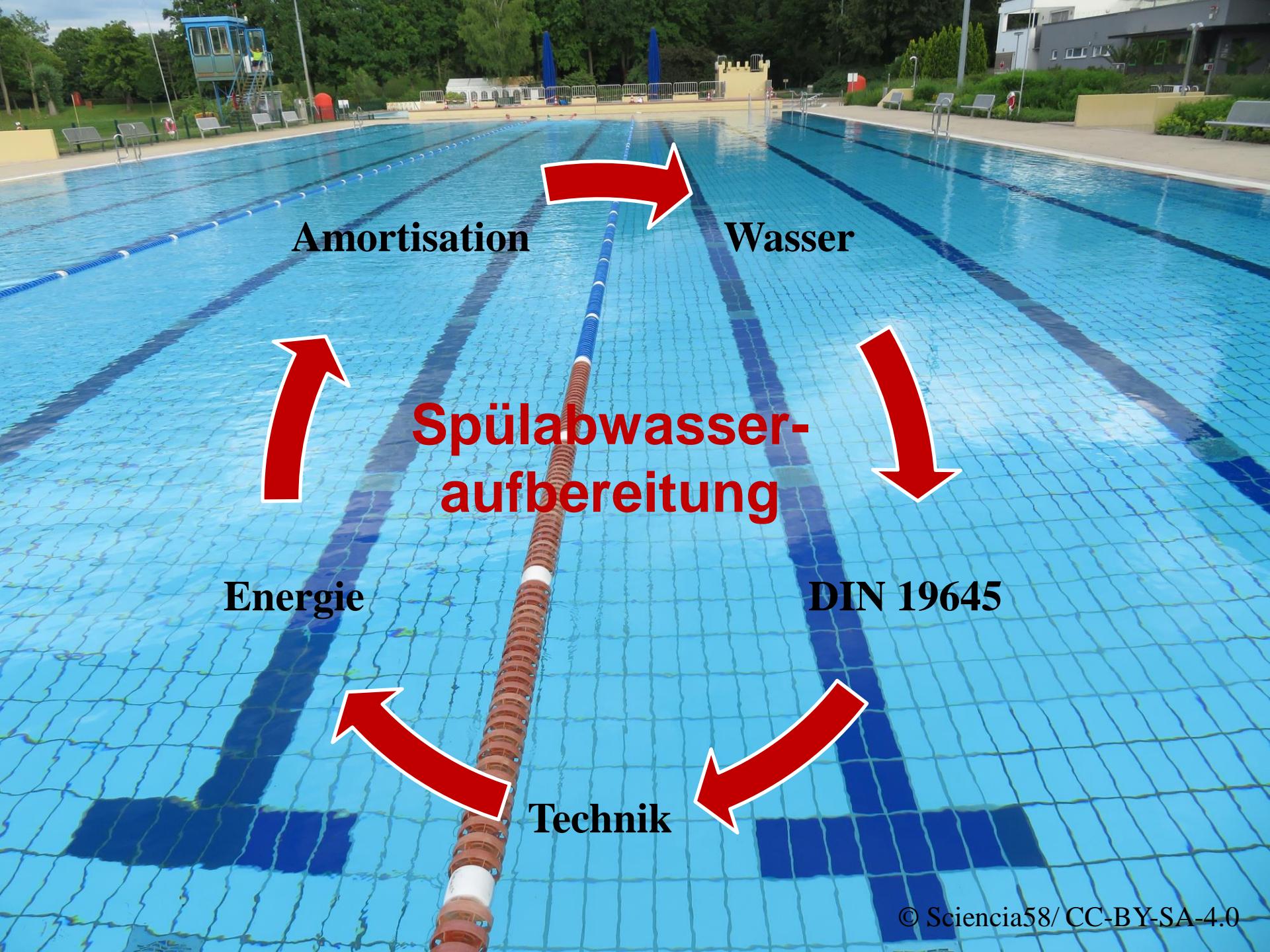


# **Spülabwasseraufbereitung – die Möglichkeit Wasser und Energie zu sparen**

Dipl.-Ing. (FH) Michael Reis  
Beratender Ingenieur

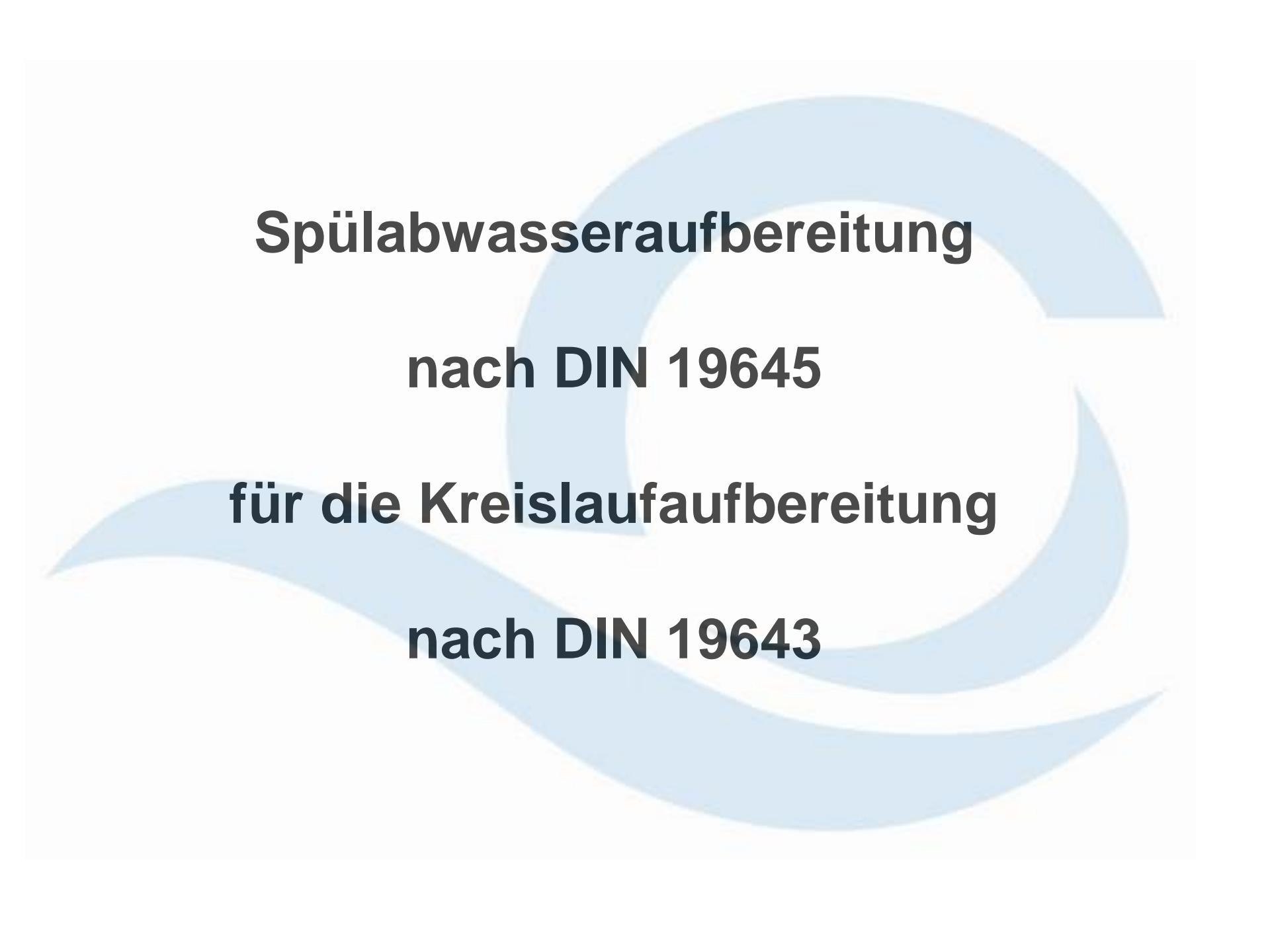


# **Wo wird Wasser im Schwimmbad gebraucht**

- Wasser für Duschen und Waschbecken
  - Wasser für die Küche
  - Wasser für die Toilettenspülung und Reinigung
- 
- Zusatzwasser für den Badewasserkreislauf
  - Wasser zur Beckenfüllung

# Wo fällt Abwasser im Schwimmbad an

- Spülabwasser aus dem Badewasserkreislauf
- Wasser aus Überlauf oder Entleerung von  
Kinder-, Durchschreite- und Tauchbecken
- Abwasser von Duschen
- Abwasser aus der Küche
- Abwasser aus Toiletten und Reinigung
- (Regenwasser)



**Spülabwasseraufbereitung**

**nach DIN 19645**

**für die Kreislaufaufbereitung**

**nach DIN 19643**

# **DIN 19645 - Anforderungen an das aufzubereitende Spülabwasser**

Geeignet sind nur Abwässer der Filterspülung aus der Kreislaufaufbereitung und Abwässer aus Tauchbecken.

Das Spülabwasser darf keine Dusch-, Wasch- oder Reinigungszusätze enthalten.

Die Rinnenreinigung muss in den Kanal abgeführt werden

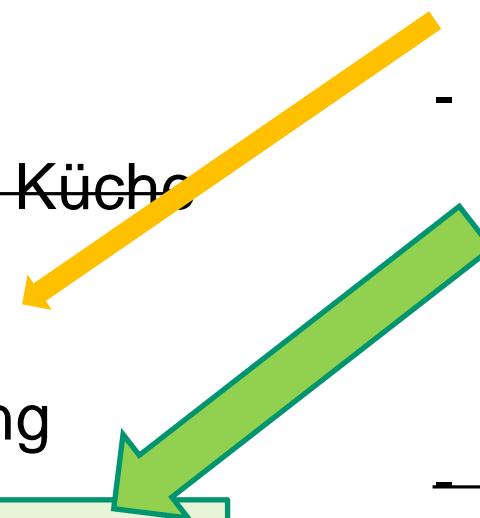
Das aufbereitete Wasser ist nicht geeignet für den Lebensmittelbereich, für Waschbecken, Duschen, usw.

# Wo wird Wasser gebraucht

- Wasser für Duschen und Waschbecken
- Wasser für die Küche
- Wasser für die Toilettenspülung
- Zusatzwasser für den Badewasserkreislauf
- Wasser zur Beckenfüllung

# Wo fällt Abwasser an

- Spülabwasser aus dem Badewasserkreislauf
- Wasser aus Überlauf oder Entleerung von Kinder-, Durchschreite- und Tauchbecken
- Abwasser von Duschen
- Abwasser aus der Küche
- Abwasser aus Toiletten
- (Regenwasser)



# **Die DIN 19645 unterscheidet verschiedene Nutzungsmöglichkeiten für das aufbereitete Spülabwasser**

**Typ 1 : Wasser zum Einsatz als Füllwasser, Filterspülwasser**

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

**Typ 3:** Wasser zur Direkteinleitung in ein Gewässer

# **Spülabwasseraufbereitung**

Die DIN 19643-1 unterscheidet

zwischen **primären Füllwasser**, aus der Trinkwasserleitung  
oder aus einer Quelle oder einem Brunnen

und

**sekundärem Füllwasser** (Typ 1 nach DIN 19645) aus einer  
Spülabwasseraufbereitung,  
max. 80 % des Füllwassers

# DIN 19645: Typ 1

- Mikrobiologische Anforderungen der Trinkwasserverordnung
- Mindestens 2 Barrieren gegen mikrobiologische Belastungen
- Typ 1 ist nicht geeignet für den Lebensmittelbereich, für Waschbecken, Duschen, usw.
- Keine Anreicherung von chemischen Belastungsstoffen im Beckenwasserkreislauf

## Auszug aus der DIN 19645

### 9.2.1 Mehrfachbarriere

Da Spülabwasser grundsätzlich Krankheitserreger enthält, hat die Aufbereitung Typ 1 stets nach dem Mehrfachbarrierensystem zu erfolgen, d. h. es müssen mindestens zwei Barrieren (**Filtration** sowie **Desinfektion**) vorhanden sein.

Die Desinfektion muss nach der Filtration erfolgen!

## 1. Barriere Filtration

Reduktion einer vorgegebenen Virenkonzentration um 7 Log-Stufen (99,9999 %).

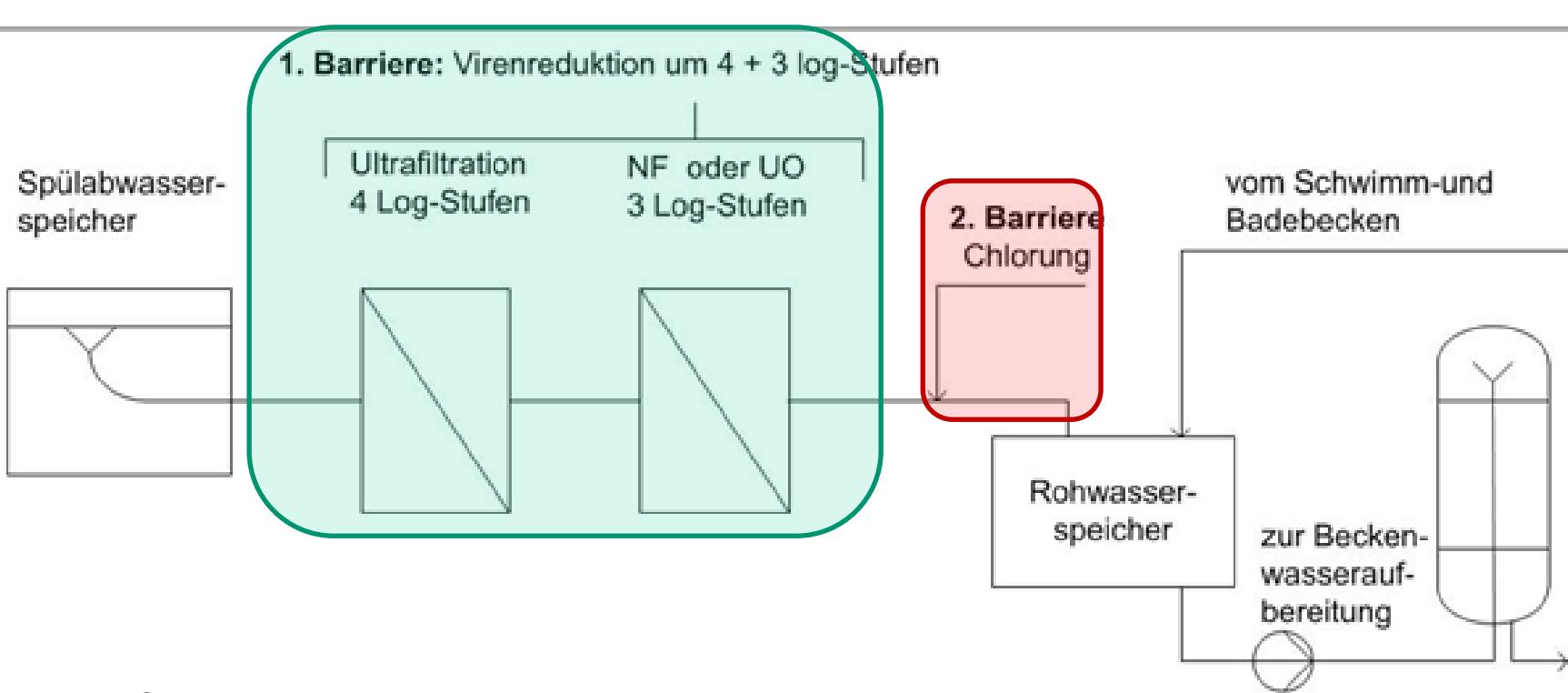
Derzeit Ultrafiltration mit 4 Log-Stufen Umkehrosmose mit 3 Log-Stufen.

## 2. Barriere Desinfektion

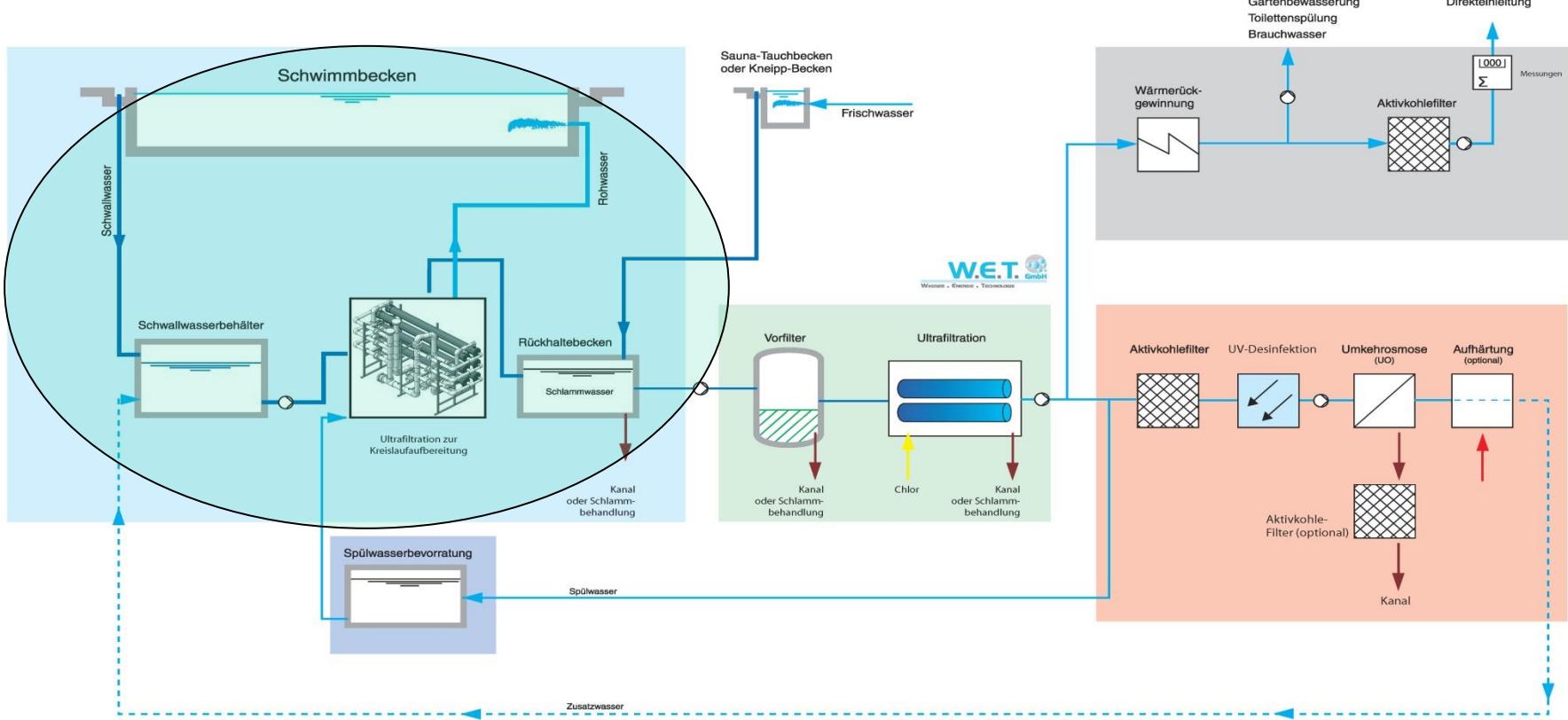
Die Desinfektionsstufe muss in der Lage sein, die von der ersten Barriere nicht zurück gehaltenen Viren und Bakterien sicher zu inaktivieren bzw. abzutöten.

Nach einer ausreichenden Partikelabtrennung erfolgt der Einsatz von Chlor  $\geq 0,3 \text{ mg/l}$ .

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



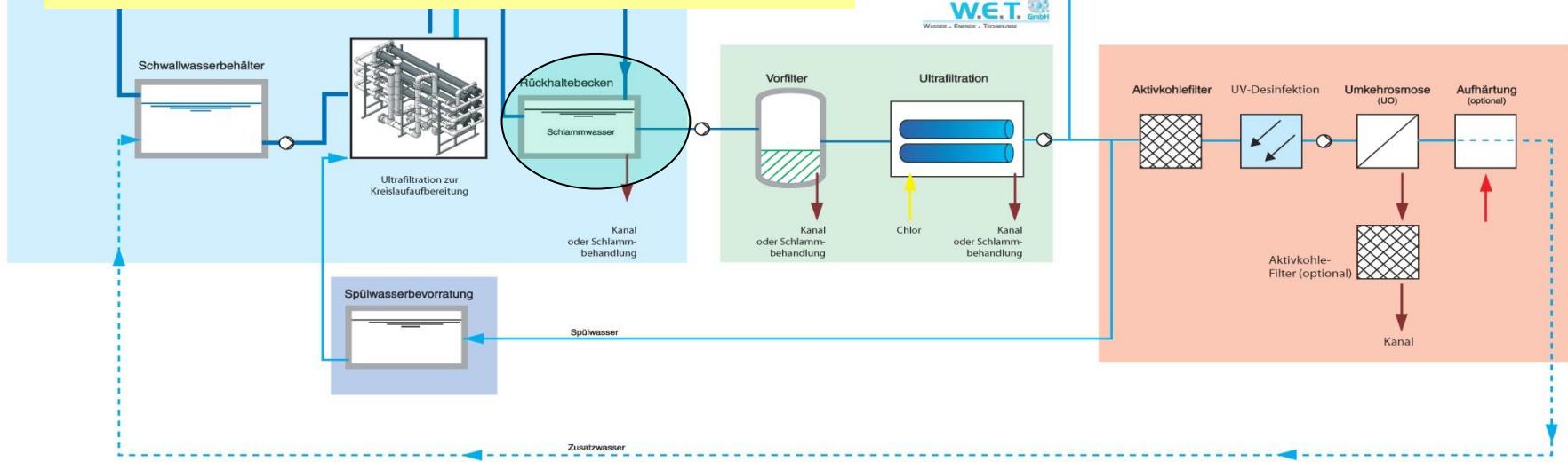
# Der Aufbereitungskreislauf



Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

# Spülabwasser-Rückhaltebecken

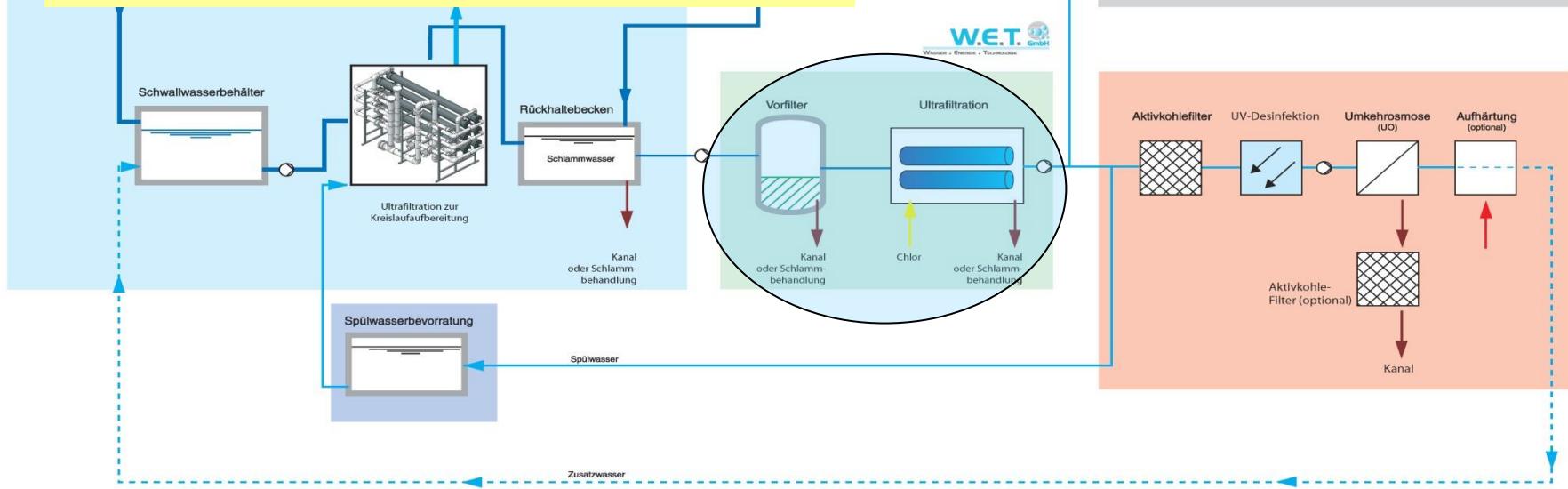
- Der Schlamm setzt sich ab
- Entnahme der Klarphase über Oberflächenabsaugung



Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

# Ultrafiltration

- Das Filtrat ist keimfrei
- Trübung unter 0,1 FNU



Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



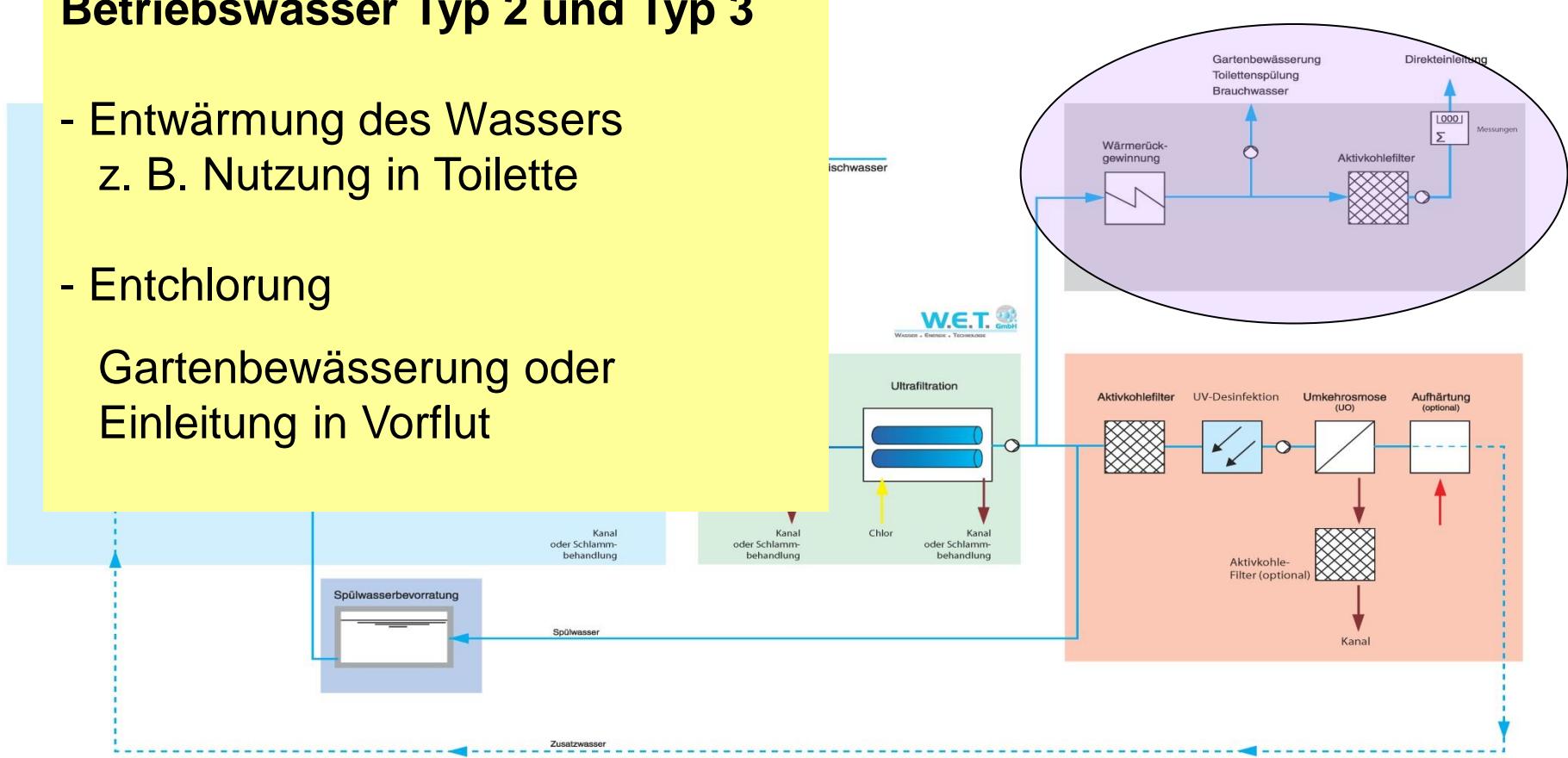
**Ultrafiltration zur Spülabwasseraufbereitung**

## Betriebswasser Typ 2 und Typ 3

- Entwärmung des Wassers  
z. B. Nutzung in Toilette

- Entchlorung

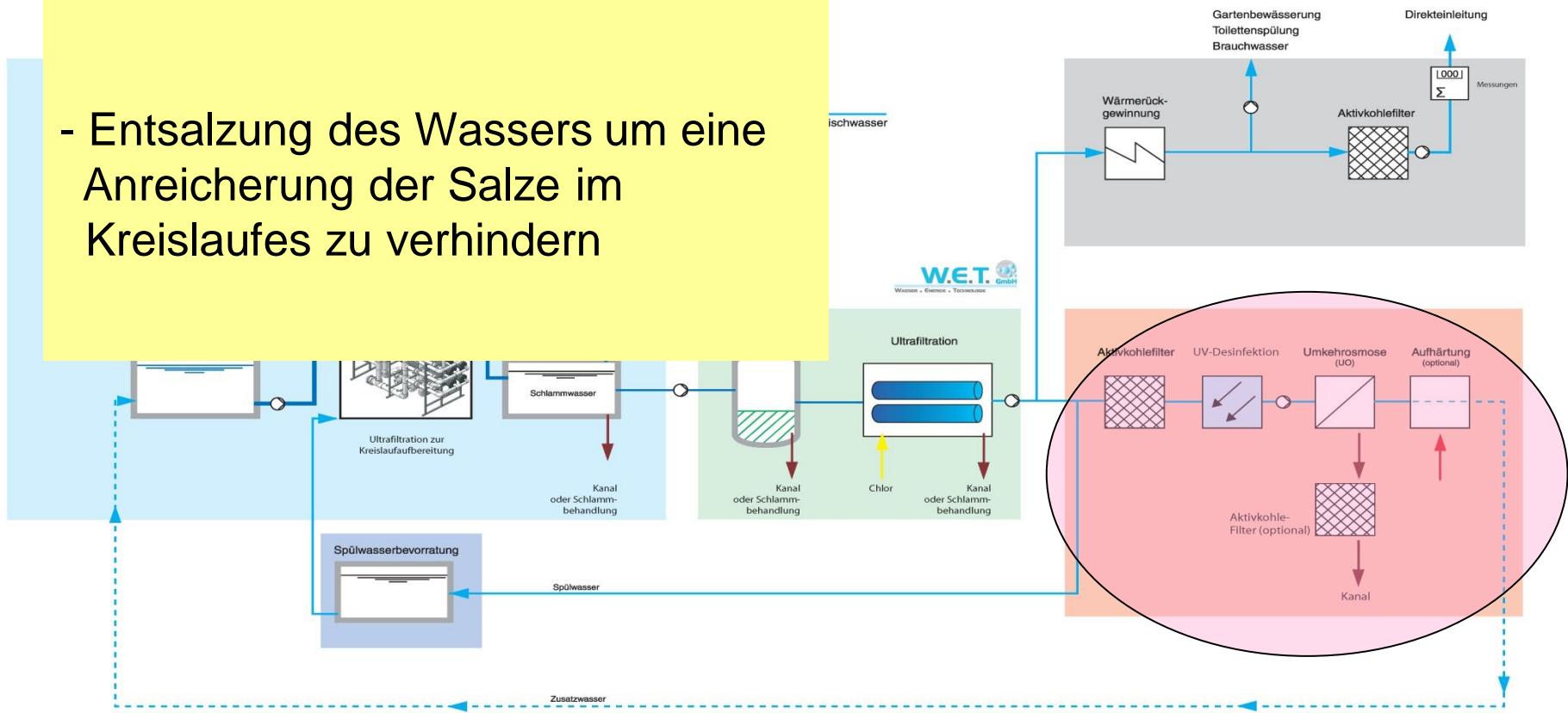
Gartenbewässerung oder  
Einleitung in Vorflut



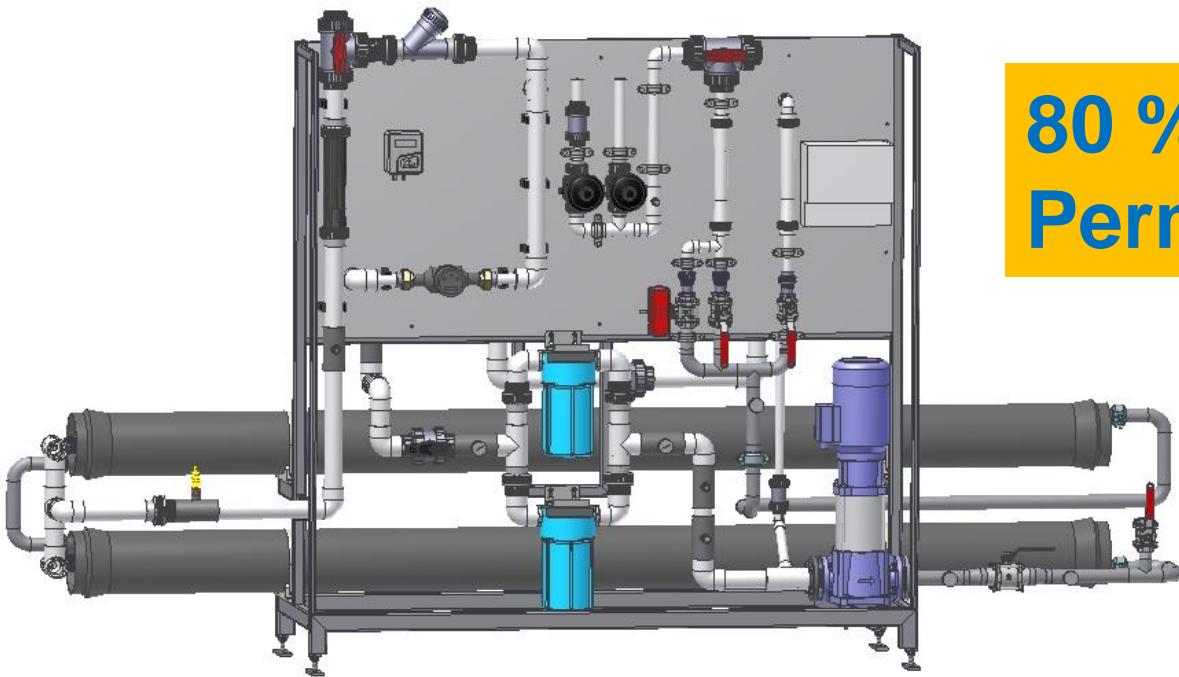
## Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645

# Typ 1 : Umkehrosmose

- Entsalzung des Wassers um eine Anreicherung der Salze im Kreislaufes zu verhindern



Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



**100 %  
Zulauf**

**80 %  
Permeat**

**20 %  
Konzentrat**

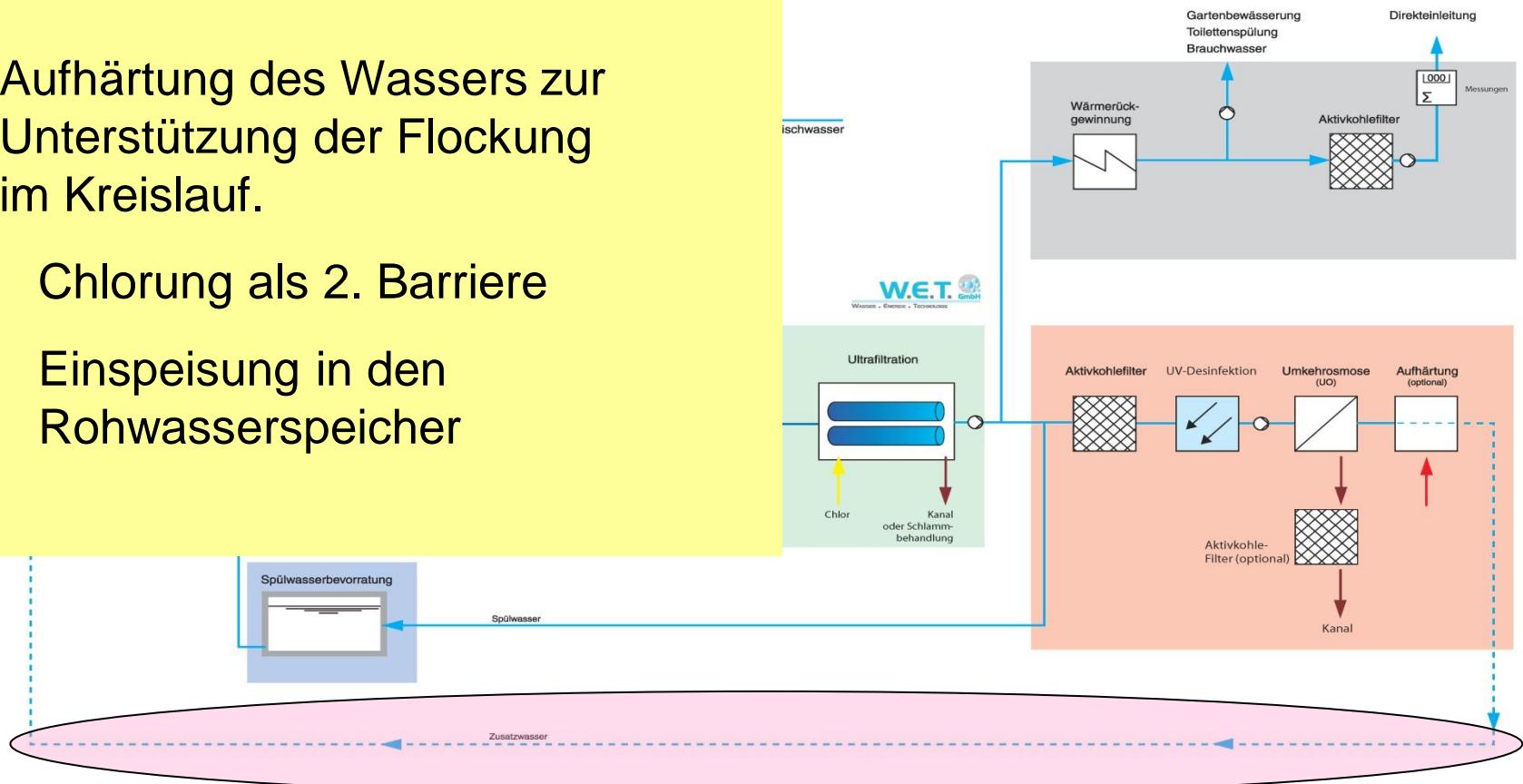
**Umkehrosmose**



**Umkehrosmose**  
**max. 6,0 m<sup>3</sup>/h**

## Typ 1 : Nach der Umkehrosmose

- Aufhärtung des Wassers zur Unterstützung der Flockung im Kreislauf.
- Chlorung als 2. Barriere
- Einspeisung in den Rohwasserspeicher



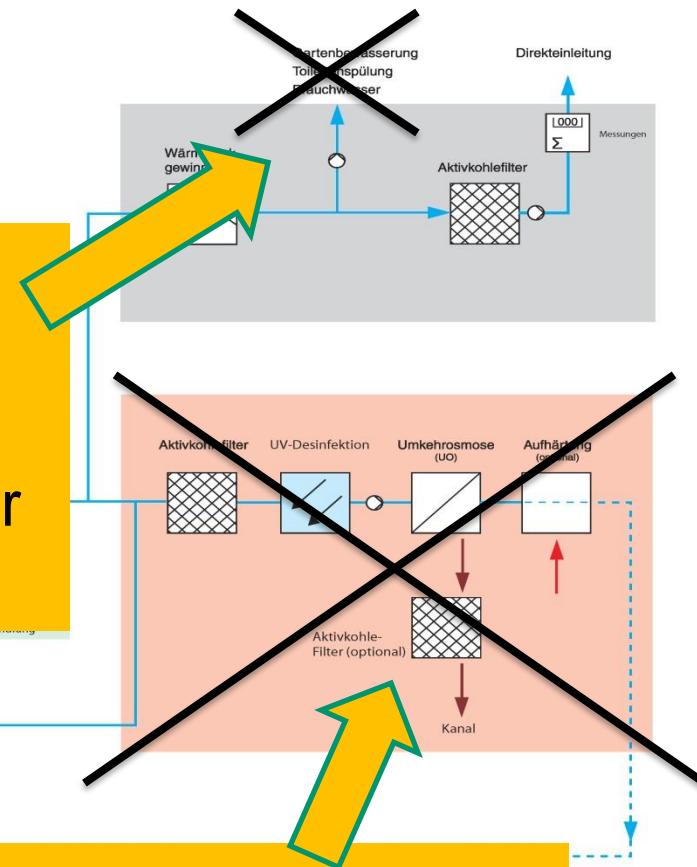
## Spülabwasseraufbereitung nach DIN 19645



# **Spülabwasseraufbereitung**

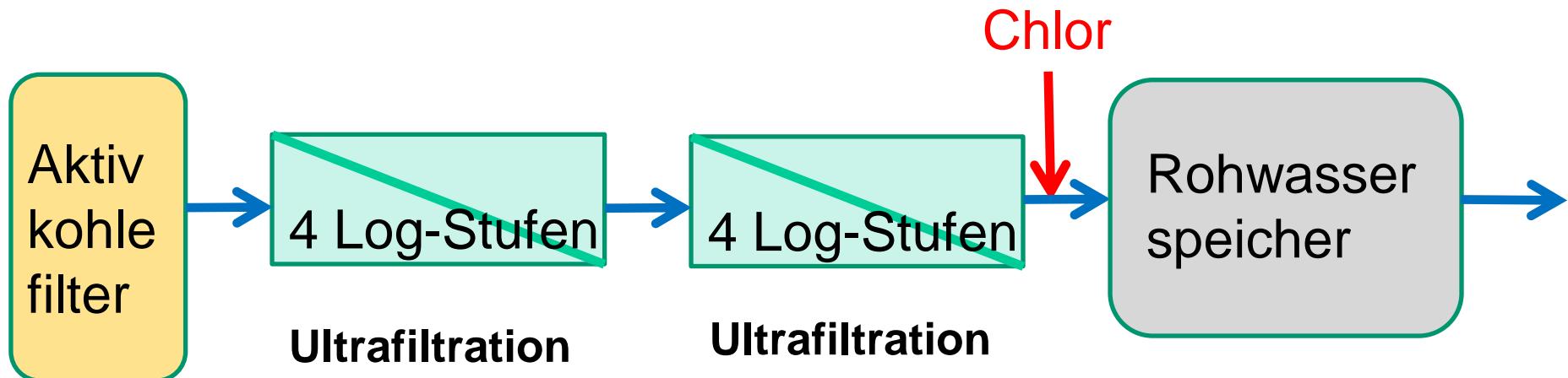
## **von Sole oder Mineralwasser**

# Spülabwasseraufbereitung von Sole oder Mineralwasser



**Die Entfernung von gelösten Stoffen (Entsalzung) entfällt**

# DIN 19645 – Bei salzhaltigen Wässern bei konventioneller Kreislauf-Aufbereitung

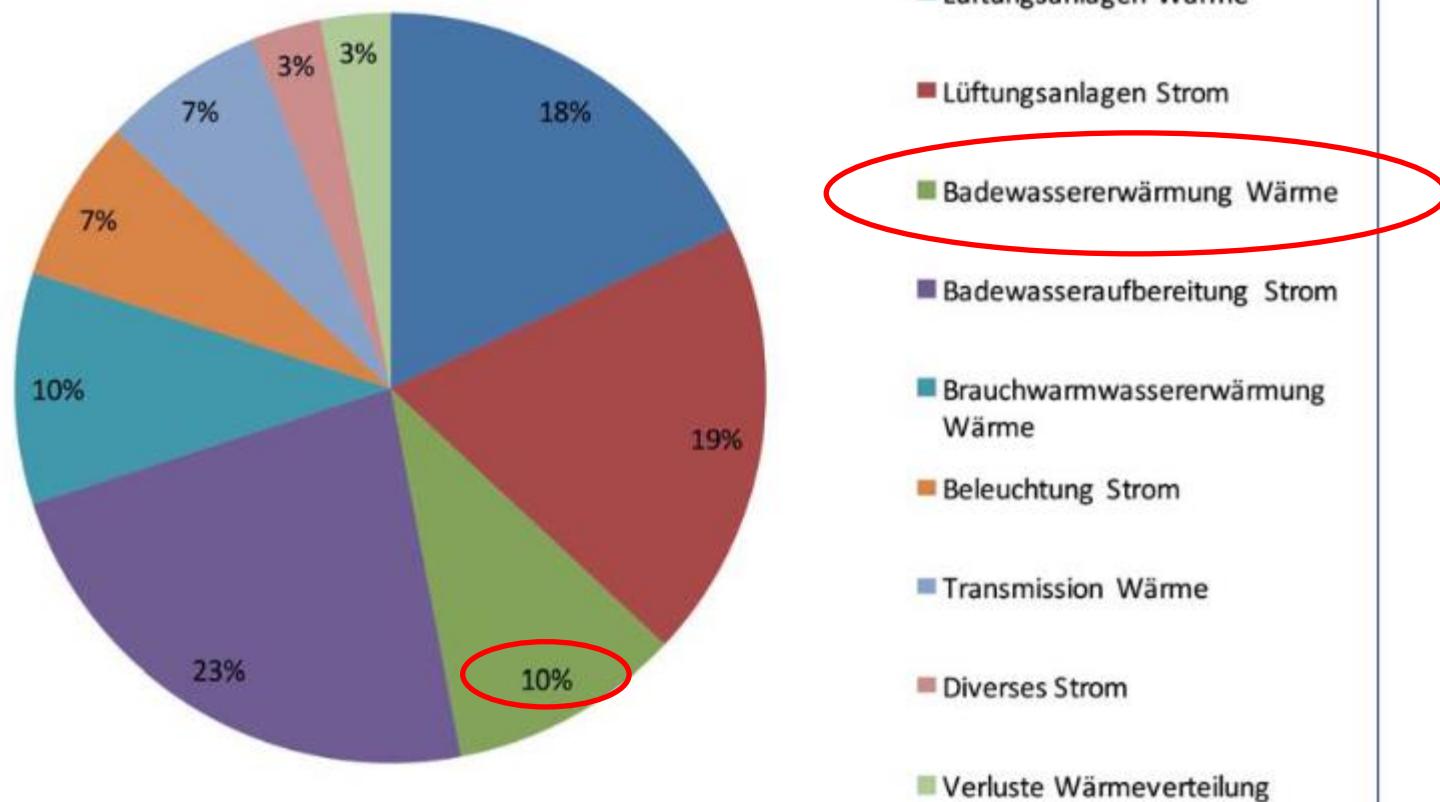




**Wo wird wieviel  
Energie gebraucht**

# Aufteilung der Energieverbräuche

## Energieverbrauch eines Hallenbades



# **Wassertemperaturen und Energie**

Leitungswasser hat eine Temperatur von etwa 8 °C bis 13 °C

Beckenwasser hat eine Temperatur von etwa 25 °C bis 36 °C

Unterschied von Leitungs- zu Beckenwasser 20 K

Um die Temperatur von 1 m<sup>3</sup> Wasser um 1 K anzuheben,  
benötigt man 1,16 kWh

**Um die Temperatur von 1 m<sup>3</sup> Wasser um 20 K anzuheben,  
benötigt man 23,2 kWh**

# Einsparungen

Durchschnittliche Kosten zur Aufwärmung von 1 m<sup>3</sup> um 20 K

Gas (0,0804 €/kWh*) (247 gCO <sub>2</sub> /kWh**)	1,86 € pro m <sup>3</sup> 5,7 kg CO <sub>2</sub> pro m <sup>3</sup>
Heizöl (0,1296 €/kWh*) (318 gCO <sub>2</sub> /kWh**)	3,00 € pro m <sup>3</sup> 7,4 kg CO <sub>2</sub> pro m <sup>3</sup>
Strom (0,1986 €/kWh*) (478 gCO <sub>2</sub> /kWh**)	4,60 € pro m <sup>3</sup> 11,1 kg CO <sub>2</sub> pro m <sup>3</sup>

\*Statistisches Bundesamt, Energiepreise im 1. Halbjahr 2022

\*\* KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH

# **Beispielbad 1**

**Hallenbad**



© Benreis/ CC-BY-SA-3.0

**50 % Schwimmer- und 50 % Nichtschwimmerbecken**

**(6 Bahnen)  $25 \times 16,67 \text{ m} = 417 \text{ m}^2$**

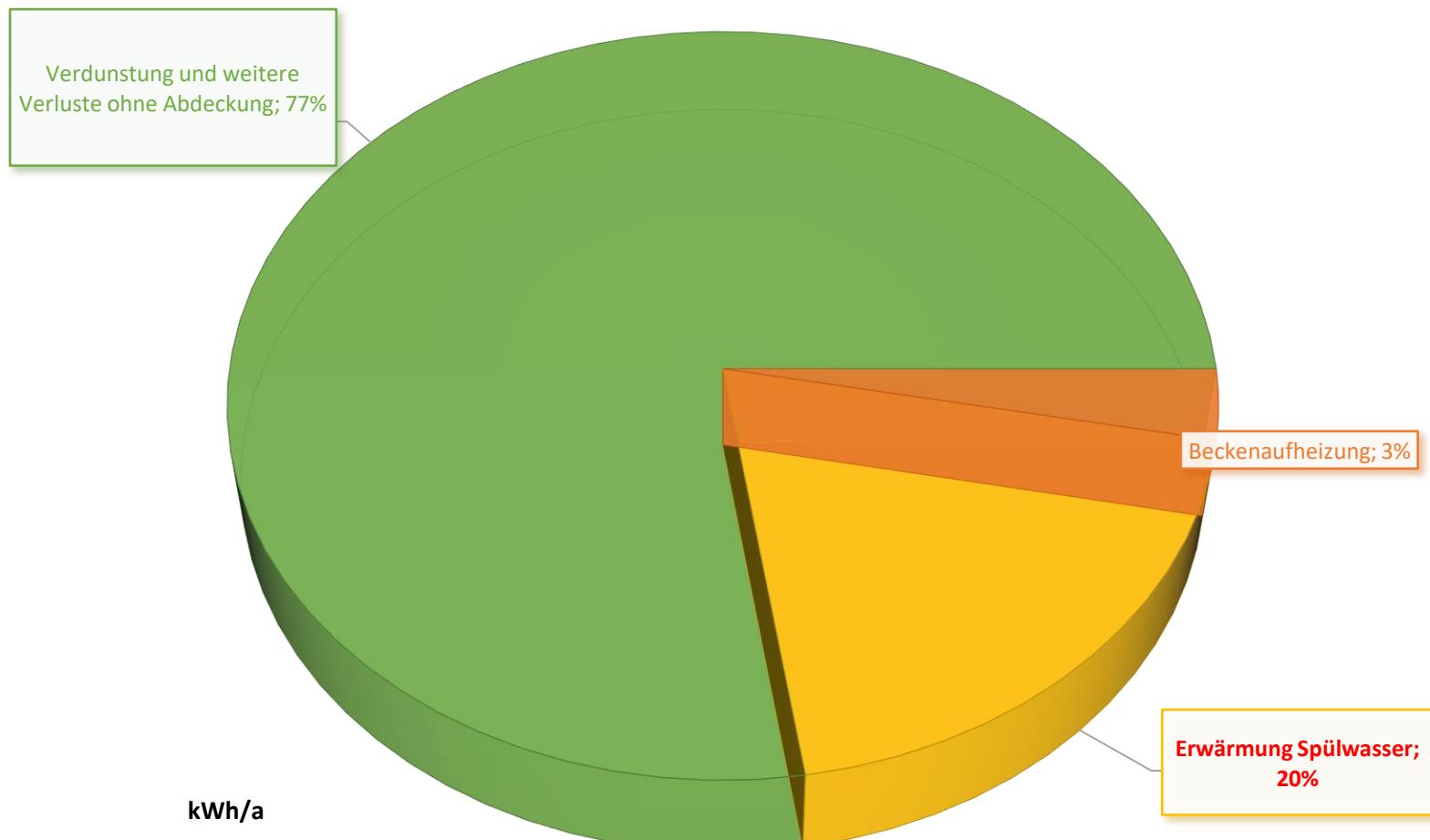
**Umwälzleistung  $245 \text{ m}^3/\text{h}$  Temperatur  $30^\circ \text{ C}$**

**2 Filter 2,4 m Durchmesser**

**Spülung 2 mal pro Woche mit  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  Filterfläche**

**Spülabwasser pro Woche  $90 \text{ m}^3$**

# Aufteilung der Energieverbräuche



Beckenaufheizung

kWh/a  
19.337

Erwärmung Spülwasser

104.400

Verdunstung und weitere Verluste ohne Abdeckung

413.330

Quelle : Der grando Energie Rechner basiert auf dem „Programm zur Demonstration der Energieeinsparpotentiale durch zeitweise Abdeckung von Freischwimmbädern“ EDA-F 2.01 welches vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Gips-Schüle-Abteilung, in Stuttgart für die grando GmbH erstellt und lizenziert wurde.



## Beispielbad 2

**Freibad**

**Schwimmerbecken (8 Bahnen)  $21 \times 50 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$**

**Umwälzleistung  $467 \text{ m}^3/\text{h}$  Temperatur  $25^\circ\text{C}$**

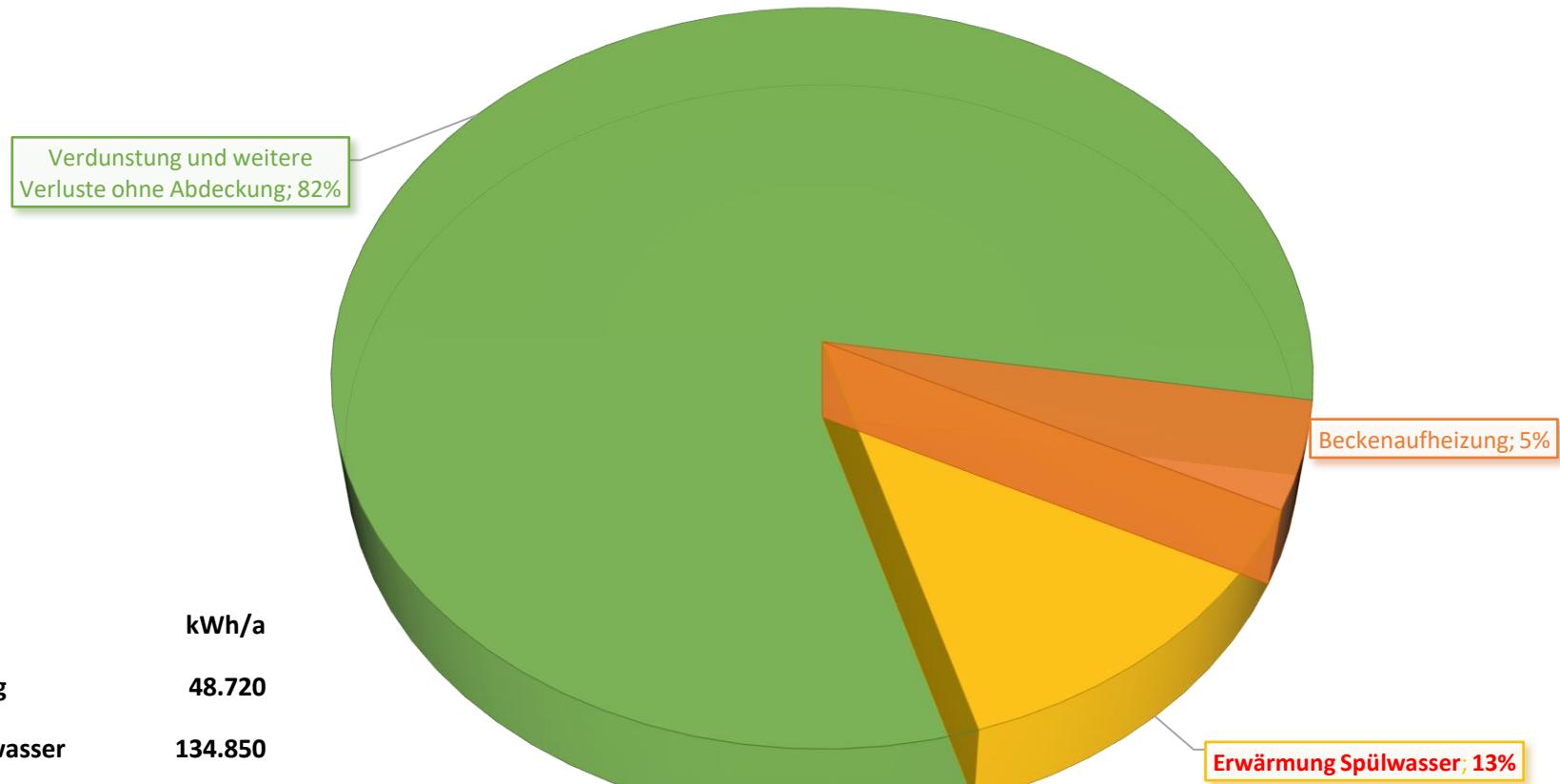
**3 Filter  $2,6 \text{ m}$  Durchmesser**

**Spülung 2 mal pro Woche mit  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  Filterfläche**

**Spülabwasser pro Woche  $155 \text{ m}^3$**

# Aufteilung der Energieverbräuche

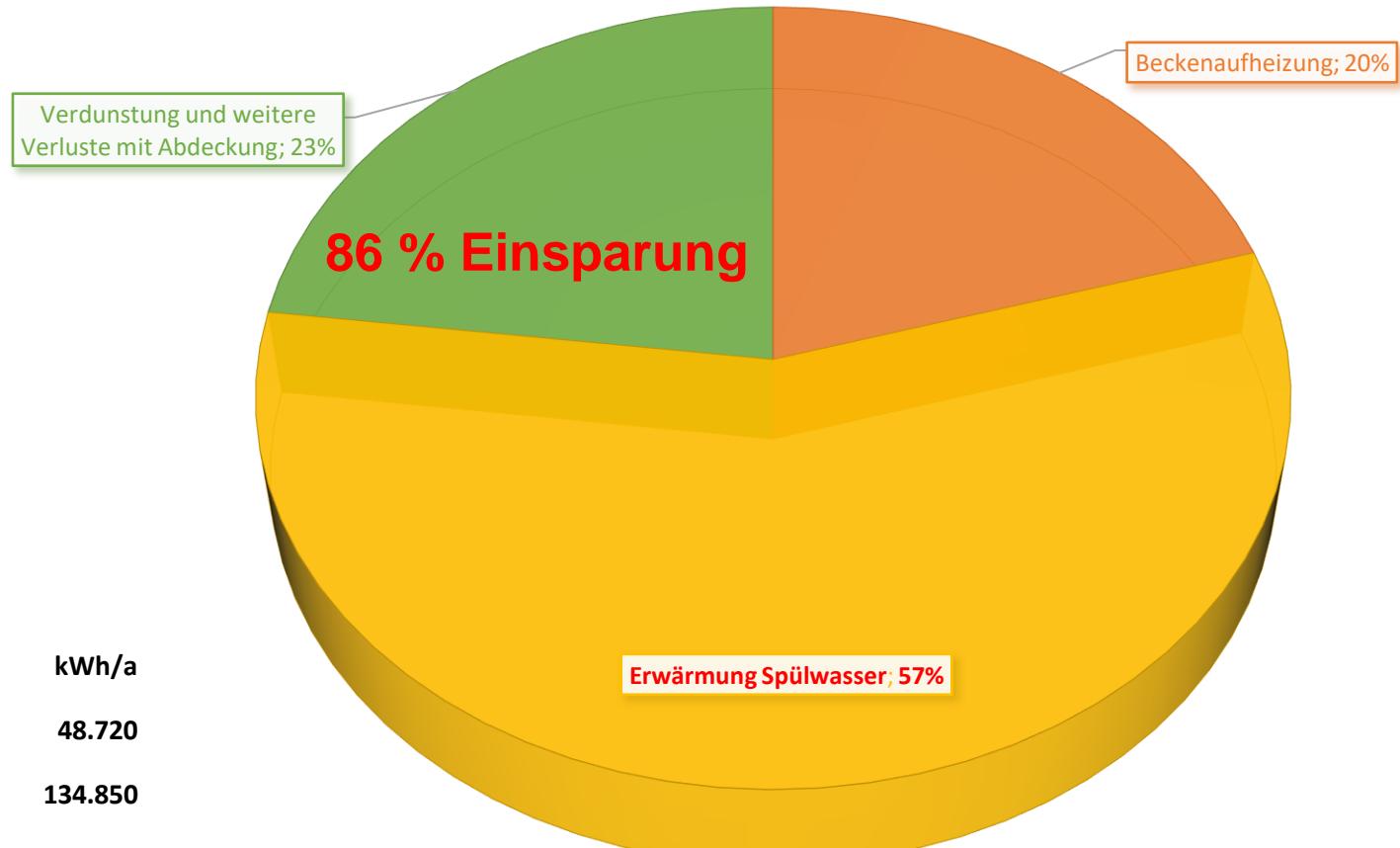
## OHNE ABDECKUNG



Quelle : Der grando Energie Rechner basiert auf dem „Programm zur Demonstration der Energieeinsparpotentiale durch zeitweise Abdeckung von Freischwimmbädern“ EDA-F 2.01 welches vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Gips-Schüle-Abteilung, in Stuttgart für die grando GmbH erstellt und lizenziert wurde.

# Aufteilung der Energieverbräuche

MIT ABDECKUNG



kWh/a

Beckenaufheizung	48.720
Erwärmung Spülwasser	134.850
Verdunstung und weitere Verluste mit Abdeckung	54.911

Quelle : Der grando Energie Rechner basiert auf dem „Programm zur Demonstration der Energieeinsparpotentiale durch zeitweise Abdeckung von Freischwimmbädern“ EDA-F 2.01 welches vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Gips-Schüle-Abteilung, in Stuttgart für die grando GmbH erstellt und lizenziert wurde.

# **Amortisation der Aufbereitung von Spülabwässern in verschiedenen Bädern**

# **Beispielbad 1**

**Hallenbad**



© Benreis/ CC-BY-SA-3.0

**50 % Schwimmer- und 50 % Nichtschwimmerbecken**

**(6 Bahnen)  $25 \times 16,67 \text{ m} = 417 \text{ m}^2$**

**Umwälzleistung  $245 \text{ m}^3/\text{h}$  Temperatur  $30^\circ \text{ C}$**

**2 Filter 2,4 m Durchmesser**

**Spülung 2 mal pro Woche mit  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  Filterfläche**

**Spülabwasser pro Woche  $90 \text{ m}^3$**

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 1

### Spülabwasser und Aufbereitungsleistung

90	m <sup>3</sup> /w	Spülabwasser und zusätzliches Wasser, z.B. Saunatauchbecken
52	w/a	Betriebswochen pro Jahr
0,64	m <sup>3</sup> /h	Aufbereitungsleistung errechnet
20,1	h/d	Aufbereitungsstunden pro Tag

### Ultrafiltration

4.680	m <sup>3</sup> /a	Rohwasser
95,0	%	Wirkungsgrad Ultrafiltration
4.446	m <sup>3</sup> /a	Reinwasser

### Umkehrosmose

4.446	m <sup>3</sup> /a	Rohwasser
80,0	%	Wirkungsgrad Umkehrosmose
3.557	m <sup>3</sup> /a	Recyceltes Wasser

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 1

### Einsparung Wasserkosten

2,00	€/m <sup>3</sup>	Abwasserpreis
2,00	€/m <sup>3</sup>	Füllwasserpreis
4,00	€/m <sup>3</sup>	Wasserpreis gesamt
<b>14.227,00</b>	€/a	Einsparung Wasser

### Einsparung Heizungskosten

3.557	m <sup>3</sup> /a	rückgeführtes Wasser
20,00	K	Aufheizung Füllwasser von 10 °C auf 30 °C
0,08	€/kWh	Kosten pro kWh (Gas angenommen)
1,87	€/m <sup>3</sup>	Heizkosten pro m <sup>3</sup>
82.597	kWh/a	eingesparter Wärmebedarf
<b>6.640,78</b>	€/a	Einsparung Heizkosten

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 1

### Verbrauchsgebundene Kosten pro m<sup>3</sup> Reinwasser

0,05	€/m <sup>3</sup>	Ultrafiltration Chemikalienbedarf angenommen
0,07	€/m <sup>3</sup>	Umkehrosmose Chemikalienbedarf angenommen
0,02	€/m <sup>3</sup>	Chlorung nach Umkehrosmose angenommen
0,08	€/m <sup>3</sup>	Ultrafiltration Stromkosten angenommen
0,20	€/m <sup>3</sup>	Umkehrosmose Stromkosten angenommen
<b>1.609,00</b>	€/a	Verbrauchsgebundene Kosten

### Betriebsgebundene Kosten

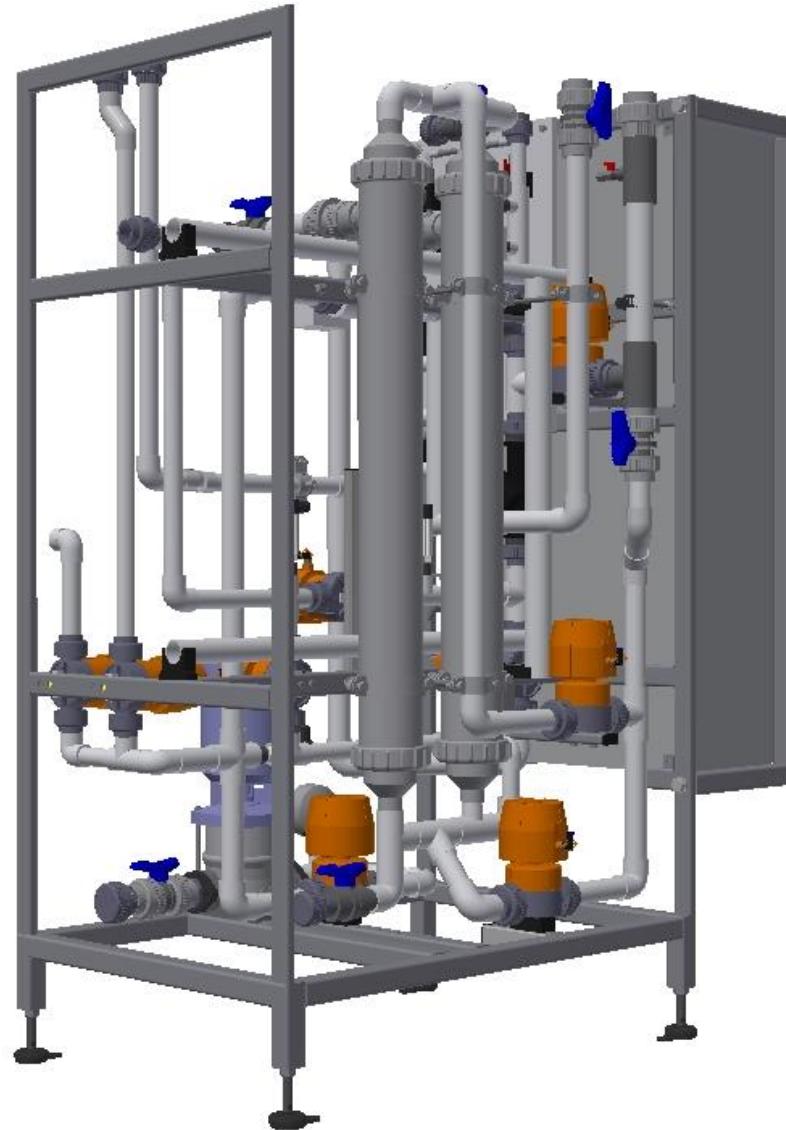
500,00	€/a	Ultrafiltration Instandhaltungskosten (Membranersatz auf 5 Jahre)
300,00	€/a	Umkehrosmose Instandhaltungskosten (Membranersatz auf 3 Jahre)
2.500,00	€/a	Wartungskosten (pauschal)
<b>3.300,00</b>	€/a	Betriebsgebundene Kosten

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 1

Jahreskosten		
14.227,00	€/a	Einsparung Wasser
6640,78	€/a	Einsparung Heizung
-1.609,00	€/a	Verbrauchsgebundene Kosten
-3.300,00	€/a	Betriebsgebundene Kosten
<b>15.958,78</b>	<b>€/a</b>	<b>Einsparung pro Jahr</b>

Amortisation		
50.000,00	€	Investitionskosten
3,1	a	<b>Amortisation ohne Kapitalkosten</b>



**Ultrafiltration zur Spülabwasseraufbereitung 0,8 m<sup>3</sup>/h**

**Umkehrosmose zur  
Spülabwasseraufbereitung  
0,8 m<sup>3</sup>/h**





## Beispielbad 2

**Freibad**

**Schwimmerbecken (8 Bahnen)  $21 \times 50 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$**

**Umwälzleistung  $467 \text{ m}^3/\text{h}$**

**3 Filter  $2,6 \text{ m}$  Durchmesser**

**Spülung 2 mal pro Woche mit  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  Filterfläche**

**Spülabwasser pro Woche  $155 \text{ m}^3$**

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 2

### Spülabwasser und Aufbereitungsleistung

155

m<sup>3</sup>/w Spülabwasser und zusätzliches Wasser, z.B. Saunatauchbecken

20

w/a Betriebswochen pro Jahr

1,11

m<sup>3</sup>/h Aufbereitungsleistung errechnet

15,00

K Aufheizung Füllwasser von 10 °C auf 25 °C

### Amortisation

60.000,00 € Investitionskosten

7,2 a Amortisation ohne Kapitalkosten



© Wolfgang Glock / CC-BY-SA-3.0

## Beispielbad 3

**Spaßbad**

**Viele Becken**

**Spülabwasser pro Woche 500 m<sup>3</sup>**

# Amortisationsrechnung für Wasserrecycling

## Beispielbad 3

### Spülabwasser und Aufbereitungsleistung

500

m<sup>3</sup>/w Spülabwasser und zusätzliches Wasser, z.B. Saunatauchbecken

50

w/a Betriebswochen pro Jahr

3,57 m<sup>3</sup>/h Aufbereitungsleistung errechnet

20 K Aufheizung Füllwasser von 10 °C auf 30 °C

### Amortisation

100.000,00 € Investitionskosten

1,0 a Amortisation ohne Kapitalkosten

# Zusammenfassung

- Der Wärmeanteil für die Aufheizung des Spülwassers beträgt nur 0,5 % bis 2 % der in einem Schwimmbad benötigten Gesamtwärmemenge
- Es gibt Maßnahmen wie die Beckenabdeckung bei Freibädern, die mehr Energie sparen können

# Zusammenfassung

- Es muss genügend Spülabwasser vorhanden sein, damit die Aufbereitung keine großen Stillstandzeiten hat
- Die Preise für Wasser und Energie müssen hoch sein
- Dann amortisiert sich eine Aufbereitung zum Recycling von Spülabwasser schnell
- **Es sollte jede sinnvolle Möglichkeit zur Energieeinsparung genutzt werden**
- **Geringere Betriebskosten erhalten unsere Bäder**

Dipl.-Ing. (FH) Michael Reis  
Beratender Ingenieur

Amselweg 8  
95326 Kulmbach

Büro +49 9221 87 84 731  
Mobil +49 171 1712275

[info@michael-reis.tech](mailto:info@michael-reis.tech)

[www.michael-reis.tech](http://www.michael-reis.tech)

[www.schwimmbad-consult.com](http://www.schwimmbad-consult.com)

\* Mitglied im Normenausschuss  
\* Leiter des Arbeitskreises

DIN 19643  
DIN 19645