

Bild 2 zeigt stark vereinfacht das abwassertechnische System mit seinen wichtigsten Komponenten, wie es auf der PWC-Anlage "Jalmer Moor" umgesetzt wurde. Neben den speziell für den Versuchsbetrieb konzipierten Bauwerken (Urinspeicher und kleines Absetzbecken) ist die abwassertechnische Anlage durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- die Absetzbecken und das Pumpwerk (beziehungsweise das Kombinationsbauwerk) sind in offener Bauweise ausgeführt und die Zu- und Ablaufrohre der Absetzbecken (kleine und große Vorklärung) befinden sich auf gleicher Höhe,
- das Abwasser wird vom Pumpwerk auf die Höhe der Bodenfilter gehoben und durchläuft die Anlage ab hier im freien Gefälle,
- die Rezirkulation ist nicht hydraulisch vom Ablauf entkoppelt und somit nur schwer regulierbar,
- eine sequenzielle Betriebsweise der Bodenfilter ist nicht möglich,
- die meisten Anlagenkomponenten befinden sich im Bereich schwankender Grund- beziehungsweise Moorwasserspiegel.

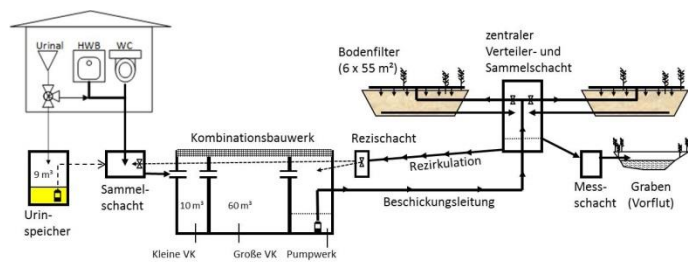


Bild 2: Verfahrensschema der abwassertechnischen Anlage auf der PWC Jalmer Moor

Trotz dieser nachteiligen Randbedingungen konnten die in Kapitel 3 zusammengestellten Ergebnisse erzielt beziehungsweise Empfehlungen aus dem Versuchs- und Regelbetrieb der Pilotanlage abgeleitet werden.

3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

Der hohe Anteil von Toilettenpapier und anderen Feststoffen im Abwasser von PWC-Anlagen stellt erhöhte Anforderungen an deren mechanische Vorreinigung. Mit der hydraulischen Aufenthaltszeit erhöht sich der mikrobiologische Abbau der zurückgehaltenen Feststoffe, denn viele der partikulären organischen Abwasserinhaltsstoffe werden unter anaeroben Bedingungen zu Methan und Kohlendioxid umgewandelt. Die überwiegend im Bodenschlamm produzierten Gase können sich an Feststoffpartikel mit guter Oberflächenbenetzbarkeit haften und diese bis zur Wasseroberfläche mitführen (Flotation). Infolgedessen kann sich eine Schwimmschlammdecke ausbilden, die speziell in Absetzgruben von PWC-Anlagen eine sehr hohe Mächtigkeit (> 10 cm) und Festigkeit (Feststoffgehalte > 12 %, zum Teil stichfeste Konsistenz) erreicht.

Im Ergebnis der Untersuchungen zum Schichtenaufbau und der Schwimmschlammdecke im kleinen Absetzbecken lassen sich folgende konstruktive Empfehlungen für die Absetzbehälter von PWC-Anlagen geben:

- Zwischen Wasserspiegelhöhe und der Sohle des Einlauf- beziehungsweise Zulaufrohrs sollte ein Mindestabstand von wenigstens 50 cm eingehalten werden, um Verstopfungen im Zulauf durch Schwimmschlamm zu verhindern. Dementsprechend sind Zu- und Ablauf der Vorklärung in der Höhe um mind. 50 cm versetzt anzuordnen.
- Das vollständige Zuwachsen der Wasseroberfläche mit Schwimmschlamm ist durch entsprechende Einbauten (zum Beispiel Tauchrohre) an geeigneter Stelle beziehungsweise Stellen zu unterbinden, um Schwierigkeiten bei der Schlammmentnahme zu umgehen.
- Der Auslauf des Vorklärbeckens sollte sich in einer Tiefe zwischen 0,5 und 1,0 m unterhalb der Wasserspiegelhöhe befinden, weil hier die geringsten Feststoffkonzentrationen zu erwarten sind. Zusätzlich muss der Austrag von aufsteigenden Feststoffen konstruktiv verhindert werden (zum Beispiel verschränkte Platten am Fuße senkrechter Tauchrohre).

Die Untersuchungen zum Eignungstest eines Bogensiebs zeigten einerseits das große Leistungspotenzial des Bogensiebs gegenüber konventionellen Absetzbecken: In Bezug auf den Rückhalt von partikulären Stoffen sind beide als gleichwertig anzusehen, doch liegt der wesentliche Vorteil des Bogensiebs in der Separation von "frischem" Abwasser, infolgedessen die Stofffrachten des biologisch weiter zu behandelnden Abwassers wesentlich reduziert sind. Andererseits wurde deutlich, dass der hohe Anteil von Toilettenpapier im Abwassergemisch zu Verstopfungen der Siebplatten und somit zu schwerwiegenden Betriebsstörungen führen kann. Tatsächlich stellt die getestete Version eines Bogensiebs keine geeignete Alternative zu einem konventionellen Vorklärbecken dar. Weiterführende Untersuchungen mit einer speziell an die Belange von PWC-Anlagen anzupassenden Konstruktion (geringere Breite, längeres Sieb, eventuell Mazeration des Zulaufs) werden dennoch für sinnvoll gehalten.

Aufgrund des kurzzeitigen Aufenthalts der Besucher und dem eingeschränkten Serviceangebot (nur Toiletten) ist das an PWC-Anlagen anfallende Abwasser durch einen hohen Anteil von Urin im Abwassergemisch gekennzeichnet. Folglich kann durch die separate Sammlung von männlichem Urin – wie sie vergleichsweise einfach mit wasserlosen Urinalen zu bewerkstelligen ist – die Stofffracht im Abwasser reduziert werden, insbesondere im Hinblick der Stickstofffrachten. Diese sind bei der biologischen Abwasserbehandlung mit konventionellen Verfahren problematisch, da die im aeroben Milieu unweigerlich einsetzende Nitrifikation zur Versäuerung führen und somit alle anderen Ab- und Umbauprozesse beeinträchtigen kann. Im Umkehrschluss kann die Urinseparation zur Stabilisierung des Reinigungsprozesses beitragen.

Im Ergebnis der Untersuchungen zur Urinabtrennung kann festgehalten werden, dass diese einen signifikanten Beitrag zur Sicherstellung von Ablaufgrenzwerten und insbesondere zur

Stabilisierung der Nitrifikation im Bodenfilter leisten kann. Beachtung müssen aber die Wechselwirkungen mit dem vorgelagerten Verfahren zur mechanischen Vorbehandlung des Abwassers finden, die unter Umständen höhere Ablaufkonzentrationen bezüglich Phosphor zur Folge haben können. Letztlich stellt die Urinseparation aber eine vergleichsweise preiswerte Lösung zur Kompensation von Belastungsspitzen im Zulauf der Kläranlage dar und ist deshalb grundsätzlich für PWC-Anlagen mit dezentraler Abwasserbehandlung zu empfehlen. Die wasserlosen Urinale haben sich im Betrieb als unproblematisch erwiesen.

Die Dokumentation und kontinuierliche Fernüberwachung des Anlagenbetriebs machen aber deutlich, dass die Urinabtrennung allein kein Garant für das Einhalten von Ablaufgrenzwerten sein kann. Eminent wichtig ist der ordnungsgemäße Betrieb der Gesamtanlage, der solide Fachkunde erfordert und deshalb bevorzugt an eine geeignete Institution/Firma übergeben werden sollte. Auf tägliche Kontrollgänge, wie sie prinzipiell von geschultem beziehungsweise eingewiesenem Personal der Autobahnmeisterei zu leisten wäre, kann letztlich nicht verzichtet werden. Der zeitliche Aufwand dafür lässt sich nur durch eine geeignete konstruktive Gestaltung der Anlage in Grenzen halten. Bei der Planung zukünftiger Anlagen müssen deshalb die Belange des späteren Betreibers – und somit in der Regel die Erfahrungen der Autobahnmeistereien – wesentlich stärker Berücksichtigung finden. Die wesentliche Forderung ist schließlich, dass auch vermeintlich einfache Kläranlagen an Autobahnen nach dem Stand der Technik geplant, gebaut und betrieben werden. Die auf der PWC-Anlage Jalmer Moor durchgeführte Sanierungsmaßnahme ist leider ein gutes Beispiel dafür, dass Investitionen in moderne Architektur und Technik nicht zwangsläufig zu geringeren Betriebskosten der PWC-Anlage führen und den Aufwand für Wartung und Instandhaltung deutlich erhöhen können.

Für die Fortsetzung beziehungsweise Wiederholung der durchgeführten Untersuchungen an anderer Stelle sei abschließend darauf hingewiesen, dass die kontinuierliche Fernüberwachung des Anlagenbetriebs sowie die simultane Verkehrszählung auf Autobahn und PWC-Anlage geeignete Methoden sind, um praktisch relevante Ergebnisse zu produzieren. Für die Fernüberwachung der Ablaufqualität wird der Einsatz von NH₄-N-Messsonden empfohlen. Unbedingt notwendig ist die Kenntnis der Durchflussdaten für Ablauf und Rezirkulation (weil die Bilanz ansonsten unvollständig ist), zudem sollte die Rezirkulation zumindest in gewissen Grenzen regulierbar sein. Ferner gilt es zu beachten, dass die Messtechnik einer regelmäßigen Kontrolle bedarf. Unabhängig von den technischen Belangen ist es eminent wichtig, dass Änderungen in den Betriebseinstellungen präzise dokumentiert und zeitnah kommuniziert werden, um Fehlinterpretationen von Messergebnissen zu vermeiden.

Hinweise zur Ermittlung der beziehungsweise Auslastung einer PWC-Anlage konnten aus der Auswertung der Wasserverbrauchsdaten und aus der Verkehrszählung abgeleitet werden.

Der Wasserverbrauch beziehungsweise der Abwasseranfall an PWC-Anlagen ist maßgeblich von der Benutzeranzahl abhängig: je mehr Verkehrsteilnehmer die WC-Anlagen nutzen, desto mehr Wasser wird verbraucht beziehungsweise desto mehr

Abwasser fällt an. Die Anzahl der Benutzer ist abhängig von Anzahl und Art beziehungsweise Besetzung der auf die PWC-Anlage auffahrenden Fahrzeuge und ist letztlich unmittelbar an das Verkehrsaufkommen der Autobahn gekoppelt. Bild 3 zeigt den prinzipiellen Zusammenhang von Abwasseranfall auf der PWC-Anlage und Verkehrsaufkommen auf der Autobahn, wobei die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer sowie die unterschiedlichen sanitärtechnischen Ausstattungen der PWC-Anlagen als zusätzliche Kriterien berücksichtigt sind.

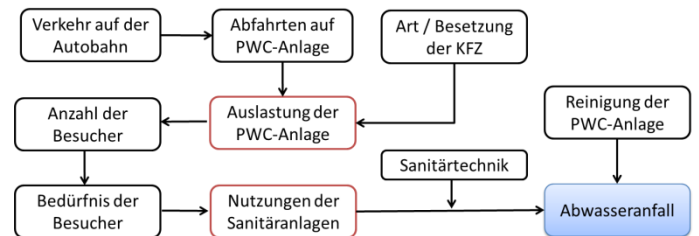


Bild 3: Prinzipieller Zusammenhang von Abwasseranfall auf der PWC-Anlage und Verkehrsaufkommen auf der Autobahn