

# Kläranlage Ihn

- Membranbiologie mit belüftetem Vorteich  
(LAGOON MEMB) -  
Konzeption und erste Betriebserfahrungen

*Dipl.- Ing. Ralf Hasselbach*

# Inhaltsübersicht

1. Konzeption und Bemessung
2. Kenngrößen der Leistungsfähigkeit von Membranen
3. Betriebsergebnisse

# 1. Konzeption und Bemessung

## Einzugsgebiet der Kläranlage Ihn



### Ihn

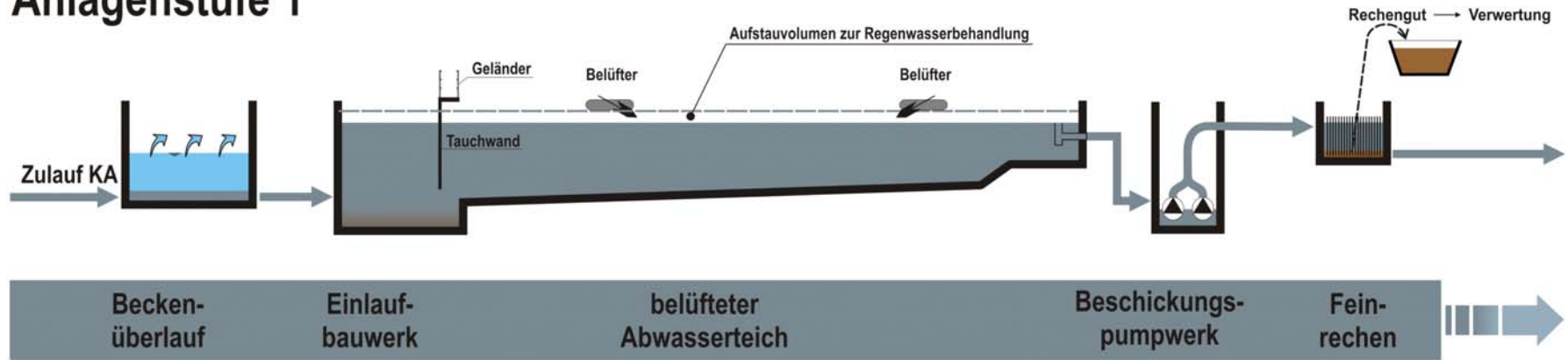
Anschlusswert:	475 EW
Red. Fläche:	5,7 ha
Pumpenleistung:	19,7 l/s
Inbetriebnahme PW:	4 / 2007

### Leidingen

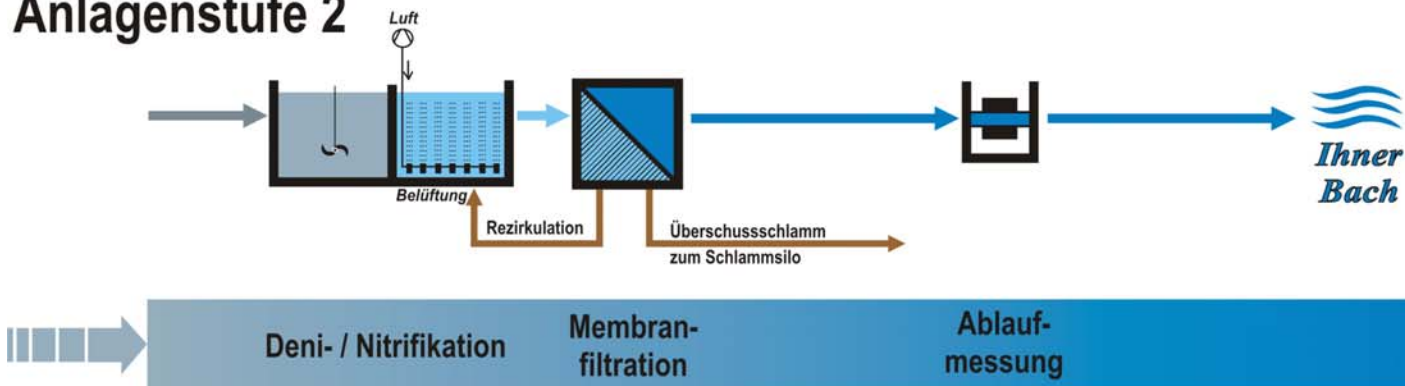
Anschlusswert:	225 EW
Red. Fläche:	3,3 ha
Pumpenleistung:	9,2 l/s
Inbetriebnahme PW:	6 / 2006

# LAGOON MEMB - Verfahrenschema

## Anlagenstufe 1



## Anlagenstufe 2



## Anlagenstufe 1: Belüfteter Abwasserteich



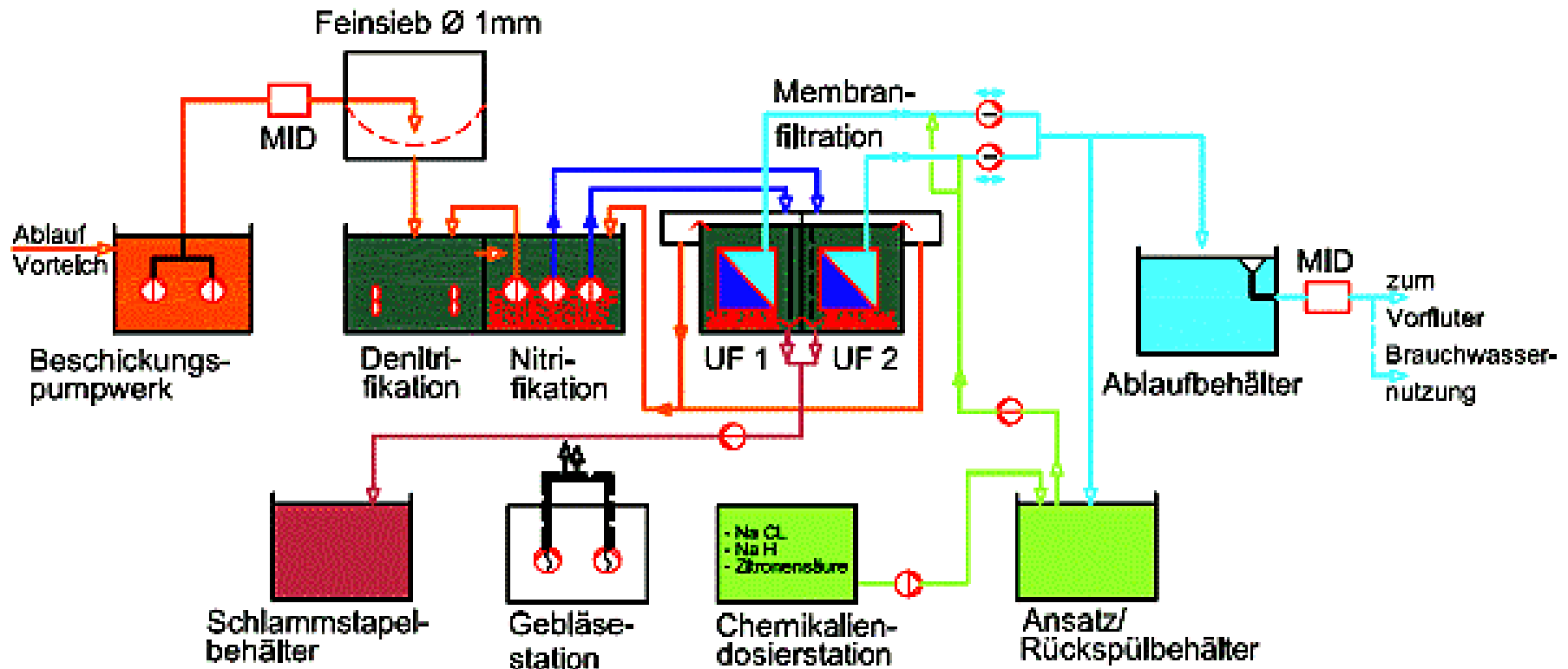
Teilvolumen zur Abwasserreinigung:	1.008 m <sup>3</sup>
■ Aufenthaltszeit bei Trockenwetter:	6,3 d
■ Raumbelastung B <sub>R</sub> :	41,7 g/m <sup>3</sup> d

Teilvolumen zur Schlammstapelung:	245 m <sup>3</sup>
■ Räumintervall:	ca. 5 a

Teilvolumen zur Regenwasserbehandlung: 640 m<sup>3</sup>

Belüftung: 2 Wendelbelüfter

## Verfahrensschema Anlagenstufe 2



# Membranfiltration

## Ultrafiltration

Porengröße: 0,05  $\mu\text{m}$

Gesamtmembranfläche:

2 x 350  $\text{m}^2$

- Fluss durch die Membran: 25  $\text{l}/(\text{m}^2\text{h})$
- Fluss durch die Membran im Rückspülmodus: 45  $\text{l}/(\text{m}^2\text{h})$

## Filtratpumpen

1 Drehkolbenpumpe je Membrankammer

Förderrichtung umkehrbar

- Förderleistung im Filtrationsmodus: 8,74  $\text{m}^3/\text{h}$
- Förderleistung im Rückspülmodus: 17,47  $\text{m}^3/\text{h}$



## Reinigung der Membrane

- Rückspülung mit Permeat
- Zwischenreinigung 2-wöchentlich
  - Natriumhypochlorid ( $\text{NaOCl}$ )
  - Natriumhydroxid ( $\text{NaOH}$ )
  - Zitronensäure ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ )
- Intensivreinigung nach Bedarf



## Einleitbedingungen

Parameter	Grenzwerte Kläranlage Ihn	Mindest- anforderungen
CSB	90 mg/l	150 mg/l
BSB <sub>5</sub>	15 mg/l	40 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	10 mg/l	kein Grenzwert
N <sub>ges</sub>	25 mg/l	kein Grenzwert
Hygienische Qualität	Einhaltung EU-Bade- gewässerrichtlinie	keine Vorgaben
pH	6,0 – 8,5	6,0 – 8,5

## 2. Kenngrößen der Leistungsfähigkeit von Membranen

### A) Transmembrane Druckdifferenz $\Delta P_{TM}$ :

Belastungsdruck der Membran → verantwortlich für das Zustandekommen des Filtrationsvorganges, kann durch das Anlegen eines permeatseitigen Unterdrucks oder eines suspensionsseitigen Überdrucks erzeugt werden;

$$\Delta P_{TM} = (P_F + P_K) / 2 - P_P$$

- mit transmembraner Druckdifferenz  $\Delta P_{TM}$  [bar]
- mit Feeddruck  $P_F$  [bar]
- mit Konzentrationsdruck  $P_K$  [bar]
- mit Druck auf der Permeatseite  $P_P$  [bar]

## 2. Kenngrößen der Leistungsfähigkeit von Membranen

### B) hydraulische Permeabilität:

charakterisiert die Membrandurchlässigkeit

$$L_P = V_P / \Delta P_{TM} \quad [l / (m^2 \cdot h \cdot bar)]$$

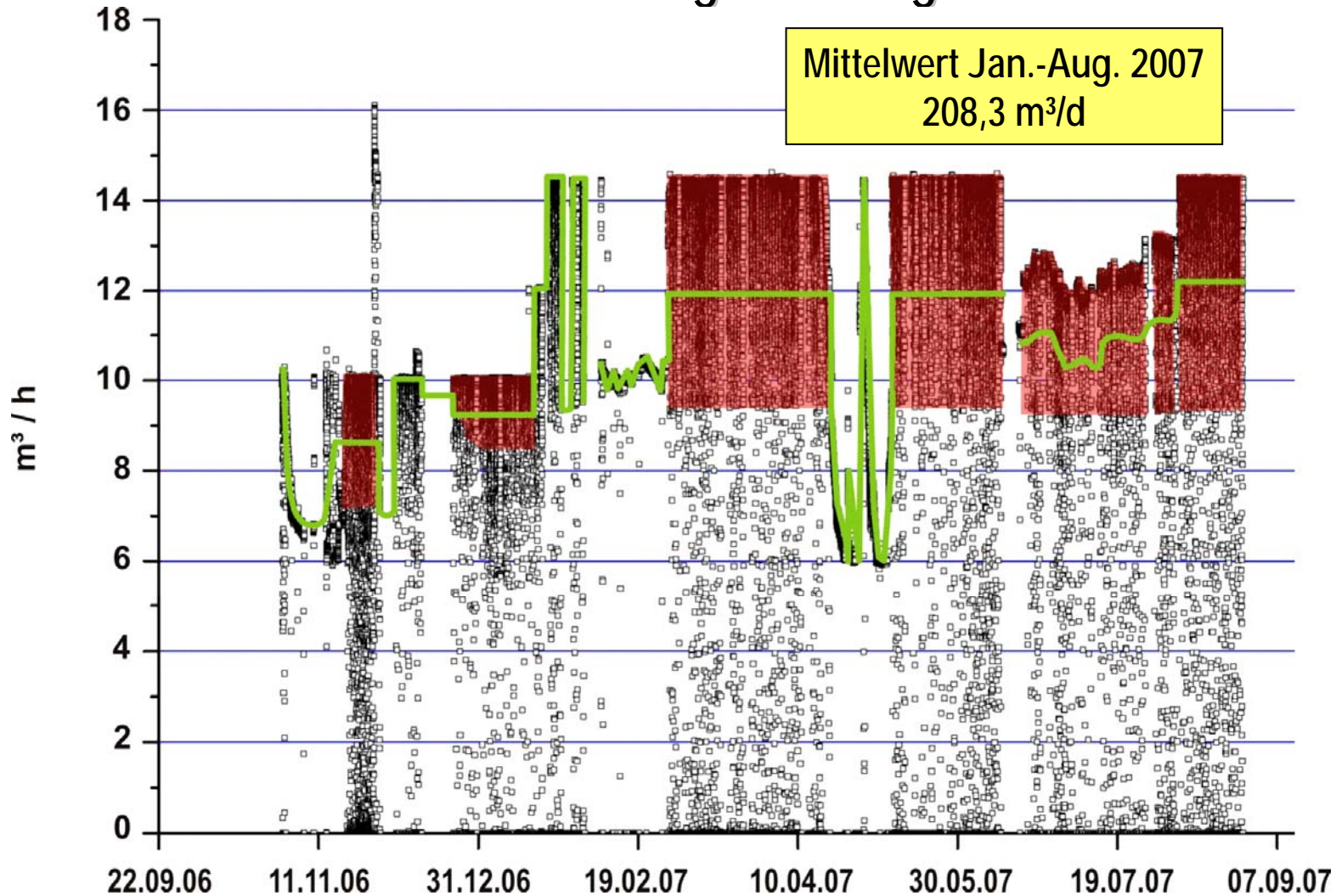
- Bei fehlender Deckschicht: linearer Zusammenhang zwischen  $V_P$  und  $\Delta P_{TM}$
- Bei ausgebildeter Deckschicht: Zusammenhang weniger ausgeprägt bzw. nicht mehr vorhanden
- Deckschichtdicke abhängig von  $\Delta P_{TM}$  und Membranwiderstand
- Bei anwachsender Deckschicht: Reduzierung des Filtratstromes → Ablagerung noch feinerer Partikel an der Deckschicht und Erhöhung des Widerstandes

Vorgang der Deckschichtbildung = Fouling (unerwünschte Ablagerung von organischen Stoffen auf der Membranoberfläche)

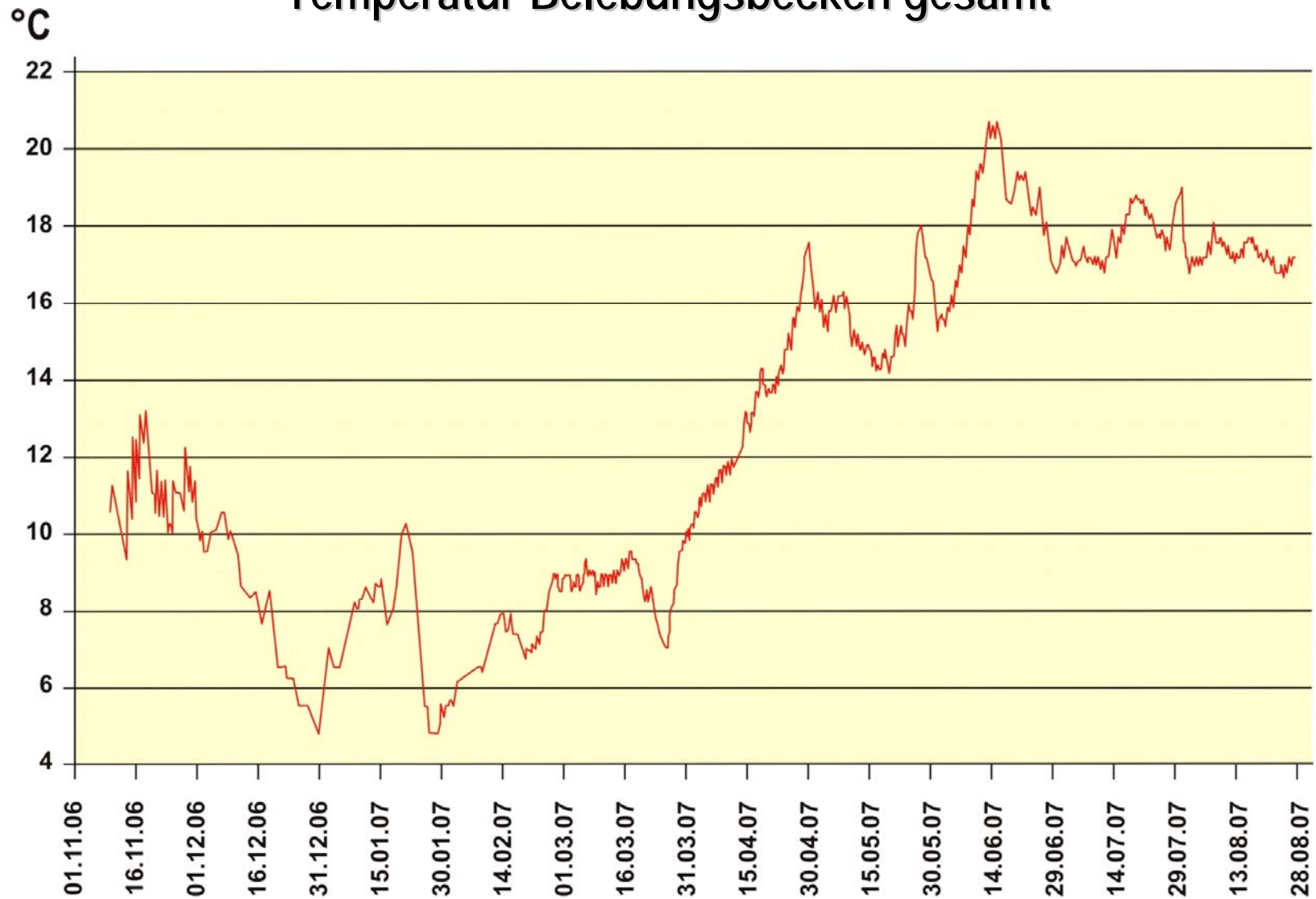
→ Biofouling = Anheftung und Wachstum von Mikroorganismen an der Membranoberfläche (Vermeidung durch adäquate Vorbehandlung, Verminderung durch einsatzfallspezifisches Spül- und Reinigungskonzept)

### 3. Betriebsergebnisse

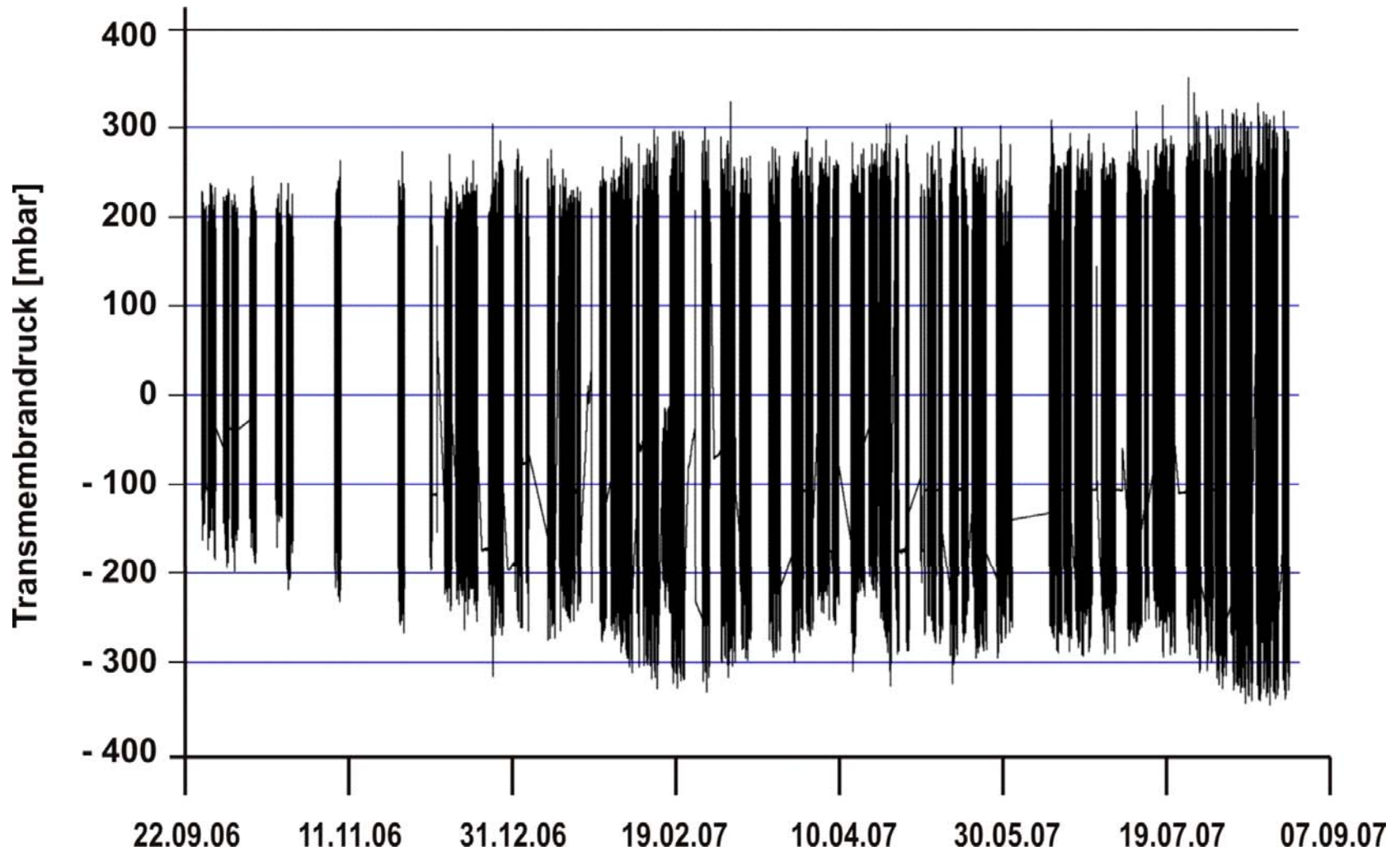
## Zulauf Belebungsbecken gesamt



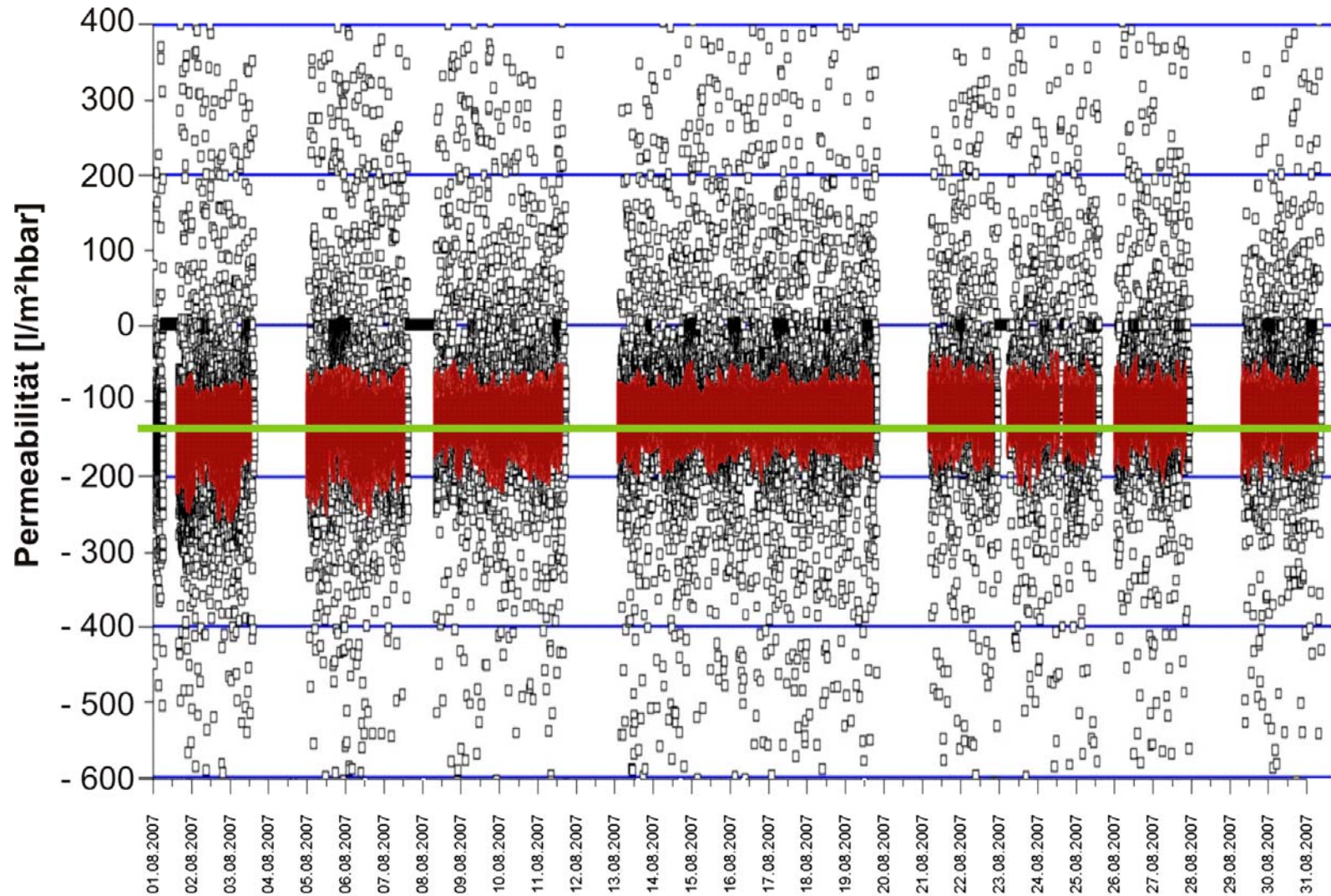
## Temperatur Belebungsbecken gesamt



## Transmembrandruck MF 1 gesamt



## Permeabilität MF 1 - August 2007



## Einhaltung der Ablaufwerte

Parameter	Einheit	Ablaufwerte (24-h-Mischproben)			Grenzwerte	
		Mittelwerte			lt. Genehmigung	Mindestanforderungen
		Sept.- Dez. 2006	Jan. - April 2007	Mai - August 2007		
CSB	mg/l	9.7	6.3	6.6	≤ 90	≤ 150
BSB <sub>5</sub>	mg/l	nicht bestimmt	4	4	≤ 15	≤ 40
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	1.0	0.2	< 0.1	≤ 10	
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	10.5	9.4	6.2		
pH	-	7.6	7.8	7.8	6.0 – 8.5	6.0 – 8.5
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	0	0	0		
TS <sub>BB</sub>	g/l	3.6 ... 12,2	3.1 ... 4.2	3.2 ... 5.8		

## Hohlfasermembrane nach der Leistungsfahrt

unmittelbar nach Beendigung der  
Leistungsfahrt  
(mit anhaftenden Biomassereste)



nach oberflächlichem Abspülen  
mit Wasser



## Keimzahlen und Grenzwerte gemäß der EU-Richtlinien (2006/7/EG) über die Qualität der Badegewässer

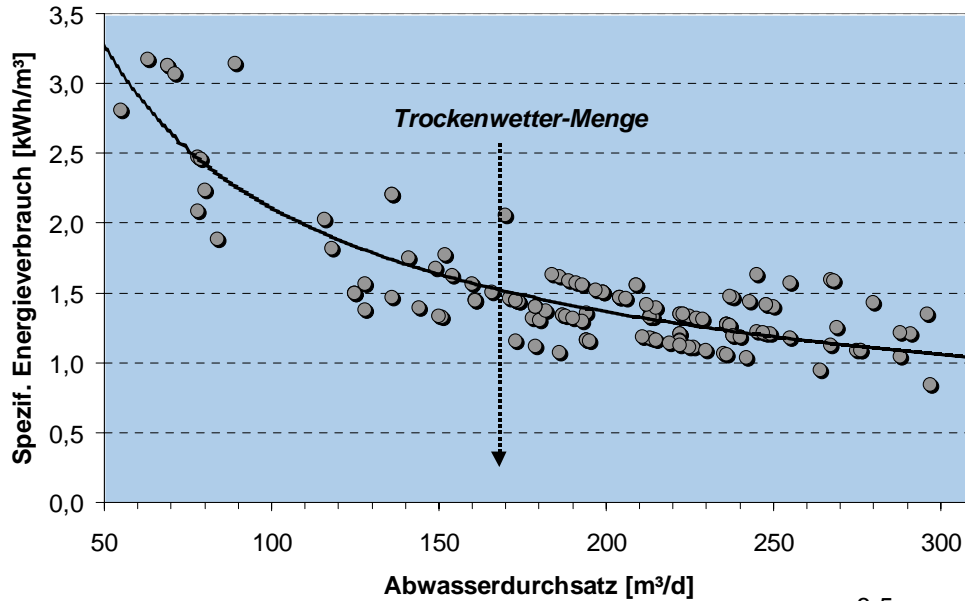
Mikrobiologischer Parameter *	Ausgezeichnete Qualität (95% Perzentile)	Gute Qualität (95% Perzentile)	Ablauf Kläranlage (24 Analysen)
Escherichia coli [CFU / 100 ml] *	500	1.000	< 15
Intestinale Enterokokken [CFU / 100 ml] *	200	400	< 15

\* CFU = Kolonie-bildende Einheiten

## Nachweis der Wirtschaftlichkeit

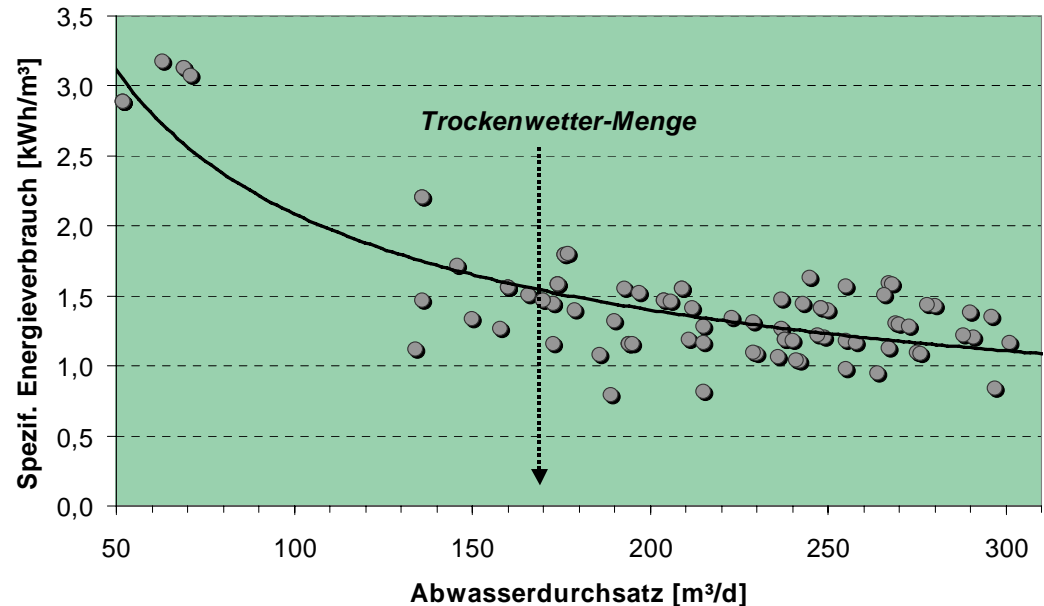
*Sept.-Dez. 2006  
(incl. Leistungsfahrt)*

Mittelwert  
1,31 kWh/m<sup>3</sup>



Spezifischer Energieverbrauch  
(elektrischer Strom) der  
Gesamtanlage (Belüfteter  
Vorteich + Membranbelebung)

*Jan.-März 2007*



## Fazit nach 1 Jahr Betrieb

### Stabile Funktion der Anlage seit Inbetriebnahme

- Guter Feststoffrückhalt im Teich
- Keine Verstopfungen des Siebes
- Keine Schaumbildung in Belebung
- Keine Verstopfung, Verblockung oder Verzopfung der Membrane
- Keine kritischen Werte für Transmembrandruck
- Gute Ablaufwerte
- Gute Keimelimination

# Kläranlage Ihn



# Ihner Bach

