



VORGEHENSWEISE ZUR BEWERTUNG DER ABSETZWIRKUNG VON REGENBECKEN AUF BASIS EINES „BECKENFAKTORS“

Dr.-Ing. Nina Altensell

FH Münster IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt

Dr. Pecher AG Niederlassung Emscher-Lippe

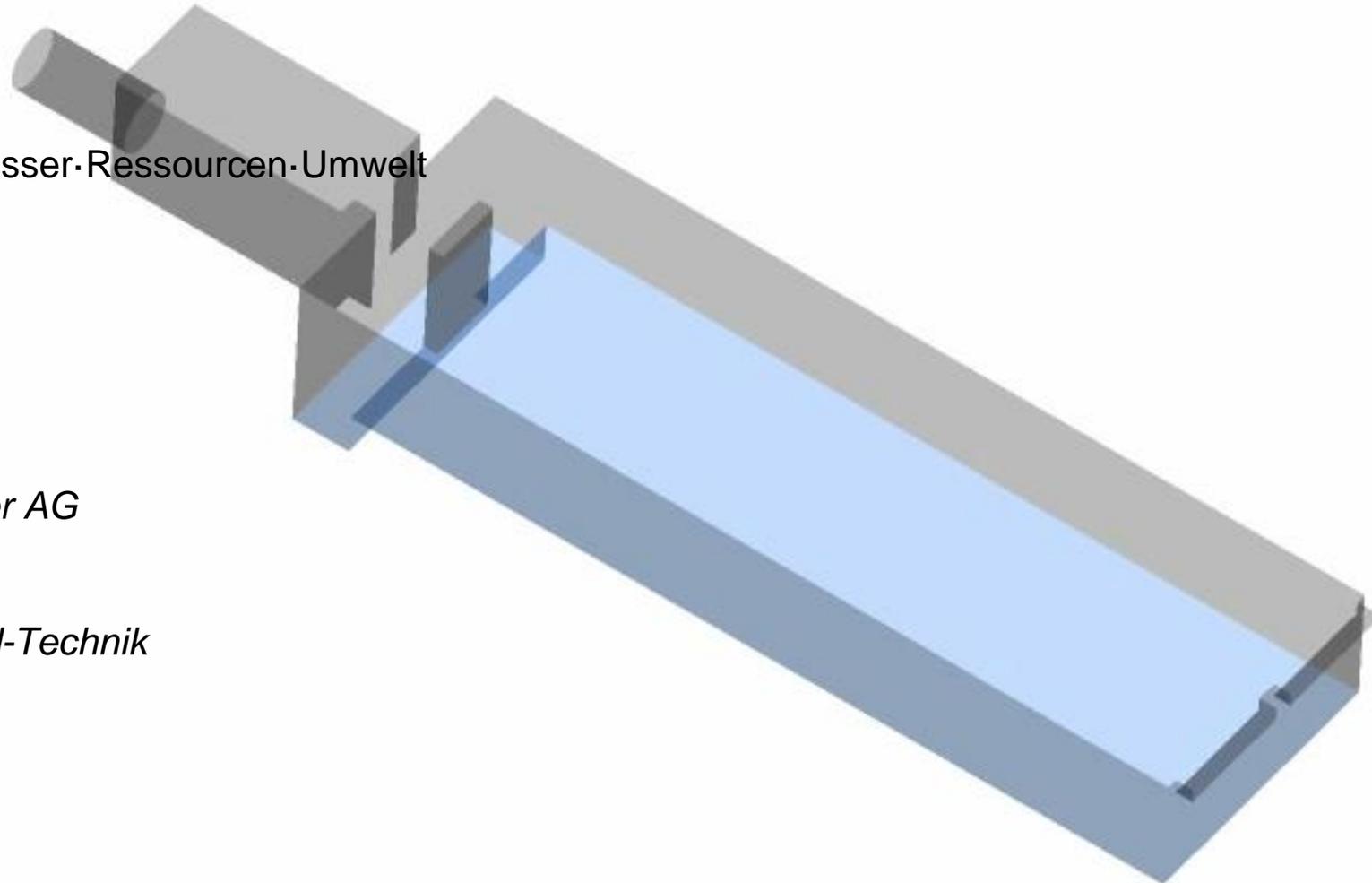
Co-Autoren

Prof. Dr.-Ing. Malte Henrichs, FH Münster

Eske Hilbrands M.Sc., FH Münster + Dr. Pecher AG

Dr.-Ing. Maike Stover, FH Münster

Dr.-Ing. Gebhard Weiß, UFT Umwelt- und Fluid-Technik





AGENDA

- Einführung und Problemstellung
- Zielsetzung und Vorgehensweise
- Schritte zur Entwicklung der Methodik
- Beispielhafte Anwendung der Methodik
- Zusammenfassung und Ausblick

EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

www.dwa.de

Klare Konzepte, Saubere Umwelt.

DWA-Regelwerk/BWK-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen

Dezember 2020

www.bwk-bund.de

die Umweltingenieure

Copyrighted Exemplar für Nina Altensell - 01.02.2021, 03:44, 37.201.169.129

„Pauschal-diagramme“ aus DWA-A 102

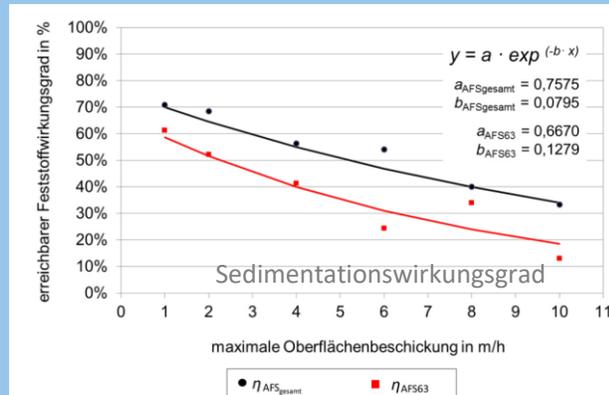


Bild B.2: Sedimentationswirkungsgrade für Schrägklärer im Misch- und Trennsystem und für Straßenabflüsse (Quelle: FUCHS & KEMPER 2018)

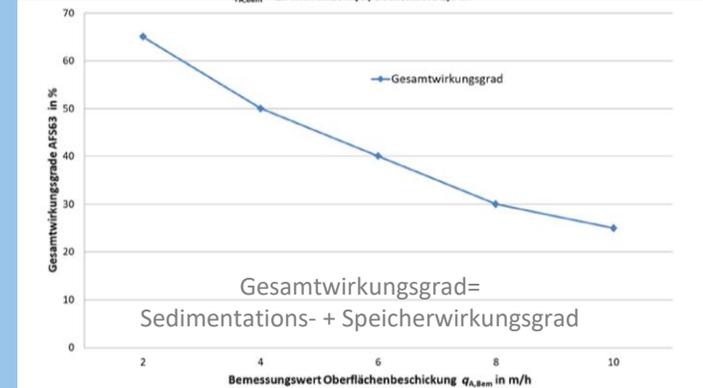


Bild 4: Gesamtwirkungsgrade η_{ges} von Regenklärbecken für AFS63 in Abhängigkeit von der in der Bemessung zugrunde liegenden maximalen Oberflächenbeschickung $q_{A,Bem}$, $r_{krit} = 15$ l/(s·ha), Beckentiefe 2 m (Quelle: SCHMITT 2018)

DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

8.4.2.2 Durchlaufbecken

Für Durchlaufbecken gelten grundsätzlich die in 8.3.1 getroffenen Ausführungen zu Modellansätzen zur Simulation des Feststoffrückhalts AFS63 in Sedimentationsanlagen im Trennsystem und zum funktionalen Zusammenhang zwischen Sedimentationswirkungsgrad η_{Sed} und Oberflächenbeschickung $q_{A,Bem}$. Bei Einhalten der bauwerksbezogenen Nachweise gemäß 7.3.4.2 und der Vorgaben zur konstruktiven Gestaltung in Arbeitsblatt DWA-A 166 kann für AFS63 ein mittlerer Sedimentationswirkungsgrad als bauwerksspezifischer Wert in Abhängigkeit des Bemessungswerts $q_{A,Bem}$ des Bauwerks entsprechend Anhang B, in B.2.3 angesetzt werden. Bei von Arbeitsblatt DWA-A 166 abweichender Beckengestaltung ist die Absetzwirkung in der Simulation entsprechend abzumindern.

EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

DWA-
Regelwerk

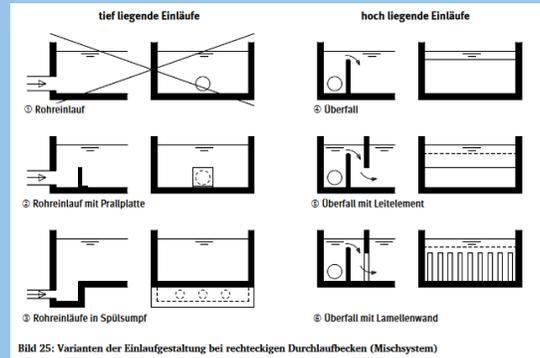
Arbeitsblatt DWA-A 166
Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung
und -rückhaltung –
Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung

November 2013

Benutzer: Heike Stieding (Erzeugt am 08.10.2014 (P. 194.95.73.4) - Alle Rechte vorbehalten)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

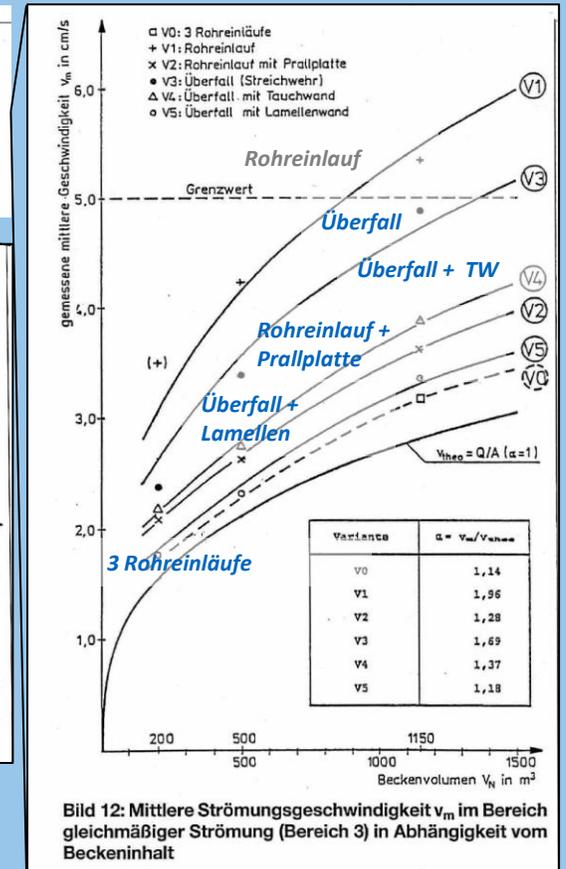
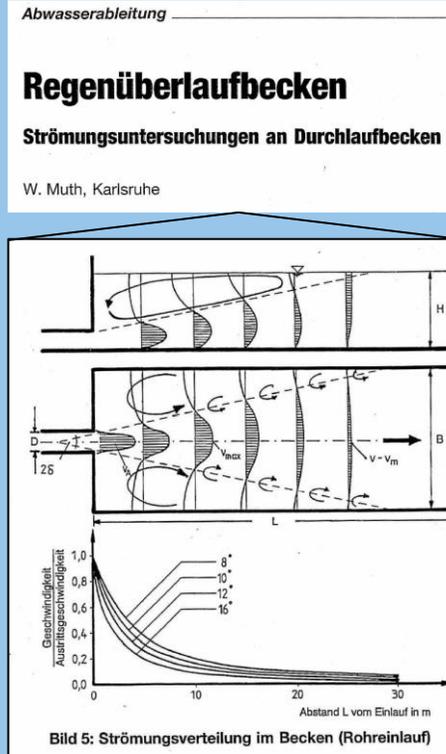
Zulaufgestaltung + Proportionen



$$6 \leq l_{DB} : h_{DB} \leq 15$$

$$3 \leq l_{DB} : b_{DB} \leq 4,5$$

$$2 \leq b_{DB} : h_{DB} \leq 4$$



EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Inbetriebnahme der Regenüberlaufbecken in NRW und BW

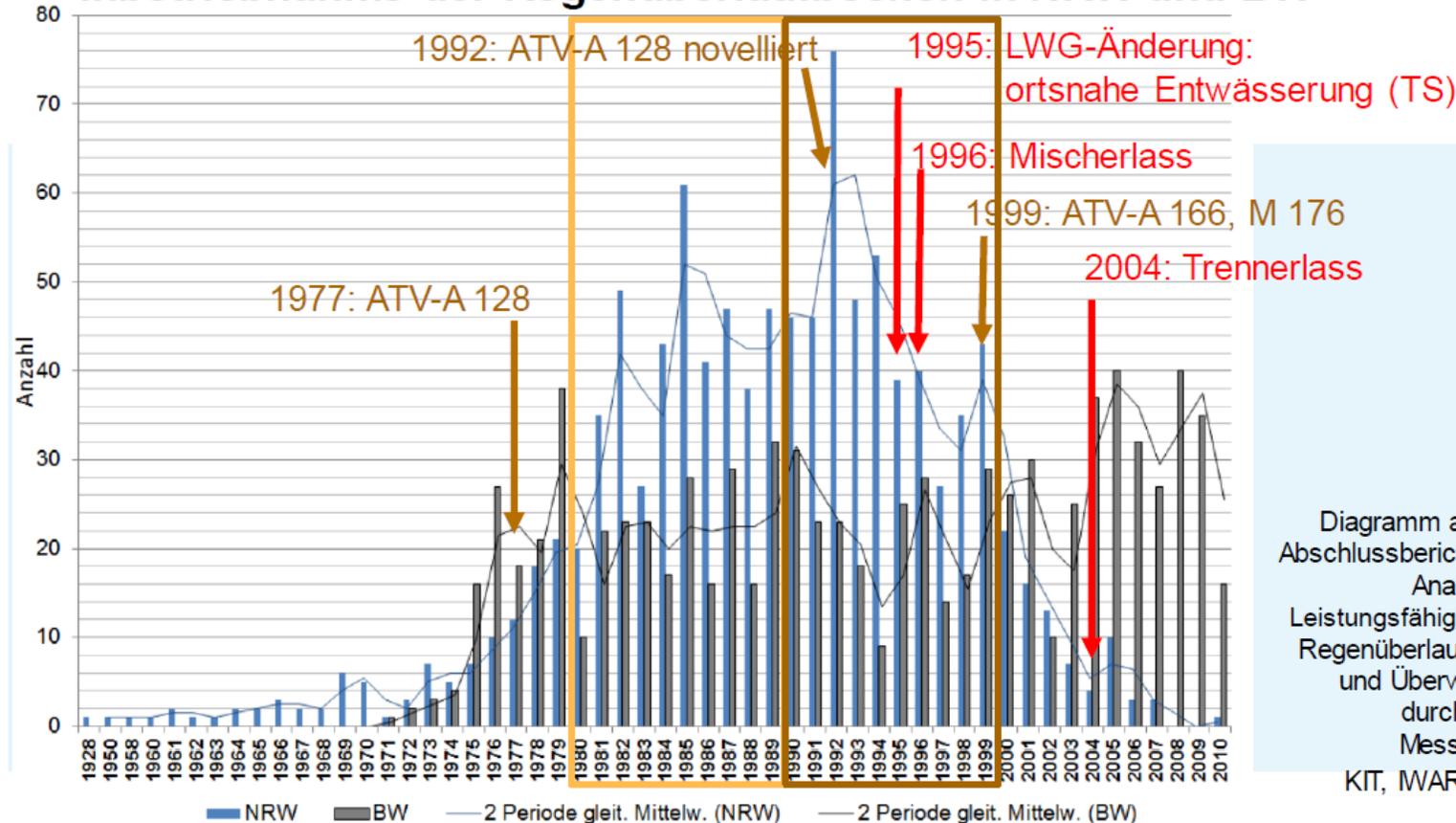
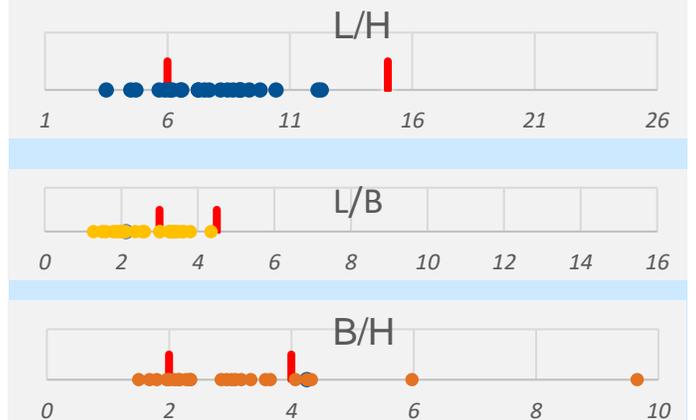


Diagramm aus dem
Abschlussbericht 2015:
Analyse der
Leistungsfähigkeit von
Regenüberlaufbecken
und Überwachung
durch Online
Messtechnik;
KIT, IWARU et al.

→ **39 Prozent** der
Regenbecken mit Einbau
zur Energiedissipation

→ **38 Prozent** der
Regenbecken mit
Abmessungsverhältnissen
nach DWA-A 166



Quelle: Wienert, 2023

EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

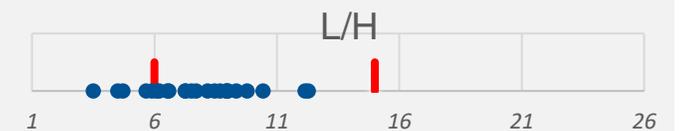


DWA-A 102:

„Bei von Arbeitsblatt DWA-A 166
abweichender Beckengestaltung ist die
Absetzwirkung in der Simulation
entsprechend **abzumindern**“

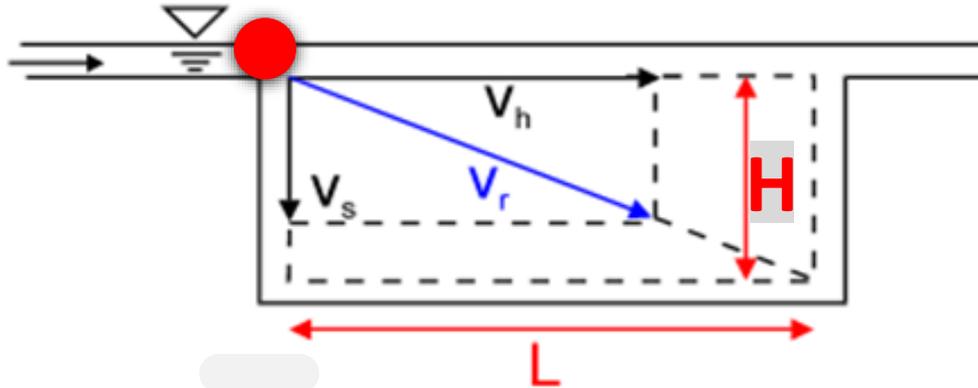
→ **39 Prozent** der
Regenbecken mit Einbau
zur Energiedissipation

→ **38 Prozent** der
Regenbecken mit
Abmessungsverhältnissen
nach DWA-A 166



ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE

Pfropfenströmungs-Reaktor



In der Theorie nach Hazen (1904)-
Oberflächenbeschickung

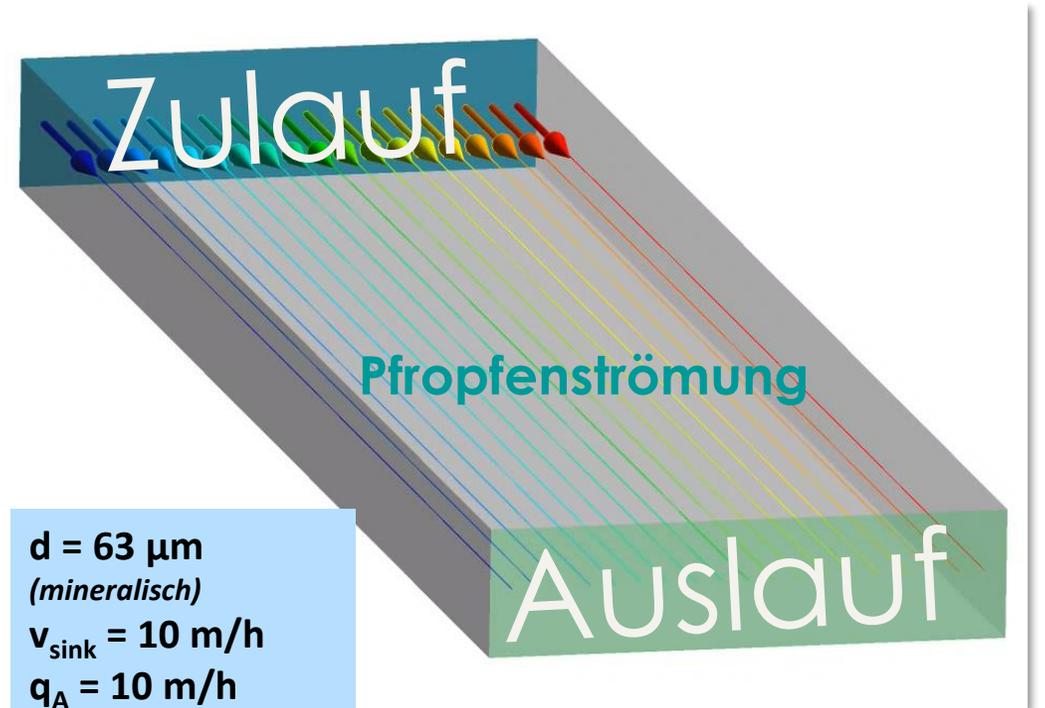
Sinkzeit t_s = Fließzeit t_h

$$\begin{aligned} H/v_s &= L/v_h \\ &= L/(Q/A) \\ &= (L \cdot A)/Q \\ &= L \cdot (B \cdot H)/Q \end{aligned}$$

$$H/v_s = A_o \cdot H/Q$$

$$1/v_s = A_o/Q$$

$$v_s = Q/A_o = q_A$$



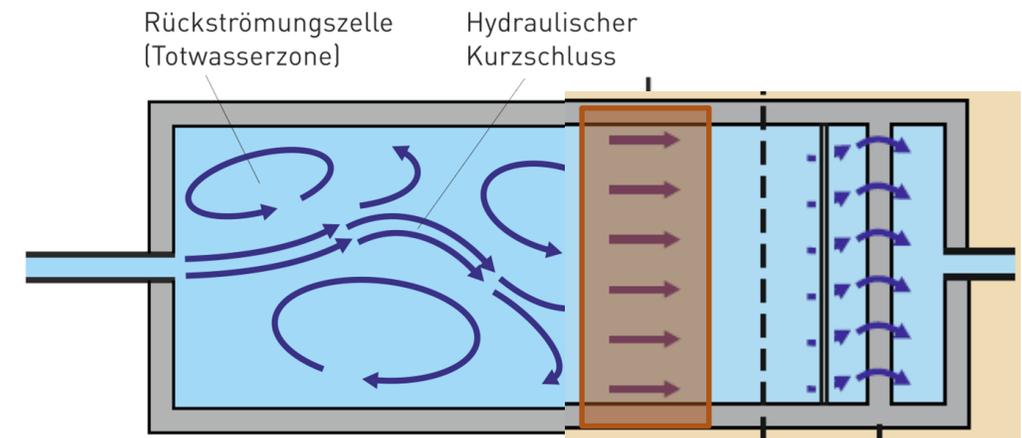
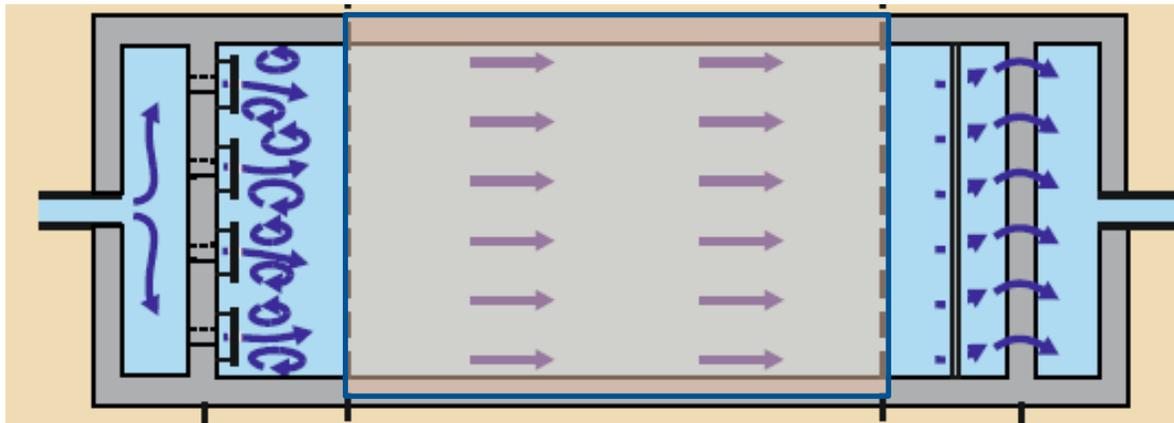
$d = 63 \mu\text{m}$
(mineralisch)
 $v_{\text{sink}} = 10 \text{ m/h}$
 $q_A = 10 \text{ m/h}$

Theor. Wirkungsgrad = v_s/q_A

ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE

Ziel ist die Entwicklung einer Bewertungsmethode für *nicht DWA-A 166-konforme* Bestandsanlagen, die es ermöglicht, die reduzierte Ausnutzung der Beckengrundfläche zu berücksichtigen.

Absetzwirksames Volumen/Fläche

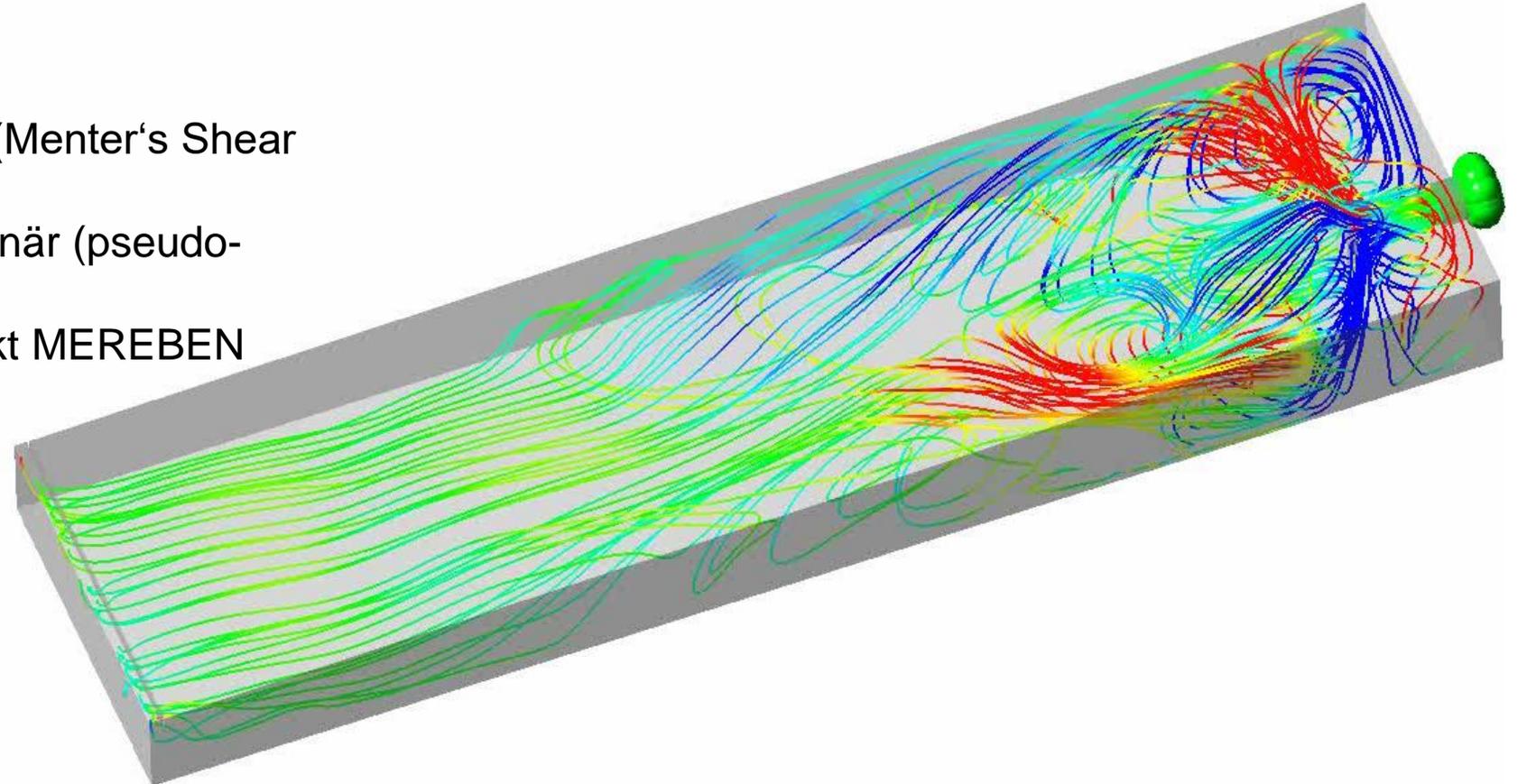


- Bestimmen des neuen, „wirkenden“ $q_{A, \text{kor}}$ für die angenommene reduzierte absetzwirksame Fläche
- **Berechnung Beckenfaktor $f_b = q_A / q_{A, \text{kor}}$**

SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Versuchsaufbau

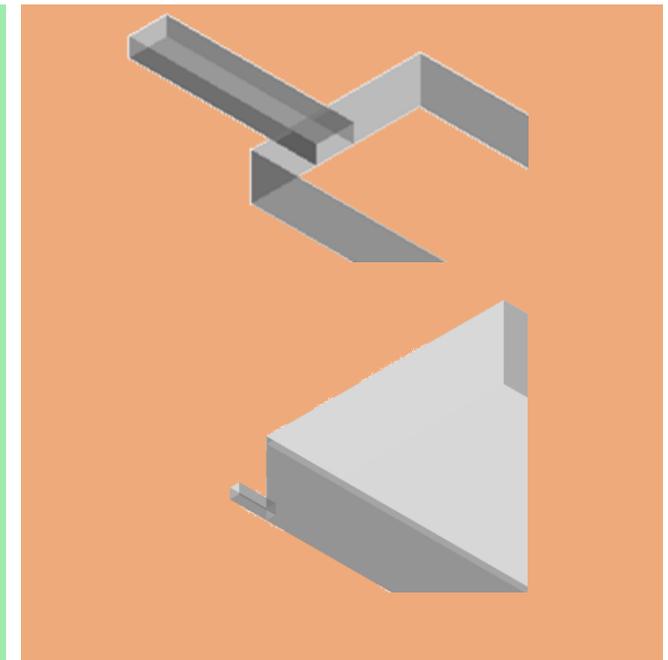
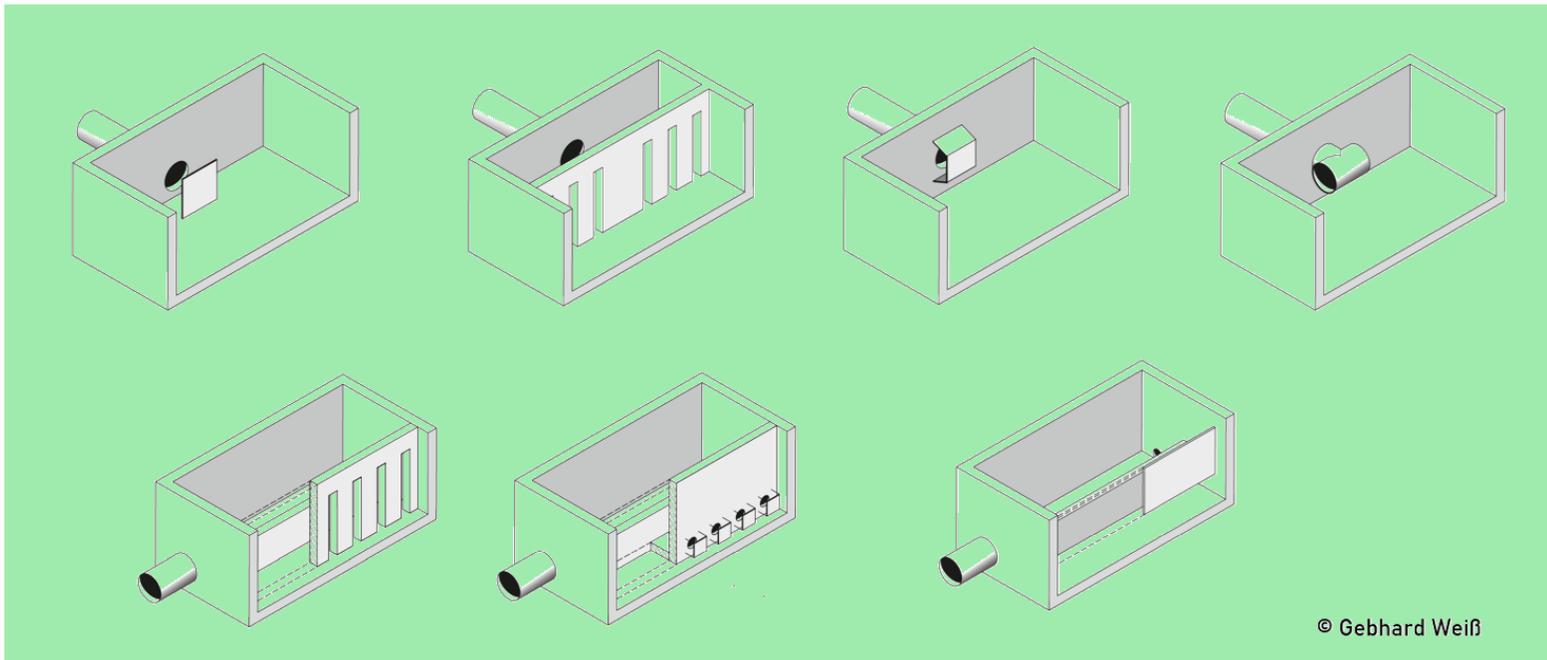
- **CFD-Modellierung:**
 - ANSYS Fluent 2021R2
 - $k-\omega$ SST-Turbulenzmodell (Menter's Shear Stress Transport)
 - Zeitl. Diskretisierung: stationär (pseudo-transient)
 - Modellvalidierung im Projekt MEREBEN



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Versuchsaufbau

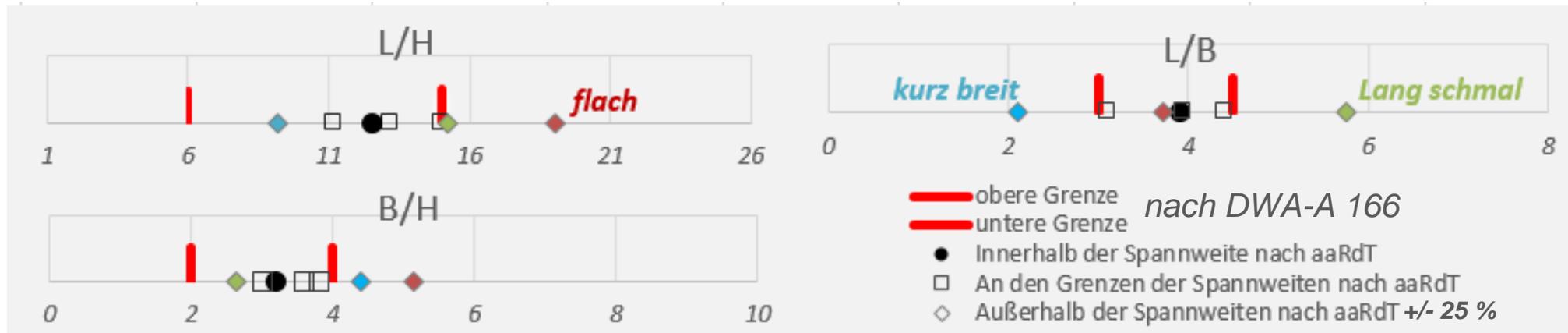
- **CFD-Modellierung:**
- **Unterschiedliche Zulaufgestaltungen**



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

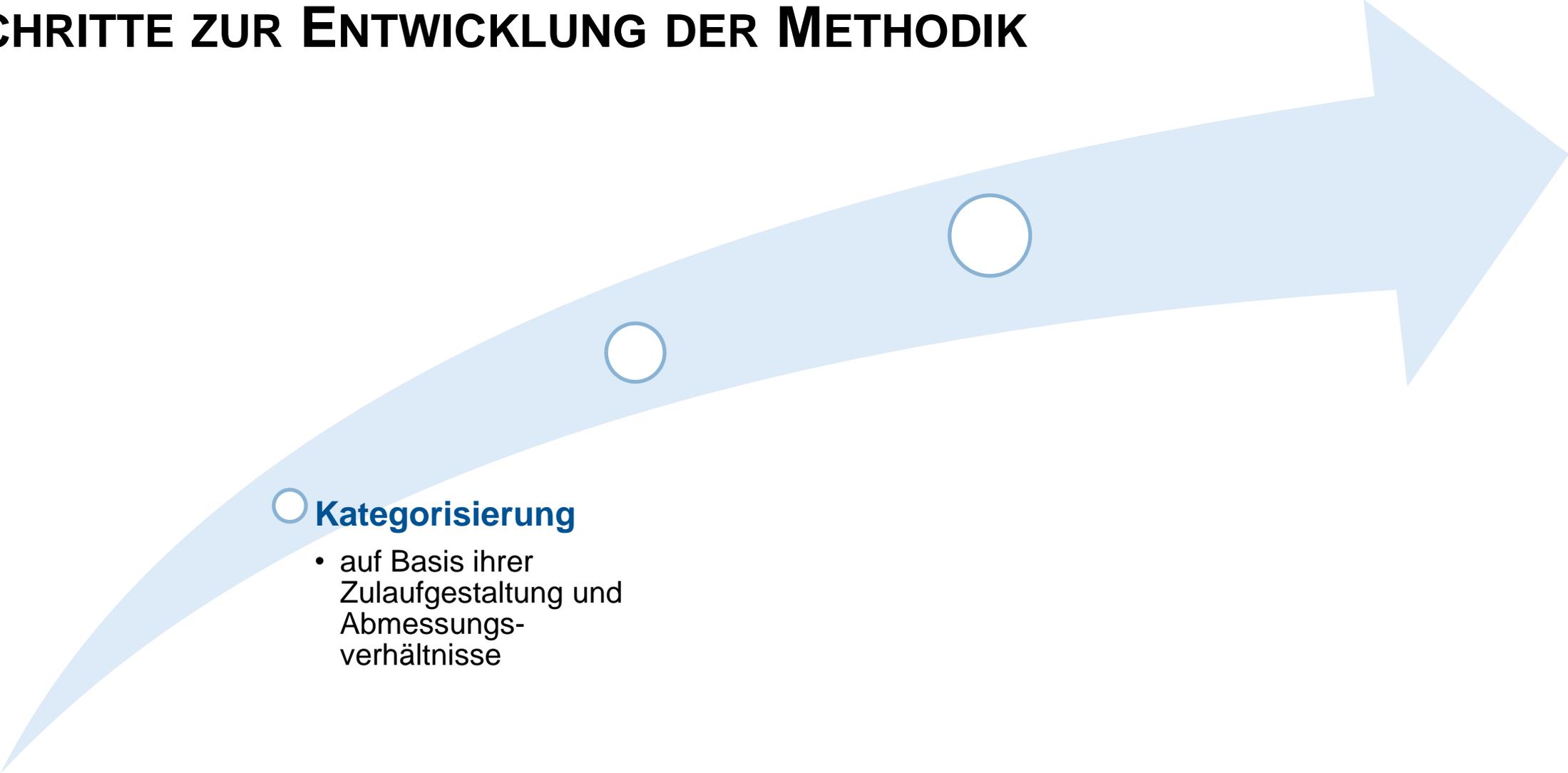
Versuchsaufbau

- **CFD-Modellierung:**
- Unterschiedliche Zulaufgestaltungen
- Variationen der Proportionen (Konstant sind $A_{\text{Grund}} + q_A$ (2 m/h und 10 m/h) + Q_{Bem})





SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK



○ Kategorisierung

- auf Basis ihrer Zulaufgestaltung und Abmessungsverhältnisse

SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Kategorisierung

→ praxisnah rein auf Basis der konstruktiven Gestaltung eines Beckens



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

○ Kategorisierung

- auf Basis ihrer Zulaufgestaltung und Abmessungsverhältnisse

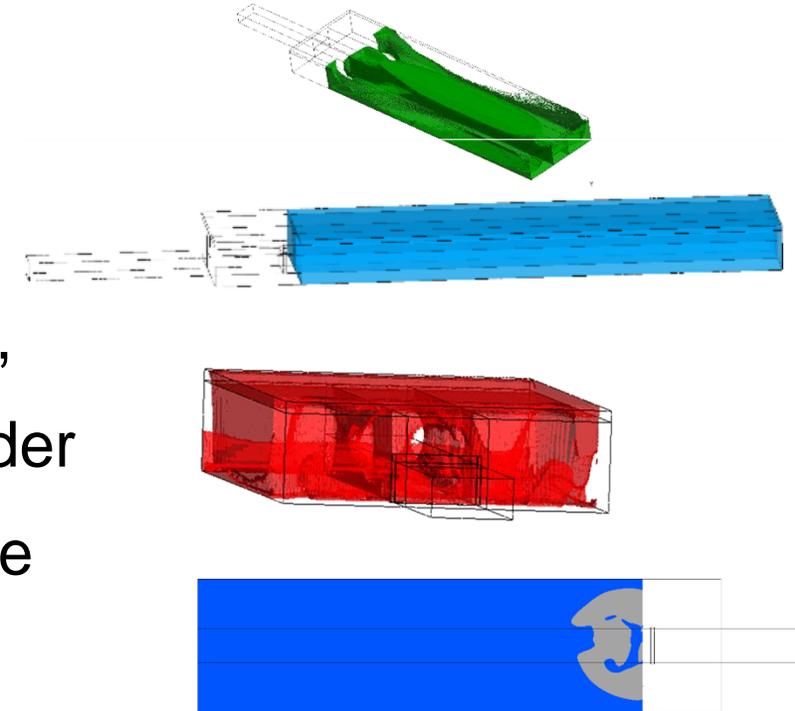
○ Strömungsindikatoren

- Bewertung der Durchströmungscharakteristik aus numerisch bestimmten Strömungsfeldern
- Abweichung von einer idealen Pfropfenströmung
- 4 Strömungsindikatoren

SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Die **4 Strömungsindikatoren** bewerten,

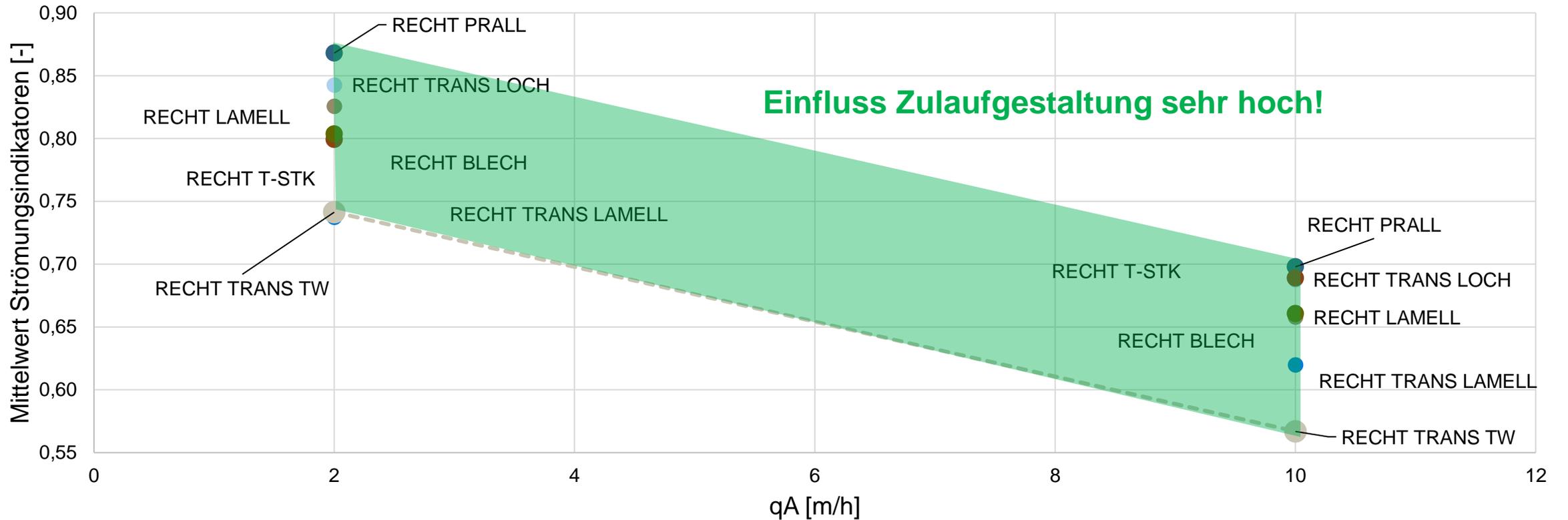
- wie weit die Strömungsgeschwindigkeit von der Pfropfenströmungsgeschwindigkeit abweicht,
- wie hoch der Anteil an Rezirkulationen im Becken ist,
- ob die Strömung Partikel beim Absinken behindert oder
- ob es zur Remobilisierung von Partikeln auf der Sohle kommen kann.



Mehr Infos unter: Mohn, R., Uhl, M., Grüning, H., Voßwinkel, N., Ebbert, S., und Schomaker-Loth, J. (2018): NRW MEREBEN: Maßnahmen zur Ertüchtigung von Regenklärbecken und Hinweise zu deren Neubau – Phase 1: Ertüchtigung des Bestandes. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Münster: FH Münster Institut für Wasser-Ressourcen-Umwelt (IWARU).

SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

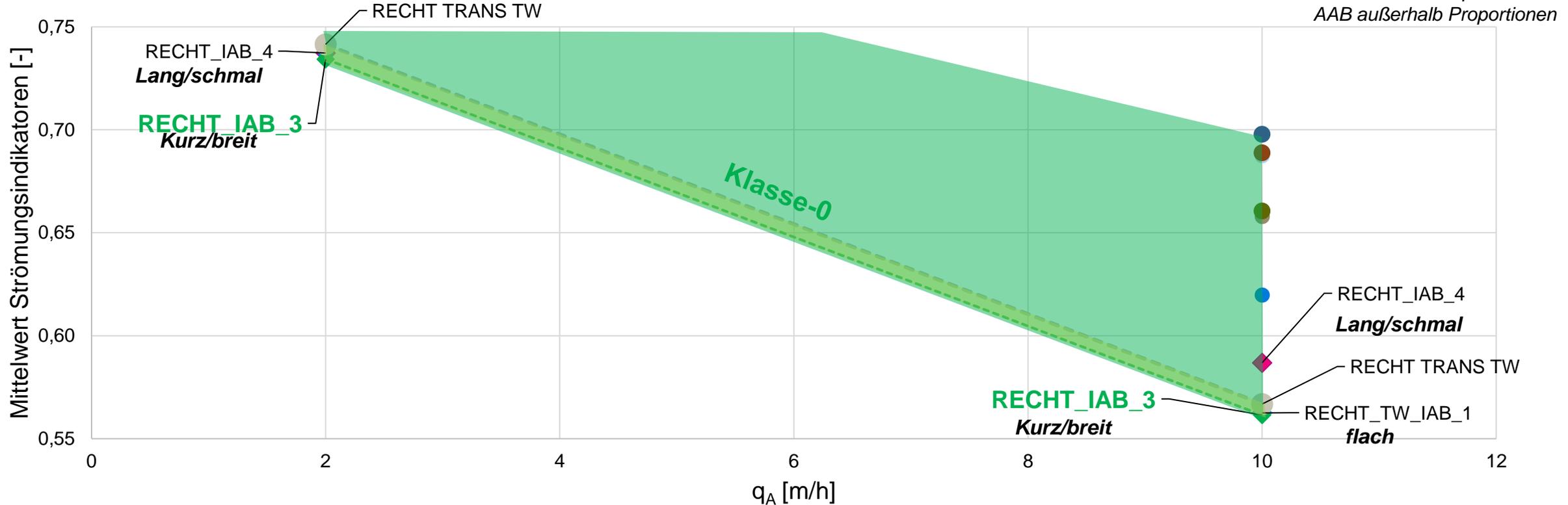
Strömungsindikatoren - Einfluss Zulaufgestaltung



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Strömungsindikatoren – Kasse-0

Abmessungen innerhalb Proportionen nach DWA-A 166

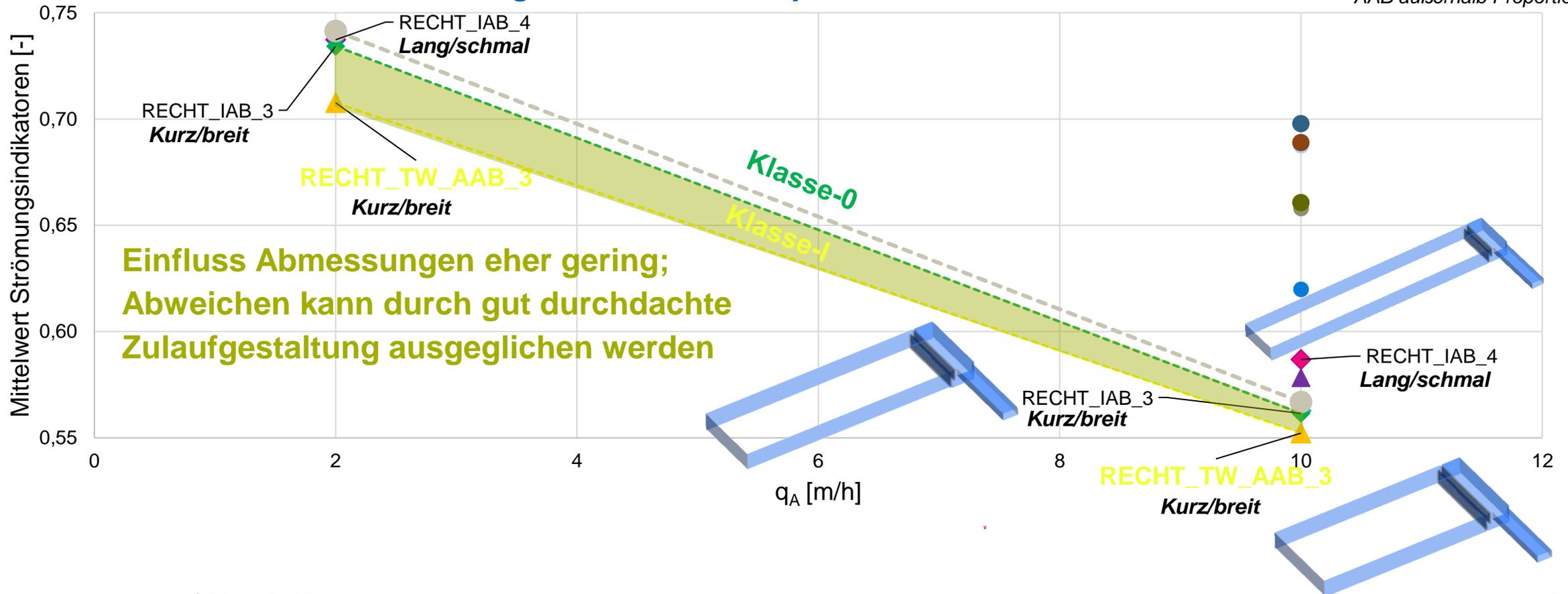


SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Strömungsindikatoren – Klasse-I

Abmessungen außerhalb Proportionen nach DWA-A 166

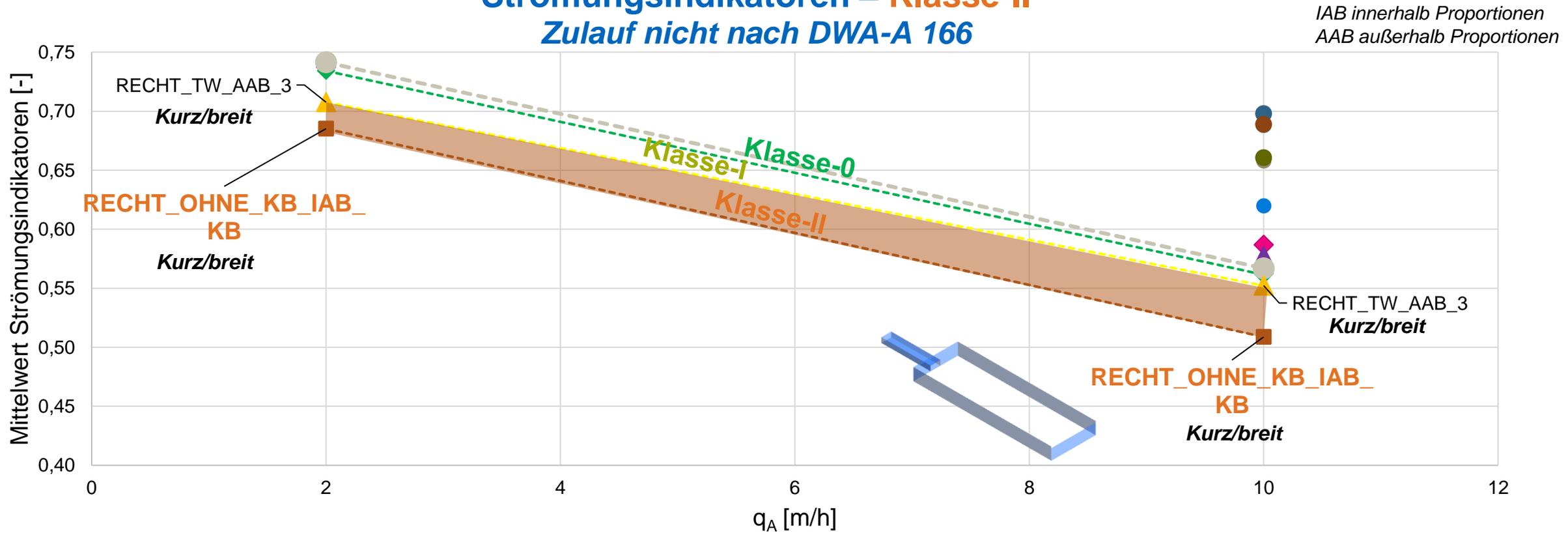
IAB innerhalb Proportionen
AAB außerhalb Proportionen



**Einfluss Abmessungen eher gering;
Abweichen kann durch gut durchdachte
Zulaufgestaltung ausgeglichen werden**

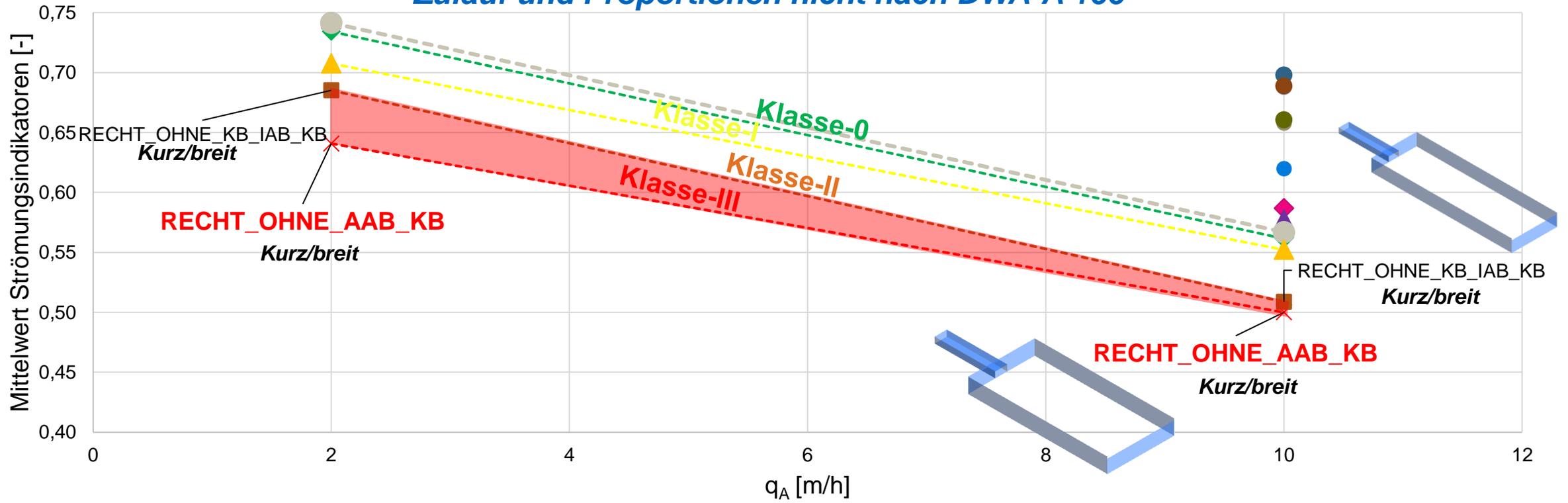
SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Strömungsindikatoren – Klasse-II Zulauf nicht nach DWA-A 166



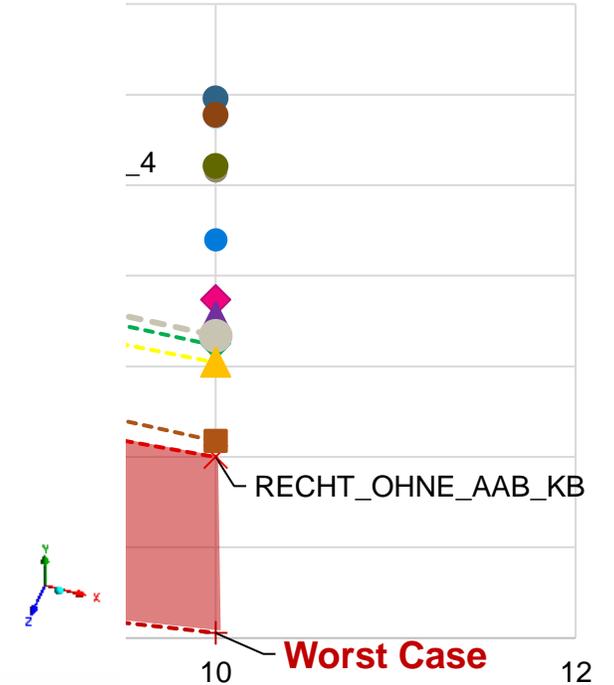
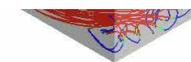
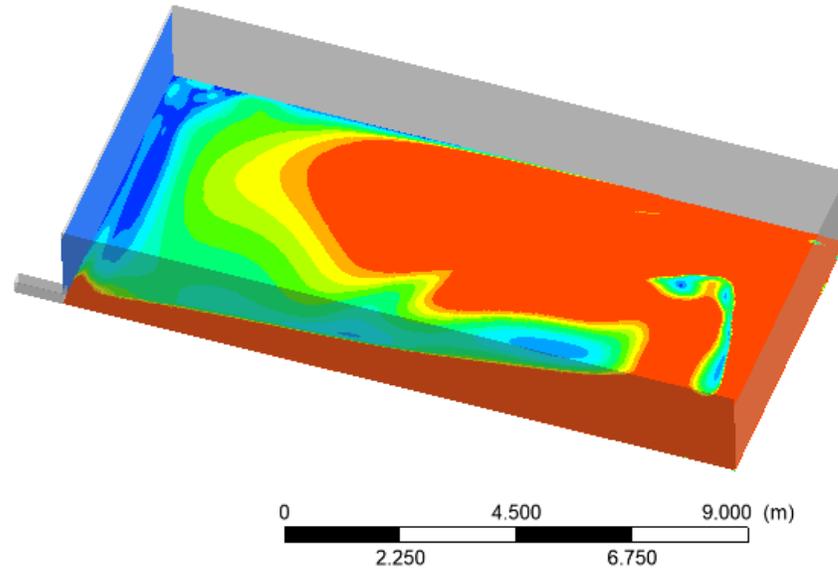
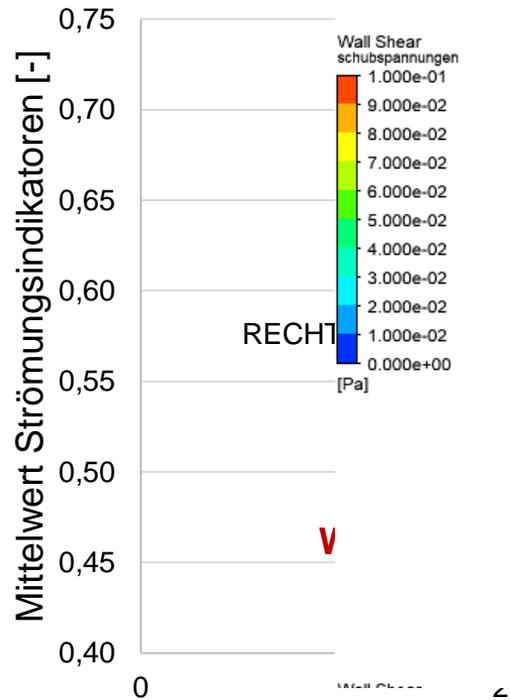
SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Strömungsindikatoren – Klasse-III Zulauf und Proportionen nicht nach DWA-A 166



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Strömungsindikatoren – Klasse-IV „Worst Case“



SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Kategorisierung

- auf Basis ihrer Zulaufgestaltung und Abmessungsverhältnisse

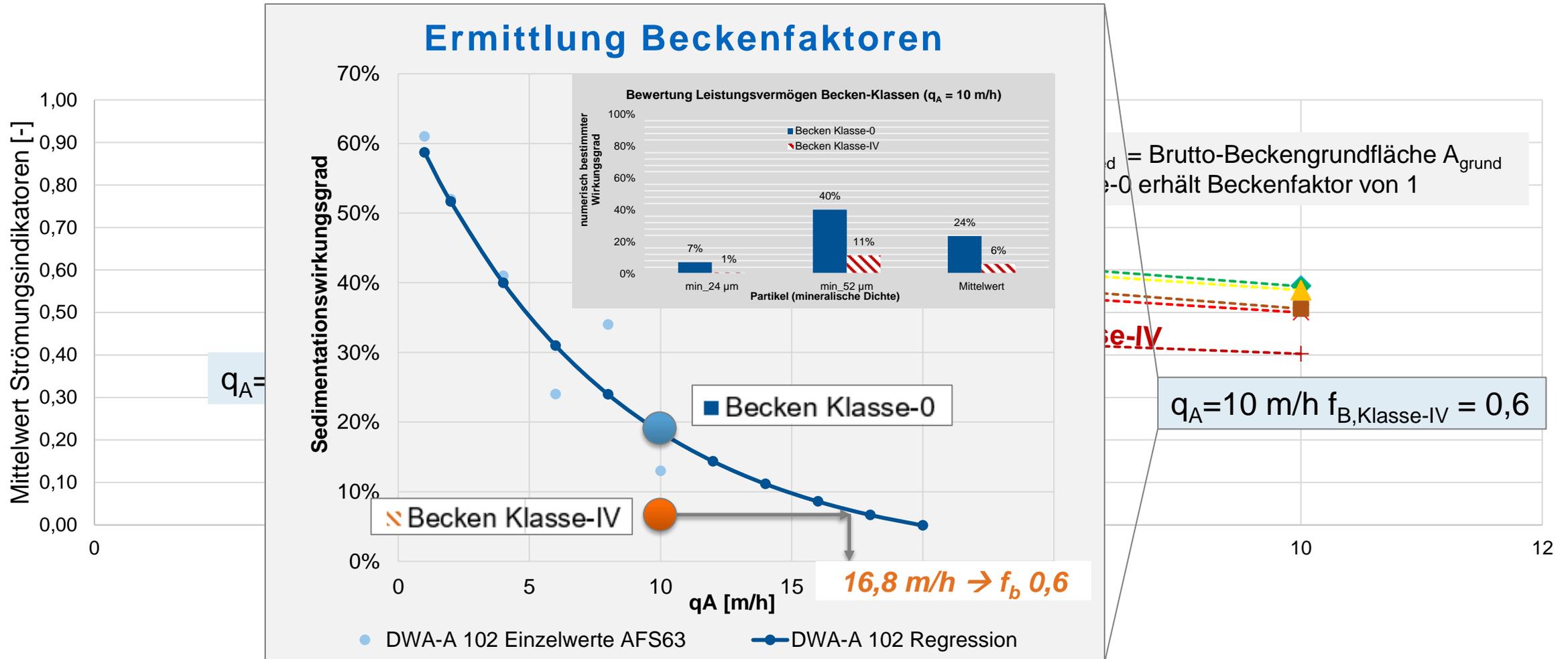
Strömungsindikatoren

- Bewertung der Durchströmungscharakteristik aus numerisch bestimmten Strömungsfeldern
- Abweichung von einer idealen Pfropfenströmung
- 4 Strömungsindikatoren

Beckenfaktoren

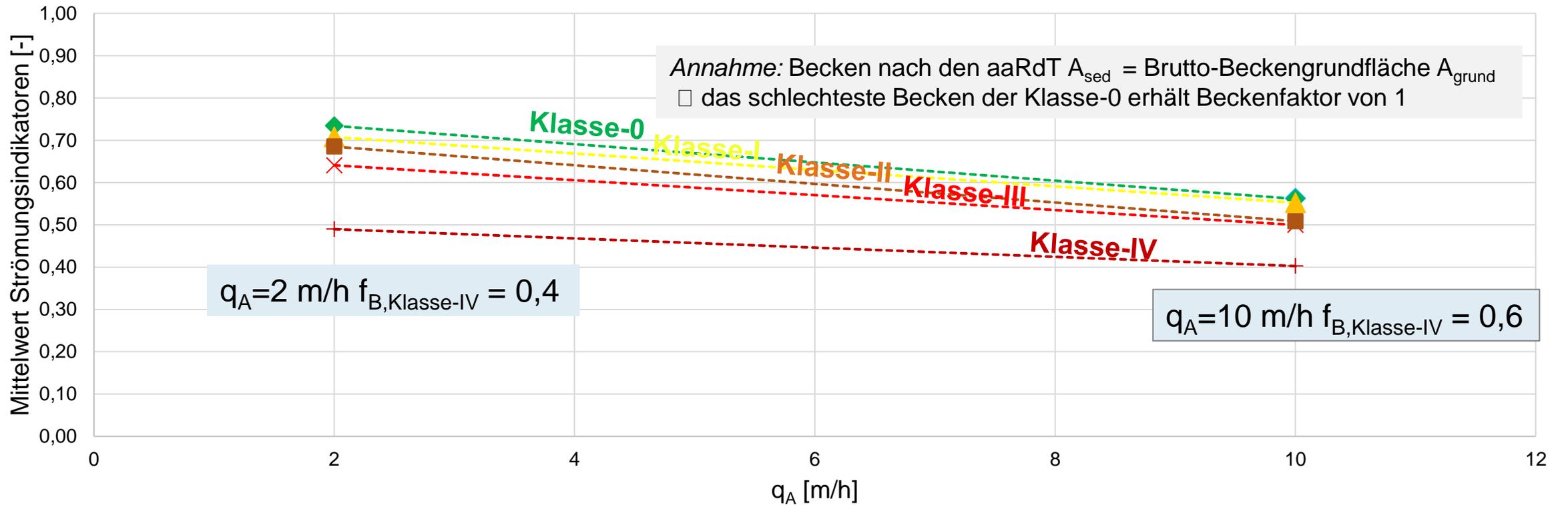
- auf Basis der Strömungsindikatoren zur Abminderung der Beckengrundfläche
- $$f_B = A_{\text{Sed}} / A_{\text{Grund}}$$

SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK



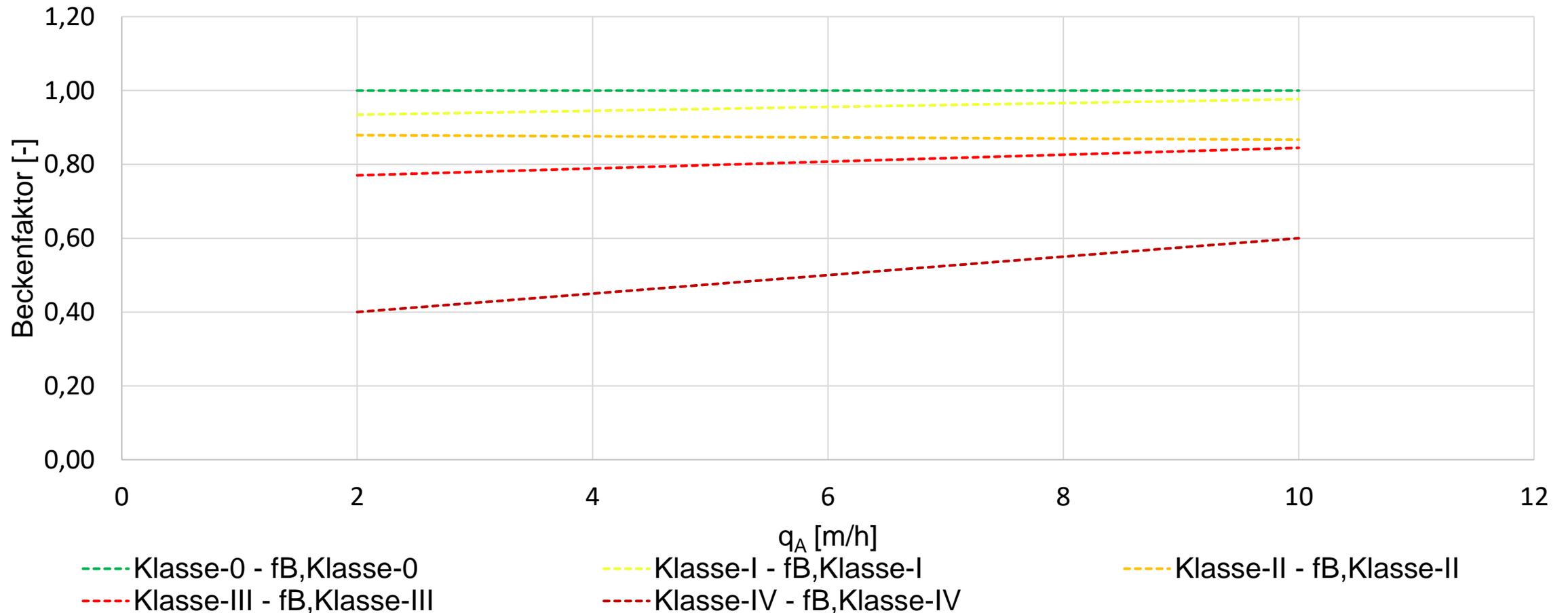
SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Beckenfaktoren

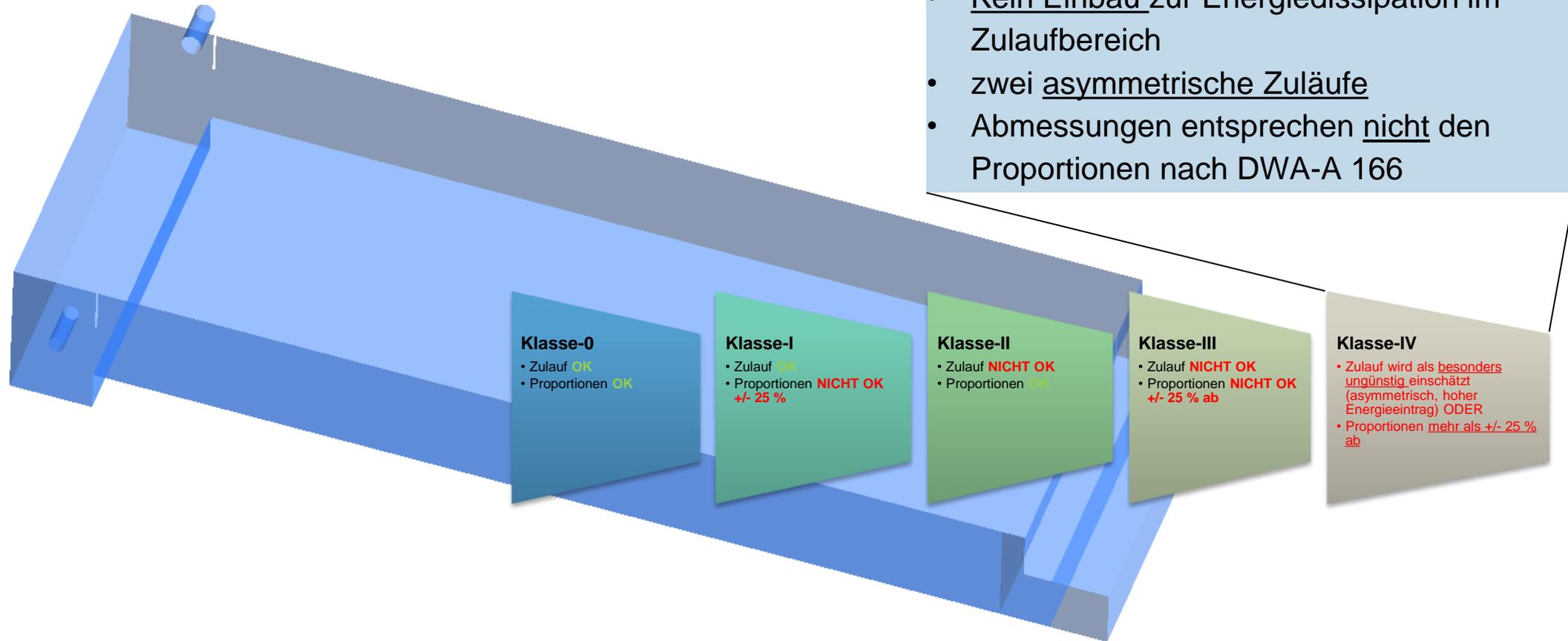


SCHRITTE ZUR ENTWICKLUNG DER METHODIK

Beckenfaktoren



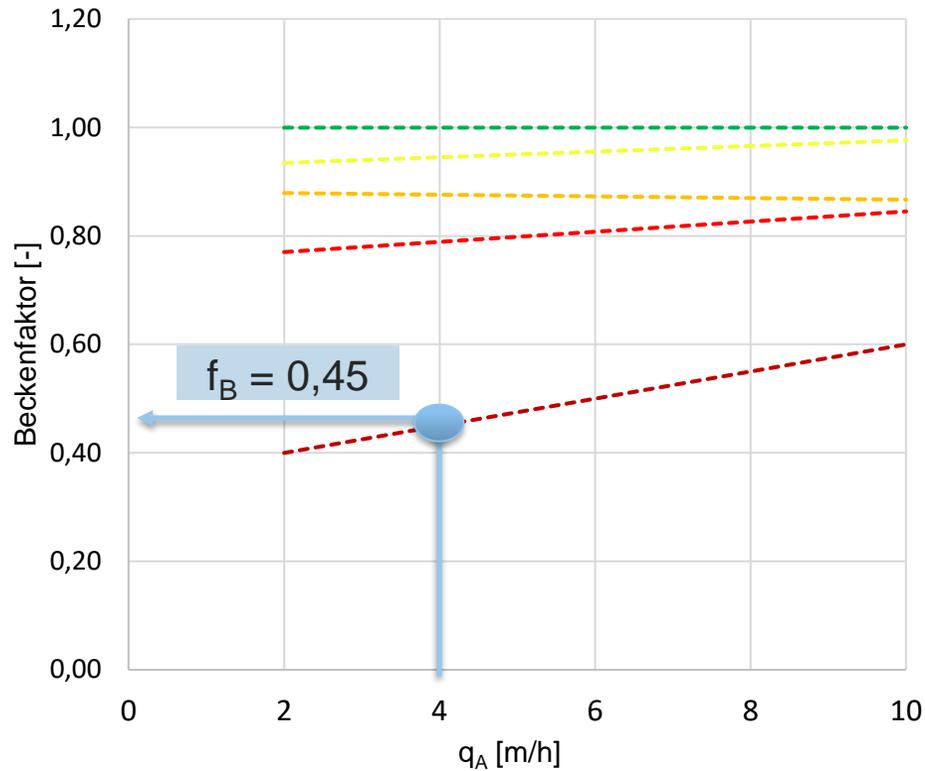
ANWENDUNGSBEISPIEL



- $q_{A,Bem} = 4\text{m/h}$
- Kein Einbau zur Energiedissipation im Zulaufbereich
- zwei asymmetrische Zuläufe
- Abmessungen entsprechen nicht den Proportionen nach DWA-A 166

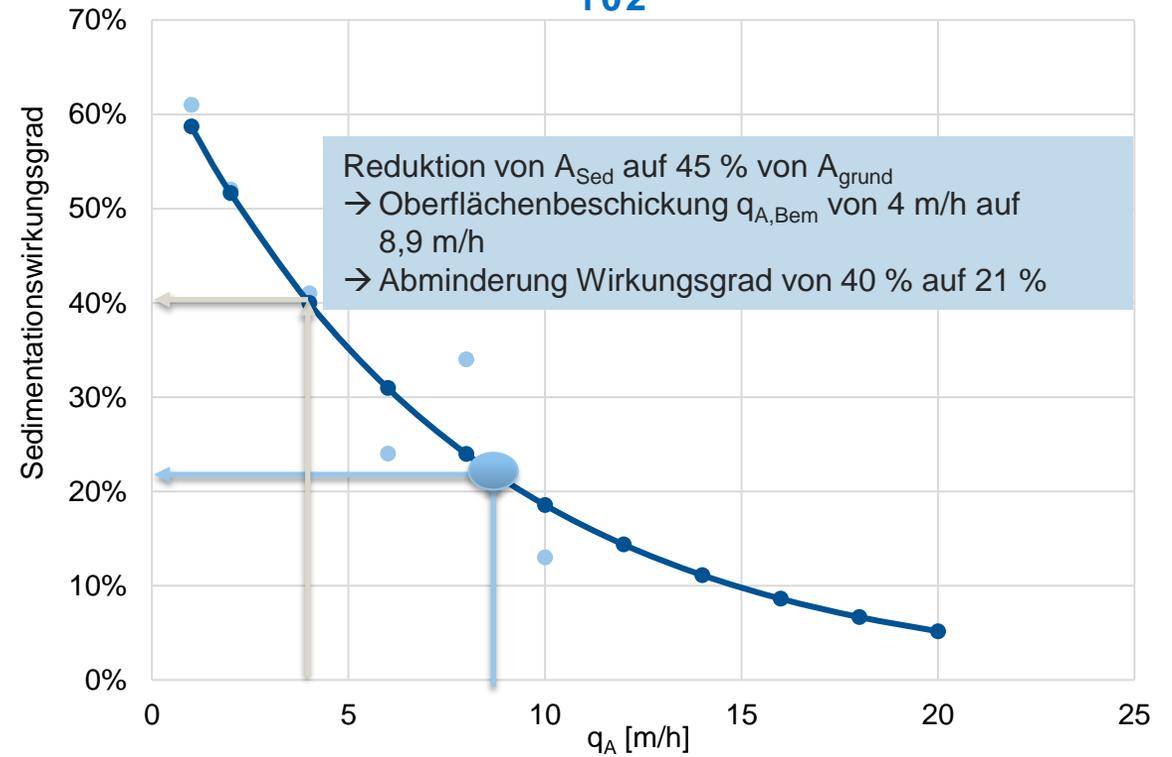
ANWENDUNGSBEISPIEL

Beckenfaktoren



- Klasse-0 - f_B , Klasse-0
- Klasse-I - f_B , Klasse-I
- Klasse-II - f_B , Klasse-II
- Klasse-III - f_B , Klasse-III
- Klasse-IV - f_B , Klasse-IV

Sedimentationswirkungsgrad nach DWA-A 102



- DWA-A 102 Einzelwerte AFS63
- DWA-A 102 Regression

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Die Sedimentationsleistung von Durchlauf- und Regenklärbecken ist maßgeblich von deren Durchströmungscharakteristik abhängig.
- Der hier eingeführte Beckenfaktor stellt für die Überprüfung von Bestandsbauwerken, die nicht in allen Aspekten den aaRdT entsprechen, eine Möglichkeit dar, die aus dem DWA-A 102-2 zu entnehmenden Wirkungsgrade sinnvoll zu reduzieren.
- Bestandsbecken werden hierzu entsprechend ihrer Abmessungsverhältnisse und Zulaufgestaltung in fünf Klassen eingeteilt.
- Für diese Klassen wird ein Beckenfaktor f_B , basierend auf CFD-Studien, abgeleitet. Mit diesem kann aus der Grundfläche des Beckens die abgeminderte sedimentationswirksame Fläche und eine dementsprechend erhöhte Oberflächenbeschickung berechnet werden.
- Dies ermöglicht die Anwendung des Pauschaldiagramms aus DWA-A 102-2 zur Bestimmung des Wirkungsgrades einer Bestandsanlage.
- Die in diesem Beitrag vorgestellten Strömungsindikatoren und Beckenfaktoren werden aktuell durch eine detaillierte Analyse und Kalibrierung der Strömungsindikatoren über physikalische Modelversuche im Labormaßstab validiert und ggfls. weiterentwickelt.



Dr.-Ing. Nina Altensell

Fachbereich Bauingenieurwesen
IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
FH Münster
Corrensstraße 25
48149 Münster
Germany

+49 (0) 170 7296170

altensell@fh-muenster.de

<https://www.fh-muenster.de/iwaru/forschung-mohn.php>



DR. PECHER AG

Niederlassung Emscher-Lippe
Goldbergstraße 14
D-45894 Gelsenkirchen

Tel. +49 209-380782-23

Mobil +49 157-83035085

Fax +49 2104 33153

E-Mail: nina.altensell@pecher.de

www.pecher.de

DWA Arbeitsgruppen: DWA-M 109, DWA-A 166 (Gast), DWA-M 194

Danksagung

Ein besonderer Dank geht an die Mitglieder der DWA Arbeitsgruppe ES-3.4 für die fruchtbaren und konstruktiven Diskussionen und Tipps. Weiterhin danken wir auch dem LANUV NRW und dem MUNV NRW für die Bereitstellung von Fördermitteln sowie der auch inhaltlichen Unterstützung im Rahmen der Projekte.