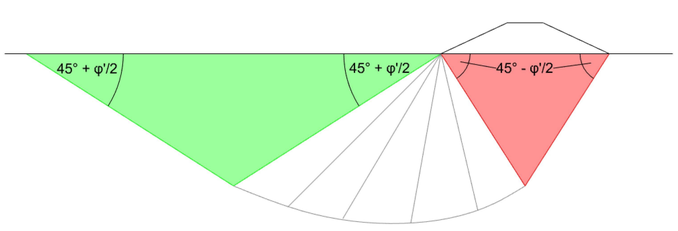
Resultate der Setzungsberechnung dargestellt anhand eines Querschnittes



Lastfälle für den Nachweis der Böschungsstabilität im Querschnitt. Die Befahrung eines Gleises im Lastfall 1, die gleichzeitige Befahrung beider Gleise im Lastfall 2

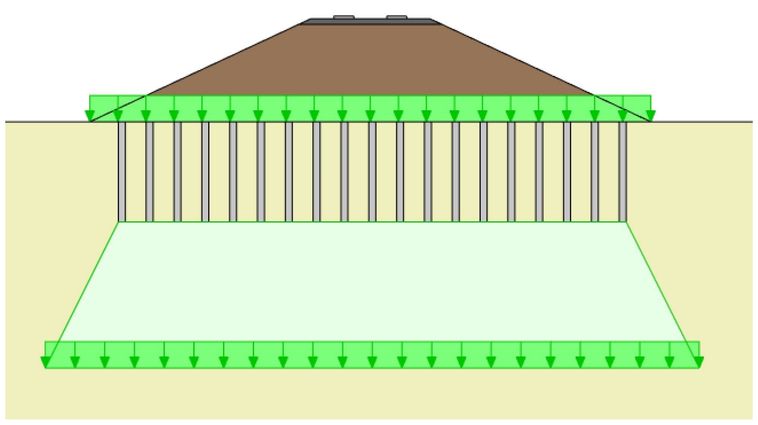


Bruchfigur der Tragfähigkeit im undrainierten Zustand. In die Berechnung fliesst jeweils die Etappe mit ein, welche einen Porenwasserüberdruck erzeugt

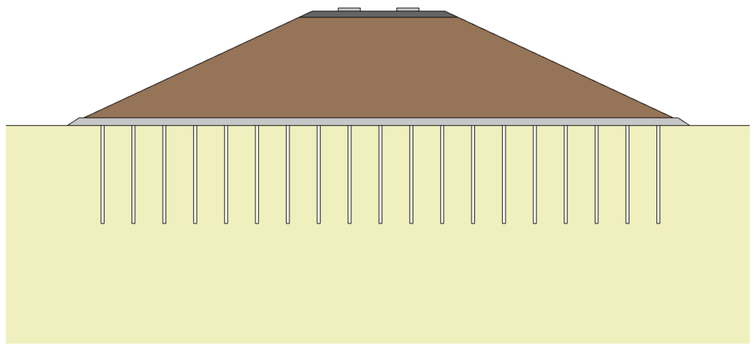


Bruchfigur der Tragfähigkeit im drainierten Zustand. In die Berechnung fliesst das gesamte Gewicht des momentan geschütteten Bauzustandes ein

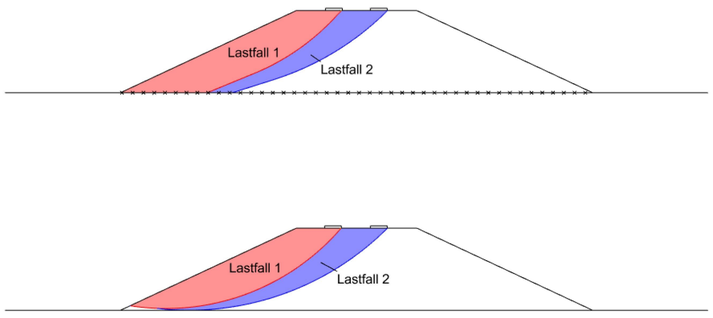
Verbesserungsmassnahmen



Verbesserung des Setzungsverhaltens infolge Säulenbildung durch Verdichtungsinjektionen oder der Rüttelstopfverdichtung im Baugrund. Die Last wird in eine tiefere Bodenschicht geleitet



Drainagekonzept im Querschnitt: vertikale Drainagen mit einer horizontalen Drainageschicht zwischen Dammkörper und Baugrund



Neue Bruchfiguren für die Stabilitätsbemessung durch Einsatz von Geotextilien zwischen Dammkörper und Baugrund. Oben wirkt das Geotextil als rückhaltende Kraft, unten fliesst das Geotextil nicht in die Berechnung mit ein

Problemstellung

Ein doppelspuriger Eisenbahndamm soll auf weichem Untergrund bemessen werden. Der Untergrund besteht aus Birmensdorfer Seebodenlehm. Für die Bemessung werden die Bodenkennwerte aus dokumentierten Versuchen herangezogen.

Die Gefahren für den Damm bestehen unter anderem aus dem Stabilitätsversagen, dem Grundbruch und dem Überschreiten der Gebrauchstauglichkeit infolge von Setzungen. Die Gebrauchstauglichkeit ist so definiert, dass der Damm innert 50 Jahren nicht unter vier Meter des ursprünglichen Terrains sinken darf. Mittels Berechnungen wird iterativ ein Dammkonzept gefunden, welche diese Anforderungen erfüllt.

Bemessung

Der aus der Iteration resultierende Dammquerschnitt kann alle Nachweise bis auf die Böschungsstabilität erfüllen. Die Konsolidationssetzungen betragen 2.58 m. Bei einer Dammhöhe von 7 m wird der Damm auf einer Höhe von 4.42 m über dem ursprünglichen Terrain zu liegen kommen. Somit können die Kriechsetzungen 0.42 m betragen, bevor der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit erreicht wird.

Die Böschungsstabilität wird bei undrainierten Verhältnissen überschritten, es werden Verbesserungsmassnahmen nötig. Die Tragsicherheit ist sowohl im drainierten sowie im undrainierten Zustand gewährleistet.

Verbesserungsmassnahmen

Um das Setzungsverhalten zu verbessern, können mittels Verdichtungsinjektionen oder dem Rüttelstopfverfahren Säulen im Baugrund gebildet werden. Diese ziehen die Lasten des Dammes an und leiten diese in tiefere Bodenschichten mit höheren ME -Werten ab. Mit einer Säulenlänge von 18 m können Setzungen von 1.5 m erreicht werden.
Die Konsolidationszeit kann mittels Vertikaldrainagen beschleunigt werden. Das Raster bewirkt eine mehrdimensionale Konsolidation, einen verkürzten Drainageweg und es wird die horizontale Durchlässigkeit massgebend. So kann bei einem Rasterabstand von 2.5 m mit einer Drainagelänge von 18 m innert 50 Tagen ein Konsolidationsgrad von 70% erreicht werden.

Die Stabilität kann durch ein bewehrendes und rissfestes Geotextil zwischen Dammkörper und Baugrund verbessert werden. Durch dieses wird der Bruchkörper daran gehindert, durch den Baugrund zu verlaufen. Die Stabilität wird für den Fall, dass das Geotextil als rückhaltende Kraft wirkt sowie für den Fall, dass dieses nicht mitwirkt erfüllt.

Sven Lüthi

Betreuer:
Dr. André Arnold

Experte:
Jürg Nyfeler