



Merkblatt BWK M3 (2004)

„Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse“

➔ **stoffliche Zielsetzung:**
Kriterien

O₂, NH₃-N

➔ **Hydraulische Zielsetzung:**

$$Q_{E1,vorh} > Q_{E1,zul}$$

„der jährlich einmal überschrittene potenziell naturnahe Abfluss des Gewässers wird durch Niederschlagswassereinleitungen um nicht mehr als einen festgelegten Prozentsatz erhöht.“



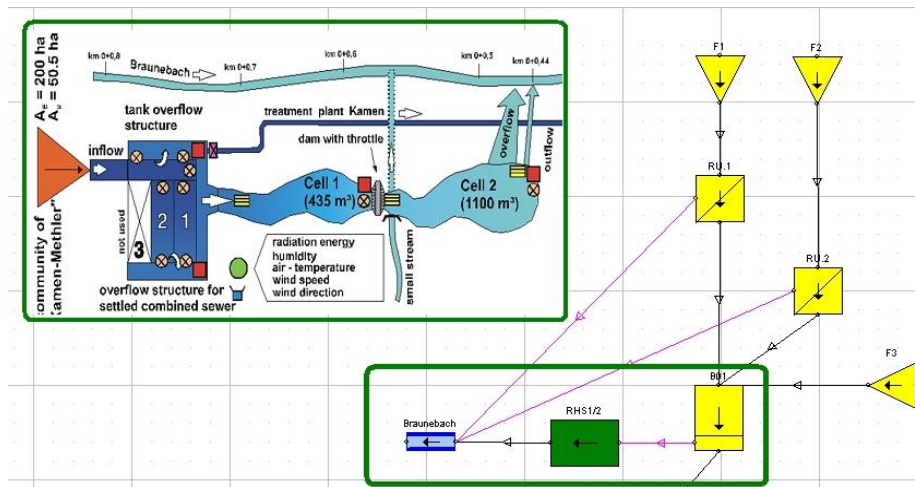


Merkblatt BWK M3 (2004)

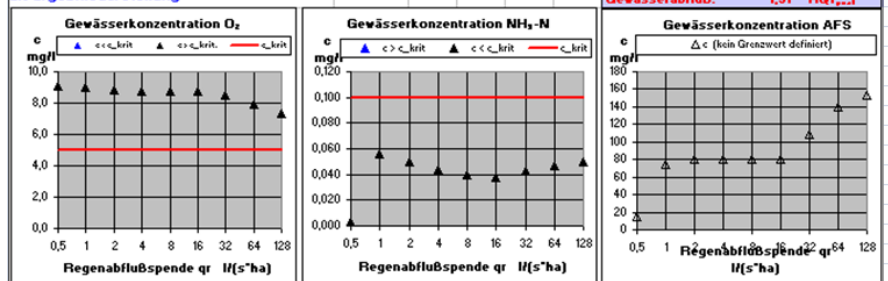
Vereinfachter Nachweis:

über
vorgefertigte Tabellenkalkulation oder Software VereNa.M3

2.4 Mischrechnung Gewässer		qr	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	$I(c^*h)$
Regenabflussspende	QG = MINQ + QE + QE'	QG	5	36	137	339	461	461	695	1.480	3.050	$I(c^*h)$
Gewässerabfluss	BG (BSB5)	BG (BSB5)	25	666	1.704	3.376	3.946	3.607	8.576	25.162	58.033	mg/s
	BG (NH4-N)	BG (NH4-N)	2	202	687	1.491	1.895	1.762	2.970	7.080	15.280	mg/s
	BG (AFS)	BG (AFS)	75	2.688	10.969	27.269	36.928	36.779	75.877	207.031	469.233	mg/s
	cG (BSB5)	cG (BSB5)	5	16	12	10	9	8	12	17	19	mg/l
Gewässerfracht	BG (NH4-N)	cG (NH4-N)	0	6	5	4	4	4	4	5	5	mg/l
	BG (AFS)	cG (AFS)	15	75	80	80	80	109	140	154	154	mg/l
	Iteration Fließtiefe	hG iterativ	hG	0,04	0,15	0,32	0,53	0,63	0,63	0,78	1,14	1,60
Fließtiefe nach Einleit	hG = MIN(hGi, hB)	hG	0,04	0,15	0,32	0,53	0,63	0,63	0,78	1,14	1,60	m
durchflossene Fläche	AG = bSo * hG + n * HG2	AG	0,03	0,12	0,30	0,59	0,74	0,74	1,01	1,79	2,78	m²
Fließgeschwindigkeit	$vG = kst^{10,5} \cdot (bSo \cdot hG + n) \cdot hG / (bSo \cdot hG + 2 \cdot (1+n) \cdot 0,5) \cdot 2/3$	vG	0,15	0,30	0,45	0,57	0,62	0,62	0,69	0,83	0,95	m/s
Kontrollgröße	Q = vG * AG	QG	5	36	137	339	461	461	695	1.480	2.637	$I(c^*h)$
mittlere Fließtiefe	$hm = (bSo \cdot hG + (bSo \cdot 2 \cdot n \cdot hG) / bSo) \cdot hG / 2 / (bSo \cdot 2 \cdot n \cdot hG)$	hm	0,04	0,13	0,26	0,39	0,45	0,45	0,53	0,73	0,93	m
Wiederbelüftungsrate	$k2 = [(3+0,1 \cdot kst) \cdot vG / hm - 0,5] / hm \cdot 24$	k2	17,045	3,716	1,424	0,785	0,649	0,649	0,507	0,328	0,239	h ⁻¹
Sauerstoffhaushalt												
kritische Fließzeit	$t_c = 1 / (k2 - 0,03) \cdot \ln(k2 / 0,03 \cdot (1 - Do) / (k2 - 0,03) / (K1 \cdot cG))$	tkrit	0,37	1,31	2,77	4,32	4,97	4,97	5,93	8,03	9,94	h
kritisches Defizit	$D_{krit} = Do \cdot e^{-(k2 \cdot t_c)} - k1 \cdot cG / (k2 - K1) \cdot (e^{-(K1 \cdot t_c)} - e^{-(k2 \cdot t_c)})$	Dkrit	0,01	0,12	0,24	0,33	0,34	0,31	0,61	1,22	1,78	mg/l
minimaler Sauerstoff	$c_{min} = 9,1 - D_{krit}$	cmin	9,09	8,98	8,86	8,77	8,76	8,79	8,49	7,88	7,32	mg/l
NH3-N Toxizität												
Alkalinität Gewässer	$ALKG = (MNQ \cdot ALK + QE \cdot ALKM) / (MNQ + QE)$	ALKG	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	mmol/l
Hilfsgröße	Gewässer nach Einleitung	cTG	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	mg/l
pH-Wert Gewässer	Berechnung nach JORDAN	pHG	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	-
NH3-N Konzentration	NH3-N nach Emerson et al. 198	cG (NH3-N)	0,003	0,056	0,050	0,043	0,040	0,038	0,042	0,047	0,049	mg/l



2.5 Ergebnisdarstellung



Gewässerabfluß: 1,91 * HQ1,...



Merkblatt BWK M3 (2001)

Vereinfachter Nachweis:

→ Hydraulischer Nachweis:

Bestimmung naturnahe Hochwasserabflussspende $Hq_{1,pnat}$ über Regionalisierungsfunktion (Geländeneigung, Einzugsgebietsgröße); Multiplikationsfaktor X: i. d. R. 10 %

$$Q_{E1,zul} [l/s] = 1,0 \cdot Hq_{1,pnat} \cdot \frac{A_{red} [km^2]}{100} + X \cdot Hq_{1,pnat} \cdot A_{Eo} [ha]$$

→ Stofflicher Nachweis

- Überlagerung von Gewässerabfluss MNQ und Entlastungsabfluss
- Prüfung anhand von :
 - Sauerstoffkonzentration (für BSB5) > 5,0 mg/l**
(in Anlehnung an STREETER-PHELPS (1925))
 - Ammoniakkonzentration < 0,1 mg/l**
(in Anlehnung an EMERSON (1975))



Merkblatt BWK M3 (2001)

Detaillierter Nachweis

→ Hydraulischer Nachweis:

statistische Ermittlung der 1- und 2-jährlichen Hochwasserabflüsse im als potenziell naturnah abgebildeten Gesamteinzugsgebiet

$$Hq_{1,prnat} = \frac{HQ_{1,prnat}}{A_{Eo}}; \quad X = \frac{HQ_{2,prnat} - HQ_{1,prnat}}{HQ_{1,prnat}}$$

Alternative Konzepte: z. B. Sohlschubspannungskonzept

→ Stofflicher Nachweis :

- Auswertung repräsentativer Messdaten und/oder
- Nachbildung der Wirkungsweisen der Einleitungen mittels kalibriertem Gewässergütemodell (s. Anlage 6), Abbildung biochemischer Teilprozesse,
- Nachweis über Langzeitsimulation, z. B. Ermittlung der Konzentrations-Dauer-Häufigkeitsbeziehung

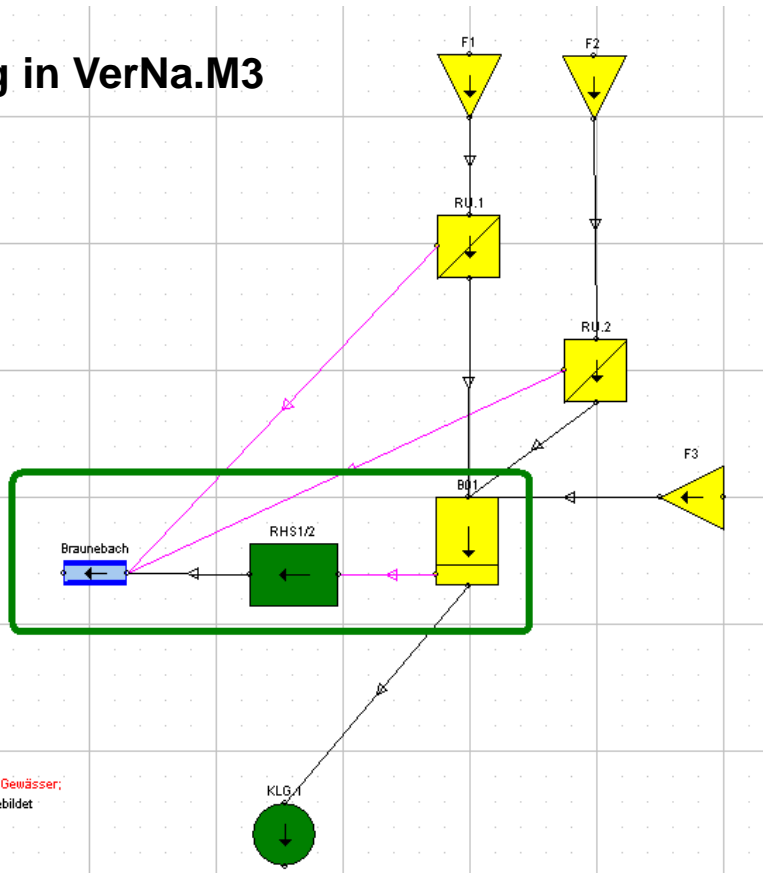
→ Gewässerökologische Untersuchungen:

Abgleich mit Referenzzustand



Ergebnisse des vereinfachten Nachweises (BWK M3)

Modellabbildung in VerNa.M3



B02 leitet und entlastet nach B03; B03 drosselt und entlastet in das Gewässer;
für den M3-Nachweis wird dieses System als eine Komponente abgebildet
RHS 1/2 werden im NA-System durch B02 und B03 dargestellt;

Abfluss	Zufluss
Einwohner	8.998 -
QHx	10,80 l/s
QGx	0,00 l/s
QSx	10,80 l/s
QF	0,80 l/s
QTx	11,60 l/s
QH24	6,30 l/s
QG24	0,00 l/s
QS24	6,30 l/s
QT24	7,10 l/s
QRT24	0,00 l/s
uQR	0,00 l/s
QR15	0,00 l/s
QR	0,00 l/s
QBEM	7,10 l/s
AE	0,00 ha
Au	0,00 lha
Sum AE	199,44 lha
Sum Au	0,00 ha
NGm	1,00 -
Sum TF	0,00 min
PHI	1,00 -
Summe V	327,67 cbm
SUM QD	7,10 l/s
cr	0,00 mg/l
LTF	17,50 min



Ergebnisse des vereinfachten Nachweises (BWK M3)

Hydraulischer Nachweis: Überschlägige Bestimmung der potenziell natürlichen Hochwasserabflussspende $Hq_{1,pnat}$ und der zul. Einleitung $Q_{E1,zul}$

mit $HQ_{1,pnat} = A_{E0} * H_{q1,pnat}$ und $Q_{E1,zul} < 1,0 * Hq_{1,pnat} * A_{red}/100 + X * Hq_{1,pnat} * A_{E0}$
(mit $x = 0,1$)

Bereich	A_{E0} [km ²]	A_U [ha]	$Hq_{1,pnat}$ [l/(s*km ²)]	$HQ_{1,pnat}$ [l/s]	$Q_{E1,zul}$ [l/s]
von	5,26	50,5	115	605	119
bis	5,26	50,5	280	1.473	289



Ergebnisse des vereinfachten Nachweises (BWK M3)

Stofflicher Nachweis: Ergebnisse O2 und NH3-N O2

Einleitungsstelle

Hydraulik | Hydrologie | Güte | Lage | Notiz | Grafik

Anzeige Zufluss ▾

Einflussbereich		Mittelwerte Einflussbereich	
Sohle oben	61,82 m + NN	Sohlbreite b_{So}	0,70 m
Sohle unten	56,42 m + NN	Böschungshöhe h_B	1,50 m
Länge	1799,00 m	Spiegelbreite bei h_B b_{Sp}	3,70 m
		Stricklerwert k_{st}	24 m ^{1/3} /s
		Fliesstiefe bei MNQ h_{MNQ}	0,04 m
		Fließgeschwindigkeit bei MNQ v_{MNQ}	0,15 m/s

Gewässerprofilaufweitung / HRB

Abflussdrosselung

0 3000

Grafik | Zulauf | Ablauf | Hydraulik

O2 [mg/l]

qgrab [l/(s*ha)]	O2 [mg/l]
0,5	9,5
1	9,5
2	9,5
4	9,5
8	9,5
16	9,5
32	9,5
64	8,5
128	7,5

NH3-N [mg/l]

qgrab [l/(s*ha)]	NH3-N [mg/l]
0,5	0,00
1	0,05
2	0,05
4	0,05
8	0,05
16	0,05
32	0,05
64	0,05
128	0,05

AFS [mg/l]

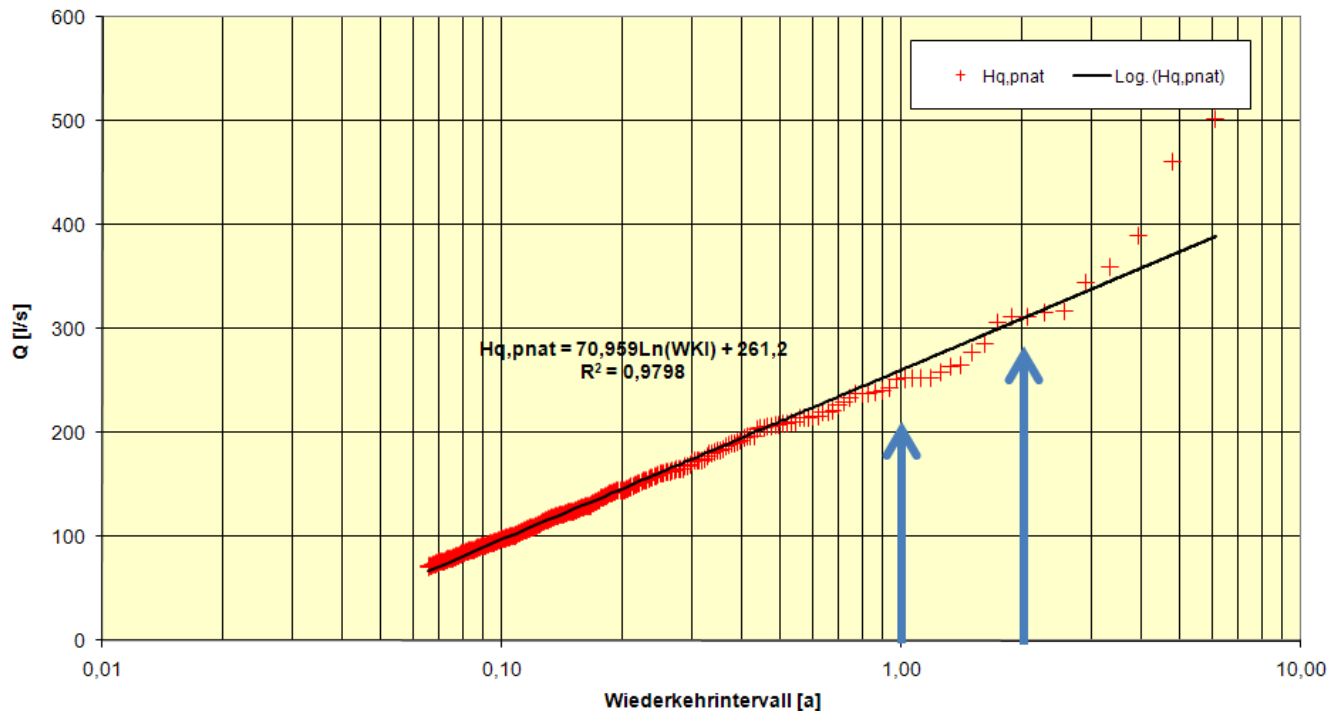
qgrab [l/(s*ha)]	AFS [mg/l]
0,5	20
1	70
2	80
4	80
8	80
16	80
32	130
64	150
128	160



Ergebnisse des detaillierten Nachweises (BWK M3)

Hydraulischer Nachweis: Detaillierte Bestimmung der potenziell natürlichen Hochwasserabflussspenden $Hq_{1,pnat}$ und $Hq_{2,pnat}$ sowie der zul. Einleitung $Q_{E1,zul}$

Braunebach: Ermittlung des potenziell natürlichen Abflusses HQ_{pnat} [l/s] bzw. der natürlichen Abflussspende $Hq_{1,pnat}$ [l/(s*km²)]
(für die vorhandenen Außengebiete von 326 ha)





Ergebnisse des detaillierten Nachweises (BWK M3)

Hydraulischer Nachweis: Detaillierte Bestimmung der potenziell natürlichen Hochwasserabflussspenden $Hq_{1,pnat}$ und $Hq_{2,pnat}$ sowie der zul. Einleitung $Q_{E1,zul}$

zul. Erhöhung des potenziell naturnahen Abflusses $HQ_{1,pnat}$:

$$X = \frac{HQ_{2,pnat} - HQ_{1,pnat}}{HQ_{1,pnat}}$$



$$Hq_{1,pnat} = 261 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$$

$$Hq_{2,pnat} = 310 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$$

$$X = 0,19$$

$$Q_{E1,zul} \leq 1,0 * Hq_{1,pnat} * A_{red}/100 + X * Hq_{1,pnat} * A_{E0} = 390 \text{ l/s}$$



Ergebnisse des detaillierten Nachweises (BWK M3)

Stofflicher Nachweis: Nachweis über Langzeitsimulation, z. B. Ermittlung der Konzentrations- Dauer-Häufigkeitsbeziehung

Definition der Häufigkeits- und Dauerstufen der Gewässerleitwerte

Häufigkeit	
Selten	≤ 0,5 n/a
Mittel	< 0,5 – 4 n/a
Häufig	≥ 4 n/a

Dauer	
Kurz	≤ 1 h
Mittel	> 1 – 6 h
lang	≥ 6 h

Basis-Leitwerte (physio-chemisch u. hydraulisch): beschreiben die zulässigen Bedingungen nur von Dauer- und Grundbelastung

Amplituden-Leitwerte:
Ermöglichen die gewässerspezifische Bewertung von kurzzeitigen Extrema (Über-/Unterschreitung der Basis-Leitwerte) in Abhängigkeit des Extremwertes, der Ereignisdauer und Wiederkehrhäufigkeit

Dauer Häufigkeit		
kurz	selten	akute Reaktion der Biocoenose, letale Effekte zumindest für einen gewissen Anteil nicht auszuschließen aber keine nachhaltige Schädigung, da Verluste innerhalb von 2 Jahren vollständig kompensiert
kurz	mittel oder häufig	Dominanz der akuten Wirkungen
> 1 h	alle	subletal / chronisch
lang	häufig	nahezu wie Dauerbelastung
alle	> 25/a	auf Grund der hohen Frequenz wie Dauerbelastung

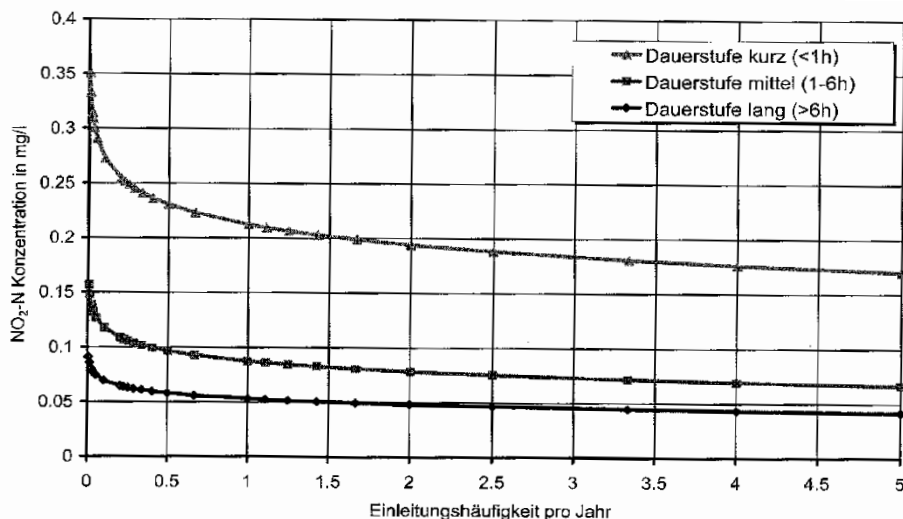
Wirkung der Störungsereignisse in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit



Detaillierter, stofflicher Nachweis: Ermittlung der Konzentrations- Dauer-Häufigkeitsbeziehung

Häufigkeit/Dauer	kurz (< 1 h)	mittel (1 bis 6 h)	lang (> 6 h)
Amplituden-Leitwerte für Nitrit (NO₂-N)			
häufig (> 4 n/a)	0.30 mg/l	0.15 mg/l	0.05 mg/l
mittel (0.5 n/a bis 4 n/a)	1.50 mg/l	1.00 mg/l	0.50 mg/l
selten (< 0.5 n/a)	2.30 mg/l	1.80 mg/l	1.00 mg/l
Amplituden-Leitwerte für Ammoniak (NH₃-N)			
selten (< 0.5 n/a)	0.2 mg/l	0.15 mg/l	0.1 mg/l
mittel (0.5 n/a bis 4 n/a)	0.15 mg/l	0.04 mg/l	0.02 mg/l
häufig (> 4 n/a)	0.1 mg/l	0.02 mg/l	0.002 mg/l
Amplituden-Leitwerte für Sauerstoff (O₂)			
Selten (< 0.5 n/a)	2.5 mg/l	4 mg/l	5 mg/l
mittel (0.5 n/a bis 4 n/a)	4 mg/l	5 mg/l	6 mg/l
häufig (> 4 n/a)	5 mg/l	6 mg/l	8 mg/l

Beispielhaft: ortsspezifische
Leitwerte in Abhängigkeit von
Dauer und Häufigkeit für die
Dhünn



Beispielhaft: Herleitung der
Stoffkonzentration in Abhängigkeit
von Dauerstufe und -häufigkeit



Detaillierter, stofflicher Nachweis:

**Nachbildung der Wirkungsweisen der Einleitungen mittels kalibriertem
Gewässergütemodell (s. Anlage 6)**