



## **Eignung und Einsatzgebiete der verschiedenen Kleinkläranlagentypen**

Welches Behandlungsverfahren für  
welchen Einsatzfall?

# Kleinkläranlagen

## Besondere Anforderungen

- Hydraulische Stoßbelastungen
- Frachtspitzen
- Unterlastbetrieb
- Trennsystem: Hohe Konzentrationen an C und N
- Schwer abbaubare Stoffe:
  - Fette
  - Reinigungsmittel
  - Medikamente
- Toxische Substanzen:
  - desinfizierende Reinigungsmittel
  - Lösungsmittel
  - ätherische Öle

# Kleinkläranlagen

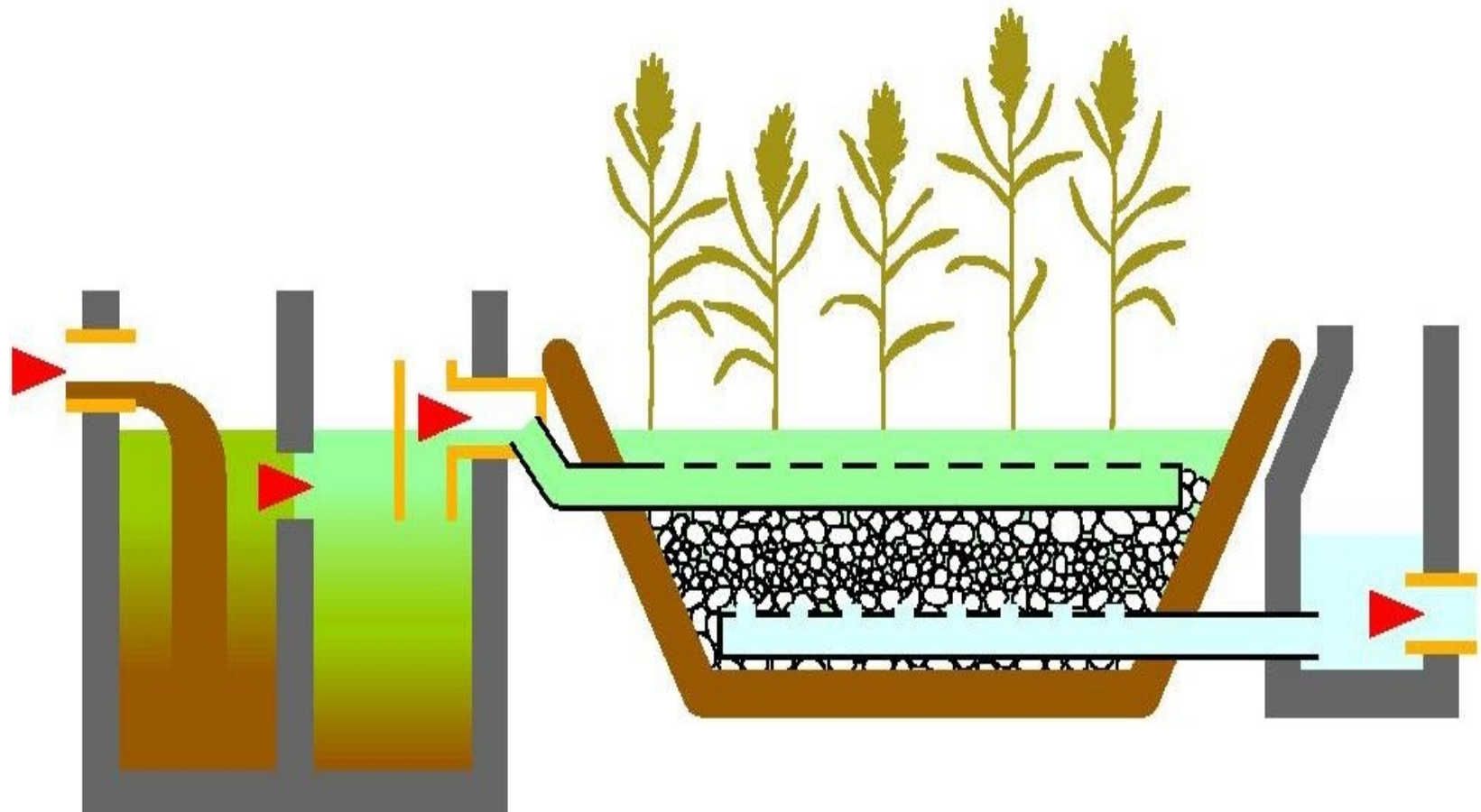
## Spezifische Eigenschaften

- Einfache Handhabung
- Möglichst wenig Steueraufwand
- Hoher Wirkungsgrad
- Wenig Aufwand beim Anlagenbau
- Abpufferung von Stoßbelastungen
- Adaption an problematische Abwasserinhaltsstoffe

- Bewachsene Bodenfilter
- Grundlagen der Biofilmverfahren
- Tropfkörper, Festbett, Tauchkörper, Schwebebett
- Grundlagen des Belebungsverfahrens
- SBR-Verfahren, Membranverfahren
- Kombinierte Verfahren
- Zusammenfassung

# Kleinkläranlagen

## Bewachsene Bodenfilter



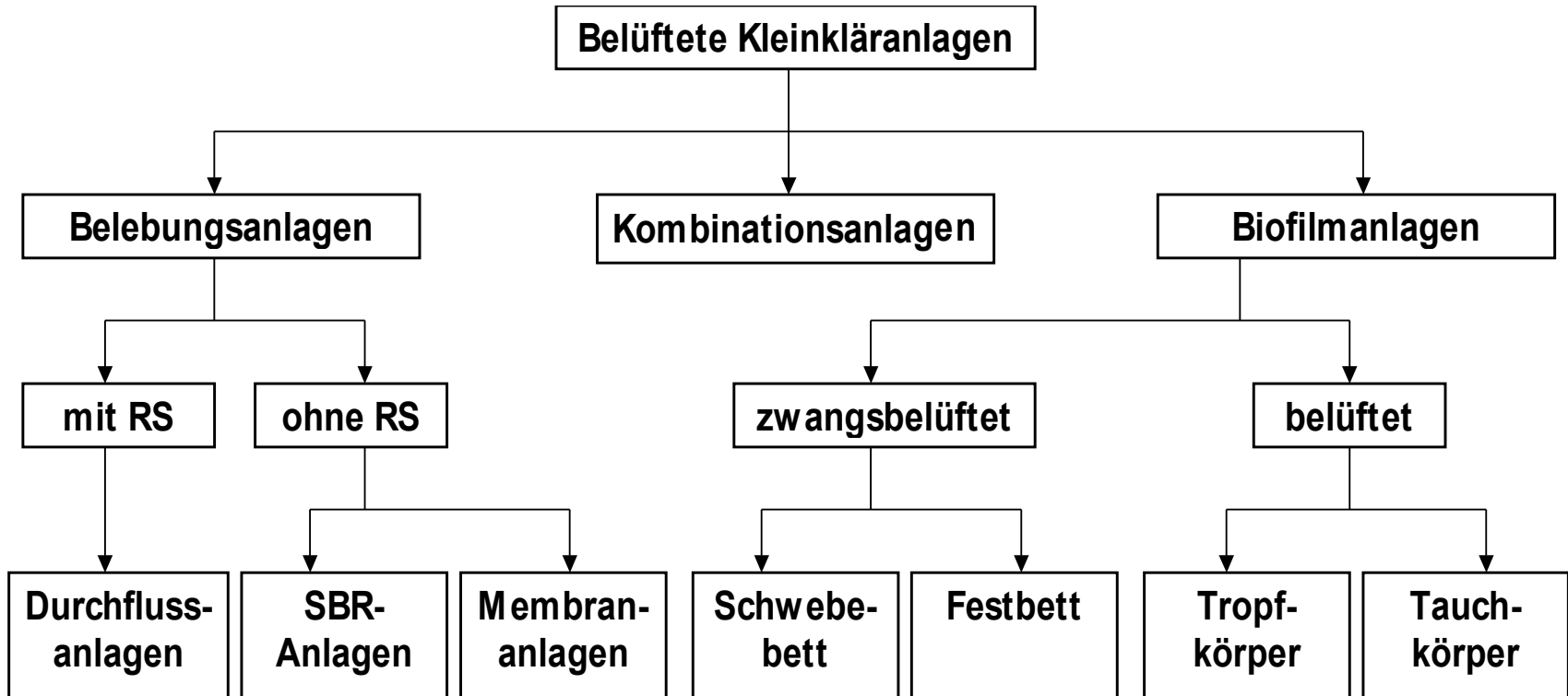
# Kleinkläranlagen

## Bewachsene Bodenfilter

- Keine Nachrüstung möglich - Vorhandener Behälter kann als VK genutzt werden
- In der Regel muß eine Mehrkammerabsetzgrube vorgeschaltet werden
- Meist ist eine Tauchmotorpumpe zur Überwindung von Höhendifferenzen notwendig
- Ausführung der Vorklärung in Beton oder Kunststoff möglich
- In Gebieten mit hohen Grundwasserständen ist eine flache Bauweise möglich
- Großer Platzbedarf
- Abstand zur Bebauung nach ATV A 262 15 -20 Meter
- Kann als gestalterisches Element im Garten verwendet werden

# Kleinkläranlagen

## Systematik für belüftete KKA



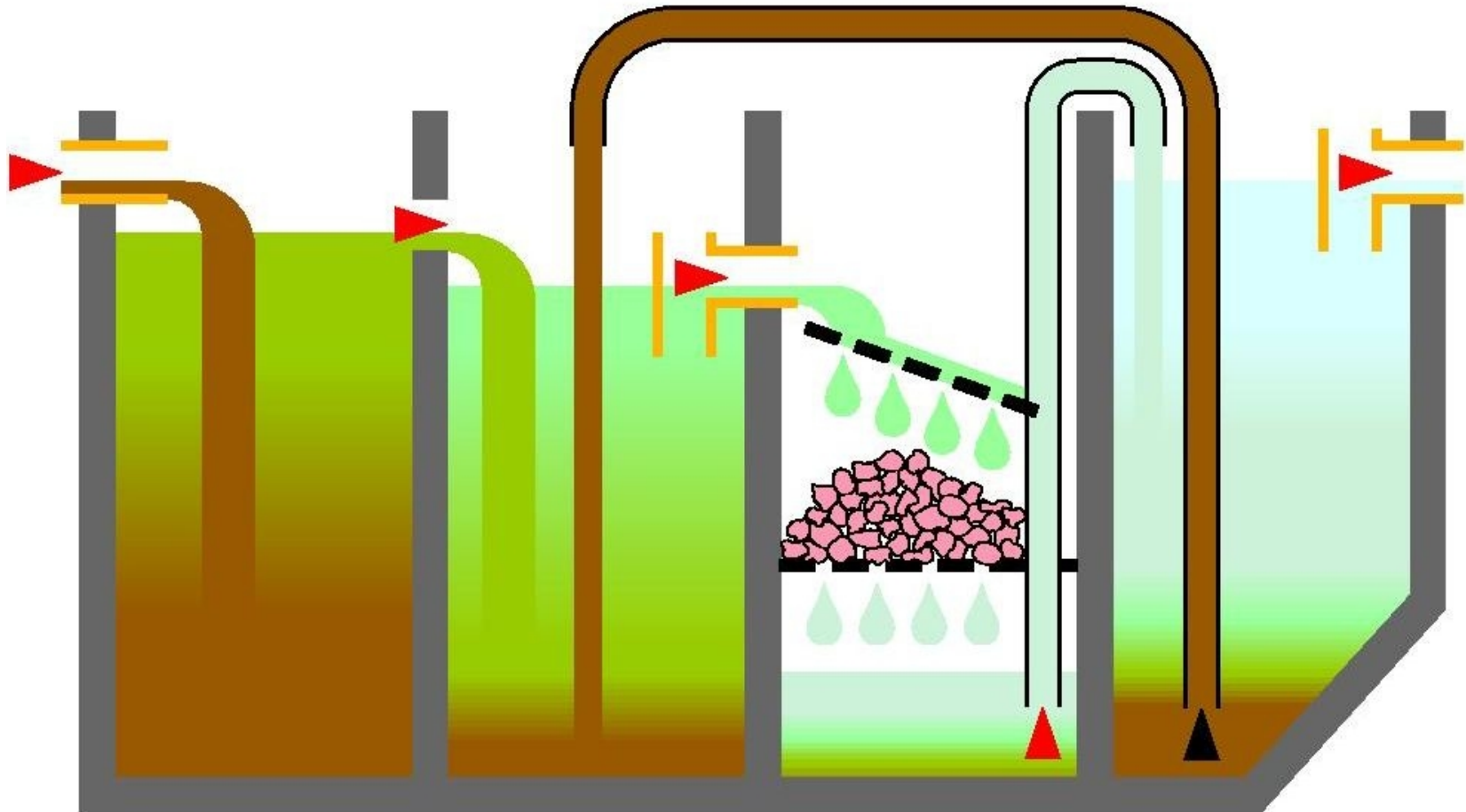
# Kleinkläranlagen

## Grundlagen der Biofilmverfahren

- Biofilme = mikrobielle Beläge auf Oberflächen von Feststoffen oder Flüssigkeiten
- Biofilme bestehen aus Mikroorganismen, Wasser, eingelagerten Partikeln, gelösten Stoffen und gelartigen Substanzen (extrazelluläre polymere Substanzen - EPS)
- Immobilisierung sichert Überleben bei Trockenzeiten, Giftstößen und Phasen mit längerem Nahrungsmangel
- Höhere Abbauleistung bei geringerer Überschußschlammproduktion
- aerobe, anoxische und anaerobe Zonen dicht nebeneinander
- hohes Schlammalter → Ausbildung von Spezialisten
- Biofilme geeignet für: geringe Substratkonzentrationen, schwer abbaubare Substanzen
- Mikroorganismen sind an Oberfläche gebunden → werden bei hydraulischen Überlastungen nicht ausgetragen
- Biofilme = verästelte Struktur → große Adsorptionsfläche → Rückhaltung von Fracht- und Konzentrationsspitzen
- Zuwachsende Biomasse muß von der Besiedlungsoberfläche abgelöst werden
- Eine Rückführung von Schlamm in die Biologie ist nicht erforderlich
- Biofilmverfahren ist eine mechanische Vorreinigung vorzuschalten



# Kleinkläranlagen Tropfkörper



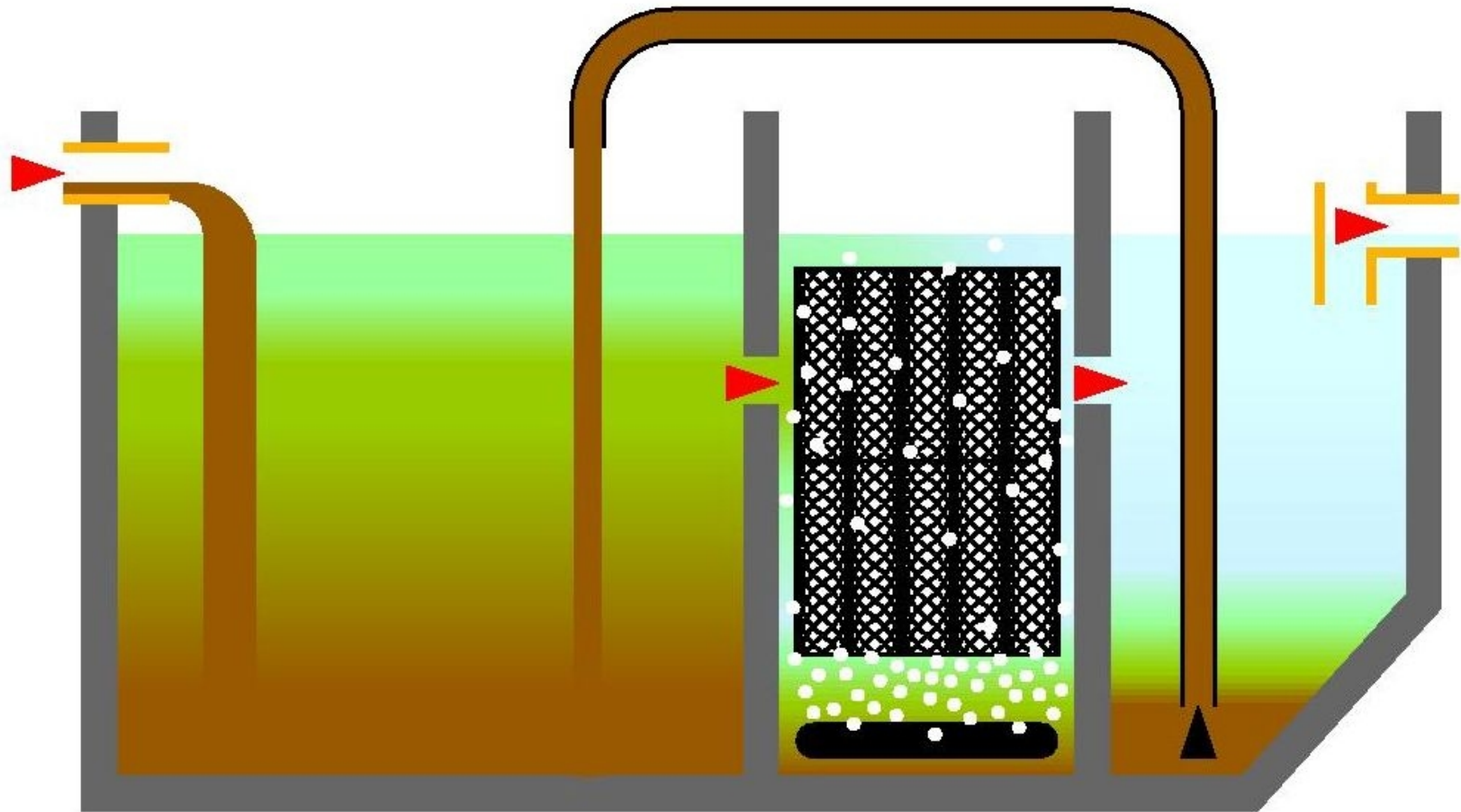
# Kleinkläranlagen

## Tropfkörper

- Keine Nachrüstung vorhandener Gruben möglich
- Für Anlagengrößen bis ca. 10 EW als Einbehälteranlage
- Je nach Ausführung 2 -3 Tauchmotorpumpen notwendig
- Ausführung nur in Beton am Markt
- Rezirkulation bei Unterlast, um Austrocknen des Biofilms zu verhindern
- Frei durchflossenes System => Keine Pufferung von hydraulischen Stößen
- Mindestfüllhöhe Tropfkörper nach DIN min 1,50 m daher ET min 2,80 - 3,00 m
- Steuerschrank muß außerhalb der Grube auf dem Grundstück untergebracht werden

# Kleinkläranlagen

## Getauchtes belüftetes Festbett

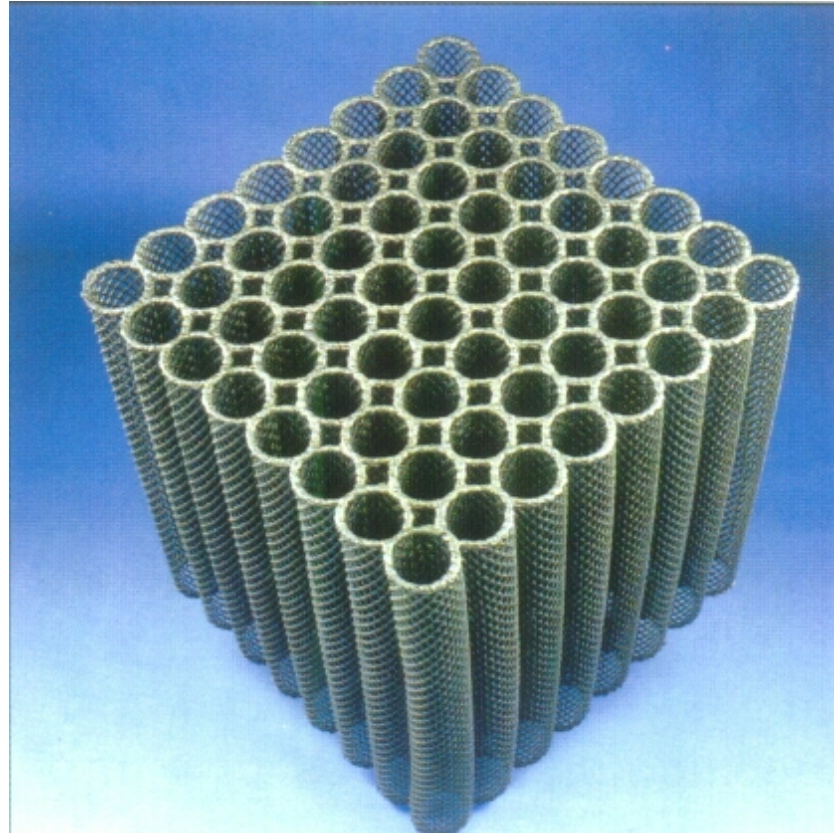


# Kleinkläranlagen

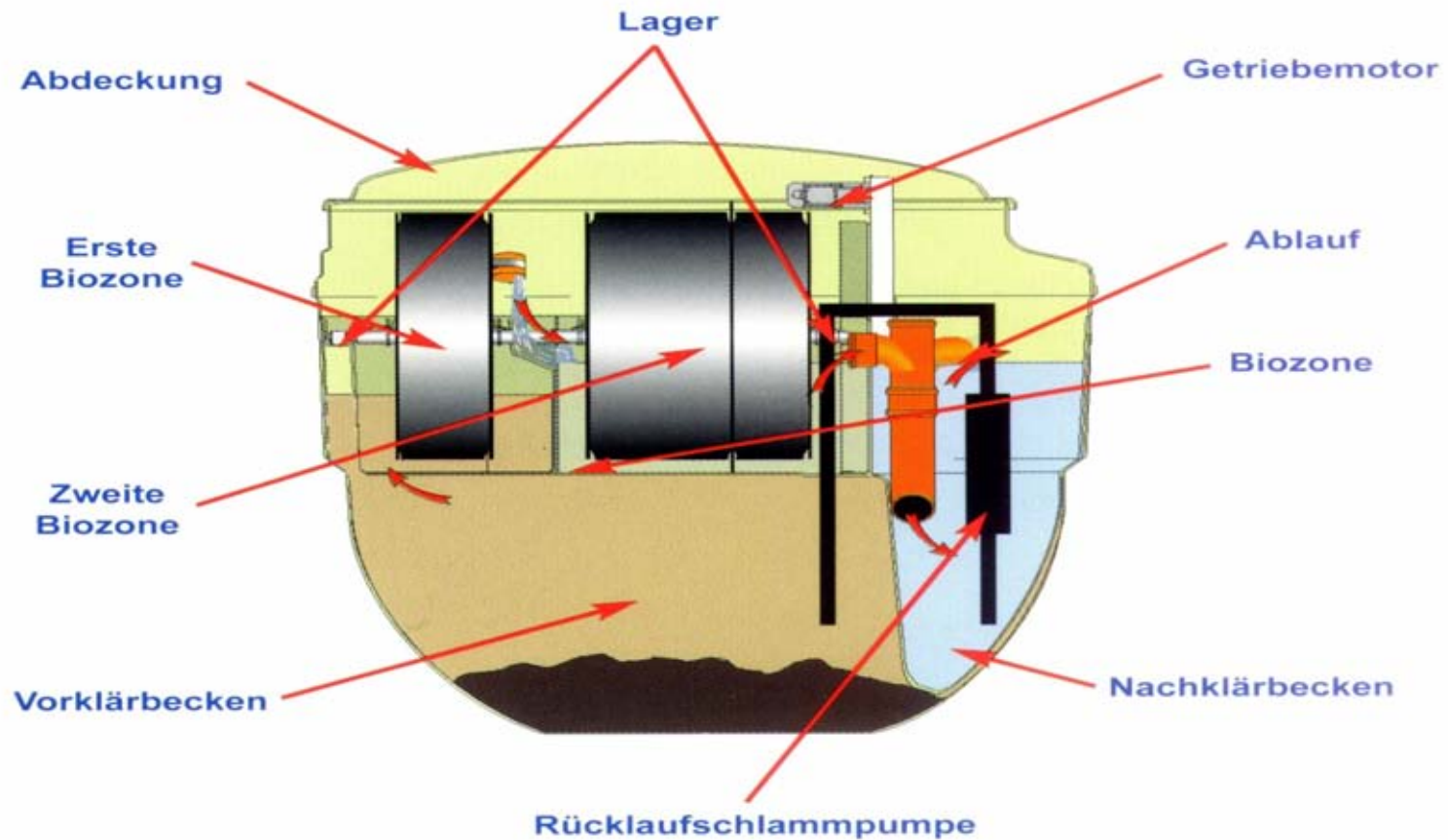
## Getauchtes belüftetes Festbett

- Gut geeignet für die Nachrüstung vorhandener Gruben
- Meist ohne stromführende Teile in der Grube
- Ausführung in Beton oder Kunststoff möglich
- Nahezu unempfindlich gegenüber Unterlastbetrieb
- Frei durchflossenes System => Keine Pufferung von hydraulischen Stößen
- In Gebieten mit hohen Grundwasserständen ist eine flache Bauweise möglich
- Schaltschrank muß außerhalb der Grube auf dem Grundstück untergebracht werden
- Geringer Platzbedarf

# Kleinkläranlagen Festbettmaterial



# Kleinkläranlagen Tauchkörper



# Kleinkläranlagen Tauchkörper

- Mikroorganismen werden abwechselnd der Umgebungsluft und dem Abwasser ausgesetzt
- Scheibenförmige Aufwuchsflächen oder mit Kunststoffkörpern gefüllte Käfige
- Verstopfen durch Biomassezuwachs wird verhindert durch Abstand der Scheiben oder großes Porenvolumen der Füllkörper
- Achse muß ständig angetrieben werden, da es sonst zu ungleichmäßigem Bewuchs und Unwuchten kommt → Technische Störungen problematisch
- Über eine Rezirkulationspumpe kann der Reinigungsprozess gesteuert werden

# Kleinkläranlagen Wirbel-Schwebebettverfahren

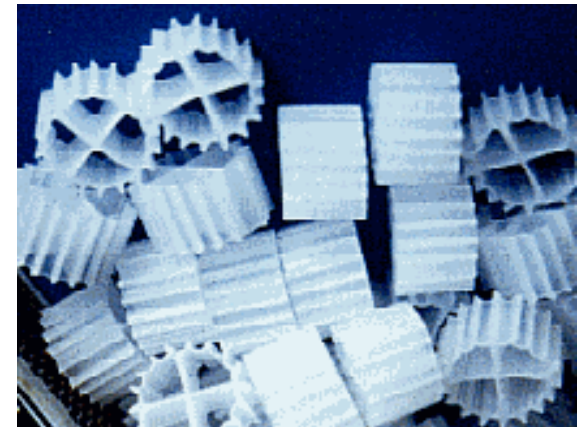




# Kleinkläranlagen

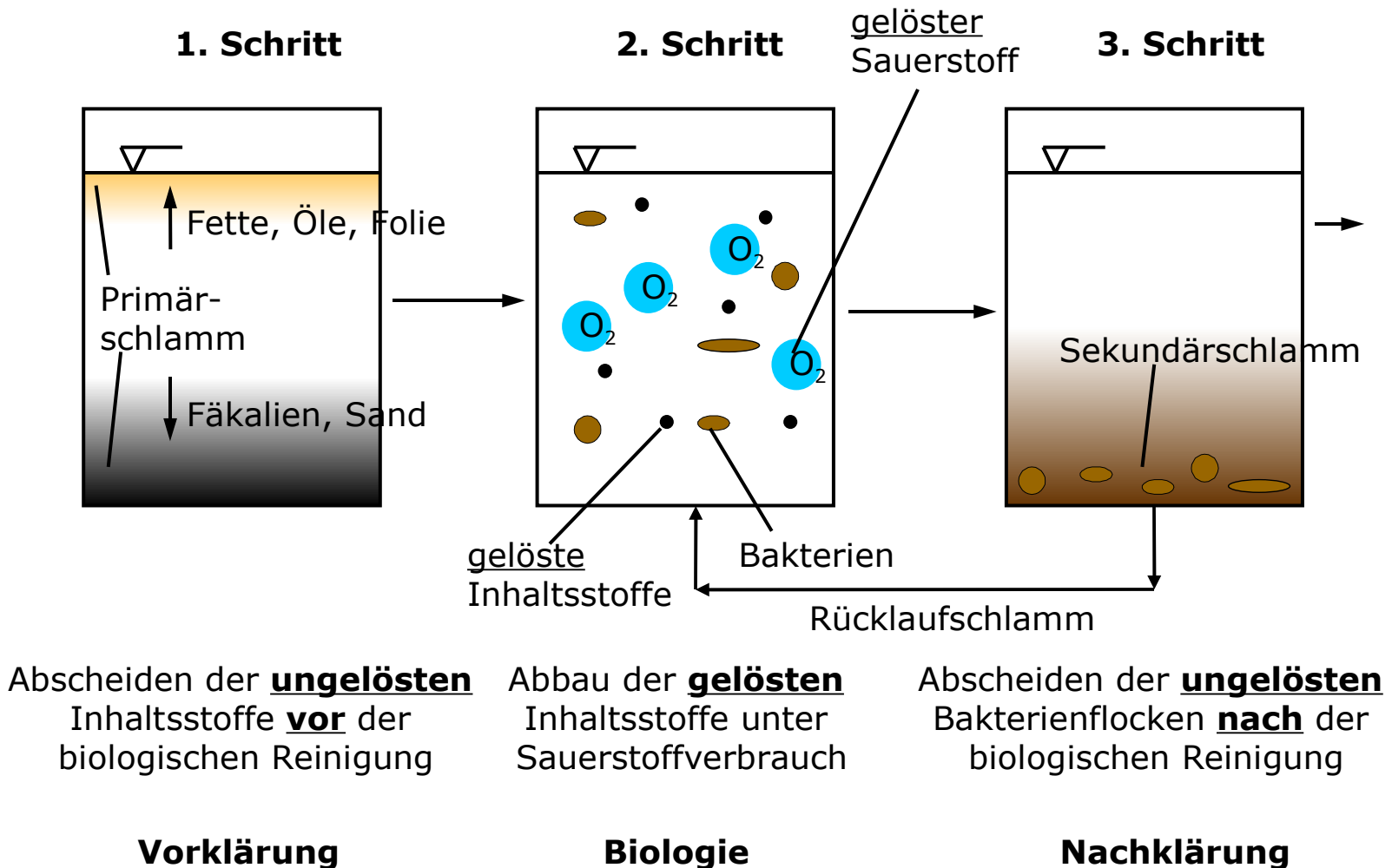
## Wirbel-Schwebebettverfahren

- Als Aufwuchsflächen dienen Kunststoffkörper oder anorganische Materialien (Quarzkies, Blähton, usw,)
- Träger sind frei beweglich im Abwasser oder in Käfigen im Reaktor eingebracht
- O<sub>2</sub>-Eintrag durch intermittierend betriebene Druckbelüftung
- ohne Belüftung → anoxische Prozesse (Denitrifikation)
- Fangvorrichtung zum Rückhalt des Trägermaterials



# Kleinkläranlagen

## Grundlagen der Belebungsverfahren



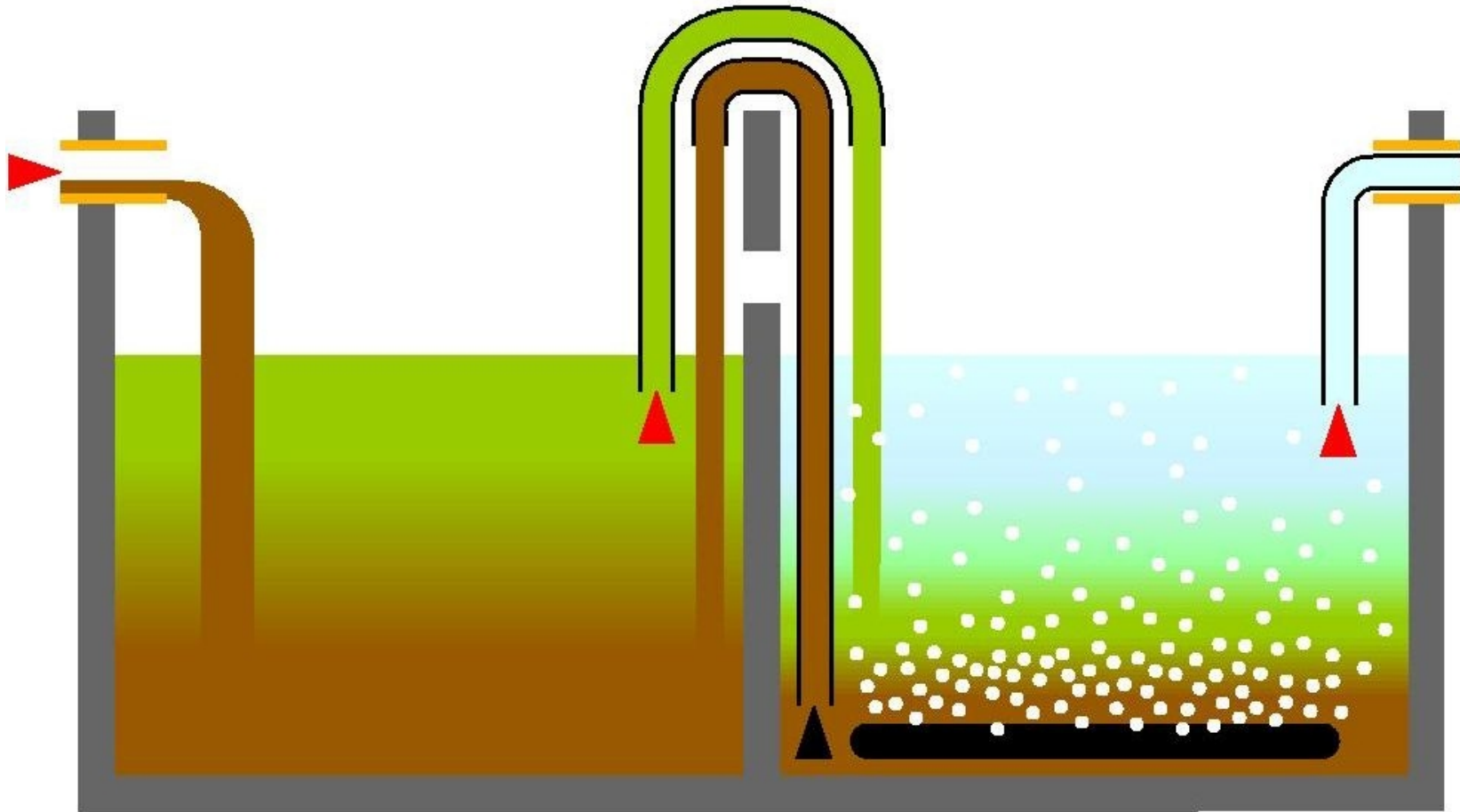
# Kleinkläranlagen

## Grundlagen der Belebungsverfahren

- Absetzverfahren ist nicht grundsätzlich vorzuschalten
- Grobstoffe aus dem Abwasser müssen vorgeschaltet entfernt werden
- Mikroorganismen schwimmen als Belebtschlammflocken frei im Abwasser
- Druck- oder Oberflächenbelüftung → Sauerstoffeintrag und Strömungsgeschwindigkeit → Belebtschlammflocken bleiben in Schwebe
- Belüftung meist intermittierend (zusätzliche Sicherheit)
- Durch Variation der Belüftungszeiten wird der Prozeß der Frachtbelastung angepaßt
- Biomasse kann bei toxischer Stoßbelastung ausgewaschen werden
- Größtes Problem für Belebungsanlagen ist dauerhafte Unterlastung → Bildung von leichtem Blähschlamm, der kontinuierlich aus dem Reaktor ausgewaschen wird

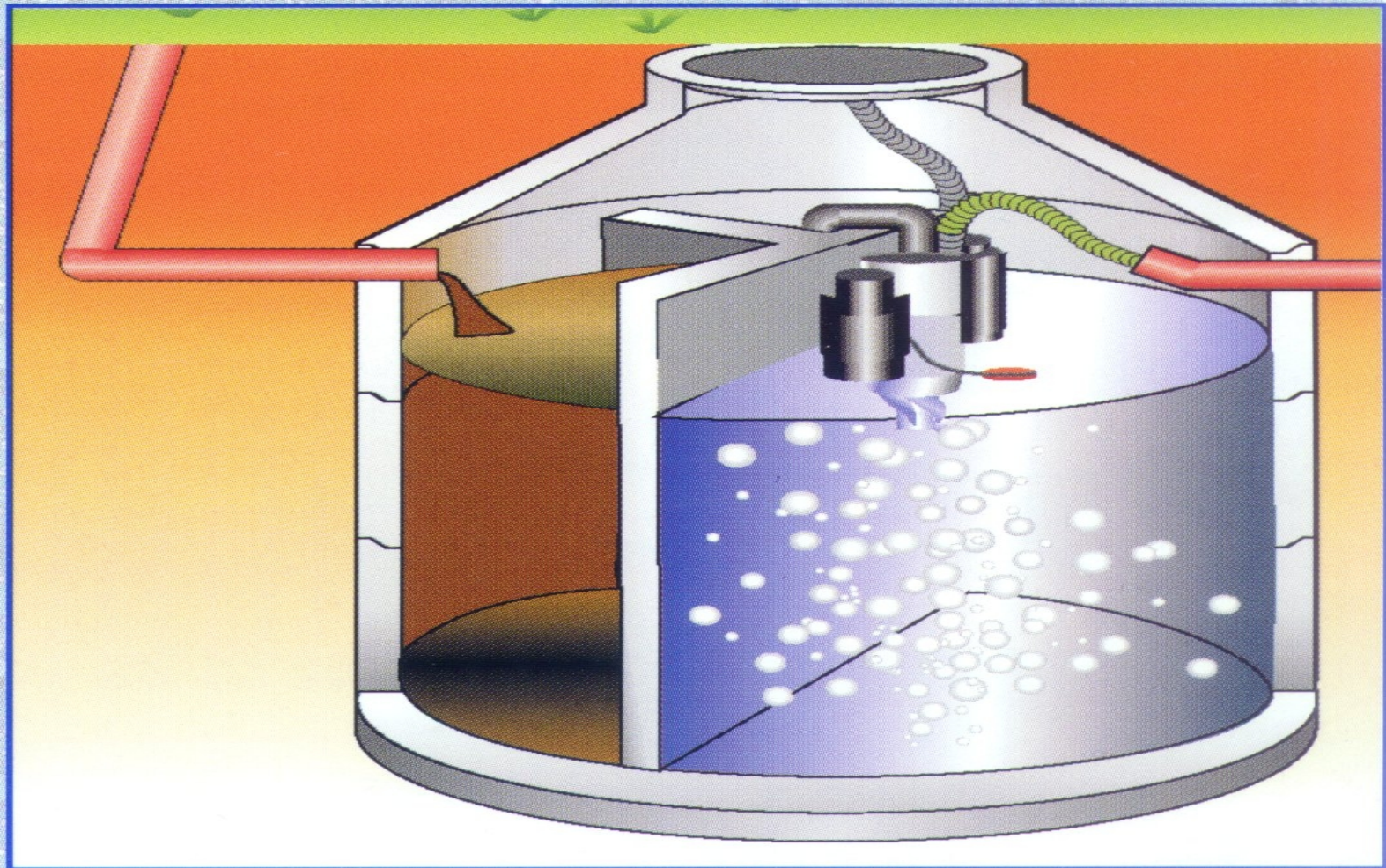
# Kleinkläranlagen

## Belebungsverfahren im Aufstaubetrieb



# Kleinkläranlagen

## Belebungsverfahren im Aufstaubetrieb



# Kleinkläranlagen

## Belebungsverfahren im Aufstaubetrieb

- Bedingt geeignet für die Nachrüstung vorhandener Gruben
- Für Anlagengrößen bis 16 EW als Einbehälteranlage ausführbar
- Je nach Hersteller mit oder ohne Tauchmotorpumpen
- Ausführung in Beton oder Kunststoff möglich
- Unempfindlich gegenüber kurzzeitigem Unterlastbetrieb (Urlaub)
- Zur Sicherstellung einer permanent guten Reinigungsleistung sollten SBR Anlagen nicht dauerhaft zu stark unterlastet werden
- Verfahren im Aufstaubetrieb => Pufferung von hydraulischen Stößen
- In Gebieten mit hohen Grundwasserständen flache Bauweise möglich
- Schaltschrank wird außerhalb der Grube untergebracht
- Geringer Platzbedarf

# Kleinkläranlagen

## Phosphorelimination – Warum?

- Der Pflanzennährstoff Phosphor ist Auslöser für ein übermäßiges Wachstum von Algen und Wasserpflanzen (Eutrophierung) in Seen und langsam fließenden Gewässern.
- Die Eutrophierung von Gewässern beeinträchtigt den Lebensraum von Kleinstlebewesen und Fischen im Gewässer beträchtlich, d.h. empfindliche Arten wandern ab oder gehen zugrunde.
- Der im Gewässer gelöste, pflanzenverfügbare Phosphor wird als „Ortho-Phosphat“ bezeichnet.
- „Gesamtphosphor“ umfaßt dagegen die Summe aus gelöstem und ungelöstem Phosphor.

# Kleinkläranlagen Phosphorelimination – Wie?

## **Auf biologischem Weg (Bio-P)**

- komplexer Prozeß (spezielle Bakterien, Wechsel von aeroben und anaeroben Phasen)
- schwer steuerbar und daher nicht für KKA geeignet

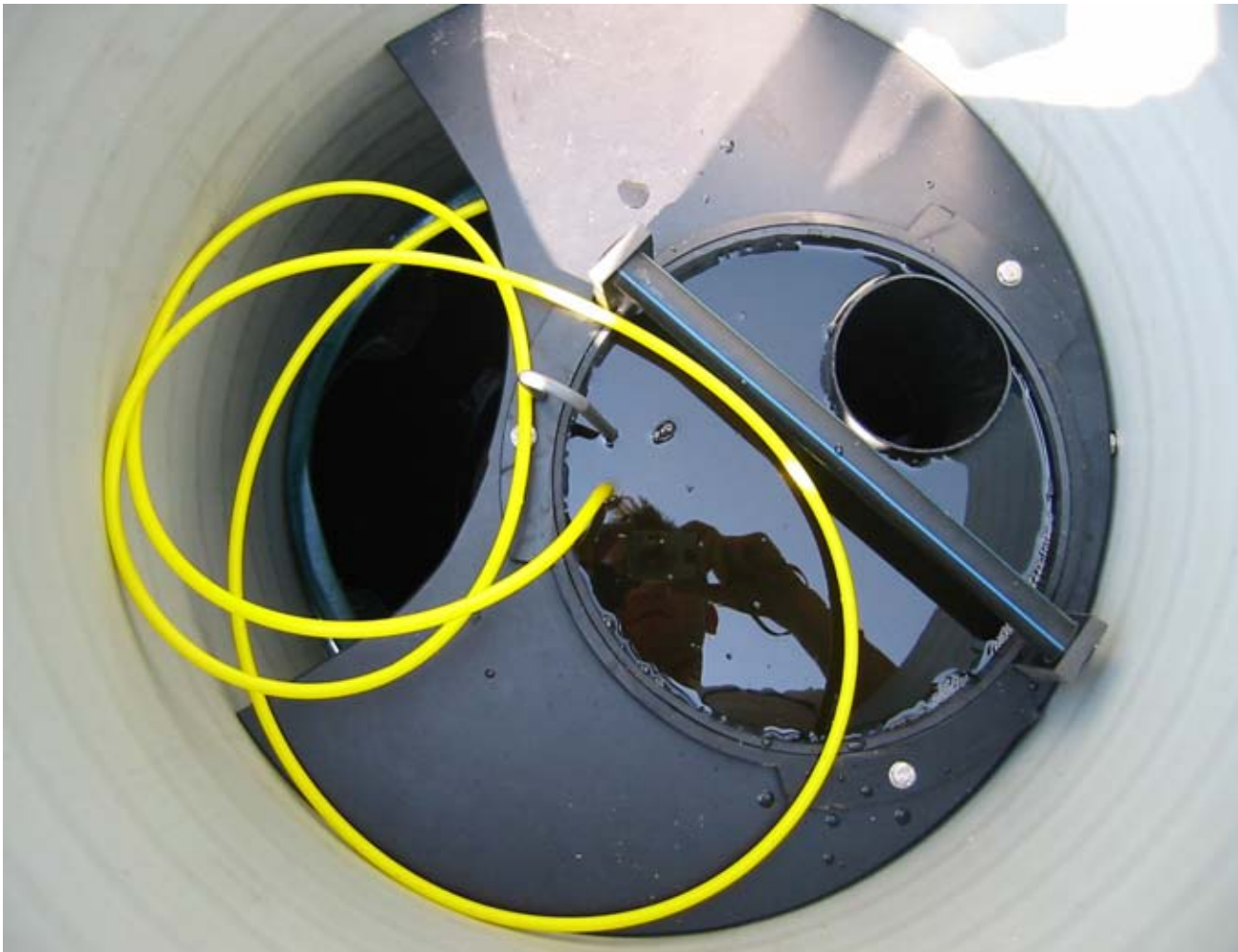
## **Physikalisch-chemisch (Flockung/Fällung)**

- nur bei Orthophosphaten möglich
- Dosierung und vollständiges Einmischen
- Bildung unlöslicher Verbindungen aus Fällmittelkation und Phosphatanion ( Fällungsreaktion, chemischer Vorgang)
- Zusammenlagerung zu absetzbaren Mikrofloccen (Koagulation)
- Floccenbildung (Bildung absetzbarer Makrofloccen aus Mikrofloccen) dabei Einbindung von Partikeln, Kolloiden und P
- Abscheidung der Makrofloccen durch Sedimentation



# Kleinkläranlagen

## Beispiel einer Dosierstation



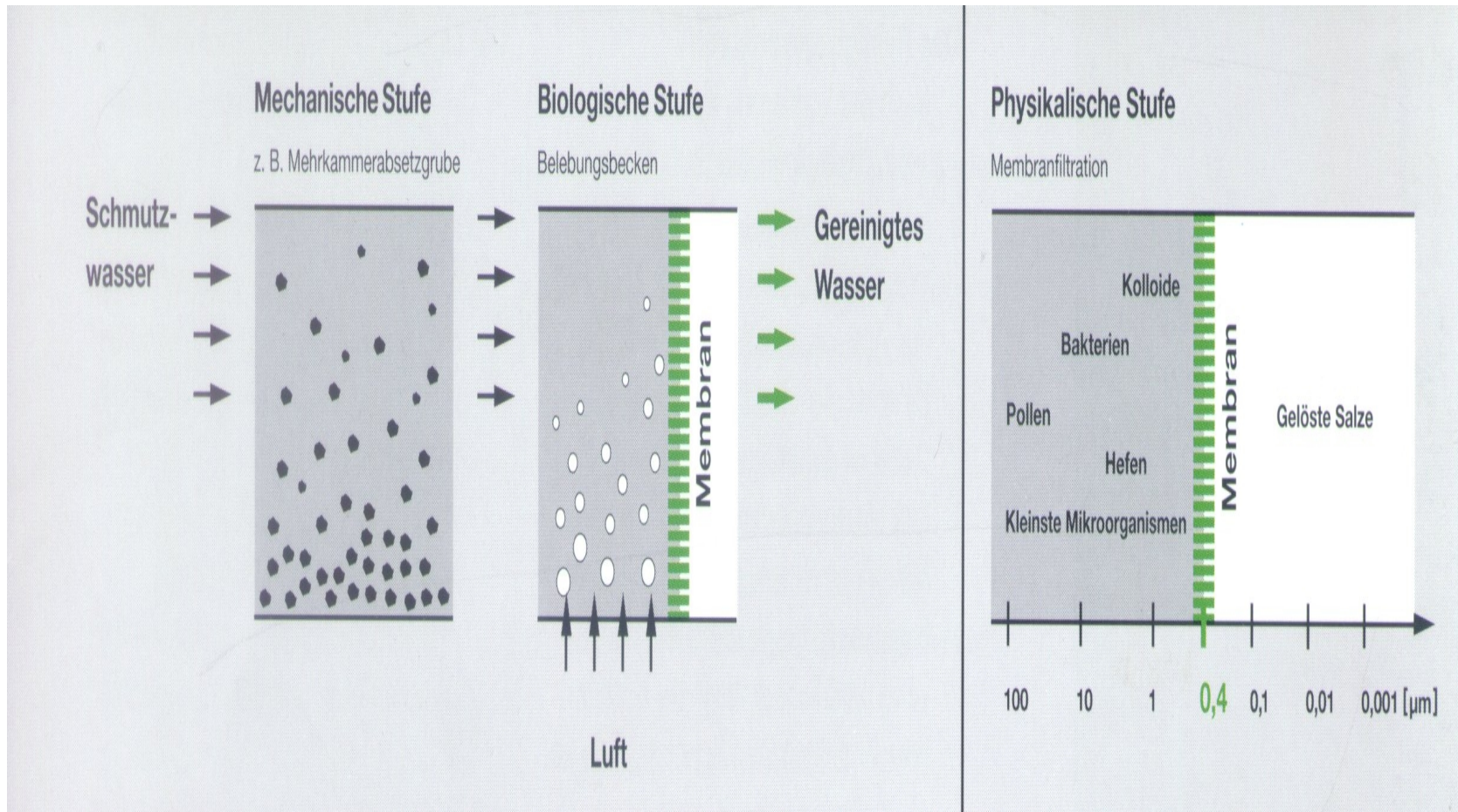
# Kleinkläranlagen

## Membranbelebungsverfahren

- Belebtschlamm wird beim Membranverfahren im Reaktionsbecken über Membran vom gereinigten Wasser getrennt
- Membran wird über Belüftungseinheit angeordnet → dauernde Freispülung der Membranoberfläche → cross-flow Filtration
- Poren der Membran sind so klein, dass Mikroorganismen nicht hindurch gelangen können
- Ablaufendes Wasser entspricht nach hygienischen Anforderungen der Badegewässerrichtlinie
- Vorhandene Mehrkammergruben können nachgerüstet werden

# Kleinkläranlagen

## Membranbelebungsverfahren



# Kleinkläranlagen Membranbelebungsverfahren

Mittelwerte		Zulauf Ø	Ablauf Ø	% Elimination
CSB	[mg/l]	667	21	97
BSB <sub>5</sub>	[mg/l]	297	1	99
NH <sub>4</sub> -N	[mg/l]	36	1,5	99
N <sub>anorg.</sub>	[mg/l]	51	15,0	71
Fäkalkoliforme Keime	[KBE/100ml]	3732500	2,4	99,999

Beispiel für auf einem Prüffeld erzielte Ablaufwerte

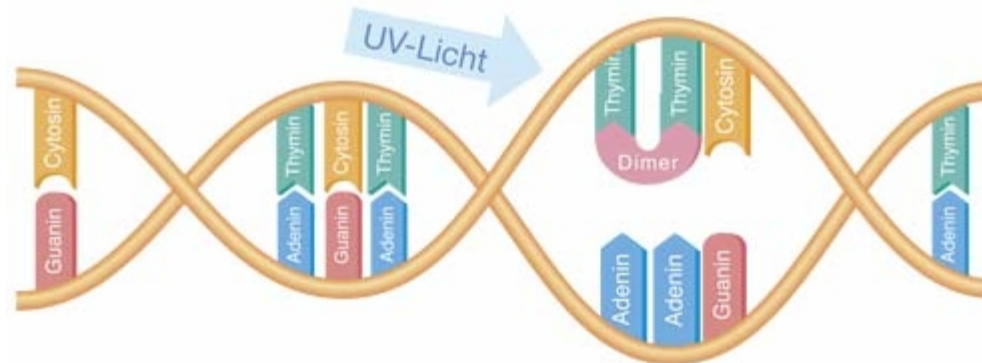
# Kleinkläranlagen UV-Desinfektion

Das für die UV-Desinfektion erforderliche Licht wird in speziellen UV-Strahlern erzeugt. Jeder Strahler ist wasserdicht von einem Quarzrohr umgeben. Die zu desinfizierende Flüssigkeit wird an den Quarzrohren vorbeigeleitet. Das im Strahler erzeugte Gasplasma emittiert Licht mit einer Hauptwellenlänge von 253,7 nm.

Dieses intensive UV-Licht erreicht die Mikroorganismen im Wasser und wirkt direkt auf deren Erbinformationsträger (DNA) ein. Durch Veränderung der DNA wird die Zellteilung des Mikroorganismus unterbunden – er kann sich nicht mehr vermehren und verliert seine krankmachende Wirkung.

## Deaktivierung von schädlichen Mikroorganismen

UV-Licht tötet Mikroorganismen ab, indem es die Erbinformation DNS verändert



# Kleinkläranlagen

## UV-Desinfektion

Einige Voraussetzung für die Anwendung von UV-Licht zur Desinfektion sollten unabdingbar vorhanden sein:

- Sicherstellung einer ausreichenden biologischen Reinigung
- Ablauf der biologischen Stufe darf nicht zu trüb sein
- Da hygienisiertes Abwasser grundsätzlich auch wiederverwendet werden kann, ist in jedem Fall sicherzustellen, dass bei Ausfall oder unzureichender Funktion der UV-Lampe kein nicht hygienisiertes Abwasser in den normalen Ablauf gelangt. Dies kann z.B. durch einen mittels einer Messung der Intensität des UV-Lichts angesteuerten automatisch schließenden Schieber gewährleistet werden
- Bei Ausfall oder unzureichender Funktion der UV-Lampe sollte der Betreiber über einen akustischen und optischen Alarm von der Fehlfunktion in Kenntnis gesetzt werden

# Kleinkläranlagen

## Beispiele für Kunststoffbehälter





# Kleinkläranlagen Kunststoffbehälter Vorteile

- "Gartenschonender" Einbau:
  - flache Baugrube
  - mit leichten Geräten handelbar
- schneller Einbau:
  - Anlage komplett vormontiert
  - Einbau mit 2 Mann problemlos möglich
  - Keine Standzeit für die Dichtheitsprüfung
- flexible Baustellenplanung
  - Selbsttransport der Anlage mit Hänger möglich
  - Keine Abstimmung mit Kran / Spedition
- Langfristige Investition
  - Abwasserbeständiges Material (keine Korrosion)
  - Monolithische Fertigung gewährleistet Dichtheit

## Zusammenfassung

- Belüftete Kleinkläranlagen bieten für die moderne Abwasserreinigung eine Vielzahl von Verfahren mit spezifischen Vor- und Nachteilen
- Einfach zu betreibende Verfahren mit geringem Steuerungsaufwand, stabilem Betrieb und moderaten Ablaufwerten
- Verfahren mit weitergehender Abwasserreinigung (N-Elimination, biologische P-Elimination, Hygienisierung) mit höherem Steuerungsaufwand

## Ausblick

- Um die Gleichstellung von zentraler und dezentraler Abwasserbehandlung erreichen zu können, muss die Qualität von dezentraler Technik hochwertig und verlässlich sein
- Die allgemein anerkannten Regeln der Technik werden bei der Bemessung der Anlagen weitgehend nicht beachtet. Die Anlagen sind in der Regel kleiner, als sich durch die regelkonforme Bemessung ergeben würde
- Nur eine möglicherweise vorhandene Verantwortung der Hersteller, Einbaubetriebe, Verbände, Wartungsunternehmen und nicht zuletzt der Betreiber von Kleinkläranlagen gegenüber der Umwelt lässt eine Zukunft der dezentralen Abwasserentsorgung sinnvoll erscheinen

# Kleinkläranlagen

## Mögliche Auswahlkriterien

- Dauernde oder häufige Unterlast → Biofilmverfahren, Bodenfilter
- Mögliche Überlast → Belebungsverfahren
- Nitrifikation erforderlich → Biofilm-, Belebungsverfahren, Bodenfilter
- Stickstoffentfernung → Belebungsverfahren
- Fette, Öle → Belebungsverfahren
- Tenside → Biofilmverfahren
- Toxische Substanzen → Biofilmverfahren
- Sehr große Vorbehandlung → Belebungsverfahren
- Zopfbildende Stoffe → Alle Verfahren mit Druckbelüftung
- Niedriger Wasserverbrauch → Verfahren im Durchlaufbetrieb
- Sehr starke Stoßbelastungen → Verfahren m. vorgeschaltetem Puffer
- Versickerung in karstigen oder klüftigen Untergrund → Membran, UV
- Wasserwiederverwendung → Membranverfahren
- Ableitung in stehendes Gewässer → P-Elimination



**Vielen Dank für  
Ihre  
Aufmerksamkeit!**