



Ministerium für Umwelt, Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



**VERFAHRENSBEDINGTE EINFLÜSSE BEI DER QUANTIFIZIERUNG
HYDRAULISCHER UND STOFFLICHER BELASTUNGEN KLEINER
FLIESSGEWÄSSER**

ABSCHLUSSBERICHT - ANLAGE 3

FOLIENSATZ PROJEKTVORSTELLUNG BZ ARNSBERG 09.08.2006

ESSEN, IM DEZEMBER 2008



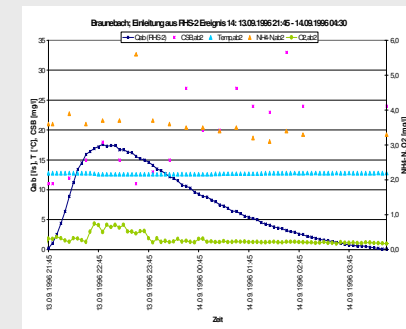
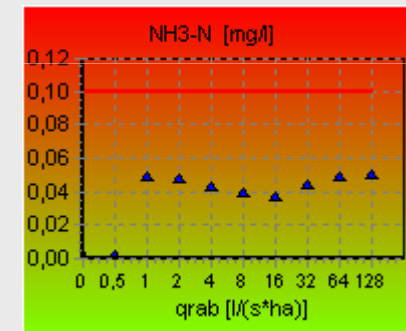


Ministerium für Umwelt, Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

DAHLEM

EMSCHER
GENOSSENSCHAFT

VERFAHRENSBEDINGTE EINFLÜSSE BEI DER QUANTIFIZIERUNG HYDRAULISCHER UND STOFFLICHER BELASTUNGEN AUS NIEDERSCHLAGSWASSEREINLEITUNGEN





AUFBAU

1

HINTERGRUND

2

ZIELE & VORGEHENSWEISE

3

*ANWENDUNG DER HYDRAULISCHEN
NACHWEISVERFAHREN NACH BWK M3*

4

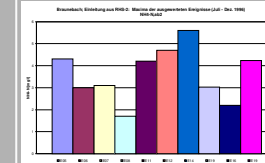
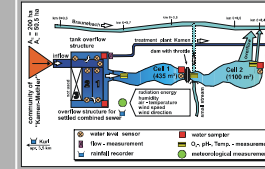
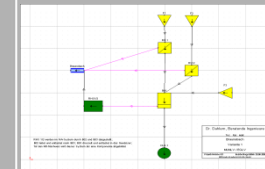
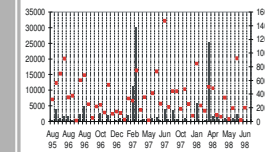
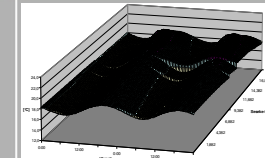
*ANWENDUNG DER STOFFLICHEN
NACHWEISVERFAHRENS*

5

ZUSAMMENFASSUNG

6

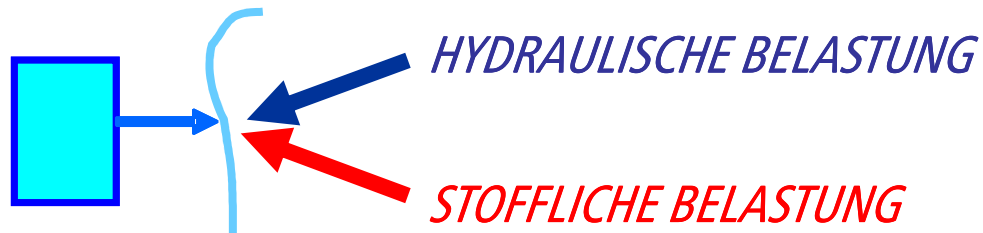
ABSTIMMUNG





Hintergrundproblematik

Niederschlagseinleitungen aus Siedlungsgebieten:



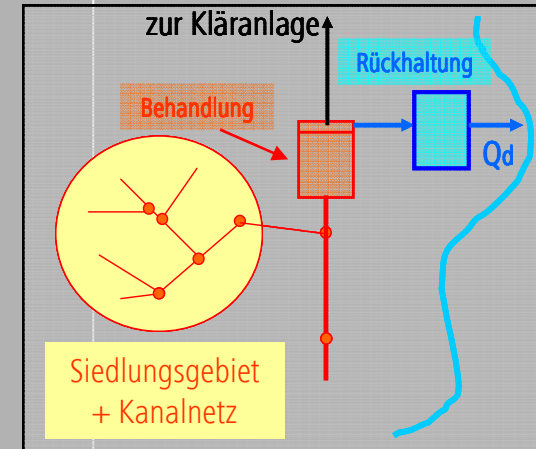
Bestehende Anforderungen:

- Normalanforderungen an Regenentlastungsanlagen
- weitergehende Anforderungen an Mischwassereinleitungen
(aus Immissionsbetrachtungen)

A 128

BWK M3

Verknüpfung mit regional- und flussspezifischen Merkmalen





Phase A

Untersuchungsgewässer „Braunebach“

Menge

Anwendung vereinfachtes Verfahren gemäß BWK M3 (Excel)

Anwend. des N-A-Modells Braunebach

Nachweis nach Schubspannungskonzept

Quantifizierung und Bewertung der Verfahrensunterschiede

Güte

Anwendung vereinfachtes Verfahren gemäß BWK M3 (Excel)

Auswertung der bestehenden Messdatenbasis

tatsächliche Wirkungsweise der Einleitungen (Anwendung der Gütemodellierung)

Nachweis der Einleitungsverhältnisse mittels Langzeitsimulation (Konz.-Dauerbez.)

Quantifizierung und Bewertung der Verfahrensunterschiede (erf. Maßnahmen)

Struktur

Bewertung der Maßnahmen anhand der Ergebnisse des ökologischen Ist-Zustands (Limno-ökologische Analyse)



Entwicklung einer Vorgehensweise

Evaluation A



Phase
B

Untersuchungsgewässer „Schwarzbach“

Beispielhafte Anwendung des entwickelten Mengen- und Stoffstromkonzepts

Dokumentation und strategische Diskussion von Restriktionen und Randbedingungen die für eine Entscheidungsfindung im Sinne des BWK-M 3 relevant sind

Empfehlung für die Szenarioentwicklung und Bewertung für die Regenwasserbehandlung und Gewässerumgestaltung

Ergebnisinterpretation

Evaluation B

Ausblick auf die Ableitung einer übertragbaren Vorgehensweise für die Gewässer im Emscher- / Sesequeraum



Merkblatt BWK M3 (2001)

„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.“

➔ Bezugspunkt ist die letzte Einleitung eines „geschlossenen Siedlungsgebietes“





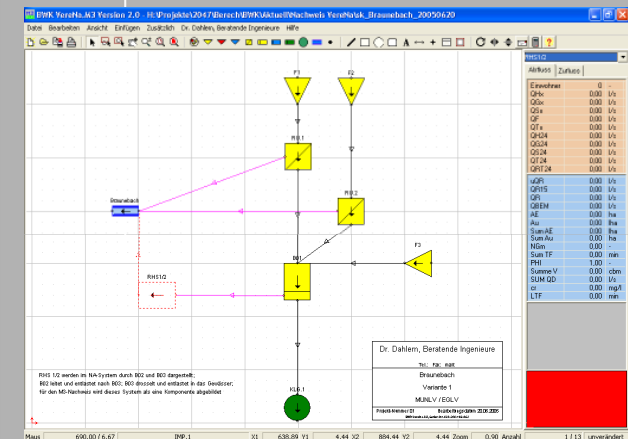
Merkmale BWK M3 (2001)

Zwei Nachweiskonzepte:

- ➔ **Vereinfachter Nachweis:**
über vorgefertigte Tabellenkalkulation oder Software VereNa.M3

Durchführbar innerhalb von Anwendungsgrenzen
wie z. B. komplexe Systeme, inhomogene Verhältnisse, spezifische
weitere Belastungen, Gewässer mit erhöhtem Schutzbedürfnis,..)

- ➔ **Detaillierter Nachweis durch:**
 - gewässerökologische Untersuchungen,
 - Messprogramme oder
 - ➔ - Simulationsrechnungen mit kalibrierten Modellen
(Niederschlag-Abfluss-Modelle, Gewässergütemodelle)





Merkblatt BWK M3 (2001)

Vereinfachter Nachweis:



Hydraulischer Nachweis:

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

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

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

→ Rückhaltevolumen erforderlich



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))

Grenzwerte überschritten

→ Maßnahme erforderlich



Merkblatt BWK M3 (2001)

Detaillierter Nachweis

→ Hydraulischer Nachweis:

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

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

→ Stofflicher Nachweis:

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

→ Gewässerökologische Untersuchungen: Abgleich mit Referenzzustand

N.-A.-Modell:
Langzeitsimulation;

Alternativ:
Sohlschubspannungsnachweis
(insbes. bei neu gestaltenden
Gewässern)

Messungen

Gewässergütemodell

Bei neu zu gestaltenden
Gewässern nicht sinnvoll



Detaillierter, stofflicher Nachweis: 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

Dauer Häufigkeit		Wirkung
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

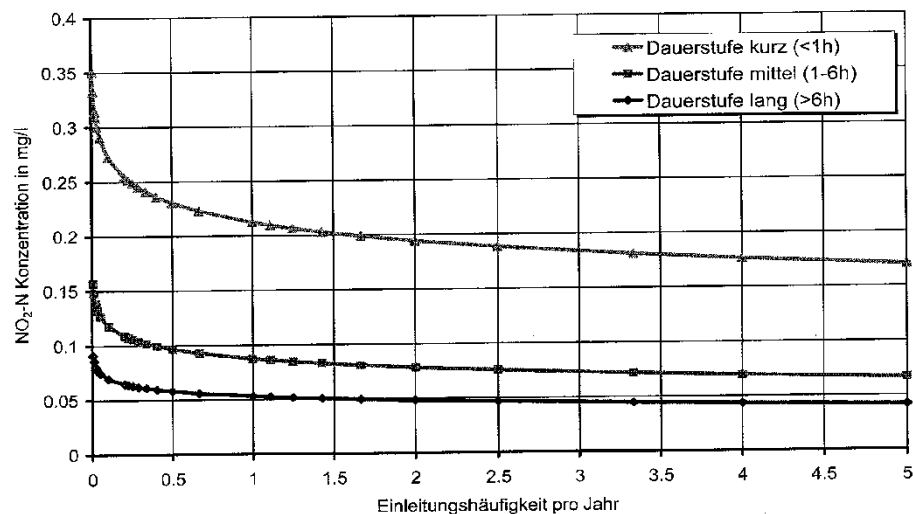
Basis-Leitwerte (physio-chemisch u. hydraulisch): beschreiben die zulässigen Bedingungen nur von Dauer- und Grundbelastung

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



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 Dünn

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



Problematik der detaillierten Vorgehensweise:

- ➔ Die Anforderungen an die detaillierte Nachweisführung mittels N.A.- bzw. Gütemodellen ist nicht eindeutig geregelt.
- ➔ Die Anforderungen an den Umfang der Modellkalibrierung/-verifizierung sind nicht eindeutig geregelt.
- ➔ Welche Güte haben die modelltechnischen Ergebnisse?



Welcher Konsequenzen haben die Verfahrensunterschiede von vereinfachtem und detailliertem Verfahren auf die Ergebnisse und die darauf aufbauenden Maßnahmen?

N.-A.-Modell:

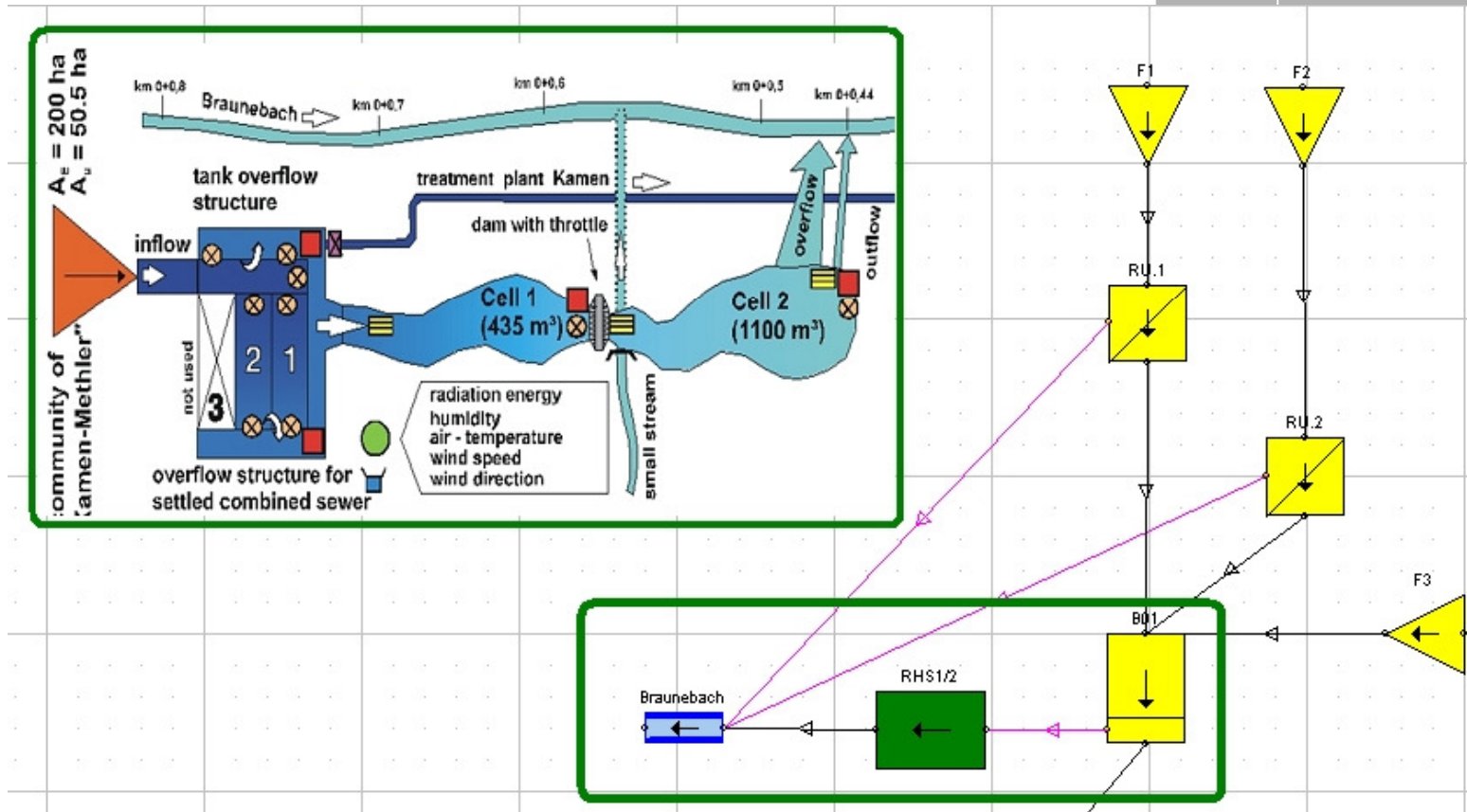
An einem Pegel kalibriertes N.A.-Modell des Betrachtungsraumes

Gütemodelle:

Abdeckung eines repräsentativen Spektrums an Einzelereignissen



Aufbau System Braunebach





Ergebnisse des vereinfachten hydraulischen Nachweises

$$A_{E0} = 5,26 \text{ km}^2;$$

$$Hq_{1,pnat} = 115 \sim 280 \text{ l/(s*ha)} \text{ (Anhang BWK M3),}$$

$$A_{red} = 50,5 \text{ ha} , \text{ mit } x = 0,1:$$

$$\underline{\text{zulässige Einleitungsmenge: } \Sigma Q_{E1,zul} = 120 \sim 290 \text{ l/s}}$$

vorhandene jährliche Einleitungen in den Braunbach
(aus N-A-Modell):

$$\text{Regenüberlauf 1: } Q_{E1} = 66 \text{ l/s}$$

$$\text{Regenüberlauf 2: } Q_{E1} = 72 \text{ l/s}$$

$$\text{Rückhaltstrecke: } Q_{E1} = 1.019 \text{ l/s} + 228 \text{ l/s} (=Q_{dr})$$

$$\underline{\text{rechn. Summe: } \Sigma Q_{E1} = 1.385 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{E1,zul} \leq 1,0 \cdot Hq_{1,pnat} \cdot \frac{A_{red}}{100} + x \cdot Hq_{1,pnat} \cdot A_{E0}$$



Ergebnisse des detaillierten hydraulischen Nachweises

$$A_{E0} = 5,26 \text{ km}^2; A_{\text{red}} = 50,5 \text{ ha}$$

$$Hq_{1,\text{pnat}} = 261 \text{ l/(s*ha)}; Hq_{1,\text{pnat}} = 310 \text{ l/(s*ha)} \text{ (N-A-Modell),}$$

$$\rightarrow x = 0,19$$

$$\text{zulässige Einleitungsmenge: } \Sigma Q_{E1,\text{zul}} = 390 \text{ l/s}$$

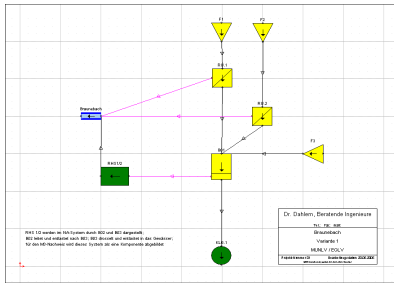
**vorhandene jährliche Einleitungen in den Braunbach
(aus N-A-Modell):**

$$\text{vorh. Einleitung: } \Sigma Q_{E1} = 1.385 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{E1,\text{zul}} \leq 1,0 \cdot Hq_{1,\text{pnat}} \cdot \frac{A_{\text{red}}}{100} + x \cdot Hq_{1,\text{pnat}} \cdot A_{E0}$$

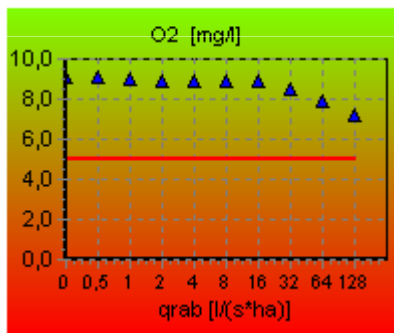


Ergebnisse des vereinfachten stofflichen Nachweises (BWK M3)

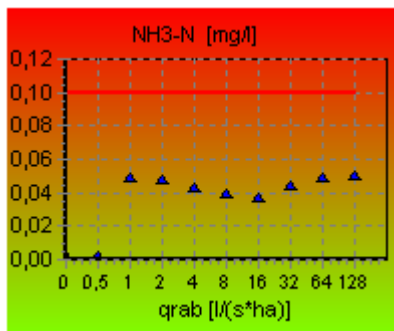


Modellabbildung in VerNa.M3

Berechnung mittels Excel-Vorlage bzw. VereNA.M3



O2 [mg/l]

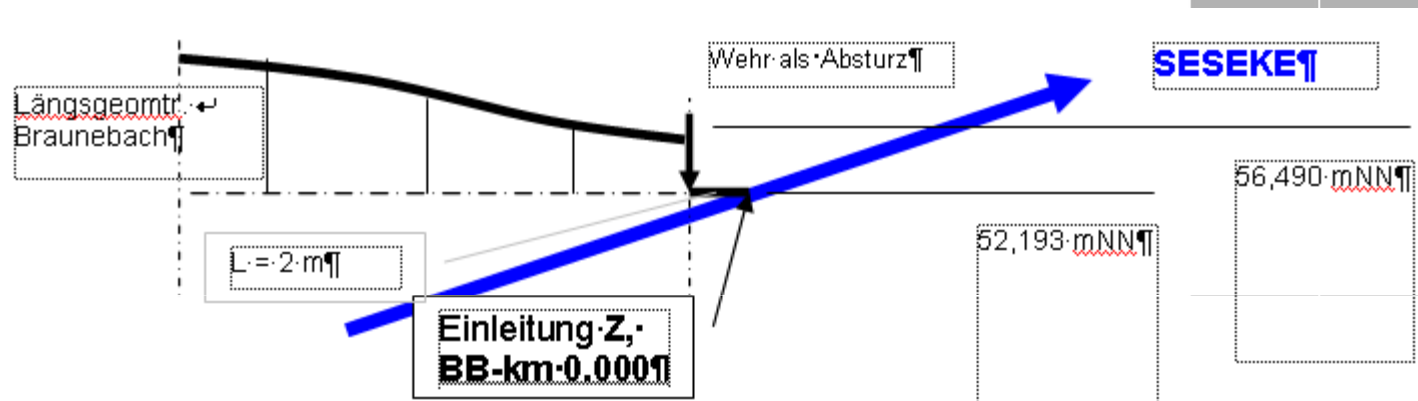


NH3-N O2 [mg/l]



Anwendung eines Gewässergütemodells

- Grundmodell im ATV-FGSM besteht

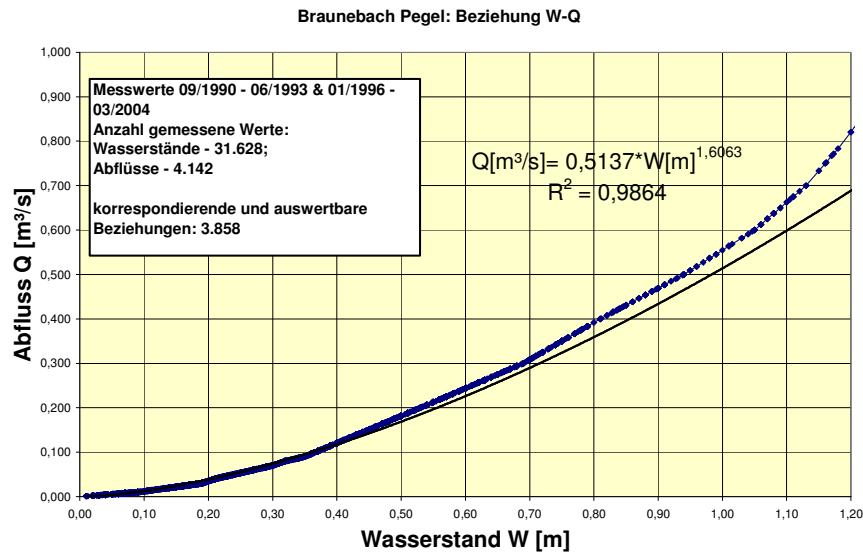


Schematische Darstellung der im FGSM abgebildeten Einleitungssituation Braunebach - Seseke

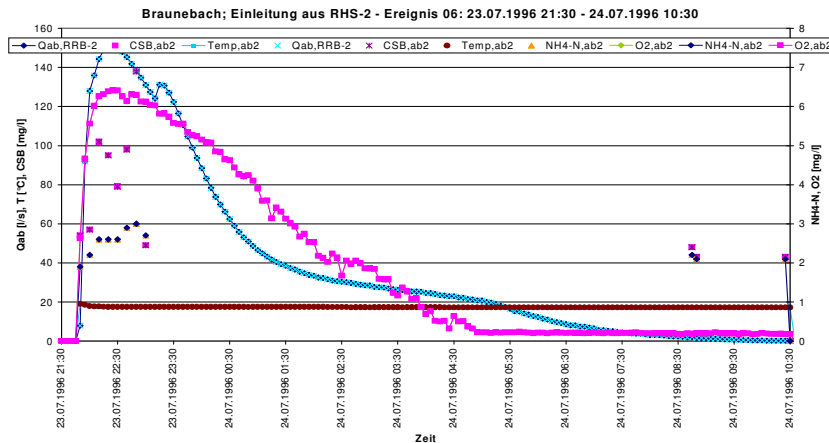
Abbildung der Abflüsse in der Seseke
mittels Pegeldata (km 9,6 bzw. km 11,5)



Auswertung der bestehenden Messdaten



*Datengrundlage:
Pegel Braunebach*



*Ereignisreihen der
Messwerte an der
Einleitung der
Rückhaltestrecke in
den Braunebach*