

Innkraftwerk Eggfing-Obernberg Durchgängigkeit und Lebensraum

Erläuterungsbericht Standortsicherheitsuntersuchungen (Stauhaltungsdamm und Umgebungsgewässer)

Stand: 13.12.2019



KW Eggfing-Obernberg
Durchgängigkeit und Lebensraum

Stand
13.12.2019

Auftraggeber
Innwerk AG
Schulstraße 2
D-84533 Stammham

Verfasser
SKI GmbH + Co. KG
Lessingstraße 9
D-80336 München

Erläuterungsbericht Standsicherheitsuntersuchungen
(Stauhaltungsdamm und Umgebungsgewässer)

Fremdfirmen-Nr.:														Aufstellungsort:														Bl. von Bl.			
Unterlagennummer														+																	
SKS														KKS														DCC(UAS)			
Projekt-Nr.														Zähiteil																	
Ersteller														Blattnummer																	
Gliederungszeichen														Gliederungszeichen																	
Dokumenttyp														Änderungsindex																	
Nummer														Planstatus																	
Planart														Planart																	
Vorzeichen														Vorzeichen																	
GA														Funktion/ Bauwerk														Aggregat/ Raum			
S1 S2 S3																															
A A A ~ A N N N / A A A A A N / A N N N N N N / N N N / A A A = G														F0 F1 F2 F3 FN A1 A2 AN A3														A			
* A A A ~ A N N N / A A A A A N / A N N N N N N / N N N / A A A = N														O 1 S H T														& A A A A N N N			
* G E O ~ A O O 6 ~ K L E I 1 ~ A O O O O 1 ~ O O ~ _ _ F E = O																												C D D 1 1 O			

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 VERWENDETE UNTERLAGEN	5
2 VORBEMERKUNGEN	6
2.1 ALLGEMEINES	6
2.2 BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN	6
2.3 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	6
3 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN	7
3.1 AUFBAU DES BESTEHENDEN STAUHALTUNGSDAMMES EGGLFING	7
3.2 AUFBAU DES GEPLANTEN UMGEHUNGSGEWÄSSERS	7
3.3 GEOLOGISCHER AUFBAU	8
3.4 VERWENDETE BODENKENNWERTE	9
3.5 NORMEN	10
3.6 BERECHNUNGSABSCHNITTE / BERECHNUNGSQUERSCHNITTE	10
4 ABFLÜSSE UND WASSERSPIEGELLAGEN	13
4.1 BEMESSUNGSWASSERSPIEGEL	13
5 LASTFÄLLE	14
5.1 ÜBERSICHT DER ZU UNTERSUCHENDEN LASTFÄLLE	14
5.2 ERLÄUTERUNGEN UND FESTLEGUNGEN ZU EINZELNEN LASTFÄLLEN	15
6 DURCHSICKERUNGSBERECHNUNGEN	17
6.1 ALLGEMEINES	17
6.2 ERGEBNISSE DURCHSICKERUNGSBERECHNUNGEN	17
7 NACHWEISE	18
7.1 NACHWEISE GEGEN BÖSCHUNGSBRUCH	18
7.2 NACHWEIS GEGEN GLEITEN	21
7.3 NACHWEISE DER SICHERHEIT GEGEN MATERIALTRANSPORT	21
7.4 NACHWEIS GEGEN AUFSCHWIMMEN DER DECKSCHICHT	23
7.5 NACHWEIS DER SICHERHEIT GEGEN HYDRAULISCHEN GRUNDBRUCH	23
8 ZUSAMMENFASSUNG	25
9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	26

ANLAGEN

- Anlage 08.01.01. Lastenheft
- Anlage 08.01.02. Sickerlinien zur Böschungsbruchberechnungen
- Anlage 08.01.03. Böschungsbruchberechnungen
- Anlage 08.01.04. Gleitnachweise
- Anlage 08.01.05. Geohydraulische Berechnungen
- Anlage 08.01.06. Bericht zur Standsicherheitsuntersuchungen zum Weiterbetrieb
- Anlage 08.01.07. Geologische Gutachten

1 **Verwendete Unterlagen**

- [1] GEOTECHNISCHER BERICHT Auftrag Nr. 3170284 Projekt Nr. 2016-2301
Anpassung der Stauhaltungsdämme an der Innstaustufe, Eggfing-
Oberberg, IFB Eigenschenk GmbH, 2017
- [2] Standsicherheitsuntersuchungen Stauhaltungsdämme Innstauufen Ering
- Frauenstein (Projekt 54461); SKI GmbH + Co.KG, München, Februar
2016
- [3] DIN 1054:2010 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau,
Beuth Verlag GmbH, Berlin, Dezember 2010.
- [4] 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.
- [5] DWA Merkblatt M507-1: Deich an Fließgewässern Teil1: Planung, Bau und
Betrieb, DWA, Hennef, Dezember 2011.
- [6] BAW Merkblatt "Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen
(MSD), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, 2011
- [7] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung Band 1: Allgemeine
Regeln, DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag GmbH, Berlin,
April 2011.
- [8] BUSCH, K.-F. TIEMER, K. LUCKNER, L.: (1993): Geohydraulik. Gebrüder
Borntraeger, Berlin - Stuttgart

2 Vorbemerkungen

2.1 Allgemeines

Dieser Bericht beschreibt die Standsicherheitsuntersuchungen zur Errichtung eines Umgehungsgewässers (UMG) am Innkraftwerk Eggfing-Obernberg. Das Umgehungsgewässer besteht im Wesentlichen aus einem neuen Umgehungsgerinne, welches luftseitig direkt am bestehenden Stauhaltungsdamm teils auf einer Berme angeordnet wird. Das neue Umgehungsgewässer (UMG) beginnt oberstrom bei Fkm 40+650 und verläuft bis Fkm 35+000 parallel zum bestehenden Stauhaltungsdamm.

Der genaue Aufbau des Umgehungsgewässers ist in Anlage 02.01 beschrieben und in den Plänen der Anlage 04 dargestellt.

2.2 Bisherige Untersuchungen

Im Jahr 2017 wurden durch das Ingenieurbüro SKI GmbH + Co.KG im Auftrag der Innwerk AG im Rahmen des Projekts „Innkraftwerk Eggfing-Obernberg – Weiterbetrieb“ Standsicherheitsuntersuchungen zur Anpassung der Dammanlagen der Staustufe Eggfing-Obernberg, an die neue DIN 19700-13 (E DIN 19700-13:2017 durchgeführt (Anlage 08.01.06). Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte die normgerechte Standsicherheit des Stauhaltungsdamms Eggfing im Bereich des jetzt geplanten Umgehungsgewässers zwischen Fkm 40+650 und 35+000 nachgewiesen werden.

Der Erläuterungsbericht dieser Standsicherheitsuntersuchungen liegt diesem Bericht in Anlage 08.01.06 bei.

2.3 Veranlassung und Aufgabenstellung

Zweck der hier durchgeführten Untersuchungen ist

- einerseits der Nachweis der Auswirkungen des Umgehungsgewässers auf die Standsicherheit des Stauhaltungsdammes
- und andererseits der Nachweis der Standsicherheit des UMGs selbst.

Die hier ergänzend durchgeführten Standsicherheitsuntersuchungen bauen auf den 2017 den in Kap. 2.2 Standsicherheitsuntersuchungen auf. Sofern Grundlagen und Randbedingungen den damals durchgeführten Untersuchungen entsprechen, wird nachfolgend an den jeweiligen Stellen auf den Bericht in Anlage 08.01.06 verwiesen.

3 Allgemeine Grundlagen

3.1 Aufbau des bestehenden Stauhaltungsdammes Eggfing

Der Stauhaltungsdamm weist im Bereich des UMGs den in nachfolgender Abbildung dargestellten Aufbau auf. Eine detaillierte Beschreibung des Dammaufbaus kann der Anlage 08.01.06 entnommen werden.

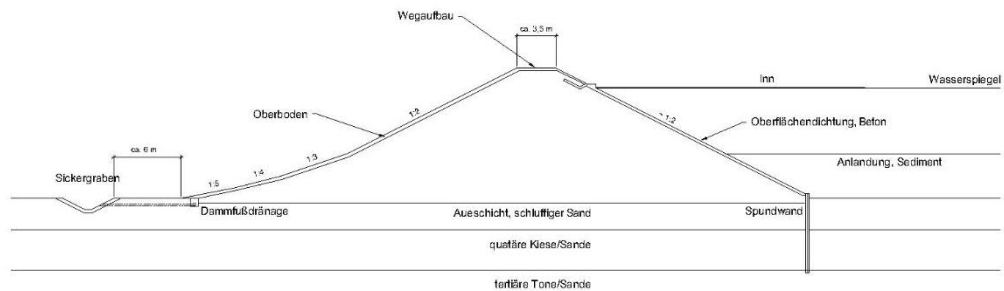


Abbildung 1 RQ 1 Staudamm Eggfing

3.2 Aufbau des geplanten Umgehungsgewässers

Der genaue Aufbau des Umgehungsgewässers ist in Anlage 02.01 beschrieben und in den Plänen der Anlage 04 dargestellt.

Bezüglich der Standsicherheitsuntersuchungen kann bzw. wird das UMG in folgende beiden Abschnitte unterteilt:

- Bereich 1: Verbindungsgerinne (VG)
- Bereich 2: Augerinne (AuG)

3.2.1 Bereich 1: Verbindungsgerinne (VG)

Das Verbindungsgerinne beginnt oberstrom bei Fkm 40+650 (UMG-km 5+800) und verläuft bis Fkm 39+000 (UMG-km 4+150) auf einer Berme direkt an der luftseitigen Böschung des Stauhaltungsdammes. Das Längsgefälle des Verbindungsgerinnes liegt konstant bei 0,36 %. Der genaue Aufbau ist in den Regelquerschnitten der Anlage 04.05 dargestellt.

3.2.2 Bereich 2: Augerinne (AuG)

Das Augerinne schließt bei Fkm 39+000 (UMG-km 4+150) direkt an das Verbindungsgerinne an und verläuft im Einschnitt entlang des Böschungsfußes des Stauhaltungsdammes bis Fkm 35+000 (UMG-km 0+000). Das Längsgefälle des Augerinnes variiert zwischen 0,05 % und 0,2 %. Der genaue Aufbau ist in den Regelquerschnitten der Anlage 04.06 dargestellt.

3.3 Geologischer Aufbau

3.3.1 *Allgemeines*

Der geologische Aufbau wird entsprechend der in Anlage 08.01.06 durchgeführten Untersuchungen übernommen. Der entsprechende geologische Bericht liegt dieser Untersuchung in Anlage 08.01.07 bei.

3.3.2 *Aufbau des Damm- bzw. Deichkörpers*

Die Stauhaltungsdämme und Deiche bestehen überwiegend aus sandigem Kies und Grobkies der größtenteils mitteldicht gelagert ist.

3.3.3 *Aufbau des Umgebungsgewässers*

Das Umgebungsgewässer besteht im Bereich 1 (Verbindungsgerinne) aus sandigem Kies und Grobkies. Zusätzlich ist ein Teil des Gerinnes mit einer Bentonitmatte abgedichtet. Abschnittsweise sind die Böschungen mit Wasserbausteinen gesichert.

Das Umgebungsgewässer liegt im Bereich 2 (Augerinne) im Einschnitt und damit besteht aus dem umgebenden Baugrund zusätzlich die notwendigen Böschungssicherungen.

3.3.4 *Aufbau des Damm- bzw. Deichuntergrunds*

Unterhalb des Dammkörpers befindet sich eine unterschiedlich mächtige Aueschicht. Die darunterliegenden quartären Kiese und Sande sind überwiegend locker bis mitteldicht gelagert und weisen eine Mächtigkeit von mehreren Metern auf. Die tiefer liegenden tertiären Bodenschichten (Flinz) bestehen überwiegend aus Feinsand und sind mit zunehmender Tiefe erst mitteldicht dann aber schnell dicht bis sehr dicht gelagert.

Ergänzend zum geologischen Gutachten (Anlage 08.01.07) wurden im Jahr 2017 zusätzlich 17 Schürfe am luftseitigen Böschungsfuß im Bereich des Umgebungsgewässers durchgeführt. Die Ergebnisse der Schürfe bestätigen die bisher angesetzte Bodenschichtung im Besonderen im Hinblick auf die unterschiedliche Mächtigkeit der Aueschicht.

Entsprechend konnte die Bodenschichtung unverändert aus den 2017 durchgeführten Berechnungen zur Standsicherheit des Stauhaltungsdammes (Anlage 08.01.06) übernommen werden. Einzig wurde im Hinblick auf das zusätzlich zu berücksichtigende Umgebungsgewässer die Höhenlage der Aueablagerungen im Bereich des Verbindungsgerinnes, auf der „sicheren Seite“ liegend auf die Höhe der Geländeoberkante am Dammfuß des

Stauhaltungsdammes angepasst. Die Schichtdicke der Aueschicht wurde nicht geändert.

3.4 Verwendete Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte werden analog aus den 2017 durchgeführten Untersuchungen übernommen und sind in den nachfolgenden beiden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 1 Verwendete Bodenkennwerte der Bestandsbodenschichten

Schicht	γ [kN/m ³]	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m ²]	kf,h kf,v [m/s]	Quelle
Wegaufbau	22	13	40	0	1,0*10-3	[2]
Oberboden	17	8	20	5	nicht angesetzt	[2]
Deich- /Dammkörper	19	10	35	0	1,0*10-3	[2]
Oberflächendichtung, Beton	25	15	45	30	1,0*10-8	[2]
Spundwand	25	15	45	100	1,0*10-7	[2]
Anlandung, Sediment	15	7	20	0	2,0*10-5 1,0*10-5	[2]
Aueschicht, schluffiger Feinsand	18	10	26	0	2,5*10-5	[2]
quartäre Kiese/Sande (GW-Leiter)	20	10	32, 5	0	1,5*10-3 1,5*10-4	[2]
tertiäre Tone/Sande („Flinz“)	20	11	27, 5	0	1,0*10-7	[2]
Drainagekörper	20	11	35	0	5,0*10-2	[2]
Defekte Dränage Fehlstelle	Werte variieren in Abhängigkeit der anliegenden Bodenschichten, siehe Festlegungen im Lastenheft (Anlage 08.01.01) sowie Sickerlinien- und Böschungsbruchberechnungen in der Anlage 08.01.02 und Anlage 08.01.03.					

Tabelle 2. Verwendete Bodenkennwerte für den Aufbau des UMG

Schicht	γ	γ'	φ'	c'	$k_{f,h}$
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	$k_{f,v}$ [m/s]
Wegeaufbau	22	13	40	0	1,0*10 ⁻³
Bentonitdichtung	-	-	-	-	1,0*10 ⁻¹⁰
Bentonitdichtung + 0,3 m Kiesschüttung	20	10	32,5	0	3,0*10 ⁻⁹
Schüttmaterial (Kies)	20	10	35*	0	1,0*10 ⁻³
Wasserbausteine	20	10	45	10	1,0*10 ⁻²

* erforderliche innere Reibungswinkel für die Stabilität der Trenndammböschungen, siehe Kap. 7.1, sowie Anlage 08.01.03. Die Verwendung von unterschiedliche Schüttmaterialien ist aus baubetrieblichen Gründen nicht geplant.

3.5 Normen

Die geotechnischen Nachweise werden unter Berücksichtigung der nachfolgenden Normen und Regelungen geführt:

- DIN 19700-13 (E DIN 19700-13:2017) unter Berücksichtigung der im LfU-Merkblatt Nr. 5.2/5 definierten Lastfälle
- DIN EN 1997-1:2009-09 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln einschließlich des nationalen Anhangs DIN EN 1997-1/NA:2010-12
- DIN 1054:2010 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1

3.6 Berechnungsabschnitte / Berechnungsquerschnitte

Die Berechnungsquerschnitte werden aufbauend auf den Berechnungsquerschnitten des Stauhaltungsdammes und den Berechnungsquerschnitten des UMGs wie nachfolgend beschrieben aufgestellt.

3.6.1 **Stauhaltungsdamm Eggfing**

Für die 2017 zum Nachweis der Standsicherheit der Stauhaltungsdämme durchgeführten Berechnungen wurde der Eringer Damm in insgesamt 9 Berechnungsquerschnitte aufgeteilt. Für die hier durchzuführenden Standsicherheitsnachweise im Bereich des UMGs sind die Berechnungsquerschnitte BQ-SD-EGG-1 und BQ-SD-EGG-6 zu berücksichtigen.

BQ-SD-EGG-1 Gültigkeit: Dkm: 0+000 - 5+691 und 6+733 - 6+937
Entspricht UMG-km 0+500 – 5+800
(größte Dammhöhe des Abschnitts (1.1), UK Auelehmschicht oberhalb der Sickergrabensohle)
BQ: Dkm 0+624 bzw. Fkm 35.929
BQ Dammhöhe = 9,4 m (Hinterweg = 318,81 müNN;
Dammkrone = 328,21 müNN)

BQ-SD-EGG-6 Gültigkeit: Dkm: 0+894 - 5+691
Entspricht UMG-km 1+394 – 5+800
(größte Dammhöhe für den Bereich wobei eine dicke Auelehmschicht an der GOK liegt)
Geometrie und WSP aus Dkm: 1+093
Auelehmschichtdicke aus Dkm: 2+692
BQ Dammhöhe = 8,50 m (Hinterweg = 319,59 müNN,
Dammkrone = 328,09 müNN)

3.6.2 **Umgebungsgewässer**

Die Berechnungsquerschnitte des UMGs werden aufbauend auf den in Kap. 3.2 beschriebenen Aufbau unter Berücksichtigung der in Kap. 3.3.3 beschriebenen geologischen Verhältnisse aufgestellt.

Aufbauend auf den in den Anlagen 04.05 und 04.06 dargestellten Regelquerschnitten werden insgesamt 4 maßgebliche Berechnungsquerschnitte für den Bereich des Verbindungsgerinnes (VG) und ein Berechnungsquerschnitt für das Augerinne (AuG) festgelegt. Die Regelquerschnitte RP 2, RP 4 und RP 5 des Verbindungsgerinnes sind für die Standsicherheitsuntersuchungen nicht maßgeblich.

Tabelle 3 Berechnungsquerschnitte

Berechnungsquerschnitt/ Regelprofil	Definition des Auswahlkriteriums
VG RP 1	Max. Höhe des RG, kürzeste luftseitige Böschung des Dammes, längste Böschung des Trenndamms
VG RP 3	längste luftseitige Böschung des Dammes mit 1:2. Tiefste Verbindungsgerinne
VG RP 6	Längste luftseitige Böschung des Dammes 1:2 und 1:3 und längste 1:1,5 Böschung für Begleitweg. Tiefste Verbindungsgerinne (auch RP3)
VG RP 7	Längste luftseitige Böschung des Dammes und ohne Abdichtung des Gerinnes
AuG	Superponierte Geometrie der Augerinne

3.6.3 **Zusammenfassung der Berechnungsquerschnitte**

Für den Nachweis der Standsicherheit des Stauhaltungsdammes (luftseitige Böschung mit Berücksichtigung des Umgehungsgewässers) werden die Berechnungsquerschnitte des Stauhaltungsdammes mit denen des Verbindungsgerinnes kombiniert, so dass die zusammengesetzten Berechnungsquerschnitte die tatsächlichen Verhältnisse jeweils auf der „sicheren Seite“ liegend abbilden. Zur Reduzierung des Berechnungsumfangs wird dabei folgende Vereinfachung berücksichtigt:

Die Oberkanten der Querschnitte EGG-1 und EGG-6 wurden an die tatsächliche Höhe des Stauhaltungsdammes im jeweiligen Bereich der Berechnungsquerschnitte des Umgehungsgewässers angepasst. (Damit ist der luftseitige Höhenunterschied zwischen EGG1 und EGG 6 aufgehoben. Betrachtet werden also ausschließlich die unterschiedliche wasserseitige Geometrie der Dichtung und die unterschiedliche Geologie).

Der Nachweis der Standsicherheit der Böschungen des Umgehungsgewässers einschließlich des Trenndamms zwischen Verbindungsgerinne und Malchinger Bach erfolgt anhand der in Kap. 3.6.2 angegebenen Berechnungsquerschnitte.

4 Abflüsse und Wasserspiegellagen

4.1 Bemessungswasserspiegel

Für die Standsicherheitsuntersuchen müssen die Wasserspiegellagen des Inns, die Wasserspiegellagen im Umgebungsgewässer und die Wasserspiegellagen im abschnittsweise parallel verlaufenden Malchinger Bach berücksichtigt und entsprechend kombiniert werden.

Eine Beschreibung der Bemessungswasserspiegel im Inn inkl. der Ermittlung des Wasserstandes im Lastfall „Kronenstau“ kann der Anlage 08.01.06 entnommen werden.

Die für die statischen Berechnungen anzusetzenden Wasserspiegel sind im Längsschnitt der Anlage 04.04 und in den Regelquerschnitten der Anlagen 04.05 und 04.06 dargestellt. Für die Bemessung der Böschungen des Verbindungsgerinnes bzw. des Trenndamms zwischen Verbindungsgerinne und Malchinger Bach werden die minimalen und maximalen Wasserspiegellagen in den einzelnen Gerinnen je Böschung und Lastfall immer für den Standsicherheitsnachweis wie nachfolgend beschrieben kombiniert.

4.1.1.1 Verbindungsgerinne (RP-1 bis RP-4; ca. UMG-km 5,8 – 4,5):

- $WSP_{max,VR} = Q330$
- Kombinierbar mit folgenden Wasserspiegellagen im Malchinger Bach: $WSP_{max,MB} (MQ + 1 \text{ m})$ und $WSP_{min,MB} (MQ)$ im Malchinger Bach

- $WSP_{min,VR} = Q30$
- Kombinierbar mit folgenden Wasserspiegellagen im Malchinger Bach: $WSP_{max,MB} (MQ + 1 \text{ m})$ und $WSP_{min,MB} (MQ)$ im Malchinger Bach

4.1.1.2 Verbindungsgerinne (RP-5 bis RP-7; ca. UMG-km 4,15 – 4,5):

In diesem Bereich werden die Wasserspiegel im Verbindungsgerinne und im Malchinger Bach von den Wasserspiegeln im Augerinne (hier zusätzliche Dotation, vgl. Beschreibung in Anlage 02) beeinflusst. Die Wasserspiegel aus dem Rückstau werden wie folgt berücksichtigt:

- $WSP_{max,VR} = \text{Rückstau aus dem Augerinne bei der Spüldotation}$
- Kombinierbar mit Rückstau im Malchinger Bach

- $WSP_{max,VR} = Q_{330}$
- Kombinierbar mit folgenden Wasserspiegellagen im Malchinger Bach: $WSP_{max,MB} (MQ + 1 \text{ m})$, $WSP_{min,MB} (MQ)$ tritt nicht auf da vom Rückstau aus dem Verbindungsgerinne überlagert
- $WSP_{min,VR} = Q_{30}$
- Kombinierbar mit folgenden Wasserspiegellagen im Malchinger Bach: $WSP_{min,MB} (MQ)$, $WSP_{max,MB} (MQ + 1 \text{ m})$ führt zu Rückstau im Verbindungsgerinne $> Q_{30}$)

4.1.1.3 Augerinne

Im Augerinne wird der maximale Abfluss gleich den Abfluss bei Spüldotation gesetzt. Falls die Spüldotation gemäß Lastfall nicht anzusetzen ist (LF 3.2.1), wird stattdessen Q_{330} mit $10 \text{ m}^3/\text{s}$ angesetzt.

Als Mindestabfluss wird im Augerinne Q_{30} mit $4 \text{ m}^3/\text{s}$ angesetzt.

5 Lastfälle

5.1 Übersicht der zu untersuchenden Lastfälle

Die Nachweise werden gemäß der in der DIN 19700-13 (E DIN 19700-13:2017) in Verbindung mit dem LfU-Merkblatt Nr. 5.2/5 genannten Lastfälle durchgeführt.

Abweichend von den im Lastenheft (Anlage 08.01.01) angegebenen Lastfällen, werden folgende Lastfälle bzw. Lastfallkombinationen bei den hier durchgeführten Untersuchungen nicht berücksichtigt:

- "Schadhafte Dichtung" für die Dichtung des UMGs. Dies begründet sich damit, dass der Zufluss zum Umgehungsgewässer im Schadensfall jederzeit geschlossen werden kann und auch das Schadenpotential bei einem möglichen kurzzeitigen Auslauf des Gerinnes sehr gering ist.
- "Kronenstau" (bordvoller Abfluss im Umgehungsgewässer). Dies begründet sich ebenfalls in der Steuerungsmöglichkeit am Einlauf des Verbindungsgerinnes.

Zusätzlich dazu entfällt auch die Lastfallkombination „defekte Dichtung des Stauhaltungsdammes“ und „Spüldotation im UMG“ (Jour Fixe, 22.01.2019).

Die für die Bemessung der Böschungen des UMGs anzusetzenden Wasserspiegel sind in Kap. 4.1 aufgelistet. Für die Standsicherheitsuntersuchungen werden

lediglich die maßgeblichen Wasserspiegelkombinationen für die Nachweise gegen Böschungsbruch sowie Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch berechnet.

5.2 Erläuterungen und Festlegungen zu einzelnen Lastfällen

5.2.1 **Lastfall 1**

Die Nachweise der luftseitigen Böschung des Stauhaltungsdammes in Verbindung mit der orografisch rechten Böschung des Umgehungsgewässers erfolgt im Lastfall 1.1 (BHQ₁).

Da das geplanten Umgehungsgewässer keinen Einfluss auf den Nachweis der wasserseitigen Böschung des Stauhaltungsdammes hat, wird hier die wasserseitige Böschung im Lastfall 1.0 (Stauziel) nicht neu untersucht.

5.2.2 **Lastfall 2.1**

Lastfall wie in Lastenheft der Anlage 08.01.01 beschrieben.

5.2.3 **Lastfall 2.1i**

Lastfall wie in Lastenheft der Anlage 08.01.01 beschrieben. Damit wird für das Augerinne auf der „sichere Seite“ liegend ein Wasserspiegel von 2 m über der bestehenden GOK (= OK Begleitweg im Bestand) am Dammfuß des Stauhaltungsdammes angesetzt. Im Verbindungsgerinne wird der Wasserspiegel 1 m über GOK (Bestand) angesetzt. Aufgrund der Superponierung der Querschnitte (vgl. Kap. 3.6.3) weichen damit die angesetzten Wasserspiegel im Bereich des Verbindungsgerinnes von den 2017 durchgeführten Nachweisen (vgl. Anlage 08.01.06) auf der „sicheren Seite“ liegend ab.

5.2.4 **Lastfall 2.2**

Gemäß LfU-Merkblatt Nr. 5.2/5 [4] ist der Lastfall 2.2 (schnellstmögliche Stauspiegelabsenkung) zu betrachten. Gemäß [4] ist auch festgelegt, dass die Wasserspiegelabsenkungen auf betriebliche Maßnahmen zu begrenzen sind. Versagensszenarien wie z.B. ein Dambruch bleiben in diesem Lastfall unberücksichtigt.

Aus betrieblichen Gründen kann nach Angabe des Kraftwerkbetreibers eine schnelle Wasserspiegelabsenkung ausgeschlossen werden. Auf eine Berechnung der Standsicherheit im LF 2.2 kann daher verzichtet werden, da gewährleistet ist, dass die Absinkgeschwindigkeit des Innwasserspiegels somit kleiner ist, als der kf-Wert des Dammschüttmaterials. Gleiches gilt für die Nachweise am Umgehungsgewässer.

5.2.5 **Lastfall 3.1 (Kronenstau)**

Der Lastfall „Kronenstau“ repräsentiert eine Extremsituation. Dieser gegebenenfalls bis zur Dammkrone reichende Wasserstand ist im Kontext zur Risikobetrachtung abzuhandeln. Dazu sollten die entsprechenden Regelungen in DIN 19700 Teil 10 (Nr. 11) und Teil 11 (Nr. 7.2.6) Anwendung finden. Konstruktive Zuschläge für die Dammhöhe (z. B. Wühltierzone, Wegebau, Schutzschicht für Innendichtungen) bleiben bei diesem Lastfall unberücksichtigt.

Der Wasserspiegel für den Lastfall "Kronenstau" wurde in Abhängigkeit der Wasserspiegel für BHQ_1 und BHQ_2 ermittelt und kann der Anlage 08.01.06 entnommen werden.

5.2.6 **Lastfall 3.2.1 (Schadstellen in die Dichtung)**

Lastfall wie in Lastenheft der Anlage 08.01.01 beschrieben.

5.2.7 **Lastfall 3.2.2 (Schadstellen in die Dränage)**

Für die Bemessung der luftseitigen Böschung des Staudammes kann auf LF 3.2.2 verzichtet werden, da gemäß der 2017 durchgeführten Berechnungen (Anlage 08.01.06) bekannt ist, dass der Lastfall 3.2.1 der maßgeblich ist.

Für die Bemessung der Böschungen des Umgebungsgewässers wird, falls eine Dränage vorhanden ist, die eingeschränkte Wirkung der Drainage anhand eines Ersatz-kf-Werts berücksichtigt. Der Ersatz-kf-Wert bildet sich aus dem Mittelwert der kf-Werte der Drainage und dem umgebenden Boden.

5.2.8 **Verkehrslasten**

Gemäß LfU-Merkblatt Nr. 5.2/5 sind die Verkehrslasten auf die Annahme planmäßiger Lasten zu begrenzen. Außerplanmäßige Lasten (z.B. bei Katastropheneinsätzen) bleiben unberücksichtigt.

Die Verkehrslast wird auf dem Stauhaltungsdammm gemäß Abbildung 2 angesetzt.

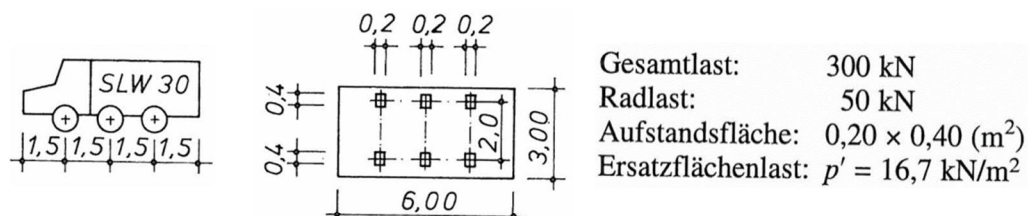


Abbildung 2 Verkehrslast für einen SLW 30

Die Zugänglichkeit der Dämme wird planmäßig im Hochwasserfall BHQ₂ auf 5 kN/m² beschränkt. Im Lastfall "Kronenstau" wird diese planmäßig gänzlich eingeschränkt.

Auf Wunsch des AG kann auf den Betriebswegen im Bereich des Umgebungsgewässers nicht verzichtet werden. Ein vorübergehender Ausfall eines Weges ist zu vermeiden. Im Hinblick auf eine erforderliche Verteidigung des Stauhaltungsdammes und den oben genannten Anforderungen wird auf allem Wegen entlang des Umgebungsgewässers (vgl. Lagepläne in den Anlagen 04.02. und 04.03) in allen Lastfällen eine Verkehrslast gemäß eines SLW 30 berücksichtigt.

6 Durchsickerungsberechnungen

6.1 Allgemeines

Aus den beschriebenen Randbedingungen (Geometrie, Bodenkennwerte, Wasserspiegel etc.) wurden Modelle zur Berechnung der Porenwasserdrücke und Sickerlinien mittels FE-Methode erstellt. Die Berechnungen wurden mit dem Programm SS-Flow 2d Version 10.8 Fa. GGU mbH erstellt.

Ein Einströmen in das Modell findet sowohl über die Flusssohle, als auch über den Anschnitt am wasserseitigen Modellrand statt. Die Wahl dieser Randbedingung ist eine gute Näherung, um mit einem kompakten FE Modell den breiten Flussschlauch des Inns abzubilden.

6.2 Ergebnisse Durchsickerungsberechnungen

Die Sickerlinienberechnungen wurden mit dem Programm SS-Flow-2d Version 10.08 der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Berechnungen befinden sich in Anlage 08.01.02. Die je Querschnitt und Lastfallberechneten Porenwasserdrücke fließen in die Böschungsbruchberechnungen ein.

Wie nachfolgend beschrieben sind bei einigen Lastfällen die Sickerlinienverläufe nahezu identisch (siehe hierzu auch Kap. 7.1.1) :

- BQ-SD-EGG-1: LF 1.1 und LF 2.1 fast identisch.
- BQ-SD-EGG-6: LF 1.1, LF 2.1 und LF 3.1 fast identisch.

7 Nachweise

7.1 Nachweise gegen Böschungsbruch

7.1.1 Allgemeines

Die Nachweise gegen Böschungsbruch wurden mit dem Programm GGU-Stability Version 11.6 der Fa. GGU mbH geführt.

Bei den im Jahr 2017 durchgeführten Standsicherheitsuntersuchungen zur Anpassung der Dammanlagen der Staustufe Eggfing-Obernberg, an die neue DIN 19700-13 (E DIN 19700-13:2017 wurde die normgerechte Standsicherheit des Stauhaltungsdamms Eggfing im Bereich des jetzt geplanten Umgehungsgewässers zwischen Fkm 40+650 und 35+000 nachgewiesen (Anlage 08.01.06).

Durch die an den Stauhaltungsdamm angeschüttete Berme auf der das neuen Verbindungsgerinne verläuft, verbessern sich die Widerstände gegen Böschungsbruch in diesem Bereich. Durch die Einschnitte am luftseitigen Dammfuß (Regelprofil 6 und 7) und die geänderten Sickerlinien im Stauhaltungsdamm ist die Standsicherheit der luftseitigen Böschung des Stauhaltungsdammes erneut nachzuweisen.

Darüber hinaus sind die Böschungen entlang des UMGs inkl. des Trenndamms zwischen dem Verbindungsgerinne und dem Malchinger Bach ebenfalls nachzuweisen.

Auf die Standsicherheit der wasserseitigen Böschung hat das geplante UMG keinen Auswirkungen. Entsprechend wird auf eine Wiederholung der Nachweise verzichtet und auf die Untersuchungen in Anlage 08.01.06 verwiesen.

Aufgrund der in Kap. 6.2 beschriebenen quasi identischen Sickerlinienverläufen werden, auf „sicheren Seite“ liegend, die Lastfälle 2.1 bzw. 3.1 in der BS-P (permanent/ständig) bemessen. Damit wird bei allen Böschungsbruchberechnungen eine Verkehrslast (SLW 30) angesetzt. Die im Lastenheft beschriebenen (Anlage 08.01.01) Verkehrslastbeschränkungen auf der Dammkrone bei Z_{H2} und Kronenstau werden damit auf „sicheren Seite“ liegend nicht berücksichtigt.

7.1.2 Ergebnisse der Nachweise gegen Böschungsbruch

Die einzelnen Berechnungen befinden sich in Anlage 08.01.03. Die Berechnungsergebnisse (Ausnutzungsgrade) sind in der Tabelle auf der ersten Seite der Anlage 08.01.03 zusammenfassend dargestellt.

- 7.1.2.1 Nachweis der luftseitigen Böschung des Stauhaltungsdammes in Verbindung mit der orografisch rechten Böschung des Umgehungsgewässers
Unter Berücksichtigung der nachfolgenden beschriebenen und in den Plänen der Anlage 04.05 dargestellten Maßnahmen kann die normgerechte Standsicherheit des Stauhaltungsdammes nachgewiesen werden.

Im Bereich der Regelprofil 1 und 3 ist eine durchlässige Schicht im Bereich der Gerinnesohle (im RP 1 und 2 unterhalb der Bentonitmatte) einzubauen.

Im Bereich der Regelprofile 6 und 7 (siehe Anlage 04.05) ist unter dem Begleitweg zwischen Stauhaltungsdamm und Verbindungsgerinne jeweils ein Geogitter einzubauen.

Hinter dem Steinsatz der Böschungssicherung ist der anstehender Auelehm bis in eine Tiefe von 1,5 m mit Kies auszutauschen. Falls im entsprechenden Bereich bei der Ausführung eine Aueschichtdicke $< 0,4$ m angetroffen wird, kann auf den Einbau eines Geogitters verzichtet werden.

- 7.1.2.2 Nachweise der Böschungen des Trenndamms in Verbindung mit der orografisch linken Böschung des Verbindungsgerinne
Unter Berücksichtigung der nachfolgenden beschriebenen und in den Plänen der Anlage 04.05 dargestellten Maßnahmen kann die normgerechte Standsicherheit des Trenndamms in Verbindung mit der orografisch linken Böschung des Verbindungsgerinnes werden.

Im Bereich des Regelprofils 6 (siehe Anlage 04.05) ist auf Höhe der bestehenden Geländeoberkante ein Geogitter einzubauen. Im Bereich des Regelprofils 7 ist hinter dem Steinsatz der Böschungssicherung der anstehender Auelehm bis in eine Tiefe von 1,5 m mit Kies auszutauschen.

- 7.1.2.3 Nachweise der Böschungen des Trenndamms in Verbindung mit der orografisch rechten Böschung des Malchinger Bachs
Unter Berücksichtigung der nachfolgenden beschriebenen und in den Plänen der Anlage 04. dargestellten Maßnahmen kann die normgerechte Standsicherheit des

Trenndamms in Verbindung mit der orografisch rechten Böschung des Malchinger Bachs nachgewiesen werden.

Im Bereich der Regelprofile 1, 3 (siehe Anlage 04.05) sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Bodenaustausch (Einbau durchlässiges Kies) unter dem Begleitweg, um Sickerwasserauftritte im Bereich des Trenndammfußes zu vermeiden.
- Einbau eines Geogitters in die Berme zwischen dem Malchinger Bach und den Trenndamm in einer Tiefe von 1 m unterhalb der neuen GOK.
- Bodenaustausch in den Regelprofil 1 und 3 hinter der neuen Böschungssicherung bis in eine Tiefe von bis zu 1,3 m. Im Regelprofil 1 kann der Bodenaustausch entfallen, wenn hier keine Auelehm ansteht.
- Einbau eines Geogitters im Regelprofil 3 auf Höhe des Wasserspiegels bei MQ im Malchinger Bach.

Im Bereich der Regelprofile 6, 7 (siehe Anlage 04.05) sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Im Bereich des Regelprofil 6 ist auf Höhe der bestehenden Geländeoberkante ein Geogitter einzubauen.
- Einbau eines zweiten Geogitters im Regelprofil 6 auf Höhe des Wasserspiegels bei MQ im Malchinger Bach
- Bodenaustausch hinter der Böschungssicherung bis in eine Tiefe von 1,5 m.

Die Nachweise zeigen, dass die Böschung mit der vorgegebenen relativ steilen Böschungsneigung von 1:1 standsicher aufgebaut werden kann. Optional könnte dies auch z.B. durch den Einbau von Gabionen erfolgen. Alternative Böschungsaufbauten können im Rahmen der Ausführungsplanung genauer untersucht werden.

7.1.2.4 Nachweise der orografisch linken Böschung des Malchinger Bachs

Die orografische linke Böschung des Malchinger Bachs hat keinen Einfluss auf die Standsicherheit des Stauhaltungsdammes bzw. auf den Trenndamm zwischen Verbindungsgerinne und dem Malchinger Bach. Auf einen Nachweis der Standsicherheit kann hier daher verzichtet werden.

7.2 Nachweis gegen Gleiten

7.2.1.1 Staudamm Eggfing

Gegenüber den im Jahr 2017 durchgeführten Gleitnachweisen (Anlage 08.01.06) verändert sich durch die Anlage des UMGs die Geometrie nur im Bereich des Augerinnens und der Regelprofile 6 und 7 des Verbindungsgerinnes negativ für den Gleitnachweis. Die Änderung der Geometrie beruht auf den Einschnitt am Dammfuß durch das UMG.

Die Sicherheit des Staudammes gegen Gleiten kann mit dem Gleitnachweis in Anlage 08.01.04 mit einer Ausnutzung von maximal 0,49 erbracht werden.

7.2.1.2 Trenndamm

Der Nachweis wird für den Trenndamm an dem Querschnitt mit der maximalen Dammhöhe und den steilsten Böschungen geführt (Regelprofil 1). Ein Wasserstand auf der Luftseite (Rückstau) wird auf der sicheren Seite liegend (wirkt rückhaltend) nicht angesetzt.

Zur Ermittlung des Eigengewichts des Dammkörpers wird in Höhe des Wasserstands im Verbindungsgerinne eine horizontal verlaufende Grenze im Trenndamm zwischen wassergesättigter und ungesättigter Zone definiert. Diese Annahme liegt auf der sicheren Seite, da die Sickerlinie in Realität in Richtung Luftseite abfällt, und damit ein geringerer Anteil des Dammes mit der Wichte unter Auftrieb gerechnet werden müsste. Das Eigengewicht wirkt sich günstig auf den Nachweis aus.

Die Sicherheit des Trenndamms gegen Gleiten kann mit dem Gleitnachweis in Anlage 08.01.04 mit einer Ausnutzung von maximal 0,38 erbracht werden.

7.3 Nachweise der Sicherheit gegen Materialtransport

7.3.1 Allgemeines

In Anlehnung an das DWA Merkblatt M507-1 [5] werden folgende Versagensmechanismen Materialtransport, wie in Anlage 08.01.06, geführt:

- Suffosion innerhalb des Erdstoffs: Die Überprüfung erfolgt anhand eines hydraulischen Kriteriums.
- Erosionsgrundbruch: Die Überprüfung erfolgt anhand eines globalen, empirischen Kriteriums.
- Kontakterosion: Die Überprüfung erfolgt anhand eines Filterkriteriums.

7.3.2 Suffosion innerhalb eines Erdstoffes

Nach dem Merkblatt „Standicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)“ [6] sowie dem Fachbuch „Geohydraulik“ [8] kann für Erdstoffe mit einem Korn-durchmesser von $d_{10} > 0,002$ mm auf Grund der mangelnden kohäsiven Eigenschaften der Feinteile Materialtransport durch Suffosion nicht von vorne herein ausgeschlossen werden. Dieser Grenze trifft alle die im Jahr 2017 (Anlage 08.01.06) untersuchten Sieblinien. Daher wurde an allen verfügbaren Sieblinien in den Schichten bzgl. der Suffosionsanfälligkeit untersucht.

Eine ausreichende Sicherheit gegen Suffosion konnte in (Anlage 08.01.06) nicht nachgewiesen werden. Allerdings wurden die Mengen des transportierten Bodenmaterials (<3%) als unbedenklich nach [6] einzustufen.

Um Anfälligkeiten gegen Suffosion durch die Anlage des UMGs zu untersuchen, wird der vorhandene, maximale Gradient der zu untersuchenden Schicht aus den Sickerlinienberechnungen der Anlage 08.01.02 mit den in Anlage 08.01.06 verwendeten Wert verglichen. Da dieser der neu ermittelte Gradient sich reduziert kann auf Nachweise der Sicherheit gegen Suffosion verzichtet werden.

7.3.3 Nachweis der Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch

Um eine mögliche Erosionsvorgang unter der Aueablagerungsschicht (undurchlässige Schicht) zu betrachten, wird das in [5] angegebenen Verfahren nach Chugaev angewendet. Für dieses Verfahren wird ein globaler, mittlerer hydraulischer Gradient ermittelt, und dieser mit den kritischen Gradienten des Dammschüttmaterials verglichen.

Durch die geplanten Aushubarbeiten für das UMG ist gegenüber den Nachweisen von 2017 (Anlage 08.01.06) von einer Erhöhung der Wasserdrücke auszugehen (entspricht ausgehobene, nicht mit Wasser befülltes Gerinne). Dies wird pauschal mit einer Erhöhung des angesetzten Wasserstands von 2 m in den Nachweisen berücksichtigt.

Für die Ermittlung der globalen hydraulischen Gradienten werden die zwei Staudammquerschnitte unterschiedlich betrachtet:

In BQ-SD-EGG-1, der eine dünne Aueablagerungsschicht abbildet, kann der Sickerweg im Falle eine schadhafte Dichtung eine Länge von 40 m (luftseitige Böschungsneigung = 1:2, wasserseitige Böschungsneigung = 1: 1,8, Sickerweg ca. 7,5 bis 9,7 m unter der Dammkrone) zugeordnet werden. Für die Lastfälle mit intakter Dichtung verlängert sich der Sickerweg um ca. 16 m.

In BQ-SD-EGG-6, der eine mächtige Aueablagerungsschicht abbildet, kann der Sickerweg eine Länge von 48 m (luftseitige Böschungsneigung = 1:2, wasserseitige Böschungsneigung = 1: 1,8, Sickerweg ca. 10 m unter der Dammkrone \approx tiefste Sohle Verbindungsgerinne) zugeordnet werden. Bei diesem Verfahren wird die vorhandene Untergrundabdichtung nicht berücksichtigt. Damit liegen die Ergebnisse für LF 1.1, 2.1 und 3.1 deutlich auf der sicheren Seite, und auf einen Nachweis für LF 3.2.1 kann verzichtet werden.

Eine ausreichende Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch kann mit dem stark auf der sicheren Seite liegenden und überschlägigen Verfahren nach Chugaev nachgewiesen werden. Die maximale Ausnutzung liegt bei 0,98.

7.3.4 Nachweis der Sicherheit gegen Kontakterosion

Der Staudamm Eggfing in Bestand konnte im Bereich des UMGs in allen Lastfällen nachgewiesen werden (Ausnutzung, $\mu \leq 1,0$) (Anlage 08.01.06).

Da die Kornverteilungslinie des Schüttmaterials noch nicht festgelegt wurde, ist die Sicherheit gegen Kontakterosion für das Schüttmaterial sowie für die Böschungssicherungen der Fischaufstiegsanlage innerhalb der Ausführungsplanung nach genauer Festlegung des zu verwendenden Schüttmaterials nachzuweisen.

7.4 Nachweis gegen Aufschwimmen der Deckschicht

Unterhalb der Damm-bzw. der Deichaufstandsfläche liegt i.d.R. eine bindige Auelehmschicht mit variierender Schichtstärke bzw. Tiefe vor. Im Hochwasserfall muss nachgewiesen werden, dass der im Grundwasserleiter anstehende hydrostatische Druck nicht zu einem sog. „Aufschwimmen“ der Auelehmschicht führt.

Bei den zur Herstellung des UMGs erforderlichen Erdarbeiten wird die undurchlässige Aueablagerungsschicht durchstoßen. Damit wird, wie in den Sickerberechnungen der Anlage 08.01.02 erkennbar, der hydrostatische Druck im Grundwasserleiter (quartäre Kiese) entspannt. Damit liegen die Berechnungen in Anlage 08.01.06 auf der sicheren Seite und auf einen gesonderten Nachweis kann verzichtet werden.

7.5 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch

Eine vertikal nach oben gerichtete Strömung kann zu einem hydraulischen Grundbruch führen. Für die Nachweise gegen hydraulischen Grundbruch sind der hydraulische Gradient in der zu untersuchenden Schicht und die Wichte unter Auftrieb maßgebend. Bei den zur Herstellung des UMGs erforderlichen

Erdarbeiten wird die undurchlässige Aueablagerungsschicht durchstoßen. Damit wird, wie in den Sickerberechnungen der Anlage 08.01.02 erkennbar, die Potentiale im Grundwasserleiter (quartäre Kiese) entspannt, und die Stärke der ggf. noch vorhandenen vertikal nach oben gerichteten Strömung reduziert.

Die Ergebnisse der Sickerberechnungen zeigen eine reduzierte Gefahr von hydraulischen Grundbuch gegenüber den Berechnungen in Anlage 08.01.06 und somit kann auf einen gesonderten Nachweis verzichtet werden.

8 Zusammenfassung

Gemäß der Planungsgeometrie des UMGs und den sonstigen Randbedingungen wurden Berechnungsquerschnitte

- für den Stauhaltungsdamm Eggfing in Verbindung mit der orografisch rechten Böschung des Umgehungsgewässers,
- für den Trenndamm zwischen Verbindungsgerinne und Malchinger Bach in Verbindung mit der orografisch linken Böschung des Umgehungsgewässers
- und für den Trenndamm in Verbindung mit der orografische rechten Böschung des Malchinger Bachs

abgeleitet. Mittels dieser Berechnungsquerschnitte und den in den Plänen der Anlage 04. dargestellten Maßnahmen kann:

- die normgerechte Standsicherheit für den Stauhaltungsdamm Eggfing in Verbindung mit dem Umgehungsgewässer,
- die Standsicherheit der Böschungen des Trenndamms zwischen Verbindungsgerinne und Malchinger Bach

nachgewiesen werden. Darüber hinaus zeigen die Nachweise, dass die orografisch rechte Böschung des Malchinger Bachs mit der vorgegebenen relativ steilen Böschungsneigung von 1:1 standsicher aufgebaut werden kann. Optional kann dies z.B. auch durch den Einsatz von Gabionen erfolgen. Alternative Böschungsaufbauten können im Rahmen der Ausführungsplanung genauer untersucht werden.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 RQ 1 Staudamm Eggfing	7
Abbildung 2 Verkehrslast für einen SLW 30	16