

Semizentrale Ver- und Entsorgungszentren

In schnell wachsenden Großstädten (Megastädten) stellt sich das Problem, dass die notwendige Infrastruktur (Energie, Wasser/Abwasser etc.) mit dem Wachstum der Städte nicht mithalten kann. Aufgrund fehlender Kapazitäten stehen Strom und Wasser nicht fortlaufend oder flächendeckend zu Verfügung und anfallendes Abwasser bleibt aufgrund mangelnder Reinigungskapazitäten unbehandelt. Vor diesem Hintergrund sind Konzepte gefragt, die die erforderlichen Infrastrukturkapazitäten entsprechend des urbanen Wachstums „mitwachsen“ lassen können, was besonders bei den konventionell vordimensionierten zentralen aber auch bei dezentralen Systemen schwer umsetzbar ist.

Einen möglichen Lösungsansatz stellen so genannte semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme dar. Ein solches semizentrales Ver- und Entsorgungssystem setzt auf die integrative Betrachtung der verschiedenen Stoff- und Energieströme, explizit in den Bereichen Wasser, Abwasser und Abfall und macht dadurch Synergieeffekte durch eine abgestimmte und integrierte Behandlung möglich. Ein wesentlicher Baustein ist die Wasserwiederverwendung eines Abwasserteilstroms aus Dusch- und Waschmaschinenabläufen, die eine Einsparung des Tageswasserbedarfs von 30%, damit eine Reduktion des Abwasseranfalls um die gleiche Menge und zudem erhebliche Energieeinsparungen ermöglicht.

Der innovative Ansatz semizentraler Ver- und Entsorgungssystem wurde für den Anwendungsfall schnell wachsender urbaner Räume in China für Neubaugebiete entwickelt. In jedem Haushalt werden die Abwasserströme von Duschen, Handwaschbecken und Waschmaschinenabläufen separat als sogenanntes Grauwasser erfasst und getrennt vom Küchen- und Toilettenabwasser (dem sogenannten Schwarzwasser) abgeleitet (vgl. Abb. 1).

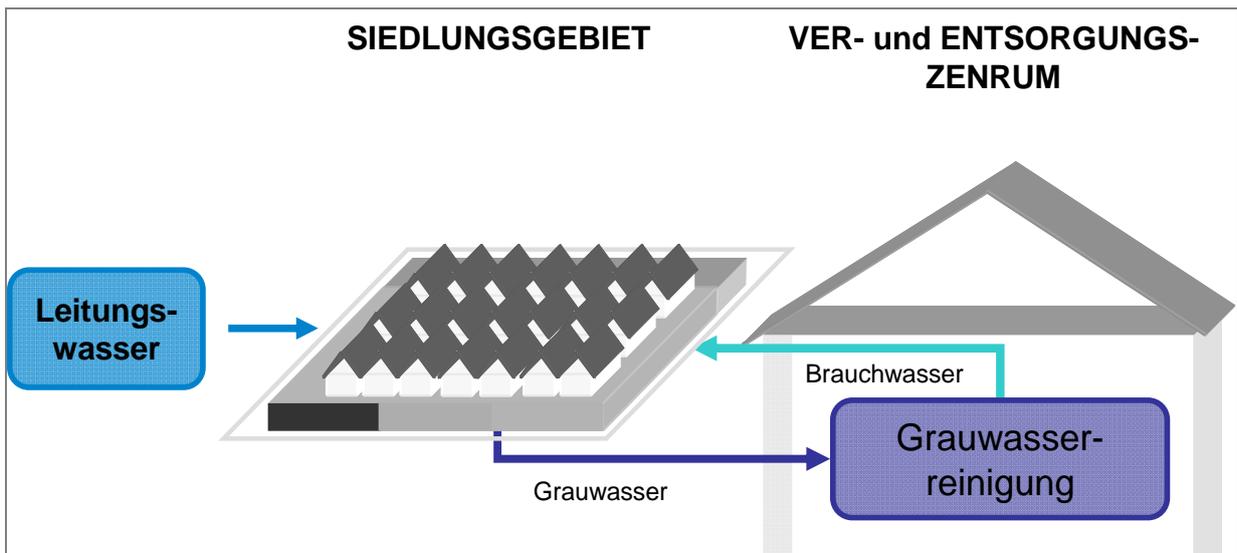


Abbildung 1: Grauwassererfassung und -behandlung innerhalb des semizentralen Ver- und Entsorgungssystems

Einführung: Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme: Was ist ein VEZ?

Die Ableitung erfolgt jeweils in ein dem Siedlungsgebiet zugeordnetes semizentrales Ver- und Entsorgungszentrum (VEZ), an das 20.000 bis 50.000 Einwohner angeschlossen sind. Da in der Volksrepublik China neue Siedlungsgebiete überwiegend als (reine) Wohngebiete mit geringen gewerblichen Anteilen entwickelt werden, fällt im Ver- und Entsorgungszentrum kein industrielles Abwasser an.

Die **Grauwasserbehandlung** umfasst eine vorgeschaltete Siebanlage und Aufbereitung zur Wiederverwendung. Für den Abbau von Kohlenstoffverbindungen im Grauwasser wird das MBR-Verfahren (Membrane Bioreactors) verwendet. Für die Auswahl des passenden Verfahrens wurden am Institut IWAR der Technischen Universität Darmstadt mehrere geeignete Reinigungsverfahren im Versuchsmaßstab getestet und sowohl qualitativ als auch quantitativ bewertet.

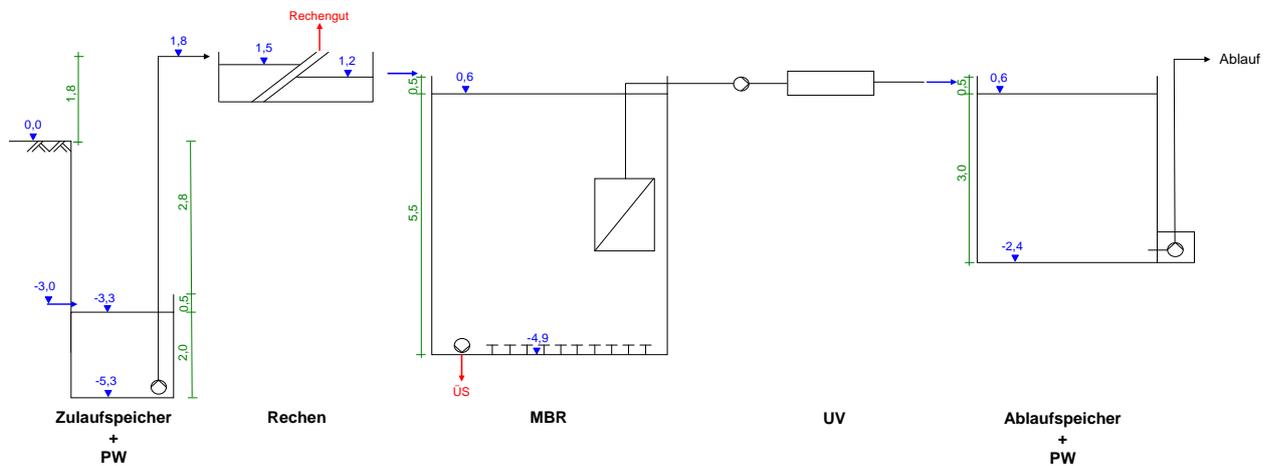


Abbildung 1b: Hydrostatischer Längsschnitt der Grauwasseraufbereitung im VEZ [Kocks]

Das aufbereitete Grauwasser (Brauchwasser) wird in ein zum Trinkwassersystem paralleles Drucknetz eingespeist, in die Haushalte zurückgeführt und hier zur Toilettenspülung wiederverwendet. *Weitere Nutzungen sind möglich.*

Auch das **Schwarzwasser** wird zum VEZ abgeleitet und dort behandelt (vgl. Abb. 2).

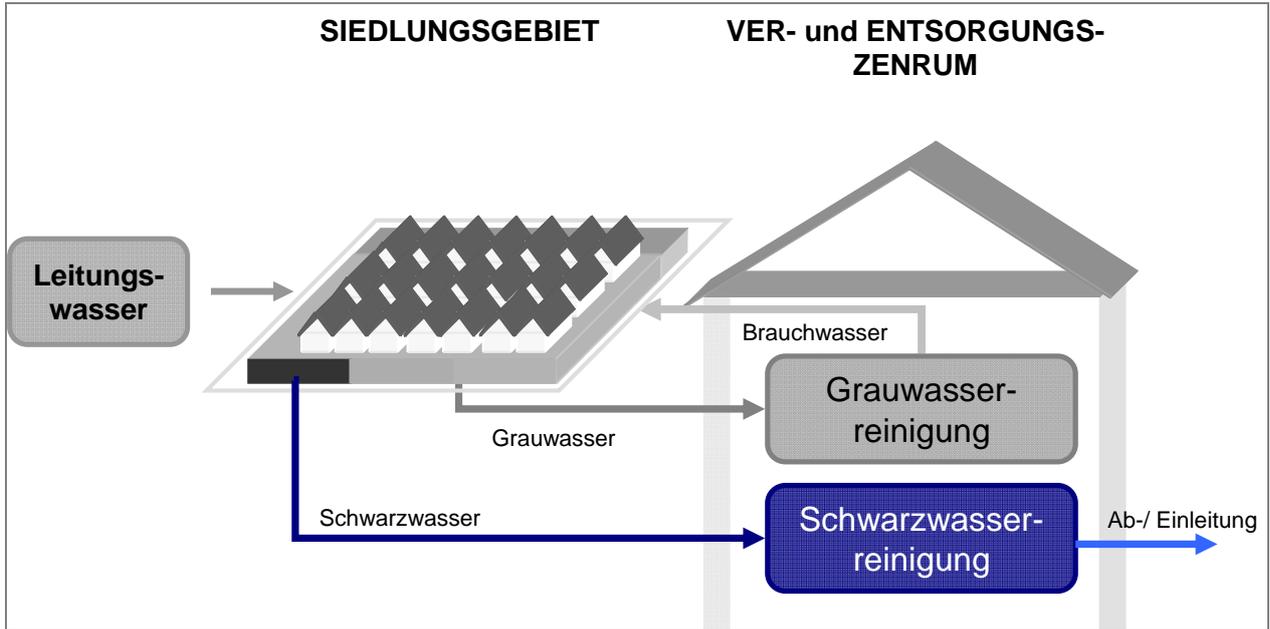


Abbildung 2: Erfassung, Behandlung und Ableitung des Schwarzwassers innerhalb des semizentralen Systems

Die Schwarzwasserbehandlung umfasst eine mechanische Vorreinigung mit Zulaufpumpwerk, Rechen, Sandfang und Vorklärung. Für die Reinigung des Schwarzwassers wird, aufgrund der wesentlich höheren Belastung im Vergleich zum Grauwasser, das SBR-Verfahren (sequencing batch reactor) verwendet, das zusätzlich zum Kohlenstoffabbau den Abbau von Phosphor- und Stickstoffverbindungen beinhaltet. Hierbei handelt es sich um eine Belebungsanlage mit hintereinander geschalteten Becken, um verbesserte Schlammabsetzeigenschaften zu erzielen.

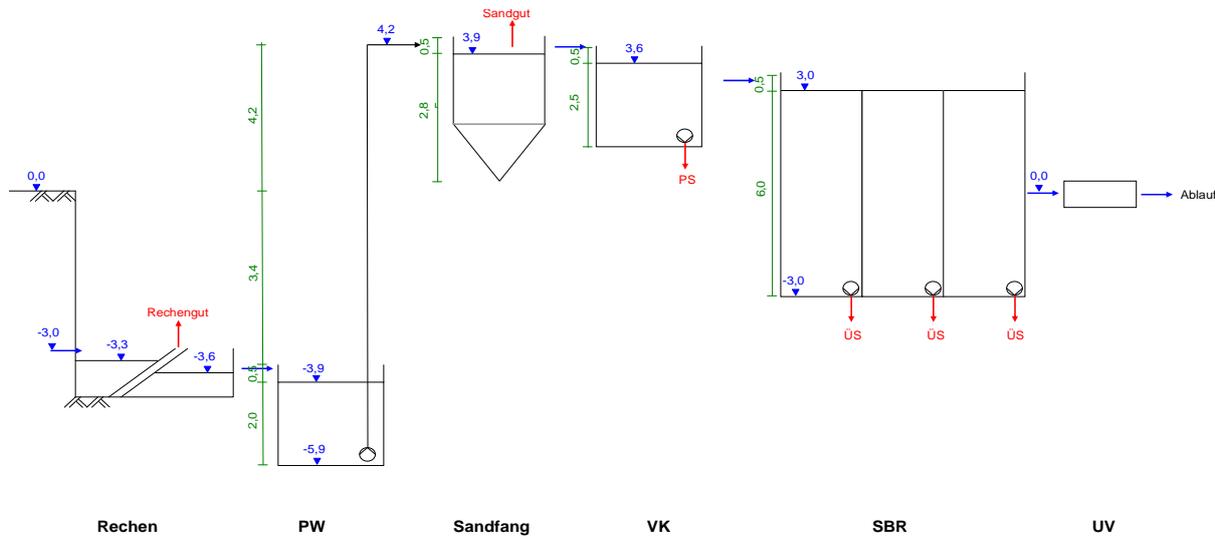


Abbildung 2b: Hydrostatischer Längsschnitt der Schwarzwasserreinigung im VEZ [Kocks]

Einführung: Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme: Was ist ein VEZ?

Die **häuslichen Abfälle** stellen den dritten zu berücksichtigenden Stoffstrom dar. Diese werden getrennt nach Wertstoffen und Reststoffen (Bio- und Restabfälle) erfasst. Die Wertstoffe werden einer stofflichen Verwertung außerhalb des semizentralen Systems zugeführt. (Eine energetische Verwertung innerhalb des VEZ als Ersatzbrennstoff ist grundsätzlich möglich, wird jedoch für die Umsetzung nicht in Betracht gezogen). Dafür können bestehende externe Strukturen genutzt werden.

Im VEZ werden die Restabfälle händisch sortiert. Die nicht biogenen Anteile werden (..?) außerhalb des VEZ aufbereitet und entsorgt. Die biologische Fraktion hingegen wird im Ver- und Entsorgungszentrum behandelt. Die bei der Abwasserreinigung entstehenden Klärschlämme werden den Bioabfällen zugesetzt und gemeinsam anaerob thermophil behandelt. Das Ergebnis ist ein hochwertiger Bodenverbesserer, der bedenkenlos (ein paar chin. Standards wären hier hilfreich) landwirtschaftlich bzw. landschaftlich genutzt bzw. eingesetzt werden kann (vgl. Abb. 3b).

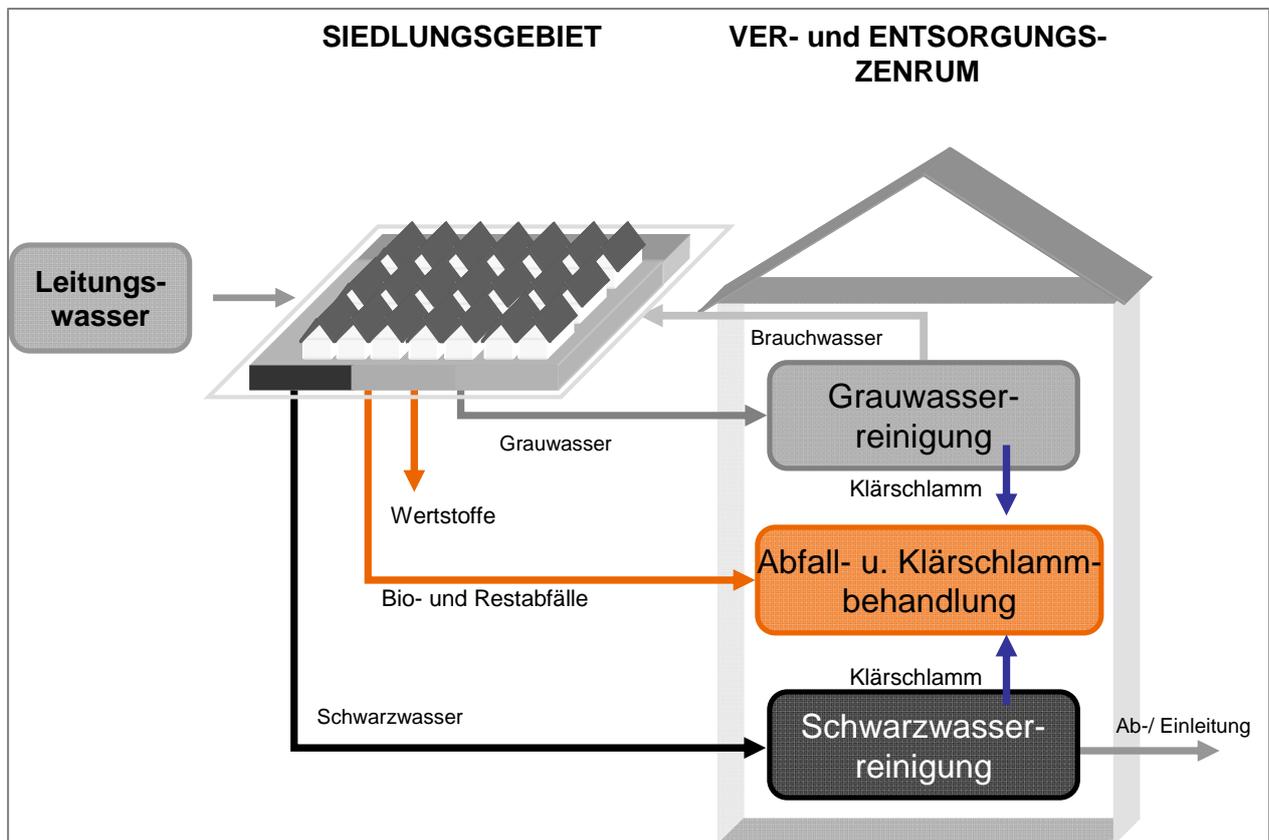


Abbildung 3b: Integrierte Abfall- und Klärschlammbehandlung innerhalb des semizentralen Ver- und Entsorgungssystems

Der in der Abwasserbehandlung entstehende Primär- und Überschussschlamm wird der **integrierten Schlamm- und Bioabfallbehandlung** zugeführt und dort stabilisiert. Bei diesem Prozess handelt es sich um eine anaerobe Stabilisierung, die sowohl mesophil als auch thermophil betrieben werden kann. Die thermophile Behandlung bringt einen erhöhten

Aufwand zur Wärmedämmung der Reaktoren sowie einen größeren Wärmebedarf zur Vorwärmung mit sich, dafür können geringere Aufenthaltszeiten und eine vollständige Hygienisierung angenommen werden. Dies führt zu kleineren Reaktorvolumina und einer größeren Möglichkeit der Entsorgungen für den stabilisierten Klärschlammabfall, weshalb diesem Verfahren der Vorzug gegeben wird.

Die Vorbehandlung der festen und flüssigen Abfälle gliedert sich in die Verfahrensschritte mechanische Aufbereitung, biologische Behandlung und Nachbehandlung. Für die Substratannahme ist auf dem Gelände des VEZ eine Waage vorzusehen, in der die anliefernden Fahrzeuge vor- und nach dem Abkippen der Abfälle zur differentiellen Massenbestimmung des Abfalls verwogen werden.

Die Zwischenlagerung der Abfälle erfolgt in einem den baulichen Umständen angepassten Bunker. Dieser muss die Abfallmenge für den gesicherten Betrieb während anlieferungsfreier Tage aufnehmen können. Im Rahmen der Anlieferung und Aufgabe der Materialien in die mechanische Aufbereitung sind die Abfallmengen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung händisch zu vergleichsmäßigen. Auch ist sicherzustellen, dass im Bunkerbereich keine intensiven biologischen Abbauprozesse einsetzen, da diese sowohl aus Gründen des Geruchsemissionsschutzes als auch aus sicherheitstechnischen Erwägungen (Brandschutz) zu vermeiden sind. Die mechanische Aufbereitung hat das Ziel, Stör- und Wertstoffe aus dem Abfallstrom zu entfernen, das Material für die biologische Behandlung mechanisch zu konfektionieren und den Strom der festen Abfälle mit dem Klärschlamm zu vereinigen. Hierzu ist als erster Schritt eine Stör- und Wertstoffauslese auf einem Fließband vorzusehen. Nach der Stör- und Wertstoffauslese ist der verbleibende Abfallstrom auf eine Korngröße zu zerkleinern, die ein Pumpen des Materials im weiteren Verfahrensablauf ermöglicht. Das zerkleinerte Material wird dann mit Prozesswasser angemaischt und anschließend einer Schwimm- Sink Trennung unterworfen, bei der insbesondere die feinen mineralischen Anteile (Sand) aus dem Gärgut entfernt werden. Nach diesem Schritt wird der Klärschlamm zugegeben und das Material in den dem Reaktor zugeführt.

In der Stabilisierung findet im Anschluss die eigentliche biologische Behandlung des Abfalls mit den Klärschlämmen aus der Grau- und Schwarzwasserbehandlung statt (vgl. Abb. 3c). Dabei wird durch den anaeroben Abbau der organischen Anteile der Substrate Biogas erzeugt, das kontinuierlich aus dem Reaktor abzuziehen ist. Im Rahmen der Nachbehandlung ist der Faulschlamm zu entwässern und das überschüssige Prozesswasser der Abwasserbehandlung zuzuführen. Zur Schlammentwässerung wird neben zwei Zentrifugen zur Schlammeindickung eine Kammerfilterpresse eingesetzt, um im Fall der Entsorgung auf einer Deponie die Anforderung an einen Feststoffgehalt von mindestens 40 % sicherstellen zu können. Der entwässerte Faulschlamm wird in Rollcontainern vor der Abfuhr zwischengelagert. Nach einer weiteren Konfektionierung kann er als Dünger oder Bodenverbesserer kommerziell verwertet werden.

Einführung: Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme: Was ist ein VEZ?

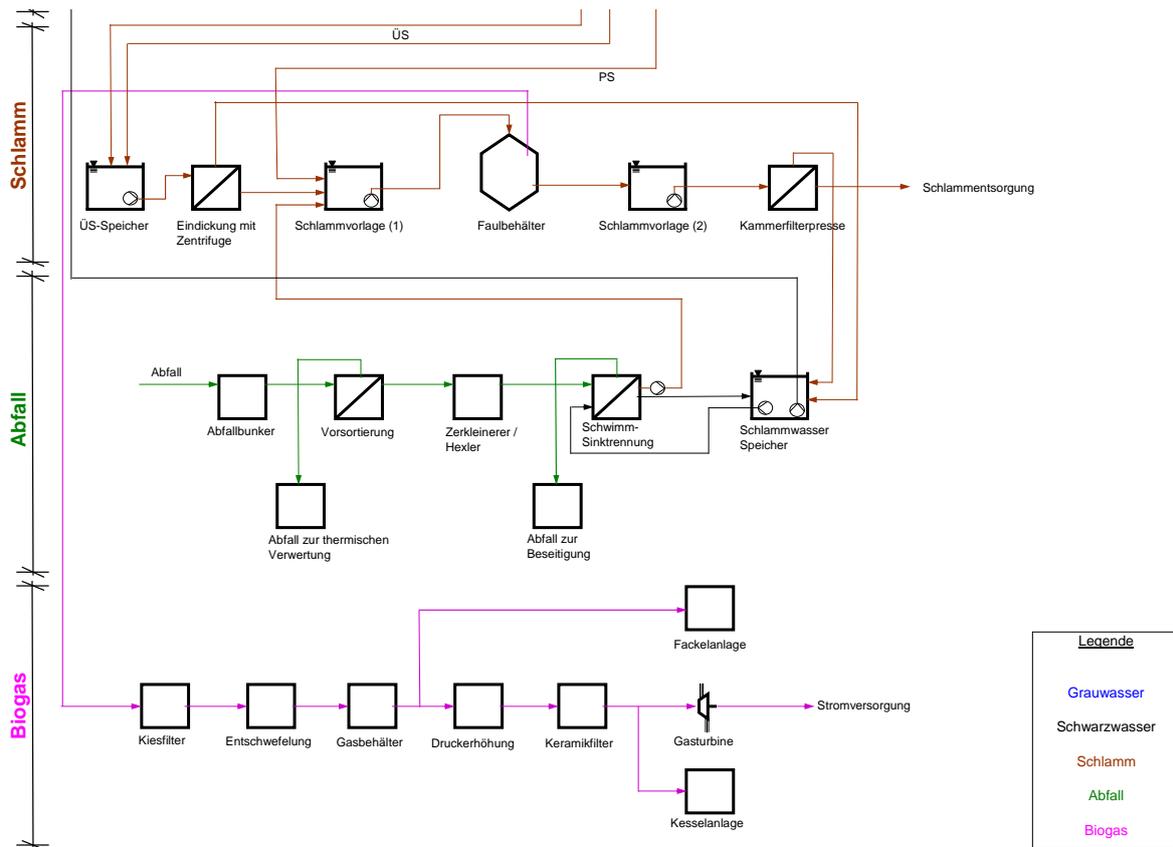


Abbildung 3c: Verfahrensfließbild der integrierten Abfall- und Klärschlammbehandlung inkl. Biogasverstromung [Kocks]

Das entstehende **Biogas** wird im Regelbetrieb zur Verstromung für den Eigenbedarf verwendet und die anfallende Abwärme zur Beheizung der Faulbehälter und der Gebäude des VEZ genutzt werden kann. Dafür werden Gasturbine (mit einem angenommenen rechnerischen Wirkungsgrad von 40%) und Gasbehälter sowie Kessel- und Fackelanlage vorgesehen, um die Betriebsstabilität und Betriebssicherheit im Fall des Mangels an Wärme aus Gasturbine oder des Überschusses von Biogas zu gewährleisten (vgl. Abb. 4).

Einführung: Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme: Was ist ein VEZ?

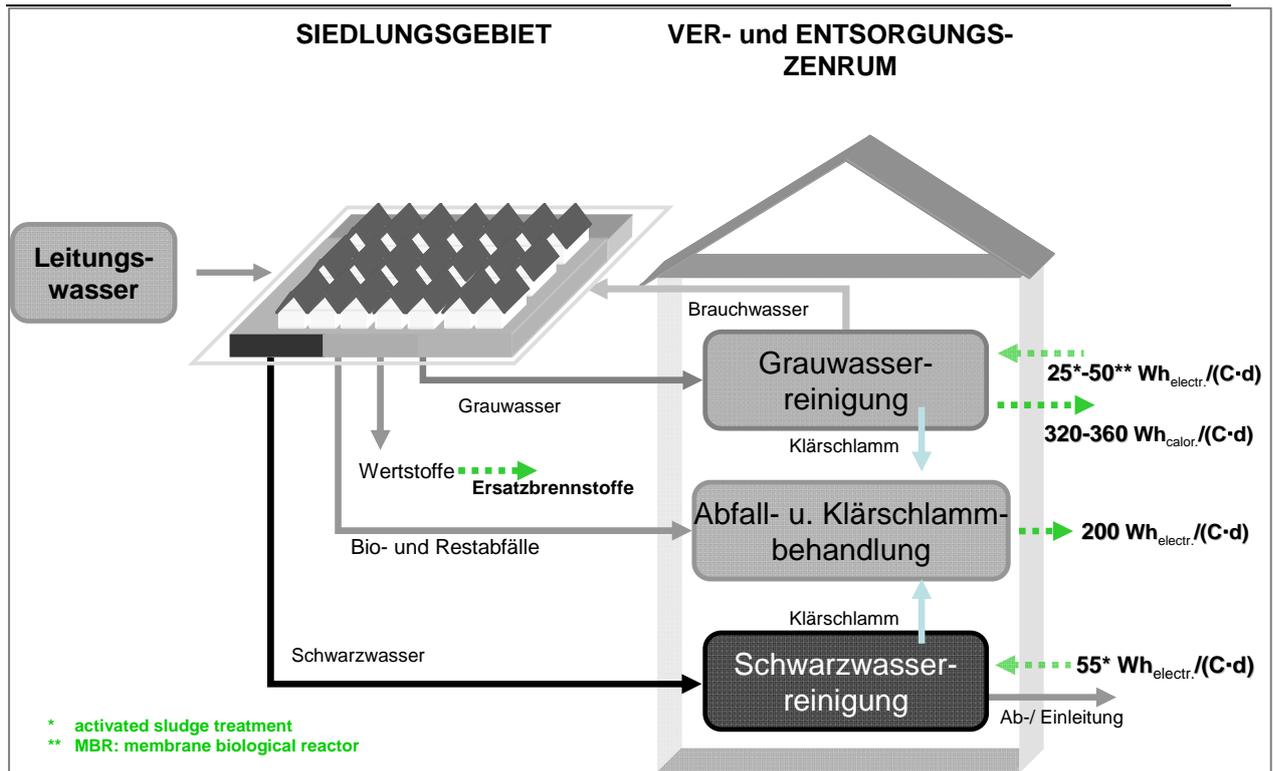


Abbildung 4: Energieflüsse innerhalb des semizentralen Ver- und Entsorgungssystems

Bilanziell kann sowohl thermisch als auch elektrisch ein Überschuss generiert werden (vgl. Abb. 4), der für weitere Anwendungszwecke (Verteilung, Sammlung, Gebäudeheizung, -beleuchtung, Klimatisierung, ...) genutzt werden kann.

Im Rahmen der Abluftbehandlung werden ein Sammelsystem für alle Abluftanfallstellen des VEZ und eine Behandlungsanlage für die gesammelte Abluft vorgesehen. Als Verfahren zur Abluftbehandlung kommt hinsichtlich der speziellen lokalen Rahmenbedingungen für die Realisierung des VEZ Biofilter zum Einsatz.

Die beschriebenen Verfahrensschritte laufen innerhalb des VEZ in unterschiedlichen Gebäudeteilen ab. Im Gebäudeteil A erfolgt die Grauwasserbehandlung, in Teil B die Schwarzwasserbehandlung, die Energiegewinnung (integrierte Behandlung von Abfällen und Klärschlämmen sowie Verstromung) in Teil C, die vorgeschaltete Abfallsortierung (sofern erforderlich) erfolgt in Teil D (vgl. Abb. 5).

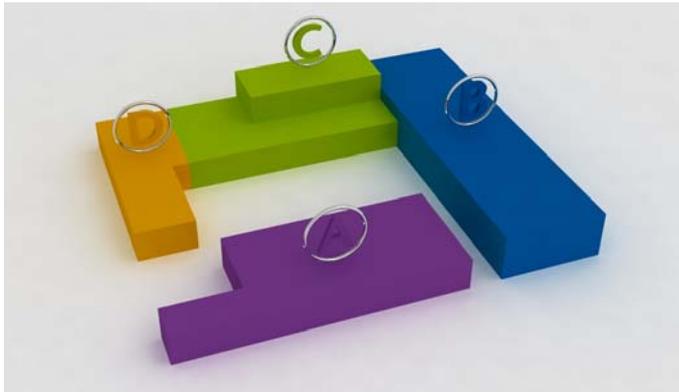


Abbildung 5: Gebäudeteile (und deren Funktionen) beim VEZ [Cosalux]

Von den in konventionellen Anlagen der Ver- und Entsorgung eingesetzten Behandlungsstufen, mechanische und biologische Abwasserbehandlung sowie Schlammbehandlung, wird auch im semizentralen VEZ keine vernachlässigt. Vielmehr findet eine synergetische Komprimierung der Betriebsfläche statt. Somit werden im Betriebsablauf Wege, Zeit und Energie eingespart und gleichzeitig das Umfeld des VEZ vor negativen Einflüssen verschont. Neben den Kosteneinsparungen durch die geringere Grundfläche, können Synergien durch die Anwendung des Baukastensystems erzielt werden. Des Weiteren wird die Biogasproduktion durch die Mitbehandlung organischer Abfälle in dem Masse gesteigert, dass die umgewandelte Energie zum Betrieb des VEZ genutzt werden kann.

Einführung: Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme: Was ist ein VEZ?

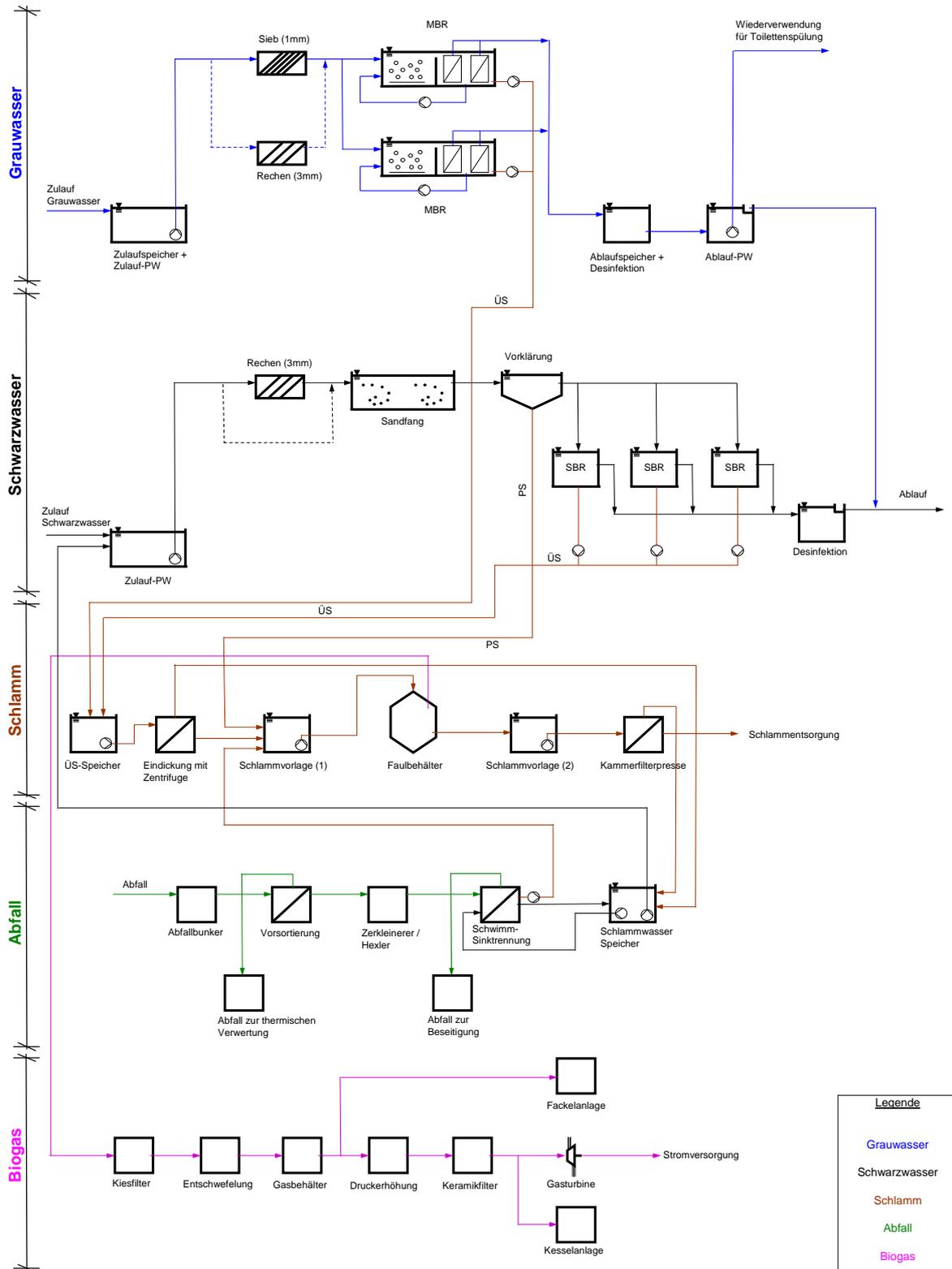
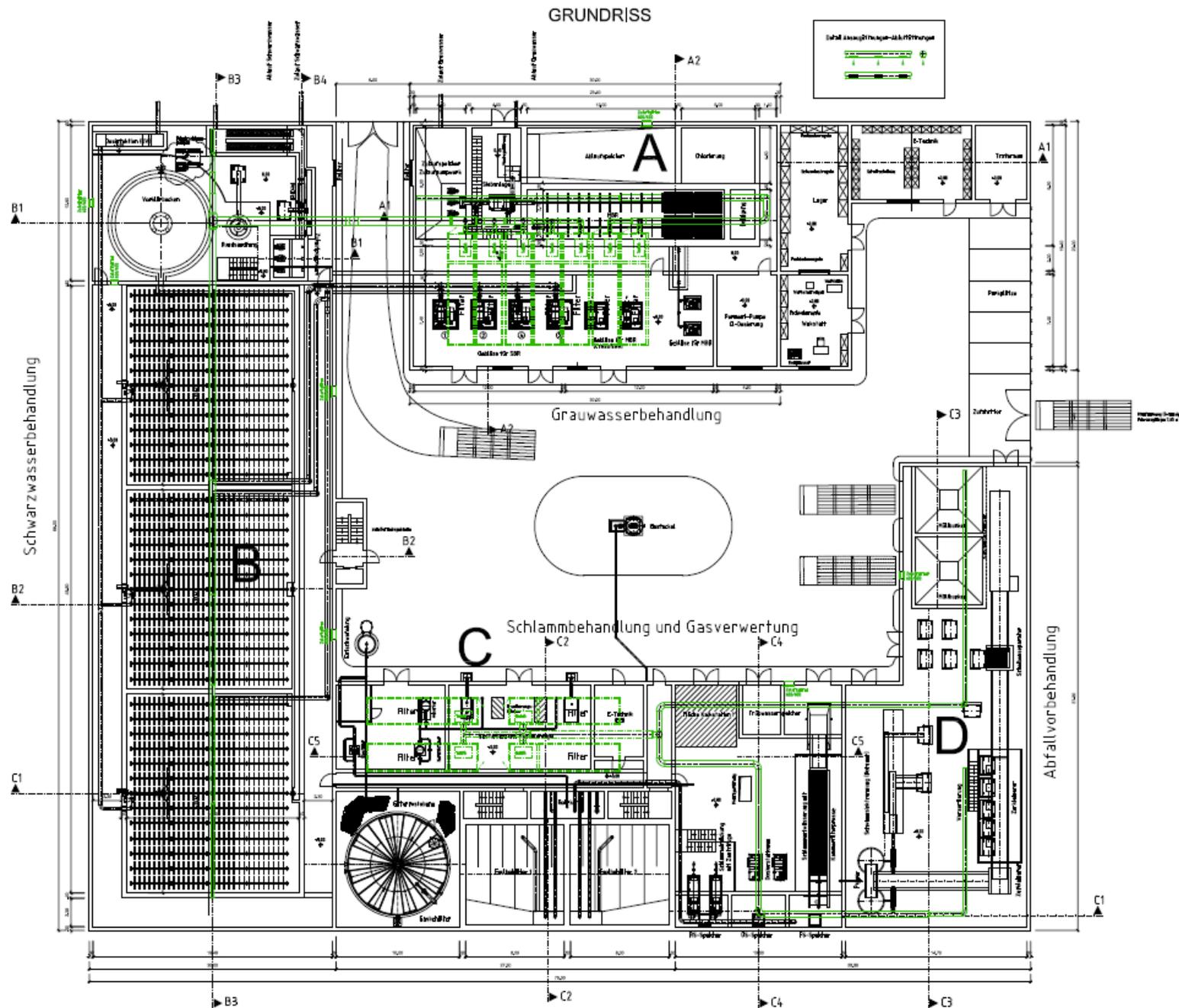


Abbildung 6: Verfahrensfliessbild der Stoff- und Energieströme im VEZ



Projektname				
Standort				
Abgabe				

KOCKS CONSULT GMBH KOCKS

KOCKS CONSULT GMBH KOCKS

Projektname			
Standort			
Abgabe			

Abbildung 7: Grundriss des VEZ_komplett [Kocks]