

Synergien zwischen Kläranlage und Grüngutvergärung

Synergies entre STEP et entreprises de fermentation de déchets végétaux

En Suisse, l'épuration des eaux est par tradition une tâche publique, alors que la valorisation des déchets végétaux est une activité essentiellement privée. La digestion des boues d'épuration et la fermentation des déchets végétaux procèdent des mêmes processus biologiques. Par-delà cette similitude, les deux procédés ont bien d'autres arguments à faire valoir en faveur du rapprochement entre STEP et entreprises de fermentation de déchets végétaux.

Synergies between Wastewater Treatment and Fermentation Plants

In Switzerland, wastewater treatment is traditionally the task of the state, while fermentation of organic products is predominantly dealt with by private companies. Sludge digestion and fermentation of organic products are largely based on the same biological processes. Besides the similarity of both processes, there are more compelling reasons for wastewater plants and organic fermentation plants to work together in the future.

Gian Andri Levy



Die Abwasserreinigung ist in der Schweiz traditionsgemäss eine Aufgabe der öffentlichen Hand, während die Grüngutvergärung vorwiegend von privaten Unternehmen betrieben wird. Die Klärschlammfäulung und die Grüngutvergärung basieren weitgehend auf denselben biologischen Prozessen. Neben dieser Verwandtschaft der beiden Verfahren gibt es durchaus weitere schlagkräftige Gründe für ein künftiges Zusammengehen von Kläranlage und Grüngutvergärung.

1. Einleitung

In der Schweiz hat die *Abwasserreinigung* eine lange Tradition. Die heutige Infrastruktur sorgt für eine praktisch flächendeckende Abwasserentsorgung und eine hohe Reinigungsqualität. Zum Ausdruck kommt dies auch in einer klar dokumentierten Gesetzgebung. Kläranlagen gehören zu den am besten überwachten Entsorgungsbetrieben, was eine langfristige Aufrechterhaltung des aktuellen Niveaus garantiert. Die Geschichte der *Grüngutvergärung* ist demgegenüber relativ jung, erste grosstechnische Anlagen etablieren sich in der Schweiz erst in den frühen 90er-Jahren. Die ersten Projekte beruhen auf privater Initiative, sie verhelfen dem Vergärungsverfahren zum Marktdurchbruch und leisten so einen wichtigen Beitrag zur Bewusstseinsbildung. In der Folge entstanden vielerorts Vergärungsbetriebe, die Entwicklung ist jedoch weder flächendeckend noch koordiniert. Grössere Gebiete verwerten bis heute

ihr Grüngut mittels Kompostierung, da sie keinen Zugang zu Vergärungsanlagen haben; zum Teil wird der Anschluss an Vergärungsanlagen mit relativ langen Transportdistanzen erkaufte.

Im landwirtschaftlichen Bereich entstehen – ebenfalls auf privater Basis – Vergärungsanlagen nach dem Verfahren der Nassfermentation. Zur Biogasproduktion werden Hofdünger und zugeführte Bioabfälle aus der Umgebung verwendet, die Reststoffe werden vornehmlich auf dem eigenen Hof als Dünger verwertet. Spätestens seit der aktuellen Diskussion über erneuerbare Energien hat die *Biomasse* für die Energieproduktion einen neuen Stellenwert erhalten. Biomasse ist zu einem *Wertstoff* geworden, der von verschiedensten Interessensgruppen als Rohstoff oder Energieträger umworben wird. Die Grüngutvergärung ist als nachhaltiger, CO₂-neutraler Prozess für die Energiegewinnung anerkannt. Sowohl Biogas aus der Vergärung als auch Klärgas aus der Schlammfäulung werden im zukünftigen Energiegesetz als erneuerbare Energien deklariert, was den beiden Energieträgern künftig eine bedeutend bessere *Einspeisevergütung* einbringen wird.

2. Prozesse und Verfahren

2.1 System Kläranlage

Kläranlagen sind Abfallbehandlungssysteme, die in einem komplexen Zusammenspiel von Bauten und Maschinen, basierend auf physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen das zufließende Abwasser reinigen. Viele Anlagen verfügen mit der Fäulung (anaerober Nassfermenter) bereits über einen Vergärungsprozess mit Biogasproduktion und nachfolgender Gasverwertung. Mittels moderner Elektrotechnik wird

das Gesamtsystem gesteuert und überwacht.

Die «Rohstoffe» der Abwasserreinigung fließen der Kläranlage durch die Kanalisation aus einem klar definierten Einzugsgebiet permanent zu. Das gereinigte Abwasser darf unter Einhaltung von gesetzlich vorgegebenen Einleitbedingungen wieder in die Vorfluter abfließen, während die aufkonzentrierten Schmutzstoffe als Klärschlamm zurück bleiben. Die Kapazitäten für die Verwertung des Klärschlammes als Endprodukt waren vielfach auf Stapelung für den Einsatz als Dünger in der Landwirtschaft ausgerichtet. Seit der gesetzlichen Einführung der Entsorgung des Klärschlammes mittels Verbrennung im Oktober 2006 sind die Lagerkapazitäten auf der ARA oft überdimensioniert. Der Standort der Abwasserreinigungsanlage (ARA) befindet sich meist in wenig sensibler Umgebung, so dass vorhandene Rest-Emissionen wenig Einfluss auf die weiter entfernte Nachbarschaft haben. Die

Verkehrerschliessung ist immer LKW-tauglich ausgebildet.

Die Abwasserentsorgung ist eine Aufgabe der öffentlichen Hand, daher sind die ARAs meistens im Besitz der Öffentlichkeit oder anderer Organisationsformen mit grosser öffentlich-rechtlicher Beteiligung (Zweckverbände). Die Aufgabe des Gewässerschutzes ist unbestritten und hat einen hohen Stellenwert. Die Abwasserreinigung genießt folglich eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung, die Kosten für den laufenden Betrieb und Kredite für Aus- und Umbauten finden breiten Rückhalt bei Abstimmungen. Die Finanzierung der Abwasserentsorgung ist im Sinne eines Eigenwirtschaftsbetriebes über pauschale und verursacherorientierte Abwassergebühren geregelt.

2.2 System Grüngutvergärung

Zahlreiche Eigenschaften einer Kläranlage treffen gleichermassen auf eine Vergärungsanlage für Grüngut und Bioabfälle zu. Von besonderem Interesse sind folglich die *Unterschiede* zwischen den beiden Prozessen. In der *Abbildung 1* sind anhand eines Schemas die wichtigsten Stoffflüsse einer Vergärungsanlage beschrieben. Die Entsorgung von Grüngut und Bioabfällen ist eine kommunal geregelte Aufgabe der öffentlichen Hand, überregionale Zweckverbände sind jedoch die Ausnahme. Die grosstechnischen Vergärungsanlagen befinden sich vielfach in privater Hand, dies bedingt ein Netz von zu meist zeitlich limitierten *Abnehmerverträgen*

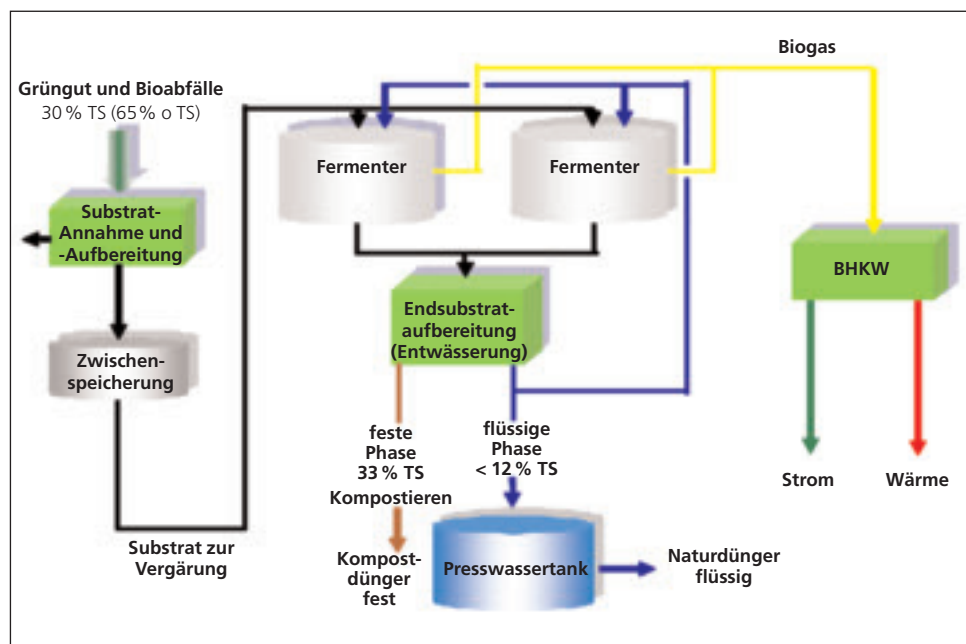


Abb. 1 Schema einer Vergärungsanlage mit Stoffflüssen.

zwischen Privatunternehmen als Verwerter und den Gemeinden als Rohstofflieferanten. Weitere Lieferanten von vergärbaren Substraten sind Industrie, Gewerbe und Handel. Erst durch diese Verträge werden die regionalen Stoffströme kanalisiert. Infolge der zeitlichen Limitierung der Vereinbarungen und des Strassenverkehrs können sich die Stoffflüsse über die Zeit verändern.

Bis heute ist die Vergärung regional sehr unterschiedlich verankert, mancherorts ist die Vergärung noch einer starken Konkurrenz durch die kostenmässig leicht günstigere Kompostierung ausgesetzt. Sowohl Vergärung wie auch Kompostierung basieren auf denselben Rohmaterialien und produzieren als Endprodukt landwirtschaftlich verwertbaren Kompost. Im Gegensatz zur Kompostierung kann aber mittels Vergärung ein Netto-Energiegewinn in Form von regenerierbarem *Biogas* erzielt werden. Dieser entscheidende Unterschied ist in der Bevölkerung noch nicht flächendeckend bekannt und als Mehrwert anerkannt.

Der grösste Unterschied zwischen ARA und Vergärungsanlage liegt in der *Logistik*. Das Abwasser fliesst der Kläranlage permanent zu, die Anlagen sind derart dimensioniert, dass sie die üblichen dynamischen Tagesschwankungen problemlos verarbeiten können. Frachtspitzen in Form von Regen werden nach definierten Vorgaben zwischengepuffert oder in die Vorfluter abgeschlagen. Bei der Vergärung ist die Logistik der Rohstoffbeschaffung und Zuführung eine eigentliche Kernaufgabe: Anlieferung, Vorrathaltung und die Verarbeitungskapazität sind entsprechend zu koordinieren. Schwankungen sind insbesondere saisonal bedingt. Die Ausbringung der Reststoffe (Presswasser und Kompost) ist zu organisieren. Organisches Material im Grüngut und in den Bioabfällen bleibt auch nach der Vergärung ein Rohstoff und kann nach der Nutzung zur Biogasproduktion wieder als Dünger in den Stoffkreislauf integriert werden.

2.3 Co-Vergärung

Als Alternative zur getrennten Schlammfäulung und Vergärung kann die Co-Vergärung angesehen werden. Bei der Co-Vergärung wird der bestehende Faulraum einer Kläranlage zur anaeroben Verwertung von biogenen Abfällen genutzt. Allfällige Reststoffe der Co-Substrate werden vollständig im Klärschlamm eingebunden. Dieser Prozess ist wirtschaftlich dann sinnvoll, wenn die dem Klärschlamm zugegebenen Stoffe durch den Faulprozess praktisch

vollständig hydrolysiert und in Wasser, CO₂ und Methan gas umgewandelt werden (z. B. Fette, gelöste Kohlenstoffprodukte u. ä.). Dies erlaubt eine bedeutend höhere Produktion von erneuerbarer Energie und somit eine wirtschaftlichere Nutzung der vorhandenen Kapazitäten für die Klärgasverwertung. Bei der Co-Vergärung ist zu beachten, dass die zugeführten Co-Substrate die Entwässerbarkeit des Schlammes negativ beeinflussen und dadurch die Entsorgung verteuern können.

Beim hier betrachteten Konzept der Parallelführung von Kläranlage und grosstechnischer Vergärung wird davon ausgegangen, dass Klärschlamm und Grüngut in zwei baulich, prozessmässig und stofflich völlig getrennten Gärverfahren behandelt werden. So ist gewährleistet, dass die Bioabfälle zu einem wertvollen Kompost aufbereitet und als Dünger verwertet werden können. Werden im Gegenzug Grüngut und Klärschlamm in einem gemeinsamen Reaktor vergoren oder in der nachgeschalteten Verarbeitung gemischt, so gilt das Endprodukt als Klärschlamm und muss gemäss geltenden Gesetzen verbrannt werden. Die Entsorgungskosten für Klärschlamm sind seit der Einführung der Verbrennung derart angestiegen, dass die systematische Vermischung von Klärschlamm und Grüngut aus wirtschaftlichen Gründen zwingend zu vermeiden ist.

3. Synergien von ARA und Grüngutvergärung

In der Schweiz ist der Kläranlagenbetrieb bisher von der Grüngutvergärung räumlich und organisatorisch meistens völlig getrennt realisiert worden. Obige Ausführungen lassen aber erahnen, dass es durchaus Gründe und Voraussetzungen gibt, welche für die Zusammenlegung der beiden Betriebe sprechen.

Kläranlagen mittlerer Grösse werden von *professionellen Fachleuten* geführt, die für die wichtigsten Betriebsaufgaben in der Maschinen-, Elektro- und Prozesstechnik sowie der Analytik bestens geschult sind. Dank moderner Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik ist der Betrieb weitgehend automatisiert, so dass ein unbemannter Betrieb mit Pikettüberwachung rund um die Uhr gewährleistet ist. Sicherheitsvorschriften der SUVA sind konsequent umgesetzt, ebenso erlaubt ein entsprechender Personalbestand eine vorschriftskonforme Pikettorganisation. Es liegt nahe, dass die ARA-Fachleute für den Betrieb einer Vergärungsanlage beste Voraussetzungen mitbringen. In diesem Zusammenhang gilt es weiter zu beachten, dass dem Personal bei Vorhandensein einer Klärschlammfäulung das Wissen um den Vergärungsprozess bereits bekannt ist. Ebenso ist der Umgang mit Biogas und dessen Verwertung tägliche Routine. Das Klärwerkpersonal ist in der Verarbeitung von Abfallstoffen verschiedenster Art und Herkunft geschult und kennt die entsprechenden hygienischen und gesetzlichen Anforderungen für solche Arbeiten. Darüber hinaus ergeben sich Möglichkeiten für weitere Verknüpfungen der ARA- und Vergärungsprozesse (Abwasserbehandlung aus Vergärung, Eindickung des Presswassers, Abluftbehandlung u. a.).

Ein öffentlicher ARA-Zweckverband aus mehreren Gemeinden ist als Organisationsform prädestiniert, auch das Grüngut der betroffenen Gemeinden zu verwerten. Kleinere Nachbargemeinden könnten problemlos in das Entsorgungskonzept für Bioabfälle integriert werden, da Wasserscheiden oder hydraulische Einzugsgebiete durch den Strassenverkehr leicht überwunden werden können. Im Unter-

schied zum Abwasser, welches durch Kanäle permanent ungehindert zufließt, müssten Grüngut und Bioabfälle aktiv akquiriert werden. Diese neue, aktive Entsorgungsaufgabe des ARA-Betriebs würde eine Erweiterung des Aufgabenfeldes mit zusätzlichen Arbeitsplätzen und auch Mehreinnahmen bedeuten.

Kläranlagen befinden sich meist in der Zone für öffentliche Bauten und Anlagen. Soll innerhalb der gleichen Zone eine Vergärungsanlage mit der ARA kombiniert werden, so muss der Betrieb aus nutzungsrechtlichen Gründen durch die öffentliche Hand erfolgen.

Seit dem 1. Oktober 2006 ist die über Jahrzehnte praktizierte Verwertung des Klärschlammes als Dünger verboten. Aus dieser Zeit stammt ein bewährtes, weitmaschiges Netz zwischen ARAs als Düngerproduzenten und einer Vielzahl von Transportunternehmern und Landwirten als ehemalige Verwerter und Abnehmer des Klärschlammes. Per Gesetz liegt diese Düngernachfrage für Klärschlamm brach, diese Lücke kann heute durch die neuen Wertstoffe aus der Vergärung in Form von Kompost oder Presswasser kompensiert werden. Bei der Verwertung des Klärschlammes als Dünger musste insbesondere auf die überdurchschnittlich hohe Konzentration an Phosphor Rücksicht genommen werden. Dünger aus Vergärungsanlagen weist ein natürlicheres Nährstoffverhältnis auf und kann somit breiter eingesetzt werden. Der Kompost kann ähnlich wie entwässerter, gekalkter Klärschlamm ausgebracht werden. Presswasser kann analog dem Flüssigschlamm mittels Schleppschlauchverfahren auf den Feldern verteilt werden. Der entsprechende Maschinenpark aus der Zeit, als landwirtschaftliche Klärschlammverwertung noch erlaubt war, ist nach wie vor vorhanden.

4. Energetische Betrachtungen

Von besonderer Bedeutung ist die Nutzung von Strom und Wärme aus dem Methangas, das in beiden Prozessen anfällt. Daher wird im Folgenden auf die Biogasproduktion und Verwertung eingegangen: Kläranlagen mit Faulung verfügen bereits über die vollständige Infrastruktur für die Gaslagerung und Nutzung. Prozesstechnisch besteht kein Hinderungsgrund, die Gasströme von Faulung und Vergärung zu kombinieren und gemeinsam weiterzuverwerten. Vielmehr kann durch den bedeutend grösseren Biogasanfall eine spezifisch wirtschaftlichere Verwertung realisiert werden.

Abbildung 2 zeigt, dass ein Einwohner unter Annahme von Standardwerten rund doppelt soviel Biogas durch Vergärung als Klärgas durch die Schlammfaulung produziert. Angesichts dieser Tatsache überrascht es, dass der Faulprozess für die Gasgewinnung aus Klärschlamm flächendeckend verbreitet und allseits akzeptiert ist, während sich andererseits die Biogasproduktion aus der Vergärung immer noch als nachhaltige Variante zur Kompostierung beweisen muss. Bei vorhandener Faulung kann bei flüssigen, anaerob leicht abbaubaren Substraten auch der Weg der Co-Vergärung im Faulraum gewählt werden. Dies ergibt eine grössere Betriebsflexibilität der

parallel geführten Vergärungsprozesse und somit einen Ausgleich von Frachtspitzen.

Die betriebliche Verknüpfung von Kläranlage und Vergärung bedeutet, dass für dasselbe Einzugsgebiet plötzlich das dreifache Volumen an Biogas zur Verfügung steht. Für die Energieverwertung tun sich somit im Vergleich zur herkömmlichen Kläranlage ganz neue Dimensionen auf, welche bedeutend wirtschaftlicher betrieben werden können. Am Beispiel der Kläranlage Wohlen, Kt. AG [1], wurden in einer ersten Näherung folgende Verfahren untersucht:

- Die Verstromung mittels BHKW und die Abwärmenutzung auf der Anlage stellen nach wie vor die Standardvariante dar. Durch die Verknüpfung der beiden Gasströme und die weitere Verwendung der auf der ARA-Seite vorhandenen BHKWs können wirtschaftlich interessante Lösungen gefunden werden. Grossen Einfluss auf den Erfolg dieser Variante wird die Definition der Einspeisevergütung für Biostrom haben, welche zurzeit durch die Verordnung zum Stromversorgungsgesetz geregelt wird. Dieser Entscheidung wird in der Branche mit grosser Spannung erwartet. Betrieblich weist die BHKW-Variante die grösstmögliche Flexibilität auf, da nur wenige Verknüpfungen mit anderen Prozessen beachtet werden müssen.
- Die Gasaufbereitung zu Erdgasqualität und die Einspeisung ins örtliche Gasnetz sind eine in der Schweiz bereits mehrfach praktizierte Lösungsvariante. Hierbei gilt es zu beachten, dass die hohen Anforderungen an die Qualität des eingespiesenen Biogases eine hohe Prozessstabilität der Gasaufbereitung voraussetzen. Verschiedene Beispiele aus jüngster Zeit belegen, dass die Aufbereitung von Biogas zu Erdgasqualität noch mit Schwierigkeiten verbunden ist. Der Aufbereitungsprozess selbst ist wiederum abhängig von Wirkungsgraden und Fremdenergie, was die ökologischen Vorteile und die Wirtschaftlichkeit der Variante reduziert.

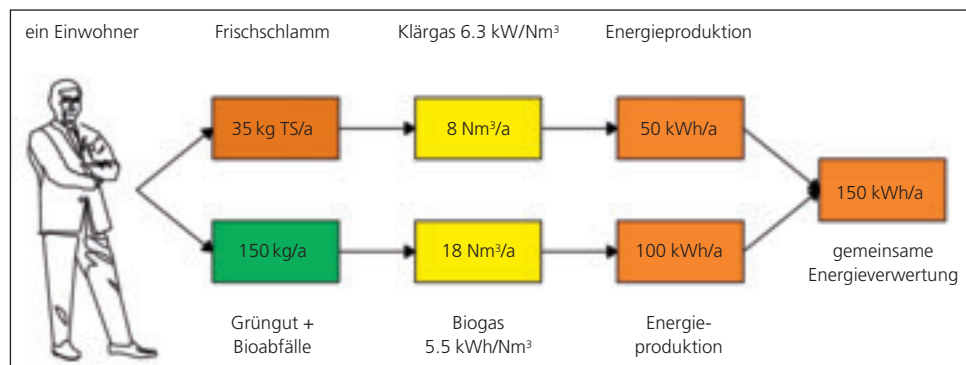


Abb. 2 Biogasproduktion aus Klärschlamm und Vergärung eines Einwohners.

- Auf der ARA in Wohlen wird eine Klärschlamm-trocknung betrieben. Das Biogas aus Faulung und Vergärung könnte direkt als Wärmelieferant für die Trocknung genutzt werden. Für die Stillstandszeiten der Anlage bräuchte es eine Ersatzvariante. Denkbar wäre auch, nur die Abwärme aus BHKWs in die Trocknung einzuspeisen.
- Wirtschaftlich interessant ist die Ableitung zu einem benachbarten Industriebetrieb. Das Biogas kann ohne jegliche Aufbereitung mittels thermischer Verbrennung zur Dampfproduktion eingesetzt werden. Bisher wird der Wärmebedarf mit Erdgas gedeckt, so dass mit dieser Lösung gleichwohl ein fossiler Brennstoff substituiert wird. In diesem Fall gilt es, Schwankungen im saisonalen Energiebedarf und allfällige Veränderungen der Produktion des betrachteten Industriebetriebes zu berücksichtigen.

5. Zusammenfassung

Aus der Perspektive der Kläranlagen gibt es verschiedenste Ansätze, welche eine gemeinsame Betriebsführung von ARA und Vergärungsanlage als sinnvoll erscheinen lassen.

Die Verknüpfung der beiden Entsorgungsanlagen ist aber von mannigfaltigen Randbedingungen abhängig. Entscheidend sind die jeweiligen Standortbedingungen, so dass die individuellen Voraussetzungen jedes einzelnen Falles detailliert abgeklärt werden müssen. Der Gesetzgeber definiert zurzeit mit dem Stromversorgungsgesetz die rechtlichen Bedingungen für eine kostendeckende Einspeisevergütung für elektrischen Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Im Zuge der aktuellen Diskussion um Klimaerwärmung und Nutzung nachwachsender Energieträger wäre es sehr wünschenswert, wenn die öffentliche Hand die Vergärung von Grünut und Bioabfällen ebenso flächendeckend umsetzen würde, wie dies in

der Vergangenheit in der Abwasserreinigung erfolgt ist.

Literaturverzeichnis

- [1] Levy, G. A.; Grosse, O. (2006): ARA Im Blettler, Machbarkeitsstudie Vergärungsanlage für Grünut und Bioabfälle, Technischer Bericht HOLINGER AG.


Keywords

Synergien Vergärung – Klärschlamm-faulung – Co-Vergärung

Adresse des Autors

Gian Andri Levy
HOLINGER AG
Mellingerstrasse 207
CH-5405 Baden
Tel. +41 (0)56 484 85 00
gian.levy@holinger.com


Hawle gibt **GAS**



Seit über **35 Jahren** der ideale Partner für Versorgungssysteme

Hawle Armaturen AG
Mattenrainstrasse 9-11
8370 Sirnach

Telefon 071 969 44 22
Telefax 071 969 44 11
Internet: www.hawle.ch
E-Mail: info@hawle.ch



ENERGIE AUS KLÄRSCHLAMM



Energie sparen - mehr Energie produzieren
Das CROWN®-Desintegrationssystem steigert die Energiegewinnung aus Klärschlamm.



ROSHARD AG

Roshard AG • Seestrassse 175 • CH-8700 Küsnacht ZH
Tel.: 043 266 85 25 • Fax: 043 266 85 20 • info@roshard.ch • www.roshard.ch