



# DIPLOMARBEIT

## Master Thesis

### **Optimierung einer bestehenden Wasserkraftanlage**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades  
einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Tschernutter

E222

Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Julia Kozumplik**

0326325

Ölzeltgasse 12/1/7  
1230 Wien

Wien, März 2013

---

(Julia Kozumplik)

## Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Menschen bedanken, die mich unterstützt haben und es dadurch erst möglich gemacht haben, dass ich studieren und diese Arbeit schreiben konnte.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, Helga Kozumplik und Mag. pharm. Leonhard Kozumplik, die mich immer unterstützt und an mich geglaubt haben, auch und gerade dann, wenn es manchmal nicht so gut lief.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Schwester Lisa Adam bedanken, für hilfreiche Tipps und Tricks zum Thema Formatierung und dafür, dass sie für mich da ist.

Ich danke der Technischen Universität Wien für die guten Jahre, die ich hier verbringen durfte und die enorme Menge an Wissen und Erfahrungen, die ich hier sammeln konnte. All jenen Menschen, die sich hier mit großem Engagement für die Wissensweitergabe und die Forschung einsetzen, obwohl die Rahmenbedingungen laufend schwieriger werden, gehört meine Bewunderung. Danke!

Besonders erwähnen möchte ich an dieser Stelle Univ. Prof. Dipl.- Ing. Dr. techn. Peter Tschernutter. Er hat mich nicht nur bei dieser Arbeit bestens betreut und entscheidend dazu beigetragen, dass ich mich für den Bau von Wasserkraftwerken zu interessieren begonnen habe, sondern mich auch gezielt persönlich gefordert und gefördert. Dafür hier ein großes Dankeschön.

Großzügige Unterstützung ist mir auch von Seiten der EVN AG sowie ihrer Ökostrom- Tochtergesellschaft, der evn naturkraft<sup>1</sup>, entgegengebracht worden. In diesen Firmen gibt es sehr viele engagierte und motivierte Kollegen, denen ich für die gute Zusammenarbeit der letzten fünf Jahre und die Unterstützung bei dieser Arbeit danken möchte. Leider reicht der Platz nicht aus, um alle namentlich zu erwähnen.

---

<sup>1</sup> evn naturkraft Erzeugungsgesellschaft m. b. H. – im Folgenden als „evn naturkraft“ bezeichnet

Daher möchte ich mich stellvertretend für viele andere besonders bei diesen Menschen bedanken:

Dipl.-Ing. Dr. Adolf Aumüller, Leiter der Strategischen Geschäftseinheit Kraftwerke

Dipl.-Ing. Friedrich Zemanek, Geschäftsführer evn naturkraft, für die Idee zur Wahl des Themas.

Dipl.-Ing. Friedrich Weisgram, Abteilungsleiter Kraftwerksbau, dafür, dass er mir in zeitlicher und räumlicher Hinsicht einen Platz geschaffen hat, an dem ich mich dieser Arbeit in Ruhe widmen konnte.

Dipl.-Ing. Ernst Bieber für seine Bereitschaft, mit mir über jede auch noch so seltsame Frage zum Bestand zu diskutieren, sein Wissen über die Erlauf-Kraftwerkskette, seine konstante Ermutigung zwischendurch und für den Kaffee.

Dipl.-Ing. Dr. Raimund Gaisbauer für seine Unterstützung und seine Unterlagen zum Thema Erzeugungsabschätzung und dafür, dass er mir auf der Zielgeraden den Rücken freigehalten hat.

Franz Tackner für die Vermessungspläne auf denen ich meine Planung aufbauen konnte und für die Hilfe mit dem Erstellen der Gelände- und Höhenschichtlinienmodelle.

Ing. Franz Zischkin dafür, dass er mir viel beigebracht hat über Projektentwicklung und mir ein guter Freund war.

Zum Schluss möchte ich all jenen danken, die an der Planung, dem Bau, dem Betrieb, der Instandhaltung und der Sanierung des Kraftwerkes Erlaufboden beteiligt waren. Ich bin stolz, in einer Reihe von Menschen zu stehen, die vor so vielen Jahren dieses faszinierende – und in so vielfältiger Weise einzigartige – Kraftwerk geplant und an dieser schwer zugänglichen Stelle gebaut haben. Es war eine Bereicherung für mein Leben, Einblick in die Gedanken früherer Ingenieure zu bekommen. Sei es über Pläne, Berechnungen, Gutachten, Aktennotizen, Schriftwechsel oder über die Betrachtung der Anlage selbst.

## Kurzfassung

In dieser Arbeit wird das Kraftwerk Erlaufboden mit dem Speicher Stierwaschboden in seinem gebauten Bestand beschrieben und in Plänen dargestellt. Die wasserwirtschaftliche Situation wird unter Einbeziehung des Einzugsgebietes analysiert und die Ergebnisse in eine energiewirtschaftliche Nachrechnung des Anlagenbestandes einbezogen.

Es wird eine detaillierte Berechnung des bestehenden Triebwasserweges mit dem Schwerpunkt Verlusthöhe und eine Analyse des Stauraumes in Hinblick auf eine mögliche Vergrößerung durchgeführt.

Im Anschluss werden die drei genannten Berechnungen (Erzeugungsberechnung, Verlusthöhenberechnung im Triebwasserweg und Speichervolumenberechnung) ausgeweitet indem die Parameter Stauziel, Speichervolumen, Querschnitt des Druckstollens und Querschnitt der Druckrohrleitung variiert und die Auswirkungen auf das Gesamtsystem untersucht werden. Hier wird besonderes Augenmerk auf eine Steigerung der Energieerzeugung gelegt. Die wichtigsten Größen sind in diesem Zusammenhang der Ausbaudurchfluss und die Nettofallhöhe. Durch eine Vergrößerung des Speichers soll eine größere zeitliche Flexibilisierung der Stromproduktion ermöglicht werden.

Zum Schluss werden Varianten für eine bauliche Umsetzung der dadurch ermittelten Verbesserungsmöglichkeiten auf ihre Eignung untersucht und konkrete Maßnahmen empfohlen.

## Abstract

In this paper the Erlaufboden power plant with its reservoir Stierwaschboden is described and visualized in plans. The current situation concerning the flow behaviour is analysed and the results are included in a calculation of energy production.

There is also a detailed calculation of the existing waterway with a focus on loss of height and an analysis of the reservoir regarding a possible enlargement of the storage capacity.

The calculations are repeated and extended with a different reservoir waterlevel, diameter of tunnel and penstock. The effects are examined with a focus on energy production. Increasing the storage capacity should provide more temporal flexibility.

Some variants for a structural implementation of an enlargement of the embankment dam and the gravity dam are examined on their suitability. The best of them is described and visualized in plans.

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	2
Kurzfassung.....	4
Abstract .....	5
Inhaltsverzeichnis .....	6
1. Einleitung .....	12
2. Beschreibung und technische Daten des Bestandes.....	13
2.1. Lage.....	13
2.2. Geschichte und Geologie.....	15
2.2.1. Planung und Bau der Erlauf- Kraftwerkskette 1907 - 1924.....	15
2.2.2. Umbau 1948 - 1949.....	21
2.2.3. Erhöhung der Engpassleistung 1977.....	23
2.2.4. Hochwasserentlastung 1991 - 2000 .....	23
2.2.5. Automatisierung 2008.....	27
2.2.6. Besitzverhältnisse.....	27
2.3. Speicher Stierwaschboden .....	28
2.4. Sperre Stierwaschboden .....	31
2.4.1. Erddamm.....	33
2.4.2. Gewichtsmauer.....	35
2.4.3. Betriebseinrichtungen.....	37
2.4.3.1. Triebwassereinlauf .....	37
2.4.3.2. Grundablass.....	37
2.4.3.3. Hochwasserentlastung .....	39
2.4.3.3.1. Hochwasserentlastung I – Obergewichtsklappe .....	39
2.4.3.3.2. Hochwasserentlastung II – Streichwehr.....	43
2.5. Triebwasserführung .....	46
2.5.1. Einlaufbauwerk.....	46

2.5.2.	Erdverlegtes Betonrohr und Rohrbrücke .....	47
2.5.3.	Druckstollen.....	49
2.5.4.	Wasserschloss .....	50
2.5.5.	Apparatekammer.....	51
2.5.6.	Druckrohrleitung .....	51
2.5.7.	Verteilerrohrleitung .....	52
2.5.8.	Maschinensätze.....	53
2.5.9.	Triebwasserrückgabe .....	54
2.6.	Krafthaus Erlaufboden .....	55
2.7.	Messstellen und Überwachung .....	56
2.7.1.	Pegelanlagen der Kraftwerksgruppe .....	56
2.7.2.	Messeinrichtungen an der Sperre Stierwaschboden .....	58
3.	Hydrologie.....	59
3.1.	Einzugsgebiet .....	59
3.2.	Pegel Mitterbach / Erlauf.....	62
3.3.	Pegel Reith / Große Lassing.....	65
3.4.	Pegel Wienerbruck / Ötscherbach .....	68
3.5.	Gegenüberstellung der Pegel .....	72
3.6.	Pegel Erlaufboden / Erlauf.....	73
4.	Erzeugungsabschätzung.....	81
4.1.	Eingangsdaten der Berechnung .....	81
4.1.1.	Durchflüsse .....	81
4.1.2.	Gebauter Bestand .....	82
4.1.2.1.	Turbinen .....	82
4.1.2.2.	Stollen .....	82
4.1.2.3.	Druckrohrleitung.....	82
4.1.2.4.	Fallhöhe .....	83
4.2.	Berechnung .....	83

4.2.1.1.	Erzeugung.....	83
4.2.1.2.	Maschinenwirkungsgrad.....	83
4.2.1.3.	Nettofallhöhe .....	83
4.3.	Ergebnisse.....	84
4.3.1.	Durchflussdauerlinie .....	84
4.3.2.	Leistungsdauerlinie.....	85
4.3.3.	Nettofallhöhe .....	85
4.3.3.1.	Fallhöhenverluste durch Stauspiegelschwankungen .....	85
4.3.3.2.	Reibungsverluste Triebwasserleitung.....	86
4.3.4.	Stromproduktion .....	87
4.3.5.	Plausibilisierung der Ergebnisse.....	90
4.4.	Zusammenfassung .....	92
5.	Berechnung des Triebwasserweges .....	93
5.1.	Vorbemerkungen .....	93
5.2.	Verlusthöhen.....	93
5.2.1.	Bestandsnachrechnung.....	93
5.2.2.	Veränderungsmöglichkeiten .....	101
5.3.	Wasserschloss.....	104
5.3.1.	Stabilitätskriterien nach Thoma .....	104
5.3.2.	Höchster und tiefster Wasserspiegel.....	105
5.3.2.1.	Höchste Aufschwingung bei plötzlichem Schließen .....	105
5.3.2.1.1.	Abschätzung nach (Giesecke, et al., 2009) .....	105
5.3.2.1.2.	Abschätzung nach (Rössert, 1994).....	106
5.3.2.2.	Tiefste Abschwingung bei plötzlichem Anfahren .....	107
5.3.2.2.1.	Abschätzung nach (Giesecke, et al., 2009) .....	107
5.3.2.2.2.	Abschätzung nach (Rössert, 1994).....	108
5.4.	Schlussfolgerung .....	109
6.	Volumen des Speichers Stierwaschboden.....	110

6.1.	Grundlagen .....	110
6.2.	Befüll- und Entleerzeiten .....	111
6.2.1.	Situation 1 .....	111
6.2.2.	Situation 2 .....	111
6.2.3.	Situation 3 .....	112
6.2.4.	Situation 4 .....	112
6.2.5.	Situation 5 .....	112
6.2.6.	Situation 6 .....	113
6.2.7.	Schlussfolgerung .....	113
6.3.	Wunschgröße des Speichers .....	113
6.4.	Randbedingungen einer Speichervergrößerung .....	114
6.5.	Abschätzung des Volumens .....	119
6.5.1.	Abschätzung mit Geländemodell .....	119
6.5.2.	Abschätzung mit Höhenschichtlinien .....	123
6.5.3.	Vergleich der beiden Methoden .....	126
6.6.	Schlussfolgerungen .....	127
7.	Optimierung .....	128
7.1.	Vorbemerkungen .....	128
7.2.	Triebwasserweg .....	128
7.2.1.	Vorbemerkung .....	128
7.2.2.	Größere Fallhöhe – höheres Stauziel .....	128
7.2.3.	Größerer Durchfluss – größerer Querschnitt .....	131
7.2.3.1.	Vergrößerung des Stollens .....	131
7.2.3.2.	Vergrößerung des Stollens und der Druckrohrleitung .....	133
7.2.4.	Größerer Durchfluss und höheres Stauziel .....	136
7.2.5.	Maschinenausbau .....	137
7.2.6.	Schlussfolgerung .....	138
7.3.	Speichervolumen .....	139

7.3.1.	Festlegung eines neuen Stauziels.....	139
7.3.2.	Speicherinhalt.....	140
7.3.3.	Platzbedarf .....	140
7.3.4.	Befüll- und Entleerzeiten .....	142
7.3.4.1.	Situation 1 .....	142
7.3.4.2.	Situation 2 .....	142
7.3.4.3.	Situation 3 .....	142
7.3.4.4.	Situation 4 .....	143
7.3.4.5.	Situation 5 .....	143
7.3.4.6.	Situation 6 .....	143
7.3.5.	Schlussfolgerung.....	144
8.	Maßnahmen / Bauliche Umsetzungsmöglichkeiten .....	145
8.1.	Erddamm .....	145
8.1.1.	Vorbemerkungen.....	145
8.1.2.	Dammerhöhung - Variantenuntersuchung.....	147
8.1.2.1.	Variante 1 – Winkelstützmauer .....	147
8.1.2.2.	Variante 2 – Schräger Dichtkern .....	148
8.1.2.3.	Variante 3 – Vertikaler Dichtkern.....	149
8.1.2.4.	Variante 4 – Injektionsdichtschirm.....	150
8.1.3.	Vorschlag für die Dammerhöhung nach Variante 4 .....	152
8.2.	Gewichtsmauer.....	153
8.3.	Betriebseinrichtungen .....	154
8.4.	Speicher.....	154
8.5.	Wasserschloss.....	155
8.6.	Zusammenfassung .....	155
9.	Schlussfolgerung.....	156
10.	Abbildungsverzeichnis .....	158
11.	Literaturverzeichnis.....	163

12. Anhang .....	165
12.1. ANHANG A – Betriebsordnung.....	166
12.1.1. Beilage 1: Abflussdiagramm.....	166
12.1.2. Beilage 6: Wasserabgabe an die Unterlieger .....	167
12.2. ANHANG B – Pläne.....	169

## 1. Einleitung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem bestehenden Kraftwerk Erlaufboden. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem Speicher Stierwaschboden, dem Krafthaus Erlaufboden und dem dazwischen liegenden Triebwasserweg. Die Anlage ist Teil der Erlauf- Kraftwerkskette.

Der gebaute Bestand wird beschrieben und nach wasser- und energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet. Es wird nach Möglichkeiten für eine Erhöhung des Ausbaudurchflusses gesucht. Gleichzeitig wird eine größere Flexibilität der Energieerzeugung in zeitlicher Hinsicht (Spitzenstrom) untersucht.

Im Zuge dieser Arbeit werden die Parameter Stauziel, Speichervolumen, Querschnitt des Druckstollens und Querschnitt der Druckrohrleitung variiert und die Auswirkungen auf das Gesamtsystem – insbesondere auf die Energieerzeugung - untersucht.

Es werden Optimierungsmöglichkeiten und bauliche Umsetzungsmöglichkeiten derselben dargestellt.

## 2. Beschreibung und technische Daten des Bestandes

### 2.1. Lage

Das Kraftwerk Erlaufboden befindet sich im Südwesten von Niederösterreich im Bezirk Lilienfeld und ist Teil der Erlauf- Kraftwerkskette.



Abb. 1 Lage der Erlaufkette in Niederösterreich

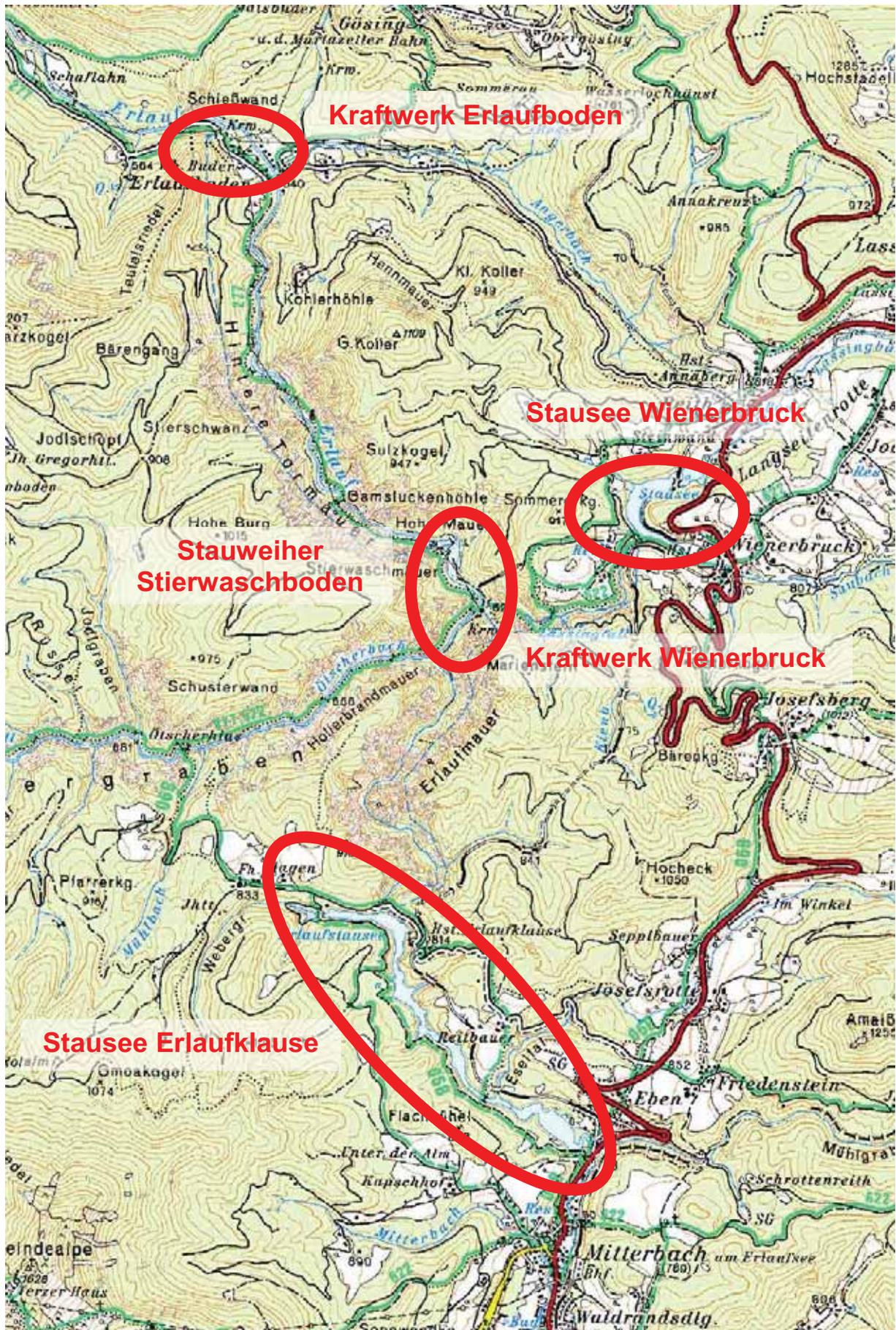


Abb. 2 Lageplan der wesentlichen Teile der Erlauf- Kraftwerkskette

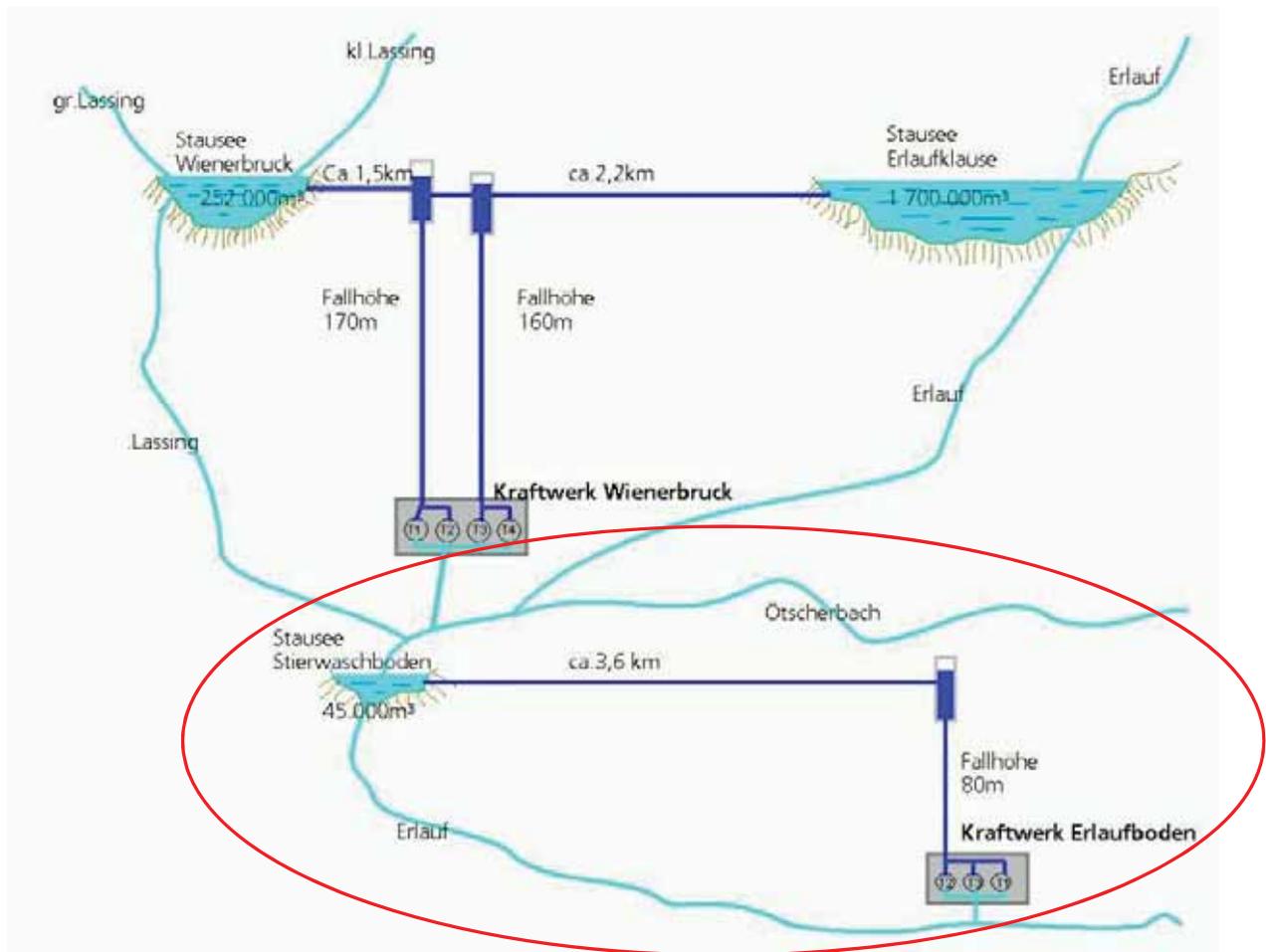


Abb. 3 Hydraulisches Schema der Erlauf- Kraftwerkskette (EVN-Archiv)

Da diese Arbeit sich nur mit dem Kraftwerk Erlaufboden beschäftigt (in Abb. 3 rot markiert), wird im Folgenden auf eine detaillierte Beschreibung des Kraftwerks Wienerbruck mit seinen beiden Stauseen Wienerbruck und Erlaufklause verzichtet.

Eine Panoramadarstellung des Kraftwerks Erlaufboden ist in Abb. 6 zu sehen.

Die Lage der einzelnen Kraftwerksteile in einem Katasterplan ist in Plan 01 dargestellt.

Abb. 16 zeigt eine schematische Übersicht über die Sperrenstelle Stierwaschboden.

## 2.2. Geschichte und Geologie

### 2.2.1. Planung und Bau der Erlauf- Kraftwerkskette 1907 - 1924

Im Jahre 1907 wurde beschlossen, die „Niederösterreichisch-steirische Alpenbahn St. Pölten – Mariazell – Gusswerk“ (besser bekannt als „Mariazellerbahn“) zu elektrifizieren. Es handelt sich dabei um eine Schmalspur- Eisenbahnstrecke. Per Landes-

gesetz erfolgte im selben Jahr der Baubeschluss für ein hydraulisches Kraftwerkssystem mit einer thermischen Reserve. Zu diesem Zweck wurde das Niederösterreichische Landes-Elektrizitätswerk (NÖLEW) gegründet. Dieses Unternehmen konzipierte ein dreiteiliges Kraftwerkssystem mit zwei Wasserkraftstufen an der Erlauf (Wienerbruck und Trübenbach) und dem Dieselkraftwerk St. Pölten. Der Bau des Kraftwerks Wienerbruck mit den beiden Speichern Wienerbruck und Erlaufklause wurde auch zügig begonnen und das Kraftwerk Wienerbruck ging 1911 in Betrieb. Der Bau der Unterstufe des Kraftwerkssystems wurde 1914 bei Kriegsausbruch eingestellt und erst wieder Anfang der zwanziger Jahre von der Niederösterreichischen Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (NEWAG) wieder aufgenommen. Im Zuge dieser Verzögerung wurde eine Umplanung durchgeführt, bei der die Lage des Krafthauses von Trübenbach stromaufwärts nach Erlaufboden verschoben wurde. Trübenbach sollte in einem weiteren Schritt als dritte Stufe umgesetzt werden – was aber nie erfolgte.<sup>2</sup>

Nicht nur die Stelle des Krafthauses wurde – im Vergleich zur ursprünglichen Planung von 1909 – verschoben, sondern auch die Sperrenstelle. Diese war ursprünglich unter dem Namen „Sperre Ötschergraben“ für eine Stelle etwa 500m unterhalb der tatsächlich ausgeführten Sperre vorgesehen. Das Tal bildet an dieser Stelle eine natürliche Engstelle, die mit einer Gewichtsmauer von relativ kurzer Kronenlänge abgesperrt werden sollte. Bei gleicher Kote des Stauzieles wäre der „Stauweiher Ötschergraben“ deutlich größer geworden, als es der Speicher Stierwaschboden heute ist.<sup>3</sup>

An dieser geplanten Sperrenstelle traten unerwartete Fundierungsschwierigkeiten auf, sodass diese Baustelle nach einigen anfänglichen Arbeiten aufgegeben wurde. Übrig geblieben ist ein unvollendeter Stollen, der ursprünglich als Bauumleitung und Hochwasserentlastung vorgesehen war.<sup>4</sup> (siehe Abb. 4)

Worin genau diese Fundierungsschwierigkeiten bestanden konnte nicht mehr eruiert werden. Auch über den Untergrund der Sperrenstelle Stierwaschboden gibt es aus der Bauzeit kaum erhaltene Aufzeichnungen. Es muss wohl davon ausgegangen

---

<sup>2</sup> (Rigele, 2004)

<sup>3</sup> (EVN-Archiv)

<sup>4</sup> (Der Umbau der Stauanlage Stierwaschboden des NEWAG-Kraftwerkes Erlaufboden, 1950) und (EVN-Archiv)

werden, dass diese Unterlagen bei jenem Hochwasser im Juli 1997 zerstört wurden, dass in das Archiv des Kraftwerks Erlaufboden eingedrungen ist.



Abb. 4 Aufgegebener Stollen an der Erlauf unterhalb der Sperre Stierwaschboden (Kozumplik, 2011)

Ein mit 1923 datierter technischer Bericht, der wahrscheinlich Teil der Kollaudierung war, beschreibt die Situation folgendermaßen:

*„In einer Entfernung von 500m unterhalb des bestehenden Werkes Wienerbruck sind im Erlaufflusse die zur Errichtung einer Staumauer erforderlichen günstigen Fundierungsverhältnisse von der Natur geschaffen. Die Erlauf bildet an dieser Stelle ein scharfes Knie und tritt in der ganzen Fluss- Sohle Fels zutage. Das rechtsufrige Widerlager der Mauer wird durch eine vorspringende Felsrippe gebildet, während das linke Widerlager in eine in den Flusslauf Halbinselartig hineinragende festgelagerte Terrainstufe einbindet. An die eigentliche Staumauer schließt ein mit einem Betonkern versehener Damm aus geschüttetem Material von 2m Kronenbreite und 2 - 3,5m Höhe an, der bis an das linke Talufer heranreicht. Der Betonkern hat eine Kronenbreite von 1,2m, eine Fußbreite von 2,6m und reicht von der Staukote 612,00 bis auf die Kote 603,00, hat demnach eine Gesamthöhe von 8m.*

*Nachdem durch Sondierungen festgestellt wurde, dass der Staukern nur beim Anschlusse an die Staumauer und bei der Einbindung in das linke Ufer mit Sicherheit auf Fels fundiert werden kann, in der übrigen Strecke jedoch auf dem festgelagerten, die alte Flussrinne der Erlauf auffüllenden Schotter zu liegen kommt, wurde noch eine Spundwand, welche in der Mitte des Kernmauerwerkes angeordnet ist, so tief als möglich herabgetrieben. Wasserseitig wurde der beim Baue des Staukernes sich ergebende Raum zwischen Kern und der Baugrubenwand mit Lehm bis auf die natürliche Terrainhöhe ausgefüllt, jener Teil des Kernmauerwerkes der über das natürliche Terrain herausragt, erhielt wasserseitig einen doppelten Torkretverputz.<sup>5</sup>*



Abb. 5 Übersicht über die Baustelle der Sperre Stierwaschboden von der Unterwasserseite (P 2004)

Es kann also wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Gewichtsmauer an der rechten Talseite auf den anstehenden Felsen gegründet ist. Auf der linken Talflanke tritt ebenfalls Fels zu Tage. Dazwischen scheint es sich um einen tiefen Einschnitt im Fels zu handeln, der mit Geröll und Hangschutt verfüllt ist. Es ist wohl anzunehmen, dass weder im Zuge des Baues noch bei den vorhergehenden Sondierungen der felsige Untergrund erreicht wurde.

---

<sup>5</sup> (845-19)

Die tiefste Stelle der Spundwand liegt wahrscheinlich auf einer Höhenkote zwischen 603,0 und 603,5müA. Die oben angeführten Höhenkoten sind um 1,68m zu hoch, da sie sich auf das Bahnsystem beziehen.

Abb. 5 ist ein Foto aus dem Jahr 1923. Zentral im Bild befindet sich der Dammkörper, dessen Betonkern noch fehlt. Rechts im Vordergrund ist bereits die Hochwasserentlastungsanlage zu erkennen.

In Abb. 6 ist die Lage der gesamten Kraftwerksanlage in einer Panoramadarstellung aus dem Jahr 1923 anlässlich des Durchschlages des Triebwasserstollens zu sehen.

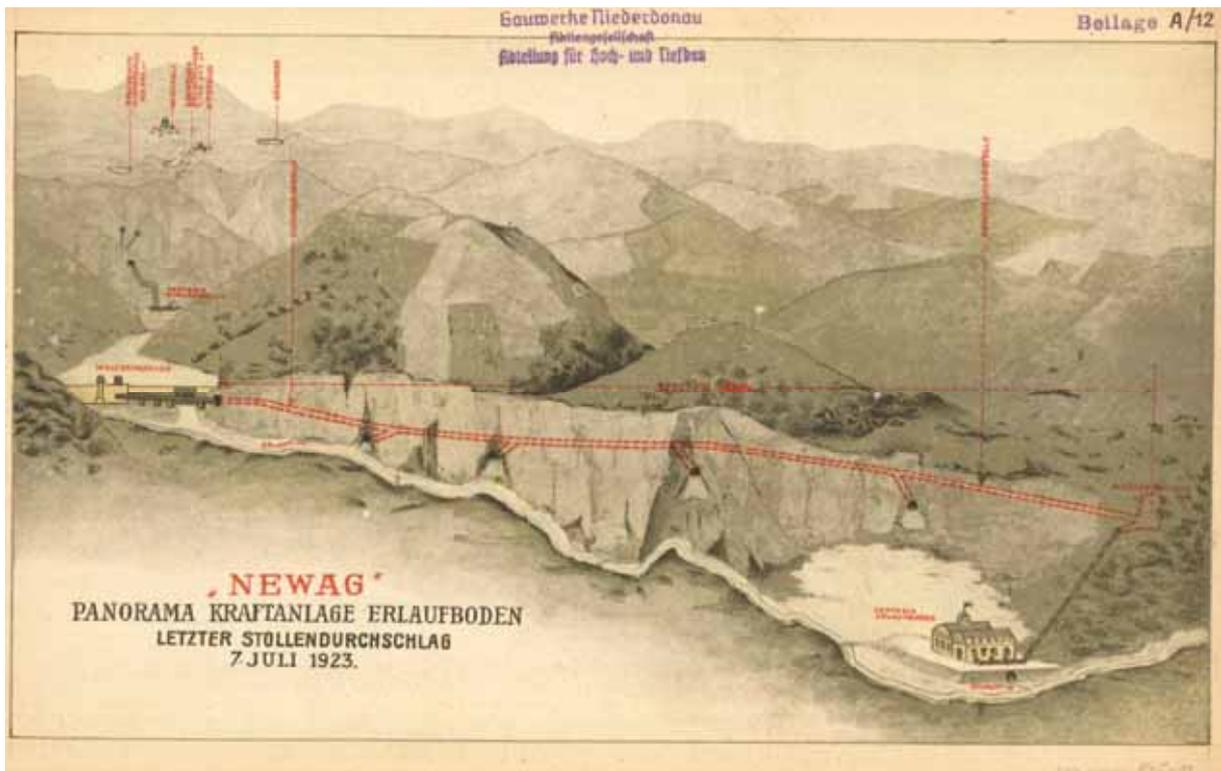


Abb. 6 Panorama der Kraftwerksanlage Erlaufboden (845-19)

Der Triebwasserstollen liegt zum größten Teil in festem, dolomitischem Kalkfelsen. Beim Vortrieb wurden insgesamt vier Fensterstollen vorgetrieben, von denen zwei für Wartungsarbeiten mit Stollentüren versehen wurden. Die beiden anderen wurden nach Ende des Baues wieder verschlossen.<sup>6</sup>

*„Die innere Stollenleibung wurde durchwegs mit einem wasserdichten Verputz versehen und wurden nach Fertigstellung dieser Verputzarbeiten die Stollenfirste ange-*

---

<sup>6</sup> (845-19)

*bohrt und mit fettem Zementmörtel bei einem Drucke von 6 Atmosphären hinter-spritzt, um sämtliche Hohlräume, die bei der Betonierung entstehen, auszufüllen.*<sup>7</sup>

Der Querschnitt des Triebwasserstollens ist in Abb. 46 zu sehen.

Die Druckrohrleitung wurde frei verlegt, besteht aus 6m langen, geschweißten Fluss-eisenrohren und liegt auf Betonpfeilern auf, die auf Fels fundiert sind.<sup>8</sup> Diese Funda-mente sind in Abb. 7 zu sehen.



Abb. 7 Foto vom Bau der Fundamente für die Druckrohrleitung (P 2021)

*„Die Werksanlage befindet sich am Erlaufboden und wurde in der Nähe des Erlauf-flusses parallel zur Druckrohrleitung errichtet.“<sup>9</sup>*

Nach einer etwa zweijährigen Bauzeit nahm die Kraftwerksanlage Erlaufboden 1924 den Betrieb auf.

---

<sup>7</sup> (845-19)

<sup>8</sup> (845-19)

<sup>9</sup> (845-19)

### 2.2.2. Umbau 1948 - 1949<sup>10</sup>

Bereits nach 25 Jahren war der Bestand der Sperre Stierwaschboden durch massive Mängel gefährdet. Diese wurden hauptsächlich auf eine Durchfeuchtung der Betonteile in Kombination mit Frost zurückgeführt. Außerdem fielen die verhältnismäßig großen Wasserverluste energiewirtschaftlich schwer ins Gewicht. Daher wurde in den Jahren 1948 und 1949 eine großangelegte Sanierung aller Betonteile der Sperre (Staumauer, Betonkerndichtung des Dammes, Grundablass, Schottertore) durchgeführt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf wasserdichten, frostfreien Beton gelegt. Eine Untersuchung des Schotters im Bereich des Stierwaschbodens ergab einen zu niedrigen Anteil an Feinkorn für die Herstellung des geforderten Betons. Dieser Umstand ist wohl auch der Grund, warum die ursprünglichen Betonteile bereits nach einer verhältnismäßig kurzen Zeit in so schlechtem Zustand waren. 1948 wurde unter großem Aufwand Quarzsand zur Sperrenstelle transportiert um die gewünschte Betonqualität zu erhalten.



Abb. 8 Übersichtsfoto aus dem Jahr 1948 über den entleerten Speicher Stierwaschboden zu Beginn der Umbauarbeiten. Im Hintergrund ist das Kraftwerk Wienerbruck zu sehen. (EVN-Archiv)

---

<sup>10</sup> (Der Umbau der Stauanlage Stierwaschboden des NEWAG-Kraftwerkes Erlaufboden, 1950)

Auch in diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die Gründungsverhältnisse als schwierig eingestuft werden. Es wird erwähnt, dass das Ötschermassiv mit seinem von Spalten, Klüften und Höhlungen durchzogenen Kalkstein grundsätzlich – auch bei den beiden anderen Sperrern – für standsichere Gründungen und wasserdichte Anschlüsse problematisch ist. Die Sperrenstelle bereitete mit ihrer tief unter die Sohle der Erlauf reichenden, mit Geröll und Geschiebe gefüllten Kluft ebenfalls große Schwierigkeiten. Außerdem werden Gipsadern und aggressive Hangwässer beschrieben, die zerstörend auf den Beton einwirken.

Plandarstellungen aus der Zeit dieses Umbaus sind in Abb. 18 und Abb. 23 zu sehen. Es ist anzunehmen, dass der dargestellte Untergrund mit dem damaligen Wissensstand über die Geologie zusammenpasst.

Im Zuge dieser Sanierung wurde auch das Dachwehr der Hochwasserentlastung durch eine Gewichtsstauklappe ersetzt. Als Grund dafür werden hohe Wasserverluste durch Umläufigkeiten und Undichtheiten angeführt.

Dieser Umbau ist von der Wasserseite aus gesehen in Abb. 9 im Vordergrund zu erkennen. Im Anschluss daran sind der Dammkörper und dahinter die Staumauer von der Luftseite zu sehen.

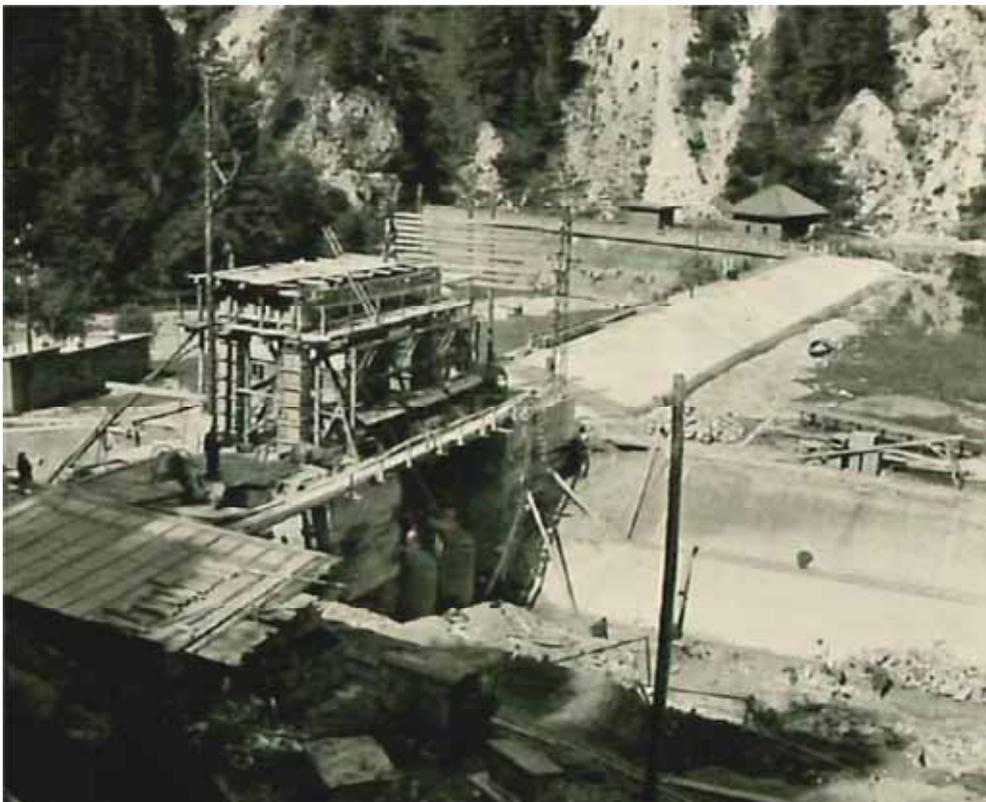


Abb. 9 Foto aus der Zeit des Umbaus der Sperre Stierwaschboden 1948/49 (EVN-Archiv)

### 2.2.3. Erhöhung der Engpassleistung 1977<sup>11</sup>

1977 wurde nach detaillierten Berechnungen des Triebwasserweges im Eingangstollen des Wasserschlosses eine 70cm hohe Schwallmauer errichtet, die es ermöglichte, die Engpassleistung des Kraftwerkes von bisher 2,7MW auf 3,0MW anzuheben. Dadurch konnten – statt bisher zwei Turbinen mit Vollast – alle drei Turbinen gleichzeitig – mit Teillast – betrieben werden. In diesem Zusammenhang wurden mehrere Versuche und Messungen durchgeführt. Auf diese wird teilweise später noch eingegangen. (siehe 5.2.1)

### 2.2.4. Hochwasserentlastung 1991 - 2000<sup>12</sup>

Der zweite größere Umbau in der Geschichte des Kraftwerks Erlaufboden betraf wieder den Speicher Stierwaschboden und wurde in den Jahren 1999 bis 2000 durchgeführt. Der Grund dafür war eine neue Betrachtungsweise des Sicherheitskonzeptes und daraus resultierend der Wunsch, ein größeres Bemessungshochwasser abführen zu können. Der Anlass für diese Überlegungen war ein Hochwasserereignis im Jahre 1991.<sup>13</sup>

Da die bestehende Hochwasserentlastung (siehe 2.4.3.3.1) durch die darüber verlaufende Brücke (Triebwasser – siehe 2.5.2) in ihrem Abfuhrvermögen beschränkt ist, wurde nach einer zusätzlichen Möglichkeit der Hochwasserentlastung gesucht.

Die erste Überlegung war, einen Überfall (mit oder ohne Klappe) direkt über die Staumauer zu schaffen. Dazu wurden 1994 an der Luftseite der Mauer refraktionsseismische Messungen und mehrere Kernbohrungen durchgeführt um die Eignung des Untergrundes für ein Tosbecken zu erkunden.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> (EVN-Archiv)

<sup>12</sup> (EVN-Archiv)

<sup>13</sup> Es handelt sich wahrscheinlich um das Hochwasser vom 3. August 1991, bei dem die Pegel Mitterbach, Reith und Ötscherbach (siehe 3) in Summe Durchflüsse über 105m<sup>3</sup>/s (BMLFUW) aufgezeichnet haben. Das bedeutet, dass an der Sperre Stierwaschboden ein HQ10 bis HQ50 (siehe 2.4.3.3) aufgetreten sein muss. Da bereits kurz davor am 28. Juli 1991 ein größeres Hochwasser (knapp unter HQ10) aufgetreten ist (BMLFUW), ist davon auszugehen, dass die Speicher voll waren und die Hochwassersituation sich dadurch verschärft hat.

<sup>14</sup> (Jacobs, 1994)

Im Zuge dieser Bohrungen wurde festgestellt, dass die Sperrengründung auf sehr stark geklüftetem Fels in 3,2 bis 4,2m Tiefe auf etwa 603müA liegt. Neben einem extrem stark kalzitisch durchäderten, dunkelgrauen Kalk wurde bei den Bohrungen auch ein im cm- Bereich geklüfteter, hellbrauner Kalk, bei dem es sich möglicherweise um Wettersteinkalk handelt, angetroffen. In Kombination mit den seismischen Untersuchungen kann gesagt werden, dass die oberste Schichte aus locker gelagerten, trockenen Alluvionen besteht und ungefähr 2,5m mächtig ist. Darunter befindet sich eine flussabwärts und gegen die Talmitte keilförmig mächtiger werdende Schichte, die aus dem – bereits erwähnten – dunkelgrauen Kalk besteht und stark zerklüftet ist. Die darunter liegende Schichte (hellbrauner Kalk) hat an der Oberfläche ein leicht abgetrepptes 25°-Gefälle. Vor der Mauer liegt die Oberkante dieser Schichte in einer Tiefe von 2,5m und fällt flussabwärts stark ab.<sup>15</sup>

Parallel zu den geologischen Erkundungen wurde die Höhe des neuen Bemessungshochwassers (HQ500) mit einem Wert von 190m<sup>3</sup>/s ermittelt.<sup>16</sup>

Durch Versuche<sup>17</sup> und hydraulische Berechnungen<sup>18</sup> wurde nicht nur nachgewiesen, dass ein derartiges Hochwasser von der bestehenden Hochwasserentlastung nicht abgeführt werden konnte, sondern auch mehrere Varianten für eine Erweiterung untersucht.

Die Entscheidung fiel schließlich auf eine baulich völlig getrennte Konstruktion in Form eines Streichwehres mit dahinter geführter Sammelrinne am orografisch rechten Ufer. (Siehe 2.4.3.3.2)

1997 wurde daher die rechte Talflanke geologisch begutachtet<sup>19</sup> und das Projekt bei der Behörde eingereicht.

1998 erfolgte eine weitere seismische Untersuchung, diesmal in der rechten Talflanke. Diese ergab, dass die obere Schichte aus weitgehend trockenem Hangschutt und Lockermaterial besteht. Diese Schicht hat eine Mächtigkeit von 1,6 bis 4,1m und liegt

---

<sup>15</sup> (Jacobs, 1994)

<sup>16</sup> (Gutknecht, et al., 1995)

<sup>17</sup> (Hermann Grengg Laboratorium, 1998)

<sup>18</sup> (Drobir, 1996)

<sup>19</sup> (Jacobs, 1997)

über einer Felsschichte. Diese ist sehr inhomogen was auf unterschiedlich starke Zerklüftung hindeutet.<sup>20</sup>

In den Jahren 1999 und 2000 wurde die zusätzliche Hochwasserentlastung (siehe 2.4.3.3.2) gebaut, die Betonoberflächen im Bereich des Grundablasses und der Kiesgassen saniert und ein Zufahrtsweg zur Sperrenstelle angelegt.



Abb. 10 Foto vom Bau der zusätzlichen Hochwasserentlastung - Unterwasserkanal (EVN-Archiv)

---

<sup>20</sup> (Verbundplan - Tauernplan Geophysik GmbH, 1998)



Abb. 11 Baustellenfoto vom Bau der zusätzlichen Hochwasserentlastung - Streichwehr (EVN-Archiv)

Gegen Ende der Bauzeit wurden im luftseitigen Bereich des Dammes Rammsondierungen durchgeführt und fünf Kernbohrungen abgeteuft. Eine Bohrung wurde im Bereich des Betonkernes, die anderen vier im Dammkörper und im Dammfuß situiert. Die gewonnenen Bohrkern wurden untersucht und von ausgewählten Proben wurde die Kornzusammensetzung, die Scherfestigkeit und die Wasserdurchlässigkeit ermittelt. Die Bohrlöcher wurden mit Wasserbeobachtungspegeln ausgestattet.<sup>21</sup>

*„Aufgrund der durchgeführten Untergrunderkundungen (...) und der Laborversuche kann festgestellt werden, daß der Untergrund im Bereich des Dammes aus sandigen bis stark sandigen Kiesen mit eingelagerten Steinen aufgebaut ist. Bei dem Material dürfte es sich einerseits um Hangschutt andererseits um Flußsedimente handeln. Das Material kann entsprechend ÖNORM B 4400 Teil 3 als Bodenklasse GW klassifiziert werden und ist damit als Dammschüttmaterial sehr gut geeignet. (...) Die Betonkernabdichtung gründet ebenfalls in dieser Schichte, auch die Lärchenwand er-*

---

<sup>21</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000)

*reicht das Festgestein nicht. (...) Das Dammschüttmaterial weist eine hohe Scherfestigkeit und einen geschätzten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k = 10^{-5} - 10^{-3}$  m/s auf. (...) Die untersuchte Probe aus dem Betonkern zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k = 6,1 \cdot 10^{-6}$  m/s und kann damit als mittel durchlässig bezeichnet werden. Allerdings dürfte der restliche Betonquerschnitt bessere Qualität aufweisen bzw. die Oberfläche oder die nähere Umgebung des Betonkörpers könnte durch Feinteile o. ä. abdichtend wirken, (...). Der Stauwasserspiegel steht im direkten Zusammenhang mit dem Wasserspiegel in den Pegeln.*<sup>22</sup>

### 2.2.5. Automatisierung 2008

2008 wurde die Kraftwerkskette Erlauf – und damit auch das Kraftwerk Erlaufboden mit seinen Bestandteilen – automatisiert. Das bedeutet, dass die Überwachung und Steuerung in der Regel nicht mehr vor Ort erfolgt.

### 2.2.6. Besitzverhältnisse

Die ursprüngliche Betreibergesellschaft – das Niederösterreichische Landes-Elektrizitätswerk (NÖLEW) – wurde nach dem ersten Weltkrieg durch die Niederösterreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (NEWAG) ersetzt. Diese wurde zwischenzeitlich (1939 bis 1945) als Gauwerke Niederdonau bezeichnet und fusionierte 1986 mit dem niederösterreichischen Erdgasversorger NIOGAS. Das fusionierte Unternehmen ist unter dem Namen Energieversorgung Niederösterreich (EVN) bekannt.<sup>23</sup>

1999 brachte die EVN sämtliche Wasserkraftanlagen in ihre neugegründete Tochtergesellschaft (100%), die evn naturkraft, ein.<sup>24</sup>

Diese ist bis heute Eigentümer der Kraftwerksanlagen Erlaufboden und Wienerbruck.

---

<sup>22</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000)

<sup>23</sup> (Rigele, 2004)

<sup>24</sup> (evn naturkraft)

### 2.3. Speicher Stierwaschboden<sup>25</sup>

Der Speicher Stierwaschboden liegt an der Erlauf etwa 400m unterhalb der Einmündung der Lassing und etwa 800m unterhalb der Einmündung des Ötscherbaches. Der Speicher dient als Ausgleichsbecken für das vom Oberliegerkraftwerk abgearbeitete Triebwasser und ermöglicht durch Schwellbetrieb auch die Abdeckung von Lastspitzen der Mariazellerbahn.

Das Kraftwerk Wienerbruck (Oberlieger) wird aus den Stauseen Wienerbruck (Lassing – siehe 3.3) und Erlaufklause (Erlauf – siehe 3.2) gespeist. Der Zufluss zum Speicher Stierwaschboden ist größtenteils dadurch definiert. Der restliche Zufluss kommt aus dem Ötscherbach (siehe 3.4). Die Entnahmestrecken der Erlauf und der Lassing werden nicht dotiert und führen nur im Hochwasserfall nennenswerte Wassermengen.

Der Speicher Stierwaschboden hat einen Nutzinhalt von ca. 45.000m<sup>3</sup> (abhängig vom jeweiligen Verlandungsgrad) und dient als Tagesspeicher zum Ausgleich von Lastspitzen im Schwellbetrieb des Oberliegerkraftwerks. Die wesentlichen Betriebsspiegel sind:

Stauziel:	613,68m
Absenkziel:	611,48m
Konzessionierter Überstau:	614,25m

Der Energieinhalt des Speichers Stierwaschboden beträgt rund 7.000 kWh.

Die Stauwurzel liegt im Unterwasserbereich der Triebwasserrückgabe des Kraftwerks Wienerbruck. Nach einem eher steileren Fließabschnitt der Erlauf zwischen der Sperre Erlaufklause und dem Kraftwerk Wienerbruck liegt der Speicher Stierwaschboden in einem deutlich flacheren Flussabschnitt vor einer weiteren, schluchtartigen Steilstrecke.

Durch das geringe Fließgefälle und die weitere Verminderung der Fließgeschwindigkeit und somit der Schleppkraft infolge des Aufstaus stellt die Verlandung des Speichers seit jeher ein Problem dar. Ein Feststofftransport ins Unterwasser ist über einen Spülkanal mit drei Kiesgassen möglich.

---

<sup>25</sup> (Betriebsordnung) und (EVN-Archiv)

Der Speicher Stierwaschboden sowie das Kraftwerk Wienerbruck sind nicht über eine Straße, sondern nur über Wanderwege und einen Schrägaufzug auf der orographisch rechten Seite zu erreichen.

Die Bergstation des Aufzuges ist über einen asphaltierten Güterweg von der Ortschaft Wienerbruck aus zu erreichen. Der Schrägaufzug ist für eine Belastung von 6t Last ausgelegt. Die schräge Länge des Schrägaufzuges beträgt 383,48 m, der Höhenunterschied 218,9 m.

Der Speicher Stierwaschboden ist in den Plänen 02 und 04 dargestellt.



Abb. 12 Ausschnitt aus der Österreichischen Karte im Bereich des Speichers Stierwaschboden



Abb. 13 Übersichtsfoto über den Speicher Stierwaschboden (EVN-Archiv)



Abb. 14 Übersichtsfoto über den Speicher Stierwaschboden; Im Vordergrund ist das Kraftwerk Wienerbruck mit den Druckrohrleitungen Erlaufboden (links) und Wienerbruck (rechts) zu sehen. (EVN-Archiv)



Abb. 15 Foto des Speichers Stierwaschboden von der Mauer mit Blick Richtung Stauwurzel (Kozumplik, 2012)

Eine (nicht ganz aktuelle) Übersicht über den entleerten Speicher ist in Abb. 8 zu sehen.

#### 2.4. Sperre Stierwaschboden<sup>26</sup>

Die Sperre Stierwaschboden wird gebildet durch einen Erddamm und eine Betongewichtsmauer. Zusätzlich sind hier umfassende Anlagen für die Hochwasserentlastung situiert. Diese sind in einem Übersichtsplan Abb. 16 in ihrer Lage zueinander ersichtlich.

Eine Plandarstellung der Sperre kann den Plänen 05 und 06 entnommen werden.

---

<sup>26</sup> (Betriebsordnung) und (EVN-Archiv)

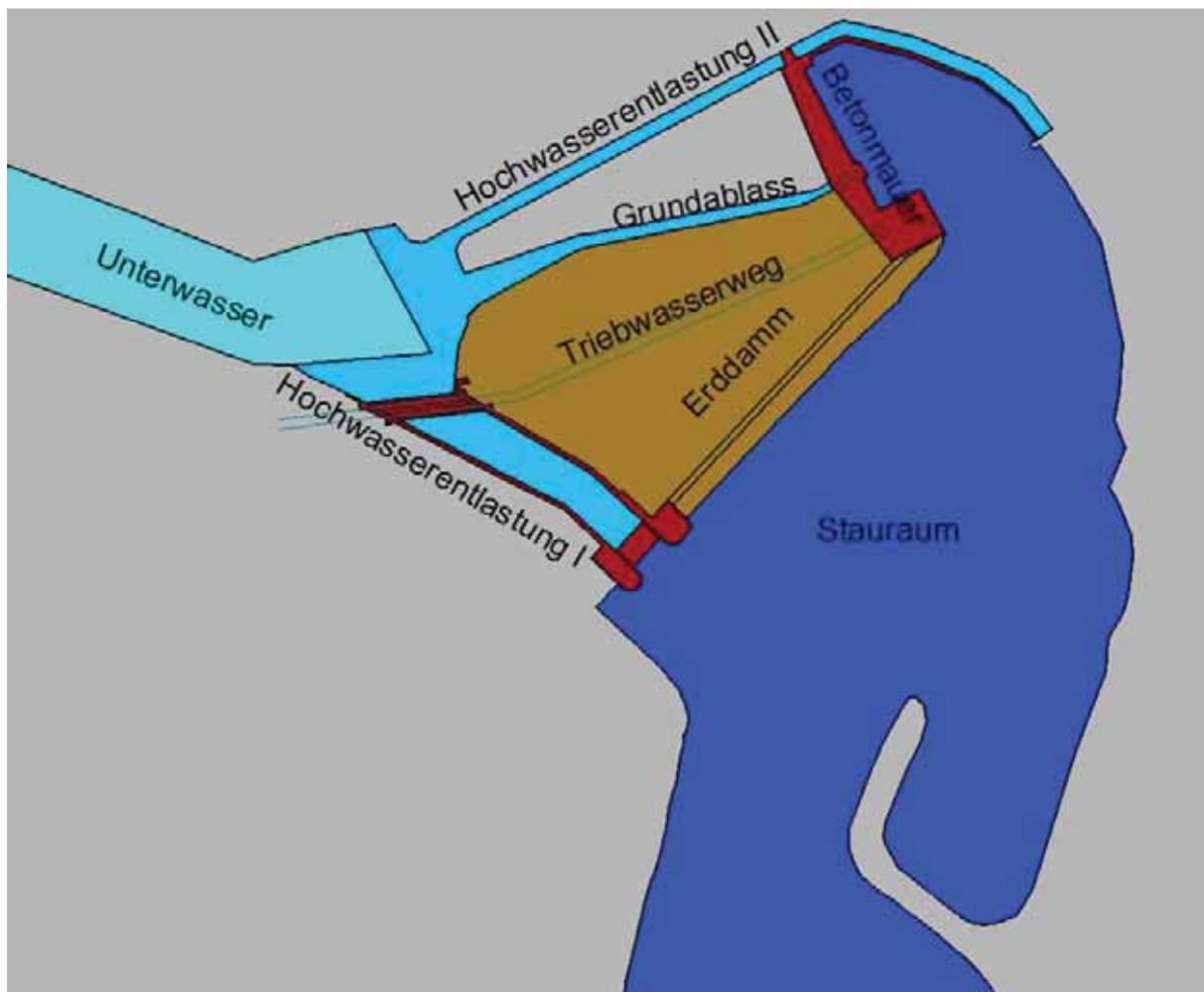


Abb. 16 Schematischer Übersichtslageplan der Sperre Stierwaschboden



Abb. 17 Überblicksfoto der Sperre Stierwaschboden (EVN-Archiv)

### 2.4.1. Erddamm

Die Krone des Erddammes ist 75m lang, 2m breit und liegt auf Kote 614,67m bis 614,72m. (Die Höhenkoten in Abb. 18 entstammen einer alten Vermessung.) Die Böschung des Dammes ist sowohl an der Wasser- als auch an der Luftseite 1:2 geneigt. Die wasserseitige Oberfläche des Erddammes wird von einer durchgehenden Betonplatte vor Erosion durch Wellenschlag geschützt. Die luftseitige Dammoberfläche ist begrünt. Da der Freibord zwischen Dammkrone auf Kote 614,68 und dem Betriebsstauziel auf Kote 613,68 nur 1m beträgt, wurde die wasserseitige Betonplatte bis zur Achse der Dammkrone gezogen, um bei Überströmen einen gewissen Erosionsschutz zu erreichen.

Die Dichtung des Dammes wird durch einen massiven Betonkern sichergestellt, der auf einer Lärchenspundwand aufsitzt. Der Spundwandkopf ist ein Streifenfundament mit 1,50m Breite und 1,00m Höhe. Darauf sitzt die Fundamentplatte mit 3,50m Breite und 0,95m Höhe. Der Betonkern ist an der Basis 2,60m stark und an der Krone 1,20m, die Höhe beträgt 7,30m. Wasserseitig wurde dem Betonkern noch eine Dichtschicht aus gestampftem Lehm vorgesetzt.

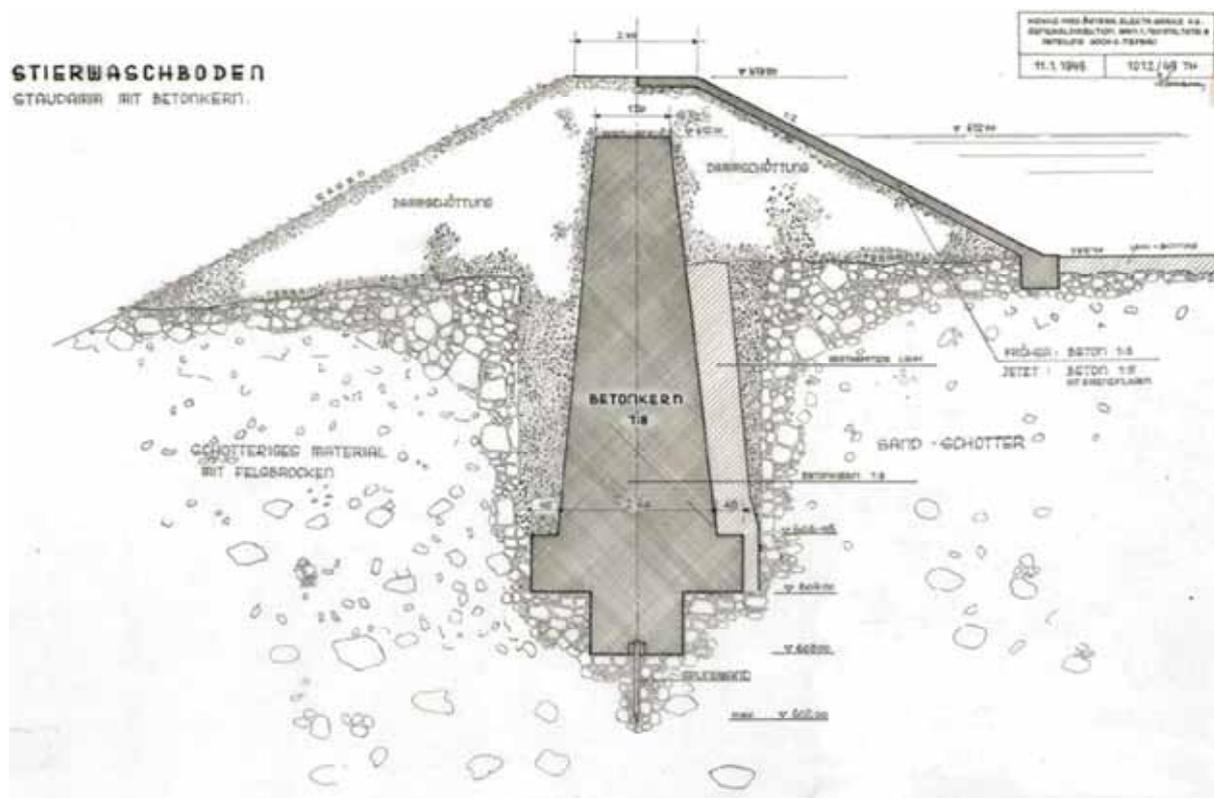


Abb. 18 Querschnitt Damm (EVN-Archiv)

Weitere Dammquerschnitte sind in Plan 07 dargestellt.



Abb. 19 Foto des Dammes von der Wasserseite (Kozumplik, 2012)



Abb. 20 Foto der Dammkrone (Kozumplik, 2012)



Abb. 21 Foto des Dammes auf der Luftseite mit Rohrbrücke (Kozumplik, 2012)



Abb. 22 Foto des Dammes auf der Luftseite mit Mauer (links) (Kozumplik, 2012)

## 2.4.2. Gewichtsmauer

Die Gewichtsmauer schließt auf der orographisch rechten Seite an den Erddamm an und ist gegen die Dammachse um  $110^\circ$  abgewinkelt. Die Kronenlänge beträgt 50,5m, die Höhe über Flusssohle rund 9,2m und die Höhe über Gründungssohle ca. 10,8m. Eine genaue geodätische Aufnahme ergab für die Mauerkrone Koten von 614,63m bis 614,84m, im mittleren Abschnitt liegt die Krone auf Kote 614,63m bis 614,65m. An der Gründungssohle ist die luftseitig 2:1 geneigte Mauer ca. 8m stark, während die Mauerkrone eine Breite von 2m aufweist. Die Neigung der Wasserseite liegt bei 20:1. (siehe auch Plan 08)

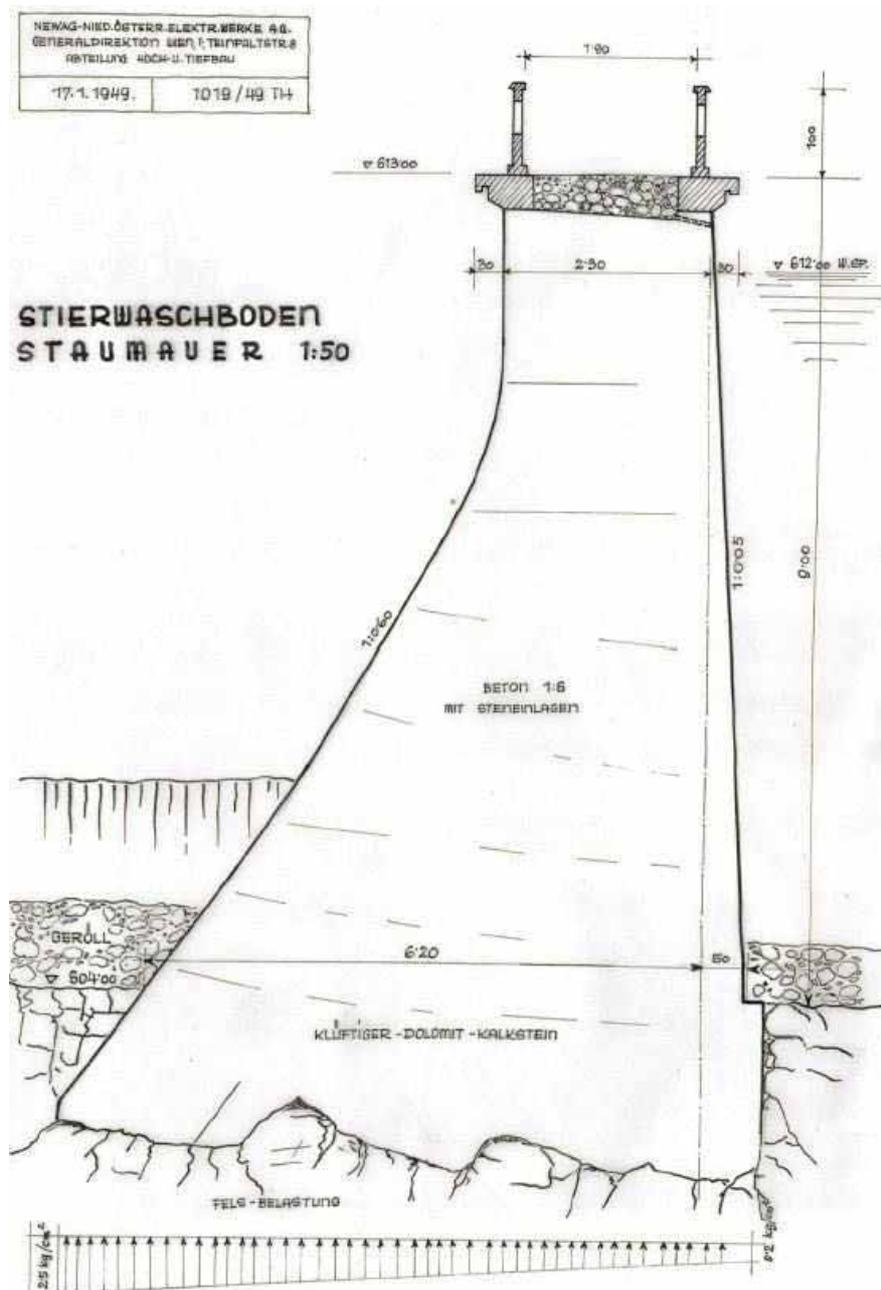


Abb. 23 Querschnitt Gewichtsmauer (EVN-Archiv)



Abb. 24 Foto der Mauer von der Wasserseite (Kozumplik, 2012)



Abb. 25 Foto der Mauerkrone (Kozumplik, 2012)



Abb. 26 Foto der Mauer von der Luftseite (Kozumplik, 2011)

## 2.4.3. Betriebseinrichtungen

### 2.4.3.1. Triebwassereinlauf

In die Gewichtsmauer eingebunden ist im Anschluss an den Erddamm der Triebwassereinlauf. Eine genauere Beschreibung erfolgt als Teil der Triebwasserführung unter 2.5.1.



Abb. 27 Foto des Triebwassereinlaufes mit dem Einlaufrechen (linkes Gebäude) am Übergang von der Mauer zum Damm. Das rechte Gebäude beinhaltet die Bedienungselemente der Grundablassverschlüsse. (Kozumplik, 2011)

### 2.4.3.2. Grundablass

Neben dem Triebwassereinlauf befindet sich der Grundablass mit der Einlaufsohle auf Kote 605,68m. Er führt durch die Mauer, ist 6m lang und besitzt einen Querschnitt von 1,7 x 1,7m. Der Grundablass ist oberwasserseitig mit einem von Hand angetriebenen Schütz verschlossen und mündet luftseitig der Mauer in einen offenen Kanal.

Der ca. 54m lange Kanal ist etwa 2m tief in das Gelände eingeschnitten. Die Kanalböschung ist im unmittelbaren Mauerbereich durch beidseitige Stützmauern gesichert, ansonsten mit Wasserbausteinen ausgekleidet.

Eine Darstellung erfolgt in Plan 08.



Abb. 28 Foto des Grundablasses von der Luftseite (Kozumplik, 2011)



Abb. 29 Foto des Kanals des Grundablasses (Kozumplik, 2011)

### 2.4.3.3. Hochwasserentlastung

Es gibt zwei Bauwerke für die Hochwasserentlastung.

In weiterer Folge werden diese als Hochwasserentlastung I (oder Obergewichtsklappe) und Hochwasserentlastung II (oder Streichwehr) bezeichnet. Siehe Abb. 16.

Hierbei erfolgt die Nummerierung nach dem Bestandsalter der jeweiligen Anlage.

Die maßgeblichen Hochwasserabflüsse, die für die Sperrenstelle ermittelt wurden und auf die die Hochwasserentlastungseinrichtungen bemessen sind betragen

HQ1	=	49 m <sup>3</sup> /s
HQ10	=	100 m <sup>3</sup> /s
HQ50	=	140 m <sup>3</sup> /s
HQ100	=	160 m <sup>3</sup> /s
HQ500	=	190 m <sup>3</sup> /s
HQ5000	=	245 m <sup>3</sup> /s <sup>27</sup>

#### 2.4.3.3.1. Hochwasserentlastung I – Obergewichtsklappe

Am orographisch linken Ufer ist zwischen Talflanke und Damm ein betoniertes, 8,5m breites Staubalkenwehr mit Obergewichtsklappe und anschließender Schussrinne situiert. Die Überfallsschwelle des Staubalkens ist breitkronig und liegt auf Kote 611,08. Auf das Stauziel (Kote 613,68) wird mit einer 2,6m hohen Obergewichtsklappe gestaut.

Darunter liegen drei Kiesgassen, die als Spüleinrichtung dienen. Diese sind jeweils 2,2m breit, 1,0m hoch und durch Betonscheiben voneinander getrennt. Die Kiesgasseneinläufe liegen auf Kote 607,33 und sind oberwasserseitig durch ein gemeinsames Schütz verschließbar. Der Antrieb erfolgt über elektrische Triebstöcke.

Unterwasserseitig an das Wehr anschließend ist der Hochwasserkanal als rechteckiger Trog ausgebildet. Der Kanal ist im ersten Drittel mit 8,5m so breit wie das Wehrfeld und weitet sich danach bis zu seiner Einmündung in das ursprüngliche Bett der Erlauf bis zu einer Breite von 11m auf. Im Anschluss an das Wehr bildet die Kanalsohle ein muldenförmiges Tosbecken. An dessen Ende macht der Kanal im Grund-

---

<sup>27</sup> (Betriebsordnung)

riss einen Knick von  $15^\circ$ . Es folgen zwei stufenförmige Abschnitte mit unterschiedlichen Gefällen in den Zwischenbereichen. Der Übergang zur unbefestigten Flusssohle der Erlauf ist ein hölzerner Schussboden. Die Energieumwandlung erfolgt in einem Naturkolk im Unterwasser der Schussrinne, welcher sich im Lauf der Betriebszeit der Anlage ausgebildet und offensichtlich auch stabilisiert hat. Am Ende des Hochwasserkanales kreuzt die Triebwasserleitung mittels einer Rohrbrücke. Die darunter verbleibende Durchflusshöhe beträgt 1,95m und beschränkt dadurch das Abfuhrvermögen der Hochwasserentlastung, da die Brücke aus statischen Gründen nicht angeströmt werden soll.



Abb. 30 Foto des Dammes mit der Obergewichtsklappe im Anschluss an die linke Talflanke. Im Vordergrund ist der Triebwassereinlauf zu sehen. (Kozumplik, 2011)



Abb. 31 Foto der Obergewichtsklappe (Kozumplik, 2011)



Abb. 32 Foto Obergewichtsklappe mit Wartungssteg (Kozumplik, 2011)



Abb. 33 Foto Kiesgassen (Kozumplik, 2011)



Abb. 34 Foto Hochwasserentlastungskanal mit Kiesgassen und Obergewichtsklappe (Kozumplik, 2012)



Abb. 35 Foto Hochwasserentlastungskanal mit Rohrbrücke bei leichtem Überlauf (Kozumplik, 2013)



Abb. 36 Foto des hölzernen Schussbodens am Übergang zur unbefestigten Flusssohle mit Naturkolk (Kozumplik, 2011)

Ein Längenschnitt und ein Querschnitt in der Dammachse sind Plan 09 zu entnehmen.

#### 2.4.3.3.2. Hochwasserentlastung II – Streichwehr

Aufgrund der geänderten Anforderungen an den Hochwasserschutz und der genannten Beschränkung der bereits beschriebenen Hochwasserentlastung I, entschied man sich 1998, eine zusätzliche Hochwasserentlastung auf der orographisch rechten Seite zu errichten. Zwischen Staumauer und Talflanke befindet sich ein seitliches Streichwehr (Kronenlänge 55m) mit festem Überfall und einer Sammelrinne (3m Breite, 6% Gefälle). Die Wehrkrone liegt auf Kote 613,68m und damit beim Stauziel. Der Kontrollquerschnitt der Rinne befindet sich im Bereich der Sperre. Im Anschluss an die Sammelrinne wird das eingezogene Wasser über eine offene betonierte Schussrinne (Gefälle 1,75%) in denselben Naturkolk geleitet, wie die Hochwasserentlastung I und der Grundablass.



Abb. 37 Foto des Streichwehres und der Sammelrinne am rechten Ufer bei leichtem Überlauf. Im Hintergrund ist die Gewichtsmauer zu sehen. (Kozumplik, 2013)



Abb. 38 Foto des Streichwehres und der Sammelrinne im Bereich der Gewichtsmauer (Kozumplik, 2011)



Abb. 39 Foto des Kanals der Hochwasserentlastung. Links im Bild verläuft der Kanal des Grundablasses. Blick Richtung Unterwasser. (Kozumplik, 2011)



Abb. 40 Foto des Kanals der Hochwasserentlastung I (links im Bild) und des Kanals des Grundablasses. Rechts unten im Bild ist der Holzboden der Hochwasserentlastung II zu erkennen. Im Bildvordergrund befindet sich der Naturkolk. Blick flussaufwärts Richtung Stau-mauer. (Kozumplik, 2011)

Schnitte der Hochwasserentlastung II sind in den Plänen 10 und 11 dargestellt.

## 2.5. Triebwasserführung<sup>28</sup>

Ein Längenschnitt durch den gesamten Triebwasserweg ist den Plänen 12, 13, 14, 15 und 16 zu entnehmen.

### 2.5.1. Einlaufbauwerk

Wie bereits unter 2.4.3.1 erwähnt, befindet sich in die Gewichtsmauer eingebunden im Anschluss an den Erddamm der etwas vorgebaute Triebwassereinlauf mit Einlaufrechen und Rechenreinigungsmaschine. (Siehe Plan 12) Das Rechengut wird mittels Putzharke entlang des Feinrechens entnommen und mit einem Förderband an die Luftseite der Staumauer gefördert und dort abgeworfen.

Im Einlaufbauwerk befinden sich die elektrische Steuerung der Rechenreinigungsanlage und der beiden Einlaufschütze, sowie der Handantrieb der Dammtafel und der elektromotorische Spindelantrieb der Einlaufschütze. Weiteres ist eine Pegelsonde zur Erfassung der Stauspiegelhöhe mit deren Auswertegerät inkl. Fernübertragung im Einlaufgebäude eingebaut.

Vom Einlaufgebäudeboden führt direkt ein 1,75 x 0,75 m großer Schacht in den Triebwasserstollen. Über diesen Schacht ist im Inspektionsfall der ungehinderte Zutritt zum Triebwasserstollen bei doppeltem Abschluss des Stolleneinlaufes möglich.

Der Einlaufquerschnitt weist bei der vorgesetzten Dammtafel eine lichte Weite von 1,87 x 1,87 m auf. Das Hauptabschlussorgan ist als Rollschütze mit einer lichten Weite von 1,70 x 1,70 m ausgebildet. Die Betätigung der Rollschütze erfolgt über ein Spindelwindwerk mit elektrischem Antrieb. Bei Ausfall der Stromversorgung ist die Bedienung über einen Handantrieb möglich.

Die Einlaufschütze kann vor Ort, aber auch von den Schaltwarten der Kraftwerke Wienerbruck und Erlaufboden geschlossen werden. Das Öffnen ist jedoch nur vor Ort möglich. Für die Stollenfüllung nach einer Revision und dergleichen ist eine Zwischenstellung vorgesehen, bei der sich die Schütze nur etwa 10 cm hebt. Erst nach nochmaliger Betätigung mittels Schlüsselschalter öffnet sich die Schütze vollständig.

---

<sup>28</sup> (Betriebsordnung) und (EVN-Archiv)

Die Dammtafel wird über ein Seilzug- Windwerk vor Ort betätigt. Die Dammtafel hängt normalerweise über dem Betriebsstauziel an gesonderten Verriegelungen und nicht am Hubseil.



Abb. 41 Foto des Einlaufrechens (Kozumplik, 2011)

### 2.5.2. Erdverlegtes Betonrohr und Rohrbrücke

Anschließend an das Einlaufbauwerk ist die Triebwasserleitung als erdverlegtes (im Erddamm) Stahlbetondruckrohr mit Innendurchmesser 1,70m ausgeführt.

Siehe Abb. 16 Schematischer Übersichtslageplan der Sperre Stierwaschboden



Abb. 42 Foto des Übergangs vom erdverlegten Druckrohr (im Erddamm) zur Rohrbrücke mit Staumauer im Hintergrund (Kozumplik, 2012)

Die Schussrinne der Hochwasserentlastung I wird von der Triebwasserleitung mit einer Eisenbeton- Rohrbrücke gequert. Dieser erste Abschnitt bis zum oberwasserseitigen Portal des Druckstollens ist 135,40m lang.

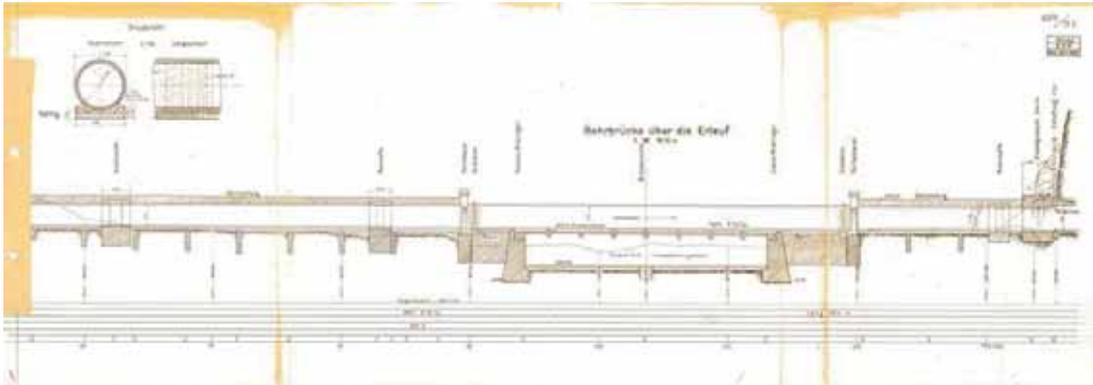


Abb. 43 Plan des erdverlegten Druckrohr (im Erddamm), der Rohrbrücke und des Druckstollenbeginns. (EVN-Archiv)



Abb. 44 Foto der Rohrbrücke über den Kanal der Hochwasserentlastung I. Blick Richtung Unterwasser (Kozumplik, 2012)



Abb. 45 Foto der Rohrbrücke über den Kanal der Hochwasserentlastung I. Links ist der hölzerne Schussboden der Hochwasserentlastung I und der Naturkolk zu sehen. (Kozumplik, 2011)

Ein Längenschnitt durch die Rohrleitung und Rohrbrücke ist in Plan 12 dargestellt.

### 2.5.3. Druckstollen

Der anschließende Druckstollen ist 3413m lang und hat einen lichten Fließquerschnitt von 2,43m<sup>2</sup>. Das Profil ist mit einem Betoninnenring ausgekleidet. (siehe 2.2.1)

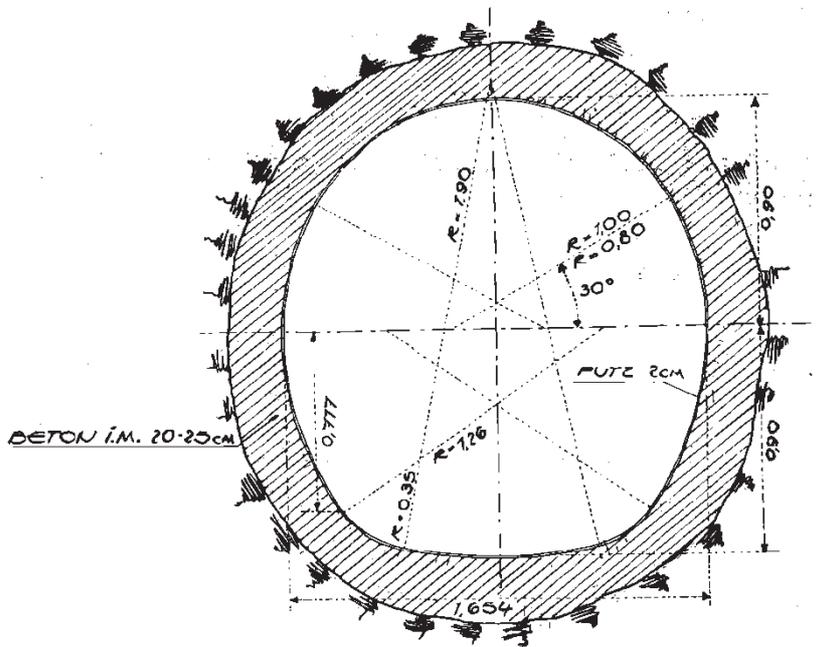


Abb. 46 Querschnitt des Druckstollens (EVN-Archiv)

Der Stollen fällt vom Einlaufschütz bis zum Eintritt in das Wasserschloss um 5,2m. Das entspricht einem mittleren Gefälle von 1,52 Promille.

Im Bereich von Stollenkilometer 2,334 bis 2,362 ist der Triebwasserstollen mit einer 4mm starken Blechauskleidung verstärkt.



Abb. 47 Foto des Übergangs vom Druckrohr (Rohrbrücke) zum Druckstollen (Kozumplik, 2011)

## 2.5.4. Wasserschloss

Vor dem Wasserschloss ist der Stollen zunächst auf einer Länge von 53,40m auf 8,25 bis 10,08m<sup>2</sup> ausgeweitet. Diese Ausweitung wird als Wassersack bezeichnet.

Das Schachtwasserschloss besteht aus einem rechteckigen Schacht mit einer lichten Weite von 9,50 x 9,80m und einer Höhe von 16,98m.

Der luftseitige 9,20m lange Zugangstollen (zugleich auch Auspuffstollen) ist 1,77m hoch und 1,20m breit. Am Eingang des Zugangstollens steht eine hölzerne Schwallmauer mit einer Höhe von 70cm. An der Sohle des Wasserschlusses, vor dem Übergang zum Druckrohr, befindet sich ein Schlamm sack mit den Ausmaßen von 3,00 x 3,60m und einer Tiefe von 50cm. Dieser Schlamm sack kann über eine Rohrleitung von 250mm Durchmesser ins Unterwasser des Kraftwerkes entleert werden. Der Entleerungsschieber für diese Leitung befindet sich in der Apparatekammer an der linken Seite der Druckrohrleitung.

Wasserschloss, Wassersack, Schlamm sack und Zugangstollen sind zur Gänze aus Beton gefertigt, dessen Oberfläche einen Zementschliff aufweist.

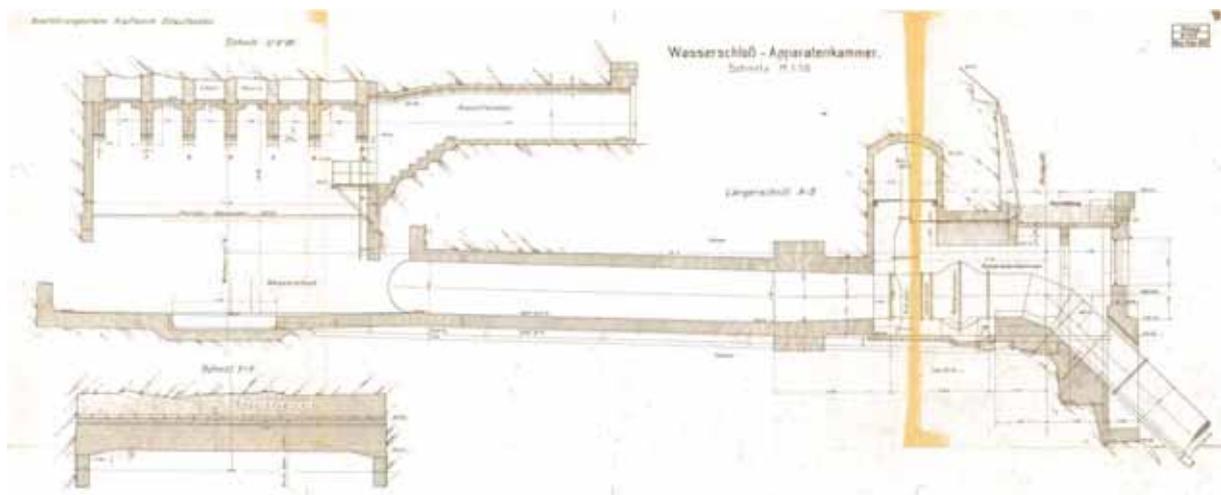


Abb. 48 Plan des Wasserschlosses (links) und der Apparatekammer (rechts) (EVN-Archiv)

Ein maßstäblicher Plan mit mehreren Schnitten ist in den Plänen 13 und 14 zu sehen.

### 2.5.5.Apparatekammer

Im Anschluss an das Wasserschloss folgt eine Flachstrecke von 12,80m Länge.

An der Stelle, wo der Triebwasserweg wieder oberirdisch verläuft, ist eine Apparatekammer angebracht.

Dort befindet sich als Hauptverschlussorgan ein hydraulisch betätigter Keilschieber. Die Entlüftung der Schieberhaube erfolgt durch ein Entlüftungsrohr mit einem Durchmesser von 50mm bis auf die Kote 613,0müA.

Direkt dahinter ist als Rohrbruchsicherung eine Drosselklappe mit einem lichten Durchmesser von 1,50m eingebaut.

### 2.5.6.Druckrohrleitung

Der anschließende Kraftabstieg ist als frei verlegtes Druckrohr mit 1,50m Innendurchmesser ausgebildet und hat eine Länge von 127m. Die Rohrleitung folgt dem Gelände und quert unter einer Straße, bevor sie sich auf drei Maschinenzuläufe verteilt.

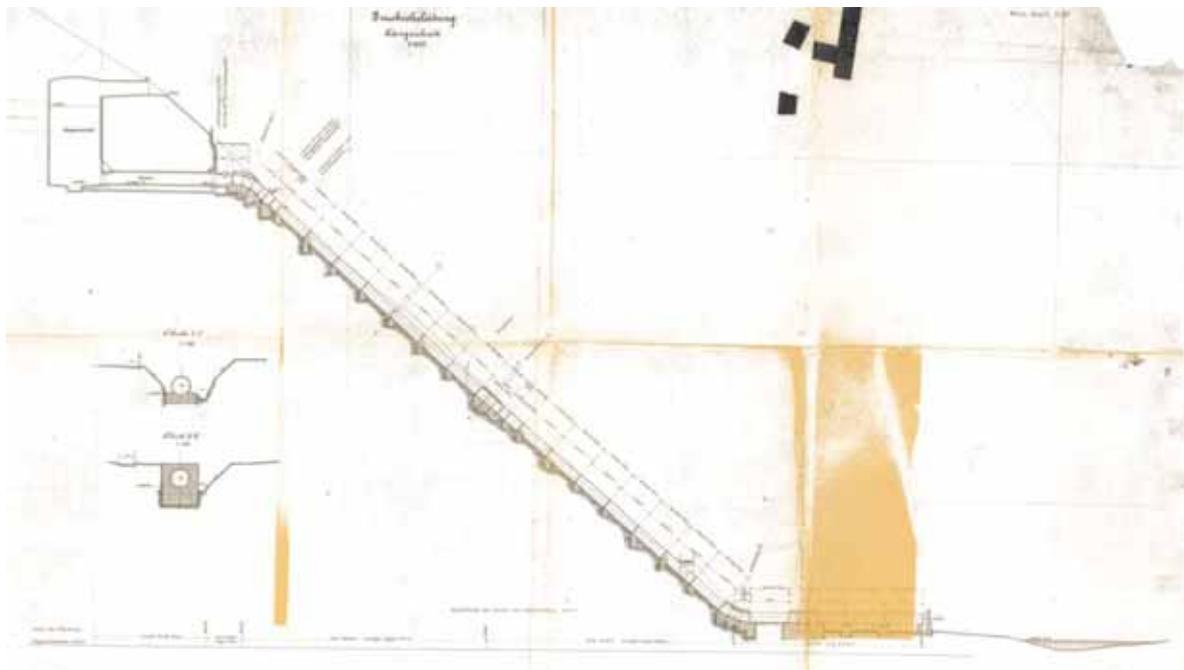


Abb. 49 Plan der Druckrohrleitung (EVN-Archiv)

Schnitte der Druckrohrleitung sind Plan 15 zu entnehmen.



Abb. 50 Foto der Druckrohrleitung vom Krafthaus aus gesehen. Am oberen Bildrand ist die Apparatekammer zu erkennen. (Kozumplik, 2011)

### 2.5.7. Verteilerrohrleitung

An die Druckrohrleitung schließt das Verteilerrohr (21m Länge) mit den drei Abzweigen für die Maschinensätze an. In den drei Abzweigen ist vor jeder Turbine eine Drosselklappe (NW 675mm) angeordnet.

Dieser Teil des Triebwasserweges ist in Plan 16 dargestellt.

## 2.5.8. Maschinensätze

In der Maschinenhalle des Krafthauses Erlaufboden sind drei Maschinensätze aufgestellt.

Die Konstruktionsdaten der einzelnen Maschinensätze lauten:

### Maschinensatz 1

Francisturbine ( Baujahr 1923 )	Generator 1
Q = 2,24 m <sup>3</sup> /s	P = 2000 kVA
H = 79 m	U = 6300 V
P = 1400 kW	I = 183 A
n = 750 U/min	50Hz

Engpassleistung ( gleichzeitiger Betrieb aller Maschinen ) = 1100 kW

### Maschinensatz 2

Francisturbine ( Baujahr 1923 )	Generator 2	Generator 5
Q = 2,24 m <sup>3</sup> /s	P = 2400 kVA	P = 2800 kVA
H = 79 m	U = 6300 V	U = 6500 V
P = 1400 kW	I = 220 A	I = 430 A
n = 750 U/min	50Hz	25Hz

Engpassleistung ( gleichzeitiger Betrieb aller Maschinen ) = 1200 kW

### Maschinensatz 3

Francisturbine ( Baujahr 1923 )	Generator 3	Generator 4
Q = 2,24 m <sup>3</sup> /s	P = 1500 kVA	P = 870 kVA
H = 79 m	U = 6300 V	U = 6500 V
P = 1400 kW	I = 138 A	I = 134 A
n = 750 U/min	50Hz	25Hz

Engpassleistung ( gleichzeitiger Betrieb aller Maschinen ) = 1100 kW

Die gesamte Engpassleistung des Kraftwerks Erlaufboden beträgt 3400 kW.



Abb. 51 Foto der Maschinenhalle des Krafthauses Erlaufboden (Kozumplik, 2012)

### 2.5.9. Triebwasserrückgabe

Die Triebwasserrückgabe in die Erlauf erfolgt über einen betonierten Unterwasserkanal.

Dieser Kanal ist in seiner Lage im Grundriss in Plan 16 zu erkennen.

## 2.6. Krafthaus Erlaufboden<sup>29</sup>

Am Erlaufboden unmittelbar vor der Talengstelle („Schießstein“) am linken Ufer der Erlauf steht das Krafthaus Erlaufboden und die dazugehörigen Nebengebäude.

Das Krafthaus Erlaufboden umfasst die eigentliche Maschinenhalle, die Schaltanlage mit der Kraftwerkswarte sowie Büro, Werkstätte, Aufenthaltsraum und Sanitärräume. Unmittelbar neben dem Krafthaus befindet sich ein 20/60/110kV Umspannwerk.



Abb. 52 Foto des Krafthauses Erlaufboden von außen (Kozumplik, 2011)

Ein Grundriss des Erdgeschosses ist in Plan 17 dargestellt.

Neben dem Krafthaus befindet sich ein Umspannwerk in dem die Einspeisung ins übergeordnete Stromnetz erfolgt.



Abb. 53 Foto des Umspannwerkes Erlaufboden (Kozumplik, 2012)

Die Lage von Krafthaus und Umspannwerk sind Plan 03 zu entnehmen.

---

<sup>29</sup> (Betriebsordnung)

## 2.7. Messstellen und Überwachung<sup>30</sup>

### 2.7.1. Pegelanlagen der Kraftwerksgruppe

Es befinden sich Pegelanlagen an folgenden Orten der Kraftwerksgruppe:

Durchflusserfassung:

- Erlauf in Mitterbach (oberhalb vom Stausee Erlaufboden)  
Schreibpegel
- Große Lassing in Reith (oberhalb vom Stausee Wienerbruck)  
Schreibpegel
- Ötscherbach (oberhalb vom Stausee Stierwaschboden)  
Schreibpegel und fern übertragene Pegelanlage
- Erlauf in Erlaufboden (unterhalb der Kraftwerks Erlaufboden)  
Schreibpegel und fern übertragene Pegelanlage

(Auf diese Pegel und die Daten die sie liefern, wird unter 3 detailliert eingegangen.)

Stauspiegelerfassung:

- Stausee Erlaufboden  
fern übertragene Pegelanlage
- Stausee Wienerbruck  
fern übertragene Pegelanlage
- Stausee Stierwaschboden  
fern übertragene Pegelanlage

Diese dienen zur Beobachtung und Kontrolle der Wasserführung, insbesondere zur Gewährleistung einer geregelten Wasserabgabe an die Unterlieger des Kraftwerks Erlaufboden. (Siehe 12.1)

In der Schaltwarte Wienerbruck (siehe Abb. 54) werden die vier fern übertragenen Pegelstellen (Erlaufklause, Wienerbruck, Ötscherbach, Stierwaschboden) durch je einen Schreiber aufgezeichnet.

---

<sup>30</sup> (Betriebsordnung)



Abb. 54 Foto Überwachung in der Warte Wienerbruck (Kozumplik, 2012)

In den Schaltwarten Erlaufboden und Wienerbruck werden alle fern übertragenen Pegel, mit Ausnahme des Pegels an der Erlauf unterhalb des Kraftwerks Erlaufboden, über das Fernwirkssystem visualisiert.



Abb. 55 Foto Querschnitt Pegel Ötscherbach (Kozumplik, 2011)

## 2.7.2. Messeinrichtungen an der Sperre Stierwaschboden

Der Wasserstand im Stausee wird durch eine Pegelanlage im Einlaufbauwerk registriert und in die Schaltwarten der Kraftwerke Wienerbruck und Erlaufboden fern übertragen. Zusätzlich wird der Pegelstand des Stausees im Kraftwerk Wienerbruck auf einem Schreiberstreifen aufgezeichnet.

Das Betriebsstauziel auf 613,68müA entspricht dem Pegelwert von 3,96m; das Absenkziel liegt 2,2m tiefer auf 611,48müA und entspricht einem Pegelwert von 1,76m.

Durch den Dammkörper durchsickerndes Wasser wird durch Messung des Wasserstandes in insgesamt fünf, als Pegel ausgebildeten Bohrlöchern festgestellt. (siehe Plan 07)

Gleichzeitig mit der Messung der Sohlenwasserdrücke erfolgt eine Messung der Sickerwassermengen (insgesamt drei Drainagen) im Schacht am linken Fuß des Dammes. Die Messung wird durch das Werkspersonal mittels Thompsonwehr vorgenommen. (siehe Abb. 56)



Abb. 56 Foto Sickerwassermengenmessung mit Thompsonwehren im Schacht am Dammfuß (Kozumplik, 2012)

### 3. Hydrologie

#### 3.1. Einzugsgebiet<sup>31</sup>

Um die verschiedenen Wassermengen besser zueinander ins Verhältnis setzen zu können und einen besseren räumlichen Überblick zu bekommen wird das Einzugsgebiet in Teileinzugsgebiete aufgeteilt.

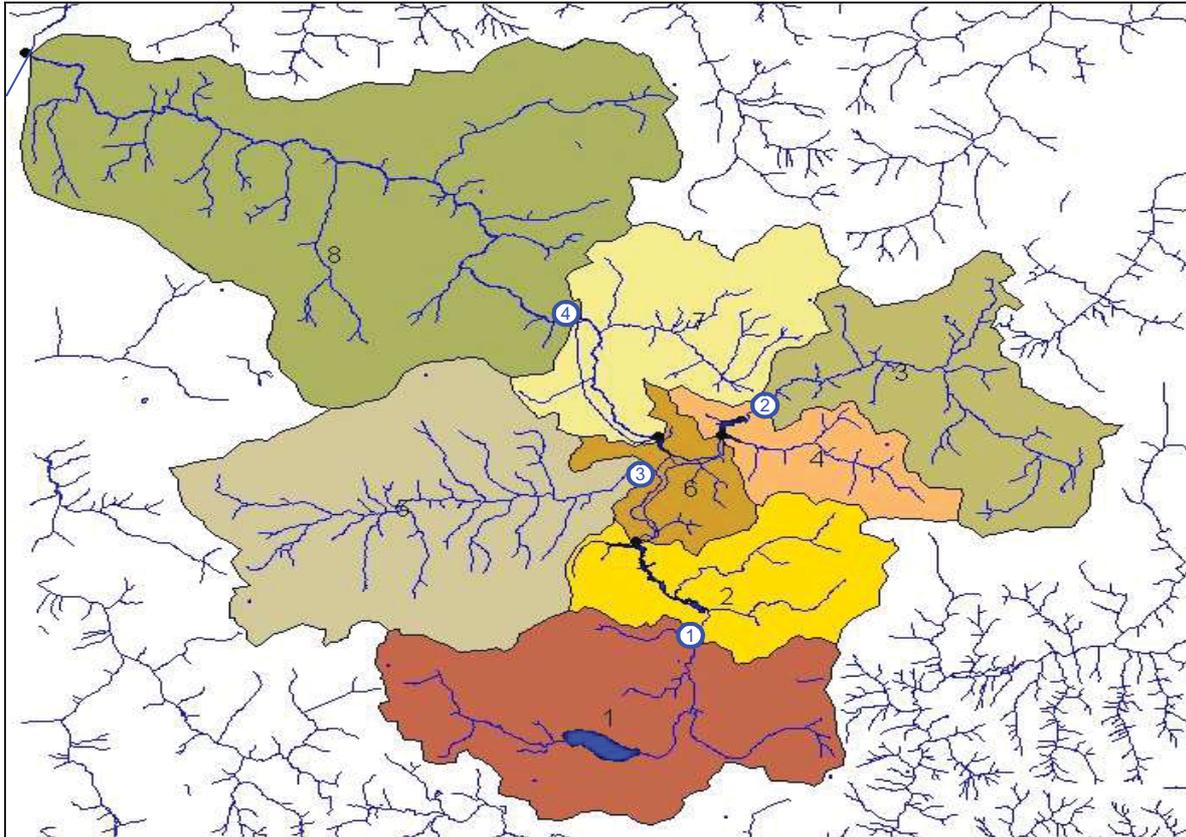


Abb. 57 Übersicht über die Pegelmessstellen an der Oberen Erlauf und ihre Einzugsgebiete (Nachtnebel, et al., 2006)

Die Nummerierung der Pegel (Abb. 57 blaue Kreise) erfolgt folgendermaßen:

Nr.	Messstelle	Gewässer
1	Mitterbach	Große Erlauf
2	Reith	Große Lassing
3	Ötscherbach	Ötscherbach
4	Erlaufboden	Große Erlauf

Die Unterteilung in Teileinzugsgebiete ist in Abb. 57 durch farbige Flächen dargestellt. Die Unterteilung erfolgt jeweils an markanten Punkten. Das sind Messpegel oder Sperrenstellen.

<sup>31</sup> (Nachtnebel, et al., 2006)

Nr.	Gebiet	Markanter Punkt	Gewässer	Größe [km <sup>2</sup> ]
1	Mitterbach	Pegel Mitterbach	Große Erlauf	29,8
2	Erlaufklause	Sperre Erlaufklause	Große Erlauf	14,8
3	Reith	Pegel Reith	Große Lassing	21,5
4	Wienerbruck	Sperre Wienerbruck	Lassing	8,4
5	Ötscherbach	Pegel Ötscherbach	Ötscherbach	38,1
6	Stierwaschboden	Pegel Stierwaschb.	Große Erlauf	6,4
7	Erlaufboden	Pegel Erlaufboden	Große Erlauf	19,4

Das Gebiet 8 befindet sich flussabwärts zum betrachteten Kraftwerk und ist daher in dieser Untersuchung nicht von Belang.

Die Messpegel Mitterbach und Reith befinden sich jeweils kurz oberhalb der Stauwurzeln der Speicher Erlaufklause und Wienerbruck. In ihren Einzugsgebieten (Nummer 1 und 3) befinden sich keine Stauanlagen. Sie gelten daher als unbeeinflusst und werden für den Betrieb des Kraftwerks Wienerbruck als Zuflüsse zu den Speichern verwendet.

Tatsächlich gibt es im Einzugsgebiet 1 eine Beeinflussungsmöglichkeit. Ein natürlicher See – der Erlaufsee – hat an seinem Ausfluss eine Wehranlage und kann in der obersten Lamelle als zusätzlicher Speicher verwendet werden.

Wie in Abb. 57 deutlich zu erkennen ist, haben beide Speicher (Erlaufklause und Wienerbruck) neben den Hauptzubringern, die in den Pegeln erfasst werden, zusätzliche Zubringer, die direkt in die jeweiligen Speicherseen einmünden und messtechnisch nicht erfasst werden. Als Beispiel hierfür sei die Kleine Lassing genannt, die in den Stausee Wienerbruck einmündet.

Daher vergrößert sich das Einzugsgebiet der Sperre Erlaufboden auf 44,6km<sup>2</sup> (Teileinzugsgebiet 1+2) und das der Sperre Wienerbruck auf 29,9km<sup>2</sup> (Teileinzugsgebiet 3+4).

Im Bereich des Teilgebietes Stierwaschboden (Nummer 6) haben sich vor dem Bau der Kraftwerkskette die Große Erlauf, die Lassing und der Ötscherbach vereinigt um in weiterer Folge gemeinsam als Große Erlauf weiter nach Norden (Richtung Erlaufboden) zu fließen. Der Durchfluss des Ötscherbach (Pegel Ötscherbach, Einzugsgebiet 5) wird an seiner Mündung in die Erlauf gemessen.

Durch den Bau des Kraftwerks Wienerbruck, führt das Flussbett der großen Erlauf in diesem im Normalfall keine nennenswerten Wassermengen. (Ausnahme: Hochwasser).

Der Zufluss zum Speicher Stierwaschboden umfasst nicht nur den Ötscherbach und die Wasserabgabe des Kraftwerks Wienerbruck, sondern auch die Zuflüsse direkt in den Stauweiher und in den Ausleitungsstrecken von Lassing und Erlauf. Das Einzugsgebiet an der Sperre Stierwaschboden setzt sich aus den Teilgebieten 1 bis 6 zusammen und umfasst damit 119km<sup>2</sup>.

Der Pegel Erlaufboden liegt unterhalb des Kraftwerks Erlaufboden und umfasst neben der Wasserabgabe aus dem Kraftwerk auch noch die Zuflüsse aus der Restwasserstrecke und dem Angerbach und seinem Einzugsgebiet (Gebiet 7). Das gesamte Einzugsgebiet der Messstelle umfasst damit 138,4km<sup>2</sup> (Gebiete 1 bis 7).

### 3.2. Pegel Mitterbach / Erlauf

Der Pegel Mitterbach (Brücke) liegt in der Ortschaft Mitterbach am Erlaufsee unterhalb der Einmündung des Mitterbaches in die Große Erlauf auf einer Höhe von 786 müA.



Abb. 58 Lage der Pegelmessstelle Mitterbach an der Großen Erlauf



Abb. 59 Foto der Pegelmessstelle Mitterbach an der Großen Erlauf (EVN-Archiv)

Dieser Auswertung liegt eine lückenlose Aufzeichnung der Tagesmittelwerte für den Zeitraum vom 1. Jänner 1976 bis 31. Dezember 2010 zu Grunde.

Der mittlere Durchfluss im betrachteten Zeitraum beträgt  $0,81\text{m}^3/\text{s}$ .

Wie aus den Monatsmittelwerten, die in Diagramm 1 dargestellt sind, ersichtlich ist, treten die größeren Abflüsse in der Regel zur Zeit der Schneeschmelze in den Monaten März, April und Mai auf. Der höchste Wert der Zeitreihen tritt am 8. Juli 1997 auf und beträgt  $17,56\text{m}^3/\text{s}$ .

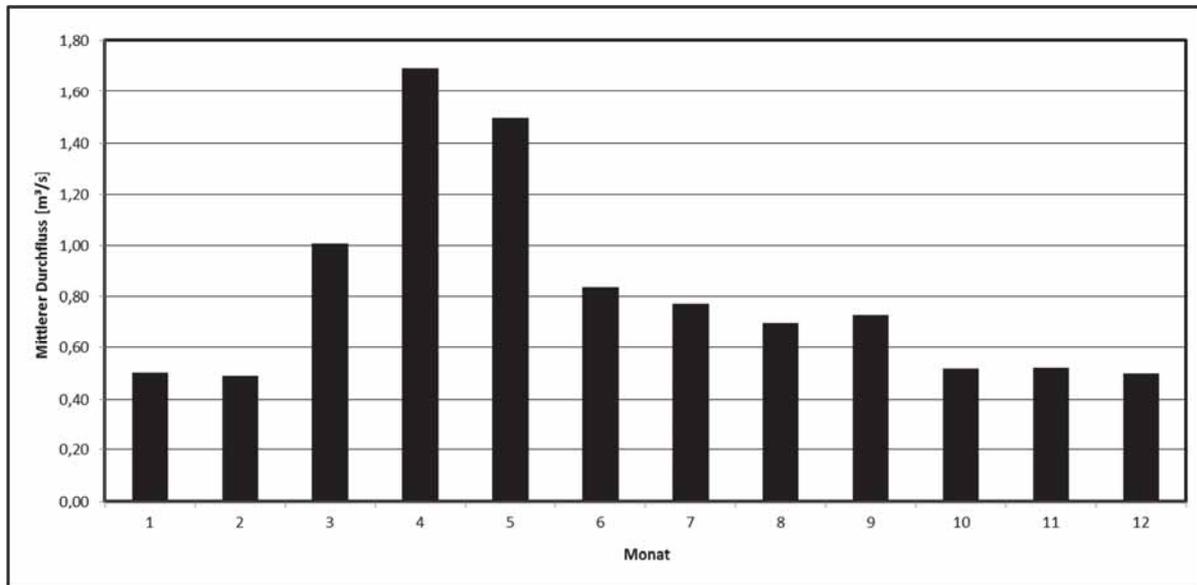


Diagramm 1 Mittlerer Monatsdurchfluss an der Pegelmessstelle Mitterbach an der Großen Erlauf

Es kann also wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass die großen Wassermengen hauptsächlich im Frühjahr den Speicher Erlaufklause erreichen. Mit einzelnen, kurzzeitigen Spitzen muss aber das ganze Jahr über gerechnet werden.

Diagramm 2 zeigt die Dauerlinie des Pegels Mitterbach.

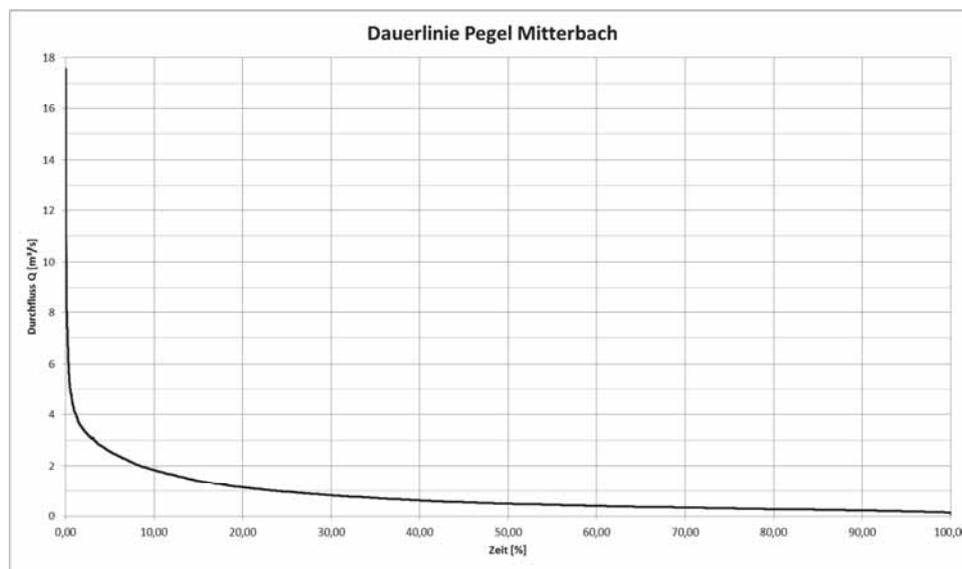


Diagramm 2 Dauerlinie Pegel Mitterbach (1976-2010)

In Diagramm 3 sind die Jahressganglinien des Pegels Mitterbach dargestellt.

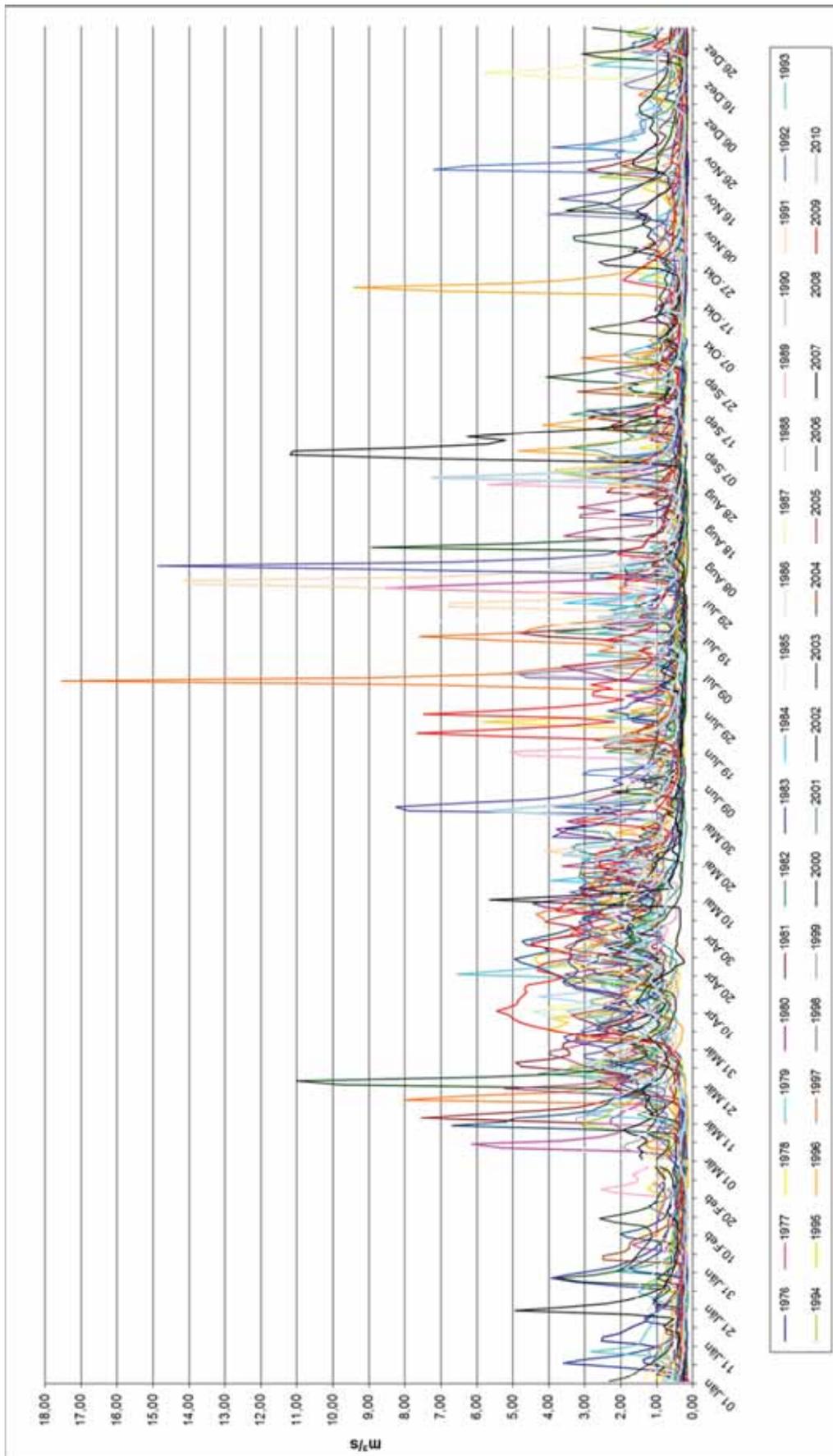


Diagramm 3: Tagesmittelwerte des Durchflusses am Pegel Mitterbach

### 3.3. Pegel Reith / Große Lassing

Der Pegel Reith liegt in der Ortschaft Reith am Großen Lassingbach auf einer Höhe von 794 müA.



Abb. 60 Lage der Pegelmessstelle Reith an der Großen Lassing

Dieser Auswertung liegt eine lückenlose Aufzeichnung der Tagesmittelwerte für den Zeitraum vom 1. Jänner 1976 bis 31. Dezember 2010 zu Grunde.

Der mittlere Durchfluss im betrachteten Zeitraum beträgt  $0,78\text{m}^3/\text{s}$ .

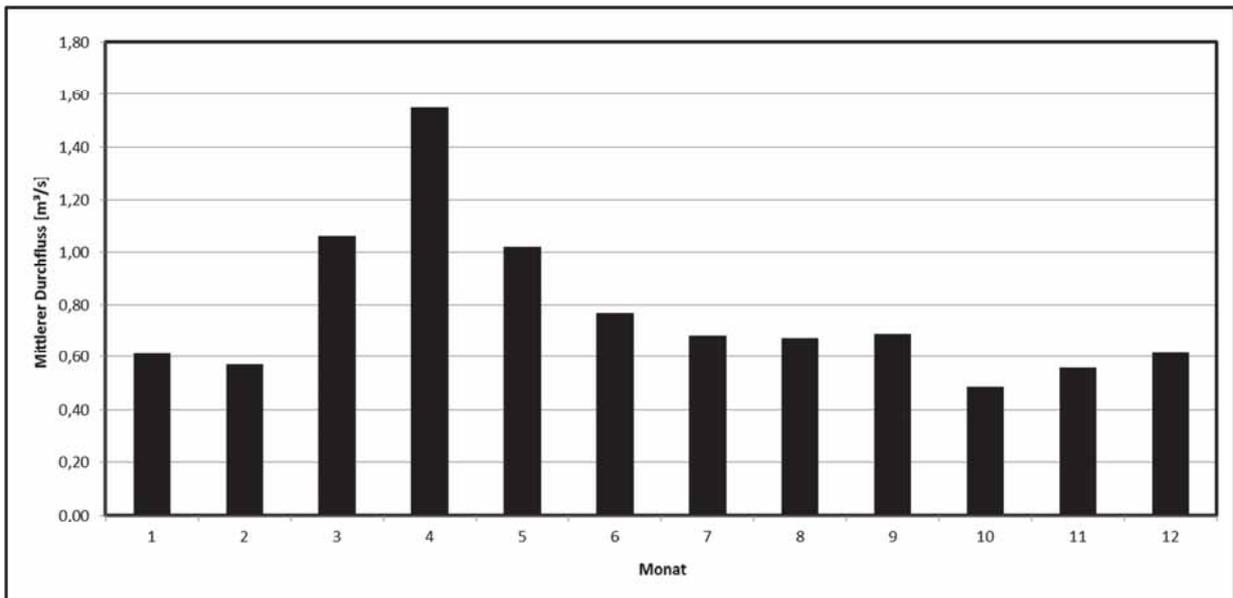


Diagramm 4 Mittlerer Monatsdurchfluss an der Pegelmessstelle Reith an der Großen Lassing

Wie aus den Monatsmittelwerten, die in Diagramm 4 dargestellt sind, ersichtlich ist, treten die größeren Abflüsse auch hier in der Regel in den Monaten März, April und Mai auf.

Der höchste Wert der Zeitreihe wurde am 7. August 2006 mit  $17,76\text{m}^3/\text{s}$  gemessen.

Diagramm 5 zeigt die Dauerlinie des Pegels Reith.

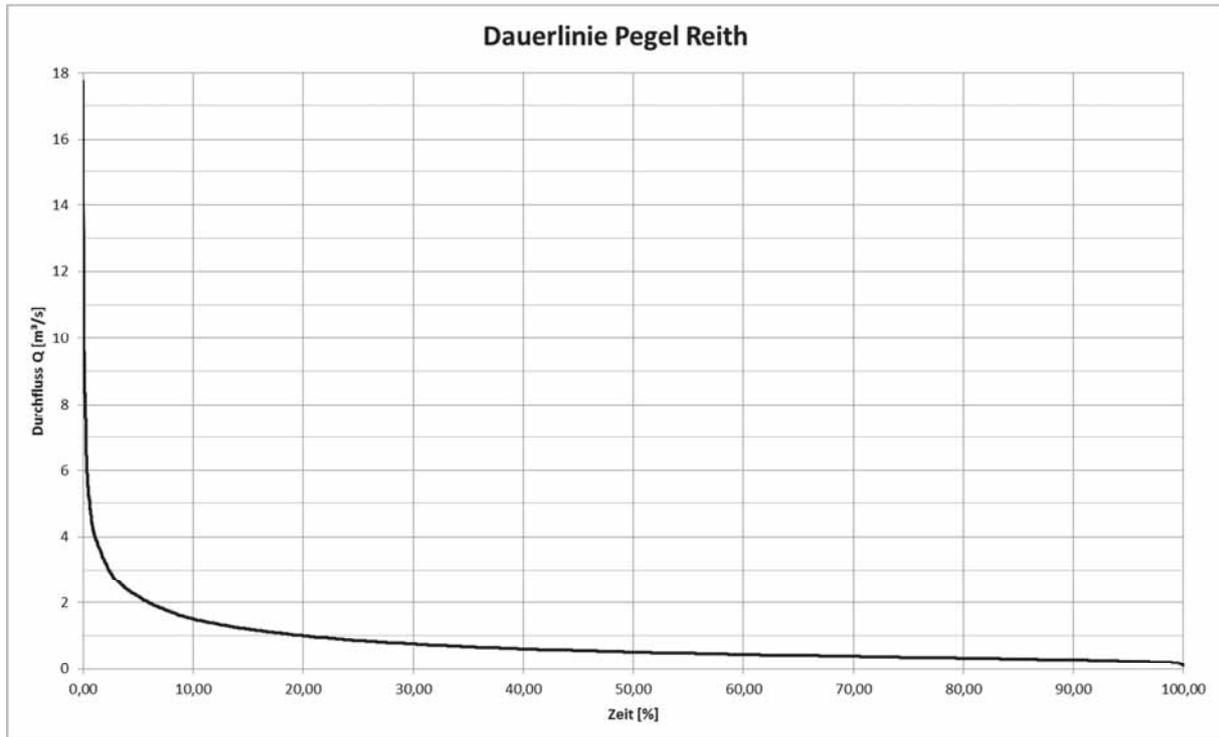


Diagramm 5: Dauerlinie Pegel Reith (1976-2010)

In Diagramm 6 sind die Jahresganglinien des Pegels Reith dargestellt.

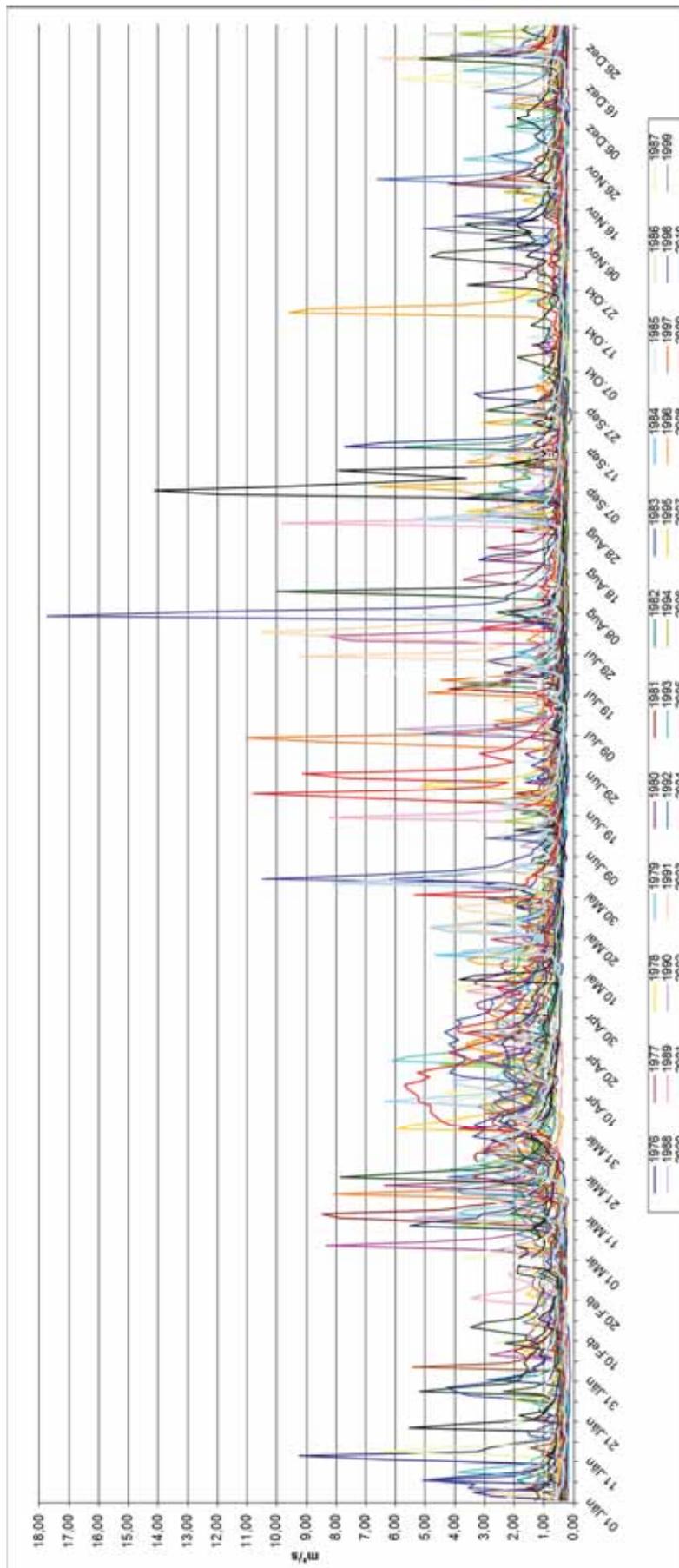


Diagramm 6: Tagesmittelwerte des Durchflusses am Pegel Reith

### 3.4. Pegel Wienerbruck / Ötscherbach

Der Pegel Wienerbruck liegt am Ötscherbach kurz vor dessen Einmündung in die Ausleitungsstrecke der Großen Erlauf oberhalb des Speichers Stierwaschboden auf einer Höhe von 622müA. Der räumlichen Nähe zum Kraftwerk Wienerbruck, das nur etwa 600m weiter flussabwärts liegt und ebenfalls in die Große Erlauf bzw. den Speicher Stierwaschboden einleitet, verdankt diese Messstelle den offiziellen Namen „Pegel Wienerbruck“.

Zum besseren Verständnis wird in dieser Arbeit dieser Pegel durchwegs als „Pegel Ötscherbach“ bezeichnet, da die Bezeichnung Wienerbruck bereits für einen Speicher und ein Kraftwerk gebraucht wird, zu denen hydrologisch kein Zusammenhang besteht.

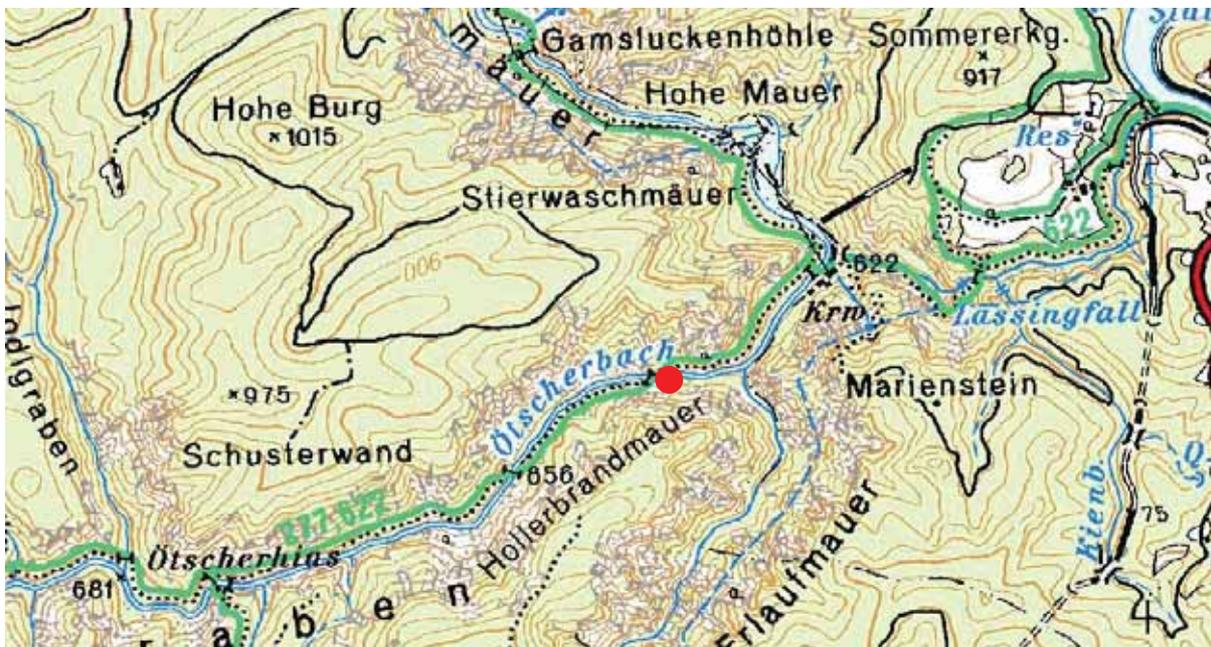


Abb. 61 Lage der Pegelmessstelle Wienerbruck am Ötscherbach



Abb. 62 Foto Pegel Ötscherbach (Kozumplik, 2011)

Wie schon bei den beiden bisher beschriebenen Pegeln liegt auch hier der Auswertung eine lückenlose Aufzeichnung der Tagesmittelwerte für den Zeitraum vom 1. Jänner 1976 bis 31. Dezember 2010 zu Grunde.

Der mittlere Durchfluss im betrachteten Zeitraum beträgt  $1,46\text{m}^3/\text{s}$ .

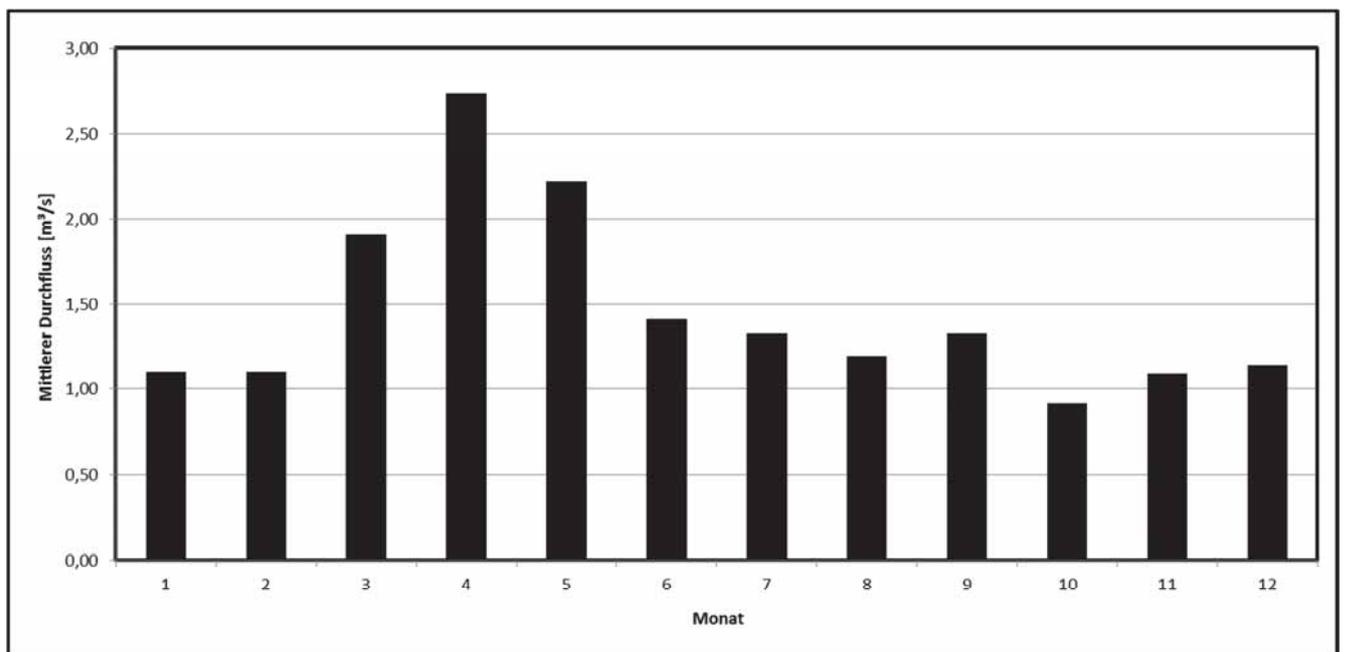


Diagramm 7 Mittlerer Monatsdurchfluss an der Pegelmessstelle Ötscherbach

Wie aus den Monatsmittelwerten, die in Diagramm 7 dargestellt sind, ersichtlich ist, treten die größeren Abflüsse in der Regel zur Zeit der Schneeschmelze in den Monaten März, April und Mai auf. Der höchste Wert ( $32,79\text{m}^3/\text{s}$ ) der Zeitreihe tritt jedoch im Sommer (3. August 1991) auf.

Es kann also wohl auch beim Pegel Ötscherbach mit einiger Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass die großen Wassermengen hauptsächlich im Frühjahr auftreten. Einzelne, kurzzeitige Spitzen treten verstärkt im Sommer und Herbst auf.

Diagramm 8 zeigt die Dauerlinie des Pegels Ötscherbach.

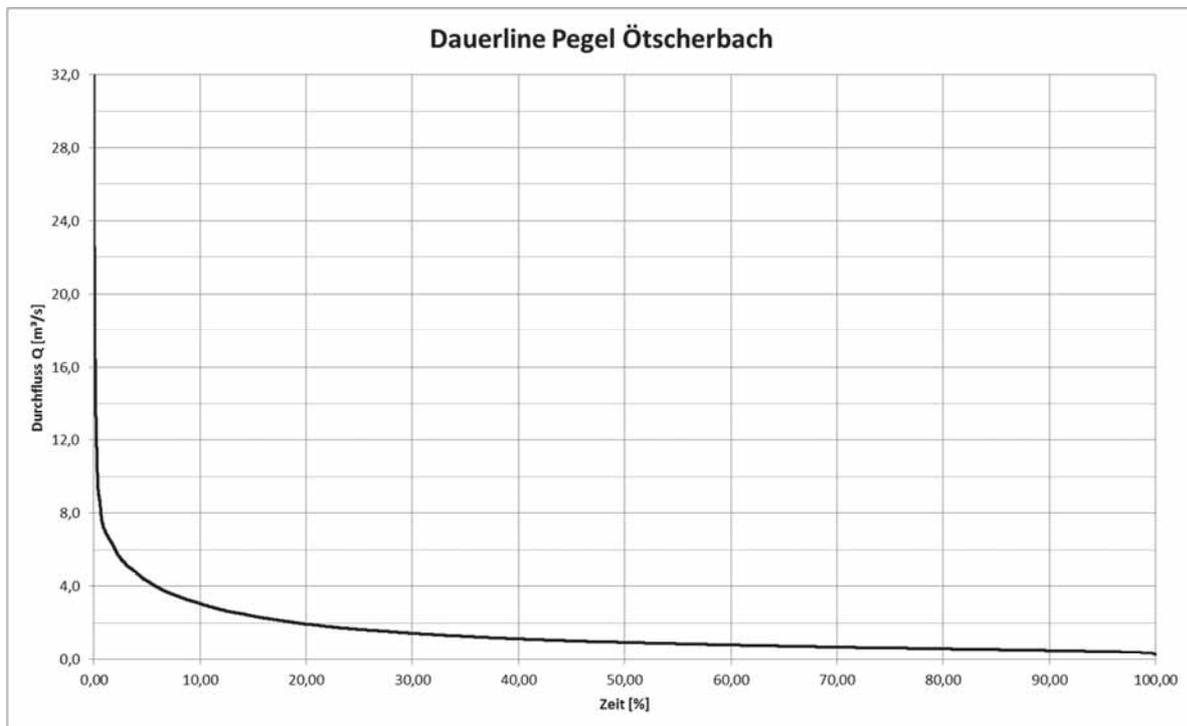


Diagramm 8: Dauerlinie Pegel Ötscherbach (1976-2010)

In Diagramm 7 sind die Jahresganglinien des Pegels Ötscherbach dargestellt.

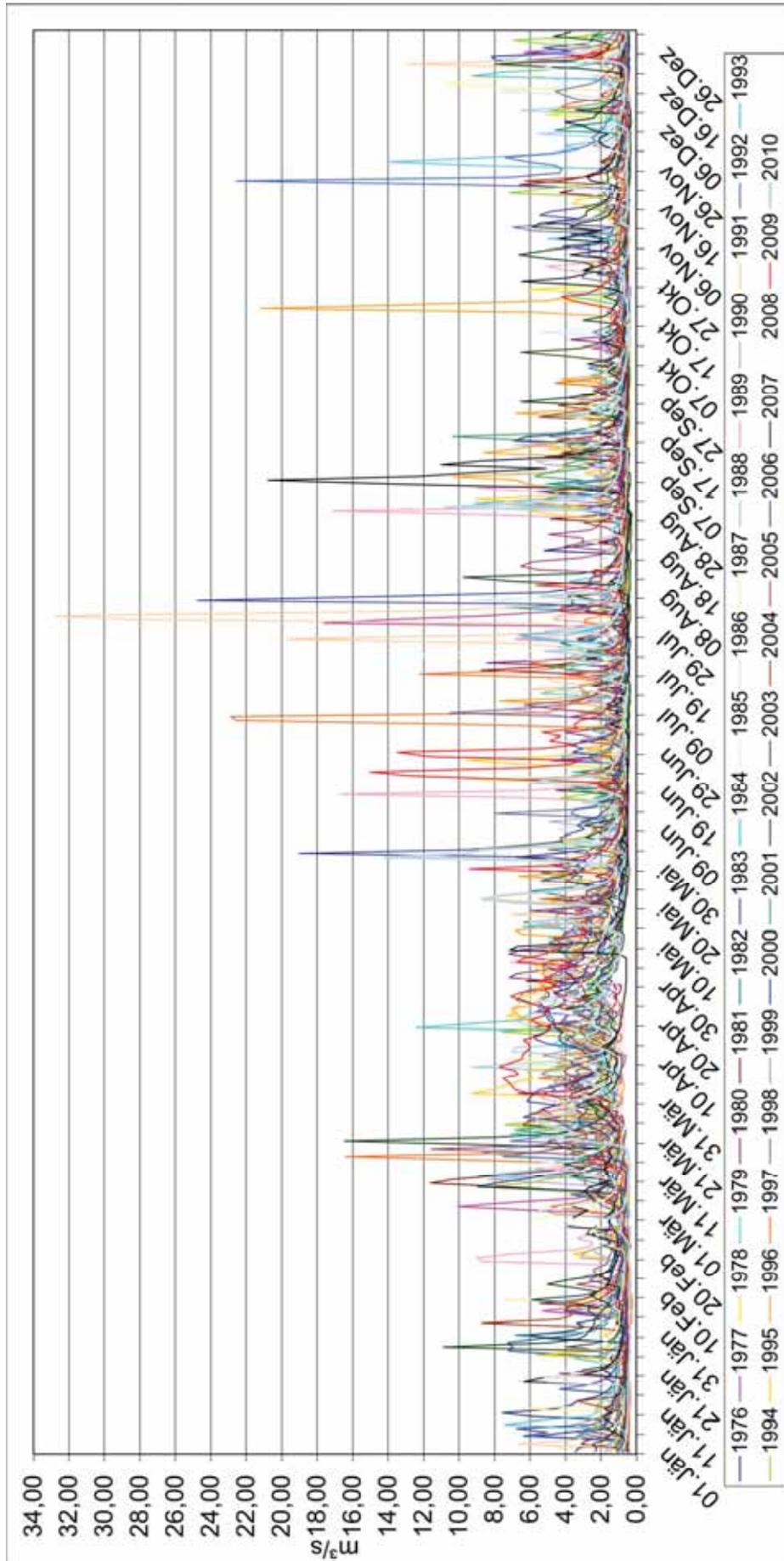


Diagramm 9: Tagesmittelwerte des Durchflusses am Pegel Ötscherbach

### 3.5. Gegenüberstellung der Pegel

Die drei bisher beschriebenen Pegel sind durchaus vergleichbar, da alle drei unbeeinflusst sind (keine Oberliegerkraftwerke) und ihre Einzugsgebiete nicht nur ähnliche Größen haben, sondern auch kleinräumig beisammen liegen. Außerdem sind die Beobachtungszeiträume gleich.

Hierbei sei erwähnt, dass die Pegel Mitterbach und Reith – sowohl was die Höhe der Mittelwerte als auch die Höhe der Spitzen angeht – fast gleich groß sind.

Der Pegel Ötscherbach hingegen liefert fast doppelte so hohe Werte.

Messstelle	Gewässer	Einzugsgebiet	Mittelwert	Höchstwert	Abflusspende
Pegel Mitterbach	Große Erlauf	29,8 km <sup>2</sup>	0,81m <sup>3</sup> /s	17,56m <sup>3</sup> /s	27,18l/s/km <sup>2</sup>
Pegel Reith	Große Lassing	21,5 km <sup>2</sup>	0,78m <sup>3</sup> /s	17,76m <sup>3</sup> /s	35,27l/s/km <sup>2</sup>
Pegel Ötscherbach	Ötscherbach	38,1 km <sup>2</sup>	1,46m <sup>3</sup> /s	32,79m <sup>3</sup> /s	38,32l/s/km <sup>2</sup>

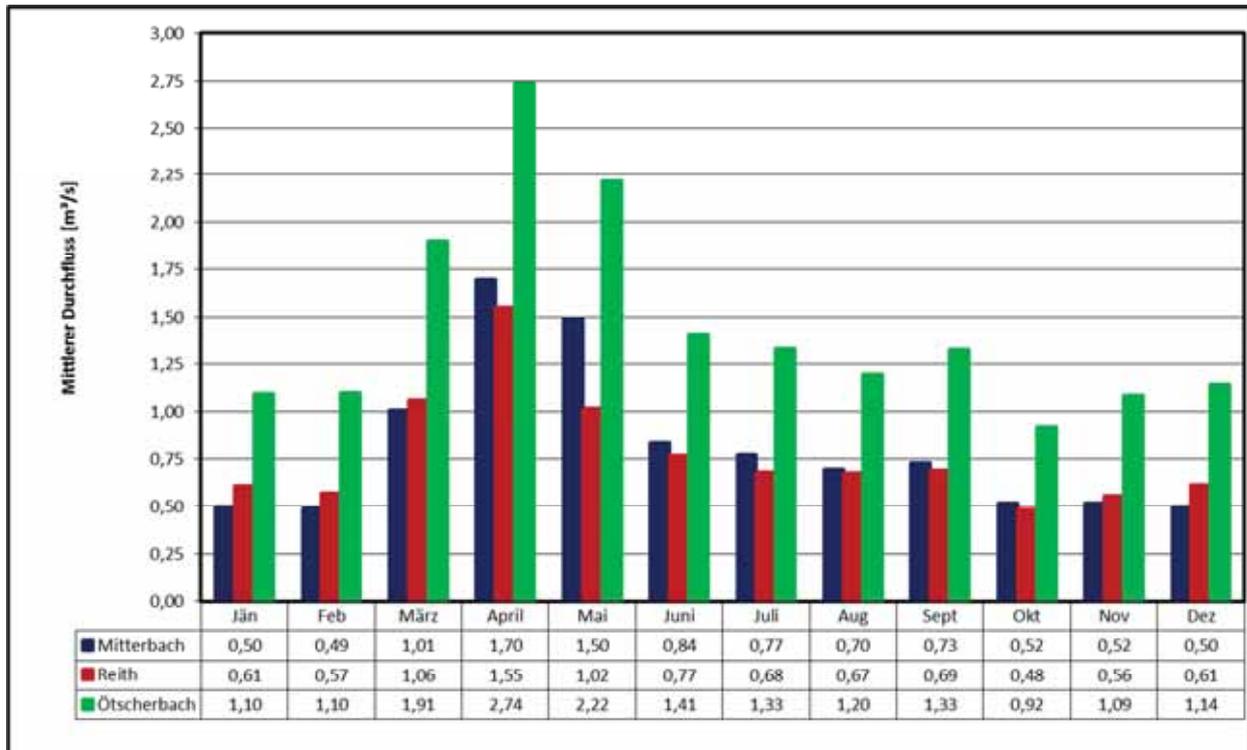


Diagramm 10 Mittlerer Monatsdurchfluss an den Pegelmessstellen Mitterbach, Reith und Ötscherbach

Vergleicht man die jeweiligen Monatsmittelwerte (Diagramm 10), so ist deutlich zu erkennen, dass die Verteilungen übers Jahr sich ähnlich sind. Im Fall der Pegel Mitterbach und Reith sogar sehr ähnlich und in der gleichen Größenordnung. Der Pegel Ötscherbach dagegen erfasst in etwa doppelt so große Werte. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass das Einzugsgebiet des Pegel Ötscherbach (Gebiet 5) fast doppelt so groß ist, wie das des Pegel Reith (Gebiet 3). Anzumerken ist lediglich,

dass die Messwerte des Pegel Mitterbach nicht zwischen den Werten der beiden anderen Pegel liegen, liegt doch die Größe des Einzugsgebietes genau dazwischen. Beim Pegel Mitterbach sind die Werte deutlich geringer als bei den beiden anderen Pegeln. Das zeigt sich auch in der unterschiedlichen Abflusspende, die den mittleren Durchfluss auf das Einzugsgebiet bezieht.

### 3.6. Pegel Erlaufboden / Erlauf

Der Pegel Erlaufboden liegt an der Großen Erlauf unterhalb der Einmündung des Angerbaches und des Unterwasserkanals des Kraftwerks Erlaufboden auf einer Höhe von 530müA.



Abb. 63 Lage der Pegelmessstelle Erlaufboden an der Großen Erlauf

Der Auswertung liegt eine lückenlose Aufzeichnung der Tagesmittelwerte für den Zeitraum vom 1. Jänner 1980 bis 31. Dezember 2010 zu Grunde.

Der mittlere Durchfluss im betrachteten Zeitraum beträgt  $4,82\text{m}^3/\text{s}$ .



Abb. 64 Foto der Pegelmessstelle Erlaufboden an der Großen Erlauf (EVN-Archiv)

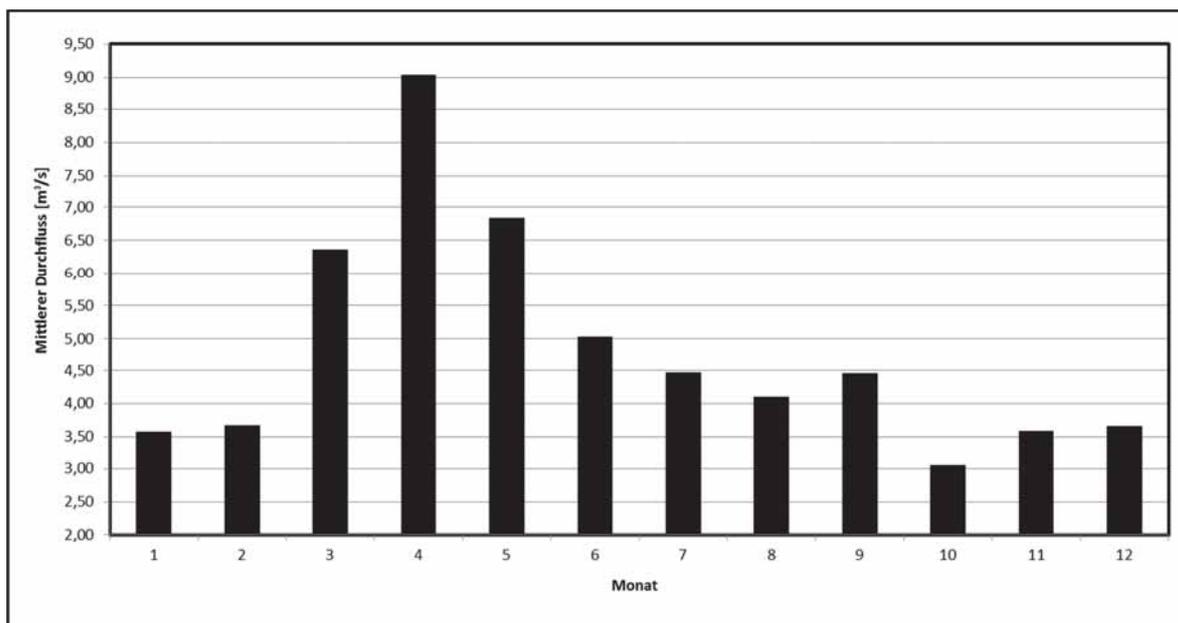


Diagramm 11 Mittlerer Monatsdurchfluss an der Pegelmessstelle Erlaufboden an der Großen Erlauf

Wie aus den Monatsmittelwerten, die in Diagramm 11 dargestellt sind, ersichtlich ist, treten die größeren Abflüsse in der Regel im Frühling und Frühsommer auf. Der höchste Wert der Zeitreihe beträgt  $82,20\text{m}^3/\text{s}$  und trat am 7. August 2006 auf.

Bemerkenswert ist auch, dass große Spitzen vor allem im Sommer auftreten. Es scheint aber grundsätzlich das ganze Jahr über häufig kurze Hochwasser zu geben. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass der Pegel Erlaufboden sehr viel öfter und

betragsmäßig größer schwankt als die bisher beschriebenen Pegel (siehe Diagramm 13).

Das liegt in erster Linie daran, dass der Pegel Erlaufboden von den beiden Kraftwerken – Wienerbruck und besonders Erlaufboden – sowie deren Speichern beeinflusst wird.

Diagramm 12 zeigt die Dauerlinie des Pegels Erlaufboden.

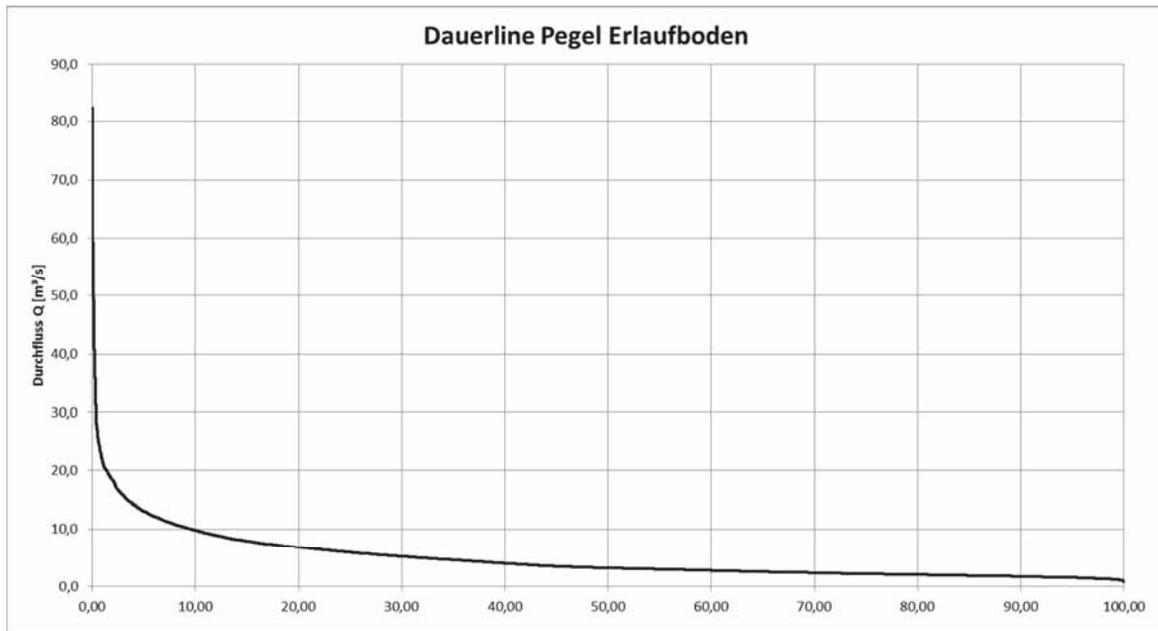


Diagramm 12: Dauerlinie Pegel Erlaufboden (1980-2010)

In Diagramm 13 sind die Jahresganglinien des Pegels Erlaufboden dargestellt.

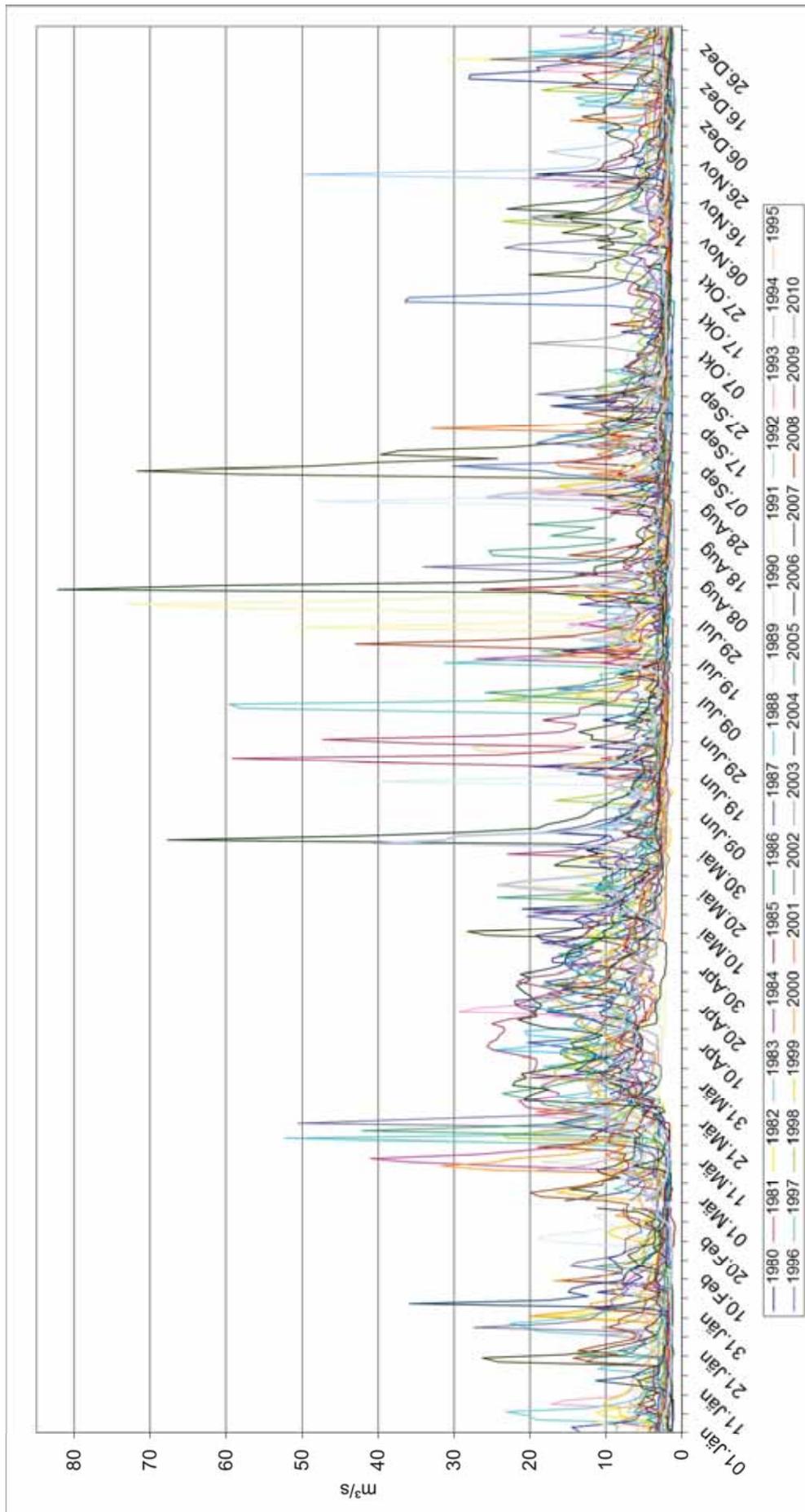


Diagramm 13: Tagesmittelwerte des Durchflusses am Pegel Erlaufboden

Stellt man alle vier Pegel einander gegenüber (Diagramm 15 und Diagramm 14), so erkennt man, dass die Zuflüsse aus den Pegeln Mitterbach, Reith und Ötscherbach, sich summieren (größere Wassermenge). Insbesondere die Schwankungen der Wasserführung des Ötscherbach müssen, wegen des vergleichsweise geringen Speichervolumens des Speichers Stierwaschboden relativ zeitnah nach unten weitergegeben werden.

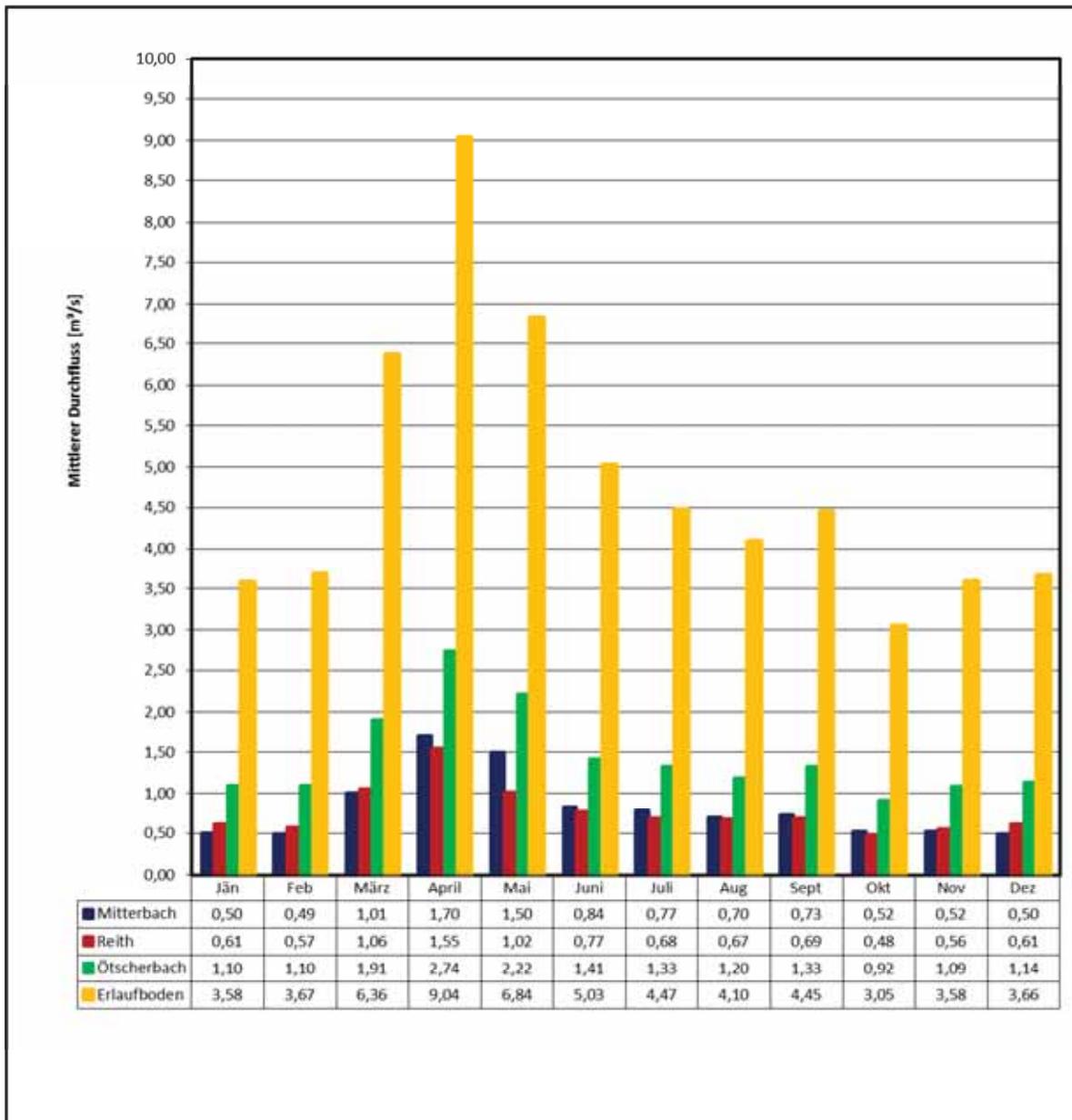


Diagramm 14 Mittlerer Monatsdurchfluss an den Pegelmessstellen Mitterbach, Reith, Ötscherbach und Erlaufboden

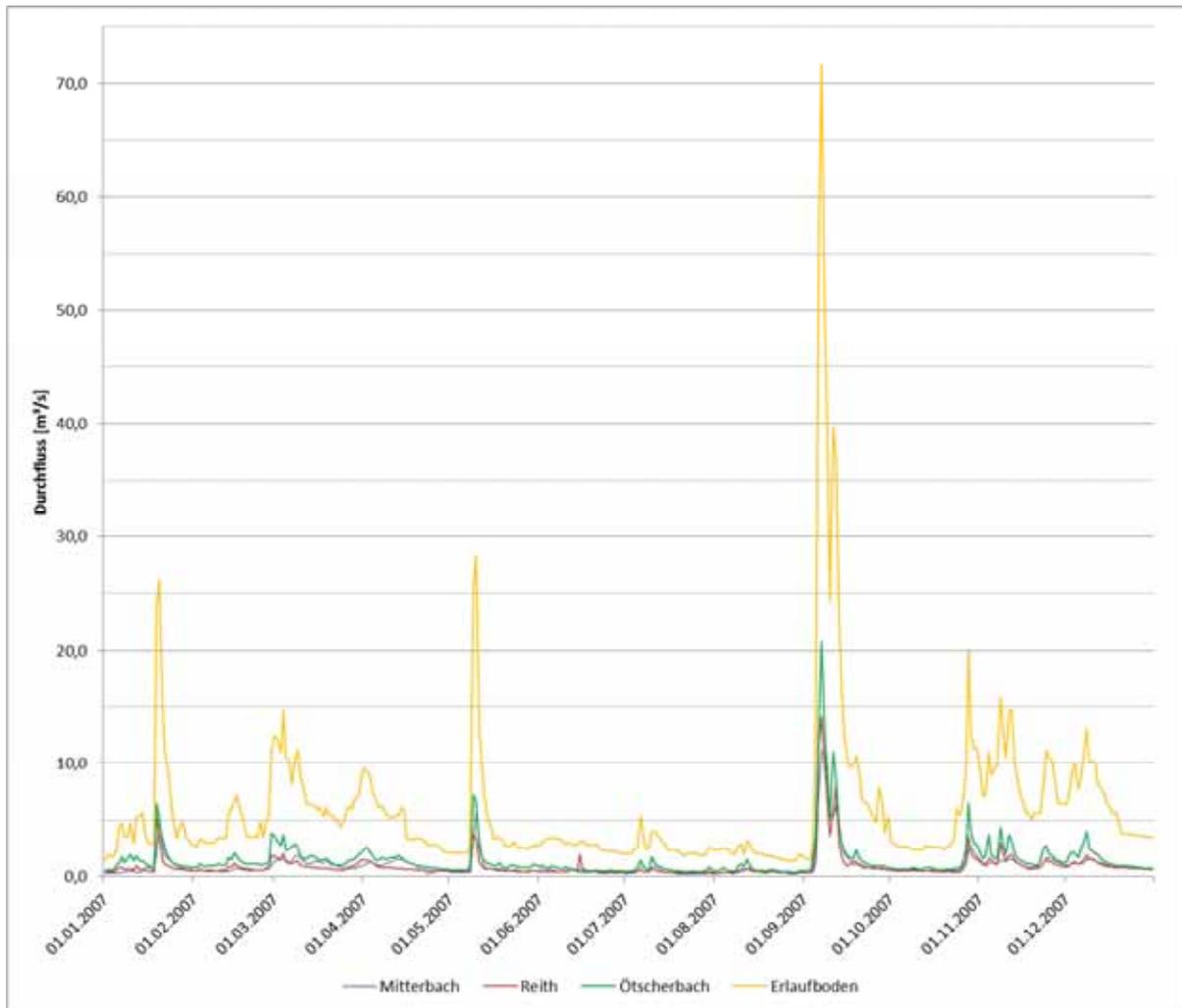


Diagramm 15: Tagesmittelwerte des Durchflusses an allen vier betrachteten Pegeln im Verlauf des Jahres 2007

Der Verlauf des Pegels Erlaufboden deckt sich mit der Summe der anderen drei Pegel – bis auf die zusätzlichen Wassermengen aus den nicht erfassten Teileinzugsgebieten. Dieser Zusammenhang ist in Diagramm 16 und Diagramm 17 dargestellt. Der Speichereinfluss ist hier kaum zu erkennen. Das liegt wohl an der relativ geringen Speichergröße.

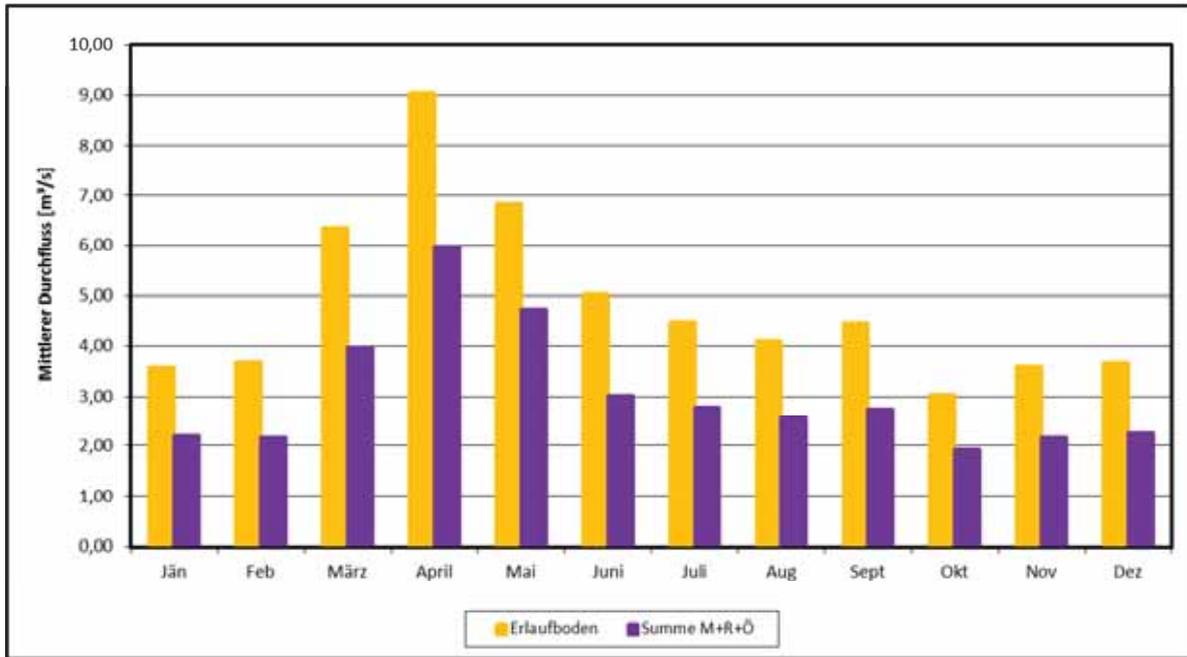


Diagramm 16 Mittlerer Monatsdurchfluss an der Pegelmesstelle Erlaufboden und Summe der Pegel Mitterbach, Reith und Ötscherbach

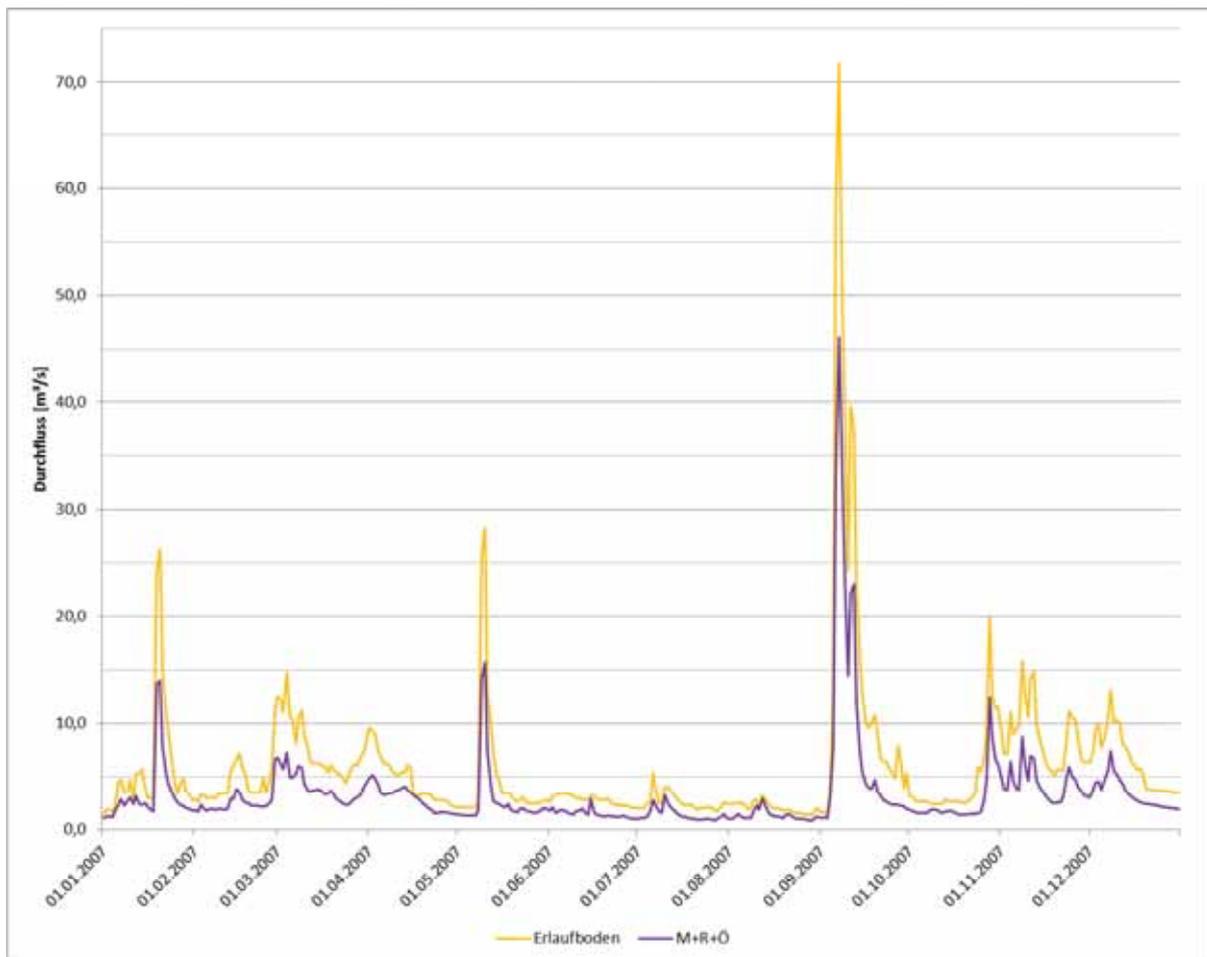


Diagramm 17: Tagesmittelwerte des Durchflusses an am Pegel Erlaufboden im Vergleich zur Summe der Pegel Mitterbach, Reith und Ötscherbach im Jahr 2007

Die Messungen des Pegels Erlaufboden beeinflussen den Speicher Stierwaschboden (der hier betrachtet wird) nur insofern, dass die Mindestabgabe ins Unterwasser dadurch gesteuert werden kann. Die Abgabe ins Unterwasser wird als unlimitiert angenommen.

Betrachtet man den Mittelwert des Pegels Erlaufboden unter Bezugnahme seines Einzugsgebietes und vergleicht diesen mit der Summe der anderen drei Pegel (Mitterbach, Reith, Ötscherbach), so scheint die Abflussspende in der Region ziemlich einheitlich zu sein.

Pegel	Einzugsgebiet	Mittelwert	Abflussspende
Summe M+R+Ö	89,4 km <sup>2</sup>	3,10m <sup>3</sup> /s	34,67l/s/km <sup>2</sup>
Erlaufboden	138,4 km <sup>2</sup>	4,82m <sup>3</sup> /s	34,83l/s/km <sup>2</sup>

## 4. Erzeugungsabschätzung

### 4.1. Eingangsdaten der Berechnung

#### 4.1.1. Durchflüsse

Als Grundlage für die Ertragsberechnung werden die Tagesmittelwerte des Durchflusses der (unter 3 beschriebenen) Pegel auf die Sperrenstelle Stierwaschboden umgerechnet. Dafür wurden die Abflussspenden der einzelnen Teileinzugsgebiete ermittelt.

Messstelle	Einzugsgebiet	Mittelwert	Abflussspende
Pegel Mitterbach	29,8 km <sup>2</sup>	0,81m <sup>3</sup> /s	27,18l/s/km <sup>2</sup>
Pegel Reith	21,5 km <sup>2</sup>	0,78m <sup>3</sup> /s	35,271l/s/km <sup>2</sup>
Pegel Ötscherbach	38,1 km <sup>2</sup>	1,46m <sup>3</sup> /s	38,32l/s/km <sup>2</sup>
Summe M+R+Ö	89,4 km <sup>2</sup>	3,10m <sup>3</sup> /s	34,67l/s/km <sup>2</sup>
Erlaubboden	138,4 km <sup>2</sup>	4,82m <sup>3</sup> /s	34,83l/s/km <sup>2</sup>

Das Einzugsgebiet zwischen den Pegeln Mitterbach, Reith und Ötscherbach und dem Pegel Erlaubboden setzt sich zusammen aus den Teileinzugsgebieten 2, 4 und 6 (siehe Abb. 57), die oberhalb der Sperre Stierwaschboden liegen und dem Teileinzugsgebietes 7, das zwischen der Sperre Stierwaschboden und dem Pegel Erlaubboden liegt.

Das zusätzliche Einzugsgebiet oberhalb der Sperre Stierwaschboden (2, 4 und 6) liegt räumlich zwischen den Einzugsgebieten der Pegel Reith und Ötscherbach. (siehe Abb. 57) Zur Ermittlung einer Abflussspende aus diesem Gebiet wird die Abflussspende dieser beiden Gebiete gemittelt. Daraus wird, durch Multiplikation mit der Einzugsgebietgröße ein fiktiver Pegelmittelwert für den Abfluss ermittelt. Dieser wird in Relation zu den Mittelwerten der gemessenen Durchflüsse der Pegel Reith und Ötscherbach gesetzt. Der daraus resultierende Faktor wird verwendet, um aus den Tagesdurchflüssen der Pegel Reith und Ötscherbach eine fiktive Messreihe für das zusätzliche Einzugsgebiet oberhalb der Sperre Stierwaschboden zu berechnen.

Um die täglichen Durchflüsse bei der Sperre Stierwaschboden zu erhalten, werden die Tagesmittelwerte des gemessenen Pegels Mitterbach, des gemessenen Pegels Reith, des gemessenen Pegels Ötscherbach und des errechneten zusätzlichen Pegels Stierwaschboden summiert.

Auf diese Weise wird für die Sperrenstelle Stierwaschboden eine Zeitreihe (von 1. 1. 1980 bis 31. 12. 2010) ermittelt und in die Berechnung übernommen. Dieser Zeitraum wurde gewählt, da Daten für alle vier Pegel vollständig vorhanden sind.

Der so errechnete Durchfluss enthält neben dem bereits erwähnten Faktor auch die vereinfachende Annahme, dass das Kraftwerk Wienerbruck mit den beiden Speichern die Zuflüsse aus Lassing und Erlauf so abarbeitet, wie sie zufließen.

## 4.1.2. Gebauter Bestand

### 4.1.2.1. Turbinen

Die bestehenden drei Francis- Turbinen haben je ein Schluckvermögen von  $2,24\text{m}^3/\text{s}$ . Der maximale Durchfluss im Triebwasserweg ist jedoch mit  $6,4\text{m}^3/\text{s}$  begrenzt. Der Wirkungsgrad der Turbinen wurde nach einer Messung von 1997<sup>32</sup> ermittelt und in Form von mehreren Punkten auf einer Wirkungsgradkurve (in Abhängigkeit von  $Q/Q_A$ ) in der Berechnung berücksichtigt.

### 4.1.2.2. Stollen

Das Stollenprofil wurde als Hufeisenprofil angenähert durch einen Halbkreis und ein Trapez. Dabei wurde darauf geachtet, dass Querschnittsfläche und Umfanglänge gleich groß sind, wie beim tatsächlichen Profil (Abb. 46), damit der hydraulische Radius  $R_h$  gleich bleibt. Die Stollenlänge von 3412,8m wird berücksichtigt.

Für die Rauigkeit des Stollens wird ein  $k_s$ - Wert von 85 gewählt. Diese Annahme stützt sich auf Messungen und Berechnungen aus den Jahren 1977 und 2006.<sup>33</sup>

### 4.1.2.3. Druckrohrleitung

Die Druckrohrleitung hat eine Länge von 127,4m sowie einen Durchmesser von 1,50m und wird mit einem  $k_s$ - Wert von 90 berücksichtigt.

---

<sup>32</sup> (EVN-Archiv)

<sup>33</sup> (EVN-Archiv)

#### 4.1.2.4. Fallhöhe

Die Bruttofallhöhe ergibt sich aus der Höhenkote des Stauziels (613,68müA) und der Höhenkote des Unterwasserspiegels (532,28müA). Tatsächlich schwankt der Speicherspiegel häufig (bis zu mehrmals am Tag) zwischen Stau- und Absenkziel.

### 4.2. Berechnung

Um die Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden abschätzen zu können, wurde ein Berechnungsmodell erstellt und anhand der tatsächlichen Erzeugungsdaten geeicht.

#### 4.2.1.1. Erzeugung

Die Tagesmittelwerte des Durchflusses an der Sperrenstelle Stierwaschboden (siehe 4.1.1) wurden auf täglicher Basis mit der jeweiligen Nettofallhöhe und dem Maschinenwirkungsgrad multipliziert. Aus der daraus ermittelten Tageserzeugung wurden über Summenbildung Monats- und Jahreserzeugung ermittelt.

#### 4.2.1.2. Maschinenwirkungsgrad

Der Maschinenwirkungsgrad wird berechnet, indem die Wirkungsgradkurve der einzelnen Turbinen auf eine gemeinsame Kurve für alle drei umgerechnet wird. Dabei wird angenommen, dass die Anzahl der zugeschalteten Turbinen sich an die vorhandene Wassermenge anpasst um den gesamten Turbinenwirkungsgrad zu optimieren. Diese Kurve wiederum wird mit den Wirkungsgraden für Generator und Transformator multipliziert um eine gesamte Maschinenwirkungsgradkurve zu erhalten. Die Erzeugungsberechnung berücksichtigt also zum jeweiligen Tagesdurchfluss den passenden Wirkungsgrad der Maschinen.

#### 4.2.1.3. Nettofallhöhe

Zur Ermittlung der Nettofallhöhe wurden – in Abhängigkeit vom Durchfluss - Verlusthöhen für den Druckstollen, die Druckrohrleitung und den Unterwasserkanal ermittelt und von der Bruttofallhöhe abgezogen. Weitere Verluste (z. B. Einlaufverluste, Krümmerverluste, Rechenverluste, ...) werden hierbei vernachlässigt, da anzunehmen ist, dass sie im Vergleich zu den bereits berücksichtigten Verlusten gering ausfallen. (siehe 5.2)

Die Verlusthöhe des Druckstollens ist abhängig von der Fließgeschwindigkeit  $v$ , die sich wiederum aus dem Durchfluss und dem Stollenquerschnitt ergibt. Das Energiegefälle  $I$  wurde mit der Formel von Manning-Strickler<sup>34</sup> berechnet.

$$v = k_s \times R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

Anschließend wurde das Energiegefälle mit der Stollenlänge multipliziert um die Verlusthöhe zu erhalten.

Auf dieselbe Art und Weise wurde die Verlusthöhe für die Druckrohrleitung und den Unterwasserkanal ermittelt, wobei der Unterwasserkanal als Freispiegelabfluss berücksichtigt wurde.

### 4.3. Ergebnisse

#### 4.3.1. Durchflussdauerlinie

Diagramm 18 zeigt die Dauerlinie des Durchflusses des errechneten Pegels Stierwaschboden (blau) und den zur Energieerzeugung nutzbaren Anteil (grün). Größere Wassermengen können nicht genutzt werden und fließen über die Hochwasserentlastung am Kraftwerk vorbei. Der Ausbaudurchfluss von  $6,40\text{m}^3/\text{s}$  entspricht also ca. einem  $Q_{17}$ , das heißt, er wird nur an 17% der Tage überschritten.

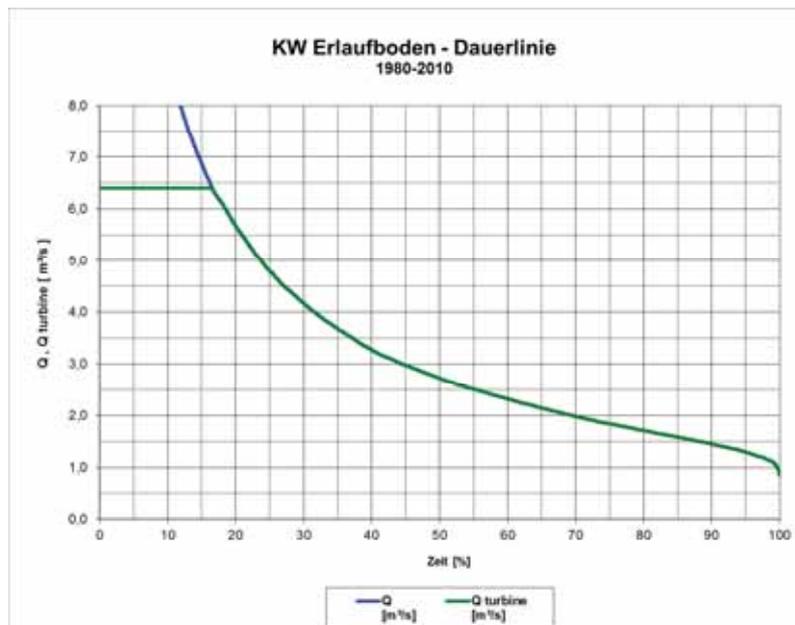


Diagramm 18 Dauerlinie des gesamten und nutzbaren Durchflusses

<sup>34</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gleichung (6.6)

### 4.3.2. Leistungsdauerlinie

Diagramm 19 geht noch einen Schritt weiter und stellt die Durchfluss- Dauerlinien aus Diagramm 18 der Erzeugungsdauerlinie (rot) gegenüber. Diese ist natürlich abhängig von der Turbinendurchfluss- Dauerlinie.

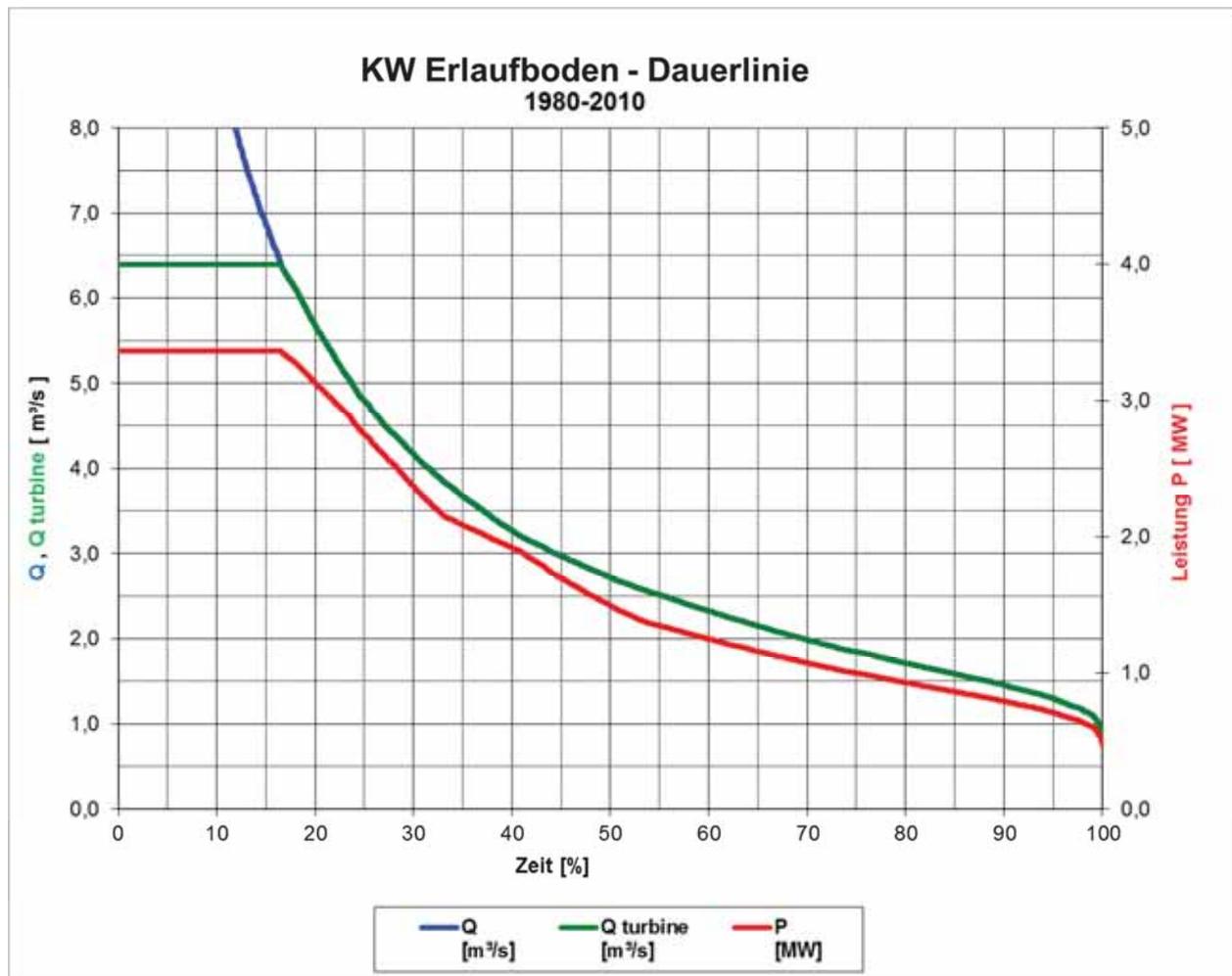


Diagramm 19 Dauerlinie des Durchflusses und der Erzeugung

### 4.3.3. Nettofallhöhe

#### 4.3.3.1. Fallhöhenverluste durch Stauspiegelschwankungen

Der Stauspiegel schwankt zwischen Stauziel (613,68müA) und Absenkziel (611,48müA) um 2,2m. Dadurch schwankt die Bruttofallhöhe zwischen 81,40m und 79,20m.

#### 4.3.3.2. Reibungsverluste Triebwasserleitung

Die Nettofallhöhe für die bestehende Anlage liegt bei einem Durchfluss von  $Q = 6,40\text{m}^3/\text{s}$  bei  $68,43\text{m}$  und steigt bei geringeren Durchflüssen bis auf  $80,27\text{m}$  – knapp unter der Bruttofallhöhe von  $81,40\text{m}$  – an. Den größten Anteil an der Verlusthöhe trägt aufgrund seiner großen Länge ( $3412,8\text{m}$ ) der Druckstollen. Der Zusammenhang zwischen Durchfluss, Fließgeschwindigkeit und Verlusthöhe ist in Diagramm 20 dargestellt.

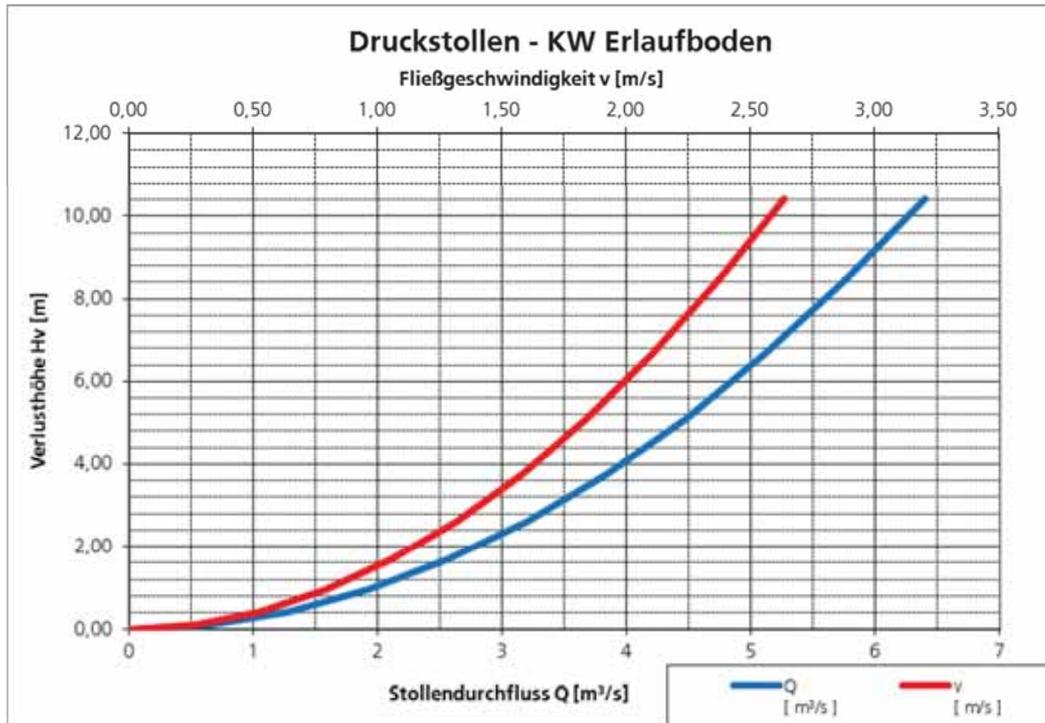


Diagramm 20 Zusammenhang Fließverlusthöhe mit Durchfluss und Fließgeschwindigkeit

In Diagramm 21 wird die Nettofallhöhe der Dauerlinie des Durchflusses gegenübergestellt.

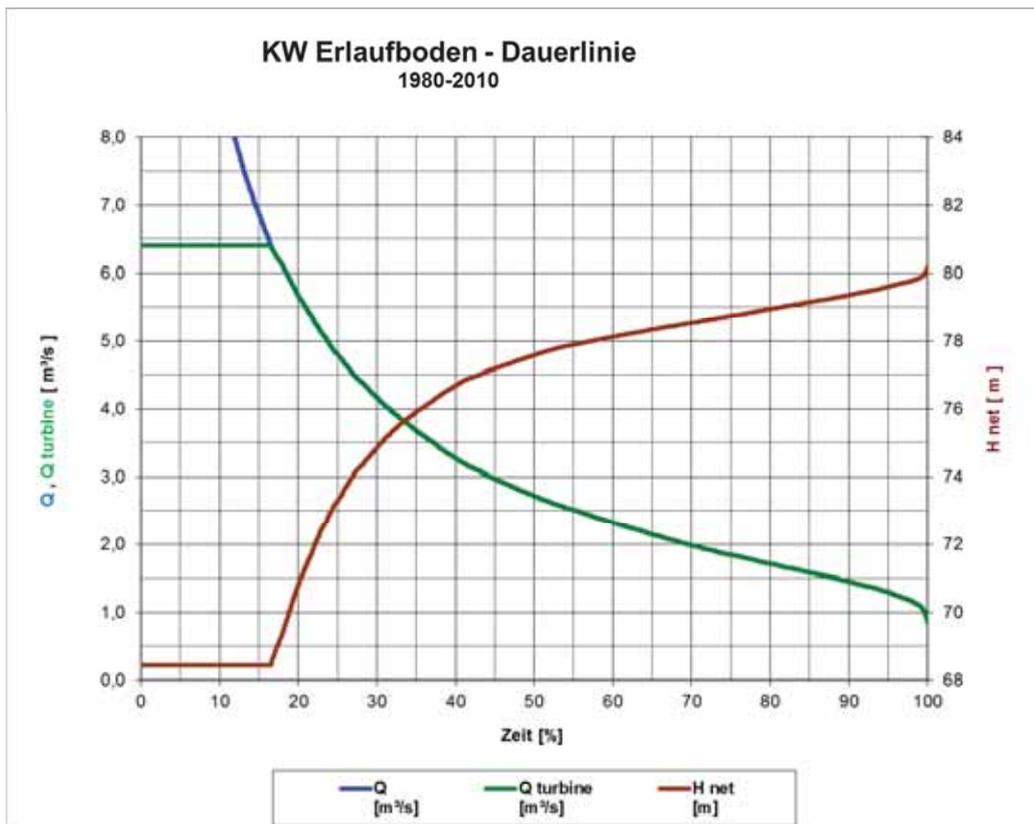


Diagramm 21 Dauerlinie des Durchflusses und Nettofallhöhe

#### 4.3.4. Stromproduktion

Die Energieproduktion wurde auf Tagesbasis ermittelt und zu Monats- und Jahreserzeugung aufsummiert.

Diagramm 22 zeigt die jeweilige Monatsproduktion in den Jahren des Betrachtungszeitraumes von 1980 bis 2010. Es ist eine große Schwankungsbreite zu erkennen.

Dieser Zusammenhang mit den erheblichen Schwankungen soll in Diagramm 23 nochmals verdeutlicht werden, indem die jeweiligen Extremwerte der einzelnen Monate einander und den Monatsmittelwerten gegenübergestellt werden.

Vergleicht man Diagramm 10 mit Diagramm 22 und Diagramm 23, so ist der Zusammenhang zwischen hohen Pegeldurchflüssen und hoher Monatsproduktion deutlich zu erkennen.

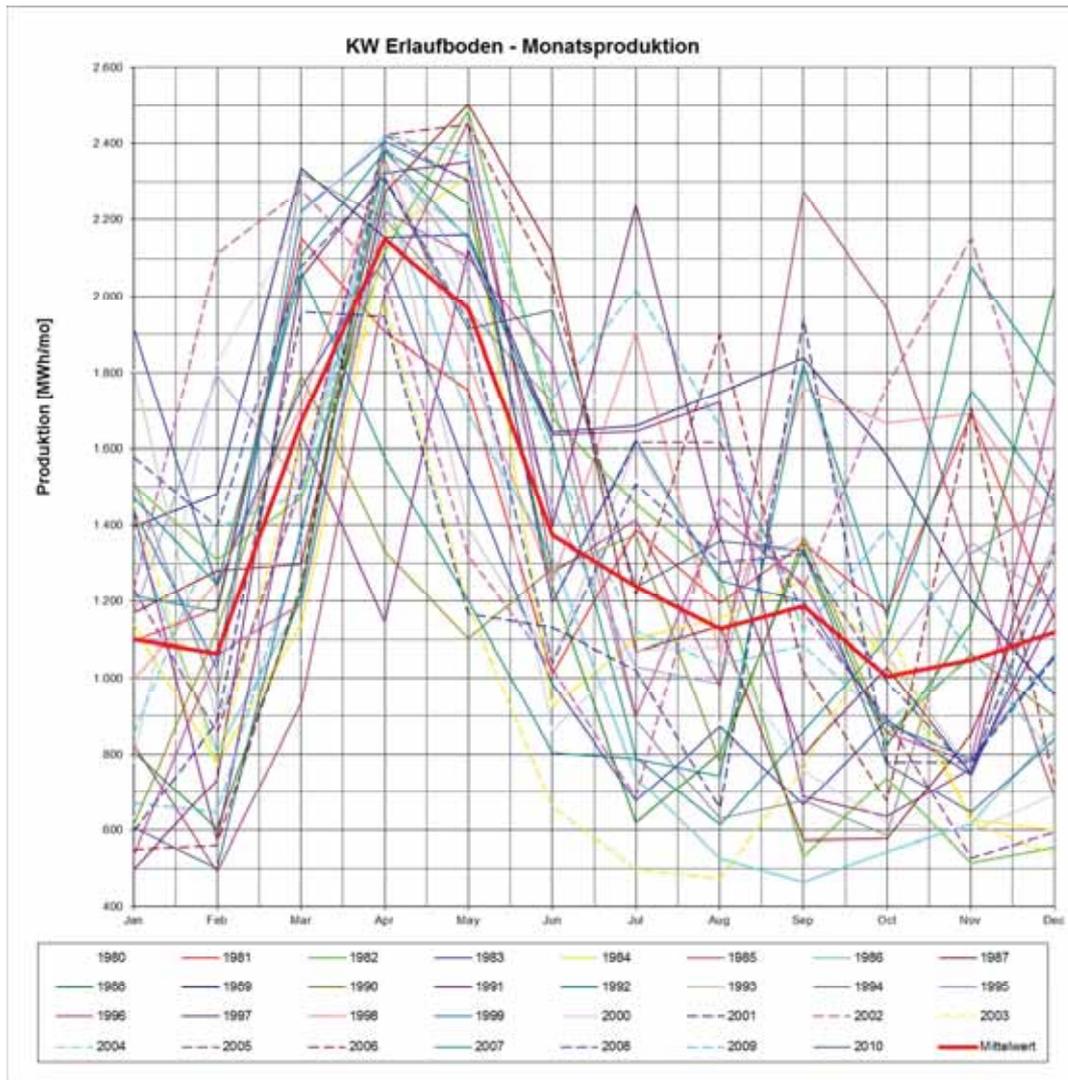


Diagramm 22 Errechnete Monatsproduktion

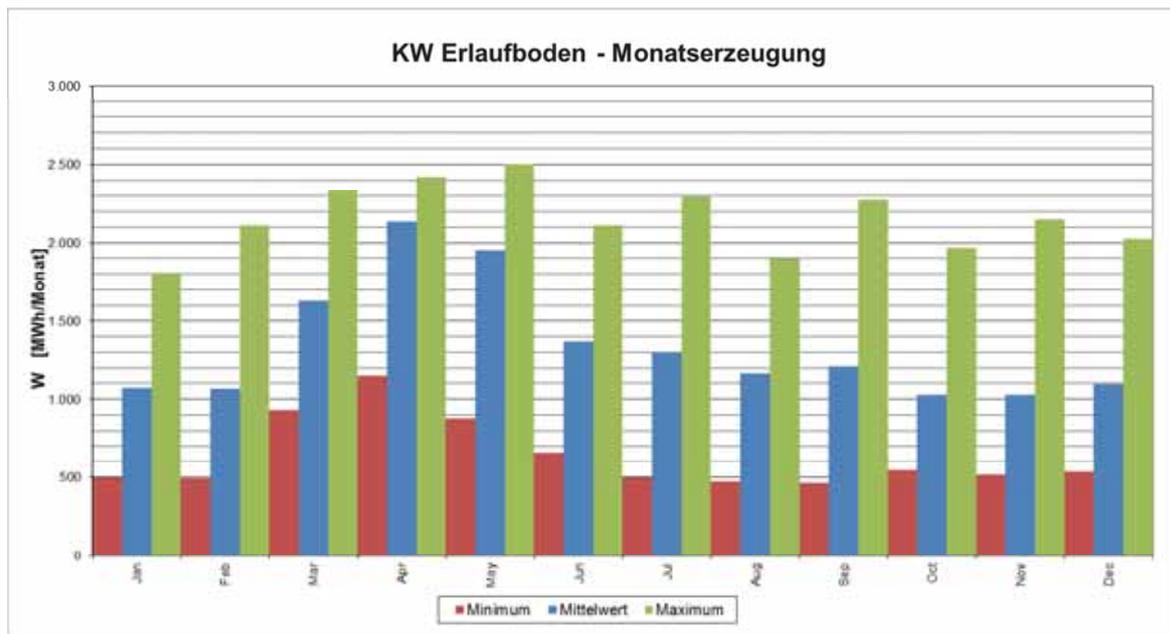


Diagramm 23 mittlere Monatserzeugung mit Extremwerten

In Diagramm 24 wird die Jahreserzeugung der mittleren Erzeugung gegenübergestellt. Hier ist noch deutlicher als in Diagramm 22 zu erkennen, dass es sehr hohe Schwankungen zwischen den Jahren gibt.

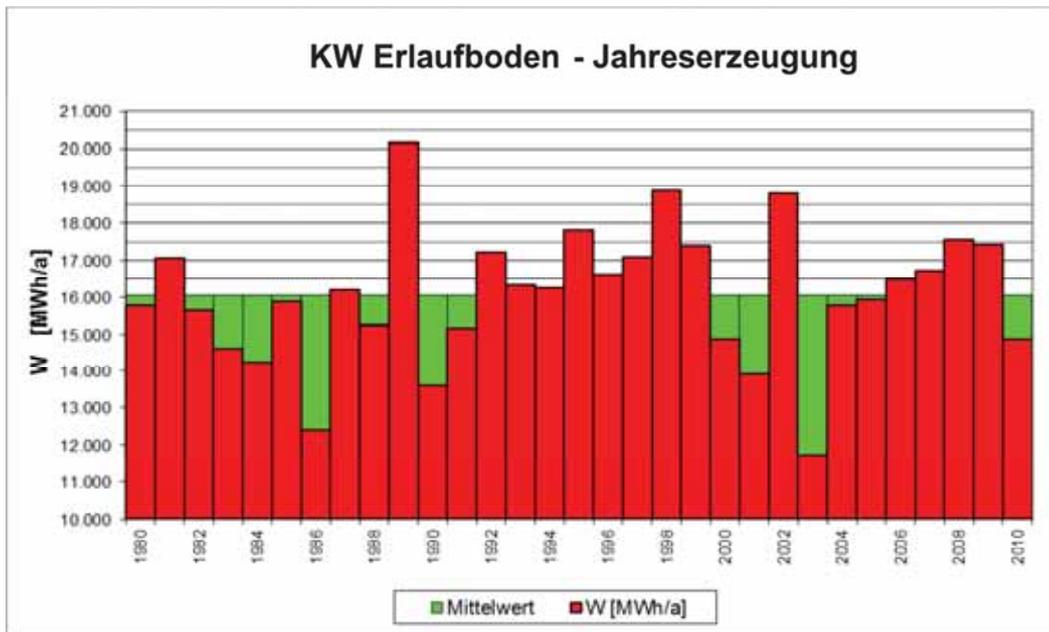


Diagramm 24 Errechnete Jahreserzeugung

Diese Schwankungen sind auch der Grund, warum im Diagramm 25 zwei Kurven dargestellt sind. Die rote Kurve ist die Dauerlinie der Jahresproduktionen des gesamten betrachteten Zeitraumes. Die grüne Kurve bezieht sich nur auf den Zeitraum, für den im Anschluss der Vergleich zwischen errechneter und tatsächlicher Erzeugung betrachtet wird.

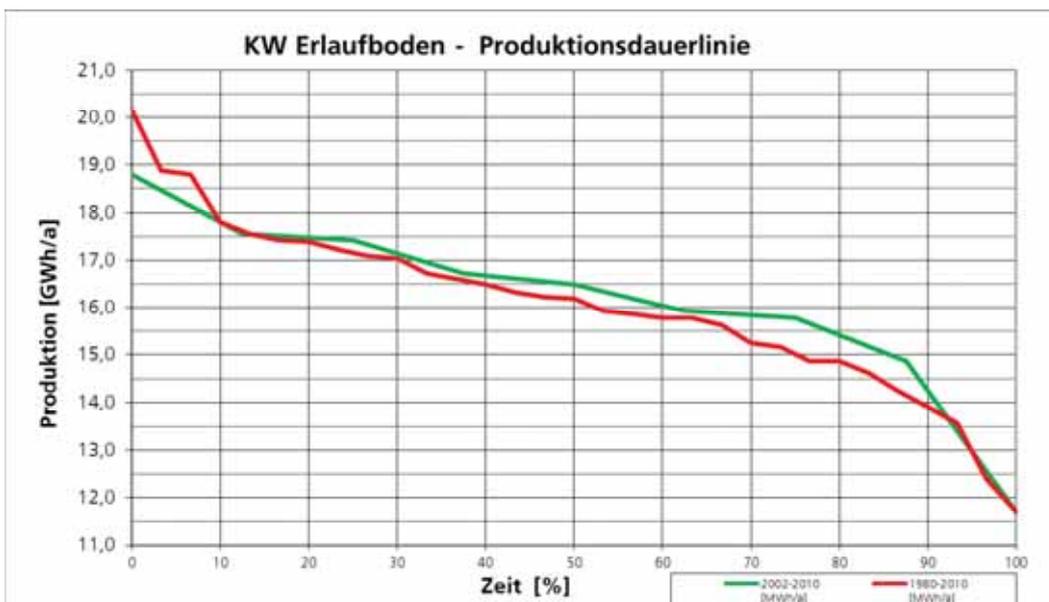


Diagramm 25 Berechnete Produktionsdauerlinie für zwei verschiedene Beobachtungszeiträume

#### 4.3.5. Plausibilisierung der Ergebnisse

Für die Jahre 2002 bis 2010 konnten die Produktionsdaten auf Monatsbasis herangezogen werden, um das Berechnungsmodell daran zu eichen. In Diagramm 26 wurde die tatsächliche Jahresproduktion der berechneten Jahresproduktion gegenübergestellt. Die Berechnung weicht von der Wirklichkeit nur um wenige Prozent ab und überschätzt die Erzeugung leicht.

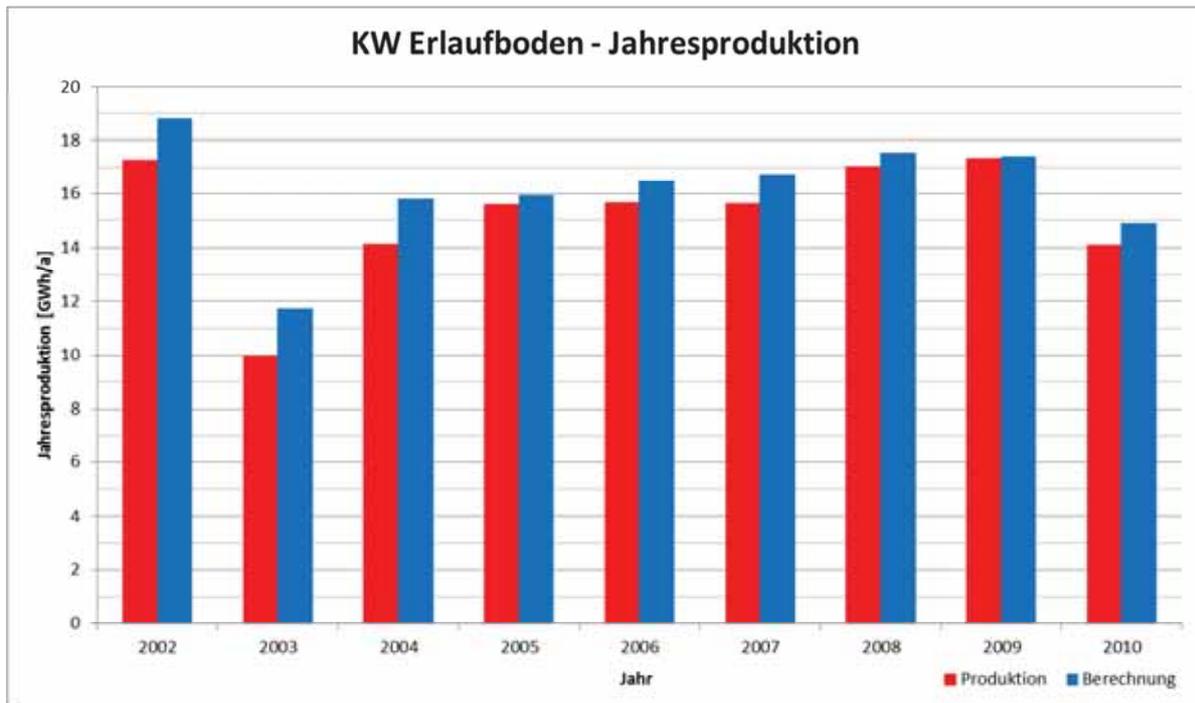


Diagramm 26 Jahresproduktion 2002 bis 2010: Vergleich Berechnung – Produktion

Diagramm 27 stellt die tatsächliche Monatsproduktion der berechneten gegenüber und stellt einen Bezug zur errechneten mittleren Monatsproduktion her.

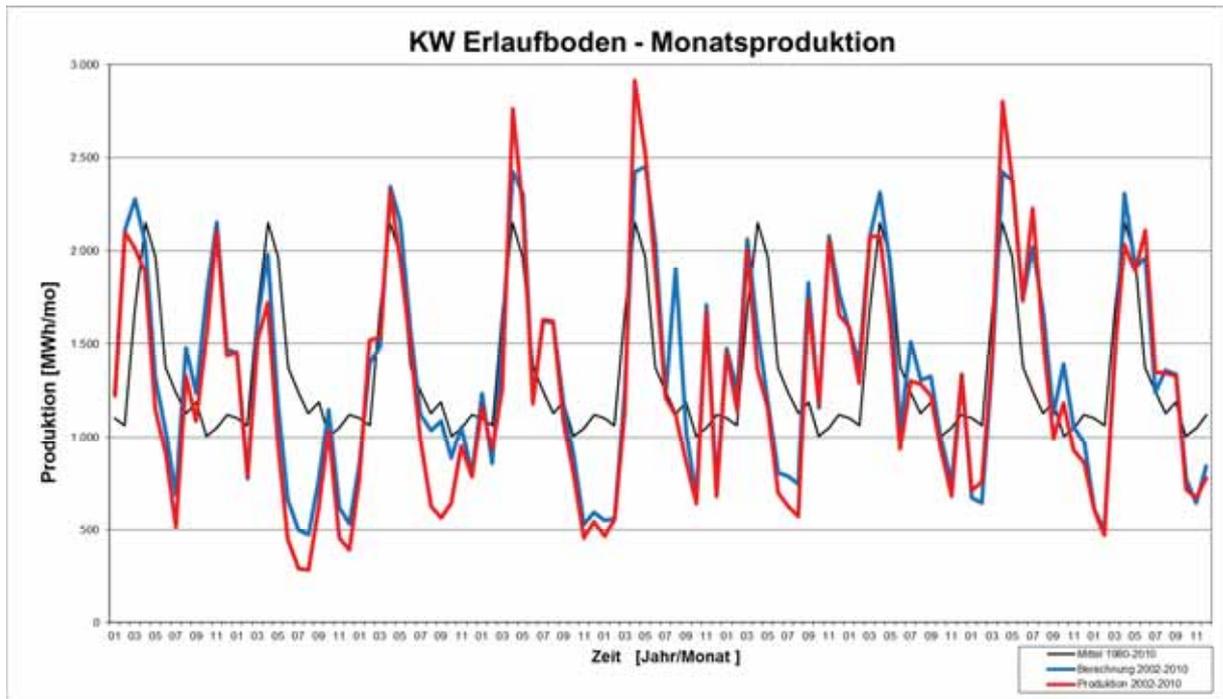


Diagramm 27 Monatsproduktion 2002 bis 2010

Zur besseren Lesbarkeit ist Diagramm 28 ein – beliebig gewählter – Jahresausschnitt aus Diagramm 27.

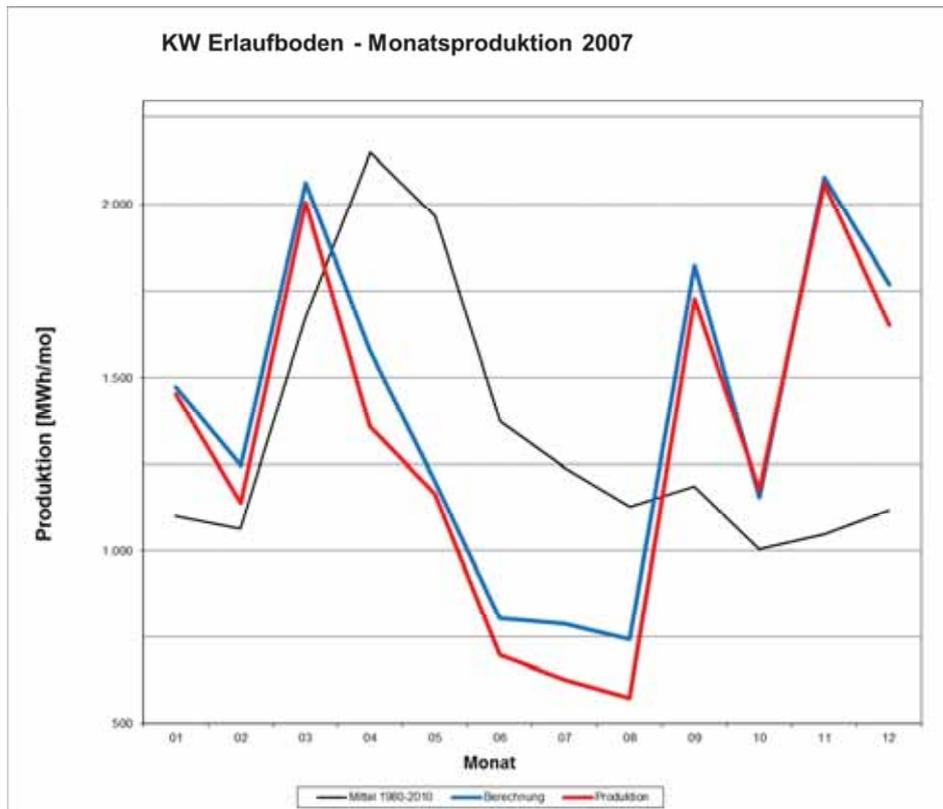


Diagramm 28 Monatsproduktion 2007

#### 4.4. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden mit 16.048MWh pro Jahr und 1.337MWh pro Monat errechnet wurde. Ebenso kann gesagt werden, dass diese Mittelwerte selbst kaum auftreten. Die Produktion schwankt – in Abhängigkeit vom Zufluss – sehr stark. Die größten Spitzen treten im Frühjahr zur Schneeschmelze auf, es gibt aber auch Spitzen im Spätsommer und Herbst. Die geringste Produktion findet in der Regel im Winter statt. Hier schlägt in der Regel der Pegel Ötscherbach besonders stark zu Buche.

Die Unterschiede zwischen Jahren mit guter Produktion (1989, 1998, 2002) und Jahren mit schlechter Produktion (2003,1986) sind gewaltig. Die Jahresproduktion von 1989 ist mit 20.152MWh/a (gerechnet) mehr als doppelt so hoch wie die von 2003 mit 9.958MWh/a (tatsächliche Erzeugung). Wie in Diagramm 24 und Diagramm 26 zu erkennen ist, sind 2002 und 2003 beide Extrema hintereinander aufgetreten.

Das Berechnungsmodell scheint hinreichend genau um damit in weiterer Folge Optimierungen im Bereich des Triebwasserweges und in der Maschinenausstattung auf ihre Wirksamkeit zur Steigerung der Stromproduktion zu überprüfen. (siehe 7.2)

## 5. Berechnung des Triebwasserweges

### 5.1. Vorbemerkungen

Der bestehende Triebwasserweg kann die Ausbauwassermenge für alle drei Turbinen (6,72m<sup>3</sup>/s) nicht liefern. Daher wird – wie bereits unter 4.1.2.1 erwähnt – das Kraftwerk mit derzeit geringeren Durchflüssen betrieben. Bei größeren Durchflüssen und niedrigeren Wasserständen im Speicher wird im Wasserschloss Luft eingezogen. Das bedeutet, dass die Energielinie teilweise über der geodätischen Höhe liegt.

Dieser Zustand wird in diesem Abschnitt rechnerisch nachgewiesen.

### 5.2. Verlusthöhen

#### 5.2.1. Bestandsnachrechnung

Die Verlusthöhen werden für den gesamten Triebwasserstrang berechnet. Dafür wird jeder Teil des Systems einzeln betrachtet und die Verlusthöhe wird aufsummiert.

$$\Delta h = \zeta \times \frac{v^2}{2 \times g} = \zeta \times \frac{Q^2 / A^2}{2 \times g} = \frac{\zeta}{2 \times g \times A^2} \times Q^2 \quad ^{35}$$

Die Berechnung erfolgt in Tabellenform. Der Durchfluss und die Lage des Stauspiegels werden als Variabel (gelb) angenommen. Die restlichen Parameter (hellgelb) werden als unveränderlich angenommen, da sie sich auf den Bestand beziehen.

Die Ergebnisse und Teilergebnisse werden in Abhängigkeit des Quadrates des Durchflusses (grün) und als berechnete Werte (blau) angegeben. Dadurch ergibt sich eine erleichterte Veränderungsmöglichkeit des Durchflusses.

---

<sup>35</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gl. 2.8, Seite 30

## Optimierung einer bestehenden Wasserkraftanlage

6,00	m <sup>3</sup> /s	Q	Durchfluß	
613,68	m.ü.A.		Kote aktueller Wasserspiegel Speicher	
532,28	m.ü.A.		Mittlerer Unterwasserspiegel	
1,70	m	Drb	Durchmesser Rohrbrücke	
135,40	m	Lrb	Länge Rohrbrücke	
2,27	m <sup>2</sup>	Arb	Querschnitt Rohrbrücke	$A=(D/2)^2*\pi$
2,64	m/s	vrb	Fließgeschwindigkeit Rohrbrücke	$v=Q/A$
5,34	m	Urb	Umfang Rohrbrücke	
2,43	m <sup>2</sup>	Ast	Querschnitt Stollen	
5,793	m	Ust	Umfang Stollen	
3412,80	m	Lst	Länge Stollen	
2,47	m/s	vst	Fließgeschwindigkeit Stollen	$v=Q/A$
9,53	m <sup>2</sup>	Aws	Querschnitt Wassersack (Mittelwert)	
59,40	m	Lws	Länge Wassersack	
10,94	m	Uws	Umfang Wassersack (Mittelwert)	
0,63	m/s	ws	Fließgeschwindigkeit Wassersack	$v=Q/A$
16,00	m <sup>2</sup>	Aws	Querschnitt Wasserschloss	
11,00	m	Lws	Länge Wasserschloss	
14,18	m	Uws	Umfang Wasserschloss	
0,17	m/s	ws	Fließgeschwindigkeit Wasserschloss	$v=Q/A$
1,80	m	Das	Durchmesser Apparatekammerstollen	
12,79	m	Las	Länge Apparatekammerstollen	
2,54	m <sup>2</sup>	Aas	Querschnitt Apparatekammerstollen	
12,68	m	Uas	Umfang Apparatekammerstollen	
2,36	m/s	vas	Fließgeschw. Apparatekammerstollen	$v=Q/A$
1,50	m	Ddl	Durchmesser Druckrohrleitung	
127,41	m	Ldl	Länge Druckrohrleitung	
1,77	m <sup>2</sup>	Adl	Querschnitt Druckrohrleitung	
3,39	m/s	vdl	Fließgeschwindigkeit Druckrohrleitung	
4,71	m	Uas	Umfang Druckrohrleitung	

### Verlusthöhen

<b>Einlaufverlust</b>		0,0890 m		
0,25 -	$\zeta_e$	Verlustbeiwert für Einläufe		Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 5.10 Seite 157
0,00247	$h_e$	Verlusthöhe Einlauf		
0,08904	m	Verlusthöhe Einlauf		
<b>Rechenverlust</b>		0,3362 m		
0,69 -	$\zeta_r$	Verlustbeiwert Rechen	Rechenstäbe rechteckig; 10mm, Zwischenräume 22mm	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Gl. 5.23 Seite 172
0,00587	$h_r$	Verlusthöhe Rechen		
0,24717	m	Verlusthöhe Rechen		
<b>Schieberverlust Einlauf - 2 Verschlüsse</b>		0,4787 m		
0,20 -	$\zeta_v$	Verlustbeiwert für Verschluss	Annahme	
0,00196	$h_v$	Verlusthöhe pro Verschluss		
0,07123	m	Verlusthöhe pro Verschluss		
0,14246	m	Verlusthöhe Verschlüsse Einlaufbereich		
<b>Betonrohr im Bereich der Rohrbrücke</b>		0,8585 m		
85 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970	
1,151	$\zeta_v$	Verlustbeiwert für Betonrohr	$\zeta_{v2}=(2^2g^2L)/(K_s^{22}Rh^4(4/3))$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7
0,01138	$h_{rb}$	Verlusthöhe Rohrbrücke		
0,40982	m	Verlusthöhe Rohrbrücke		

# Optimierung einer bestehenden Wasserkraftanlage

<b>Querschnittswechsel Betonrohr-Druckstollen</b> 0,8903 m				
1,0 -	$C_q$	Korrekturbeiwert für Querschnittsänderungen		Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
0,005 -	$\zeta_q$	Verlustbeiwert für Querschnittsänderungen	$\zeta_q = C_q \cdot (1 - A_2/A_1)^2$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
0,00005 $\cdot Q^2$				
0,00177 m	$h_w$	<b>Verlusthöhe Querschnittsänderung 1</b>		
<b>Druckstollen</b> 10,0614 m				
85 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970	
29,514 -	$\zeta_{st}$	Verlustbeiwert für Stollen	$\zeta_{st} = (2 \cdot g \cdot L) / (K_s \cdot Rh^{4/3})$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7
0,25476 $\cdot Q^2$	hst	<b>Verlusthöhe Stollen</b>		
9,17120 m	hst	<b>Verlusthöhe Stollen</b>		
<b>Richtungswechsel (Knicke) im Druckstollen</b> 10,2622 m				Annahme: Knick statt Krümmung (auf der sicheren Seite liegend)
0,042 -	$\zeta_{k1}$	Verlustbeiwert für Knick	Richtungsabweichung 20°	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.3 Seite 237
0,193 -	$\zeta_{k2}$	Verlustbeiwert für Knick	Richtungsabweichung 35° (In terpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.3 Seite 237
0,411 -	$\zeta_{k3}$	Verlustbeiwert für Knick	Richtungsabweichung 55° (in terpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.3 Seite 237
0,00558 $\cdot Q^2$	$h_k$	<b>Verlusthöhe Knicke Stollen</b>		
0,20074 m	$h_k$	<b>Verlusthöhe Knicke Stollen</b>		
<b>Querschnittsw. Druckstollen - Wassersack</b> 10,4346 m				
1,0 -	$C_q$	Korrekturbeiwert für Querschnittsänderungen		Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
8,525 -	$\zeta_{ws}$	Verlustbeiwert für Querschnittsänderungen	$\zeta_{ws} = C_q \cdot (1 - A_2/A_1)^2$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
0,00479 $\cdot Q^2$	$h_w$	<b>Verlusthöhe Querschnittsänderung 2</b>		
0,17241 m	$h_w$	<b>Verlusthöhe Querschnittsänderung 2</b>		
<b>Wassersack</b> 10,4385 m				
85 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970	
0,194 -	$\zeta_{ws}$	Verlustbeiwert für Wassersack	$\zeta_{ws} = (2 \cdot g \cdot L) / (K_s \cdot Rh^{4/3})$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7
0,00011 $\cdot Q^2$	hws	<b>Verlusthöhe Wassersack</b>		
0,00392 m	hws	<b>Verlusthöhe Wassersack</b>		
<b>Wasserschloss</b> 10,4387 m				
85 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970	
0,025 -	$\zeta_{ws}$	Verlustbeiwert für Wasserschloss	$\zeta_{ws} = (2 \cdot g \cdot L) / (K_s \cdot Rh^{4/3})$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7
0,00001 $\cdot Q^2$	hws	<b>Verlusthöhe Wasserschloss</b>		
0,00018 m	hws	<b>Verlusthöhe Wasserschloss</b>		
<b>Stollen vor Apparatenummer</b> 10,4417 m				
90 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970	
0,264 -	$\zeta_{as}$	Verlustbeiwert für Apparatenummerstollen	$\zeta_{as} = (2 \cdot g \cdot L) / (K_s \cdot Rh^{4/3})$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7
0,00008 $\cdot Q^2$	has	<b>Verlusthöhe Apparatenummerstollen</b>		
0,00296 m	has	<b>Verlusthöhe Apparatenummerstollen</b>		
<b>Konus Apparatenummer -Querschnittswechsel</b> 10,4471 m				
0,1 -	$C_q$	Korrekturbeiwert für Querschnittsänderungen		Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
0,009 -	$\zeta_{ws}$	Verlustbeiwert für Querschnittsänderungen	$\zeta_{ws} = C_q \cdot (1 - A_2/A_1)^2$	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (8.6) Seite 238
0,00015 $\cdot Q^2$	$h_w$	<b>Verlusthöhe Querschnittsänderung 3</b>		
0,00549 m	$h_w$	<b>Verlusthöhe Querschnittsänderung 3</b>		
<b>Verschlüsse Apparatenummer</b> 10,6822 m				
0,20 -	$\zeta_v$	Verlustbeiwert für Verschluss	Annahme	
0,00326 $\cdot Q^2$	$h_k$	Verlusthöhe pro Verschluss		
0,11751 m	$h_k$	Verlusthöhe pro Verschluss		
0,23503 m	$h_k$	<b>Verlusthöhe Verschlüsse Apparatenummer</b>		

## Optimierung einer bestehenden Wasserkraftanlage

<b>Druckrohrleitung</b>		11,3527 m	
90 -	$K_s$	Strickler-Beiwert (Rauhigkeit)	Ermittelt aus Messungen von 1970
1,14 -	$\zeta_{st}$	Verlustbeiwert für Druckrohrleitung	$\zeta_{st}=(2 \cdot g \cdot L) / (K_s \cdot R h^{4/3})$ <span style="float: right;">Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi (6.1) Seite 191 Gl. 6.7</span>
0,01863 $\cdot Q^2$	h <sub>dl</sub>	<b>Verlusthöhe Druckrohrleitung</b>	
0,67056 m	h <sub>dl</sub>	<b>Verlusthöhe Druckrohrleitung</b>	
<b>Richtungswechsel (Knicke) Druckrohrleitung</b>		11,6095 m	
0,236 -	$\zeta_{k1}$	Verlustbeiwert für Knick	Richtungsabweichung 45° <span style="float: right;">Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.3 Seite 237</span>
0,201 -	$\zeta_{k2}$	Verlustbeiwert für Knick	Richtungsabweichung 40° (In terpoliert) <span style="float: right;">Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.3 Seite 237</span>
0,00713 $\cdot Q^2$	h <sub>k</sub>	<b>Verlusthöhe Knicke Stollen</b>	
0,25677 m	h <sub>k</sub>	<b>Verlusthöhe Knicke Stollen</b>	
<b>Leitungsverzweigung Turbine 1</b>		12,1736 m	Abzweigwinkel 60°
0,070 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 1 im durchgehenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,010 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 2 im durchgehenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,880 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 3 im abzweigenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,01567 $\cdot Q^2$	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 1</b>	
0,56407 m	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 1</b>	
<b>Leitungsverzweigung Turbine 2</b>		12,0678 m	Abzweigwinkel 60°
0,780 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 1 im abzweigenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,01273 $\cdot Q^2$	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 2</b>	
0,45830 m	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 2</b>	
<b>Leitungsverzweigung Turbine 3</b>		12,1266 m	Abzweigwinkel 60°
0,070 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 1 im durchgehenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,810 -	$\zeta_a$	Verlustbeiwert Abzweigung 2 im abzweigenden Rohr (interpoliert)	Wasserkraftanlagen Giesecke/Mosonyi Tab. 8.4 Seite 237
0,01436 $\cdot Q^2$	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 3</b>	
0,51706 m	h <sub>a</sub>	<b>Verlusthöhe Abzweigungen Turbine 3</b>	
<b>Verschluss Turbinenzuleitungen</b>		12,2911 m	
0,20 -	$\zeta_v$	Verlustbeiwert für Verschuss	Annahme
0,00326 $\cdot Q^2$	h <sub>k</sub>	<b>Verlusthöhe Verschlüsse Turbinenzuleitung</b>	
0,11751 m	h <sub>k</sub>	<b>Verlusthöhe Verschlüsse Turbinenzuleitung</b>	
<b>Summe der Verlusthöhen</b>			
0,3414 $\cdot Q^2$	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 1	
12,291 m	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 1	
0,3385 $\cdot Q^2$	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 2	
12,185 m	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 2	
0,3401 $\cdot Q^2$	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 3	
12,244 m	$\Delta h$	<b>Verlusthöhe gesamt</b> Turbine 3	
44,7358	$\Sigma \zeta$		
0,38614 $\cdot Q^2$			
13,90099 m			

Wie unter 4.1.2.2 bereits erwähnt, liegen zum Triebwasserweg bereits mehrere Messungen vor. Daraus lassen sich Rauigkeitswerte (Strickler-Beiwert  $k_s$ ) für den Stollen und die Druckrohrleitung ableiten. Diese werden in dieser Berechnung berücksichtigt. Hierbei ist anzumerken, dass der verwendete Beiwert 85 für den Stollen (Einlaufbereich bis Wasserschloss) relativ hoch ist. Daher wurde auch eine Variante mit  $k_s = 70$ <sup>36</sup> berechnet. Dadurch erhöht sich die Verlusthöhe bei einem Durchfluss von  $6,0\text{m}^3/\text{s}$  um ca. 4,5m. Es ist allerdings aufgrund der hohen Übereinstimmung zwischen tatsächlicher und berechneter Stromerzeugung (siehe 4.3.5) anzunehmen, dass die tatsächliche Rauigkeit im Stollen eher im Bereich von  $k_s = 85$  als von 70 liegt. Die obenstehende Berechnung berücksichtigt – im Gegensatz zur Erzeugungsberechnung (siehe 4) – nicht nur Stollen und Druckrohrleitung, sondern auch Verluste bei Verschlüssen, Querschnittsänderungen, Richtungswechseln und Ähnlichem. Daher ist die hier berechnete Verlusthöhe automatisch höher als bei der Erzeugungsberechnung.

Um die Aussage der Verlusthöhenberechnung besser verdeutlichen zu können, wurden die Ergebnisse graphisch aufbereitet.

Die graphische Gegenüberstellung der Höhenlage der Sohle des Triebwasserweges und der Energielinie erfolgt in Diagramm 29 (Stauziel) und Diagramm 30 (Absenziel). In Diagramm 30 liegt die Energielinie beim Wasserschloss bereits knapp über der Stollensohle.

---

<sup>36</sup> (Giesecke, et al., 2009) Tab 6.3, Seite 190, rauer Beton

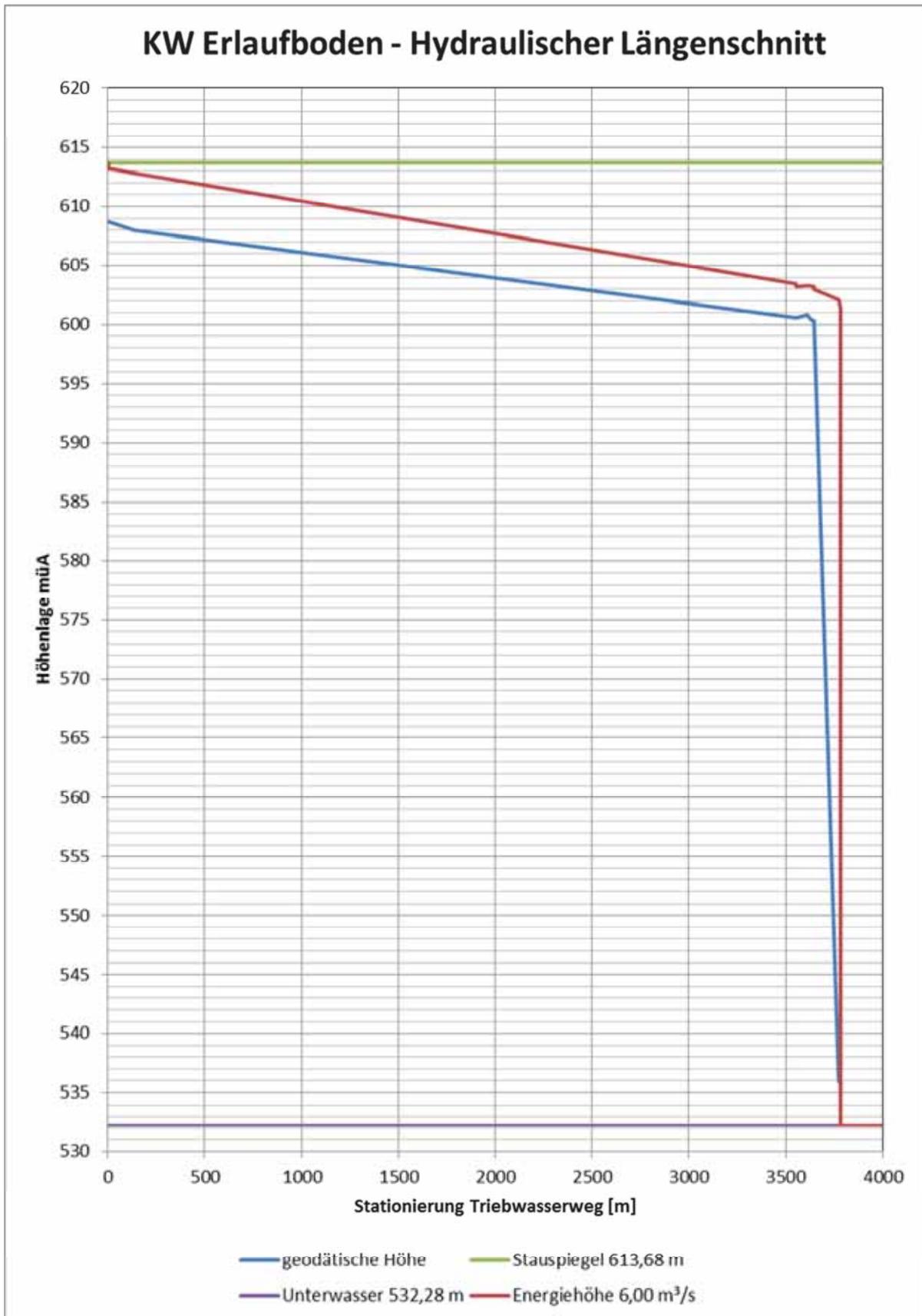


Diagramm 29 Hydraulischer Längenschnitt bei bestehendem Triebwasserweg,  $Q = 6,0\text{m}^3/\text{s}$  und Speicherspiegel auf Stauziel

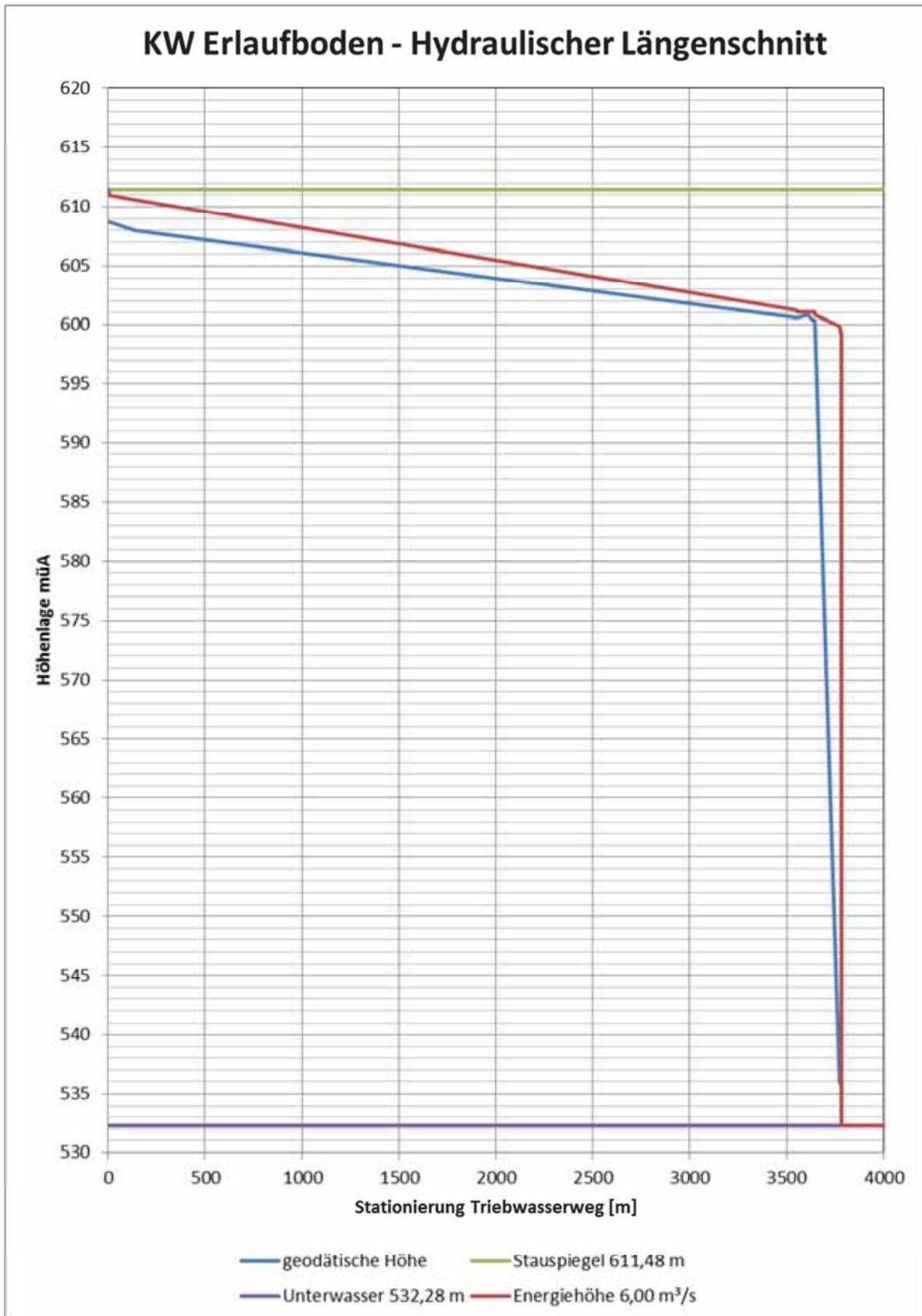


Diagramm 30 Hydraulischer Längenschnitt bei bestehendem Triebwasserweg,  $Q = 6,0\text{m}^3/\text{s}$  und Speicherspiegel auf Absenziel

In Diagramm 31 ist zu erkennen, dass bei Betrieb mit  $6,72\text{m}^3/\text{s}$  die Energielinie bereits deutlich unter der Sohle des Wasserschlosses liegen würde.

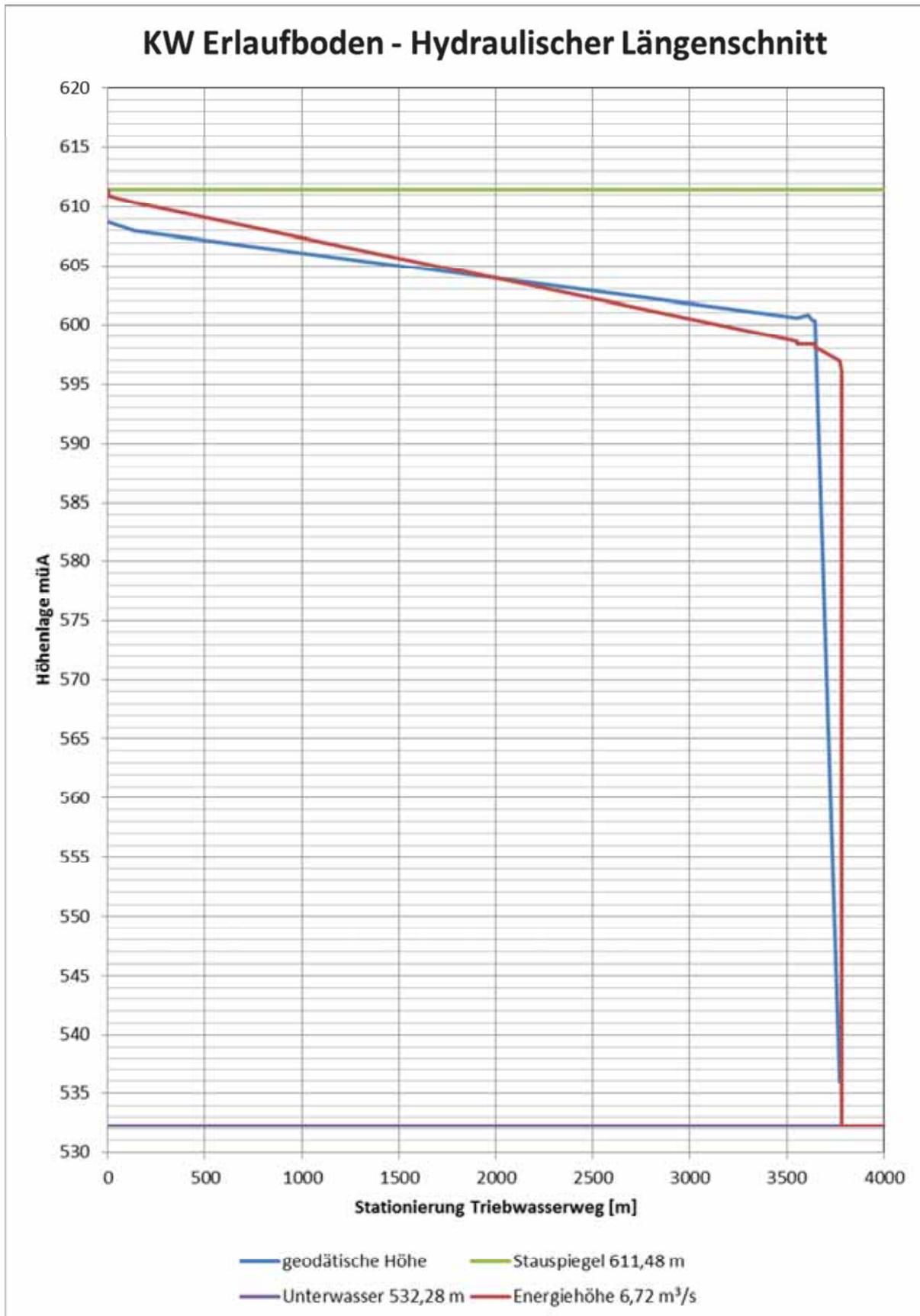


Diagramm 31 Hydraulischer Längenschnitt bei bestehendem Triebwasserweg  $Q = 6,72 \text{ m}^3/\text{s}$  und Speicherspiegel auf Absenziel

### 5.2.2. Veränderungsmöglichkeiten

Aus der Berechnung und in den Diagrammen unter 5.2.1 ist zu erkennen, dass die höchsten Verluste im Stollen auftreten. Daher erscheint es sinnvoll, diesen zu verändern. Außerdem könnte die Energielinie im Bereich des Wasserschlosses wieder nach oben verschoben werden, wenn es gelingt, die Verlusthöhe im Stollen deutlich zu reduzieren.

Die Verlusthöhe im Stollen ist neben der Länge und der Oberflächenrauigkeit besonders von der Fließgeschwindigkeit abhängig, da diese quadratisch eingeht. Die Geschwindigkeit wiederum ist abhängig vom Durchfluss und der Querschnittsfläche. Bisher wurde – wie bereits erwähnt – der Durchfluss verringert. Wenn also der Durchfluss erhöht und gleichzeitig die Geschwindigkeit gesenkt werden soll, dann muss der Querschnitt vergrößert werden.

Der bestehende Stollen ist fast rund. (Siehe Abb. 46)

Es wird hier eine Erweiterung nach unten zu einem Hufeisenprofil überlegt. Bereits eine Eintiefung um 20cm reicht aus, um die Energielinie im Stollen über der Stollensohle im Wasserschloss zu erhalten. (Siehe Diagramm 32)

In Diagramm 33 und Diagramm 34 ist der Zusammenhang zwischen der Eintiefung bzw. der Querschnittsgröße und den Fließverlusten im Stollen dargestellt. Darin ist zu erkennen, dass die Vergrößerung des Querschnittes anfangs eine große Reduktion der Verlusthöhe bewirkt, die Kurve dann aber deutlich abflacht. Das bedeutet, eine weitere Vergrößerung des Querschnittes bewirkt nur noch eine kleinere Reduktion der Fließverluste.

Eine andere Möglichkeit einer Querschnittsvergrößerung des Stollens wäre ein neuer, größerer Stollen.

Auf eine mögliche Stollenvergrößerung wird unter 7.2.3 näher eingegangen.

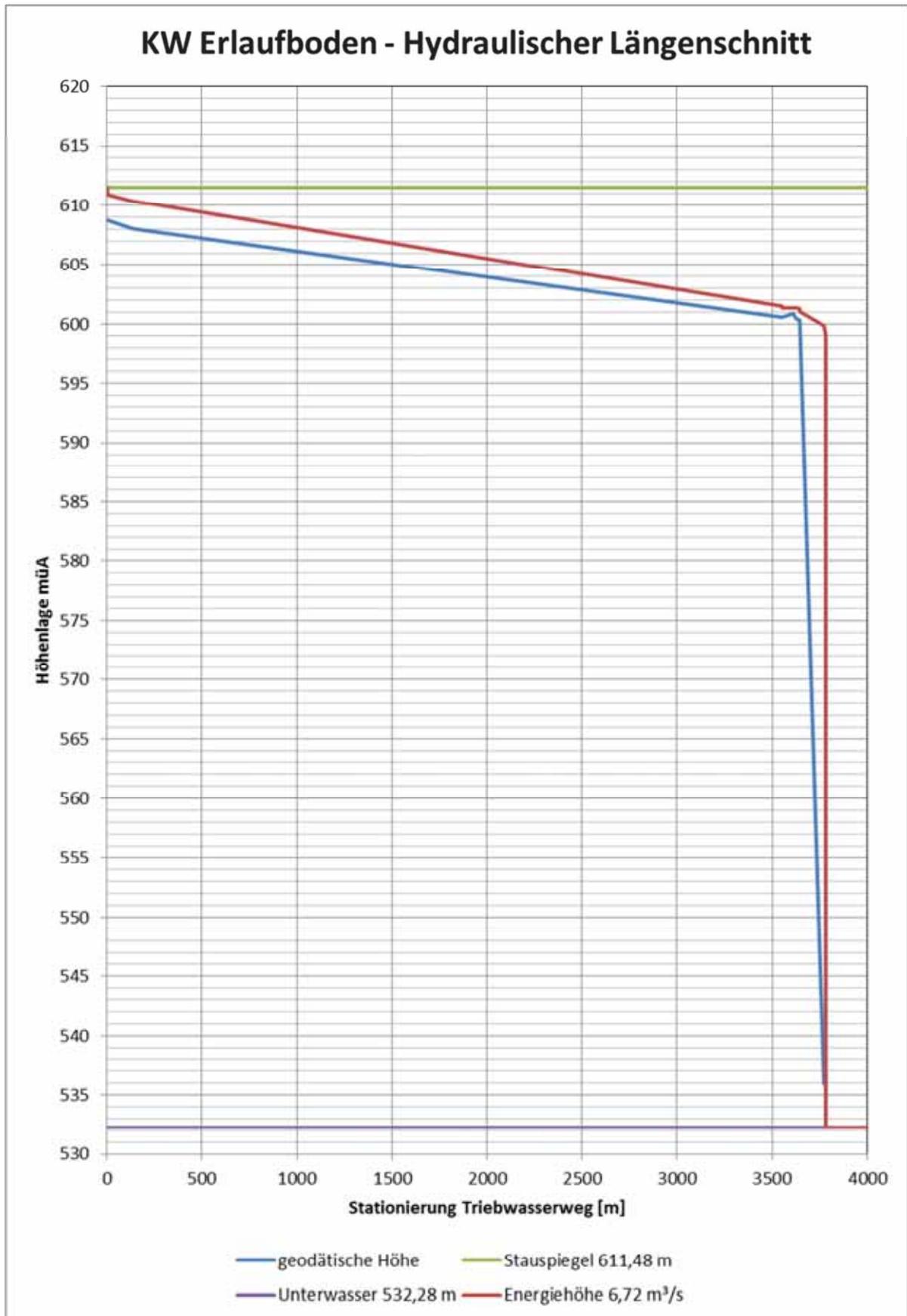


Diagramm 32 Hydraulischer Längenschnitt bei 20cm eingetieftem Stollen,  $Q = 6,72\text{m}^3/\text{s}$  und Speicherspiegel auf Absenksziel

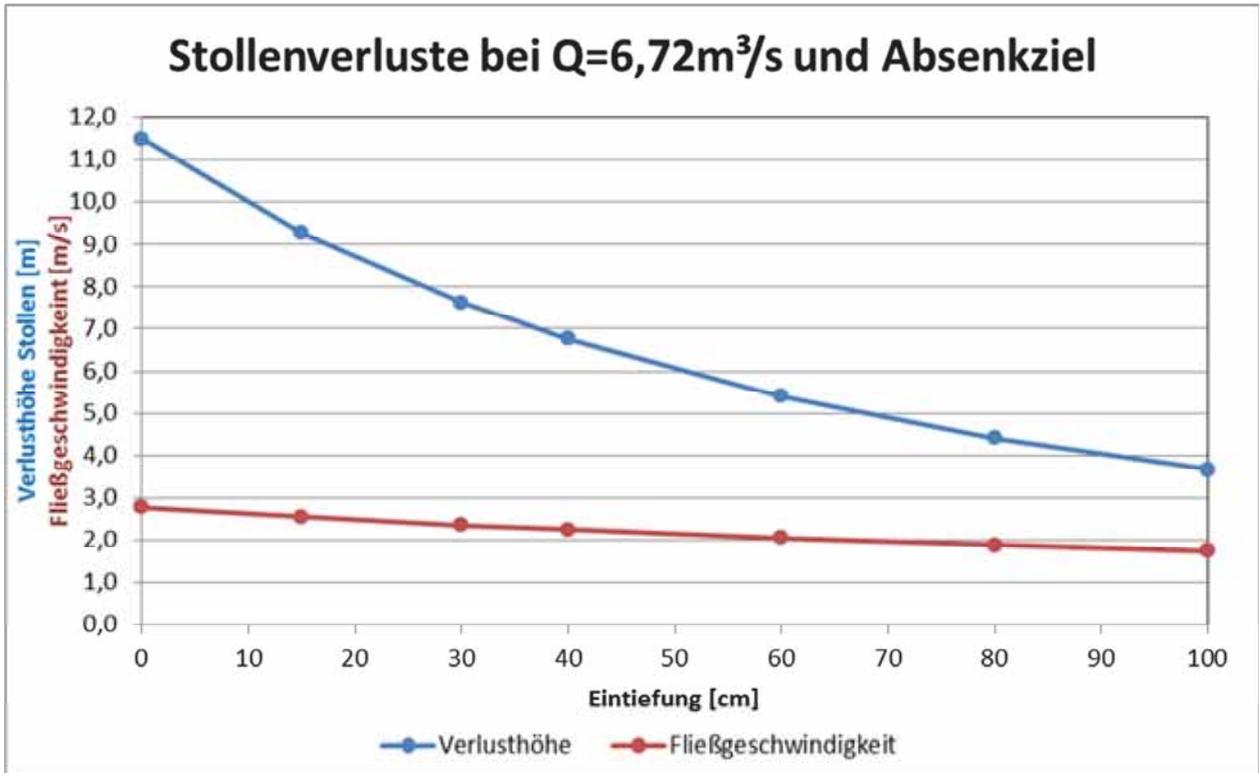


Diagramm 33 Reduktion der Fließgeschwindigkeit und der Fließverluste im Druckstollen zufolge Eintiefung der Sohle

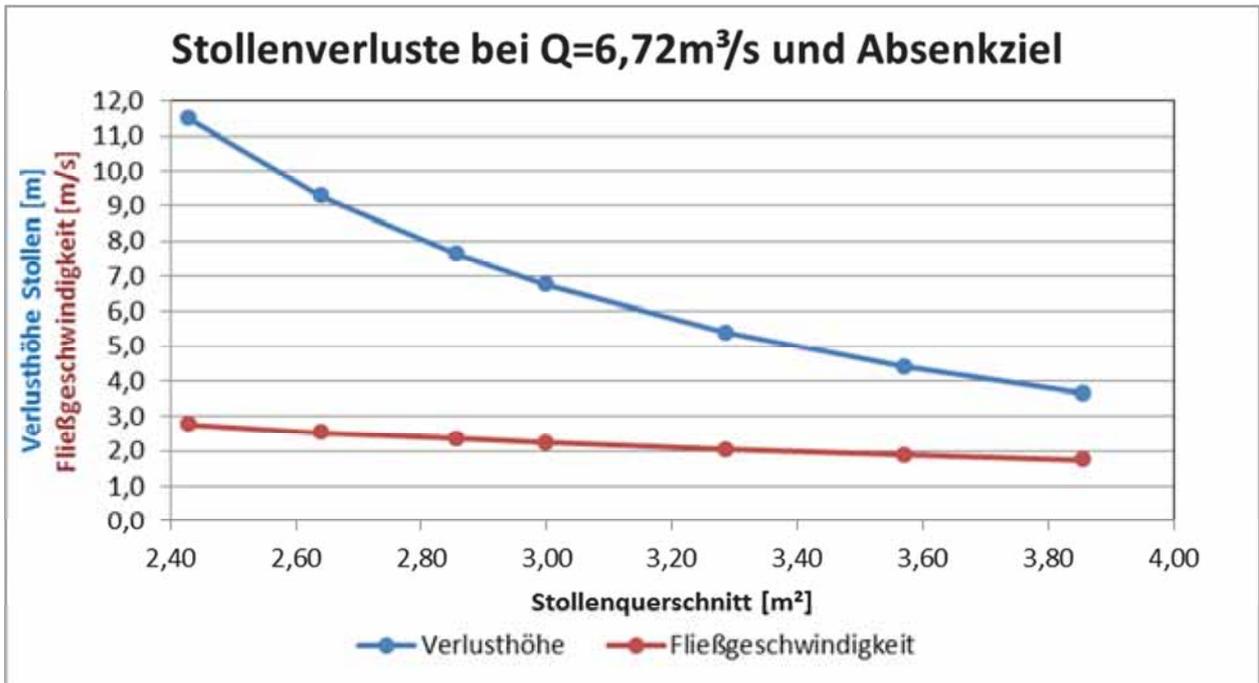


Diagramm 34 Reduktion der Fließgeschwindigkeit und der Fließverluste im Druckstollen bezogen auf den Stollenquerschnitt

### 5.3. Wasserschloss

#### 5.3.1. Stabilitätskriterien nach Thoma

Die beiden Stabilitätskriterien nach Thoma lauten: <sup>37</sup>

$$\sum \zeta_{s,0} \times \frac{v_{s,0}^2}{2 \times g} < \frac{1}{3} \times h_{f,0}$$

$$A_W > \eta_{Th} \times A_{Th}$$

Das erste Kriterium besagt, dass die Verlusthöhe (Berechnung siehe 5.2) bis zum Wasserschloss kleiner sein muss als ein Drittel der Nettofallhöhe. Da eine Erzeugungsmaximierung ohnehin darauf abzielt, die Verlusthöhe zu verkleinern und die Fallhöhe zu vergrößern, ist diese Bedingung leicht erfüllt. Das ist auch hier der Fall.

Da die Verlusthöhe vom Durchfluss abhängt, wurde dieser Zusammenhang für einige Werte untersucht und in der folgenden Tabelle dargestellt.

Q [m³/s]	Hv [m]	h(f,0)/3	81,4	m	Bruttofallhöhe
6,72	15,41	22,00			3 Turbinen in Betrieb
6,40	13,98	22,47			
6,00	12,29	23,04			
5,50	10,33	23,69			
5,00	8,53	24,29			
4,48	6,85	24,85			2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,71	26,56			1 Turbine in Betrieb

Das zweite Kriterium nach Thoma besagt, dass der waagrechte Querschnitt des Wasserschlosses größer sein muss als der errechnete Thomaquerschnitt, der um einen Sicherheitsfaktor  $\eta$  von 1,5 bis 1,8 erhöht wurde.

Der Thomaquerschnitt  $A_{Th}$  errechnet sich nach (Giesecke, et al., 2009) zu: <sup>38</sup>

$$A_{Th} = \frac{Q_{s,0}^2}{2 \times g \times A_s} \times \frac{l_s}{h_{v,s,0} \times h_{f,0}} = \text{Thomaquerschnitt}$$

Dabei ist  $Q_{s,0}$  der Durchfluss,  $A_s$  der Stollenquerschnitt,  $l_s$  die Stollenlänge,  $h_{v,s,0}$  die Verlusthöhe bis zum Wasserschloss und  $h_{f,0}$  die Nettofallhöhe.

<sup>37</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gl. (11.60) und Gl. (11.63)

<sup>38</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gl. (11.62)

Da im konkreten Fall kein neues Wasserschloss gebaut werden soll, wird der Sicherheitsfaktor  $\eta$  berechnet und die Bedingung als erfüllt angesehen, wenn  $\eta$  größer ist als 1,8. Da auch der Thomaquerschnitt vom Durchfluss abhängt, werden auch hier mehrere Werte untersucht. Der vorhandene Wasserschlossquerschnitt beträgt  $92,6\text{m}^2$ .

Q [m <sup>3</sup> /s]	Hv [m]	A <sub>th</sub> [m <sup>2</sup> ]	$\eta$	
6,72	15,41	3,30	28,02	3 Turbinen in Betrieb
6,40	13,98	3,23	28,63	
6,00	12,29	3,15	29,35	
5,50	10,33	3,07	30,19	
5,00	8,53	2,99	30,95	
4,48	6,85	2,92	31,66	2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,71	2,74	33,84	1 Turbine in Betrieb

Das bestehende Wasserschloss liegt daher mit seinem Querschnitt sehr weit auf der sicheren Seite und die Bedingung ist damit erfüllt. Eine Vergrößerung des Stollens würde die Verlusthöhe verringern und die Sicherheit bei beiden Thoma-Bedingungen verbessern.

### 5.3.2. Höchster und tiefster Wasserspiegel

Laut (Giesecke, et al., 2009) und (Rössert, 1994) kann die höchste und tiefste Wasserspiegellage im Wasserschloss für die Spezialfälle unendlich schnelles Schließen und unendlich schnelles Anfahren mit einfachen Formeln abgeschätzt werden. Die angegebenen Formeln unterscheiden sich geringfügig und werden beide betrachtet.

#### 5.3.2.1. Höchste Aufschwingung bei plötzlichem Schließen

##### 5.3.2.1.1. Abschätzung nach (Giesecke, et al., 2009)

$$\max z = v_{stationär} \times \sqrt{\frac{A_{Stollen} \times l_{Stollen}}{g \times A_{Wasserschloss}}} - 0,6 \times h_{Verlust,Stollen} \quad 39$$

Diese Koordinate z ist bezogen auf die Ruhelage (Stauspiegellage im Speicher).

---

<sup>39</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gl. (11.67a)

Der erste Teil der Formel ( $z^*$ ) bezieht sich auf den Schwingungsausschlag bei verlustfreiem Stollen<sup>40</sup>, der zweite Teil berücksichtigt mit einem empirischen Ansatz die Stollenverluste.

$$z^* = v_{stationär} \times \sqrt{\frac{A_{Stollen} \times l_{Stollen}}{g \times A_{Wasserschloss}}}$$

Die Fließgeschwindigkeiten und Verlusthöhen sind abhängig vom Durchfluss und werden hier für mehrere Werte untersucht.

Q [m³/s]	Hv [m]	v [m/s]	z* [m]	max z [m]	
6,72	13,09	2,77	8,37	0,52	3 Turbinen in Betrieb
6,40	11,87	2,63	7,95	0,82	
6,00	10,44	2,47	7,46	1,20	
5,50	8,77	2,26	6,83	1,57	
5,00	7,25	2,06	6,22	1,87	
4,48	5,82	1,84	5,56	2,07	2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,45	0,92	2,78	1,91	1 Turbine in Betrieb

Durch die höheren Reibungsverluste ist bei größeren Durchflüssen der Ruhewasserspiegel bei Stauziel für die höchste Wasserspiegellage im Wasserschloss maßgebend. Das ist ungewöhnlich und ändert sich, wenn die Reibungsverluste im Stollen gesenkt werden. Der wesentliche Parameter für die Verlusthöhe ist die Fließgeschwindigkeit. Diese kann verringert werden durch kleinere Durchflüsse (siehe untere Zeilen in der Tabelle) oder eine Vergrößerung des Stollenquerschnittes. (siehe 5.2.2 und 7.2.3)

Bei bestehendem System liegt der höchste Wasserspiegel im Wasserschloss bei Betrieb von einer Turbine auf einer Kote von 615,59müA. (Stauziel 613,68 + 1,91m)

Die Sohle des Wasserschloss- Zugangsstollens liegt auf Kote 616,37 müA. Das liegt etwas über dem höchsten errechneten Schwall.

### 5.3.2.1.2. Abschätzung nach (Rössert, 1994)

$$\max z = v_{stationär} \times \sqrt{\frac{A_{Stollen} \times l_{Stollen}}{g \times A_{Wasserschloss}}} - \frac{h_{Verlust,Gesamt}}{2} \quad 41$$

<sup>40</sup> (Tschernutter, 2000) Seite 1-43, Jaeger-Bedingung

<sup>41</sup> (Rössert, 1994) Gl. (154)

Hierbei handelt es sich um eine sehr ähnliche Formel wie unter 5.3.2.1.1. Der Unterschied liegt bei dem Faktor, mit dem die Verlusthöhe bewertet wird ( $\frac{1}{2}$  statt 0,6) und bei der Verwendung der gesamten Verlusthöhe anstelle der Stollenverlusthöhe.

Q [m <sup>3</sup> /s]	Hv [m]	v [m/s]	z* [m]	max z [m]	
6,72	15,41	2,77	8,37	0,66	3 Turbinen in Betrieb
6,40	13,98	2,63	7,95	0,96	
6,00	12,29	2,47	7,46	1,32	
5,50	10,33	2,26	6,83	1,67	
5,00	8,53	2,06	6,22	1,96	
4,48	6,85	1,84	5,56	2,13	2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,71	0,92	2,78	1,92	1 Turbine in Betrieb

Die Ergebnisse sind bei beiden Berechnungsvarianten in der gleichen Größenordnung.

### 5.3.2.2. Tiefste Abschwingung bei plötzlichem Anfahren

#### 5.3.2.2.1. Abschätzung nach (Giesecke, et al., 2009)

$$\min z = -v_{\text{Stationär}} \times \sqrt{\frac{A_{\text{Stollen}} \times l_{\text{Stollen}}}{g \times A_{\text{Wasserschloss}}}} - \frac{h_{\text{Verlust,Stollen}}}{8} \quad 42$$

Diese Koordinate z ist bezogen auf die Ruhelage (Stauspiegellage im Speicher).

Der erste Teil der Formel ( $z^*$ , siehe 5.3.2.1) bezieht sich auf den Schwingungsaus-  
schlag bei verlustfreiem Stollen<sup>43</sup>, der zweite Teil berücksichtigt mit einem empiri-  
schen Ansatz die Stollenverluste.

Die Fließgeschwindigkeiten und Verlusthöhen sind abhängig vom Durchfluss und  
werden hier für mehrere Werte untersucht.

<sup>42</sup> (Giesecke, et al., 2009) Gl. (11.67b)

<sup>43</sup> (Tschernutter, 2000) Seite 1-43, Jaeger-Bedingung

Q [m³/s]	Hv [m]	v [m/s]	z* [m]	min z [m]	
6,72	13,09	2,77	8,37	-10,01	3 Turbinen in Betrieb
6,40	11,87	2,63	7,95	-9,43	
6,00	10,44	2,47	7,46	-8,77	
5,50	8,77	2,26	6,83	-7,92	
5,00	7,25	2,06	6,22	-7,13	
4,48	5,82	1,84	5,56	-6,29	2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,45	0,92	2,78	-2,96	1 Turbine in Betrieb

Bei bestehendem System würde der niedrigste Wasserspiegel im Wasserschloss bei Betrieb von drei Turbinen auf einer Kote von 601,47müA liegen. (Absenkziel 611,48 - 10,01m) Die Oberkante des Apparatekammerstollens nach dem Wasserschloss liegt auf einer Kote von 601,83 und damit über dem errechneten Wasserspiegel. Das ist einer der Gründe, warum beim bestehenden Triebwasserweg ein Betrieb mit 6,72m³/s nicht möglich ist.

#### 5.3.2.2.2. Abschätzung nach (Rössert, 1994)

$$\min z = -v_{Stationär} \times \sqrt{\frac{A_{Stollen} \times l_{Stollen}}{g \times A_{Wasserschloss}} - \frac{h_{Verlust,Gesamt}}{4}} \quad 44$$

Hierbei handelt es sich um eine sehr ähnliche Formel wie unter 5.3.2.1.1. Der Unterschied liegt bei dem Faktor, mit dem die Verlusthöhe bewertet wird ( $1/4$  statt  $1/8$ ) und bei der Verwendung der gesamten Verlusthöhe anstelle der Stollenverlusthöhe.

Q [m³/s]	Hv [m]	v [m/s]	z* [m]	min z [m]	
6,72	15,41	2,77	8,37	-12,22	3 Turbinen in Betrieb
6,40	13,98	2,63	7,95	-11,44	
6,00	12,29	2,47	7,46	-10,54	
5,50	10,33	2,26	6,83	-9,41	
5,00	8,53	2,06	6,22	-8,36	
4,48	6,85	1,84	5,56	-7,27	2 Turbinen in Betrieb
2,24	1,71	0,92	2,78	-3,21	1 Turbine in Betrieb

Die Ergebnisse sind bei beiden Berechnungsvarianten in der gleichen Größenordnung.

<sup>44</sup> (Rössert, 1994) Gl. (155)

## 5.4. Schlussfolgerung

Der Querschnitt des Wasserschlosses ist im Verhältnis zum restlichen System ziemlich groß. Daher ist die Wasserschlossschwingung nach Thoma stabil.

Was die Höhenlage des Wasserschlosses angeht, ist der tiefste Punkt zu hoch um den bestehenden Stollen mit dem Ausbaudurchfluss der Maschinensätze des Kraftwerks Erlaufboden zu betreiben. Der höchste Punkt des Wasserschlosses liegt hingegen nur knapp über der errechneten höchsten Spiegellage. Eine Erhöhung des Stauzieles würde daher auch eine Veränderung im Wasserschloss nach sich ziehen.

Die Probleme mit der niedrigsten Wasserspiegellage im Wasserschloss und in der Apparatekammer bei größeren stationären Durchflüssen und bei schnellem Anfahren könnten mit einer Verringerung der Verlusthöhe im Stollen behoben bzw. entschärft werden. Wie bereits unter 5.2.2 erwähnt, ist die Verlusthöhe im Stollen – neben der Länge und der Oberflächenrauigkeit – besonders von der Fließgeschwindigkeit abhängig. Die Geschwindigkeit wiederum ist abhängig vom Durchfluss und der Querschnittsfläche. Daher erfolgt unter 7.2.3 eine Untersuchung zur Vergrößerung des Stollenquerschnittes.

## 6. Volumen des Speichers Stierwaschboden

### 6.1. Grundlagen

In diesem Kapitel wird der Speicher Stierwaschboden als Bestandteil der gesamten Kraftwerksgruppe betrachtet. Ziel der folgenden Überlegungen soll es sein, das optimale Speichervolumen zu ermitteln. Dabei sind einige Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist in seiner Funktion als Ausgleichskraftwerk an einen Mindestwert ( $2,45\text{m}^3/\text{s}$ ) für den Pegel Erlaufboden gebunden. (Siehe 12.1)

Für diese Untersuchung wird angenommen, dass das Kraftwerk Erlaufboden keine Einschränkungen in Hinblick auf die Wasserabgabe in den Unterlauf der Erlauf hat und daher zur Erzeugung von Spitzenstrom herangezogen werden kann.

Diese Annahme ist gerechtfertigt, wenn flussabwärts eine weitere Staustufe (mit oder ohne Wasserkraftnutzung) errichtet wird, die die Ausgleichfunktion übernimmt. Bereits gemachten Studien zufolge sind derartige Maßnahmen technisch möglich.

Der Zufluss zum Speicher Stierwaschboden ist durch die Wasserabgabe des Kraftwerks Wienerbruck (gesteuert) und den Zufluss aus dem Ötscherbach (natürlich) definiert. Der Abfluss erfolgt gesteuert durch das Kraftwerk Erlaufboden.

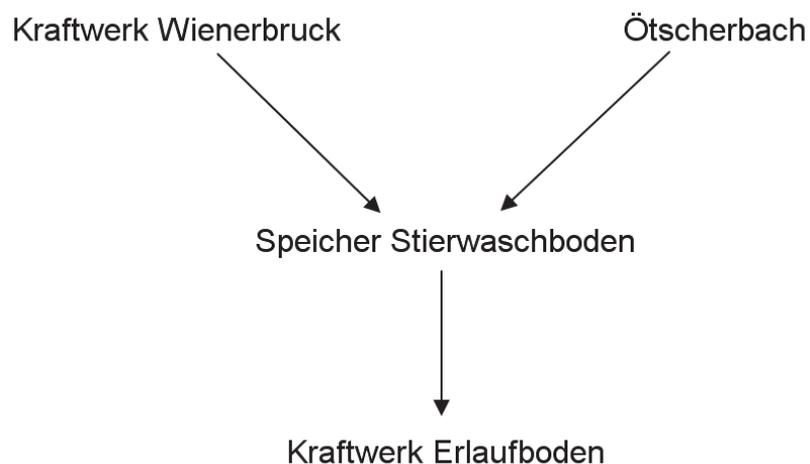


Abb. 65 Schema der Zu- und Abflüsse des Speichers Stierwaschboden

Der Ötscherbach wird als ständig zufließend mit dem mittleren Tagesmittelwert des Pegel Ötscherbach von  $1,46\text{m}^3/\text{s}$  in den folgenden Berechnungen berücksichtigt.

Es wäre aus wirtschaftlicher Sicht anzustreben, dass beide Kraftwerke Spitzenstrom produzieren.

## 6.2. Befüll- und Entleerzeiten

Der derzeitige Betrieb ist an folgende Einschränkungen gebunden:

Das maschinelle Ausbaukonzept der Kraftwerksanlage Erlaufboden sieht vor, dass von den 3 vorhandenen Maschinensätzen 2 voll betrieben werden können.

Die Maschinen verfügen jeweils über ein Schluckvermögen von  $2,24 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Die derzeit geforderte Mindestabgabe ins Unterwasser bewirkt, dass ständig mindestens eine Turbine im Betrieb ist.

Die Obergrenze der Produktion ist durch die Förderleistung des Triebwasserweges gegeben, die  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  beträgt.

Das Kraftwerk Wienerbruck gibt höchstens  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  in den Speicher Stierwaschboden ab.

Der bestehende Speicher Stierwaschboden hat ein nutzbares Speichervolumen von ca.  $45.000 \text{ m}^3$ <sup>45</sup>. (Durch Verlandung ist dieses Volumen nicht das ganze Jahr über nutzbar.)

### 6.2.1. Situation 1

Der Speicher ist leer.

Beide Kraftwerke sind außer Betrieb.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .<sup>46</sup>

Füllzeit = Speichervolumen / Zufluss

Die Füllzeit beträgt 8,6 Stunden.

### 6.2.2. Situation 2

Der Speicher ist voll.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Das Kraftwerk Wienerbruck ist außer Betrieb.

---

<sup>45</sup> (Betriebsordnung)

<sup>46</sup> Mittlerer Durchfluss, siehe 3.4

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Entleerzeit = Speichervolumen / (Abfluss – Zufluss)

Die Entleerzeit beträgt 2,8 Stunden.

### 6.2.3. Situation 3

Der Speicher ist voll.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $2,24 \text{ m}^3/\text{s}$ . (eine Turbine)

Das Kraftwerk Wienerbruck ist außer Betrieb.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Entleerzeit = Speichervolumen / (Abfluss – Zufluss)

Die Entleerzeit beträgt 16,0 Stunden.

### 6.2.4. Situation 4

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist außer Betrieb.

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR)

Die Befüllzeit beträgt 1,7 Stunden.

### 6.2.5. Situation 5

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $2,24 \text{ m}^3/\text{s}$ . (eine Turbine)

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR – Abfluss EBO)

Die Befüllzeit beträgt 2,4 Stunden.

### 6.2.6. Situation 6

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR – Abfluss EBO)

Die Befüllzeit beträgt 8,6 Stunden.<sup>47</sup>

### 6.2.7. Schlussfolgerung

Der Speicher Stierwaschboden ist in seiner derzeitigen Form nicht dazu geeignet, die Schwankungen des Kraftwerks Wienerbruck über einen Zeitraum von 24 Stunden (Tagesspeicher) auszugleichen. Das Kraftwerk Wienerbruck hat dadurch eine indirekte Einschränkung im Unterwasser und kann daher nicht ausschließlich nach dem aktuellen Strombedarf (Strompreis) im Netz betrieben werden.

## 6.3. Wunschgröße des Speichers

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der folgenden Frage: Wie groß müsste der Speicher Stierwaschboden sein, damit die maximale Strommenge zu beliebigen Tageszeiten erzeugt werden kann?

Da beide Kraftwerke mit der derzeitigen Maschinenausrüstung bei maximalem Betrieb einen Durchfluss von  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  aufweisen, muss nur der Zufluss des Ötscherbaches ( $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$ ) über einen gewünschten Zeitraum gespeichert werden.

Der Ötscherbach liefert im Verlauf eines Tages ( $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$  über 24 Stunden)  $126.144 \text{ m}^3$  Wasser. Das Kraftwerk Erlaufboden kann bei vollem Betrieb ( $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) diesen Tageszufluss des Ötscherbaches in einem Zeitraum von ca. 5,8 Stunden abarbeiten.

Wenn also allein der Ötscherbach nicht mehr kontinuierlich Richtung Erlaufboden abgegeben werden soll, sondern zwischengespeichert wird, müsste der Speicher

---

<sup>47</sup> Siehe 6.2.1

Stierwaschboden einen nutzbaren Speicherinhalt von  $95.659\text{m}^3$  aufweisen. Das ist etwas mehr als doppelt so groß, wie der bestehende Speicher (ca.  $45.000\text{m}^3$ ) fassen kann.

Bedingt durch die gleichen Ausbauwassermengen der beiden Kraftwerke ( $6,0\text{m}^3/\text{s}$ ), kann bei gleichzeitigem Betrieb den restlichen Tag (18,2 Stunden) über beliebig Strom produziert werden. Es gibt keine – durch den Stauweiher Stierwaschboden verursachten – Einschränkungen. Hier kann die Kraftwerkssteuerung voll an die Zuflüsse und Speicherfüllstände der Stauseen Wienerbruck und Erlaufklause sowie an den Strombedarf im Netz angepasst werden.

#### 6.4. Randbedingungen einer Speichervergrößerung

Die entscheidende Frage ist jedoch nicht, wie groß das nutzbare Volumen des Stauweihers Stierwaschboden sein sollte, sondern, wie groß es maximal werden kann, wenn man die bestehende Geographie betrachtet.

In diesem Abschnitt sollen daher ein paar Varianten und Möglichkeiten erwogen werden, die das Speichervolumen erhöhen sollen.

Aufgrund der starken Geschiebeführung des Ötscherbaches gibt es im Speicher große Verlandungen, die durch die Form des Sees – besonders der Halbinsel (siehe 2.3) – hauptsächlich im hinteren und linken Teil abgelagert werden. Durch zeitgerechtes Öffnen der Schottergassen bei abklingendem Hochwasser wird der Stauraum zu einem großen Teil wieder leerräumt. Dieses Verfahren hat sich über Jahrzehnte bewährt.

Daher erscheint es sinnlos, eine Volumensvergrößerung nur über eine Baggerung im Stauraum erzielen zu wollen.

Viel näherliegend scheint eine Erhöhung des Stauziels, da damit nicht nur das Speichervolumen, sondern auch die Druckhöhe gesteigert werden kann. Dazu erfolgt hiermit eine Betrachtung des Umlandes in Hinblick auf Zwangspunkte für die Stauhöhe.

Am linken Ufer des Stauweihers führt ein beliebter Wanderweg entlang (Ötschergräben). Dieser könnte bei Bedarf wohl mit relativ geringem Aufwand am Hang etwas höher oben neu angelegt werden.

Am rechten Ufer befindet sich eine geschotterte Straße, die die Sperre mit dem Kraftwerk Wienerbruck verbindet. Diese Straße kann vom öffentlichen Straßennetz nur über den Schrägaufzug erreicht werden. (Siehe 2.3) Auch hier scheint es auf den ersten Blick nicht besonders aufwändig, eine kleine Erhöhung durchzuführen. Besonders da die Straße bereits in der bestehenden Lage insgesamt deutlich höher liegt als der Wanderweg am anderen Ufer.

Die Talstation des eben erwähnten Schrägaufzuges (siehe Abb. 66) am rechten Erlaufufer liegt auf einer Höhe von 617,15 müA. Hier könnte es sich um einen Zwangspunkt für eine künftige Stauzielerhöhung handeln. Wahrscheinlich kann dieser Bereich lokal durch einen kleinen Damm oder eine Mauer geschützt werden.



Abb. 66 Talstation des Schrägaufzuges (Kozumplik, 2011)

Der Pegel Ötscherbach (siehe 3.4) liegt auf einer Höhe von 622 müA und damit mehr als 8m über dem derzeitigen Stauziel. Von einer Stauzielerhöhung um weniger als 8m sollte er also unbeeinflusst bleiben.

Direkt vor der Einmündung der Lassing (Restwasserstrecke) in die Erlauf, wird sie von einer Holzbrücke gequert. Die Fahrbahn liegt ungefähr auf 619müA. Die Brücke ist in Abb. 67 zu sehen und könnte im Falle einer Stauzielerhöhung ausgetauscht werden. Eine Stahlbrücke könnte beispielsweise mit geringerer Konstruktionshöhe erstellt werden.



Abb. 67 Brücke über die Lassing bei der Einmündung in die Erlauf (Kozumplik, 2011)

Eine weitere Brücke überquert die Erlauf- Restwasserstrecke (inklusive Ötscherbach) beim Kraftwerk Wienerbruck. Die in Abb. 68 erkennbare Fußgängerbrücke liegt ebenfalls ungefähr auf Höhe des Krafthauses. Da die Holzkonstruktion oberhalb liegt, sollte die Brücke von einer Stauzielerhöhung nicht betroffen zu sein.



Abb. 68 Brücke über die Erlauf beim KW Wienerbruck (Kozumplik, 2012)

Das Kraftwerk Wienerbruck liegt auf einer Höhe von 619,11müA (siehe Abb. 69). Das entspricht einer Höhe von 5,43m über dem bestehenden Stauziel.



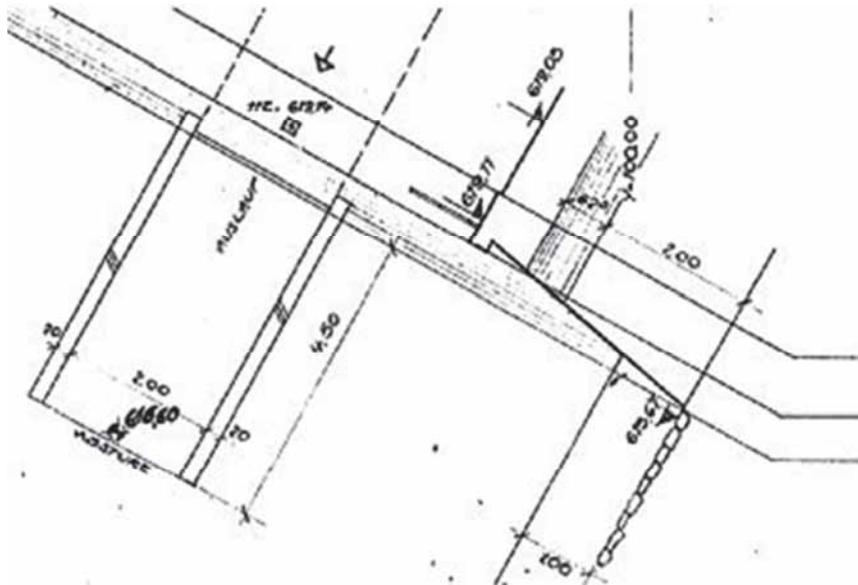


Abb. 71 Grundrissdetail des Auslaufbereiches der KW Wienerbruck (EVN-Archiv)



Abb. 72 Foto des Auslaufbereiches KW Wienerbruck



Abb. 73 Foto Auslaufbereich KW Wienerbruck, freier Überfall in die Erlauf mit Kolk

Zusammenstellung der relevanten Höhenkoten:

Stauziel Stierwaschboden	613,68 müA	$\Delta H$ zu STZ
Überstau Stierwaschboden	614,25 müA	0,57m
Absenkziel Stierwaschboden	611,48 müA	-2,20m
Kraftwerk Wienerbruck	619,11müA	5,43m
Wasserspiegel im Auslaufbereich WBR	617,18 müA	3,50m
Absturzkante Auslaufkanal WBR	616,60 müA	2,92m
Talstation Schrägaufzug	617,15 müA	3,47m
Brücken Lassing und Erlauf	ca. 619 müA	ca. 5,3m
Pegel Ötscherbach	ca. 622 müA	ca. 8,0m

Es scheint also eine Stauzielerhöhung um mehrere Meter möglich zu sein.

## 6.5. Abschätzung des Volumens

### 6.5.1. Abschätzung mit Geländemodell

Um den tatsächlichen Volumenzuwachs abschätzen zu können, wurde ein 3D-Modell des Speichers und seiner Umgebung erstellt. Die Daten dafür stammen aus einer Befliegung mit Laserscann, die für ganz Niederösterreich gemacht wurde. Zur Auswertung wurde die Software Global Mapper 13 herangezogen.

Wie in Abb. 74 dargestellt ist, erfolgt die Modellbildung für den Speicher Stierwaschboden mit seiner unmittelbaren Umgebung sowie einem relativ großzügigen Bereich flussaufwärts. Darin sind vom Westen kommend das Tal des Ötscherbaches, der sich mit der – vom Süden kommenden – Erlauf- Ausleitungsstrecke vereinigt und das Krafthaus Wienerbruck nahe der Einmündung der – aus Osten kommenden - Lassing- Ausleitungsstrecke. Im Norden des Geländemodells befindet sich die Sperre Stierwaschboden mit den Betriebseinrichtungen.

Die Wasserfläche wurde als ebene Fläche ungefähr bei Vollstau erfasst.

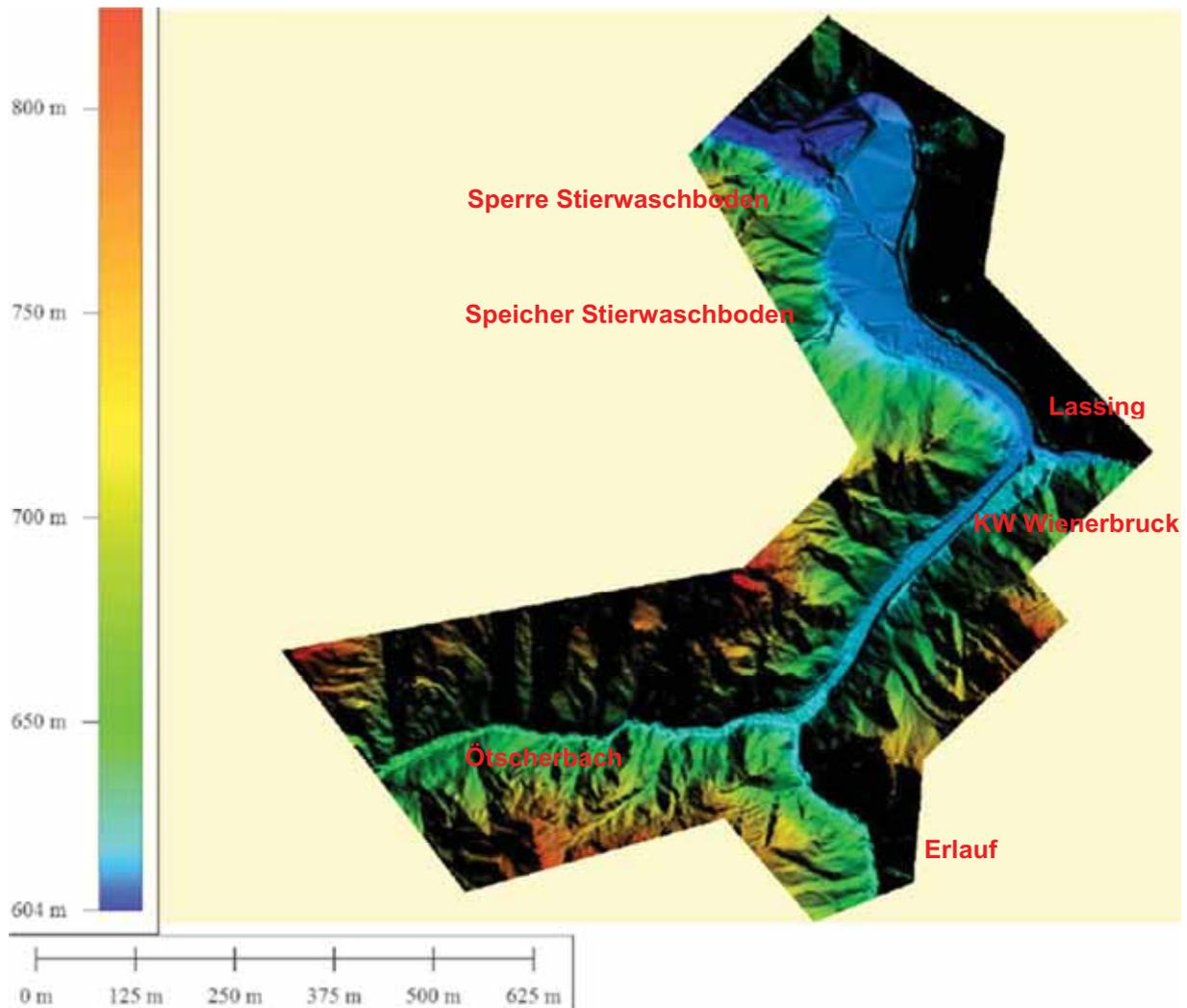


Abb. 74 Geländemodell Speicher Stierwaschboden und Umgebung mit Maßstab und Höhenkalierung

Abb. 75 zeigt einen etwas detaillierteren Ausschnitt aus dem Geländemodell. Darauf ist die Stauwurzel des Speichers ziemlich gut zu erkennen. Es handelt sich um den Bereich, wo die Wasserfläche von eben zu rau wechselt. Dieser Bereich befindet sich deutlich (ca. 200m) unterhalb des Kraftwerks Wienerbruck.

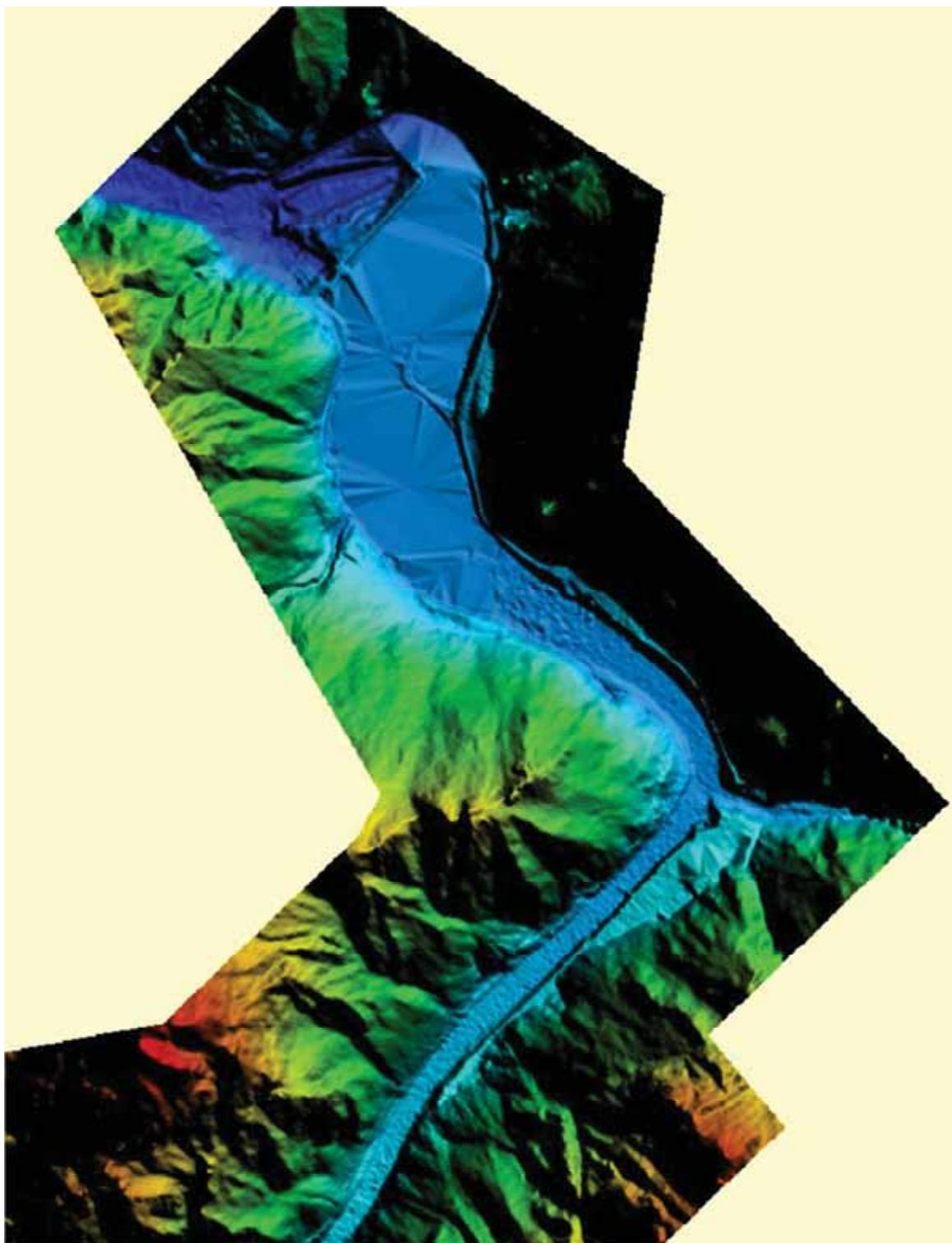


Abb. 75 Geländemodell Stauweiher Stierwaschboden und Umgebung

Fügt man nun im Modell einen Wasserspiegel auf einer Höhenkote von 617,86müA<sup>48</sup> ein, so erkennt man die Oberfläche eines fiktiven Speichers. Dies ist in Abb. 76 dargestellt. Wie bereits weiter oben beschrieben, würden dadurch Teile des linksufrigen

---

<sup>48</sup> Wasserspiegel im Auslaufbereich KW Wienerbruck; Stauziel + 3,50m

Wanderweges und des rechtsufrigen Güterweges geflutet. Das Krafthaus Wienerbrück mit seinen Nebengebäuden bleibt unbeeinträchtigt. Die Stauwurzel verschiebt sich flussaufwärts in die Ausleitungsstrecken von Erlauf und Lassing. Die Mündung des Ötscherbaches in die Erlauf bleibt unbeeinflusst. Damit ist auch der weiter oben liegende Pegel Ötscherbach nicht vom Rückstau betroffen.

Im oberen Teil der Abb. 76 ist natürlich die Sperrenstelle und die Halbinsel unterhalb des Wasserspiegels. Hier müssten bauliche Maßnahmen gesetzt werden. Detaillierte Vorschläge dazu sind der Grund für diese Arbeit und werden im Folgenden noch behandelt werden. (siehe 8)

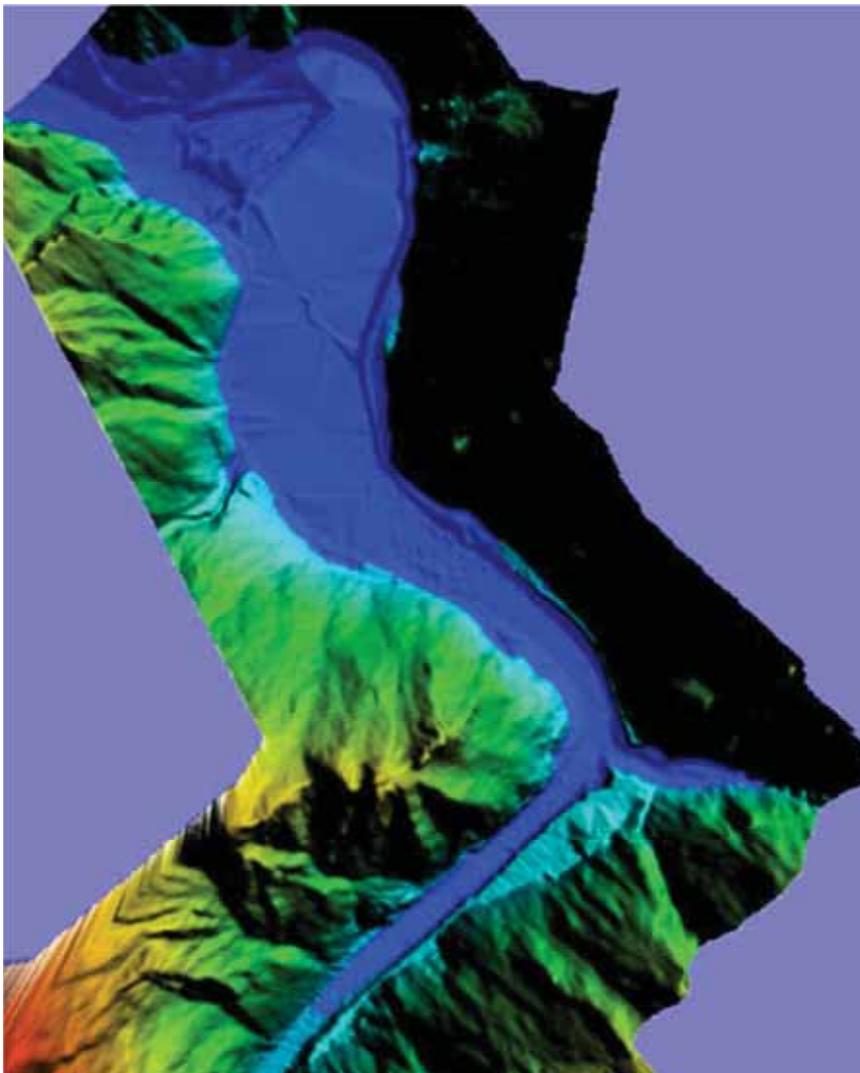


Abb. 76 Geländemodell mit Wasserspiegel auf 617,86müA

Da nicht ermittelt werden konnte, wie hoch der Wasserspiegel bei der Geländeaufnahme war, wurde als erstes eine Fläche auf der Höhe des Stauziels (613,68müA) im Modell eingezogen. Das Volumen unter dieser Ebene konnte dann aus dem Programm abgelesen werden.

Im Anschluss daran wurden im Abstand von 0,25m derartige Ebenen eingezeichnet. Die Ergebnisse des darunterliegenden Volumens wurden um den oben ermittelten Wert korrigiert, damit sie auf das bestehende Stauziel bezogen werden können.

Das gesamte Volumen eines zukünftigen Speichers wurde ermittelt, indem das bestehende Speichervolumen von 45.000m<sup>3</sup> (Betriebsordnung) mit einbezogen wurde.

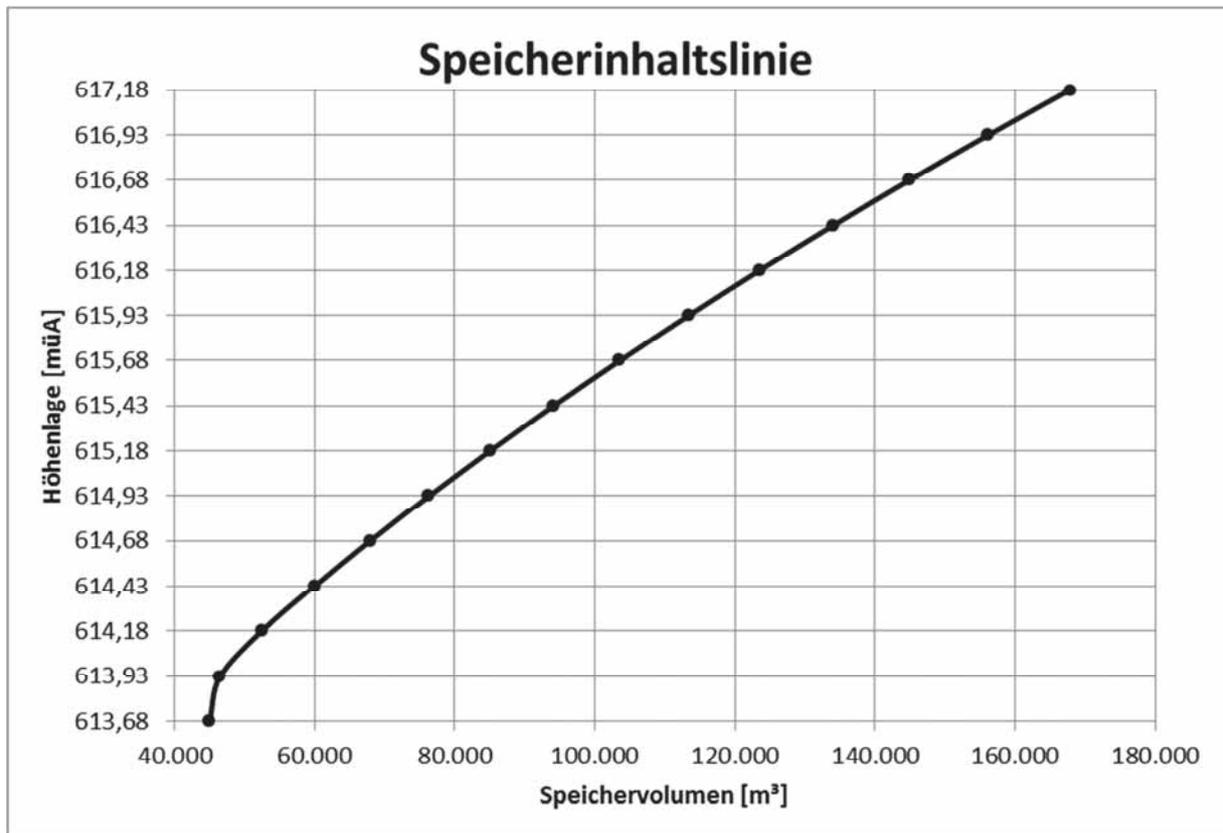


Diagramm 35 Speicherinhaltslinie des nutzbaren Speichervolumens des Stauweiher Stierwaschboden

### 6.5.2. Abschätzung mit Höhenschichtlinien

Um die Werte aus 6.5.1 zu plausibilisieren und um eine Aussage über den bestehenden Stauraum treffen zu können, wurden für den Stauweiher Stierwaschboden und seine Umgebung ein Höhenschichtenlinienmodell erstellt.

Die Schwachstelle des Geländemodells aus Laserscandaten liegt darin, dass bei der Aufnahme Bewuchs und Bebauung teilweise als Gelände aufgenommen werden und Wasserflächen – vor allem im Randbereich – sehr ungenau abgebildet werden. Über das unter Wasser liegende Gelände kann überhaupt keine Aussage getroffen werden. Um das auszugleichen wurde für das Höhenschichtenmodell zusätzlich zu den Laserscandaten eine geodätische Vermessung des Stauraumes (abgesenkt) mit zahlreichen Profilen aus dem Jahr 1990 überlagert. Da sich der Speicher aufgrund

der großen Geschiebemengen laufend verändert, ist davon auszugehen, dass diese Aufnahme nicht dem aktuellen Stand entspricht. Dennoch scheint diese Methode genauer als die Modellbildung nur auf Laserscandaten zu stützen.

In Abb. 78 und Abb. 77 ist das Modell überblicksmäßig dargestellt. Eine genauere Darstellung erfolgt in Plan 05. Die Höhenschichtlinien werden mit einem Abstand von 0,5m berücksichtigt.

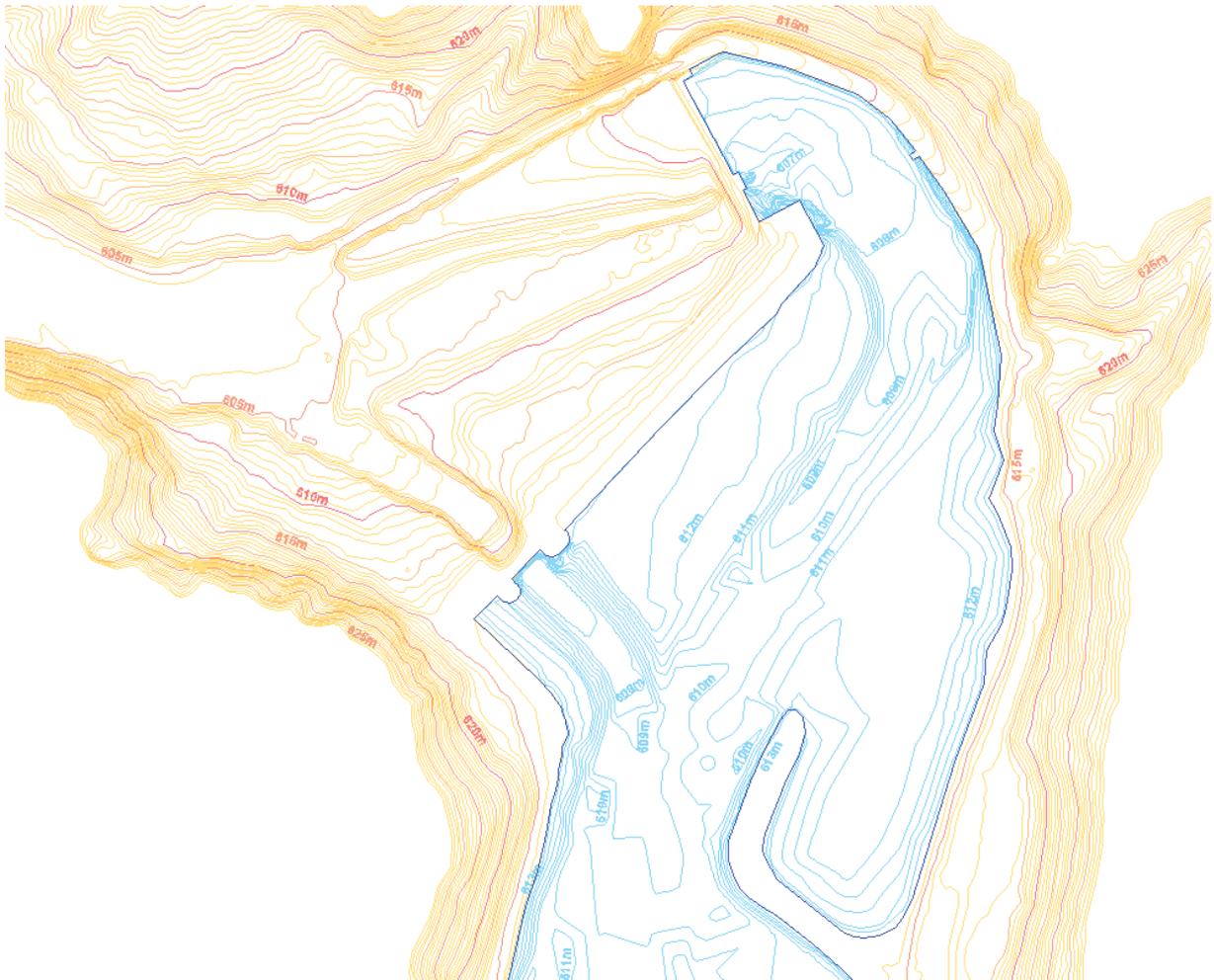


Abb. 77 Höhenschichtlinienmodell Speicher Stierwaschboden – Detail Sperre

Die Flächen auf den jeweiligen Höhen werden ermittelt, mit der Höhendifferenz multipliziert und zur Volumenbildung aufsummiert. Die daraus ermittelte Speicherinhaltslinie ist in Diagramm 36 dargestellt.

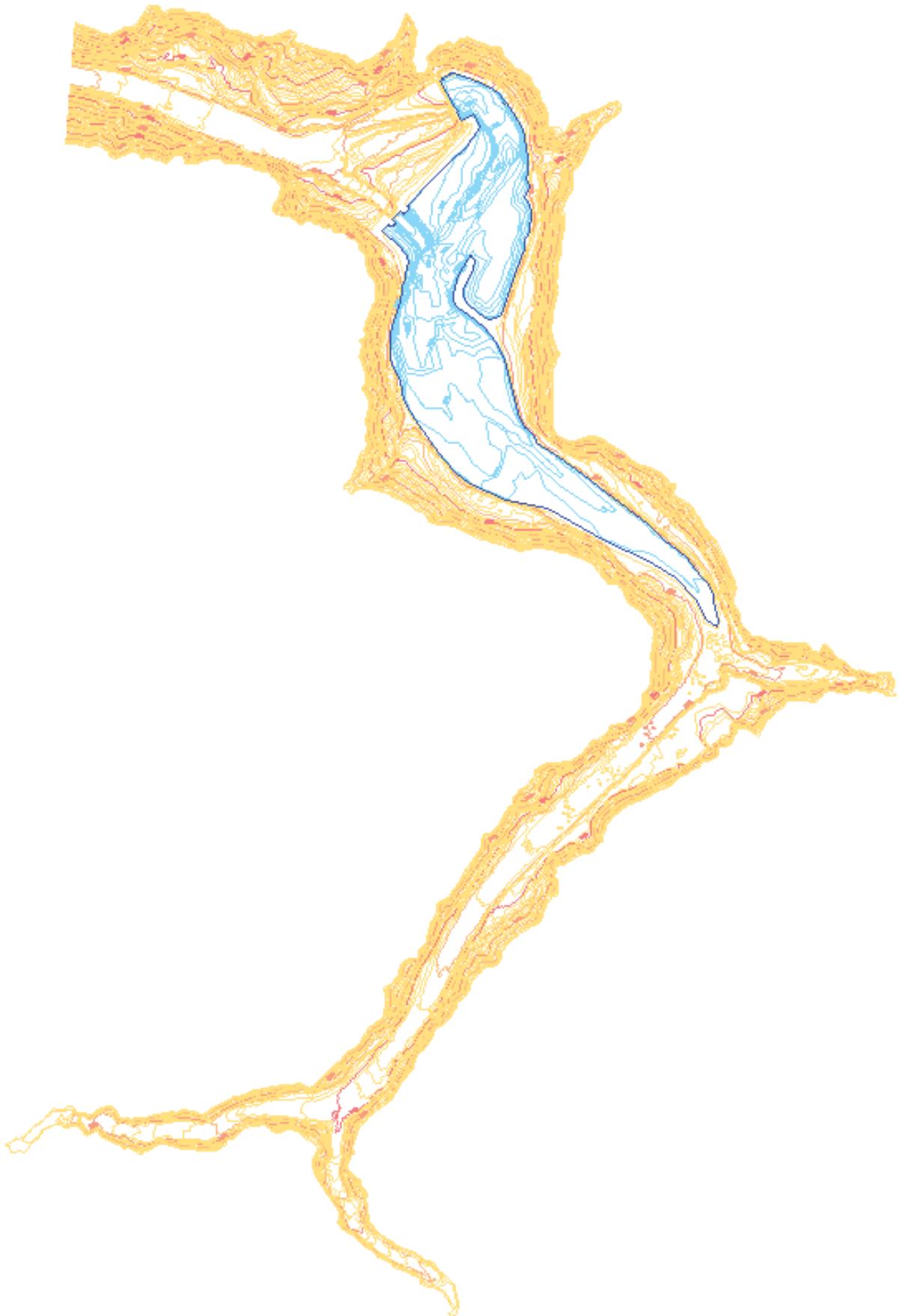


Abb. 78 Höhengichtlinienmodell Speicher Stierwaschboden – Übersicht

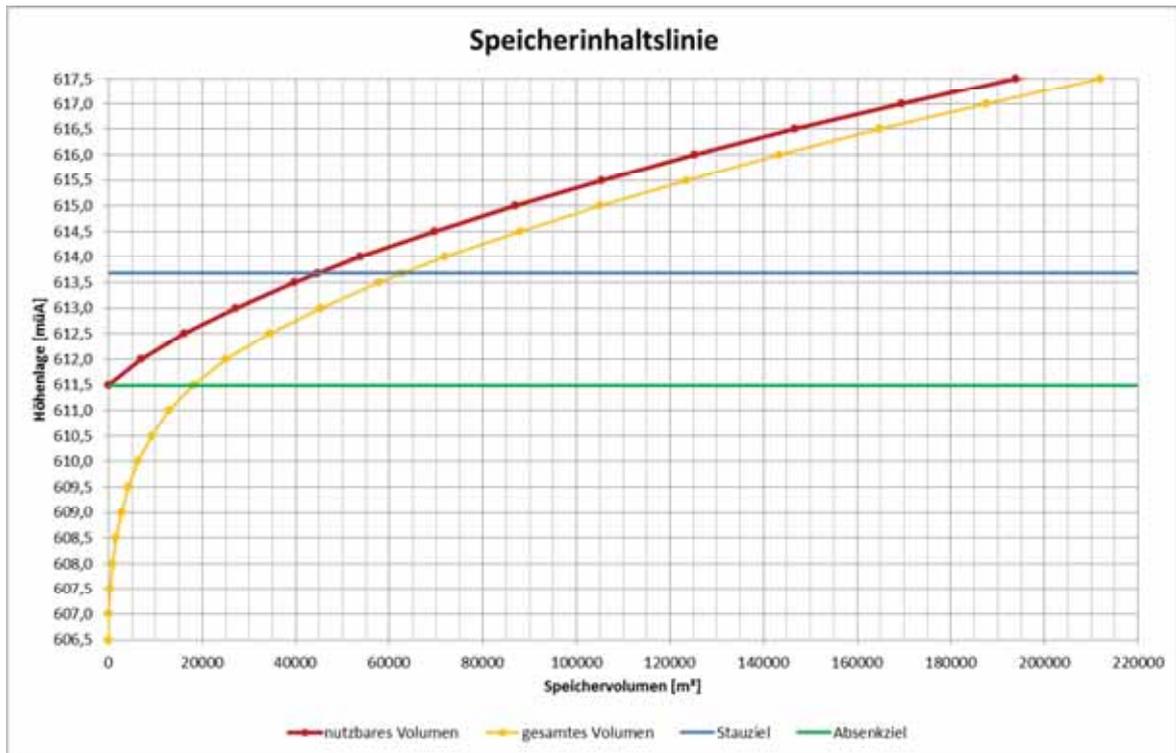


Diagramm 36 Speicherinhaltslinie des Speichers Stierwaschboden

### 6.5.3. Vergleich der beiden Methoden

Im Diagramm 37 sind die ermittelten Speicherinhaltslinien für das nutzbare Speichervolumen aus Diagramm 35 und Diagramm 36 einander gegenübergestellt.

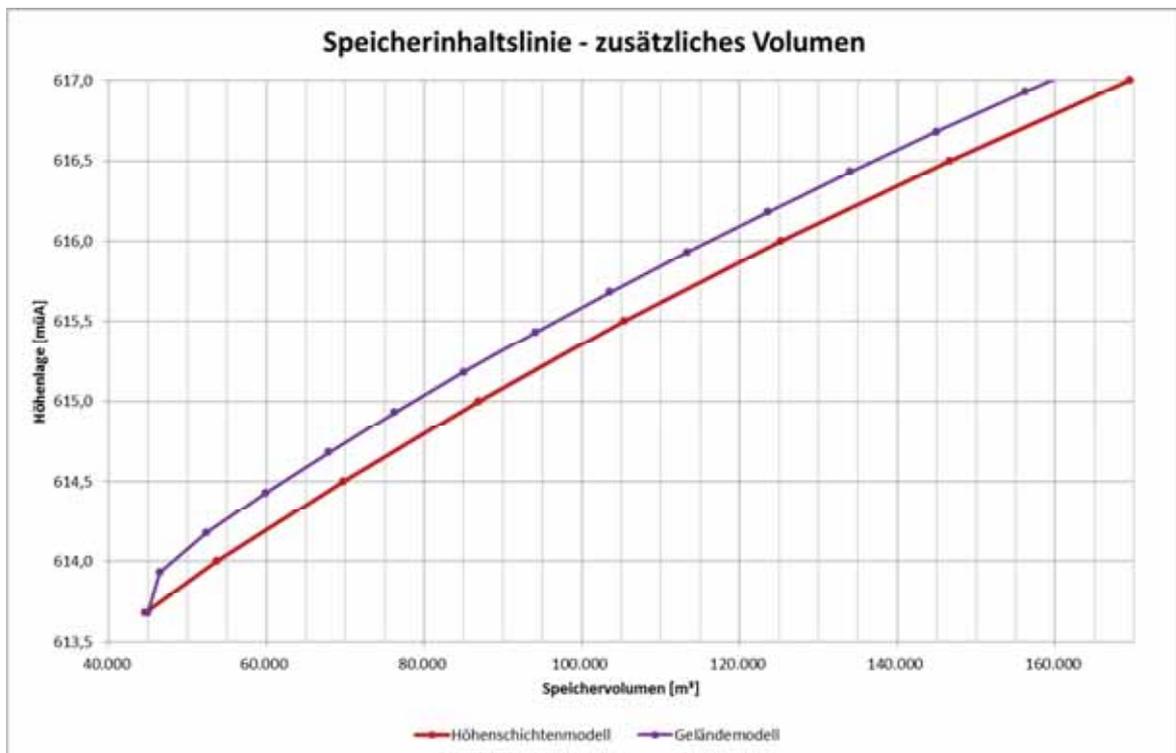


Diagramm 37 Speicherinhaltslinien nach verschiedenen Ermittlungsverfahren

Grundsätzlich scheint es eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiden Ermittlungsverfahren zu geben.

Die Volumensermittlung mittels Geländemodell liefert etwas niedrigere Werte als die Ermittlung mit Höhengschichtenmodell. Grundsätzlich ist das Höhengschichtlinienmodell genauer, da es in einigen Bereichen mit Vermessungspunkten überprüft und modifiziert wurde. Außerdem wurde der Speicherinhalt zwischen Stauziel und Absenkziel ermittelt und nicht – wie beim Geländemodell – als fixer Wert addiert.<sup>49</sup>

Es ist anzunehmen, dass (wie bereits unter 6.5.2 erwähnt) die Höhengaufnahme beim Geländemodell im Bereich der Wasseranschlaglinie ungenau ist.

Für die weitere Vorgangsweise wird die Speicherinhaltslinie, die aus dem Höhengschichtenlinienmodell ermittelt wurde, herangezogen.

## 6.6. Schlussfolgerungen

Aufgrund der breiten Talform bringen bereits kleine Höhenunterschiede im Stauziel eine starke Vergrößerung des Volumens.

Bereits bei einer Stauzielerhöhung von ca. 1,75m kann die Forderung eines GanztagesSpeichers aus 6.3 erfüllt werden.

Bei einer Stauzielerhöhung von etwas mehr als 3m kann der nutzbare Speicher gegenüber dem Bestand verdreifacht werden.

Eine Vergrößerung des Speichers scheint empfehlenswert und wird unter 7.3 näher erläutert.

---

<sup>49</sup> 45.000m<sup>3</sup> (Betriebsordnung)

## 7. Optimierung

### 7.1. Vorbemerkungen

Die bisherigen Kapitel haben sich in erster Linie mit dem Bestand des Kraftwerks Erlaufboden beschäftigt. Spezielles Augenmerk wurde auf den Speicher Stierwaschboden und den Triebwasserweg gelegt. Der Grund dafür ist der direkte Einfluss dieser Komponenten auf die Stromerzeugung.

Die Leistung eines Kraftwerkes ergibt sich aus dem Produkt des Durchflusses und der Nettofallhöhe. Beides ist in erster Linie vom Triebwasserweg abhängig.

Der zweite wesentliche Kennwert neben der Leistung ist die Jahresarbeit. Hier ist neben der Leistung der Faktor Zeit wesentlich. In diesem Zusammenhang kommt dem Speicher eine wesentliche Funktion zu. Der Speicher ermöglicht es, die Erzeugung näher an den Strombedarf (Spitzenstrom) anzupassen als an die natürlichen Zuflüsse.

Die bereits vorgestellten Berechnungsverfahren erlauben – durch Variation der Eingangparameter – das Simulieren eines geänderten Bestandes.

In diesem Kapitel wird untersucht, wie sich eine Erhöhung des Stauzieles (Fallhöhe und Speicherinhalt) sowie eine Vergrößerung des Triebwasserstollens (Ausbau-durchfluss und Verlusthöhe) auf die Stromerzeugung auswirken.

### 7.2. Triebwasserweg

#### 7.2.1. Vorbemerkung

Hier werden zwei verschiedene Maßnahmen untersucht, die unabhängig voneinander betrachtet werden können. Auch eine Überlagerung der beiden Maßnahmen ist möglich und wird untersucht.

#### 7.2.2. Größere Fallhöhe – höheres Stauziel

Wie bereits unter 6.6 erläutert, bringt eine Erhöhung des Stauzieles zweifachen Nutzen. Der Speicherinhalt und die Fallhöhe werden größer.

Wie bereits im Vergleich von Diagramm 29 und Diagramm 30 erkennbar ist, verändert sich die Verlusthöhe nicht mit der Lage des Stauspiels. Was sich jedoch verändert ist die Nettofallhöhe und damit die Lage der Energielinie.

Die Verlusthöhe – und damit die Neigung der Energielinie – verändert sich mit dem Durchfluss. Bei einem höheren Durchfluss fällt die Energielinie – besonders im Bereich des Stollens – steiler ab.

Da der Anfang der Energielinie bei einer Stauzielerhöhung höher liegt, kann der Durchfluss erhöht werden. Damit der Betrieb von allen drei Turbinen gleichzeitig auf voller Leistung möglich ist, müsste der Wasserspiegel auf mindestens 613,93müA liegen. Das liegt 25cm über dem bestehenden Stauziel. Bei einer Erhöhung des Durchflusses über eine Änderung der Bruttofallhöhe könnte also entweder zusätzlich zum Stauziel auch das Absenkziel erhöht werden. Da diese Variante das Speichervolumen sehr stark reduzieren würde, ist es naheliegender, das Kraftwerk bei niedrigerem Stauspiegel – wie bisher – mit reduzierter Leistung (nicht alle Turbinen) zu betreiben.

In Diagramm 38 ist die Lage der Energielinie bei einem Stauziel von 616müA zu sehen. Die Gründe für die Wahl dieser Kote als neues Stauziels werden unter 7.3 näher erläutert.

Um eine Aussage über den Einfluss dieser Veränderungen auf die Stromproduktion treffen zu können, werden die – unter 4 erläuterten – Erzeugungsberechnungen wiederholt. Dabei werden lediglich die Parameter Stauziel (auf 616,0müA) und Durchfluss (auf 6,72m<sup>3</sup>/s) geändert.

Durch diese Veränderungen steigt die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden von 16.048MWh pro Jahr und 1.337MWh pro Monat auf 16.754MWh pro Jahr und 1.396MWh pro Monat. Das entspricht einer Steigerung um 4,4%.

Um das Stauziel zu erhöhen sind mehrere Maßnahmen an verschiedenen Stellen der gesamten Anlage nötig. Auf diese wird in Kapitel 8 näher eingegangen.

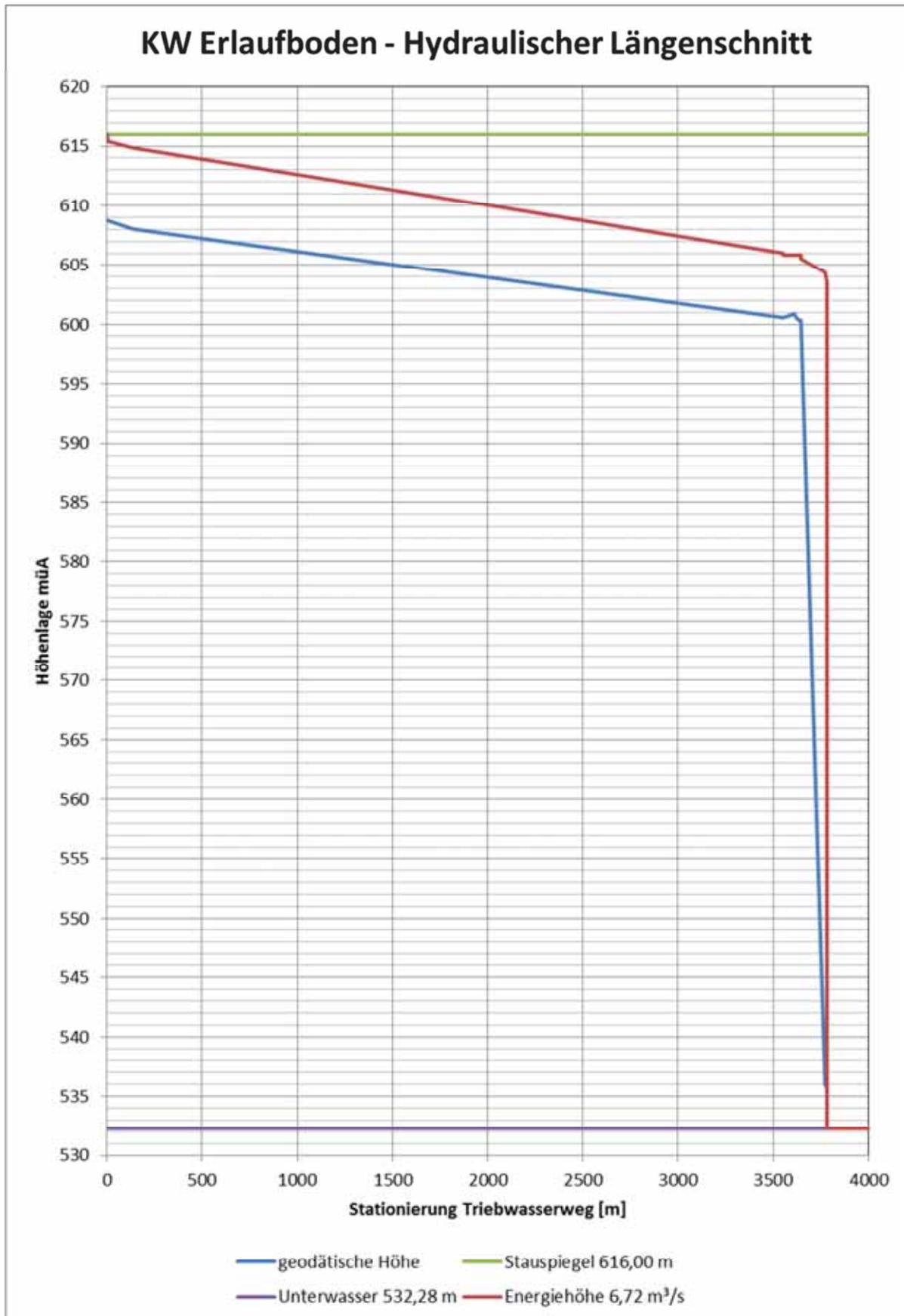


Diagramm 38 Hydraulischer Längenschnitt bei bestehendem Triebwasserweg,  $Q = 6,72 \text{ m}^3/\text{s}$  und höherem Stauziel

### 7.2.3. Größerer Durchfluss – größerer Querschnitt

Wie bereits unter 5.2.2 angedeutet, ist ein Stollenquerschnitt von mindestens  $2,66\text{m}^2$  (Bestand  $2,43\text{m}^2$ ) notwendig, um einen Durchfluss von  $6,72\text{m}^3/\text{s}$  (alle 3 Turbinen in Betrieb) zu ermöglichen ohne dass die Energielinie im Wasserschloss unterhalb der Wasserschlosssohle zu liegen kommt. Das würde eine Stollenvergrößerung von  $0,23\text{m}^2$  bedeuten.

Aus bautechnischer Sicht macht eine derartig geringe Vergrößerung des Stollenquerschnittes keinen Sinn. Es müsste deutlich mehr Ausbruch gemacht werden um den tragenden Betonring zu ersetzen oder wieder vervollständigen zu können.

Daher werden im Folgenden einige Überlegungen angestellt, den Stollen deutlich zu vergrößern. (siehe auch 5.2.2) Dadurch wird der Ausbaudurchfluss des Stollens – und damit des gesamten Triebwasserweges – vergrößert. Eine derartige Maßnahme macht nur Sinn, wenn auch der Ausbaudurchfluss der Turbinen entsprechend angepasst (erhöht) wird. Auch eine Vergrößerung (und damit ein Tausch) der Druckrohrleitung sollte überlegt werden.

Wenn in diesem Zusammenhang der Druckstollen erwähnt wird, so ist damit auch gleichzeitig das Druckrohr zwischen Einlaufbauwerk und Stollenbeginn gemeint.

#### 7.2.3.1. Vergrößerung des Stollens

Es wird angenommen, dass an Stelle des bestehenden ein neuer Druckstollen gebaut wird. Dafür wird ein kreisförmiges Profil mit einem Durchmesser von  $2,80\text{m}$  gewählt. Das entspricht einer Querschnittsfläche von  $6,16\text{m}^2$ . Für die Berechnung wird angenommen, dass die Stollenlänge sich nicht verändert.

In Diagramm 39 ist die Lage der Energielinie mit diesem Querschnitt bei Absenkziel zu sehen.

Durch diese Veränderungen steigt die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden von  $16.048\text{MWh}$  pro Jahr und  $1.337\text{MWh}$  pro Monat auf  $17.409\text{MWh}$  pro Jahr und  $1.451\text{MWh}$  pro Monat. Das entspricht einer Steigerung um  $8,5\%$ .<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Erzeugungsberechnung siehe Kapitel 4; geändertes Stollenprofil, Durchfluss  $6,72\text{m}^3/\text{s}$

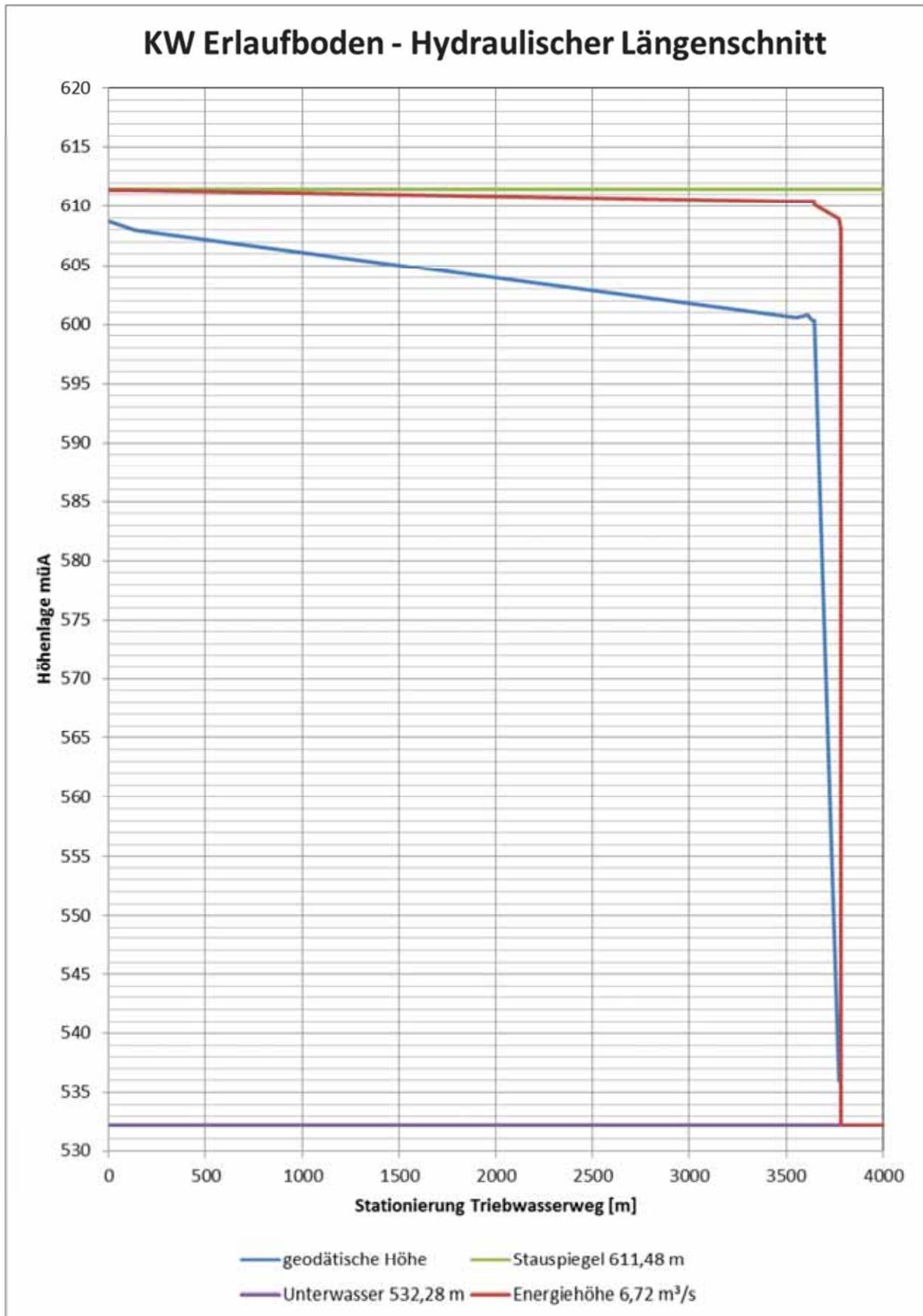


Diagramm 39 Hydraulischer Längenschnitt, Stollendurchmesser 2,80m, Q = 6,72m³/s und Absenkziel

Eine Vergrößerung des Stollens auf das 2,5fache seines ursprünglichen Querschnittes lässt es sinnvoll erscheinen, auch den Durchfluss stärker zu erhöhen. Wesentlich für die Verlusthöhe ist die Fließgeschwindigkeit. Laut (Tschernutter, 2000) sollten sich die Fließgeschwindigkeiten in Stollen zwischen 1,5 und 5,0m<sup>3</sup>/s bewegen. Es wird daher ein Durchfluss von 12m<sup>3</sup>/s gewählt. Das entspricht einer Fließgeschwindigkeit von 1,95m/s und bedeutet eine Verdopplung des bestehenden Ausbaudurchflusses.

In Diagramm 40 ist die dazugehörige Energielinie dargestellt.

Um eine Aussage über den Einfluss dieser Veränderungen auf die Stromproduktion treffen zu können, werden die – unter 4 erläuterten – Erzeugungsberechnungen wiederholt. Dabei werden die Parameter der Stollengeometrie (Querschnittsfläche, Umfang) angepasst und der Durchfluss auf 12,0m<sup>3</sup>/s geändert.

Durch diese Veränderungen steigt die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden von 16.048MWh pro Jahr und 1.337MWh pro Monat auf 19.233MWh pro Jahr und 1.603MWh pro Monat. Das entspricht einer Steigerung um 19,9%.

#### 7.2.3.2. Vergrößerung des Stollens und der Druckrohrleitung

Betrachtet man Diagramm 40 genauer, so ist erkennbar, dass die Verluste im Druckstollen im Vergleich zum Bestand (Diagramm 30) deutlich gesunken sind. Die Verluste in der Druckrohrleitung sind dagegen deutlich gestiegen und bilden gemeinsam mit der Verteilrohrleitung einen wesentlichen Anteil (46%) an der gesamten Verlusthöhe.

Daher erscheint es angemessen, auch eine Vergrößerung (Erneuerung) der Druckrohrleitung in Betracht zu ziehen.

Die Fließgeschwindigkeit in der Druckrohrleitung sollte etwas größer sein als im Stollen. Es wird daher ein Durchmesser von 2,0m gewählt.

Die dazugehörige Energielinie ist in Diagramm 41 dargestellt. Die gesamte Verlusthöhe beträgt knapp über 5,5m.

Durch diese Veränderungen steigt die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaufboden von 16.048MWh pro Jahr und 1.337MWh pro Monat auf 19.432MWh pro Jahr und 1.619MWh pro Monat. Das entspricht einer Steigerung um 21,1% gegenüber dem Bestand.

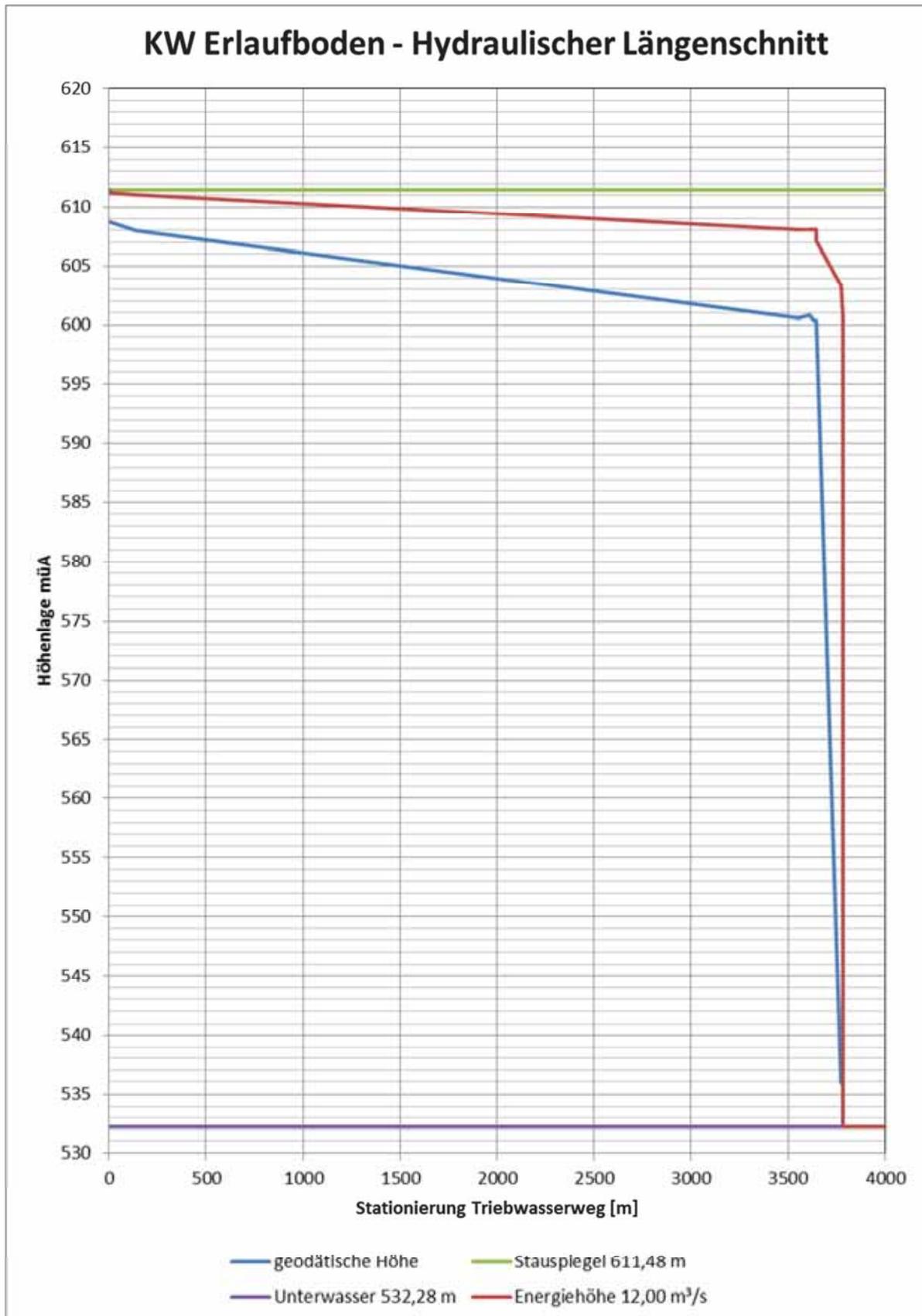


Diagramm 40 Hydraulischer Längenschnitt, Stollendurchmesser 2,80m,  $Q = 12,0\text{m}^3/\text{s}$  und Absenksziel

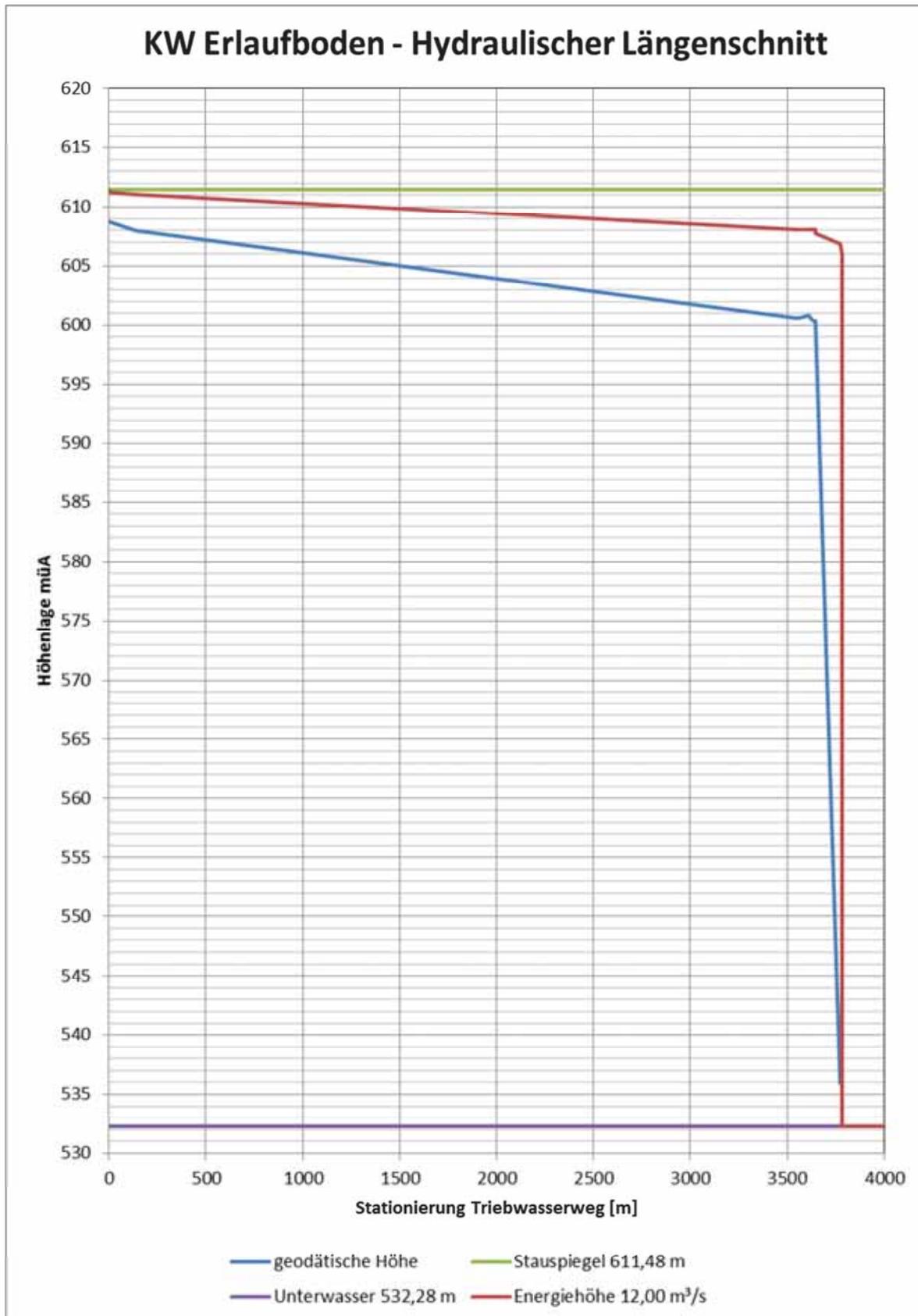


Diagramm 41 Hydraulischer Längenschnitt, Stollendurchmesser 2,80m, Druckrohrdurchmesser 2,0m,  $Q = 12\text{m}^3/\text{s}$  und Absenkziel

### 7.2.4. Größerer Durchfluss und höheres Stauziel

Kombiniert man die vorgeschlagenen Maßnahmen aus den vorhergehenden Kapiteln (7.2.2, 7.2.3), dann stellt sich die Energielinie folgendermaßen dar. (Diagramm 42)

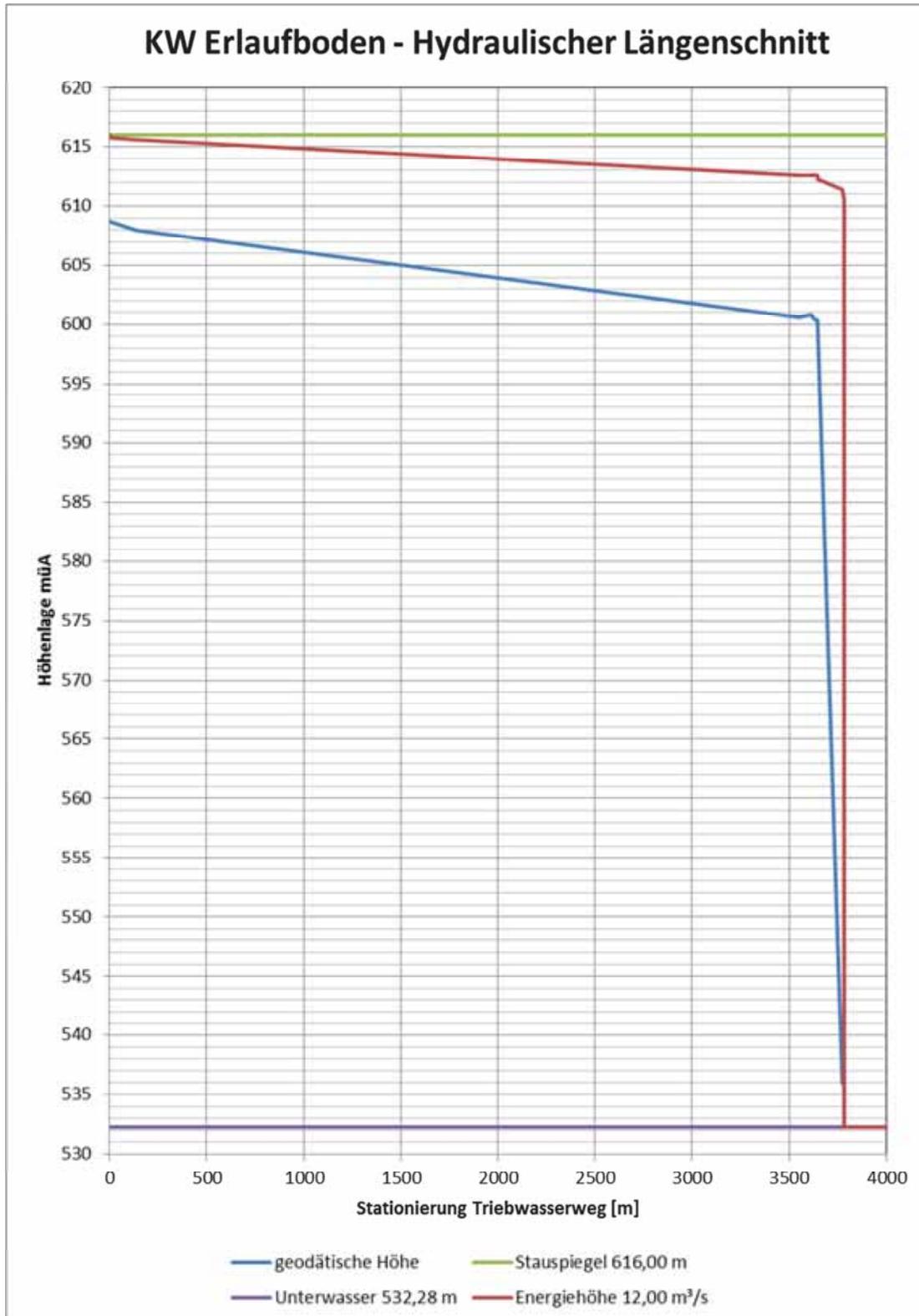


Diagramm 42 Hydraulischer Längenschnitt, Stollendurchmesser 2,80m, Druckrohrdurchmesser 2,0m,  $Q = 12\text{m}^3/\text{s}$  und neues Stauziel mit 616müA

Auch in diesem Fall kann über eine Modifikation der Erzeugungsberechnung (siehe 4) eine Abschätzung der Stromproduktion berechnet werden.

Dabei werden die Parameter der Stollen- und Druckrohrleitungsgeometrie (Querschnittsfläche, Umfang) angepasst und der Durchfluss auf  $12,0\text{m}^3/\text{s}$  erhöht.

Durch diese Veränderungen steigt die mittlere Erzeugung des Kraftwerks Erlaubt von  $16.048\text{MWh}$  pro Jahr und  $1.337\text{MWh}$  pro Monat auf  $19.810\text{MWh}$  pro Jahr und  $1.651\text{MWh}$  pro Monat. Das entspricht einer Steigerung um  $23,4\%$  gegenüber dem Bestand.

### 7.2.5. Maschinenausbau

Bei einer Adaptierung des Triebwasserweges auf einen Durchfluss von  $12\text{m}^3/\text{s}$  sollten auch die Turbinen dieses Schluckvermögen aufweisen.

Dazu gibt es mehrere Varianten, die hier aber nur aufgezählt und nicht näher untersucht werden.

- 2 Turbinen mit je  $6,0\text{m}^3/\text{s}$

Das Oberliegerkraftwerk Wienerbruck hat einen Ausbaudurchfluss von  $6\text{m}^3/\text{s}$ . Bei Betrieb von einer Turbine können beide Kraftwerke parallel gefahren werden.

- 3 Turbinen mit je  $4,0\text{m}^3/\text{s}$

Das bestehende Kraftwerk hat 3 Turbinen. Die räumliche Aufteilung muss nicht geändert werden. Bei Betrieb mit 2 Maschinensätzen kann parallel mit dem Kraftwerk Wienerbruck gefahren werden und gleichzeitig der Zufluss aus dem Ötscherbach abgearbeitet werden.

- 4 Turbinen mit je  $3,0\text{m}^3/\text{s}$

Sollte die Mindestabgabemenge ins Unterwasser weiterhin gefordert werden, so kann diese bei Betrieb mit einer Turbine erfüllt werden. Wird nur eine Seite des Kraftwerks Wienerbruck betrieben, kann ein Parallelbetrieb gefahren werden.

- Andere Kombinationen

### 7.2.6. Schlussfolgerung

Durch bauliche Veränderung ist eine Steigerung der Energieproduktion möglich.

Eine Möglichkeit, die Erzeugung zu steigern ist ein Anheben des Stauzieles. Dafür sind keine baulichen Änderungen am Triebwasserweg nötig. Die Umbauten beschränken sich auf die Sperre und ihre Umgebung, sowie das Wasserschloss. Durch die größere Bruttofallhöhe und den größeren Durchfluss kann die Engpassleistung des Kraftwerks Erlaubtoden von 3,4MW auf ca. 3,7MW gesteigert werden. Das liegt immer noch unter der Ausbauleistung der Turbinen.<sup>51</sup> Die Erzeugung könnte um 4,4% gehoben werden. (siehe 7.2.2)

Eine Vergrößerung des Querschnittes des Triebwasserweges ist besonders im Bereich des Druckstollens (und des Druckrohres im Bereich des Dammes und der Rohrbrücke) sinnvoll, da hier – im Vergleich zur Bruttofallhöhe – große Reibungsverluste entstehen. Eine Vergrößerung der Druckrohrleitung bringt vergleichsweise wenig. Diese Maßnahme sollte jedoch ernsthaft in Erwägung gezogen werden, falls die Druckrohrleitung aus anderen Gründen (Materialermüdung, Korrosionsschutz, ...) ausgetauscht werden sollte.

Durch die beschriebene Querschnittsvergrößerung (Stollen und Druckrohrleitung) kann die Engpassleistung auf ca. 6,8MW erhöht und die Produktion um 21,1% gesteigert werden. (siehe 7.2.3.2)

Bei einer Vergrößerung des Triebwasserquerschnittes in der beschriebenen Form mit einer gleichzeitigen Stauzielerhöhung kann die Engpassleistung auf ca. 7,0MW erhöht werden. Außerdem ist damit eine Produktionssteigerung um 23,4% möglich. (siehe 7.2.4)

Auf die baulichen Änderungen, die dafür nötig sind wird später (siehe 8) eingegangen.

---

<sup>51</sup>  $3 \times 1,4\text{MW} = 4,2\text{MW}$  (Betriebsordnung)

## 7.3. Speichervolumen

### 7.3.1. Festlegung eines neuen Stauziels

Wie bereits im Kapitel 6 ausführlich erläutert, ist der Speicher Stierwaschboden durch sein relativ kleines Speichervolumen nicht nur für den Betrieb des Kraftwerks Erlauboden, sondern auch für den des Oberliegerkraftwerks Wienerbruck eine Einschränkung.

Die Umgebung des Stauweihers Stierwaschboden wurde unter 6.4 bereits detailliert beschrieben. Aus der Zusammenstellung der relevanten Höhenkoten geht hervor, dass der Auslaufbereich des Kraftwerks Wienerbruck – der nicht eingestaut werden soll (Peltonturbinen) – maßgebend ist. Der Wasserspiegel im Unterwasserkanal liegt ungefähr auf Kote 617,18müA, also 3,50m über dem bestehenden Stauziel Stierwaschboden.<sup>52</sup> Eine weniger veränderliche Höhenangabe kann für die Absturzkante des Auslaufkanals angegeben werden. Sie liegt auf Kote 616,60 müA, also 2,92m über dem Stauziel Stierwaschboden. Der Speicher Stierwaschboden hat einen konzessionierten Überstau von 0,57m. Unter der Annahme, dass dieser Überstau in dieser Höhe erhalten bleibt<sup>53</sup>, ergibt sich daraus ein maximal mögliches Stauziel auf der Kote 616,03müA, also 2,35m über bestehendem Stauziel.

Um eine leichtere Handhabung der Planung zu erreichen, wird für die folgenden Ausführungen das neue Stauziel auf Kote 616,0müA gelegt. Das entspricht einer Erhöhung um 2,32m gegenüber dem Bestand.<sup>54</sup>

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass durch die Wahl dieses Stauzieles der Betrieb des Kraftwerks Wienerbruck in hydraulischer Hinsicht vom Speicher Stierwaschboden unbeeinflusst bleibt.<sup>55</sup>

---

<sup>52</sup> Bei vollem Kraftwerksbetrieb

<sup>53</sup> In Kapitel 8 wird darauf eingegangen, dass diese Höhe reduziert werden kann.

<sup>54</sup> Das bestehende Stauziel liegt auf Kote 613,68müA. (Betriebsordnung)

<sup>55</sup> Wie bereits im Kapitel 6 erläutert, kann (und soll) der Betrieb in zeitlicher Hinsicht sehr wohl beeinflusst werden.

### 7.3.2. Speichereinhalt

Auf das mögliche zusätzliche Speichervolumen wurde unter 6.5 bereits ziemlich detailliert eingegangen. Erweitert man Diagramm 36 indem man zusätzlich auf Kote 616,0müA das neue Stauziel einfügt, so erhält man Diagramm 43.

Dadurch ist erkennbar, dass sich das nutzbare Speichervolumen von ca. 45.000m<sup>3</sup> auf ca. 125.000m<sup>3</sup> erhöht. Das entspricht etwa einer Erhöhung um ca. 80.000m<sup>3</sup> auf das 2,8fache und ist deutlich mehr, als unter 6.3 gefordert.

Außerdem kann aus der Speichereinhaltslinie abgelesen werden, dass der Schwankungsbereich zwischen Stauziel und Absenkziel sich von 2,20m auf 4,52m vergrößert.

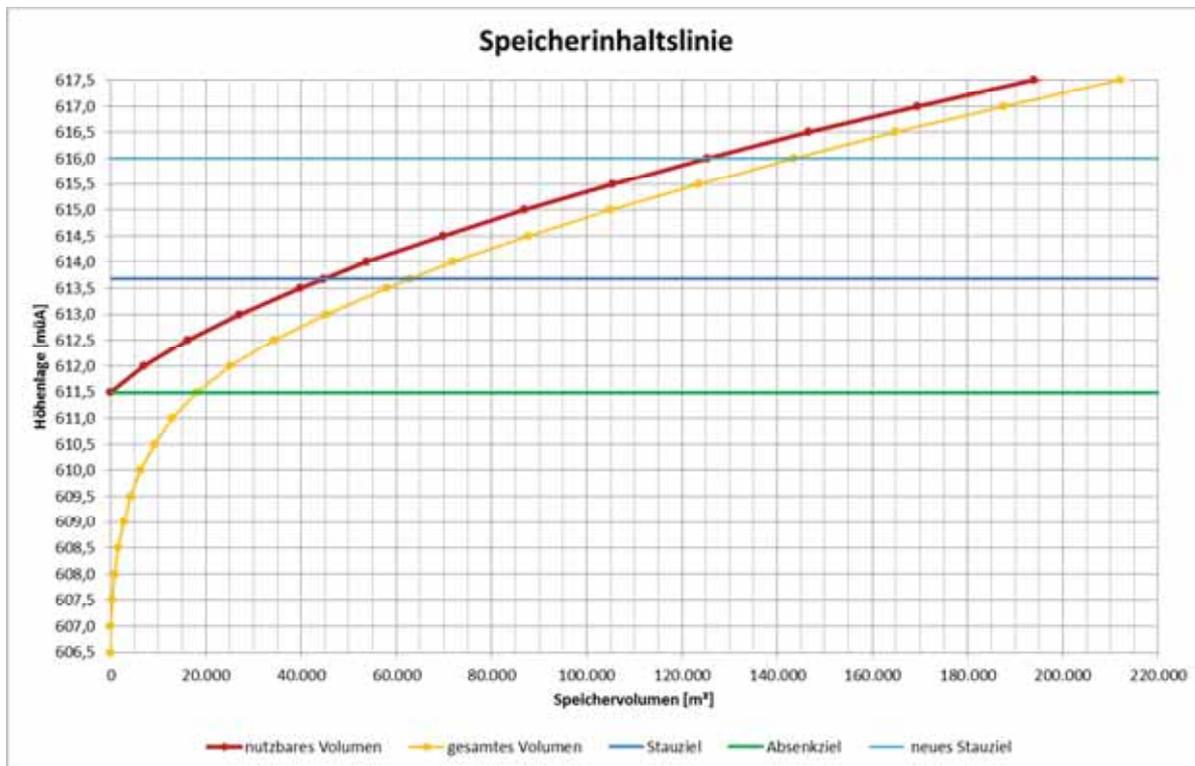


Diagramm 43 Speichereinhaltslinie Stierwaschboden mit neuem Stauziel

### 7.3.3. Platzbedarf

Eine Erhöhung des Stauspiegels bedeutet natürlich einen größeren Platzbedarf bezüglich der Grundfläche. Wie in Abb. 79 dargestellt ist, verbreitert sich die Fläche des Speichers an den Seiten nicht sehr weit, die Stauwurzel wandert hingegen deutlich flussaufwärts in die Ausleitungstrecken der Lassing und der Erlauf. Die bestehenden Brücken und der Pegel Ötscherbach bleiben davon aber unbeeinflusst.

Der vergrößerte Speicher bedeckt eine Fläche von ca. 39.500m<sup>2</sup>. Das sind ca. 12.500m<sup>2</sup> mehr als der bestehende Speicher mit einer Fläche von ca. 27.000m<sup>2</sup>.

Eine genaue Darstellung erfolgt in Plan 26.

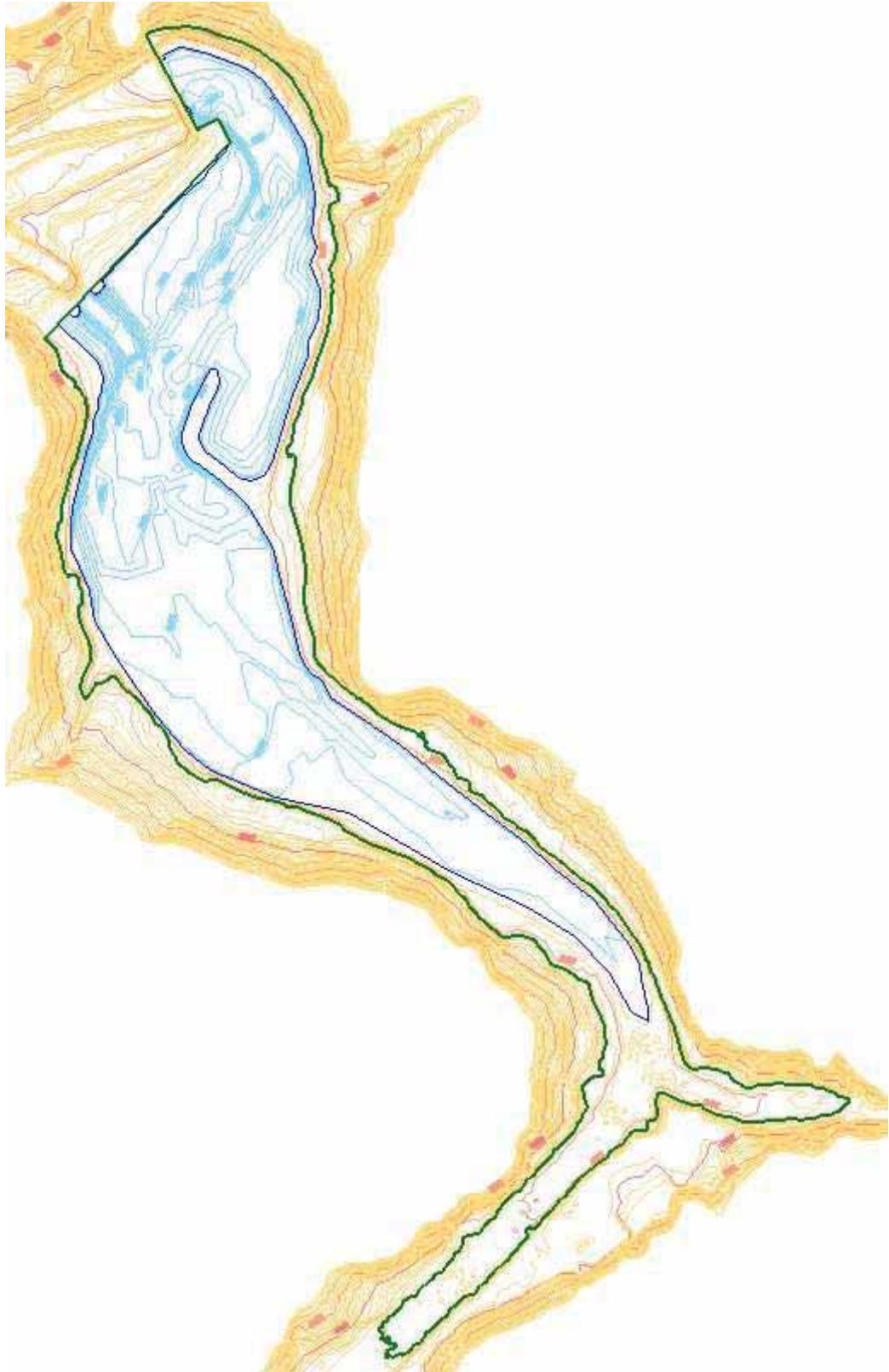


Abb. 79 Höhengichtlinienmodell mit bestehendem (dunkelblau) und neuem (grün) Stauziel

### 7.3.4. Befüll- und Entleerzeiten

Im Folgenden werden die Überlegungen aus 6.2 mit dem vergrößerten Speichervolumen ( $125.000\text{m}^3$ ) wiederholt. Außerdem wird der Ausbaudurchfluss auf  $6,72\text{m}^3/\text{s}$  (bestehende Maschinen mit voller Auslastung) erhöht.

Der Zufluss aus dem Kraftwerk Wienerbruck wird weiterhin mit höchstens  $6\text{m}^3/\text{s}$  berücksichtigt.

#### 7.3.4.1. Situation 1

Der Speicher ist leer.

Beide Kraftwerke sind außer Betrieb.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46\text{ m}^3/\text{s}$ .<sup>56</sup>

Füllzeit = Speichervolumen / Zufluss

Die Füllzeit beträgt 23,8 Stunden.

#### 7.3.4.2. Situation 2

Der Speicher ist voll.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $6,72\text{m}^3/\text{s}$ .

Das Kraftwerk Wienerbruck ist außer Betrieb.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46\text{ m}^3/\text{s}$ .

Entleerzeit = Speichervolumen / (Abfluss – Zufluss)

Die Entleerzeit beträgt 6,6 Stunden.

#### 7.3.4.3. Situation 3

Der Speicher ist voll.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit  $2,24\text{m}^3/\text{s}$ . (eine Turbine)

Das Kraftwerk Wienerbruck ist außer Betrieb.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit  $1,46\text{ m}^3/\text{s}$ .

---

<sup>56</sup> Mittlerer Durchfluss, siehe 3.4

Entleerzeit = Speichervolumen / (Abfluss – Zufluss)

Die Entleerzeit beträgt 44,5 Stunden.

#### 7.3.4.4. Situation 4

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist außer Betrieb.

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit 6 m<sup>3</sup>/s.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit 1,46 m<sup>3</sup>/s.

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR)

Die Befüllzeit beträgt 4,7 Stunden.

#### 7.3.4.5. Situation 5

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit 2,24m<sup>3</sup>/s. (eine Turbine)

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit 6 m<sup>3</sup>/s.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit 1,46 m<sup>3</sup>/s.

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR – Abfluss EBO)

Die Befüllzeit beträgt 6,7 Stunden.

#### 7.3.4.6. Situation 6

Der Speicher ist leer.

Das Kraftwerk Erlaufboden ist im Betrieb mit 6,72 m<sup>3</sup>/s.

Das Kraftwerk Wienerbruck ist in Betrieb mit 6 m<sup>3</sup>/s.

Der Ötscherbach befüllt den Speicher Stierwaschboden mit 1,46 m<sup>3</sup>/s.

Befüllzeit = Speichervolumen / (Zufluss ÖB + Zufluss WBR – Abfluss EBO)

Die Befüllzeit beträgt 46,9 Stunden.

### 7.3.5. Schlussfolgerung

Aufgrund der vorhandenen Gegebenheiten am Stierwaschboden ist eine Erhöhung des Stauziels um 2,32m auf Kote 616,0müA möglich.

Dadurch kann das nutzbare Speichervolumen von ca. 45.000m<sup>3</sup> auf ca. 125.000m<sup>3</sup> erhöht werden. Das entspricht einer Wasserfläche von ca. 39.500m<sup>2</sup>.

Durch das größere Speichervolumen im Stauweiher Stierwaschboden können beide Kraftwerke zwar nicht völlig unabhängig voneinander betrieben werden, es gibt aber weniger Zwangspunkte.

Dadurch können beide Kraftwerke besser an den Strombedarf im Netz angepasst werden. Durch den höheren Anteil an Spitzenstrom kann bei gleicher Stromerzeugung ein höherer Ertrag erwirtschaftet werden.

Auf die baulichen Änderungen, die dafür nötig sind wird später (siehe 8) eingegangen.

## 8. Maßnahmen / Bauliche Umsetzungsmöglichkeiten

Im folgenden Kapitel werden Überlegungen für eine bauliche Umsetzung der unter 7 erläuterten Veränderungsmöglichkeiten angestellt. Es werden verschiedene Varianten untersucht und konkrete Umsetzungsvorschläge gemacht.

Da eine Vergrößerung des Druckstollenquerschnittes auf den ersten Blick deutlich aufwendiger ist, wird hier in erster Linie auf die Vergrößerung des Speichers und die Anhebung des Stauzieles eingegangen. Die Vorteile dieser Änderung wurden unter 7.2.6 und 7.3.5 bereits erläutert.

Um das Volumen des Speichers Stierwaschoden und das Stauziel zu vergrößern, muss die Sperre erhöht werden. Das bedeutet in erster Linie eine Erhöhung des Erddammes und der Gewichtsmauer.

### 8.1. Erddamm

#### 8.1.1. Vorbemerkungen

Der Damm wird in der Literatur – und daher auch in der bisherigen Beschreibung – als Erddamm bezeichnet. Streng genommen handelt es sich jedoch um einen Steinschüttdamm. (Siehe Abb. 18)

Wie bereits unter 2.2.4 beschrieben, wurden im Zusammenhang mit der Erweiterung der Hochwasserentlastung im Jahr 2000 mehrere Kernbohrungen und Rammsondierungen durchgeführt. Die Auswertung der Bohrkerne im Dammbereich ergab, dass der Damm – sowie der Untergrund auf dem er steht – aus sandigen bis stark sandigen Kiesen mit eingelagerten Steinen besteht. Diese sind als Dammschüttmaterial – im Hinblick auf die Standsicherheit – gut geeignet, weisen jedoch eine ziemlich hohe Wasserdurchlässigkeit ( $k = 10^{-5} - 10^{-3} \text{ m/s}$ ) auf.<sup>57</sup>

Das beschriebene Material tritt in der Umgebung der Sperrenstelle in großen Mengen auf. Es ist also naheliegend, es auch für eine Erhöhung des Dammes zu verwenden. Möglicherweise kann auch das Anlandungsmaterial aus dem Speicher verwendet werden.

---

<sup>57</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000)

Da das Stützmaterial des Dammes die Dichtfunktion nicht übernehmen kann, verfügt der Damm über einen Dichtkern aus Beton, der an der Wasserseite eine Lehmdichtung hat. Zusätzlich gibt es eine wasserseitige Oberflächendichtung aus Betonplatten, die vom Dammfuß bis in den Speicher mit einer Lehmdichtung fortgesetzt wird. (Siehe 2.4.1)

Beide Dichtungsebenen erreichen im Untergrund keine dichte Schichte sondern binden in den sandig-kiesigen Untergrund ein. Sie können daher keine durchgängige Abdichtung bewirken, sondern den Sickerweg lediglich verlängern. Es handelt sich bei dem bestehenden Damm also um einen unterströmten Damm.

Die Messpegel an der Luftseite des Dammes stehen in direktem Zusammenhang mit dem Stauspiegel.<sup>58</sup> Es wird vermutet, dass dieser Zusammenhang nicht nur durch die Unterströmung, sondern auch durch Undichtigkeiten in den wasserundurchlässigen Bauelementen (Betonkern und Oberflächendichtung) entstehen. Die Betonplatten an der wasserseitigen Dammböschung dienen mehr dem Erosionsschutz gegen Wellenschlag und bei schnellen Stauspiegelwechseln, als der tatsächlichen Abdichtung. (siehe 2.4.1)<sup>59</sup> Der Betonkern hat eine mittlere Wasserdurchlässigkeit ( $k = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^{60}$ ). Der Grund dafür liegt wohl in der geringen Verfügbarkeit von feinkörnigem Material in der Umgebung der Sperrenstelle und der abgelegenen Lage, so dass der Beton bereits beim Bau die Dichtfunktion nur mäßig erfüllen konnte. (siehe 2.2.2)<sup>61</sup>

Im Zusammenhang mit einer Erhöhung des Dammes ist es besonders wichtig, auf eine klare Lösung der Dichtungsebene zu achten. Dazu sollten die bestehenden Dichtungselemente miteinbezogen werden.

Alle bisherigen geologischen Erkundungsmaßnahmen wurden nicht tief genug geführt, um auf eine dichte Schichte (Fels) zu stoßen. Die tiefsten Bohrungen reichen bis auf Kote 600müA hinunter.<sup>62</sup> Das ist etwas weniger als 5m unterhalb des Funda-

---

<sup>58</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000) und (EVN-Archiv)

<sup>59</sup> (Betriebsordnung)

<sup>60</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000), siehe auch 2.2.4

<sup>61</sup> (Der Umbau der Stauanlage Stierwaschboden des NEWAG-Kraftwerkes Erlaufboden, 1950)

<sup>62</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000)

mentes des Betonkernes und ein wenig mehr als 3,5m unterhalb der Lärchenspundwand.

Es wird hiermit dringend dazu geraten, eine weitere Erkundung des Untergrundes durchzuführen, damit die Höhenlage des anstehenden Felsens in diesem Bereich geklärt werden kann.

Sofern eine solche Schichte in nicht allzu großer Tiefe aufgefunden wird, ist es sinnvoll, die Dichtungsebene des Dammes in diese Schichte einzubinden.

### 8.1.2. Dammerhöhung - Variantenuntersuchung

Im Folgenden werden einige Varianten dargestellt und beschrieben, wie eine Erhöhung des Dammes bewerkstelligt werden kann. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Dichtebene gelegt.

Alle Varianten gehen grundsätzlich davon aus, dass der bestehende Damm erhalten werden soll und so weit wie möglich eingebunden wird. Außerdem wird bei allen Varianten die Erhöhung des Dammes mit einer zusätzlichen Schüttung auf der Luftseite erreicht.

#### 8.1.2.1. Variante 1 – Winkelstützmauer

Bei Variante 1 wird die Dammschüttung oberhalb des Betonkerns abgetragen und eine Winkelstützmauer auf den Kern aufgesetzt. Diese wird auf der Luftseite eingeschüttet. Siehe Abb. 80.

Die Vorteile dieser Variante liegen in der Betonoberfläche im oberen Dammbereich, die bereits einen Oberflächenschutz (Wellenschlag, Stauspiegelschwankungen) darstellt und dem – im Verhältnis zu den anderen Varianten – etwas geringeren Schüttvolumen. Dieser Vorteil scheint aber nicht so wesentlich, da Schüttmaterial wahrscheinlich in ausreichender Menge zur Verfügung steht.

Als Nachteil sollte erwähnt werden, dass der Anschluss der Winkelstützmauer an den Betonkern schwierig ist und daher wahrscheinlich nicht dauerhaft dicht bleiben wird. Verstärkt wird dieser Effekt wahrscheinlich durch Setzungsdifferenzen wegen der unterschiedlich steifen Materialien.

Bei dieser Variante wird sowohl die bestehende Kerndichtung, als auch die Oberflächendichtung miteinbezogen. Es erfolgt aber kein Anschluss an eine wasserundurchlässige Schichte im Untergrund.

Eine detailliertere, maßstäbliche Darstellung erfolgt in Plan 18.

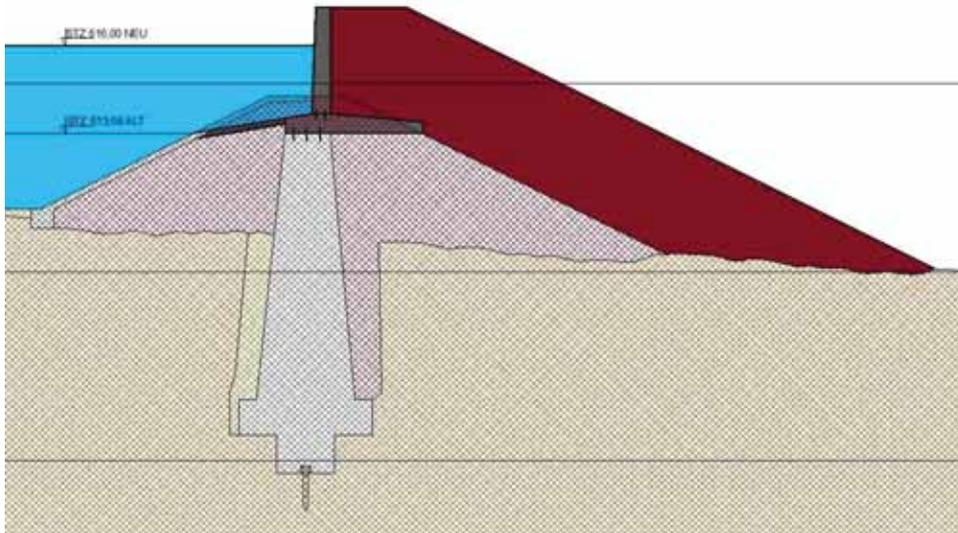


Abb. 80 Dammerhöhung Variante 1 – Winkelstützmauer

#### 8.1.2.2. Variante 2 – Schräger Dichtkern

Bei Variante 2 wird der Dammkörper auf der Luftseite so aufgeschüttet, dass die Oberflächendichtung auf der Wasserseite in einer Linie nach oben verlängert werden kann. Der Betonkern wird nach oben verlängert und dabei schräg verzogen, damit er bis zur Dammkrone reicht. Siehe Abb. 81

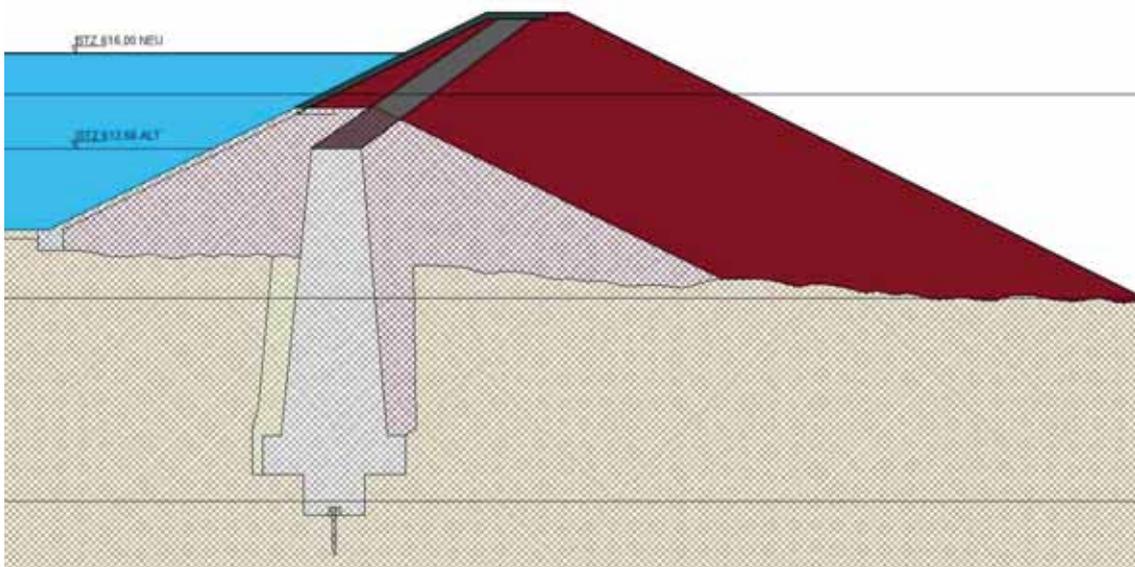


Abb. 81 Dammerhöhung Variante 2 – schräger Dichtkern

Auch diese Variante bezieht sowohl die bestehende Kerndichtung, als auch die Oberflächendichtung mit ein und erreicht ebenfalls keine dichte Schichte im Untergrund.

Der Anschluss des neuen an den alten Betonkern wird ähnliche Probleme verursachen wie der Anschluss zwischen Winkelstützmauer und Betonkern bei Variante 1.

Die luftseitige Schüttung bewirkt eine kleine Vergrößerung des Speichers gegenüber einer wasserseitigen Schüttung.

Eine detailliertere, maßstäbliche Darstellung erfolgt in Plan 19.

### 8.1.2.3. Variante 3 – Vertikaler Dichtkern

Bei Variante 3 wird – wie bei Variante 2 – der Dammkörper auf der Luftseite so aufgeschüttet, dass die Oberflächendichtung auf der Wasserseite in einer Linie nach oben verlängert werden kann.

In der neuen Dammachse wird eine Kerndichtung aus einem geeigneten mineralischen Baustoff (z. B. Lehm) eingebaut, die nach unten breiter wird. Im Bereich des bestehenden Stauzieles wird diese Kerndichtung an den oberen Rand des Betonkerns angeschossen. Siehe Abb. 82

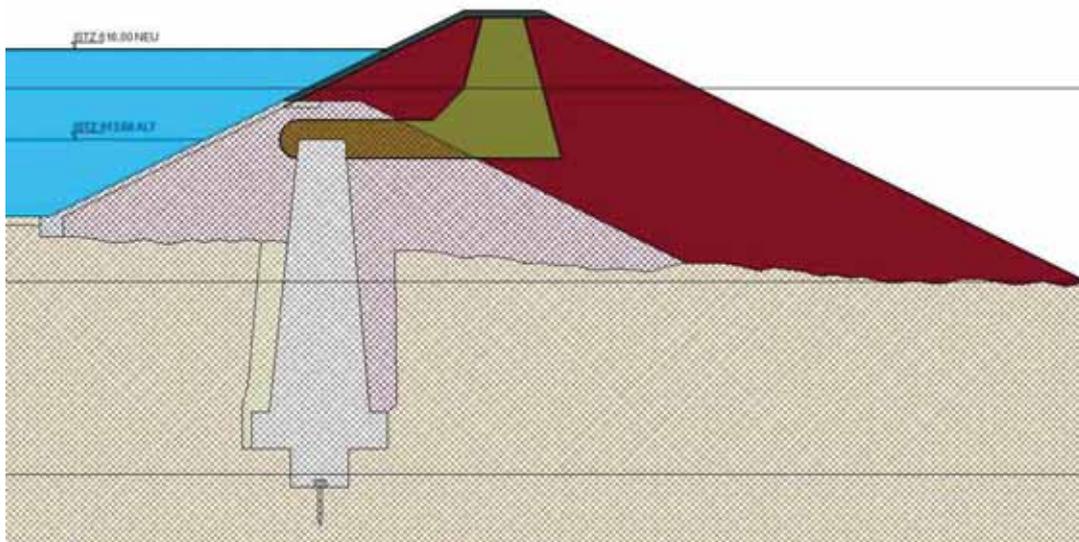


Abb. 82 Dammerhöhung Variante 3 – Vertikaler Dichtkern

Diese Variante beansprucht dieselbe Grundfläche wie Variante 2.

Wie die beiden bereits beschriebenen Varianten bezieht auch diese Lösung sowohl die bestehende Kerndichtung, als auch die Oberflächendichtung mit ein. Eine mögliche dichte Schichte im Untergrund wird hier ebenfalls nicht berücksichtigt.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Varianten ist der Anschluss der neuen an die bestehende Dichtung weniger setzungsempfindlich und daher mit hoher Wahrscheinlichkeit auch langfristig dicht.

Eine detailliertere, maßstäbliche Darstellung erfolgt in Plan 20.

#### 8.1.2.4. Variante 4 – Injektionsdichtschirm

Da die tatsächliche Durchlässigkeit der beiden bestehenden Dichtungsebenen nicht genau bekannt ist und es Anhaltspunkte<sup>63</sup> dafür gibt, dass diese für eine Dichtung relativ hoch ist ( $k = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^{64}$ ), wird bei dieser Variante eine gänzlich andere Herangehensweise an das Thema Dichtungsebene beschritten.

Wie bei den bereits beschriebenen Varianten wird die Dammerhöhung dadurch erreicht, dass an der Luftseite des bestehenden Dammes zusätzliches Material angeschüttet wird. Die Betonabdeckung an der wasserseitigen Dammoberfläche wird ebenfalls beibehalten und nach oben verlängert. Siehe Abb. 83.

Nachdem der Damm auf die neue Höhe geschüttet wurde, wird von der Dammkrone aus in der neuen Dammachse mittels Injektion ein Dichtschirm eingebaut. Dieser sollte nach Möglichkeit so tief geführt werden, dass im Untergrund eine Dichtschicht erreicht wird.

Die Vorteile dieser Variante liegen darin, dass unabhängig vom Bestand eine neue Dichtungsebene eingeführt wird. Dabei kann durch gezielte Auswahl des Injektionsmittels in Abstimmung auf den Untergrund eine kleinere Wasserdurchlässigkeit erreicht werden, als im bestehenden System.

Als Injektionsmittel bietet sich eine Zementsuspension an, da diese sowohl für die vorliegende Korngrößenverteilung, als auch für die Anwendung als Dichtschirm gut geeignet ist und obendrein eine gute Umweltverträglichkeit aufweist.

Es kann davon ausgegangen werden, dass – bei sorgfältiger Ausführung – die Wasserverluste gegenüber dem Bestand und den bereits beschriebenen Varianten deutlich geringer ausfallen werden, da eventuell im Bestand vorhandene Undichtigkeiten nicht mehr ins Gewicht fallen. Sollte eine Einbindung in eine einigermaßen dichte

---

<sup>63</sup> Laufende Sickerwassermessungen am Dammfuß (EVN-Archiv)

<sup>64</sup> (Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald, 2000), siehe auch 2.2.4

Schichte im Untergrund möglich sein, so wird der Damm nicht mehr unterströmt, was zusätzlich mehr Wasser im Speicher hält. Sollte es nicht möglich sein, eine dichte Untergrundschicht zu erreichen, so ist es dennoch möglich, den Dichtungsschirm deutlich tiefer zu ziehen als die bestehende Lärchenspundwand und dadurch den Sickerweg erheblich zu verlängern.

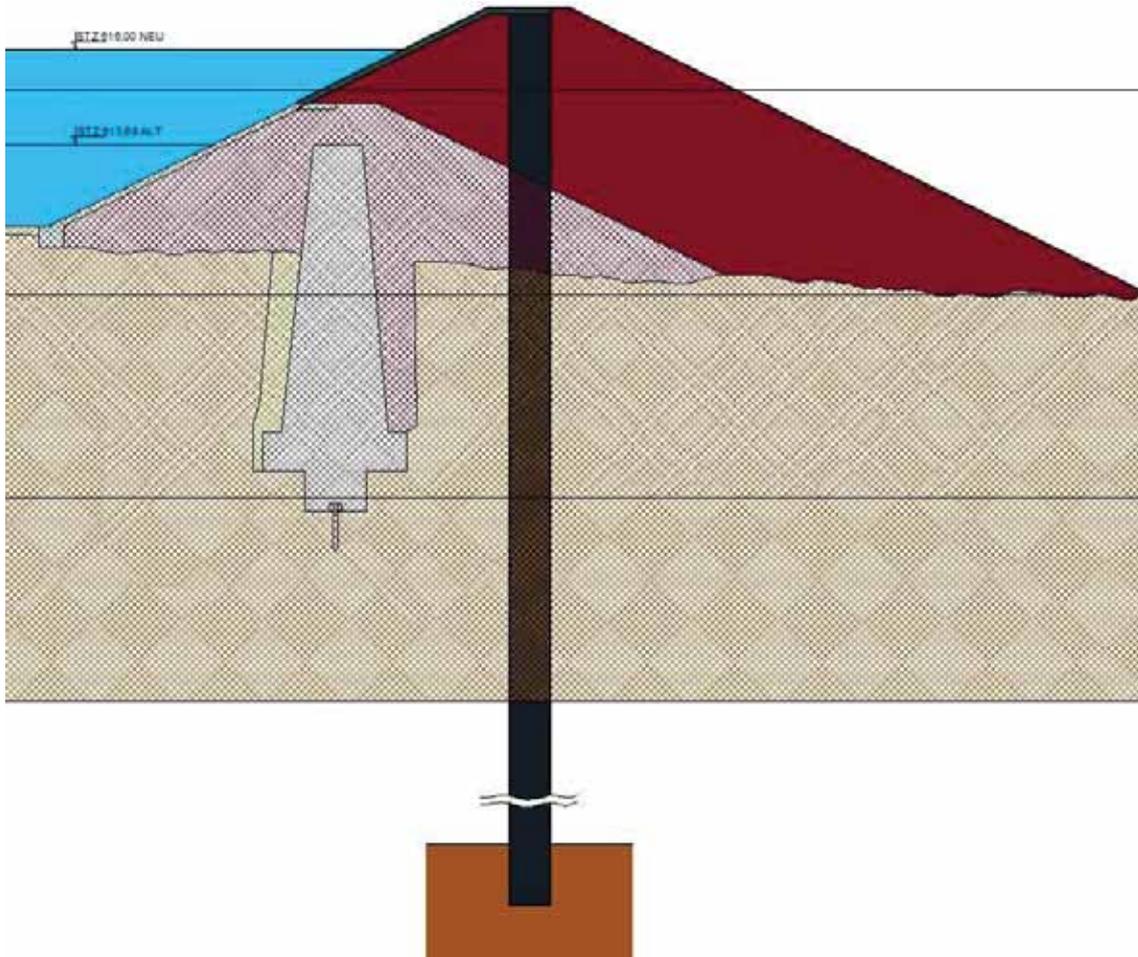


Abb. 83 Dammerhöhung Variante 4 - Injektionsdichtungsschirm

Außerdem erscheint es sinnvoll, die Oberflächenbetondichtung beizubehalten und bis zur neuen Dammkrone zu verlängern, auch wenn diese nicht mehr als Dichtelement benötigt wird. Je nach dem aktuellen Zustand der Betonplatten sollte auch ein Austausch auf der gesamten wasserseitigen Dammböschung erwogen werden, da sich der Stauspiegel im Speicher Stierwaschboden sehr häufig – und oft ziemlich schnell (siehe 6.2 und 7.3.4) – ändert. Ein Erosionsschutz auf der wasserseitigen Dammböschung scheint daher – wie auch bei allen anderen untersuchten Varianten – angemessen.

Eine detailliertere, maßstäbliche Darstellung erfolgt in Plan 21.

### 8.1.3. Vorschlag für die Dammerhöhung nach Variante 4

Nach der Untersuchung der beschriebenen Varianten erscheint Variante 4 am günstigsten. Diese wird daher genauer ausgearbeitet.

An der Luftseite des Dammes befindet sich im linksufrigen Bereich eine Anschüttung die bei einer Stauraumräumung 1976 hier abgelagert wurde.<sup>65</sup> Diese Anschüttung erfolgte mit einer Berme und ist in den Plänen 04 und 05 im Grundriss und im Plan 07 in den Schnitten B und C zu erkennen.

Überträgt man das Konzept aus Abb. 83 bzw. Plan 21 auf die tatsächlichen Geländeschnitte (siehe Plan 23 und 24), so erhält man – die in Plan 07 dargestellte Situation übertragen auf den erhöhten Damm. Der dazugehörige Grundriss ist in Plan 25 dargestellt.

Durch die bereits vorhandene luftseitige Schüttung kann Schüttvolumen eingespart werden. Das benötigte zusätzliche Schüttvolumen beträgt etwa 2.600m<sup>3</sup> und ist damit etwa so groß, wie das ursprüngliche Dammvolumen (ohne Anschüttung).

Die bestehende luftseitige Anschüttung scheint aufgrund ihrer Lage so geplant worden zu sein, dass das Druckrohr nicht weiter überschüttet wird, als beim Bau. Das Rohr hat daher nach wie vor eine ziemlich konstante Überschüttung von ca. 50cm. Möglicherweise gibt es dafür statische Gründe. Wie in Plan 23 Schnitt A-A und Plan 25 zu erkennen ist, wird auf einer Länge von nicht ganz 30m das Druckrohr höher überschüttet. Diese Problematik sollte vor einer Umsetzung noch näher untersucht werden.

Wie ebenfalls in den Plänen 23 und 25 dargestellt wird auch eine der Sickerwassermessstellen überschüttet. Das stellt grundsätzlich kein Problem dar, sollte aber bei einer Umsetzung berücksichtigt werden.

Ein weiterer Aspekt, der beachtet werden muss, ist der Anschluss des Dammes – besonders seiner Dichtebene – rechtsseitig an die Staumauer und an die linksufrig gelegene Hochwasserentlastung I.

---

<sup>65</sup> (EVN-Archiv)

## 8.2. Gewichtsmauer

Bei der Staumauer handelt es sich um eine Gewichtsmauer. Diese erreichen die nötige Standsicherheit durch ihr Eigengewicht. Bei einem Verhältnis von Höhe zu Aufstandsfläche von 1:0,8 kann ohne detailliertere Berechnungen davon ausgegangen werden, dass die Standsicherheit der Staumauer gegeben ist. Bei der bestehenden Mauer ist dieses Verhältnis etwas kleiner (ca. 1:0,7 – siehe 2.4.2).

Daraus folgt, dass eine Erhöhung der Mauer auch zu einer Verbreiterung führt.

Wie bereits unter 2.2.4 beschrieben wurde 1999 beim Einbau der Hochwasserentlastung II eine 3m breite Scheibe aus der Staumauer herausgebrochen. Dabei wurde festgestellt, dass der Beton im Inneren der Staumauer in gutem Zustand ist und keiner Sanierung bedarf.<sup>66</sup>

Es besteht also keinerlei Veranlassung, die bestehende Mauer auszutauschen. Es muss lediglich sichergestellt werden, dass die zusätzlichen Kräfte aus dem höheren Wasserdruck – verursacht durch die größere Stauhöhe – aufgenommen werden können.

In Plan 22 sind zwei Varianten dargestellt, wie eine derartige Vergrößerung (Erhöhung und Verbreiterung) der Mauer durchgeführt werden kann.

Bei Variante 1 wird die zusätzlich benötigte Masse (Beton) an der Luftseite und der Mauerkrone dazu betoniert.

Bei Variante 2 wird die bestehende Mauer mit einer Schichte aus Beton umhüllt.

Der Betonbedarf ist bei beiden Varianten gleich groß, da die neue Außenumhüllung gleich bleibt und nur gegenüber der bestehenden Mauerachse verschoben wird. Das zusätzliche Mauervolumen beträgt ca. 1650m<sup>3</sup>. Das ist gegenüber dem Bestand mit 2200m<sup>3</sup> eine Steigerung um 75%.

Variante 1 hat gegenüber Variante 2 einen geringeren Schalungsaufwand und kann – zumindest teilweise – ohne Abstau durchgeführt werden.

Bei Variante zwei werden beide Seiten der Mauer umschlossen. Dadurch können eventuell vorhandene undichte Stellen<sup>67</sup> von einer Wasserzufuhr abgeschnitten werden.

---

<sup>66</sup> (EVN-Archiv)

<sup>67</sup> Es sind keine Risse, Undichtheiten oder Ähnliches in der Mauer bekannt.

Außerdem können dadurch alle luft- und wasserberührten Oberflächen saniert werden. Ein diesbezüglicher Bedarf sollte noch genau geprüft werden.

Beide Varianten sind grundsätzlich geeignet und werden im Endergebnis ziemlich gleichwertig eingeschätzt.

Im Vergleich zu den – eher geringeren – Vorteilen, die die Variante 2 bringt, hat diese gegenüber Variante 1 doch einige recht erhebliche Nachteile. Diese liegen besonders im größeren Aufwand im Zusammenhang mit den größeren Kontaktflächen zwischen altem und neuem Beton und dem – bereits erwähnten – größeren Schalungsaufwand zufolge größerer Oberflächen. Es wird daher Variante 1 empfohlen.

Diese ist daher auch in Plan 25 im Grundriss eingezeichnet.

### 8.3. Betriebseinrichtungen

Obwohl hier nicht näher darauf eingegangen wird, ist es ein wesentlicher Punkt, die beiden Hochwasserentlastungseinrichtungen und den Grundablass sowie den Triebwassereinlauf jeweils an das neue Stauziel und das deutlich größere Sperrbauwerk anzupassen. In Plan 25 sind die kritischen Punkte an den Verbindungen erkennbar. Es wurde aber auf eine genauere Untersuchung verzichtet, da dies den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde. Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es hier überall technisch machbare Lösungen gibt.

Es wird hiermit jedoch empfohlen, bei einer diesbezüglichen Überlegung eine bewegliche Hochwasserentlastung anzudenken. (Klappe, Segmentschütz, ...) Die bestehenden Hochwasserentlastungen – besonders die Hochwasserentlastung II mit ihrer festen Überfallshöhe - funktioniert nur bei Überstau. Dieser würde, durch die Erhöhung des Stauzieles deutlich näher an das Kraftwerk Wienerbruck heranreichen als in der jetzigen Situation. Hier könnte eine größere Sicherheit geschaffen werden.

### 8.4. Speicher

Wie bereits unter 6.5 ausführlich erläutert wurde, bedeutet eine Stauzielerhöhung natürlich auch eine größere Grundfläche für den Speicher. Diese ist in Plan 26 dargestellt.

Hierbei sein erwähnt, dass in diesem Zusammenhang in den Randbereichen des Speichers einige zusätzliche Ufersicherungsmaßnahmen getroffen werden müssen. Die meisten kritischen Punkte wurden bereits unter 6.4 beschrieben.

Außerdem sollte darüber nachgedacht werden, ob die Halbinsel erhöht oder eingestaut werden soll. In beiden Fällen sind zusätzliche Befestigungsmaßnahmen an der Oberfläche ratsam.

## 8.5. Wasserschloss

Wie bereits unter 5.4 erläutert, werden durch eine Erhöhung des Stauzieles größere Durchflüsse im bestehenden Triebwasserweg möglich. Der höchste Punkt des Wasserschlosses liegt nur knapp über der errechneten höchsten Spiegellage des Bestandes. Eine Erhöhung des Stauzieles erfordert daher auch eine Erhöhung des Wasserschlosses.

Im Falle eines Umbaus des Wasserschlosses in die Höhe, sollte auch über eine Möglichkeit zur Vermeidung eines Lufteinzuges bei größeren Durchflüssen bei niedrigeren Stauspiegellagen nachgedacht werden.

## 8.6. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde auf die baulichen Maßnahmen eingegangen, die notwendig sind um eine Stauzielerhöhung zu erreichen. Diese sind hauptsächlich an der Sperre Stierwaschboden nötig.

Es wurden vier Varianten für eine Erhöhung und Abdichtung des Dammes untersucht, von denen eine weiter entwickelt wurde. Diese besteht aus einer luftseitigen Dammschüttung mit einem Injektionsdichtschirm in der neuen Dammachse und ist in den Plänen 23, 24 und 25 dargestellt.

Für die Erhöhung der Staumauer wurden zwei Varianten untersucht. Beide bestehen aus einer Vergrößerung des Sperrenquerschnittes. Die bevorzugte Variante ist in den Plänen 22 und 25 dargestellt.

Die Vergrößerung des Speichers im Lageplan ist in Plan 26 dargestellt.

Weitere bauliche Veränderungen und Befestigungen sind rund um den Speicher, bei den Hochwasserentlastungen, dem Grundablass, dem Einlaufbauwerk und dem Wasserschloss nötig.

## 9. Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es mehrere Möglichkeiten gibt, den Ausbaudurchfluss des Kraftwerks Erlaubboden und damit die Energieerzeugung zu steigern.

Eine Erhöhung des Stauzieles erhöht nicht nur die Bruttofallhöhe sondern auch den Druck im gesamten Triebwasserweg und ermöglicht dadurch größere Stollendurchflüsse. Dafür sind keine baulichen Änderungen am Triebwasserweg nötig. Die Umbauten beschränken sich auf die Sperre und ihre Umgebung, sowie das Wasserschloss.

Wird der Querschnitt des Druckstollens vergrößert, so kann der Ausbaudurchfluss deutlich gesteigert werden, da mit dieser Maßnahme das Problem der großen Reibungsverluste im Stollen behoben werden kann. Eine Vergrößerung des Querschnittes der Druckrohrleitung bringt vergleichsweise wenig.

Mit jeder der drei genannten Maßnahmen kann der Ausbaudurchfluss und die Nettofallhöhe gesteigert werden. Da diese beiden Größen als Faktoren in die Leistung eingehen, kann die Energieerzeugung mit jeder dieser Maßnahmen gesteigert werden.

Bei einer Kombination der beschriebenen Verbesserungen kann die Engpassleistung des Kraftwerks Erlaubboden mehr als verdoppelt werden. Dazu ist jedoch auch eine Neukonzeption der Maschinensätze nötig.

Aufgrund der vorhandenen Gegebenheiten rund um den Stauweiher Stierwaschboden ist eine Erhöhung des Stauziels um 2,32m auf Kote 616,0müA möglich. Das beschränkende Objekt ist das Krafthaus des Oberliegerkraftwerks Wienerbruck.

Durch diese Maßnahme kann das nutzbare Speichervolumen von ca. 45.000m<sup>3</sup> auf ca. 125.000m<sup>3</sup> erhöht werden. Das entspricht einer Erhöhung auf das 2,8fache. Der Schwankungsbereich zwischen Stauziel und Absenkziel vergrößert sich von 2,20m auf 4,52m.

Aufgrund der Länge des Druckstollens von ca. 3,5km werden Änderungen, die hier ansetzen als aufwändig bewertet.

Es wird daher vorrangig nach Umsetzungsmöglichkeiten für eine Sperrenerhöhung gesucht.

Hierbei wird besonderes Augenmerk auf die Erhöhung des Staudammes gelegt. Nach Betrachtung verschiedener Varianten wird eine Erhöhung des Dammes mittels einer luftseitigen Schüttung aus ähnlichem Material wie der bestehende Damm mit einem Injektionsdichtungsschirm in der neuen Dammachse empfohlen.

Auch für die Staumauer wird eine Erhöhung durch eine Verstärkung an der Luftseite empfohlen.

Bevor mit einem diesbezüglichen Umbau der Sperre Stierwaschboden begonnen werden kann, sollte der Untergrund – besonders im Bereich des Dammes - geologisch genauer untersucht werden, als es bisher passiert ist. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Lage einer möglicherweise vorhandenen Dichtschichte im Untergrund gelegt werden.

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Lage der Erlaufkette in Niederösterreich .....	13
Abb. 2 Lageplan der wesentlichen Teile der Erlauf- Kraftwerkskette.....	14
Abb. 3 Hydraulisches Schema der Erlauf- Kraftwerkskette (EVN-Archiv).....	15
Abb. 4 Aufgegebener Stollen an der Erlauf unterhalb der Sperre Stierwaschboden (Kozumplik, 2011).....	17
Abb. 5 Übersicht über die Baustelle der Sperre Stierwaschboden von der Unterwasserseite (P 2004).....	18
Abb. 6 Panorama der Kraftwerksanlage Erlaufboden (845-19).....	19
Abb. 7 Foto vom Bau der Fundamente für die Druckrohrleitung (P 2021).....	20
Abb. 8 Übersichtsfoto aus dem Jahr 1948 über den entleerten Speicher Stierwaschboden zu Beginn der Umbauarbeiten. Im Hintergrund ist das Kraftwerk Wienerbruck zu sehen. (EVN-Archiv).....	21
Abb. 9 Foto aus der Zeit des Umbaus der Sperre Stierwaschboden 1948/49 (EVN-Archiv).....	22
Abb. 10 Foto vom Bau der zusätzlichen Hochwasserentlastung - Unterwasserkanal (EVN-Archiv).....	25
Abb. 11 Baustellenfoto vom Bau der zusätzlichen Hochwasserentlastung - Streichwehr (EVN-Archiv).....	26
Abb. 12 Ausschnitt aus der Österreichischen Karte im Bereich des Speichers Stierwaschboden.....	29
Abb. 13 Übersichtsfoto über den Speicher Stierwaschboden (EVN-Archiv).....	30
Abb. 14 Übersichtsfoto über den Speicher Stierwaschboden; Im Vordergrund ist das Kraftwerk Wienerbruck mit den Druckrohrleitungen Erlaufboden (links) und Wienerbruck (rechts) zu sehen. (EVN-Archiv).....	30
Abb. 15 Foto des Speichers Stierwaschboden von der Mauer mit Blick Richtung Stauwurzel (Kozumplik, 2012).....	31
Abb. 16 Schematischer Übersichtslageplan der Sperre Stierwaschboden.....	32
Abb. 17 Überblicksfoto der Sperre Stierwaschboden (EVN-Archiv).....	32

Abb. 18 Querschnitt Damm (EVN-Archiv).....	33
Abb. 19 Foto des Dammes von der Wasserseite (Kozumplik, 2012).....	34
Abb. 20 Foto der Dammkrone (Kozumplik, 2012).....	34
Abb. 21 Foto des Dammes auf der Luftseite mit Rohrbrücke (Kozumplik, 2012) ....	34
Abb. 22 Foto des Dammes auf der Luftseite mit Mauer (links) (Kozumplik, 2012) ..	34
Abb. 23 Querschnitt Gewichtsmauer (EVN-Archiv) .....	35
Abb. 24 Foto der Mauer von der Wasserseite (Kozumplik, 2012) .....	36
Abb. 25 Foto der Mauerkrone (Kozumplik, 2012) .....	36
Abb. 26 Foto der Mauer von der Luftseite (Kozumplik, 2011).....	36
Abb. 27 Foto des Triebwassereinlaufes mit dem Einlaufrechen (linkes Gebäude) am Übergang von der Mauer zum Damm. Das rechte Gebäude beinhaltet die Bedienungselemente der Grundablassverschlüsse. (Kozumplik, 2011).....	37
Abb. 28 Foto des Grundablasses von der Luftseite (Kozumplik, 2011) .....	38
Abb. 29 Foto des Kanals des Grundablasses (Kozumplik, 2011).....	38
Abb. 30 Foto des Dammes mit der Obergewichtsklappe im Anschluss an die linke Talflanke. Im Vordergrund ist der Triebwassereinlauf zu sehen. (Kozumplik, 2011) 40	40
Abb. 31 Foto der Obergewichtsklappe (Kozumplik, 2011).....	40
Abb. 32 Foto Obergewichtsklappe mit Wartungssteg (Kozumplik, 2011).....	41
Abb. 33 Foto Kiesgassen (Kozumplik, 2011).....	41
Abb. 34 Foto Hochwasserentlastungskanal mit Kiesgassen und Obergewichtsklappe (Kozumplik, 2012).....	42
Abb. 35 Foto Hochwasserentlastungskanal mit Rohrbrücke bei leichtem Überlauf (Kozumplik, 2013).....	42
Abb. 36 Foto des hölzernen Schussbodens am Übergang zur unbefestigten Flusssohle mit Naturkolk (Kozumplik, 2011).....	43
Abb. 37 Foto des Streichwehres und der Sammelrinne am rechten Ufer bei leichtem Überlauf. Im Hintergrund ist die Gewichtsmauer zu sehen. (Kozumplik, 2013).....	44

Abb. 38 Foto des Streichwehres und der Sammelrinne im Bereich der Gewichtsmauer (Kozumplik, 2011).....	44
Abb. 39 Foto des Kanals der Hochwasserentlastung. Links im Bild verläuft der Kanal des Grundablasses. Blick Richtung Unterwasser. (Kozumplik, 2011) .....	45
Abb. 40 Foto des Kanals der Hochwasserentlastung I (links im Bild) und des Kanals des Grundablasses. Rechts unten im Bild ist der Holzboden der Hochwasserentlastung II zu erkennen. Im Bildvordergrund befindet sich der Naturkolk. Blick flussaufwärts Richtung Staumauer. (Kozumplik, 2011).....	45
Abb. 41 Foto des Einlaufrechens (Kozumplik, 2011).....	47
Abb. 42 Foto des Übergangs vom erdverlegten Druckrohr (im Erddamm) zur Rohrbrücke mit Staumauer im Hintergrund (Kozumplik, 2012).....	47
Abb. 43 Plan des erdverlegten Druckrohr (im Erddamm), der Rohrbrücke und des Druckstollenbeginns. (EVN-Archiv) .....	48
Abb. 44 Foto der Rohrbrücke über den Kanal der Hochwasserentlastung I. Blick Richtung Unterwasser (Kozumplik, 2012).....	48
Abb. 45 Foto der Rohrbrücke über den Kanal der Hochwasserentlastung I. Links ist der hölzerne Schussboden der Hochwasserentlastung I und der Naturkolk zu sehen. (Kozumplik, 2011).....	48
Abb. 46 Querschnitt des Druckstollens (EVN-Archiv).....	49
Abb. 47 Foto des Übergangs vom Druckrohr (Rohrbrücke) zum Druckstollen (Kozumplik, 2011).....	49
Abb. 48 Plan des Wasserschlosses (links) und der Apparatekammer (rechts) (EVN-Archiv) .....	50
Abb. 49 Plan der Druckrohrleitung (EVN-Archiv).....	51
Abb. 50 Foto der Druckrohrleitung vom Krafthaus aus gesehen. Am oberen Bildrand ist die Apparatekammer zu erkennen. (Kozumplik, 2011) .....	52
Abb. 51 Foto der Maschinenhalle des Krafthauses Erlaufboden (Kozumplik, 2012).....	54
Abb. 52 Foto des Krafthauses Erlaufboden von außen (Kozumplik, 2011) .....	55
Abb. 53 Foto des Umspannwerkes Erlaufboden (Kozumplik, 2012).....	55
Abb. 54 Foto Überwachung in der Warte Wienerbruck (Kozumplik, 2012).....	57

Abb. 55 Foto Querschnitt Pegel Ötscherbach (Kozumplik, 2011).....	57
Abb. 56 Foto Sickerwassermengenmessung mit Thompsonwehren im Schacht am Dammfuß (Kozumplik, 2012) .....	58
Abb. 57 Übersicht über die Pegelmessstellen an der Oberen Erlauf und ihre Einzugsgebiete (Nachtnebel, et al., 2006).....	59
Abb. 58 Lage der Pegelmessstelle Mitterbach an der Großen Erlauf.....	62
Abb. 59 Foto der Pegelmessstelle Mitterbach an der Großen Erlauf (EVN-Archiv).	62
Abb. 60 Lage der Pegelmessstelle Reith an der Großen Lassing .....	65
Abb. 61 Lage der Pegelmessstelle Wienerbruck am Ötscherbach.....	68
Abb. 62 Foto Pegel Ötscherbach (Kozumplik, 2011).....	69
Abb. 63 Lage der Pegelmessstelle Erlaufboden an der Großen Erlauf .....	73
Abb. 64 Foto der Pegelmessstelle Erlaufboden an der Großen Erlauf (EVN-Archiv)	74
Abb. 65 Schema der Zu- und Abflüsse des Speichers Stierwaschboden.....	110
Abb. 66 Talstation des Schrägaufzuges (Kozumplik, 2011) .....	115
Abb. 67 Brücke über die Lassing bei der Einmündung in die Erlauf (Kozumplik, 2011) .....	116
Abb. 68 Brücke über die Erlauf beim KW Wienerbruck (Kozumplik, 2012).....	116
Abb. 69 Grundriss des Auslaufbereiches des Kraftwerks Wienerbruck (EVN-Archiv) .....	117
Abb. 70 Aufrisschnitt des Auslaufbereiches der Kraftwerks Wienerbruck (EVN-Archiv) .....	117
Abb. 71 Grundrissdetail des Auslaufbereiches der KW Wienerbruck (EVN-Archiv) .....	118
Abb. 72 Foto des Auslaufbereiches KW Wienerbruck .....	118
Abb. 73 Foto Auslaufbereich KW Wienerbruck, freier Überfall in die Erlauf mit Kolk .....	118
Abb. 74 Geländemodell Speicher Stierwaschboden und Umgebung mit Maßstab und Höhenskalierung.....	120

Abb. 75 Geländemodell Stauweiher Stierwaschboden und Umgebung .....	121
Abb. 76 Geländemodell mit Wasserspiegel auf 617,86müA.....	122
Abb. 77 Höhenschichtlinienmodell Speicher Stierwaschboden – Detail Sperre .....	124
Abb. 78 Höhenschichtlinienmodell Speicher Stierwaschboden – Übersicht .....	125
Abb. 79 Höhenschichtlinienmodell mit bestehendem (dunkelblau) und neuem (grün) Stauziel.....	141
Abb. 80 Dammerhöhung Variante 1 – Winkelstützmauer .....	148
Abb. 81 Dammerhöhung Variante 2 – schräger Dichtkern .....	148
Abb. 82 Dammerhöhung Variante 3 – Vertikaler Dichtkern .....	149
Abb. 83 Dammerhöhung Variante 4 - Injektionsdichtschirm .....	151

## 11. Literaturverzeichnis

**845-19, evn archiv.** *Ausführungspläne Kraftwerk XI Erlaufboden - A).Allgemeines.*

**Betriebsordnung.** Betriebsordnung.

**BMLFUW.** eHYD – der Zugang zu hydrographische Daten Österreich. [Online] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). [Zitat vom: 05. 02 2013.] <http://ehyd.gv.at/>.

*Der Umbau der Stauanlage Stierwaschboden des NEWAG-Kraftwerkes Erlaufboden.*

**Petzny, Dipl.-Ing. Dr. Hans. 1950.** Jahrgang 2, Heft 7, Wien : Springer-Verlag Wien, 1950, Bd. Österreichische Wasserwirtschaft.

**Drobir, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. tech. Helmut. 1996.** *Kraftwerk Erlaufboden - Sperre Stierwaschboden - Untersuchung der Hochwasserabfuhr.* s.l. : Technische Universität Wien - Istitut für konstruktiven Wasserbau, 1996.

**evn naturkraft.** [Online] [Zitat vom: 04. 02 2013.] <http://www.evn-naturkraft.at/Unternehmen.aspx>.

**EVN-Archiv, Technisches.**

**Geotest - Wick, Dipl.-Ing. Harald. 2000.** *Geotechnischer Bericht - Untergrunderkundung Sperre Stierwaschboden.* 2000.

**Giesecke, Jürgen und Mosonyi, Emil. 2009.** *Wasserkraftanlagen.* s.l. : Springer, 2009.

**Gutknecht, Univ.Prof. Dipl.-Ing.Dr. Dieter, Blöschl, Dipl.-Ing. Dr. Günther und Watzinger, Dipl.-Ing. Alois. 1995.** *Ermittlung eines Bemessungshochwassers für den Stauweiher Stierwaschboden - Bericht.* Wien : Technische Universität Wien - Institut für Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft, 1995.

**Hermann Grengg Laboratorium. 1998.** *Modellversuch Hochwasserentlastung Stierwaschboden - Gutachten.* s.l. : Technische Universität Graz - Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, 1998.

**Jacobs, Dr. Sven. 1994.** *EVN KW Erlaufboden - Stauanlage Stierwaschboden - geologischer Bericht.* 1994.

—. **1997.** *Sperre Stierwaschboden - Geologische Stellungnahme zum TPC-Projekt Erweiterung Hochwasserentlastung.* 1997.

**Kozumplik, Julia. 2011.** 2011.

—. **2012.** 2012.

—. **2013.** 2013.

**Nachtnebel, o.Univ.Prof.DI.Dr.H.P., et al. 2006.**  
*Hochwassersicherheitsüberlegungen und hydraulische Abflussberechnung für die obere Erlauf.* s.l.: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur Wien, 2006.

**P 2004, evn archiv.** *Kraftwerk XI, Erlaufboden - Baustelle, Stauanlage Stierwaschboden.*

**P 2021, evn archiv.** *Kraftwerk XI, Erlaufboden - Druckrohrtrasse mit Druckrohrfundament.*

**Rigele, Georg. 2004.** *Zwischen Monopol und Markt.* 2004.

**Rössert, Professor Dipl.-Ing. Robert. 1994.** *Hydraulik im Wasserbau.* Wien : s.n., 1994.

**Tschernutter, o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter. 2000.** *Vorlesungsskriptum Konstruktiver Wasserbau II.* 2000.

**Verbundplan - Tauernplan Geophysik GmbH. 1998.** *Kraftwerk Erlaufboden, Sperre Stierwaschboden - Refraktionsseismische Erkundung der Felsoberkante.* 1998.

## 12. Anhang

## 12.1. ANHANG A<sup>68</sup> – Betriebsordnung

Auszug aus „Betriebsordnung für das KRAFTWERK ERLAUFBODEN“

### 12.1.1. Beilage 1: Abflussdiagramm



Pegel		Streichwehr	Stauklappe	Grunddablaß	Kiesgasse	Summe ohne GA	Summe
1,28 m	611,00 mÜA		0,00 m³/s	17,19 m³/s	47,00 m³/s	47,00 m³/s	64,19 m³/s
1,38 m	611,10 mÜA		0,38 m³/s	17,36 m³/s	47,73 m³/s	48,11 m³/s	65,48 m³/s
1,48 m	611,20 mÜA		0,92 m³/s	17,53 m³/s	48,47 m³/s	49,39 m³/s	66,92 m³/s
1,58 m	611,30 mÜA		1,53 m³/s	17,70 m³/s	49,20 m³/s	50,73 m³/s	68,44 m³/s
1,68 m	611,40 mÜA		2,29 m³/s	17,88 m³/s	49,93 m³/s	52,22 m³/s	70,10 m³/s
1,78 m	611,50 mÜA		3,44 m³/s	18,05 m³/s	50,67 m³/s	54,11 m³/s	72,16 m³/s
1,88 m	611,60 mÜA		4,97 m³/s	18,22 m³/s	51,40 m³/s	56,37 m³/s	74,59 m³/s
1,98 m	611,70 mÜA		6,78 m³/s	18,39 m³/s	52,13 m³/s	58,91 m³/s	77,31 m³/s
2,08 m	611,80 mÜA		8,32 m³/s	18,56 m³/s	52,87 m³/s	61,19 m³/s	79,75 m³/s
2,18 m	611,90 mÜA		10,17 m³/s	18,73 m³/s	53,60 m³/s	63,77 m³/s	82,51 m³/s
2,28 m	612,00 mÜA		12,23 m³/s	18,91 m³/s	54,34 m³/s	66,57 m³/s	85,47 m³/s
2,38 m	612,10 mÜA		13,85 m³/s	19,08 m³/s	55,07 m³/s	68,92 m³/s	88,00 m³/s
2,48 m	612,20 mÜA		16,20 m³/s	19,25 m³/s	55,80 m³/s	72,00 m³/s	91,25 m³/s
2,58 m	612,30 mÜA		18,34 m³/s	19,42 m³/s	56,54 m³/s	74,88 m³/s	94,30 m³/s
2,68 m	612,40 mÜA		20,63 m³/s	19,59 m³/s	57,27 m³/s	77,90 m³/s	97,49 m³/s
2,78 m	612,50 mÜA		23,70 m³/s	19,76 m³/s	58,00 m³/s	81,70 m³/s	101,47 m³/s
2,88 m	612,60 mÜA		26,75 m³/s	19,94 m³/s	58,74 m³/s	85,49 m³/s	105,42 m³/s
2,98 m	612,70 mÜA		29,81 m³/s	20,11 m³/s	59,47 m³/s	89,28 m³/s	109,39 m³/s
3,08 m	612,80 mÜA		32,48 m³/s	20,28 m³/s	60,20 m³/s	92,68 m³/s	112,96 m³/s
3,18 m	612,90 mÜA		35,15 m³/s	20,45 m³/s	60,94 m³/s	96,09 m³/s	116,54 m³/s
3,28 m	613,00 mÜA		37,83 m³/s	20,62 m³/s	61,67 m³/s	99,50 m³/s	120,12 m³/s
3,38 m	613,10 mÜA		40,70 m³/s	20,79 m³/s	62,40 m³/s	103,10 m³/s	123,90 m³/s
3,48 m	613,20 mÜA		44,10 m³/s	20,97 m³/s	63,14 m³/s	107,24 m³/s	128,20 m³/s
3,58 m	613,30 mÜA		47,00 m³/s	21,14 m³/s	63,87 m³/s	110,87 m³/s	132,01 m³/s
3,68 m	613,40 mÜA		50,21 m³/s	21,31 m³/s	64,60 m³/s	114,81 m³/s	136,12 m³/s
3,78 m	613,50 mÜA		53,88 m³/s	21,48 m³/s	65,34 m³/s	119,22 m³/s	140,70 m³/s
3,88 m	613,60 mÜA		57,60 m³/s	21,65 m³/s	66,07 m³/s	123,67 m³/s	145,32 m³/s
3,96 m	613,68 mÜA		60,38 m³/s	21,82 m³/s	66,80 m³/s	127,18 m³/s	149,01 m³/s
4,08 m	613,80 mÜA	5,35 m³/s	63,82 m³/s	22,00 m³/s	67,54 m³/s	136,71 m³/s	158,70 m³/s
4,18 m	613,90 mÜA	10,70 m³/s	67,64 m³/s	22,17 m³/s	68,27 m³/s	146,61 m³/s	168,78 m³/s
4,28 m	614,00 mÜA	17,96 m³/s	71,31 m³/s	22,34 m³/s	69,01 m³/s	158,28 m³/s	180,62 m³/s
4,38 m	614,10 mÜA	24,69 m³/s	74,52 m³/s	22,51 m³/s	69,74 m³/s	168,95 m³/s	191,46 m³/s
4,48 m	614,20 mÜA	35,54 m³/s	77,42 m³/s	22,68 m³/s	70,47 m³/s	183,43 m³/s	206,12 m³/s
4,58 m	614,30 mÜA	49,68 m³/s	81,78 m³/s	22,85 m³/s	71,21 m³/s	202,67 m³/s	225,52 m³/s
4,68 m	614,40 mÜA	64,58 m³/s	85,45 m³/s	23,03 m³/s	71,94 m³/s	221,97 m³/s	245,00 m³/s
4,78 m	614,50 mÜA	81,01 m³/s	89,81 m³/s	23,20 m³/s	72,67 m³/s	243,49 m³/s	266,69 m³/s
4,88 m	614,60 mÜA	90,95 m³/s	93,63 m³/s	23,37 m³/s	73,41 m³/s	257,99 m³/s	281,36 m³/s
4,96 m	614,68 mÜA	97,07 m³/s	97,07 m³/s	23,54 m³/s	74,14 m³/s	268,28 m³/s	291,82 m³/s

<sup>68</sup> (Betriebsordnung) Die Anlagen 1 und 6 werden vollständig wiedergegeben

## 12.1.2. Beilage 6: Wasserabgabe an die Unterlieger

Die Kraftwerksanlage Wienerbruck arbeitet als Speicherkraftwerk; der Ausgleich des Spitzenbetriebes dieser Anlage erfolgt durch eine entsprechend geregelte Wasserabgabe im Laufkraftwerk Erlaufboden.

Der Betrieb des Kraftwerkes Wienerbruck mit den beiden Speichern Erlaufklause (Erlauf) und Wienerbruck (Lassing) und der Betrieb des Laufkraftwerkes Erlaufboden mit dem Stauweiher Stierwaschboden ist im Hinblick auf die Wasserabgabe an die Unterlieger nach folgenden Bedingungen zu führen:

1. Der Betrieb des Kraftwerkes Erlaufboden ist so zu führen, dass im Abflussprofil des Schreiblegels Erlaufboden mindestens  $2,45\text{m}^3/\text{s}$  vorbeifließen.

In diesem Fall ist der Auf- und Abstau in allen Speichern der Werksgruppe Wienerbruck und Erlaufboden ohne Einschränkungen gestattet, sofern die Mindestdurchflussmenge am Pegelprofil Erlaufboden gewährleistet ist.

Bei diesen Wasserführungen kann der Betrieb des KW Erlaufboden auch beliebig – ohne zeitliche und mengenmäßige Beschränkung – über die angeführte Mindestdurchflussmenge hinaus gesteigert bzw. wieder reduziert werden.

2. Sinkt die Summe der natürlichen Zuflüsse in die beiden Stauseen Erlaufklause und Wienerbruck zuzüglich dem Zufluss aus dem Ötscherbach (gemessen im Abflussprofil des Schreiblegels Ötscherbach) und dem Abfluss der Resteinzugsgebiete bis zum Schreiblegel Erlaufboden unter den in Pkt. 1 genannten Wert, so besteht für die Werksgruppe ein Stauverbot und die natürliche Zuflussmenge ist abzugeben.

Ein Aufstau in den einzelnen Speichern der Werksgruppe ist bei diesen Abflussverhältnissen nur dann gestattet, wenn die dadurch entstehende Fehlmenge durch Abarbeitung eines anderen Speichers ersetzt wird.

Weiters ist in diesem Fall der Betrieb des KW Erlaufboden so zu führen, dass die Wasserführung jeweils in der Zeit von 8 Uhr morgens bis 8 Uhr nächsten Tages nicht mehr als um 20% – gerechnet vom Höchstwert bis zum Niedrigstwert – schwankt .

Für die über den natürlichen Zufluss hinausgehende, aus dem Speichervorrat der Werksgruppe abgegebene Wassermenge gilt diese Einschränkung nicht. Ebenso können natürliche Abflussspitzen aus dem Resteinzugsgebiet (Öt-

scherbach, Angerbach, usw.) nicht beeinflusst und daher nicht in diesen Schwankungsbereich einbezogen werden.

3. Für den Fall der Abgabe des natürlichen Zuflusses gemäß Pkt. 2 wird die Messtoleranz der jeweiligen Stauspiegelhöhen in den Speichern der Werksgruppe mit  $\pm 2\text{cm}$  festgelegt. Sollte durch unvorhersehbare Änderungen der Zuflüsse in die Stauseen die Toleranz von jeweils  $\pm 2\text{cm}$  überschritten werden, erfolgt der Ausgleich der Wasserabgabe an die Unterlieger am nächsten Tag.

## 12.2. ANHANG B – Pläne

### Bestandspläne

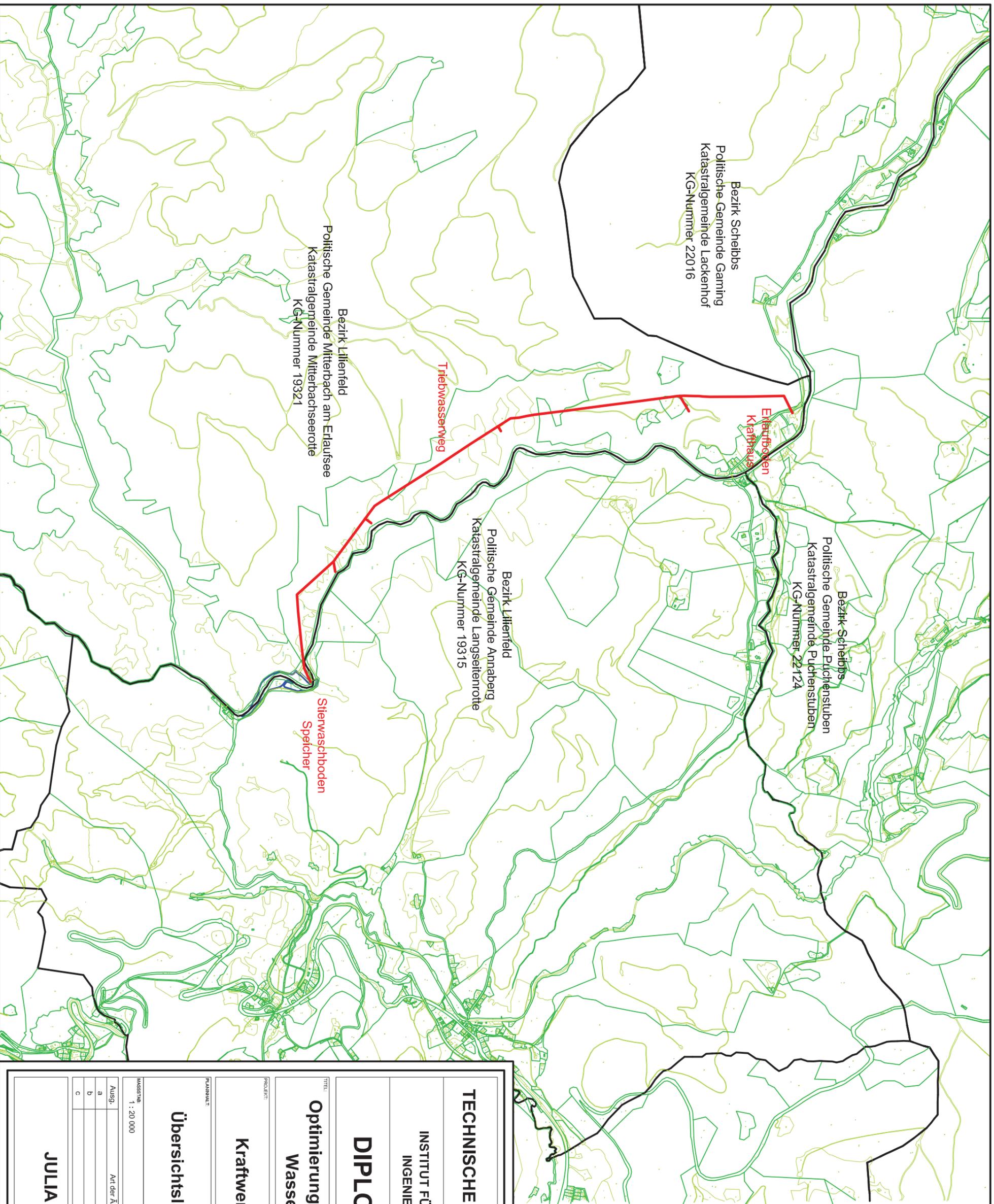
01	Übersichtslageplan Kataster	1:20.000
02	Speicher Stierwaschboden Lageplan Kataster	1:5.000
03	Krafthaus Erlaufboden Lageplan Kataster	1:2.000
04	Speicher Stierwaschboden Lageplan	1:5.000
05	Sperre Stierwaschboden Höhenschichtlinien	1:1.000
06	Sperre Stierwaschboden Vermessungsplan – Schnitfführung	1:1.000
07	Sperre Stierwaschboden Dammquerschnitte	1:200
08	Sperre Stierwaschboden Mauerschnitte	1:200
09	Sperre Stierwaschboden Hochwasserentlastung I Schnitte	1:200
10	Sperre Stierwaschboden Hochwasserentlastung II Längenschnitt	1:200
11	Sperre Stierwaschboden Hochwasserentlastung II Querschnitte	1:200
12	Triebwasserweg Einlaufbauwerk Rohrbrücke Schnitte	1:200
13	Triebwasserweg Wassersack und Druckstollen Schnitte	1:200 , 1:50
14	Triebwasserweg Wasserschloss Schnitte	1:200
15	Triebwasserweg Druckrohrleitung Längenschnitt	1:200 , 1:100
16	Triebwasserweg Verteilrohrleitung Schnitte	1:200
17	Krafthaus Erlaufboden Grundriss Erdgeschoss	1:100

Variantenpläne

18	Dammerhöhung Variante 1 – Winkelstützmauer	1:100
19	Dammerhöhung Variante 2 – Schräger Dichtkern	1:100
20	Dammerhöhung Variante 3 – Vertikaler Dichtkern	1:100
21	Dammerhöhung Variante 4 – Injektionsdichtschirm	1:100
22	Mauererhöhung Variante 1 und 2	1:100

Planung

23	Dammerhöhung Querschnitte	1:200
24	Dammerhöhung Querschnitte	1:200
25	Sperrenerhöhung Lageplan	1:500
26	Speicher Stierwaschboden – Lageplan - neues Stauziel	1:5000



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**TITEL:**  
Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage

**PROJEKT:**  
Kraftwerk Erlaufboden

**PLANINHALT:**  
Übersichtslageplan - Kataster

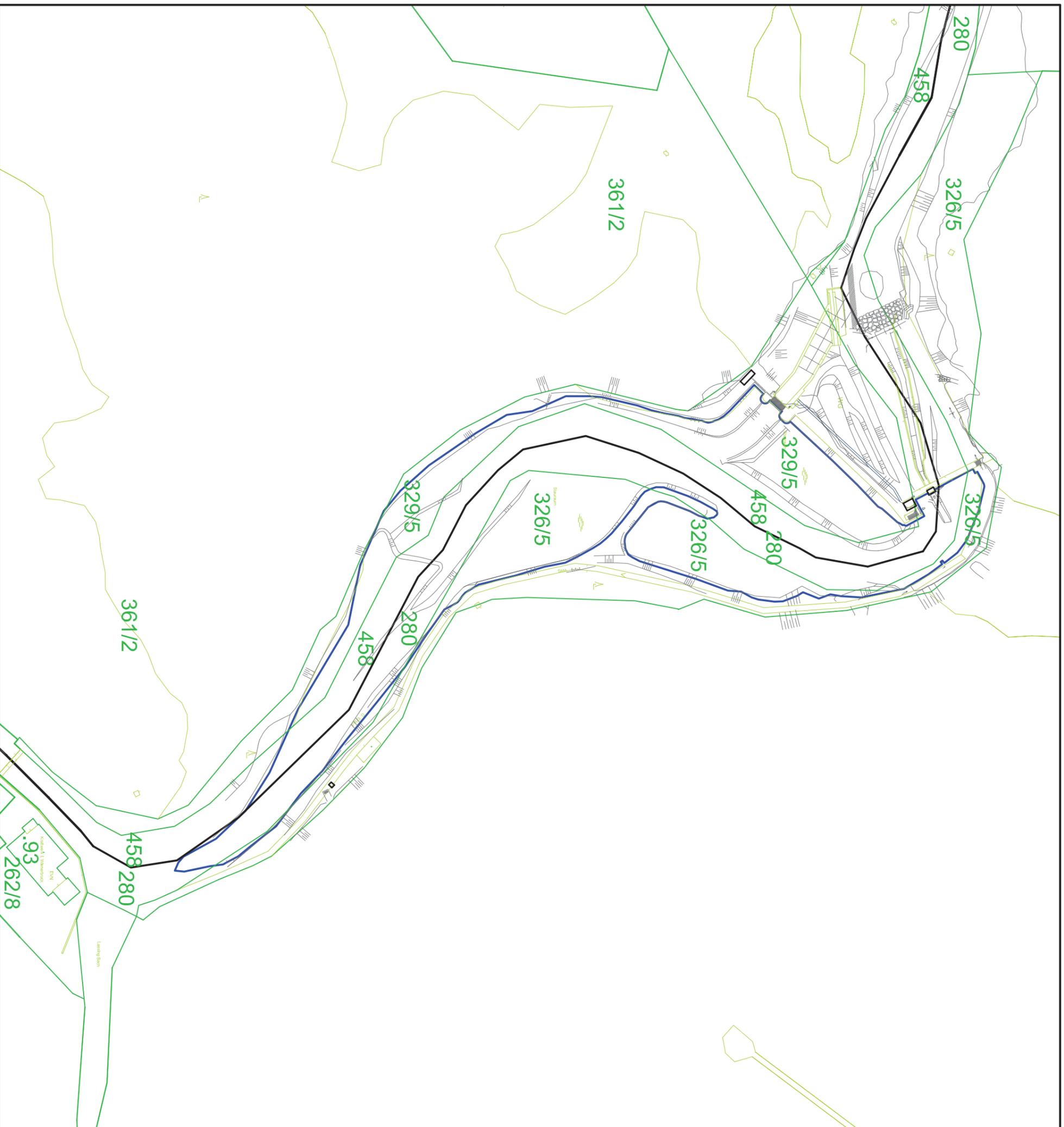
MASSSTAB:  
1 : 20 000

PLANNUMMER:  
01

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

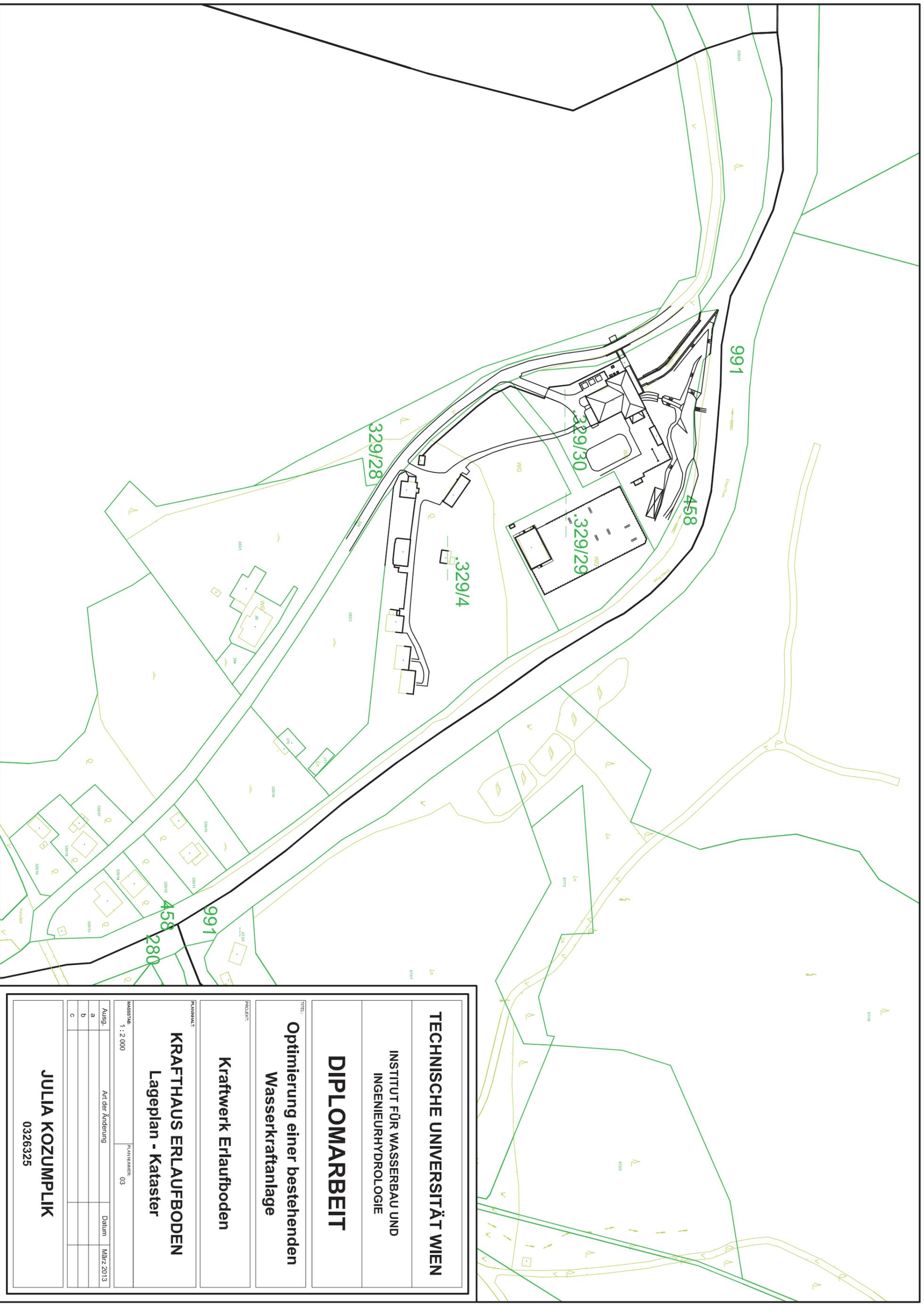
PLANKAUF:  
**SPEICHER STIERWASCHBODEN**  
**Lageplan - Kataster**

MASSSTAB:  
1 : 2 000

PLANNUMMER:  
02

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:

**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANKAUF:

**KRAFTHAUS ERLAUFBODEN  
Lageplan - Kataster**

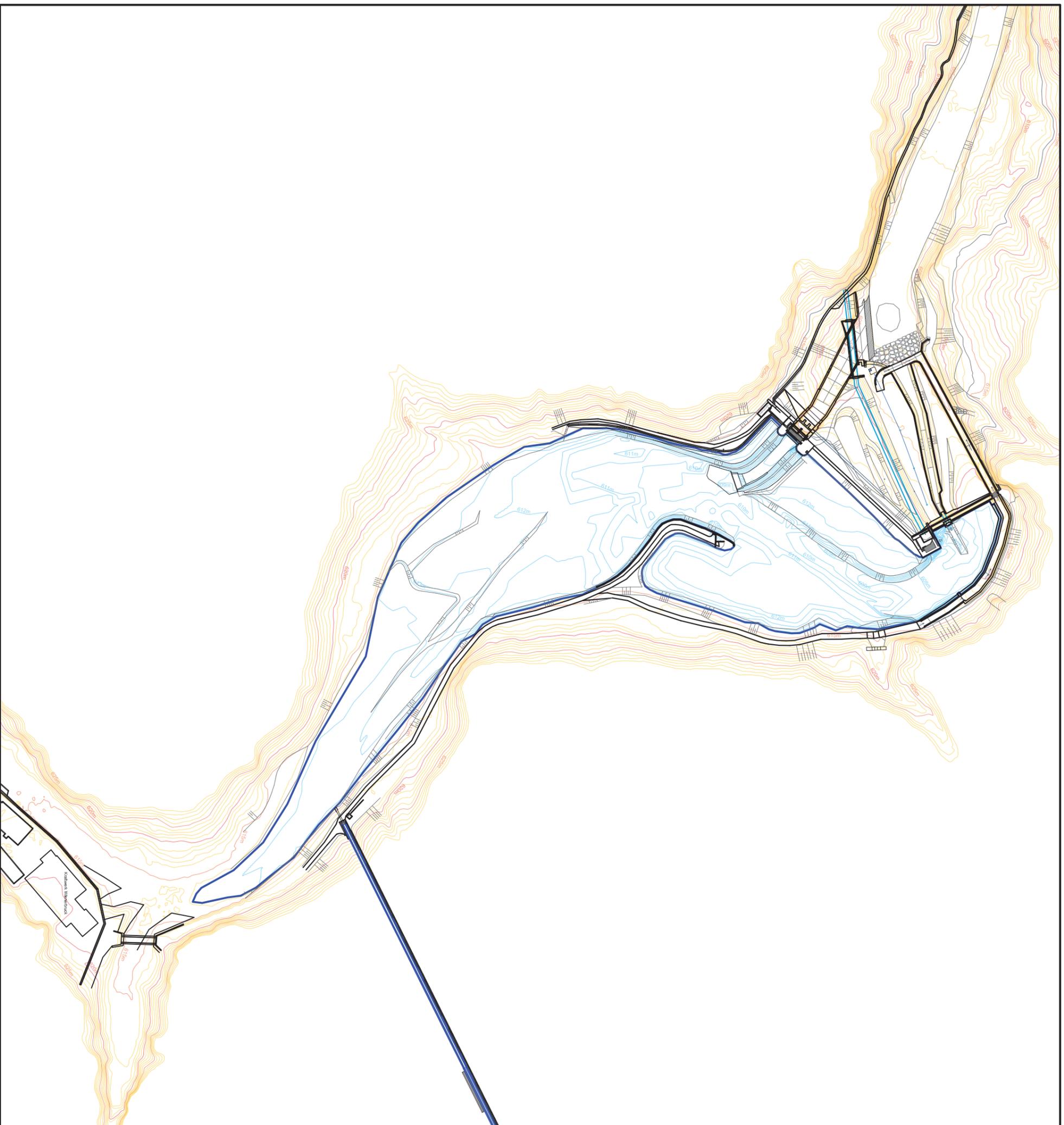
MASSSTAB: 1 : 2 000

PLANNUMMER: 03

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

**INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE**

**DIPLOMARBEIT**

**TITEL:**  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

**PROJEKT:**  
**Kraftwerk Erlaubboden**

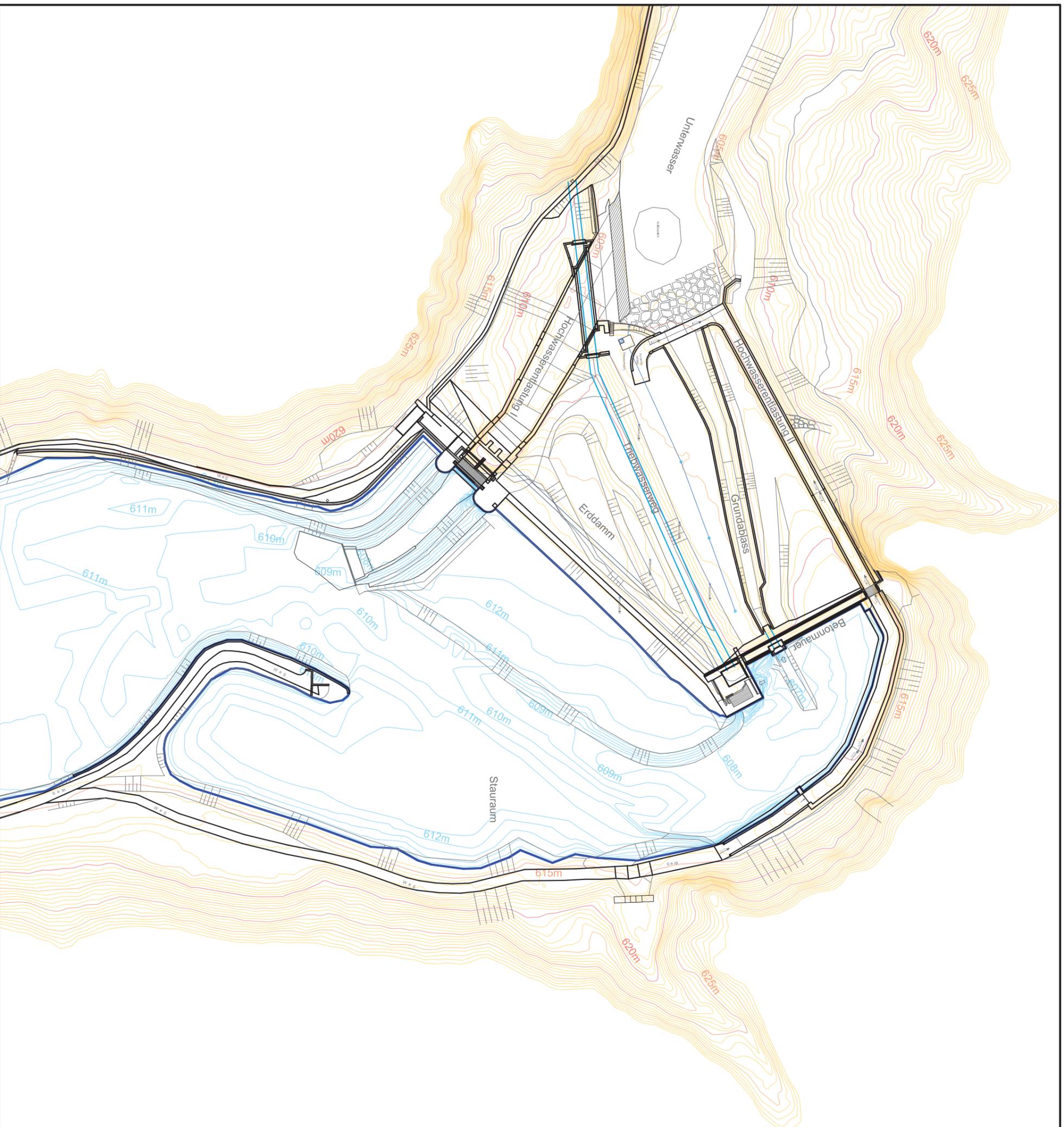
**PLANHAFT:**  
**SPEICHER STIERWASCHBODEN**  
**Lageplan - Bestand**

**MASSSTAB:**  
1 : 5 000

**PLANNUMMER:**  
04

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:

**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANMANT:

**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Bestand - Höhenschichtlinien**

MASSSTAB:  
1 : 1 000

PLANNUMMER:  
05

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:

**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANKMATT  
**SPERRE STIERWASCHBODEN**  
Bestand - Vermessung  
**Schnittführung**

MASSSTAB:  
1 : 1 000

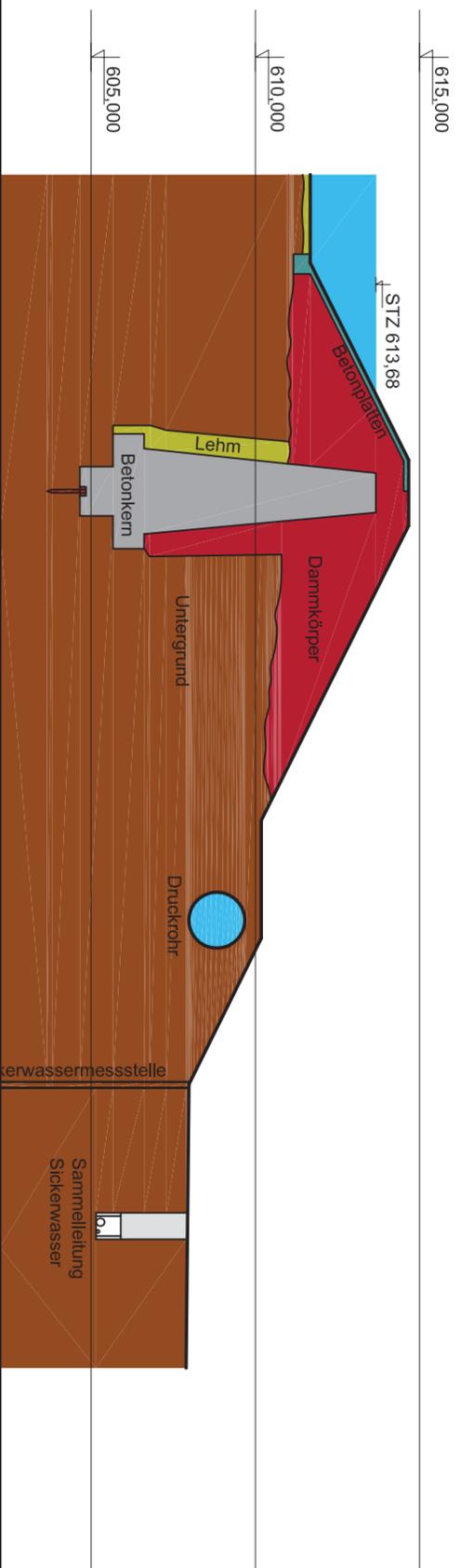
PLANNUMMER:  
06

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

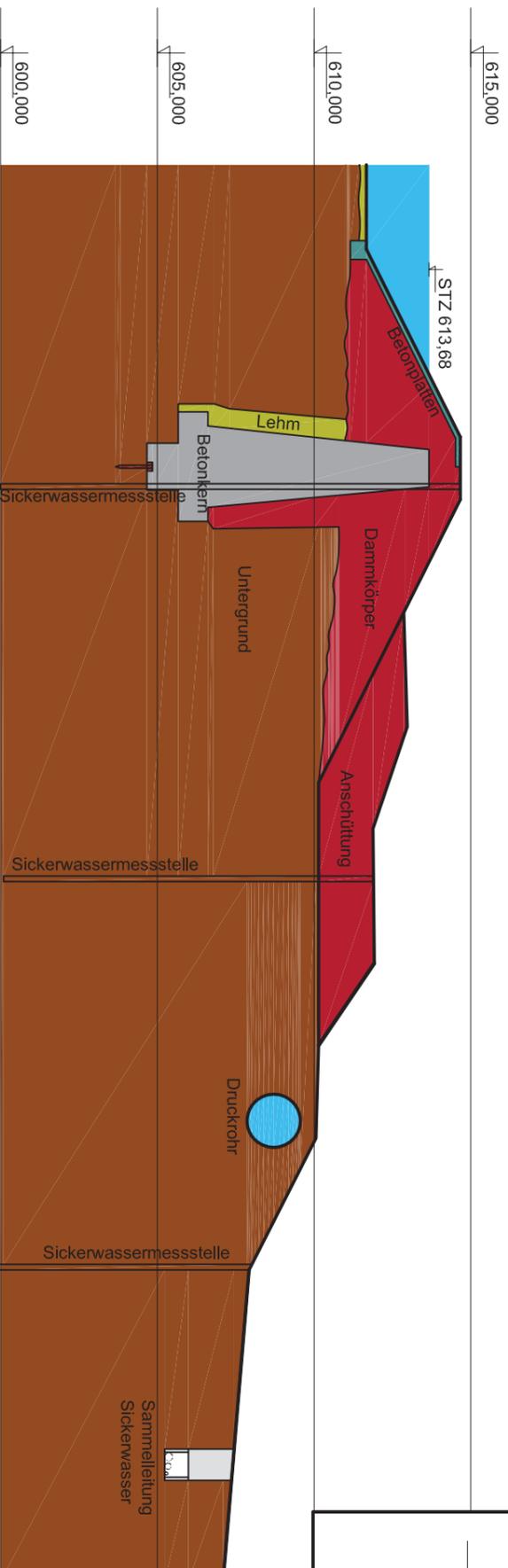
**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

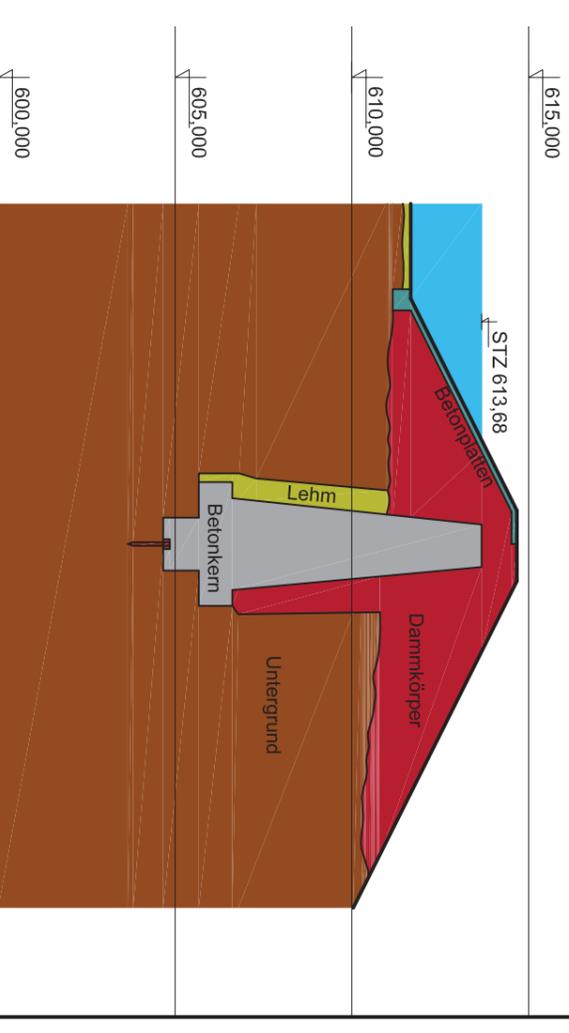
## Schnitt A - A



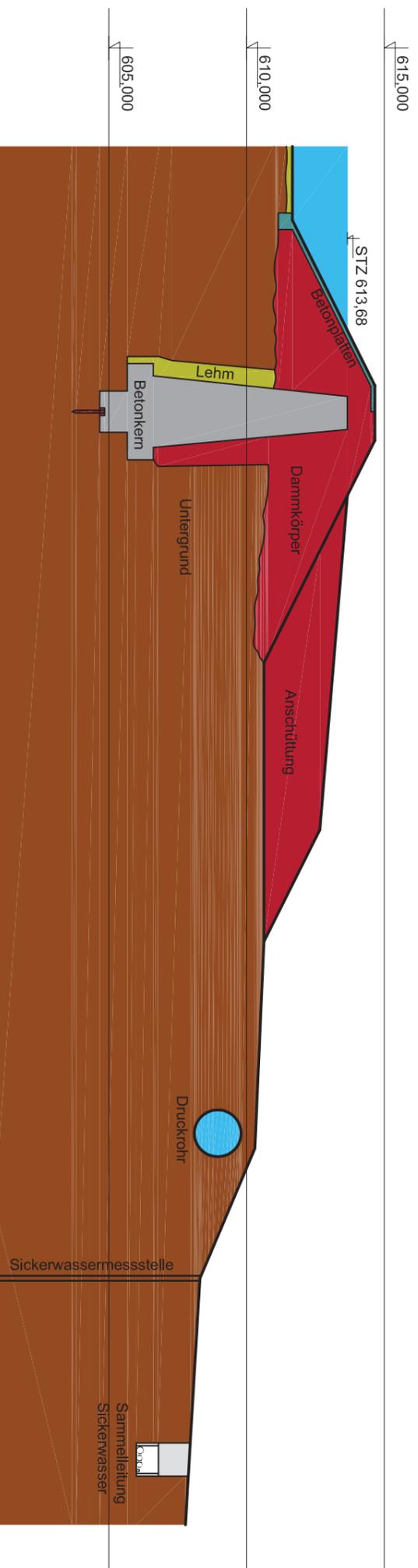
## Schnitt B - B



## Schemaschnitt Damm



## Schnitt C - C



### TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

## DIPLOMARBEIT

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

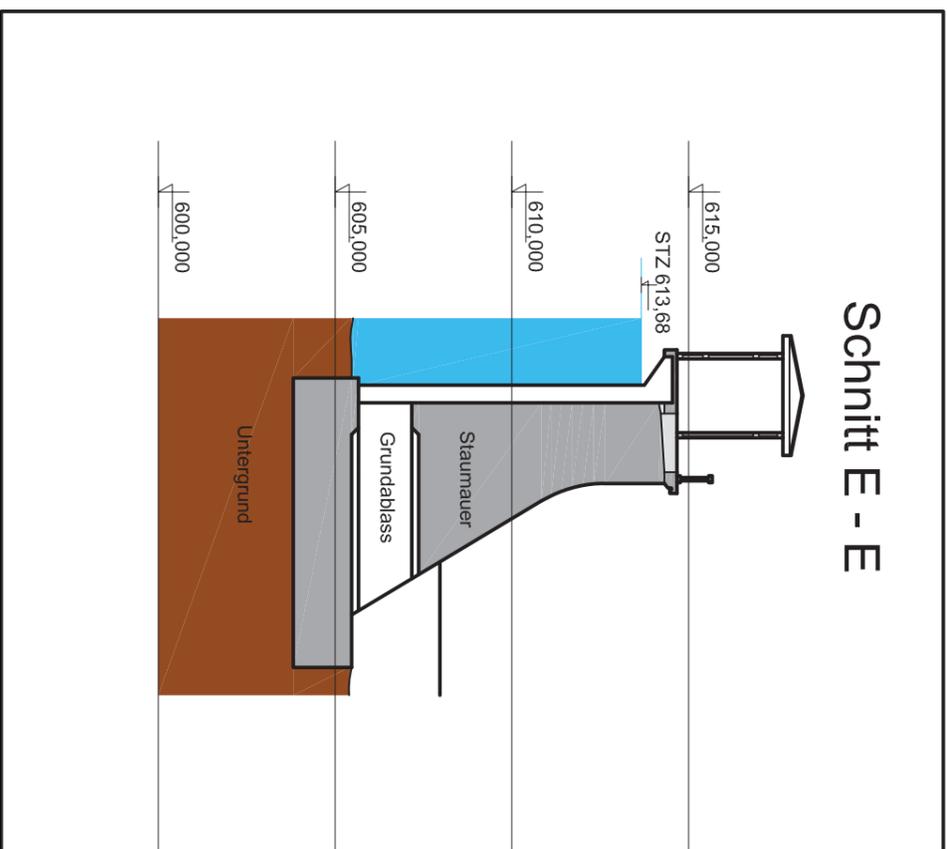
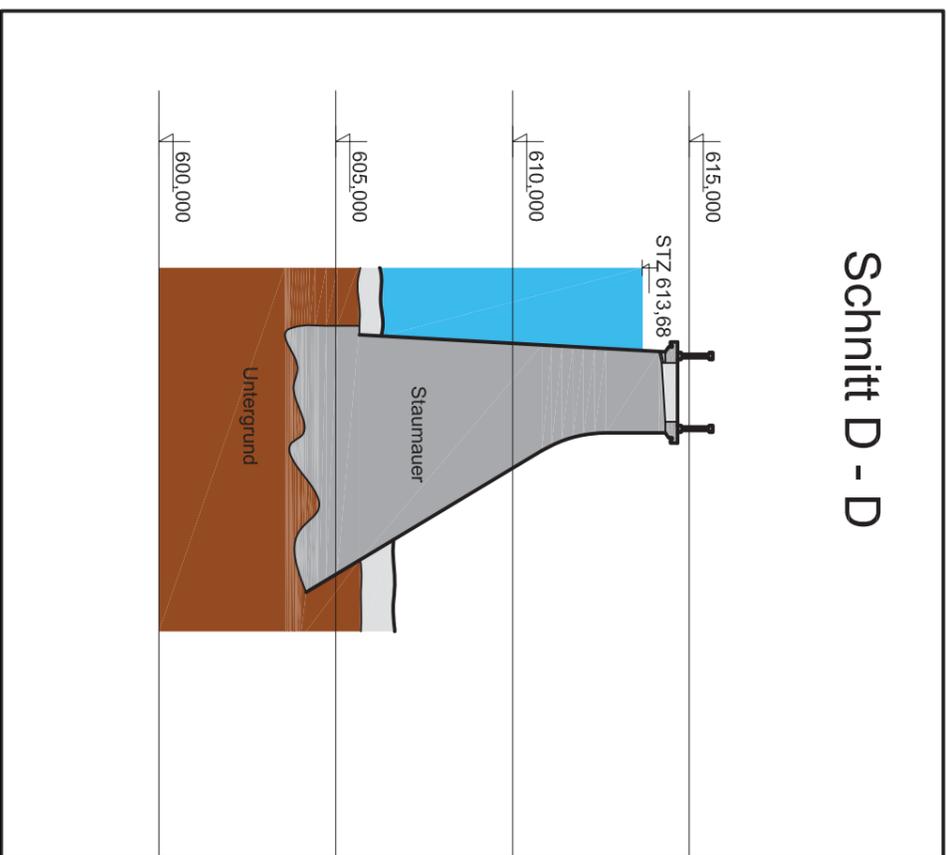
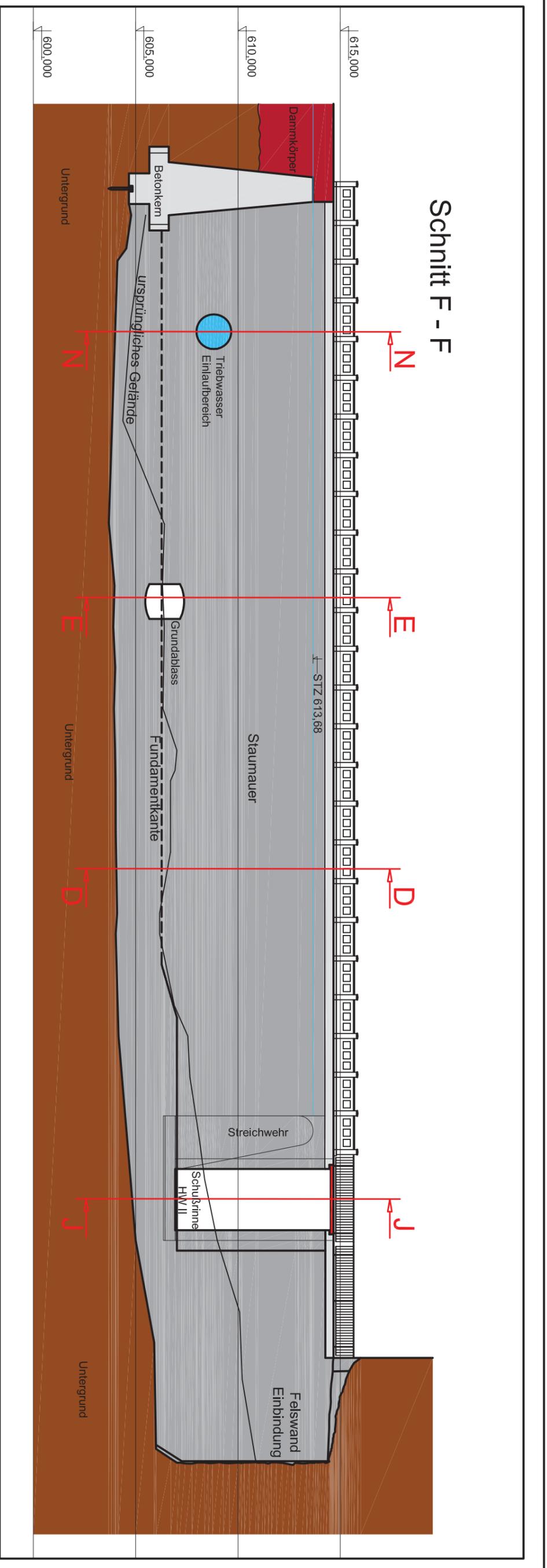
PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlauboden**

PLANHAFT:  
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Bestand - Dammschnitte**

MASSTAB:	1 : 200	PLANNUMMER:	07
Ausg.:		Datum:	März 2013
a	Art der Änderung		
b			
c			

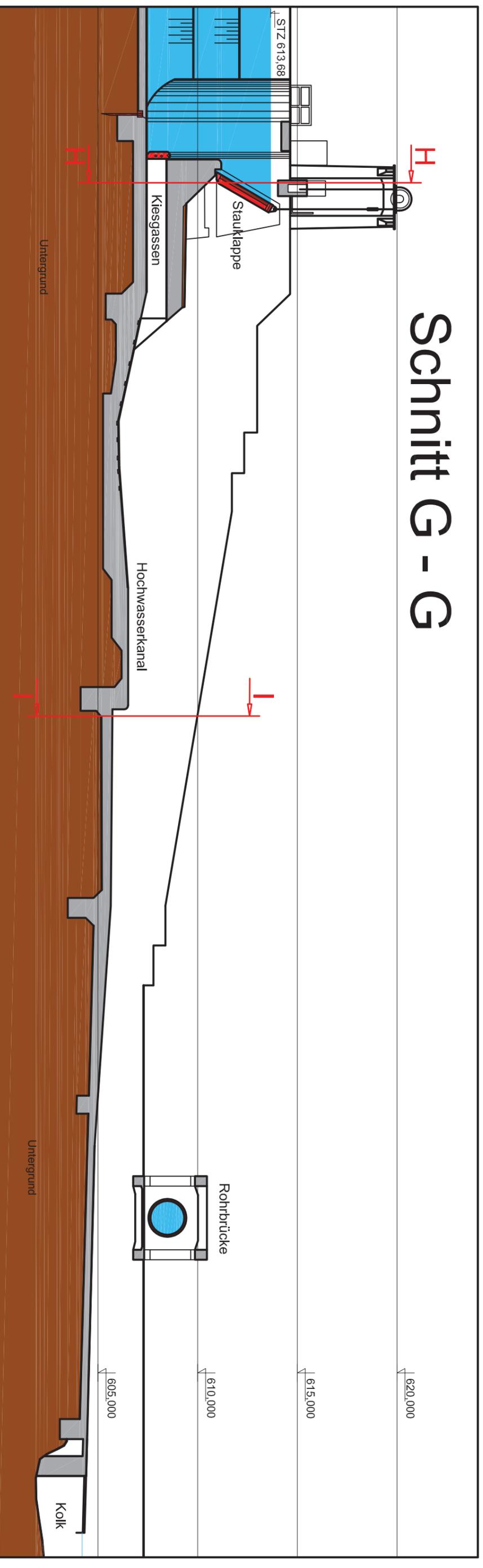
**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

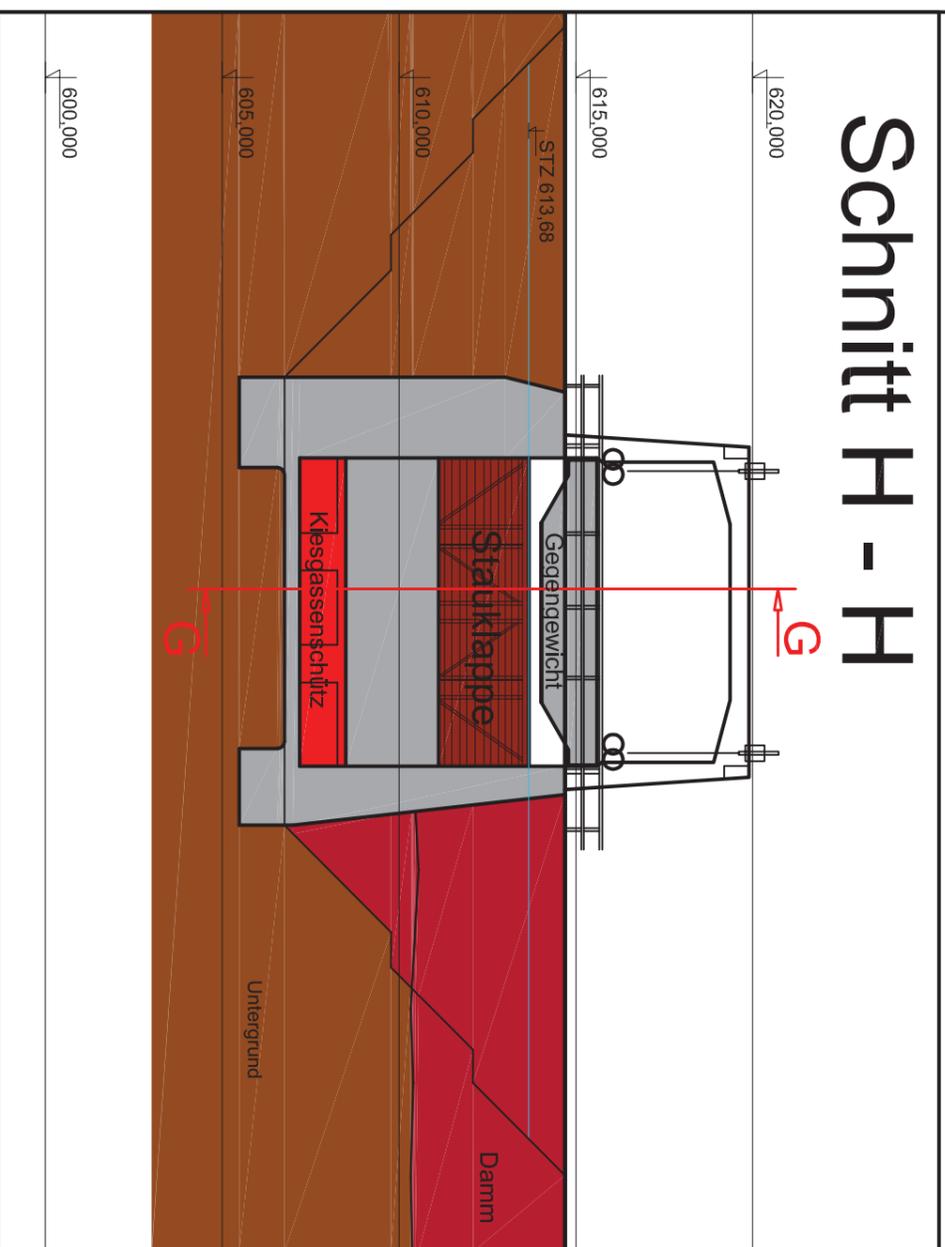


<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN</b>	
INSTITUT FÜR WASSERBAU UND INGENIEURHYDROLOGIE	
<b>DIPLOMARBEIT</b>	
<b>Optimierung einer bestehenden Wasserkraftanlage</b>	
<b>Kraftwerk Erlaubfoden</b>	
<b>SPERRE STIERWASCHBODEN</b>	
<b>Bestand - Mauerschnitte</b>	
PROJEKT: PLANKAHLT: MASSSTAB: 1 : 200	PLANNUMMER: 08
Ausg. a b c	Art der Änderung Datum März 2013
<b>JULIA KOZUMPLIK</b>	
0326325	

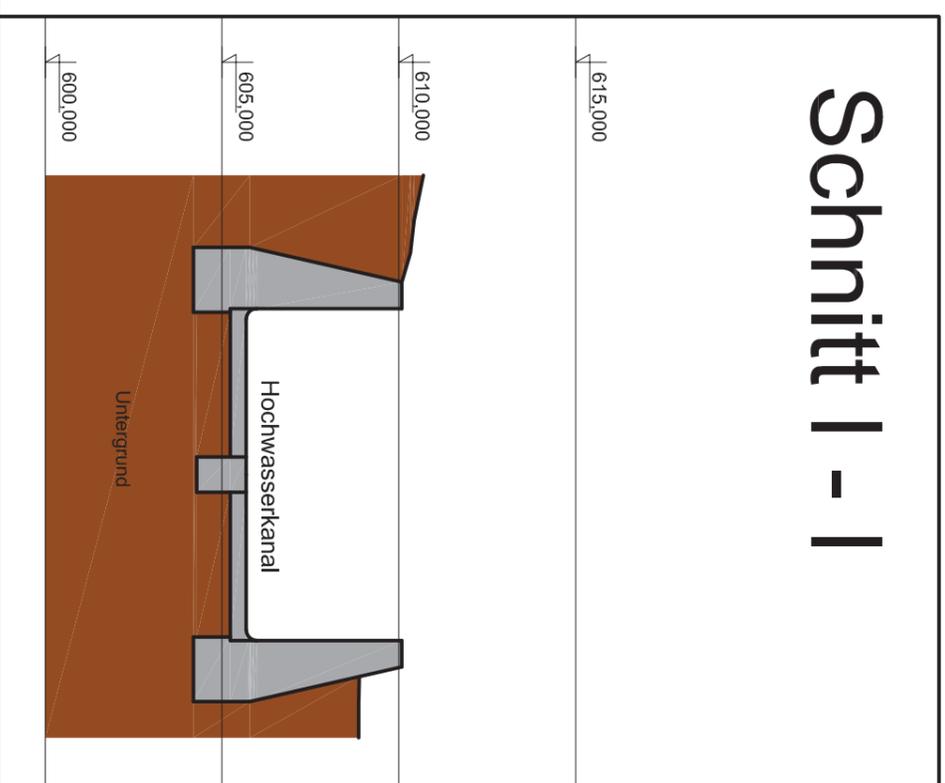
# Schnitt G - G



# Schnitt H - H



# Schnitt I - I



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

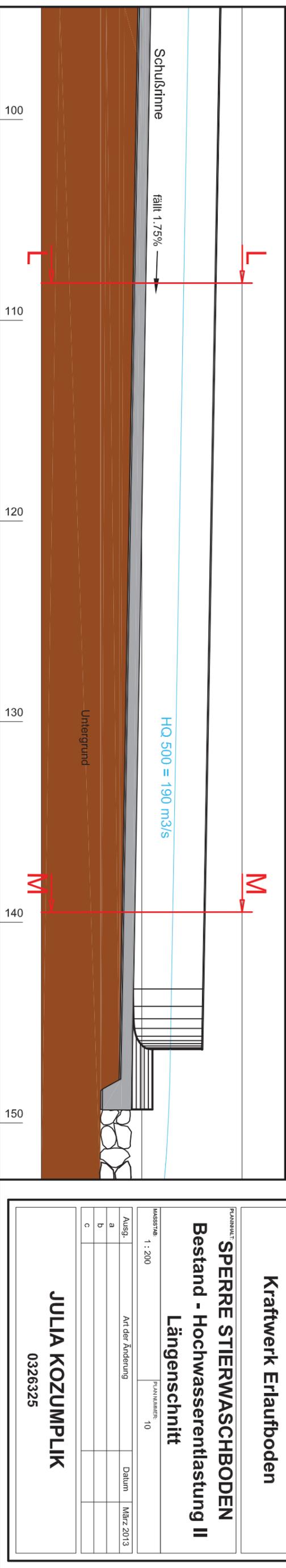
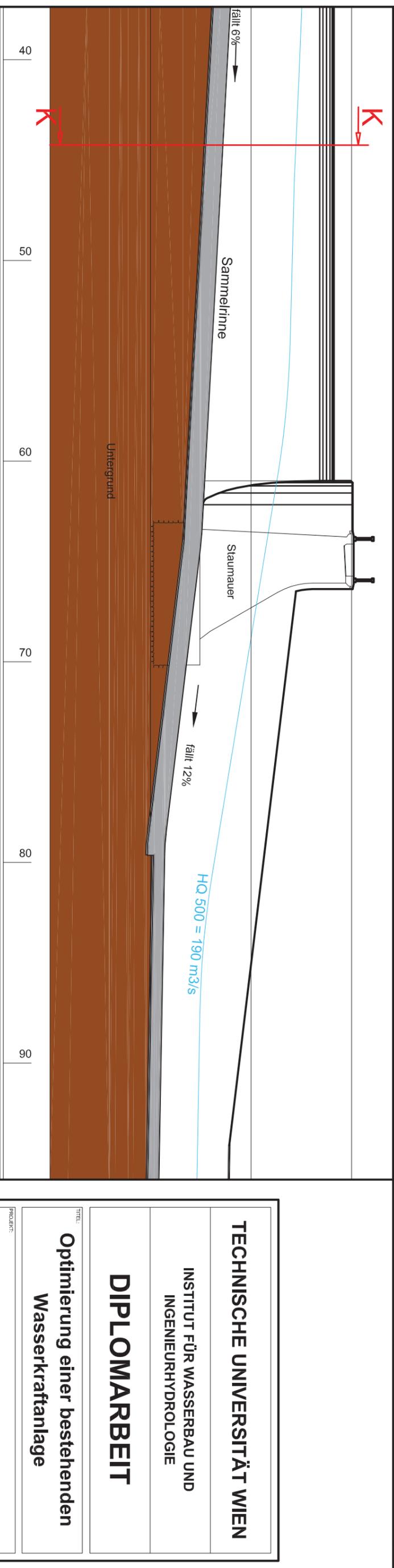
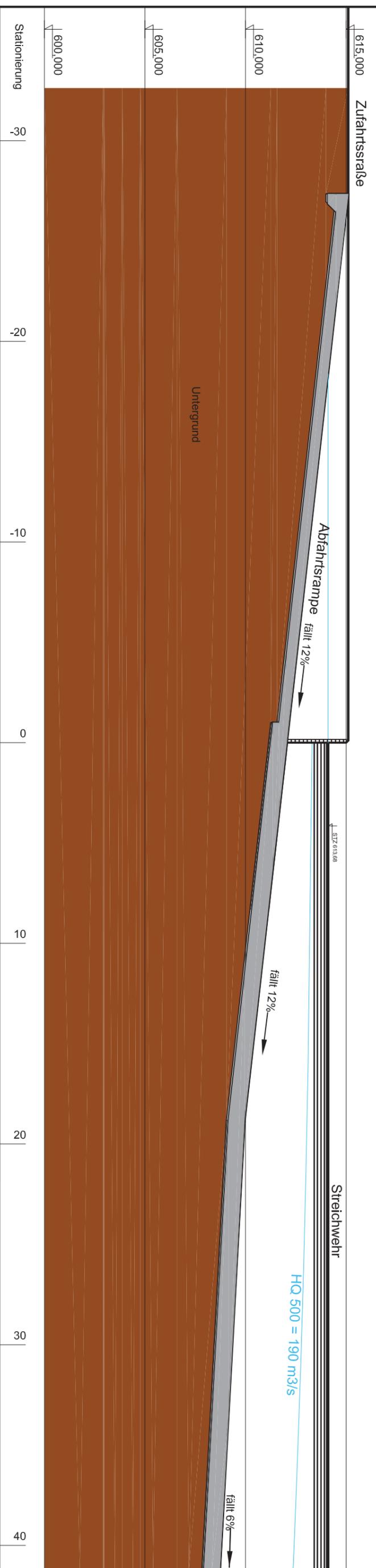
PLANMANT:  
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Bestand - Schnitte  
Hochwasserentlastung I**

MASSTAB:	1 : 200	PLANNUMMER:	09
Ausg.:	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

# Schnitt J - J



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

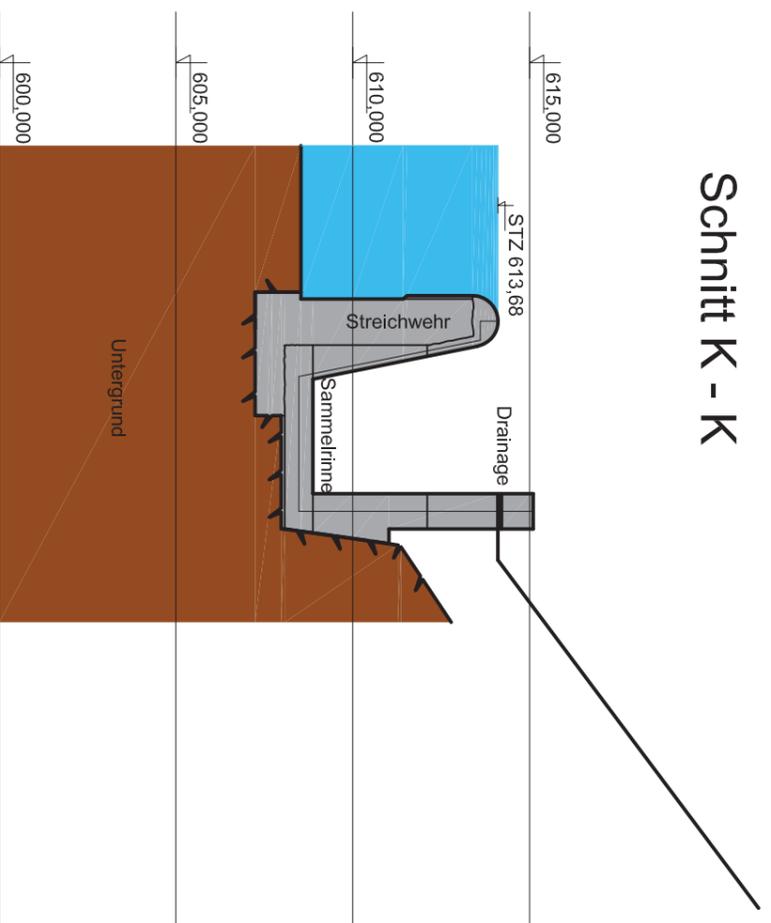
**Kraftwerk Erlaubboden**

**PLANMÄßIG  
SPERRE STIERWASCHBODEN  
Bestand - Hochwasserentlastung II  
Längenschnitt**

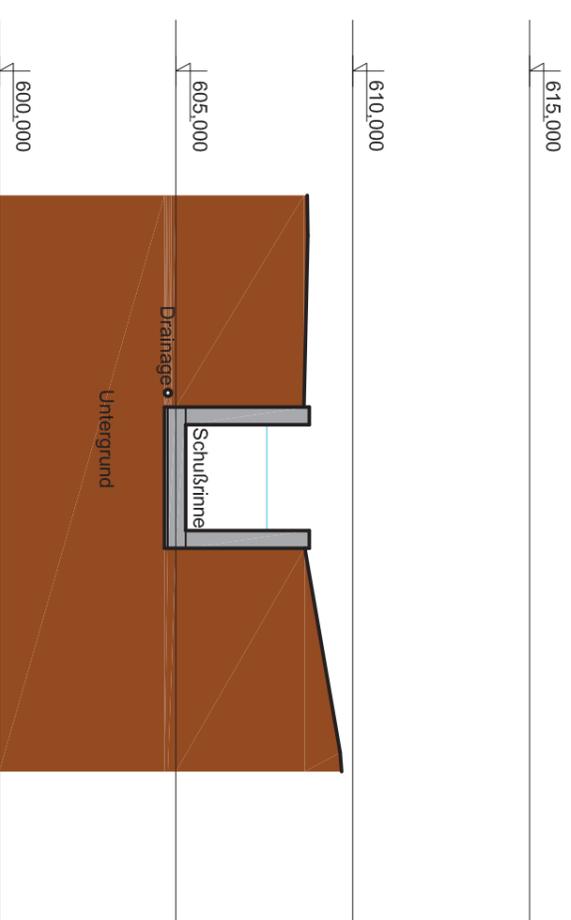
MASSTAB	1 : 200	PLANNUMMER	10
Ausg.	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325

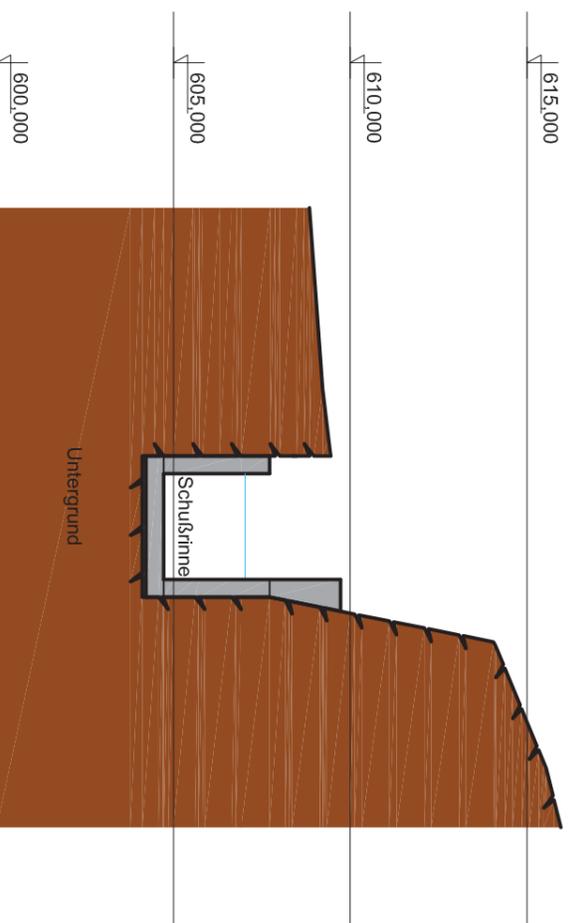
## Schnitt K - K



## Schnitt L - L



## Schnitt M - M



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlauboden**

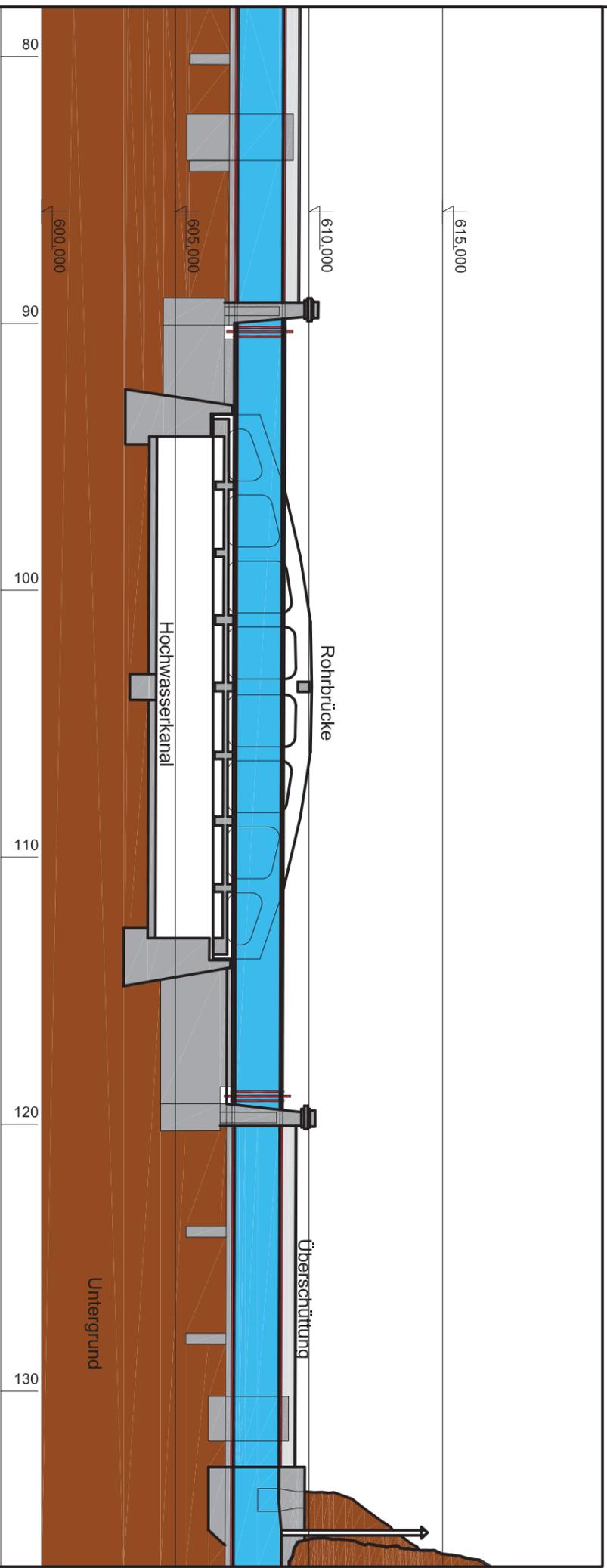
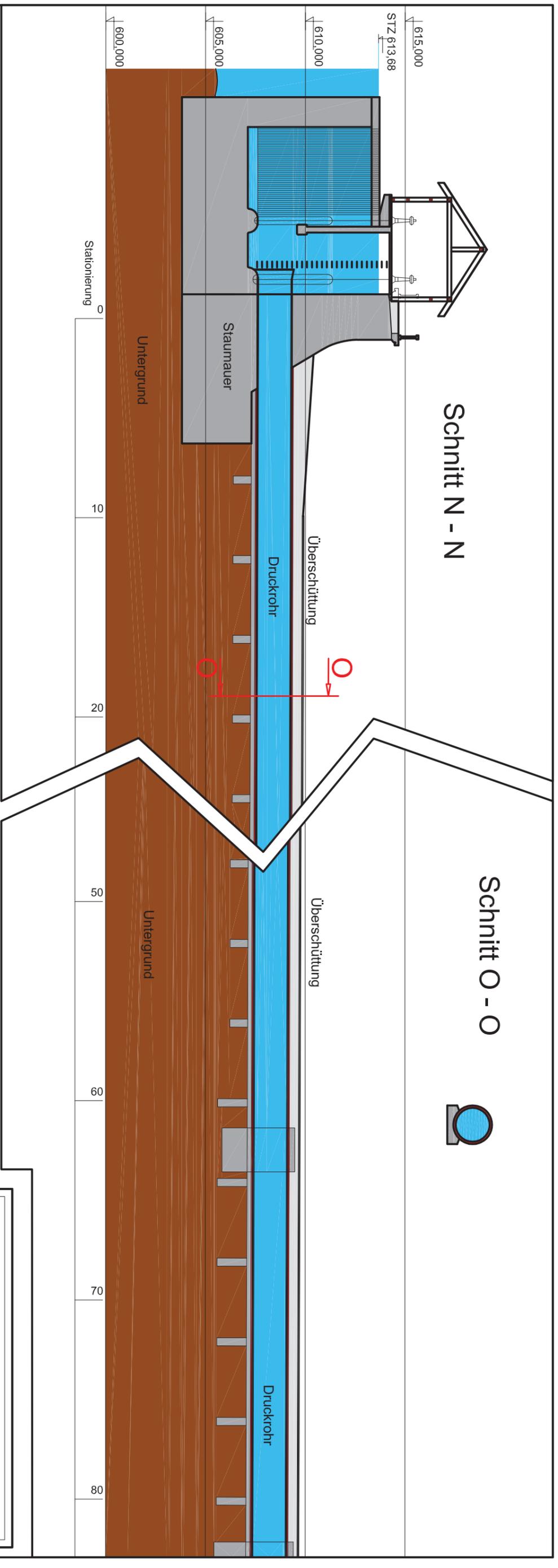
PLANKMATT  
**SPERRE STIERWASCHBODEN**  
**Bestand - Hochwasserentlastung II**  
**Querschnitte**

MASSSTAB: 1 : 200  
PLANNUMMER: 11

Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

**Kraftwerk Erlaubboden**

**TRIEBWASSERWEG  
Bestand - Schnitt**

**Einlauf - Druckrohr - Rohrbrücke**

MASSSTAB 1 : 200

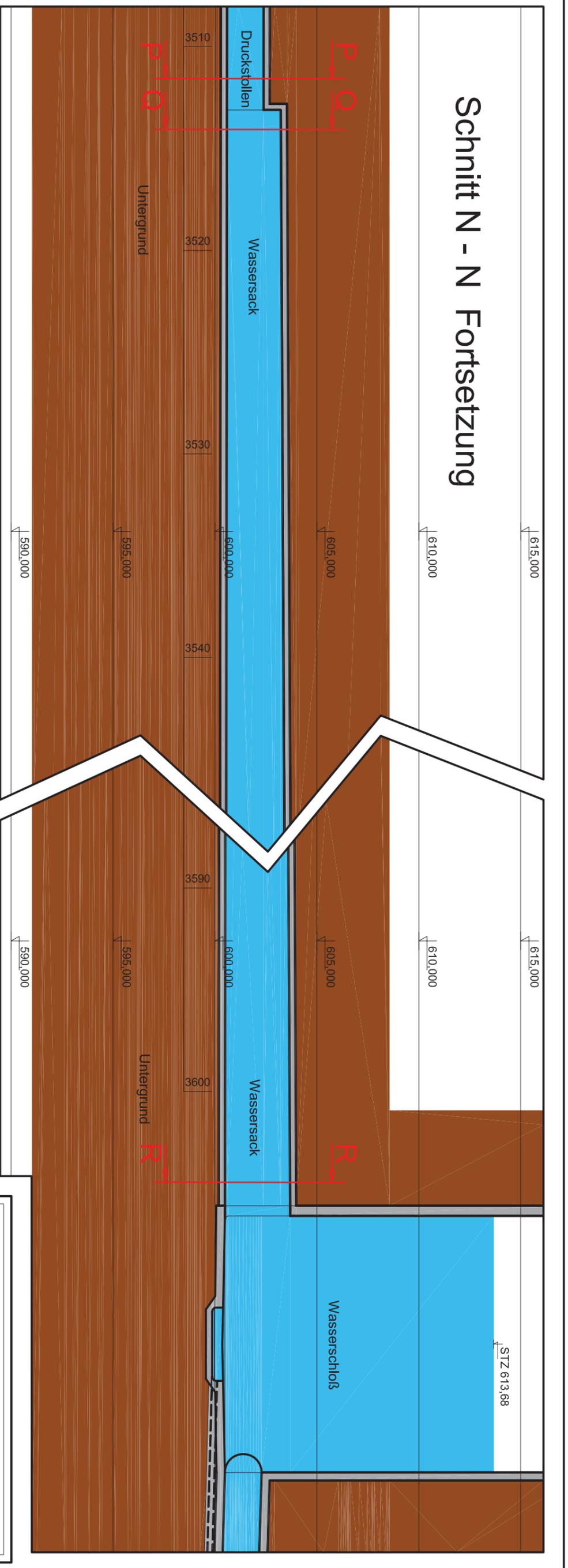
PLANNUMMER 12

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

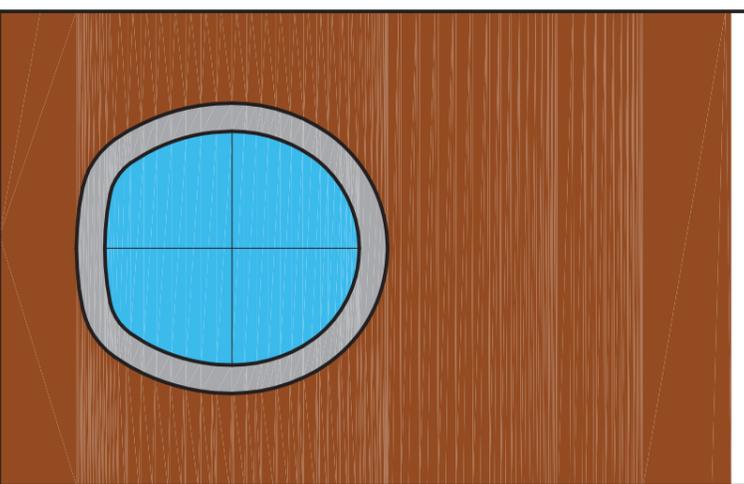
**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

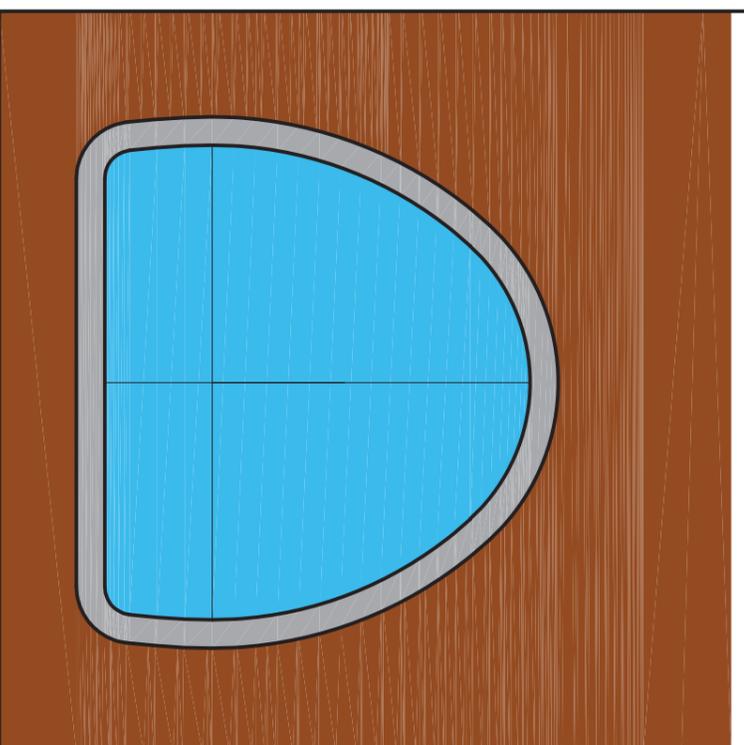
# Schnitt N - N Fortsetzung



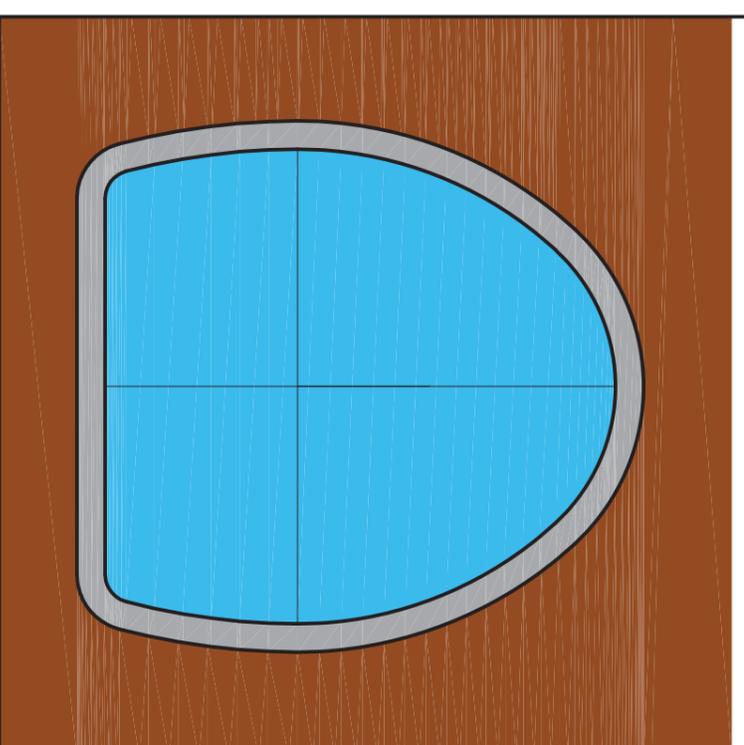
Schnitt P - P  
Drucksohlen



Schnitt Q - Q  
Wassersack Anfang



Schnitt R - R  
Wassersack Ende



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

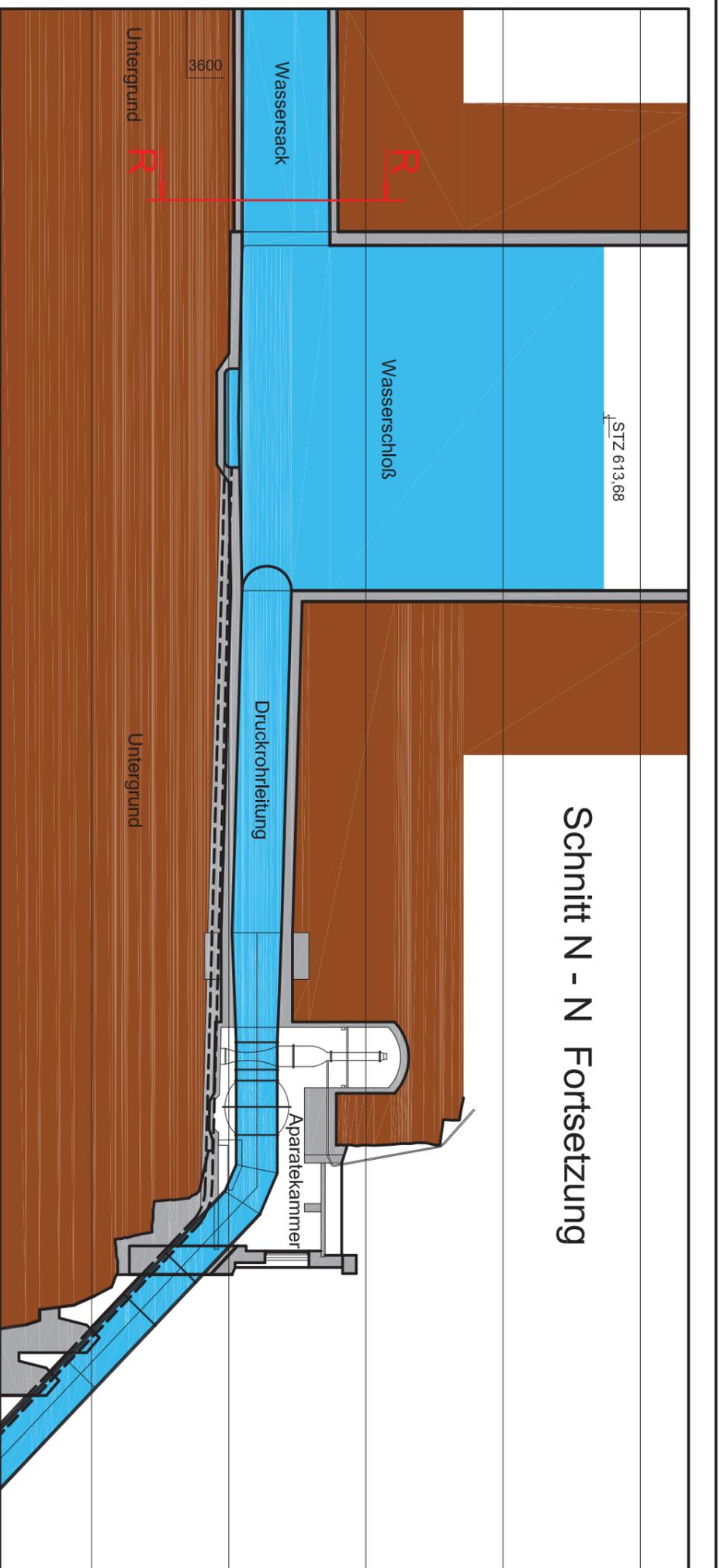
TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANMANTL:  
**TRIEBWASSERWEG  
Bestand - Schnitt  
Wassersack**

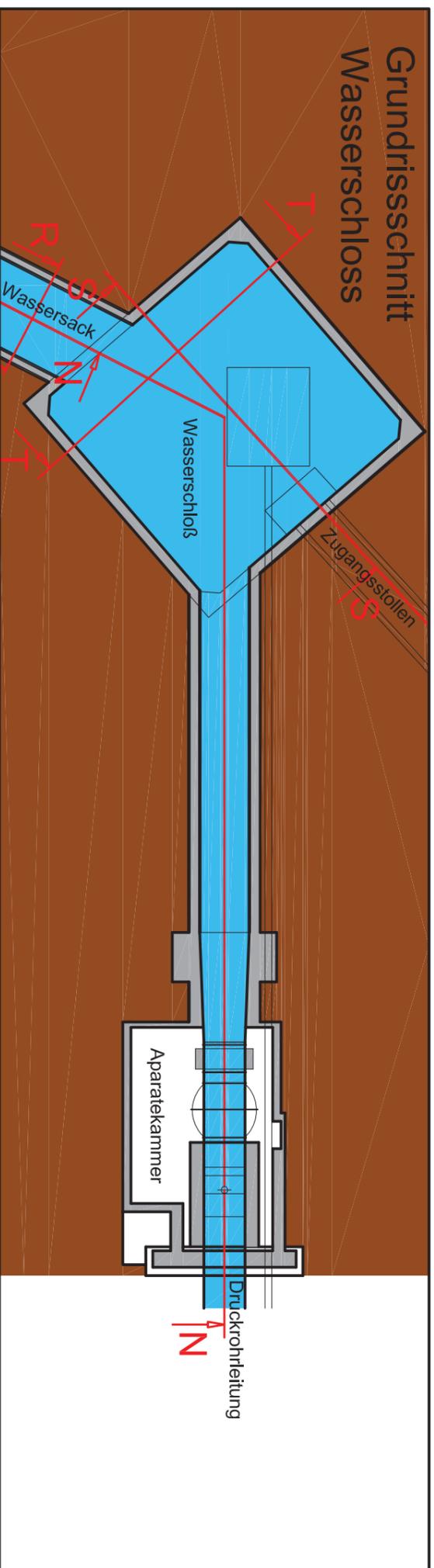
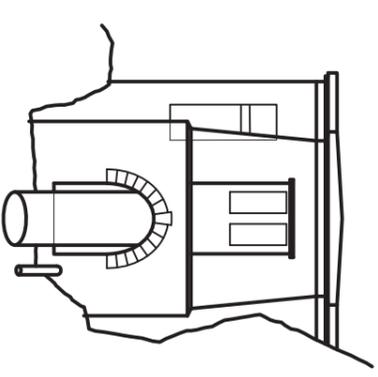
MASSTAB:	1 : 200	1 : 50	PLANNUMMER:	13
Ausg.:			Datum:	März 2013
a	Art der Änderung			
b				
c				

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325

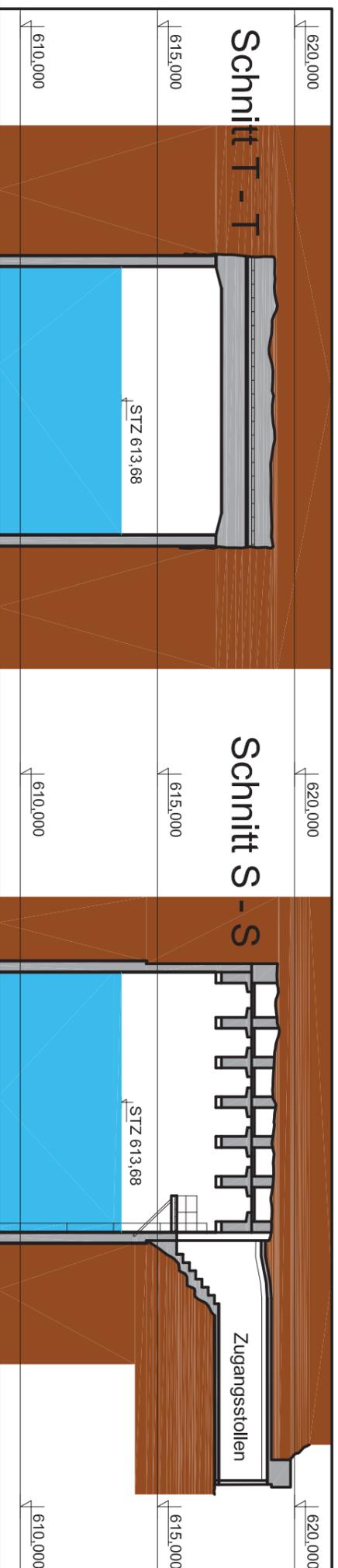


Schnitt N - N Fortsetzung

Ansicht  
Aparatekammer



Grundrisschnitt  
Wasserschloß



Schnitt T - T

Schnitt S - S

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

DIPLOMARBEIT

TITEL:  
Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage

PROJEKT:  
Kraftwerk Erlaubboden

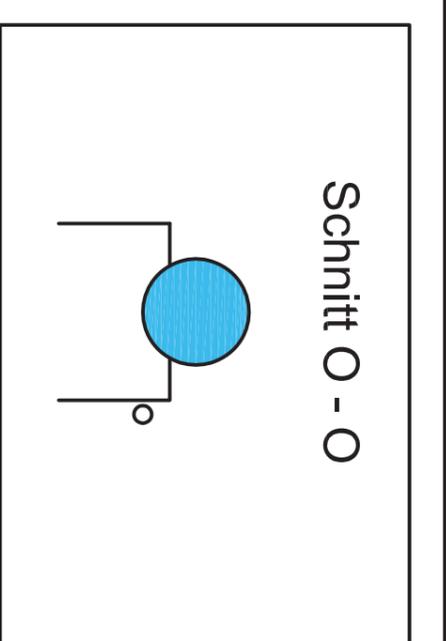
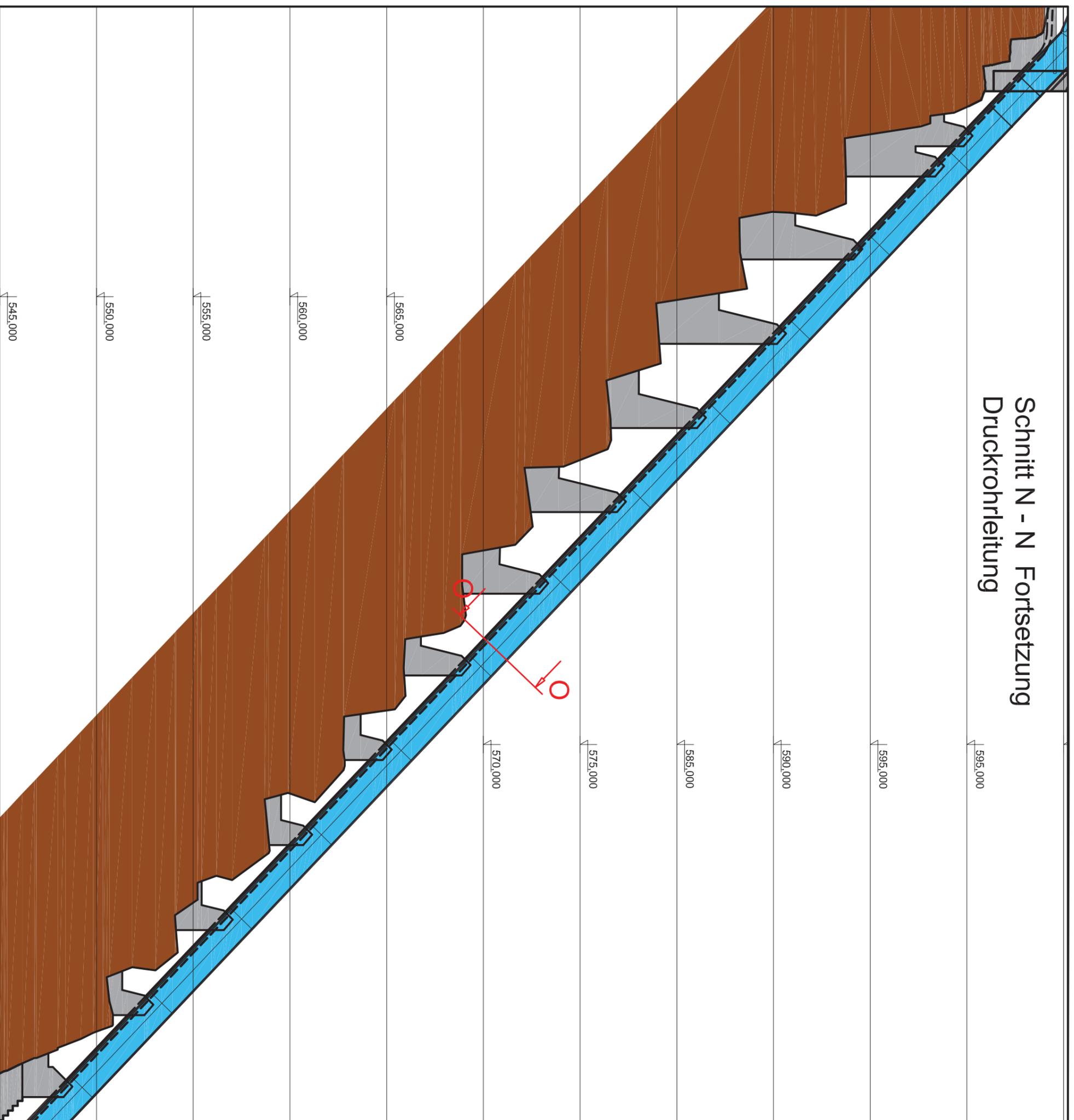
PLANHAFT:  
TRIEBWASSERWEG  
Bestand - Schnitte  
Wasserschloß - Aparatekammer

MASSTAB:	1 : 200	PLANNUMMER:	14
Ausg.:	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

JULIA KOZUMPLIK

0326325

# Schnitt N - N Fortsetzung Druckrohrleitung



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**TITEL:**  
Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage

**PROJEKT:**  
Kraftwerk Erlaubboden

**PLANHAFT:**  
TRIEBWASSERWEG  
Bestand - Schnitt  
Druckrohrleitung

MASSSTAB:  
1 : 200 1 : 100

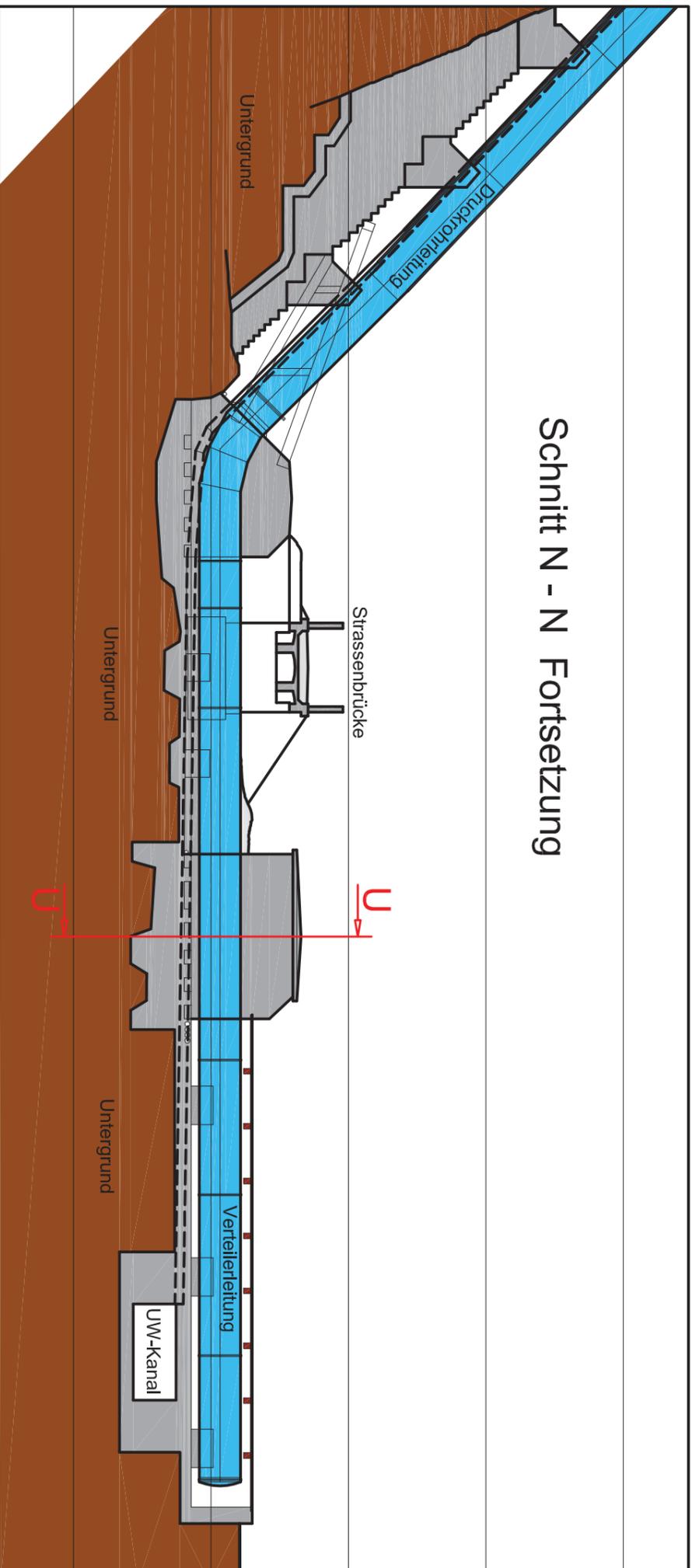
PLANNUMMER:  
15

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

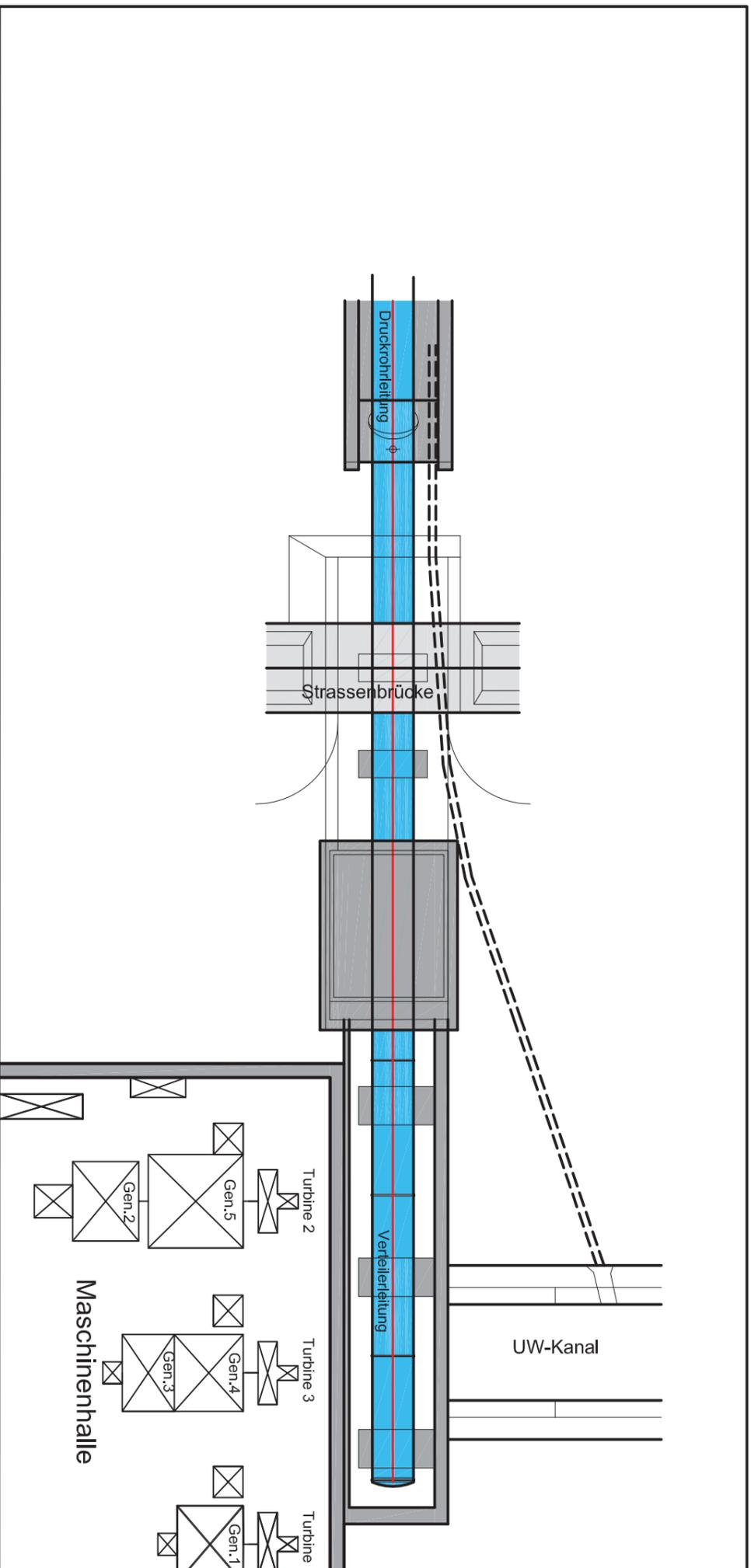
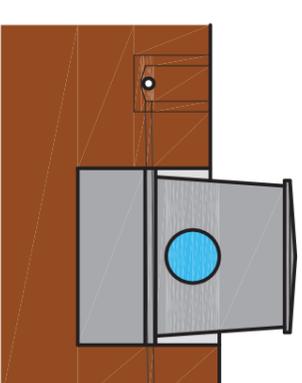
**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

Schnitt N - N Fortsetzung



Schnitt U - U



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlauboden**

PLANMANTL:  
**TRIEBWASSERWEG  
Bestand - Schnitt  
Druckrohrleitung - Verteilrohrleitung**

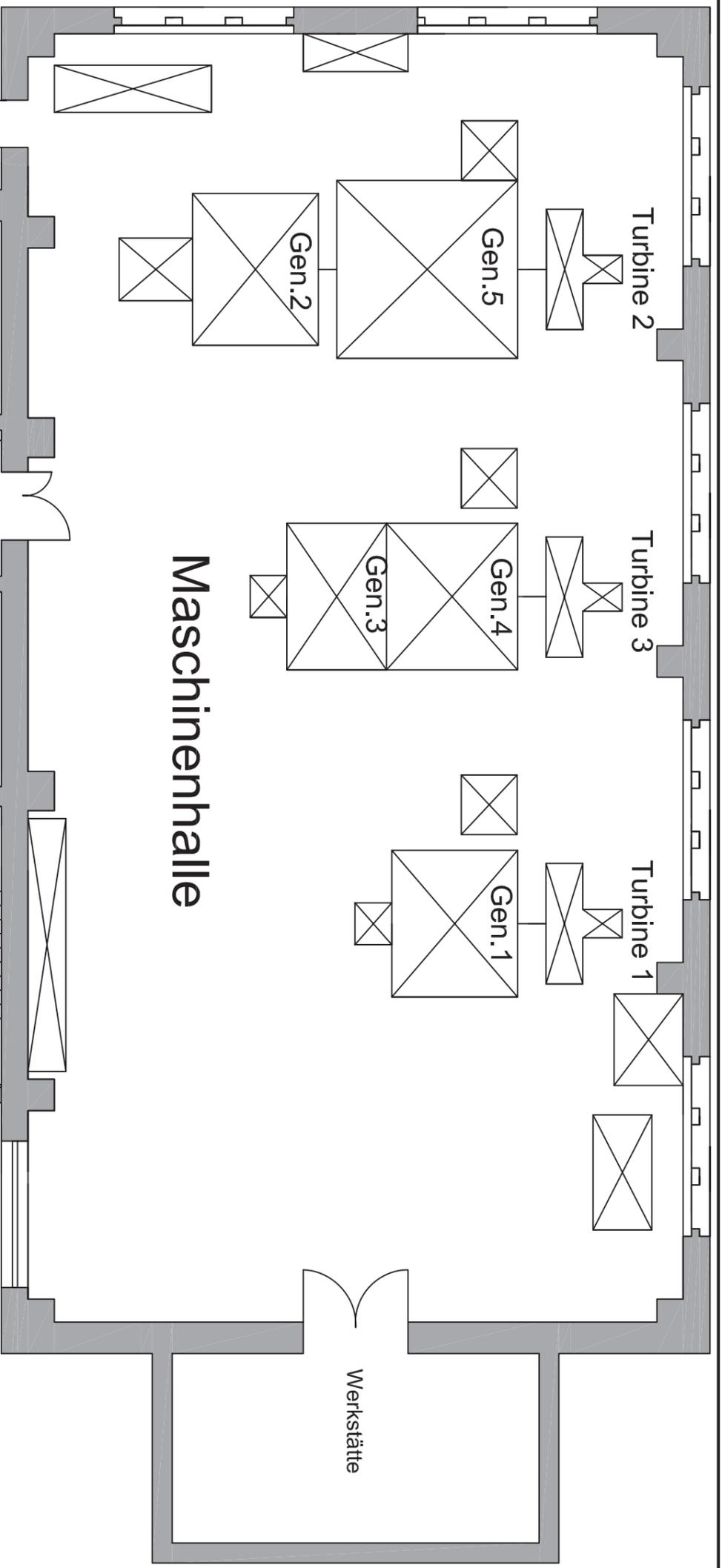
PROJEKTNUMMER: 16

MASSSTAB: 1 : 200

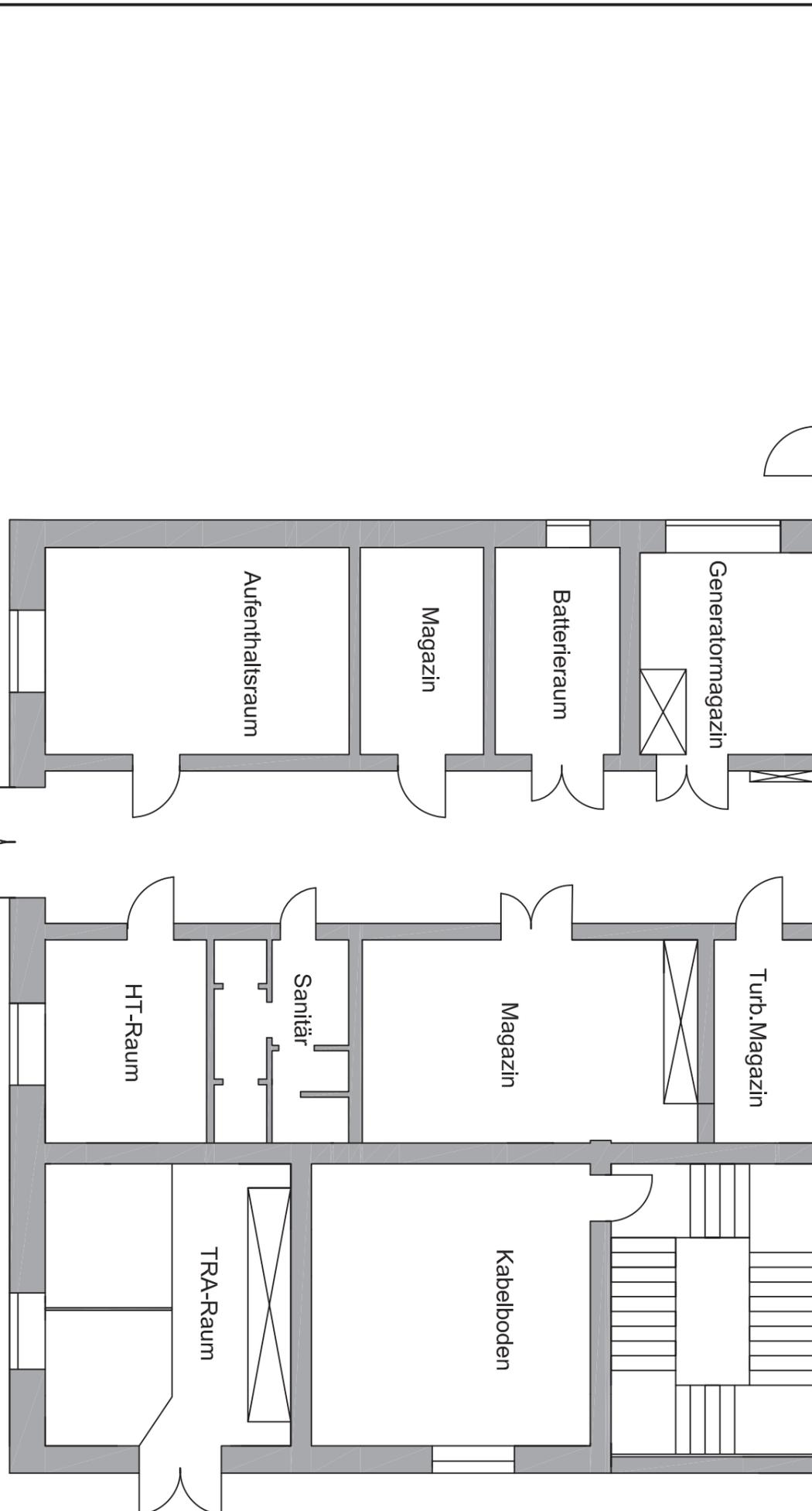
Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



## Maschinenhalle



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaufboden**

PLANNUMMER:  
**KRAFTHAUS ERLAUFBODEN  
Bestand - Grundriss  
Maschinenhalle - Erdgeschoss**

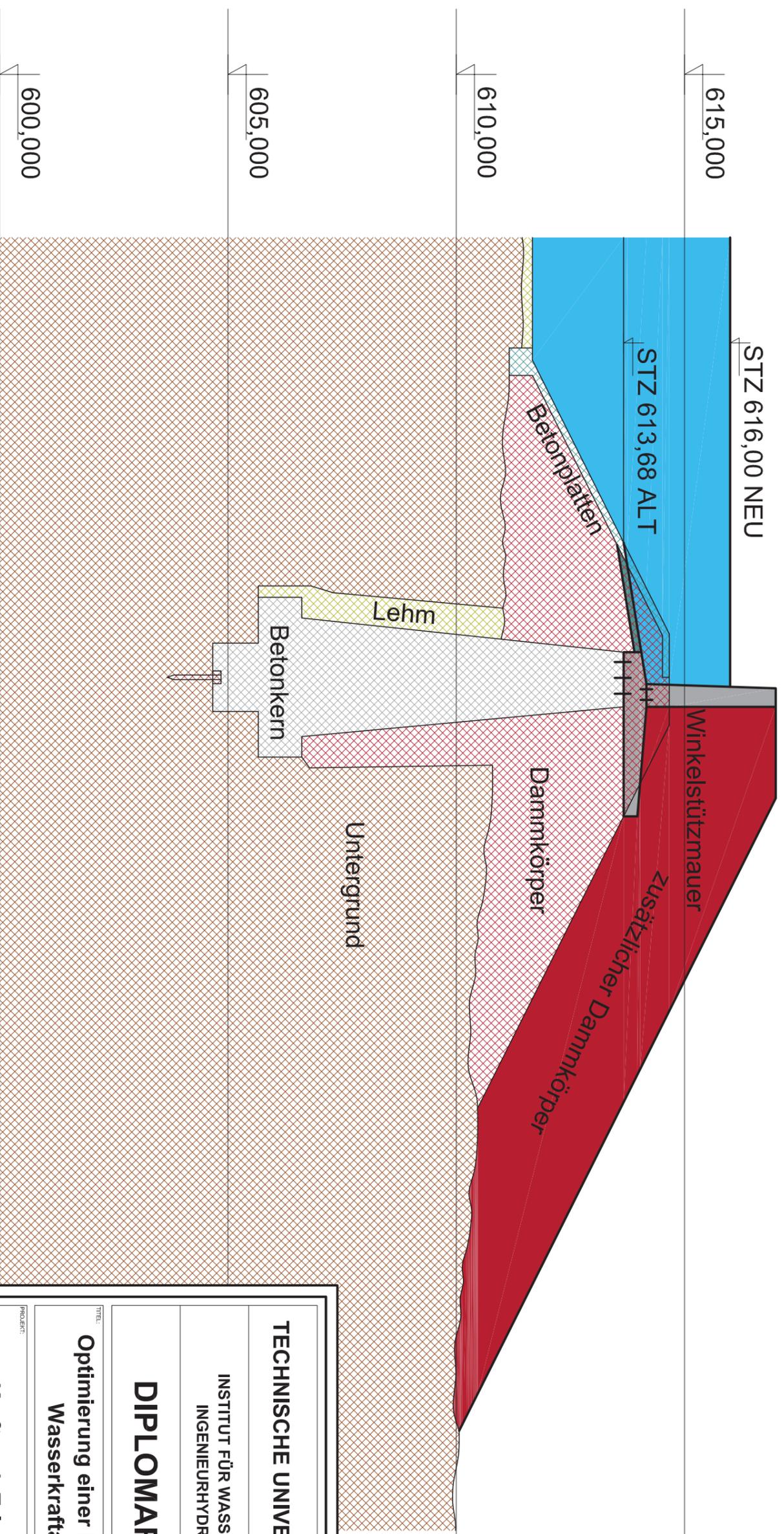
MASSSTAB:  
1 : 100

PLANNUMMER:  
17

Ausg.	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

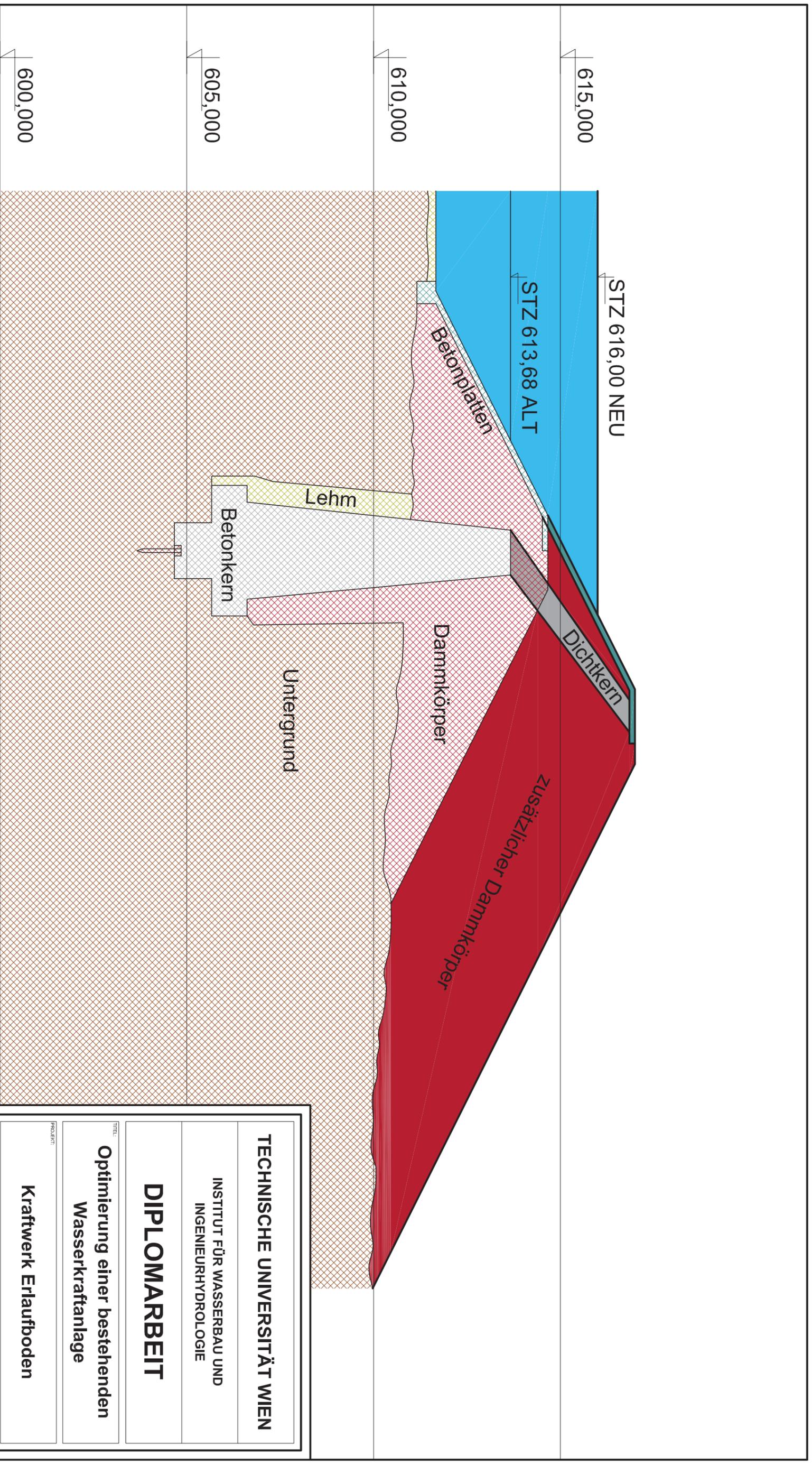
PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANHAFT:  
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Dammerhöhung - Variante 1**

MASSSTAB: 1 : 100 PLANNUMMER: 18

Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:

**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANHAFT:

**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Dammerhöhung - Variante 2**

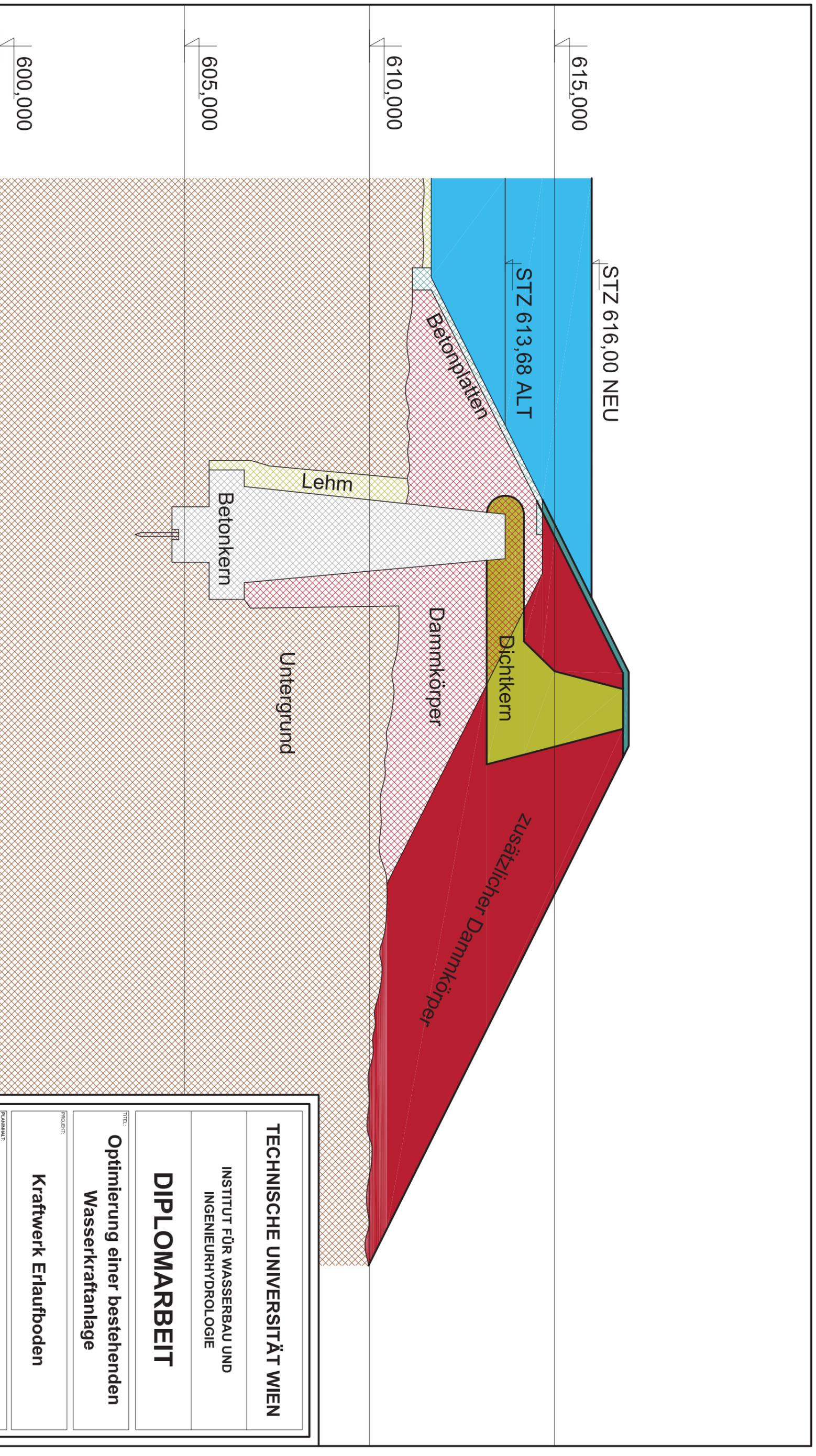
MASSSTAB: 1 : 100

PLANNUMMER: 19

Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**TITEL:**  
Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage

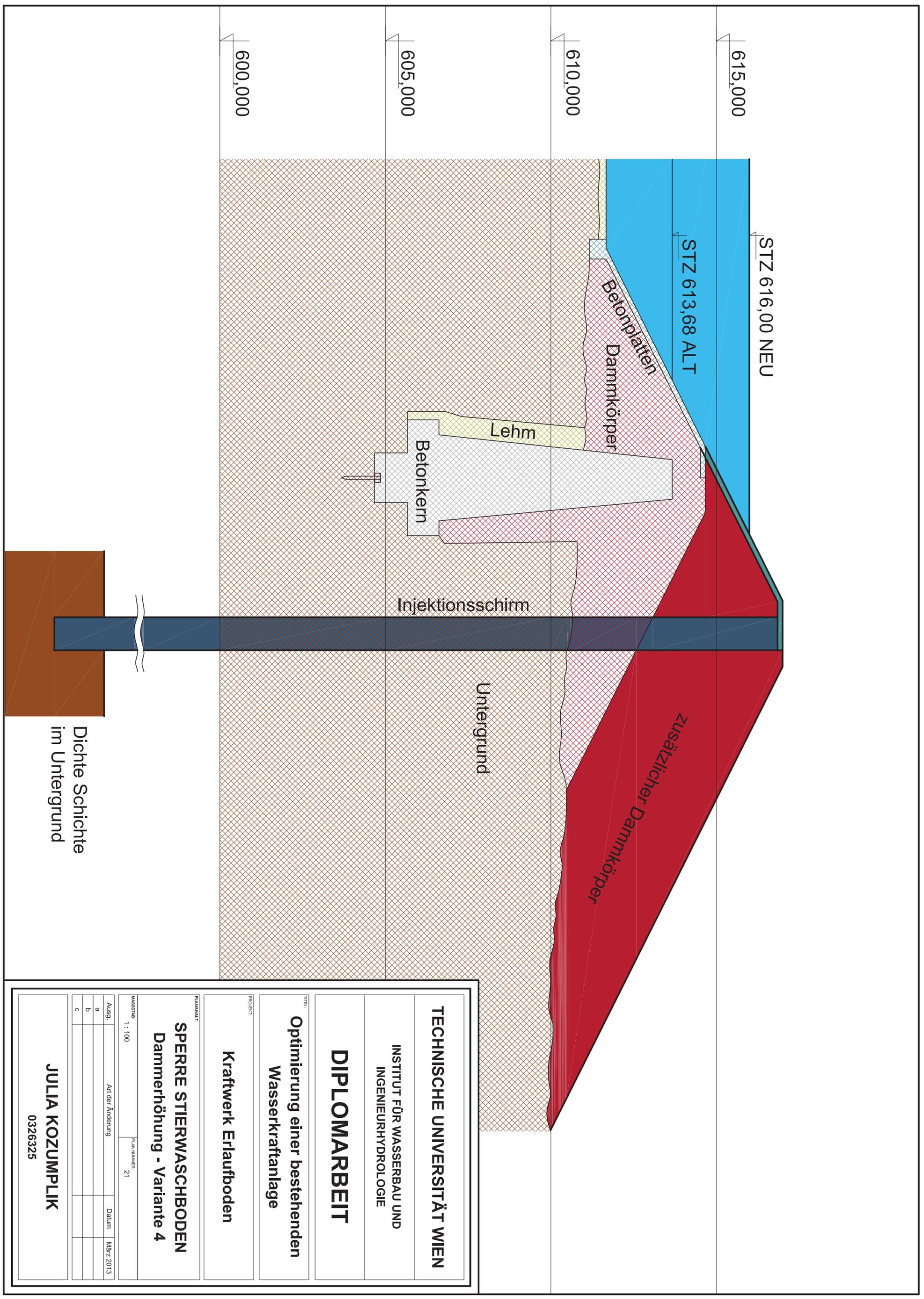
**PROJEKT:**  
Kraftwerk Erlaubboden

**PLANHAFT:**  
SPERRE STIERWASCHBODEN  
Dammerhöhung - Variante 3

**MASSSTAB:** 1 : 100 **PLANNUMMER:** 20

Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325



STZ 616,00 NEU

615,000

STZ 613,68 ALT

Betonplatten  
Dammkörper

610,000

Lehm

Betonkern

Injektionsschirm

Untergrund

Zusätzlicher Dammkörper

600,000

605,000

Dichte Schichte  
im Untergrund

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

**Kraftwerk Erlaubboden**

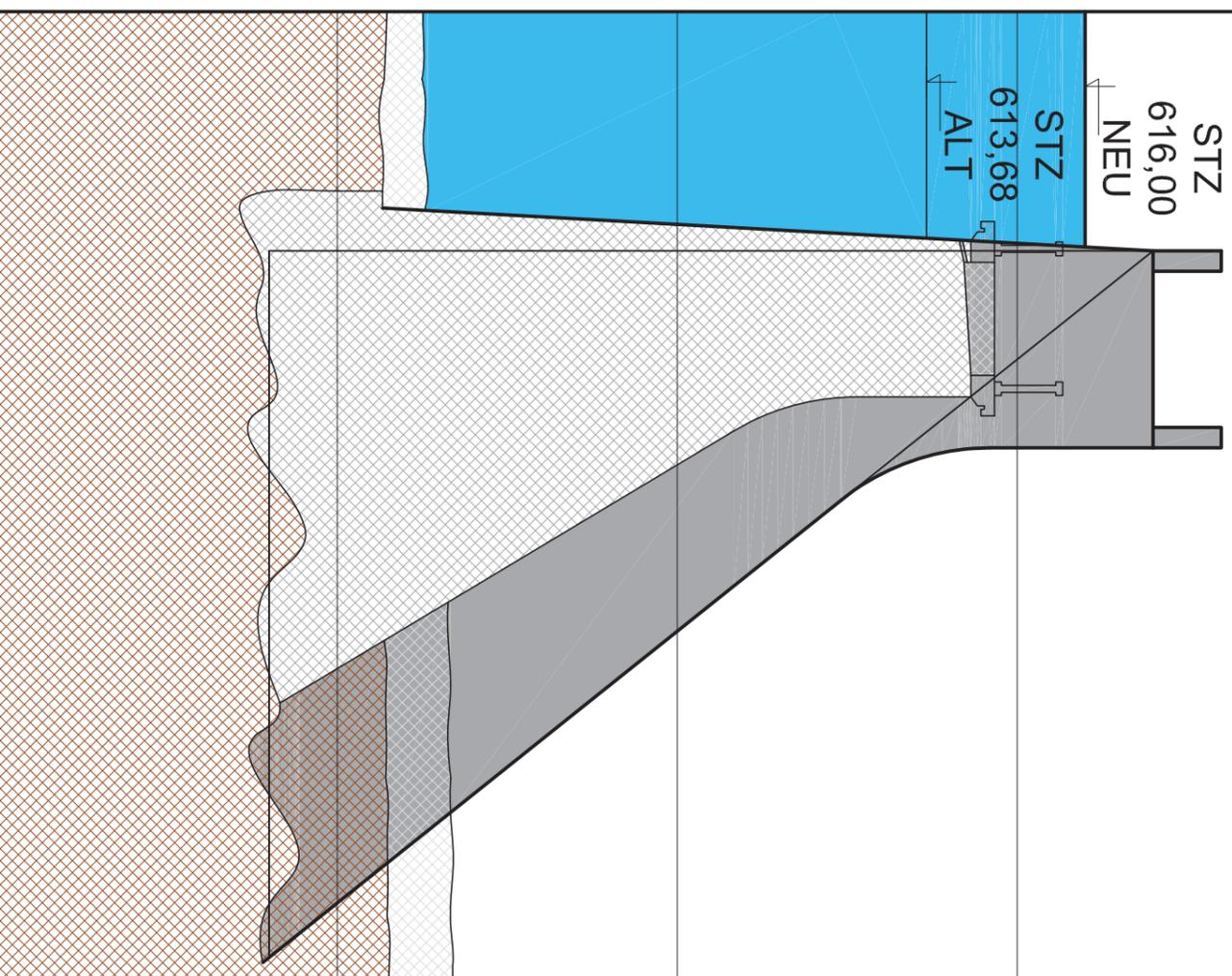
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Dammerhöhung - Variante 4**

PROJEKT: **SPERRE STIERWASCHBODEN**  
PLANNUMMER: 21

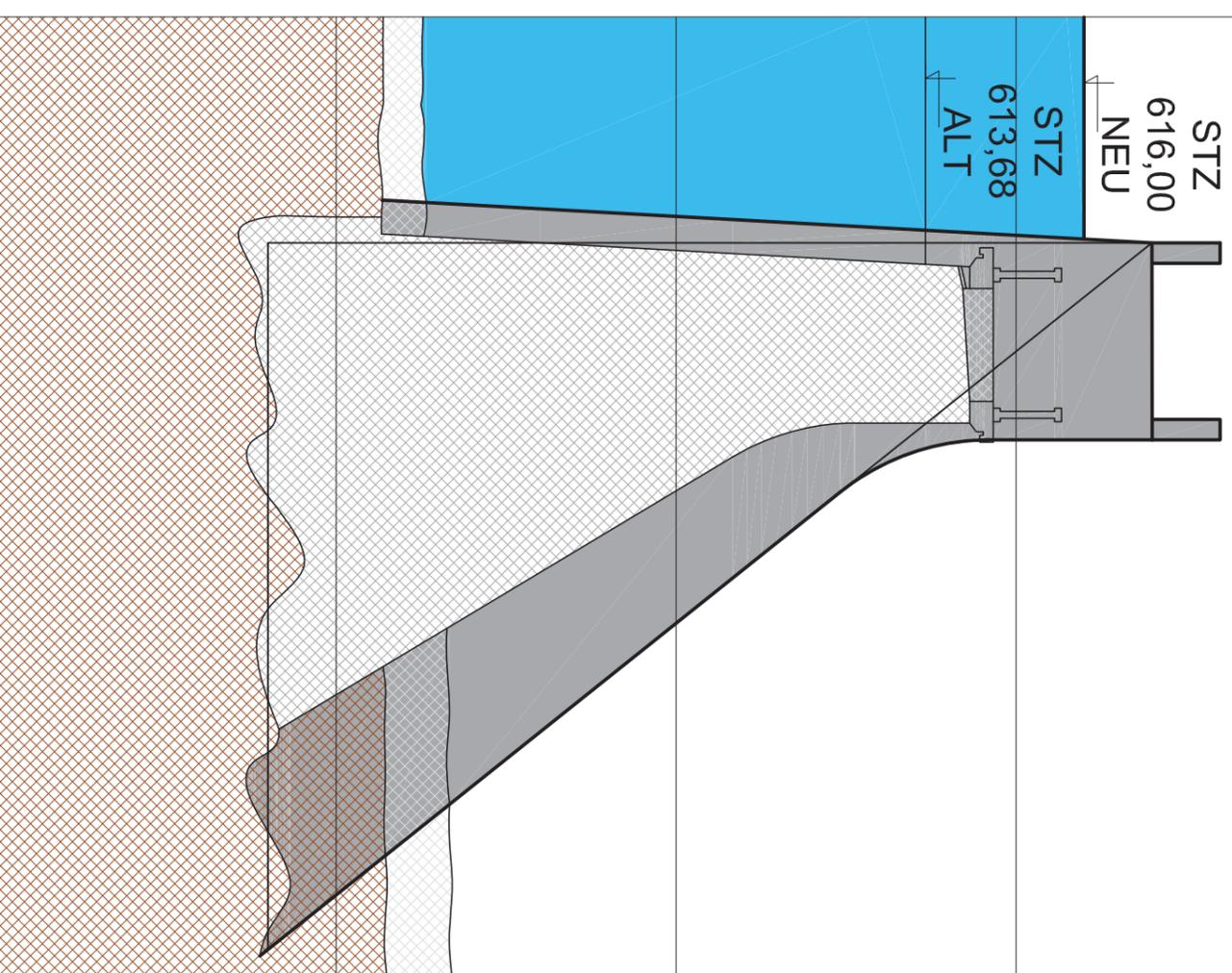
MASSTAB: 1 : 100	PLANNUMMER: 21		
Ausg. a	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325

# Variante 1



# Variante 2



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

PLANINHALT:  
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Mauererhöhung - Variante 1 + 2**

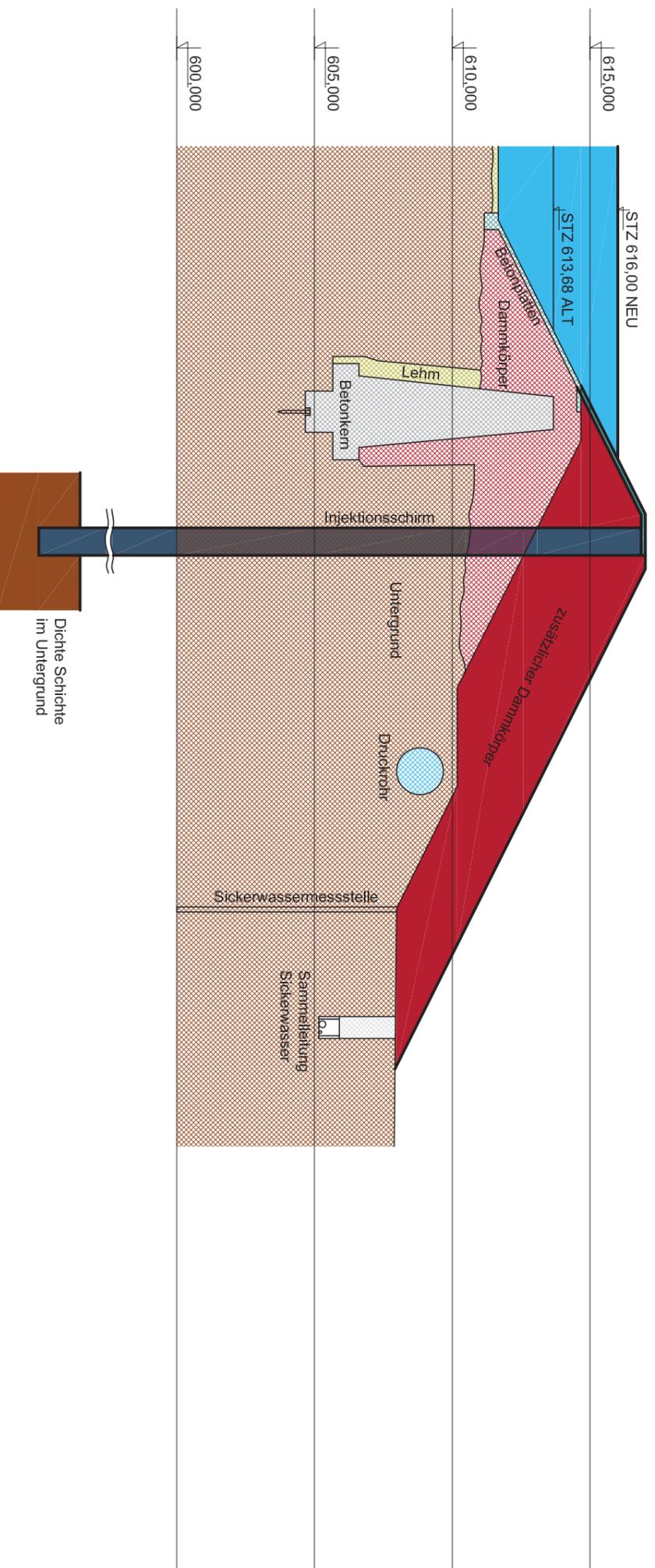
MASSSTAB: 1 : 100  
PLANNUMMER: 22

Ausg.	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

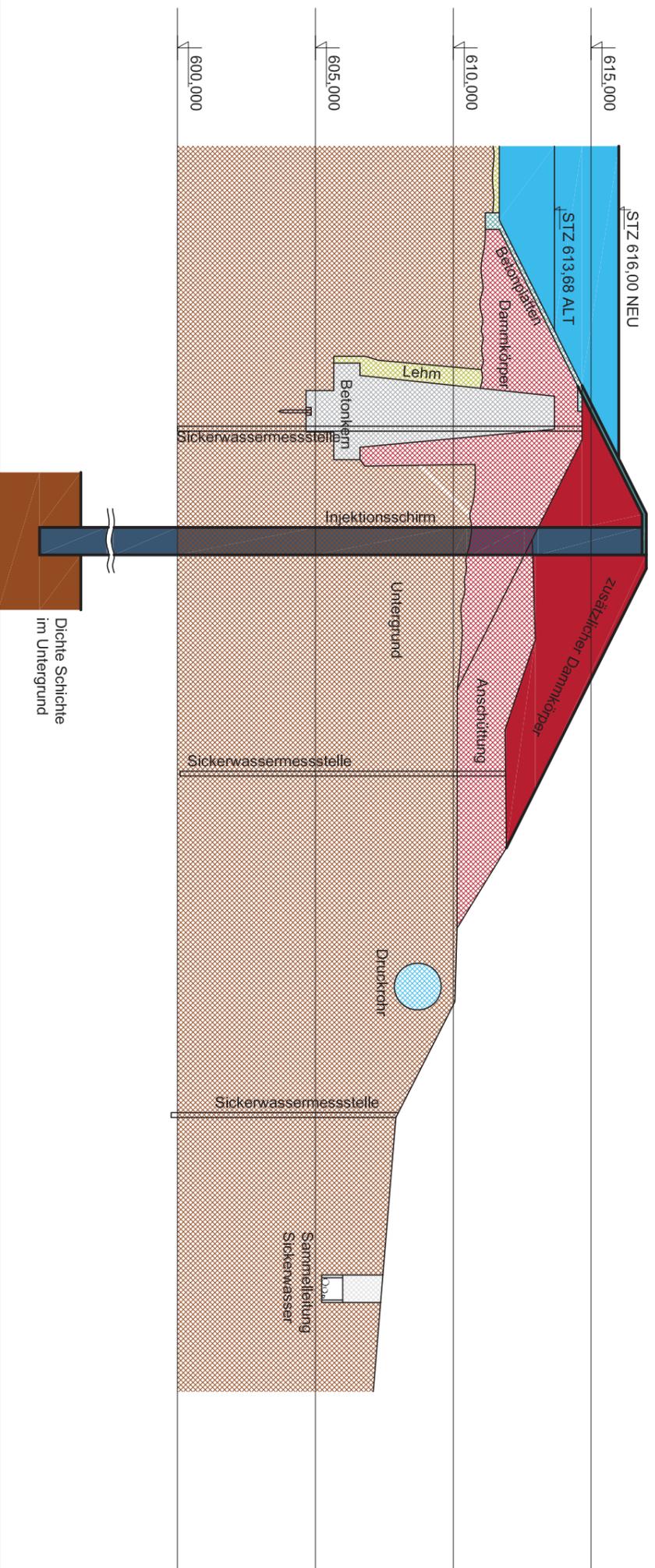
**JULIA KOZUMPLIK**

0326325

## Schnitt A - A



## Schnitt B - B



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

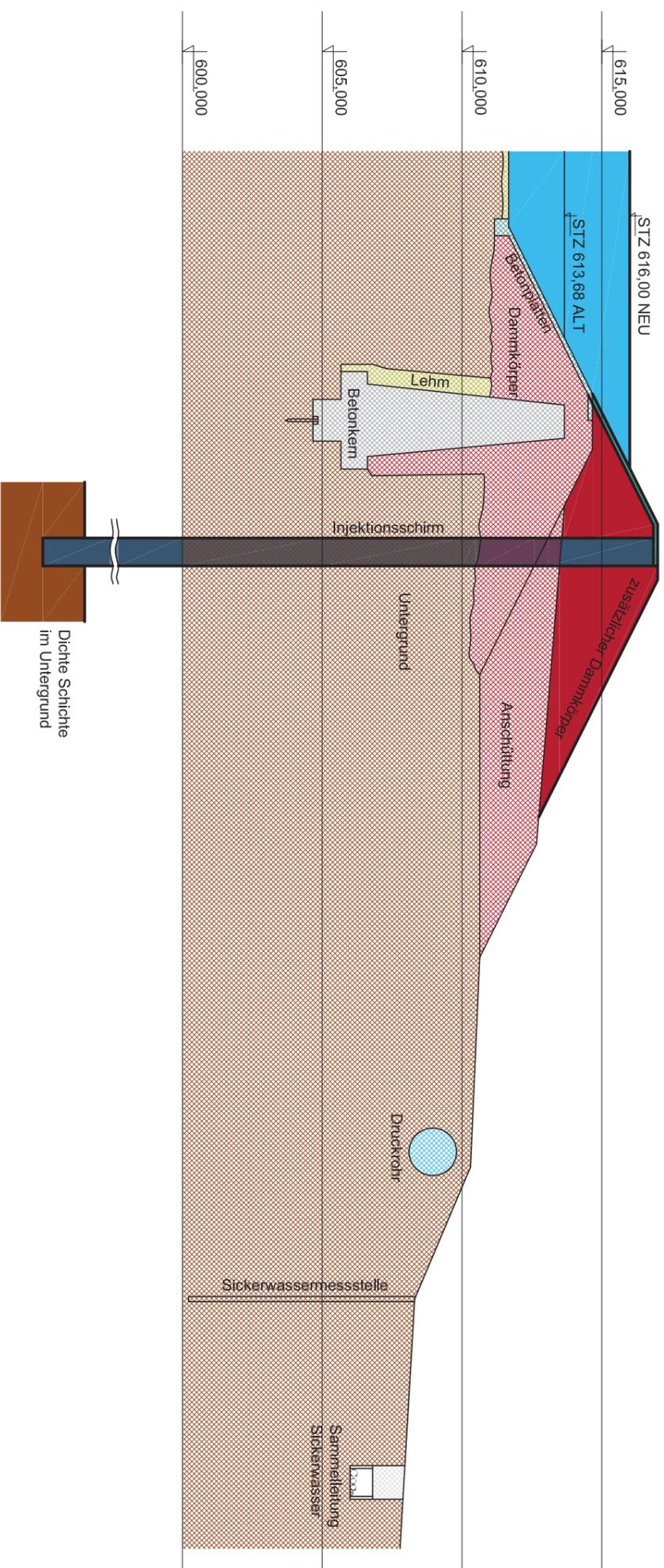
PROJEKT:  
**Kraftwerk Erlaubboden**

FAKULTÄT:  
**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Planung - Dammschnitte**

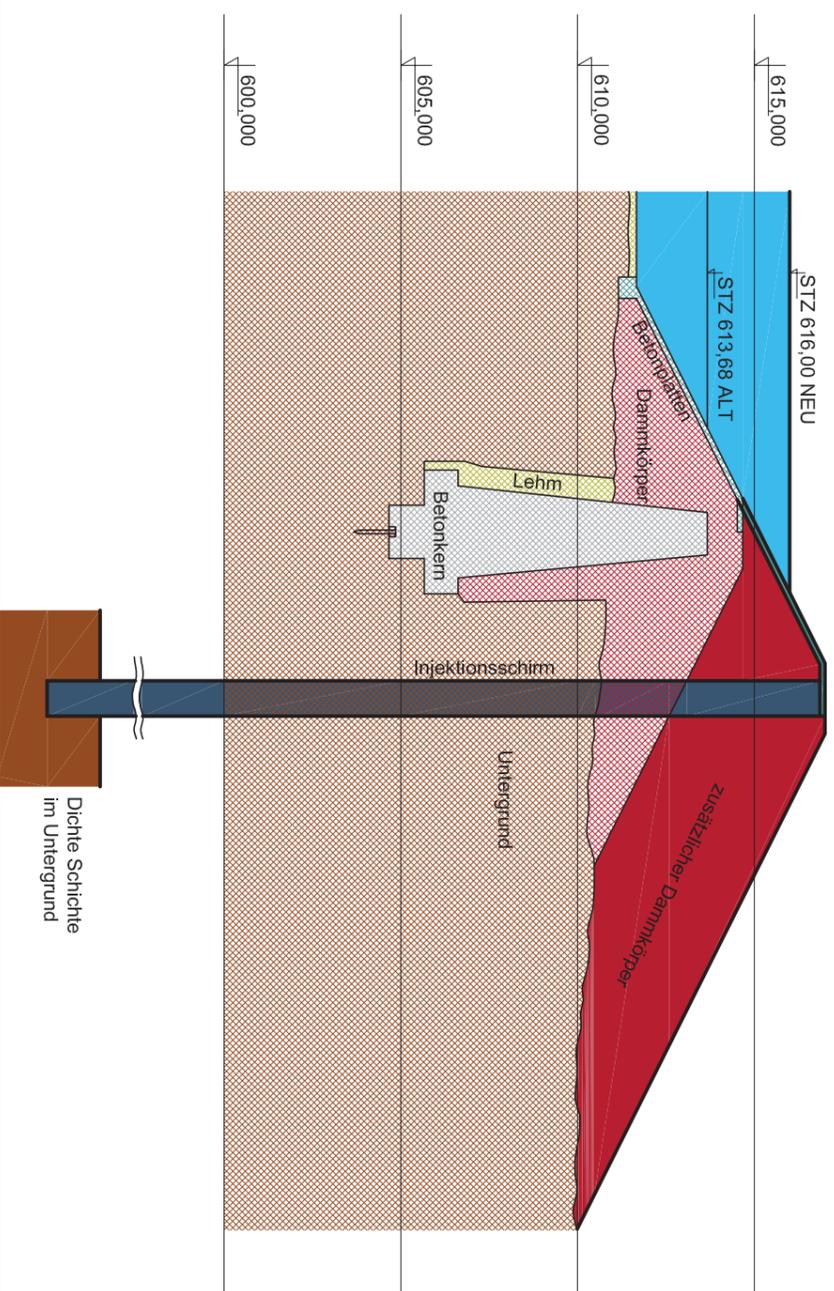
MASSSTAB	1 : 200	PLANNUMMER	23
Ausg.	Art der Änderung	Datum	März 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325

# Schnitt C - C



# Schemasschnitt



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

TITEL:  
**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

PROJEKT:

**Kraftwerk Erlaufboden**

PLANHAFT:

**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Planung - Dammschnitte**

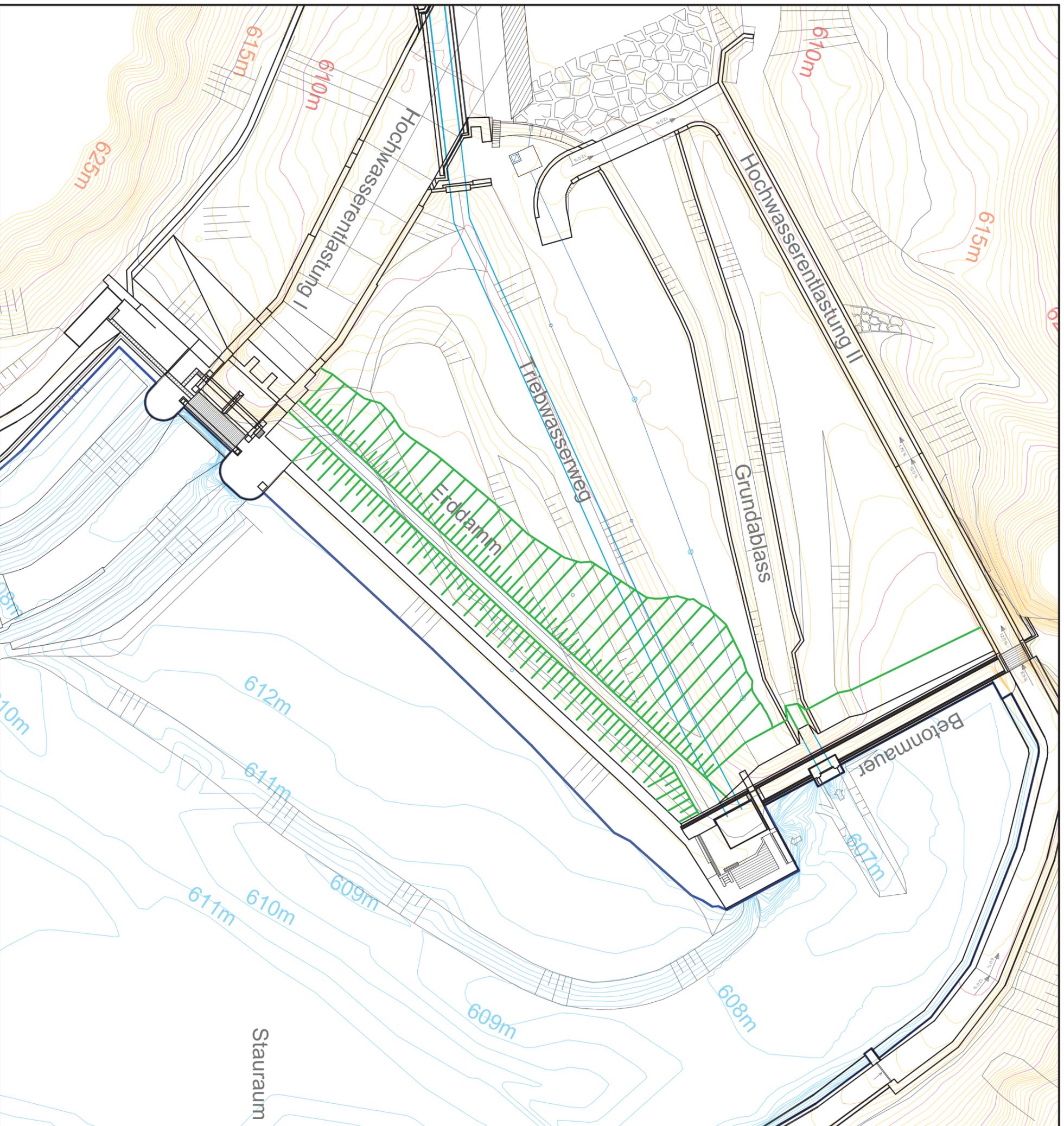
MASSSTAB: 1 : 200

PLANNUMMER: 24

Ausg.	Art der Änderung	Datum	Marz 2013
a			
b			
c			

**JULIA KOZUMPLIK**

0326325



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND  
INGENIEURHYDROLOGIE

**DIPLOMARBEIT**

**Optimierung einer bestehenden  
Wasserkraftanlage**

**Kraftwerk Erlaubboden**

**SPERRE STIERWASCHBODEN  
Sperrenerhöhung - Grundriss**

MASSSTAB: 1 : 500 PLANNUMMER: 25

Ausg.	Art der Änderung	Datum
a		März 2013
b		
c		

**JULIA KOZUMPLIK**  
0326325

