

AquatecOLIVIA - Behandlung und Aufbereitung von Rückständen aus der Olivenverarbeitung



Andreas Schmidt, Michael Knobloch

Zusammenfassung

Das organisch sehr hoch befrachtete Abwasser aus der Olivenölherstellung (OMW - Olive mill waste water) ist eines der bedeutendsten Umweltprobleme des Mittelmeerraums.



Bislang gab es für die Entsorgung von OMW noch keine technologisch und ökonomisch geeigneten Lösungen.

Die AquaTecOLIVIA-Technologie wurde unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Rückstände der Olivenverarbeitung entwickelt. Das Verfahren ist modular aufgebaut. Dadurch kann es unter Berücksichtigung ökonomischer Randbedingungen an die jeweiligen Entsorgungs- und Verwertungsaufgaben angepasst werden.

Technologischer Kern ist ein mehrstufiges anaerobes biologisches Verfahren. Dabei wird aus den organischen Abwasserinhaltsstoffen Biogas gewonnen, das wiederum zu elektrischer und thermischer Energie umgewandelt wird (regenerative Energie). Außerdem lassen sich aus den Rückständen hochwertiger Dünger und weitere Wertstoffe gewinnen. Das gereinigte Abwasser kann als Brauchwasser oder für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt werden.

Die Aquatec 3w GmbH bietet umfassende Beratungs- und Planungsleistungen an. Auf Wunsch werden die Anlagen schlüsselfertig errichtet und Hilfestellung bei der Projektfinanzierung sowie beim Betrieb der Anlagen gegeben.

Die erste Anlage nach dem AquaTecOLIVIA-Verfahren ist seit der Saison 1999/2000 in Griechenland auf Kreta in Betrieb.

1 Problem und Potentiale von Abwasser aus der Olivenölgewinnung

Während der Olivenölproduktion entsteht OMW, ein organisch hoch belastetes Abwasser, als flüssiges Nebenprodukt der mechanischen Extraktion. Mit einem chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) von 50 bis 150 g/l hat dieses Abwasser ein hundertfaches Verunreinigungspotential im Vergleich zu kommunalem Abwasser. Das Produktionsverfahren der Ölherstellung beeinflusst dabei maßgeblich die Menge und Zusammensetzung von OMW.



OMW fällt zur Zeit der Olivenenernte, etwa November bis März, an. In der Hochzeit der Olivenverarbeitung bleibt kaum Raum für eine moderne Rückstandsentsorgung und -verwertung.

Verdunstungsteiche reduzieren das Problem nur gering. OMW ist für eine Aufbringung auf Felder ungeeignet; zwar sind die Inhaltsstoffe ein guter Dünger, jedoch sind negative Auswirkungen auf Bodenqualität und Grundwasser nicht auszuschließen.

Das Abwasser aus der Olivenverarbeitung enthält wertvolle organische und mineralische Komponenten, die der Olivenbaum aus dem Boden entnimmt. Ein Kubikmeter

Abwasser enthält 50-80 kg organische Bestandteile und 20-30 kg Mineralien sowie 60-80 kWh Energie.

2 Entsorgungs- und Verwertungskonzept

Das energetische und stoffliche Potential von Abwasser und Abfall wird genutzt, um die Entsorgungskosten gegenzufinanzieren.

Das technische Grundkonzept basiert auf dem Verständnis der Stoff- und Energiekreisläufe – sowohl im Fertigungsprozeß als auch in der Natur. Nur so kann der Wert von Abwasser und Abfall erkannt und für weitere Produktionsprozesse oder ökologische Systeme erschlossen werden.

Das Gesamtkonzept unterstützt Strukturen der Olivenverarbeitung, die häufig durch kleinere und mittelgroße Betriebe gekennzeichnet sind. Die Unternehmen und die Kommunen werden durch geeignete technische Lösungen sowie durch Dienstleistungen bei der Bewältigung der Abwasser- und Abfallprobleme entlastet.

Die Aquatec 3w GmbH bietet Konzepte und Technologien, in die technologische Komponenten je nach Projekt-randbedingungen modular integriert werden können. Die Entsorgungsstrukturen können dezentral oder zentral aufgebaut werden. Je nach Erfordernis kann eine Teil- oder Totalaufbereitung des Abwassers erfolgen. Eine Mitbehandlung anderer organischer Abwässer und Abfälle ist möglich. Dadurch können installierte Anlagen effektiver ausgelastet werden. Außerdem steigt die Produktion regenerativer Energie, was die Effektivität der Entsorgungsstruktur verbessert. Gut für eine Mitbehandlung geeignet sind z.B. Abwässer aus Molkereien, der Früchte- sowie der Fleischverarbeitung.

3 Verfahrenskonzept

Die AquatecOLIVIA-Technologie setzt sich zusammen aus drei Verfahrenslinien:

- ➔ Abwasserreinigung
- ➔ Schlammbehandlung
- ➔ Biogasverwertung

Abwasserbehandlung

Mittels einer mechanisch-biologischen Vorbehandlung wird das Abwasser in seine gelösten und ungelösten Anteile getrennt und damit die organische Fracht um 40 – 60% reduziert. Optional kann auch das restliche Olivenöl im Abwasser von 0,5 – 1,5 Vol-% separiert werden.

Da das Abwasser nur in einer kurzen Periode von wenigen Monaten anfällt, muss auch aus wirtschaftlichen Gründen eine Zwischenlagerung erfolgen. Vorhandene Teich- oder Speichersysteme können mit einbezogen werden.

Bis zu 95% der gelösten oder nicht gelösten Inhaltsstoffe werden aus dem Abwasser entfernt und mittels einer speziellen anaeroben Stufe in Biogas umgewandelt. Um die erforderliche Ablaufqualität zu gewährleisten, wird das Abwasser in einer Aerobstufe oder in einer Membranfiltration nachbehandelt. Die Nachbehandlung kann auch in einer vorhandenen kommunalen Kläranlage erfolgen. Das gereinigte Abwasser ist für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen oder als industrielles Prozesswasser verwertbar. Es kann auch in Oberflächengewässer eingeleitet werden.

Schlammbehandlung

Während der Vorbehandlung werden die ungelösten Anteile des Abwassers als Schlamm (OMW-Schlamm) durch Sedimentation abgetrennt und je nach Projekt-konzeption zur Energie- und/oder Düngergewinnung weiterverarbeitet.

Steht die Energiegewinnung im Vordergrund, erfolgt die Weiterverarbeitung des Schlammes in der Methanstufe zu Biogas und wird anschließend entwässert und getrocknet. Die Energieausbeute beträgt pro Kubikmeter OMW-Schlamm 140 – 200 kWh elektrische Leistung.

Steht die Düngermittelproduktion im Vordergrund, wird der OMW-Schlamm nach der Vorbehandlung aerob stabilisiert und solar getrocknet. Der Dünger (als Pulver oder Granulat) kann mit Stickstoff- und Phosphorquellen vermischt werden. Es handelt sich dabei um rein pflanzlichen Kaliumdünger mit einem hohen Anteil an humusbildenden Stoffen. Die Düngerausbeute beträgt 40 - 60 kg pro Kubikmeter Abwasser.

Biogasverwertung

Aus einem m³ OMW (CSB ca. 100 g/l) können etwa 30 m³ Biogas produziert werden. Daraus können ca. 70 kWh/m³ elektrische und 150 kWh thermische Energie oder, sofern kein BHKW zum Einsatz kommt und das Biogas nur thermisch genutzt wird, 210 kWh thermische Energie erzeugt werden. Mittels Wärmepumpe kann auch eine

Beispielhaft werden ausgewählte Parameter für drei Anlagen unterschiedlicher Kapazität dargestellt:

	Typ I	Typ II	Typ III
Kapazität OMW [m ³ /a]	6.000	18.000	35.000
I. Vorbehandlungsstufe			
durchschnittlicher Zulauf [m ³ /d]	70	200	390
Betriebsdauer		90 Tage	
II. Methanstufe			
durchschnittlicher Zulauf [m ³ /d]	17	50	95
Betriebsdauer		300 Tage	
Produkte			
max. Biogasproduktion [m ³ /a]	150.000	459.000	889.000
max. elektrische Leist. [kWh/a]	315.000	964.000	1.867.000
Düngerproduktion [t/a]	215	650	1.300

entsprechende Kälte erzeugt werden. Der Eigenenergiebedarf der Anlage wird voll gedeckt; der Energieüberschuss kann vermarktet werden. Überschüssige thermische Energie kann in Form von Heißwasser bzw. Dampf oder als Kälte für Kühlanlagen eingesetzt werden.

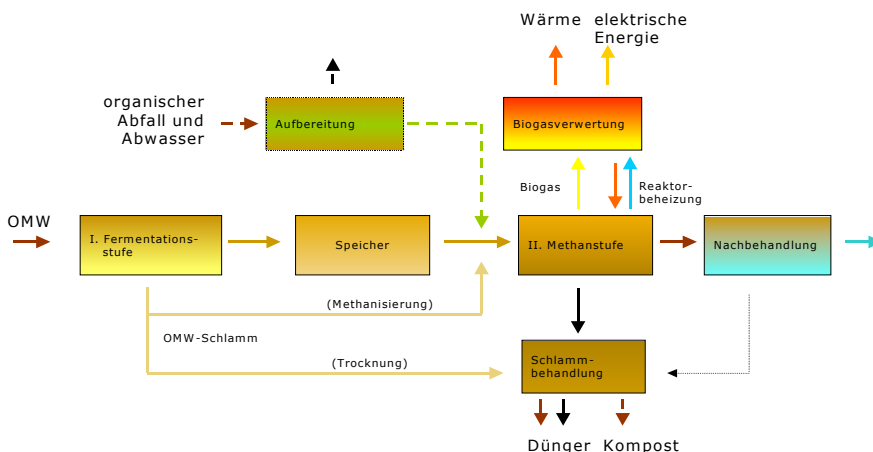
Mitbehandlung anderer organischer Abfälle oder Abwässer

Oft fallen auch andere organisch hoch belaste Abfälle und Abwässer zum Beispiel von Fleisch-, Gemüse- oder Obstverarbeitung in den Entsorgungsbereichen der Ölmühlen an und lassen sich in der Behandlungsanlage nach dem AquaTecOLIVIA-Verfahren entsorgen und verwerten. Sie erhöhen die Auslastung der Anlage. Durch diese Entsorgungsleistung können weitere Einnahmen erzielt und die spezifischen Kosten gesenkt werden.

4 Daten und Parameter



Die angegebenen Werte sind Orientierungswerte – die Zulaufwerte (CSB) schwanken je nach Produktionsverfahren zwischen 50.000 und 150.000 mg/l; die angegebenen Ablaufwerte der Nachreinigung entsprechen den erreichbaren Ablaufwerten bei Totalaufbereitung. Projektbezogen muß ein sinnvolles Maß zwischen Reinigungsziel und ökonomischem Aufwand gefunden werden.



Abwasserparameter	Ablauf		
	Zulauf	Methanstufe	Nachreinigung
Chemischer Sauerstoffbedarf CSB [mg/l]	100.000	3.500	50
Biologischer Sauerstoffbedarf BSB ₅ [mg/l]	60.000	400	20
Trockensubstanzgehalt TS %	10	0,6	0,2
pH	4,0...6,0	7,0	7,0

Ökonomische Daten

Investition- und Betriebskosten

Die Investitions- und Betriebskosten werden maßgeblich durch das Reinigungsziel bestimmt. Die Co-Vergärung (Mitbehandlung) anderer organischer Abfälle und organisch hochbelasteter Abwässer führt zu einer effektiveren Auslastung der Investition sowie höheren Erlösen aus der stofflichen und energetischen Verwertung der Reststoffe. Die Investitionskosten können deutlich vermindert werden, wenn vorhandene zentrale und dezentrale Speicherkapazitäten weiter genutzt werden können. Die Transportkosten – der Transport wird in der Regel durch Tankfahrzeuge und nur in wenigen Fällen per Druckleitung erfolgen – haben einen nennenswerten Einfluß auf die Gesamtkosten. Projektbezogen muß deshalb ein wirtschaftlicher Entsorgungsradius festgelegt und die Entscheidung getroffen werden, ob eine zentrale größere Anlage oder mehrere dezentrale Anlagen kostengünstiger sind. Die Behandlung des Abwassers kann dezentral erfolgen; die stoffliche Verwertung sollte aus Kostengründen zentral, für mehrere Anlagen gemeinsam, durchgeführt werden. Die kleinste wirtschaftliche Behandlungsanlage hat eine Kapazität zur Entsorgung von Abwasser aus der Produktion von ca. 1.500 t Olivenöl.

Die Investitions- und Betriebskosten (ohne Transportkosten) für Anlagen mit Totalaufbereitung und Verwertungsanlagen belaufen sich auf ca.:

- Investitionskosten: 100...170 € per m³/a OMW-Behandlungskapazität
- Betriebskosten 3,50...5,50 € per m³ OMW
- Abschreibungszeit: Bautechnik: 25 a, Maschinenteknik: 12 a, BHKW: 7 a

Die Einnahmen aus der Verwertung von Biogas sowie der Veredlung stofflicher Rückstände belaufen sich auf 2,00 bis 5,00 € je m³ OMW.

Projektfinanzierung

Die Investitionsfinanzierung für Projektmanagement, Planung und Bau der Anlage setzt sich zusammen aus Eigenkapital, Eigenleistungen des Projektträgers, Subventionen sowie Fremdkapital.

Aufwendungen aus dem Betrieb der Anlage (Personal, Nebenkosten, Kapitaldienst usw.) werden aus Einnahmen aus langfristigen Entsorgungsverträgen mit den zu entsorgenden Betrieben und Einnahmen aus der Vermarktung der Produkte gedeckt.

Die Gesamtkosten, d.h. Investitions-, Betriebs- und Kapitalkosten belaufen sich auf ca. 3 bis 6 cent pro Liter Olivenöl. Den Kalkulationen liegen angenommene Investitionsförderungen in Höhe von 40% zugrunde. Bei Entsorgung und Verwertung weiterer Rückstände aus anderen Branchen können sich die spezifischen Kosten weiter verringern.

5 Projektmanagement

Neben der verfahrenstechnischen Gestaltung garantiert das richtige Projektmanagement den Erfolg eines Vorhabens, es kontrolliert Termine sowie Geldflüsse und unterstützt den Bauherrn bei der Umsetzung.

Projekttablauf

Diese Projekte durchlaufen i.d.R. folgende Phasen:

1. Durchführbarkeitsstudie
2. Formierung eines Projektträgers für zentrale Entsorgungs- und Verwertungsprojekte
3. Projektfinanzierung
4. Entwurfsplanung und Genehmigung
5. Projektumsetzung und Errichtung einer schlüsselfertigen Anlage
6. Betrieb der Anlage

Die Umsetzung eines Projekts vom Auftrag bis zur schlüsselfertigen Übergabe dauert ca. 12 bis 16 Monate.

Durchführbarkeitsstudie

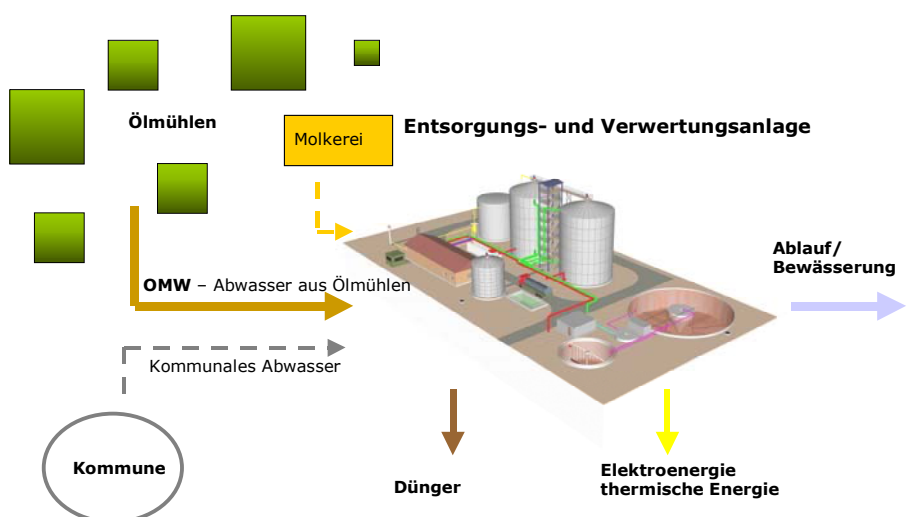
Die Durchführbarkeitsstudie bildet die Grundlage für die wirtschaftliche und technische Bewertung des Vorhabens am Standort und bildet die Entscheidungsgrundlage für die Projektgestaltung und Finanzierung. Im Rahmen der Studie werden u.a. folgende Themen bearbeitet:

- Erfassung der wesentlichen lokalen Rahmenbedingungen und bestehender Systeme
- Erarbeitung eines Behandlungs- und Entsorgungskonzeptes
- Konzeption für die Verwertung der Nebenprodukte
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Projektträger

Projektfinanzierung, Abschluß der Verträge (Bauvertrag, Entsorgungsverträge, Stromlieferverträge, Betreibervertrag etc.) werden durch den Projektträger verantwortet.

Diese Funktion wird für kleinere



Projekte i.d.R. durch den Betreiber oder Bauherrn selber ausgeübt, für zentrale Entsorgungs- und Verwertungsprojekte kann der Projektträger als public-private-partnership-Gesellschaft (ppp), als rein privates Unternehmen, aber auch als öffentliche Einrichtung gestaltet werden. In den sogenannten ppp-Gesellschaften lassen sich die Interessen der Kommunen (Umweltschutz), den Ölmühlen (Verursacher) und ggf. privater Investoren vereinen. Den Betrieb der Anlage sowie das alltägliche Entsorgungs- und Verwertungsgeschäft kann durch den Projektträger in eigener Regie erfolgen oder auf eine separate Betreiber-gesellschaft übertragen werden.

Zur Formierung des Projektträgers bzw. der Betreiber-gesellschaft wird Beratung angeboten.

Unabhängig von der Art und Weise der Realisierung des Projektes ist für den dauerhaften Erfolg des Projekts der Wille und die aktive Unterstützung aller Projektbeteiligten eine Grundvoraussetzung.

Recyclingcenter

Die Integration der Behandlungsanlage in bestehende oder neu zu errichtende andere Entsorgungs- und Verwertungseinrichtungen, wie kommunale Kläranlagen, Kompostierungsanlagen usw. wirkt sich positiv auf die Kosten aus, z.B. durch

- Effektivierung der Betriebskosten
- gemeinsame Projektfinanzierung und Projektmanagement, speziell auch besserer Zugang zu Subventionen
- gemeinsame Service- und Verwaltungskapazitäten
- eine kommunale Kläranlage kann als Nachbehandlungsstufe für die AquatecOLIVIA-Technologie ausgebaut werden
- gemeinsame Vermarktungsstrategien

6 Leistungen der Aquatec 3w GmbH

Je nach Kundenwunsch können wir Einzelleistungen oder Komplettleistungen anbieten:

Einzelleistungen

- Durchführbarkeitsstudie
- Projektmanagement
- Entwurfs- und Genehmigungsplanung
- Ausführungsplanung, Ausschreibung
- Bauüberwachung
- Lieferant für Anlagenkomponenten
- Service für den Anlagenbetrieb und Personalschulung

Leistungspaket schlüsselfertige Anlage

Alle Leistungen werden durch einen Generalunternehmer durchgeführt und durch Übergabe einer funktionstüchtigen Anlage abgeschlossen.

Leistungspaket Entsorgungsleistungen

Dieses Rundum-Service-Paket setzt langfristige Entsorgungsverträge voraus. Wir sind bei der Finanzierung, dem Projektmanagement, der Errichtung der Anlage, dem Betrieb der Anlage sowie der Verwertung der Wertstoffe beteiligt.

7 Daten der Pilotanlage auf Kreta

Im Rahmen des Programms LIFE-Umwelt der EU wurde 1999 eine Demonstrationsanlage auf Kreta nach dem AquatecOLIVIA-Verfahren errichtet und seit dem erfolgreich betrieben. Die Anlage ist jährlich ca. 5 Monate in Betrieb und reinigt das Abwasser einer Ölmühle mit einer Olivenölproduktion von ca. 400 t/a (Dreiphasendekanter). Die Reinigungsleistung beträgt über 95%.



Technische Daten

- Reaktorvolumen: 2 x 100 m³
- Zwischenspeicher: 600 m³
- Betriebstemperatur: 25...30°C
- Fermentationsstufe I, 36°C Methanstufe
- Biogasproduktion: 60-120 m³/d
- Gasverwertung: 47 kW Biogasbrenner
- Feststoffproduktion: 60 -70 kg_{TS}/d

Chemische Parameter

- Zulaufkonzentration: 50...100 g/l CSB
- Ablaufkonzentration der Methanstufe: 3...4 g/l CSB
- Abflußkonzentration der Nachbehandlungsstufe (by-pass): 500 mg/l CSB

Nun ist der Ausbau der Anlage für weitere Ölmühlen der Region Apokorounou vorgesehen.

Aquatec 3w GmbH

Michael Knobloch, Geschäftsführer
Münchner Str. 34

D-01187 Dresden / Germany

Tel./Fax:

+49 | 351 | 437 08 40

+49 | 351 | 437 08 49

c/o Veb Consult S.r.l.

Dott. Peter Völk

Via S. Egidio, 12

I-50122 Firenze/ITALIA

Tel./Fax:

+39 | 055 | 24 69 703

+39 | 055 | 24 69 705

c/o PROVENTUS.COMSulting

Sr. Gert Peuckert

Rua da Assunção 8 - 1°

P-1100-044 Lisboa

Tel./Fax:

+351 / 21 / 8822662

+351 / 21 / 8822661

c/o pdm hellas A.E.

Andreas Adrian

Papanastasiou 3

EL-74100 Rethymno/GREECE

Tel./Fax:

+30 | 831 | 05 27 94

+30 | 831 | 05 02 19

e-Mail/Internet:

aquatec@aquatec-engineering.com

www.aquatec-engineering.com