

**„Ein integriertes Gesamtkonzept für Entwässerungsgebiet,  
Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer mit dem Ziel eines  
nachhaltigen Gewässerschutzes und einer Reduktion der  
Kosten“**

**- Abschlussbericht -**

**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM  
Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik  
Universitätsstraße 150  
44780 Bochum**

**in Zusammenarbeit mit**

**WUPPERVERBAND  
Untere Lichtenplatzer Str. 100  
42289 Wuppertal – Barmen**

## **Projektbeteiligte**

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik

Prof. Dr.-Ing. H. Orth

Bearbeiter: Dipl.-Ing. H. Hoppe

Dipl.-Ing. M. Weilandt

Wupperverband

Prof. Dr.-Ing. J. Londong (jetzt Bauhaus-Universität Weimar)

Dipl.-Ing. V. Erbe

Dipl.-Ing. K. Böcker

Universität GH Essen

FB 9, Institut für Ökologie, Abteilung Hydrobiologie

Dr. rer.nat. P. Podraza

umweltbüro essen

Dipl. Biol. M. Halle

**Auszug aus dem Abschlußbericht.**

**Zunächst die Seite 138 bis 142 mit der Ermittlung der Leitwerte und Amplitudenwerte**

6.1 Immissionsorientierte Leitwerte Dhünn

6.1.1 Amplituden-Leitwerte für Sauerstoff

6.1.2 Amplituden-Leitwerte für Ammoniak

6.1.3 Amplituden-Leitwerte für Nitrit

**Dann Seiten 142 und 143 mit der Übersichtstabelle für die berechneten Varianten.**

6.2 Varianten

**Dann die Seiten 164 bis 165 mit der Beschreibung des "Prognosezustand 2020 optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn"**

**Schließlich die**

6.3 Ergebnisse des Variantenvergleiches

6.3.1 Emissionsnachweise nach ATV-DVWK 128

**startend auf Seite 168 bei**

6.3.1.2 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Genehmigungszustand 2001  
**mit**

6.3.1.3 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Prognosezustand 2020 auf der Basis des Genehmigungszustandes

6.3.1.4 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Prognosezustand 2020 optimiert

6.3.2 Immissionsorientierte Nachweise (Leitwerte)

## 6 Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen

### 6.1 Immissionsorientierte Leitwerte Dhünn

#### 6.1.1 Amplituden-Leitwerte für Sauerstoff

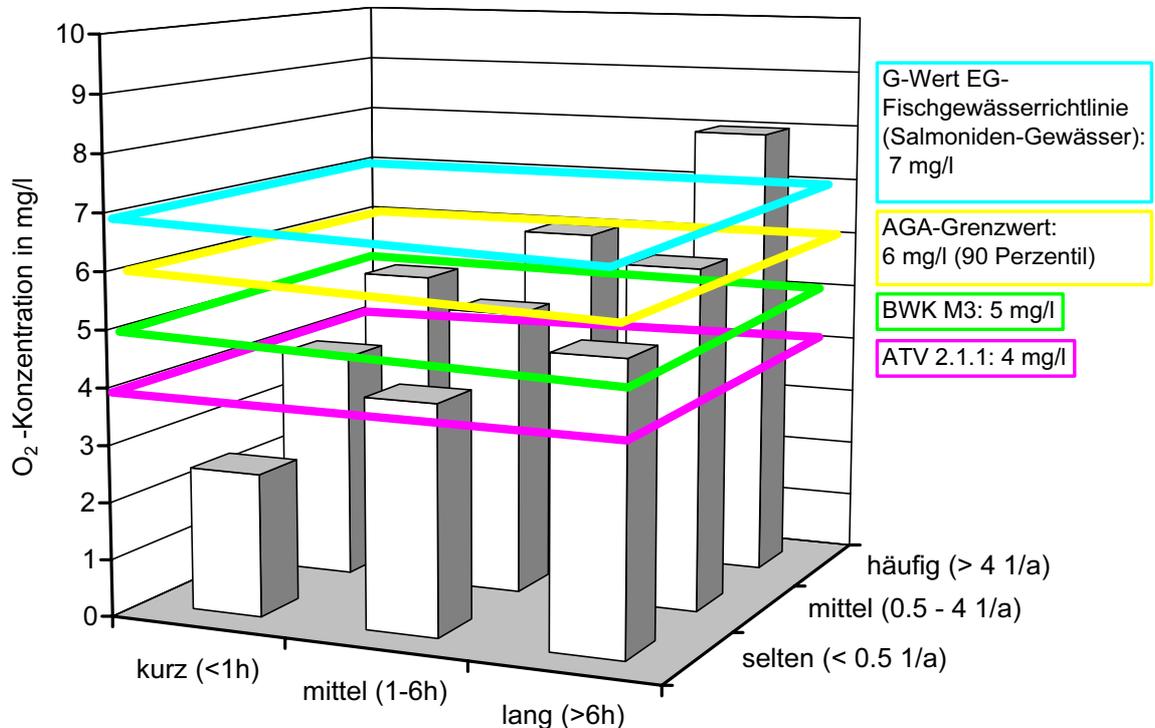


Abbildung 6.1: Amplituden-Leitwerte für die Sauerstoffkonzentration in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit der auftretenden Störungen. Als Flächen dargestellt sind Grenzwerte der EG-Fischgewässer-Richtlinie, der AGA (MURL, 1991), des BWK-M3 (BWK, 2001) und der ATV-AG 2.1.1 (ATV, 1993)

Niedrige Sauerstoffkonzentrationen wirken limitierend auf die Gewässerbesiedlung durch Fische und Makroinvertebraten. Die meisten Invertebraten-Arten des Fließwassers sind sehr empfindlich gegenüber geringen Sauerstoffkonzentrationen (z. B. Nagell, 1977; Nagell und Fagerström, 1978; Nagell, 1979; Hoffmann et al., 1983). Damit darf eine Sauerstoffkonzentration von 2.5 mg/l nie (und auch nicht nur kurzzeitig) unterschritten werden, wenn zumindest ein guter ökologischer Zustand in einem Gewässer erreicht werden soll.

Tabelle 6.1: Amplituden-Leitwerte für Sauerstoff in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit

Häufigkeit/Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
Selten (< 0.5 1/a)	2.5 mg/l	4 mg/l	5 mg/l
mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)	4 mg/l	5 mg/l	6 mg/l
häufig (> 4 1/a)	5 mg/l	6 mg/l	8 mg/l

Tabelle 6.2: Literaturquellen als Grundlage der Definition der Amplituden-Leitwerte für Sauerstoff

Häufigkeit /Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
Selten (< 0.5 1/a)	Seager, 1994	ATV, 1993	BWK, 2000
Mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)	ATV, 1993	BWK, 2000	Hvitved-Jacobsen, 1986
häufig (> 4 1/a)	BWK, 2000	Seager, 1994	Jacob et al, 1984; Hvitved-Jacobsen, 1986, LAWA, 1998

Als Basis-Leitwert für die Sauerstoffkonzentration (= Amplituden-Leitwert für häufige, lang andauernde Störungen) wird für die Dhünn als potenzielles Lachslaichgewässer 8 mg/l angesetzt. Dies entspricht den Referenzbedingungen dieses Gewässertyps und wird auch von der LAWA (1998) als charakteristisch für Gewässer der GK I und GK I-II angesehen. Für längere Unterschreitungen dieses Wertes liegen Literaturdaten vor, die belegen, dass die Folgen für die gewässertypische Biozönose von Verhaltensänderungen (Wiley und Kohler, 1980; Marten et al., 1994) bis zu letalen Ausfällen bei einzelnen Arten (z. B. die in diesem Bereich lebende Köcherfliege *Silo pallipes* letal (Jacob et al., 1984) reichen. Für Gewässer diesen Typs ohne besonderen Schutzstatus kann eine Sauerstoffkonzentration von 7 mg/l als Basis-Leitwert angesetzt werden (= Guide-Wert der EG-Fischrichtlinie für Salmoniden-Gewässer (EG, 1978)).

### 6.1.2 Amplituden-Leitwerte für Ammoniak

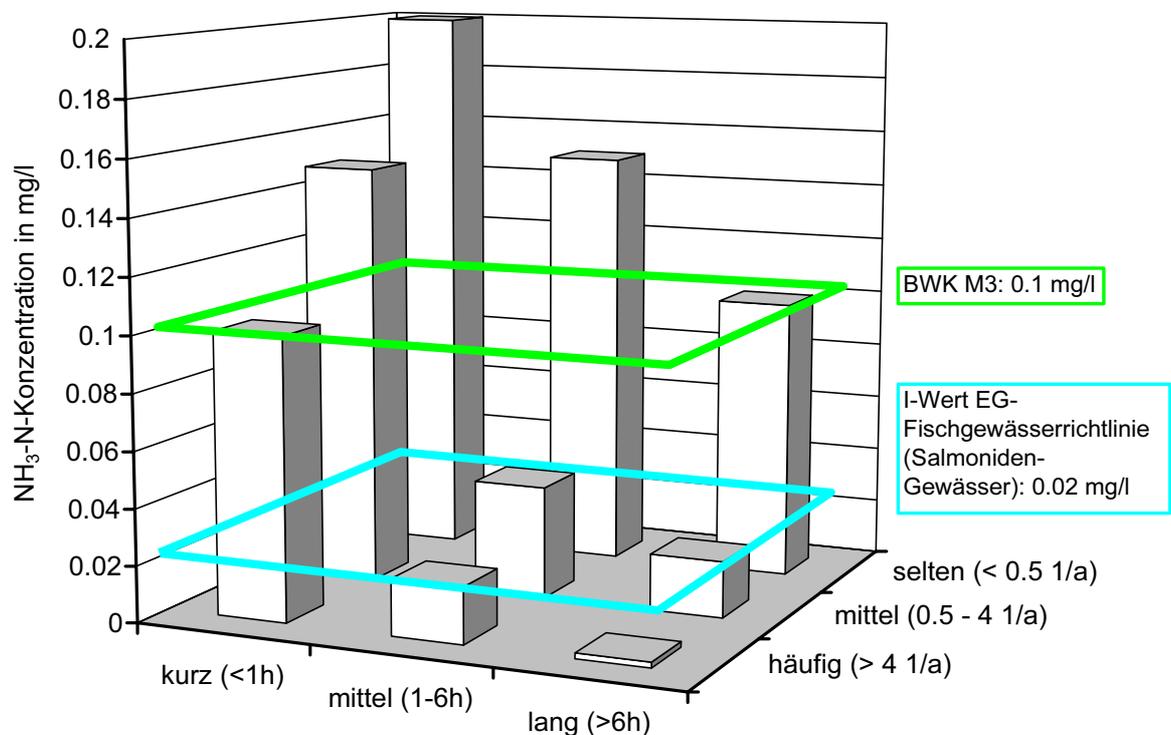


Abbildung 6.2: Amplituden-Leitwerte für die Ammoniakkonzentration in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit der auftretenden Störungen. Als Flächen dargestellt sind Grenzwerte der EG-Fischgewässer-Richtlinie und des BWK-M3 (BWK, 2001)

Während Ammonium keine toxische Wirkung für Fische und Evertebraten besitzt und von den meisten Wirbellosen Konzentrationen von 1000 mg/l über zumindest eine Stunde überdauert werden können (Williams et al., 1986), wirkt das mit dem Ammonium über den pH-Wert und die Wassertemperatur im Gleichgewicht stehende Ammoniak bereits in geringen Konzentrationen toxisch.

Tabelle 6.3: Amplituden-Leitwerte für Ammoniak (NH<sub>3</sub>-N) in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit

Häufigkeit /Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
häufig (> 4 1/a)	0.1 mg/l	0.02 mg/l	0.002 mg/l
mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)	0.15 mg/l	0.04 mg/l	0.02 mg/l
selten (< 0.5 1/a)	0.2 mg/l	0.15 mg/l	0.1 mg/l

Tabelle 6.4: Literaturquellen als Grundlage der Definition der Amplituden-Leitwerte für Ammoniak

Häufigkeit/Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
häufig (> 4 1/a)	BWK, 2000, ATV, 1993	I-Wert EG (Salmonidengewässer), Hamm, 1991	Haywood, 1983
mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)		Borchardt, 1992	I-Wert EG (Salmonidengewässer), Hamm, 1991
selten (< 0.5 1/a)	Alabaster et al., 1979, 1983 zitiert in Hamm, 1991		BWK, 2000, ATV, 1993

Der LC<sub>50</sub> (24 h)-Wert für Ammoniak liegt zwischen 0.4 mg/l und 4.1 mg/l für Fließgewässer-Makroinvertebraten und zwischen 0.08 mg/l und 3.0 mg/l für Fische. Eine chronische Toxizität kann bei Fischen (*Salmo gairdneri*) bereits bei > 0.001 mg/l eintreten (Hamm, 1991). Roback (1974) gibt den Toleranzbereich aquatischer Insektenlarven mit < 0.01 bis 13.4 mg/l NH<sub>3</sub>-N an.

Als Basis-Leitwert für die Ammoniakkonzentration (= Amplituden-Leitwert für häufige, lang andauernde Störungen) wird für die Dhünn als potenzielles Lachslaichgewässer die von Haywood (1983) als unkritisch genannte Konzentration von 0.002 mg/l eingesetzt, da Grundlagen für den Guide-Wert der EG-Fischgewässerrichtlinie (0.004 mg/l bei Salmoniden-Gewässern) nicht gefunden werden konnten. Für Gewässer diesen Typs ohne besonderen Schutzstatus kann als Basis-Leitwert eine Konzentration von 0.02 mg/l NH<sub>3</sub>-N (I-Wert der EG-Fischrichtlinie, EG, 1978; Qualitätsziel nach Hamm, 1991) angesetzt werden.

### 6.1.3 Amplituden-Leitwerte für Nitrit

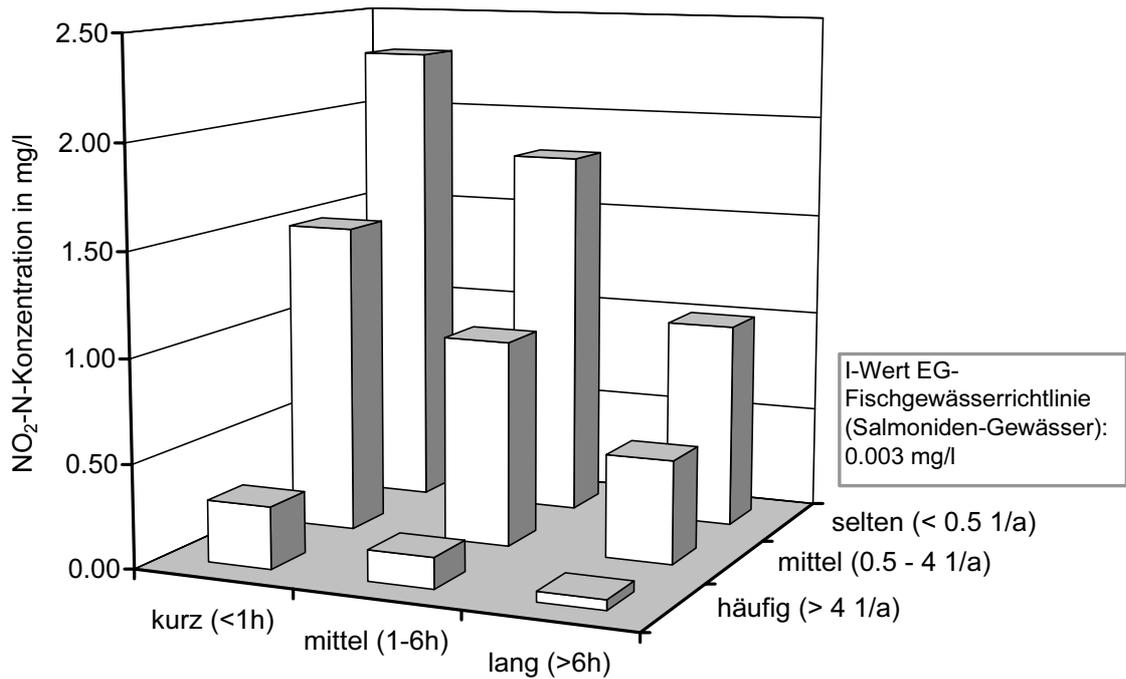


Abbildung 6.3: Amplituden-Leitwerte für die Nitritkonzentration in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit der auftretenden Störungen

Fische sind die auf Nitrit am sensibelsten reagierenden Fließwasserorganismen. Ihre Empfindlichkeit steigt von Fischen mit geringem Sauerstoffanspruch zu solchen mit einem hohen Sauerstoffbedarf (ATV, 1994). Die akute Toxizität von Nitrit für *Salmo gairdneri* liegt zwischen 0.06 mg/l und 0.21 mg/l NO<sub>2</sub>-N.

Über die ökotoxikologische Bedeutung des Nitrits für Evertebraten liegen nur wenige Untersuchungen vor.

Tabelle 6.5: Amplituden-Leitwerte für Nitrit (NO<sub>2</sub>-N) in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit

Häufigkeit /Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
häufig (> 4 1/a)	0.30 mg/l	0.15 mg/l	0.05 mg/l
mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)	1.50 mg/l	1.00 mg/l	0.50 mg/l
selten (< 0.5 1/a)	2.30 mg/l	1.80 mg/l	1.00 mg/l

Tabelle 6.6: Literaturquellen als Grundlage der Definition der Amplituden-Leitwerte für Nitrit

Häufigkeit/Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
häufig (> 4 1/a)	Neumann et al., 2001	Neumann et al., 2001	Modifiziert nach EIFAC, 1984 zitiert in Hamm, 1991 (bei Cl = 10 mg/l (wird in der Dhünn nicht unterschritten))
mittel (0.5 1/a bis 4 1/a)	Neumann et al., 1995	Russo et al. 1974	Neumann et al., 1995
selten (< 0.5 1/a)	Russo und Thurston, 1977 zitiert in Hamm, 1991		Zeidler und Neumann, 1996

Die schädigende Wirkung des Nitrits hängt in den meisten Fällen von der herrschenden Chlorid-Konzentration ab. Dabei senkt sich bei erhöhten Chlorid-Konzentrationen die Empfindlichkeit gegenüber Nitrit sowohl bei Wirbellosen als auch bei Fischen. So konnten Neumann et al. (1995) eine erhöhte Mortalität von *Chironomus piger* bei 0.61 mg/l NO<sub>2</sub>-N nachweisen. Durch Senkung des Chloridgehaltes von 16 mg/l auf 4 mg/l verringerte sich der Emergenzerfolg dieser Zuckmückenart bereits bei Konzentrationen von 0.30 mg/l NO<sub>2</sub>-N. Dieser synergistische Effekt wurde für die Erstellung der Amplituden-Leitwert-Matrix berücksichtigt, wobei davon ausgegangen wurde, dass in der Dhünn eine Chlorid-Konzentration von 10 mg/l nicht unterschritten wird. Daher wird als Basis-Leitwert nicht die von Hamm (1991) als Qualitätsziel genannte Konzentration von 0.3 mg/l verwendet (für Gewässer mit Chlorid-Konzentrationen < 10 mg/l) sondern die zulässige Konzentration auf 0.5 mg/l erhöht. Eine Übertragung der Amplituden- und Basis-Leitwerte auf Gewässer gleichen Typs ist damit nur bei vergleichbaren Chloridkonzentrationen zulässig. Auch bei Hamm (1991) wird der Einstufung der EG mit einem Guide-Wert von < 0.003 mg/l NO<sub>2</sub>-N nicht gefolgt, da dieser Wert z.T. auch natürliche Referenzbedingungen unterschreitet.

## 6.2 Varianten

Für das Gesamtentwässerungssystem der Gemeinde Odenthal wurden verschiedene Varianten betrachtet, die ausgehend vom Ist-Zustand 2001 über den Genehmigungszustand 2001 auch die Prognosezustände für den Planungshorizont im Jahr 2020 beinhalteten. Für alle Varianten wurde die entwickelte Nachweiskonzeption angewendet, um das Einhalten der entwickelten Leitwerte zu überprüfen. Eine Übersicht der untersuchten Varianten gibt Tabelle 6.7. Im Folgenden werden die einzelnen Varianten detailliert vorgestellt.

Tabelle 6.7: Übersicht über die untersuchten Varianten des Gesamtentwässerungssystems der Gemeinde Odenthal

Name	Kurzname	Kurzbeschreibung
Ist-Zustand 2001	Ist 2001	Situation im Jahr 2001 (Einstellungen basieren auf Messdaten)
Genehmigungs-Zustand 2001	GZ 2001	Grundlage der Variante sind das genehmigte gültige Abwasserbeseitigungskonzept (ABK), der Generalentwässerungsplan (GEP) und die Schmutzfrachtberechnung aus dem Jahr 1993
Prognose-Zustand 2020 auf der Basis des Genehmigungszustandes	Prog 2020_G	Basiert auf der Variante GZ 2001, Berücksichtigung der Gemeindeentwicklung (Einwohner, Flächen) bis zum Jahr 2020, Ausbau der Kläranlage nach dem Stand der Technik
Prognose-Zustand 2020, optimiert	Prog 2020_opt	Wie Variante Prog 2020_G, aber Einstellungen wurden so gewählt, dass alle Leit- und Grenzwerte eingehalten sind und das System kostenoptimiert ist
Prognose-Zustand 2020, optimiert, mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn	Prog 2020_opt_dyn	Wie Variante Prog 2020_opt, aber ohne Niedrigwasseraufhöhung des Abflusses der Dhünn im Sommerquartal (dynamisierte Wasserabgabe der Talsperre)

## 6.2.1 Ist-Zustand 2001

Die Variante Ist-Zustand beschreibt den Stand des abwassertechnischen Gesamtsystems in der Gemeinde Odenthal im Jahr 2001. Die Eingangsgrößen basieren auf Messergebnissen und Daten aus dem Zeitraum 2000/2001, die von den Projektbeteiligten oder beauftragten Dritten erhoben und ausgewertet worden sind.

### 6.2.1.1 Gewässer

Die Eingangsgrößen für die Qualitätsparameter der Hintergrundbelastung ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{BSB}_5$ ) basieren auf den während der Entlastungsereignisse oberhalb der Einleitungen RÜ Schule und Kläranlage Odenthal gemessenen Konzentrationsganglinien und den Ergebnissen der vom Wupperverband routinemäßig durchgeführten Beprobung (14-tägige Stichproben) an der Dhünn im Gemeindegebiet Odenthal. Lagen die zugrundegelegten Messwerte (insbesondere von  $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{NO}_2\text{-N}$ ) unterhalb der Nachweisgrenze, so wurde ein Viertel der Nachweisgrenze angesetzt. Fehlende Eingangsgrößen für das 4. Quartal wurden durch die entsprechenden Werte des 2. Quartals ergänzt. Der quartalsabhängige Abfluss wurde auf der Basis der vorhandenen Pegelmessdaten der Stationen Hummelsheim und Scherfbach bestimmt (Kapitel 5.1.9). Die hydraulischen Parameter  $k_{\text{ST}}$ ,  $v_m$  und  $h_m$  wurden unter Berücksichtigung des angesetzten Abflusses (10%-Perzentile) vor Ort

Tabelle 6.21 (Fortsetzung): Bauwerkskenngrößen im Prognosezustand 2020, optimiert

Name	Drossel- abfluss	Becken- volumen * <sup>1</sup>	Spezifisches Speichervolumen * <sup>2</sup>	Regenabfluss- spende * <sup>3</sup>
	l/s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha	l/(s·ha)
RÜ Dülmener Weg	530			32.2
RÜ Schule	150			23.9
RÜ Menrather Brücke	100			34.0
Kläranlage Odenthal	145			1.1

\*<sup>1</sup>: ohne Rückstauvolumen

\*<sup>2</sup>: Gesamtvolumen bezogen auf die undurchlässige Fläche

\*<sup>3</sup>: (Drosselabfluss – Trockenwetterabfluss – Regenwetterabfluss aus Trennsystemen) bezogen auf die undurchlässige Fläche

## 6.2.5 Prognosezustand 2020 optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn

### 6.2.5.1 Gewässer

Im Rahmen dieser Variante wurde überprüft, inwieweit ein naturnahes (dynamisiertes) Abflussregime der Dhünn, insbesondere in den Sommermonaten, in denen der Abfluss der Dhünn normalerweise mit zusätzlichen Wasserabgaben aus der Großen Dhünntalsperre künstlich erhöht wird, aus Sicht der Leitwerte möglich ist. Zur Darstellung eines naturnahen Abflussregimes wurde für das Sommerquartal (01.07. bis 30.09.) ein Abfluss von 300 l/s zugrundegelegt. Aufgrund der niedrigeren Wasserführung und des fehlenden Einflusses durch Zugabe von kaltem Talsperrenwasser wurde eine um 4°C gegenüber dem Ist-Zustand erhöhte Temperatur der Dhünn angesetzt. Für die übrigen Quartale blieben die Eingangsgrößen unverändert (Tabelle 6.22).

### 6.2.5.2 Kläranlage

Für diese Variante ergibt sich keine Veränderung gegenüber der vorherigen Variante, so dass alle Eingangswerte unverändert bleiben.

### 6.2.5.3 Kanalnetz und Einzugsgebiet

Diese Variante unterscheidet sich im Bereich von Kanalnetz und Einzugsgebiet nicht von der vorherigen Variante Prognosezustand 2020, optimiert.

Tabelle 6.22: Quartalsabhängige Eingangsgrößen für die Hintergrundbelastung der Dhünn für die Variante Prognosezustand 2020 optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn

Einleitungen Dhünn (in Fließrichtung)		RÜ Menrath	RÜ Schule	RÜB Hahnenberg	RÜ Rohrbrücke	RÜB Kläranlage
Parameter	Quartal					
Abfluss in m <sup>3</sup> /s	1.	1.19	1.19	1.4	1.4	1.4
	2.	0.82	0.82	0.93	0.93	0.93
	3.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	4.	0.95	0.95	1.01	1.01	1.01
pH	1.	7.64	7.64	7.65	7.65	7.65
	2.	7.63	7.63	7.72	7.72	7.72
	3.	7.66	7.66	7.70	7.70	7.70
	4.	7.61	7.61	7.67	7.67	7.67
Temperatur in °C	1.	5.45	5.45	5.58	5.58	5.58
	2.	10.68	10.68	10.85	10.85	10.85
	3.	15.90	15.90	16.2	16.2	16.2
	4.	9.07	9.07	8.21	8.21	8.21
NH <sub>4</sub> -N in mg/l	1.	0.02	0.02	0.07	0.07	0.07
	2.	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
	3.	0.06	0.06	0.1	0.1	0.1
	4.	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
NO <sub>2</sub> -N in mg/l	1.	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	2.	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	3.	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	4.	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
BSB <sub>5</sub> in mg/l	1.	3.73	3.73	2.32	2.32	2.32
	2.	6.82	6.82	5.75	5.75	5.75
	3.	3.49	3.49	4.7	4.7	4.7
	4.	6.82	6.82	5.75	5.75	5.75
k <sub>1</sub> in 1/h	alle	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
k <sub>2</sub> in 1/h	alle	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
D <sub>0</sub> in %	alle	0	0	0	0	0
k <sub>ST</sub> in m <sup>1/3</sup> /s	alle	25	25	25	25	25
v <sub>m</sub> in m/s	alle	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
h <sub>m</sub> in m	alle	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

### 6.3.1.2 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Genehmigungszustand 2001

Zur Beschreibung der Variante sind nach dem ATV-DVWK Arbeitsblatt 128 (ATV-DVWK, 1992) die Entlastungsrate, das Mindestmischverhältnis, die kritische Regenpende, die Entleerungsdauer (Tabelle 6.24) und die CSB-Entlastungsfracht bestimmt worden.

Tabelle 6.24: Ergebnisse zum Nachweis der Entlastungsraten, der Entleerungszeiten und der kritischen Regenpende für den Genehmigungszustand 2001

Name	Drosselabfluss	Entlastungsrate $e_0$	Entleerungs- dauer <sup>*1</sup>	Regenabfluss- spende
	l/s	%	h	l/(s·ha)
RÜB Schwarzbroich	11	18	2.7	
RÜB Hahnenberg	9	<b>47</b>	11.6	
RÜB Lanzemich <sup>*2</sup>	27	11	11.7	
RÜB Kläranlage	101	30	11.9	
RRB Am Hagen	27			
RÜ Rohrbrücke	104			38.6
RÜ Leimbach <sup>*2</sup>	158			<b>29.7</b>
RÜ Dülmener Weg <sup>*2</sup>	529			33.2
RÜ Schule	253			40.9
RÜ Menrather Brücke	170			58.7
<b>Nachweisgröße</b>	<b><math>RÜ &gt; 50</math></b>	<b><math>&lt; 45.8 (30)</math></b>	<b><math>&lt; 15</math></b>	<b><math>r_{krit} &gt; 15 (30)</math></b>

\*1: Spezifisches Speichervolumen geteilt durch die Regenabflussspende

\*2: Zugehörige Anforderungen in Klammern angegeben

In dem GEP (1994) wird für das Regenüberlaufbecken Lanzemich eine zulässige Entlastungsrate von  $e_0 = 30\%$  gefordert (StUA Bonn). Nach ATV-DVWK A 128 (7.1) beträgt die zulässige Entlastungsrate für diese Variante  $45.8\%$ . Da sich die Eingangsgrößen zur Berechnung der Entlastungsrate für das Gesamtgebiet gegenüber dem Ist-Zustand 2001 nicht geändert haben, ergibt sich die gleiche zulässige Entlastungsrate für das Gesamtgebiet. Im Genehmigungszustand 2001 erfüllt das Regenüberlaufbecken Hahnenberg die Anforderungen nicht. Die im GEP genehmigte Drosseleinstellung von  $9\text{ l/s}$  führt zu einer zu hohen Entlastungsrate ( $47\% > 45.8\%$ ). Die Entlastungsrate für das fiktive Zentralbecken vor der Kläranlage nach ATV-DVWK A 128 beträgt  $48\%$ .

Nach ATV-DVWK A 128 ist die zulässige, modellspezifische CSB-Entlastungsfracht für das fiktive Zentralbecken zu  $22927\text{ kg/a}$  bestimmt worden. Für das vorhandene Netz ergibt sich in dieser Variante eine vorhandene Entlastungsfracht von  $12494\text{ kg/a}$ . Insgesamt ergibt sich auch für diese Variante eine sehr inhomogene Verteilung der Entlastungen (spezifische Speichervolumina und Regenabflussspenden).

Die rechnerische Entleerungsdauer von Regenüberlaufbecken sollte nach ATV-DVWK A 128 maximal zwischen 10 Stunden und 15 Stunden liegen. Die Regenüberlaufbecken erfüllen die geltenden Anforderungen.

Zur Kontrolle der Mindestmischverhältnisse für Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken ist in dem System nach ATV-DVWK A 128 ein Verhältnis  $m \geq 7$  einzuhalten, da die CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss unter 600 mg/l liegt. In dieser Variante erfüllen die Regenüberlaufbecken und Regenüberläufe die geltenden Anforderungen.

Für Regenüberläufe ist nach ATV-DVWK A 128 eine kritische Regenspende zwischen 7.5 l/(s·ha) und 15 l/(s·ha) einzuhalten. In dem GEP (1994) wurden für Einleitungen aus Regenüberläufen in die Dhünn (Hauptvorfluter) 15 l/(s·ha) und für die Einleitungen in die kleineren Bachläufe (Leimbach, Waschbach, Schwarzbroicher Bach) 30 l/(s·ha) gefordert. Diese Anforderungen werden für diesen (fiktiven) Genehmigungszustand für den Regenüberlauf Leimbach nicht eingehalten. Im Unterlauf wird jedoch zur Zeit ein hydraulisches Pufferbecken gebaut. Für den Regenüberlauf Schule ist in dieser Variante ein Drosselabfluss von 253 l/s sicherzustellen. Nach Messungen der Ruhr-Universität Bochum begrenzt zur Zeit der der Drosselstrecke nachgeschaltete Düker die hydraulische Leistungsfähigkeit. Abflüsse von mehr als 60 l/s konnten in der Drosselstrecke unterhalb des Dükers nicht gemessen werden. Planungsunterlagen zu dem Düker liegen nicht vor. Eine Vermessung oder Kamerabefahrung des Dükers war nicht möglich, da aufgrund der fehlenden Planungsunterlagen der Düker nicht leer gepumpt werden kann.

### **6.3.1.3 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Prognosezustand 2020 auf der Basis des Genehmigungszustandes**

Zur Beschreibung der Variante sind nach dem ATV-DVWK Arbeitsblatt 128 (ATV-DVWK, 1992) die Entlastungsrate, das Mindestmischverhältnis, die kritische Regenspende, die Entleerungsdauer (Tabelle 6.25) und die CSB-Entlastungsfracht bestimmt worden.

In dem GEP (1994) wird für das Regenüberlaufbecken Lanzemich eine zulässige Entlastungsrate von  $e_0 = 30 \%$  gefordert (StUA Bonn). Nach ATV-DVWK A 128 (7.1) beträgt die zulässige Entlastungsrate für diese Variante 37 %.

In dieser Variante erfüllt das Regenüberlaufbecken Hahnenberg die Anforderungen nicht. Die im GEP genehmigte Drosseleinstellung von 9 l/s führt zu einer zu hohen Entlastungsrate (47 % > 37.0 %). Die Entlastungsrate für das fiktive Zentralbecken vor der Kläranlage nach ATV-DVWK A 128 beträgt 33 %.

Nach ATV-DVWK A 128 ist die zulässige, modellspezifische CSB-Entlastungsfracht für das fiktive Zentralbecken zu 19350 kg/a bestimmt worden.

Tabelle 6.25: Ergebnisse zum Nachweis nach ATV-DVWK A 128 der Entlastungsraten, der Entleerungszeiten und der kritischen Regenspense für den Prognosezustand 2020 auf der Basis des Genehmigungszustandes, Odenthal

Name	Drosselabfluss	Entlastungsrate $e_0$	Entleerungs- dauer <sup>*1</sup>	Regenabfluss- spende
	l/s	%	h	l/(s·ha)
RÜB Schwarzbroich	11	19	2.7	
RÜB Hahnenberg	9	<b>47</b>	11.6	
RÜB Lanzemich <sup>*2</sup>	27	35	<b>15.6</b>	
RÜB Kläranlage	101	36	14.8	
RRB Am Hagen	27			
RÜ Rohrbrücke	104			38.4
RÜ Leimbach <sup>*2</sup>	27			<b>28.6</b>
RÜ Dülmener Weg <sup>*2</sup>	529			32.1
RÜ Schule	253			40.7
RÜ Menrather Brücke	170			58.3
<b>Nachweisgröße</b>	<b><math>RÜ &gt; 50</math></b>	<b>zulässig: 37 (30)</b>	<b>&lt; 15</b>	<b><math>r_{krit} &gt; 15 (30)</math></b>

\*1: Spezifisches Speichervolumen geteilt durch die Regenabflussspende

\*2: Zugehörige Anforderungen in Klammern angegeben

Für das vorhandene Netz ergibt sich in dieser Variante eine vorhandene Entlastungsfracht von 19870 kg/a. Die berechnete Entlastungsfracht liegt damit über der Entlastungsfracht, die für das Zentralbecken bestimmt wurde.

Die rechnerische Entleerungsdauer von Regenüberlaufbecken (Quotient aus spezifischem Speichervolumen und zugehöriger Regenabflussspende) sollte nach ATV-DVWK A 128 maximal zwischen 10 Stunden und 15 Stunden liegen. Das Regenüberlaufbecken Lanzemich erfüllt in dieser Variante aufgrund der Zunahme der Einzugsgebietsfläche und des Trockenwetterabflusses die Anforderungen nicht mehr (15.6 h > 15 h). Die übrigen Regenüberlaufbecken erfüllen die geltenden Anforderungen.

Zur Kontrolle der Mindestmischverhältnisse für Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken ist in dem System nach ATV-DVWK A 128 ein Verhältnis  $m \geq 7$  einzuhalten, da die CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss unter 600 mg/l liegt. In dieser Variante erfüllen die Regenüberlaufbecken und Regenüberläufe die geltenden Anforderungen.

Für Regenüberläufe ist nach ATV-DVWK A 128 eine kritische Regenspense zwischen 7.5 l/(s·ha) und 15 l/(s·ha) einzuhalten. In dem GEP (1994) wurden für Einleitungen aus Regenüberläufen in die Dhünn (Hauptvorfluter) 15 l/(s·ha) und für die Einleitungen in die kleineren Bachläufe (Leimbach, Waschbach, Schwarzbroicher Bach) 30 l/(s·ha) gefordert. Diese Anforderungen werden für diesen (fiktiven) Genehmigungszustand am Regenüberlauf Leimbach nicht eingehalten. Für den

Regenüberlauf Schule ist in dieser Variante ein Drosselabfluss von 253 l/s sicherzustellen.

#### 6.3.1.4 Nachweise nach ATV-DVWK A 128 für den Prognosezustand 2020 optimiert

Zur Beschreibung der Variante sind nach dem ATV-DVWK Arbeitsblatt 128 (ATV-DVWK, 1992) die Entlastungsrate, das Mindestmischverhältnis, die kritische Regenspende, die Entleerungsdauer (Tabelle 6.26) und die CSB-Entlastungsfracht bestimmt worden.

Tabelle 6.26: Ergebnisse zum Nachweis nach ATV-DVWK A 128 der Entlastungsraten, der Entleerungszeiten und der kritischen Regenspende für den Prognosezustand 2020 (optimiert), Odenthal

Name	Drosselabfluss	Entlastungsrate $e_0$	Entleerungs- dauer <sup>*1</sup>	Regenabfluss- spende
	l/s	%	h	l/(s·ha)
RÜB Schwarzbroich	12	17	2.5	
RÜB Hahnenberg	25	25	3.7	
RÜB Lanzemich <sup>*2</sup>	40	27	8.8	
RÜB Kläranlage	135	30	9.8	
RRB Am Hagen	27			
RÜ Rohrbrücke	105			38.8
RÜ Leimbach <sup>*2</sup>	510			96.1
RÜ Dülmener Weg <sup>*2</sup>	530			32.2
RÜ Schule	150			23.9
RÜ Menrather Brücke	100			34.0
<b>Nachweisgröße</b>	<b><math>RÜ &gt; 50</math></b>	<b>zulässig: 42 (30)</b>	<b>&lt; 15</b>	<b><math>r_{krit} &gt; 15 (30)</math></b>

\*1: Spezifisches Speichervolumen geteilt durch die Regenabflussspende

\*2: zugehörige Anforderungen in Klammern angegeben

Im GEP (1994) wird für das Regenüberlaufbecken Lanzemich eine zulässige Entlastungsrate von  $e_0 = 30\%$  gefordert (StUA Bonn). Nach ATV-DVWK A 128 (7.1) beträgt die zulässige Entlastungsrate für diese Variante 42 %. In dieser Variante werden die Anforderungen für alle Regenüberlaufbecken sicher eingehalten. Die Entlastungsrate für das fiktive Zentralbecken vor der Kläranlage nach ATV-DVWK A 128 beträgt 44 %. Die Becken weisen in dieser Variante eine homogene Auslastung aus. Das Regenüberlaufbecken Schwarzbroich ist zum Schutz des Vorfluters nicht weiter gedrosselt worden.

Nach ATV-DVWK A 128 ist die zulässige, modellspezifische CSB-Entlastungsfracht für das fiktive Zentralbecken zu 26705 kg/a bestimmt worden. Für das vorhandene Netz ergibt sich in dieser Variante eine vorhandene Entlastungsfracht von 15437 kg/a. Die berechnete Entlastungsfracht liegt damit deutlich unter der Entlastungsfracht, die für das Zentralbecken bestimmt wurde.

Die nach ATV-DVWK A 128 vorgegebene maximale Entleerungsdauer von 15 Stunden wird für alle Regenüberlaufbecken sicher eingehalten. Die höchste Entleerungsdauer weist das Regenüberlaufbecken vor der Kläranlage mit 9.8 Stunden auf.

Zur Kontrolle der Mindestmischverhältnisse für Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken ist in dem System nach ATV-DVWK A 128 ein Verhältnis  $m \geq 7$  einzuhalten, da die CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss unter 600 mg/l liegt. In dieser Variante erfüllen die Regenüberlaufbecken und Regenüberläufe die geltenden Anforderungen.

Für Regenüberläufe ist nach ATV-DVWK A 128 eine kritische Regenspende zwischen 7.5 l/(s·ha) und 15 l/(s·ha) einzuhalten. Diese Anforderungen werden für diese Variante eingehalten. In dem GEP (1994) wurden für Einleitungen aus Regenüberläufen in die Dhünn (Hauptvorfluter) 15 l/(s·ha) und für die Einleitungen in die kleineren Bachläufe (Leimbach, Waschbach, Schwarzbroicher Bach) 30 l/(s·ha) gefordert. Auch diese Anforderungen werden in dieser Planungsvariante eingehalten.

Die Variante ist zusätzlich mit einem häuslichen Schmutzwasseranfall von 140 l/(E·d) (entsprechend 1.73 ml/(EW·s)) berechnet worden. Diese Wassermenge entspricht den für die Grundlagenplanung des Kläranlagenumbaus geforderten Annahmen der Aufsichtsbehörde. Zur Berechnung dieser Variante sind auch die Eingaben für den Regenwasserabfluss aus den Trenngebieten ( $Q_{TS}$ ) angepasst worden. Auch für diese Annahme werden die Anforderungen der ATV-DVWK A 128 erfüllt.

Nach ATV-DVWK A 128 (7.1) beträgt die zulässige Entlastungsrate für diese Variante 39.4 %. Die Entlastungsrate für das fiktive Zentralbecken vor der Kläranlage nach ATV-DVWK A 128 beträgt 42 %. Erwartungsgemäß liegt nach der Erhöhung des häuslichen Schmutzwasseranfalls auf 140 l/(E·d) die zulässige Entlastungsrate unter der mit einem häuslichen Schmutzwasseranfall von 130 l/(E·d) ermittelten. Durch das größere erforderliche Gesamtsspeichervolumen ergibt sich für das fiktive Zentralbecken eine niedrigere Entlastungsrate. Auch in dieser Variante werden die Anforderungen für alle Regenüberlaufbecken eingehalten.

Nach ATV-DVWK A 128 ist die zulässige, modellspezifische CSB-Entlastungsfracht für das fiktive Zentralbecken bestimmt worden (26118 kg/a). Für das vorhandene Netz ergibt sich in dieser Variante eine vorhandene Entlastungsfracht von 16337 kg/a. Die berechnete Entlastungsfracht liegt damit deutlich unter der Entlastungsfracht, die für das Zentralbecken bestimmt wurde.

Die nach ATV-DVWK A 128 vorgegebene maximale Entleerungsdauer von 15 Stunden wird für alle Regenüberlaufbecken eingehalten. Die höchste Entleerungsdauer weist das Regenüberlaufbecken vor der Kläranlage mit 9.8 Stunden auf.

Zur Kontrolle der Mindestmischverhältnisse für Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken ist in dem System nach ATV-DVWK A 128 ein Verhältnis  $m \geq 7$  einzuhalten,

da die CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss unter 600 mg/l liegt. In dieser Variante erfüllen die Regenüberlaufbecken und Regenüberläufe die geltenden Anforderungen.

Für Regenüberläufe ist nach ATV-DVWK A 128 eine kritische Regenspense zwischen 7.5 l/(s·ha) und 15 l/(s·ha) einzuhalten. Diese Anforderungen werden für diese Variante eingehalten. In dem GEP (1994) wurden für Einleitungen aus Regenüberläufen in die Dhünn (Hauptvorfluter) 15 l/(s·ha) und für die Einleitungen in die kleineren Bachläufe (Leimbach, Waschbach, Schwarzbroicher Bach) 30 l/(s·ha) gefordert. Auch diese Anforderungen werden in dieser Planungsvariante eingehalten.

### **6.3.2 Immissionsorientierte Nachweise (Leitwerte)**

Nach der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Methodik (Kapitel 4.4) wurden die Einleitungen in die Dhünn im Gemeindegebiet Odenthal für die erläuterten Varianten für die Parameter Ammoniak, Nitrit und Sauerstoff im Mischwasserfall untersucht (Tabelle 6.27 bis Tabelle 6.32). Bei nicht ausgefüllten Zellen fanden keine Ereignisse mit der entsprechenden Dauerstufe statt. Wurden bei der statistischen Auswertung zur Ermittlung der Häufigkeiten auf der Basis der ermittelten Regressionsfunktion negative Konzentrationen berechnet, so wurden sie zu Null gesetzt.

Für den Parameter Ammoniak ergeben sich lediglich an der kombinierten Einleitung aus Kläranlage und RÜB Überschreitungen der Leitwerte. Bei den Varianten Ist-Zustand 2001 und Genehmigungszustand 2001 betragen die berechneten Gewässerkonzentrationen für die Dauerstufe lang und die Häufigkeitsklasse häufig 0.009 mg/l (Leitwert: 0.002 mg/l). Bei der Variante Prognosezustand 2020 optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn wird der Leitwert für die Dauerstufe „lang“ und die Häufigkeitsklasse „häufig“ mit einer berechneten Konzentration von 0.0021 mg/l leicht überschritten. Für die Variante Prognosezustand 2020 auf der Basis des Genehmigungszustandes und die Variante Prognosezustand 2020 optimiert werden alle Leitwerte für Ammoniak eingehalten. Der Leitwert für den Parameter Nitrit wird für die Dauerstufe „lang“ und die Häufigkeitsklasse „häufig“ an der Einleitung Kläranlage + RÜB bei den Varianten Ist-Zustand 2001 und Genehmigungszustand 2001 mit 0.111 mg/l bzw. 0.110 mg/l (Leitwert 0.05 mg/l) deutlich überschritten. Weitere Überschreitungen der Leitwerte gibt es nicht. Unter den Prognosezuständen 2020 ergeben sich für die Variante Prognosezustand 2020 optimiert bei den berechneten Nitrit-Konzentrationen im Durchschnitt die niedrigsten Konzentrationen, so dass diese Variante zu favorisieren ist. Die Dhünn zeichnet sich aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit durch eine sehr gute Wiederbelüftungsrate aus. Die Sauerstoff-Sättigungskonzentration der Dhünn wurde für eine Temperatur von 12.2° bzw. 16.2°C für die Variante Prognosezustand 2020 optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn zu 10.7 mg/l bzw. 9.8 mg/l angenommen. Auf der Basis der Sättigungskonzentration und der berechneten Defizite wurde die tatsächliche Sauerstoffkonzentration bestimmt. Diese liegen unter

Berücksichtigung der getroffenen Annahmen an allen betrachteten Einleitungsstellen bei allen Varianten deutlich oberhalb der Leitwerte.

Tabelle 6.27: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Ammoniak unterhalb der Einleitungen RÜ Menrath, RÜ Schule und RÜB Hahnenberg in die Dhünn

Einleitung		RÜ Menrath			RÜ Schule			RÜB Hahnenberg		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer									
Leitwerte	kurz	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2
	mittel	0.02	0.04	0.15	0.02	0.04	0.15	0.02	0.04	0.15
	lang	0.002	0.02	0.1	0.002	0.02	0.1	0.002	0.02	0.1
Ist 2001	kurz	0.0003	0.0013	0.008	0.008	0.021	0.034	0.005	0.009	0.014
	mittel				0.003	0.009	0.016	0.0	0.003	0.009
	lang				0.0008	0.001	0.002			
GZ 2001	kurz	0.0	0.0008	0.008	0.0	0.011	0.029	0.007	0.0096	0.012
	mittel				0.0	0.0	0.010	0.003	0.0041	0.005
	lang							0.0015	0.0027	0.0039
Prog 2020_G	kurz	0.0	0.0015	0.011	0.0	0.011	0.030	0.007	0.0095	0.013
	mittel				0.0	0.0	0.013	0.003	0.004	0.005
	lang							0.0015	0.003	0.004
Prog 2020_opt	kurz	0.0	0.006	0.017	0.003	0.016	0.031	0.007	0.010	0.013
	mittel				0.0	0.003	0.013	0.004	0.006	0.008
	lang							0.001	0.002	0.003
Prog 2020_opt_dyn	kurz	0.0	0.012	0.034	0.005	0.029	0.056	0.011	0.012	0.014
	mittel				0.0	0.005	0.027	0.006	0.010	0.015
	lang							0.0006	0.003	0.005

Tabelle 6.28: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Ammoniak unterhalb der Einleitungen RÜ Rohrbrücke und Kläranlage + RÜB in die Dhünn

Einleitung		RÜ Rohrbrücke			Kläranlage + RÜB		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer						
Leitwerte	kurz	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2
	mittel	0.02	0.04	0.15	0.02	0.04	0.15
	lang	0.002	0.02	0.1	0.002	0.02	0.1
Ist 2001	kurz	0.005	0.014	0.023	0.010	0.011	0.012
	mittel	0.0007	0.006	0.011	0.010	0.010	0.010
	lang				<b>0.009</b>	0.009	0.010
GZ 2001	kurz	0.003	0.012	0.021	0.010	0.011	0.012
	mittel				0.010	0.010	0.010
	lang				<b>0.009</b>	0.009	0.010
Prog 2020_G	kurz	0.003	0.012	0.021	0.008	0.010	0.013
	mittel	0.0	0.003	0.007	0.003	0.004	0.005
	lang				0.0019	0.002	0.003
Prog 2020_opt	kurz	0.003	0.010	0.020	0.008	0.010	0.013
	mittel	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005
	lang				0.0019	0.002	0.003
Prog 2020_opt_dyn	kurz	0.006	0.023	0.042	0.010	0.012	0.015
	mittel	0.002	0.004	0.005	0.003	0.005	0.006
	lang				<b>0.0021</b>	0.003	0.003

Tabelle 6.29: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Nitrit unterhalb der Einleitungen RÜ Menrath, RÜ Schule und RÜB Hahnenberg in die Dhünn

Einleitung		RÜ Menrath			RÜ Schule			RÜB Hahnenberg		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer									
Leitwerte	kurz	0.30	1.50	2.30	0.30	1.50	2.30	0.30	1.50	2.30
	mittel	0.15	1.00	1.80	0.15	1.00	1.80	0.15	1.00	1.80
	lang	0.05	0.50	1.00	0.05	0.50	1.00	0.05	0.50	1.00
Ist 2001	kurz	0.033	0.057	0.083	0.136	0.270	0.420	0.069	0.161	0.263
	mittel				0.040	0.076	0.117	0.0	0.048	0.117
	lang				0.024	0.029	0.036			
GZ 2001	kurz	0.0	0.038	0.212	0.0	0.203	0.470	0.104	0.168	0.239
	mittel				0.0	0.0	0.081	0.043	0.049	0.055
	lang							0.033	0.042	0.052
Prog 2020_G	kurz	0.0	0.060	0.270	0.0	0.206	0.467	0.104	0.168	0.239
	mittel				0.0	0.0	0.102	0.043	0.049	0.056
	lang							0.033	0.042	0.052
Prog 2020_opt	kurz	0.0	0.114	0.265	0.075	0.235	0.411	0.102	0.169	0.243
	mittel				0.013	0.045	0.081	0.048	0.078	0.112
	lang							0.030	0.038	0.048
Prog 2020_opt_dyn	kurz	0.0	0.177	0.442	0.113	0.371	0.657	0.147	0.230	0.321
	mittel				0.0	0.053	0.141	0.064	0.119	0.180
	lang							0.025	0.044	0.065

Tabelle 6.30: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Nitrit unterhalb der Einleitungen RÜ Rohrbrücke und Kläranlage + RÜB in die Dhünn

Einleitung		RÜ Rohrbrücke			Kläranlage + RÜB		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer						
Leitwerte	kurz	0.30	1.50	2.30	0.30	1.50	2.30
	mittel	0.15	1.00	1.80	0.15	1.00	1.80
	lang	0.05	0.50	1.00	0.05	0.50	1.00
Ist 2001	kurz	0.089	0.199	0.320	0.173	0.213	0.257
	mittel	0.046	0.073	0.105	0.126	0.143	0.162
	lang				<b>0.111</b>	0.115	0.119
GZ 2001	kurz	0.072	0.20	0.33	0.171	0.216	0.266
	mittel				0.124	0.139	0.156
	lang				<b>0.110</b>	0.114	0.118
Prog 2020_G	kurz	0.072	0.196	0.33	0.148	0.209	0.277
	mittel	0.06	0.065	0.071	0.057	0.082	0.109
	lang				0.038	0.050	0.063
Prog 2020_opt	kurz	0.164	0.315	0.481	0.144	0.204	0.270
	mittel	0.065	0.122	0.165	0.056	0.081	0.108
	lang				0.037	0.050	0.063
Prog 2020_opt_dyn	kurz	0.112	0.336	0.585	0.178	0.250	0.331
	mittel	0.051	0.063	0.076	0.062	0.100	0.135
	lang				0.040	0.056	0.073

Tabelle 6.31: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Sauerstoff unterhalb der Einleitungen RÜ Menrath, RÜ Schule und RÜB Hahnenberg in die Dhünn (Defizite in Fließrichtung addiert, O<sub>2</sub>-Sättigungskonzentration der Dhünn beträgt C<sub>S</sub> = 10.7°mg/l bei einer Temperatur von 12.2°C; Für die Variante Prognosezustand 2020, optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn wurde eine O<sub>2</sub>-Sättigungskonzentration von C<sub>S</sub> = 9.8 mg/l bei einer Temperatur von 16.2°C angesetzt)

Einleitung		RÜ Menrath			RÜ Schule			RÜB Hahnenberg		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer									
Leitwerte	kurz	5	4	2.5	5	4	2.5	5	4	2.5
	mittel	6	5	4	6	5	4	6	5	4
	lang	8	6	5	8	6	5	8	6	5
Ist 2001	kurz	10.5	10.6	10.5	10.0	9.5	8.8	9.7	8.9	7.8
	mittel				10.5	10.2	9.6	10.5	10.0	9.5
	lang				10.6	10.6	10.5			
GZ 2001	kurz	10.7	10.7	10.5	10.7	10.1	9.1	10.3	9.4	8.2
	mittel				10.7	10.7	10.2	10.5	10.5	10.0
	lang							10.6	10.5	10.4
Prog 2020_G	kurz	10.7	10.5	10.1	10.7	9.9	8.6	10.3	9.3	7.7
	mittel				10.7	10.7	10.4	10.5	10.5	9.8
	lang							10.6	10.5	10.4
Prog 2020_opt	kurz	10.7	10.3	9.8	10.5	9.5	8.2	10.1	8.8	7.3
	mittel				10.7	10.5	10.1	10.5	10.2	9.7
	lang							10.6	10.5	10.5
Prog 2020_opt_dyn	kurz	9.8	9.5	9.1	9.7	8.9	8.02	9.4	8.5	7.4
	mittel				9.8	9.7	9.3	9.7	9.5	9.0
	lang							9.8	9.7	9.7

Tabelle 6.32: Leitwerte und berechnete Konzentrationen für den Parameter Sauerstoff unterhalb der Einleitungen RÜ Rohrbrücke und Kläranlage + RÜB in die Dhünn (Defizite in Fließrichtung addiert, O<sub>2</sub>-Sättigungskonz. der Dhünn beträgt C<sub>s</sub> = 10.7 mg/l bei einer Temperatur von 12.2°C. Für die Variante Prognosezustand 2020, optimiert mit naturnahem (dynamisierten) Abflussregime der Dhünn wurde aufgrund der Erwärmung bei einem verminderten Abfluss eine O<sub>2</sub>-Sättigungskonz. von C<sub>s</sub> = 9.8 mg/l bei einer Temperatur von 16.2°C angesetzt)

Einleitung		RÜ Rohrbrücke			Kläranlage + RÜB		
Variante	Häufigkeit	häufig	mittel	selten	häufig	mittel	selten
	Dauer						
Leitwerte	kurz	5	4	2.5	5	4	2.5
	mittel	6	5	4	6	5	4
	lang	8	6	5	8	6	5
Ist 2001	kurz	9.4	8.3	6.7	8.9	7.5	5.7
	mittel	10.4	9.7	9.0	10.1	9.4	8.6
	lang				10.5	10.4	10.2
GZ 2001	kurz	10.1	8.8	7.2	9.5	8.0	6.1
	mittel				10.3	10.2	9.6
	lang				10.4	10.3	10.2
Prog 2020_G	kurz	10.1	8.7	6.7	9.5	7.9	5.7
	mittel	10.5	10.3	9.5	10.3	10.1	9.1
	lang				10.4	10.3	10.2
Prog 2020_opt	kurz	9.9	8.2	6.3	9.3	7.4	5.3
	mittel	10.4	10.0	9.5	10.1	9.7	9.1
	lang				10.4	10.3	10.3
Prog 2020_opt_dyn	kurz	9.2	8.1	6.7	8.9	7.6	6.1
	mittel	9.6	9.4	8.9	9.5	9.2	8.7
	Lang				9.7	9.6	9.6

Für die Trockenwettersituation ist ausschließlich die Kläranlageneinleitung zu prüfen (Kapitel 4.4.2.4). Da es sich um eine dauerhafte und ständige Einleitung handelt, entfällt die Bestimmung der Häufigkeit in Abhängigkeit von der Einleitungsdauer über die Extremwertstatistik. Die resultierenden Gewässerkonzentrationen unterhalb der Einleitung Kläranlage wurden über eine Mischungsrechnung in Abhängigkeit vom Kläranlagenablaufvolumenstrom bestimmt. Für die Kläranlage wurden nur die Varianten Ist-Zustand 2001 und Prognosezustand 2020 unterschieden. Im Ist-Zustand werden die Leitwerte für sehr ungünstige Eingangsbedingungen (Ablaufkonzentration der Kläranlage im 24 h-Mittel für  $\text{NH}_4\text{-N} = 10 \text{ mg/l}$ ) für Ammoniak ab einem Volumenstrom von 42 l/s überschritten (Abbildung 6.12). Für Nitrit wird der Leitwert von 0.05 mg/l ab einem Ablaufvolumenstrom von 23 l/s überschritten (Abbildung 6.13). Die Sauerstoffleitwerte werden nicht unterschritten. Im Prognosezustand 2020 mit der nach dem Stand der Technik ausgebauten Kläranlage werden die Leitwerte für alle drei Parameter eingehalten (Abbildung 6.14 und Abbildung 6.15). Die zugrundegelegten Eingangswerte wurden in Anlehnung an LUA (1997) gewählt.

Die Frage, inwieweit die Leitwerte bei einem naturnahen (dynamisierten) Abfluss der Dhünn für den Prognosezustand 2020 eingehalten werden können, kann anhand Abbildung 6.16, Abbildung 6.17 und Abbildung 6.18 beantwortet werden. Dargestellt ist jeweils die resultierende Konzentration unterhalb der Einleitung Kläranlage in Abhängigkeit von den Volumenströmen in der Dhünn und im Ablauf der Kläranlage. Für einen Niedrigwasserabfluss der Dhünn von 300 l/s ergibt sich, dass bis zum mittleren Trockenwetterabfluss der Kläranlage von 42 l/s (24 h-Mittelwert) die Leitwerte eingehalten werden. Darüber werden die Leitwerte für Nitrit nicht mehr eingehalten. Die zugrundegelegten Eingangsparameter (pH-Wert, Temperatur,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{BSB}_5$ , etc.) stellen einen kritischen und einen mittleren Lastfall in Anlehnung an LUA (1997) dar. Sie sind in den einzelnen Abbildungen zusammengestellt.

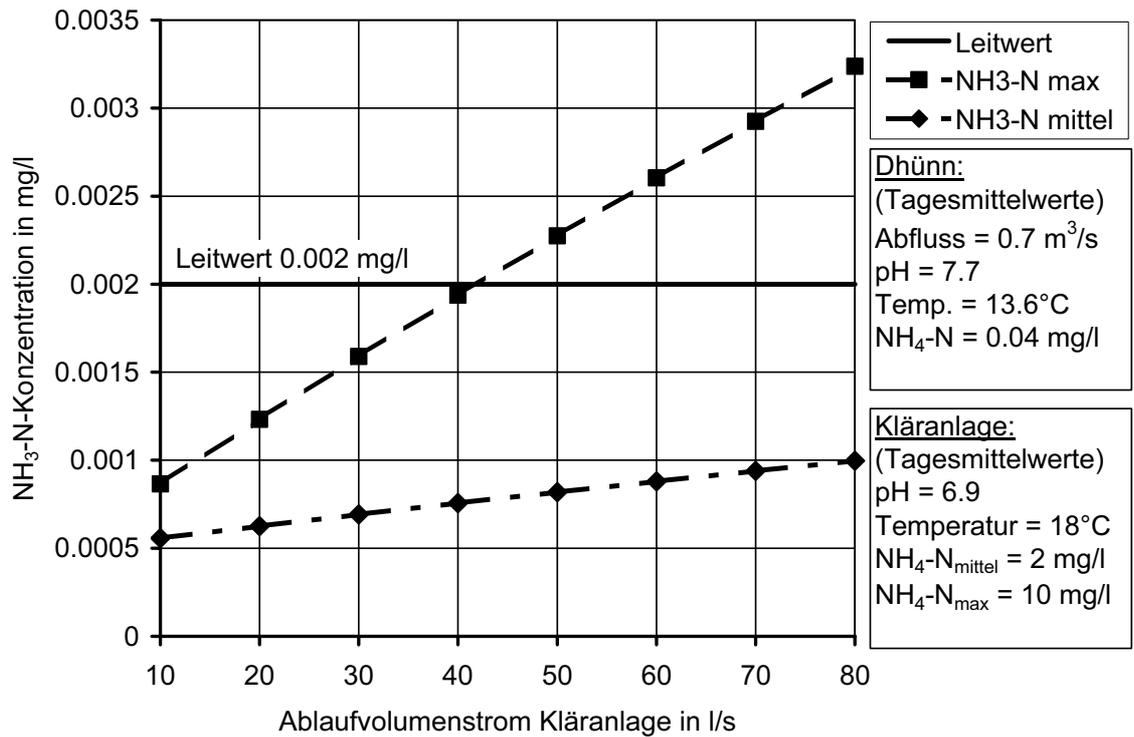


Abbildung 6.12: Berechnete Ammoniak-Konzentrationen in der Dhünn unterhalb der Einleitung der Kläranlage Odenthal bei Trockenwetter im Ist-Zustand 2001

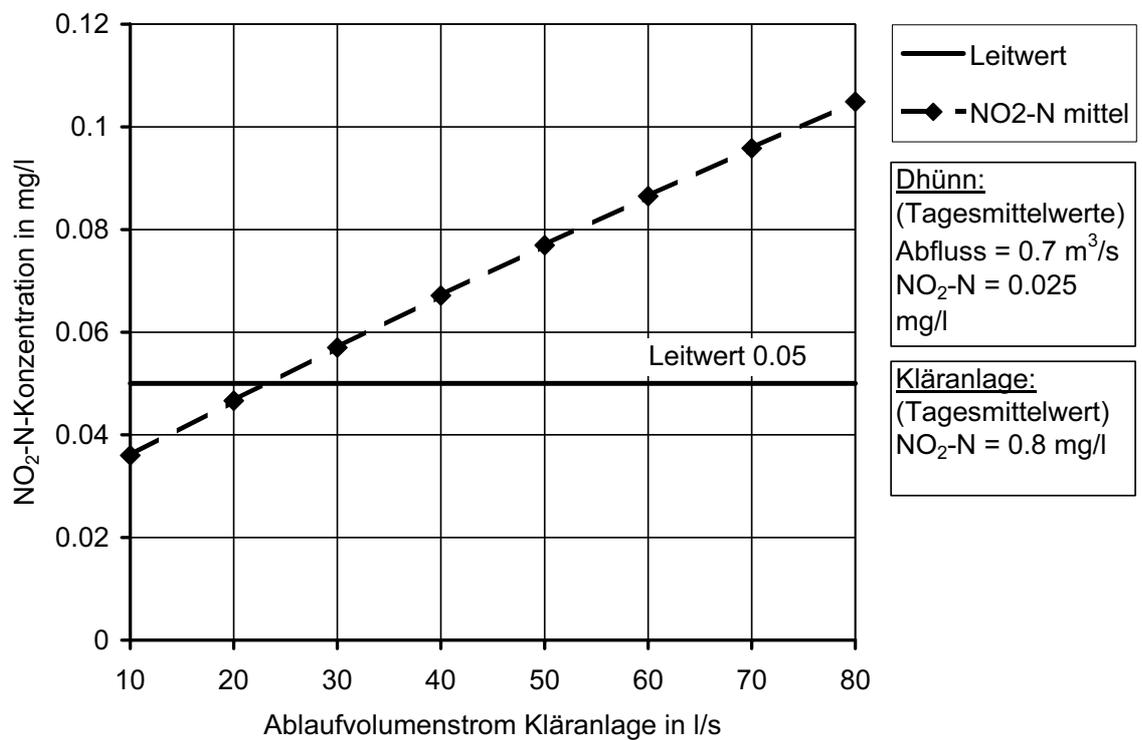


Abbildung 6.13: Berechnete Nitrit-Konzentrationen in der Dhünn unterhalb der Einleitung der Kläranlage Odenthal bei Trockenwetter im Ist-Zustand 2001

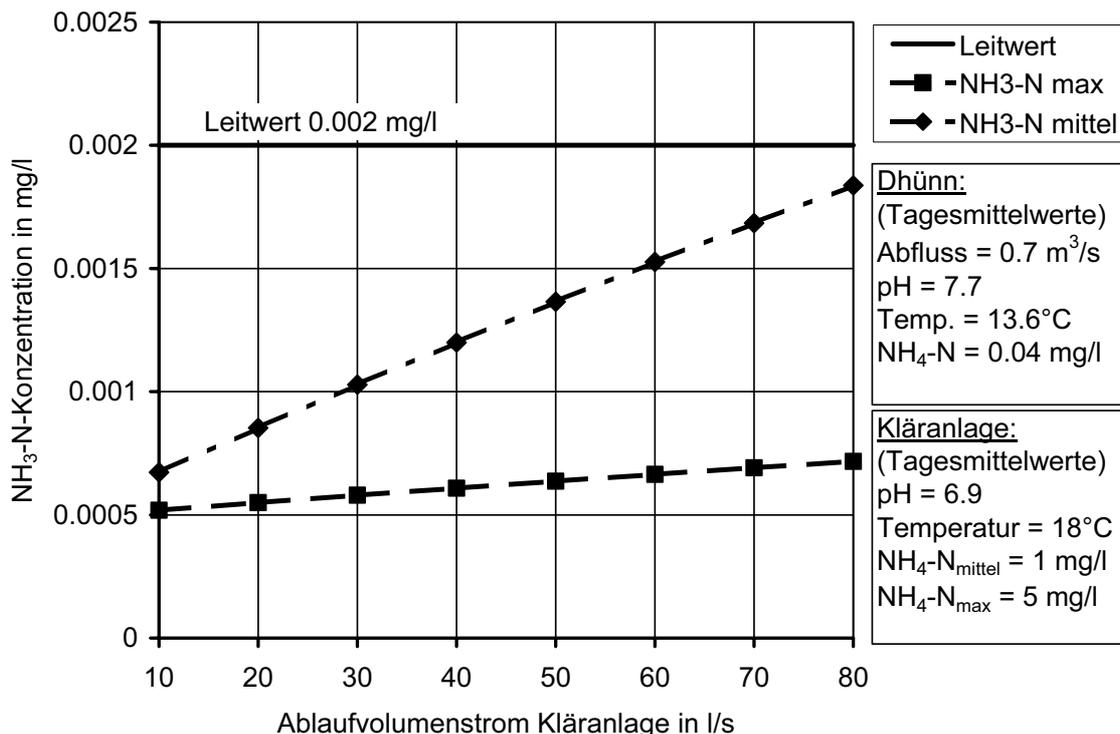


Abbildung 6.14: Berechnete Ammoniak-Konzentrationen in der Dhünn unterhalb der Einleitung Kläranlage Odenthal bei Trockenwetter im Prognosezustand 2020 auf der Basis von Tagesmittelwerten

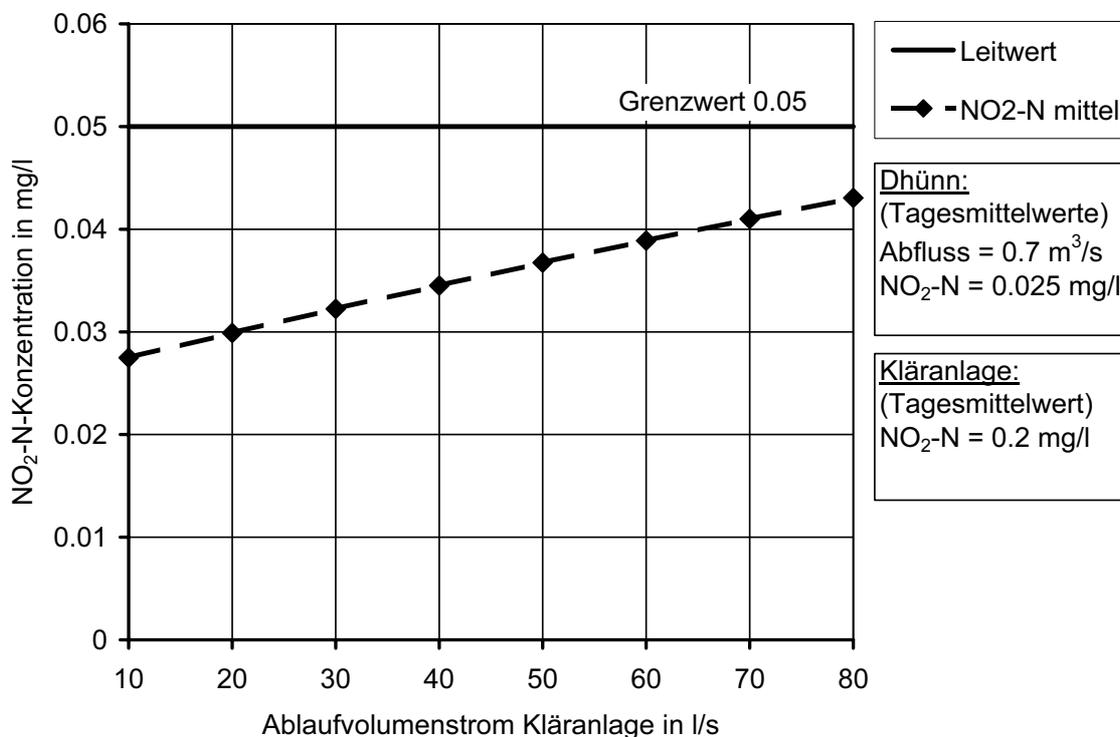


Abbildung 6.15: Berechnete Nitrit-Konzentrationen in der Dhünn unterhalb der Einleitung Kläranlage Odenthal bei Trockenwetter im Prognosezustand 2020 auf der Basis von Tagesmittelwerten

**Abfluss Dhünn oberhalb der Einleitung der Kläranlage in l/s**  
Annahmen\*: pH = 7.7 ; Temp. = 16°C ; NH<sub>4</sub>-N = 0.04 mg/l

Ablaufvolumenstrom Kläranlage in l/s	Abfluss Dhünn oberhalb der Einleitung der Kläranlage in l/s																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
10	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
15	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
25	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
30	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
35	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
40	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
42	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
45	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
50	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
55	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
60	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
65	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
70	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
75	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
80	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7

Annahmen\*: pH = 6.9 ; Temp. = 18°C ; NH<sub>4</sub>-N = 2.0 mg/l

\* Alle Werte sind Tagesmittelwerte. Der mittlere Tagestrockenwetterabfluss der Kläranlage beträgt 42 l/s.

Abbildung 6.16: Berechnete Ammoniak-Konzentrationen in µg/l in der Dhünn unterhalb der Einleitung Kläranlage in Abhängigkeit vom Abfluss der Dhünn und dem Volumenstrom im Ablauf der Kläranlage Odenthal für den Prognosezustand 2020 auf der Basis von Tagesmittelwerten (Überschreitungen des Trockenwetter-Leitwertes von 2 µg/l sind fett gedruckt)

**Abfluss der Dhünn oberhalb der Einleitung der Kläranlage in l/s**  
Annahmen\*: NO<sub>2</sub>-N = 0.025 mg/l

Ablaufvolumenstrom Kläranlage in l/s	Abfluss der Dhünn oberhalb der Einleitung der Kläranlage in l/s																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
5	33	31	29	28	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26
10	41	36	33	32	31	30	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27
15	48	41	37	35	33	32	31	31	30	30	29	29	29	28	28	28	28	28	28
20	54	46	41	38	36	34	33	32	32	31	31	30	30	30	29	29	29	29	28
25	60	50	44	41	38	37	35	34	33	33	32	31	31	31	30	30	30	29	29
30	65	54	48	44	41	39	37	36	35	34	33	33	32	32	31	31	31	30	30
35	70	58	51	46	43	41	39	38	36	35	35	34	33	33	32	32	32	31	31
40	75	62	54	49	46	43	41	39	38	37	36	35	34	34	33	33	32	32	32
42	77	63	55	50	46	44	42	40	39	37	36	36	35	34	34	33	33	32	32
45	79	65	57	52	48	45	43	41	39	38	37	36	36	35	34	34	33	33	33
50	83	69	60	54	50	47	44	43	41	40	38	38	37	36	35	35	34	34	33
55	87	72	63	57	52	49	46	44	42	41	40	39	38	37	36	36	35	35	34
60	91	75	65	59	54	51	48	46	44	42	41	40	39	38	37	37	36	35	35
65	94	78	68	61	56	52	49	47	45	43	42	41	40	39	38	37	37	36	36
70	97	81	70	63	58	54	51	49	46	45	43	42	41	40	39	38	38	37	36
75	100	83	73	65	60	56	53	50	48	46	44	43	42	41	40	39	38	38	37
80	103	86	75	67	62	58	54	51	49	47	46	44	43	42	41	40	39	39	38

Annahmen\*: NO<sub>2</sub>-N = 0.20 mg/l

\* Alle Werte sind Tagesmittelwerte. Der mittlere Tagestrockenwetterabfluss der Kläranlage beträgt 42 l/s.

Abbildung 6.17: Berechnete Nitrit-Konzentrationen in µg/l in der Dhünn unterhalb der Einleitung Kläranlage in Abhängigkeit vom Abfluss der Dhünn und dem Volumenstrom im Ablauf der Kläranlage Odenthal für den Prognosezustand 2020 auf der Basis von Tagesmittelwerten (Überschreitungen des Trockenwetter-Leitwertes von 50 µg/l sind fett gedruckt)

**Abfluss Dhünn oberhalb der Einleitung der Kläranlage in l/s**Annahmen\*:  $BSB_5=4.26$  mg/l; Temp.=16°C;  $k_1 = 0.03$  1/h;  $k_2 = 2.5$  1/h;  $k_{st}=25$ ;  $vm=0.5$  m/s;  $hm=0.2$  m;  $D_0 = 0$ 

Ablaufvolumenstrom Kläranlage in l/s	Annahmen*: $BSB_5 = 20$ mg/l; Temp. = 18°C	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
		5	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
10	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
15	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
20	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
25	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
30	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
35	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
40	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
42	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
45	9,6	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
50	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
55	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
60	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
65	9,6	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
70	9,6	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
75	9,6	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
80	9,6	9,6	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8

\* Alle Werte sind Tagesmittelwerte. Der mittlere Tagestrockenwetterabfluss der Kläranlage beträgt 42 l/s.

Abbildung 6.18: Berechnete minimale Sauerstoff-Konzentrationen in mg/l in der Dhünn unterhalb der Einleitung Kläranlage in Abhängigkeit vom Abfluss der Dhünn und dem Volumenstrom im Ablauf der Kläranlage Odenthal für den Prognosezustand 2020 auf der Basis von Tagesmittelwerten (Überschreitungen des Trockenwetter-Leitwertes von 8 mg/l sind fett gedruckt)

### 6.3.3 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für den Ausbau der Kläranlage

Für den erforderlichen Ausbau der Kläranlage Odenthal wurden neben verschiedenen Ausbaukonzepten am Anlagenstandort auch eine mögliche Überleitung der Abwässer zur Kläranlage Leverkusen untersucht und bewertet. Die Maßnahmen in den einzelnen Bereichen der Anlage für den Ausbau der Anlage gemäß den in Kapitel 6.2.3.2 beschriebenen Varianten wurden monetär bewertet und in der Kostenbetrachtung zu den nachfolgend aufgelisteten Ausbaupvarianten berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle 6.33 sind für die unterschiedlichen Konzepte die geschätzten Investitionskosten für den Kläranlagenausbau zusammengefasst. Die zusammengestellten Kosten der verschiedenen Varianten basieren auf einer Kläranlagenvorplanung. Die in der Tabelle 6.33 aufgeführten Kosten beziehen sich nur auf Maßnahmen, die für die Umrüstung der Verfahrenstechnik erforderlich sind und sich für die Varianten unterscheiden. Zusätzlich entstehen die folgenden Kosten, die jedoch in allen Varianten gleich sind:

- die Planung der Maßnahmen in Höhe von ca. 500 000 €
- bauliche Sanierungsmaßnahmen an den zu erhaltenden Anlagen- und Gebäudeteilen von ca. 700 000 €
- maschinen- und elektrotechnische Sanierungsmaßnahmen an den zu erhaltenden Anlagen- und Gebäudeteilen von ca. 150 000 €
- Maßnahmen zur Landschaftspflege und Erneuerung von Verkehrsflächen in Höhe von 150 000 €