

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



Modellgestützte Nachweisführung der Immissionsbelastung an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen

Sandy Hack

Christian Hellbach, Oliver Buchholz, Manfred Dorp, Robert Mittelstädt

Hydrotec Ingenieurgesellschaft mbH

Gliederung

- Grundlagen Merkblatt BWK M3/M7
- Immissionsnachweis nach BWK M3/M7
- Detaillierter Nachweis mit NASIM
- Projektbeispiel Morsbach und Rothenbach (hydrologisch M3/M7)
- Projektbeispiel Inde/Vicht (stofflich M7)
- Fazit

Grundlagen Merkblatt M3/M7

- Ziel nach WRRL (EU, 2000):
Guter ökologischer Gewässerzustand bis 2015
- BWK M3/M7 = Handlungsanleitung
 - Vereinfachter stoffl./hydrol. Nachweis M3
 - Detaillierter stoffl./hydrol. Nachweis M7



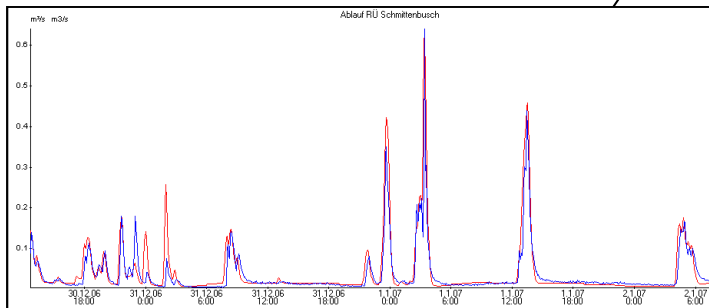
Immissionsnachweis M3 - M7

Hydrologischer Nachweis im Vergleich

Vereinfachter hydrolog. Nachweis

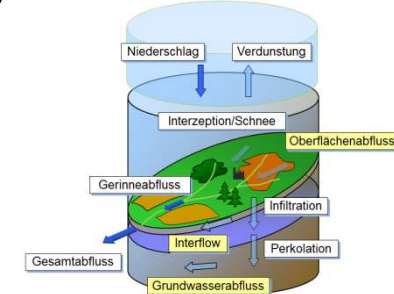
$$Q_{E1,zul.} < 1,0 \cdot Hq_{1,pnat} \frac{A_{red}}{100} + x \cdot Hq_{1,pnat} \cdot A_{Bo} \quad [l/s]$$

- Vereinfachter Ansatz
- Tabellenkalkulation/VereNa.M3
- Reine Addition der Einleitungen
- Hohe Sicherheit in Bezug auf Maßnahmen
- Maßnahmen oft größer/teurer



Detaillierter hydrolog. Nachweis

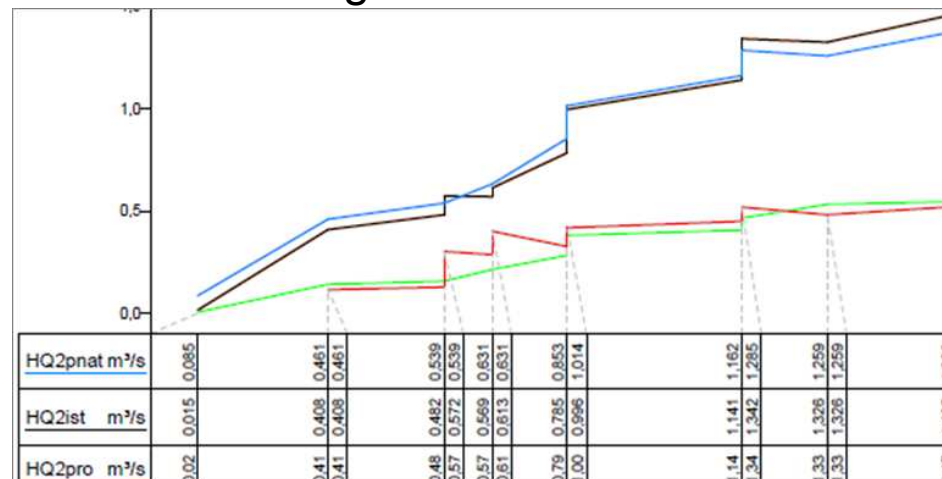
NASIM



- Kalibriertes hydrologisches Modell NASIM
- Langzeitsimulation und Statistik (Pegelvorschrift)
- Auswertung HQ1 und HQ2 ...
- Berücksichtigung Retention, Translation, Wellenüberlagerung
- Vorteil der Speichersteuerung/-regelung
- Maßnahmen fallen meist geringer aus

Detaillierter Nachweis nach M7 mit NASIM

- Grundlegendaten (Landnutzung, Böden, DGM, Stadtentwässerung, Zeitreihen...) i.A. gut verfügbar
- Kalibrierung am Pegel für 1-3 Jahre
- Langzeitsimulation mind. 10 Jahre (5-Minuten-Zeitschritt)
- Ist-, Pnat- und Prognose-Zustand
- Nachweis anhand von Längsschnitten



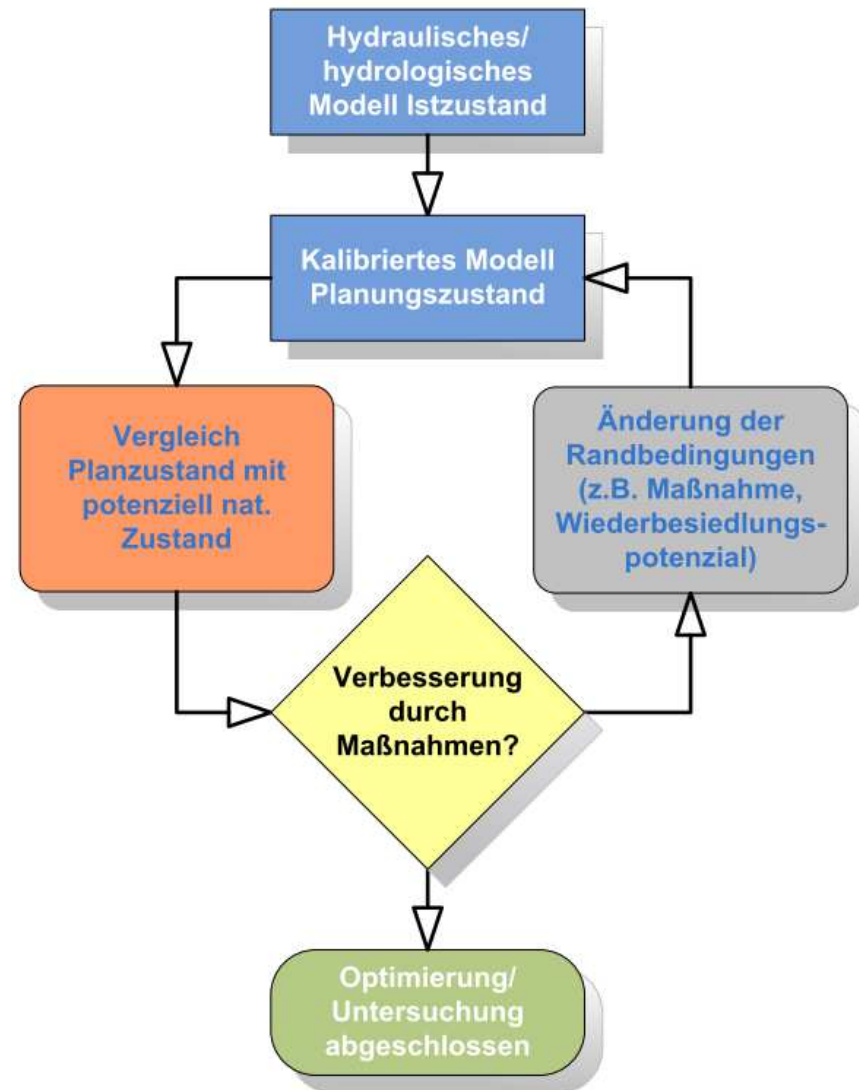
- Kriterien:

$$HQ_{2,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$$

$$HQ_{1,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$$

Detaillierter Nachweis

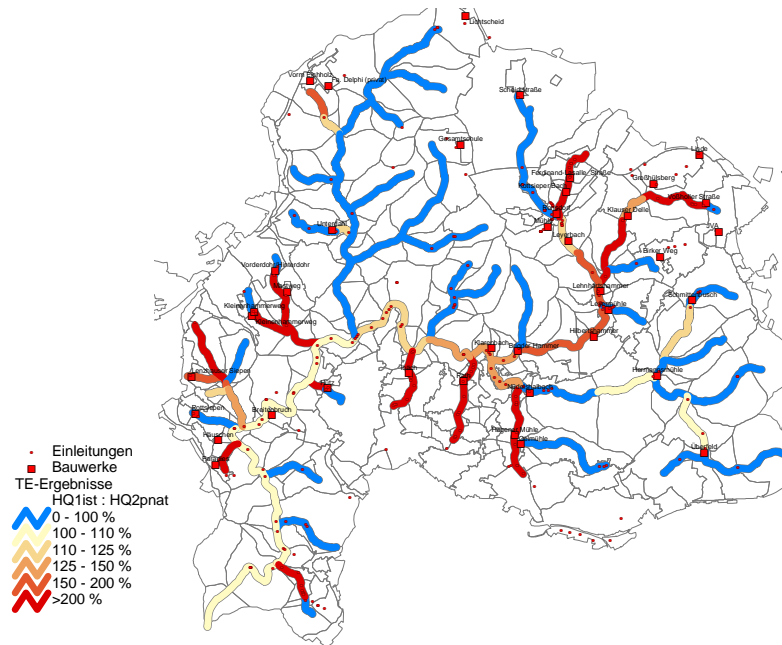
- Maßnahmen M3/M7
 - Abflussvermeidung, -verminderung und -verzögerung
 - Rückhaltebecken im Netz oder Speicherbewirtschaftung
 - Rückhaltebecken vor Einleitung in ein Gewässer
 - Retentionsbodenfilter
 - Sickerstrecken, Kiesfilter und Vegetationspassagen
 - Gewässerprofil-Aufweitungen
 - Verbesserung des Wiederbesiedlungspotentials bzw. der Gewässerökologie



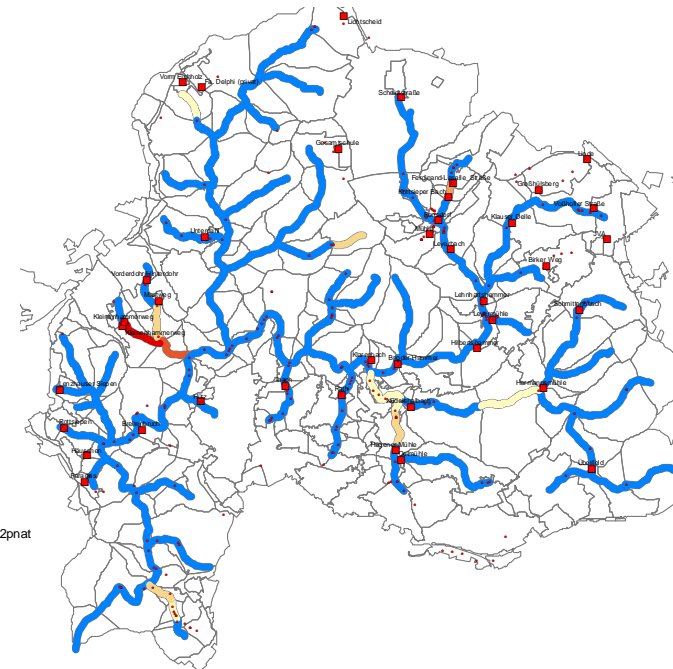
Projektbeispiel M3/M7 Morsbach

Detailliertes Nachweisverfahren nach BWK-Merkblatt 3/7 für das Morsbacheinzugsgebiet (NRW, Mittelgebirge)

Ist-Zustand



Mit Maßnahmen



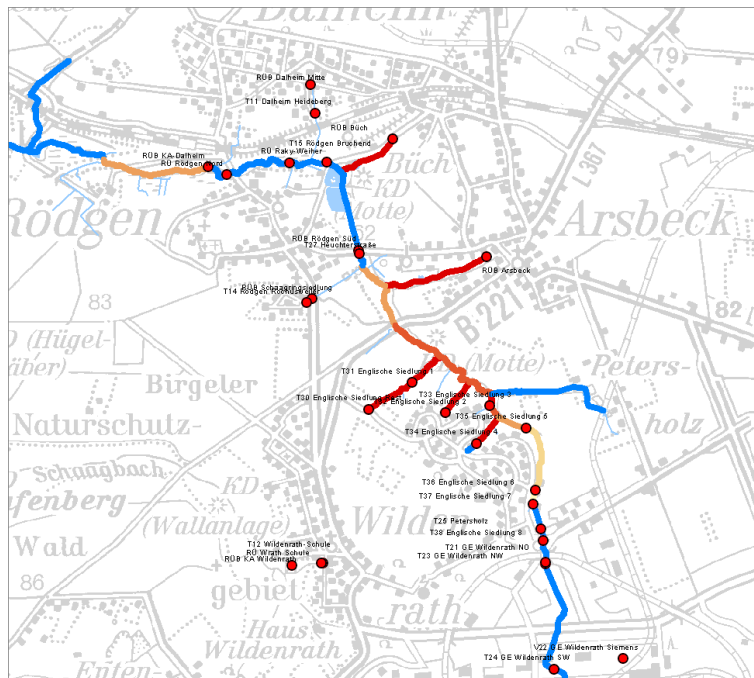
<http://www2.hydrotec.de/unternehmen/hydrothemen/hydrothemen1609/morsbach>
http://www.wupperverband.de/internet/web.nsf/id/li_de_forschung_morsbach.html

Projektbeispiel M3/M7 Rothenbach

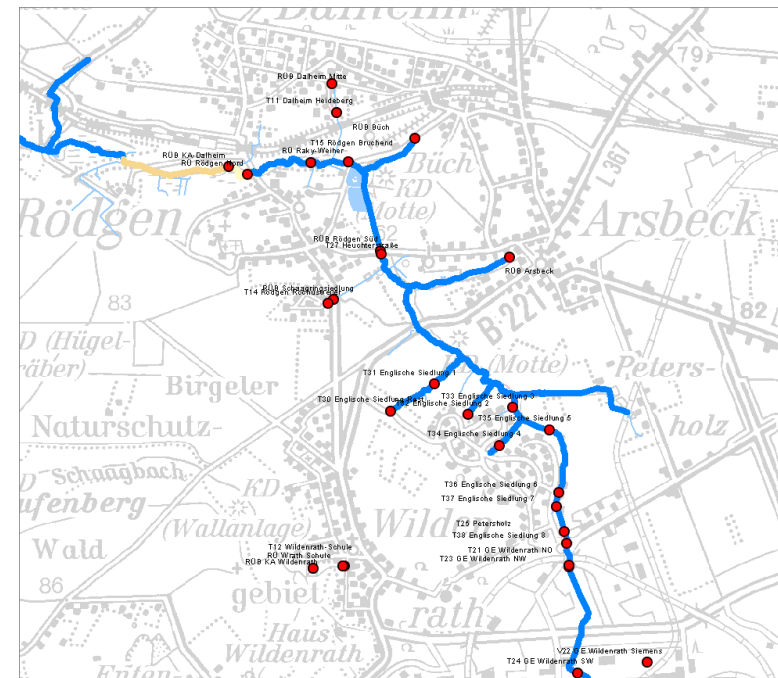
Detaillierter Nachweis nach BWK-Merkblatt 3/7 für den Rothenbach
(Maaseinzugsgebiet NRW/NL, Gewässer der Niederungs- und Sandergebiete)

http://www.bwk-nrw.de/aktuelles/downloads/05032009_M3_M7-Mittelstaedt.pdf

Ist-Zustand



Mit Maßnahmen



Vereinfachter Nachweis M3: ca. 11.000 m³ Retentionsvolumen erforderlich
Detaillierter Nachweis M7: 2.500 m³, geringfügige Änderung von Drosseln

Projektbeispiel M7 Stoffe detailliert

Detaillierter stofflicher Nachweis nach BWK-Merkblatt 7 für Inde/Vicht
(Maaseinzugsgebiet NRW/NL, potenzielle Lachslaichgewässer)

- Die Eifel-Rur mit geeigneten Nebengewässern (Inde/Vicht) ist potenzielles Lachslaichgewässer und daher Bestandteil des Wanderfischprogramms NRW
- Inde: Schotter und Kies geprägter Flusstyp
- Hindernisse u.a.: Misch- und Regenwassereinleitungen
- Besondere Anforderungen:
 - Hydrologischer Nachweis: Einhaltung pnat-Regime
 - Stofflicher Nachweis: AfS, Ammoniak, O₂
- Detaillierter stofflicher Nachweis erforderlich:
 - Gegenüberstellung mit Grenzwerten für Lachslaichgewässer
 - Gegenüberstellung mit Grenzwerten für Mittelgebirgsgewässer



Projektbeispiel M7 Stoffe detailliert

Detaillierter stofflicher Nachweis nach BWK-Merkblatt 7 für Inde/Vicht
(Maaseinzugsgebiet NRW/NL, potenzielle Lachslaichgewässer)

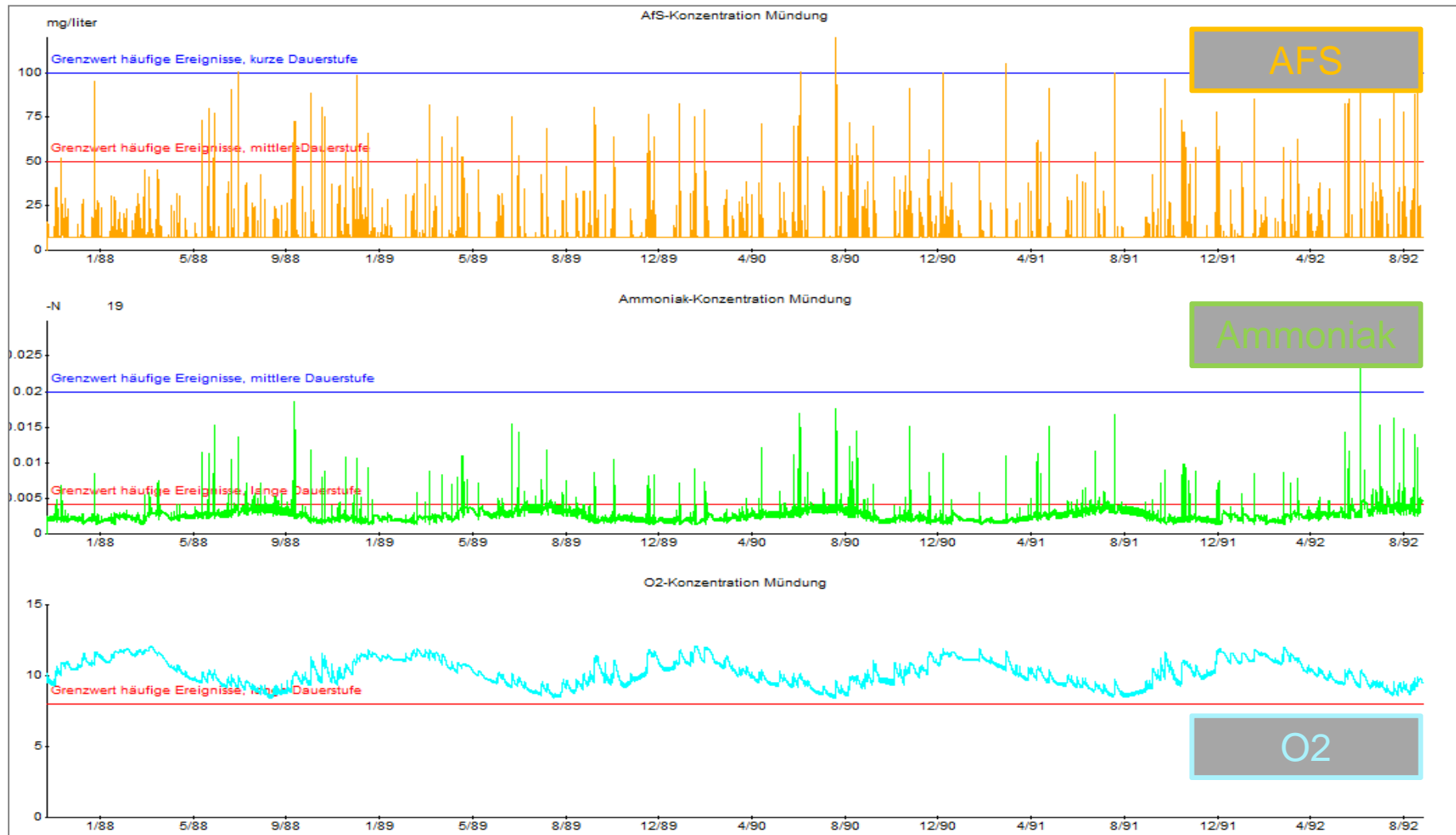
Berechnungsschema

| Stoffe | Abk. | Modell | Zwischenerg. | Ergebnis | |
|---------------------------------------|----------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| Abfiltrierbare Stoffe | AfS => | NASIM (Mischung) | => AfS* | | |
| Alkalinität | ALK => | | => ALK* | pH ¹ | Ammoniak ² |
| Gelöste Karbonate | cT => | | => cT* | | |
| Gesamtstickstoff | Nges => | | => Nges* | | |
| Biol. Sauerstoffbedarf | BSB5 => | | => BSB5* | | |
| Wassertemp Elwas | WT => | SOBEK | O2-Konzentration | | |
| Biol. Sauerstoffbedarf | BSB5* => | | | | |
| O2-Konzentration Zuflussrandbedingung | O2 => | | | | |

¹_: $\text{pH} = -\log((10^{-6.3} \cdot \text{cT}^* - 10^{-6.3} \cdot \text{ALK}^*) / \text{ALK}^*)$
²_: $\text{NH}_3\text{-N} = 1 / (10^{(\text{pks} - \text{pH})} + 1) \cdot \text{NH}_4\text{-N}$ (Pks wird mit WT berechnet)

Projektbeispiel M7 Stoffe detailliert

Detaillierter stofflicher Nachweis nach BWK-Merkblatt 7 für Inde/Vicht



Projektbeispiel M7 Stoffe detailliert

Detaillierter stofflicher Nachweis nach BWK-Merkblatt 7 für Inde/Vicht
(Maaseinzugsgebiet NRW/NL, potenzielle Lachslaichgewässer)
Statistische Auswertung der Zeitreihen

Aggregation zu Dauerstufen

- Extrem (keine Vorgabe): gewählt 5 Minuten = Simulationszeitschritt
- Kurz (Vorgabe $< 1\text{h}$): gewählt 15 Minuten
- Mittel (Vorgabe 1h bis 6h): gewählt 3 h
- Lang (Vorgabe $> 6\text{h}$): gewählt 12h

| Frequenz n/Dauerstufe D | kurz ($< 1\text{ h}$) | mittel (1 bis 6 h) | lang ($> 6\text{ h}$) |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| häufig ($4 < n \leq 25$) | 100 mg/l | 50 mg/l | 25 mg/l |
| mittel ($0,5 \leq n \leq 4$) | | 500 mg/l | 100 mg/l |
| selten ($n < 0,5$) | | | |

Skripte (make, awk, sed,...) + TimeView (Skript)

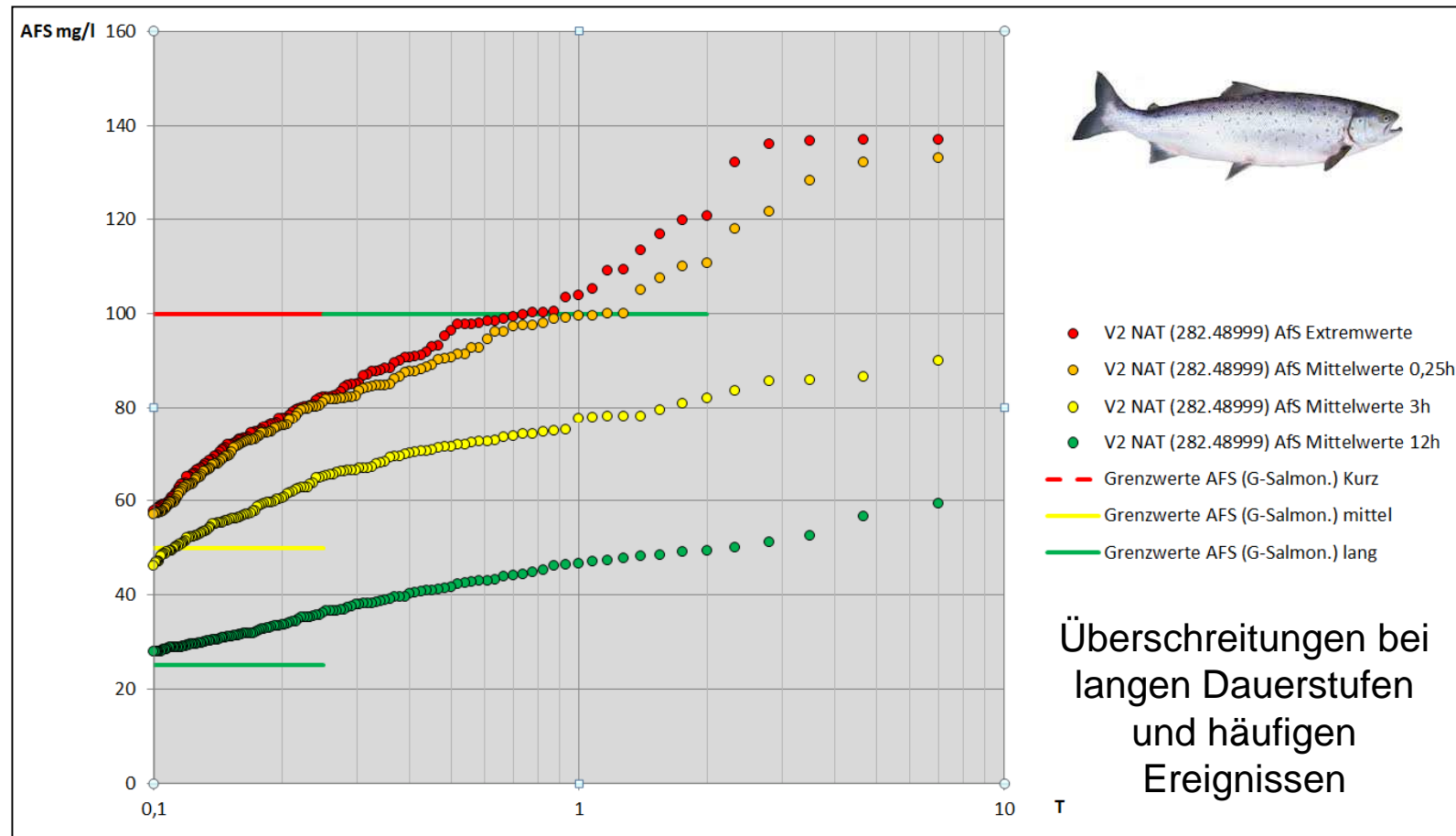
- Automatisiert: Übergabe SE und Stoff
- Gleitende Mittelwertbildung je Dauerstufe und Auswertung (hydrologisch/statistisch) unabhängiger (partieller) Serien, Sortierung nach Größe
- Zuweisung der empirischen Wahrscheinlichkeit über Rang und Anzahl der Beobachtungsjahre

Darstellung im Diagramm

Projektbeispiel M7 Stoffe detailliert

Detaillierter stofflicher Nachweis nach BWK-Merkblatt 7 für Inde/Vicht
(Maaseinzugsgebiet NRW/NL, potenzielle Lachslaichgewässer)

Dauer-Häufigkeitsdiagramm



Fazit

- Aufwand der Modellerstellung mit NASIM wird meist durch die resultierenden geringeren Maßnahmenkosten weit mehr als ausgeglichen
- Ergebnisse/Bilanzen liegen für jede Einleitung bzw. jeden Gewässerabschnitt vor
- Weitere Vorteile durch NASIM:
 - Hydrologisches Modell kann für andere Fragestellungen benutzt werden (Hochwasserschutz, Niedrigwasser, Stofffrachten...)
 - Einfache Anbindung an GIS und Jabron (WSP)
 - Prognosemodell (Hochwasservorhersage)

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum

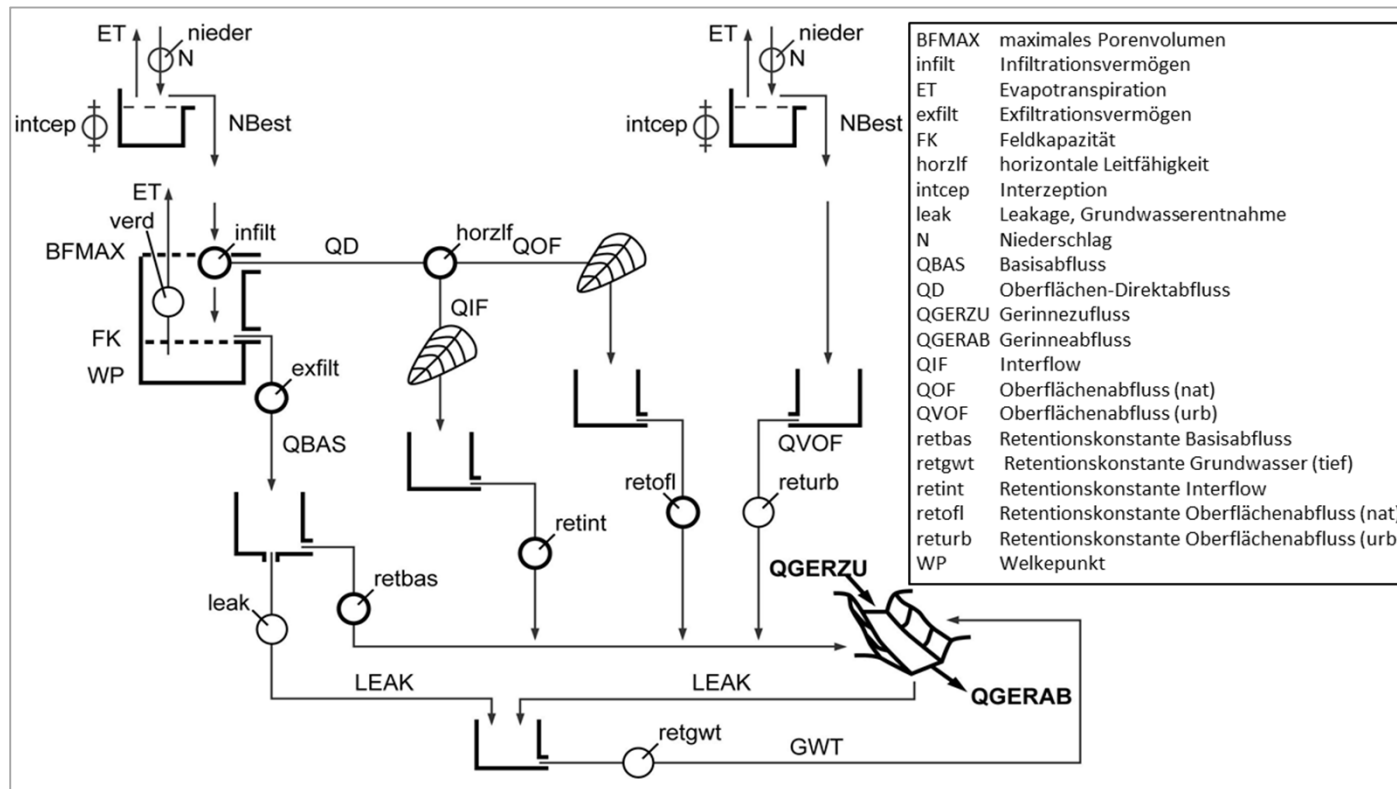


Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

www.hydrotec.de

Detaillierter Nachweis

- Grundlagen NASIM: Prozess-Schema





NASIM

- Konzeptionelles Einzugsgebietsmodell mit physikalisch basierten Parametern
- Laterale und vertikale Prozesse des Wassertransports (N, T, ET) inkl. Schneemodul
- Natürliche und befestigte Fläche (Urban Hydrologie)
- Einzugsgebiete von wenigen km² bis $x \cdot 10^5$ km²
- Bauwerke der Wasserbewirtschaftung (Speicher, Talsperren, Becken (RÜB, RÜ), Drosseln, Abzweige, Kanäle, Sammler, Transportgerinne)
- Speichersteuerung und Betriebsregeln
- Optimierungsmodul (u.a. für Parameterkalibrierung)
- Wellentransport 1D-hydrodynamisch oder nach Kalinin-Miljukov instat.
- Einzelereignis-, Langzeitsimulation
- Frei definierbare Stoffkomponenten von befestigten und natürlichen Flächen
- Stofftransport / Schmutzfrachtsimulation
- GIS-Module für Pre-/Postprocessing
- Grafische Benutzeroberfläche, Variantenhaltung, GIS-Anbindung, XML-Export
- Schnittstelle zu Delft-FEWS (operationelle Vorhersage)