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: 80 (1989)

Heft: 10

Artikel: Strom aus Sonnenenergie und Deponiegas im Netz der BKW

Autor: Bertschinger, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903676

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: 10.12.2025

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

Strom aus Sonnenenergie und Deponiegas im Netz der BKW

A. Bertschinger

Die photovoltaische Stromerzeugung wie auch die Nutzung von Deponiegas sind Gegenstand verschiedener Projekte und Pilotanlagen, die derzeit bei der BKW bearbeitet werden. Der Beitrag gibt eine Übersicht über die verschiedenen Vorhaben und Anlagen und zeigt deren Möglichkeiten und Grenzen auf.

Les FMB étudient actuellement divers projets et installations pilotes portant sur la production d'électricité d'origine solaire et sur l'utilisation de gaz de décharge. L'article donne un aperçu des divers projets et installations tout en montrant leurs possibilités et leurs limites.

Adresse des Autors
Dr. *Andres Bertschinger*, Chef Abteilung für Anwendungstechnik, Bernische Kraftwerke AG (BKW), Viktoriaplatz, 3000 Bern 25.

1. Photovoltaische Stromerzeugung

«Phalk 500 Mont-Soleil» ist ein schweizerisches Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekt. Es umfasst die Planung und Realisierung eines nach heutigem Stand technisch und wirtschaftlich optimierten Solarzellenkraftwerkes mit etwa 500 kW Spitzenleistung. Das Projekt soll ausgedehnte Möglichkeiten für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowohl am Gesamtsystem als auch an einzelnen Komponenten bieten. Der gewählte Standort soll repräsentativ für Gebirgsstandorte mittlerer Höhe in der Schweiz sein.

Im Sommer 1988 hat sich ein Konsortium, bestehend aus der BKW und der Elektrowatt AG, konstituiert mit dem Ziel, das Projekt zu realisieren. Weitere Unternehmen aus Elektrizitätswirtschaft und der Industrie haben die Absicht, dem Konsortium ebenfalls beizutreten. Auch der Kanton Bern ist am Projekt sehr interessiert und wird voraussichtlich einen Teil der Anlagekosten übernehmen. Für die mit dem Projekt verbundenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beabsichtigt das Konsortium, Bundesmittel bzw. Beiträge des Nationalen Energieforschungsfonds zu beantragen. Namhafte Forschungsinstitute und Ingenieurschulen haben ihr Interesse an dem Projekt angemeldet. Es ist damit zu rechnen, dass sich im Umfeld des «Phalk 500 Mont-Soleil» ein schweizerisches Zentrum der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet grosser Photovoltaik-Systeme bilden wird.

Die im Rahmen der Vorarbeiten durchgeführten Standortstudien zeigten, dass es für eine Anlage dieser Grösse viele Standorte gibt, welche die technischen Kriterien wie Besonnung, Lage, Zugänglichkeit usw. erfüllen. Die Wahl fiel deshalb auf einen Standort, der zusätzlich die Anforderungen in bezug auf Landschaftsschutz, Besitzverhältnisse, Akzeptanz bei Behörden und Bevölkerung gut erfüllen sollte. Ein Grundstück von etwa 2 ha Grösse an einem leichten Südhang des Mont-Soleil bei St. Imier im Berner Jura erfüllt alle Bedingungen in nahezu idealer Weise.

Im Solarzellenfeld wird die Sonnenstrahlung in Elektrizität (Gleichstrom) umgesetzt. Dieser Gleichstrom wird im Wechselrichter in einen netzkonformen Wechselstrom umgewandelt und über einen Transformator in die den Standort überquerende 16-kV-Leitung eingespiesen. Ein Leitsystem sorgt für einen automatischen Betrieb im optimalen Arbeitspunkt. Wechselrichter und Leitsystem bilden eine Einheit und stellen den technisch anspruchsvollsten Teil der Anlage dar.

Die wichtigsten technischen Daten:

Sonnenstand: Höhe	43	°
Azimut	0	°
Leistung des Kraftwerkes am Netz	500	kW
bei		
- Einstrahlung auf Panelebene	1000	W/m²
- Lufttemperatur	20	°C
Jahresenergie-Ertrag ca.	725 000	kWh
Betriebsspannung des Solarzellenfeldes	ca. 700	V
Strom bei Nennbetrieb	ca. 800	A
Panelfläche total	ca. 4000	m²
Grundstückfläche	ca. 2000	m²

Die Investitionen für die Anlage liegen im Bereich von rund 8 Mio Franken. Darin nicht eingeschlossen sind Aufwendungen für das mit dem Projekt verbundene Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Bei einem berechneten Energieertrag von rund

BKW fördern die Erprobung kleiner Solarstromanlagen

Die Bernischen Kraftwerke AG (BKW) fördern den Anschluss und die Erprobung kleiner photovoltaischer Stromerzeugungsanlagen. Sie verzichten auf die getrennte Messung der gelieferten und der bezogenen Energie und besorgen so kostenlos die «Veredelung». Die BKW übernimmt demnach die überschüssige, vom Produzenten nicht benötigte Energie und liefert sie gemäss dessen tatsächlichem Bedarf wieder zurück, also auch zeitlich konzentriert.

Diese Regelung gilt ab der laufenden Abrechnungsperiode für Solarstromanlagen mit einer Leistung bis zu 3 Kilowatt, wie sie vorwiegend von Privatpersonen mit erheblichem zeitlichen und finanziellen Aufwand betrieben werden. Sie wurde mit Rücksicht auf das technische Entwicklungspotential und die mangelnde Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen getroffen. Damit wird ein Beitrag an die Erprobung dezentraler Solarstromproduktion geleistet und die Weiterentwicklung mit Blick auf eine verbesserte Wirtschaftlichkeit unterstützt.

Die in den Genuss dieser Förderungsmassnahme gelangenden Kunden und die weiteren interessierten Kreise wurden von der BKW entsprechend orientiert.

725 000 kWh pro Jahr ergeben sich Gestehungskosten für die Solarelektrizität von 70–80 Rappen je kWh. Verglichen mit konventionellen Elektrizitätserzeugungsanlagen sind die Stromkosten bei diesem Projekt noch sehr hoch, wenn auch bedeutend niedriger als bei früheren vergleichbaren Anlagen. Es darf daher nicht vergessen werden, dass es sich bei diesem Projekt nicht um ein kommerzielles, sondern um ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt handelt. Diese Art Stromerzeugung ist noch jung und hat zweifellos noch ein beträchtliches Verbilligungspotential. Was den Energiewirtschafter noch interessieren mag, ist die Produktionscharakteristik der Anlage. Durch die auf dem Mont-Soleil im Vergleich zum Mittelland grosse Sonnenscheindauer im Winter ergibt sich ein relativ hoher Anteil des Winterhalbjahres von rund 40% der Jahresproduktion.

Das hier beschriebene Projekt stellt zweifellos einen Meilenstein auf dem Weg zur Einführung der photovoltaischen Stromerzeugung in der Schweiz dar. Damit diese Erzeugungsart einen spürbaren Beitrag an unsere Elektrizitätserzeugung liefern kann, sind allerdings noch grosse Anstrengungen nötig. Um 1% des heutigen Strombedarfes mit Solarzellenanlagen zu decken, wird eine Grundfläche von rund 10 km² benötigt. Anderseits lässt sich die Solarzellentechnik durch ihre Modularität gut in bauliche Strukturen eingliedern; damit können – was in unserem Land besonders wichtig ist – wertvolle Landflächen doppelt genutzt werden. Neben dem Problem des Flächenbedarfs stellen die immer noch hohen Kosten der Solarzellenanlagen das wesentliche Hemmnis für eine rasche, grossmassstäbliche Einführung dar. Sowohl bei den Solarzellen selbst als auch bei der Elektronik sind massive Kostensenkungen nötig, um eine Konkurrenzfähigkeit zu erreichen. Intensive Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen, aber auch eine Erweiterung des heute sehr schmalen Marktes, können hier Fortschritte bringen.

2. Deponiegas-Verstromungsanlage Teuftal

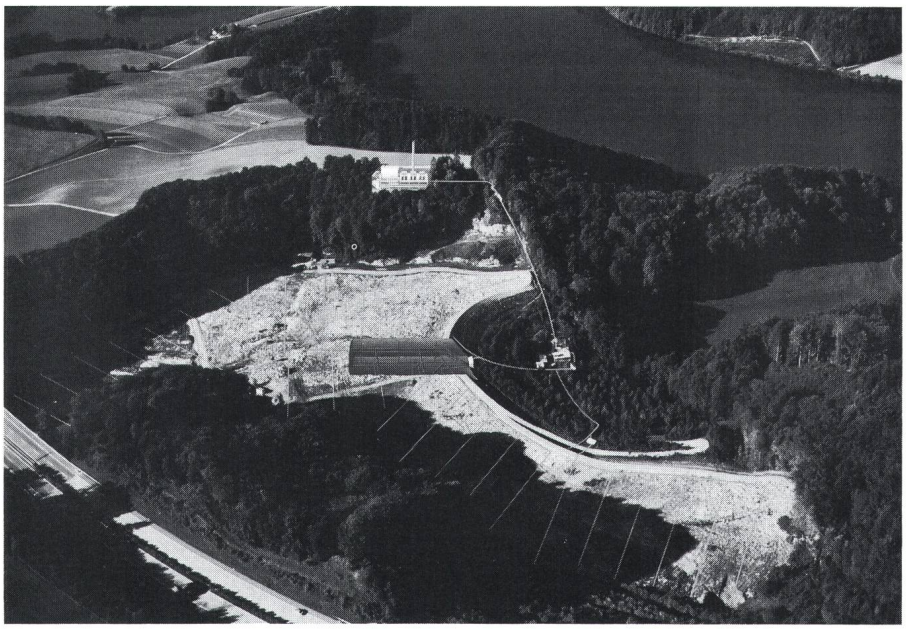
In einer Kehrichtdeponie entstehen Gase mit einem hohen brennbaren Anteil. Um Geruchsimmissionen zu vermeiden, müssen sie aus der Deponie abgesaugt und verbrannt werden. Dabei werden sie meist ungenutzt abgefackelt.

Dies ist bisher auch in der Kehrichtdeponie Teuftal bei Mühleberg der Fall. Nur ein unbedeutender Teil wird zur Beheizung der Betriebsgebäude der Deponie Teuftal AG (Detag) verwendet.

Für die Verwertung der Deponiegase kommen vor allem Anwendungen mit Umwandlung der chemischen Energie durch Verbrennung in Wärme oder mittels Wärmekraftmaschinen in mechanische Energie und mit Generatoren schliesslich in elektrischen Strom in Frage. Weitere Verwertungsmöglichkeiten könnten die Trocknung von Klärschlamm oder von Gemüse sein.

Für die Verstromung obiger Energiemengen stehen Gasmotor- und Gasturbinenaggregate im Vordergrund. Gasmotoren ermöglichen wesentlich höhere elektrische Netto-Anlagenwirkungsgrade als Gasturbinen. Der Brennstoffnutzungsgrad liegt für beide Maschinentypen ähnlich.

Die Detag und die BKW sind auf Grund der verfügbaren Mengen von einheimischer Energie und nach Beurteilung der Randbedingungen (zurzeit keine namhaften Wärmeabnehmer)



Figur 1 Das grösste schweizerische Deponiegas-Kraftwerk in Teuftal

Das Deponiegas-Kraftwerk wird – wie das Modell zeigt – auf einer am nordwestlichen Talrand gelegenen Terrasse innerhalb des Geländes der Kehrichtdeponie Teuftal bei Mühleberg (Bern) erbaut.
Ab Ende 1989 wird das mit vorerst vier, später sechs deponiegasbetriebenen 16-Zylinder-Gasmotoren ausgerüstete Kraftwerk Strom für schliesslich 4000 Haushalte produzieren und ins BKW-Netz einspeisen.

übereingekommen, den überwiegenden Teil des Deponiegases mittels Gasmotoraggregaten zu verstromen.

Die BKW übernehmen das Gas in der Nähe der Verstromungsanlage, betreiben diese und sind für die Einspeisung der elektrischen Energie ins BKW-Netz besorgt.

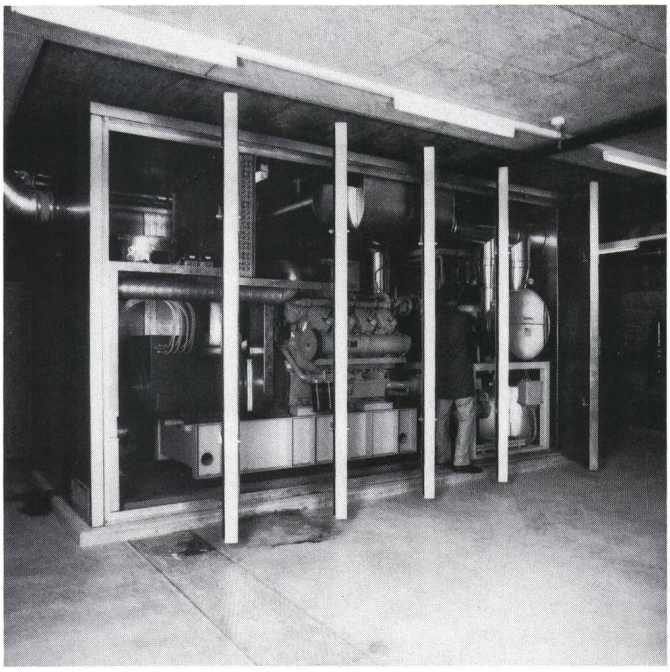
Wärmekraftmaschinen müssen die schweizerische Luftreinhalteverordnung vom Dezember 1985 einhalten. Für die Schallimmissionen gelten die Grenzwerte gemäss Lärmschutzverordnung vom 15.12.1986.

Für den Deponiegasbetrieb erprobte Gasmotoren haben heute Leistungen von 450 bis 500 kW erreicht. Entsprechend dem prognostizierten Gasaufkommen wird ein Endausbau mit sechs Gasmotoraggregaten à je etwa 450 kW geplant. Ende 1989 steht Gas für den Betrieb von vier Motoren zur Verfügung. Es werden in einer ersten Phase vorerst vier und in späteren Ausbauschritten noch die restlichen zwei Motoren aufgestellt. Das Gebäude wird von Anfang an für sechs Aggregate gebaut. Über dem Maschinenraum stehen die Motorkühler sowie die Abluftanlagen. Die Abgase der Motoren werden durch einen Kamin abgeleitet.

Dank moderner Magermotortechnik gelingt es, insbesondere die NO_x-Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung einzuhalten. Die im Deponiegas vorhandenen Spuren von Chlor- und Fluorverbindungen verunmöglichen den Einsatz eines Katalysators; sie führen im übrigen zur Versäuerung des Schmieröls, welches voraussichtlich etwa alle 800–1000 Betriebsstunden ausgewechselt werden muss.

Der Abtransport der elektrischen Energie erfolgt über ein 16-kV-Kabel zur bestehenden Leitung im nahegelegenen Dorfteil Oberei der Gemeinde Mühleberg. Signale werden mit dem Biogaswerk der Deponie Teuftal ausgetauscht und Sammelalarme aus dem Deponiegaskraftwerk werden in die regionale Leitstelle Mühleberg der BKW übermittelt.

Die Anlage ist für vollautomatischen Betrieb ausgerüstet. Personen sind lediglich für Kontrollgänge, Störungsbehebung sowie Wartungs- und Revisionsarbeiten anwesend.



Figur 2
WKK-Anlage Kühlewil

3. Wärme-Kraft-Kopplungsanlage Kühlewil

Ebenfalls der Nutzung von Deponiegas dient die Wärme-Kraft-Kopplungs-(WKK-)Anlage im Alters- und Pflegeheim Kühlewil, welche die BKW zusammen mit der Stadt Bern und der Gemeinde Köniz in Kühlewil betreibt. Diese Pilotanlage liefert wertvolle Erfahrungen und wirtschaftliche Erkenntnisse auf dem Gebiet der alternativen Stromproduktion sowie Grundlagen für den Bau weiterer WKK-Anlagen in geeigneten, dichten Wohnüberbauungen.

Kernstück der seit 1985 in Betrieb stehenden WKK-Pilotanlage ist ein Gasmotor. Als Treibstoff dient verwertbares, energiereiches Deponiegas aus der nahegelegenen geordneten Kehrichtdeponie Gummersloch. Der Motor treibt einen Generator an, welcher im Betriebsjahr 1987 elektrischen Strom für rund 150 Haushaltungen produziert hat. Die vorhandene Abwärme des Gasmotors wurde zu Heiz-
aus der nahegelegenen geordneten Kehrichtdeponie Gummersloch. Der Motor treibt einen Generator an, welcher im Betriebsjahr 1987 elektrischen Strom für rund 150 Haushaltungen produziert hat. Die vorhandene Abwärme des Gasmotors wurde zu Heiz-
zwecken verwendet. Dadurch konnten etwa 120 Tonnen Heizöl ersetzt werden.

Mit 4134 Betriebsstunden lag die Verfügbarkeit der Anlage allerdings unter dem für einen wirtschaftlichen Betrieb erforderlichen jährlichen Minimum von 5000 Stunden. Somit ergaben sich Stromgestehungskosten zwischen 18 und 19 Rappen pro Kilowattstunde.

SIEMENS-ALBIS

Information et gestion des réseaux de distribution: Sans problème avec SICAD

SICAD – La maîtrise totale du réseau

SICAD est un système interactif d'information graphique basé sur l'harmonisation parfaite de composants modulaires matériel et logiciel, permettant de réaliser toutes les applications graphiques correspondant aux standards actuels.

SICAD offre à l'utilisateur une multitude de fonctions spécifiques au réseau, telles que p. ex. contrôles de plausibilité lors de la saisie ou de la modification de conduites ou de points de jonction et analyse permettant d'évaluer la logique d'un réseau. La banque de données SICAD renferme le contexte logique de l'ensemble des données du réseau et couvre l'ensemble de la zone de distribution.

SICAD permet en outre l'intégration de calculs de réseaux et permet de ce fait l'interaction effective au niveau de la planification du réseau et des documents existants.

J'aimerais en savoir davantage sur SICAD. Envoyez-moi s.v.p. une documentation détaillée.

Nom

Entreprise

Adresse

NPA/Lieu

A envoyer à Siemens-Albis SA, Département informatique, 42, rue du Bugnon, 1020 Renens, Téléphone 021 - 631 31 11