Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 4

Artikel: Nutzung erneuerbarer Energien

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902426

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: 09.12.2025

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

5% der Wärme- und 0,8% der Stromproduktion in der Schweiz stammen aus neuen erneuerbaren Quellen. Mit 5322 GWh Wärme und 461 GWh Strom sind die Anteile nach wie vor bescheiden, doch zeichnet sich, nicht zuletzt aufgrund der Bestrebungen von «Energie 2000», eine wesentliche Zunahme ab. Die Zahlen des folgenden Beitrages sind Teil der erstmals publizierten Statistik der *Nutzung erneuerbarer Energien in der Schweiz.*

Nutzung erneuerbarer Energien

1993 wurden gut 5% des schweizerischen Wärmeverbrauches und knapp 0,8% des Elektrizitätsverbrauches mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt (ohne Wasserkraft = 60% der schweizerischen Stromproduktion); Bilder 1–4. Drei Fünftel dieser erneuerbaren Wärme stammen aus Holz, ein weiterer Fünftel aus fester Biomasse in Kehrichtverbrennungsanlagen. 13% beträgt der Anteil von Umweltwärme, die mit Wärmepumpen genutzt wird, 5% stammen aus Biogasen der Landwirtschaft, des Gewerbes, von Deponien und von Abwasserreinigungsanlagen, und 2% trägt die Sonne durch direkte Strahlung bei. Insgesamt wurden 1993 fast 6 Mrd. kWh erneuerbare Energie gewonnen, nämlich 5322 Mio. kWh Wärme und 461 Mio. kWh Strom. Der grösste Teil des erneuerbaren Stromes – 75% – wird in der Kehrichtverbrennung erzeugt. Mit nur je 1% haben Holz und Solarstrahlung bei der Stromerzeugung noch marginale Anteile. Der Rest, 23%, wird mit Deponiegas, Klärgas und Biogas erzeugt.

Zum Vergleich: Die gesamte Wärmeproduktion betrug 1993 96000 GWh, die Stromproduktion 58000 GWh. Aus Gründen der konsequenten Differenzierung werden *Umweltwärme, Biogas, der erneuerbare Anteil des Kehrichts, die direkte Solarstrahlung* und *Windenergie* als *neue* erneuerbare Energieträger bezeichnet. Ohne Zweifel werden diese «Neuen» in den

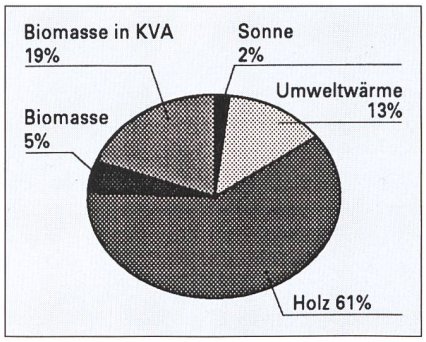

Bild 1 Anteile der Energieträger an der gesamten erneuerbaren Wärmeproduktion, 1993, in %.

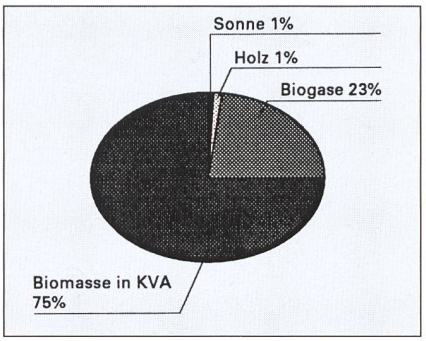

Bild 3 Anteile der Energieträger an der erneuerbaren Stromproduktion, 1993, in %.

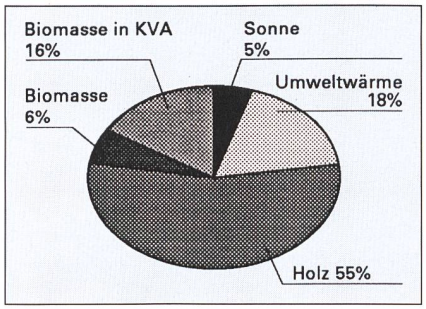

Bild 2 Anteile der Energieträger an der Zunahme der erneuerbaren Wärmeproduktion, 1990 bis 1993, in %.

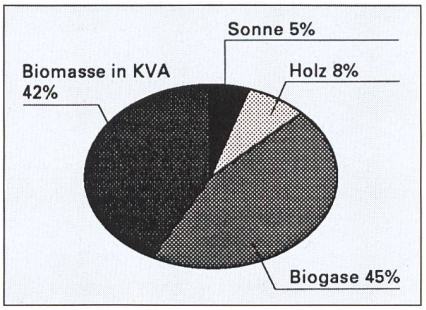

Bild 4 Anteile der Energieträger an der Zunahme der erneuerbaren Stromproduktion, 1990 bis 1993, in %.

Kontaktadresse:
Ressort *Regenerierbare Energien*
des Aktionsprogrammes «Energie 2000»,
c/o Dr. Eicher+Pauli AG, Kasernenstrasse 21,
4410 Liestal.

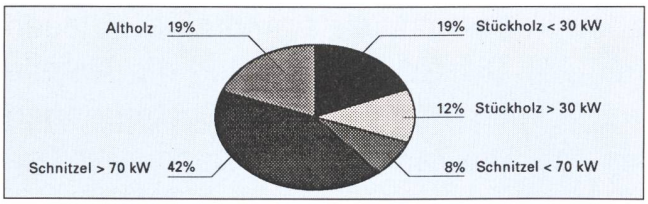

Bild 5 Anteile der Nutzungstechniken an der Zunahme der Wärmeproduktion aus Holz, 1990 bis 1993, in %.

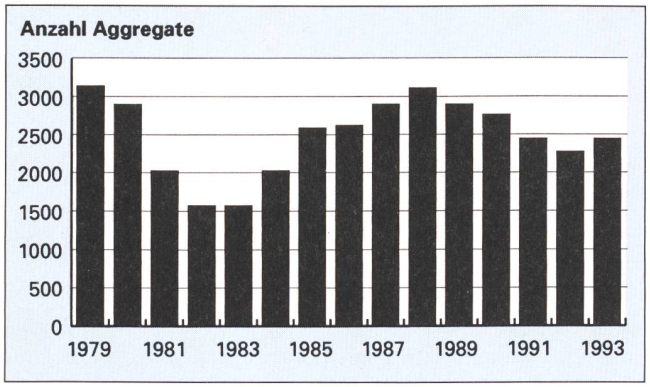

Bild 6 Verkaufte Elektrowärmepumpen, 1979 bis 1993, Anzahl Aggregate.

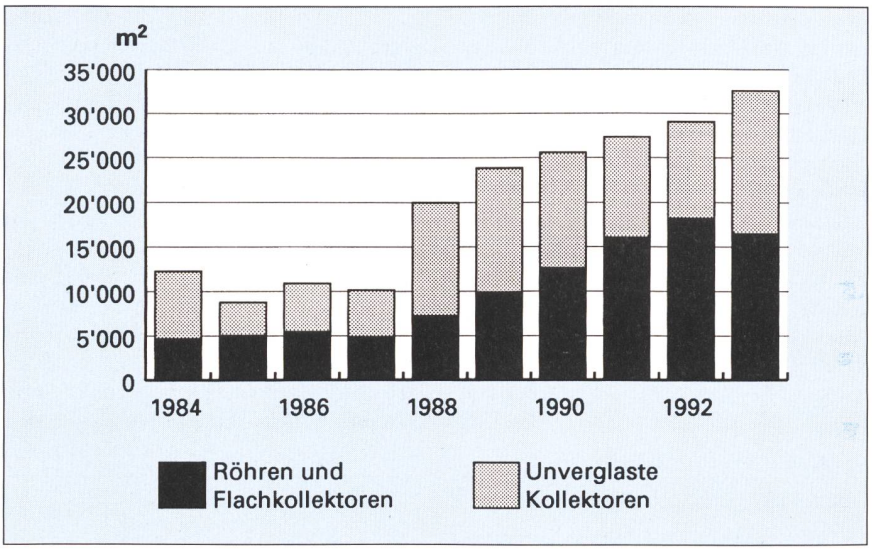

Bild 7 Die Verkäufe von Sonnenkollektoren in der Schweiz 1984 bis 1993, in m².

nächsten Jahren und Jahrzehnten eine wachsende Bedeutung erfahren.

Die Ziele für das Jahr 2000

Die für die erneuerbaren Energien umgesetzten Ziele von «Energie 2000» fordern eine Zunahme der Wärmeproduktion um 3000 GWh und der Stromproduktion um 300 GWh bis zum Jahr 2000. Bis Ende 1993 wurden die Ziele in der Wärmeproduktion zu 25% und in der Stromproduktion zu 19% erreicht. Es ist bereits absehbar, dass die «Stromziele» schwieriger zu erreichen sind als die Produktionsvolumen im Wärmebereich. Für Fachleute ist dieser Befund allerdings keine Überraschung.

Neueste Zahlen geben zu einem (vorsichtigen) Optimismus Anlass. Die 1994 erstellten Anlagen zur thermischen Nutzung von Altholz und Klärschlamm werden ab 1995 einen weiteren Beitrag von 15% zum Ziel von «Energie 2000» beitragen. Sofern die Wärmeproduktion aus Wald- und Restholz weiterhin zunimmt, werden Ende 1995 – in der Halbzeit von «Energie 2000» – 50–60% der vorgegebenen Ziele erreicht sein. Weniger erfreulich zeigt sich das Bild bei der erneuerbaren Stromproduktion. Mehr als 30–35% der Gesamtziele dürften bis Ende 1995 kaum erreicht werden. Verstärkte Anstrengungen sind deshalb notwendig. Wesentliche Steigerungen werden von Kehrichtverbrennungs- und Grossvergärungsanlagen sowie von holzbeschickten Heizkraftwerken erwartet.

Ressort Regenerierbare Energien

Das Ressort *Regenerierbare Energien* konzentriert sich auf drei Stossrichtungen am Markt: «Actor-Netzwerke», Beschleunigungsaktionen und Dienstleistungszentrum. Bei den Actor-Netzwerken handelt es sich um Interessengemeinschaften, die die Marktkräfte bündeln und die bestehenden wirtschaftlichen und organisatorischen Strukturen nutzen, um die Ziele von «Energie 2000» umzusetzen. Die Beschleunigungsaktionen sollen ausgesuchte, besonders ergiebige Energienutzungstechniken stärker im Markt verankern. Die Beschleunigungsaktionen haben, wie alle Aktivitäten des Ressorts *Regenerierbare Energien*, einen wichtigen Schwerpunkt im kommunalen Bereich. Die Aktionen im einzelnen:

- Wald- und Restholznutzung in Gemeinden und holzverarbeitenden Betrieben
- solare Wasservorwärmung in Grossliegenschaften
- rationelle Energie- und Abwärmenutzung in Abwasserreinigungsanlagen
- Grossvergärungsanlagen in Gemeinden, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben

Das Dienstleistungszentrum des Ressorts schliesslich betreibt Produktemanagement und tritt gegenüber Dritten als Dienstleister auf.

Zum Stand der Nutzung erneuerbarer Energien

Holz (Bild 5)

3241 GWh Wärme und 6,4 GWh Strom wurden 1993 aus Holzenergie erzeugt. Zur Steigerung von 416 GWh Wärme zwischen 1990 und 1993 trugen grössere automatische Holzfeuerungen, kleinere Stückholzfeuerungen unter 30 kW und Altholzfeuerungen bei. Die Zunahme der Stromproduktion betrug im gleichen Zeitraum 4,4 GWh.

Aussichten: Die bisherige Entwicklung ist zweifelsohne ein guter Anfang. Mit dem Zementwerk Rekingen ging 1994 eine Altholzfeuerung in Betrieb, die ein «Energie 2000»-Ziel im grossen Massstab umsetzt (die Zahlen erscheinen noch nicht in der Statistik). Die Bundesbehörden wollen die energetische Verwertung von Altholz fördern, indem die Deponierung und der Export erschwert wird. Die ersten Anlagen zur Stromproduktion aus Wald- und Restholz gehen 1995 in Betrieb. Es bedarf allerdings einiger Grossanlagen, um die Ziele von «Energie 2000» zu erreichen. Eine Option bilden holzbeschickte Kombiheizkraftwerke im Megawatt-Bereich an Standorten mit hohem Wärmeverbrauch, zum Beispiel in bestehenden Fernheizwerken mit hohem Verbrauch an fossilen Brennstoffen.

Kehrichtverbrennungsanlagen

1005 GWh Wärme und 346 GWh Strom betrug 1993 die erneuerbare Produktion in

Kehrichtverbrennungsanlagen. Statistisch berücksichtigt sind lediglich die mit (erneuerbarer) Biomasse erzeugten Energien – rund die Hälfte des gesamten Energieertrages. Die Wärmeproduktion hat zwischen 1990 und 1993 um 122 GWh und die Stromproduktion um 24 GWh zugenommen.

Aussichten: Zurzeit sind in der Schweiz 30 Kehrichtverbrennungsanlagen in Betrieb, von denen eine ganze Anzahl in den nächsten Jahren saniert werden muss. Dies hat in der Regel eine verbesserte Energienutzung durch erhöhte Stromproduktion zur Folge. Die Erträge werden aber auch aufgrund der Abfallverordnung steigen: Die Deponierung von brennbaren Abfällen ist nicht mehr zulässig. Insgesamt sind die Randbedingungen für höhere Energiebeiträge aus Kehrichtverbrennungsanlagen als günstig zu bewerten.

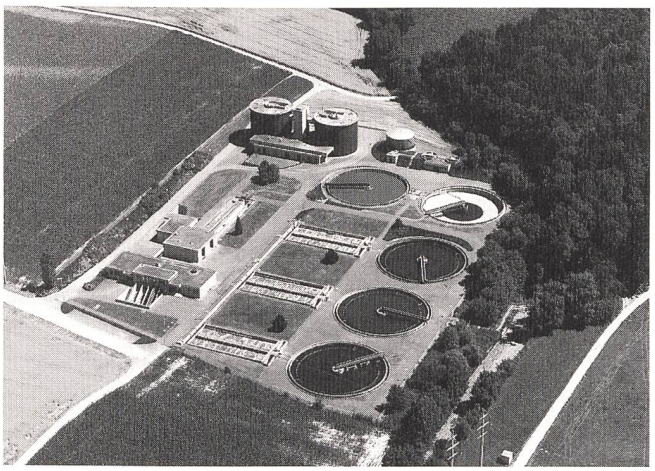

Bild 8 Energiekostenfaktor Abwasserreinigungsanlage: die Hälfte des Stromes für die Belüftung der Klärbecken (Beispiel ARA Weinfelden. Foto: Energiefachstelle TG).

Umweltwärme

Umweltwärme wird gegenwärtig ausschliesslich mit Wärmepumpen genutzt. Tiefe Geothermievorkommen werden bislang nicht direkt, also ohne Einsatz von Wärmepumpen, ausgebeutet. 1993 erzeugten die rund 31 000 in der Schweiz installierten Wärmepumpen 1200 GWh Wärme. In der Statistik werden allerdings «nur» 714 GWh ausgewiesen – sozusagen der Nettoertrag nach Abzug des als nicht neu erneuerbar klassierten Stromes für den Antrieb der Wärmepumpen. Der Zuwachs gegenüber 1990 beträgt 138 GWh. Der ohnehin seltene Einsatz von Gas- oder Dieselmotoren zum direkten Antrieb von Wärmepumpen stagniert seit einigen Jahren. Der Grund liegt in der hohen Komplexität derartiger Anlagen. Die gesplittete Anlage mit Blockheizkraftwerk und separater Wärmepumpe ist der Kompaktanlage vorzuziehen.

Aussichten: Nach einem Wärmepumpenboom Ende der 70er Jahre sanken die Verkaufszahlen, 1988 konnte ein zweites Verkaufshoch realisiert werden (Bild 6). Für 1993 wurde ebenfalls – mitten in der Rezession – eine leichte Zunahme konstatiert. Die provisorischen Zahlen für 1994 lassen eine Zunahme um 30% erwarten. Die verschärften Bestimmungen der Luftreinhalteverordnung und die stetig sinkenden spezifischen Energieverbrauchswerte in neuen und sanierten Bauten könnten – unterstützt durch andere Rahmenbedingungen – die Verkaufs- und Installationszahlen von Wärmepumpen weiter ansteigen lassen. Das von «Energie 2000» mitbegründete Actor-Netzwerk im Bereich der Umweltwärme, die *Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz*, ist seit bald zwei Jahren aktiv, erste positive Resultate können bereits verbucht werden.

Wärmeproduktion (Zusammenstellung)

Erneuerbare Energieträger	Anteile an Wärmeproduktion		Anteile an Zunahme 1990–1993		Tendenz
	%	GWh	%	GWh	
Holz	61	3241	55	416	↗
Biomasse in Kehrichtverbrennungsanlagen	19	1005	16	122	→
Umweltwärme	13	714	18	138	↗
Biogase	5	278	6	45	↗
Sonnenenergie	2	84	5	38	↗
Total	100	5322	100	759	↗

Tabelle I Anteile der Energieträger an der gesamten erneuerbaren Wärmeproduktion 1993 und die Anteile der Energieträger an der Zunahme der erneuerbaren Wärmeproduktion zwischen 1990 und 1993.

Stromproduktion (Zusammenstellung)

Erneuerbare Energieträger	Anteile an Stromproduktion		Anteile an Zunahme 1990–1993		Tendenz
	%	GWh	%	GWh	
Holz	1	6	7	4	↗
Biomasse in Kehrichtverbrennungsanlagen	75	346	42	24	↗
Umweltwärme	–	–	–	–	–
Biogase	23	105	46	26	↗
Sonnenenergie	1	4	5	3	↗
Total	100	461	100	57	↗

Tabelle II Anteile der Energieträger an der gesamten erneuerbaren Stromproduktion 1993 und die Anteile der Energieträger an der Zunahme der erneuerbaren Stromproduktion zwischen 1990 und 1993.

Biogase

In der Schweiz werden drei Technologien der Biogasgewinnung statistisch erfasst: Die Klärgasverwertung in Abwasserreinigungsanlagen, die Deponiegasnutzung und die Biogasgewinnung in landwirtschaftlichen, gewerblichen und industriellen Betrieben. Die summierten Erträge lauten für das Jahr 1993 278 GWh Wärme und 105 GWh Strom, die Produktionszunahmen 1990–1993 betragen 43 GWh und 25 GWh.

Klärgas aus Abwasserreinigungsanlagen: 216,2 GWh Wärme und 65,8 GWh Strom konnten 1993 aus Klärgas gewonnen werden. Der Zuwachs gegenüber 1990 betrug 19 GWh bzw. 8 GWh.

Aussichten: In den achtziger Jahren wurden viele Abwasserreinigungsanlagen mit Blockheizkraftwerken zur Verstromung von Klärgas ausgerüstet. Leider hat die Zunahme von derartigen Anlagen in den letzten Jahren markant abgenommen, was in erster Linie mit der bereits hohen Dichte zusammenhängt. Die bestehenden Anlagen können allerdings – wie eingehende Studien deutlich belegen – wesentlich verbessert und die Erträge gesteigert werden.

Deponiegas: Mit 17 GWh erzeugter Wärme ist der Beitrag des Deponiegases eher bescheiden. Immerhin betrug die Zunahme zwischen 1990 und 1993 12 GWh

	Wärmeerzeugung		Stromerzeugung	
	%	GWh	%	GWh
Stückholzfeuerungen	33	1769	—	—
Schnitzelfeuerungen	24	1283	—	—
Altholzfeuerungen	4	189	1	6
Holz	**61**	**3241**	**1**	**6**
Kehrichtverbrennung	**19**	**1005**	**75**	**346**
Biogas	1	45	0,5	2
Klärgas	4	216	14	66
Deponiegas	0,3	17	8	37
Biogas	**5**	**278**	**23**	**105**
Umweltwärme	**13**	**714**	**—**	**—**
Sonnenenergie	**2**	**84**	**1**	**4**
Wind	**0**	**—**	**—**	**0,04**
Summe	**100**	**5322**	**100**	**461**

Tabelle III Wärme- und Stromerzeugung aus «neuen» regenerierbaren Energien, 1993, in GWh.

oder über 200%. Aus Deponiegas wurde 1993 37 GWh Strom generiert, 17 GWh mehr als 1990.

Aussichten: Ende 1993 erzeugten neun Anlagen Strom und einige Heizkessel Wärme aus Deponiegas. Es handelt sich dabei um Deponien von Gemeinden oder von kommunalen Zweckverbänden. Vielfach scheitert die Abwärmenutzung bei der Stromerzeugung aufgrund des in der Regel abgelegenen Standortes der Deponie am Kosten-Nutzen-Verhältnis. Zudem sind nur geringe Steigerungen bei dieser Art der Stromerzeugung möglich, weil die zu deponierenden Abfallvolumen sehr stark abnehmen.

Biogas aus Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie: Die Wärmeproduktion aus Biogas belief sich 1993 auf 45 GWh, 13 GWh mehr als 1990. 1,8 GWh Elektrizität stammten 1993 aus Biogasanlagen, 1990 waren es 1,1 GWh. Aussichten: In der Schweiz sind 140 Biogasanlagen auf Bauernhöfen in Betrieb. Neue kommen nur spärlich hinzu. Dagegen sind eine ganze Anzahl von Anlagen zur Vergärung von festen organischen Abfällen aus Haushalt, Gewerbe und Industrie in der Planung oder im Bau. Es sind aber auch Biogasanlagen zur anaeroben Abwasserreinigung in Brennereien sowie in der kartoffel- und der zuckerverarbeitenden Industrie im Entstehen.

Solarstrahlung

Thermische Nutzung von Sonnenenergie (Bild 7): 1993 wurden 84,1 GWh Wärme mit Sonnenkollektoren erzeugt, die Zunahme gegenüber 1990 beträgt 38 GWh – knapp 13 GWh pro Jahr. Die Zahlen zeigen deutlich, dass die direkte Nutzung von Solarstrahlung in der Schweiz noch bescheidene Beiträge liefert, dass aber die Steigerungsrate überdurchschnittlich ist. Zudem ist das Potential riesig.

Photovoltaische Nutzung von Sonnenenergie: Solarzellen trugen 1993 in der Schweiz rund 4,1 GWh zur Stromproduktion bei. Der Zuwachs beläuft sich seit 1990 auf 2,9 GWh. Die installierte Leistung der 600 netzgekoppelten und einer Vielzahl von Inselanlagen betrug Ende 1993 rund 5 MW. Damit sind die Ziele von «Energie 2000» noch weit entfernt. Es musste sogar ein Rückgang der Verkäufe im Jahre 1993 hingenommen werden.

Aussichten: 1994 konnte auf Initiative des Ressorts *Regenerierbare Energien* das Actor-Netzwerk *Swissolar* gegründet werden, in dem alle wichtigen Branchenverbände des Installationsgewerbes, die Solarenergie-Förderorganisationen, der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke und die Planerverbände vertreten sind. Ziel von *Swissolar* ist es, den Markt gemeinsam zu bearbeiten und so Synergien zu nutzen. Aber auch die vom Ressort ausgelösten Aktionen werden sich ab 1995 auswirken. Dazu zählen vor allem die *solare Wasservorwärmung*, der *Selbstbau von Solaranlagen* sowie die mit *Solkit* bezeichneten preisgünstigen Kleinsolaranlagen. Nach Einschätzung des Ressorts ist für die nächsten Jahre mit einem beachtlichen Zubau zu rechnen, wobei die Aussichten für die thermische Nutzung besser sind als für die photovoltaische.

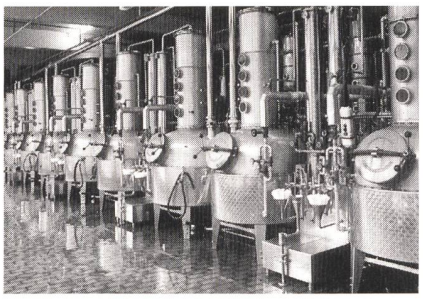

Bild 9 Schnapsbrennerei Willisau auf guten Wegen: täglich 600 kg weniger Heizöl durch Biogasnutzung (Foto: Diwisa SA).

Der gesamte Markt von Komponenten der Solarenergie weist nach Schätzungen von Fachleuten ein Volumen von rund 70 Mio. Franken pro Jahr aus, zwei Drittel entfallen auf die thermische, ein Drittel auf die photovoltaische Nutzung. In der Statistik nicht enthalten sind Zahlen zur sogenannten passiven Sonnenenergienutzung durch Fenster und andere verglaste Bauelemente. (Der Beitrag dürfte allerdings wesentlich grösser sein als derjenige der aktiven Nutzung mittels Sonnenkollektoren und Solarzellen.)

Wind

Windenergie hat in der Schweiz nur eine marginale Bedeutung: Es sind lediglich drei Anlagen im 100-kW-Bereich und einige kleinere Anlagen in Betrieb. Zwar sind Standorte mit mittleren Windgeschwindigkeiten über der kritischen Limite von 5,5 m/s durchaus vorhanden, zum Beispiel auf den Jurahöhen und in den Alpen. Für die Realisierung sind aber noch andere Hemmnisse – Stichwort: Landschaftsschutz – relevant.

Anmerkungen zur Statistik

Das Bundesamt für Energiewirtschaft hat die Ingenieurgemeinschaft Dr. Eicher+Pauli AG mit der Führung einer schweizerischen Statistik der *Nutzung erneuerbarer Energien* beauftragt. Ziel der Arbeit war es, die von verschiedenen Stellen zum Teil bereits seit Jahren erfassten Zahlen zu einer Gesamtstatistik zusammenzufügen. Dabei war es teilweise unumgänglich, mangels besserer Werte, auf qualifizierte Schätzungen zurückzugreifen. Die grössten Unsicherheiten bestehen bei der Nutzung von Holz, von Klärgas und von Biogas. Selbstverständlich wird die Zahlenqualität sukzessive verbessert, so dass bereits die Statistiken der folgenden Jahre mit weitgehend «harten» Zahlen aufwarten können.

«Energie 2000»: Ausgewählte Beispiele

Abwasserreinigungsanlage: Sensationelle Ergebnisse

Nicht nur der Energieverbrauch von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA), auch das Potential zu dessen Reduktion und zur vermehrten Nutzung des Klärgases wird allgemein stark unterschätzt. Allein die Energiekosten einer

Kläranlage mittlerer Grösse, die das Abwasser von 100 000 Einwohnern entsorgt, belaufen sich auf eine halbe Million Franken – 5 Franken pro Person. Damit sind diese Infrastrukturanlagen, zusammen mit den Wasserversorgungen, die grössten kommunalen Energieverbraucher. Die 960 Kläranlagen in der Schweiz verbrauchen 280 GWh Elektrizität und 55 GWh Erdöl. Davon könnten 45% durch geeignete Massnahmen, vor allem durch Optimierung der Klärbeckenbelüftung sowie durch erweiterte Klärgasnutzung, eingespart oder ersetzt werden.

Die Resultate aus der Abwasserreinigungsanlage in Weinfelden (Bild 8) haben

Bild 10 Mit Restholz Heizöl und Erdgas substituieren: Schnitzelfeuerungen in der Sägerei Aecherli in Regensdorf (Foto: Aecherli).

selbst Fachleute verblüfft. Dabei handelt es sich keineswegs um einen Einzelfall, wie weitere Fallstudien belegen. Der Elektrizitätsverbrauch liesse sich in der ARA Weinfelden um 76% reduzieren. Die Energiekosteneinsparung wird mit 400 000 Franken pro Jahr veranschlagt – bei Investitionen von 2 Mio. Franken. Die Sparquoten im einzelnen: die neue Belüftung (Geräte und Regelung) bringt 47% der Einsparung, die zusätzliche Klärgasnutzung mit Kraftwärmekopplung 39% und die übrigen 20 empfohlenen Massnahmen zusammen 14%.

Zur Beurteilung der energetischen Qualität von Abwasserreinigungsanlagen ist der Eigenversorgungsgrad ein taugliches Mittel. In Anlagen für über 50 000 Einwohnergleichwerten sollten mindestens 60% des Elektrizitätsverbrauches aus eigener Produktion stammen. Sehr gute Anlagen – darunter Weinfelden nach der Sanierung – bringen es auf einen Eigenversorgungsgrad von über 95%.

Schnapsbrennerei: Kreisläufe schliessen

Die traditionsreiche Brennerei *Diwisa* in Willisau (Bild 9) verarbeitet jährlich 5000 Tonnen Obst zu Branntwein. Dabei fallen täglich rund 100 m^3 Abwasser an, was – unter Berücksichtigung der Verschmutzung – 27 000 Einwohnergleichwerten entspricht. Die Geschäftsleitung wollte in erster Linie die Abwasserreinigungsanlage entlasten und liess für rund 3 Mio. Franken eine Anlage zur Vorbehandlung dieser Abwässer installieren. Nach einer Filtrierung fliesst das Abwasser in einen Reaktor, in dem bei Temperaturen um 35 °C und unter Luftabschluss Methangas gewonnen wird. Mit diesem Faulgas – oder Biogas – werden die grossen Öfen der Brennerei beschickt und täglich 600 kg Heizöl eingespart. Die Resultate sind in verschiedener Hinsicht sehr positiv: Die Abwasserreinigungsanlage ist entlastet, das Energiekonto wird geschont und Behörden wie auch Mitarbeiter loben die umweltfreundliche Lösung.

Geothermie im kommunalen Wärmeverbund

Der Wärmeverbund Riehen bei Basel nutzt Erdwärme aus rund 1500 m Tiefe. Die 62 °C warme Schüttung von 20 l pro Sekunde des Entnahmebrunnens wird entweder über Direktwärmetauscher – zur Anhebung des Heizungsrücklaufes – oder indirekt über Wärmepumpen genutzt. Gut 15 Mio. kWh Erdwärme strömen in das Fernwärmenetz Riehen. Blockheizkraftwerke erzeugen den für die Wärmepumpen notwendigen Strom. Zudem stehen drei Ölkessel zur Deckung der Spitzenlast zur Verfügung. Die installierte Gesamtleistung beträgt 14 MW, die Netzlänge 5,5 km. Bis heute sind 100 Liegenschaften – davon 20 kommunale – angeschlossen. Im Endausbau sollen es 160 Gebäude sein. Die gesamten Investitionskosten für Wärmeverbund, Geothermienutzung und Energiezentrale beliefen sich auf 40 Mio. Franken.

Wärmeverbund: Produzenten und Verbraucher verknüpfen

Zwölf Gemeinden des Oberbaselbiets realisieren in Ormalingen gemeinsam ein Alters- und Pflegeheim. Die Prüfung von Alternativen zu einer üblichen Ölheizung war für den Stiftungsrat des neuen Heimes, der im wesentlichen aus Gemeindevertretern besteht, ein wichtiges Postulat. Dass dabei Holz als Brennstoff in die Evaluation einbezogen wurde, ist angesichts der waldreichen Umgebung naheliegend. In einem Gewerbeareal musste zudem die Dampfheizung aus lufthygienischen Gründen saniert werden, und die im Dorf ansässigen Pioniere des Chinaschilfanbaus suchten Verwertungsmöglichkeiten für ihre Produkte. Diese Ausgangslage nahm eine Ingenieurunternehmung zum Anlass, ein Vorprojekt für einen Wärmeverbund auszuarbeiten. Die Studie wiederum bildete die Basis für die Gründung der *G*enossenschaft *E*nergie-*V*ersorgung *O*rmalingen, *GEVO*, an der die Gemeinde massgeblich beteiligt ist. Heute ist ein Teil des Verbundes bereits in Betrieb.

Im Jahr 2000 wird der Wärmeverbund Ormalingen ausgebaut sein. Drei Aggregate in der Heizzentrale sollen dann rund 100 Häuser jährlich mit 6,25 Mio. kWh Wärme versorgen. Die grössten Wärmebezüger werden das Altersheim, die kommunalen Schulgebäude und das erwähnte Gewerbeareal sein. Vier Fünftel der Wärme stammt aus dem Dampfheizkraftwerk, einer Kombination von Holzheizkessel mit Dampfüberhitzer, Dampfturbine und angeflanschtem Generator. Der Holzheizkessel mit einer Feuerungsleistung von 1,8 MW wird mit grünen Holzschnitzeln beschickt – jährlich 8000 m^3. Im 1,5-MW-Kessel entsteht Dampf mit einer Temperatur von 230 °C – im Dampfüberhitzer von 380 °C – und einem Druck von 30 bar. Dieser Dampf entspannt sich in der Turbine bis auf 1,5 bar und treibt dabei den Generator. Der Stromerzeuger leistet 160 kW und speist jedes Jahr 560 000 kWh Strom ins Netz des regionalen EVU ein. Der Abdampf aus der Turbine entlässt im Kondensator seine Wärme schliesslich ins Netz der Wärmeversorgung. Den Rauchgasen wird im Abgaskondensator Wärme mit einer Leistung von 200 kW entzogen. Vom gesamten Eintrag an Biomasse konvertiert das Kraftwerk rund 7% in Strom und weitere 78% in Wärme, der gesamte Brennstoffnutzungsgrad liegt also bei 85%.

Von den 8 Mio. kWh eingesetzter Endenergie stammen 90% aus Biomasse. Neben Grünschnitzeln, die etwa 70% des Bedarfes decken, wollen die Initianten rund 20% Chinaschilf verheizen. Der Rest wird über den Ölkessel in Wärme konvertiert. Die gesamten Projektkosten betragen – Netzkosten eingeschlossen – 8,25 Mio. Franken. Die Bezüger bezahlen die Wärme in Form einer jährlichen Grundgebühr von

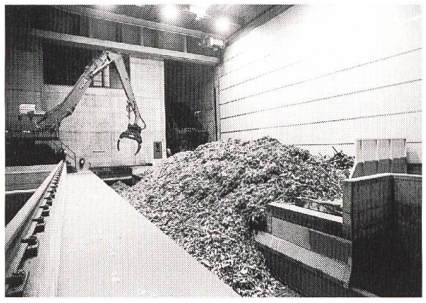

Bild 11 «Energie 2000» im grossindustriellen Massstab: Bereitstellung von Altholz in der Zementfabrik «Holderbank» Cement und Beton (Foto: HCB).

30 Franken pro kW Anschlussleistung und eines Wärmepreises von 10,8 Rappen pro kWh. Der Stromverkauf an das EVU bringt rund 100 000 Franken jährlich.

Sägerei Aecherli:
Vom Abfall zum Nebenprodukt

Die Sägerei Aecherli in Regensdorf (Bild 10) verarbeitet jährlich 2500 m^3 Festholz zu Brettern und Balken. In der Regel handelt es sich um kleine Chargen hochwertigen Holzes für langjährige Kunden. Bei der Arbeit, die von fünf Mann erledigt wird, fällt Restholz in etwa dem gleichen Volumen an (2500 m^3). Bislang lieferte die Sägerei Aecherli, wie die übrigen Betriebe, die Holzabschnitte an die Papier- oder Holzplattenindustrie. Doch heute ist dies aufgrund veränderter Marktverhältnisse nicht mehr möglich: Intelligente Alternativen sind gefragt. Paul Aecherli liess eine Holzschnitzelfeuerung mit einer Leistung von 3,2 MW installieren und verkauft heute, neben seinem traditionellen Produkt Holz, auch Wärme. Wichtigste Kundin ist die benachbarte Strafvollzugsanstalt, mit der Aecherli einen Liefervertrag über 15 Jahre aushandeln konnte. An Brennholz ist kein Mangel: Andere Sägereien machen von Aecherlis Angebot Gebrauch und liefern ihr Restholz nach Regensdorf.

Bild 12 Solare Vorwärmung in einem Mehrfamilienhaus in Biel: Kosten-Nutzen-Verhältnis besser als erwartet (Foto: Krebs AG).

Altholzfeuerung in der Zementindustrie:
Entsorgungskosten als Motor für neue Lösungen

In der Schweiz fallen jährlich 800 000 Tonnen Altholz von Baustellen, aus Hausabbrüchen und dem holzverarbeitenden Gewerbe an. Das grosse Angebot und der hohe Brennwert animierte die «Holderbank» Cement und Beton (Bild 11), die energetische Verwertung von Altholz zu prüfen: Energierohstoffe nutzen statt Abfälle verbrennen oder deponieren. Mit 70 000 Tonnen Altholz lassen sich im Zementofen 40 000 Tonnen importierte Kohle durch einen einheimischen und erneuerbaren Brennstoff ersetzen. Dieser Substitution stimmte die Unternehmensleitung allerdings nur zu, weil die Gesamtemissionen des Zementwerkes Rekingen nicht zunehmen. Die Umweltverträglichkeitsprüfung, die auch den Transport des Brennstoffes einbezieht, zeigt deutlich: Die Altholzfeuerung schneidet in jeder Beziehung gut ab.

Bild 13 Strom vom Bahndamm: Photovoltaikanlage in Riazzino (Foto: TNC-Consulting).

Solare Vorwärmung:
Kalte Wärme bringt gute Resultate

Solare Vorwärmung ist der gängige Ausdruck für eine bivalente Warmwasseraufbereitung, die 25–35% der notwendigen Wärmeenergie mit Sonnenkollektoren gewinnt, die restliche Energie kommt von der Steckdose oder vom Ölkesssel. Der niedrige Deckungsgrad verbessert den Ertrag pro m^2 Sonnenkollektor bzw. je investierten Franken, weil mit sinkender Kollektortemperatur der Wirkungsgrad steigt. Auf einem Mehrfamilienhaus in Biel (Bild 12) sind 150 m^2 Sonnenkollektoren installiert, die zu spezifischen Kosten von 0,2 Fr./kWh jährlich 90 000 kWh Wärme liefern. Die Investitionskosten beliefen sich auf 1130 Fr./m^2 oder 170 000 Franken insgesamt. Die solare Vorwärmung ist – scharf kalkuliert – zweifelsohne nicht wirtschaftlich, dafür sind die fossilen Energieträger zu billig. Immerhin liegen diese Solaranlagen aber sehr nahe an der Wirtschaftlichkeitsgrenze und haben nur geringe Mehrkosten für die Mieter zur Folge – um 2 Franken pro Person und Monat.

Photovoltaik: Solare Stromerzeugung am Bahndamm

Locarno, liegt eine vielbeachtete Photovoltaikanlage längs der Eisenbahnlinie (Bild 13). Am Bahntrassee, auf einer Länge von 365 m, sind 864 PV-Module mit einer Leistung von 100 kW aufgeständert. Der Jahresertrag beläuft sich auf 110 000 kWh, 40% davon fallen im Winter an. Der von der Sonne erzeugte Gleichstrom wird über selbstgeführte Wechselrichter dreiphasig ins Netz des örtlichen EVU eingespiesen. Die Anlage hat 2 Mio. Franken gekostet – rund 19 000 Franken pro kW installierter Leistung.

Statistische Quellen

Schweizerische Gesamtenergiestatistik, 1993, Bulletin SEV/VSE, Nr. 12/Juni 1994.

Kaufmann, U.: Schweizerische Statistik der Nutzung erneuerbarer Energien, Zwischenbericht. Juni 1994. Dr. Eicher+ Pauli AG, 4410 Liestal.

Utilisation d'énergies renouvelables en Suisse

En 1993, quelque 5% de la demande de chaleur suisse étaient couverts par des énergies renouvelables. La même année, la production d'électricité suisse était obtenue, à raison de 60%, à partir de la force hydraulique et à raison de près de 0,8% des «nouvelles» énergies renouvelables.

Une vue d'ensemble du rôle des agents énergétiques renouvelables en Suisse vient d'être établie pour la première fois. Quelques chiffres se fondent, il est vrai, sur des estimations et devront encore être précisés. Ils n'en donnent pas moins une idée de l'évolution de ces installations. De plus, ils permettent de les comparer avec les objectifs du programme fédéral «Energie 2000».