

Untersuchungen zum Einsatz der Membranfiltration zur Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung

Neue Entwicklungen in der
Schwimmbeckenwasseraufbereitung
Köln, 08.05.2006

Ralph Hobby

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTVERFAHRENS-
TECHNIK, BEREICH WASSERTECHNIK

 IWW

IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR
WASSERFORSCHUNG GEMEINNÜTZIGE GMBH



Die DIN 19643 stellt erhöhte Anforderungen an die Qualität von Schwimm- und Badebeckenwasser, bspw.:

- **Max. THM-Konzentration im Beckenwasser = 20 µg/l**
- **Legionella pneumophila dürfen im Filtrat, Rein- und Beckenwasser in 100 ml nicht nachweisbar sein**
- **Max. Konzentration für gebundenes Chlor im Filtrat und Reinwasser = 0,2 mg/l**

DVGW-Forschungsvorhaben „Einsatz innovativer Verfahren zur Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung unter besonderer Berücksichtigung der Qualitätsanforderungen nach DIN 19643“

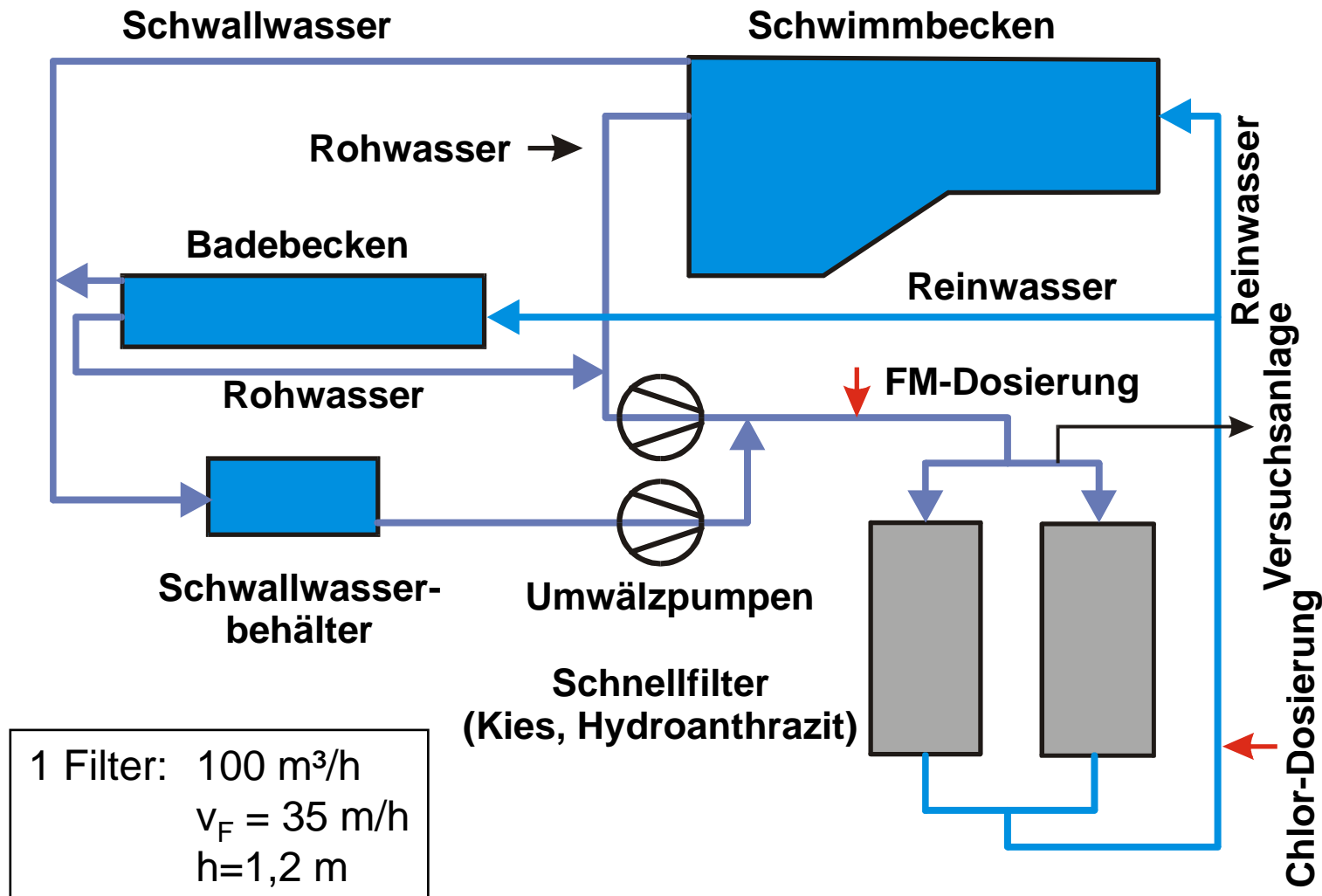
Laufzeit: 2000-2001

Im Rahmen des Vorhabens wurden von IWW/UDE zwei Ultrafiltrationsanlagen im Pilotmaßstab über einen Zeitraum von jeweils drei Monaten in einem kommunalen Hallenbad erstmals zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser eingesetzt.

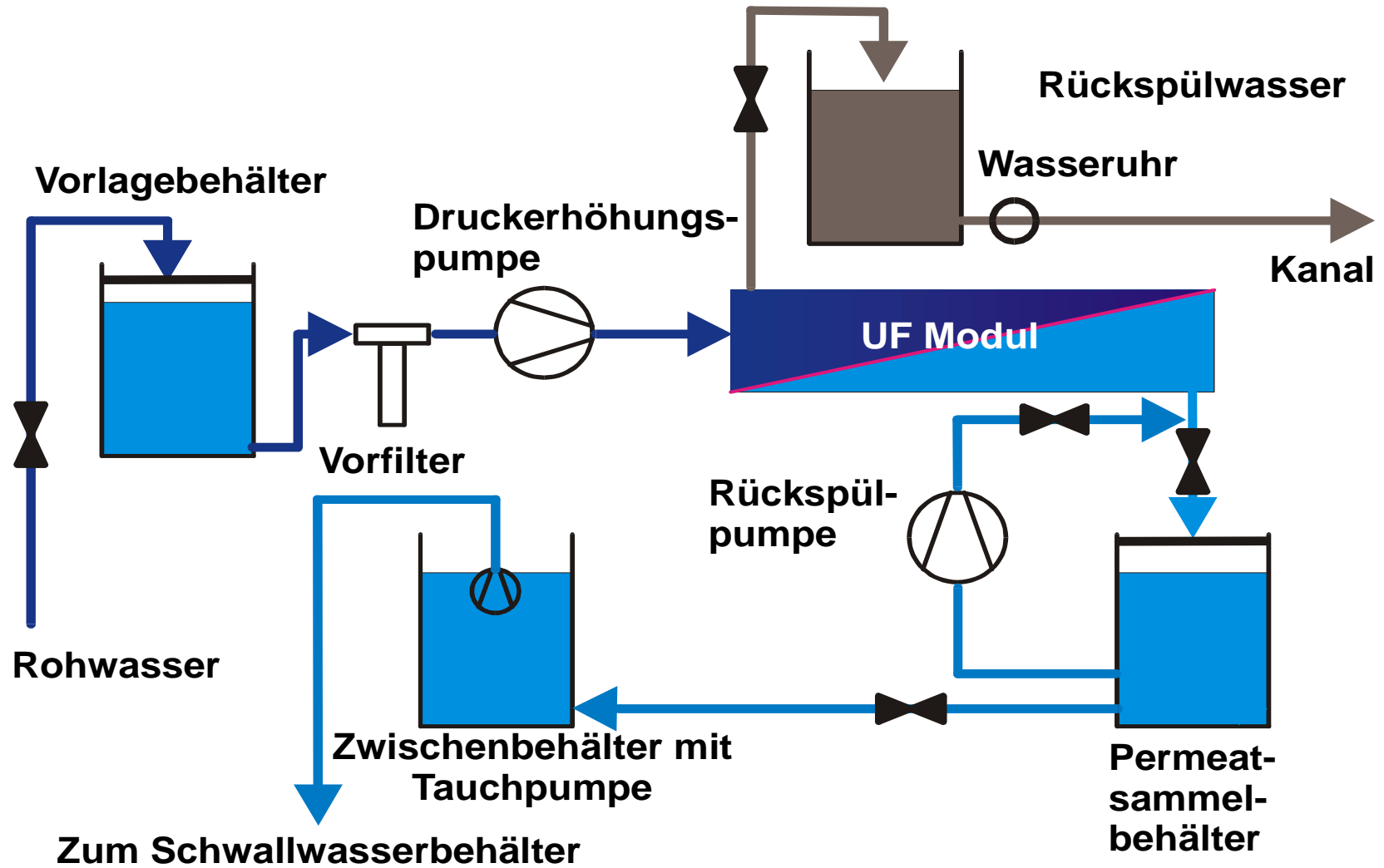
Ziel der Untersuchungen:

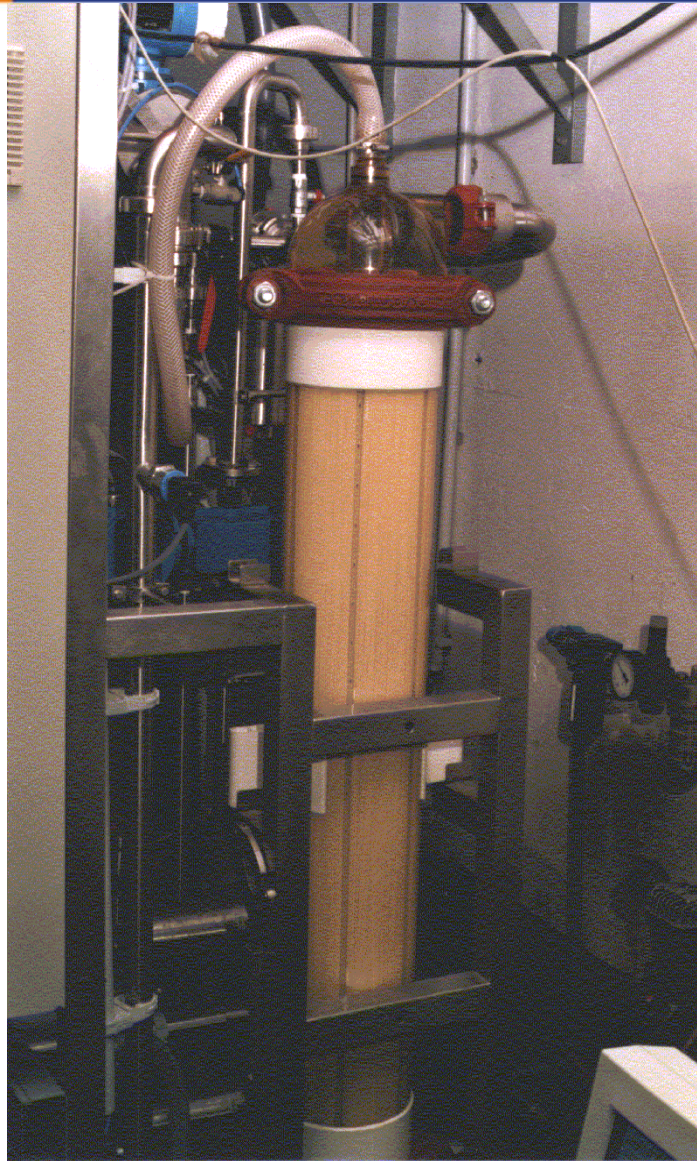
- Erste Betriebserfahrungen mit der Ultrafiltration bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser sammeln,
- prüfen, ob mit der Ultrafiltration die Anforderungen nach DIN 19643 gesichert eingehalten werden können,
- abschätzen, ob die Ultrafiltration wirtschaftlich vertretbar eingesetzt werden kann.

Schematische Darstellung der Schwimm- / Badebeckenanlage



Schematische Darstellung der 1. UF-Pilotanlage (Koch-Glitsch)

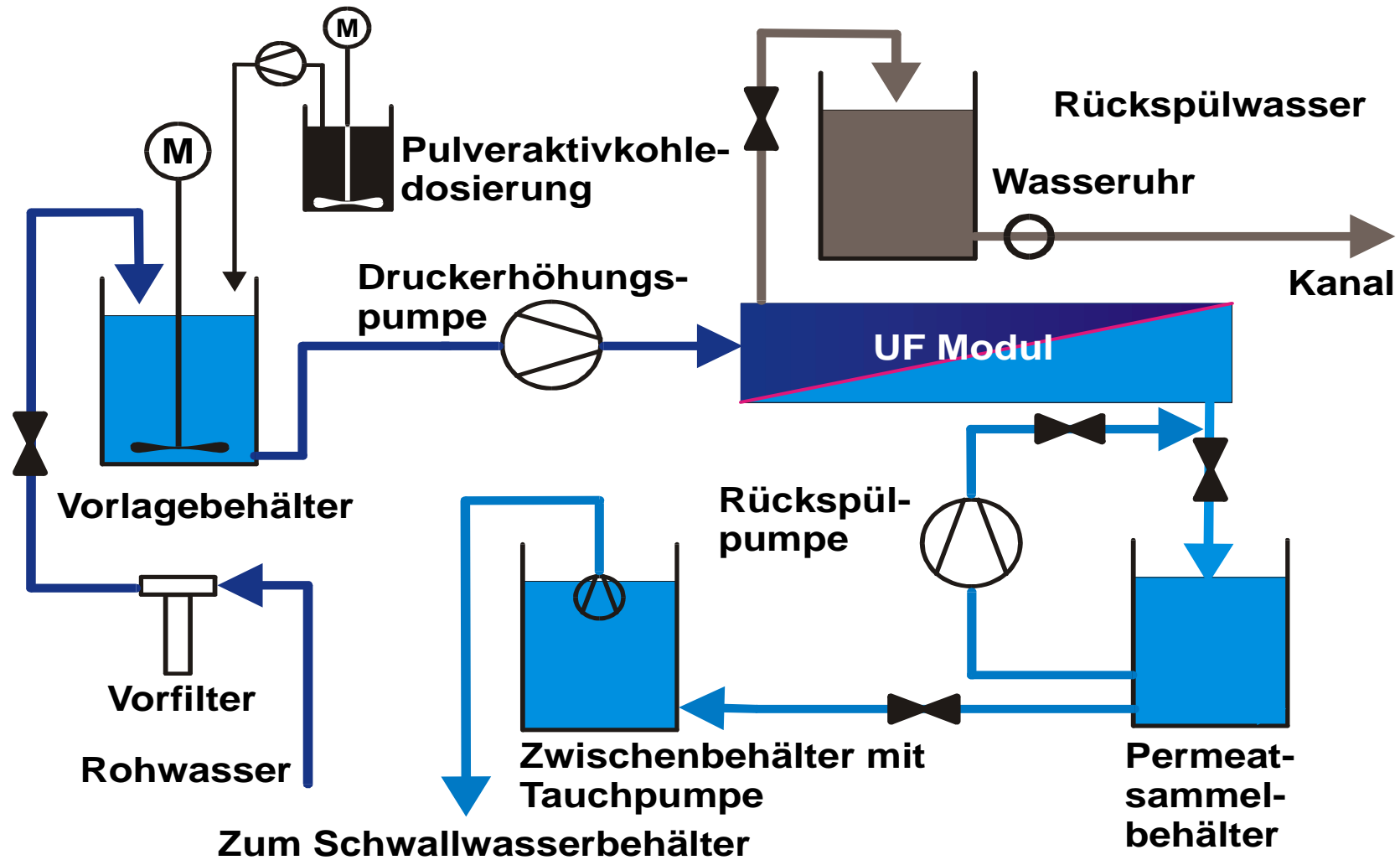




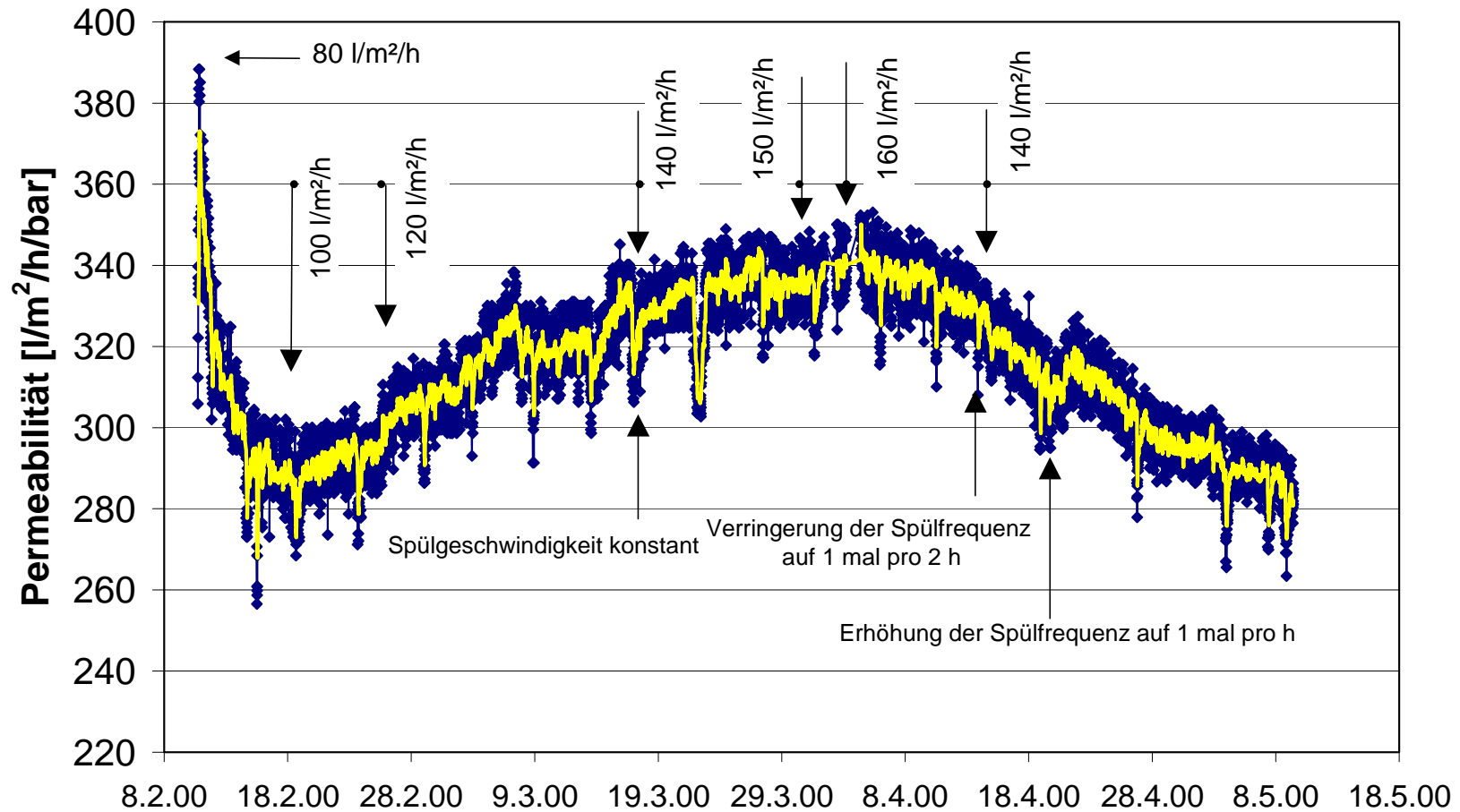
- Pilotanlage ist komplett aus Edelstahl gefertigt
- Anlagensteuerung erfolgt über SPS

- Membranmodul (Hohlfasermodul):
 - Material = Polysulfon,
 - Membranfläche = 30 m²,
 - Innendurchmesser der Hohlfasern = 0,8 mm

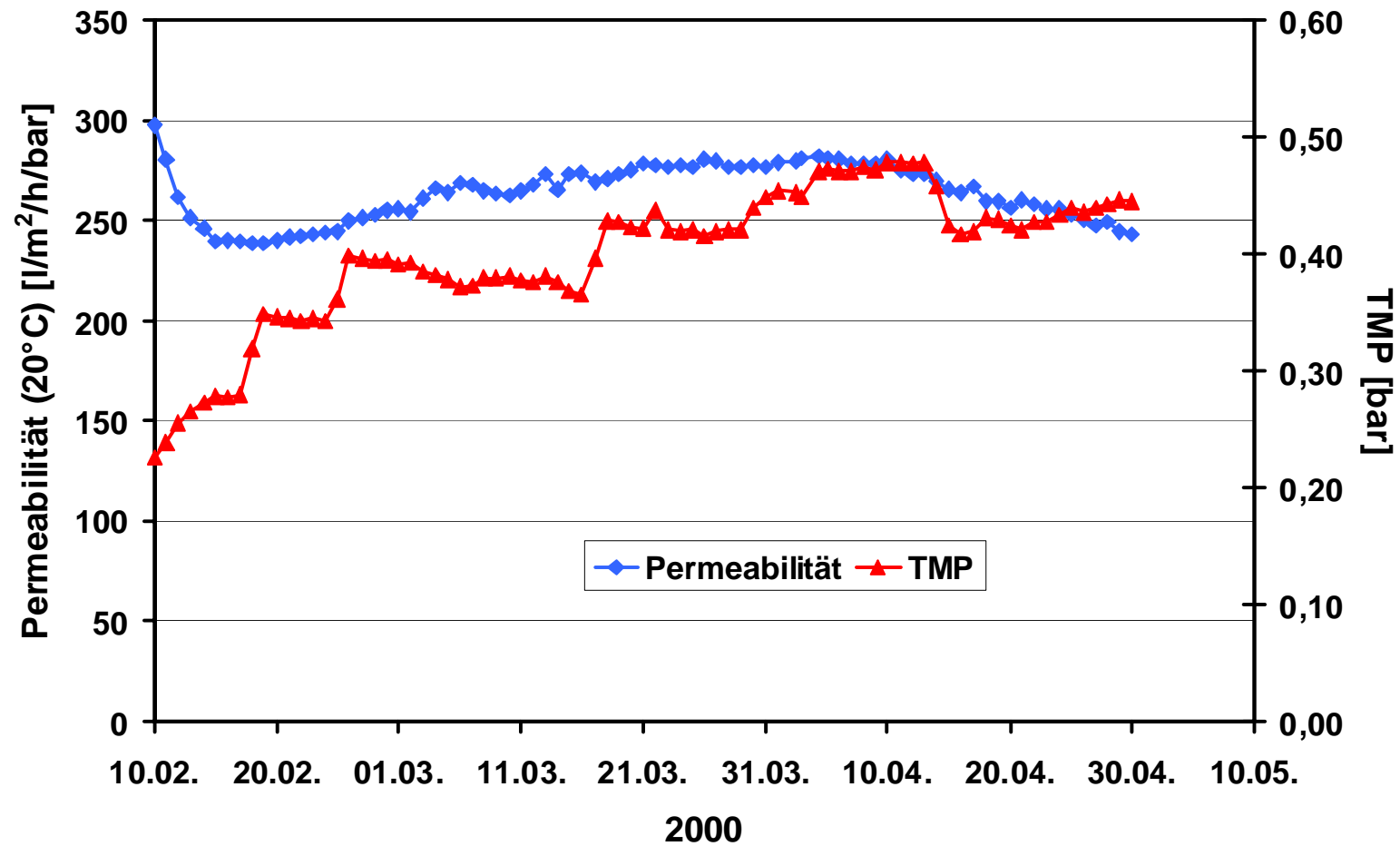
Schematische Darstellung der 2. UF-Pilotanlage (Stork Friesland B. V.)



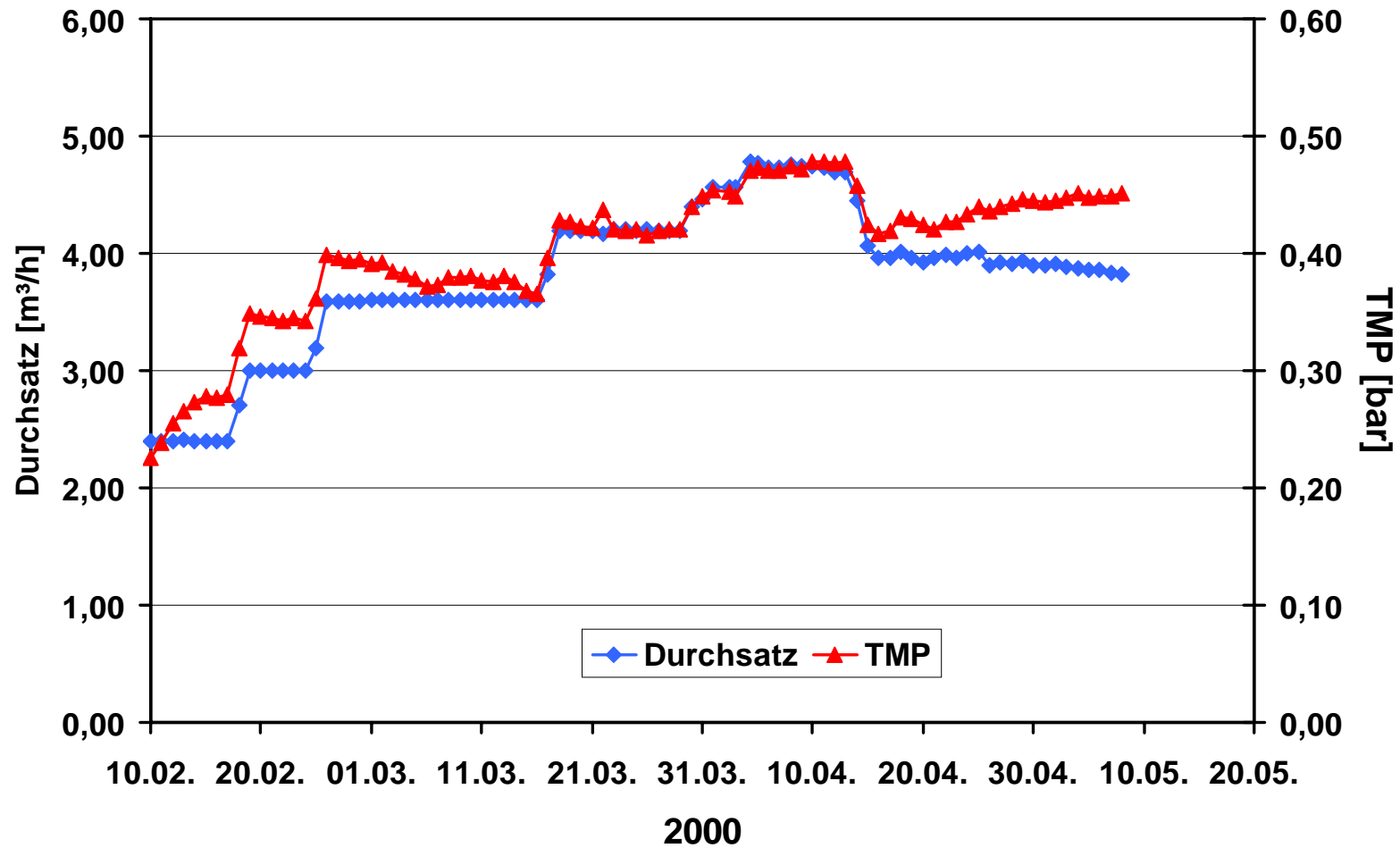
Betriebsergebnisse (Koch-Anlage)



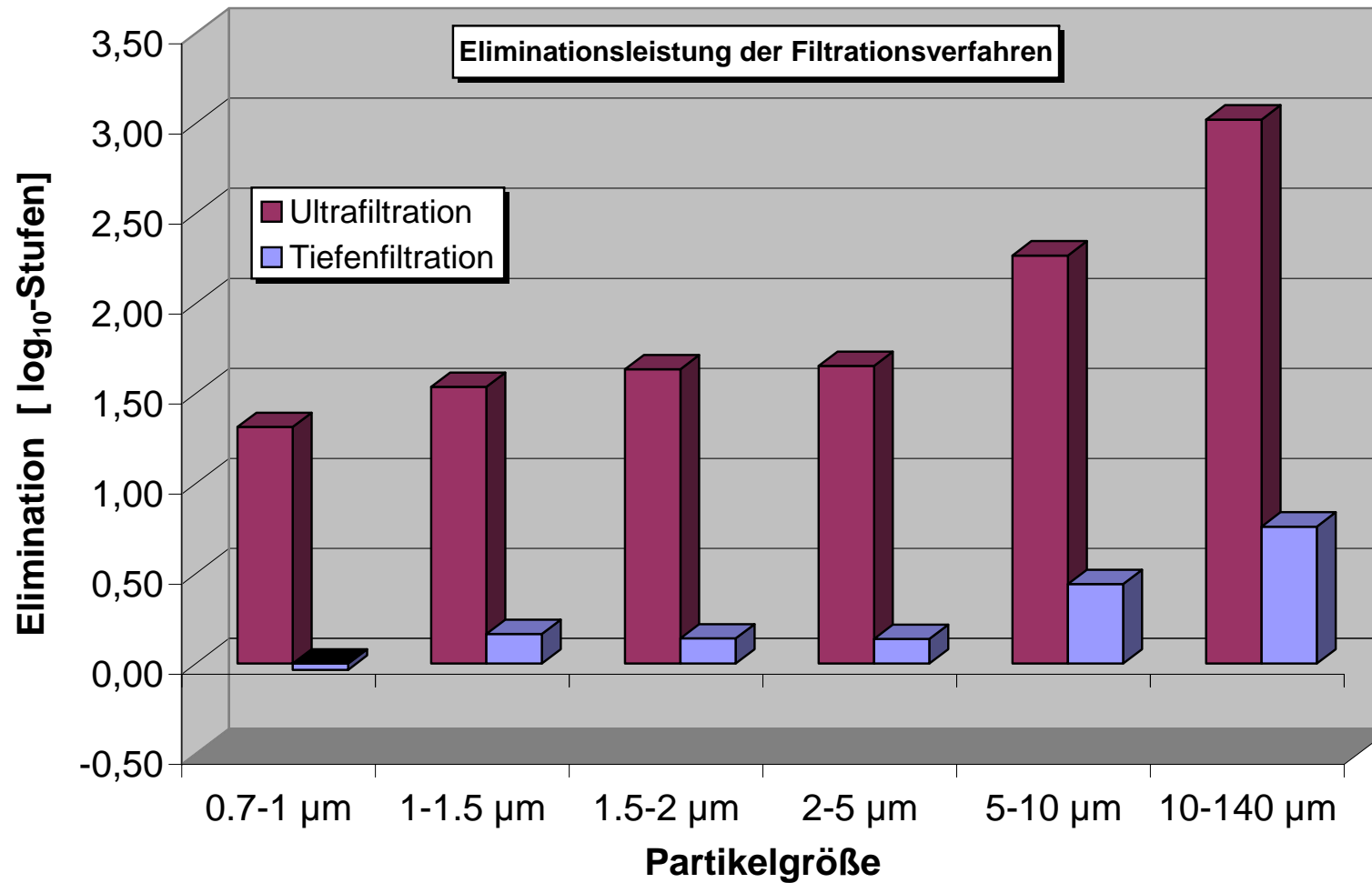
Betriebsergebnisse (Koch-Anlage)



Betriebsergebnisse (Koch-Anlage)



Betriebsergebnisse (Koch-Anlage)



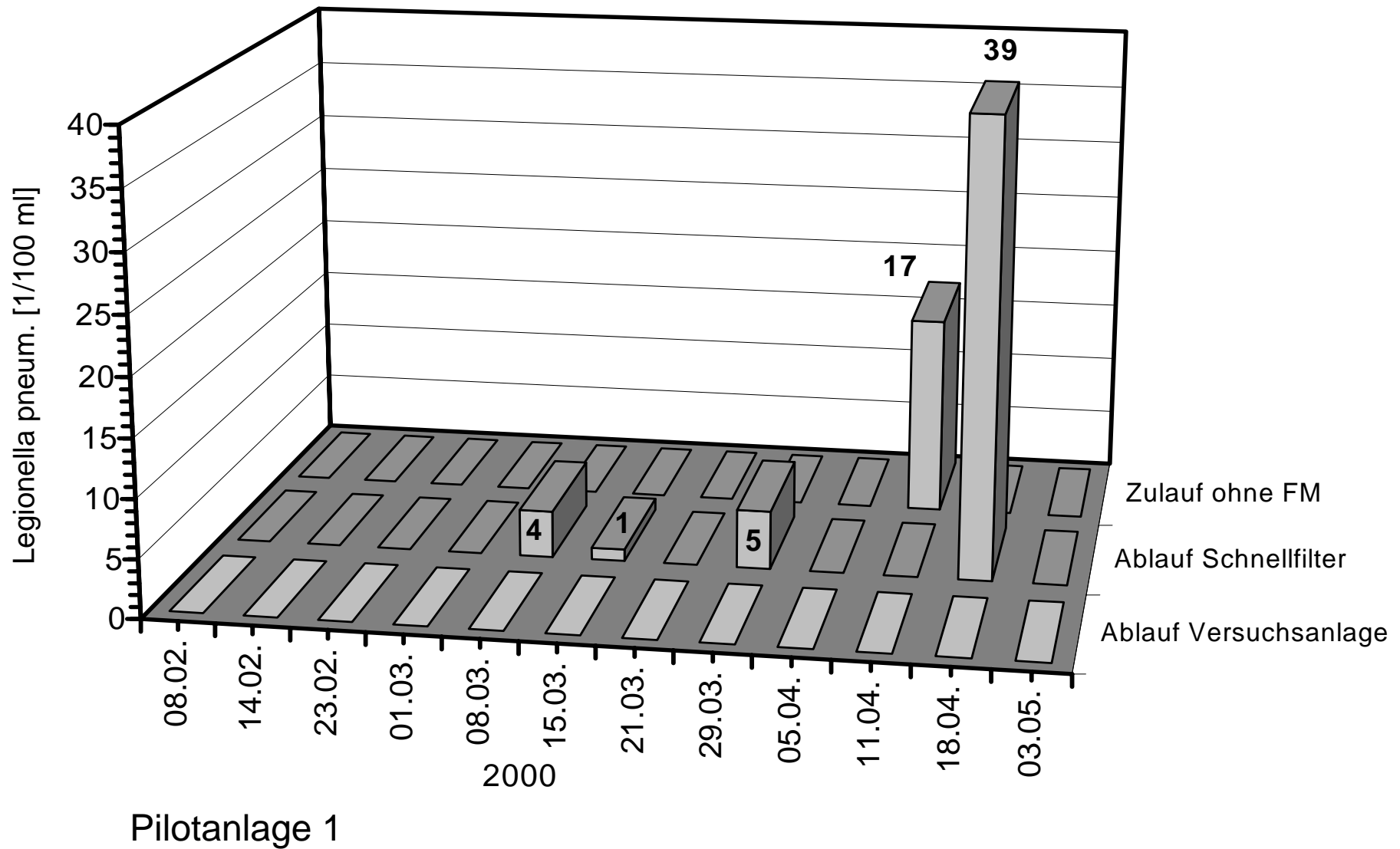
Zusammenfassung der Betriebsergebnisse:

- **Die Pilotanlagen konnten mit hohen Flächenbelastungen bis max. 160 l/m²/h gefahren werden.**
- **Die transmembranen Druckdifferenzen lagen unter 0,5 bar bzw. 0,6 bar.**
- **Die Ausbeuten betragen rund 97%.**
- **Die Dosierung von Pulveraktivkohle (1 mg/l) hatte keine erkennbare Veränderung des Betriebsverhaltens zur Folge.**
- **Im Versuchszeitraum war keine chemische Reinigung der Membranen notwendig.**

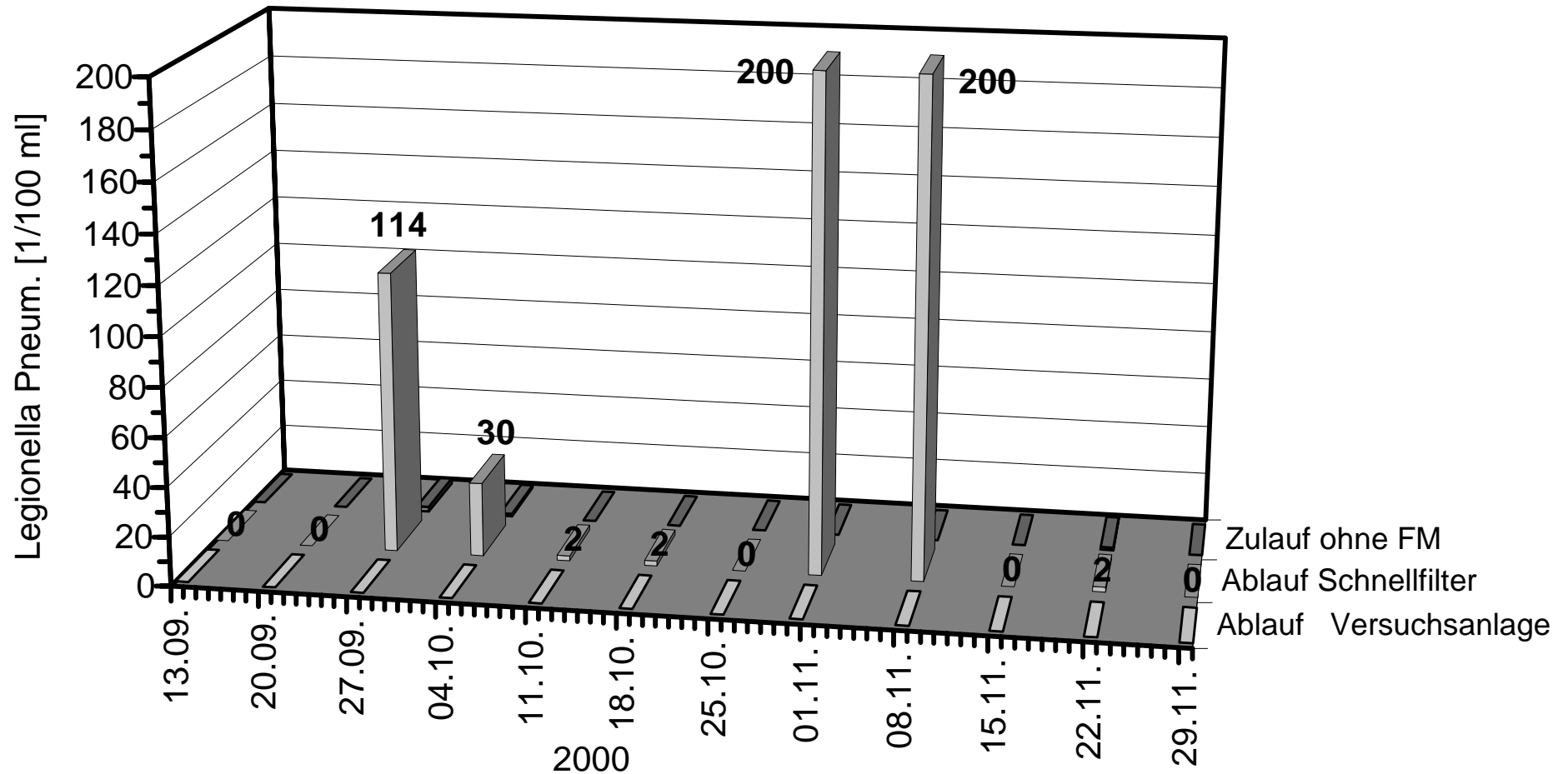
Der Zulauf und Ablauf eines Schnellfilters und der Pilotanlagen wurde im Betriebszeitraum wöchentlich beprobt und untersucht auf:

- **Koloniebildende Einheiten (KBE) bei $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$ (RW=20/ml)**
- **Koloniebildende Einheiten (KBE) bei $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$ (RW=20/ml)**
- **Escherichia coli bei $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$ (RW= n.n.)**
- **Pseudomonas aeruginosa bei $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$ (RW= n.n.)**
- **Legionella pneumophila bei $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$ (RW= n.n.)**
- **Gesamtzellzahl**

Mikrobiologische Untersuchungen



Mikrobiologische Untersuchungen



Pilotanlage 2

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse:

- **E. coli und Pseudomonas aeruginosa** wurden in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.
- Der Ablauf beider UF-Pilotanlagen ist für die untersuchten mikrobiologischen Parameter qualitativ deutlich besser als der Ablauf des Schnellfilters.
- **Legionella pneumophila:**
Im Ablauf der UF-Pilotanlagen wurden keine Legionellen gefunden.
Im Ablauf des Schnellfilters wurden in 11 von 24 Proben Legionellen gefunden.

Keine Verallgemeinerung bzgl. der Legionellenbefunde im Schnellfilter!

Kostenabschätzung für Schnellfilter mit folgenden Betriebsparametern:

Betriebsparameter	Wert	Einheit
Schütthöhe	1,2	m
Durchsatz	200	m ³ /h
Filtergeschwindigkeit	30	m/h
Spülgeschwindigkeit	60	m/h
Spülzyklus	84	h
Spüldauer (Wasser)	5	Min

Kostenabschätzung für Schnellfilter

Pos.	Aufbereitungskosten für Filtrationsanlage	Wert	Einheit
1	Investitionskosten (179.000 €)		
2	Annuität: 15 Jahre mit 7%	0,0112	€/m ³
3	Versicherung (6% der Investitionskosten)	0,0006	€/m ³
4	Wartung (3% der Investitionskosten)	0,0031	€/m ³
5	0,1 * Personal (10% v. 36 T€/Mann/a)	0,0021	€/m ³
6	Energie f. Pumpen und Ventile (0,1 €/KWh)	0,0071	€/m ³
7	Abwasser (2,56 €/m ³)	0,0061	€/m ³
8	Füllwasser (1,28 €/m ³ + 0,77 €/m ² Energie-kosten f. Erwärmung)	0,0049	€/m ³
	Summe Pos. 2 –8	0,0351	€/m ³

Kosten etwa 0,035 € pro m³ aufbereitetes Beckenwasser

Kostenabschätzung für 2-stufige UF-Anlage mit folgenden Betriebsparametern:

Betriebsparameter	Stufe 1	Stufe 2	Einheit
Durchsatz	200	7	m ³ /h
Flächenbelastung	150	90	l/m ² /h
Spülzyklus	1	1	Stunden
Spüldauer	45	45	Sekunden
Spülwasseranfall	6,2	0,2	m ³ /h
Ausbeute	97	97	%
Gesamtausbeute	99,9		%

Kostenabschätzung für 2-stufige UF-Anlage

Pos.	Aufbereitungskosten für UF	1. Stufe /€/m ³	2. Stufe /€/m ³
1	Investitionskosten: 398.800 € Stufe 1 40.900 € Stufe 2		
2	Annuität: 15 Jahre mit 7%	0,0263	0,0854
3	Versicherung (6% der Investitionskosten)	0,0014	0,0047
4	Wartung (3% der Investitionskosten)	0,0072	0,0234
5	0,1 * Personal (10% v. 36 T€/Mann/a)	0,0021	0,068
6	Membranersatz (20%/a)	0,0122	0,0203
7	Energie f. Pumpen und Ventile (0,1 €/KWh)	0,0073	0,0145
8	Abwasser (2,56 €/m ³)		0,0839
9	Füllwasser (1,28 €/m ³ + 0,77 €/m ² Energiekosten f. Erwärmung)		0,067
	Summe Pos. 2 – 9	0,0443	0,3672

Kosten etwa 0,056 € pro m³ aufbereitetes Beckenwasser

- Die beispielhafte Kostenabschätzung zeigt, dass die Betriebskosten für eine Ultrafiltrationsanlage um etwa das 1,6 fache über den Betriebskosten für eine konventionelle Schnellfilteranlage liegen. Die Kosten für den umbauten Raum wurden im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt.

- **Trotz höherer Aufbereitungssicherheit bei der UF-Anlage - insbesondere im Hinblick auf die mikrobiologischen Parameter - ist es notwendig, die Betriebskosten durch verfahrenstechnische Optimierung weiter zu verringern.**

Erhöhung der wirtschaftlichen Akzeptanz !

Lösungsmöglichkeiten

- ⇒ (a) Teilstromaufbereitung
- ⇒ (b) Vollstromaufbereitung bei vermindertem Volumenstrom
- ⇒ (c) Kombination von (a) und (b)

Zusammenfassung:

- **Die Ultrafiltration ist grundsätzlich zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser geeignet (hohe Flächen-belastungen, geringe transmembrane Druckdifferenzen).**
- **Die Permeatqualität ist im Hinblick auf die untersuchten mikrobiologischen Parameter sehr gut.**

- **Es besteht Untersuchungsbedarf hinsichtlich der Entfernung von Prekursoren, org. gebundenem Chlor, THM (Einsatz von Pulveraktivkohle).**
- **Die im Vergleich zur Schnellfiltration höheren Betriebskosten für die Ultrafiltration müssen durch geeignete Maßnahmen verringert werden.**

KONTAKT

Universität Duisburg-Essen
Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik,
Bereich Wassertechnik
Bismarckstraße 90 | 47048 Duisburg
Telefon | +49 (0)203-379-2797
Fax | +49 (0)208-379-3017
E-Mail | m.rissmann@uni-duisburg.de
Web | www.uni-due.de/Wassertechnik

UNIVERSITÄT
**DUISBURG
ESSEN**

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTVERFAHRENS-
TECHNIK, BEREICH WASSERTECHNIK



IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR
WASSERFORSCHUNG GEMEINNÜTZIGE GMBH

