



# Tag der badenden Meister 2024



## Spülabwasseraufbereitung

## Welches Abwasser kann aufbereitet werden?

- Spülabwasser aus Filterspülungen von Tiefenfiltern und Flächenfiltern, ggf. nach Sedimentation der Filterhilfsstoffe
- Abwasser aus Tauchbecken, temporär genutzten Badebecken
- Regenwasser / Dachwasser
- Das Wasser darf keine Dusch- Wasch- oder Reinigungszusätze enthalten

# Nutzungstypen für aufbereitetes Spülabwasser

**Die Aufbereitungsqualität entscheidet über die Nutzungsmöglichkeiten des aufbereiteten Spülabwassers (DIN 19465)**

**Typ 1** : Wasser zum Einsatz als Füllwasser, Filterspülwasser und Anwendungszwecke nach Typ 2 und Typ 3

**Typ 2**: Wasser zum Einsatz für Flächenreinigung, Toilettenspülung, Bewässerung von Außenanlagen

**Typ 3**: Wasser zur Direkteinleitung in ein Gewässer oder die Sauberabwasserkanalisation

# Anforderungen an Füllwasser Typ 1 (DIN 19465)

- Erfüllt die mikrobiologischen Anforderungen der TBDV (Trinkwasser)
- Muss mindestens 2 Barrieren gegen mikrobiologische Belastungen durchlaufen haben
- Typ 1 ist nicht geeignet für den Lebensmittelbereich, für Waschbecken, Duschen, usw.
- Keine Anreicherung von chemischen Belastungsstoffen im Beckenwasserkreislauf (UO)
- Es existiert noch keine Schweizer- oder vergleichbare EN-Norm, die Anwendung als Füllwasser sollte vorab mit den Behörden geklärt werden

# Anforderungen an Füllwasser Typ 1 (DIN 19465)

## 1. Barriere Filtration:

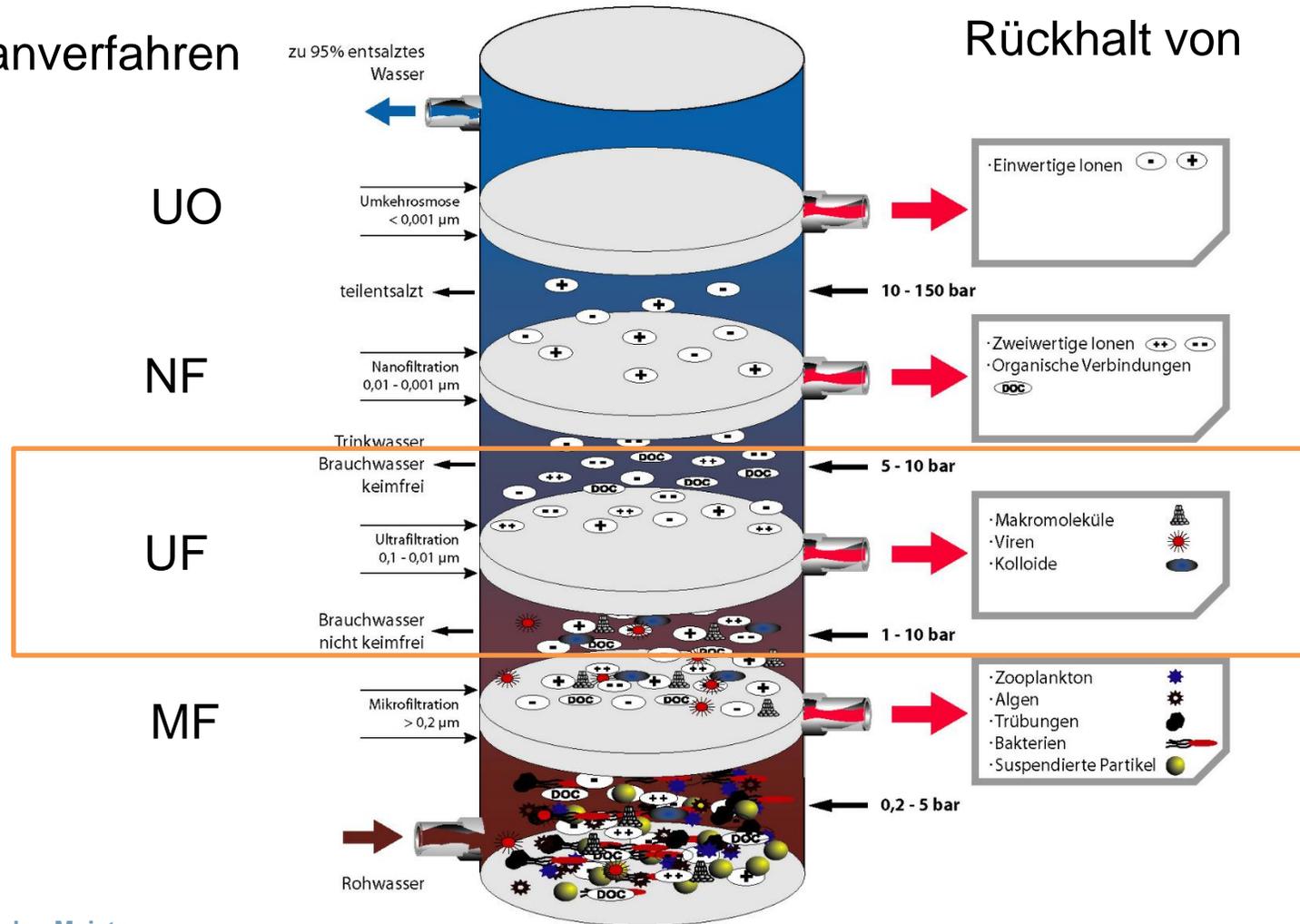
- Reduktion einer vorgegebenen Virenkonzentration um mindestens 7 Log-Stufen (99,99999 %)
- Durch Kombination von Ultrafiltration (UF) mit 4 Log-Stufen mit nachgeschalteter Umkehrosmose (UO) mit 3 Log-Stufen

## 2. Barriere Desinfektion:

- Zugabe von Desinfektionsmittel auf Chlorbasis

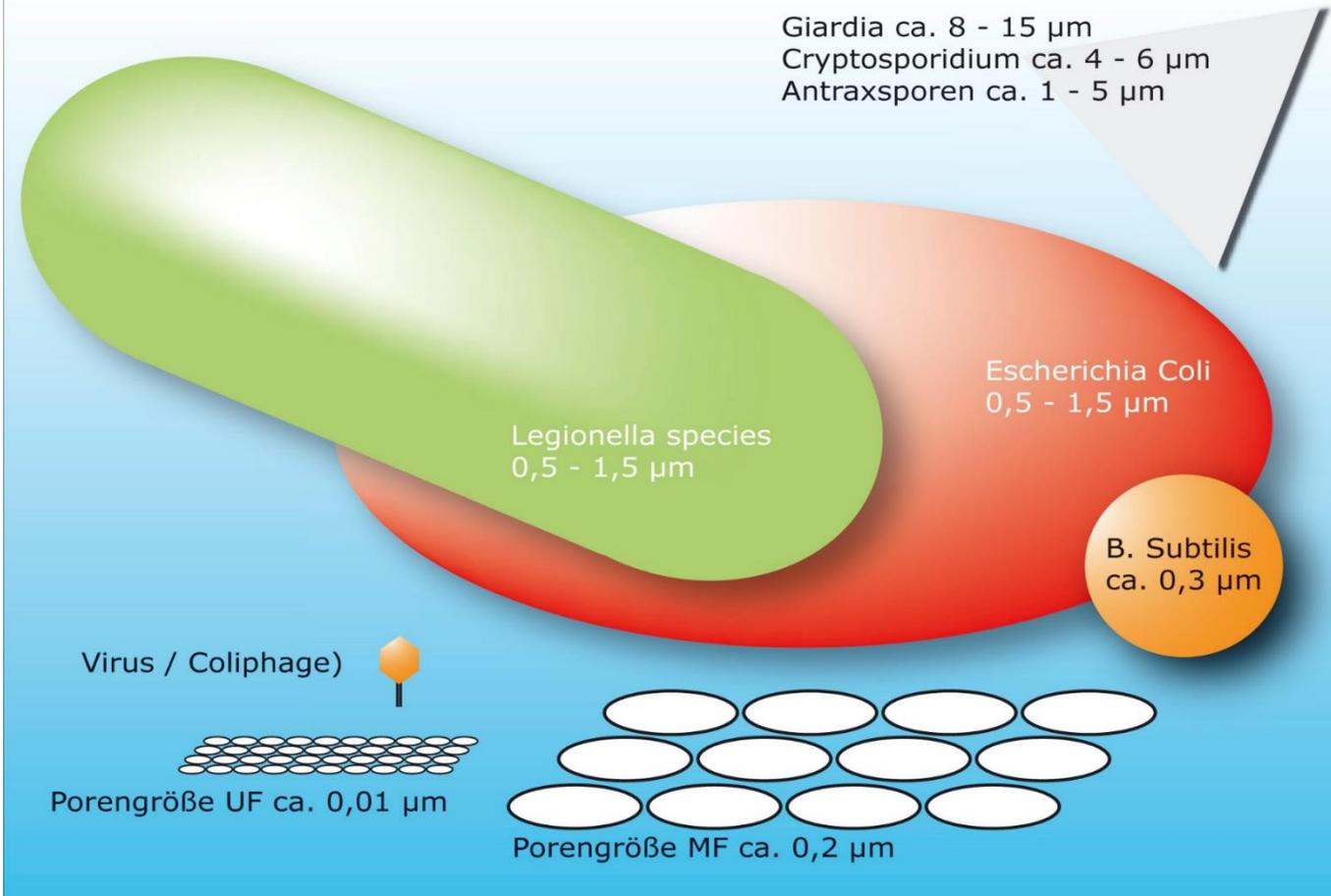
# Membranverfahren

Membranverfahren

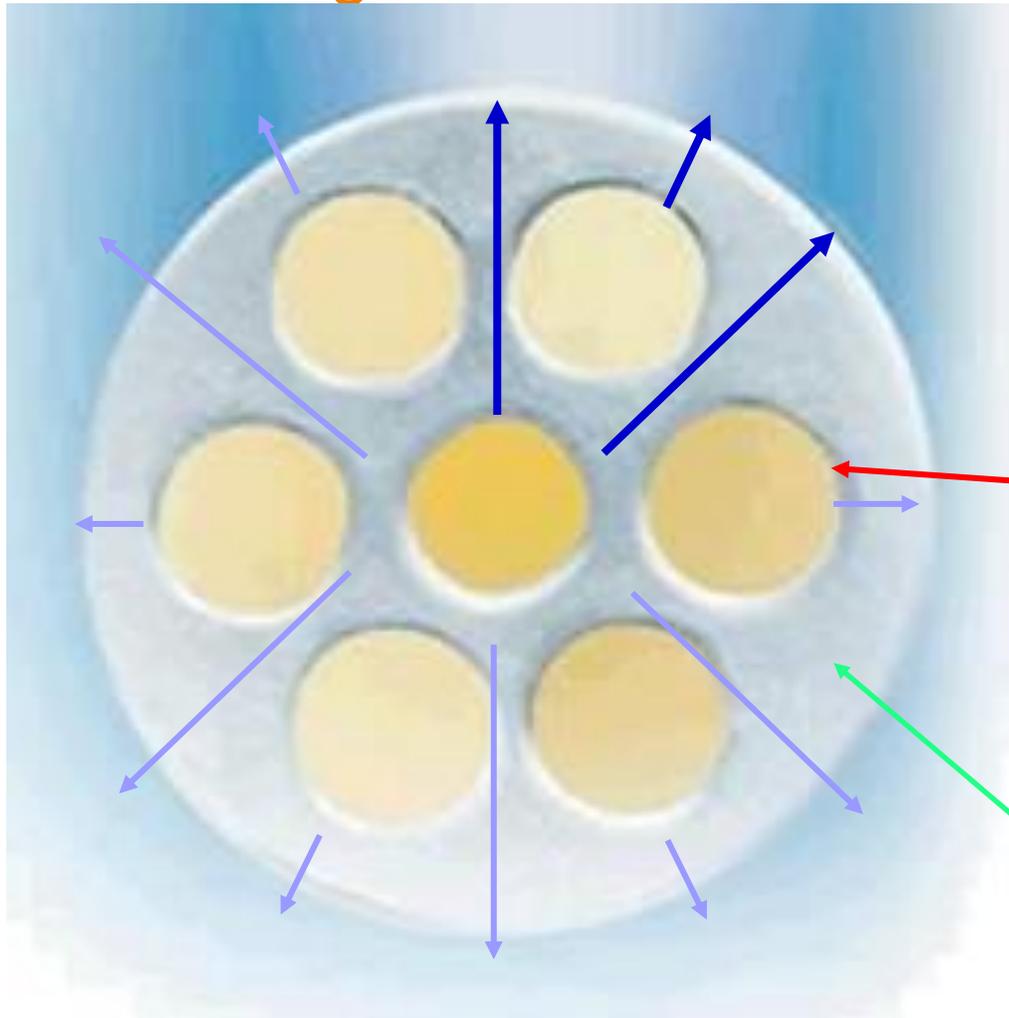


# Einführung in die Ultrafiltration

Ultrafiltration (UF) und Microfiltration (MF) im Größenvergleich mit bekannten Wasserkeimen



# Einführung in die Ultrafiltration

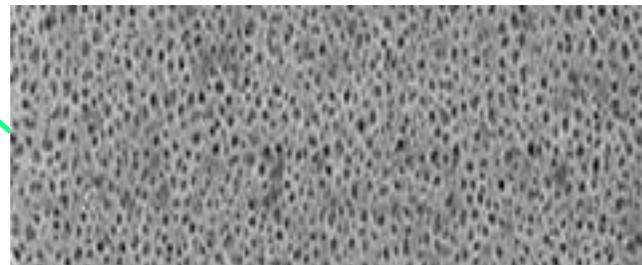


**Das Filtrat fließt von innen nach außen**

**Filtrationsschicht**

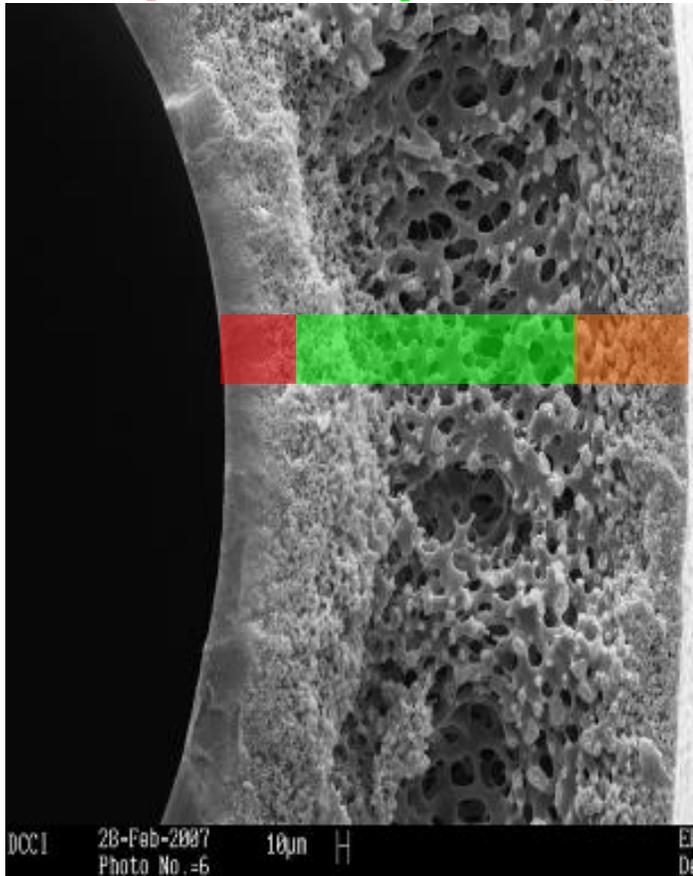


**Stützstruktur**



# Einführung in die Ultrafiltration

0,02  $\mu\text{m}$  10  $\mu\text{m}$  2  $\mu\text{m}$



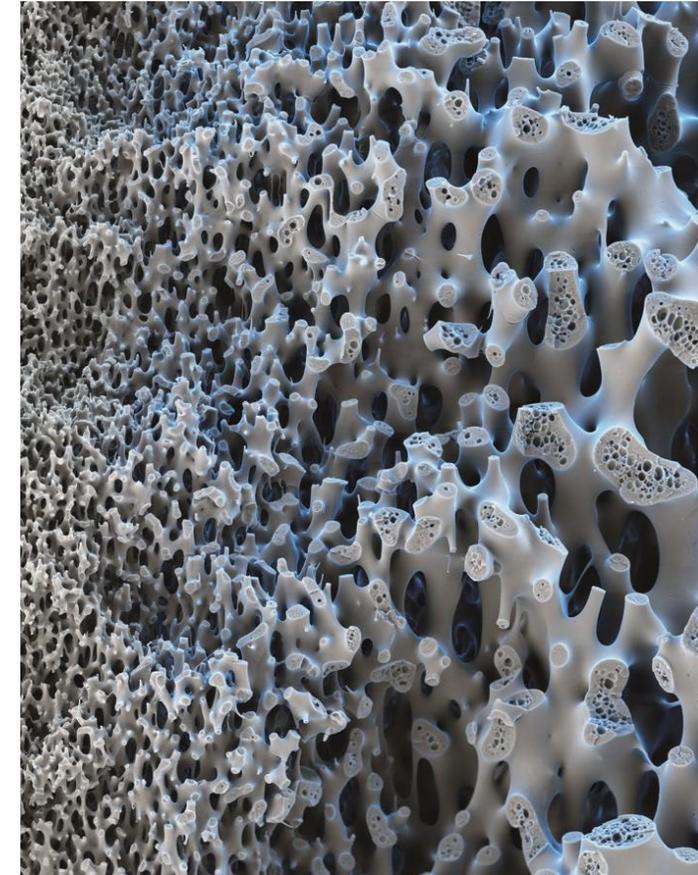
Asymetrische Membrane

**Dünne Filtrationsschicht an der Innenseite**

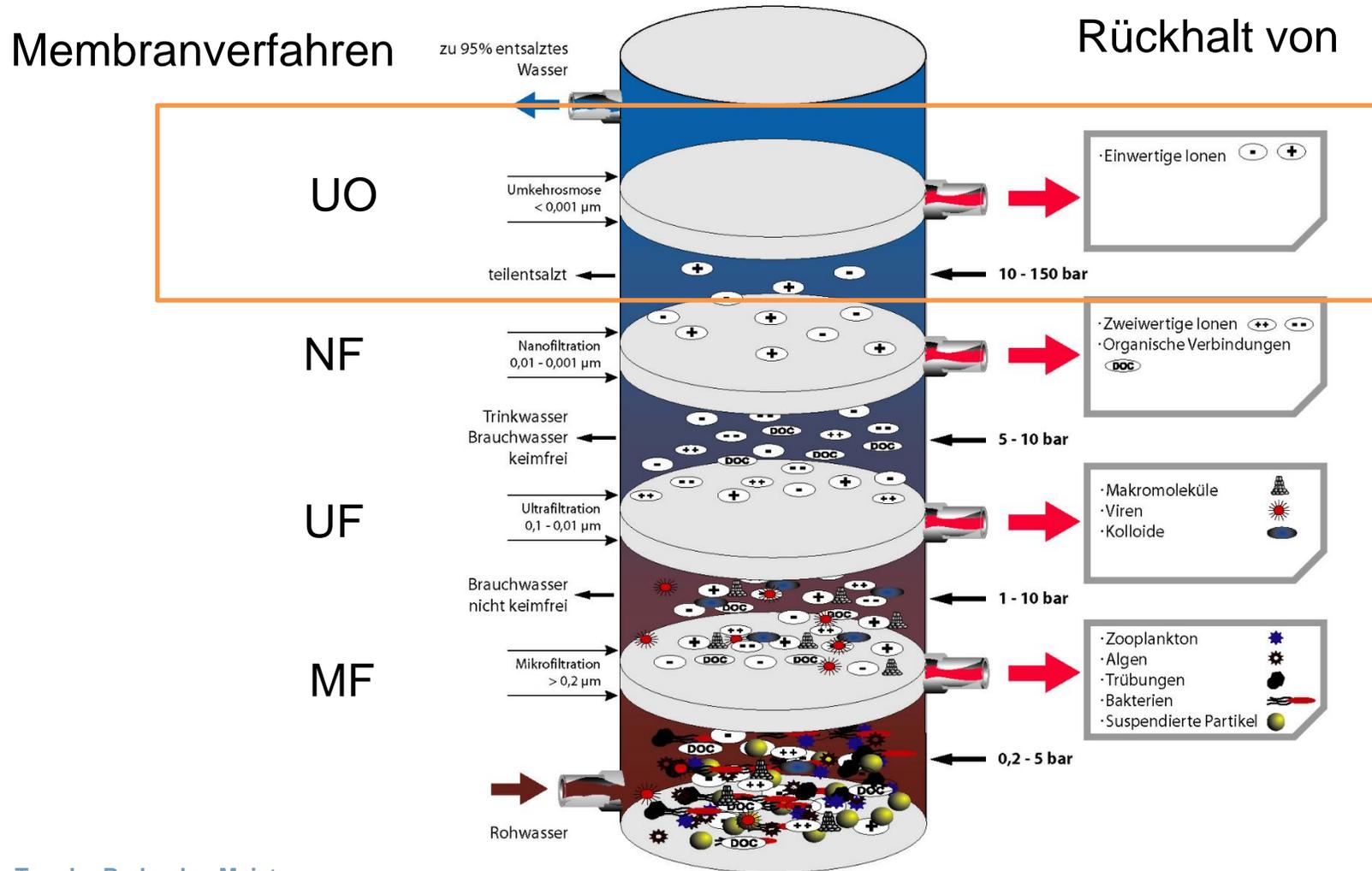
**Schwammartige Stützstruktur in der Mitte zum Transport des Filtrats**

**Festere Struktur an der Außenseite gibt Kapillarfaser-Festigkeit**

Druckverluste nur in der Filtrationsschicht nicht in den äußeren Schichten

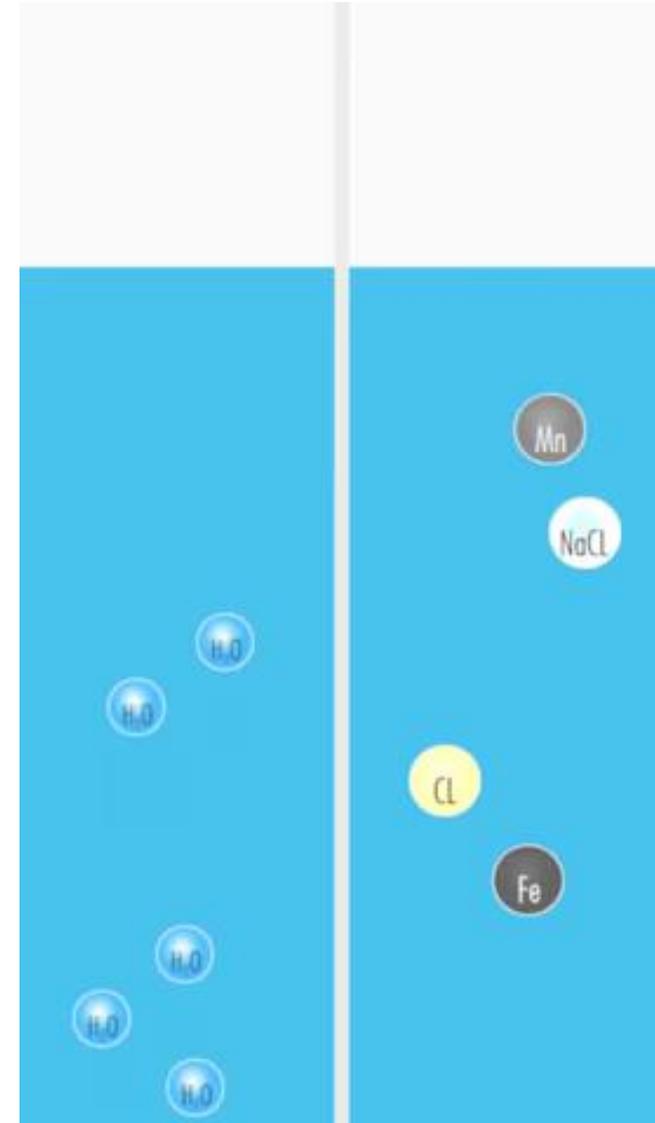


# Einführung in die Umkehrosmose



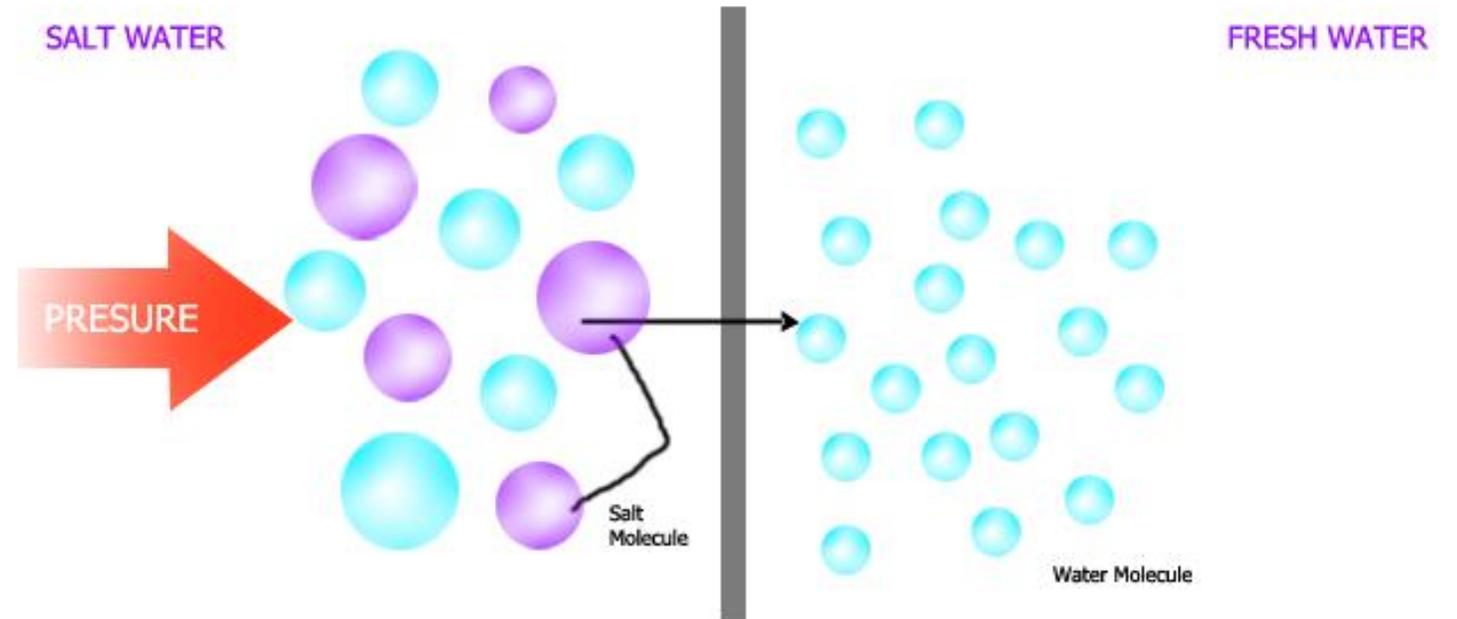
# Einführung in die Umkehrosmose

- Bei der Osmose wird ein Ausgleich angestrebt, Wasser und Ionen wollen sich gleichmäßig verteilen
- Eine teildurchlässige Membran verhindert die Ionenwanderung
- Unter Druck wandern die Wassermoleküle durch die Membran, die Ionen bleiben zurück und reichern sich an
- Jenseits der Membran erhalten wir Ionenarmes Wasser

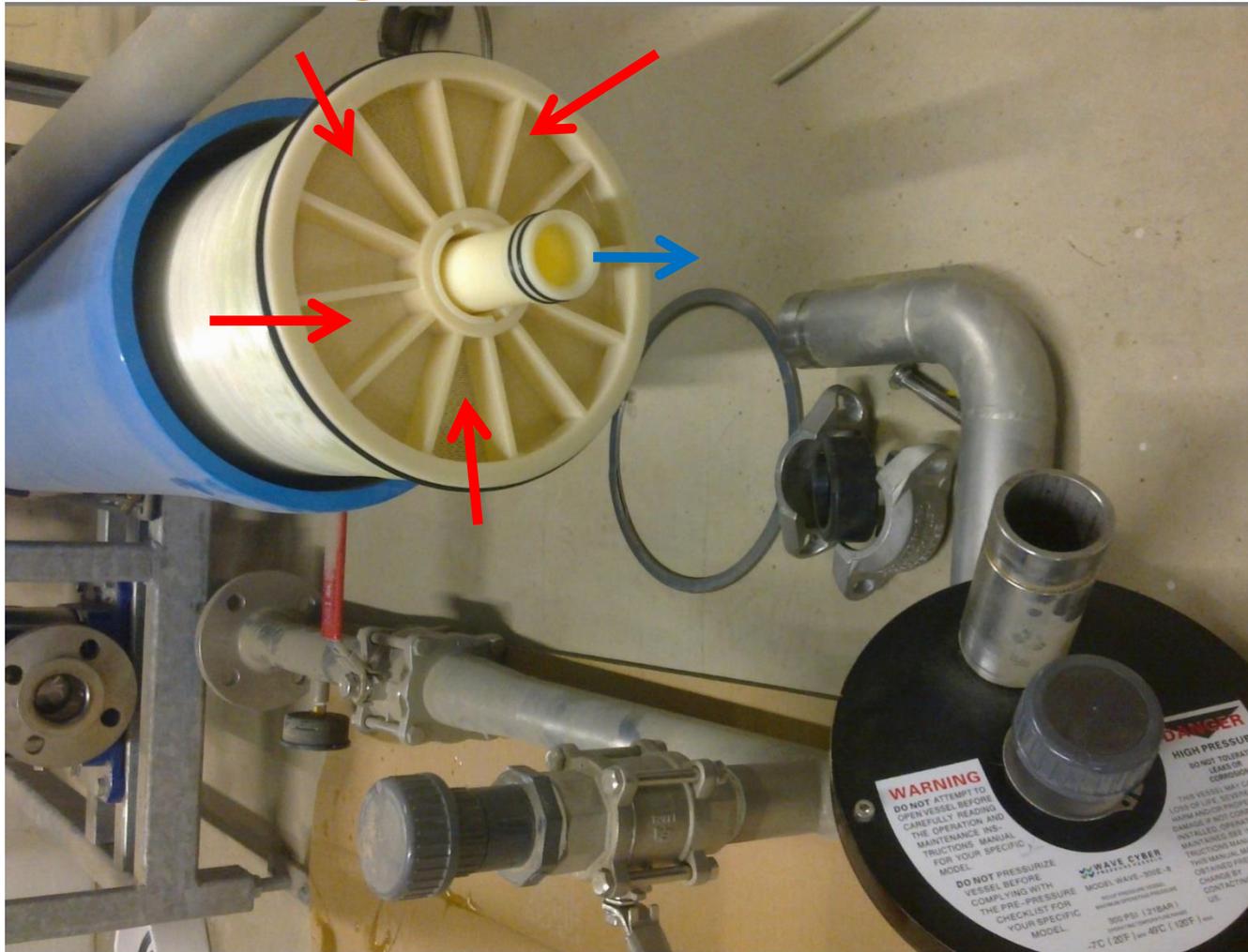


# Einführung in die Umkehrosmose

- Bei der Umkehrosmose wird der Ausgleich verhindert
- Im Gegenteil, Wasser und Ionen werden durch Druck voneinander getrennt

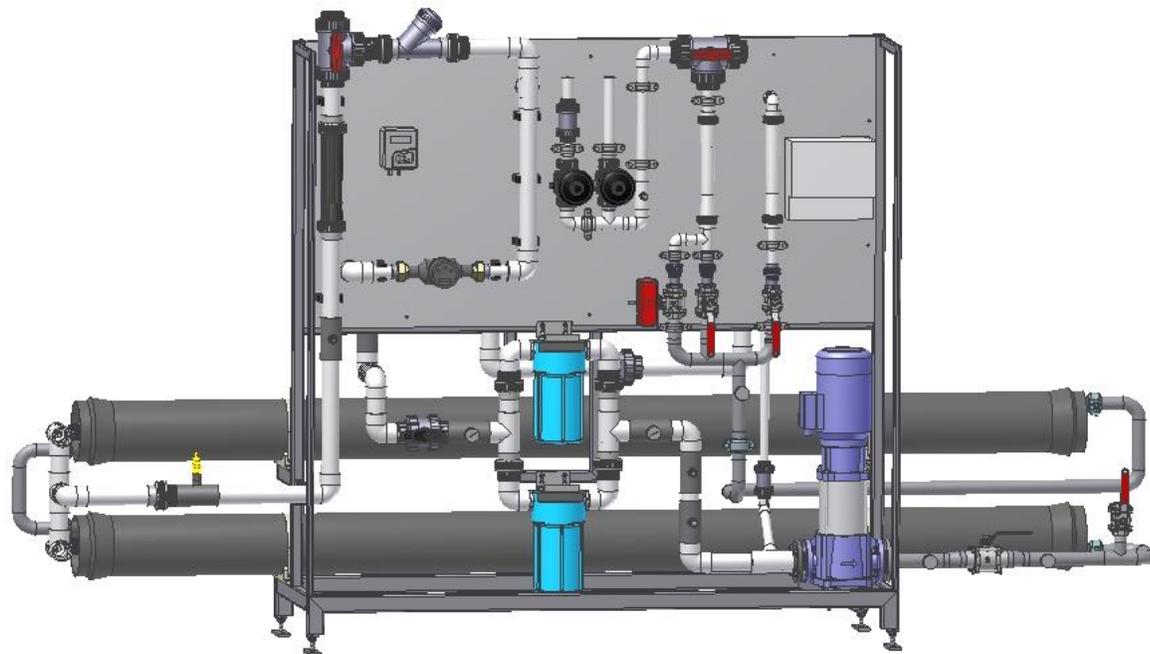
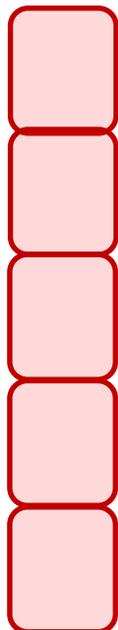


# Einführung in die Umkehrosmose



# Einführung in die Umkehrosmose

100 %  
Zulauf



80 %  
Permeat



20 %  
Konzentrat



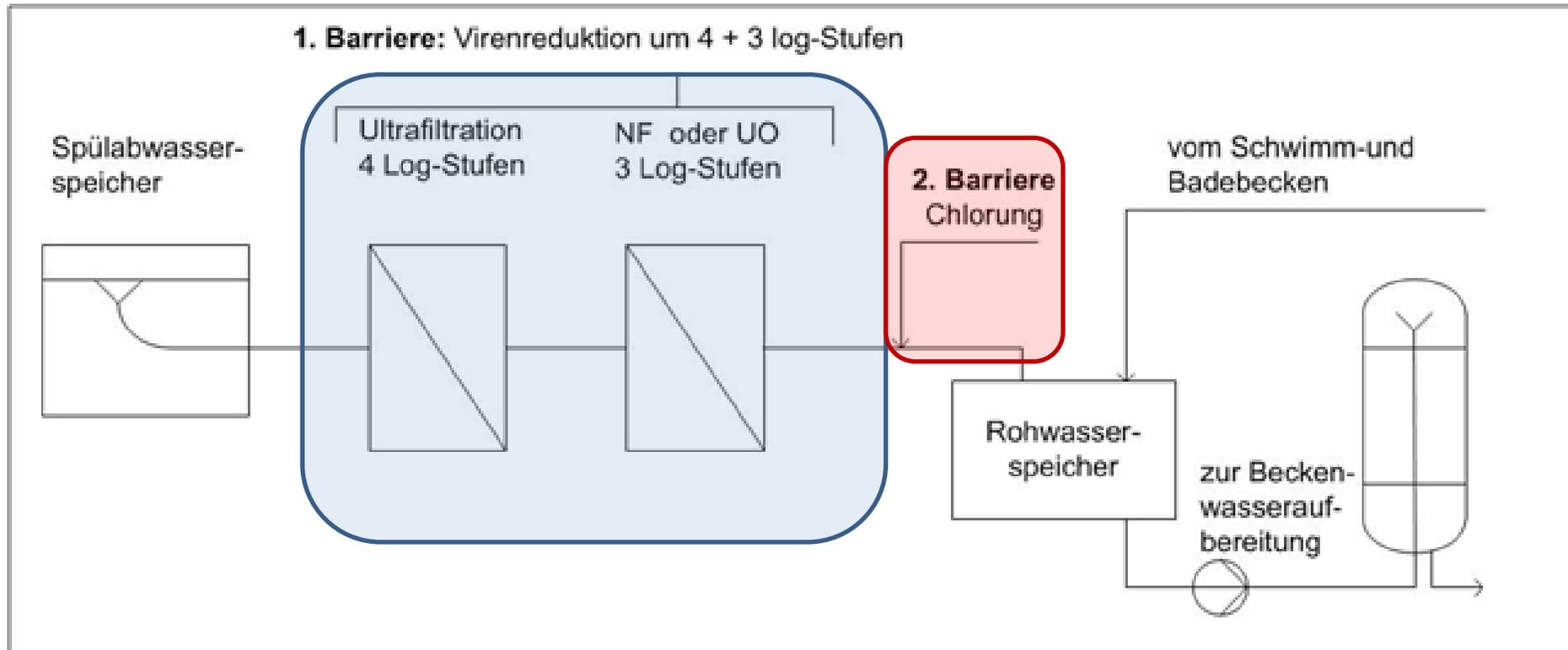
## Umkehrosmose

# Einführung in die Umkehrosmose

- Umkehrosmose-Membranen sind **nicht beständig** gegenüber Desinfektions- und Oxidationsmitteln.
- Es ist daher eine vorgeschaltete Entchlorung zwingend erforderlich.
- Umkehrosmose-Membranen unterliegen dem **Verschleiss**, die Haltbarkeit der Membranen beträgt etwa **3 Jahre**.

# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

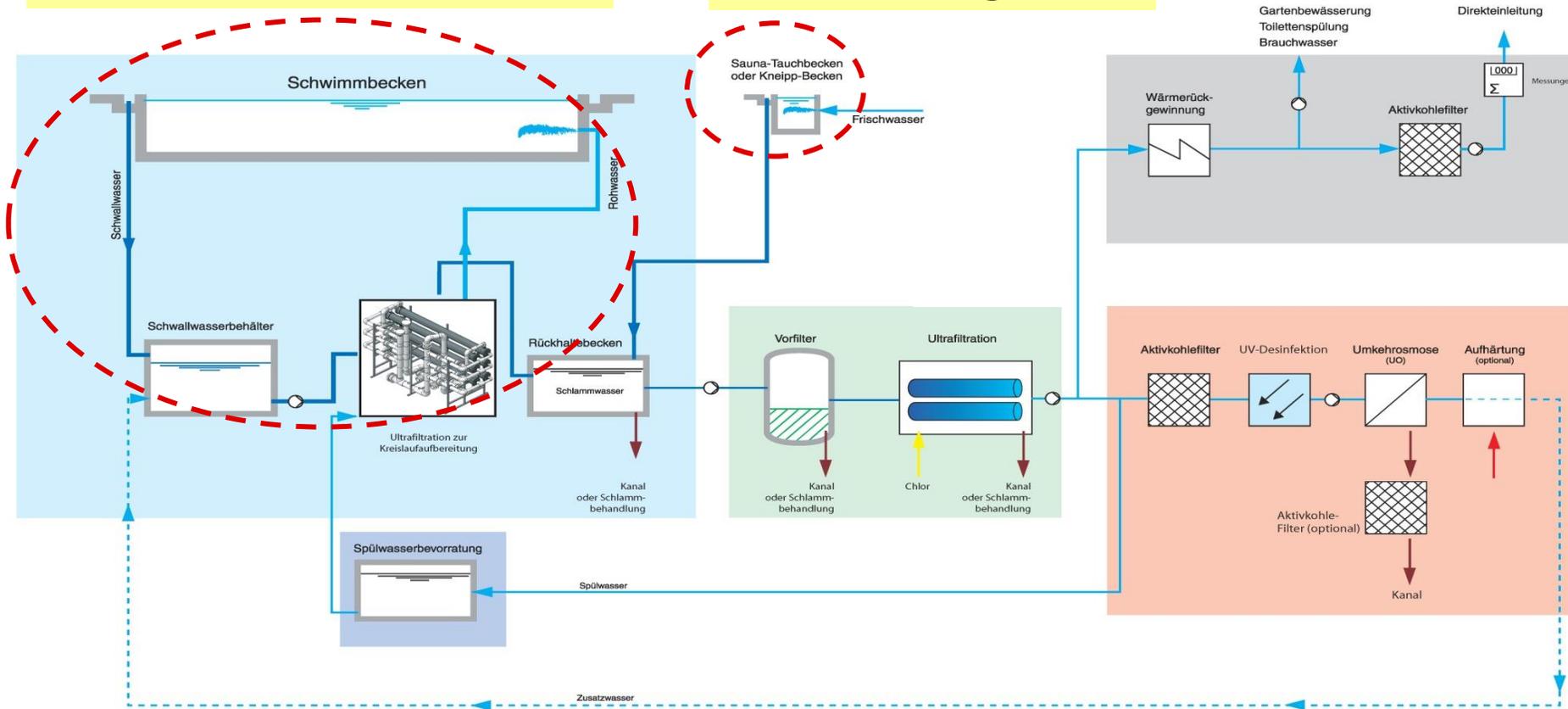
## Wasser mit Salzgehalt $\leq 2000$ mg/L (Süßwasser)



# Spülwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Der Badewasserkreislauf

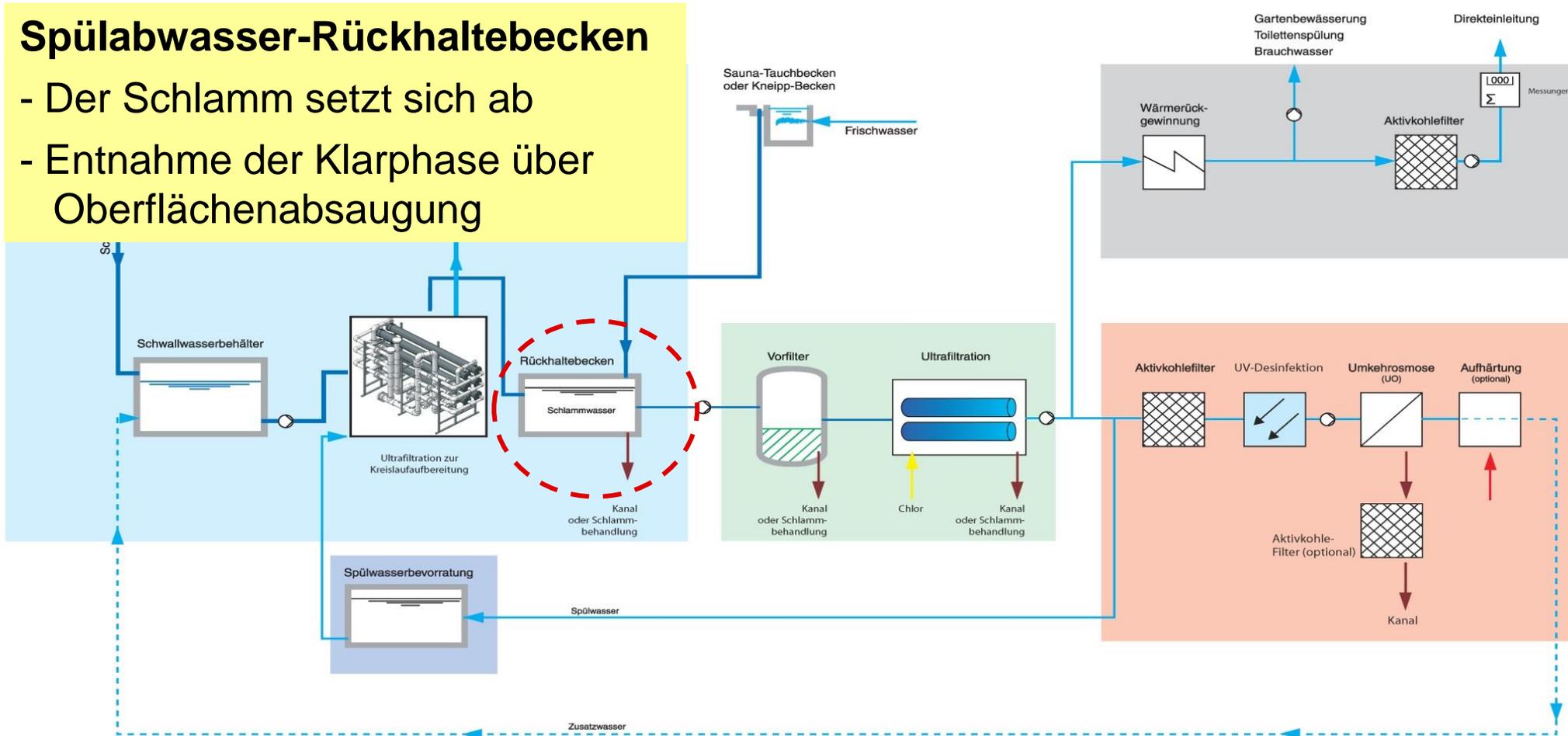
## Tauchbecken ohne Aufbereitung



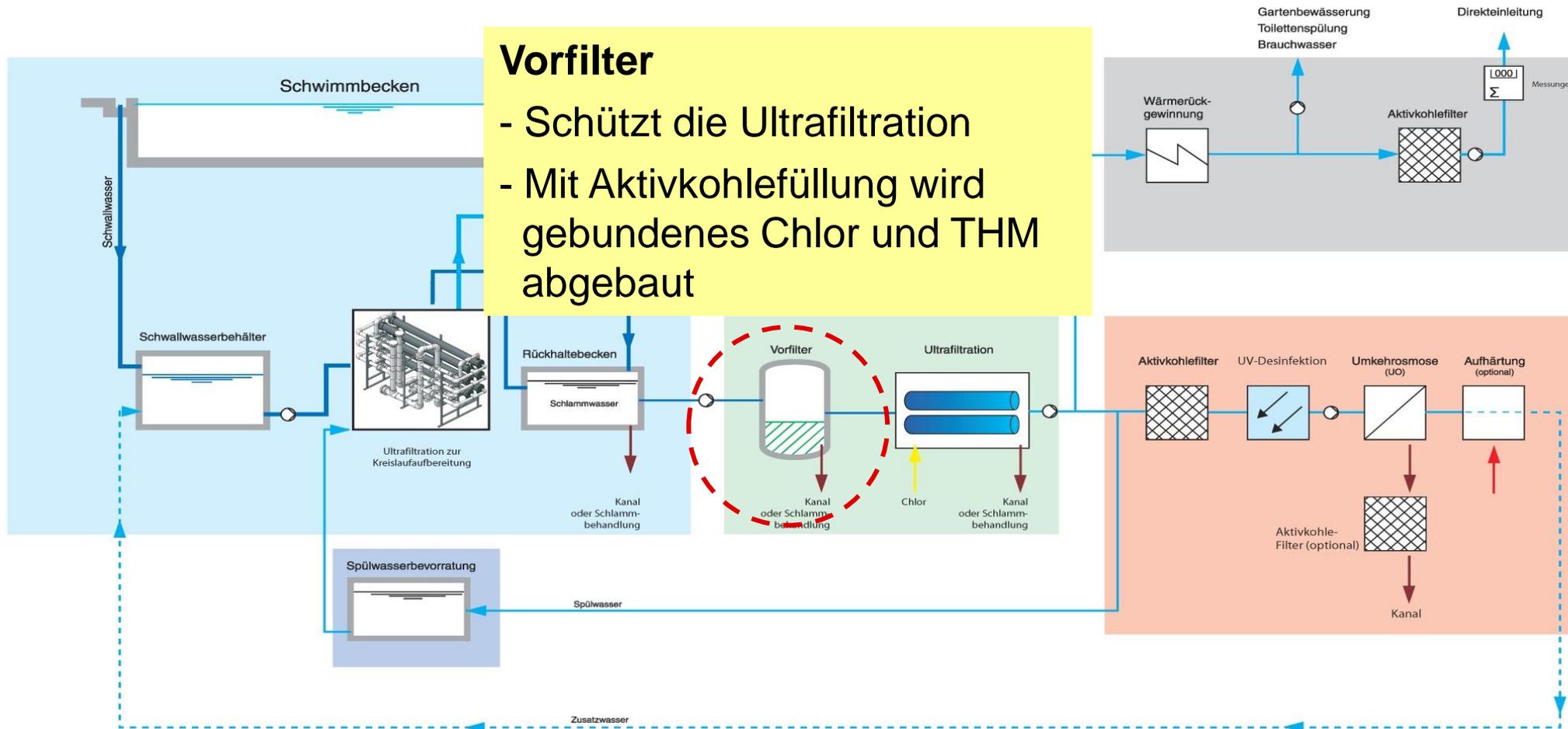
# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Spülabwasser-Rückhaltebecken

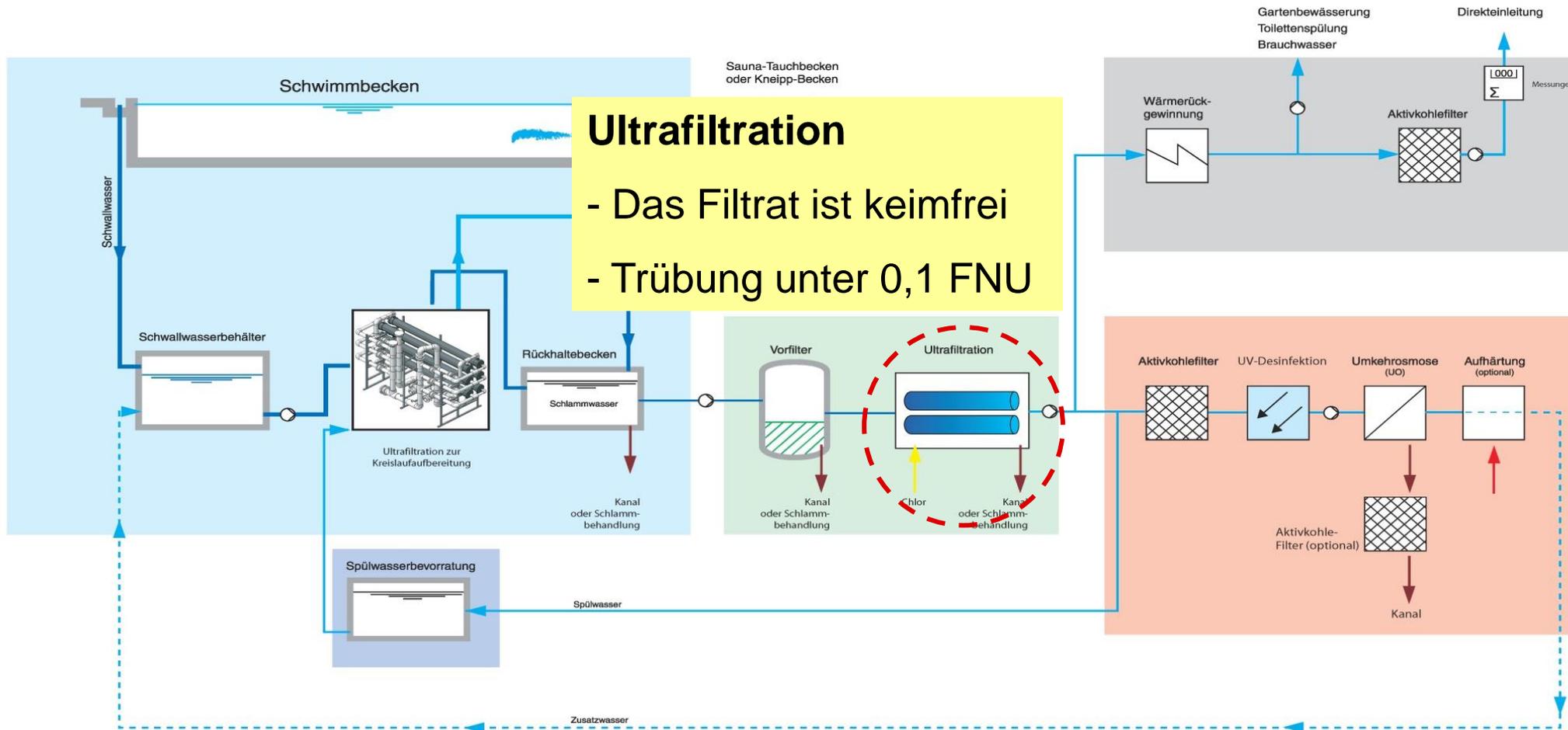
- Der Schlamm setzt sich ab
- Entnahme der Klarphase über Oberflächenabsaugung



# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



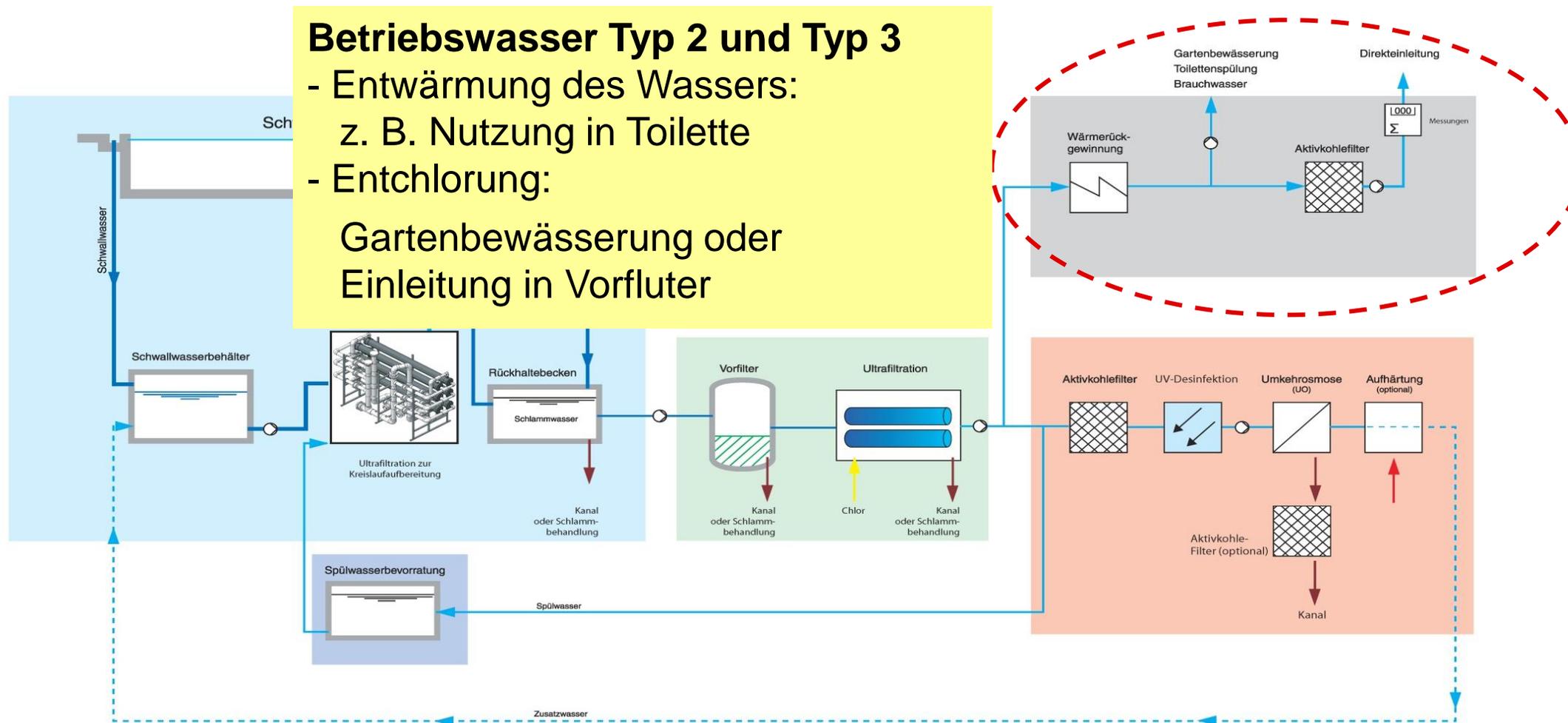
# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Betriebswasser Typ 2 und Typ 3

- Entwärmung des Wassers:  
z. B. Nutzung in Toilette
- Entchlorung:  
Gartenbewässerung oder  
Einleitung in Vorfluter

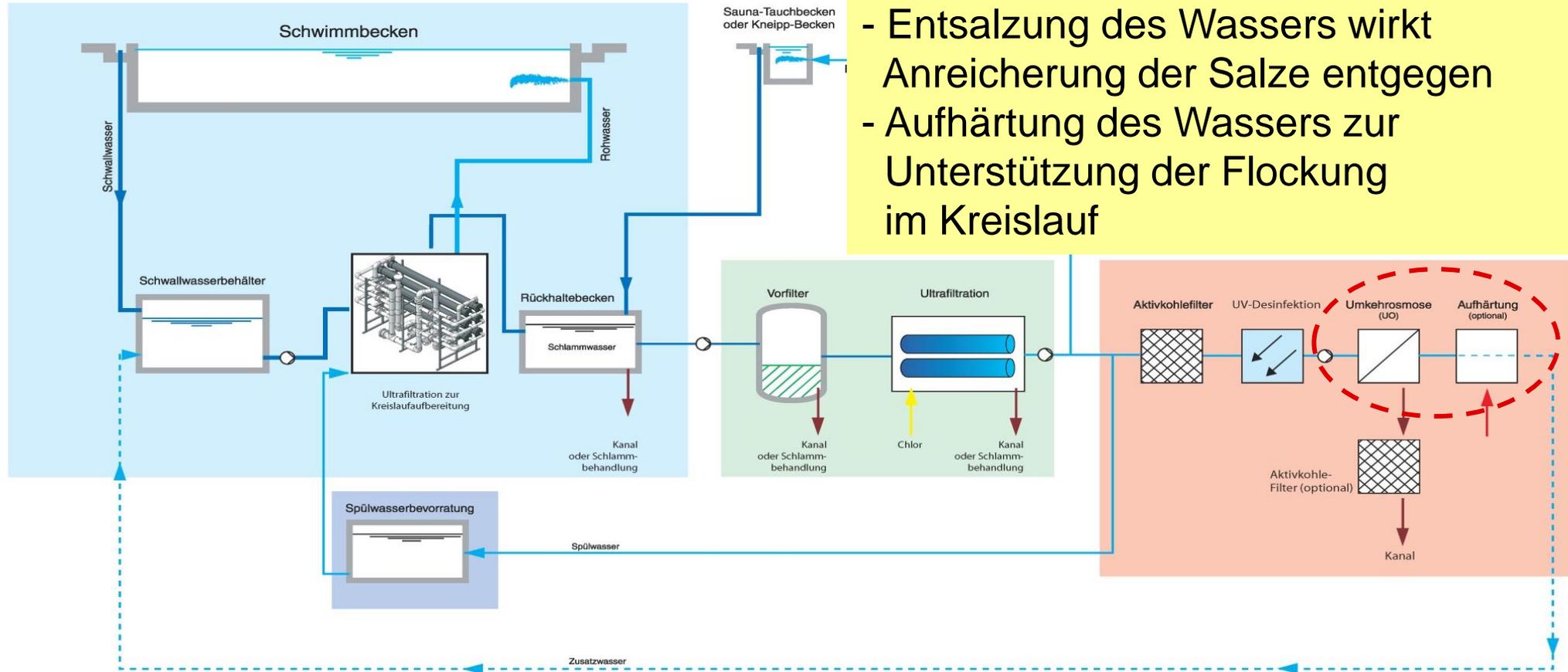




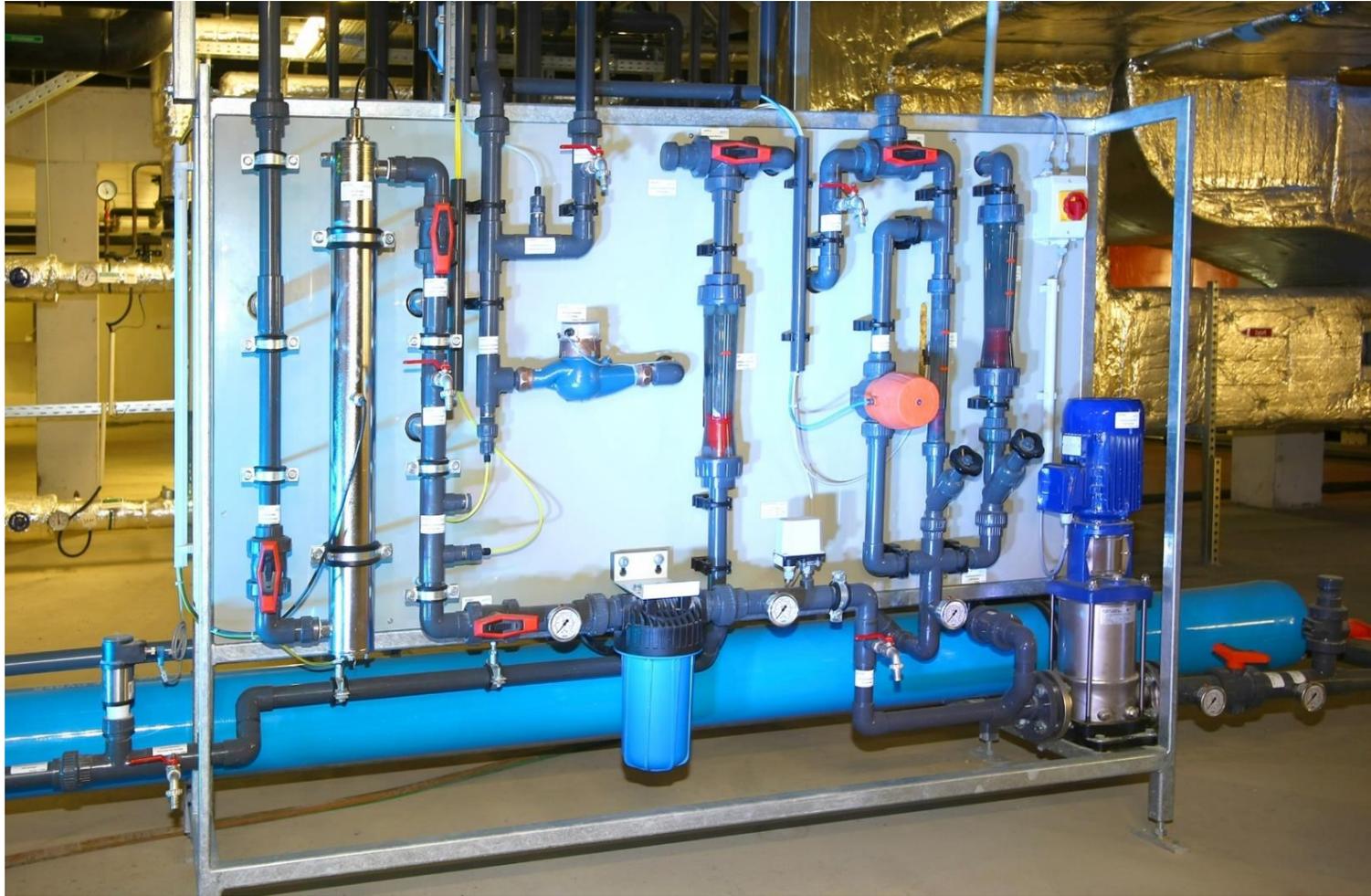
# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Typ 1 : Umkehrosmose

- Entsalzung des Wassers wirkt Anreicherung der Salze entgegen
- Aufhärtung des Wassers zur Unterstützung der Flockung im Kreislauf

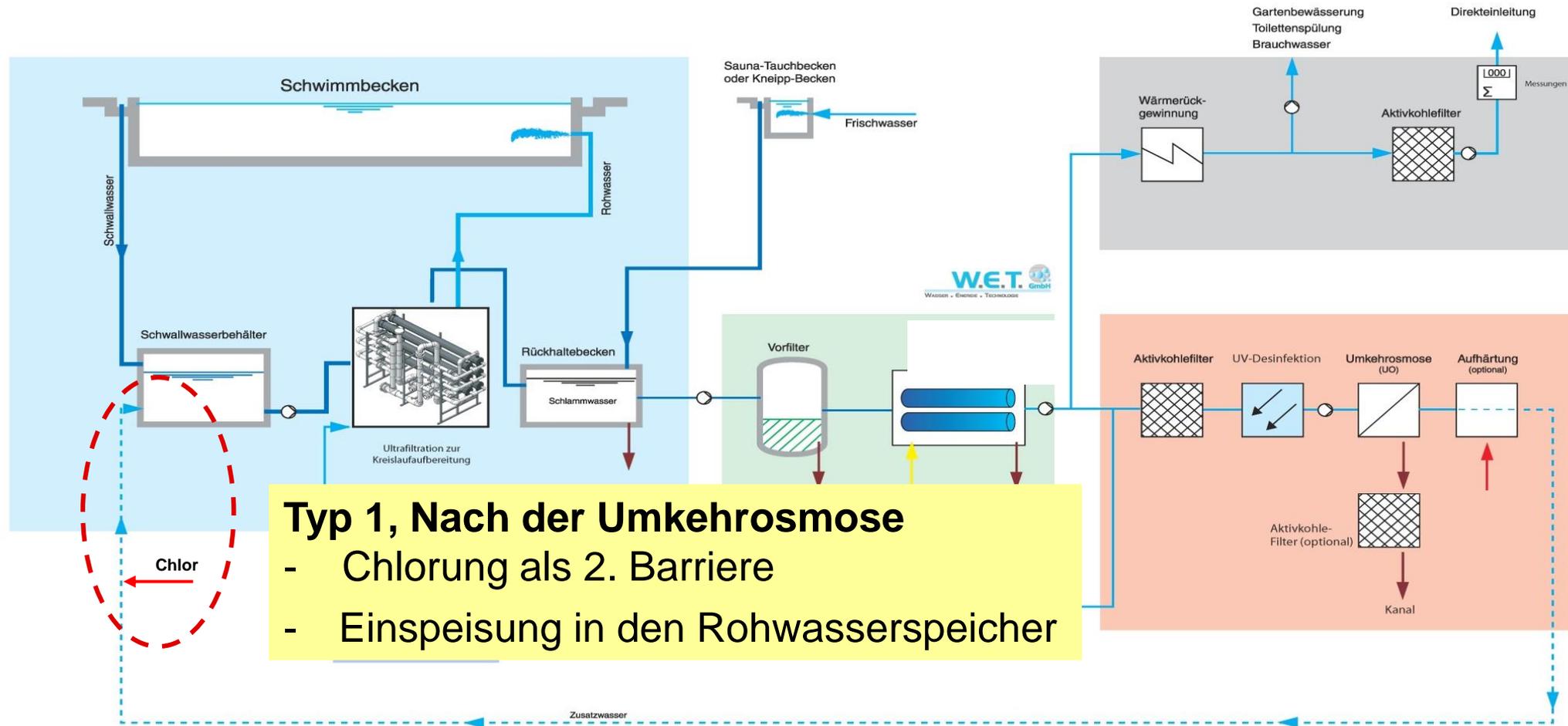


# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



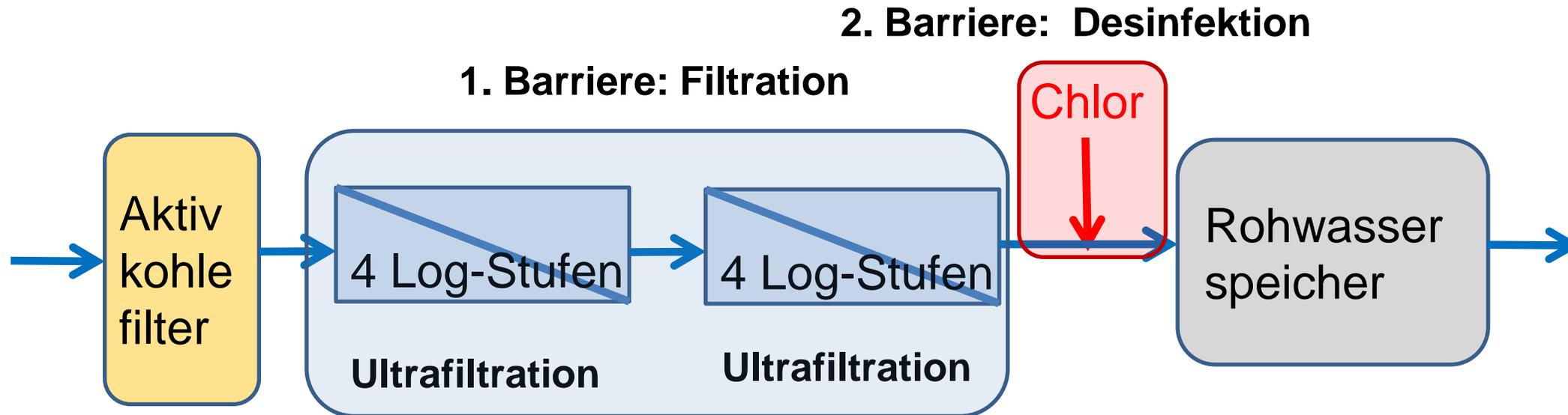
- Umkehrosmose
- 1 Modul mit max. 6,0 m<sup>3</sup>/h
- Entspricht Tagesleistung von 144m<sup>3</sup>

# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



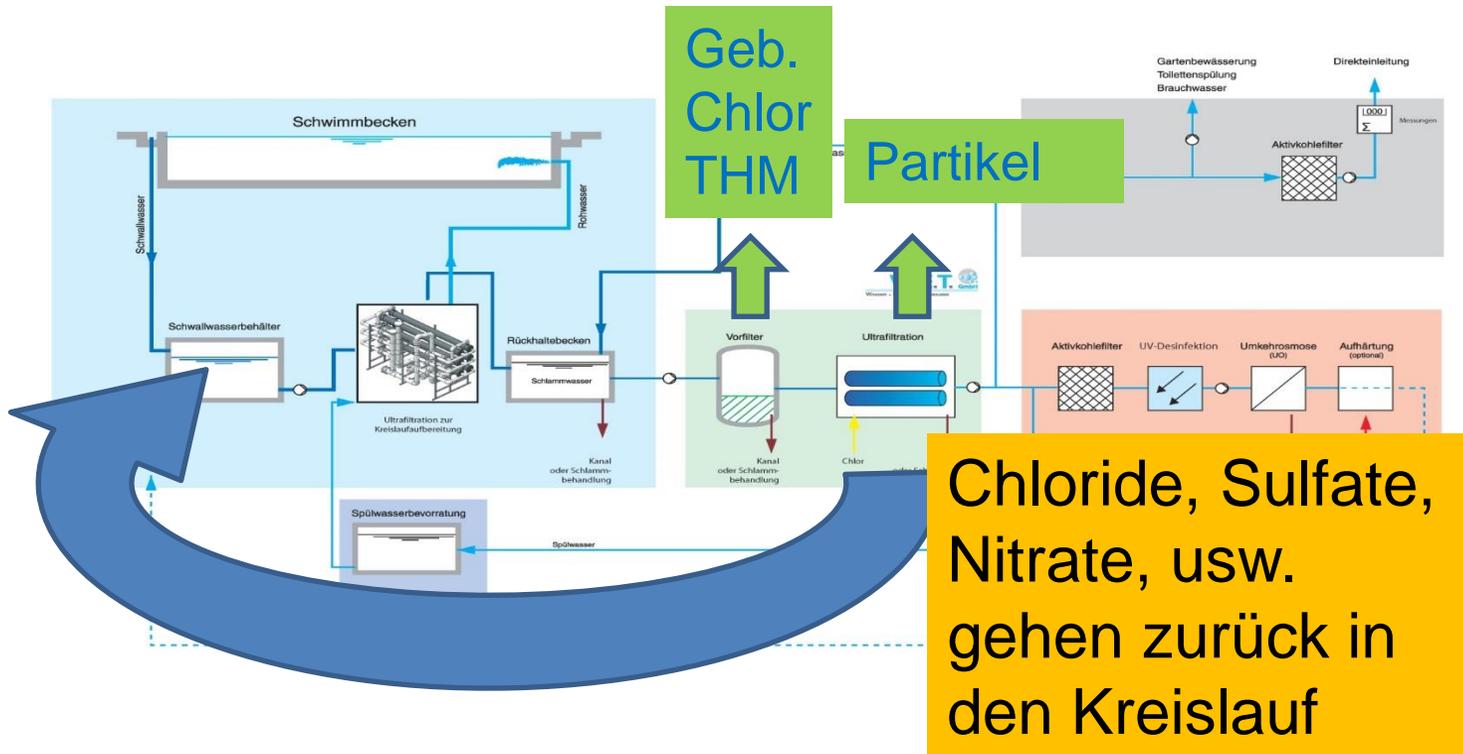
# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Bei salzhaltigen oder Mineral-Wässern



# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Bei salzhaltigen oder Mineral-Wässern



# Nutzungstypen für aufbereitetes Spülabwasser

**Die Aufbereitungsqualität entscheidet über die Nutzungsmöglichkeiten des aufbereiteten Spülabwassers (DIN 19465)**

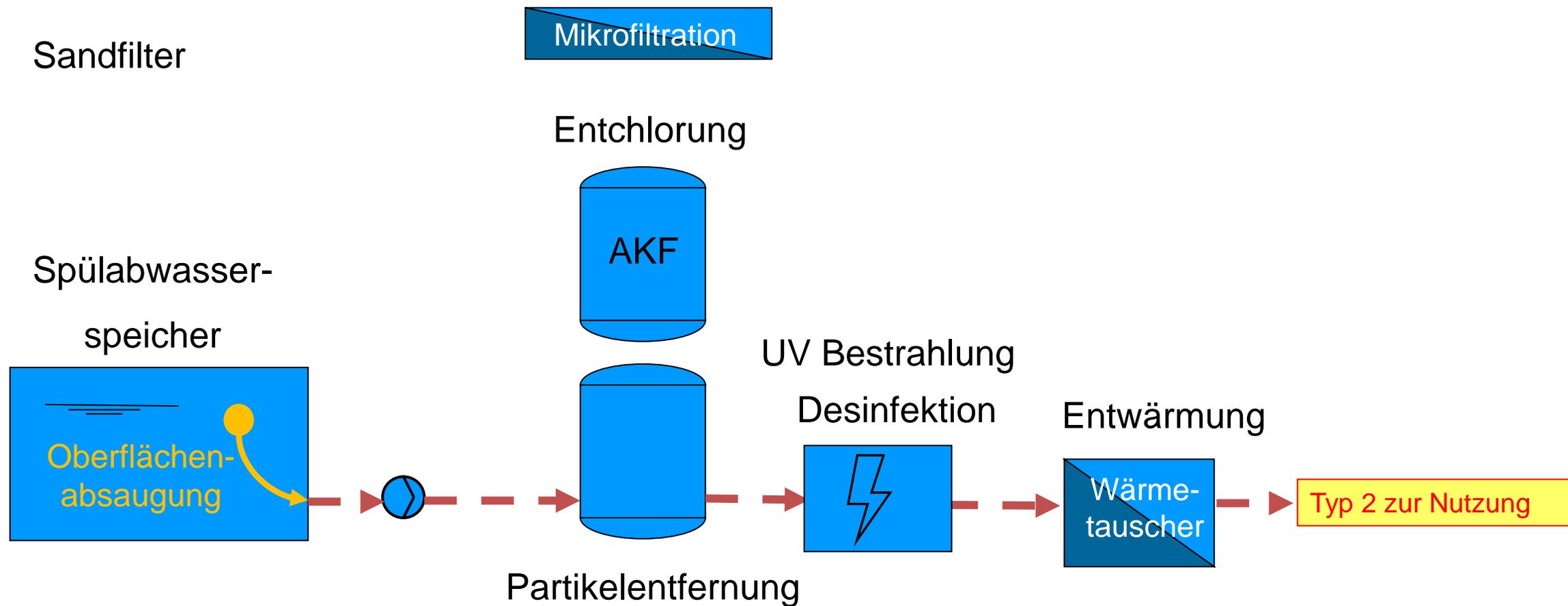
**Typ 1** : Wasser zum Einsatz als Füllwasser, Filterspülwasser und Anwendungszwecke nach Typ 2 und Typ 3

**Typ 2**: Wasser zum Einsatz für Flächenreinigung, Toilettenspülung, Bewässerung von Außenanlagen

**Typ 3**: Wasser zur Direkteinleitung in ein Gewässer oder die Sauberabwasserkanalisation

# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

## Typ 2 – Anforderungen gemäss Einsatzzweck



# Nutzungstypen für aufbereitetes Spülabwasser

**Die Aufbereitungsqualität entscheidet über die Nutzungsmöglichkeiten des aufbereiteten Spülabwassers (DIN 19465)**

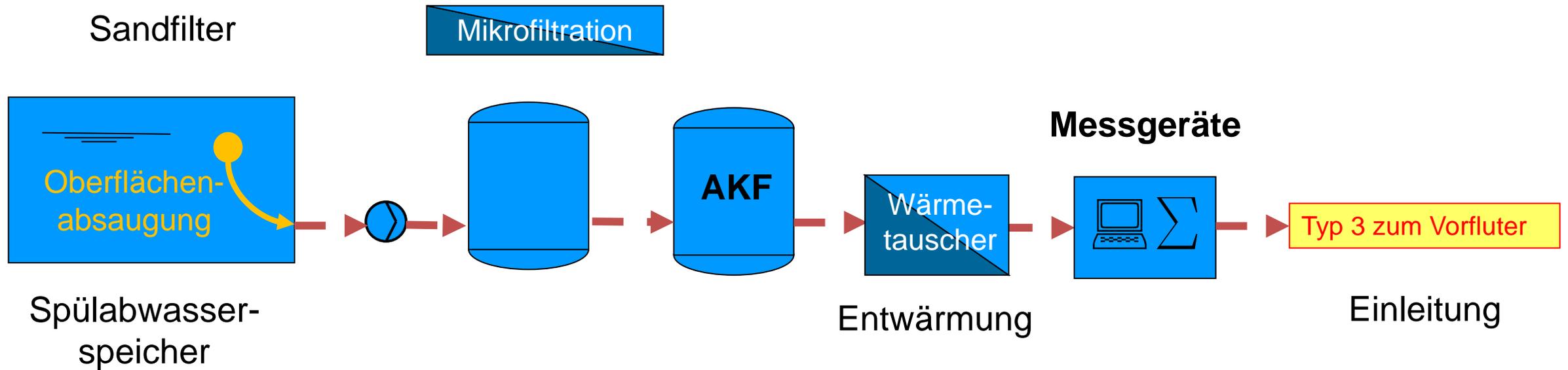
**Typ 1** : Wasser zum Einsatz als Füllwasser, Filterspülwasser und Anwendungszwecke nach Typ 2 und Typ 3

**Typ 2**: Wasser zum Einsatz für Flächenreinigung, Toilettenspülung, Bewässerung von Außenanlagen

**Typ 3**: Wasser zur Direkteinleitung in ein Gewässer oder die Sauberabwasserkanalisation

# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

Direkteinleitung ist die Einleitung von Abwässern direkt in ein Oberflächengewässer oder die Regenwasserkanalisation



# Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

**Aufbereitung Typ 3 zur  
Direkteinleitung**

**2 GfK-Filter als  
Sandfilter und  
Aktivkohlefilter**



# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

- Abwasser und Trinkwasser je  $2,50 \text{ CHF/m}^3 = 5,00 \text{ CHF/m}^3$
- Gaskosten 8 Rp/kWh - Aufheizung Preis  $1,29 \text{ CHF/m}^3$
- Strom pro  $\text{m}^3$  Filtrat/Permeat:
- Ultrafiltration:  $0,8 \text{ kWh/m}^3$ , Umkehrosmose:  $2,0 \text{ kWh/m}^3$
- Strompreis 19,25 Rp/kWh
- Membranersatz Ultrafiltration 5 Jahre, Umkehrosmose 3 Jahre
- Wartungskosten 2'500 CHF pro Jahr

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 1

- Hallenbad
- 50 % Schwimmer- und  
50 % Nichtschwimmerbecken
- (6 Bahnen) 25 x 16,67 m = **417 m<sup>2</sup>**
- Umwälzleistung **245 m<sup>3</sup>/h**
- Temperatur 30 ° C
- Spülabwasser pro Woche 90 m<sup>3</sup>



© Benreis/ CC-BY-SA-3.0

- Rückgewinnung an Füllwasser Typ 1 von 72% des Spülabwassers

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 1 – Aufbereitung zu Füllwasser Typ 1

Zusammenfassung		
16.200,00	CHF/a	Einsparung Wasser
4.904,00	CHF/a	Einsparung Heizung
-2.483,50	CHF/a	Verbrauchsgebunde Kosten
-3.300,00	CHF/a	Betriebsgebunde Kosten
<b>15.320,50</b>	<b>CHF/a</b>	<b>Einsparung pro Jahr</b>
Amortisation		
100.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>6,50</b>	<b>a</b>	<b>Amortisation ohne Kapitalkosten</b>

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 2

- Spaßbad
- Viele unterschiedliche Becken
- Durchschnittliche Temperatur 30 ° C
- Spülabwasser pro Woche 500 m<sup>3</sup>
- Rückgewinnung an Füllwasser Typ 1 von 72% des Spülabwassers



© Wolfgang Glock / CC-BY-SA-3.0

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 3

Zusammenfassung		
90.000,00	CHF/a	Einsparung Wasser
27.244,00	CHF/a	Einsparung Heizung
-13.706,75	CHF/a	Verbrauchsgebunde Kosten
-4.300,00	CHF/a	Betriebsgebunde Kosten
<b>99.237,25</b>	<b>CHF/a</b>	<b>Einsparung pro Jahr</b>
Amortisation		
130.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>1,30</b>	<b>a</b>	<b>Amortisation ohne Kapitalkosten</b>

Beispielbad	Hallenbad mit Kombibecken	Freibad	Spaßbad mit vielen Becken	Hallenbad mit Salzwasser
Betrieb w/a	50	20	50	50
Spülabwasser m <sup>3</sup> /w	90	155	500	90
Spülabwasser m <sup>3</sup> /a	4.500	3.100	25.000	4.500
Rückgeführtes Wasser m <sup>3</sup> /a	3.240	2.232	18.000	3.825
Einsparung Wasser CHF/a	16.200	11.160	90.000	28.688
Einsparung Wärme kWh/a	88.518	45.734	491.765	104.500
Einsparung Heizung CHF/a	4.904	2.234	27.244	5.789
Chemikalien CHF/a	-212	-146	-1.175	-90
UF Strom CHF/a	-693	-477	-8.850	-993
UO Strom CHF/a	-1.559	-1.074	-8.663	0
UF Instandhaltung CHF/a	-500	-500	-500	-500
UO Instandhaltung CHF/a	-300	-300	-300	0
Wartung CHF/a	-2.500	-2.500	-3.500	-2.000
Einsparung CHF/a	15.320	8.677	99.273	31.175
Investition CHF	100.000	110.000	130.000	60.000
Amortisation a	<b>6,5</b>	<b>12,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Praktische Tipps

- Erst die Filterspülung optimieren, weniger Wasser – weniger Investition
- Kann zusätzlich Wasser aus Tauchbecken, oder Wasser aus der regelmäßigen Beckenentleerung aufbereitet werden?
- Kann zusätzlich Regenwasser aufbereitet werden?
- Prüfen ob Typ 3 oder Typ 1 besser geeignet ist
- Gibt es eine Anwendung für Typ 2 (meist nur bei Neubau)
- Einleitbedingungen mit Behörden klären

**Erst planen, dann bauen!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit...



# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

Spülabwasser		
155,00	m³/w	Spülabwasser und zusätzliches Wasser, z.B. Saunatauchbecken usw.
20,00	w/a	Betriebswochen im Jahr
Filtration		
3.100,00	m³/a	Rohwasser
95,00	%	Wirkungsgrad
2.945,00	m³/a	Filtrat
Einsparung Wasser		
2,50	€/m³	Abwasserpreis
<b>7.363,00</b>	€/a	Einsparung Wasser
Einsparung Heizung		
<b>0,00</b>	€/a	Einsparung Heizkosten
Verbrauchsgebundene Kosten		
19,25	Cent/kWh	Strompreis
119,35	€/m³	Filtration 0,2 kWh/m³
<b>138,60</b>	€/a	Verbrauchsgebundene Kosten
Betriebsgebundene Kosten		
500,00	€/a	Wechsel Aktivkohle
500,00	€/a	Wartungskosten (pauschal)
<b>1.000,00</b>	€/a	Betriebsgebundene Kosten
Zusammenfassung		
7.363,00	€/a	Einsparung Wasser
0,00	€/a	Einsparung Heizung
-138,60	€/a	Verbrauchsgebundene Kosten
-1.000,00	€/a	Betriebsgebundene Kosten
<b>6.224,40</b>	€/a	<b>Einsparung pro Jahr</b>
Amortisation		
35.000,00	€	Investitionskosten
<b>5,60</b>	<b>a</b>	<b>Amortisation ohne Kapitalkosten</b>

## Freibad

## Aufbereitung

## zu Typ 3

Die Kosten für den Schlammwasserbehälter sind nicht enthalten

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 1 Hallenbad- Vergleich Typ 1 mit Typ 3 über 15 Jahre

### Beispielbad 1 Hallenbad Aufbereitung zu Typ 1

15.320,50	CHF/a	Einsparung pro Jahr
15,00	a	Laufzeit
229.807,50	CHF	Einsparung Gesamt
-100.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>129.807,50</b>	<b>CHF</b>	<b>Überschuss</b>

**Differenz**

**CHF 20'695**

### Beispielbad 1 Hallenbad Aufbereitung zu Typ 3

9.607,50	CHF/a	Einsparung pro Jahr
15,00	a	Laufzeit
144.112,50	CHF	Einsparung Gesamt
-35.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>109.112,50</b>	<b>CHF</b>	<b>Überschuss</b>

# Amortisation einer Spülabwasseraufbereitung

## Beispielbad 1 Hallenbad- Vergleich Typ 1 mit Typ 3 über 15 Jahre Erhöhung der Kosten für Wasser, Heizung Strom um 25 %

### Beispielbad 1 Hallenbad Aufbereitung zu Typ 1

20.028,63	CHF/a	Einsparung pro Jahr
15,00	a	Laufzeit
300.429,38	CHF	Einsparung Gesamt
-100.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>200.429,38</b>	<b>CHF</b>	<b>Überschuss</b>

Differenz

**51'539 CHF**

### Beispielbad 1 Hallenbad Aufbereitung zu Typ 3

12.259,38	CHF/a	Einsparung pro Jahr
15,00	a	Laufzeit
183.890,63	CHF	Einsparung Gesamt
-35.000,00	CHF	Investitionskosten
<b>148.890,63</b>	<b>CHF</b>	<b>Überschuss</b>