



Green Sentinel

RSR-Verfahren

- * Optionale u. notwendige Module
- * Produkte und Absatzwege

Green Sentinel GmbH
BIZ Wels, 2. Stock /Büro 203
Franz-Fritsch-Straße 11
A - 4600 Wels



Inhaltsverzeichnis

1	Möglichkeiten des RSR-Verfahrens – Vom Abfall zu werthaltigen Produkten.....	2
1.1	Ablauf des Verfahrens.....	3
2	Notwendige und optionale Module im RSR-Verfahren.....	4
2.1	Notwendige Module	4
2.1.1	TSD-Modul - Dünnschlammwässerung.....	4
2.1.2	SSM-Modul – Schlammstorage.....	4
2.1.3	RSR-Modul – Recovered Sludge Resources.....	5
2.2	Optionale Module	6
2.2.1	RDM-Modul – Schlamm Trocknung	6
2.2.2	BIM-Modul – Biobrennstoffverwertung.....	7
3	Anhang.....	8

1 Möglichkeiten des RSR-Verfahrens – Vom Abfall zu werthaltigen Produkten

Wird der Klärschlamm nicht entsprechend aufbereitet, so gilt er als entsorgungspflichtiger Abfall. Momentan wird dieser überwiegend mit hohen Transport- und Entsorgungskosten verbunden in Monoverbrennungsanlagen gebracht und dort verheizt. Die daraus resultierende Asche ist noch mit Schadstoffen belastet und deponiepflichtig.

Das RSR-Verfahren (RSR = Recovered Sludge Resources) hingegen verwertet Schlamm aus Kläranlagen aller Art mit Trockensubstanz-Gehalten von etwa 0,1 % bis ca. 30 %. Es ist also möglich, schon mit entwässertem Schlamm oder Dünnschlamm zu beschicken. Die RSR-Anlage wird modular je nach Kundenanforderung geplant und vor Ort fix installiert oder mobil in mehreren Containern im ISO-Format geliefert.

Je nach gewünschtem anschließenden Produktweg kann es sein, dass zusätzliche Module verbunden werden müssen. Z.B. werden für die energiepositive Herstellung des CO₂-neutralen Biobrennstoffs die Module Trockner und/oder Pelletierung bzw. Feuerung benötigt. Dies bedeutet jedoch auch, dass keine zusätzlichen thermischen Energiequellen benötigt werden.

Ob der Klärschlamm vollkontinuierlich direkt von der Presse oder doch aus dem Dünnschlamm mit einer zusätzlich vorgeschalteten Zentrifuge übernommen wird, hängt vom gemeinsam ausgearbeiteten Konzept ab.

Der Kernprozess läuft mit einem 20 – 30 % TS Klärschlamm wie er von der Presse oder der Zentrifuge ausfällt.

Im ersten Schritt wird mit einer geringen Zugabe unseres Aktivators der Klärschlamm gereinigt und die Organik von der Anorganik in einer Zentrifuge getrennt.

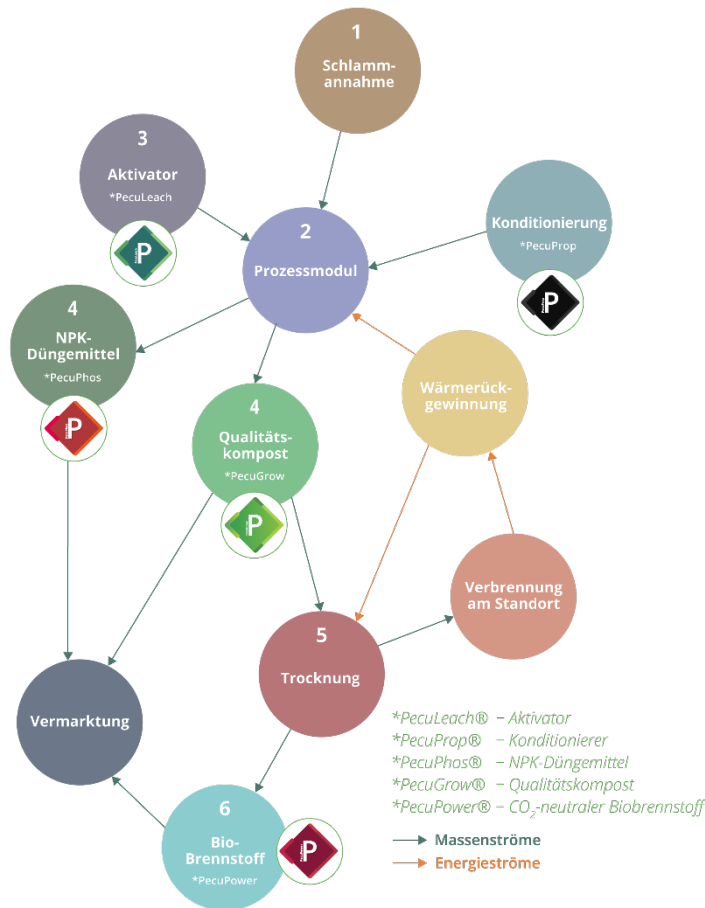
Im folgenden Schritt wird der Klärschlamm, der an dieser Stelle per Definition kein Klärschlamm mehr ist, gewaschen und ebenfalls wieder zentrifugiert, um als Düngemittel weiterverwendet werden zu können.

Der Wasserbedarf sowie die die Waschwasserkonzentration sind ebenfalls so auf die Kläranlage angepasst, dass keine zusätzliche Belastung entsteht.

Um diesen Vorgang so einfach wie möglich zu gestalten hat die Zusammenarbeit mit den Klärwärtern dazu geführt, dass wir alles so automatisiert haben, dass lediglich das Handling der Verbrauchsstoffe und Produkte übrigbleiben.

Die Anlage ist im Aufbau so intuitiv konzipiert, dass jeder Klärwärter ohne Einschulung die benötigten Werte ablesen und dementsprechend handeln kann.

1.1 Ablauf des Verfahrens



Wesentliche Schritte im Verfahrensablauf:

1. Mittels Radlader oder Bagger wird der **Schlamm von Schlammannahme 1** zum **Prozessmodul 2** befördert. Alternativ auch direkt aus dem Bestand per Rohr möglich.
2. Das **Prozessmodul 2** ist der **Kern des RSR-Verfahrens** zur Schlammaufbereitung. Mithilfe eines speziellen Aktivators (3 PecuLeach®) werden bis zu 80% der anorganischen Komponenten aus dem Trockengut herausgelöst. Diese werden zur weiteren Verwertung als **NPK-Düngemittel (Stickstoff-Phosphor-Kalium-Düngemittel = 4 PecuPhos®)** für die chemische Industrie abgefüllt, gleichzeitig kann die restliche Substanz als **qualitativ hochwertiger Kompost (4 PecuGrow®)** in Gärten und auf Felder eingesetzt werden.
3. **OPTIONAL:** Wird der raffinierte Schlamm nicht als Humus verwendet, sondern **weiter getrocknet (5 Trocknung)**, so entsteht ein **CO₂-neutraler Biobrennstoff (6 PecuPower®)**, vergleichbar mit Pellets, der durch Verbrennung thermisch genutzt werden kann und Wärme zurück in das System abgibt.

2 Notwendige und optionale Module im RSR-Verfahren

2.1 Notwendige Module

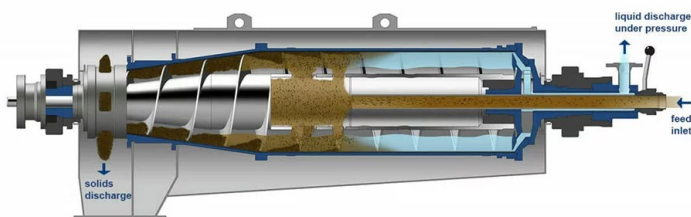
- 🌀 **Sludge Dewatering Module (SD-Modul) [Dünnschlammmentwässerungsmodul]**
Annahme und Entwässerung inkl. Vorwärmung von Dünnschlamm nach dem Faulturm bzw. Eindicker und Behandlung des Zentrats aus der Entwässerung zur Rückführung in das Klärwerk.
- 🌀 **Sludge Storage Module (SSM-Modul) [Schlamm-speichermodul]**
Zwischenlagerung bzw. Pufferung des Klärschlammes.
- 🌀 **Recovered Sludge Resources Module (RSR-Modul) [Ressourcenrückgewinnungsmodul]**
Verwertung des anfallenden Klärschlammes zu Pecuphos als Düngemittelvorstoff und Pecugrow als Kompost. Das Raffinat kann in einem optionalen weiteren Verfahrensschritt zusätzlich zur Herstellung eines CO₂-neutralen Biobrennstoffs verwendet werden – siehe SD- und SIM-Modul.

2.1.1 SD-Modul - Dünnschlammmentwässerung

Das SD-Modul wird aus der Anlage (Faulturm oder Eindicker) kontinuierlich beschickt.

Mittels bewährten Hochleistungsdekanterzentrifugen werden Trockensubstanz und Flüssigphase getrennt. Die Trennung findet in einer horizontalen zylindrischen Vollmanteltrommel statt, die mit einer Förderschnecke ausgestattet ist. Der Dünnschlamm wird durch ein stationäres Einlassrohr in die Trommel geleitet. Die Zentrifugalkraft bewirkt eine Sedimentation der Trockensubstanz in der Trommel. Die Schnecke dreht sich in der gleichen Richtung, jedoch mit einer anderen Geschwindigkeit (einstellbare Differenzgeschwindigkeit). Durch diese Differenz werden die Feststoffe an das konische Ende befördert, wo sie aus der abgetrennten Flüssigphase gehoben werden, in der die Kapillarflüssigkeit durch Zentrifugieren abgelassen werden kann, bevor die Feststoffe durch den Feststoffauslass abgegeben werden. Die Separation erfolgt über die gesamte Länge des zylindrischen Teils der Trommel. Zudem fließen die geklärten Flüssigkeiten aus der Trommel über eine verstellbare Wehr in den Zentratablauf.

Der entstandene Klärschlamm mit ca. 25 % Trockensubstanz wird in das RSR-Modul beziehungsweise in das SSM-Modul weiter gepumpt. Die Flüssigphase, das sogenannte Zentrats, wird einer weiteren biologischen Abwasserbehandlung zugeführt, um diese wieder in die Kläranlage rückführen zu können.



2.1.2 SSM-Modul – Schlamm-speicherung

Das SSM-Modul wird zur Zwischenlagerung des Klärschlammes und auch als Aufgabestelle für externen Schlamm verwendet. So beschickt das SD-Modul den Schlamm-speicher direkt mit Klärschlamm. Extern kann Schlamm aus anderen Anlagen oder einer Halde über diverse Maschinen (Bagger, Radlader, etc.) befüllt werden.

Mittels Schubboden, welche am Boden des Behälters eingebaut sind und mit einem Hydraulikzylinder vor und zurück bewegt werden, wird Klärschlamm in Richtung Austragsvorrichtung bewegt. Der Schubboden

besitzen dafür speziell geformte Querelemente, um bei der Vorbewegung Schlamm mitzunehmen und der Rückbewegung durch den Schlamm zu gleiten. Die Austragsvorrichtung besteht aus einer langsam drehenden Querschnecke und einer folgenden Excenterschneckenpumpe, welche den Schlamm in das RSR-Modul befördert.



Abbildung 3: Schlammspeicher mit Schlammaustrag

2.1.3 RSR-Modul – Recovered Sludge Resources

Im RSR-Modul geschieht der Kern des RSR-Verfahrens zur Schlammaufbereitung. Mithilfe eines speziellen Aktivators (PecuLeach) werden anorganische Komponenten wie Stickstoff, Phosphor, Kalium u.v.m. aus dem Feststoff abgetrennt und in die flüssige Phase überführt. Dabei entsteht der flüssige Düngemittelvorstoff PecuPhos, welcher abgefüllt und an die chemische Industrie zur Düngemittel Herstellung weiterverkauft wird.

Im RSR Prozess werden bis zu 80 % der Anorganik aus dem Trockengut entfernt, dadurch erhält der raffinierte Schlamm für die optionale Weiterverwendung zur Herstellung eines Biobrennstoffs einen sehr hohen Brennwert.

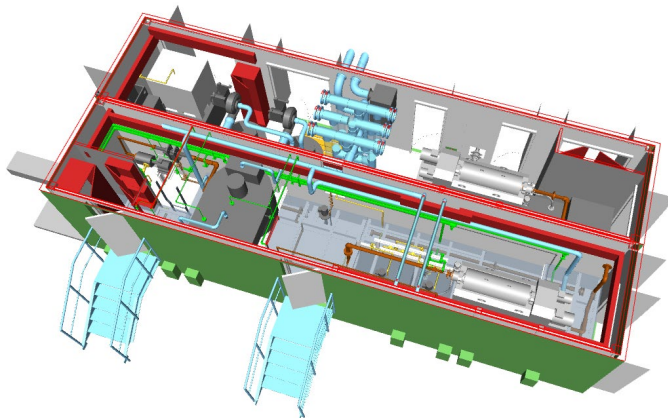


Abbildung 4: RSR Prozess Modul

Schritte im RSR Prozess:

1. Der erste Mischer sorgt für eine Homogenisierung der Mischung aus Klärschlamm und Aktivator. So kann eine beschleunigte Rücklösung der Anorganik und des Phosphors erreicht werden. Nach dem Rücklöseprozess wird die Flüssigphase mittels erneuten Dekantierens abgetrennt. Konzentriertes PecuPhos wird abgezogen.
2. Das Trockengut wird im nächsten Schritt gewaschen, um die Brennstoffqualität zu erhöhen. Dabei werden Reste des Lösungsmittels ausgeschwemmt und das Trockengut neutralisiert. Das entstehende Abwasser wird in die Kläranlage zurückgeleitet.

3. Eine weitere Entwässerungsstufe mittels Dekanter sorgt für einen Trockensubstanzgehalt von ca. 25 %. Der sogenannte raffinierte Schlamm kann sofort als Kompost verwendet und/oder optional zum Biobrennstoff PecuParam weiterverarbeitet werden. Möchte man zusätzlich PecuParam herstellen, so wird das Raffinat in das optionale RDM-Modul geleitet.

Durch die Phosphorrückgewinnung im ersten Schritt und das Herauslösen der Schadstoffe aus dem Klärschlamm, entspricht das gewonnene Raffinat in seinen veränderten Eigenschaften nicht mehr dem Klärschlamm der anfänglich als Abfall zugeführt wurde und verlässt somit das Abfallregime. Die Umwandlung von Abfall zu Wertstoffen kann mit Einsatz des RSR-Verfahrens erfolgreich vollzogen werden.

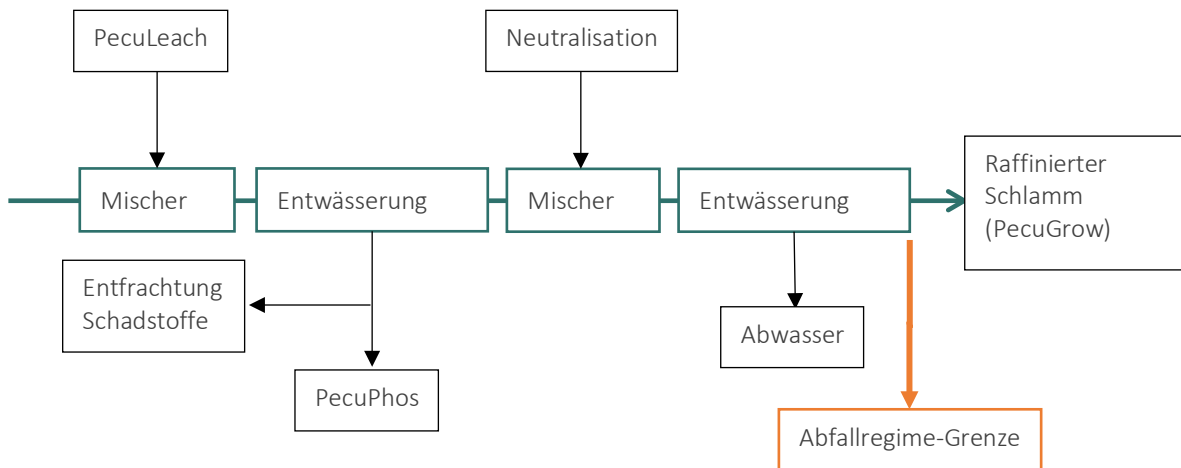


Abbildung 5: Schritte im RSR Prozess

Die während des RSR Prozesses entstehenden Abgase werden, abgesaugt, in einem Abgaswäscher gereinigt und über einen Filter geruchsneutral in die Umgebung entlassen.

2.2 Optionale Module

- **Raffinate Drying Module (RDM-Modul) [Raffinat-Trocknungsmodul]**
Trocknung des raffinierten Schlammes zu PecuParam inkl. Brüdenkondensation und Wärmerückgewinnung.
- **Biofuel Incineration Module (BIM-Modul) [Biobrennstoff-Feuerungsmodul]**
Verbrennung des erzeugten PecuParam zur Wärmenutzung für Trocknung und Abgasbehandlung.

2.2.1 RDM-Modul – Schlamm-trocknung

Nach der Erzeugung des Düngemittelvorstoffes PecuPhos und ggf. des Komposts PecuParam erfolgt eine Aufbereitung des raffinierten Schlammes zum CO₂-neutralen Biobrennstoff PecuParam. Dazu wird das Raffinat aus dem RSR Prozess in einem Dünnschichttrockner auf einen Wassergehalt von 40 % getrocknet.

Der Dünnschichttrockner ist ein Kontakt-trockner, welcher mit sehr geringen Verweilzeiten und hoher Turbulenz im Trocknungsraum über die Leimphase hinaus trocknen kann. Dazu benötigt er keine Umluft wie es bei Konvektionstrocknern der Fall ist. Im Trocknungsraum wird der aufgegebenen raffinierten Schlamm von der Welle und den darauf montierten Schaufeln immer wieder als dünne Schicht auf den Heizmantel gewischt. Dadurch wird ein hoher Wärmeübergang erreicht. Gleichzeitig fördern die Schaufeln den raffinierten Schlamm zum Produktaustrag.

Beheizt wird der Trockner über einen Thermoölkreis. Die Energie zur Trocknung wird vom nachfolgendem

Verbrennungsmodul (BIM-Modul) bereitgestellt.

Die Brüden werden kondensiert und dem RSR Prozess wieder rückgeführt. Die Wärme aus der Kondensation wird im vorgegliederten Prozess verwendet und kann auch anderen Wärmeabnehmern zur Verfügung gestellt werden.

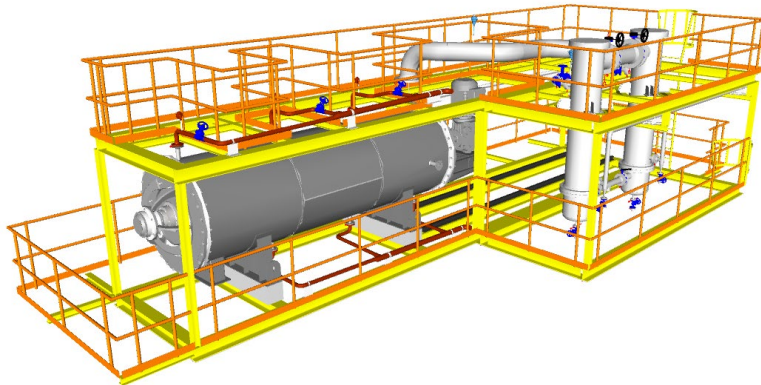


Abbildung 6: Trockner mit Brüdenkondensation

2.2.2 BIM-Modul – Biobrennstoffverwertung

Dieses Modul ermöglicht die kontinuierliche Verwertung des erzeugten CO₂-neutralen Biobrennstoffs Pecupower direkt auf der Anlage. Die thermische Verwertung erfolgt voll kontinuierlich und stellt so die thermische Energie für das RDM-Modul zur Verfügung.

Die Verbrennung erfolgt in einer speziellen Brennkammer, welche das granulare Medium mittels Stützbrenner in ca. 15 % Asche und heißes Abgas umwandelt. Die Asche wird kontinuierlich ausgetragen und kann deponiert oder in der Bauindustrie verwendet werden. Das heiße Abgas wird über einen Wärmetauscher geführt, um Abwärme zurückzugewinnen. Die dabei entstehenden Abgase werden in einem Abgaswäscher gereinigt und über Filter geruchsneutral in die Atmosphäre entlassen.

3 Anhang

Formelverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

Tabellenverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klärschlammverwertung lt. RSR-Verfahren (Green Sentinel, 2021).....	3
Abbildung 2: Dekanter Beispiel.....	4
Abbildung 3: Schlamm Speicher mit Schlammaustrag	5
Abbildung 4: RSR Prozess Modul	5
Abbildung 5: Schritte im RSR Prozess.....	6
Abbildung 6: Trockner mit Brüdenkondensation.....	7