

**Autobahndirektion Südbayern**

**A8 Rosenheim – Salzburg,  
6-str. Ausbau  
Achenmühle – Bernauer Berg  
Unterlage 18.3**

**Untersuchungen zur Entwässerung  
im Entwässerungsabschnitt 8**

**Vorhabensträger:** Autobahndirektion Südbayern  
Seidlstraße 7 – 11  
80335 München

**Verfasser:** Dr. Blasy - Dr. Øverland  
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG  
Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee  
☎ 08143 / 997 100 info@blasy-overland.de  
📠 08143 / 997 150 www.blasy-overland.de

Planfestgestellt mit Beschluss  
der Regierung von Oberbayern  
Az.: 4354.32\_01-2-3  
München, 31.01.2024

gez.  
Deindl  
Regierungsdirektor



## **Verzeichnis der Unterlagen**

Erläuterungsbericht

Anlage 1: Ergebnisse der Konzentrationsberechnung

Anlage 2: Fotodokumentation Bärnsee

Anlage 3: Dimensionierung des Retentionsbodenfilters

Anlage 4: Schnitt durch den Retentionsbodenfilter

## Erläuterungsbericht

<b>1.</b>	<b>Vorhabensträger, Veranlassung und Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchung des Salzeintrags über ein Regenrückhaltebecken in den Bärnseegraben und den Bärnsee .....</b>	<b>2</b>
2.1	Vorgehensweise .....	2
2.2	Berechnung der Wasserbilanz für das Bärnsee- Einzugsgebiet .....	2
2.3	Auswertung der Daten zur Salzstreuung auf Autobahnen .....	4
2.4	Berechnung der Konzentrationen .....	6
2.5	Bewertung der Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen .....	8
<b>3.</b>	<b>Möglichkeiten zur Errichtung einer Versickerungsanlage .....</b>	<b>13</b>
3.1	Aufgabenstellung und Vorgehensweise .....	13
3.2	Ergebnisse der Untersuchungen .....	14
3.2.1	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse .....	14
3.2.2	Möglichkeiten zur Anordnung der Entwässerungsanlage .....	19
3.2.3	Konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlage .....	20
3.2.4	Vorläufige Dimensionierung der Versickerungsanlage .....	24
3.2.4.1	Ausgangsdaten und Bemessungsvoraussetzungen .....	24
3.2.4.2	Absetzbecken .....	25
3.2.4.3	Versickerungsbecken als Retentionsbodenfilter .....	26
<b>4.</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlung .....</b>	<b>29</b>

## **1. Vorhabensträger, Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Autobahndirektion Südbayern (ABDSB) plant, den Abschnitt Achenmühle bis Bernauer Berg der Bundesautobahn A8 Ost, Rosenheim - Salzburg von derzeit vier auf sechs Fahrspuren mit beidseitigem Standstreifen auszubauen. Der Ausbaubereich ist in mehrere Entwässerungsabschnitte (EA) unterteilt. Der EA 8 soll über ein Regenrückhaltebecken in den Bärnseeegraben entwässern, der nach kurzer Fließstrecke in den südlich der A8 gelegenen Bärnsee mündet.

Der Bärnseeegraben und der Bärnsee sind Teil des FFH-Gebiets DE 8240-302 „Bärnseemoor“, so dass geprüft werden muss, ob durch das Ausbauvorhaben eine erhebliche Beeinträchtigung des Gebiets in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen zu erwarten ist. Eine zu diesem Zweck erstellte FFH-Verträglichkeitsprüfung vom Oktober 2010 kommt zu dem vorläufigen Ergebnis, dass sich bei Realisierung der vorliegenden Planungen erhebliche Beeinträchtigungen nicht ausschließen lassen.

Der wesentliche Grund für die potenziellen Beeinträchtigungen der Lebensraumtypen und Arten des FFH-Gebiets wird darin gesehen, dass nach dem Ausbau der Autobahn und der geplanten Entwässerungsanlagen eine größere Menge an Streusalz als bisher in den Bärnsee eingetragen wird und dass es deshalb zu einer Anreicherung des Streusalzes im See und im Moorgebiet kommt. Eine derartige Anreicherung wird befürchtet, weil der See und das Moor nach einer vorläufigen Bewertung in der o.g. FFH-Verträglichkeitsprüfung nicht über einen oberirdischen Abfluss verfügen, so dass unterstellt wird, dass der erhöhte Streusalzeintrag von der Autobahn im Becken verbleibt und dadurch die Salzkonzentration allmählich ansteigt.

Der Hintergrund für diese Befürchtungen ergibt sich aus einer unvollständigen Beschreibung des Wasserhaushalts im See. Bei den klimatischen Bedingungen in Südbayern kommt es bereits bei reiner Betrachtung der Wasserfläche des Sees langfristig zu einer positiven Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung. Berücksichtigt man, dass dem tiefliegenden See auch noch Oberflächenwasser von angrenzenden Gebieten zuläuft, muss es zu einer Versickerung von Wasser über die Seesohle in den Untergrund kommen, falls der See tatsächlich keinen oberirdischen Abfluss hat. Anderenfalls würde der Seewasserspiegel immer weiter ansteigen. Das in Lösung gegangene Tausalz wird sowohl bei einem Oberflächenabfluss als auch bei der Versickerung aus dem See ausgetragen und gelangt schließlich in den Vorfluter des Einzugsgebiets (hier vermutlich die Prien). Ob es durch das geplante Vorhaben tatsächlich zu einer Steigerung der Salzkonzentration im Bärnsee kommt, die im FFH-Gebiet zu relevanten Beeinträchtigungen führt, hängt deshalb davon ab, welcher Wasseraustausch sich im See einstellt.

Andererseits muss der Eintrag von Tausalzen in das FFH-Gebiet immer als problematisch für die Realisierung des Vorhabens angesehen werden, so dass es grundsätzlich besser wäre, darauf zu verzichten. Im hier gegebenen Fall wäre das möglich, wenn die Entwässerung des Entwässerungsabschnitts 8 nicht über ein Regenrückhaltebecken mit Ableitung in einen Graben zum Bärnsee sondern statt dessen über ein Versickerungsbecken erfolgen könnte. Die Randbedingungen für die Anlage eines Versickerungsbeckens sind allerdings als schwierig einzustufen. Nach derzeitigem Kenntnisstand eignet sich der oberflächennahe Untergrund allenfalls sehr bedingt für die Anordnung und den Betrieb eines Versickerungsbeckens. Im Ergebnis einer detaillierten Betrachtung der Untergrund und Grundwasserhältnisse scheint der Bau einer Versickerungsanlage dennoch möglich zu sein, wenn statt

einer konventionellen Gestaltung eine aufwändigere Bauweise mit Bodenaustausch und Anschluss an versickerungsfähige Bodenschichten akzeptiert wird.

Unter diesen Voraussetzungen sind nähere Untersuchungen zweckmäßig, in deren Ergebnis eine geeignete konstruktive Gestaltung der Entwässerungsanlage festgelegt werden kann. Um eine ergebnisoffene Bewertung zu ermöglichen, wurden dabei folgende Aspekte betrachtet:

- ▷ Untersuchung und Bewertung des Salzeintrags über tausalzhaltiges Niederschlagswasser, das von der Autobahn in den Bärnseegraben und den Bärnsee abgeleitet wird,
- ▷ Untersuchung von Möglichkeiten zur Errichtung einer Versickerungsanlage anstelle des derzeit geplanten Regenrückhaltebeckens mit Ablauf in den Bärnseegraben.

## **2. Untersuchung des Salzeintrags über ein Regenrückhaltebecken in den Bärnseegraben und den Bärnsee**

### **2.1 Vorgehensweise**

Um zu untersuchen, ob der Salzeintrag über tausalzhaltiges Niederschlagswasser, das von der Autobahn über den Bärnseegraben in den Bärnsee gelangt, zu einer gefährdenden Salzkonzentration führt, wird in einem ersten Schritt mit Hilfe eines Wasserhaushaltsmodells eine langjährige Wasserbilanz des Bärnsees und dessen Einzugsgebiets erstellt. Zudem werden die Daten zur Salzstreuung auf der Autobahn analysiert, um typische mittlere Einträge im untersuchten Autobahnabschnitt zu ermitteln. Der Salzeintrag und die Konzentrationen werden schließlich über ein einfaches Bilanzierungsmodell auf Basis der ermittelten Salzeinträge und der Zu- und Abflüsse im Bärnsee-Einzugsgebiet berechnet und anschließend bewertet.

### **2.2 Berechnung der Wasserbilanz für das Bärnsee- Einzugsgebiet**

Mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells WaSiM-ETH<sup>1</sup> wird eine einfache Wasserbilanz für das Einzugsgebiet des Bärnsees erstellt.

Austauschvorgänge zwischen dem Seewasser und dem Grundwasser werden dabei zur Vereinfachung der Betrachtung und mangels belastbarer Daten nicht berücksichtigt.

Mit Hilfe des zur Verfügung gestellten DGM 2 wurde das oberflächliche Einzugsgebiet des Bärnsees abgeleitet. Dabei ergibt sich eine Einzugsgebietsgröße von 1,9 km<sup>2</sup>. Das Einzugsgebiet ist in der Karte rot dargestellt (Abbildung 2.1). Aus Karten wurden Boden- und Landnutzungsdaten abgeleitet.

---

<sup>1</sup> Schulla, J. and Jasper, K.: Model Description WASIM-ETH (WaterBalance Simulation Model ETH), ETH-Zürich, Zürich, 2001

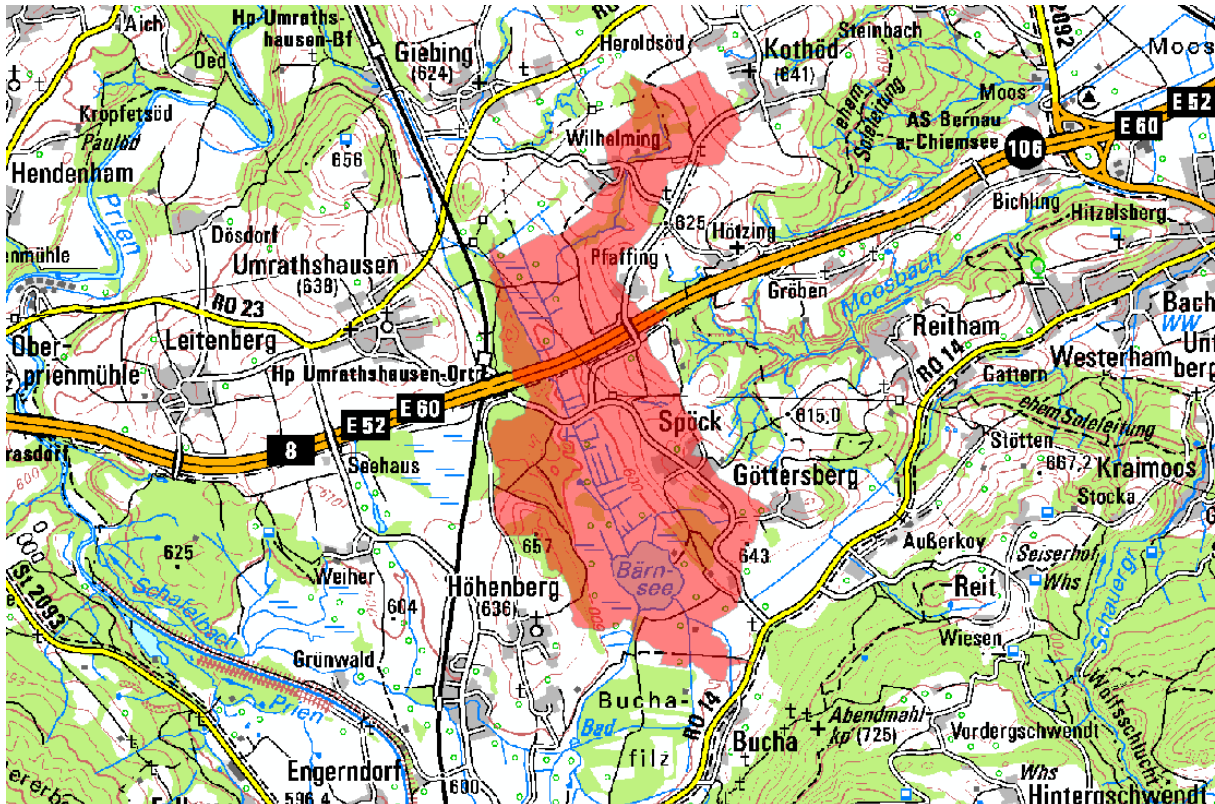


Abbildung 2.1: Einzugsgebiet des Bärnsees

Als Inputdaten für die Berechnungen stehen Niederschlagsdaten für die Station Frasdorf (Messzeitraum 1931-2005) und Temperaturdaten für die Station Axdorf (Messzeitraum 1971-2004) zur Verfügung. Zwar liegt die Station Axdorf nicht in unmittelbarer Nähe zum Bärnsee, jedoch ist davon auszugehen, dass die mittleren Temperaturen aufgrund der ähnlichen Höhenlage gut vergleichbar sind.

Beide Zeitreihen liegen in einer Auflösung von 24 h vor, so dass entsprechend in Tages-schritten simuliert wurde. In den Niederschlagsdaten tritt eine Datenlücke vom 01.01.1995 – 31.05.1995 auf. Um eine kontinuierliche Simulation ohne jahreszeitlichen Sprung zu ermöglichen, wurde deshalb das gesamte Jahr 1995 in den Simulationen ausgespart. Somit konnte eine Simulation für den Zeitraum 1.10.1971 – 30.06.2004 durchgeführt werden.

Die Berechnung der potentiellen Verdunstung erfolgt im Modell nach dem Ansatz von Hamon, für den die Angabe der Temperatur ausreichend ist, nach folgender Formel:

$$ETP = 0,1651 \times f_i \times H_d / 12 \times \frac{216 \times e_s}{T + 273,3}$$

mit	$f_i$	empirischer Faktor, monatsweise (siehe Tabelle unten)
	$H_d$	Tageslänge [h]
	$e_s$	Sättigungsdampfdruck bei Temperatur T [hPa]
	$T$	Temperatur [°C]

Die Korrekturfaktoren  $f_i$  sind aus folgender Tabelle zu entnehmen. Sie beruhen auf Berechnungen für die Nordschweiz, so dass davon ausgegangen wird, dass sie mit den Verhältnissen im Untersuchungsgebiet vergleichbar sind.

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
$f_i$	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,5

Die Berechnungsergebnisse zeigen einen mittleren jährlichen Niederschlag von  $1535 \pm 199$  mm, eine mittlere jährliche Verdunstung von  $410 \pm 28$  mm sowie eine jährliche mittlere Abflussspende über das Einzugsgebiet des Bärnsees von  **$919 \pm 175$  mm**. Diese Abflussspende entspricht einem mittleren Zufluss in den Bärnsee von **57 l/s**. Dabei beträgt der Anteil des Zuflusses aus dem Bärnseegraben 68,5 %, der Anteil des Zuflusses in den Bärnsee, der nördlich der Autobahn zufließt, beträgt 34 %.

Die mittleren monatlichen Werte dieser drei Wasserbilanzglieder mitsamt der Standardabweichung zeigt Abbildung 2.2.

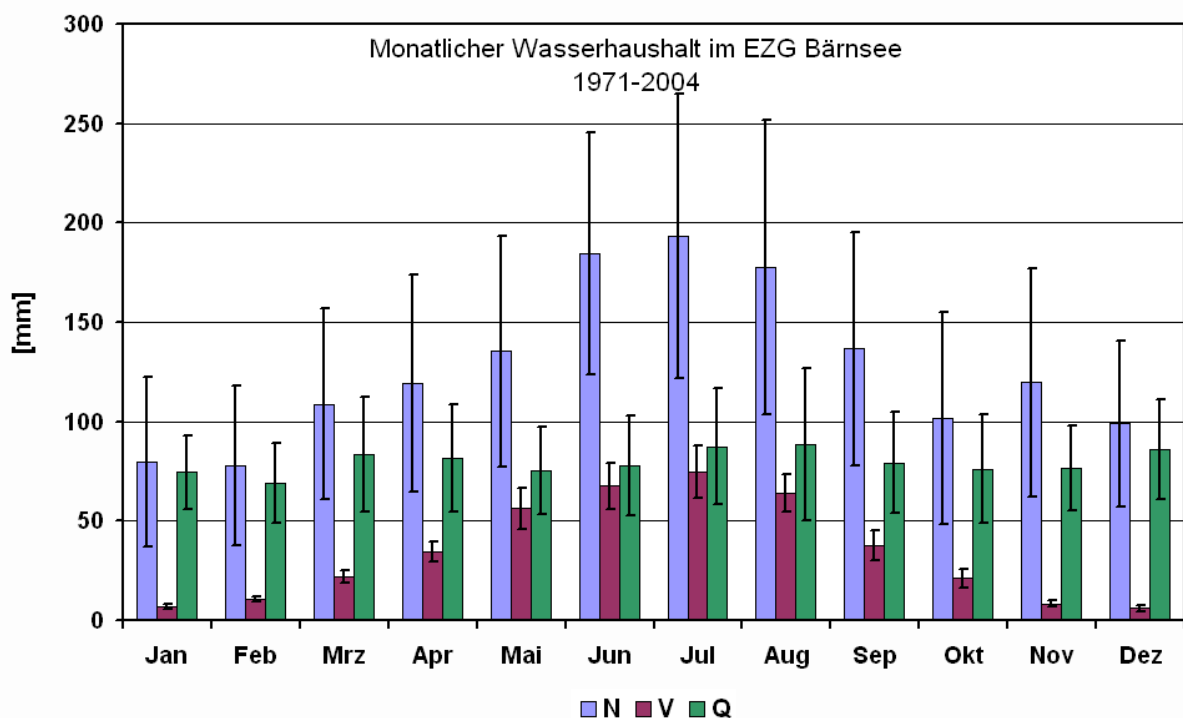


Abbildung 2.2: Monatliche Wasserhaushaltsbilanz des Bärnsee Einzugsgebietes für den Zeitraum 1971-2004

## 2.3 Auswertung der Daten zur Salzstreuung auf Autobahnen

Zur Abschätzung der erwarteten Ausbringungsmenge an Streusalz werden die Werte verwendet, die die Studie zur FFH-Verträglichkeitsprüfung „A8 Rosenheim Salzburg, Sechsstreifiger Ausbau Achenmühle – Bernauer Berg“ des Büros Horstmann + Schreiber (Oktober 2010) anführt. Demnach werden nach Auskunft der Autobahnmeisterei Rosenheim / Holzkirchen im untersuchten Autobahnabschnitt. 33,8 t pro Streckenkilometer und Streusaison ausgebracht. Dabei geht in der Studie die ABDSB von einer Zunahme von 50 % durch die Vergrößerung der Autobahn (einschließlich beidseitigem Standstreifen) aus.

Eine exakte Auswertung über die Anzahl der Streueinsätze mit den zugehörigen klimatischen Verhältnissen ist nicht vorhanden. Daher wurde ein Ansatz gewählt, bei dem es an den Tagen zum Streusalzeinsatz kommt, wenn gleichzeitig die Temperatur  $< 3^{\circ}\text{C}$  liegt und Niederschläge (Regen oder Schnee) verzeichnet werden. Dabei kommt es in der zur Verfügung stehenden Zeitreihen von Temperatur und Niederschlag zu durchschnittlich **38 Einsatztagen pro Jahr**.

Es werden zwei Varianten für den Planungszustand berechnet: Einmal für die Entwässerung beider Fahrbahnen und in einer zweiten Variante nur die einer Fahrbahn.

Demnach werden folgende Autobahnflächen im Istzustand und im Planungszustand in den Bärnseegraben entwässert:

▷ **Istzustand:**

Der südliche Fahrbahnstreifen entwässert über einen Abschnitt von ca. 350 m zum Mittelstreifen hin. Dort wird er über ein Rohr (Durchmesser: 50 cm) gefasst und in den Bärnseegraben geleitet. Aus einer Fahrbahnbreite inklusive Seitenstreifen von 11m ergibt sich eine Fläche von 3850 m<sup>2</sup>.

▷ **Planungszustand Variante 1:**

Der entwässerte Streckenabschnitt zwischen den beiden Hochpunkten bei Km 75+049 und 73+954 beträgt 1,095 km. Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets beträgt 4,23 ha, davon sind 3,4 ha versiegelt.

▷ **Planungszustand Variante 2:**

Der entwässerte Streckenabschnitt zwischen den beiden Hochpunkten bei Km 75+049 und 73+954 beträgt 1,095 km. Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets beträgt 2,115 ha, davon sind 1,7 ha versiegelt.

Erfahrungsgemäß können Driftverluste von 20 % angesetzt werden, d.h., von der ausgebrachten Salzmenge (NaCl) gelangen ca. 80 % über das Fahrbahnwasser zur Versickerung.

Zusätzlich soll berücksichtigt werden, dass im Planzustand offenerporiger Asphalt verwendet wird. Für diesen muss eine Erhöhung des Streusalzbedarfs um bis zu 30 % berücksichtigt werden.

Nach der Salzlösung im Niederschlagswasser stellen die Chlorid-Ionen den für eine mögliche Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums relevanten Anteil dar. Der Massenanteil der Cl<sup>-</sup>-Ionen an der Gesamtsalzmenge beträgt entsprechend dem Atomgewichtsverhältnis ca. 60 %.

Daraus ergibt sich folgende Eintragsmenge an Chlorid pro Einsatztage für die Einzugsgebiete im Ist- und Planungszustand:

▷ **Istzustand:**

$$33,8 \text{ t/km} * 0,35 \text{ km} * 0,5 * 0,8 * 0,6 / 38 \text{ Einsatztage} = 0,075 \text{ t/ Einsatztage}$$

▷ **Planzustand, Variante 1:**

$$33,8 \text{ t/km} * 1,095 \text{ km} * 1,5 * 0,8 * 0,6 * 1,3 / 38 \text{ Einsatztage} = 0,912 \text{ t/Einsatztage}$$

▷ **Planzustand, Variante 2:**

$$33,8 \text{ t/km} * 1,095 \text{ km} * 0,75 * 0,8 * 0,6 * 1,3 / 38 \text{ Einsatztage} = 0,456 \text{ t/Einsatztage}$$



## 2.4 Berechnung der Konzentrationen

Die Berechnung der Konzentrationen erfolgt über ein einfaches Modell zur Bilanzierung der Volumina und Konzentrationen aller Zu- und Abflüsse. Die beiden Grafiken in Abbildung 2.3 und Abbildung 2.4 zeigen die Schemata der Volumen- und Konzentrationsberechnungen für den Istzustand und den Planungszustand. Eine Änderung in der Konzentration wird dabei wie folgt berechnet:

$$C_{\text{mix}} = (c_1 \cdot V_1) + c_2 \cdot V_2 / (V_1 + V_2)$$

Die Berechnung erfolgt in Tagesschritten. Die Zuflüsse zum Bärnsee und Bärnseegraben werden dem Wasserhaushaltsmodell entnommen. Die Volumen der Zuflüsse aus der Autobahn werden aus dem Niederschlag, der Fläche der Einzugsgebiete sowie eines konstanten Abflussbeiwertes von 0,9 ermittelt.

Zusätzlich werden für die Berechnungen folgende Annahmen getroffen:

- ▷ Nach Angaben des Verzeichnisses der Seen vom Landesamt für Wasserwirtschaft aus dem Jahr 1982 besitzt der Bärnsee ein Volumen von 0,148 hm<sup>3</sup>.
- ▷ Es wird angenommen, dass der Abfluss aus dem Bärnsee gleich dem Zufluss ist. Dabei wird zur Berücksichtigung einer gewissen Retentionswirkung des Sees für den Abfluss der Zufluss des Vortages verwendet (Istzustand:  $V_{6,t} = V_{3,t-1} + V_{4,t-1}$ , Planzustand:  $V_{8,t} = V_{5,t-1} + V_{6,t-1}$ ).
- ▷ Das Volumen des Bärnsees ermittelt sich aus dem Volumen des Vortages, und den Zufluss und Abfluss des Berechnungstages (Istzustand:  $V_{5,t} = V_{5,t-1} + V_{3,t} + V_{4,t} - V_{6,t}$ ). Analog wird die Berechnung des Volumens des RRB für den Planungszustand durchgeführt.
- ▷ Die Konzentration des Bärnsees ergibt sich aus der Konzentration des Bärnsees am Vortag und den Zuflüssen am Berechnungstag. Analog wird die Konzentration am RRB für den Planzustand berechnet.
- ▷ Der Drosselabfluss am RRB wird auf 10l/s festgelegt. Das maximale Abflussvolumen aus dem Becken ist pro Tageszeitschritt auf das entsprechende Volumen beschränkt (864 m<sup>3</sup>). Wird dieses Volumen nicht erreicht, fließt nur das zu diesem Zeitschritt im RRB befindliche Volumen bis zu einem Mindestvolumen von 100 m<sup>3</sup> ab (keine komplette Leerung des Beckens).
- ▷ Die Konzentration des Abflusses aus dem Bärnsee ist gleich der des Bärnsees.
- ▷ Die Konzentration des Abflusses aus dem RRB ist gleich der des RRB.
- ▷ Für die natürlichen Zuflüsse des Bärnsees, der Ausgangsbelastung des Bärnsees sowie für die Zuflüsse der Autobahn an Tagen ohne Salzstreuung werden mangels verfügbarer Messdaten NaCl-Konzentrationen von 5 mg/l angesetzt (entspricht Konzentrationen unbelasteter Gewässer).
- ▷ An Tagen mit Streueinsatz werden die Konzentrationen anhand der beiden oben genannten Annahmen für Salzmengen pro Einsatztag errechnet.

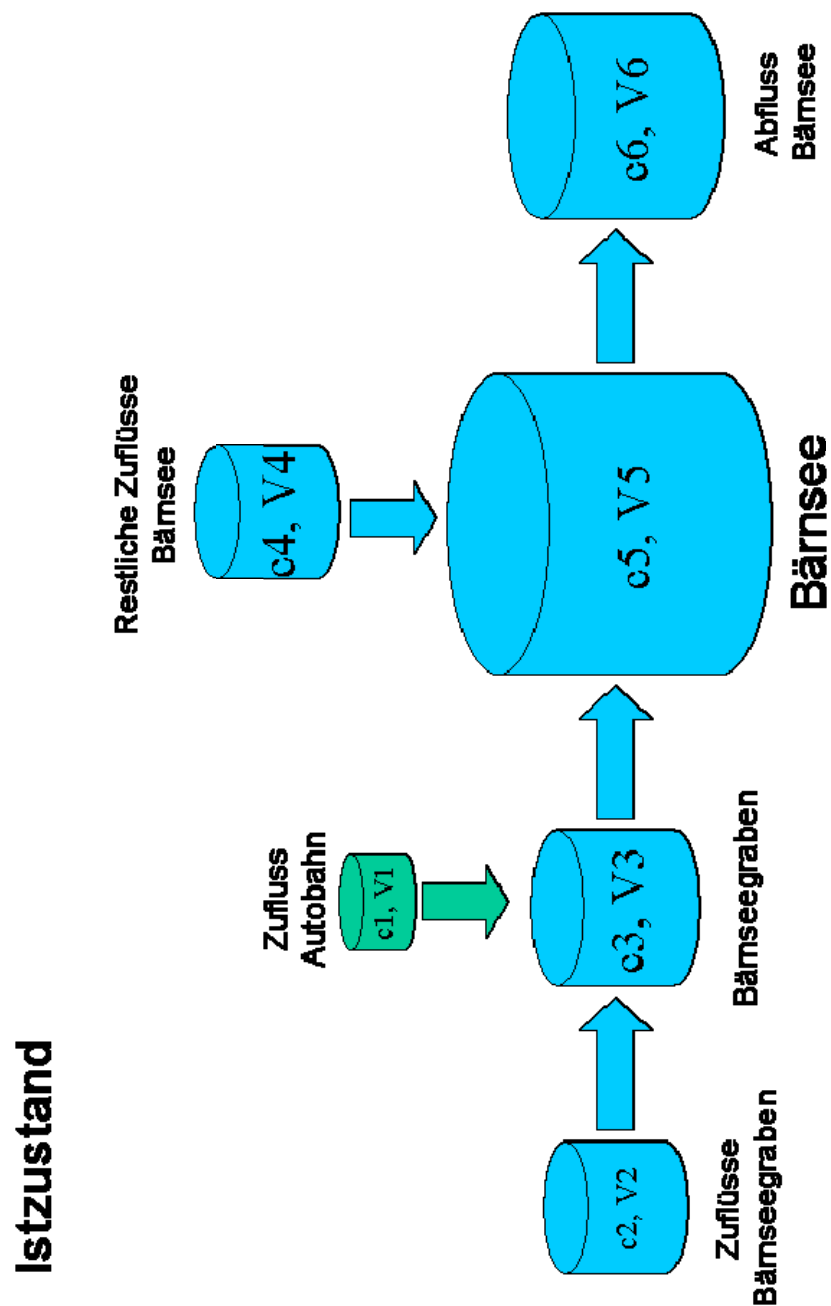


Abbildung 2.3: Volumen- und Konzentrationsberechnung Istzustand

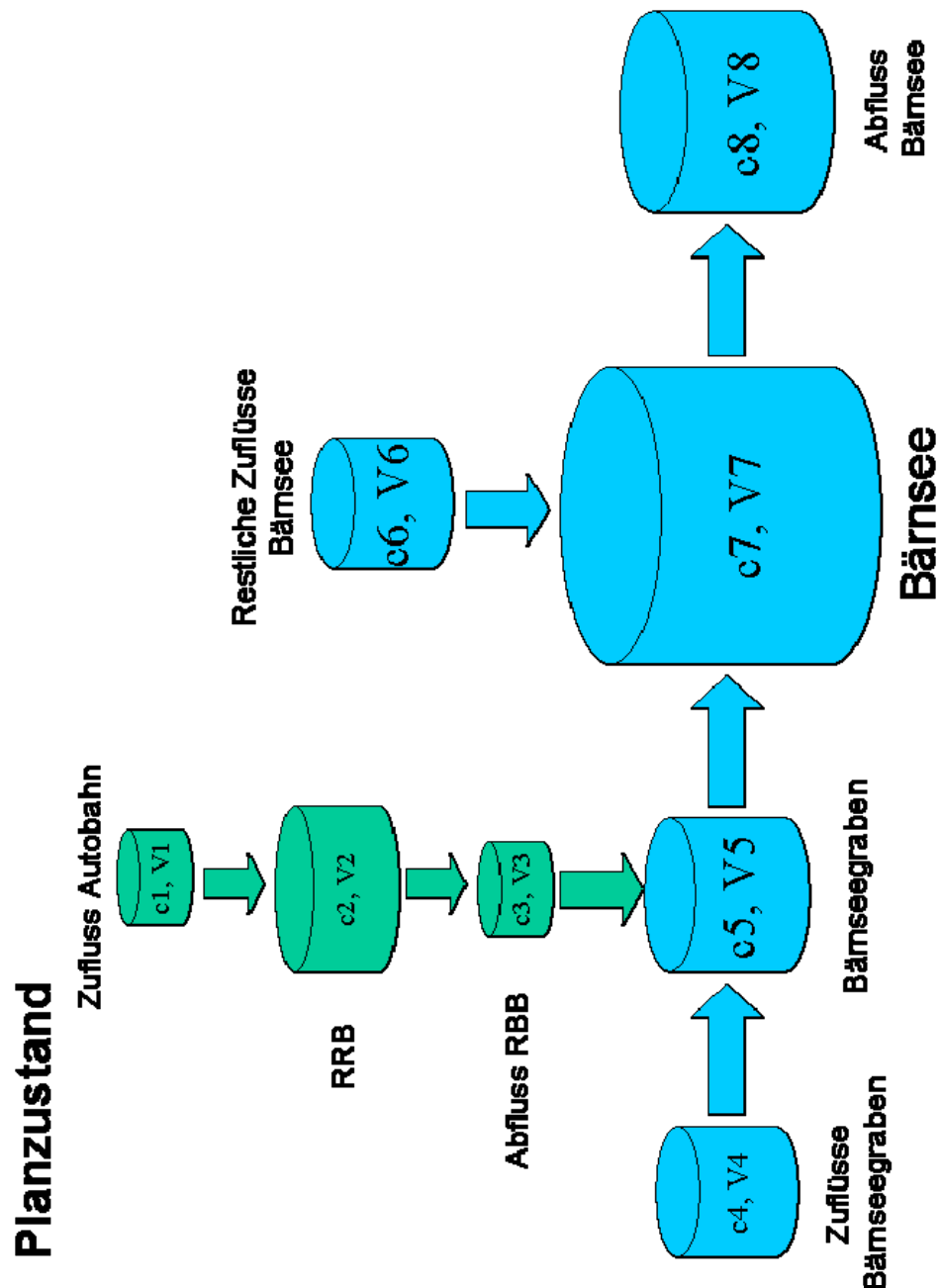


Abbildung 2.4: Volumen- und Konzentrationsberechnung Planzustand

## 2.5 Bewertung der Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen

In der Tabelle 2.1 sind als Ergebnis der Konzentrationsberechnungen die Anzahl der Tage im gesamten Simulationszeitraum bzw. im mittleren Jahr aufgeführt, in denen bestimmte Chlorid-Konzentrationen im Bärseegraben oder im Bärsee im Tagesmittel überschritten werden.

Weitere Ergebnisse mit Tabellen zu mittleren und maximalen monatlichen Konzentrationswerten für den Bärsee und den Bärseegraben im Istzustand und die beiden Varianten des Planungszustand sind in der Anlage 1 zu finden.

Darin ist zu sehen, dass es im Jahresverlauf zu einer Erhöhung der Salzkonzentration kommt, die aber im Sommerhalbjahr wieder kontinuierlich abgebaut wird. Daher ist auch nicht mit einer sukzessiven Aufsalzung des Bärnsees im Laufe der Jahre zu rechnen. Es ist zudem anzumerken, dass schon jetzt im Istzustand eine gewisse Salzbelastung im Bärnsee durch die Autobahn über die Zuleitung des Bärnseegrabens besteht, so dass ein vollständiger natürlicher Zustand nicht gegeben ist.

Im Planzustand werden durchschnittlich im Bärnseegraben an 9,7 (Variante 1) bzw. 1,9 Tagen/ Jahr (Variante 2) Konzentrationen von 200 mg Cl/l überschritten, die Konzentration von 400 mg Cl/l an 1,7 Tagen pro Jahr lediglich für Variante 1. Eine Belastung >1000 mg Cl/l wird im Bärnseegraben in den Berechnungen auf Tageswertbasis nicht überschritten. Der Bärnsee selbst weist keine Belastung >200 mg Cl/l im berechneten Zeitraum auf. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der Berechnung auf Tagesbasis keine Stoßbelastungen erfasst werden können, die im Zeitraum weniger Stunden auftreten.

Tabelle 2.1: Anzahl der Tage, an der bestimmte Chloridkonzentration (Tageswerte) überschritten wird (Gesamtzeitraum 1971-2003 und Jahresmittel)

	Bärnseegraben Anzahl Tage >200 mg Cl/l	Bärnseegraben Anzahl Tage >300 mg Cl/l	Bärnseegraben Anzahl Tage >400 mg Cl/l	Bärnseegraben Anzahl Tage >1000 mg Cl/l	Bärnsee Anzahl Tage >200 mg Cl/l	Bärnsee Anzahl Tage >400mg Cl/l
<b>Istzustand</b>						
Tage gesamt	0	0	0	0	0	0
Tage/ Jahr	0	0	0	0	0	0
<b>Planzustand, Variante 1</b>						
Tage gesamt	308	120	54	0	0	0
Tage/ Jahr	9,7	3,8	1,7	0	0	0
<b>Planzustand, Variante 2</b>						
Tage gesamt	59	8	1	0	0	0
Tage/ Jahr	1,9	0,3	0	0	0	0

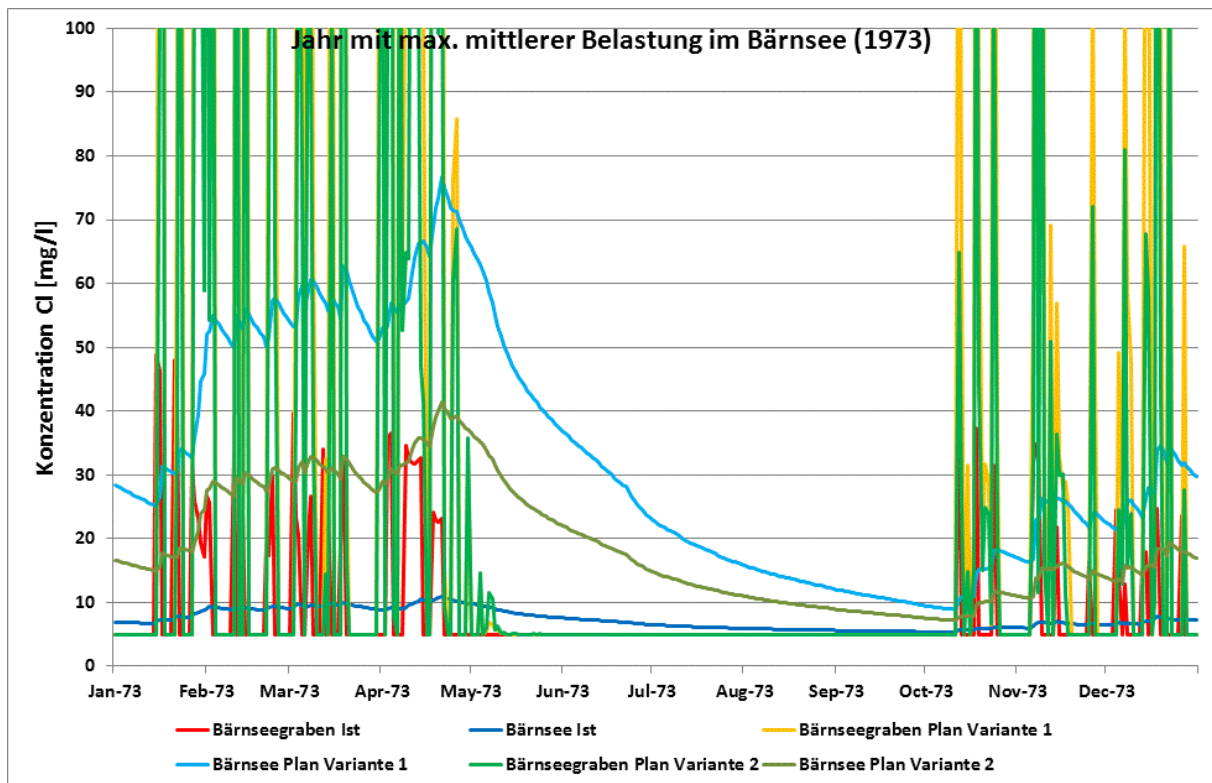


Abbildung 2.5: Jahresverlauf der Cl-Belastung im Bärnseegraben und Bärnsee für den Ist-zustand und die Planungszustände (Varianten 1 und 2) für das Jahr 1973

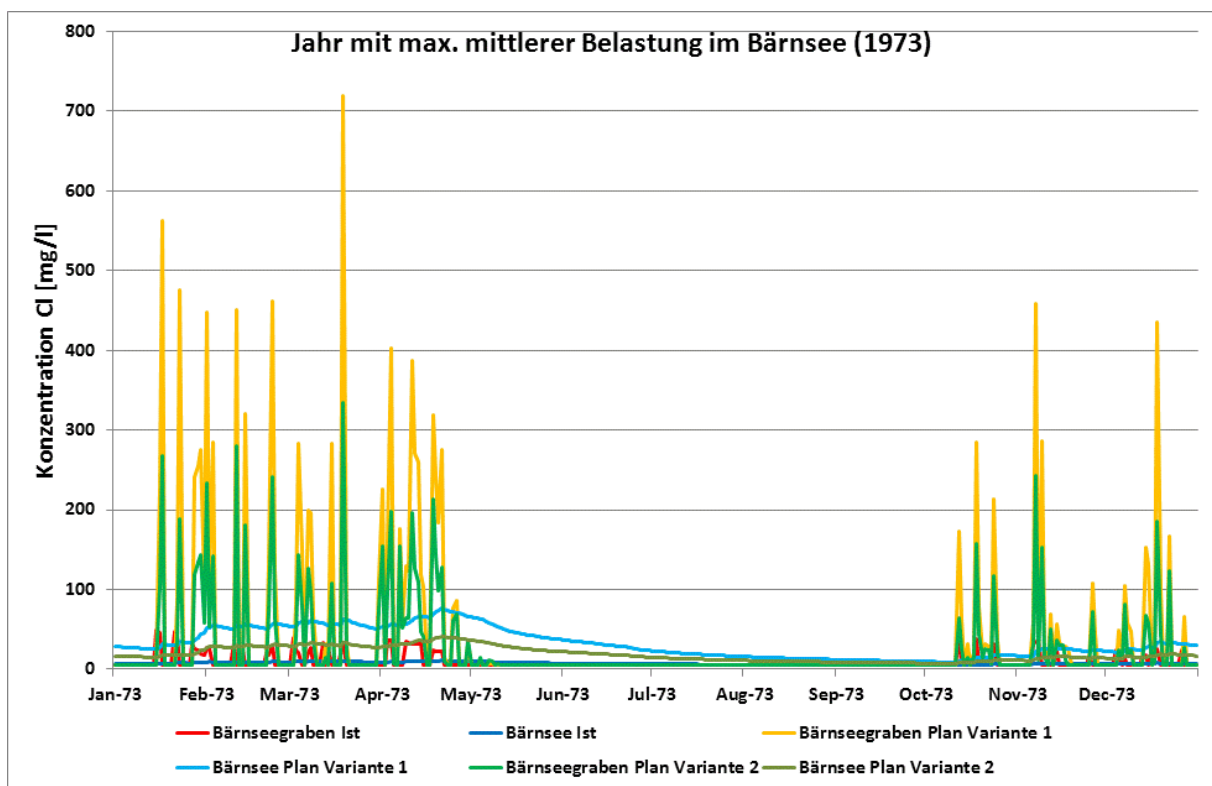


Abbildung 2.6: Jahresverlauf der Cl-Belastung im Bärnseegraben und Bärnsee für den Ist-zustand und die Planungszustände (Varianten 1 und 2) für das Jahr 1973 (Skalierung bis 800 mg/l)

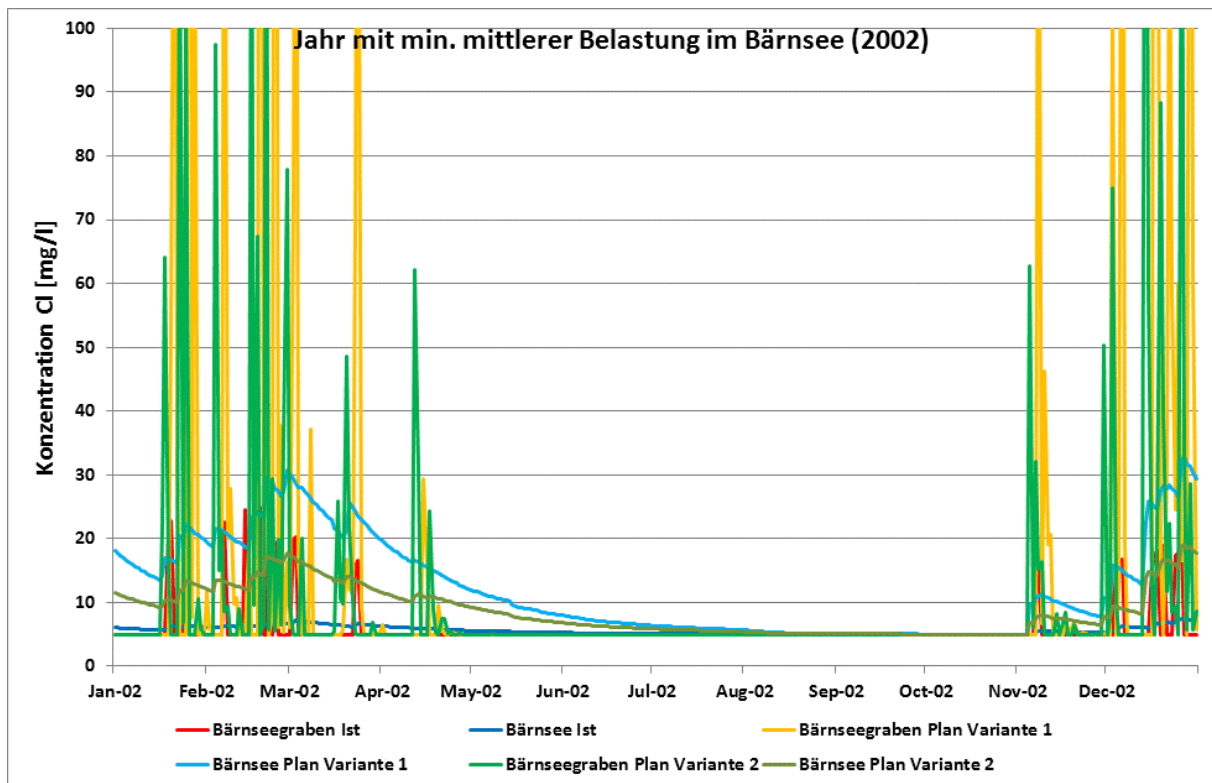


Abbildung 2.7: Jahresverlauf der Cl-Belastung im Bärnseegraben und Bärnsee für den Istzustand und die Planungszustände (Varianten 1 und 2) für das Jahr 2002

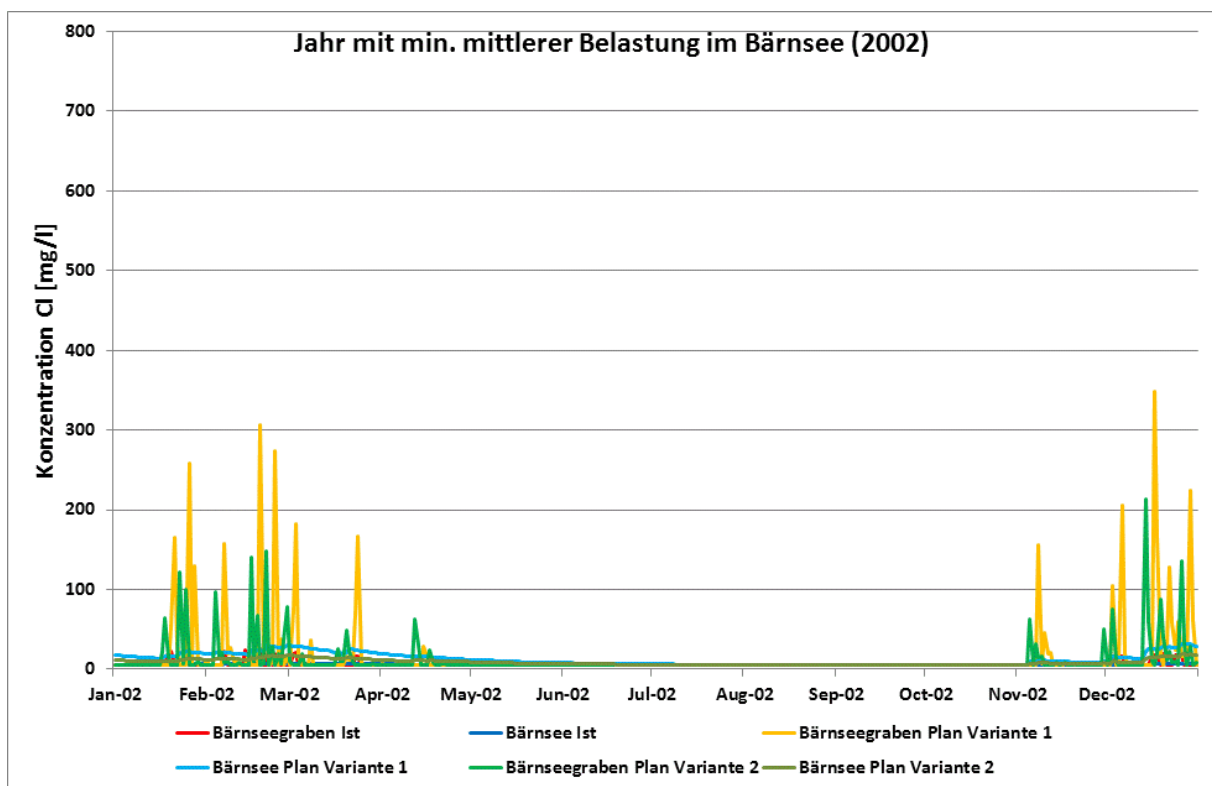


Abbildung 2.8: Jahresverlauf der Cl-Belastung im Bärnseegraben und Bärnsee für den Istzustand und die Planungszustände (Varianten 1 und 2) für das Jahr 2002 (Skalierung bis 800 mg/l)

Um die berechneten Konzentrationen auf ihre Schädlichkeit beurteilen zu können, wurden in einer Literaturrecherche Vergleichswerte zusammengetragen. So konnten folgende kritische Konzentrationen von Gewässern gefunden werden:

- ▷ >800 – 1000mg Cl/l: Schäden an Flora und Fauna (Brod, 1993)<sup>2</sup>
- ▷ Stoßbelastungen > 1000 mg Cl/l: Dezimierung von Fischnährtieren
- ▷ Schwellenwert für Fische: >4000 mg Cl/l
- ▷ Akute Toxizität von NaCl für Süßwassertiere: 3 – 20g/l (LfW, 1999)<sup>3</sup>
- ▷ Beginn einer Schädwirkung bei empfindlichen Gewässerorganismen: 200 – 400 mg Cl/l (LTUG, 1998)<sup>4</sup>

Aufgrund dieser Angaben ist davon auszugehen, dass im Bärnsee aller Voraussicht nach auch bei Betrachtung des Planungszustands keine kritischen Konzentrationen auftreten werden, die zu einer Schädigung der Flora und Fauna führen können.

Im Bärnseegraben hingegen sind Konzentrationen >400 mg Cl/l möglich, bei denen laut LTUG (1998) empfindliche Gewässerorganismen erste Schädigungen aufzeigen. Allerdings ist diese Gefahr bei den Stoßbelastungen, die im Bärnseegraben im Gegensatz zu einem stehenden Gewässer wie dem Bärnsee auftreten, als sehr gering einzuschätzen (siehe Konzentrationsverlauf im Bärnseegraben und Bärnsee in Abbildung 2.5 und Abbildung 2.6 für das Jahr mit der maximalen mittleren simulierten Cl-Belastung im Bärnsee im Jahr 1973, sowie in Abbildung 2.7 und Abbildung 2.8 für die geringste mittlere Konzentration im Bärnsee im Jahr 2002). Hinzu kommt, dass die erhöhten Belastungen ausschließlich während des Winterhalbjahrs mit eingeschränkter vegetativer Tätigkeit auftreten, so dass die Möglichkeit einer Schädigung als noch geringer einzustufen ist.

---

<sup>2</sup> Brod, H-G., 1993: Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt. – Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). Verkehrstechnik Heft V 2. Bergisch-Gladbach.

<sup>3</sup> Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Salzstreuung - Auswirkungen auf die Gewässer. SlgLfW – Merkblatt Nr. 3.2/1 09.09.1999.

<sup>4</sup> LTUG (1998): Auswirkung der Ableitungen von Auftausalzen an Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen auf Flora und Fauna in Regenbecken und Gewässern. – Landesanstalt für Umwelt und Geologie Thüringen.

### 3. Möglichkeiten zur Errichtung einer Versickerungsanlage

#### 3.1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Unabhängig von der Bewertung der Auswirkungen eines Eintrags von tausalzhaltigem Niederschlagswasser in den Bärnseegraben und den Bärnsee scheint es zweckmäßig zu sein, nach Alternativen zu suchen, bei denen ein derartiger Eintrag in die Oberflächengewässer innerhalb des FFH-Gebiets nicht erforderlich ist. Das ist möglich, wenn es gelingt, statt eines Regenrückhaltebeckens mit Ablauf in den Bärnseegraben eine Versickerungsanlage herzustellen und zu betreiben.

Nach den bisher vorliegenden Planungen war die Anordnung des Regenrückhaltebeckens RRB 9 im Bereich des Gradiententiefpunkts unmittelbar östlich der Unterführung des Bärnseegrabens bei BAB-km 74+500 vorgesehen (vgl. Abbildung 3.1). Die Geländeoberkante im Bereich des Rückhaltebeckens liegt auf einer Höhe von ca. 601,90 m üNN. Nach den Angaben eines Baugrundgutachtens der Fa. Crystal Geotechnik<sup>5</sup> sollte die Beckensohle auf einer Höhe von 599,50 m üNN angeordnet werden.

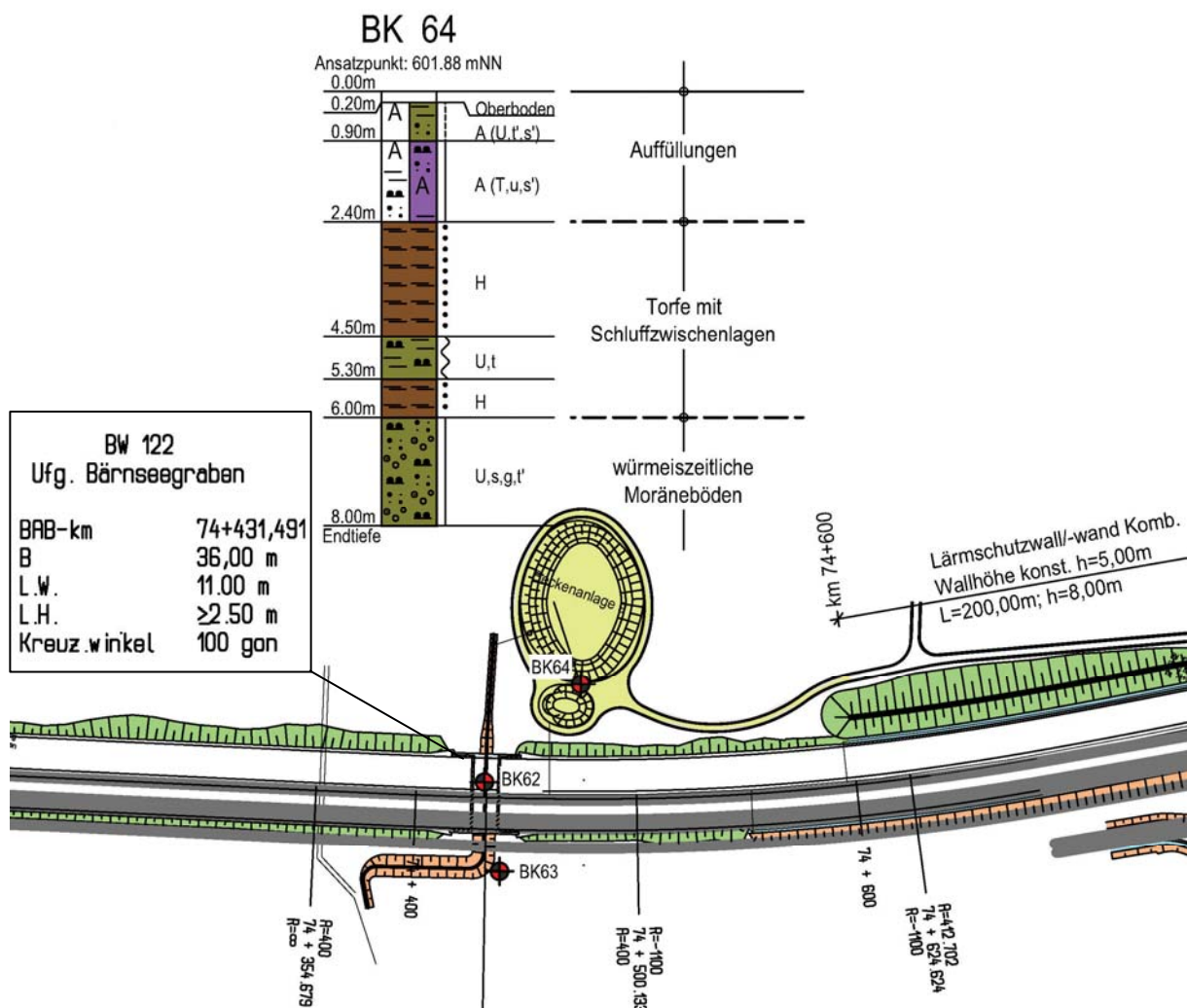


Abbildung 3.1: bisher geplante Lage des Regenrückhaltebeckens 9

<sup>5</sup> BAB A8 Ost, 6-streifiger Ausbau, Abschnitt Achenmühle – Bernauer Berg, Baugrundgutachten Regenrückhaltebecken RRB 1 – RRB9, Crystal Geotechnik, Utting am Ammersee, 25. Mai 2009



Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des RRB 9 wurde die Bohrung BK 64 abgeteuft, deren Profil ebenfalls in der Abbildung 1 dargestellt ist. Danach stehen bis zur Endtiefe der Bohrung bei 8,0 m bzw. 593,88 m üNN bindige Auffüllungen, Torfe und schluffige Moräneböden an. Die ca. 2,4 m unter GOK geplante Sohle des Rückhaltebeckens liegt danach an der Grenze zwischen den bindigen Auffüllungen und der Torfschicht.

Nach den Angaben des Baugrundgutachtens wurde in der Schluffschicht an der Bohrsohle ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dabei wurde ein sehr niedriger Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k_{fu} = 8 \cdot 10^{-7}$  m/s festgestellt. Im Baugrundgutachten wird deshalb empfohlen, auf eine Versickerung des Oberflächenwassers zu verzichten und das anfallende Oberflächenwasser, wenn möglich, einer geeigneten Vorflut zuzuführen und hierüber abzuleiten.

Trotz dieser Empfehlung, die auch aus Sicht des Verfassers dieser Unterlagen fachlich richtig und zweckmäßig ist, kann zwischenzeitlich aus folgenden Gründen eine Neubewertung der Möglichkeiten zur Versickerung erfolgen:

- Die Gradiente der Autobahn soll im Umfeld der geplanten Entwässerungsanlage geändert werden. Bisher lag der Gradiententiefpunkt bei BAB-km 74+417 auf einer Höhe von 603,87 m üNN. Nach der geänderten Planung soll der Tiefpunkt geringfügig nach Westen verschoben und dabei deutlich angehoben werden. Er liegt nunmehr bei BAB-km 74+397 auf einer Höhe von 608,19 m üNN. Die Autobahn wird daher auf einem Damm geführt, dessen Krone bis ca. 8 m über der bestehenden Geländeoberkante liegt. Durch diese Änderung ergeben sich größere Spielräume bei der Anordnung der Entwässerungsanlage. Insbesondere scheint es möglich, den Standort nach Westen in einen Bereich zu verschieben, in dem mit günstigeren Untergrundeigenschaften gerechnet werden kann.
- Selbst wenn die Entwässerungsanlage an der bisher geplanten Stelle errichtet werden muss, lässt eine detaillierte Interpretation der Untergrundverhältnisse unter Einbeziehung weiterer Bohrungen im näheren Umfeld der Anlage grundsätzlich die Möglichkeit zu, ein Versickerungsbecken herzustellen. Gegenüber einer konventionellen Gestaltung wird dafür allerdings eine Bauweise erforderlich, die wesentlich aufwändiger und entsprechend kostenintensiver ist.

Die nachfolgend erläuterte Bewertung der Möglichkeiten zur Errichtung einer Versickerungsanlage erfolgt unter Berücksichtigung dieser Aspekte in folgenden Schritten:

- 1) Analyse der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Umfeld des neu geplanten Gradiententiefpunkts,
- 2) Analyse der Trassenplanung im Hinblick auf die Anordnung der Entwässerungsanlage,
- 3) Bewertung der Möglichkeiten zur Errichtung einer Versickerungsanlage anstelle eines Regenrückhaltebeckens,
- 4) Vorläufige Dimensionierung der Versickerungsanlage.

## **3.2 Ergebnisse der Untersuchungen**

### **3.2.1 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse**

Zur Bewertung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Gradiententiefpunkts des Entwässerungsabschnitts 8 stehen neben der o.g. Bohrung BK 64 eine Reihe weiterer Bohrungen zur Verfügung, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten in verschiedenen Tiefen abgeteuft wurden.

▷ BK 2 – BK 9

Flache Bohrungen (Endtiefe 5 m) zur Erkundung der für den Ausbau der Autobahn relevanten Baugrundeigenschaften aus dem Jahr 1997.

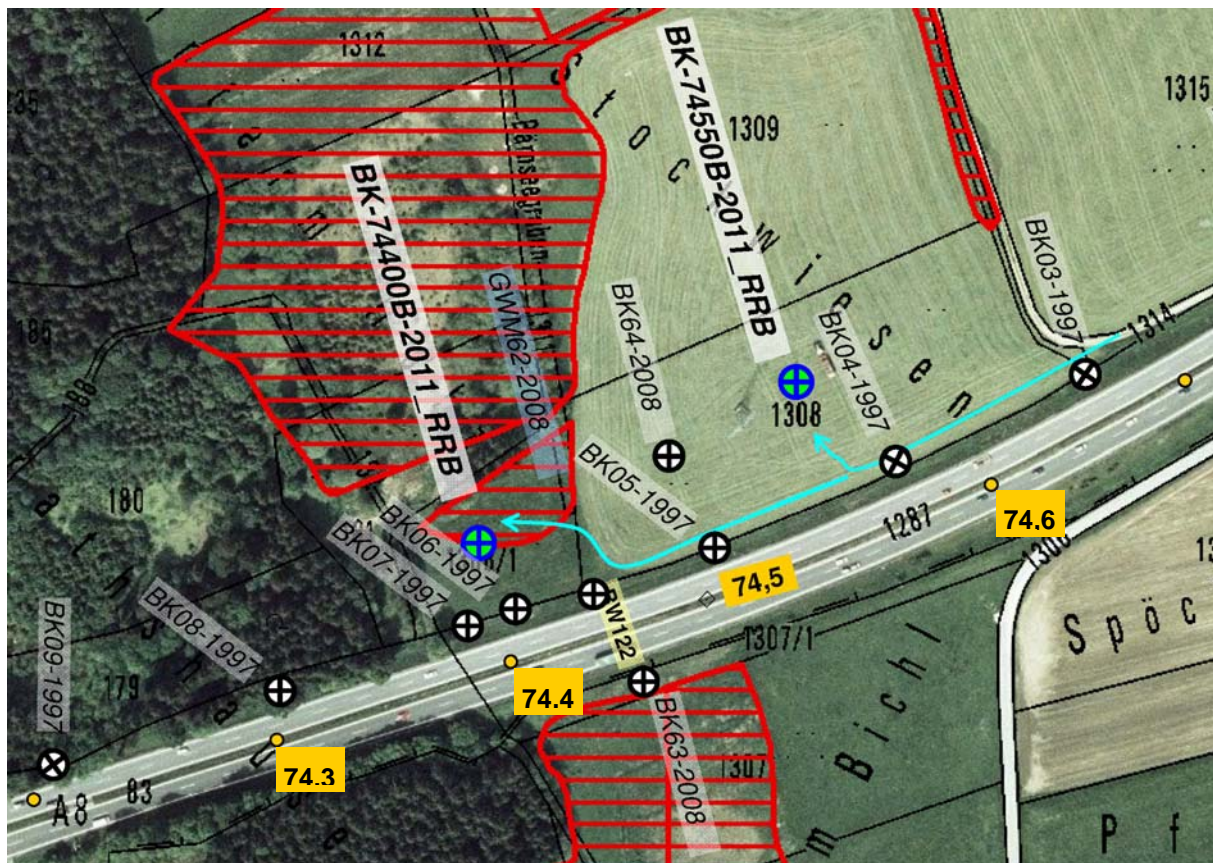
▷ BK 58, 60, 62 und 63

Tiefere Bohrungen (Endtiefe 16 - 20 m) zur Erkundung der Baugrundeigenschaften im Bereich der geplanten Unterföhrungsbauwerke BW 120 bis 122 aus dem Jahr 2008.

▷ BK 74400B und 75550B

Bohrungen mit mittlerer Tiefe von 10 m zur Erkundung der Baugrundeigenschaften an alternativen Standorten für die Entwässerungsanlage 9 aus dem Jahr 2011.

Die Lage der Bohrungen ist in der Abbildung 3.2 dargestellt. Ihr Umfang und ihre Tiefenlage erlauben eine hinreichend genaue Bewertung der Untergrundverhältnisse im Hinblick auf die Anordnung einer Versickerungsanlage.



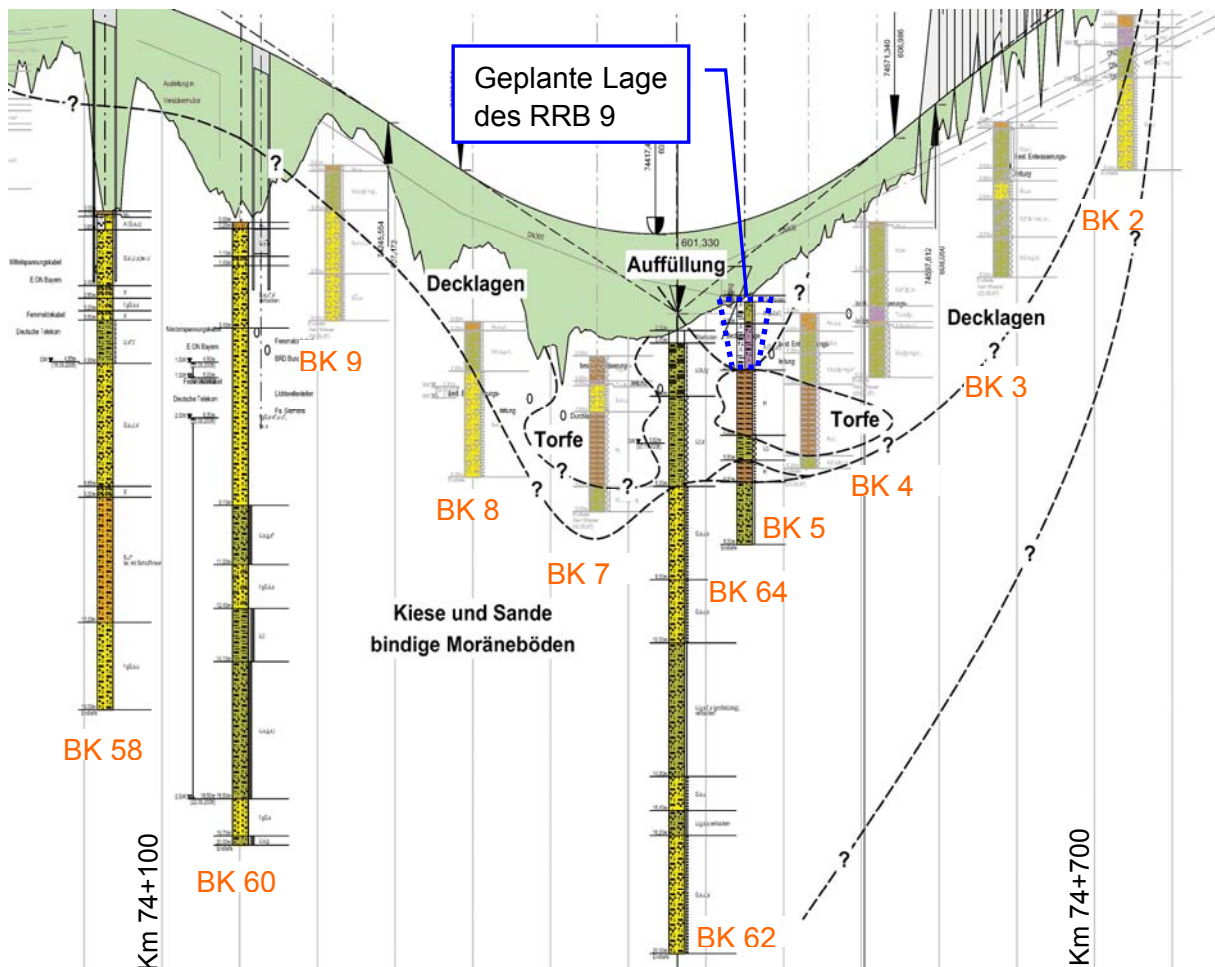


Abbildung 3.3: Profilschnitt zwischen BAB-km 74+100 und 74+700

Im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens 9 stehen nach den Angaben im Bau-Grundgutachten des Büros Crystal Geotechnik vom Mai 2009 unter dem Oberboden zunächst schluffig tonige Auffüllungen an, die als umgelagerte, tertiäre Tonsteine interpretiert wurden. In den östlich und westlich angrenzenden Bereichen besteht die geländenahe Bodenschicht unter dem Oberboden i.d.R. aus Decklagen, die in Form von sandigen, kiesigen Schluffen vorliegen. Im Talboden wurden unter den Auffüllungen und Decklagen Torfe angetroffen, die bis in eine Tiefe von ca. 6 m unter GOK reichen können. Wie das Profil der tieferen Bohrung BK 62 belegt, sind die Torfe offenbar nicht flächendeckend vorhanden, sondern liegen als größere Linsen vor.

Die Torfe und Decklagen werden von würmeiszeitlichen Moräneböden unterlagert, die sowohl in Form von Kiesen und Sanden als auch von Schluffen vorliegen können. Zumindest westlich der Bohrung BK 62 bei Km 74+450 stehen unmittelbar unter den Decklagen und Torfen kiesige Moräneböden an. Wie noch ausgeführt wird, ist das aller Voraussicht nach auch am Standort des geplanten RRB 9 der Fall.

Die grundwasserführenden Kiese weisen nach den Ergebnissen vorliegender Kornverteilungsanalysen relativ hohe Feinkorngehalte auf. Aus diesem Grund ist eine Wasserdurchlässigkeit dieser Schichten zu erwarten, die eher im mittleren bis geringen Bereich liegt. Abschätzungen des  $k_f$ -Werts anhand der Kornverteilungskurven liefern Werte zwischen  $3 \cdot 10^{-6}$  und  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Unter den kiesigen Moräneböden wurden schluffige Moräneböden erkundet, die im Talraum als Stauer eines oberen Grundwasserstockwerks wirken. Die unterlagernden Kiese sind ebenfalls grundwasserführend. Dieses zweite Grundwasserstockwerk ist aber für die hier untersuchten Fragestellungen nicht relevant.

Die Bohrung BK 62 wurde zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Pegeloberkante liegt 0,9 m über der Geländeoberkante auf einer Höhe von 601,65 m üNN. Das Filterrohr wurde in einer Tiefe zwischen 3 und 11 m unter GOK eingebaut, so dass das obere Grundwasserstockwerk erfasst wurde. Bislang liegen uns nur einige Messungen der Wasserspiegellage vor, die im Zeitraum zwischen Juli 2009 und März 2011 monatlich abgelesen wurden. Danach ist im Bereich des Talbodens mit folgenden Grundwasserspiegellagen zu rechnen.

Tabelle 3.1: Angaben zum Grundwasserspiegel an der Bohrung BK 62

	Abstand zur POK	Flurabstand	Grundwasserspiegel
Höchster Wert	1,9 m	1,0 m	599,75 m üNN
Mittelwert	2,09 m	1,19 m	599,56 m üNN
Niedrigster Wert	2,4 m	1,5 m	599,25 m üNN

Das obere Grundwasserstockwerk ist somit gespannt. Bei ungünstigen Verhältnissen kann der Druckspiegel bis nahe an die Geländeoberkante ansteigen. Wegen der eher geringen Wasserdurchlässigkeit der Moränekiese kann sich ein relativ steiles Grundwassergefälle einstellen. Daher kann der Grundwasserspiegel nicht nur im Talboden sondern auch in den nach Westen und Osten anschließenden Talflanken relativ hoch anstehen. Dennoch ist damit zu rechnen, dass der Flurabstand mit zunehmendem Abstand vom Talboden größer wird.

Wie die Erläuterungen und Darstellungen belegen, sind die Untergrundverhältnisse unmittelbar am derzeit geplanten Standort des RRB 9 tatsächlich nicht dafür geeignet, dort ein konventionelles Versickerungsbecken anzuordnen. Wertet man jedoch alle zwischenzeitlich vorhandenen Bohrungen im näheren Umfeld der Anlage unter der Maßgabe aus, eine Versickerung des Niederschlagswassers auch unter sehr schwierigen Bedingungen zu erreichen, erscheint dies zumindest dann möglich zu sein, wenn der Bau technisch aufwändigerer Anlagen mit größeren Eingriffen in den Untergrund akzeptiert wird.

In der nachfolgend dargestellten Abbildung 3.4 sind alle Bohrprofile im Umfeld des Gradiententiefpunkts im Entwässerungsabschnitt 8 aufgetragen. Anders als in der Abbildung 3.3 wurde als Grundlage ein 10-fach überhöhter Höhenplan des Ingenieurbüros Hyna (Maßstab 1:2000/200, Stand: 11.05.2012) verwendet, in dem bereits die neu geplante Höhenlage der Gradienten in diesem Bereich eingetragen ist. Der Zweck dieser Darstellung besteht darin, alle Kenntnisse über die Höhenlage der kiesigen Moräneböden an der Nordseite der Autobahn zusammenzustellen, da allenfalls in dieser Schicht eine Versickerung des von der Autobahn ablaufenden Niederschlagswassers möglich ist.

Wie der Darstellung entnommen werden kann, ist vor allem im Bereich des Talbodens mit sehr heterogenen Verhältnissen zu rechnen. An der westlichen Talflanke stehen die Kiese relativ nahe an der Geländeoberkante an. Bis zum BAB-km 74+300 sind sie nur mit einer bis zu 1,6 m dicken Schicht aus tonigen, sandigen Schluffen überdeckt. Weiter nach Osten werden die Verhältnisse allerdings sehr schnell wesentlich ungünstiger. Im Bereich des Talbodens ist mit wesentlich mächtigeren Deckschichten zu rechnen, in die zusätzlich ausgedehnte Torflinsen eingeschaltet sind.



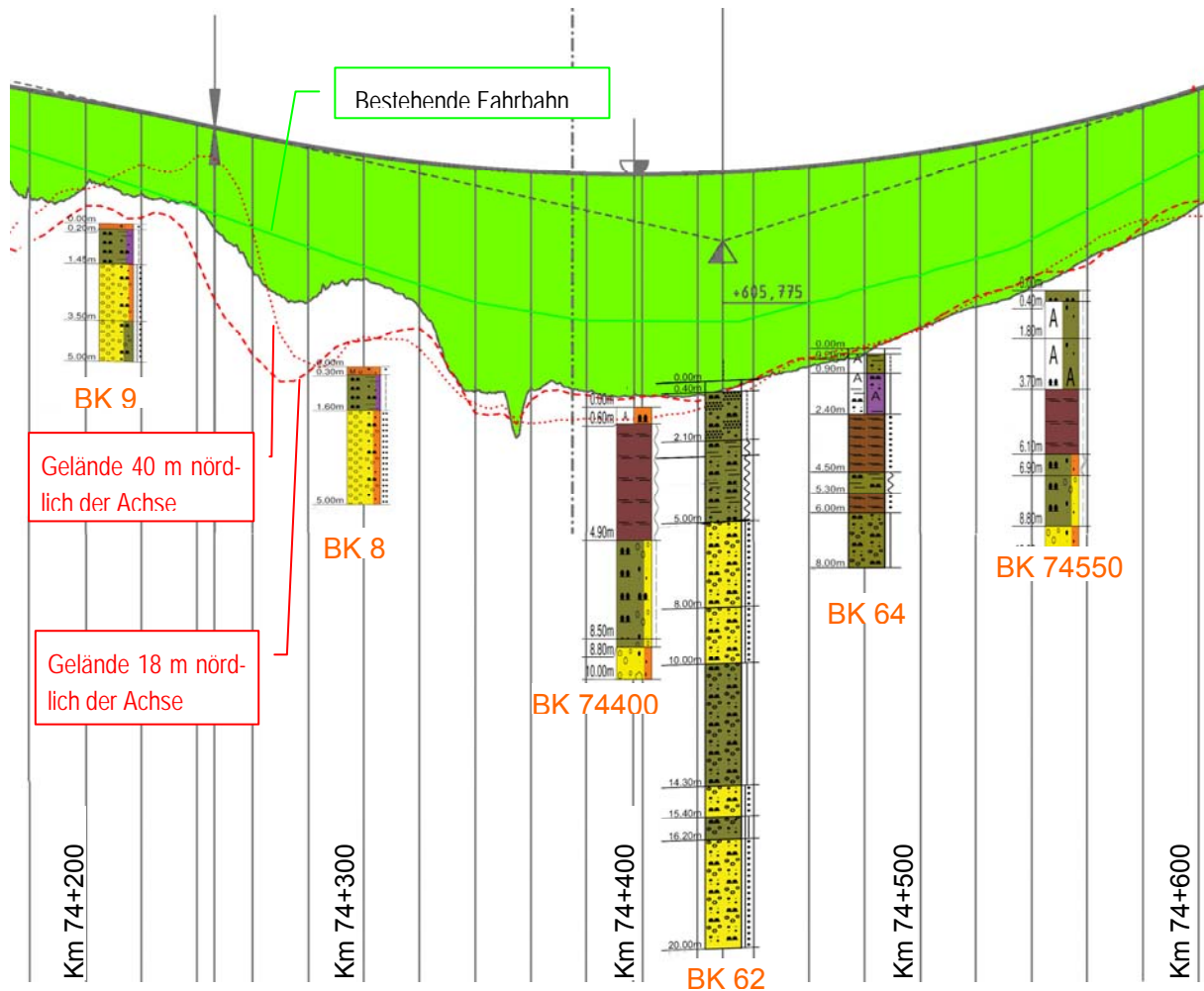


Abbildung 3.4: Profilschnitt zwischen BAB-km 74+200 und 74+600 mit neuen Bohrungen

Mit den ungünstigsten Verhältnissen ist im Bereich der neuen Bohrung BK 74+400 zu rechnen. Bei Ansatz einer Geländehöhe von 599,81 m üNN wurde die Oberkante der Kiese erst auf einer Höhe von ca. 591,0 m üNN angetroffen. Auch weiter östlich überwiegen ungünstige Verhältnisse. In der Bohrung BK 64, die bei BAB-km 74+470 bis in eine Tiefe von 8 m reicht, wurden keine Kiese angetroffen. Die Oberkante der Kiese liegt hier somit auf einem Höhen-niveau < 593,88 m üNN.

Die ebenfalls neue Bohrung BK 75+550 liegt in der nach Osten allmählich wieder ansteigen-den Talflanke. Bei Ansatz einer Geländehöhe von 604,04 m üNN liegt die Oberkante der Kiese bei 595,24 m üNN und somit schon deutlich höher. Dieser Wert entspricht etwa den Verhältnissen, wie sie an der tiefen Bohrung BK 62 angetroffen wurde. Hier liegt die Kies-oberkante nur 5 m unter GOK auf einer Höhe von 595,75 m üNN.

Trotz der kleinräumig sehr unterschiedlichen Werte belegt diese Zusammenstellung, dass selbst im Bereich des Talbodens versickerungsfähige Kiese in einer Tiefenlage anstehen, bei der die Errichtung eines Versickerungsbeckens noch möglich erscheint. Allerdings werden dazu umfangreiche Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich, die technisch relativ aufwän-dig und entsprechend kostenintensiv sein werden. Nähere Angaben dazu können auch dem Kap. 3.2.3 entnommen werden.

### 3.2.2 Möglichkeiten zur Anordnung der Entwässerungsanlage

Die Möglichkeiten zur Anordnung der Entwässerungsanlage werden einerseits durch die Höhenlage des bestehenden Geländes sowie der Vorflutsituation und andererseits durch die Höhenlage der Autobahngradienten eingeschränkt. Bei einer Gestaltung als Regenrückhaltebecken sollte die Wasserspiegellage so festgelegt werden, dass eine Ableitung des Wassers jederzeit im freien Gefälle in den Bärnseegraben möglich ist. Unterstellt man, dass die Einleitung in den Bärnseegraben etwa auf einer Höhe von 600,5 m üNN erfolgt, ergibt sich bei Ansatz einer Höhendifferenz zwischen dem Ablauf aus dem Becken und dem Einlauf in den Graben von 0,5 m sowie einer Einstauhöhe im Becken von 1,0 m ein Bemessungswasserspiegel von mindestens 602 m üNN. Ein ähnliche Höhe ergibt sich auch bei einer Gestaltung als Versickerungsanlage. Unterstellt man nach den Angaben der Tabelle 3.1 auf der sicheren Seite, dass der mittleren höchsten Grundwasserspiegel (MHGW) auf einer Höhe von rd. 600 m üNN liegt, ergibt sich bei einem Mindestabstand zur Sohle der Versickerungsanlage von 1,0 m gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138<sup>6</sup> und der o.g. Einstauhöhe im Becken ebenfalls ein Bemessungswasserspiegel von etwa 602 m üNN.

Bezogen auf die Höhenlage der Autobahngradienten sollte der Bemessungswasserspiegel mindestens ca. 1,5 bis 2 m unter dem Tiefpunkt liegen, so dass bei einer bautechnisch zweckmäßigen Gestaltung der Entwässerungskanäle ein Zufluss im freien Gefälle oberhalb des Einstauspiegels gewährleistet ist. Nach der bisher vorliegenden Planung sollte der Gradiententiefpunkt auf einer Höhe von 603,87 m üNN liegen. Der o.g. Mindestbemessungswasserspiegel von 602 m üNN kann daher kaum unterschritten werden.

Eine relativ einfache konstruktive Gestaltung der Entwässerungsanlage kann erreicht werden, wenn der Bemessungswasserspiegel etwa auf der Höhe der Geländeoberkante liegt. Bei einer höheren Lage muss ein umlaufender Randwall angeordnet werden. Bei einer tieferen Lage wird ein Einschnitt in das Gelände erforderlich. In beiden Fällen ist mit einem entsprechend höheren Platzbedarf und höheren Kosten zu rechnen.

Nach der bisher vorliegenden Planung sollte das RRB 9 auf einer als Wiese genutzten Fläche an der Nordseite der ausgebauten Autobahn etwa bei BAB-km 74+500 errichtet werden (vgl. auch Abbildung 3.1). Als Standort war somit eine Lage östlich des im Taltiefsten verlaufenden Bärnseegrabens vorgesehen. Die Geländeoberkante liegt an dieser Stelle auf einer Höhe von ca. 601,90 m üNN. Eine weitere Verschiebung nach Osten wäre wegen des dort ansteigenden Geländes im Hinblick auf die o.g. Argumente wenig zweckmäßig. Eine Verschiebung nach Westen wäre dagegen etwa bis auf Höhe des BAB-km 74+300 möglich.

Nach der Umplanung liegt der Gradiententiefpunkt der Richtungsfahrbahn Rosenheim erheblich über dem bisher angesetzten Wert auf einer Höhe von 608,18 m üNN. Somit kann auch ein höherer Bemessungswasserspiegel für die Entwässerungsanlage von ca. 606 m üNN akzeptiert werden. Der Standort der Anlage könnte daher sowohl nach Osten etwa bis BAB-km 74+580 als auch nach Westen etwa bis BAB-km 74+250 verschoben werden. Durch die Anhebung der Gradienten ergibt sich daher ein größerer Spielraum für die Anordnung der Entwässerungsanlage.

Wenn die Anlage nicht als Rückhaltebecken sondern als Versickerungsbecken gestaltet werden soll, ist vor allem eine Verschiebung nach Westen in den Bereich westlich des BAB-

---

<sup>6</sup> DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005

km 74+300 interessant, da hier günstigere Untergrundverhältnisse vorliegen. Das Gelände ist in diesem Bereich locker bewaldet (vgl. auch Abbildung 3.2). Nach Ansicht der natur-schutzfachlichen Gutachter bei der Autobahndirektion stellt dies jedoch kein Hindernis dar, da die erforderlichen Rodungen keinen Eingriff in das FFH-Gebiet verursachen und im Rahmen des Verfahrens ausgeglichen werden können.

Aus entwässerungstechnischer Sicht gibt es keine Priorität hinsichtlich der Anordnung der Anlage östlich oder westlich des Gradiententiefpunkts bei BAB-km 74+397. In beiden Fällen muss der Kanal für die Entwässerung der jeweils außerhalb liegenden Bereiche des Entwässerungsabschnitts über das Bauwerk 122 (Unterführung Bärnseegraben) geführt werden. Da es sich hierbei allerdings um ein Bauwerk mit einer relativ geringen lichten Höhe im Bereich einer wesentlich höheren Dammschüttung handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die Entwässerungskanäle in der Überschüttung des Bauwerks angeordnet werden können. Eine außenliegende Rohrbrücke oder eine Unterdükerung des Bauwerks ist daher nicht erforderlich.

Sollte die o.g. Anordnung der Kanäle im Bereich des Bauwerks 122 nicht möglich sein, bleibt im ungünstigsten Fall noch die Möglichkeit der Anordnung von zwei Entwässerungsanlagen östlich und westlich des Bauwerks. Auf diese Option sollte jedoch im Hinblick auf die ungünstigen Randbedingungen zugunsten der bisher geplanten Anordnung nur eines Beckens verzichtet werden.

Auch unter Berücksichtigung der im Kap. 3.2.1 beschriebenen Baugrund- und Grundwasser-verhältnisse werden im Rahmen dieser Untersuchungen folgende Standorte für die Anordnung eines Versickerungsbeckens näher betrachtet:

➤ Standort 1 bei BAB-km 74+550

Der Standort liegt östlich der Unterführung des Bärnseegrabens auf einer Wiese in der Nähe der Stelle, die bisher für den Bau des RRB 9 vorgesehen ist. Die Geländeoberkante liegt hier auf einer Höhe von ca. 604 m üNN und somit bereits ca. 3 m über dem Tal-tiefsten. Die Untergrundverhältnisse sind allerdings sehr ungünstig, da die versicke-rungsfähigen Kiese von ca. 9 m mächtigen Schluff- und Torfschichten überlagert werden.

➤ Standort 2 bei BAB-km 74+300

Der Standort liegt westlich der Unterführung des Bärnseegrabens in einem locker bewal-detem Bereich. Die Untergrundverhältnisse sind an dieser Stelle deutlich günstiger, da die versickerungsfähigen Kiese nur von relativ geringmächtigen Schluffschichten über-deckt werden.

### **3.2.3 Konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlage**

Die wesentlichen Vorgaben für die Anordnung, Gestaltung und Dimensionierung einer Ver-sickerungsanlage sind im DWA-Arbeitsblatt A 138 beschrieben. Dort werden auch die hydro-geologischen Standortvoraussetzungen beschrieben. Im Hinblick auf die vor Ort gegebenen Bedingungen können diese Voraussetzungen wie folgt bewertet werden:

- Der Untergrund muss wasserdurchlässig und versickerungsfähig sein. Das setzt voraus, das ausreichend mächtige Bodenschichten mit einem  $k_f$ -Wert  $> 1 \times 10^{-6}$  m/s anstehen. Bei kleineren Werten ist eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht von vornherein gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungs-möglichkeit vorzusehen ist.

Werden zentrale Versickerungsbecken angeordnet, ergibt sich i.d.R. eine hohe hydraulische Belastung. Um dennoch eine rasche Entleerung des Beckens erreichen zu können, sollte der Untergrund Durchlässigkeiten von  $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$  m/s aufweisen. Bei geringeren Durchlässigkeiten wie sie im hier gegebenen Fall zu erwarten sind, würden sich zu lange Entleerungszeiten und damit zu lange Einstauzeiten ergeben. Bei einer normalen Gestaltung eines Versickerungsbeckens mit Rasenbewuchs würde es dadurch zu relevanten Schäden am Bewuchs kommen, so dass eine häufige Neuetablierung des Bewuchses mit entsprechenden Wartungsaufwendungen erforderlich würde. Außerdem müsste phasenweise mit einer geringeren Reinigungswirkung der bewachsenen Oberbodenzone an der Beckensohle gerechnet werden.

Somit bestehen folgende Möglichkeiten für die Gestaltung eines Versickerungsbeckens:

- Gestaltung als muldenartiges Becken mit einer Einstauhöhe von maximal ca. 0,3 m bei entsprechend großer Sohlfläche. Falls erforderlich, kann unter der mit einer Rasenschicht bewachsenen Beckensohle auch noch eine Kiesrigole angeordnet werden, so dass ein zusätzlicher Speicherraum zur Verfügung steht und die Einstaudauer entsprechend reduziert werden kann.
- Gestaltung als Retentionsbodenfilter mit Schilfbewuchs, der über längere Phasen eingestaut werden kann ohne Schaden zu nehmen. Damit können übliche Einstauhöhen von 1 m erreicht werden, so dass die Grundfläche der Anlage wesentlich geringer wird, als bei einer flachen, muldenartigen Ausbildung der Fall wäre. Im Vergleich mit der Passage durch die bewachsene Oberbodenzone eines Versickerungsbeckens wird im Bodenfilter außerdem eine bessere Behandlung des anfallenden Regenwassers erreicht. Insbesondere kann ein besserer Rückhalt von Feststoffen bzw. abfiltrierbaren Stoffen, von Schwermetallen sowie von Stoffen erreicht werden, die zu einer Sauerstoffzehrung im Gewässer bzw. im Grundwasser führen. Eine Reduzierung der Tausalzbelastung ist allerdings auch in Retentionsbodenfiltern nicht möglich ist

Der Vorteil eines Versickerungsbeckens mit geringer Grundfläche ist im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten (teilweise bewaldete, nicht ebene Flächen) erheblich. Deshalb wird vorgeschlagen, eine Gestaltung als Retentionsbodenfilter mit einer Einstauhöhe  $\geq 1$  m zu wählen. Dadurch wird auch eine optimale Behandlung des Regenwasser einer stark befahrenen Straßen gewährleistet, die im Nahbereich eines FFH-Gebiets durchaus sinnvoll sein kann.

Unabhängig von der konstruktiven Gestaltung muss die Sohlfläche der Versickerungsanlage im Bereich durchlässiger Böden liegen. Wenn derartige Schichten wie im hier gegebenen Fall bereichsweise erst in größerer Tiefe unter GOK anstehen, kann dennoch eine funktionsfähige Anlage gebaut werden. Dafür wird es allerdings erforderlich, die nicht versickerungsfähigen Bodenschichten zwischen der Beckensohle und der Oberkante der durchlässigen Böden auszutauschen.

- ▷ Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Das bedeutet, dass die Sohle der Versickerungsanlage mindestens 1 m oberhalb des MHGW angeordnet werden muss.

Nach den Angaben im Kap. 3.2.1 ist zumindest am Standort der im Talboden angeordneten Grundwassermessstelle (Bohrung BK 62) mit gespannten Grundwasserverhältnissen



sen zu rechnen. Der Druckwasserspiegel reicht bis weit in die schluffigen Deckschichten über den versickerungsfähigen Kiesen. Er kann bei ungünstigen Verhältnissen bis zur Geländeoberkante ansteigen. Für den Ansatz des MHGW wird an dieser Stelle auf der sicheren Seite und unter Berücksichtigung der Angaben in Tabelle 3.1 ein Wert von 600 m üNN vorgeschlagen. Vorbehaltlich genauerer Angaben, die durch weitere Bau- grunduntersuchungen bzw. durch Auswertung von Messungen an der bestehenden GWM BK 62 gewonnen werden sollten, wird dieser Wert vorläufig für beide hier in Betracht gezogenen Standorte der Versickerungsanlage angenommen bzw. entsprechend der Höhenlage des Geländes geringfügig angepasst.

Unter diesen Voraussetzungen wird zwangsläufig eine relativ aufwändige Gestaltung für die Versickerungsanlage erforderlich. Einerseits muss die Sohle oberhalb des MHGW liegen, andererseits muss jedoch eine Verbindung zu den bereichsweise erst in größeren Tiefen anstehenden versickerungsfähigen Kiesen gewährleistet sein.

An den einzelnen Standorten ergibt sich damit die in den nachfolgenden Skizzen dargestellte Gestaltung der Versickerungsanlage:

▷ **Standort 1 bei BAB-km 74+550**

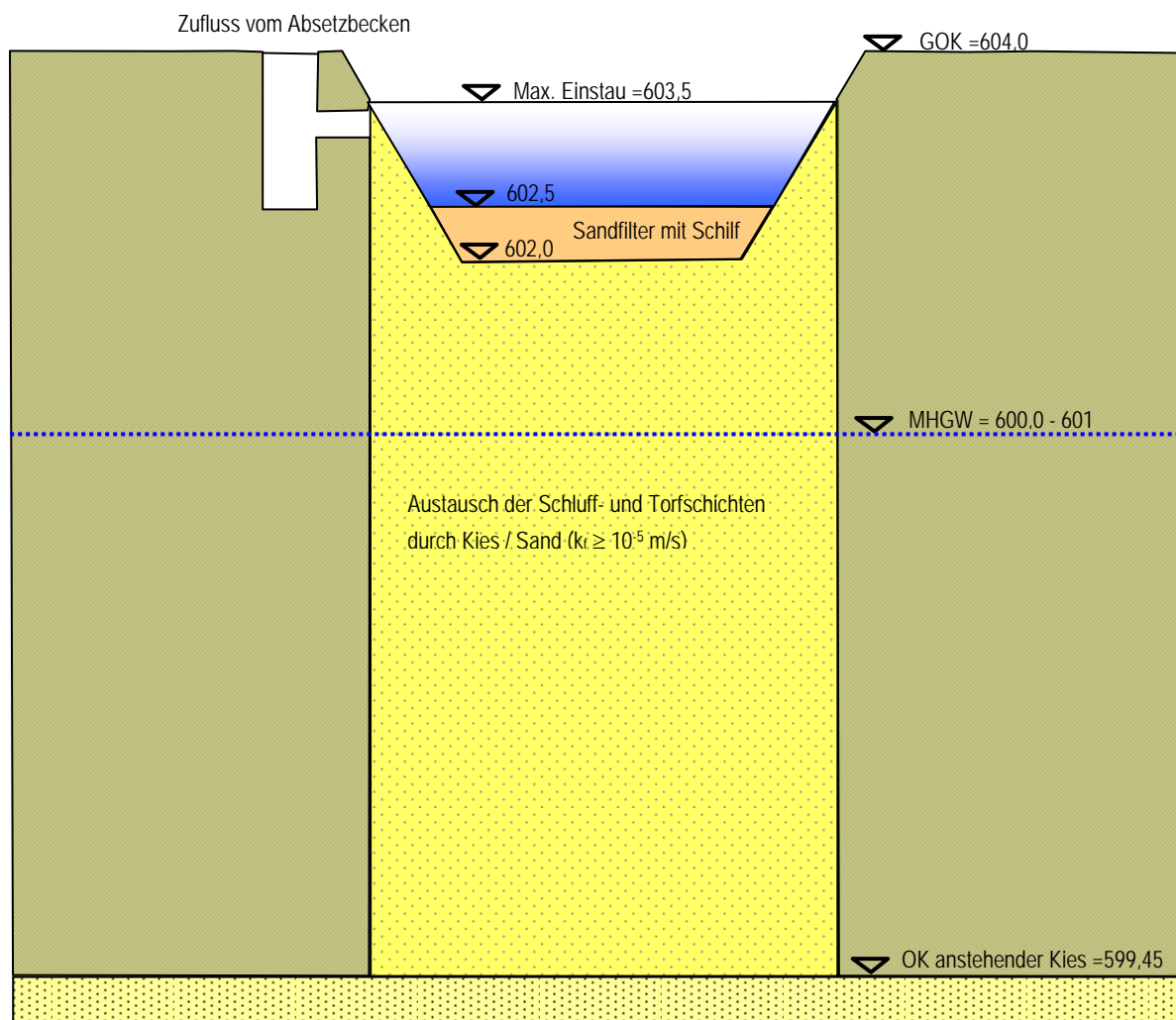


Abbildung 3.5: mögliche Gestaltung der Versickerungsanlage bei BAB-km 74+550

➤ **Standort 2 bei BAB-km 74+300**

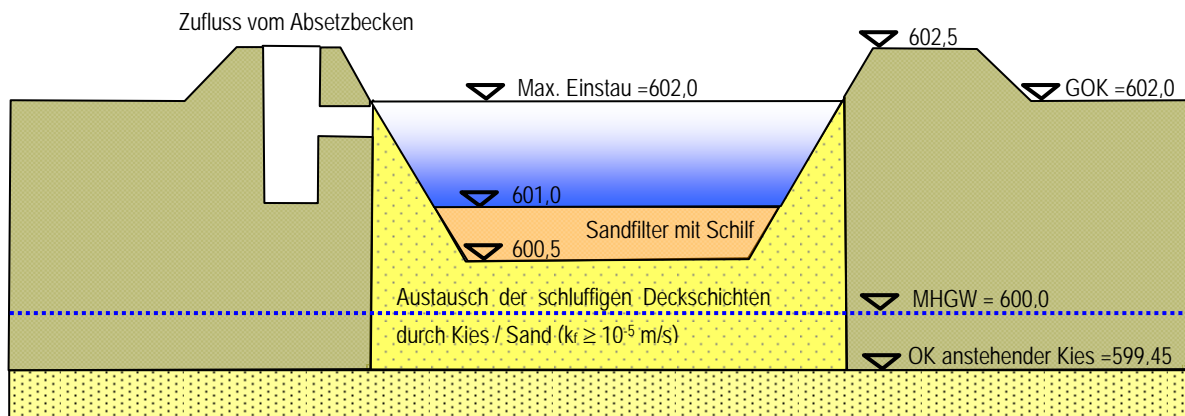


Abbildung 3.6: mögliche Gestaltung der Versickerungsanlage bei BAB-km 74+300

Wie die Darstellungen belegen, ist der Standort 2 aus technischer Sicht wesentlich besser geeignet, da eine funktionsfähige Anlage bei sonst gleicher Gestaltung mit einem erheblich geringeren Bodenaustausch bis zur Oberkante des anstehenden Kiesel hergestellt werden kann. Sofern dem keine anderen Zwangspunkte entgegenstehen, ergibt sich deshalb eine eindeutige Empfehlung für den Standort 2.

Die Gestaltung des Retentionsbodenfilters kann prinzipiell in Anlehnung an die Vorgaben im DWA Merkblatt M 178<sup>7</sup> erfolgen. Unter Berücksichtigung der gewünschten Zielstellung, nämlich der Bereitstellung eines konventionellen Versickerungsbeckens, das jedoch mit Einstaudauern > 24 h betrieben werden kann, sollte der dort vorgegebene Aufbau allerdings modifiziert werden. Entsprechend der Darstellung in Anlage 4 wird folgender Aufbau vorgeschlagen:

➤ **Vorstufe**

Die Vorstufe hat die Aufgabe, Feststoffe vom Filterbecken fernzuhalten und eine Sedimentation des zulaufenden Wassers vor dem Zulauf zum Filterbecken zu bewirken. Sie wird als Regenklärbecken mit Dauerstau konzipiert und entspricht damit dem ohnehin vorgesehenen Absetzbecken.

➤ **Filterbecken**

Im Filterbecken erfolgt eine weitergehende Behandlung des aus dem Absetzbecken übergeleiteten Wassers. Das breitflächig zufließende Wasser durchsickert eine 0,5 m dicke Filterschicht und wird über eine darunter angeordnete 0,3 m dicke Kiesdrainage und die unterlagernde Bodenaustauschschicht in die anstehenden Kiese abgeleitet. Die Filterschicht wird mit einer Schilfvegetation bepflanzt, die zur Aufrechterhaltung einer durchlässigen Oberfläche bzw. zum Kolmationsschutz dient.

Als Filtermaterial wird ein Sand der Körnung 0/2 mm mit einem Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  verwendet, dessen Eignung vor Baubeginn geprüft werden muss. Anforderungen an die Körnung und an die Qualität des Materials ergeben sich aus dem DWA Merkblatt M 178.

<sup>7</sup> DWA-Regelwerk: Merkblatt M 178: Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, Oktober 2005

Auf die gemäß Merkblatt M 178 vorgesehene Anordnung einer Abdichtung der Filter- und Dränageschicht wird verzichtet. Statt dessen gelangt das Wasser von der Dränageschicht direkt in die ausreichend wasserdurchlässige Bodenaustauschschicht und von dort in den Untergrund. Eine Prüfung der Reinigungsleistung des Bodenfilters durch Entnahme von Wasserproben aus der Dränageschicht unter dem Sandfilter ist somit nicht möglich. Das ist jedoch auch nicht zwingend erforderlich, da die Anlage als Ersatz für ein konventionelles Versickerungsbecken vorgesehen ist, bei dem diese Möglichkeit ebenfalls nicht besteht.

Zusätzlich wird die Anordnung eines Notüberlaufs vom Filterbecken in den Bärnseegraben empfohlen. Damit wird eine geordnete Ableitung von Wasser möglich, das bei seltenen Starkniederschlagsereignissen mit Niederschlagsspenden über dem Bemessungsregen zufließt und nicht im Retentionsraum gespeichert werden kann. Derartige Starkniederschlagsereignissen treten i.d.R. während des Sommers und somit in einem Zeitraum auf, in dem kein Tausalz ausgebracht wird. Ein Eintrag von Tausalzen in die Oberflächengewässer des FFH-Gebiets über den Notüberlauf ist daher als sehr unwahrscheinlich einzustufen.

### **3.2.4 Vorläufige Dimensionierung der Versickerungsanlage**

#### **3.2.4.1 Ausgangsdaten und Bemessungsvoraussetzungen**

Die Dimensionierung des Versickerungsbeckens erfolgt auf der Grundlage des DWA-Arbeitsblatts A 138 unter Berücksichtigung der RAS-Ew<sup>8</sup>. Soweit erforderlich, werden außerdem die Vorgaben des DWA-Merkblatts M 178 einbezogen.

Die Entwässerungsplanung des Abschnitts befindet sich derzeit noch in Bearbeitung. Momentan ist noch nicht abschließend geklärt, ob beide Richtungsfahrbahnen zwischen den Hochpunkten bei Km 75+049 und 73+954 über die geplante Anlage entwässert werden, oder ob lediglich die in der Außenkurve liegende Richtungsfahrbahn Salzburg angeschlossen werden muss. Nach den Angaben im Kap. 2.3 ist jeweils mit Anschluss eines Einzugsgebiets mit folgender Größe zu rechnen:

▷ **Planungszustand Variante 1:**

Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets beträgt 4,23 ha, davon sind 3,4 ha versiegelt.

▷ **Planungszustand Variante 2:**

Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets beträgt 2,115 ha, davon sind 1,7 ha versiegelt.

Die Werte berücksichtigen noch keine detaillierten Angaben zur Größe und Beschaffenheit einzelner Teilflächen. Die Dimensionierung ist insofern vorläufig und kann im Rahmen der Entwässerungsplanung weiter detailliert werden. Hinsichtlich des Niederschlagswasseranfalls liegen die Daten aber auf der sicheren Seite.

Die Bemessung der Versickerungsanlage erfolgt nach den Vorgaben des DWA A 138 für Regenereignisse mit 5-jährlicher Wiederkehrzeit ( $n = 0,2/a$ ). Auf diese Weise werden auch die relevanten Vorgaben der RAS EW erreicht oder übertroffen.

Für die Berechnungen werden statistische Niederschlagshöhen aus dem Kostra-Atlas 2000 des Deutschen Wetterdienstes für den Bereich von Bernau am Chiemsee verwendet. Die

---

<sup>8</sup> Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew), Ausgabe 2005

Angaben zu den Niederschlagshöhen und –spenden können der folgenden tabellarischen Zusammenstellung entnommen werden:

Niederschlagshöhen und –spenden für Bernau am Chiemsee

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 56 Zeile: 37

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	4,5	150,0	7,3	243,4	10,1	336,8	13,8	460,3	16,6	553,7	19,4	647,1	23,1	770,5	25,9	863,9
10,0 min	8,0	134,2	11,6	193,9	15,2	253,6	20,0	332,6	23,5	392,3	27,1	452,1	31,9	531,0	35,4	590,8
15,0 min	10,4	115,1	14,5	161,1	18,6	207,1	24,1	267,9	28,3	313,9	32,4	359,9	37,9	420,7	42,0	466,7
20,0 min	12,0	99,6	16,5	137,8	21,1	176,0	27,2	226,5	31,8	264,7	36,4	302,9	42,4	353,4	47,0	391,6
30,0 min	13,9	77,5	19,2	106,9	24,5	136,3	31,5	175,2	36,8	204,6	42,1	234,0	49,1	272,9	54,4	302,3
45,0 min	15,5	57,3	21,6	80,0	27,7	102,6	35,8	132,6	41,9	155,2	48,0	177,9	56,1	207,8	62,2	230,5
60,0 min	16,2	45,1	23,0	63,9	29,8	82,7	38,7	107,6	45,5	126,4	52,3	145,2	61,2	170,1	68,0	188,9
90,0 min	18,5	34,2	25,9	48,0	33,4	61,9	43,3	80,1	50,7	94,0	58,2	107,8	68,1	126,1	75,6	139,9
2,0 h	20,2	28,1	28,2	39,2	36,2	50,3	46,8	65,0	54,8	76,2	62,8	87,3	73,4	102,0	81,4	113,1
3,0 h	23,0	21,3	31,8	29,5	40,7	37,7	52,3	48,5	61,2	56,6	70,0	64,8	81,7	75,6	90,5	83,8
4,0 h	25,2	17,5	34,7	24,1	44,1	30,7	56,7	39,3	66,1	45,9	75,6	52,5	88,1	61,2	97,6	67,8
6,0 h	28,7	13,3	39,1	18,1	49,5	22,9	63,3	29,3	73,8	34,2	84,2	39,0	98,0	45,4	108,5	50,2
9,0 h	32,6	10,1	44,1	13,6	55,6	17,2	70,8	21,9	82,3	25,4	93,8	29,0	109,1	33,7	120,6	37,2
12,0 h	35,7	8,3	48,0	11,1	60,3	14,0	76,7	17,7	89,0	20,6	101,3	23,5	117,7	27,2	130,0	30,1
18,0 h	42,1	6,5	56,5	8,7	70,9	10,9	90,1	13,9	104,5	16,1	118,9	18,4	138,1	21,3	152,5	23,5
24,0 h	48,4	5,6	65,0	7,5	81,6	9,4	103,4	12,0	120,0	13,9	136,6	15,8	158,4	18,3	175,0	20,3
48,0 h	80,4	4,7	100,0	5,8	119,6	6,9	145,4	8,4	165,0	9,5	184,6	10,7	210,4	12,2	230,0	13,3
72,0 h	88,9	3,4	110,0	4,2	131,1	5,1	158,9	6,1	180,0	6,9	201,1	7,8	228,9	8,8	250,0	9,6

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe für Bernau ist aufgrund der Lage im Alpenvorland relativ hoch. Nach Auswertungen des DWD für den Zeitraum von 1951 bis 1980 kann sie in einer Höhe von 1474 mm angegeben werden.

Nach den Angaben im DWA Arbeitsblatt A 117, auf die im Arbeitsblatt A 138 explizit Bezug genommen wird, kann die Bemessung je nach Anwendungsfall entweder mit einem einfachen Bemessungsverfahren mittels statistischer Niederschlagsdaten oder durch den Nachweis der Leistungsfähigkeit mittels Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation erfolgen. Im hier vorliegenden Fall wird zumindest vorläufig ein einfaches Bemessungsverfahren gewählt, weil die im Arbeitsblatt A 117 dafür genannten Bedingungen wie folgt eingehalten werden:

- ▷ Die Größe des Einzugsgebiets  $A_E$  ist mit maximal 4,23 ha wesentlich kleiner als die zulässige Größe von 200 ha.
- ▷ Die gewählte Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens beträgt  $n = 0,2/a$ . Sie liegt damit unter der zulässige Überschreitungshäufigkeit von  $n = 0,1/a$ .
- ▷ Die spezifische Versickerungsrate bezogen auf  $A_u$  liegt nach den Ergebnissen der Berechnung über dem Mindestwert von  $q_s \geq 2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ .

### 3.2.4.2 Absetzbecken

Die Vorstufe des Retentionsbodenfilters wird als Absetzbecken ausgebaut. Die Dimensionierung berücksichtigt die Vorgaben der RAS-Ew und des DWA M 178. Demnach muss eine Mindestwassertiefe von 2 m eingehalten werden. Das Absetzbecken soll als Erdbecken hergestellt werden, so dass nach RAS-Ew eine großzügige Auslegung empfohlen wird. Als kritische Regenspende  $r_{\text{krit}}$  wird deshalb der Wert für einen 15-Minuten-Regen mit einjähriger Wiederkehrzeit angesetzt ( $r_{15,n=1}$ ). Auf diese Weise wird auch die Wirkungsweise des nachgeschalteten Retentionsbodenfilters verbessert, da eine Kolmation der Filteroberfläche durch Feinteile minimiert wird.

### Bemessungszufluss:

$$Q_{RKB} = r_{15,n=1} * A$$

mit:  $r_{15,n=1}$ : 161,1 l/(s\*ha)

A: befestigte Einzugsgebietsfläche

$$\text{Variante 1: } Q_{RKB} = 161,1 \text{ l/(s*ha)} * 3,4 \text{ ha} = 553 \text{ l/s}$$

$$\text{Variante 2: } Q_{RKB} = 161,1 \text{ l/(s*ha)} * 1,7 \text{ ha} = 274 \text{ l/s}$$

### Erforderliche Oberfläche

Die erforderliche Oberfläche richtet sich nach der Zuflussmenge und der für das jeweilige Entwässerungssystem anzusetzenden Oberflächenbeschickung und wird wie folgt ermittelt:

$$A_{RKB} = \frac{3,6 * Q_{RKB}}{q_A}$$

mit:  $Q_{RKB}$ : Bemessungszufluss [l/s]

$q_A$ : Oberflächenbeschickung [ $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ ]

Bei der Oberflächenbeschickung wird unterschieden, ob es sich um ein Regenklärbecken mit Dauerstau oder um ein Regenklärbecken ohne Dauerstau handelt. Im hier vorliegenden Fall ist ein Regenklärbecken mit Dauerstau vorgesehen, so dass für die Oberflächenbeschickung ein Wert von  $q_A = 9 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$  angesetzt wird.

Demnach ergibt sich eine erforderliche Oberfläche von:

$$\text{Variante 1: } A_{RKB} = \frac{3,6 * Q_{RKB}}{q_A} = \frac{3,6 * 553}{9} = 221 \text{ m}^2$$

$$\text{Variante 2: } A_{RKB} = \frac{3,6 * Q_{RKB}}{q_A} = \frac{3,6 * 274}{9} = 110 \text{ m}^2$$

### **3.2.4.3 Versickerungsbecken als Retentionsbodenfilter**

Die Bemessung des Retentionsbodenfilters kann nach der RAS-Ew als Versickeranlage entsprechend den Vorgaben des DWA Arbeitsblatts A 138 erfolgen. Auf den im DWA Merkblatt M 178 vorgesehenen Nachweis mittels Langzeitsimulation wird daher verzichtet.

Die Größe der Versickerungsfläche wird so ausgelegt, dass eine Einstautiefe von 1 m bei einem 5-jährlichen Bemessungsregenereignis nicht überschritten wird. Als Bemessungswert der Wasserdurchlässigkeit wird auf der sicheren Seite der Wert für die im Untergrund anstehenden Kiese angesetzt, der nach den Angaben im Kap. 3.3.1 in einer Größenordnung von  $k_f = 5 * 10^{-6} \text{ m/s}$  liegt. Dieser Wert ist derzeit noch relativ ungenau. Sofern durch weitere Baugrunduntersuchungen in Verbindung mit einem Pumpversuch an der Grundwassermessstelle BK 62 höhere Werte ermittelt werden, kann bei der endgültigen Bemessung ggf. ein  $k_f$ -Wert von  $1 * 10^{-5} \text{ m/s}$  angesetzt werden, so dass eine Reduzierung der Beckengröße erreicht werden kann.

Der Ansatz eines maßgebenden  $k_f$ -Werts von  $5 * 10^{-6} \text{ m/s}$  führt bei einer angestrebten Einstauhöhe von 1 m zu langen Einstaudauern des Retentionsbodenfilters. Bei einem dauerhaften Einstau der Filterschicht muss aber mit einem Rückgang der biologischen Rei-

nigung gerechnet werden. Außerdem kann sich das Milieu im Filterboden so verändern, dass es zu einer Rücklösung von Schwermetall-, Kohlenstoff- und Phosphorverbindungen kommen kann, die bereits an der Bodenmatrix gebunden waren. Deshalb muss auch bei Retentionsbodenfiltern darauf geachtet werden, dass längere Einstauphasen begrenzt und ein dauerhafter Einstau vermieden wird. Im Handbuch „Retentionsbodenfilter“ des MUNLV Nordrhein-Westfalen<sup>9</sup> wird deshalb empfohlen, eine Einstaudauer von mehr als 48 Stunden nur mit einer Häufigkeit von  $n = 1$  (einmal pro Jahr) zu überschreiten. Deshalb werden zusätzlich Berechnungen mit Ansatz eines 1-jährlichen Niederschlags durchgeführt.

Die Berechnungen werden nach den Vorgaben des DWA A 138 mit dem Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS des ITWH Hannover durchgeführt. Die Eingangsdaten und die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Ausdrucken in Anlage 3 zusammengestellt. Die relevanten Angaben können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 3.2: Ergebnisse der Bemessung des Versickerungsbeckens

	Variante 1 Anschluss beider Richtungs- fahrbahnen	Variante 2 Anschluss Richtungsfahrbahn Salzburg
Sohlfläche des Versickerungsbeckens	4.180 m <sup>2</sup> (z.B. 76 x 55 m)	2.035 m <sup>2</sup> (z.B. 55 x 37 m)
Einstauhöhe bei $n = 0,2$	1,0 m	1,0 m
Entleerungszeit bei $n = 0,2$	111 h	111 h
Einstauhöhe bei $n = 1$	0,55 m	0,56 m
Entleerungszeit bei $n = 1$	61 h	62 h

Wie der Tabelle entnommen werden kann, ergeben sich für einen 1-jährlichen Niederschlag Entleerungsdauern von ca. 60 Stunden. Dieser Wert liegt etwas über der o.g. empfohlenen Größenordnung von 48 Stunden. Gleichwohl kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Retentionsbodenfilter jederzeit eine gute Behandlung des Niederschlagswassers erreicht wird.

Ein weiterer Beleg für diese Aussage ergibt sich aus den Ergebnissen einer Abschätzung der mittleren hydraulische Flächenbelastung des Retentionsbodenfilters. Dieser Wert wird im Rahmen einer Langzeitsimulation als Quotient aus der Zuflussmenge und der Flächengröße des Retentionsbodenfilters gebildet und sollte bei einem Bodenfilter im Trennsystem einen Wert von 50 m/a nicht überschreiten. Wenn die jährliche Zuflussmenge mit Ansatz der mittleren jährliche Niederschlagshöhe von 1474 mm ohne jeden Abzug von Verlusten berechnet wird, ergibt sich für die Variante 1 folgender Zufluss:

$$V_{Qf} = (A_{red} + A_{RB}) \times h_{na}$$

$$V_{Qf} = (34.400 \text{ m}^2 + 4.447 \text{ m}^2) \times 1,474 \text{ m/a} = 57.260 \text{ m}^3/\text{a}$$

Die mittlere hydraulische Flächenbelastung erreicht somit folgende Größe

$$h_{F,m} = V_{Qf} / A_{RB}$$

$$h_{F,m} = 57.260 \text{ m}^3/\text{a} / 4.447 \text{ m}^2 = 12,9 \text{ m/a}$$

<sup>9</sup> Retentionsbodenfilter – Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, MUNV, Düsseldorf, 2003.



Der zulässige Wert von 50 m/a wird erheblich unterschritten, so dass eine gute Funktionsfähigkeit und Reinigungsleistung des Retentionsbodenfilters erwartet werden kann.

Wie im Kap. 3.2.3 beschrieben, wird zusätzlich die Anordnung eines Notüberlaufs vom Retentionsbodenfilter in den Bärnseegraben empfohlen. Die Berechnung der Wassermenge, die bei einem 100-jährlichen Regenereignis in den Bärnseegraben abgeleitet wird, kann ebenfalls der Anlage 3 entnommen werden. Wie dem Berechnungsausdruck entnommen werden kann, werden Notentlastungsmengen von 30 l/s (Variante 1) bzw. 15 l/s (Variante 2) erforderlich. In diesem Fall steigt der Wasserspiegel im Filterbecken auf jeweils ca. 1,3 m an. Bei Ansatz eines Freibord von 0,5 m kommt es somit noch nicht zu einem Überlauf über die Dammoberkante.

Wenn der Bärnseegraben nach den Kriterien des DWA-Merkblatts M 153 als kleiner Flachlandbach eingestuft wird, ergibt sich eine zulässige Einleitmenge von Wasser aus befestigten Flächen in Höhe von 15 l/(s\*ha). Mit diesem Ansatz wäre eine Ablaufmenge in folgender Größenordnung möglich:

Variante 1:  $Q_{NE} = 15 \text{ l/(s*ha)} * 3,4 \text{ ha} = 51 \text{ l/s}$

Variante 2:  $Q_{NE} = 15 \text{ l/(s*ha)} * 1,7 \text{ ha} = 26 \text{ l/s}$

Die gewählten Notentlastungsmengen liegen somit erheblich unter den zulässigen Mengen. Zusätzlich sei an dieser Stelle noch mal darauf hingewiesen, dass eine Notentlastung nur in seltenen Fällen und auch dann i.d.R. nur bei Starkregenereignissen während des Sommers auftreten wird. Ein Eintrag von Tausalzen in die Oberflächengewässer des FFH-Gebiets über den Notüberlauf ist daher unwahrscheinlich.

In der folgenden Abbildung ist eine mögliche Lage des Retentionsbodenfilters für die Variante 1 dargestellt. Nähere Ausarbeitungen dazu müssen im Zuge der Detailplanung erfolgen.

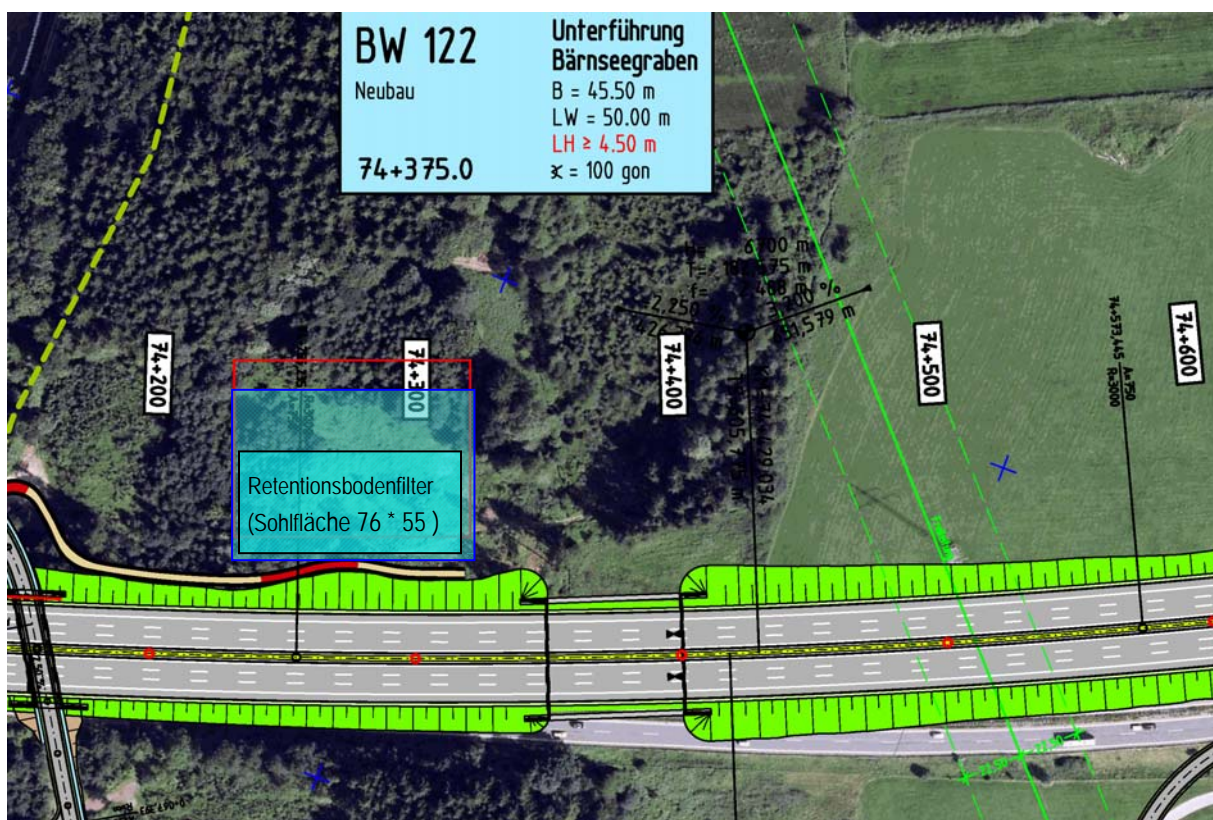


Abbildung 3.7 Anordnung eines Retentionsbodenfilters bei BAB km 74+300

#### **4. Zusammenfassung und Empfehlung**

Die Autobahndirektion Südbayern plant, den Abschnitt Achenmühle bis Bernauer Berg der A8 Ost von derzeit vier auf sechs Fahrspuren auszubauen. Nach den bisher vorliegenden Planungen soll der Entwässerungsabschnitt EA 8 zwischen km 74+050 und 75+200 über ein Regenrückhaltebecken in den Bärnseegraben entwässern, der nach kurzer Fließstrecke in den südlich der A8 gelegenen Bärnsee mündet.

Der Bärnseegraben und der Bärnsee sind Teil des FFH-Gebiets DE 8240-302 „Bärnseemoor“, so dass geprüft werden muss, ob durch das Ausbauvorhaben eine erhebliche Beeinträchtigung des Gebiets zu erwarten ist. Das ist im vorliegenden Fall deshalb möglich, weil nach dem Ausbau der Autobahn und der geplanten Entwässerungsanlagen eine größere Menge an Streusalz als bisher in den Bärnseegraben und den Bärnsee eingetragen wird.

Um das dadurch verursachte Gefährdungspotenzial bewerten zu können, wurden Untersuchung des Salzeintrags über tausalzhaltiges Niederschlagswasser durchgeführt, das von der Autobahn in den Bärnseegraben und den Bärnsee abgeleitet wird. Zu diesem Zweck wurde mit Hilfe eines Wasserhaushaltsmodells zunächst eine langjährige Wasserbilanz des Bärnsees und seines Einzugsgebiets erstellt. Anschließend wurde die zu erwartende Salzausbringung ermittelt, so dass über ein einfaches Bilanzierungsmodell schließlich der Salzeintrag und die Konzentrationen in den Gewässern berechnet werden konnten.

Nach den Ergebnissen der Berechnungen kommt es im Planungszustand sowohl im Bärnseegraben als auch im Bärnsee selbst zu einem Anstieg der Salzkonzentrationen. Wie zu erwarten, tritt dieser Zustand im Bärnseegraben nur eng begrenzt in dem Zeitraum auf, in dem tatsächlich Streusalz ausgebracht wird. Im Bärnsee steigt die Konzentration im Winter allmählich an, wird aber im Sommerhalbjahr kontinuierlich wieder abgebaut. Eine sukzessiven Aufsalzung des Bärnsees im Laufe der Jahre ist nicht zu erwarten.

Im Bärnsee ist der Anstieg der Salzkonzentrationen gegenüber dem derzeitigen Zustand gering. Selbst bei Ansatz ungünstiger Bedingungen ist allenfalls ein Anstieg der Chloridkonzentration von maximal ca. 40 mg/l im Istzustand auf maximal ca. 75 mg/l im Planungszustand zu erwarten. Im Bärnsee werden deshalb aller Voraussicht nach auch im Planungszustand keine kritischen Konzentrationen auftreten, die zu einer Schädigung der Flora und Fauna führen können.

Im Bärnseegraben können Chlorid-Konzentrationen >400 mg/l auftreten, so dass erste Schädigungen an empfindlichen Gewässerorganismen möglich sind. Aufgrund der Stoßbelastungen, die im Bärnseegraben im Gegensatz zu einem stehenden Gewässer wie dem Bärnsee auftreten, werden derartige Konzentrationen allerdings nur während jeweils sehr kurzer Zeiträume überschritten, so dass das Gefährdungspotenzial als entsprechend gering einzuschätzen ist. Hinzu kommt, dass erhöhte Belastungen ausschließlich während des Winterhalbjahrs und damit in einem Zeitraum mit eingeschränkter vegetativer Tätigkeit zu erwarten sind.

Obwohl die Gefahr von Beeinträchtigungen somit als gering eingestuft wird, muss der Eintrag von Tausalzen in das FFH-Gebiet immer als problematisch für die Realisierung des Vorhabens angesehen werden, so dass es grundsätzlich besser wäre, darauf zu verzichten. Im hier gegebenen Fall ist das möglich, wenn die Entwässerung des EA 8 nicht über ein Regenrückhaltebecken mit Ableitung in den Bärnsee sondern statt dessen über eine Versickerungsanlage erfolgen könnte. Um zu prüfen, ob dies trotz der ungünstigen hydrogeologischen Randbedingungen möglich ist, wurden zusätzliche Untersuchungen angestellt.



Im Ergebnis dieser Untersuchungen kann die Errichtung einer Versickerungsanlage als zweckmäßige Alternative betrachtet werden, wenn akzeptiert wird, dass dafür höhere Aufwendungen als unter normalen Bedingungen anfallen. Als noch relativ günstig kann die Errichtung der Anlage westlich des bisher geplanten Standorts bei km 74+300 angesehen werden. Auch an diesem Standort wird jedoch eine konstruktive Gestaltung in Form eines Retentionsbodenfilters mit großer Oberfläche und mit vorgeschaltetem Absetzbecken erforderlich.

Nach dem Ergebnis einer vorläufigen Bemessung wird im ungünstigsten Fall (Anschluss beider Richtungsfahrbahnen) die Anordnung eines Retentionsbodenfilters mit einer Sohlfläche von 4.180 m<sup>2</sup> (z.B. als Rechteck mit Seitenlängen von 76 x 55 m) und einer Einstauhöhe von 1,0 m notwendig. Wie die Darstellung in der Abbildung 3.7 belegt, sollte das unter den vor Ort gegebenen Verhältnissen möglich zu sein.

Da auch bei Besprechungen mit dem Vorhabensträger und weiteren Beteiligten keine Gründe gesehen wurden, die die Errichtung der Anlage an diesem Standort verhindern würden, wird vorgeschlagen, die Entwässerung des Entwässerungsabschnitts 8 durch den Bau des beschriebenen Retentionsbodenfilters zu gewährleisten. Nähere Details zur Anordnung und Ausbildung der Anlage müssen im Rahmen der weiterführenden Planungen festgelegt werden.

Eching am Ammersee, den 05.07.2012

Dr. Blasy – Dr. Øverland  
Beratende Ingenieure

i.V. Bernhard Vogt  
Diplom-Ingenieur

## **Anlage 1**

### **Ergebnisse der Konzentrationsberechnung**

Tabelle 1: Konzentration Bärnseeegraben, Monatsmittelwerte, Istzustand

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1971										6.4	10.7	7.9	
1972	7.7	9.3	5	6.6	5	5	5	5	5	11.3	9.2	6.5	6.7
1973	13.2	10	11.4	15	5	5	5	5	5	8	8.8	9.2	8.4
1974	11.4	14	7.9	8.1	5	5	5	5	5	7.7	9.2	7.4	7.6
1975	7.8	8.7	11.7	8.6	5	5	5	5	5	5	10.6	9.5	7.2
1976	10	9.5	7.3	8.3	5	5	5	5	5	5	8	6	6.6
1977	10.2	6	5.2	6.8	5	5	5	5	5	5	9.4	7.6	6.3
1978	11.1	6.4	10	8.5	5.3	5	5	5	5	5	5.3	6.1	6.5
1979	10.2	10.9	8.6	7.3	5.8	5	5	5	5	5	9.4	7.7	7.1
1980	8.2	8.8	9	9.1	5.2	5	5	5	5	5.4	6.9	7.7	6.7
1981	7.4	6.7	7.6	7.9	5	5	5	5	5	5.8	7.9	8.5	6.4
1982	9.4	6.2	8.3	6	5	5	5	5	5	5	6.8	10.2	6.4
1983	8.8	8.4	6.9	7.4	5	5	5	5	5	5	5.8	7.8	6.3
1984	13.8	9.5	6.6	8.1	5.8	5	5	5	5	5	5.7	12.5	7.2
1985	6	6.8	10.9	6.6	5.4	5	5	5	5	7.1	7.8	8.4	6.6
1986	8.4	5	7	6.9	5	5	5	5	5	5.5	5.6	9.4	6.1
1987	6.4	11.7	7.8	5.5	5.5	5	5	5	5	5	9	7	6.5
1988	8.7	9.9	9.1	5.3	5	5	5	5	5	5	7.2	9.5	6.6
1989	7.1	9.3	7.2	6.2	5	5	5	5	5	5	6.4	6.2	6
1990	7.7	10.1	8.2	7.2	5	5	5	5	5	5	7.4	8.1	6.6
1991	6.8	7.5	7.9	10.1	5	5	5	5	5	7.1	10.1	8.9	6.9
1992	8.2	8.4	8.6	6	5	5	5	5	5	6.7	7	7	6.4
1993	7.5	8.1	7.8	5.6	5	5	5	5	5	5.4	6	9.9	6.3
1994	8.5	9.1	6.2	7.9	5	5	5	5	5	6.2	5	7.6	6.3
1996	6.4	12.5	7.5	8.8	5	5	5	5	5	5	9.3	8	6.9
1997	7.1	8.4	7.6	8.2	5	5	5	5	5	5	7.7	9.1	6.5
1998	6.7	5.4	9.1	6.5	5	5	5	5	5	5	7.1	6.9	6
1999	8.6	8.8	6.8	6.4	5	5	5	5	5	5	8.1	8.6	6.4
2000	7.7	8.7	7	5.3	5	5	5	5	5	5	6.1	9.5	6.2
2001	8.6	8.2	6.6	6.2	5	5	5	5	5	5	8.3	6.5	6.2
2002	6.7	8.3	6.7	5	5	5	5	5	5	5	5.7	9.3	6
2003	9.1	5.8	6.5	7.9	5	5	5	5	5	5.6	7.7	8.5	6.3
2004	11.2	9.6	7.6	5.9	5	5							

Tabelle 2: Konzentration Bärnsee, Monatsmittelwerte, Istzustand

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1971										5.2	5.7	7	
1972	6.9	6.9	6.8	6.5	6.2	5.8	5.5	5.3	5.2	5.6	6.8	7.4	6.2
1973	7.3	9.1	9.5	9.9	8.5	7.1	6.2	5.8	5.5	5.7	6.6	7.1	7.3
1974	7.9	9	9.2	8.1	6.9	5.9	5.4	5.1	5.1	5.4	7.2	7.5	6.9
1975	7	7.3	7.2	8.8	7	5.9	5.2	5.1	5	5	5.9	7.4	6.4
1976	8	8.1	7.4	7.3	6.6	5.6	5.3	5.1	5	5	5.5	6.4	6.3
1977	7.2	6.4	5.8	6	5.5	5.2	5.1	5	5	5	5.6	6.7	5.7
1978	7.3	7.9	7.4	8	6.6	5.7	5.2	5.1	5	5	5.1	5.5	6.1
1979	6	8	7.9	7.4	6.4	5.4	5.1	5	5	5	6.6	6.5	6.2
1980	7.1	7.5	7.5	7.8	6.1	5.4	5.1	5	5	5.2	5.6	6.1	6.1
1981	7	6.5	6.7	6	6.2	5.6	5.2	5.1	5	5.3	6	7.7	6
1982	7	7	7.1	6.4	5.9	5.3	5.1	5	5	5	5.4	6.6	5.9
1983	7.4	7.4	7	7.1	6	5.4	5.1	5.1	5	5	5.1	5.7	5.9
1984	7.7	8.8	7.8	7.4	6.8	5.9	5.4	5.2	5.1	5	5.1	6.9	6.4
1985	7.1	6.5	7.7	6.9	6.5	5.7	5.2	5.1	5	5.1	6.4	6.6	6.1
1986	7.3	6.3	6.2	6.4	5.8	5.3	5.1	5	5	5.1	5.3	6	5.7
1987	6.6	7.2	7.1	6.8	5.9	5.2	5.1	5	5	5	5.4	6.9	5.9
1988	6.5	7.7	7.7	6.4	5.5	5.2	5.1	5	5	5	5.5	7.1	6
1989	7.1	6.8	7.2	6.1	5.9	5.4	5.2	5.1	5	5	5.4	5.7	5.8
1990	6	6.9	7.2	7.2	6.3	5.6	5.2	5.1	5	5	5.6	6.4	6
1991	6.8	6.6	6.5	7.1	6.6	5.6	5.2	5	5	5.3	6.9	7.4	6.2
1992	7.7	7.6	7.2	7.2	6	5.5	5.3	5.1	5.1	5.4	5.9	6.6	6.2
1993	6.1	6.7	6.9	6.3	5.6	5.3	5.1	5	5	5.1	5.4	6.5	5.7
1994	7.2	7.7	6.8	6.8	5.8	5.3	5.1	5.1	5	5.4	5.3	5.6	5.9
1996	6.4	7.3	7.1	8	6.5	5.6	5.2	5.1	5	5	5.9	7.7	6.2
1997	6.7	6.9	6.9	7.3	6.3	5.6	5.2	5	5	5	5.3	6.8	6
1998	6.8	6.4	6.8	6.6	5.9	5.4	5.2	5.1	5	5	5.8	6.2	5.8
1999	6.7	7.3	6.6	6.2	5.7	5.1	5	5	5	5	5.9	7	5.9
2000	7.3	7.3	6.9	6	5.4	5.2	5.1	5	5	5	5.2	6.2	5.8
2001	7.1	7.2	6.9	6.2	5.7	5.3	5.1	5	5	5	5.6	6.5	5.9
2002	6	6.4	6.6	5.9	5.4	5.2	5.1	5	5	5	5.3	6.5	5.6
2003	6.9	7.3	6.5	6.7	6	5.5	5.2	5.1	5.1	5.1	5.7	6.5	6
2004	7.5	8	7.5	6.5	5.8	5.3							

Tabelle 3: Konzentration Bärnseeграben, Monatsmittelwerte, Planzustand, Variante 1

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>1971</b>										16.3	44.1	54.1	
<b>1972</b>	22	51.2	18.2	21.4	7	5	5	5	5	55.6	46.1	21.9	22
<b>1973</b>	75.6	86.7	72.6	123.5	5.4	5	5	5	5	34.9	44.2	46.5	42.4
<b>1974</b>	81	100.2	43	39.5	5.2	5	5	5	5	27.7	56.2	38.1	34.2
<b>1975</b>	34.6	45.2	74.9	50.3	5	5	5	5	5	5	52.3	37.3	27.1
<b>1976</b>	89.5	42.9	44.5	39.8	7.4	5	5	5	5	5	35.2	19.8	25.4
<b>1977</b>	52.3	15.9	8.1	23.4	5	5	5	5	5	5	46.8	32.8	17.4
<b>1978</b>	67.9	35.8	60.6	43.5	8.4	5	5	5	5	5	10	17.5	22.4
<b>1979</b>	48.3	67.4	59.9	33.2	15.3	5	5	5	5	5	51.3	28.7	27.4
<b>1980</b>	52.4	42.5	56.6	49.4	8.1	5	5	5	5	9.3	26.1	31.1	24.6
<b>1981</b>	37	18.2	42.6	25.7	15.5	5	5	5	5	14.3	33.2	49.8	21.4
<b>1982</b>	42	19	52.2	18.1	6.7	5	5	5	5	5	24	58.5	20.5
<b>1983</b>	46.2	33.2	34.7	33.4	5.1	5	5	5	5	5	13.3	33.7	18.7
<b>1984</b>	88.6	51.9	47.2	33.8	21.5	5	5	5	5	5	12.7	74.9	29.6
<b>1985</b>	18.7	20.6	74.8	18.6	14.6	5	5	5	5	10.6	46.2	44.4	22.4
<b>1986</b>	41.1	5	29.4	25.5	5.2	5	5	5	5	10	10.5	38.3	15.4
<b>1987</b>	22.7	71.5	35.4	18	10.5	5	5	5	5	5	33.1	35.9	21
<b>1988</b>	46.1	60.2	48.9	11.3	5	5	5	5	5	5	23.8	55.1	23
<b>1989</b>	22.1	57	36.5	10.9	12.2	5	5	5	5	5	13.9	24	16.8
<b>1990</b>	33.3	57.5	42.1	30.3	5	5	5	5	5	5	27.2	40.2	21.7
<b>1991</b>	19.4	28	49	66.9	8.8	5	5	5	5	24	60.2	46	26.9
<b>1992</b>	33.1	44.5	51.6	20.8	5	5	5	5	5	22.8	25.7	26.7	20.8
<b>1993</b>	32.8	32.6	37.3	15.9	5	5	5	5	5	8.9	14.8	54.5	18.5
<b>1994</b>	46.7	52.9	19.5	37.1	5	5	5	5	5	20.5	5.1	31.2	19.8
<b>1996</b>	20.4	77.3	44.5	56.5	5.2	5	5	5	5	5	49.8	48.3	27.3
<b>1997</b>	14.4	58.6	34.1	40.7	5.2	5	5	5	5	5	23.3	51	21
<b>1998</b>	27.5	16.9	42.7	28.6	5	5	5	5	5	5	26.7	17.9	15.9
<b>1999</b>	52.9	46.7	26.6	21.6	5.1	5	5	5	5	5	35.8	47	21.7
<b>2000</b>	39.3	46.7	27.7	9.4	5	5	5	5	5	5	16.3	47.8	18.1
<b>2001</b>	35	54.8	25.5	19.3	6	5	5	5	5	5	39	21.4	18.8
<b>2002</b>	24.9	38.6	22.6	6.4	5	5	5	5	5	5	12.7	50.6	15.5
<b>2003</b>	48.8	15	24.5	41	5.7	5	5	5	5	11.2	32.3	40.1	19.9
<b>2004</b>	55.7	61	45.1	17	5.1	5							

:

Tabelle 4: Konzentration Bärnsee, Monatsmittelwerte, Planzustand, Variante 1

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>1971</b>										6.9	11.7	26.2	
<b>1972</b>	26.5	26.9	28.4	23.8	20.5	15.3	10.4	8.1	7.1	11	25.8	33.1	19.7
<b>1973</b>	30.5	53.7	56.6	64.6	48.7	30.5	19.1	13.9	10.8	12.9	22.9	28	32.7
<b>1974</b>	38.9	51.1	55.8	44.3	28.5	16.2	10	6.6	5.7	9	30.1	34.6	27.6
<b>1975</b>	29.4	33	30.7	50.9	29.7	16	7.9	5.7	5.2	5.1	14.5	28.5	21.4
<b>1976</b>	42.3	41.1	34.5	34.8	26.5	12.2	8.6	6.5	5.5	5.2	9.4	21.8	20.7
<b>1977</b>	25.8	23.7	15	16.7	11.2	7.7	6	5.2	5	5	9.9	24.3	13
<b>1978</b>	28.7	40.2	35	41.9	25.6	13.1	7.8	6	5.4	5.1	5.5	9.9	18.7
<b>1979</b>	14.8	38.3	40.9	34.2	21.7	10.7	5.7	5.2	5.1	5	21.9	21.2	18.7
<b>1980</b>	30	36.5	35.2	38.4	19.8	10.2	6.6	5.4	5.2	6.8	11.3	18	18.6
<b>1981</b>	27.7	23.1	26	16.6	20.6	12.6	7.9	5.8	5.3	7.6	15.6	35.8	17.1
<b>1982</b>	26.1	30.7	30.5	24.1	17.1	9.4	6.3	5.4	5.1	5	9.3	22.8	16
<b>1983</b>	33.6	29.4	31.7	31	17.4	9.9	6.7	5.6	5.2	5.1	5.6	13	16.2
<b>1984</b>	34.2	49.2	38.2	36.1	28.1	16.2	10.1	7	5.7	5.2	6.6	24.5	21.7
<b>1985</b>	29	23.6	34.1	30.1	23.9	13.4	7.9	5.7	5.1	5.2	20.4	23.6	18.5
<b>1986</b>	32.2	22.2	19.5	22.3	14.7	8.2	6	5.4	5.2	5.6	7.9	14.3	13.6
<b>1987</b>	24.3	28	31.5	27.8	15.8	8	5.8	5.2	5.1	5	8.9	27.1	16
<b>1988</b>	22.3	35.3	37	22.5	11.7	7.8	6.2	5.4	5.1	5.1	9.6	28.8	16.4
<b>1989</b>	29.6	27.2	33.4	18.9	15.8	9.9	7.2	6	5.4	5.1	9.1	11.8	14.9
<b>1990</b>	16.1	27.7	31.7	32	20.6	11.8	7.3	5.9	5.4	5.2	11.8	18.8	16.2
<b>1991</b>	25.7	19.5	26.2	31.7	26.5	12.3	7.1	5.2	5.1	7.8	25.2	31.7	18.7
<b>1992</b>	35.8	37.5	33.2	32.9	17.9	11.7	8.4	6.6	5.7	9.1	15.9	22.5	19.8
<b>1993</b>	18.6	24.1	26.1	22.8	12.7	8.5	6.1	5.2	5	5.9	9.6	21.3	13.8
<b>1994</b>	30.6	35.9	28.2	26.7	15.4	8.5	6.3	5.6	5.3	8.7	8.6	10.5	15.8
<b>1996</b>	20.8	27.7	29.8	42.6	25.9	12.4	7.3	5.8	5.3	5.1	13	37.2	19.4
<b>1997</b>	25.6	28	28.6	32.5	21.7	12.1	7	5.4	5.2	5.1	6.5	25.6	16.9
<b>1998</b>	27.5	20.9	26.5	25.6	16.3	10.2	7	5.8	5.3	5.1	13.4	18	15.1
<b>1999</b>	22.3	33.6	25.6	20.3	13.6	6.5	5.5	5.2	5.1	5	14.3	28.3	15.4
<b>2000</b>	31	33.2	28	17.4	10.1	7	5.7	5.2	5.1	5	6.9	17.1	14.3
<b>2001</b>	29	31	28.9	19.3	14.6	8.5	6	5.4	5.2	5.1	11.1	22.3	15.5
<b>2002</b>	17.1	22.1	24.9	16.5	10.2	7.2	6.1	5.3	5.1	5	8.5	20	12.3
<b>2003</b>	27.6	33.8	23.9	25.6	18.3	11.3	8.3	6.8	5.9	6.1	12.6	21.1	16.8
<b>2004</b>	32.9	36.8	36	26	15.8	8.4							

Tabelle 5: Konzentration Bärnseeegraben, Monatsmittelwerte, Planzustand, Variante 2

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>1971</b>										11.3	21.9	32.5	
<b>1972</b>	11.8	30.5	15.3	13.7	6.9	5	5	5	5	30.9	26.2	13.8	14.1
<b>1973</b>	37.6	48.8	37.6	70.5	5.8	5	5	5	5	20.1	26	24.8	24.3
<b>1974</b>	44.6	53.2	26.2	25.5	5.3	5	5	5	5	15.5	32.7	22.5	20.5
<b>1975</b>	21	25	38.3	31.1	5.2	5	5	5	5	5	28.4	18.7	16.1
<b>1976</b>	50.2	22.2	29.8	23.3	7.1	5	5	5	5	5	18.5	14.1	15.8
<b>1977</b>	27.9	11.3	6.8	14.2	5	5	5	5	5	5	22.8	20.7	11.1
<b>1978</b>	32.8	22.5	34.5	26.9	7.1	5	5	5	5	5	7.3	11.5	14
<b>1979</b>	26.3	33.8	36.4	19.7	10.6	5	5	5	5	5	27.7	14.9	16.2
<b>1980</b>	29.5	25.6	31.5	27.8	7	5	5	5	5	7.2	15.5	17.8	15.2
<b>1981</b>	20.4	12.2	24.4	12.7	13.1	5	5	5	5	9.7	18.7	27.1	13.2
<b>1982</b>	22.6	12.4	28.9	13.3	6.3	5	5	5	5	5	14.4	30.5	12.8
<b>1983</b>	27.3	18.7	21.2	20.7	5.1	5	5	5	5	5	9.1	19.1	12.2
<b>1984</b>	44.8	30.7	28	20.1	14.7	5	5	5	5	5	9.1	39.5	17.7
<b>1985</b>	12	12.9	38.5	13.6	10.7	5	5	5	5	6.6	27.1	24.6	13.8
<b>1986</b>	23.7	5	18.7	15.8	5.3	5	5	5	5	7.6	7.7	20	10.3
<b>1987</b>	15	36.8	20.9	12.6	7.9	5	5	5	5	5	17.3	21.9	13.1
<b>1988</b>	24.7	31.1	28.2	9	5	5	5	5	5	5	13.9	28.5	13.8
<b>1989</b>	15.4	32.2	22	7.9	9.1	5	5	5	5	5	9.5	14.4	11.3
<b>1990</b>	18.6	31.7	24.6	19.3	5	5	5	5	5	5	15.1	21.7	13.4
<b>1991</b>	13.9	13	30.9	35.8	9.2	5	5	5	5	13.4	32.4	26.3	16.2
<b>1992</b>	16.7	29.1	27.7	15.8	5	5	5	5	5	14.3	15.3	15.1	13.3
<b>1993</b>	20.3	16.5	22.6	11.4	5	5	5	5	5	7	9.8	29.6	11.9
<b>1994</b>	27	29	13.9	21.2	5	5	5	5	5	12.8	5.2	17.5	12.6
<b>1996</b>	12.5	36.3	29.5	33.5	5.4	5	5	5	5	5	26.4	27.5	16.3
<b>1997</b>	8.4	36.2	20.1	24	5.3	5	5	5	5	5	12.2	28.7	13.3
<b>1998</b>	17.1	12.5	23.9	18.1	5	5	5	5	5	5	15.2	11.8	10.7
<b>1999</b>	29.4	23.5	17.4	13.7	5.3	5	5	5	5	5	19.6	27	13.4
<b>2000</b>	22.4	27.2	16.7	7.7	5	5	5	5	5	5	10.7	26	11.7
<b>2001</b>	20.8	30	16.6	12.1	6.2	5	5	5	5	5	21.6	13.4	12.1
<b>2002</b>	14.7	23.7	12.2	8.8	5	5	5	5	5	5	8.9	28.1	10.5
<b>2003</b>	26.8	10.1	15.6	24.6	6.4	5	5	5	5	7.8	19.3	22.4	12.7
<b>2004</b>	28.9	30.3	28.7	12.1	5.2	5							

Tabelle 6: Konzentration Bärnsee, Monatsmittelwerte, Planzustand, Variante 2

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>1971</b>										5.9	8	14.9	
<b>1972</b>	15.4	15.8	16.8	15	13.2	10.6	8	6.7	6.2	8	15.3	18.9	12.5
<b>1973</b>	17.3	28.9	30.4	35.2	28.1	18.7	12.7	9.9	8.2	9	14.1	16.2	19.1
<b>1974</b>	21.7	27.7	30.4	25.1	17.6	11.1	7.8	5.9	5.4	6.9	17.1	20	16.4
<b>1975</b>	17.3	19.1	17.7	28.2	18.1	10.9	6.6	5.4	5.1	5	9.4	16	13.3
<b>1976</b>	23.3	22.6	19.8	20.7	16.6	9	7.1	5.9	5.3	5.1	6.9	13.3	13
<b>1977</b>	14.8	14.8	10.3	10.9	8.3	6.4	5.6	5.1	5	5	7	14.1	8.9
<b>1978</b>	16.5	21.5	20.7	24.1	16	9.4	6.6	5.6	5.2	5.1	5.2	7.3	11.9
<b>1979</b>	9.6	20.9	23.2	20	13.6	8.1	5.4	5.1	5	5	13	13.1	11.8
<b>1980</b>	16.8	21.3	20.2	21.9	12.8	7.8	5.9	5.3	5.1	5.9	7.9	11.4	11.9
<b>1981</b>	15.9	14.2	15.8	11.2	13.1	9.1	6.6	5.4	5.2	6.2	10.1	19.9	11.1
<b>1982</b>	15.5	17.6	17.6	15.4	11.7	7.5	5.8	5.2	5.1	5	7	13.5	10.6
<b>1983</b>	19.4	17	18.6	18.4	11.6	7.7	5.9	5.3	5.1	5.1	5.3	8.8	10.7
<b>1984</b>	18.7	27	21.1	21.4	17.3	11.2	7.8	6.2	5.4	5.1	5.7	14.2	13.4
<b>1985</b>	16.6	14.6	18.4	18.4	15	9.6	6.6	5.4	5.1	5.1	12.3	14.3	11.8
<b>1986</b>	18.3	13.7	12.5	14	10.2	6.7	5.5	5.2	5.1	5.3	6.5	9.2	9.3
<b>1987</b>	14.6	15.8	18.7	16.8	10.8	6.7	5.5	5.1	5	5	6.8	15.8	10.5
<b>1988</b>	13.5	19.4	21	14.2	8.6	6.6	5.7	5.3	5.1	5	7.1	16.4	10.7
<b>1989</b>	17.6	16.2	19.6	12.4	10.6	7.6	6.2	5.5	5.2	5.1	7	8.3	10.1
<b>1990</b>	10.3	16	18.5	18.9	13.3	8.6	6.2	5.5	5.2	5.1	8.3	11	10.6
<b>1991</b>	15.6	11.8	15.5	18.6	16.5	9.1	6.2	5.1	5	6.2	14.5	17.8	11.8
<b>1992</b>	19.9	21.8	19.5	19.6	12	8.6	6.9	5.9	5.4	7	10.4	13.3	12.5
<b>1993</b>	12.1	14.3	15.2	14.6	9.3	7	5.7	5.1	5	5.5	7.1	12.8	9.5
<b>1994</b>	17.8	19.9	17.2	16	10.5	6.9	5.7	5.3	5.1	6.5	7	7.5	10.5
<b>1996</b>	12.7	15	16.7	24.5	16.6	9.2	6.3	5.5	5.2	5	8.5	20.6	12.1
<b>1997</b>	15.3	16.8	17.5	19	13.9	8.8	6.1	5.2	5.1	5	5.5	15	11.1
<b>1998</b>	16.2	13	16	15.6	11	7.8	6.1	5.4	5.2	5.1	8.7	11.4	10.1
<b>1999</b>	13.5	19.3	15.4	12.9	9.6	5.8	5.3	5.1	5.1	5	9.2	16.6	10.2
<b>2000</b>	17.5	19.7	16.8	11.4	7.7	6.1	5.4	5.1	5	5	5.9	10.8	9.7
<b>2001</b>	16.8	18.1	17.3	12.3	10.1	6.9	5.6	5.2	5.1	5	7.8	13.7	10.3
<b>2002</b>	10.9	13.7	14.7	10.8	8.1	6.4	5.7	5.2	5.1	5	6.7	12.1	8.7
<b>2003</b>	16.4	19.1	14.5	15.4	12.5	8.6	6.9	6	5.6	5.5	8.6	12.8	11
<b>2004</b>	18.4	19.8	20.1	16.7	11.1	7							



Tabelle 7: Konzentration Bärnseeegraben, Tagesmaxima, Istzustand

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										49.1	43.7	47.3	49.1
1972	47.9	49.5	5	24.1	5	5	5	5	5	57.1	29.6	31.3	57.1
1973	48.8	33.4	39.7	36.6	5	5	5	5	5	40.6	34.9	24.8	48.8
1974	31.5	29	29.2	37	5	5	5	5	5	19.1	21.8	15.5	37
1975	26.6	24.4	27.2	24.6	5	5	5	5	5	5	30.1	28.8	30.1
1976	28.1	27.5	30.7	33.3	5	5	5	5	5	5	22.6	21.6	33.3
1977	28.8	15.9	11.9	14.8	5	5	5	5	5	5	24.6	23.3	28.8
1978	25.4	24.9	22.8	22.1	14.6	5	5	5	5	5	14.3	21.8	25.4
1979	27.2	22.9	23.9	18	11.6	5	5	5	5	5	23.6	19.5	27.2
1980	20	21.5	21.8	16.5	11	5	5	5	5	17.9	19.6	19	21.8
1981	19.1	23.2	18.8	26.9	5	5	5	5	5	11.6	17.4	19.5	26.9
1982	20.2	18.8	15.8	22.1	5	5	5	5	5	5	23.2	25.2	25.2
1983	21.6	25	20.6	21.3	5	5	5	5	5	5	28.9	28.5	28.9
1984	24.9	26.9	24.1	28.5	28.8	5	5	5	5	5	25.8	28	28.8
1985	17.4	21.9	22.1	22.3	17.5	5	5	5	5	26.9	26.8	22.6	26.9
1986	24	5	22.8	20.5	5	5	5	5	5	20.2	22.5	26.6	26.6
1987	26.2	23.1	20.4	20.5	21.8	5	5	5	5	5	23.2	23.8	26.2
1988	22.6	23.1	25.7	14.5	5	5	5	5	5	5	23.1	18	25.7
1989	20.2	25.5	24.4	23	5	5	5	5	5	5	22.9	25.7	25.7
1990	26.2	28.1	26.5	23.4	5	5	5	5	5	5	18.9	25.4	28.1
1991	25	28.4	28.1	27.4	5	5	5	5	5	27.1	26.3	25.9	28.4
1992	26.5	27.8	23.5	22.3	5	5	5	5	5	25.2	19.5	16.3	27.8
1993	24.9	26.9	28.2	22.7	5	5	5	5	5	17.2	20.7	23.4	28.2
1994	22.5	22.4	19.1	18.6	5	5	5	5	5	24.6	5	22.5	24.6
1996	19.5	27.9	25	25	5	5	5	5	5	5	18.7	19.6	27.9
1997	27	25.2	20.4	21.6	5	5	5	5	5	5	25.6	21.2	27
1998	22.9	17.5	25.9	22	5	5	5	5	5	5	17.6	23.2	25.9
1999	25.2	25.5	14.9	16.1	5	5	5	5	5	5	18.9	15.6	25.5
2000	19.6	18.2	15.6	14.1	5	5	5	5	5	5	20.8	23.1	23.1
2001	22.5	21.9	20.6	12.5	5	5	5	5	5	5	25.4	21.6	25.4
2002	23	24.9	20.2	5	5	5	5	5	5	5	15.1	18.9	24.9
2003	18.7	16.8	17.6	22.7	5	5	5	5	5	22.9	28.3	27.4	28.3
2004	28.9	25.3	28.9	19.5	5	5							28.9

Tabelle 8: Konzentration Bärnsee, Tagesmaxima, Istzustand

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										5.3	6.7	7.3	7.3
1972	7.2	7.2	7.1	6.8	6.5	6	5.6	5.3	5.2	6.4	8	7.8	8
1973	8.8	9.4	10	10.9	9.8	7.6	6.5	5.9	5.6	6.2	7	7.8	10.9
1974	8.5	9.8	9.9	8.6	7.7	6.3	5.6	5.2	5.1	7	8	8.1	9.9
1975	7.4	7.8	8.9	9.7	7.7	6.3	5.5	5.1	5	5	7	7.7	9.7
1976	8.9	8.9	7.8	7.6	7.3	5.9	5.4	5.2	5.1	5	6.7	6.7	8.9
1977	7.6	7.1	6.3	6.8	5.7	5.3	5.1	5	5	5	7	7.1	7.6
1978	8.4	8.8	8.5	8.9	7.5	5.9	5.4	5.1	5.1	5	5.3	5.8	8.9
1979	7.6	8.7	8.6	8.2	7.2	5.8	5.1	5	5	5	8	7	8.7
1980	7.8	8	8.1	8.4	7.1	5.6	5.2	5.1	5	5.3	6	6.8	8.4
1981	7.4	6.9	7.4	6.7	6.6	5.8	5.4	5.1	5	6	7.1	8.3	8.3
1982	8	7.9	7.9	7	6.2	5.5	5.2	5.1	5	5	5.9	7.7	8
1983	7.8	8	7.7	7.6	6.5	5.6	5.2	5.1	5	5	5.3	6.3	8
1984	8.9	9.5	8.5	8	7.2	6.2	5.6	5.3	5.1	5	5.3	8.4	9.5
1985	7.8	6.8	8.6	7.5	7.1	6	5.4	5.1	5	5.9	6.9	7.2	8.6
1986	7.9	6.9	6.6	6.7	6.1	5.5	5.1	5	5	5.3	5.5	7.1	7.9
1987	7.1	8.7	8.1	7.7	6.3	5.4	5.1	5	5	5	6.9	7.7	8.7
1988	7.3	8.3	8.3	7.4	5.7	5.3	5.1	5.1	5	5	6	7.6	8.3
1989	7.5	7.4	7.5	6.6	6.2	5.5	5.3	5.1	5.1	5	5.6	5.9	7.5
1990	6.4	7.8	7.8	7.5	6.7	5.9	5.3	5.1	5.1	5	6.3	7.4	7.8
1991	7	6.8	7	8.2	7.8	5.9	5.3	5.1	5	5.9	8.1	8.2	8.2
1992	8.1	7.9	8.2	7.9	6.5	5.7	5.4	5.2	5.1	5.9	6.6	7.3	8.2
1993	6.9	7.3	7.3	7	5.8	5.4	5.2	5	5	5.3	5.8	7.2	7.3
1994	7.6	8.4	7.4	7.6	6.3	5.5	5.2	5.1	5	5.6	5.4	6.3	8.4
1996	6.8	8.4	7.7	8.5	7.3	5.8	5.3	5.1	5	5	7.6	8.3	8.5
1997	7.1	7.3	7.4	7.8	7	5.8	5.4	5.1	5	5	6.2	7.4	7.8
1998	7.2	6.7	7.4	7.2	6.2	5.6	5.3	5.1	5	5	6.6	6.5	7.4
1999	7.1	7.9	7.1	6.8	6.2	5.2	5.1	5	5	5	6.9	7.6	7.9
2000	7.8	8	7.4	6.4	5.6	5.2	5.1	5	5	5	5.6	7.4	8
2001	7.5	7.8	7.9	6.7	6.1	5.5	5.1	5.1	5	5	7.1	7	7.9
2002	6.4	7	7.2	6.3	5.6	5.2	5.1	5.1	5	5	5.6	7.5	7.5
2003	8.4	8.1	6.9	7.3	6.4	5.6	5.3	5.2	5.1	5.3	6.1	6.8	8.4
2004	8.2	8.7	8.1	6.9	6.1	5.5							8.7

Tabelle 9: Konzentration Bärnseeграben, Tagesmaxima, Planzustand, Variante 1

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										211	269.4	864.3	864.3
1972	519.7	442.3	105.5	174.6	52.2	5	5	5	5	477.7	205.1	239.6	519.7
1973	562.6	462.2	719.7	402.3	12	5	5	5	5	284.3	457.9	434.7	719.7
1974	492.5	420	551.2	409.6	7.1	5	5	5	5	209.2	257	223.2	551.2
1975	229	281.7	604.5	372	5.9	5	5	5	5	5	395	265.2	604.5
1976	525.6	419	377.6	266.8	45.6	5	5	5	5	5	394	140.6	525.6
1977	442.3	88.7	74.1	105	5	5	5	5	5	5	336.8	259.8	442.3
1978	612.7	572.5	286.5	271.1	44.3	5	5	5	5	5	137.5	232.6	612.7
1979	578.8	280.3	308.7	213.1	107.5	5.1	5	5	5	5	186.4	322.2	578.8
1980	420.6	251.9	341	178.1	58.7	5	5	5	5	109.8	216.5	198.2	420.6
1981	229	135	374.1	368.2	211.5	5	5	5	5	103.7	155.5	304.6	374.1
1982	255.5	218.2	194.8	140	38.6	5	5	5	5	5	191.1	207.5	255.5
1983	192.3	370.5	325.7	168.5	6	5	5	5	5	5	106	327.5	370.5
1984	522.4	378.3	461.3	199.7	219.3	5	5	5	5	5	187.9	509.9	522.4
1985	157.6	108.3	519.6	119.6	135.9	5	5	5	5	108.2	411.8	342.9	519.6
1986	357.4	5	272.9	172.2	9.5	5	5	5	5	110.9	146.6	238.6	357.4
1987	170.3	500.9	282.3	153	119.3	5	5	5	5	5	281.1	548.6	548.6
1988	261.6	408.5	380.4	87.6	5	5	5	5	5	5	203.3	206.9	408.5
1989	138.2	334	290.7	152.2	113.3	5	5	5	5	5	119.4	185.9	334
1990	212	420.7	218	207.9	5.3	5	5	5	5	5	194.8	463.1	463.1
1991	124.3	224	644.1	356	69.3	5	5	5	5	223.5	236.8	245.3	644.1
1992	416.9	471.9	258	129.3	5	5	5	5	5	297	169.3	328.4	471.9
1993	244	282.8	307.6	117.6	5	5	5	5	5	78.5	234.6	257.4	307.6
1994	217.5	538.5	132.7	185.8	5.1	5	5	5	5	224.4	6.6	414.3	538.5
1996	315.8	472.3	365.1	367.2	10	5	5	5	5	5	410.2	269.1	472.3
1997	150.7	378.8	166.9	344.1	8.9	5	5	5	5	5	253	230.3	378.8
1998	243.3	168.4	211.9	321.1	5.1	5	5	5	5	5	154.3	113.9	321.1
1999	447	402.6	170	192	6.6	5	5	5	5	5	230.4	228.6	447
2000	334.7	145.9	108.1	93.7	5.1	5	5	5	5	5	136.2	383.3	383.3
2001	146.5	335.7	183	116.8	20.1	5	5	5	5	5	210.9	147.4	335.7
2002	258.7	306.5	182.8	29.3	5	5	5	5	5	5	155.4	347.7	347.7
2003	329.9	150.1	215.6	290.8	20.9	5	5	5	5	141	273.2	350.3	350.3
2004	344.5	660.5	352.5	118	7	5							660.5

Tabelle 10: Konzentration Bärnsee, Tagesmaxima, Planzustand, Variante 1

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										8.7	18	32.1	32.1
1972	29.1	31.2	30.6	26	23.5	17.4	12.2	8.8	7.4	21.2	39.6	36.5	39.6
1973	45.8	57.7	62.7	76.7	65.6	36.8	22.9	15.8	12	18.3	26.3	34.6	76.7
1974	46.6	62	62.8	48.6	39.3	21.3	12.2	7.5	6	22.8	37.5	41.3	62.8
1975	34.3	38.4	50.9	60	39.9	21.5	10.8	6.2	5.3	5.1	29	31.8	60
1976	51.3	48.5	39.5	38.3	34.2	17.1	9.8	7.3	5.8	5.3	24.1	25.7	51.3
1977	33.1	32.2	20.2	25.3	14.6	8.8	6.5	5.5	5.1	5	25.1	29.3	33.1
1978	42.6	50.8	47.8	51.9	37.2	16.6	10.1	6.5	5.6	5.2	8.2	13.8	51.9
1979	30.6	42.4	49.4	45	30.1	15	6.3	5.3	5.1	5	40.3	26.6	49.4
1980	39.2	41.3	42.3	44.8	31.1	12.8	7.9	5.7	5.3	8.2	16.5	25.8	44.8
1981	34.1	27.8	31.5	21.5	25.7	15.5	10	6.1	5.4	15.8	26.3	44.6	44.6
1982	38.9	42.7	38.9	32	22.1	12	7.1	5.7	5.2	5.1	14.9	35.6	42.7
1983	38.4	36.1	40	36.6	24.8	12.4	7.6	6.1	5.3	5.2	8.6	19.2	40
1984	46.1	59.1	45.3	40.9	32.8	21.1	12.3	8.4	6	5.3	8.5	43.7	59.1
1985	36	29.1	43.9	39.4	30.9	17.5	9.5	6.7	5.2	7.6	26.7	29.5	43.9
1986	38.8	29.3	23.5	26	18.9	10.5	6.5	5.5	5.2	8.5	10	25.2	38.8
1987	30	43	43.8	34.9	20.7	10.3	6.4	5.4	5.1	5	19.5	37.9	43.8
1988	32.5	43.8	44.3	32.5	14.6	9.4	6.8	5.7	5.2	5.1	13.6	34.2	44.3
1989	36.6	35.8	37.2	26.6	19.7	11.9	8.2	6.4	5.6	5.2	11.6	16.1	37.2
1990	21.1	39.2	36.7	35.1	26.7	15.6	9.1	6.3	5.6	5.3	16.2	32.3	39.2
1991	30.6	22.5	29.9	42.3	40	16.2	8.6	5.7	5.1	13.8	37.2	44.2	44.2
1992	39.3	43.3	42.5	41	23.6	13.9	9.7	7.3	5.9	15.2	23.9	31.3	43.3
1993	27.2	29.5	30.6	28.7	15.9	10.1	7	5.3	5.1	8.3	13.2	28.7	30.6
1994	35	43.7	35.7	34.1	21.7	10.6	7	5.8	5.4	10.8	10.4	19.5	43.7
1996	26.5	41.7	38.6	48.3	37.1	16	9.2	6.2	5.5	5.1	34	44	48.3
1997	32.8	35.2	34.3	38.7	30.3	15.5	9.2	5.6	5.2	5.1	13.4	31.5	38.7
1998	30.8	24.5	33.3	31.3	20.9	12.6	8.2	6.1	5.5	5.2	23.1	21.1	33.3
1999	32.8	40	30.6	25.3	20	7.6	5.8	5.3	5.1	5.1	26.5	35.7	40
2000	37.7	41.7	34.8	22.2	12.8	8	6.2	5.4	5.1	5	11.2	30.4	41.7
2001	33.8	38.6	38.1	23.5	19.1	11	6.5	5.6	5.3	5.1	26.9	29	38.6
2002	22.2	29.5	30.7	21	12.6	8.2	6.5	5.8	5.1	5	11.3	32.8	32.8
2003	47.3	43.8	28.8	29.7	24.2	13.5	9.5	7.3	6.3	8.3	18.8	26.6	47.3
2004	41.5	44	41.7	32.4	20.7	11.5							44

Tabelle 11: Konzentration Bärnseeegraben, Tagesmaxima, Planzustand, Variante 2

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										134.5	144.5	515.4	515.4
1972	210.8	289.6	78.6	104.6	41.6	5	5	5	5	242.3	107.8	118.7	289.6
1973	267.8	280	334.5	213.4	14.6	5	5	5	5	157.9	242.9	186.1	334.5
1974	251.3	243.2	271.1	241.5	10.7	5	5	5	5	97.7	162	115.4	271.1
1975	114	178	301.9	222.3	8.4	5	5	5	5	5	233.7	163.7	301.9
1976	252.9	170.7	217.2	123	35.2	5	5	5	5	5	210.7	93.8	252.9
1977	222.4	37.3	39	65.4	5.2	5	5	5	5	5	158.3	129.9	222.4
1978	311.6	297.8	153	180.7	39.2	5	5	5	5	5	66.2	117.9	311.6
1979	322.4	152.4	231.8	115.8	60.1	5.3	5	5	5	5	106.7	119.7	322.4
1980	250.6	181.1	182.3	93	34.3	5.1	5	5	5	54.1	111.5	94.7	250.6
1981	121.7	75.3	158.1	140.7	166	5	5	5	5	57.2	87.5	169.1	169.1
1982	134.6	117.9	116.8	75	27	5	5	5	5	5	84.5	131.3	134.6
1983	106.1	200.3	163	90.9	8.2	5	5	5	5	5	50	145.8	200.3
1984	285.4	214	188.6	125.6	117.4	5	5	5	5	5	88.2	290.3	290.3
1985	165	68.6	225.1	65.3	76.2	5	5	5	5	35.1	212.7	151.5	225.1
1986	214.1	5	140.5	77.3	9.3	5	5	5	5	63.1	74.1	104.3	214.1
1987	103.1	207.7	125.2	92.4	57.3	5	5	5	5	5	117.5	390.7	390.7
1988	117.6	188.2	198.4	42.5	5.1	5	5	5	5	5	90.6	103.2	198.4
1989	134.2	229.5	151.6	71.9	59.1	5	5	5	5	5	77.2	69.6	229.5
1990	97.1	210	121.2	108.6	6	5	5	5	5	5	80.9	236.1	236.1
1991	82.1	85.2	365.5	171.1	75.4	5	5	5	5	102	112	145.2	365.5
1992	173.8	280	125.2	105.6	5.2	5.1	5	5	5	145.4	85.1	174.7	280
1993	141.7	116.5	188.9	49.6	5.1	5	5	5	5	51	117.2	122.3	188.9
1994	131.8	246.3	72.4	112.8	5.3	5	5	5	5	82.3	8.5	178.4	246.3
1996	155.8	236.4	166.5	166.1	13	5	5	5	5	5	219.2	144.6	236.4
1997	56.7	223.7	86.8	189.6	11.8	5	5	5	5	5	80.7	127.8	223.7
1998	124.7	87.7	107.7	164.9	5.3	5	5	5	5	5	100.1	58.4	164.9
1999	229.8	233	88.4	91.5	10.1	5	5	5	5	5	111.1	130.6	233
2000	157.5	76.4	55.9	61	5.5	5	5	5	5	5	71.8	194.9	194.9
2001	90	184.1	124.6	60.7	20.9	5	5	5	5	5	114.1	97.3	184.1
2002	121.2	147.4	77.9	62.2	5	5	5	5	5	5	62.7	212.6	212.6
2003	168.7	83.1	132.7	113.1	31	5	5	5	5	59.4	139.7	186.8	186.8
2004	181	312.2	176.2	57.6	8.3	5							312.2

Tabelle 12: Konzentration Bärnsee, Tagesmaxima, Planzustand, Variante 2

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1971										6.7	10.6	17.6	17.6
1972	16.6	18	17.7	16.3	14.5	11.7	8.9	7.1	6.4	12.9	22	20.6	22
1973	24.6	31.2	32.9	41.3	36.5	22	14.8	11	8.9	11.7	16.3	19.5	41.3
1974	26	33.2	33.3	27.2	23.1	13.8	9	6.4	5.6	13	21.4	22.8	33.3
1975	19.4	21.9	26.9	32.7	23.4	13.8	8.2	5.6	5.2	5.1	16.5	18.1	32.7
1976	28.2	25.8	23.3	22.5	20.4	11.7	7.7	6.3	5.5	5.2	13.6	15.5	28.2
1977	18.9	18.5	12.8	14.6	10.1	7.1	5.8	5.3	5	5	13.4	17.3	18.9
1978	22.2	26.3	26.6	29.4	22	11.2	7.8	5.9	5.4	5.1	6.4	9.1	29.4
1979	17.1	22.9	27.9	25.4	17.3	10.4	5.7	5.2	5.1	5	22.1	16.3	27.9
1980	21.8	24.1	24	24.7	18.3	9.2	6.6	5.4	5.2	6.6	10.8	15.3	24.7
1981	19.1	16.9	19.7	13.6	15.5	10.6	7.7	5.6	5.2	10.5	15.3	24.4	24.4
1982	21.3	23.3	21.8	18.8	14.3	9	6.2	5.4	5.1	5	9.5	19.5	23.3
1983	21.7	20.5	22.2	21.2	15.4	9	6.5	5.6	5.2	5.1	6.7	12.2	22.2
1984	24.6	32.1	24.2	23.7	19.5	13.8	9	6.9	5.6	5.2	6.7	23.5	32.1
1985	19.7	17.9	24.8	22.5	18.7	11.8	7.5	6	5.1	5.7	15.5	16.7	24.8
1986	21.6	17.3	14.7	15.8	12.3	8	5.9	5.3	5.1	6.7	7.3	13.7	21.6
1987	17.5	23.7	25.3	19.8	13.2	7.9	5.8	5.2	5.1	5	11.2	20.8	25.3
1988	18.5	23.4	25.6	18.6	10.2	7.4	6	5.4	5.1	5.1	9	18.7	25.6
1989	21.7	20.7	21.5	16.3	12.4	8.7	6.8	5.8	5.4	5.1	8.2	10.6	21.7
1990	12.8	21.2	20.8	20.4	16.4	10.7	7.2	5.7	5.4	5.1	9.8	17.6	21.2
1991	18.2	12.7	17.4	22.9	23.1	11.1	7.1	5.4	5.1	8.7	19.7	24.6	24.6
1992	22.2	25.1	22.9	23.4	15.1	9.8	7.6	6.3	5.5	10	13.9	17.4	25.1
1993	16.2	16.3	18.3	17.8	11	7.8	6.2	5.2	5	6.6	8.8	16.5	18.3
1994	19.8	23.4	21.1	19.7	13.8	8	6.1	5.4	5.2	8	7.8	12.2	23.4
1996	15.4	21.3	22.5	27.8	22.6	11.2	7.4	5.7	5.3	5.1	18.7	24.9	27.8
1997	19.2	20.7	19.9	21.7	18.4	10.6	7.3	5.4	5.1	5.1	8.5	17.7	21.7
1998	17.7	14.6	19.3	18.3	13.4	9.1	6.7	5.6	5.3	5.1	13.3	13.3	19.3
1999	18.9	22.6	17.8	15.1	12.7	6.4	5.5	5.2	5.1	5	15	20.3	22.6
2000	20.9	23.8	20.3	13.8	9.1	6.6	5.6	5.2	5.1	5	8	17	23.8
2001	19.4	21.5	21.7	14	12	8.3	5.9	5.4	5.2	5.1	15.8	17	21.7
2002	13.5	17.3	17.7	12.2	9.6	6.9	5.9	5.5	5.1	5	8	19.1	19.1
2003	25.6	23.9	16.9	17.1	15.4	9.8	7.5	6.3	5.7	6.5	11.8	15.3	25.6
2004	22.5	22.8	25.1	20	13.7	8.8							25.1

## **Anlage 2**

### **Fotodokumentation Bärnsee**





Abbildung 1: Durchlass Bärnseegraben unter der A8



Abbildung 2: Bärnseegraben





Abbildung 3: Bärnsee mit Bärnseegraben



Abbildung 4: Abflussgraben aus dem Bärnsee





Abbildung 5: Zulauf in das Moorbad (= Abflussgraben Bärnsee)

## **Anlage 3**

### **Dimensionierung des Retentionsbodenfilters**

## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 1$  (1-jährlicher Regen)  
Anschluss beider Richtungsfahrbahnen

#### Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{dr}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,max} + Q_{s,min}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,Sohle} + A_{s,Böschung}) + k_{f,Sohle} / 2 \cdot A_{s,Sohle}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	$m^2$	42 300
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	$\Psi_m$	-	0.80
undurchlässige Fläche	$A_u$	$m^2$	33 840
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$L_s$	m	76.0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$b_s$	m	55.0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,Sohle}$	$m^2$	4 180
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	$z$	m	0.55
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2.0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	$L_o$	m	78.2
Beckenbreite an Böschungsoberkante	$b_o$	m	57.2
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,Böschung}$	$m^2$	293
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,Sohle}$	m/s	5.0E-06
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,Böschung}$	m/s	5.0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	5.0E-06
Drosselabfluss	$Q_{dr}$	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	1
Zuschlagsfaktor	$f_z$	-	1.2
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	$t_f$	min	
Abminderungsfaktor	$f_A$	-	

#### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	$D$	min	2880
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	5.8
<b>erforderliches Speichervolumen</b>	<b><math>V_{\text{erf}}</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b>2365</b>
<b>vorhandenes Speichervolumen</b>	<b><math>V</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b>2379</b>
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,min}$	$m^3/s$	1.0E-02
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,max}$	$m^3/s$	1.1E-02
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	$m^3/s$	1.1E-02
Entleerungszeit	$t_E$	h	61.1

## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

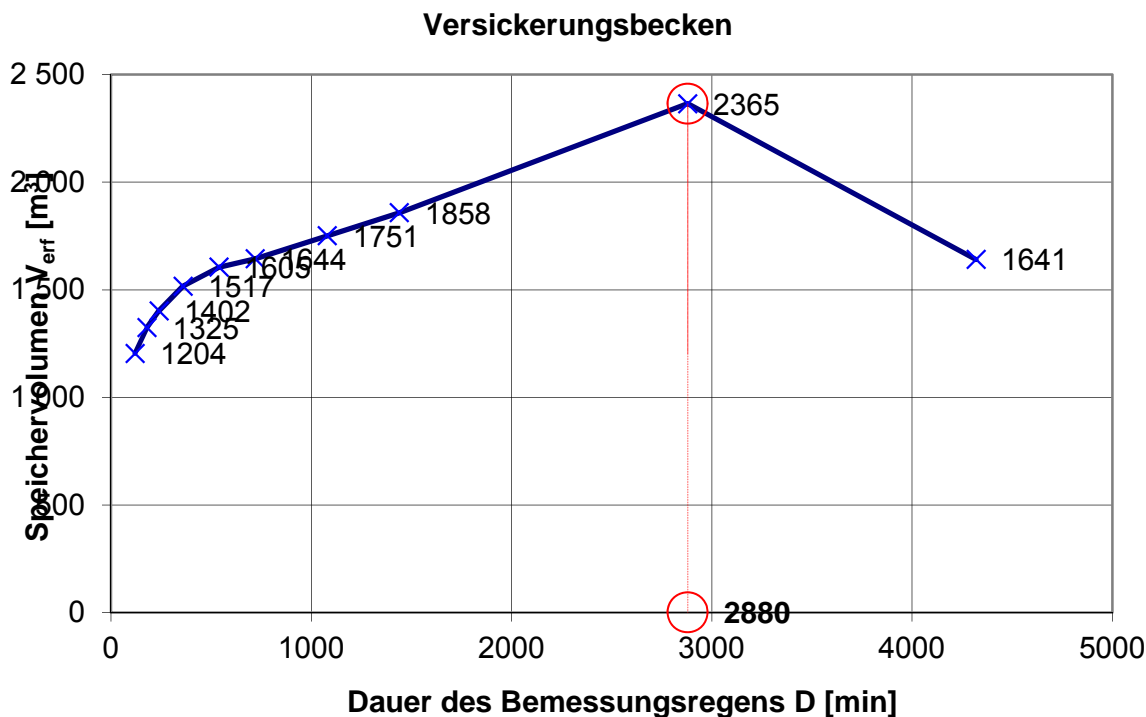
Bemessung für  $n = 1$  (1-jährlicher Regen)  
Anschluss beider Richtungsfahrbahnen

#### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	39.2
180	29.5
240	24.0
360	18.1
540	13.6
720	11.1
1080	8.7
1440	7.5
2880	5.8
4320	4.2

#### Berechnung:

$V_{\text{eff}}$ [m³]
1204
1325
1402
1517
1605
1644
1751
1858
2365
1641





## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 0,2$  (5-jährlicher Regen)  
Anschluss beider Richtungsfahrbahnen

#### Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{dr}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	$\text{m}^2$	42 300
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	$\Psi_m$	-	0.80
undurchlässige Fläche	$A_u$	$\text{m}^2$	33 840
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$L_s$	m	76.0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$b_s$	m	55.0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	$\text{m}^2$	4 180
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	$z$	m	1
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2.0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	$L_o$	m	80.0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	$b_o$	m	59.0
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	$\text{m}^2$	540
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	5.0E-06
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	5.0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	5.0E-06
Drosselabfluss	$Q_{dr}$	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	0.2
Zuschlagsfaktor	$f_z$	-	1.2
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	$t_f$	min	
Abminderungsfaktor	$f_A$	-	

#### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	$D$	min	2880
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8.4
<b>erforderliches Speichervolumen</b>	$V_{\text{erf}}$	$\text{m}^3$	<b>4410</b>
<b>vorhandenes Speichervolumen</b>	$V$	$\text{m}^3$	<b>4447</b>
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	1.0E-02
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	1.2E-02
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	$\text{m}^3/\text{s}$	1.1E-02
Entleerungszeit	$t_E$	h	111.0

## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 0,2$  (5-jährlicher Regen)  
Anschluss beider Richtungsfahrbahnen

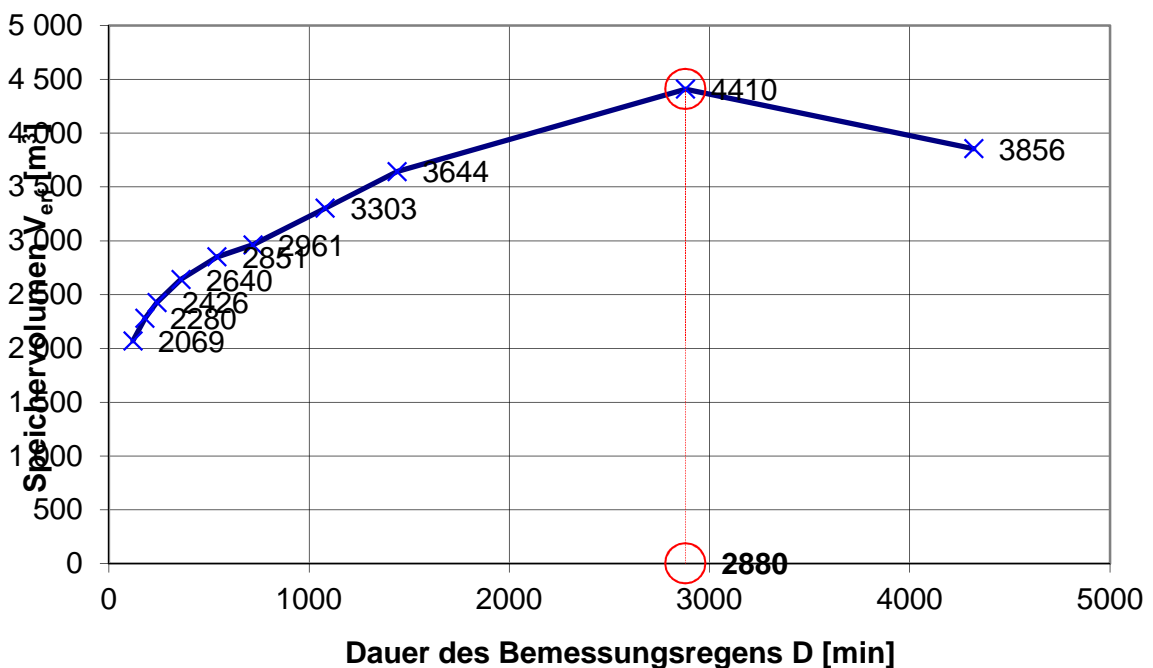
#### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	65.0
180	48.5
240	39.3
360	29.3
540	21.9
720	17.7
1080	13.9
1440	12.0
2880	8.4
4320	6.1

#### Berechnung:

$V_{\text{eff}}$ [m³]
2069
2280
2426
2640
2851
2961
3303
3644
4410
3856

#### Versickerungsbecken



## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 1$  (1-jährlicher Regen)  
Anschluss Richtungsfahrbahn Salzburg

#### Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{dr}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	$\text{m}^2$	21 150
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	$\Psi_m$	-	0.80
undurchlässige Fläche	$A_u$	$\text{m}^2$	16 920
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$L_s$	m	55.0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$b_s$	m	37.0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	$\text{m}^2$	2 035
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	$z$	m	0.56
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2.0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	$L_o$	m	57.2
Beckenbreite an Böschungsoberkante	$b_o$	m	39.2
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	$\text{m}^2$	211
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	5.0E-06
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	5.0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	5.0E-06
Drosselabfluss	$Q_{dr}$	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	1
Zuschlagsfaktor	$f_z$	-	1.2
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	$t_f$	min	
Abminderungsfaktor	$f_A$	-	

#### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	$D$	min	2880
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	5.8
<b>erforderliches Speichervolumen</b>	<b><math>V_{\text{erf}}</math></b>	<b><math>\text{m}^3</math></b>	<b>1195</b>
<b>vorhandenes Speichervolumen</b>	<b><math>V</math></b>	<b><math>\text{m}^3</math></b>	<b>1198</b>
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	5.1E-03
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	5.6E-03
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	$\text{m}^3/\text{s}$	5.4E-03
Entleerungszeit	$t_E$	h	62.2



## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 1$  (1-jährlicher Regen)  
Anschluss Richtungsfahrbahn Salzburg

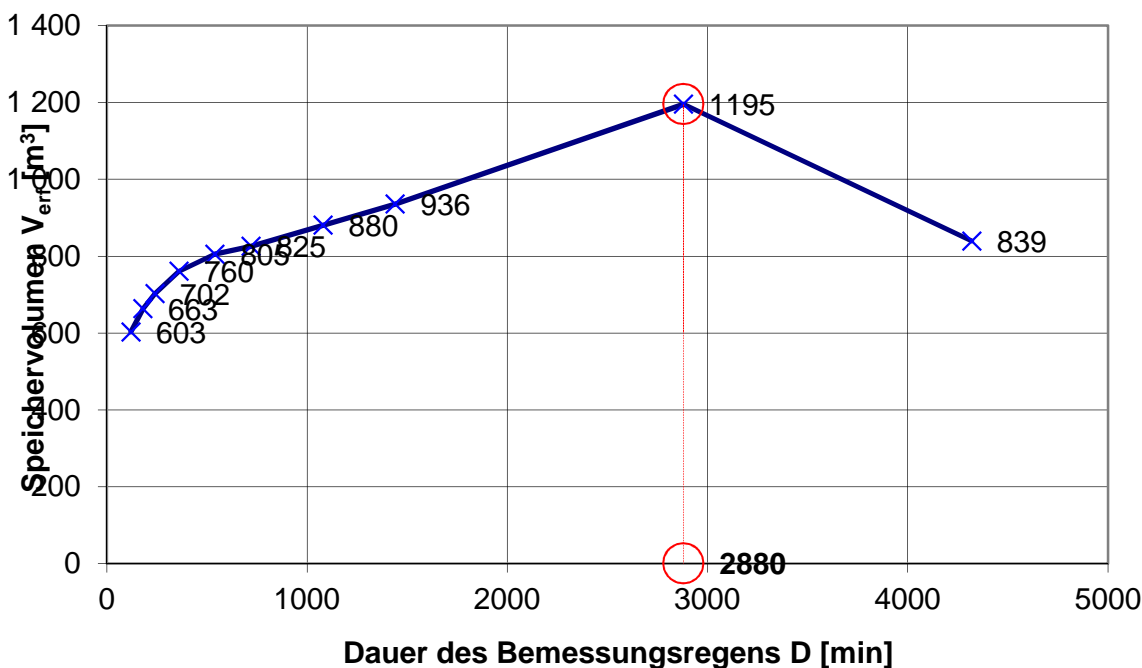
#### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	39.2
180	29.5
240	24.0
360	18.1
540	13.6
720	11.1
1080	8.7
1440	7.5
2880	5.8
4320	4.2

#### Berechnung:

$V_{\text{eff}}$ [m³]
603
663
702
760
805
825
880
936
1195
839

#### Versickerungsbecken



## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

Bemessung für  $n = 0,2$  (5-jährlicher Regen)  
Anschluss Richtungsfahrbahn Salzburg

#### Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{dr}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	$\text{m}^2$	21 150
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	$\Psi_m$	-	0.80
undurchlässige Fläche	$A_u$	$\text{m}^2$	16 920
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$L_s$	m	55.0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	$b_s$	m	37.0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	$\text{m}^2$	2 035
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	$z$	m	1
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2.0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	$L_o$	m	59.0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	$b_o$	m	41.0
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	$\text{m}^2$	384
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	5.0E-06
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	5.0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	5.0E-06
Drosselabfluss	$Q_{dr}$	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	0.2
Zuschlagsfaktor	$f_z$	-	1.2
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	$t_f$	min	
Abminderungsfaktor	$f_A$	-	

#### Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	$D$	min	2880
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8.4
<b>erforderliches Speichervolumen</b>	$V_{\text{erf}}$	$\text{m}^3$	<b>2214</b>
<b>vorhandenes Speichervolumen</b>	$V$	$\text{m}^3$	<b>2224</b>
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	5.1E-03
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	$\text{m}^3/\text{s}$	6.0E-03
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	$\text{m}^3/\text{s}$	5.6E-03
Entleerungszeit	$t_E$	h	111.0

## Bemessung von Versickerungsbecken

### Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Ausbau A8 Achenmühle - Bernauer Berg  
Bemessung der Entwässerungsanlage 8 als Versickerungsbecken  
bzw. Retentionsbodenfilter

#### Auftraggeber:

Autobahndirektion Südbayern

#### Beckenbemessung:

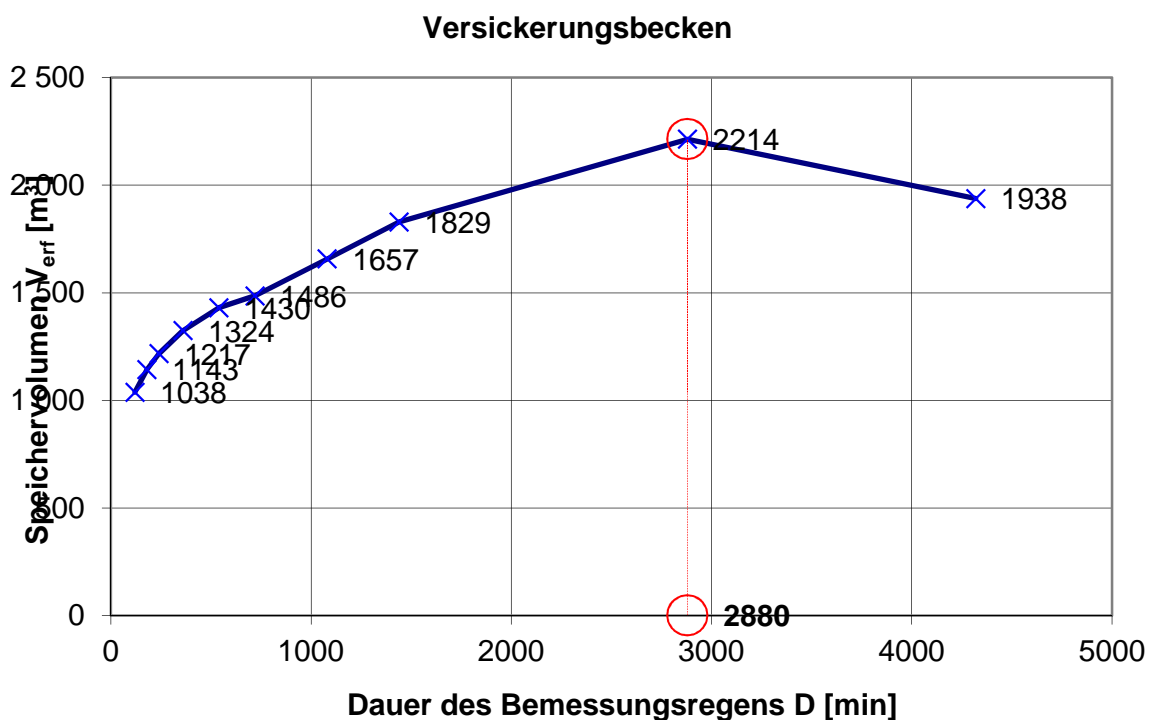
Bemessung für  $n = 0,2$  (5-jährlicher Regen)  
Anschluss Richtungsfahrbahn Salzburg

#### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	65.0
180	48.5
240	39.3
360	29.3
540	21.9
720	17.7
1080	13.9
1440	12.0
2880	8.4
4320	6.1

#### Berechnung:

$V_{\text{erf}}$ [m³]
1038
1143
1217
1324
1430
1486
1657
1829
2214
2214
1938



## **Anlage 4**

### **Schnitt durch den Retentionsbodenfilter**