



Das BMBF-Verbundprojekt EXPOVAL: Bemessung von Kläranlagen für warme und kalte Klimate



**Prof. Dr. Holger Scheer, Dr. Tim Fuhrmann, Peter Wulf
Emscher Wassertechnik GmbH, Essen**



Inhalt

1. Die Ausgangsstellung
2. Das EXPOVAL-Verbundprojekt
3. Randbedingungen für die Untersuchungen
4. Bemessungsrelevante Einflussfaktoren
5. Ausblick



1. Ausgangsstellung

Einerseits:

- **Den Problemen mit der - weltweit gesehen - völlig unzureichenden Abwasserreinigung kommt eine immer größere Bedeutung zu.**
 - **Diese Probleme können sicherlich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf selbiger Augenhöhe gesehen werden.**
- => Bedarf an abgesicherten Bemessungsgrundlagen für den internationalen Markt ist zwingend vorhanden.**

Andererseits:

- **In Deutschland existiert ein umfangreiches, bewährtes Regelwerk zur Bemessung von Abwasseranlagen.**



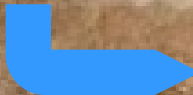
**Anwendbarkeit des deutschen
Regelwerks weltweit?**

Situation in anderen Ländern

Lokal abweichende Randbedingungen, unter anderem:

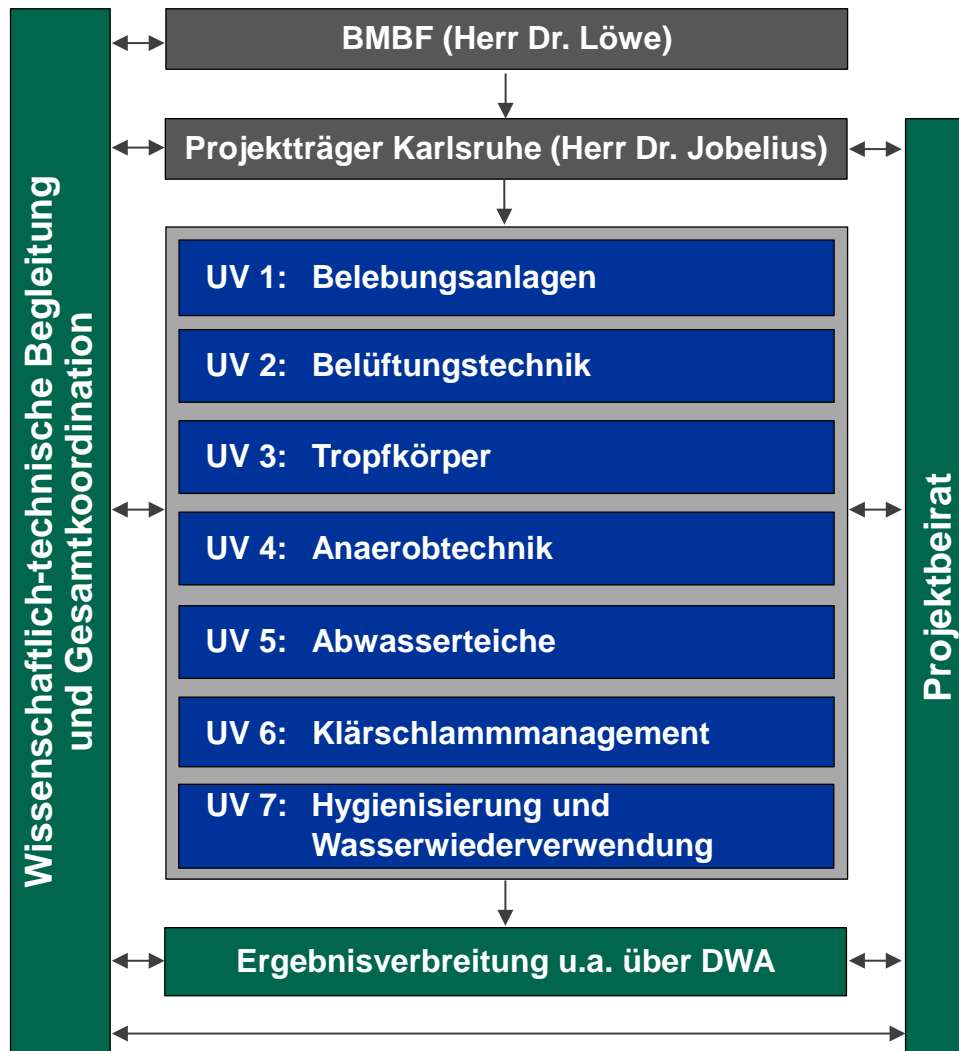
- Temperatur (Abwasser / Luft)
- Abwasserzusammensetzung
- Salzkonzentration
- Anforderungen an die Ablaufqualität
- Überwachungspraxis des Kläranlagenablaufs
- Betriebliche Aspekte

**direkt bemessungs-
relevant!**



**Anpassungsbedarf des deutschen
Regelwerks vorhanden (z.B. neue A
131 gilt nur für 8 - 20 °C!)**

2. Das EXPOVAL-Verbundprojekt



- 7 thematische Unterverbünde
- Schwerpunkt auf kommunalen Abwasserbehandlungsverfahren
- Einbindung von:
 - 6 Universitäten
 - 11 gewerblichen Unternehmen
 - DWA
- Verbundprojekt:
 - Universität + Industriepartner
 - Anwendungsorientierte Lösungen
 - Austausch Wissenschaft/Industrie

Projektpartner (1/2)

Unterverbund	Beteiligte
UV 1: Belebungs- anlagen	Ruhr-Universität Bochum (Prof. Dr. M. Wichern)
	Emscher Wassertechnik GmbH
	Hach-Lange GmbH
UV 2: Belüftungssysteme	Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr. M. Wagner)
	Bilfinger Water Technologies GmbH
UV 3: Tropfkörper	Universität Stuttgart (Prof. Dr. H. Steinmetz)
	GEA 2H Water Technologies GmbH, Büro Hürth
UV 4: Anaerobverfahren	Universität Hannover (Prof. Dr. K.-H. Rosenwinkel)
	aqua & waste International GmbH
	Hach-Lange GmbH
UV 5: Abwasserteiche	IEEM gGmbH - Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke (Prof. Dr. mult. K.-U. Rudolph)
	FUCHS Enprotec GmbH
	Ultrawaves Wasser- und Umwelttechnologien GmbH
	Xylem Water Solutions Herford GmbH (assoziierter Partner)

GEFÖRDERT VOM



Projektpartner (2/2)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Unterverbund	Beteiligte
UV 6: Klärschlamm- management	Technische Universität Braunschweig (Prof. Dr. N. Dichtl)
	Huber SE
	Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH
UV 7: Wasserwieder- verwendung und Hygienisierung	Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr. P. Cornel)
	Huber SE



OSWALD SCHULZE
Umwelttechnik GmbH



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Unterverbund	Beteiligte
Koordination	Emscher Wassertechnik GmbH (Prof. Dr. H. Scheer und Dr. T. Fuhrmann)
	Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR (Prof. Dr. P. Cornel und Prof. Dr. M. Wagner)
	Leibniz Universität Hannover, Institut ISAH (Prof. Dr. K.-H. Rosenwinkel und Frau Dr. M. Beier)
Öffentlichkeits- arbeit / Ergebnis- verbreitung	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.



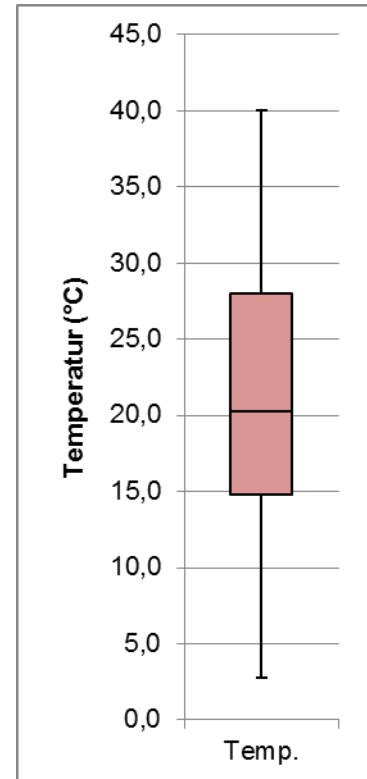
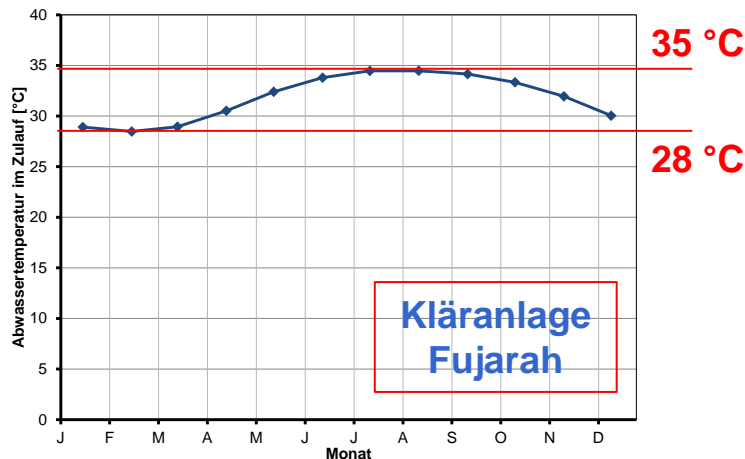
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



3. Randbedingungen für die Untersuchungen

Zentrale Vorgaben für alle Abwasserbehandlungsverfahren:

- **Abwassertemperatur: 5 – 30 °C**
- **Salzgehalte bis 10 g/l**
- **(begrenzt) Set von Eingangsparametern**
- **Tagesmittelwerte im Kläranlagenablauf als Bemessungsgrundlage**

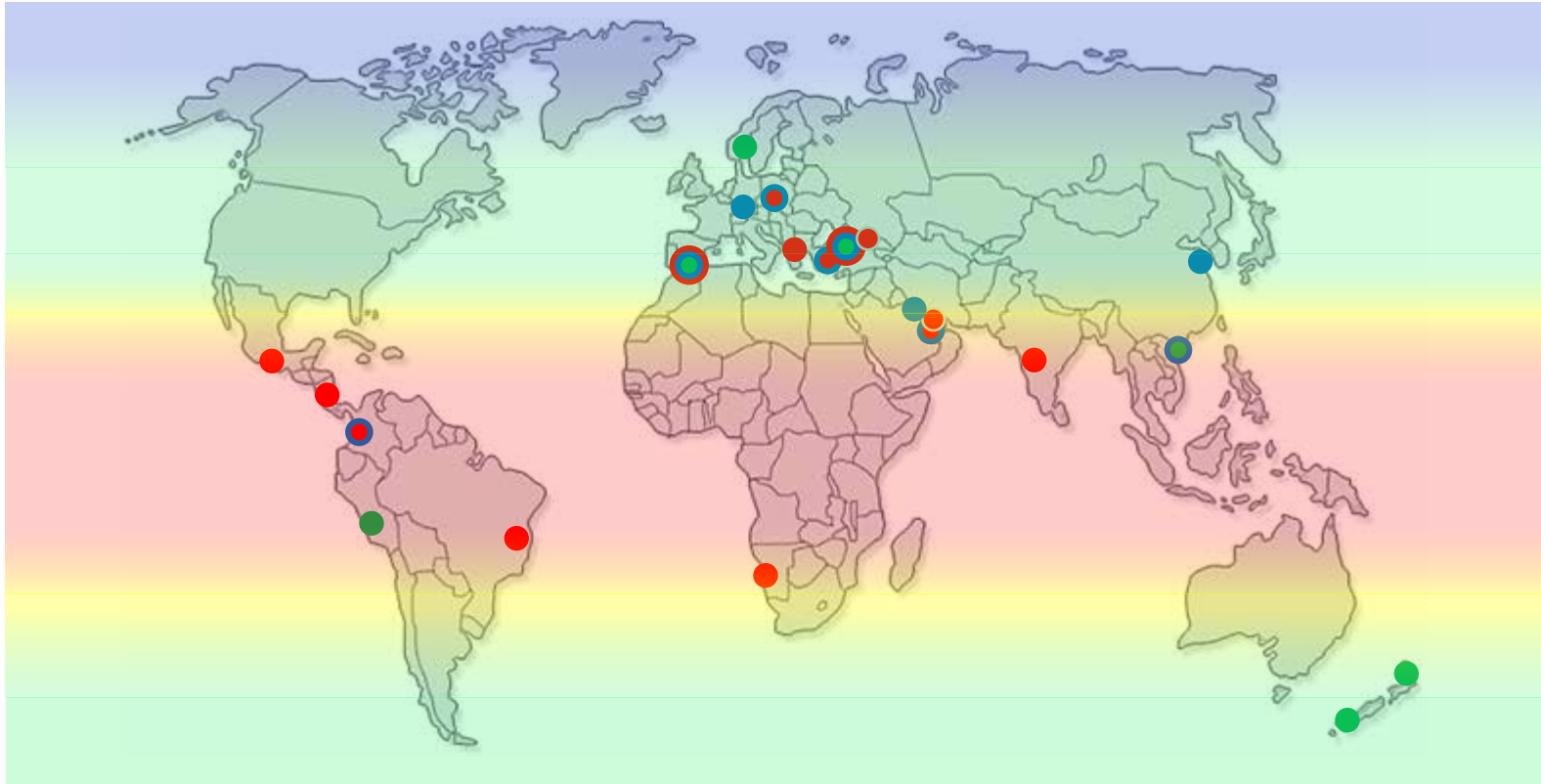


gewähltes
Temperatur-
intervall

Abwassertemperatur
an den Untersu-
chungsstandorten



Untersuchungsstandorte (1/2)



Jahresmitteltemperatur

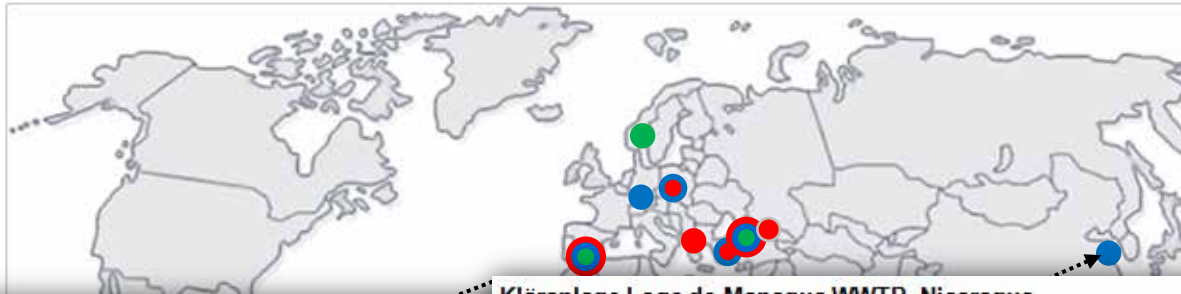
- Tropen (25°C)
- Subtropen (18°C)
- Gemäßigte Zone (8°C)
- Kalte Zone (0°C)

- Versuchsanlage
- Großtechnische Anlage
- Datenübernahme



Untersuchungsstandorte (2/2)

- Versuchsanlage
- Großtechnische Anlage
- Datenübernahme



Kläranlage Fujairah, Fujairah, Vereinigte Arabische Emirate



Kläranlage Loge de Managua WWTP, Nicaragua



Kläranlage Licunhe, Qingdao, China



Untersuchung an großtechnischer Anlage (UV 1: Belebungsanlagen)

Untersuchung an halbtechnischer Anlage (UV 2: Belüftungstechnik)

Untersuchung an großtechnischer Anlage (UV 3: Tropfkörper)



4. Bemessungsrelevante Einflussfaktoren

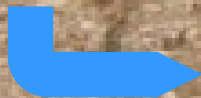
4.1 Eingangsdaten für die Zulaufbelastung

Auswertung von Zulaufdaten der EXPOVAL-Untersuchungsstandorte (vorläufig)

	Abwassertemp. (°C)		mittlere Konzentrationen im Zulauf (mg/l)					
	min	max	CSB _{hom}	BSB ₅	TS	N _{ges}	NH ₄ -N	P _{ges}
Fujairah, VAE	26	33	680	370	320			8
Aguas Blancas, Mexiko	23	33	340	150	120	45		
Haikou, China	21	28	260	100	250	26	19	5
Qingdao, China	12	25	990			64	43	14
Managua, Nicaragua	30	34	770	379	400	39	18	7
Al Aweer, Dubai, VAE	30	33	580	250	250	48	34	---
Batumi, Georgien	11	22	240		150	26		5
Walvis Bay, Namibia			1.200			45		
Pogradec, Albanien	10	20		90				
Nashik, Indien	23	30	280	250			20	
Sitra, Bahrain, VAE	21	30	340		100		22	
Itabira, Brasilien	18	28	770		330			
Chiclana, Spanien			920	360	470	79		12
Sevilla, Spanien	8	28	590	350		57	43	9
Invercargill, Neuseeland	3	24	330	230	290	39	26	8
Kayseri, Türkei	11	24	820	360	410	70		8
Konya, Türkei	8	24	820	430	430	87		13
Cali, Kolumbien			320	150	170			4
Kłodzko, Polen	9	14	400	170	170	37	24	4
Sharjah, VAE	18	40	780		275		34	11
Minimum	3	19	240	90	100	26	18	4
Mittelwert	17	27	602	250	270	51	28	8
Maximum	30	40	1.200	430	470	87	43	14
Deutschland	10	20	400 - 800	200 - 400	250 - 500	40 - 80	25 - 50	6 - 12

Eingangsdaten für die Zulaufsituation im Ausland

- Kanal-Einzugsgebiete häufig noch im Bau => anfallende Abwassermengen daher oft nicht repräsentativ
- Hoher Anteil an Trennsystemen, insbesondere in ariden Gebieten
- Undichte Kanalnetze können zu hohem Fremdwasseranfall und erhöhten Salzkonzentrationen (z.B. in Bandar Abbas) führen
- Hoher Trinkwasserverbrauch und damit hoher einwohnerspez. Abwasseranfall (niedrige TW-Tarife, „Wasser hat keinen Wert“)
- Vermehrte Stoffumsetzungsprozesse im Kanalnetz auf Fließweg zur Kläranlage (lange Fließzeiten, hohe Temperaturen)
- Vielerorts große Frachten an Sand und an absetzbaren Stoffen (z.B. Kürbiskernspelzen) im Kläranlagenzulauf



Alle Faktoren sind unmittelbar bemessungsrelevant!



4.1 Eingangsdaten für die Zulaufbelastung

Abwasserspezifische Parameter:

- => große Unterschiede im Einzelfall
- => Messungen der Abwasserzusammensetzung vor Ort unbedingt erforderlich
- => geschätzte Angaben zu EW und Q reichen nicht aus!
- => Literaturwerte möglichst nur ergänzend

Möglichst sorgfältige Analyse der vorhandenen, meist sehr eingeschränkten Datenbasis sowie sinnvolle Extrapolationen vornehmen

Bei den Bemessungsansätzen: Vereinheitlichung der Eingangsparameter (z.B. CSB anstelle vom BSB₅)



4. Bemessungsrelevante Einflussfaktoren

4.2 Anforderungen an die Ablaufqualität

Weltweit werden völlig unterschiedliche Anforderungsniveaus in Bezug auf die Kohlenstoff- und Stickstoffelimination gestellt:

- a) nur Kohlenstoffelimination
- b) Kohlenstoffelimination mit teilweiser Stickstoffelimination (Nitrifikation)
- c) Kohlenstoffelimination mit weitergehender Stickstoffelimination (z. B. Nitrifikation und Denitrifikation)

Parameter	Einheit	Bsp. zu a) Montenegro	Bsp. zu b) Iran	Bsp. zu c) VAE	Bsp. zu c) Germany (≥ 100 T EW)
CSB	mg/l	125	-	50	75
BSB ₅	mg/l	25	25	10	15
TS, AFS	mg/l	35	30	10	-
NH ₄ -N	mg/l	-	10	1	10
N _{ges}	mg/l	-	-	30	13
P _{ges}	mg/l	-	-	2	1



4.2 Anforderungen an die Ablaufqualität

Wahl des auszuwählenden Reinigungsverfahrens in Abhängigkeit der Reinigungsziele

Reinigungsverfahren	Kohlenstoff-Elimination	Nitrifikation	Denitrifikation
Belebungsverfahren	X	X	X
Tropfkörperverfahren	X	X	(X)
Teichverfahren	X	(X)	
Anaerobverfahren (z.B. UASB)	(X)		

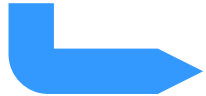
4.2 Anforderungen an die Ablaufqualität

Ausgewählte Verfahrenskombinationen für Kohlenstoffelimination und weitergehende Stickstoffelimination (Nitrifikation und Denitrifikation)

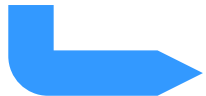
C-Elimination	Nitrifikation	Denitrifikation
Belebungsverfahren		
Tropfkörperverfahren		Biofilmverfahren
Tropfkörperverfahren		Belebungsverfahren
Teichverfahren	Biofilmverfahren	
Anaerobverfahren	Belebungsverfahren	



4.2 Anforderungen an die Ablaufqualität



**Länder-/Anlagenspez. stark abweichende
Reinigungsanforderungen (C-Elimination, Nitrifikation,
Denitrifikation, Phosphorelim.)**



**Zusätzliche Parameter
(z. B. Coliforme, Helmintheneier)**



**Einhaltung bestimmter Reinigungsziele (z.B. niedrige $\text{NH}_4\text{-N}$ -
Konz.) ist bei einigen Reinigungsverfahren (z.B. Teichan-
lagen) nur durch Kombination von mehreren Reinigungs-
verfahren (z.B. Teichanlage und Tropfkörper) möglich**

4. Bemessungsrelevante Einflussfaktoren

4.3 Überwachungsmethode

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Bei der Überwachung der Ablaufanforderungen in verschiedenen Ländern zeigen sich generell zahlreiche Unterschiede:

- **Art der Anforderung an die Verschmutzungsparameter**
(Maximalkonzentration oder prozentuale Mindestfrachtminderung)
- **Art der Definition einzelner Parameter**
(z. B. Summenparameter für Stickstoff mit oder ohne organischem Anteil)
- **Häufigkeit der Probenahme**
(Anzahl pro Jahr)
- **Probenahmezeiträume bzw. Bezugszeiträume**
(Stichproben, 2-Stunden-Mischproben, Tagesmischproben, Jahresmittelwerte)
- **Bewertung der Ergebnisse der Probenahme**
(zulässige Anzahl von Proben mit Abweichungen, maximal zulässige Abweichungen je Probe)



4.3 Überwachungsmethode

Deutsche Überwachungspraxis

- 2-h-Mischprobe oder qualifizierte Stichprobe
- „4-von-5-Regel“ (§ 6 (1) der AbwV)
Reinigungsanforderungen gelten als eingehalten, wenn die Ergebnisse der 5 letzten Überprüfungen in 4 Fällen den maßgebenden Wert nicht überschreiten und kein Ergebnis den Wert um mehr als 100 % übersteigt



Deutsche Überwachungspraxis findet international keine Anwendung!



Deutsche Überwachungspraxis ist im DWA-Regelwerk (z.B. im alten und im neuen Arbeitsblatt A 131) bemessungstechnisch berücksichtigt (=> Auslegung auf Einhaltung in der Ablaufspitze)

4.3 Überwachungsmethode

Vergleich der deutschen und der europäischen Regelung am Beispiel kommunaler Kläranlagen mit 100.000 EW und Einleitung in empfindliche Gebiete:

Kriterien	deutsche Abwasser- verordnung AbwV	EU-Richtlinie 91/271/EWG
Art der Probennahme	2-h-Mischprobe oder qualifizierte Stichprobe	24-h-Mischprobe (Tagesmischprobe)
Einhaltungskriterium	„4-von-5-Regel“: Abweichung bei max. 1 von 5 Proben	Tabelle 3: max. 3 Abweichungen bei 24 Proben/a*
Max. Abweichung	100 %	100 %

* Anzahl Abweichungen abhängig von Probenanzahl und Anzahl Proben abhängig von Anlagengröße

4.3 Überwachungsmethode

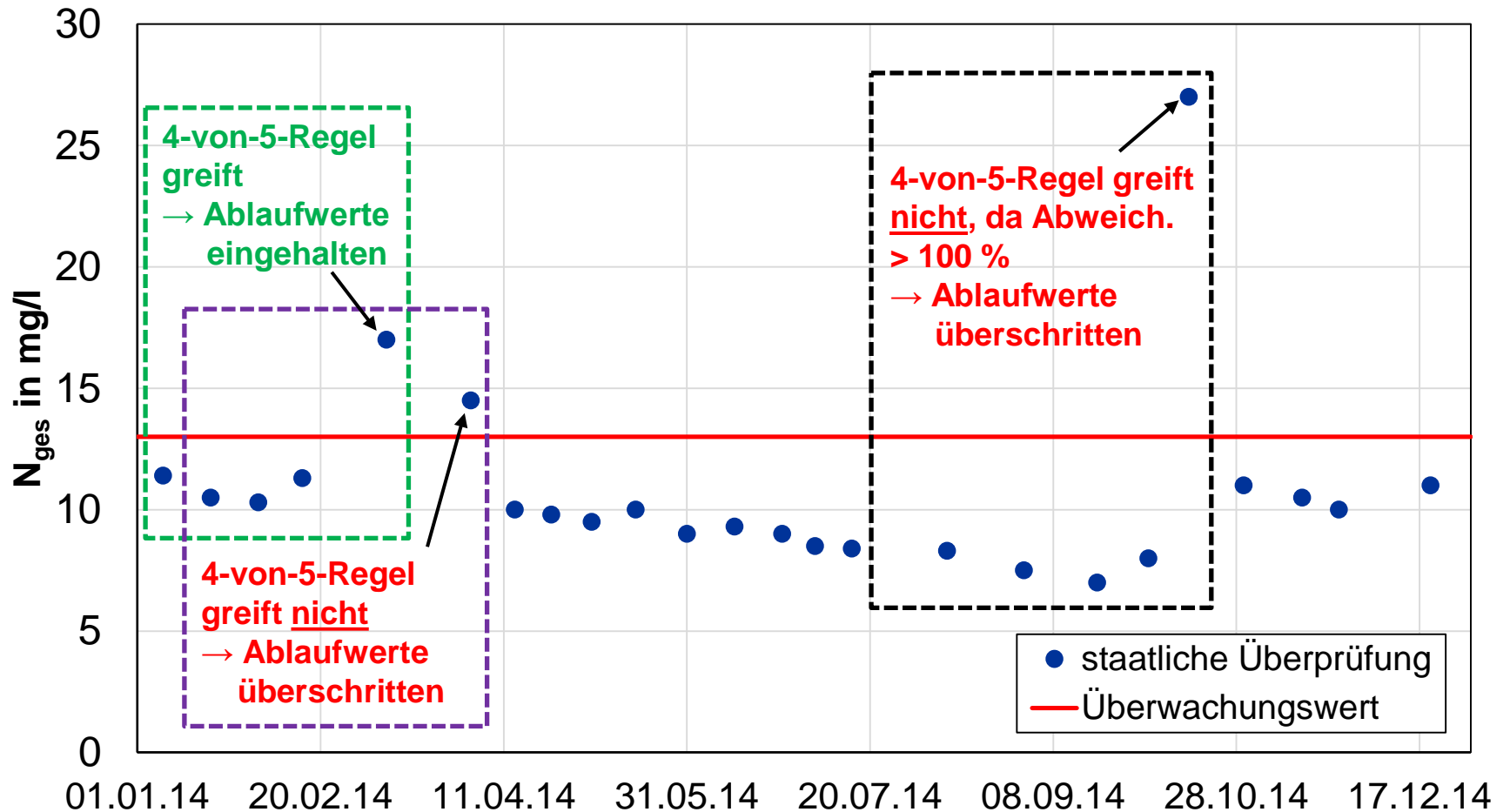
Vergleich der deutschen und der europäischen Regelung am Beispiel kommunaler Kläranlagen mit 100.000 EW und Einleitung in empfindliche Gebiete:

Anforderungen	deutsche Abwasser- verordnung AbwV	EU-Richtlinie 91/271/EWG
Max. N _{anorg.} - Ablaufkonz.	13 mg/l N in der 2-h- Mischprobe/qualifizier- ten Stichprobe	10 mg/l N als Jahresmittelwert auf Basis von Tages-MP
Prozentuale N-Elimination	≥ 70 % N-Elimination auf Basis von Tagesmittelwerten	70 - 80 % N-Elimination auf Basis von Jahresmittelwerten*
		20 mg/l N als Tagesmittelwert

* =Jahresmittelwert (mg N/l) = Σ Messergebnisse (mg N/l) / Σ Probenanzahl

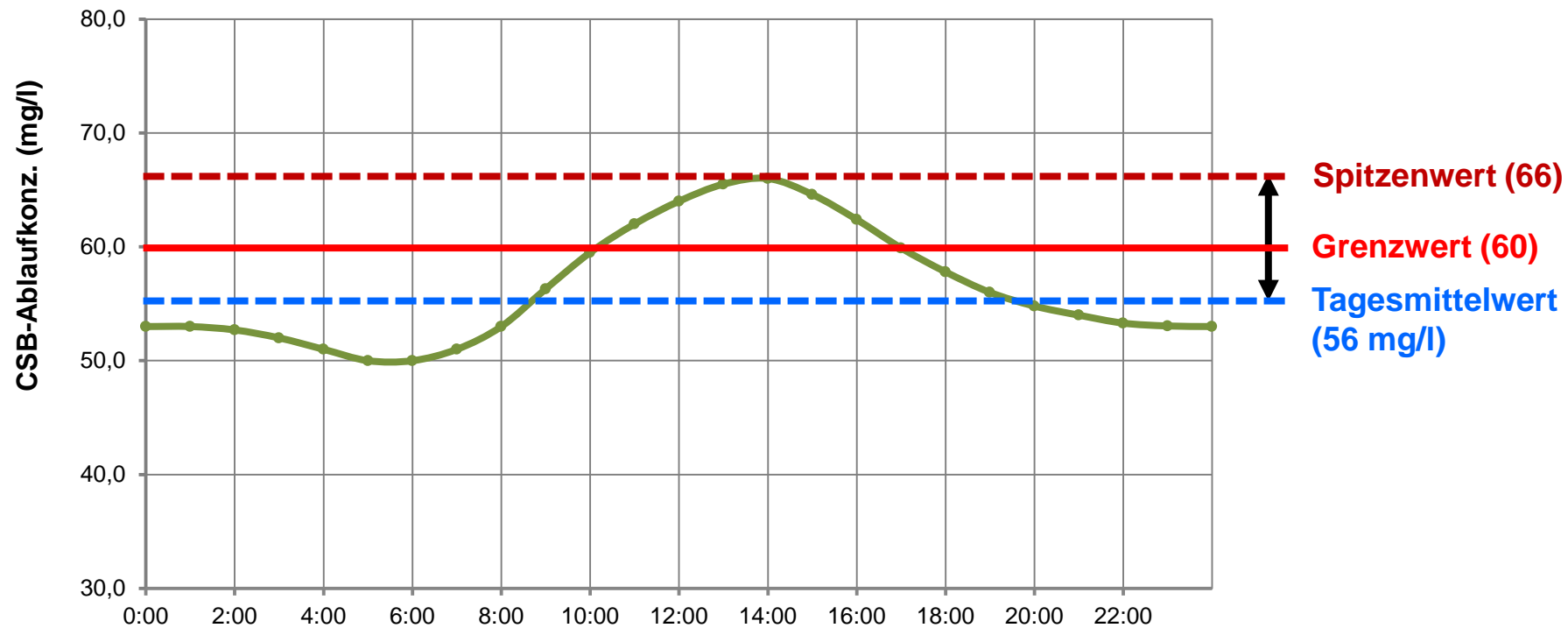
4.3 Überwachungsmethode

Zulässige Anzahl abweichender Proben auf Basis der qualifizierten Stichprobe



4.3 Überwachungsmethode

Qualifizierte Stichprobe im Vergleich zum Tagesmittelwert

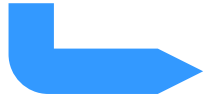


—●— CSB-Konz. (mg/l)

nach EU 91/271/EWG: Grenzwert eingehalten
 nach (deutscher) AbwV: Grenzwert nicht eingehalten



4.3 Überwachungsmethode



Die Art der Überwachungspraxis hat einen großen Einfluss auf die Dimensionierung der Kläranlage.



Eine nicht angepasste Bemessung nach deutschen Randbedingungen führt im Ausland zu unwirtschaftlichen Überdimensionierungen.



5. Ausblick

- Laufzeit des vom BMBF geförderten Projekts endet im Oktober 2016
- Präsentation von Ergebnissen auf verschiedenen Veranstaltungen, u. a. IFAT 2016 in München
- Aufbereitung der Ergebnisse erfolgt bis September 2016 im neuen DWA-Themenband
- Abschlussveranstaltung findet am 05. und 06. Oktober 2016 in Essen statt
- Zunächst freuen wir uns auf das heutige und morgige Statusseminar mit den aktuellen Zwischenergebnissen



Weitere Informationen

Projekt-Website:
www.expoval.de

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

English Impressum Kontakt Login

EXPOVAL

Startseite Projekt Unterverbünde Partner Service Aktuelles

Erweiterung der Bemessungsregeln für Anlagen nach dem weit verbreiteten Belebtschlammverfahren sowie ergänzende Untersuchungen zur Online-Analytik und Datenfernübertragung... [mehr](#)

- UV 1: Belebungsanlagen
- UV 2: Belüftungstechnik
- UV 3: Tropfkörper
- UV 4: Anacrobotechnik
- UV 5: Abwasserteiche
- UV 6: Klärschlammmanagement
- UV 7: Hygienisierung und Wasserwiederverwendung

- Ziele
- Struktur
- Partner
- Koordination
- Förderung

Statusseminar 2015
am 01./02.10.2015
in Hannover

[mehr Infos](#)

Verbundprojekt „Exportorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich Abwasser – Validierung an technischen Anlagen“ (EXPOVAL)

Erweiterung der deutschen Bemessungsregeln für Abwasseranlagen

Die in Deutschland langjährig bewährten Bemessungsregeln für Abwasseranlagen sind ausgerichtet auf die hier vorherrschenden Randbedingungen. Für Anwendungen im Ausland ist daher häufig eine Anpassung der Bemessungsansätze an die dortigen abwasser-technischen und klimatischen Verhältnisse notwendig.

Diese Aufgabe greift das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBWF) geförderte Verbundprojekt „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet Abwasser – Validierung an technischen Anlagen (EXPOVAL)“ auf. Das Projekt zielt auf die Erweiterung der bestehenden Bemessungsansätze an höhere und





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Gesamtkoordination:



§ Prof. Dr.-Ing. habil. Holger Scheer: scheer@ewlw.de

§ Dr.-Ing. Tim Fuhrmann: fuhrmann@ewlw.de

§ Dipl.-Ing. Peter Wulf: wulf@ewlw.de

Danksagung:

Die Realisierung des EXPOVAL-Verbundvorhabens wurde Dank der Förderung durch das BMBF (FKZ 02WA1252A ff.) möglich.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Löwe vom BMBF sowie Herrn Dr. Jobelius, Frau Dr. Höckele und Herrn Dr. Kautt vom Projektträger Karlsruhe, Bereich Wassertechnologie und Entsorgung