

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113 (1995)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Energie in ARA: rentable Energiesparmassnahmen in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)  
**Autor:** Müller, Ernst A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78668>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Ernst A. Müller, Zürich

# Energie in ARA

## Rentable Energiesparmassnahmen in Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

**Analysen deckten an zwei mittelgrossen Abwasserreinigungsanlagen ungeahnte Energiepotentiale auf. Zusätzliche Investitionen sind rentabel, so dass mit der Realisierung der Energiesparmassnahmen die Betriebskosten der beiden Abwasserreinigungsanlagen entlastet werden. Energie 2000 (E2000) wird in Zusammenarbeit mit dem BUWAL mit gezielten Aktionen die Bauherren von Kläranlagen in der Schweiz bei der Umsetzung der Energiesparmassnahmen vermehrt unterstützen.**

### In Abwasserreinigungsanlagen schlummern grosse Energiesparmöglichkeiten

#### Ausgangslage

Primäre Aufgabe der projektierenden Ingenieure beim Bau oder der Sanierung von ARA ist und bleibt, die geforderte Reinigungsleistung sicherzustellen. Der Optimierung des Energieverbrauchs müssen die Ingenieure aus dem Bereich der Abwasserverfahren in Zusammenarbeit mit Energiespezialisten aber vermehrt Beachtung schenken, da bei den bestehenden ARA ein grösseres Potential an Energiesparmöglichkeiten vorhanden ist, was die detaillierten Untersuchungen [1] sowie die Feinanalysen [2] an zwei mittelgrossen Anlagen (Bild 1) belegen. Dass viele ARA über ein grösseres Energiesparpotential verfügen, lässt sich auch damit erklären, dass die meisten ARA in der Schweiz in den 70er und 80er Jahren erstellt wurden. Die Ingenieure haben damals ihre Sorgfaltspflicht nicht weniger ernst genommen als heute. Vielmehr wurde in der damaligen Zeit generell dem Energiesparen noch nicht die heutige Bedeutung beigemessen und moderne Technologien von Energiesparmassnahmen sowie das Grundlagenwissen waren noch nicht im heutigen Umfang entwickelt und verfügbar.

Die ARA verbrauchen mehr Elektrizität als vergleichsweise die Schulen oder die öffentlichen Verwaltungsbauten einer Gemeinde. Die ARA in der Schweiz verschlingen im Mittel rund einen Fünftel des gesamten Elektrizitätsverbrauches der kommunalen Gebäude und Anlagen. Die Ausschöpfung der betriebswirtschaftlichen

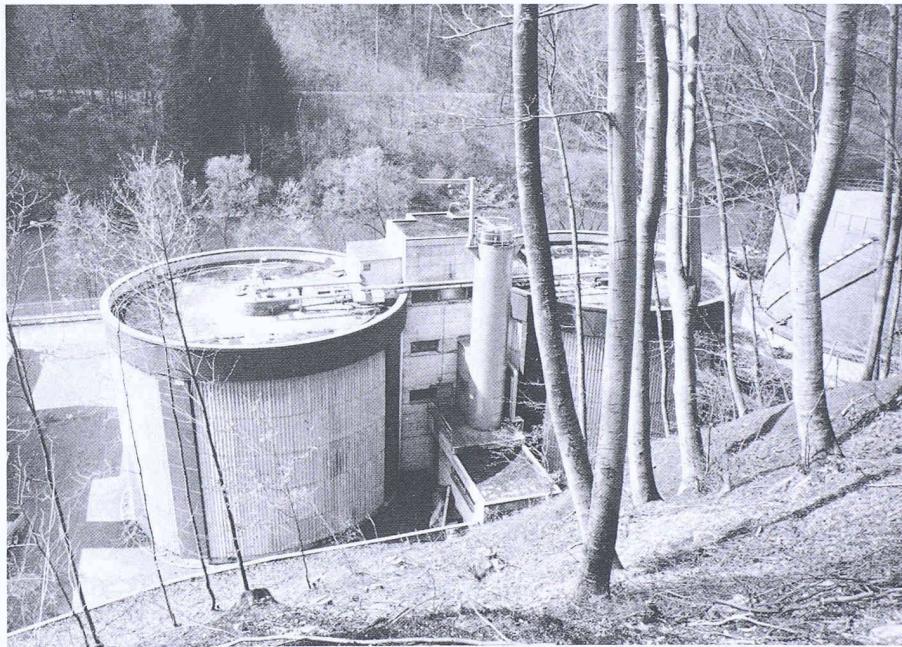


Bild 1.

Auf den meisten Kläranlagen schlummern ungeahnte Energiesparmöglichkeiten, wie die Analyse an der ARA Worbental beispielhaft

gezeigt hat (Photo von Beat Kobel, Ingenieurbüro Ryser AG, Bern)

Sparpotentiale auf der ARA wirkt sich auf den gesamten kommunalen Elektrizitätsverbrauch entsprechend markant aus.

#### Energiesparmöglichkeiten vertieft untersuchen

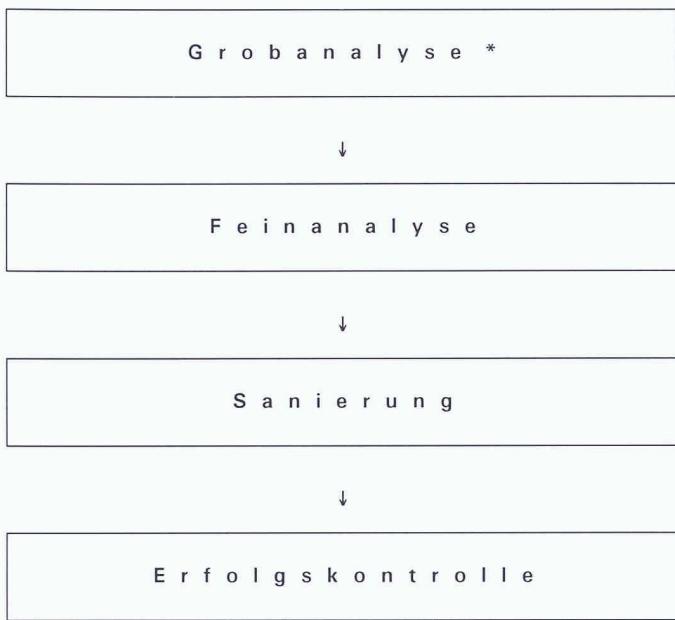
Wird heute eine ARA saniert oder erweitert, so werden bei der Planung und Projektierung den Möglichkeiten von Energiesparmassnahmen sicherlich mehr Beachtung geschenkt als noch in den 80er Jahren. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass es zwingend notwendig ist, wenn die Ingenieure die Energiesparmassnahmen mit separaten Energieanalysen und mit einem eigens dafür reservierten Zeit- und Kostenbudget vertieft untersuchen können. Für diese Arbeiten sind spezialisierte Energiefachleute beizuziehen. Nur so wird es möglich sein, die technisch/betrieblich machbaren, energetisch wirksamsten und betriebswirtschaftlich vertretbaren Energiesparmassnahmen umfassend ermitteln und detailliert untersuchen zu können. Ziel der Energieanalyse ist, den gesamten Energieverbrauch der ARA unter Berücksichtigung der Kostenfrage zu optimieren.

#### Energetische Feinanalysen

##### Zeitpunkt: vor jedem Projekt

Ein grosser Teil der Energiesparmassnahmen ist häufig nur im Zuge von Unterhaltsarbeiten oder einer Sanierung der ARA zu realisieren. Wird also ein gewichtiger Bestandteil der ARA saniert, ob aus betrieblichen oder reinigungstechnischen Gründen, so soll im gleichen Zuge immer auch die energetische Optimierung geplant und nachher paketweise realisiert werden. Das bedeutet, dass bei jeder Sanierung, Erweiterung oder Umbau immer eine energetische Feinanalyse vorher durchgeführt werden muss. Diese Feinanalyse muss rechtzeitig erstellt werden, damit die in der Analyse ausgearbeiteten Vorschläge im Projekt integriert werden können. Bei einem Neubau können in der Projektierung selbstverständlich die neusten energetischen Erkenntnisse (gemäss [1]) von Anfang an berücksichtigt werden.

Stehen keine Sanierungen oder grössere Eingriffe auf einer ARA an, so empfiehlt es sich, trotzdem eine energetische Analyse durchzuführen, allerdings mit ge-



\* Auf eine Grobanalyse kann bei einer anstehenden Sanierung in der ARA verzichtet und direkt eine Feinanalyse durchgeführt werden!

**Bild 2.**  
Effiziente Schritte zur Realisierung einer energetischen Optimierung einer Abwasserreinigungsanlage

ringem Aufwand. Das systematische Vorgehen in diesem Fall zeigt Bild 2. Die Grobanalyse

- bewertet den heutigen energetischen Zustand der Anlage,
- untersucht die Dringlichkeit von energetischen Massnahmen und
- zeigt die notwendigen weiteren Schritte sowie erste energetische Sofortmassnahmen auf.

Wie eine Grobanalyse effizient erstellt wird, kann dem Handbuch [1] entnommen werden. Für die Erstellung einer solchen Grobanalyse wurde auch ein EDV-Programm [2] entwickelt, das eine wesentliche Arbeitserleichterung mit sich bringt.

#### Standardisierte Analysen sparen Zeit und erhöhen Qualität

Für die Erstellung einer Feinanalyse wurde ein standardisiertes Verfahren entwickelt, das sich bei energetischen Analysen an Gebäuden seit Jahren bewährt hat und nun mit Spezialisten aus der Abwasserfahnenstechnik auf die Bedürfnisse der ARA angepasst wurde. Wird eine energetische Feinanalyse nach diesem standardisierten Vorgehen in Auftrag gegeben, profitiert der Bauherr davon. Er weiss aufgrund der Musteranalysen, welches Produkt er für sein Geld erwarten kann. Im Bericht sind alle wichtigen Grundlagen (Energieeinsparungen, Investitionen,

Wirtschaftlichkeit) enthalten, mit denen er einen Entscheid über die Realisierung der Massnahmenpakete fällen und anschliessend den entsprechenden Auftrag für die Projektierung erteilen kann. Die Darstellung nach dem standardisierten Vorgehen ermöglicht auch einen raschen Vergleich mit anderen Analysen und durchgeführten Energiesanierungen in der Schweiz. Neben einer Qualitätssicherung bringt das standardisierte Vorgehen sowohl dem Bauherrn als auch dem Planer wesentliche Zeitsparnis in der Auftragsabwicklung und erleichtert die Kommunikation.

#### Arbeitsschritte einer Feinanalyse

Die Erstellung einer energetischen Feinanalyse gliedert sich in vier Arbeitsschritte:

- Schritt 1: IST-Zustand,
- Schritt 2: Einzelmassnahmen,
- Schritt 3: Massnahmenpakete und Bilanzen,
- Schritt 4: Berichterstattung.

Erfahrene Ingenieure wenden für die Ermittlung des IST-Zustandes nicht zuviel Zeit auf, maximal ein Drittel des gesamten Zeitbudgets. Dies bedingt, dass die Schwerpunkte der Ermittlungen gezielt bei den grossen Elektrizitätsverbrauchern beziehungsweise bei jenen Verbrauchern mit erfahrungsgemäss grossen Energiepotentialen gesetzt werden.

Das Schwergewicht der Arbeiten soll auf die detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Massnahmen (sofort, kurzfristige, abhängige) gelegt werden. Die Massnahmenpakete müssen in bezug auf die Kosten und die Wirtschaftlichkeit einer Genauigkeit von  $\pm 20\%$  standhalten, damit die Vorschläge als Entscheidungsgrundlage dienen können, ob die Massnahmen realisiert werden sollen oder nicht. Das bedingt einen entsprechenden Untersuchungsaufwand. Zudem darf der Aufwand für die Berichterstattung mit einer klaren und übersichtlichen Präsentation der Resultate nicht unterschätzt werden.

#### Klärmeister, ein wertvoller Know-how-Träger

Bei der Erarbeitung der Analysen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Ingenieur und dem Betriebspersonal von grossem Vorteil. Der Klärmeister kann nicht nur bei der Datenermittlung behilflich sein, er kennt auch häufig Mängel und weiss um Verbesserungsmöglichkeiten. Vielfach plant der Klärmeister bereits kleinere oder grössere Energiesparmassnahmen und besitzt auch interessante Ideen für zukünftige Massnahmen, die es aufzunehmen gilt.

Bei der Entscheidung, ob die Pakete der Energiesparmassnahmen realisiert werden oder nicht, ist nicht nur der Fachmann (Klärmeister, Betriebsleiter) allein gefragt. Die Energiesparpakte nehmen in der Regel einen Umfang an, worüber die zuständigen Organe der Gemeinde (Parlament, Volk) entscheiden müssen. Die Erkenntnisse aus den Feinanalysen sind deshalb auch für die Gemeindevertreter, die nicht spezifische Fachleute sind, verständlich und motivierend darzustellen. Die Berichterstattung umfasst auch das weitere Vorgehen, gegliedert nach:

- Realisierung von Sofortmassnahmen,
- Projektierung (Ablauf, Kosten),
- Realisierung Energiesparpakte (Ablauf, Kosten).

#### Zwei Muster-Feinanalysen

##### ARA Worblental und Weinfelden

Die Erkenntnisse aus dem Programm «Energie in ARA» werden auch in Form von zwei Muster-Feinanalysen anschaulich dargestellt. In beiden Fällen lag die Initiative bei den Anlagebetreibern, welche ihr Interesse an einer detaillierten energetischen Untersuchung bei E2000 anmeldeten. Die Feinanalysen wurden unter Koordination von E2000, PACER und BUWAL in enger Zusammenarbeit mit den Betreibern und den Bauherren der ARA erstellt. Die beauftragten Ingenieure bildeten ein Team

von Abwasserspezialisten und Energiefachleuten. Die Feinanalysen wurden gemäss den Vorgaben des Pflichtenheftes im Handbuch [1] erstellt.

Die beiden Bauherren interessierten sich nicht zufällig für energetische Untersuchungen, denn in Worblental steht eine allgemeine Sanierung an. Auch in Weinfelden sind in nächster Zeit grössere Veränderungen abwasserseitig zu erwarten. Deshalb drängte sich eine energetische Feinanalyse bei den mittlerweile 20jährigen ARA auf.

### **Heutiger Energieverbrauch der zwei Abwasserreinigungsanlagen**

Die ARA Worblental hat heute einen Endenergieverbrauch an Elektrizität von 2,8 GWh/a, was dem mittleren Verbrauch von rund 2000 Bewohnern von Mehrfamilienhäusern entspricht. Die ARA Weinfelden verbraucht 1,4 GWh/a entsprechend dem Äquivalent von 1000 Bewohnern. Der Elektrizitätsbedarf wird heute in Worblental zu 67% durch die Eigenproduktion aus Klärgas gedeckt, in Weinfelden zu 21%. Bei beiden ARA wird erfreulicherweise bereits heute der gesamte Wärmebedarf durch das Klärgas - vorwiegend mittels Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) - gedeckt.

Die Energiekosten liegen bei beiden ARA heute bei knapp 200 000 Franken pro Jahr. Sämtliche Energiekosten werden durch den Bezug von Elektrizität aus dem Netz verursacht. Durch den Wärmebedarf, der vollständig intern durch Klärgas gedeckt wird, entstehen keine Energieverbrauchskosten. Energiesparmassnahmen beim Wärmebedarf bringen deshalb auch keine Reduktion des Endenergieverbrauchs beziehungsweise der Umweltbelastung. Sie wurden dementsprechend auch nicht weiter untersucht. Nur wenn die überschüssige Wärme an benachbarte Bezieger abgegeben werden könnte, wären Wärmesparmassnahmen in der ARA selbst zu untersuchen.

Vom gesamten Elektrizitätsverbrauch wird in beiden Anlagen 80% für die biologische Reinigung aufgewendet (Bild 3), vom gesamten Wärmeverbrauch über 90% für die Schlammbehandlung.

### **Die wichtigsten Energiemassnahmen**

Die Sparmassnahmen im engeren Sinne liefern etwa gleich viel zur gesamten Reduktion des Elektrizitätsverbrauches wie die zusätzliche Nutzung des Klärgases. Obwohl bei beiden ARA bereits WKK installiert sind, kann die heutige Elektrizitätsproduktion aus Klärgas nochmals verdoppelt werden, nämlich durch die Erhöhung der Klärgasproduktion selbst, durch die vollständige Nutzung des anfallenden Klär-

		<b>Worblental</b>	<b>Weinfelden</b>
In Betriebsetzung	Jahr	1971	1971/73
Ausbaugrösse	EG BSB	110 000	80 000
Abwassermenge	Mio. m <sup>3</sup> /a	15,4	5,7
Klärgasproduktion	Mio. m <sup>3</sup> /a	1,23	0,57
Energiekosten total	Mio. Fr./a	0,155	0,174

Tabelle 1. Eigenschaften der zwei ARA (Muster-Feinanalysen)

		<b>Worblental</b>	<b>Weinfelden</b>
<b>Energieverbrauch</b>			
<b>Elektrizität</b>			
Eigenproduktion	GWh/a	1,87	0,39
Fremdbezug	GWh/a	0,94	1,41
Total	GWh/a	2,81	1,80
<b>Wärme</b>			
Eigenproduktion	GWh/a	3,42	2,59
Fremdbezug	GWh/a	0,00	0,00
Total	GWh/a	3,42	2,59
<b>Energiekosten (Fremdbezug):</b>			
Elektrizität	Mio. Fr./a	0,155	0,174
Wärme (Erdöl usw.)	Mio. Fr./a	0,000	0,000

Tabelle 2. Energieverbrauch und Energiekosten

		<b>Worblental</b>	<b>Weinfelden</b>
<b>spez. Elektrizitätsbedarf Belüftung:</b>			
heute	kWh/EG a	13	20
Sollwert	kWh/EG a	10	10
nach Realisierung Energiesparpaket	kWh/EG a	16	10
Sollwert	kWh/EG a	16	10
<b>Klärgasverwertung Kraft/Elektrizität:</b>			
heute	%	25	11
nach Realisierung Energiesparpaket	%	28	30
Sollwert	%	über 27	über 27
<b>Eigenversorgungsgrad Elektrizität:</b>			
heute	%	67	11
nach Realisierung Energiesparpaket	%	86	90
Sollwert	%	über 70	über 70
<b>Eigenversorgungsgrad Wärme:</b>			
heute	%	100	100
nach Realisierung Energiesparpaket	%	100	99
Sollwert	%	über 95	über 95

Tabelle 3. Energetische Qualität heute und nach Energieoptimierung

gases mittels WKK ohne Abfackelung und ohne Verbrennung sowie durch technische Verbesserung des Nutzungsgrades.

Im Rahmen der Sparmassnahmen dominiert die Optimierung der Belüftung (Bild 4). Die Sparquoten schwanken jedoch je nach Ausgangslage sehr stark (Bild 3). Obwohl beispielsweise der Sauerstoffeintrag in der ARA Worblental aus reinigungstechnischen Gründen erhöht werden muss, kann mit den vorgeschlagenen Massnahmen der Elektrizitätsaufwand für die Belüftung gegenüber heute insgesamt deutlich reduziert werden.

Der Energieverbrauch einer ARA lässt sich mit den neu geschaffenen Beurteilungskriterien gemäss [1] bewerten. Der

IST-Zustand beider Anlagen entspricht nicht den neusten energetischen Anforderungen. Nach vollständiger Realisierung der vorgeschlagenen Massnahmenpakete werden aber in Weinfelden und Worblental die Anlagen energetisch soweit verbessert, dass sie nachher aus energetischer Sicht als mustergültig bezeichnet werden dürfen.

### **Wirtschaftliches Massnahmenpaket**

Der heutige Endenergieverbrauch an Elektrizität kann mit allen vorgeschlagenen Massnahmen in Worblental um 42% und in Weinfelden um 76% reduziert werden (Bild 5). Dafür sind Investitionen von ungefähr 7,3 Mio. Franken beziehungsweise 3,9 Mio. Franken notwendig (Bild 6). Rund ein

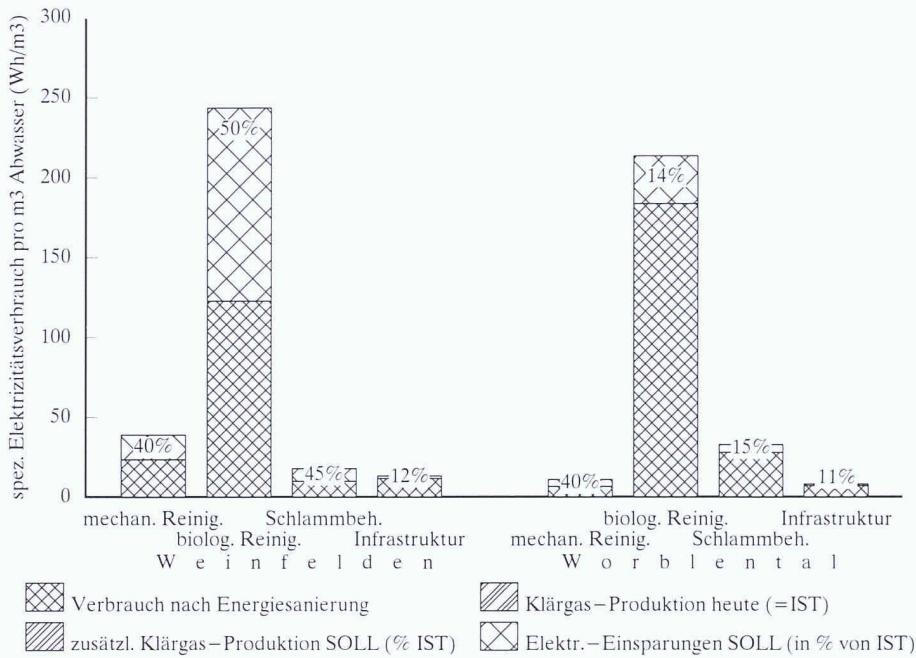
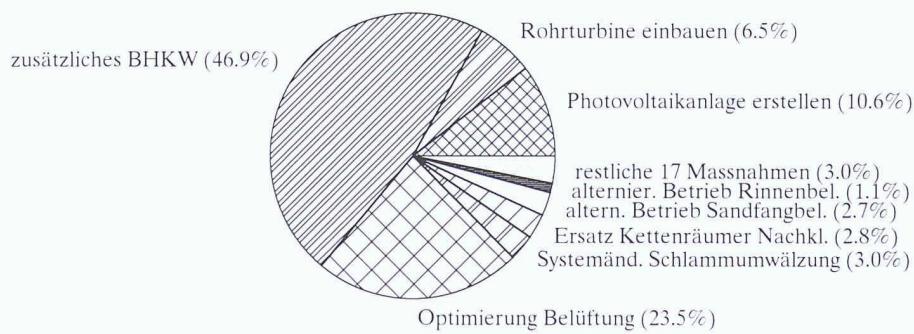


Bild 3.  
Die grössten Elektrizitätsverbraucher und ihre Sparquoten

ARA – Worblental: 100% = 1.70 GWh/a Elektrizitäts-Einsparungen



ARA – Weinfelden: 100% = 1.37 GWh/a Elektrizitäts-Einsparungen

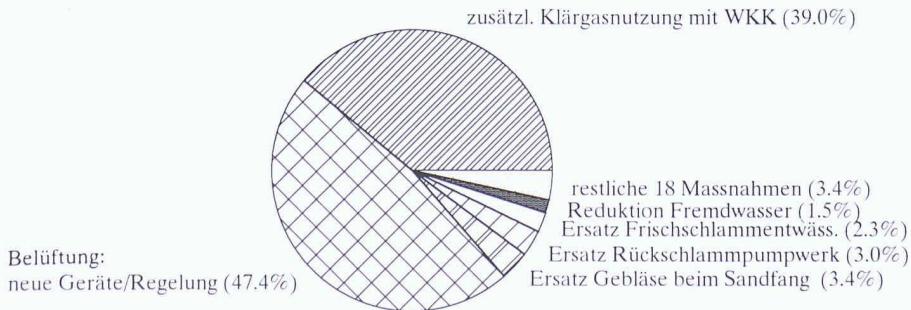


Bild 4.  
Beitrag der einzelnen Energiesparmassnahmen

Drittels der gesamten Investitionen muss aus Unterhaltsgründen sowieso aufgewendet werden, und nur zwei Drittels dieser Investitionen sind den Energiesparmassnahmen zuzurechnen. Diese energetischen Mehrinvestitionen können in beiden Fällen weitgehend durch die Energiekosteneinsparungen verzinst und amortisiert werden. Die jährlichen Kosten (Kapitalkosten) dafür sind verteilt über die Nutzungsdauer der Energiesparmassnahmen kleiner als der jährliche Nutzen aus den Energiekosteneinsparungen. Die Energiesparmassnahmen sind also betriebswirtschaftlich interessant (Bild 7).

Aufgrund neuster Erkenntnisse lassen sich auch ein Teil der externen Kosten quantifizieren [6]. In den Wirtschaftlichkeitsüberlegungen sollten die Gemeinden diese externen Kosten in Zukunft berücksichtigen. Dadurch resultiert bei den beiden ARA nochmals ein weit höherer volkswirtschaftlicher Gewinn, als in Bild 7 ausgewiesen wird.

Ein Teil der Massnahmen kann sofort realisiert werden. Diese Sofortmassnahmen bringen bei der Elektrizität lediglich Einsparungen von 3%, sind aber äußerst wirtschaftlich. Wird im Rahmen einer energetischen Sanierung nach den Sofortmassnahmen noch das Paket der kurzfristigen Massnahmen realisiert, so kann der gesamte Elektrizitätsverbrauch in beiden Fällen um einen Drittel reduziert werden. Ein letzter Teil von Massnahmen, die sogenannten abhängigen, können erst im Zusammenhang mit einer allgemeinen Sanierung realisiert werden. In Weinfelden fällt beispielsweise die Optimierung der Belüftung darunter. Sie erhöht die Energieeinsparungen nochmals wesentlich.

Wie gross das Potential der wirtschaftlichen Energiemassnahmen ist, kann damit veranschaulicht werden, dass es in beiden ARA nur nach intensiver Suche nach weiteren, auch unrentablen Massnahmen gelungen ist, die wirtschaftliche Schwelle für deren Realisierung zu überschreiten. In Worblental konnte die Wirtschaftlichkeitschwelle nur erreicht werden, indem der Bau einer grossen Photovoltaikanlage ins Auge gefasst wurde.

## Rahmenprogramm

### E2000 mit neuer Beschleunigungsaktion «Energie in ARA»

Mit den aufgezeigten Elektrizitätseinsparungen leisten die ARA einen wesentlichen Beitrag zu den gesamten Zielen von E2000 in der Schweiz. Ziel von E2000 ist, dass in den ARA der Schweiz bis im Jahr 2000 zusätzlich folgende Energiesparpotentiale umgesetzt werden. Die Beschleuni-

gungsaktion von E2000 soll davon 30% auslösen:

- Sparen:  
Elektrizität: 50 GWh/a, Wärme: 20 GWh/a
- Nutzung Klärgas:  
Elektrizität: 50 GWh/a, Wärme: 100 GWh/a

Ziel von E2000 ist, bis im Jahre 2000 zusätzlich 0,5% des Elektrizitätsverbrauches in der ganzen Schweiz durch regenerierbare Energien zu decken. Die ARA können allein schon einen Fünftel zu diesem Ziel beitragen, wenn das Potential voll ausgeschöpft wird.

Die Verantwortlichen von E2000 des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) haben sowohl die Bedeutung der ARA als Energieverbraucher als auch die Energiesparmöglichkeiten erkannt. Im Rahmen von E2000 wird deshalb eine Beschleunigungsaktion «Energie in ARA» geschaffen. Im Rahmen dieser Aktion stehen Fachleute für die Beratung von Bauherren unentbehrlich zur Verfügung, und beträchtliche Mittel für die finanzielle Unterstützungen werden bereitgestellt. Folgende Aktionen sind geplant:

- Weiterbildung der Ingenieure (Vorlagen, Erfahrungen),
- Beratung der Bauherren,
- finanzielle Unterstützung von Analysen durch Beiträge von E2000.

## Literatur

[1]

Müller E.A., Thommen R., Stähli P.: Handbuch Energie in ARA, Energiesparmassnahmen in Abwasserreinigungsanlagen, im Auftrag BEW/BfK/BUWAL, Bern 1994 (zu bestellen unter Form 724.239 d bei der EDMZ, 3000 Bern)

[2]

Baumgartner A., Kobel B., Kutil H., Müller E.A., Stähli P., Thommen R.: Materialien zu PACER, Energie in ARA, Musteranalysen mit EDV-Programm, Feinanalyse Weinfelden und Worblental, im Auftrag BEW/BfK/BUWAL, Bern 1994 (zu bestellen unter Form 724.239.1d bei der EDMZ, 3000 Bern)

[3]

Kobel B.: Zusammenfassung Energie in ARA, im Auftrag BUWAL, Bern 1995 (gratis zu beziehen bei BUWAL, 3003 Bern)

[4]

Energie 2000, Ressort Regenerierbare Energien: Marketingkonzept, Liestal 1994

[5]

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute und Schweizer Städteverband/Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt (VSA/FES): Finanzierung der Abwasserserentsorgung, Zürich/Bern 1994

[6]

Bundesamt für Konjunkturfragen (PACER), Bundesamt für Energiewirtschaft, Amt für Bundesbauten: Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich, Bern 1994

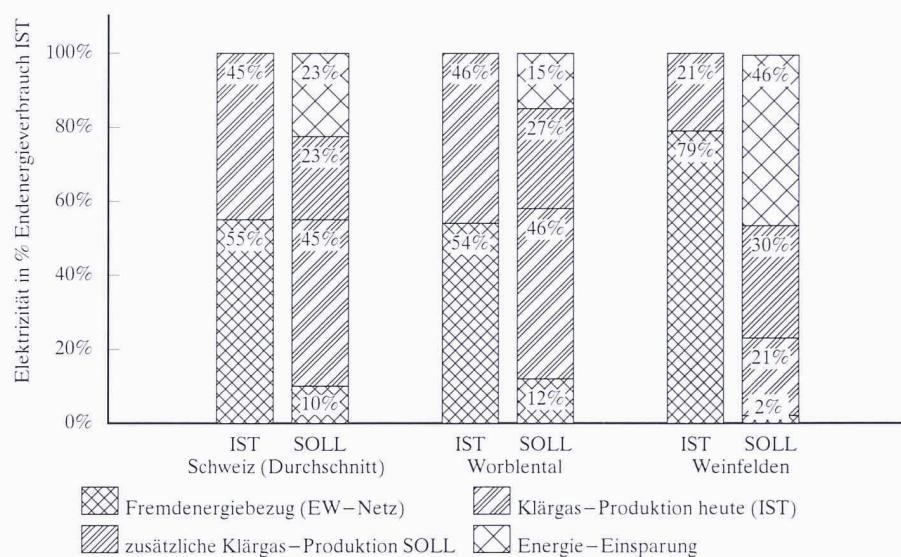


Bild 5.  
Reduktion durch Sparmassnahmen und  
Optimierung der Klärgasnutzung

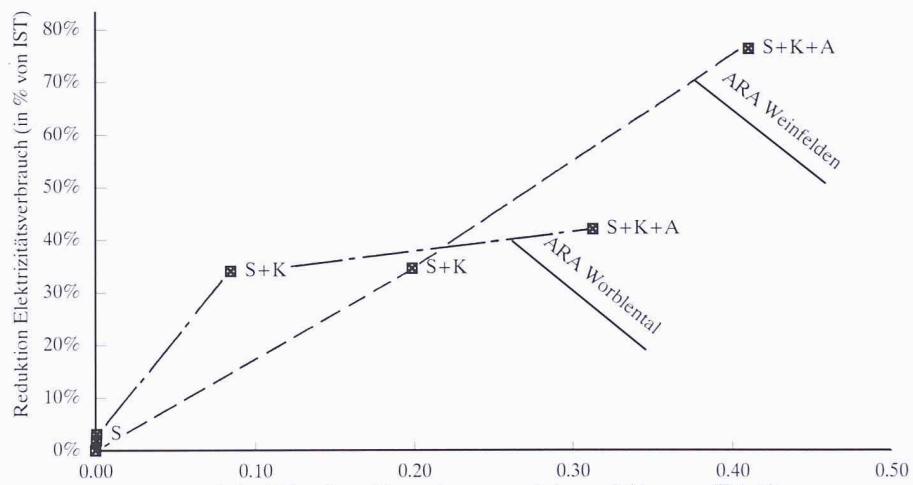


Bild 6.  
Einsparungen an Elektrizität in Abhängigkeit der  
Investitionen

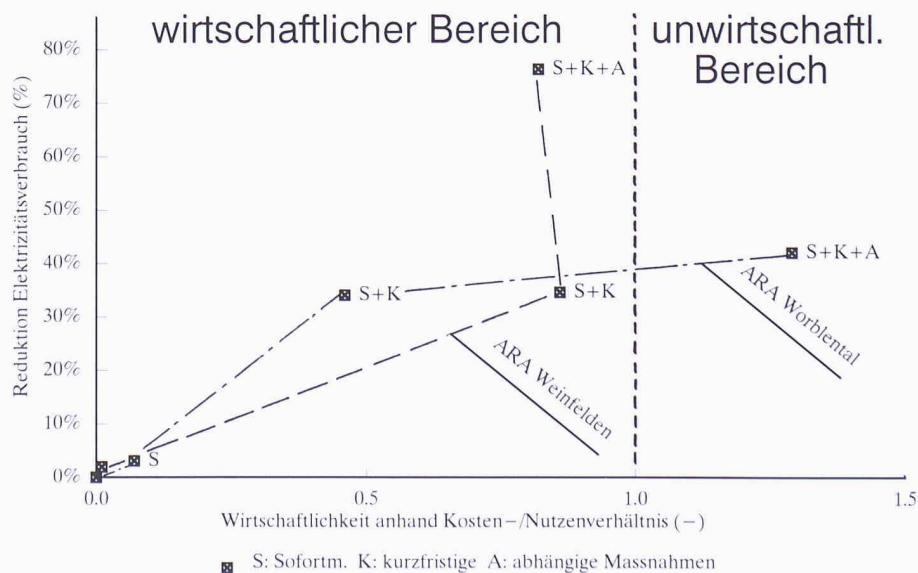


Bild 7.  
Wirtschaftlichkeit der Energiesparpakete

## Zusammenarbeit mit Kantonen, BUWAL und VSA

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), das beim Bund für den Gewässerschutz zuständig ist, und der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) fördern die Umsetzung der Energiepotentiale in den ARA. Der VSA organisiert Kurse für Ingenieure zur «Energieoptimierung in ARA», welche 1994 erstmals durchgeführt wurden. In seinen Weiterbildungskursen werden die neuen Erkenntnisse aus dem Energiebereich dem Klärwerkpersonal vermittelt.

## Schlussfolgerungen

Bei einer Sanierung, Erweiterung, einem Umbau oder Neubau ist eine intensive und umfassende energetische Optimierung und die Erfüllung der energetischen Anforderungen heute eine Selbstverständlichkeit. Dazu gehört auch die Nutzung der Abwärme aus dem Abwasser, wo sie zur Beheizung benachbarter Wärmebezüger vertretbar ist. Die zusätzlichen Investitionen für die Energiesparmassnahmen sind sinnvollerweise verursacherge recht zu finanzieren [1], [5] und [6].

Bauherren, Kantone oder Ingenieure, welche von den Dienstleistungen (Beratung, Finanzbeiträge an Energieanalysen) von Energie in ARA von E2000 profitieren möchten, erhalten beim Aktionsleiter (E. A. Müller, Tel. 01 211 43 13, bzw. in der Romandie unter 039 31 88 28) weitere Auskünfte.

Adresse des Verfassers:

*Ernst A. Müller, Dipl. Geograph, c/o CUB, Lindenholzstrasse 15, 8001 Zürich*

Roland Vogel, Zürich

## Sparen Balkonverglasungen Heizenergie?



**Bei Sanierungen von Mehrfamilienhäusern stellt sich oft die Frage, ob es sinnvoll sei, die Balkone zu verglasen und so zusätzlich Sonnenenergie zu gewinnen und zugleich Wärmebrücken zu eliminieren. Der hier vorgestellte Vergleich zwischen zwei sanierten Wohnhäusern versucht, diese Frage zu beantworten.**

Bei den in der Schweiz vorhandenen Wohnhäusern besteht nach wie vor ein erhebliches Sanierungs- und Energiesparpotential. Oftmals werden die Gebäude sehr gut und mit grossem Verbesserungseffekt saniert, teilweise sind jedoch die Bauten auch nach der Sanierung leider immer noch relativ grosse Energieverbraucher. Die Grenzwerte der Norm SIA 380/1 entsprechen nicht mehr dem Verbrauchs niveau, das eigentlich vom technischen Stand des Wissens, ökologisch und oft sogar finanziell sinnvoll wäre; die Zielwerte der SIA Norm 380/1 werden diesem Niveau bedeutend besser gerecht. Die Kenntnisse um die Zusammenhänge der Wärmeverluste an der Bauhülle ermöglichen es, diese Zielwerte zu erreichen. Unter anderem geht es darum, Wärmebrücken und Schwachstellen an der Hülle möglichst zu minimieren. Ein solches Beispiel wurde 1986 geplant und

Bild 1.

Saniertes Hochhaus an der Pfändwiesenstrasse in Glattbrugg (Objekt A)