

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: 76 (1985)

Heft: 22

Artikel: Erste Betriebserfahrungen mit einer WKK-Anlage auf Basis von Deponiegas

Autor: Wegmüller, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904714>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

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

Erste Betriebserfahrungen mit einer WKK-Anlage auf Basis von Deponiegas

K. Wegmüller

Der Betrieb einer Wärme-Kraft-Kopplungs-(WKK-)Anlage, die als Brennstoff Deponiegas verwendet, erfordert eine sorgfältige Abstimmung und Einregulierung der verschiedenen Komponenten. Das zeigte das erste Betriebsjahr der WKK-Anlage der Bernischen Kraftwerke AG in Kühlewil. Insgesamt waren die Erfahrungen mit der Anlage gut; bisher konnten bereits rund 150 000 Liter Heizöl durch Deponiegas substituiert werden.

L'exploitation d'une installation de couplage chaleur-force utilisant du gaz de décharge comme combustible exige une harmonisation minutieuse et le réglage des diverses composantes. C'est ce qu'a démontré la première année de fonctionnement de l'installation de couplage chaleur-force des Forces Motrices Bernoises à Kühlewil. Dans l'ensemble on a fait de bonnes expériences; la substitution du gaz de décharge au fuel a permis d'économiser environ 150 000 litres de fuel.

1. Ausgangslage

Im Jahre 1982 suchten die Bernischen Kraftwerke AG (BKW) nach einer Möglichkeit, eine Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage (WKK) zu erstellen und zu betreiben. Es ging darum, mit einer Pilotanlage Erfahrungen zu sammeln für die Projektierung, Ausführung und den Betrieb solcher Anlagen. Als untere Leistungsgrenze war eine elektrische Leistung von 100 kW vorausgesetzt worden.

Ende 1982 wurde im Alters- und Pflegeheim Kühlewil der Stadt Bern ein geeignetes Objekt mit genügendem Wärmebedarf und vorhandener Transformatorstation gefunden. Gleichzeitig suchte die Gemeinde Köniz Abnehmer für Deponiegas aus ihrer Kehrichtdeponie «Gummersloch». Die Kehrichtdeponie befindet sich in der Nähe des Alters- und Pflegeheimes.

Schliesslich konnten sich die drei Partner Stadt Bern, Gemeinde Köniz und BKW einigen, das Deponiegas zu nutzen. Die Gemeinde Köniz erstellte das Gasfassungssystem auf der Deponie und verkauft der BKW das Gas ab Gas-Unterstation. Die BKW erstellen und betreiben die Gastransportleitung von der Deponie zum Alters- und Pflegeheim und die WKK-Zentrale, kaufen das Gas bei der Gemeinde Köniz und verkaufen Wärme an die Stadt Bern. Die Stadt Bern stellt den Platz zum Bau des WKK-Zentralenraums zur Verfügung.

2. Kehrichtdeponie / Deponiegas / Gasfassung

In der geordneten Kehrichtdeponie «Gummersloch» werden seit 1969 die Abfälle von rund 40 000 Einwohnern abgelagert. Die jährliche Kehrichtmenge beträgt heute ungefähr 20 000 t.

Die Deponie wird noch den Kehrichtanfall für etwa die nächsten 20 Jahre fassen. Die organischen Abfälle werden von Mikroorganismen im Deponiekörper unter Luftabschluss zersetzt, bei diesem Prozess entsteht Deponiegas.

Deponiegas besteht zur Hauptsache aus Methan (CH₄) und aus Kohlendioxid (CO₂). Der Methangehalt schwankt zwischen etwa 30–50%. Der Methangehalt verschafft dem Deponiegas einen relativ hohen Heizwert. Ein m³ Deponiegas mit 50% CH₄ entspricht dem Heizwert von 0,5 m³ Erdgas oder 0,5 l leichtem Heizöl. Im Laufe von 20 Jahren entwickeln sich aus einer Tonne Haushaltabfällen durchschnittlich 180 m³ Deponiegas, die 90 m³ Erdgas oder 90 l Heizöl entsprechen. Ohne gezielte Fassung würde das Gas in die Luft entweichen und die Umwelt belasten (z.B. Geruchsemissionen). Es könnte aber auch seitlich der Deponie in den Boden eindringen, dort den Sauerstoff verdrängen und Pflanzen schädigen.

Zur gezielten Fassung des Gases sind im Deponiekörper acht vertikale Gasbrunnen (Gasdome) (Fig. 1), ähnlich Grundwasserbrunnen, eingebracht. Aus jedem Gasbrunnen führt eine Saugleitung das Gas über die Hauptsammelleitung zur Unterstation (Fig. 2). In der Unterstation ist die Gaskompressionsanlage (Seitenkanalverdichter mit Elektromotor), welche das Gas aus der Deponie saugt und in die Gastransportleitung drückt. Überschüssiges Gas wird mit der Gasfackel verbrannt (abgefackelt), damit wird eine kontinuierliche Entgasung der Deponie erreicht. Die Gasproduktion wird sich im Laufe der nächsten Jahre gegenüber heute beträchtlich vergrössern. Heute steht eine Gasleistung von etwa 550 kW zur Verfügung. Die Maximalproduktion wird mit etwa 1700 kW im Jahre 2000 erwartet, nachher wird sie wieder absinken.

Adresse des Autors

Kurt Wegmüller, Bernische Kraftwerke AG (BKW),
3000 Bern 25



Fig. 1
 Einer der acht
 Gasdome. Beim
 Auffüllen der Deponie
 kann er entsprechend
 hochgezogen werden

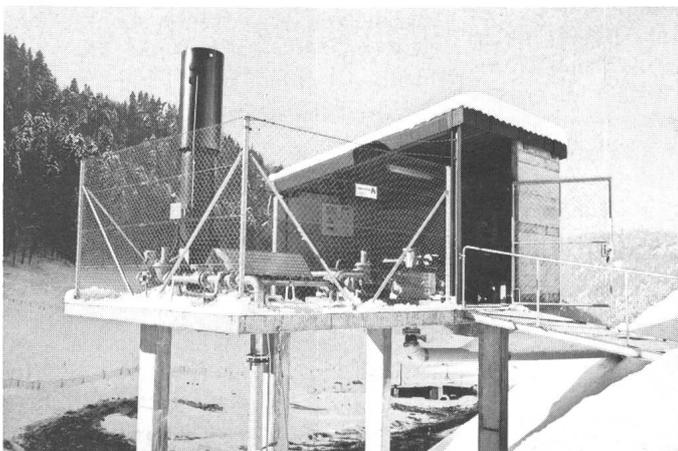


Fig. 2
 Die Gas-Unterstation
 mit Kompressions-
 anlage und
 Abfackeleinrichtung

3. Gastransport / Gasverwertung

Ab Unterstation wird das Gas in einer 740 m langen Polyäthylenleitung (Gas-Transportleitung) mit Nennweite 125 mm in die WKK-Zentrale im Alters- und Pflegeheim Kühlwil transportiert.

Die Verwertung des Gases erfolgt primär mit einer Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage (Fig. 3). Diese besteht aus einem achtzylindrigen Gas-Ottomotor mit angekoppeltem Synchron-generator zur Stromerzeugung. Die Abwärme des Motors wird mittels Wärmetauschern aus dem Kühlwasser und dem Auspuffgas zurückgewonnen und einer Wasser-Wärmespeicher-Anlage zugeführt. Die Wärme dient dem Heim zur Raumheizung und Brauchwarmwasserbereitung. Der erzeugte elektrische Strom wird in der Transformatorstation des Heims in die Niederspannungsverteilung eingespeisen.

In der Heizzentrale des Heims befindet sich ein Gasheizkessel, der ebenfalls mit Deponiegas betrieben wird. Je nach Gasmenge und Wärme-

menge vom Gaskessel geliefert.

Zur Deckung von Wärmebedarfs-
 spitzen und bei Störungen der Gasver-
 sorgung ist in der Heizzentrale ein Öl-
 Heizkessel vorhanden.

Die ganze Anlage ist mit einer
 speicherprogrammierbaren Steuerung
 gesteuert und läuft vollautomatisch
 (Fig. 4). Die WKK kann für elektri-
 sche Spitzenlast, sofern gleichzeitig
 Wärmebedarf vorhanden ist, oder
 nach Wärmebedarf gefahren werden.

4. Technische Daten

- Wärmeleistungsbedarf Alters- und Pflegeheim	1100 kW
- Jährlicher Wärmebedarf Alters- und Pflegeheim	2100 MWh
- Daten WKK:	
Erforderliche Gasmenge bei 50% CH ₄	etwa 112 m ³ /h
Elektrische Leistung	160 kW
Thermische Leistung	300 kW
Wirkungsgrad	etwa 82 %
Jährliche Betriebszeit	etwa 5000 h
Jährliche Wärmeproduktion	etwa 1450 MWh
Jährliche Stromproduktion	etwa 780 MWh

5. Bisherige Betriebserfahrungen

Die Anlage hat ihren Betrieb im Ok-
 tober 1984 aufgenommen. Nach nicht
 ganz einem Jahr Betrieb hat die WKK
 etwa 2300 Betriebsstunden hinter sich,
 und die gesamthaft produzierte Nutz-
 energiemenge beträgt:

bedarf können die WKK und der Gas-
 kessel einzeln oder gleichzeitig laufen.
 Die WKK wird hauptsächlich wäh-
 rend der Heizperiode betrieben, im
 Sommer wird die notwendige Wärme-

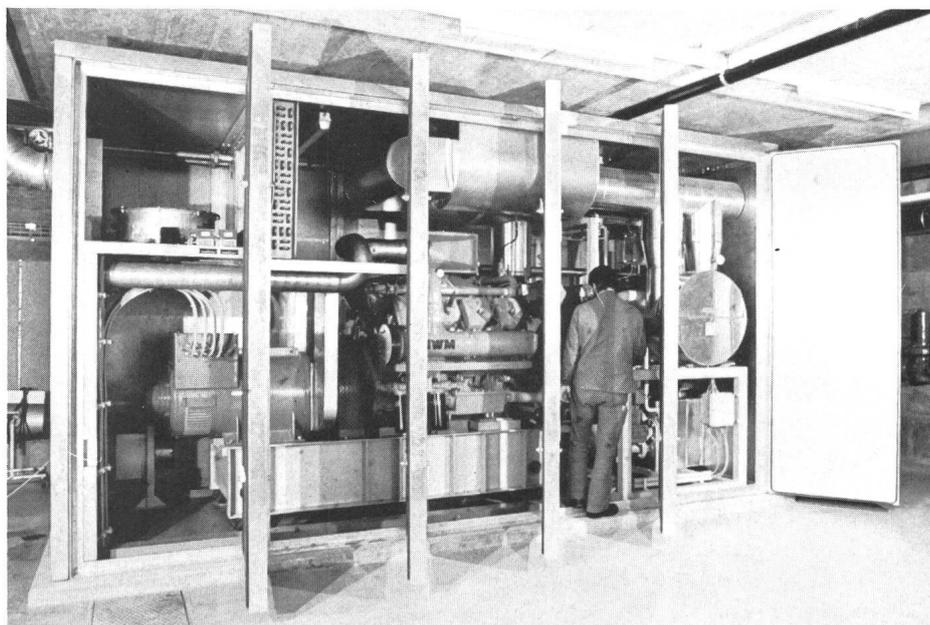


Fig. 3 Das WKK-Modul mit geöffneten Türen der Schallschutzhaube

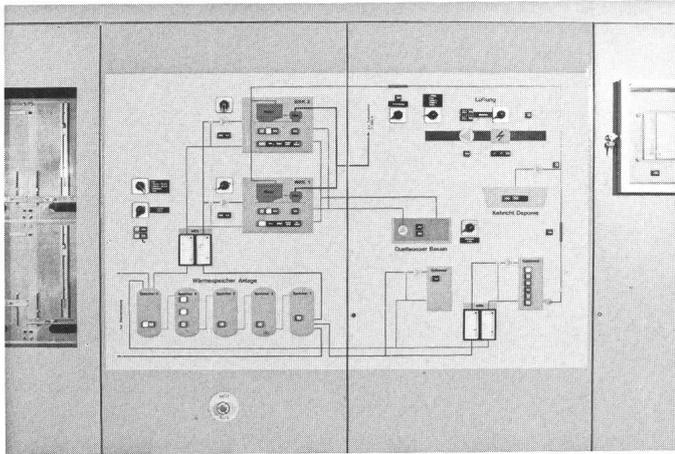


Fig. 4
Der Schaltschrank der
WKK-Anlage mit
Blindschaltbild

durch Programmänderung (Software) und/oder Einstellung der bestehenden Steuerungen und Regelungen zu beheben.

Insbesondere für die optimale Bewirtschaftung der Wärmespeicher ist eine saubere Temperaturschichtladung und -entladung von entscheidender Bedeutung. Alle drei Wärmeerzeuger WKK, Gas- und Ölheizkessel müssen deshalb mittels Temperatur-Hochhalterregelung auf eine konstante Ladetemperatur von 85–90 °C eingestellt werden. Diese Forderung bedingt andere Einstellwerte, als bei der traditionellen Rücklauf-Hochhalterregelung üblich sind, was anfangs nicht durchwegs für alle beteiligten Fachleute verständlich war. Generell sind die Erfahrungen mit der beschriebenen Anlage gut und keine grundsätzlichen Mängel aufgetreten.

6. Ausblick

Das Potential für derartige Biogas-Anlagen ist beschränkt. Bio- und Deponiegasquellen sind in der Regel kleine lokale Vorkommen, angepasst an die Grösse der Tierhaltung oder der Deponie.

Eine der grössten Anlagen in der Schweiz ist die Deponie Teuftal bei Mühleberg. Sie wird im Maximum eine Leistung von etwa 8 MW thermisch, bei Umwandlung in Strom ungefähr 2,5 MW elektrisch liefern. Um eine entsprechende Produktion wie das Kernkraftwerk Mühleberg sicherzustellen, müsste man über die Zeit von 25 Jahren im Mittel mehr als 250 solcher Gasdeponien bewirtschaften. Dass derartige Mengen an Biogas nicht zur Verfügung stehen, ist ohne weiteres verständlich. Dies soll aber nicht davon abhalten, alle Möglichkeiten zu prüfen und im Rahmen wirtschaftlicher Grenzen zu nutzen. Die BKW sind gewillt, dieses Potential konstruktiv anzugehen. Die Erwartung, damit unsere Stromversorgungsprobleme lösen zu können, wäre aber eine Illusion.

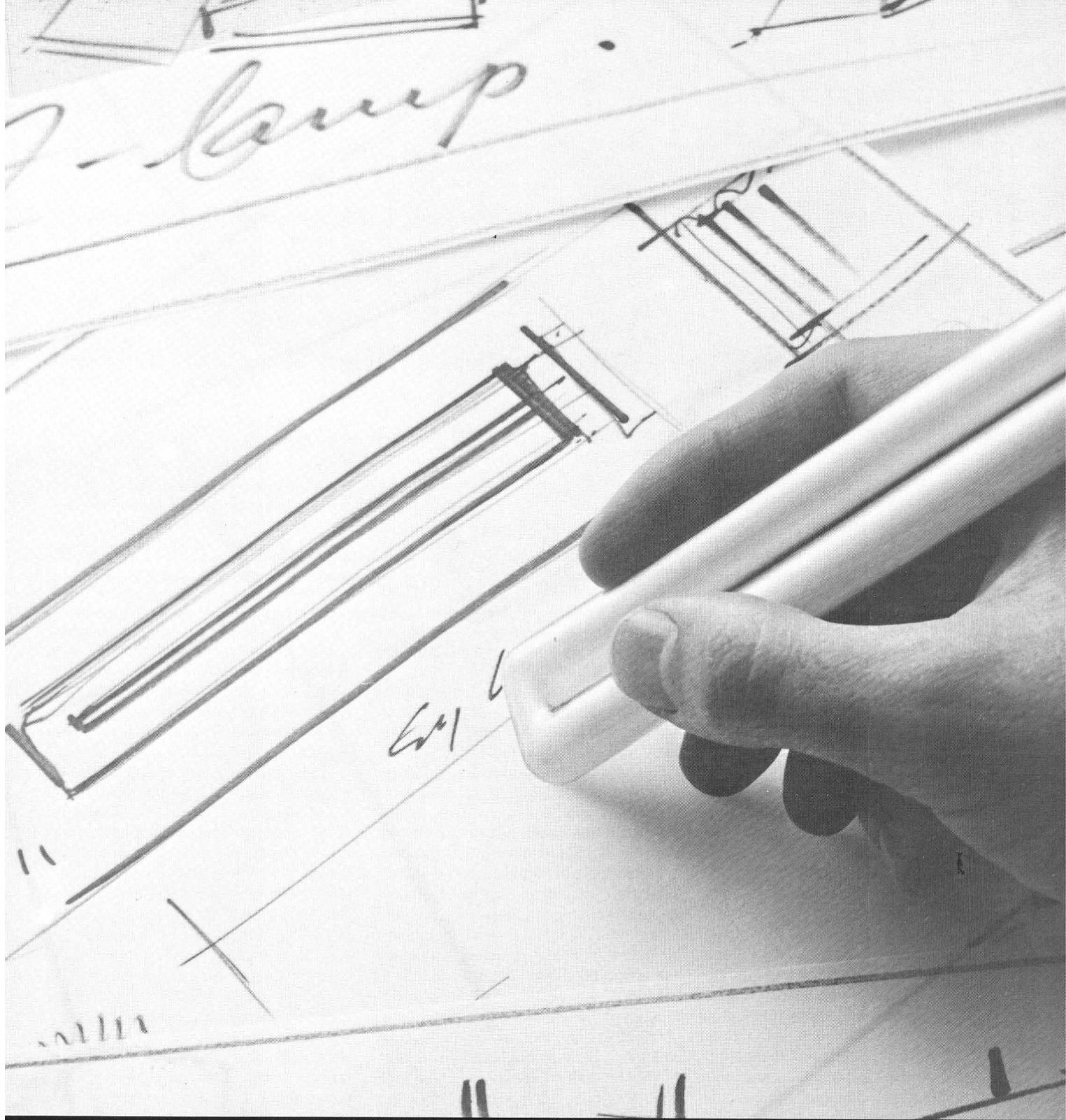
- 699 MWh Wärme durch die WKK
- 531 MWh Wärme aus dem Gaskessel
- 336 MWh Elektrizität

In dieser Zeit wurden also bereits etwa 145 000 l Heizöl mit Deponiegas substituiert. Diese Zeit kann als Inbetriebsetzungs-, Test- und Erfahrungssammelzeit betrachtet werden, weshalb die WKK noch nicht die volle Betriebsstundenzahl von 5000 Stunden erreichte. Da die Schadstoffanteile Schwefelwasserstoff, Chlor- und Fluorverbindungen im Deponiegas nicht bekannt waren, wurde bereits nach 50 Betriebsstunden des Motors ein Ölwechsel ausgeführt und eine Ölanalyse erstellt. Anschliessend waren die Ölwechsel auf 200, 500 und 950 Betriebsstunden angesetzt und Ölanalysen alle 150 Stunden. Mit diesen Massnahmen sollte ein Korrosionsschaden am Motor, wie er bei ähnlichen Anlagen in Deutschland aufgetreten ist, vermieden werden. Nach 950 Betriebsstunden ist ein Pleuellager ausgebaut worden, wobei geringe Korrosions Spuren festzustellen waren, deren Herkunft möglicherweise auf oben erwähnte Schadstoffe zurückzuführen ist. Momentan werden deshalb die Ölwechsel alle 200 Stunden ausgeführt. Nach neuesten Erkenntnissen wird

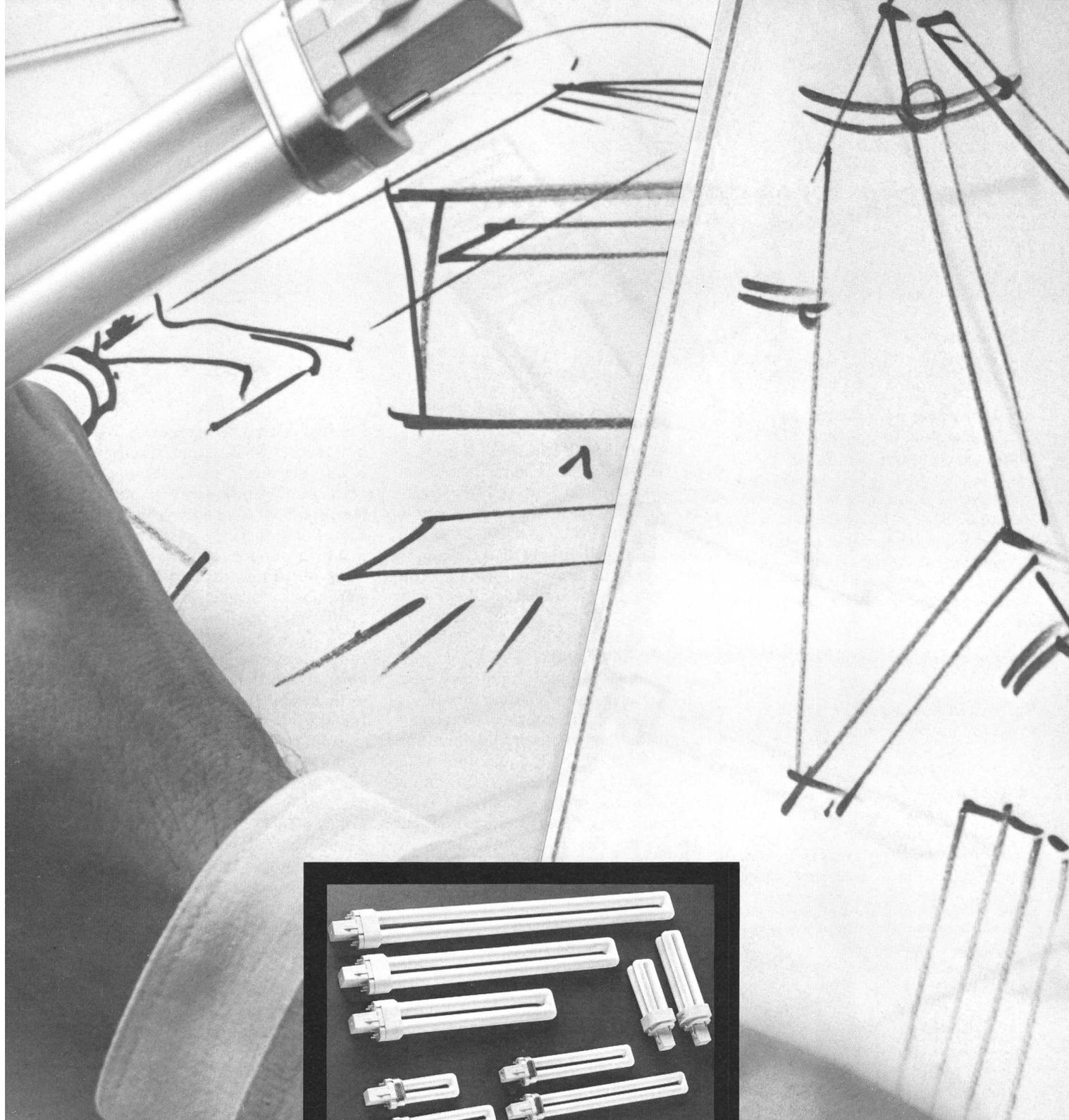
aber eine Verlängerung dieses Intervalls möglich sein.

Der Brennstoff Deponiegas ändert immer wieder seinen Heizwert. Schwankungen des Methangehalts von 30–50% sind möglich. Damit der Motor ein konstantes Brennstoffgemisch erhält, muss der Gas-Eingangsdruk am Motor dem sich ändernden Heizwert angepasst werden. Diese Aufgabe erfüllt das Heizwert- bzw. Wobbezahl-Analysegerät. Dieses Gerät misst dauernd, auch bei Stillstand des Motors, den Heizwert des Gases und regelt den zugehörigen Eingangsdruck. Damit ist ein optimaler Betrieb und ein automatischer Start des Motors überhaupt erst möglich. Die Startbedingungen können infolge Heizwertänderungen des Gases von einem Stopp zum nächsten Start sehr verschieden sein. Mit den heute vielfach verwendeten Restsauerstoff-Regelungen im Abgas könnten die Startbedingungen nicht erfüllt werden. Die Mehrinvestition für das eingebaute Heizwert-Messgerät hat sich gelohnt.

Während des Betriebes zeigten sich auch Fehler bei den Schnittstellen der übergeordneten Steuerung (speicherprogrammierbare Steuerung) zur WKK-Modulsteuerung und an den Schnittstellen Wärmespeicher-Wärmeerzeuger. Die Fehler waren alle



**Diese Lampe bestimmt
den Leuchten-Stil von morgen.**



Lynx

Energiesparende Kompakt-Leuchtstofflampen mit breitem Einsatzspektrum.

Mit den neuen Lynx Kompakt-Leuchtstofflampen von Sylvania bietet sich die seltene Gelegenheit, völlig neuartige Leuchten zu entwickeln, anzubieten oder zu gebrauchen. Leuchten, die ästhetisch **und** funktionell überzeugen und die im Stromverbrauch den Anforderungen der Zukunft gerecht werden.

Kompakt, flach und äusserst sparsam im Stromverbrauch, verbessern sie die Lichtausbeute gegenüber herkömmlichen Glühbirnen um das Vierfache – und ihre Lebensdauer ist fünfmal länger.

Für die vielen Einsatzbereiche dieses Lampentyps finden Sie in der Lynx-Familie 3 unterschiedliche Sorten:

Lynx-S (5W, 7W, 9W, 11W): für Tisch- und Büroleuchten, für Wand- und Deckenleuchten, innen und aussen, für Sicherheitsleuchten und Ähnliches.

Lynx-D (10W, 13W): für versenkte oder tiefhängende Deckenleuchten, für Tisch- und Stehlampen, im Wohnbereich überall dort, wo normale Glühbirnen ersetzt werden können.

Lynx-L (18W, 24W, 36W): für den Arbeits- und den kommerziellen Bereich in

Büros, Werkstätten und Läden. Dort wo ständig das Licht brennt und wo mit relativ kleinen Leuchten optimale Lichtverhältnisse geschaffen werden müssen.

Wer heute an die Leuchten von morgen denkt, weiss wie wichtig Stromeinsparung, Funktionalität und Ästhetik sind. Mit der Lynx von Sylvania hat er die richtigen Voraussetzungen.

SYLVANIA

GTE

Gutes Licht. Besseres Licht.