

Co-Vergärung in ARA

Die energetische Nutzung von Biogas in kommunalen Kläranlagen hat Tradition. Mit der gemeinsamen Faulung von Klärschlamm und Speiseresten, Rüstabfällen, alten Speiseölen oder anderen geeigneten Abfällen kann zusätzliches Biogas produziert werden. Die Co-Vergärung ist eine dezentrale Abfallverwertungsmöglichkeit, bei der gleichzeitig Wärme und Strom produziert wird. Weitere Chancen eröffnen sich, falls künftig Klärschlamm und Lebensmittelabfälle (Schweinefütterung) nicht mehr in der Landwirtschaft verwertet werden können.

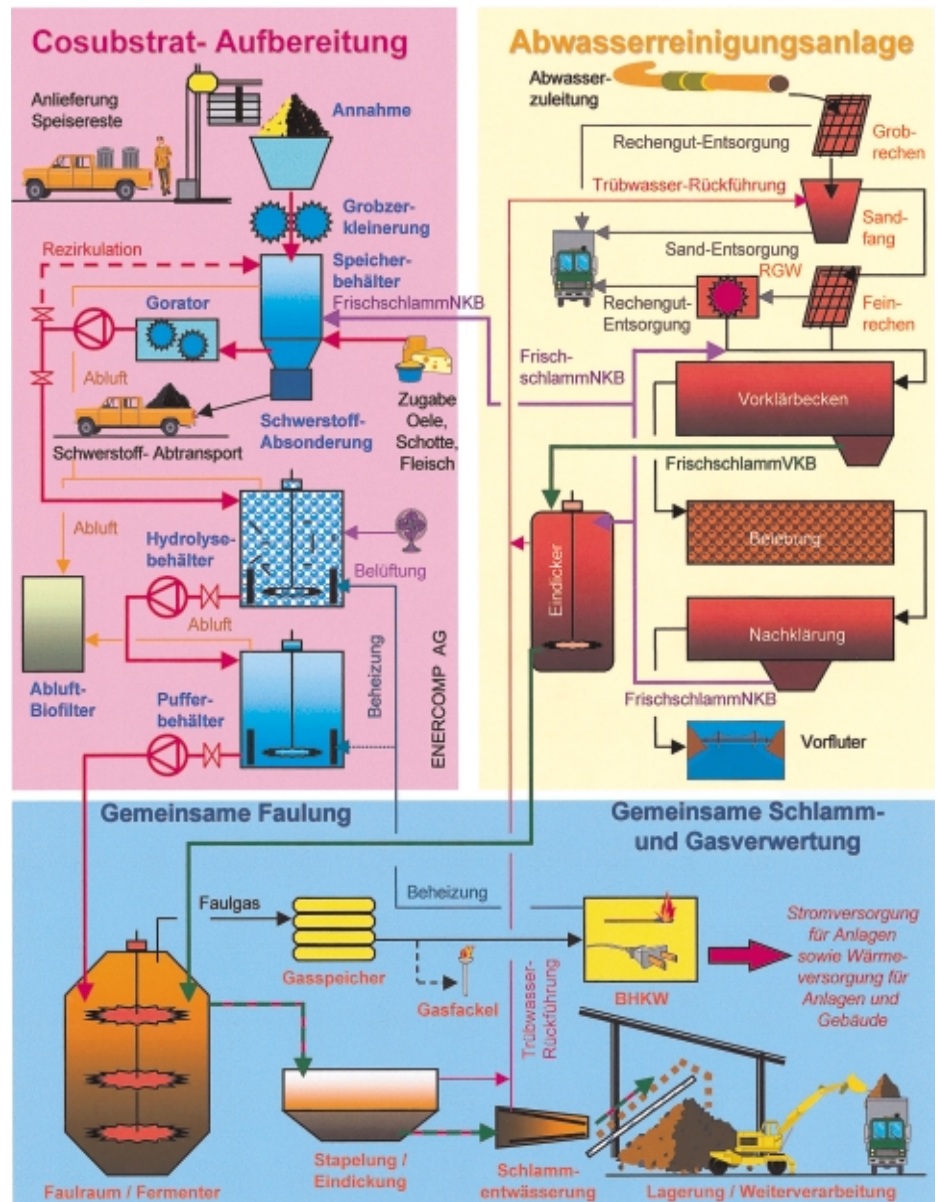


Abbildung 1: Generelles Verfahrensschema der Co-Vergärung auf ARA (Quelle: ARA Samnaun, Enercomp AG, Liestal).

VON HANS ENGELI UND MARKUS SOMMERHALDER

Rüstabfälle aus Küchen, organische Abfälle aus der Lebensmittelproduktion oder Lebensmittelabfälle werden heute entweder Schweinen verfüttert, zusammen mit dem übrigen Abfall in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt, kompostiert oder vergärt. Bei der Vergärung wird unter Ausschluss von Sauerstoff die organische Substanz von methanbildenden Bakterien auf natürliche Weise abgebaut und Biogas erzeugt. Die Co-Vergärung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Hans Engeli

ist Inhaber der engeli engineering im zürcherischen Neerach.
E-Mail: engeli@compuserve.com

Markus Sommerhalder

betreut die Informationsstelle Biomasse (www.biomasseenergie.ch),
c/o Ernst Basler + Partner AG in Zollikon.

stellt eine interessante Möglichkeit zur dezentralen Verwertung von biogenen Abfällen dar. Für die Co-Vergärung auf ARA sind definierte, schadstoffarme organische Abfälle geeignet:

- ☞ Rüstabfälle und Speisereste aus Restaurants und Hotels
- ☞ Überschüsse aus der Futtermittelproduktion
- ☞ Gemüse- und Pflanzenabfälle von Grossverteilern und Handel
- ☞ Fette aus Fettabscheidern
- ☞ Monochargen aus der Lebensmittel verarbeitenden Industrie und vom Gewerbe

☞ evtl. stärker verunreinigte Küchenabfälle aus Haushaltungen

Die Co-Vergärung nutzt Synergien. Sie baut einerseits auf der bestehenden Infrastruktur wie Faulung, Gasspeicherung und Gasverwertung auf und nutzt andererseits die Ressourcen der gut ausgebildeten Betreiber der Kläranlagen.

Bei der Co-Vergärung werden die Abfallstoffe zusammen mit dem flüssigen Klärschlamm im Faulraum vergärt. Bei der Zugabe der Abfälle in den Faulraum ist zu beachten, dass diese ungefähr die gleiche Konsistenz und Temperatur

wie der Klärschlamm aufweisen sollten. Dies bedingt eine entsprechende Aufbereitung. Im Maximum besteht die zusätzliche Ausrüstung einer ARA aus der Abfallannahme mit Anlieferungskontrolle und Mengenerfassung sowie der Abfallaufbereitung mit Stapelung, Vorzerkleinerung, Abtrennung von Störstoffen, Feinzerkleinerung und Pufferspeicher (siehe auch Abbildung 1).

Während der Faulung entsteht bei einer konstanten Temperatur im Bereich von rund 35°C Biogas. Dieses setzt sich aus rund zwei Drittel Methan und einem Drittel Kohlendioxid zusammen. Das Biogas wird anschliessend mittels Wärme-Kraft-Kopplungsanlage in Wärme und Strom umgewandelt. Damit kann die energetische Eigenversorgung der ARA wesentlich erhöht werden. Gegenwärtig wird geprüft, ob die Qualität des Stroms aus Biogas auf Kläranlagen nach den sehr strengen Forderungen des Ökostromlabels «naturmade star» zertifizierbar ist.

Durch den biologischen Abbau des Abfalls wird dessen Volumen stark re-

duziert. Das ausgefaulte Gut besteht wie bisher aus dem Klärschlamm und zusätzlich aus dem Gärrest der zugeführten Abfälle.

Möglichkeiten und Grenzen

Die Abfallverwertung mittels Co-Vergärung wird in der Schweiz momentan auf rund 25 ARA praktiziert. Aus Sicht der Wirtschaftlichkeit sind Kläranlagen mit einer Kapazität von über 10000 Einwohnergleichwerten (EGW) und mit bestehender Biogasverwertung besonders geeignet. Kleinere Anlagen oder solche ohne Gasverwertung kommen wegen der Höhe der erforderlichen Investitionskosten weniger in Frage. Das künftig realisierbare Potenzial an Co-Vergärung ohne grössere, zusätzliche ARA-seitige Investitionen liegt bei rund 280 ARA. Sie reinigen zusammen rund 90 Prozent der kommunalen Abwässer der Schweiz.

Gemäss Schätzungen könnten in der Schweiz ohne grosse ARA-seitige Investitionen mindestens 100000 bis 150000 Tonnen organische Abfälle

pro Jahr mittels Co-Vergärung verwertet werden. Der zusätzliche Ertrag aus Biogas ist abhängig von der Menge und der Zusammensetzung der co-vergärten Abfälle. Typischerweise kann pro Tonne Rüstabfälle mit rund 60 m³, pro Tonne Speisereste mit rund 120 m³ und bei Abfällen wie Fette aus Fettabscheidern oder Speiseölen bis einige Hundert Kubikmeter Biogas gerechnet werden.

Bei der Aufbereitung der festen organischen Abfälle wird zusätzliche Energie benötigt. Trotzdem bleibt bei intensiver zweistufiger Aufbereitung noch ein Elektrizitäts- und Wärmeüberschuss, der entweder zur Deckung des eigenen Energiebedarfs oder an Dritte abgegeben werden kann. Bei Speiseresten und Rüstabfällen kann in erster Näherung mit einem Elektrizitätsüberschuss von 60 bis 160 kWh und mit einem Wärmeüberschuss von rund 160 bis 320 kWh pro Tonne Frischmaterial gerechnet werden.

Im Jahr 2000 wurden in Schweizer ARA aus Biogas rund 353 Terajoule (TJ) Elektrizität produziert. Damit

Praxiserfahrungen und Erkenntnisse aus Samnaun

Die ARA Samnaun ist auf 11000 EWG ausgelegt. Für die Speiseabfallaufbereitung wird mit einer jährlichen Abfallmenge von rund 210 Tonnen (Spitzenlast: 2 Tonnen innert 48 Stunden) gerechnet. Die Faulraumgrösse beträgt 600 m³. Die Co-Vergärung in Samnaun ist seit zwei Jahren in Betrieb. Die Gastrobetriebe in der Tourismusregion haben die neue Entsorgungsmöglichkeit für Rüstabfälle und Speisereste gut aufgenommen. Es wird bereits heute nahezu die für das Jahr 2010 prognostizierte Abfallmenge angeliefert und verarbeitet. An den Informationsveranstaltungen über die neue, gemeindeeigene Anlage nahmen die meisten Hoteliers und Wirte aktiv teil. Zur Freude sämtlicher Speiseabfall produzierenden Betriebe konnten die Entsorgungspreise gegenüber früher mehr als halbiert werden: Vor der Inbetriebnahme der eigenen Co-Vergärung auf der kommunalen Kläranlage betragen die Entsorgungskosten rund 400 Franken pro Tonne Speiseabfälle. Die heutigen Kosten betragen rund 200 Franken pro Tonne, was für das verhältnismässig geringe Abfallaufkommen mit starken jahreszeitlichen Schwankungen in der geografisch abgeschiedenen Region Samnaun als äusserst günstig anzusehen ist. Könnte die Anlage über das ganze Jahr gleichmässig ausgelastet werden, würden die Kosten weiter gesenkt, unter Umständen sogar nochmals halbiert werden.

Unnötiger Ausbau

Mit Hilfe von Messungen nach der Inbetriebsetzung der ausgebauten Kläranlage konnte nachgewiesen werden, dass, ausgelöst durch die Einführung der Speiseabfall-

Entsorgungsgebühr im Jahre 1997, ein beträchtlicher Anteil an unveränderten oder abgepressten Rüst- und Speiseresten von den Gastrobetrieben unbewilligt dem Abwasser beigemischt wurde. Dies führte unweigerlich zu einer Mehr- respektive Überbelastung der biologischen Reinigungsstufe auf der Kläranlage. In Unkenntnis dieses Umstandes nahm man in Samnaun 1997 an, dass die Tourismusentwicklung derart angestiegen sei, dass die Kläranlage für die Zukunft gerüstet und somit auszubauen sei. Heute bleibt die neue dritte biologische Stufe selbst in der Hochsaison teilweise trocken. Diese Feststellung hat sich auch in der vergangenen Saison weiter bestätigt.

Verändertes Mischverhältnis

Anhand der erhobenen und für die nächsten 10 Jahre hochgerechneten Klärschlamm- und Speiseabfallmengen wurde im Jahre 1997 dem Projekt ein OTS-Frachtverhältnis (OTS = Organische Trockensubstanz) von 20 Prozent Speiseabfälle zu 80 Prozent Klärschlamm zu

Grunde gelegt. Auf Grund der Erkenntnis aus der damals teilweise illegalen Speiseabfallentsorgung haben sich die Co-Substratmengen und damit das Verhältnis zum Klärschlamm drastisch verändert. Heute treffen ca. 31 Prozent OTS aus Speiseabfällen auf ca. 65 Prozent OTS aus Klärschlamm. Die Aufenthaltszeit des Materials im Faulraum beläuft sich auf 23 bis 60 Tage (je nach Saison). Die anfänglichen Befürchtungen hinsichtlich Schaumbildung, Überlastung oder Versäuerung des Faulraumes blieben vollends aus. Der organische Gesamtabbaugrad beträgt ca. 65 Prozent. Einzig der mit dem installierten Dekanter erzielte Entwässerungsgrad auf ca. 25 Prozent Trockensubstanz ist noch nicht ganz befriedigend. Eine mögliche Ursache könnte der verhältnismässig geringe Anteil an mineralischen Stoffen im ausgefaulten Material sein.

Höhere Biogausbeute

Im Rahmen der im Jahr 1997 durchgeführten Machbarkeitsstudie zur Co-Vergärung

Medium	Angelieferte Mengen m ³	Aufbereitete Mengen* m ³ TS %	OTS-Anteil vor Faulung kg	Biogausbeute Nm ³	Stromertrag kWh
Speiseabfälle	210	346 9	29088	26142	39930
Überschussschlamm	2037	2037 3,2	44863	23218	35470
Speiseöl	30,5	30,5 16	4392	4150	6337

*Der Unterschied zwischen der angelieferten Menge und der aufbereiteten Menge bei den Speiseabfällen resultiert aus der verfahrensbedingten Verdünnung mit Schlamm bzw. Brauchwasser. Durch die Verdünnung wird das Absetzen bzw. Abtrennen von Schwerstoffen (Besteck) im Aufbereitungsbehälter ermöglicht.

Erkenntnis: Aus 9 % Speiseabfallzugabe entsteht 45% des Biogasertrages.

könnte der jährliche Elektrizitätsbedarf von rund 22000 Einfamilienhäusern gedeckt werden. Abbildung 2 zeigt, dass die Elektrizitätsproduktion aus ARA rund 45 Prozent der erneuerbaren Energieträger ausmacht (ohne Wasserkraft und Kehrlichtverbrennungsanlagen).

Welches sind die Rahmenbedingungen?

Die sinnvolle und wirtschaftliche Machbarkeit der Co-Vergärung hängt von mehreren Faktoren ab. Auf jeden Fall müssen geeignete Abfälle im ARA-Einzugsgebiet verfügbar sein. Das heisst, dass in der Nähe der ARA Restaurationsbetriebe oder Hotels, Lebensmittelindustrie oder Gemüse- und Obsthändler angesiedelt sein müssen. Zwingend ist, dass die Abfälle in den erwähnten Betrieben separiert, entweder der ARA geliefert oder bei den Betrieben gesammelt und zur ARA transportiert werden.

Um die Entsorgungskosten möglichst tief zu halten, ist insgesamt eine

minimale, jährliche Abfallmenge von 1000 bis 1500 Tonnen organischer Abfälle anzustreben. In Einzelfällen sind Co-Vergärungsanlagen aber auch mit einigen 100 Jahrestonnen konkurrenzfähig.

Die Co-Vergärung kann ohne grosse bauliche Änderungen auf ARA realisiert werden, falls diese bereits mit einer Faulungs- und Gasverwertungsanlage ausgerüstet sind. Die vorhandene Faulung muss zudem noch freie Kapazitäten bei der hydraulischen und organischen Belastung aufweisen. Ebenfalls sollte eine Platz- und Raumreserve für die Annahme und die allenfalls nötige Abfallaufbereitung vorhanden sein.

Mit der Co-Vergärung wird der energetische Eigendeckungsgrad der ARA zusätzlich erhöht und insbesondere der Elektrizitätsbezug ab dem öffentlichen Netz reduziert werden. Je höher der Preis für den Elektrizitätsbezug ist, desto wirtschaftlicher kann die Co-Vergärung betrieben werden. Die Kosten für die Verwertung der Abfälle sind ebenfalls von der Abfall-

menge und der Abfallart bzw. dem Aufwand für die Abfallaufbereitung geprägt. Insgesamt können spezifische Verwertungskosten für Sammlung, Transport und Co-Vergärung der Abfälle im Bereich von 150 bis 250 Franken pro Tonne erwartet werden. Abweichungen auf Grund lokaler Verhältnisse sind immer möglich. Die Höhe der Verwertungskosten (immer inklusive Sammlung und Transport) liegen im Bereich derjenigen der Kompostierung, unter denjenigen der Vergärung in gewerblich-industriellen Anlagen und deutlich unter der Verbrennung in Kehrlichtverbrennungsanlagen. Gegenwärtig ist die Verwertung von Speiseresten in Schweinemästereien teilweise noch zu günstigeren Preisen möglich. Es ist jedoch zu erwarten, dass das Verfüttern von Speiseresten in Mästereien künftig verboten sein wird.

Auswirkungen auf die Klärschlammqualität

Die Qualitätsanforderungen an den Klärschlamm werden massgeblich von der Art und Weise der Weiterbehandlung bestimmt, einerseits vom Gesetzgeber und andererseits vom Abnehmer. Es ist zu erwarten, dass künftig die landwirtschaftliche Verwertung nicht mehr möglich sein wird. Damit wird die Verbrennung zum alleinigen Entsorgungsweg für den Klärschlamm, entweder in Monoverbrennungsanlagen, in Kehrlichtverbrennungsanlagen oder in Zementwerken. Diese Entwicklung kann wesentliche Auswirkungen auf den Betrieb von bestehenden ARA, auf die Konzipierung von neuen ARA sowie auf die Möglichkeiten der Co-Vergärung haben.

Kurzfristig und mittelfristig heisst das, dass beim ARA-Betrieb auf die Hygienisierung des Klärschlammes verzichtet werden kann und dass an die Qualität des Klärschlammes bezüglich Schwermetallgehalt, Überlebensfähigkeit von Unkrautsamen und Nährstoffgehalt tiefere Anforderungen gestellt werden können. Im Hinblick auf die Co-Vergärung ist damit die Verwertung grösserer Abfallmengen sowie ein breiteres Spektrum von Abfällen denkbar. ARA mit bestehender Faulung sind für die Co-Vergärung eine sinnvolle und konkurrenzfähige Option. Zudem müssen die ARA-Betreiber einen neuen, zweiten Entsorgungsweg für den Klärschlamm sicherstellen.

Langfristig, d.h. beim Bau von neuen ARA bzw. bei anstehenden, grossen Ersatzinvestitionen, kann der Klärschlamm entweder wie bisher gefault oder biologisch stabilisiert werden.

hatte die Erstellerin der Speiseabfallaufbereitungsanlage, die Enercomp AG, die Abfälle einer Sammeltour in Samnaun beprobt und untersucht. Anhand der Ergebnisse der Speiseabfalluntersuchung wurde dann der theoretische Biogasertrag bestimmt und mit Erfahrungswerten von anderen Anlagen verglichen. Heute zeigt sich, dass die Biogasausbeute aus den Speiseabfällen stark schwankt. Dies ist auf die jahreszeitlich variierende Menüplanung zurückzuführen. Während der Wintersaison wird in Samnaun vermehrt «deftig» gekocht. Diese eher fettreiche Küche führt folglich zu überdurchschnittlich hohen Biogaserträgen aus den Abfällen. Die Biogasausbeute liegt nach zwei Jahren Betrieb im Mittel um rund 30 Prozent über den im Projekt prognostizierten Werten.

Trübwasserrückfluss

Das Trübwasser, welches bei der Entwässerung des ausgefaulten Gemisches anfällt, weist einen höheren Ammoniumgehalt auf als Trübwasser aus einer reinen Klärschlamm-entwässerung. Wird dieses Trübwasser nun in den Zulauf der biologischen Abwasserreinigung zurückgeführt, entsteht eine höhere Stickstoffbelastung in der Belebungsstufe. Diesem Umstand stand das Amt für Umweltschutz des Kantons Graubünden im Projektstadium sehr skeptisch gegenüber. Heute kann gesagt werden, dass das Trübwasser tatsächlich einen erhöhten Ammoniumstickstoffgehalt (Spitzenwerte bis gegen 1300 mg/l gegenüber 700 mg/l im Normalbetrieb) aufweist; welcher aber zu keinem Zeitpunkt Schwierigkeiten in der Biologie verursachte.

Die geforderten Ablaufwerte konnten jederzeit eingehalten werden.

Arbeitsintensiver als erwartet

Obschon die Speiseabfall-Aufbereitungsanlage einen vollautomatischen Betrieb gewährleistet, müssen die angelieferten Gebinde von Hand auf die Abkipprichtung gestellt, nach der automatischen Entleerung wieder entnommen und anschliessend gereinigt werden. In der Hauptsaison nimmt diese Arbeit einen halben Manntag pro Liefercharge in Anspruch. Dieser Aufwand liess sich mit einem Annahnebunker oder mit einem modifizierten Sammelsystem optimieren. Auf jeden Fall wurde der Aufwand für die Annahme und Aufbereitung wesentlich unterschätzt. Ganze Schweinshaxen und grössere Mengen an Stahlbesteck führten nach der Inbetriebnahme der Speiseabfall-Aufbereitungsanlage zu unangenehmen Betriebsstörungen. Die mechanische Feinaufbereitungsanlage (Gorator) war ausser Stande, derartige Störstoffe zu verarbeiten oder abzutrennen. Deshalb wurde seit der Inbetriebnahme einerseits die Anlagen- und Steuerungstechnik optimiert und andererseits die Gastrobetriebe in die Problematik eingeweiht und aufgeklärt. Anhand von Empfehlungen zur Abfalltrennung sowie mit Hilfe von Informationsveranstaltungen konnte schon innert kürzester Zeit ein Erfolg verzeichnet werden. Zurzeit wird eine weitere Optimierung im Bereich der Anlieferung in Angriff genommen. Unter anderem wird eine automatische Gebindereinigung geplant. Damit kann der Arbeitsaufwand bereits wesentlich reduziert werden.

Welche Variante über die gesamte Nutzungsdauer wirtschaftlicher und gesamthaft vorteilhafter ist, bleibt zu untersuchen. So müssen zum Beispiel die tieferen Investitionskosten und deutlich höheren Energiekosten der Biologie mit den höheren Investitions- und den tieferen Energiekosten der Faulung miteinander verglichen werden.

Informationen

Energie Schweiz fördert die energetische Nutzung von Biomasse. Das Mandat Biomasse (ohne Holz) ist Teil des nationalen Programms. Im Rahmen des Mandats wird aktuelles Wissen aufbereitet, gebündelt und interessierten Kreisen zugänglich gemacht. Ziel aller Aktivitäten ist die Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse. Weitere Informationen zum Thema sind erhältlich bei: Informationsstelle Biomasse, c/o Ernst Basler+Partner AG, Zollikerstrasse 65, 8702 Zollikon, Tel. 01 395 11 11, E-Mail: biomasse@ebp.ch, Web: www.biomassenergie.ch.

Literaturhinweise:

- Arbi: Co-Vergärung von festen und flüssigen Substraten. Studie im Auftrag des nationalen Energieforschungsfonds und des Kantons Bern. Maschwanden, 1997.
- H. Engeli: Co-Vergärung von Speiseresten, am Beispiel der ARA Samnau. gwa, 7/2001.

Fazit

Die Co-Vergärung ist in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren eine preislich konkurrenzfähige und dezentrale Abfallverwertungsvariante für nasse, biogene Abfälle aus Gastronomie, Gemüse- und Obsthandel, Grossverteiler und der lebensmittelverarbeitenden Industrie und dem Gewerbe.

Mit der Co-Vergärung wird erneuerbare und umweltfreundliche Energie gewonnen. Die aus dem Biogas

produzierte Elektrizität erfüllt die Voraussetzungen zur Zertifizierung als «Ökostrom».

Der Weiterbetrieb von bestehenden Faulungs- und Faulgasverwertungsanlagen auf ARA ist wirtschaftlich sinnvoll. Die Nutzung von bestehender Infrastruktur auf ARA durch Co-Vergärung erhöht deren Auslastung und durch die zusätzlich produzierte Energie wird der energetische Eigenversorgungsanteil gesteigert. ●

Elektrizitätsproduktion Schweiz 2000

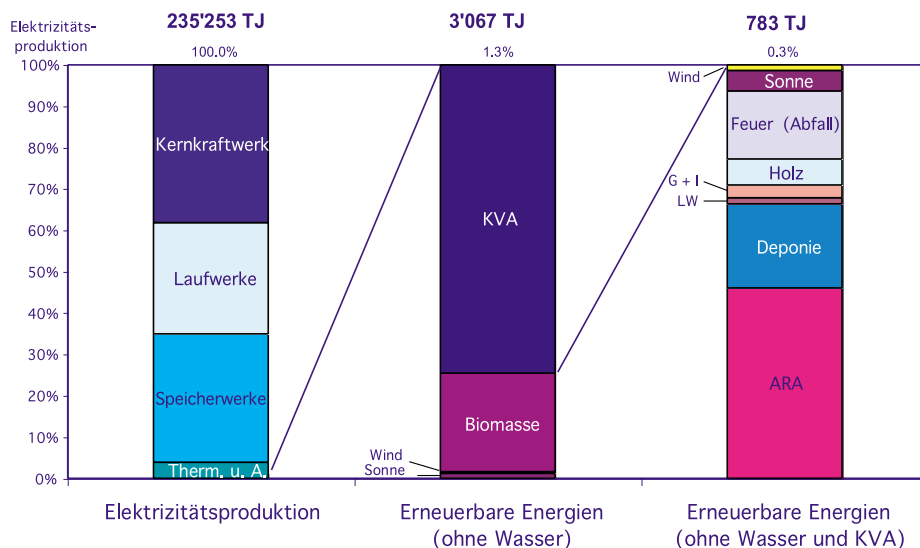


Abbildung 2: Elektrizitätsproduktion in der Schweiz im Jahr 2000.

Inserat