

# Grauwasserrecycling im Hotel- und Gaststättengewerbe

## *Anforderungen, Technik und Realisierung*

Dipl.-Ing. Christopher Keyzers  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp

Dipl.-Ing. Marika Holtorff  
Dipl.-Ing. Sascha Rödel  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Wolfgang Günthert

Institut für Wasserwesen  
Professur für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik  
Universität der Bundeswehr München

der Bundeswehr  
Universität  München

Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
RWTH Aachen

 **RWTH AACHEN**  
UNIVERSITY



- ▶ **Einleitung**
  - Wasserbedarf im Hotel- und Gaststättengewerbe
  - Definition und Anfall von Grauwasser
  - Rechtliche Rahmenbedingungen
  
- ▶ **Anwendungsbeispiel 4-Sterne Hotel „Am Kurpark“**
  - Ziele des FuE-Vorhabens
  - Planung, Ausschreibung und Bau der Wassernetze
  - Planung, Ausschreibung und Bau der Aufbereitungstechnik
  - Betriebserfahrungen/-ergebnisse
  
- ▶ **Fazit und Ausblick**



## Einleitung

---

- ▶ 52.000 Beherbergungsstätten in Deutschland
  - mit insgesamt 2,568 Mio. Betten
  - Hotels, Gasthöfe, Pensionen, Erholungs- und Ferienheime sowie Jugendherbergen
  
- ▶ Der Wasserverbrauch von Hotels ist abhängig von folgenden Merkmalen:
  - **Ausstattung der Gästezimmer** (Dusche, Bad, WC und zugehörige Sanitärinstallationen)
  - **Anzahl der Restaurantplätze**
  - **Verhältnis Gäste zu Angestellten**
  - **Ausstattung mit Komforteinrichtungen** wie Schwimmbad, Sauna und Kureinrichtungen
  - **Art des Hotels** (Urlaubs-, Seminar-, Flughafen- oder Messehotel)

# Wasserbedarf im Hotel- und Gaststättengewerbe

## ▶ Wasserbedarfswerte für Deutschland

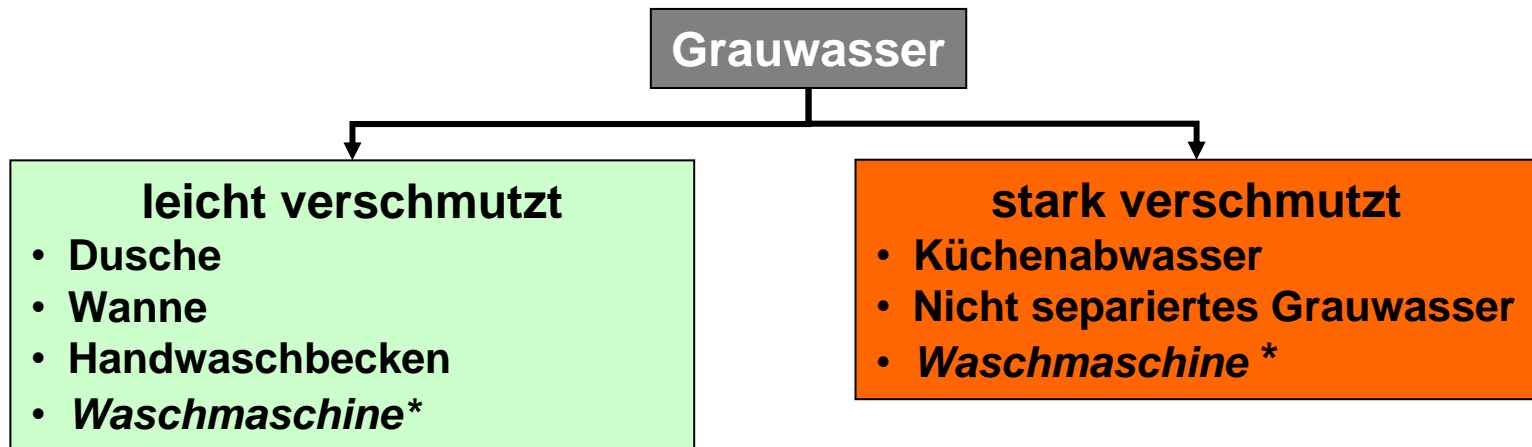
spezifischer Wasserverbrauch	VDI 3807 Blatt 3 (2000)		DVGW Merkblatt W410 (1995)	HERMES (2000)	DEHOGA (2005)			
	gehobene Mittelklasse	Frist-class-Business-Hotel			2 Sterne	3 Sterne	4 Sterne	5 Sterne
I/Übernachtung	235	253	-	201 <sup>1)</sup> 337 <sup>2)</sup>	454 <sup>3)</sup> 293 <sup>4)</sup>	424 <sup>3)</sup> 210 <sup>4)</sup>	335 <sup>3)</sup> 201 <sup>4)</sup>	594 <sup>3)</sup> 310 <sup>4)</sup>
I/(Gast·d)		-	290					
I/((Gast + Beschäftigter)·d)	167	182	-					
I/(Bett·d)	96	81	241					
I/(Hotelzimmer·d)	-	-	388					

- 1) Medianwert für die Hotelkategorie „garni“      Spannweite: 75 bis 825 I/Übernachtung  
 2) Medianwert für Hotels inkl. Restaurantbetrieb      Spannweite: 75 bis 900 I/Übernachtung  
 3) Durchschnitt  
 4) Benchmark

## ▶ Wasserbedarf im Hotel- und Gaststättengewerbe bedeutend höher als in privaten Haushalten

## Definition Grauwasser

- ▶ Definition „Grauwasser“ (DIN 4045, 2003)  
*Häusliches Schmutzwasser ohne fäkale Feststoffe und Urin wie z.B. Abwasser von Bade- und Duschwannen, Handwaschbecken und Küchenspülen*
- ▶ Klassifikation des Grauwassers nach seinem Entstehungsort bzw. vorherigen Verwendungszweck



\* generelle Zuordnung nicht möglich  
Zuordnung ist im Einzelfall zu prüfen



## Definition Betriebswasser

- ▶ Definition „Betriebswasser“ (DIN 4046, 1983)  
*Gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dienendes Wasser mit unterschiedlichen Güteeigenschaften (worin Trinkwasserqualitäten eingeschlossen sein können)*
- ▶ In Verbindung mit der Grauwassernutzung ist Betriebswasser biologisch behandeltes Grauwasser, das den Anforderungen des Berliner Merkblatts zur „Betriebswassernutzung in Gebäuden“ entspricht

Parameter	Berliner Merkblatt
BSB <sub>7</sub>	< 5 mg/l
Sauerstoffsättigung	> 50%
Gesamtcoliforme Bakterien	< 10.000/100ml
Fäkalcoliforme Bakterien	< 1.000/100ml
Pseudomonas aeruginosa	<100/100ml

## Definition Weißwasser

- ▶ Weißwasser
  - Begriff stammt aus dem FuE-Vorhaben
  - Keine verbindliche Definition bzw. Anforderung existent
  
- ▶ Betriebswasser für eine höherwertige, innerhäusliche Nutzung, das die mikrobiologischen Anforderungen der TrinkwV einhält

Parameter		Qualitätsanforderung Weißwasser
BSB <sub>5</sub>	[mg/l]	≤ 4
NH <sub>4</sub>	[mg/l]	≤ 0,5
NO <sub>3</sub>	[mg/l]	≤ 50,0
NO <sub>2</sub>	[mg/l]	≤ 0,5
Sauerstoffsättigung	[%]	≥ 50
Trübung	[NTU]	≤ 1,0
pH	[-]	≥ 6,5 - ≤ 9,5
Escherichia coli	[n/100ml]	0
Intestinale Enterokokken	[n/100ml]	0
Coliforme Bakterien	[n/100ml]	0

# Grauwasseranfall

- ▶ Privater Bereich:  
56 – 111 l/(E·d)      **Ø 75 l/(E·d)**
- ▶ Hotel- und Gaststättengewerbe:
  - keine ausreichende Datengrundlage vorhanden
  - zur Abschätzung des Grauwasseranfalls kann der Warmtrinkwasserbedarf herangezogen werden

Quelle	Kategorie	Bezugsgröße	Bedarf in Litern
Sia-Norm 385/5	Standardhotel (Zimmer mit Dusche)	Bett	50 (30 <sup>*</sup> )
	1. Klasse Hotel	Bett	100 <sup>*</sup>
	2. Klasse Hotel	Bett	70 (50 <sup>*</sup> )
	Luxushotel	Bett	150 <sup>*</sup>
ORTH und MARTENKA, (2005)	Tagungshotel	Gast	50 <sup>1)</sup> 42 <sup>2)</sup>
	Business-, Luxushotel	Gast	90 <sup>1)</sup> 82 <sup>2)</sup>
	Messehotel	Gast	65 <sup>1)</sup> 48 <sup>2)</sup>

\* Standardverbrauch ohne Küche und Waschküche

1) Maximalwert

2) Durchschnittswert der stärksten Verbrauchstage





## Rechtliche Rahmenbedingungen

---

- ▶ **Grauwassernutzungsanlagen**
  - bedürfen keiner wasserrechtlichen Genehmigung
  - Unterliegen einer Anzeigepflicht beim Gesundheitsamt gemäß § 13 TrinkwV
  - In den meisten Bundesländern unterliegen haustechnische Anlagen (Grauwasseranlage) keiner Baugenehmigungspflicht
  
- ▶ **Anforderungen an Grauwasser- und Betriebswasserleitungen gemäß § 17 TrinkwV**
  - Betriebswasserleitungen müssen eindeutig und dauerhaft farblich gekennzeichnet sein
  - Entnahmestellen für das Betriebswasser müssen dauerhaft als solche gekennzeichnet werden.
  - Betriebswasserinstallationen dürfen nicht mit der Trinkwasserinstallation verbunden werden



POTABLE WATER →

NON-POTABLE WATER →

## Rechtliche Rahmenbedingungen

---

- ▶ Grauwassernutzungskonzepte
  - bedürfen einer Teilbefreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang gemäß § 3 AVBWasserV
  - Versagensgründe der Teilbefreiung
    - Wirtschaftliche Unzumutbarkeit für den Versorger
    - Gefährdung der Allgemeinheit



- ▶ FuE-Vorhaben  
*Produktionsintegrierte Umweltschutzmaßnahmen im Hotel- und Gaststättengewerbe unter besonderer Berücksichtigung vorhandener Bausubstanz*

- ▶ gefördert durch das



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Förderkennzeichen  
02WD0857/02WD0856

## Anwendungsbeispiel „Am Kurpark“

---

### ▶ Ziele des FuE-Vorhabens

- Aufbereitung des Grauwassers muss durch bereits am Markt verfügbare Techniken realisiert werden
- Implementierung der Grauwasseraufbereitung im laufenden Hotelbetrieb und unter Berücksichtigung der vorhandenen Bausubstanz
- Hochwertige Nutzung des Weißwassers in Spül- und (Wasch)maschinen



## Anwendungsbeispiel „Am Kurpark“

---

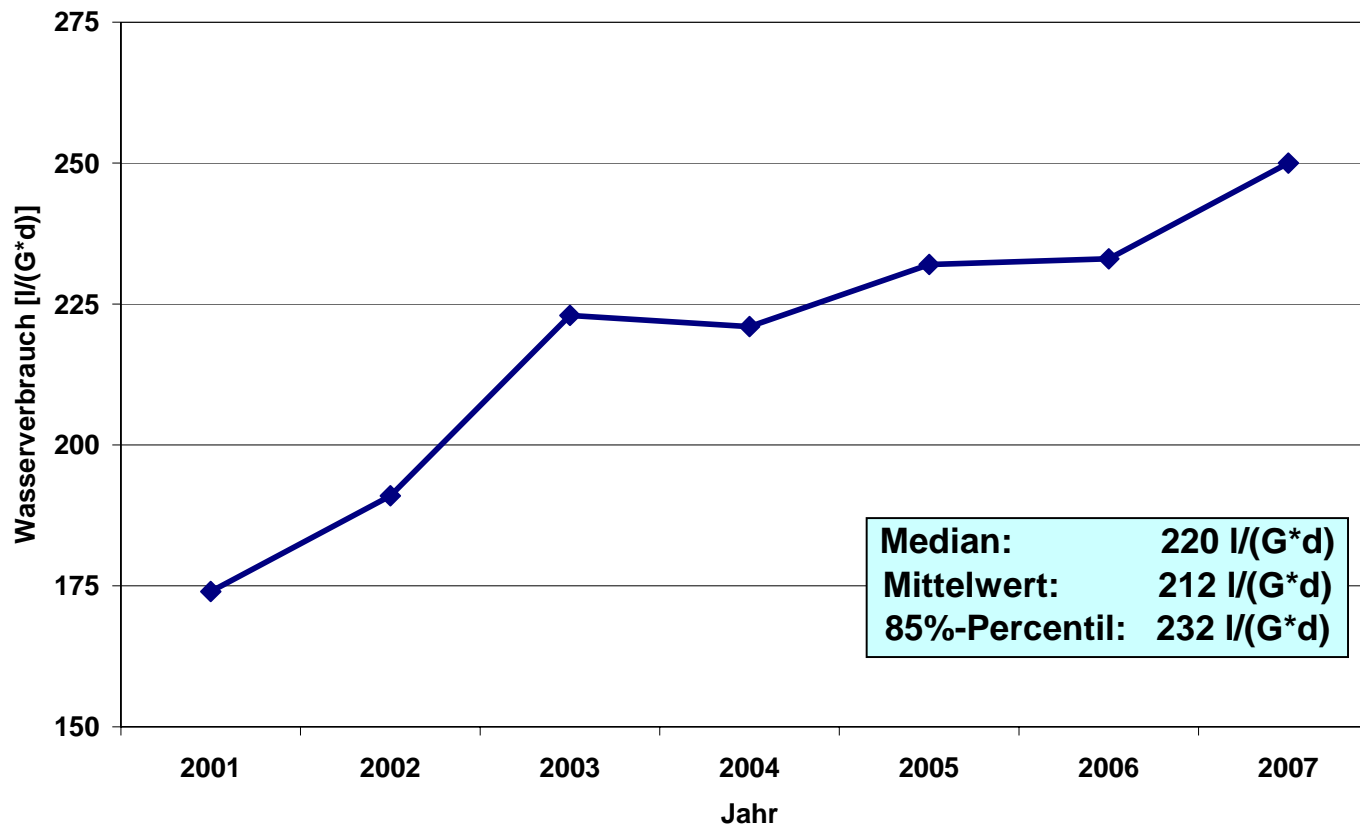
- ▶ Hotel „Am Kurpark“, Bad Windsheim
  - 4-Sterne-Privathotel
  - 50 Gästezimmer mit 90 Betten, Tagungsräume, Restaurant (100 Plätze)
  - Haupthaus: Lobby, Restaurant, Gästezimmer
  - Seminarhaus: Tagungsräume, Gästezimmer



- ▶ Projektteam
  - Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) der RWTH Aachen
  - Professur Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (SWA) der Universität der Bundeswehr München
  - Ingenieurbüro ECON Umweltingenieure GmbH aus Aachen
  - Deutscher Hotel- und Gaststättenverband Nordrhein (DEHOGA Nordrhein)
  - Hobart GmbH

## Planung und Umsetzung

- ▶ Wasserverbrauchsermittlung Hotel „Am Kurpark“ (Zeitraum 2001 bis 2007)



## Planung und Umsetzung

- ▶ Systemtrennung/ Wassernetze
  - Systemtrennung in den Gästezimmern und den öffentlichen Toiletten



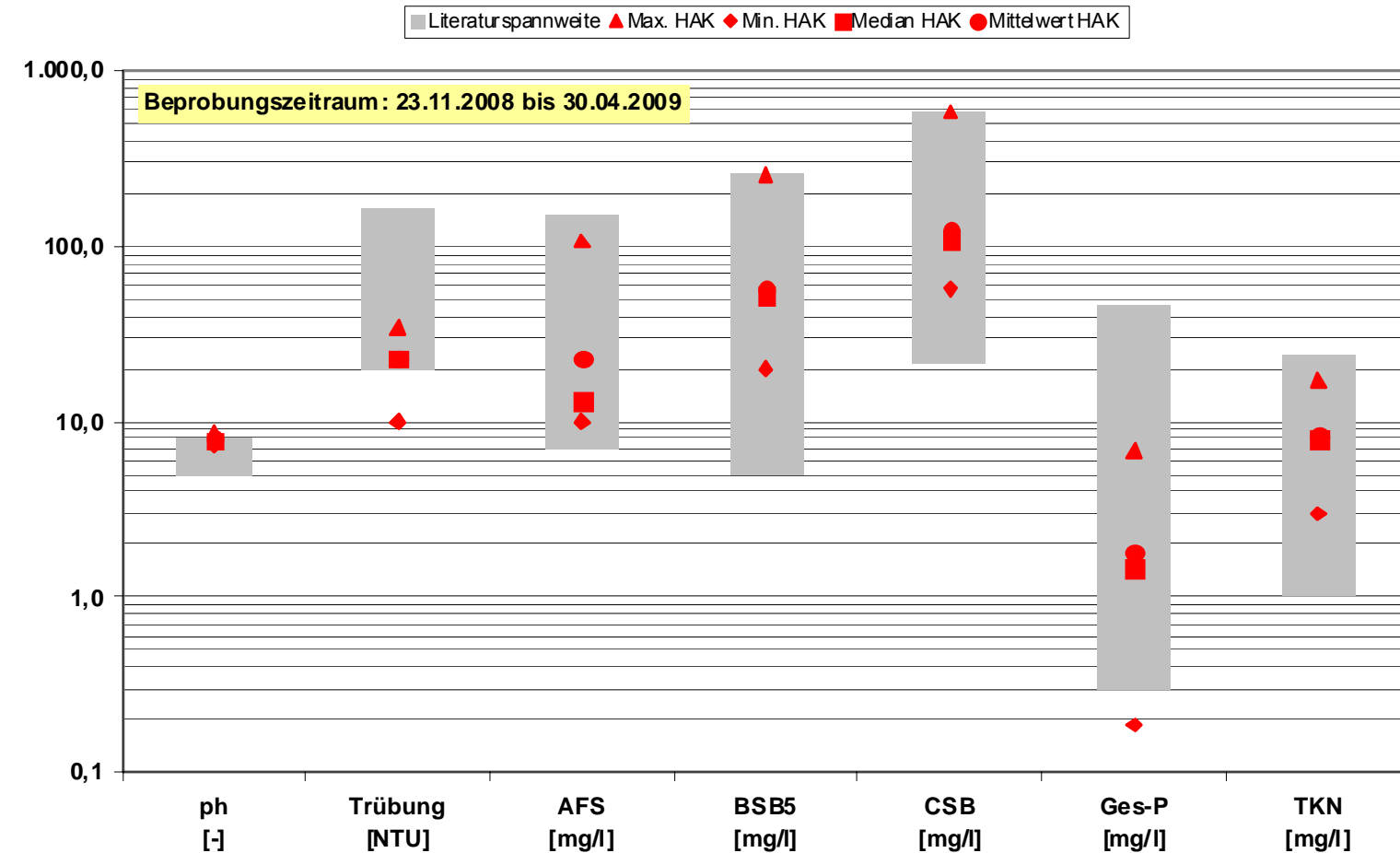
Systemtrennung in einem Duschbad während (links)  
und nach Beendigung des Umbaus (rechts)



Systemtrennung in den öffentlichen  
Toiletten

# Grauwasserbeschaffenheit Hotel „Am Kurpark“

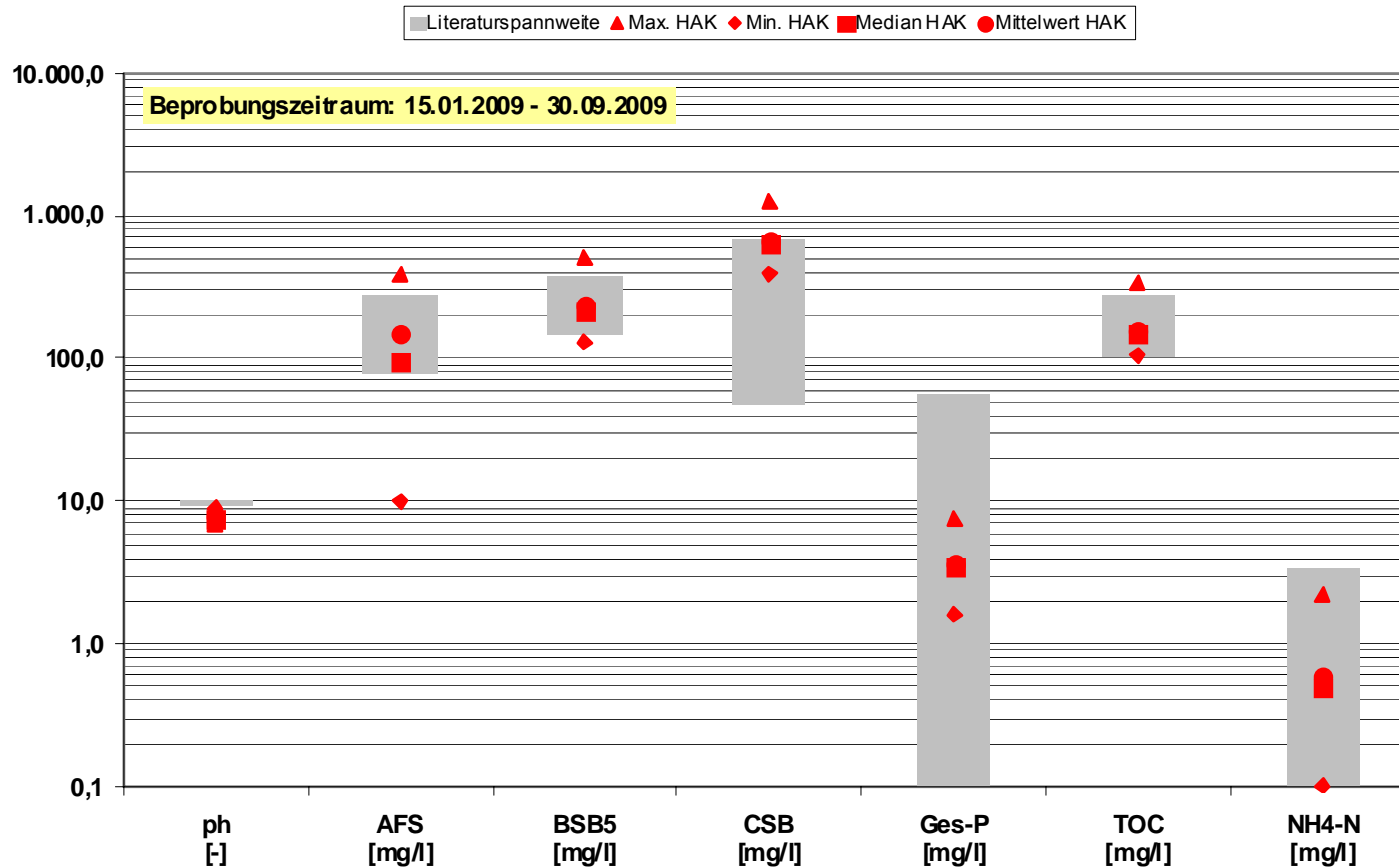
## ▶ Herkunftsbereich: Bad/Dusche Handwaschbecken



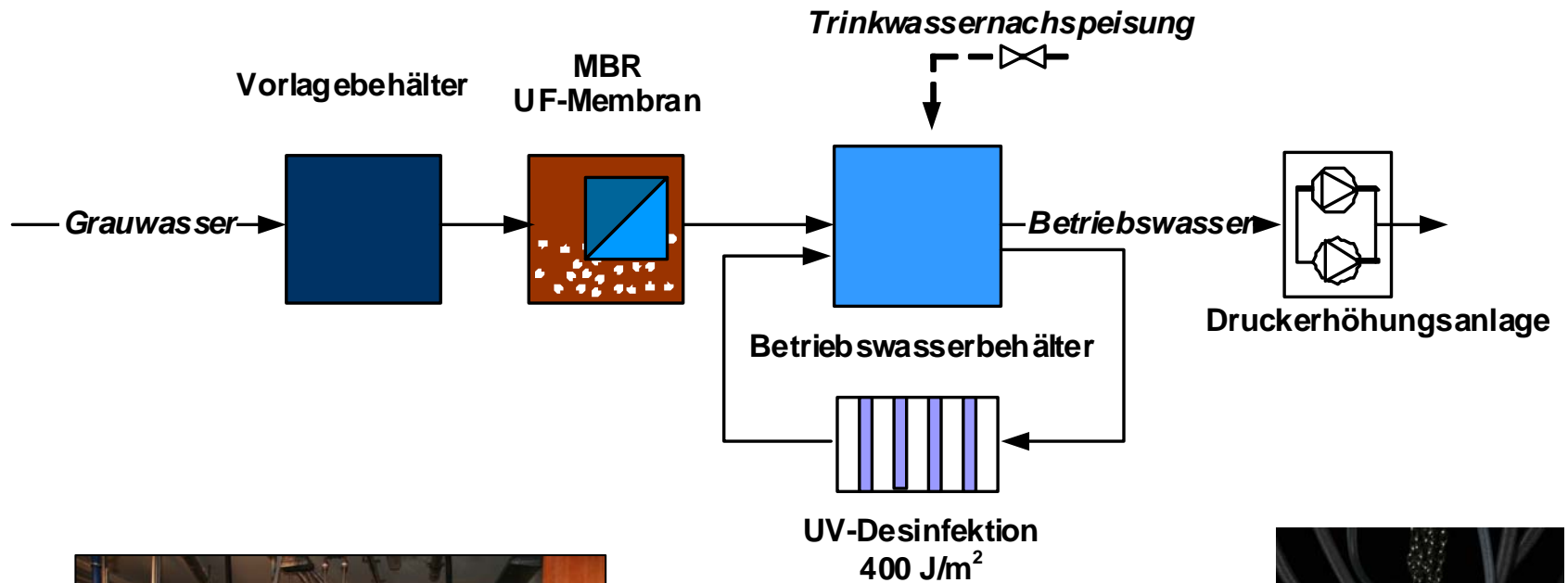


# Grauwasserbeschaffenheit Hotel „Am Kurpark“

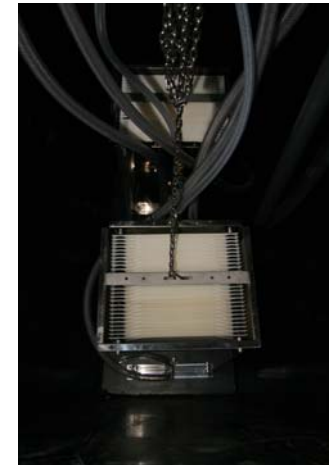
## ▶ Herkunftsbereich: Waschmaschine



# Grauwasseraufbereitung Hotel „Am Kurpark“



Grauwasseraufbereitungsanlage (Fa. Hans Huber AG)



UF-Membran

# Grauwasseraufbereitung Hotel „Am Kurpark“

Parameter	Einheit	Proben-anzahl	Zulauf (GW <sup>1)</sup> )	Ablauf (Permeat)	Anforderungen Weißwasser
CSB	mg/l	34	121,9	10,8	-
BSB <sub>5</sub>	mg/l	34	56,3	3,6	≤ 4,0 <sup>2)</sup>
TOC	mg/l	34	35,7	3,1	-
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	34	5,0	0,3	≤ 0,4 <sup>3)</sup>
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	34	0,1	4,8	≤ 11,0 <sup>3)</sup>
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	34	0,1	0,2	≤ 0,2 <sup>3)</sup>
P <sub>ges</sub>	mg/l	34	0,8	0,8	-
AFS	mg/l	34	22,9	n.n.	-
pH	-	34	8,1	8,3	≥ 6,5 - ≤ 9,5 <sup>3)</sup>
Trübung	NTU	24	17,5	0,1	≤ 1,0 <sup>3)</sup>

1) Grauwasser aus Handwaschbecken, Dusche und Waschmaschine

2) in Anlehnung an das Berliner Merkblatt, 1995

3) Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch TrinkwV (2001)



## Grauwasseraufbereitung Hotel „Am Kurpark“

- ▶ Mikrobiologische Qualität des Betriebs- bzw. Weißwassers
  - vereinzelte Überschreitung der geforderten Grenzwerte

	coliforme Keime	E. coli	Enterokokken
	n/100ml	n/100ml	KBE/100ml
Grenzwert	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
20.03.2009	<b>3</b>	0	0
14.08.2009	<b>11</b>	0	0
11.09.2009	<b>19</b>	<b>1</b>	0
11.12.2009	<b>8</b>	0	0

- Durch Anpassung der Rezirkulation konnten die Anforderungen wieder eingehalten werden



## Grauwasseranfall Hotel „Am Kurpark“

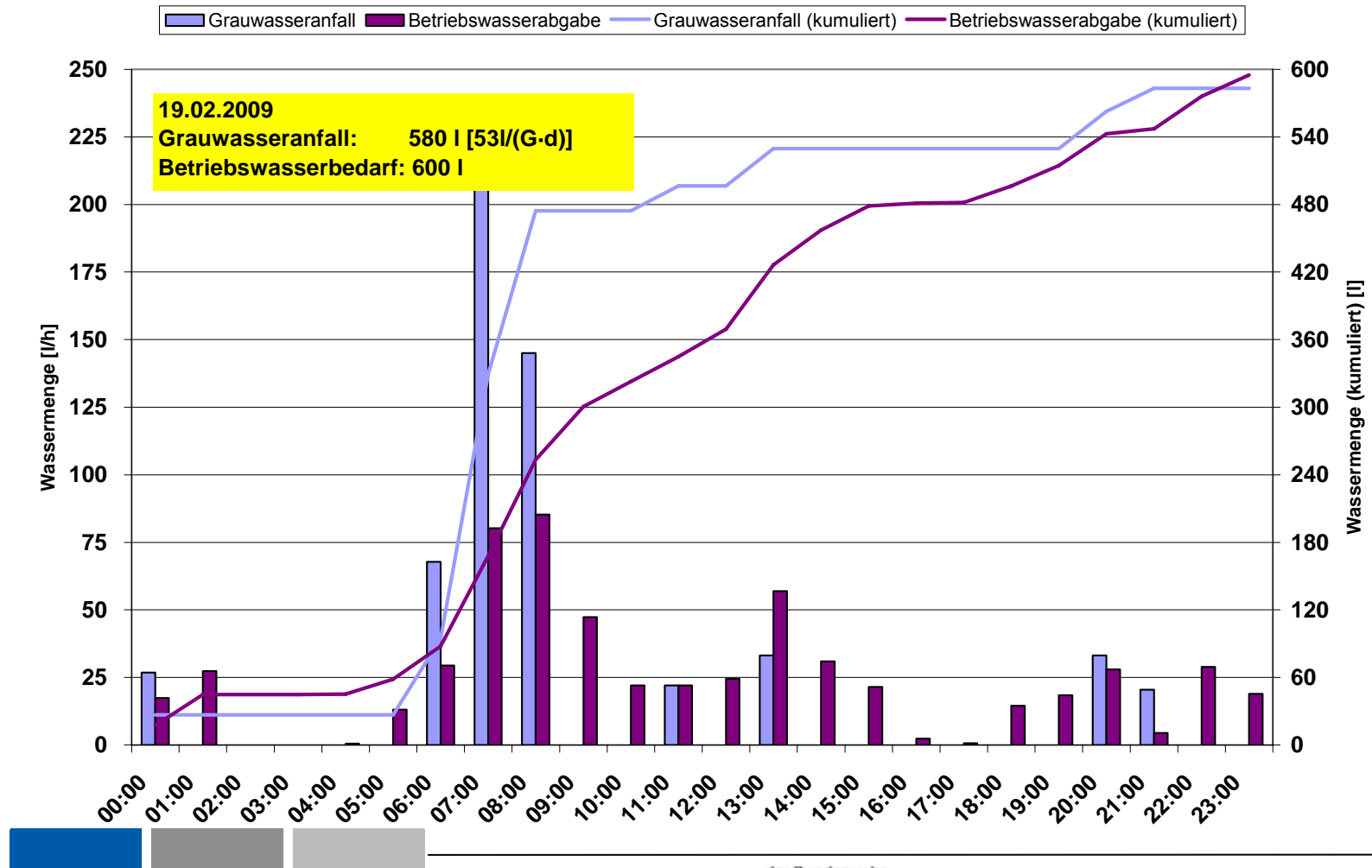
---

- ▶ Betriebsphase I (Bad/Dusche und Handwaschbecken)
  - Durchschnitt:  $\approx 52 \text{ l}/(\text{Gast}\cdot\text{d})$
  
- ▶ Betriebsphase II (Bad/Dusche, Handwaschbecken und Waschmaschine)
  - Durchschnitt:  $\approx 70 \text{ l}/(\text{Gast}\cdot\text{d})$



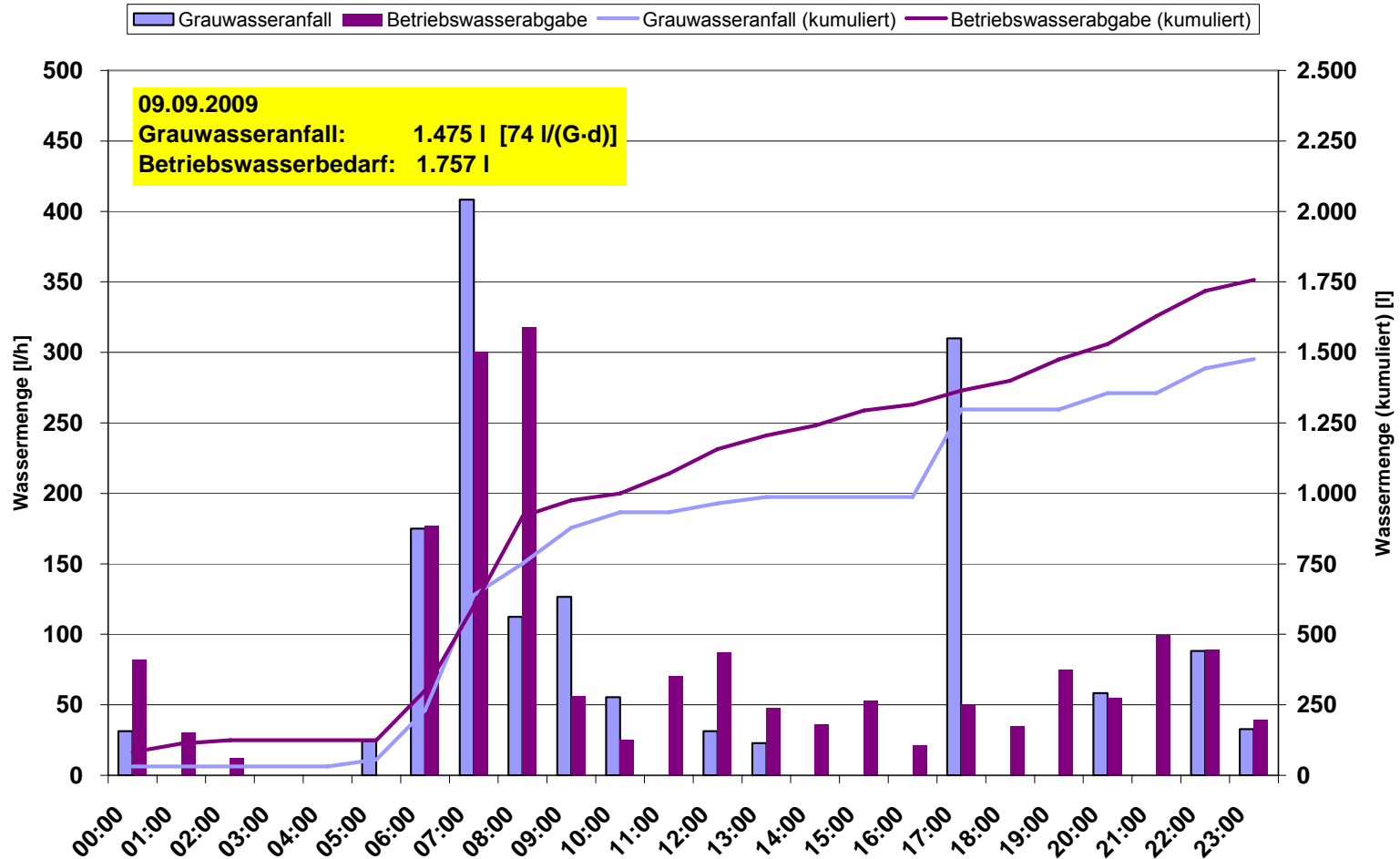
# Grauwasseranfall Hotel „Am Kurpark“

## ▶ Betriebsphase I



# Grauwasseranfall Hotel „Am Kurpark“

## ▶ Betriebsphase II



## Ausblick

---

- ▶ Implementierung einer Grauwasseraufbereitung im Hotel- und Gaststättengewerbe technisch möglich
  - Implementierung eines solchen Systems und der dazugehörige Umbau im Hotel „Am Kurpark“ im laufenden Hotelbetrieb mit nicht zu vernachlässigenden Mehraufwendungen
    - intensive personelle Aufwendungen bedingt durch die kurze Bauzeit der Maßnahme
    - notwendige Modifikation des Gesamtkonzeptes
  - Modifikation des MBR-Verfahrens zur Grauwasseraufbereitung mit zusätzlicher UV-Desinfektion
    - erforderlich im Rahmen der Genehmigung
    - vorgesehene Teilnutzung des Weißwassers in Spül- und Waschmaschine und den daraus resultierenden Qualitätsanforderungen
- ▶ Wirtschaftlichkeit abhängig von den örtlichen Randbedingungen
  - Trinkwasserpreis und Abwassergebühr
  - Bauliche Infrastruktur
  - u. a. m.



---

Unser Dank gilt den am Projekt beteiligten Partnern,  
insbesondere dem **Hotel „Am Kurpark“**, für ihre tatkräftige  
Unterstützung sowie dem  
**Bundesministerium für Bildung und Forschung**,  
ohne dessen Mitwirkung und Förderung das Projekt nicht  
realisierbar wäre.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt: [keysers@isa.rwth-aachen.de](mailto:keysers@isa.rwth-aachen.de)