



Standortsicherheitsuntersuchungen

Stauhaltungsdämme Innstaustufen Ering / Eggfing

SKI GmbH + Co.KG
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen
Wasserwirtschaft,
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9
D-80336 München
T +49(0)89 8904584-70
F +49(0)89 8904584-71
www.ski-ing.de

Auftraggeber

Verbund Innwerk AG
Schulstraße 2
84533 Stammhamm



Auftragsnummer

13153

München, den 31. Oktober 2014

Verfasser

Projektleiter

B.Eng. Sarah Scholtissek

Dr.-Ing. Frank Kleist

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------|---------------------------------|---|
| 1 | Gutachten | 3 |
| 1.1 | Bericht..... | 3 |
| 1.1.1 | Veranlassung Fragestellung..... | 3 |
| 1.1.2 | Verwendete Unterlagen | 5 |
| 1.1.3 | Bodenkennwerte | 6 |
| 1.1.4 | Maßgebende Querschnitte..... | 7 |
| 1.1.5 | Geführte Nachweise..... | 8 |
| 1.1.6 | Ergebnisse..... | 8 |
| 1.1.6.1 | Böschungsbruchberechnungen..... | 8 |
| 1.1.6.2 | Materialtransport | 9 |
| 1.2 | Zusammenfassung..... | |
| 1.3 | Lastenheft | |

Anlagen

1 Gutachten

1.1 Bericht

1.1.1 Veranlassung Fragestellung

Die Verbund - Innwerk AG betreibt am unteren Inn die Kraftwerke Ering und Eggfing. Im Rückstau der Stufen liegen insgesamt etwa 36 km Dammanlagen. Die SKI GmbH + Co.KG wurde von der Verbund - Innwerk AG beauftragt die Standsicherheit für die bestehenden Dämme zu untersuchen, sowie gegebenenfalls Vorschläge für Sanierungen zu unterbreiten.

- Die Berechnung wird für jeden Dammbereich in einer eigenen Anlage dargestellt (siehe Anlage 1.1 - 2.9).
- Die Freiborde sind mit geänderten Wasserspiegellagen BHQ2 (ZH2++), sowie mit dem Wasserspiegel BHQ1 (ZH1) beziehungsweise dem Stauziel (ZS) darzustellen (siehe Anlage 1.1 - 2.9).
- Die Standsicherheit ist mit den oben genannten Wasserspiegeln, sowie mit dem neuen Kronenstau (nach Merkblatt 5.2/5 des Landesamtes für Umwelt) auf Grundlage der DIN 19700 und DIN 19712 zu überprüfen (siehe Anlage 1.1 - 2.9).
- Zudem sollen die Auswirkungen einer Abflachung der Auflastfilterböschung beispielhaft erläutert (siehe Anlage 3) werden.
- Die Auswirkungen im Falle eines luftseitigen Innrückstaus bei einem tausendjährigen Hochwasserereignis werden exemplarisch dargestellt (siehe Anlage 4). Sofern sich dadurch eine Vergrößerung der Ausnutzungsgrade ergibt, ist dies als zusätzlicher Lastfall in die Untersuchungen mit aufzunehmen (siehe 1.3 Lastenheft, sowie Anlage 1.1, 2.1 und 2.5).
- Abschließend werden die Kosten für die möglichen Sanierungsmaßnahmen geschätzt (siehe Anlage 5).

Das Projektgebiet beginnt an der Staustufe Eggfing bei Inn-km 35,00 und erstreckt sich bis Inn-km 60,20, Oberstrom von Simbach (vgl. Abbildung 1).

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die zu untersuchenden Dämme nach Stauraum getrennt nummeriert. Die erste Ziffer kennzeichnet also den Stauraum (Eggfing = 1; Ering = 2). Die zweite Ziffer der Nummerierung kennzeichnet das jeweilige Dammbauwerk im Stauraum (z.B. getrennte Dammbauwerke im Stauraum, Dämme links und rechts des Stauraums oder Rücklaufdämme). Die dritte Ziffer in der vorgenommenen Nummerierung, gibt Auskunft über den jeweils untersuchten Dammabschnitt eines Dammes (z.B. konstruktive Querschnittsgestaltung o.Ä.).

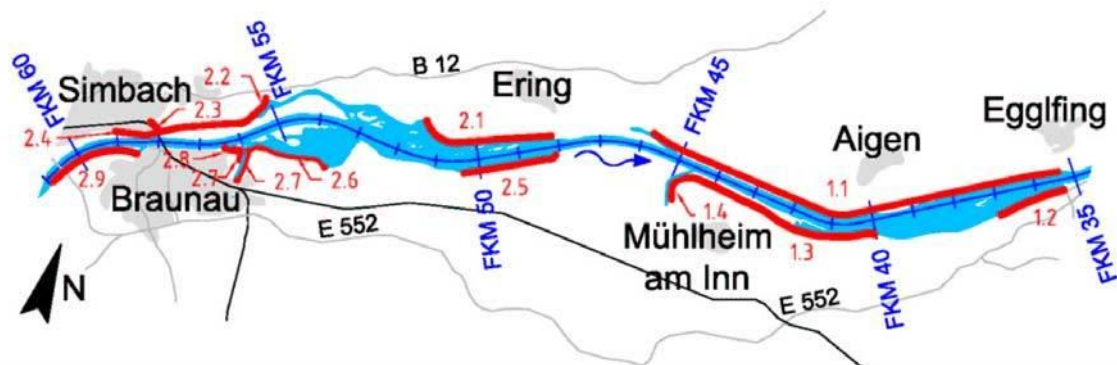


Abbildung 1: Projektgebiet (Übersichtslageplan in Anlage 0.1)

In Tabelle 1 ist die genaue Aufteilung der Staudämme, sowie Lage und Länge zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Gültigkeitsbereiche und Informationen zu den einzelnen Staudämmen

| Stauhaltung | Staudamm | BQ | D / Ö | von [Fkm] | bis [Fkm] | Länge [m] |
|-------------|-----------|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Eggfing | Eggfing | 1.1.1 | Deutschland | 35,300 | 41,109 | 5.809 |
| Eggfing | Eggfing | 1.1.1 | Deutschland | 42,200 | 42,390 | 190 |
| Eggfing | Eggfing | 1.1.2 | Deutschland | 41,109 | 42,200 | 1.091 |
| Eggfing | Eggfing | 1.1.2 | Deutschland | 42,390 | 45,242 | 2.852 |
| Eggfing | Eggfing | 1.1.3 | Deutschland | 45,242 | 45,886 | 644 |
| Eggfing | Obernberg | 1.2.1 | Österreich | 35,300 | 35,748 | 448 |
| Eggfing | Obernberg | 1.2.1 | Österreich | 36,600 | 37,153 | 553 |
| Eggfing | Obernberg | 1.2.2 | Österreich | 35,748 | 36,600 | 852 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.1 | Österreich | 40,006 | 40,741 | 735 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.1 | Österreich | 41,235 | 41,730 | 495 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.1 | Österreich | 43,491 | 43,594 | 103 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.2 | Österreich | 40,741 | 41,073 | 332 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.2 | Österreich | 41,235 | 42,000 | 765 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.3 | Österreich | 42,000 | 43,491 | 1.491 |
| Eggfing | Mühlheim | 1.3.3 | Österreich | 43,594 | 44,445 | 851 |
| Eggfing | Ache | 1.4.1 | Österreich | 0,351 | 1,152 | 801 |
| Eggfing | Ache | 1.4.2 | Österreich | 0,000 | 0,351 | 351 |
| Ering | Ering | 2.1.1 | Deutschland | 48,026 | 49,200 | 1.174 |
| Ering | Ering | 2.1.2 | Deutschland | 49,200 | 51,577 | 2.377 |

| Stauhaltung | Staudamm | BQ | D / Ö | von [Fkm] | bis [Fkm] | Länge [m] |
|-------------|---------------------|--------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Ering | Simbach | 2.2.1 | Deutschland | 55,070 | 55,565 | 495 |
| Ering | Simbach | 2.2.2 | Deutschland | 55,565 | 57,910 | 2.345 |
| Ering | Simbach | 2.2.3 | Deutschland | 57,910 | 58,009 | 99 |
| Ering | Simbach | 2.3.1 | Deutschland | 0,000 | 0,368 | 368 |
| Ering | Simbach | 2.4.1 | Deutschland | 58,046 | 58,297 | 251 |
| Ering | Simbach | 2.4.2 | Deutschland | 58,297 | 59,081 | 784 |
| Ering | Simbach | 2.4.3 | Deutschland | 59,081 | 59,350 | 269 |
| Ering | Frauenstein | 2.5.1 | Österreich | 48,000 | 48,966 | 966 |
| Ering | Frauenstein | 2.5.2 | Österreich | 48,966 | 50,600 | 1.634 |
| Ering | Reikersdorf | 2.6.1 | Österreich | 53,400 | 53,800 | 400 |
| Ering | Reikersdorf | 2.6.2 | Österreich | 53,800 | 55,970 | 2.170 |
| Ering | Mattig | 2.7.1 | Österreich | 2,494 | 2,910 | 416 |
| Ering | Mattig | 2.7.1a | Österreich | 2,380 | 2,494 | 114 |
| Ering | Mattig | 2.7.2 | Österreich | 0,420 | 0,665 | 245 |
| Ering | Mattig | 2.7.3 | Österreich | 0,000 | 0,420 | 420 |
| Ering | Mattig ¹ | 2.7.4 | Österreich | --- | --- | 0 |
| Ering | Höft | 2.8.1 | Österreich | 56,000 | 56,400 | 400 |
| Ering | Braunau | 2.9.1 | Österreich | 58,470 | 60,211 | 1.741 |
| Ering | Braunau | 2.9.2 | Österreich | 60,211 | 61,100 | 889 |

1.1.2 Verwendete Unterlagen

Als Basis dienen die in vorherigen Projekten zusammengestellten Daten von SKI im Rahmen einer Bestandsaufnahme und von durchgeführten Standsicherheitsuntersuchungen [1], sowie die durch das Ingenieurbüro Aquasoli übergebenen [2] und in Besprechungen vereinbarten Wasserspiegellagen [3].

¹ Im Dammschnitt Mattig / Höft (2.7 / 2.8) ist nicht genau bekannt, wie weit die Untergrundabdichtung aus dem Dammschnitt Höft (2.8) in den Dammschnitt Mattig (2.7) hinein reicht. Deshalb wird die Dammschnittgeometrie von Höft (2.8) auf den Bereich 2.7.4 projiziert, aber dort, im Gegensatz zu 2.8.1, auf den Ansatz der Untergrundabdichtung verzichtet.

Die im hier vorliegenden Gutachten verwendeten Dammhöhen basieren weitgehend auf den Längsschnitten, die im Gutachten [1] verwendet wurden. Die während der Bearbeitung der hier vorliegenden Studie übergebenen Vermessungsdaten des Ingenieurbüros Aquasoli [4] und der Verbund Innwerke AG / Grenzkraftwerke (Firma Hager) [5] wurden dann berücksichtigt, wenn sich daraus erhebliche Änderungen der Dammgeometrie ergaben. In 1.1.4 (Maßgebende Querschnitte) und in den jeweiligen Detailberichten werden diese genauer erläutert

Die zu berechnenden Lastfälle sind in Kapitel 1.3 (Lastenheft) aufgeführt und basieren auf dem Merkblatt 5.2/5 (Stand 01.04.2009) des Landesamtes für Umwelt (LfU) [9].

1.1.3 Bodenkennwerte

Im Zuge der Bearbeitung der Standsicherheitsanalyse wurden zunächst die im Archiv vorhandenen Daten angesetzt. Die Bodenkennwerte der entsprechenden Berechnungsquerschnitte basieren auf den Standsicherheitsuntersuchungen des Ingenieurbüros Wölfle ZT GmbH [6] und der ARCADIS Consult GmbH [7].

Im weiteren Verlauf wurden für die wichtigen Bodeneigenschaften der Auelehmschicht dann weitere Untersuchungen durchgeführt. Dazu wurden von Prof. Dr.-Ing Slominski weitere Untersuchungen angestellt [8].

Zur Einschätzung der für die Standsicherheitsberechnungen maßgeblichen Bodenkennwerte der Auelehmschicht wurden 30 Baggerschürfen durchgeführt und zu jeder zwei ungestörte Zylinderproben entnommen. Diese wurden anschließend an das Ingenieurbüro für Geotechnik von Prof. Slominski für folgende Untersuchungen übergeben:

- Bodenansprache nach DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688-1 und -2
- Sieb- bzw. Schlämmanalyse nach DIN 18123
- Scherversuch nach DIN 18137-3

Die Proben wurden anhand der Sieb- und Schlämmanalysen in 6 charakteristische Gruppen eingeteilt. Die Ermittlung der Scherparameter erfolgte dann an jeweils einer repräsentativen Probe dieser 6 Gruppen.

Die Ergebnisse befinden sich in Anlage 0.4 Bodenkennwerte.

1.1.4 Maßgebende Querschnitte

Die Berechnungsquerschnitte werden aus [1] übernommen:

„Anhand der vorliegenden Längsschnitte wird die jeweils maximale Höhe des zu untersuchenden Dammes ermittelt (Maximalquerschnitt). Weitere Berechnungsquerschnitte sind notwendig, wenn die Geometrie (Böschungsneigungen, Kronenbreite etc.) oder die konstruktive Gestaltung sich signifikant ändert. Daneben werden bei erheblichen Dammhöhenunterschieden auch Zusatzquerschnitte untersucht, falls sich in Einzelbereichen eine wesentliche Überströmung des Dichtungselements in einem Lastfall ergibt. Falls es sich bei den „überströmten“ Dichtungen um Querschnitte handelt, die eine ähnliche Dammhöhe und Konstruktion aufweisen, wie am Maximalquerschnitt, wird die maximale Überströmung des Dichtungselements in den Maximalquerschnitt einprojiziert und dieser Ersatzquerschnitt gerechnet. Mit diesem Vorgehen liegt man auf der sicheren Seite, ohne sich zu weit von der realen Situation zu entfernen.“

(SKI; 2012 [1])

Im Laufe der Standsicherheitsuntersuchungen haben das Ingenieurbüro Aquasoli und anschließend die Firma Hager die Dammoberkanten neu vermessen.

Die Dammoberkanten des Ingenieurbüros Aquasoli, welche tabellarisch vorliegen [2], sind mit den ehemaligen Höhenkoten des Längsschnitte [1] verglichen worden. Nach Absprache mit dem Auftraggeber werden die Berechnungsquerschnitte nur dann an die neuen Vermessungsdaten angepasst, wenn sich dort eine Abweichung von mehr als 10 cm ergibt. Dies war lediglich am Hochwasserdamm Simbach (für Dammschnitt 2 und 3) der Fall.

Anschließend wurden die aktuellen Dammoberkanten von der Verbund Innwerk AG / Grenzkraftwerke (Firma Hager) in Form von Excel-Tabellen [5] am 23.09.2014 übergeben. Diese werden ebenfalls mit den für die Berechnung verwendeten Dammoberkanten verglichen. Nach Absprache mit dem Auftraggeber werden auch hier die Berechnungsquerschnitte nur dann an die neuen Vermessungsdaten angepasst, wenn sich dort eine Abweichung von mehr als 10 cm ergibt, was lediglich am Staudamm Eggfling (für Dammschnitt 1 und 2) der Fall war.

Eine noch genauere Untersuchung mit den tatsächlichen Dammhöhen ist erst in der Entwurfsplanung notwendig und muss für das hier vorliegende Standsicherheitskonzept noch nicht berücksichtigt werden, da sonst der Kostenaufwand für die dann erforderlichen zusätzlichen Querschnitte zu hoch wäre.

1.1.5 Geführte Nachweise

Die Standsicherheit der Dämme wird anhand folgender Nachweise überprüft:

- Nachweis der Sicherheit gegen Böschungsbruch,
- Nachweise der Sicherheit gegen Materialtransport (Erosionsgrundbruch)

1.1.6 Ergebnisse

1.1.6.1 Böschungsbruchberechnungen

Die Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen sind in den einzelnen Kapiteln zu den Untersuchungen der jeweiligen Dämme detailliert beschrieben.

In nachstehender Tabelle 2 ist die Standsicherheit der untersuchten Dämme kurz beurteilt.

Unter „geringe Standsicherheitsdefizite“ werden einfach zu behebbende Standsicherheitsprobleme am jeweiligen Damm verstanden (Verkehrslast kann nicht schadlos in Dammkrone eingeleitet werden => ggf. Einbau eines Geogitters; Standsicherheit am Dammfuß kann nicht nachgewiesen werden, weil der Sohlwasserdruck nicht durch eine Drainage entspannt wird => ggf. Drainagegraben).

Die mangelnde Standsicherheit großflächigerer Gleitkreise wird als „große Standsicherheitsdefizite“ eingestuft.

Tabelle 2: Standsicherheitsbeurteilung

| 1. Stauraum Eggfing | |
|---|--|
| 1.1 Staudamm Eggfing | Große Standsicherheitsdefizite |
| 1.2 Staudamm Obernberg | Standsicherheit kann nachgewiesen werden. |
| 1.3 Staudamm Mühlheim | Große Standsicherheitsdefizite |
| 1.4 Staudamm (Rücklaufdamm) Ache rechts | Große Standsicherheitsdefizite, zu geringes Freibord |
| 2. Stauraum Ering | |
| 2.1 Staudamm Ering | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.2 Staudamm Simbach | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.3 Rücklaufdamm Simbach | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.4 Hochwasserdamm Simbach | Standsicherheit kann nachgewiesen werden. |
| 2.5 Staudamm Frauenstein | Geringe Standsicherheitsdefizite |
| 2.6 Staudamm Reikersdorf | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.7 Rücklaufdamm Mattig | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.8 Staudamm Höft | Große Standsicherheitsdefizite |
| 2.9 Hochwasserdamm Braunau | Große Standsicherheitsdefizite |

1.1.6.2 Materialtransport

Der Nachweis der Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch wird in der grundwasserleitenden Schicht unterhalb der weniger durchlässigen Auelehmschicht für den Lastfall 3.1 „Kronenstau LfU“ geführt.

Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle 3 beurteilt.

Tabelle 3: Beurteilung der Gefahr des Erosionsversagens

| 1. Stauraum Eggfing | |
|--|--|
| 1.1 Staudamm Eggfing | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 1.2 Staudamm Obernberg | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 1.3 Staudamm Mühlheim | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 1.4 Staudamm (Rücklaufdam) Ache rechts | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2. Stauraum Ering | |
| 2.1 Staudamm Ering | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.2 Staudamm Simbach | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.3 Rücklaufdam Simbach | Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.4 Hochwasserdamm Simbach | Abschnittsweise Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.5 Staudamm Frauenstein | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.6 Staudamm Reikersdorf | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.7 Rücklaufdam Mattig | Keine Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.8 Staudamm Höft | Gefahr des Erosionsversagens |
| 2.9 Hochwasserdamm Braunau | Keine Gefahr des Erosionsversagens |

Eine Gefahr des Erosionsbruches besteht am Rücklaufdam Simbach, sowie am Hochwasserdamm Simbach und am Staudamm Höft.

Eine genauere Beurteilung durch Untersuchung der inneren Erosion, sowie der geometrischen Kriterien (Kontakterosion an den Schichtgrenzen) ist an dieser Stelle nicht möglich, da lediglich Sieblinien für die Auelehmschicht vorliegen.

Diese sollte im Zuge der Entwurfsplanung durch Analyse weiterer Bodenproben untersucht werden.

Insgesamt wird erwartet, dass bei einem detaillierten Nachweis der Geohydraulik im Rahmen der Entwurfsplanung eine ausreichende Standsicherheit mit allenfalls geringen Zusatzmaßnahmen erreicht werden kann.

1.1.7 Sanierungsvarianten

In Kapitel 1.4 (Sanierungsvorschläge) sind die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten tabellarisch zusammengefasst und nach Lage am Dam aufgliedert dargestellt.

- [1] Gutachten von SKI, Projekt 13151 - Ering Eggfing:
Standsicherheitsuntersuchungen; München, am 11.04.2012.

- [2] IB Aquasoli – Wasserspiegellagen, 2014 (EGF_Auswertung_8500.xls und
ERG_Auswertung_8400.xls); übergeben am 02.07.2014 durch Herrn Dr.
Schmalfuß.

- [3] Protokolle zu den Projektbesprechungen, 03.06.2014 und 04.08.2014.

- [4] IB Aquasoli – Vermessungsdaten, 2014 (Freiborddarstellung_Gesamt.xls);
übergeben am 02.07.2014 durch Herrn Dr. Schmalfuß.

- [5] Hager – Vermessungsdaten, 2014 (GEO_Dammhöhen_Vermessung_Hager.xls
und GER_Dammhöhen_Vermessung_Hager.xls); übergeben am 08. und
23.09.2014 durch Herrn Dipl. Ing. Wuttig.

- [6] IB Wölfle ZT GmbH – Standsicherheitsuntersuchungen 2001 und 2004
(Eingesehen im Archiv Töging damals E.On Wasserkraft; Grundlage für [1]).

- [7] ARCADIS Consult GmbH – Bericht: Standsicherheitsuntersuchungen Innstau-
stufe Ering, 2006.

- [8] IB für Geotechnik Prof. Dr.-Ing. C. Slominski – Ergebnisse der Laborversuche
Sanierung Deichstauanlage Ering / Eggfing, übergeben am 16.10.2013.

- [9] Bayerisches Landesamt für Umwelt – Merkblatt Nr. 5.2/5 (Stand 01.04.2009)
Staugeregelte Flüsse - Anlagensicherheit und Hochwasserschutz, Nachweis und
Lastfälle nach DIN 19700 und DIN 19712.