



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.).

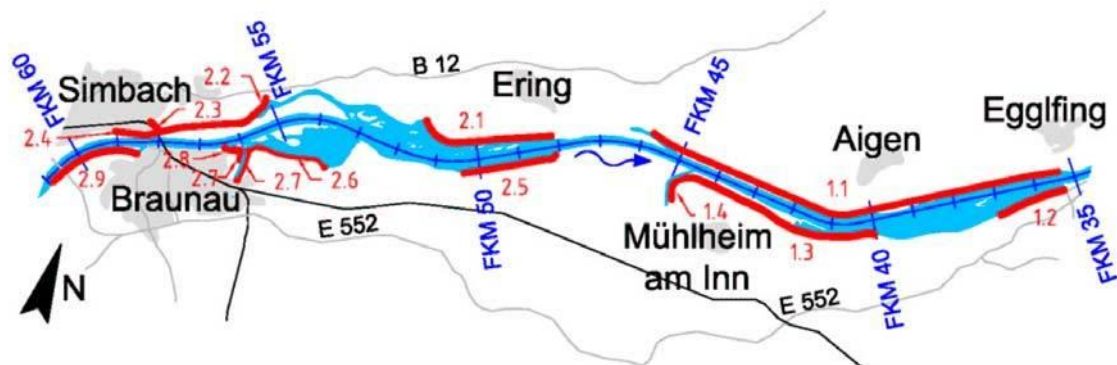


Abbildung 1: Projektgebiet (Übersichtslageplan in Anlage 0.1)

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 Eggfling	
1.1 Staudamm Eggfling	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.

1 Stauraum Eggfing

1.2 Staudamm Obernberg

1.2.1 Detailbericht

1.2.1.1 Berechnungsquerschnitte

Der Staudamm Obernberg ist in zwei Dammabschnitte zu unterteilen:

Dammabschnitt 1 erstreckt sich von Flusskilometer (FKM) 35,300 bis 35,748 und von FKM 36,600 bis 37,153. Der für die Berechnung maßgebliche Querschnitt BQ 1.2.1 befindet sich an der Stelle, wo die Höhendifferenz zwischen dem Gelände in der Dammachse zur Oberkante des Dammes (ohne Steinwurf) maximal ist, demnach bei FKM 35,380.

Dammabschnitt 2 erstreckt sich von FKM 35,748 bis 36,600 und ist mit einem wasserseitigen Steinsatz gesichert. Der für die Berechnung maßgebliche Querschnitt BQ 1.2.2 befindet sich ebenfalls an der Stelle, wo die Höhendifferenz zwischen dem Gelände in der Dammachse zur Oberkante des Dammes maximal ist, demnach bei FKM 36,152.

In Tabelle 1 sind Lage und maßgebender Querschnitt der Dammabschnitte noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Berechnungsquerschnitte

BQ	Damm / Deich	Gültig von bis FKM	BQ FKM ¹⁾
1.2.1	Damm	35,300 - 35,748 und 36,600 - 37,153	35,380
1.2.2	Damm	35,748 - 36,600	36,152

¹⁾ FKM mit maximale Höhendifferenz zwischen dem Gelände in der Dammachse zur OK Damm.

Die Festlegung der maßgeblichen Querschnitte aus Tabelle 1 basiert auf Vermessungsdaten die der Untersuchung aus [1] zu Grunde lagen (Bestandsplan BJ-11020).

Im Laufe der Standsicherheitsuntersuchungen hat das Ingenieurbüro Aquasoli die Dammoberkanten neu vermessen.

Die Dammoberkanten des Ingenieurbüros Aquasoli, welche tabellarisch (EGF_Auswertung_8500.xls vom 02.07.2014) vorliegen, sind mit den ehemaligen Höhenkoten des Längsschnittes (Anlage 1.2-1, [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 ist beim Staudamm Obernberg nicht der Fall.

1.2.1.2 Wasserspiegellagen

Die Festsetzung der Wasserspiegellagen für die verschiedenen Lastfälle erfolgt auf verschiedenen Grundlagendaten. Diese sind nachstehend erläutert und in Abbildung 1 zusammenfassend grafisch dargestellt.

Z_S : Das Stauziel Z_S ist vom Kraftwerksbetreiber vorgegeben und liegt für alle Berechnungsquerschnitte des Staudammes Obernberg bei 325,90 mVS.

Z_{H1}: Für ein hundertjähriges Hochwasserereignis mit einem Zufluss von $BHQ_1(n-1) = 6.900 \text{ m}^3/\text{s}$ werden die vom Auftraggeber übergebenen Wasserspiegellagen verwendet (Anlage 1.2-1, [1]).

Z_{H2}: Für ein tausendjähriges Hochwasserereignis mit einem Zufluss von $BHQ_2 = 7.800 \text{ m}^3/\text{s}$ wurden zunächst die vom Auftraggeber übergebenen Wasserspiegellagen verwendet (Anlage 1.2-1, [1]) Da sich jedoch in den vergangenen Jahren die Bemessungsvorgaben für Hochwässer verschärft haben, wurde auf Veranlassung des Auftraggebers ein zunächst neuer Bemessungsabfluss BHQ_{2+} angesetzt.

Z_{H2+}: Die neueren Wasserspiegellagen für ein tausendjährliches Hochwasserereignis mit einem Zufluss von $BHQ_{2+} = 8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ sind das Interpolationsergebnis zwischen den Wasserspiegellagen von BHQ_2 und HHQ_{alt} (siehe unten) und basieren nicht auf einer hydraulischen Berechnung.

Nach neuesten Bemessungsvorgaben (siehe Protokoll zur Besprechung vom 03.06.2014) ist jedoch auch dieser Abfluss nicht mehr repräsentativ für ein $HQ_{1000} = BHQ_2$, daher wurde in der Besprechung am 03.06.2014 ein neuerlicher Bemessungsabfluss BHQ_{2++} in Höhe von $8.500 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Berechnung des Hochwasserstandes Z_{H2++} eingeführt.

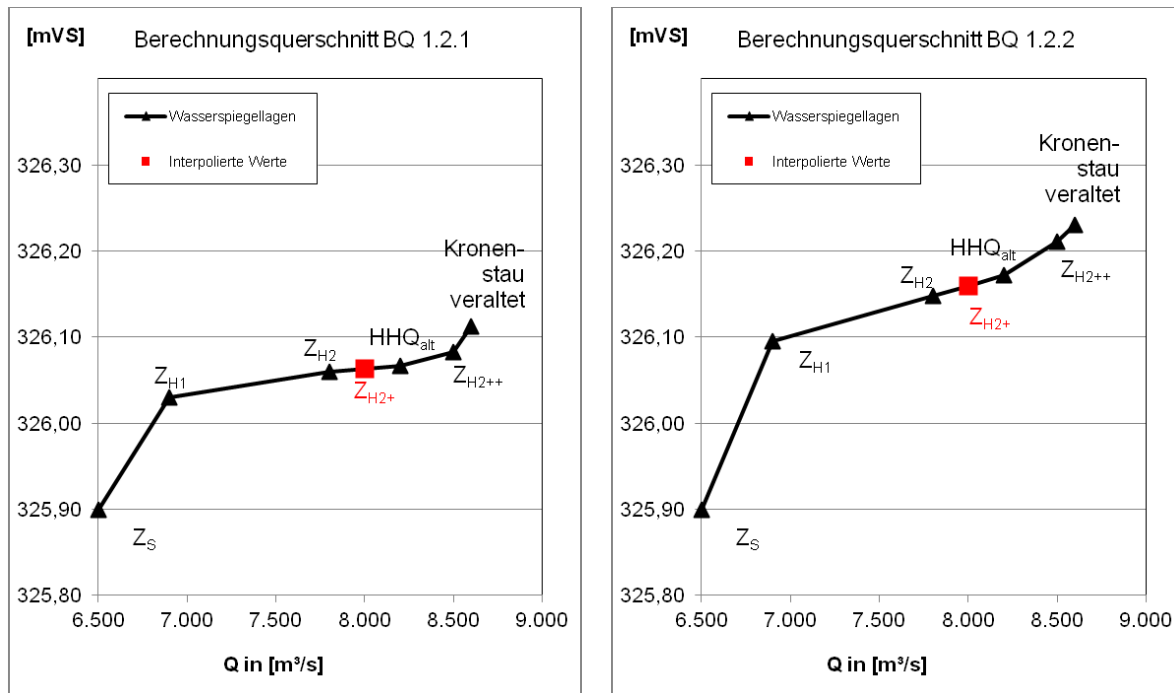
Z_{H2++}: Die aktuellen Wasserspiegeldaten für ein tausendjährliches Hochwasser wurden vom Auftraggeber in Form von Excel-Tabellen am 03.06.2014 übergeben und entsprechen einem Zufluss von $BHQ_{2++} = 8.500 \text{ m}^3/\text{s}$. Diese Wasserspiegel resultieren aus einer 2D-hydraulischen Berechnung des Ingenieurbüros Aquasoli.

HHQ_{alt}: Der frühere Bemessungswasserspiegel "Kronenstau", vermutlich basierend auf einer hydraulischen Berechnung des Ingenieurbüros RMDconsult, wurde vom Auftraggeber übermittelt und ist für einen Abfluss von $HHQ_{\text{alt}} = 8.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt worden. Für die Standsicherheitsuntersuchungen wird dieser jedoch nicht verwendet.

HHQ: Der ursprünglich für die Berechnung angesetzte "Kronenstau" (Anlage 1.2-1, [1]) bezieht sich auf einen Durchfluss von $Q = 8.700 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach Absprache mit dem Auftraggeber (siehe Protokoll zur Besprechung vom 04.08.2014) ist dieser nicht mehr aktuell und es gilt für alle Nachweise des Lastfalles 3.1 den "Kronenstau LfU" anzusetzen (siehe unten).

Kronenstau LfU: Im Merkblatt Nr. 5.2/5 des bayerischen Landesamtes für Umwelt [9] ist der Kronenstau so definiert, dass das hydraulisch erforderliche Freibord in Anspruch genommen wird, allerdings ohne konstruktive oder sonstige Zuschläge, wie z. B. Deichkronenwege. Nach Absprache mit dem Auftraggeber (siehe Protokoll zur Besprechung vom 04.08.2014, [3]), entsprechen diese konstruktiven Zuschläge an den Stauräumen Ering / Eggfing einer Höhe von ca. 25 cm. Da sich die Wasserspiegelhöhe aus der Geometrie ergibt und somit keinem konkreten Zufluss zugeordnet werden kann, wird sie in dem nachstehenden Diagrammen (siehe Abbildung 1) nicht dargestellt.

Abbildung 1: Darstellung der Wasserspiegellagen



Bemerkung: Der für das hier vorliegende Gutachten angesetzte Kronenstau ist unabhängig vom Abfluss, jeweils 25 cm unter der Dammkrone anzusetzen.

1.2.1.3 Bodenkennwerte

Sofern Bodenkennwerte aus früheren Untersuchungen vorliegen, werden diese den aktuellen Standsicherheitsuntersuchungen zugrunde gelegt. Des Weiteren wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr.-Ing. C. Slominski beauftragt, von SKI entnommene Zylinderproben der Auelehmschicht aus Baggerschürfen untersuchen zu lassen [8].

Alle übrigen, für die statischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte, werden in Absprache mit dem Auftraggeber basierend auf Erfahrungswerten geschätzt. Abweichend zu etwaigen früheren Untersuchungen wird für das Dammschüttmaterial in Absprache mit dem Auftraggeber ein Reibungswinkel von $\varphi' = 35^\circ$ angesetzt. Grundlage für diese Festlegung ist das Gutachten [7]. Die gewählten Bodenkennwerte sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Bodenkennwerte Staudamm Obernberg

Schicht	γ	γ'	φ'	c'	$k_{f,h}$ $k_{f,v}$	Quelle
[-]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[m/s]	[-]
Dammschüttung alt	18	9	35,0	0,0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	[1]
Dammschüttung neu	18	9	35,0	0,0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	[1]
Oberflächendichtung	25	15	45,0	30,0	$1,0 \cdot 10^{-8}$	[1]
Spundwand (siehe Seite 2)	25	15	45,0	100,0	$1,0 \cdot 10^{-7}$	[1]
Kiesandeckung Sickergraben	20	11	35,0	0,0	$1,0 \cdot 10^{-2}$	[1]
Drainagekörper	20	11	35,0	0,0	$1,0 \cdot 10^{-2}$	[1]
Oberboden	17	8	20,0	5,0		[1]
Wegaufbau (Kies)	22	13	40,0	0,0		[1]
Anlandung, Sediment	15	7	20,0	0,0	$2,0 \cdot 10^{-5}$ $1,0 \cdot 10^{-5}$	[1]
Aueschicht, schluffiger Feinsand	19	10	22,5	0,0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	[8]
quartäre Kiese/Sande (GW-Leiter)	20	10	32,5	0,0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	[1]
tertiäre Tone/Sande („Flinz“)	21	11	27,5	5,0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	[1]

Sehr dünne Schichten (bspw. Spundwände, Oberflächendichtungen etc.) müssen im Durchsickerungsmodell mit einem Faktor versehen und erweitert werden, um eine ungünstige Elementgeometrie zu vermeiden. Dies wurde auf Basis folgender Verhältniswerte durchgeführt.

Spundwand:

realer k_f -Wert = $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s

angenommene Spundwanddicke $d = 2$ cm

modellierte Spundwanddicke $d = 30$ cm

$k_{f,Modell} = 1,0 \cdot 10^{-7} \cdot (30/2) = 1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s

1.2.1.4 Ergebnisse:

In nachfolgender Tabelle 3 sind die ermittelten Ausnutzungsgrade der land- und wasserseitigen Böschungen der gewählten Querschnitte aufgeführt. Das den Untersuchungen zu Grunde liegende, vereinbarte Lastenheft ist in Kapitel 1.3 des Mantelberichts zu finden.

Die bestehenden Dammabschnitte 1.2.1 und 1.2.2 weisen in allen Lastfällen eine geringe Ausnutzung auf und sind somit, bezüglich des Böschungsbruches, standsicher.

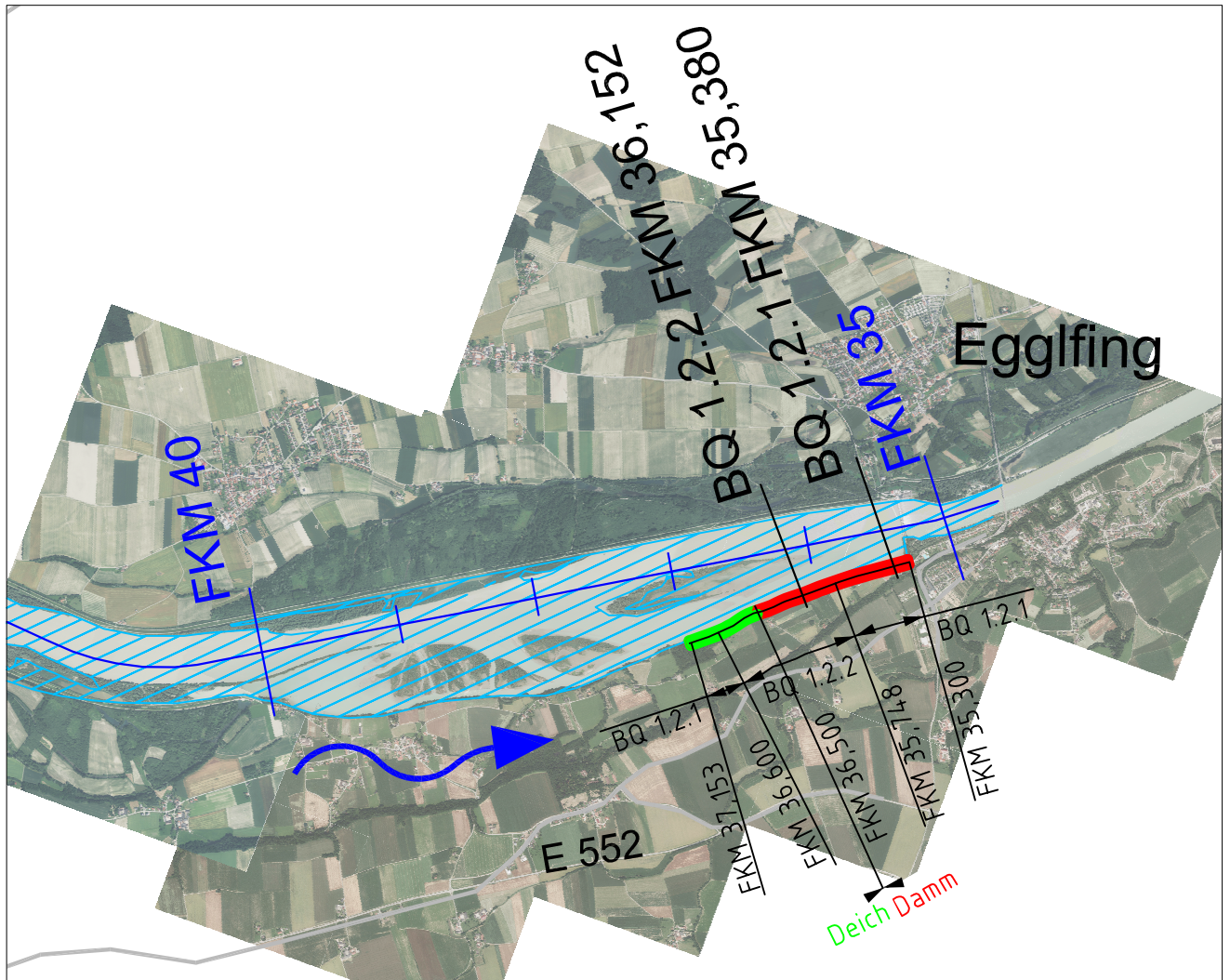
Tabelle 3: Ausnutzungsgrade Böschungsbruchberechnung

Nachweis- seite:	Wasser- seitig ¹⁾	Landseitig ²⁾					
		LF 1.1 mit Z _{H1} <i>nur Damm</i>	LF 2.1 mit Z _{H2++} <i>nur Damm</i>	LF 2.1 i mit Z _{H2++} <i>Innrückstau</i>	LF 3.1 Kronenstau LfU	LF 3.2.1 mit Z _{H1}	LF 3.2.2 mit Z _{H1}
Lastfall mit WSP:	LF 1.0 mit Z_s						
BQ:							
1.2.1	0,74	0,76	0,66	entfällt ⁴⁾	0,84	entfällt ³⁾	entfällt ³⁾
1.2.2	0,81	0,80	0,70	entfällt ⁴⁾	0,83	entfällt ³⁾	entfällt ³⁾

- 1) Die Böschungsbruchnachweise der wasserseitigen Böschungen in den Lastfällen 1.1, 2.1 und 3.1 können entfallen, da sich die Unterschiede gegenüber dem Lastfall 1.0 (geringere Teilsicherheitsbeiwerte, geringere Verkehrslast auf der Krone und ein höherer Wasserspiegel) günstig auf die Ausnutzung auswirken.
- 2) Der Böschungsbruchnachweis der landseitigen Böschungen im Lastfall 1.0 kann bei Dämmen entfallen, da im Lastfall 1.1 eine höhere Beanspruchung, aufgrund eines höheren Wasserspiegels geprüft wird.
- 3) Die Lastfälle 3.2.1 und 3.2.2 entfallen, da in diesem Dammabschnitt weder eine Oberflächendichtung, noch eine Dränage verbaut wurde.
- 4) Der Nachweis für den Innrückstau kann hier entfallen, da der rückgestaute Wasserspiegel unterhalb der Geländeoberkante liegt.

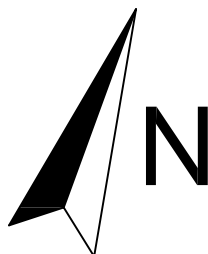
1.2 Staudamm Obernberg


1.2.2.1 Detaillageplan



Legende:

- Bemessungsquerschnitt
- Zusätzlicher Querschnitt
- ↔ Für Bemessungsquerschnitt gültiger Bereich
- Damm
- Deich



Projekt: Standortsicherheitsuntersuchungen Innstaustufen Ering/Eggfing	Anlage: 1.2.2.1
Planinhalt: Detaillageplan 1.2 SD Obernberg	Plan-Nr.:
Auftraggeber: Verbund Innwerk AG Schulstraße 2 D-84533 Stammham	Maßstab: 1:50.000
Entwurfsverfasser:  SKI GmbH+Co.KG Lessingstraße 9 80336 München www.ski-ing.de	