

# Energieversorgungskonzept

## dargestellt am Beispiel der Stadt Schlitz

### von Dr. E. Siefert und Dipl.-Ing. R. Zimpfer

Das Battelle-Institut e.V., Frankfurt, wurde im Dezember 1985 von der Stadt Schlitz beauftragt, im Rahmen anstehender Erneuerungs- und Sanierungsvorhaben bei den Stadtwerken, ein umweltfreundliches Energieversorgungskonzept für die Stadt zu erarbeiten. Die Untersuchung wurde aufgrund des Hessischen Energiespargesetzes (HEnSpG) vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft und Technik gefördert.

Die Stadt Schlitz besitzt im größten Teil ihres Gemeindebereiches ein eigenes elektrisches Versorgungsnetz. Von den Stadtwerken werden zwei Wasserkraftanlagen mit etwa 260 kW Spitzenleistung und zur Spitzenlastsicherung ein Dieselaggregat mit 750 kW betrieben. Darüber hinaus liegen im Einzugsgebiet der Stadtwerke vier private Wasserkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 225 kW. Insgesamt decken die Stadtwerke etwa 5 % des gesamten Strombedarfs der Gemeinde ab. Der restliche Strombedarf wird von dem regionalen Energieversorgungsunternehmen OVAG geliefert.

Im Bereich der Stadt sind zum Teil Gasversorgungsnetze verlegt und die Gaslieferung ist durch Konzessionsverträge mit der Osthessengas geregelt. Somit war eine gute Ausgangsbasis für die Entwicklung eines umweltfreundlichen Energieversorgungskonzepts gegeben.

### Ziele

Das nun vorliegende Energiekonzept wurde mit dem Ziel erstellt:

1. Einzelne Bürger, die Stadtverwaltung sowie Gewerbebetriebe bei energiesparenden Maßnahmen zu beraten und über Fördermöglichkeiten zu informieren.
2. Energieverbrauchsschwerpunkte in der Stadt zu identifizieren.
3. Den Stadtwerken Möglichkeiten für eine erweiterte Stromerzeugung aufzuzeigen.
4. Vorschläge für den Einstieg in den Wärmemarkt (Nahwärmekonzepte) zu erarbeiten.
5. Die Stadtwerke bei der Sanierung der Wasserkraftanlagen zu unterstützen.
6. Möglichkeiten zur Nutzung von Biomasse (Biogasgewinnung, Holzhackschnitzelverwertung) zu untersuchen.

Primärenergieeinsparung und die damit verbundene Umweltentlastung waren übergeordnete Gesichtspunkte.

Dem Energiekonzept liegt eine an der Umsetzung orientierte Vorgehens-

weise zugrunde. Es wurden von vornherein nur solche Überlegungen weiterverfolgt, die schon im Ansatz Aussicht auf Realisierung boten.

### Energieeinsparberatung

Zur Datenerhebung für die Konzeptplanung und als Grundlage für die EDV-gestützte Energieberatung wurde im Januar 1986 in Schlitz eine Fragebogenaktion bei privaten Haushalten und öffentlichen Gebäuden durchgeführt und später auf Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe ausgedehnt.

Die Umfrageaktion wurde in der Lokalpresse angekündigt, die in der Folgezeit wöchentlich die Bürger auf das kostenlose Beratungsangebot im Rahmen des Energieversorgungskonzeptes hinwies und über den Stand der Aktion berichtete.

Als Ansprech- und Energieberatungsstelle wurde vom Magistrat das Sanierungsbüro im Stadtzentrum von Schlitz für den Zeitraum der Beratungsaktion zur Verfügung gestellt.

An die Schlitzer Haushalte wurden insgesamt 1200 Fragebögen verteilt. Die Beteiligung an der Aktion lag mit

380 Rückantworten recht hoch, was u.a. auf das Engagement der Schlitzer Stadtverwaltung, das rege Bürgerinteresse und die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Energieversorgungskonzeptes zurückzuführen war.

Die wichtigsten Umfrage- und Beratungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Ungefähr 100 Hausbesitzer nutzen das Angebot des Energiebüros für eine kostenlose EDV-gestützte Einzelberatung /1/, /2/. Die Mehrzahl der beteiligten **Schlitzer Haushalte** besitzt zum Teil erheblich überdimensionierte Heizkesselanlagen (**s. Vergleich Bild 1 und Bild 2**) oder mangelhafte Heizungsregelung. Durch bauliche Wärmeschutzmaßnahmen im Wohnhausbestand und Modernisierung von Heizungsanlagen lassen sich ca. 30 bis 40 % des bisherigen Heizenergieverbrauches einsparen. Eine optimale Wärmedämmung von Fachwerkhäusern, die im historischen Stadtbild von Schlitz häufig anzutreffen sind, ist nicht ohne weiteres möglich, da u.U. wegen des verminderten Feuchtigkeitstransportes Schäden im Fachwerk entstehen können; hier besteht ein akuter Beratungsbedarf der Fachwerkhausbesitzer durch die von der Stadt beauftragten Sanierungsplaner.

### Bandbreite des Raumwärmebedarfs

#### Ergebnisse der Umfrageaktion in Schlitz

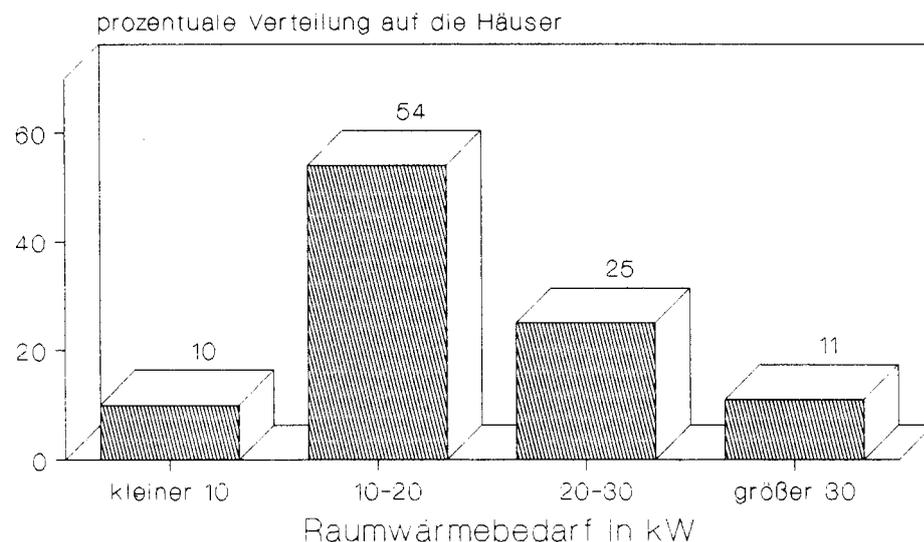


Bild 1

(Eine Bürger-Informationsversammlung über Altstadtsanierung in Schlitz und Wärmedämmung von Fachwerkhäusern wurde von Battelle sowie dem Fortbildungszentrum für Handwerk und Denkmalpflege Propstei Johannesberg, Fulda, mitveranstaltet.) /3/

2. Durch Wärmedämmmaßnahmen, insbesondere im Dachbereich, **siehe Bild 3**) und Modernisierung von Heizanlagen können überschlägig etwa 20 % des Heizenergieverbrauchs in den **städtischen Gebäuden** eingespart werden. Aufgrund der historischen Bausubstanz und der Fachwerkfassaden ist eine optimale Wärmedämmung bei den meisten städtischen

Gebäuden nicht möglich bzw. sinnvoll.

3. In den meisten **Gewerbebetrieben** wurden Überlegungen zur Energieeinsparung durchgeführt, da jede Kosteneinsparung Wettbewerbsvorteile mit sich bringt. Es fehlt jedoch an Aufklärung über Fördermöglichkeiten und kontinuierlicher Beratung bei der Durchführung von Energiesparmaßnahmen; gerade kleinere Betriebe sind dabei häufig überfordert. Nennenswerte Abwärmepotentiale, die in ein Nahwärmekonzept (Burgenring) eingebunden werden können, sind in der Brauerei vorhanden.

## Wärmeverbrauchs-schwerpunkt Stadtkern (Burgenring)

Der mittelalterliche Schlitzer Stadtkern wird geprägt durch Fachwerkbauten, die etwa 90 % der Bausubstanz ausmachen und im Hinblick auf die Wärmedämmung im Zusammenhang mit dem Denkmalschutz Probleme aufwerfen.

In der Schlitzer Altstadt zeichnet sich der sogenannte Burgenring durch eine vergleichsweise hohe Wärmebedarfsdichte aus. Dort befinden sich mehrere größere Gebäude, wie die Ottoburg, die Vorderburg, das Rathaus, das evangelische Pfarr- und Gemeindehaus, sowie die Hinter- und Schachtenburg, von denen einige in städtischem Besitz sind. Aufgrund der vorhandenen Wärmeverbraucher und der ohnehin im Rahmen der Altstadtsanierung geplanten Kanalisations- und Pflasterarbeiten bietet der Burgenring günstige Voraussetzungen für die Verwirklichung eines Nahwärmekonzepts im Schlitzer Stadtkern.

Im Burgenring wurden insgesamt 15 Gebäude im Hinblick auf eine Nahwärmeversorgung ausgewählt und näher untersucht. Bei der Auswahl der Gebäude spielten der Wärmebedarf bzw. Heizenergieverbrauch und die Besitzverhältnisse eine entscheidende Rolle. Die auftretende Wärmehöchstlast der ins Auge gefaßten Gebäude beträgt etwa 700 kW. Bei der Planung des Burgenring-Konzeptes (s. Bild 4) sowie der Auslegung mit Hilfe eines Rechenprogramms /4/ wurde davon ausgegangen, daß das Nahwärmenetz in mehreren Stufen aufgebaut wird. Die Wärmeerzeugung soll durch 2 kleine gasbetriebene Blockheizkraft-Aggregate (mit jeweils 90 kW thermischer Leistung) erfolgen, die ohne Schwierigkeiten in den Kellergewölben der Otto- und Vorderburg untergebracht werden können. Zu diesem Zweck muß die Ottoburg an das nahegelegene Gasnetz angeschlossen werden. Auslegungsbestimmend war dabei die Warmwassergrundlast.

Zunächst soll ein Aggregat in der Ottoburg zur Stromerzeugung und Wärmeabgabe über Pufferspeicher in das im selben Gebäude installierte Heizsystem integriert werden. Später kommt ein zweites Aggregat in der Vorderburg hinzu, das in das dortige Heizsystem eingebunden wird. In einer 2. Stufe werden das Nahwärmenetz in Verbindung mit den anstehenden Tiefbauarbeiten im Burgenring verlegt und die 13 übrigen Gebäude angeschlossen. Die vorhandenen Heizkessel der Otto- und Vorderburg übernehmen dann die Deckung des Spitzenwärmebedarfs.

## Bandbreite der install. Kesselleistung Ergebnisse der Umfrageaktion in Schlitz

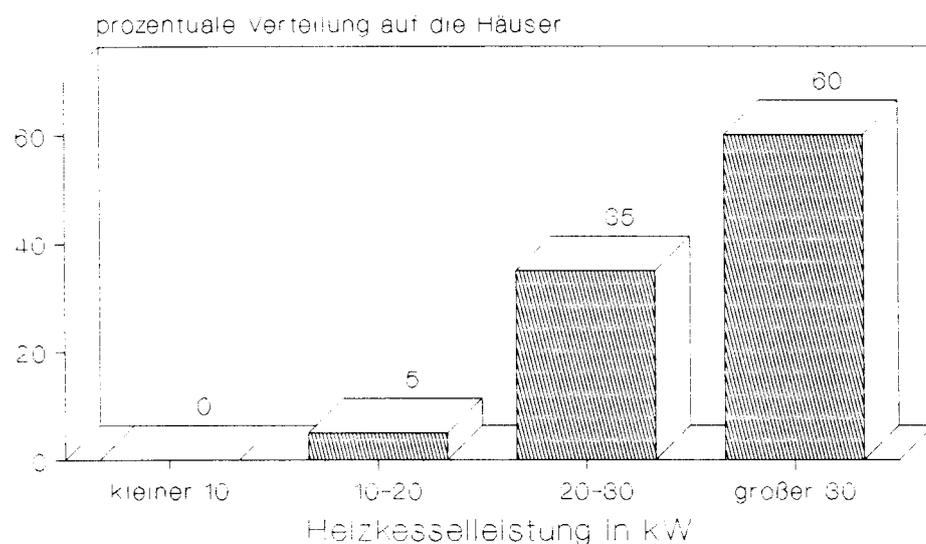


Bild 2

## k-Werte der Dachkonstruktionen städtische Gebäude in Schlitz

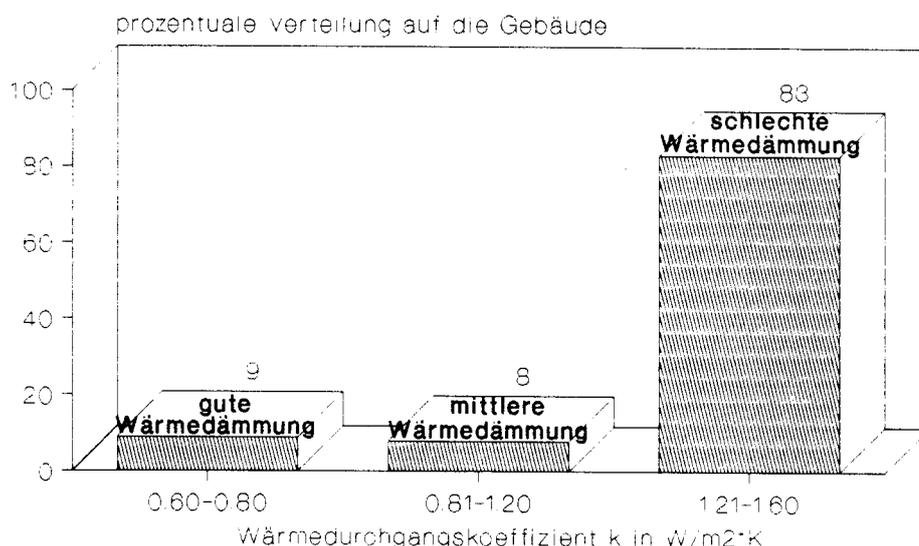


Bild 3

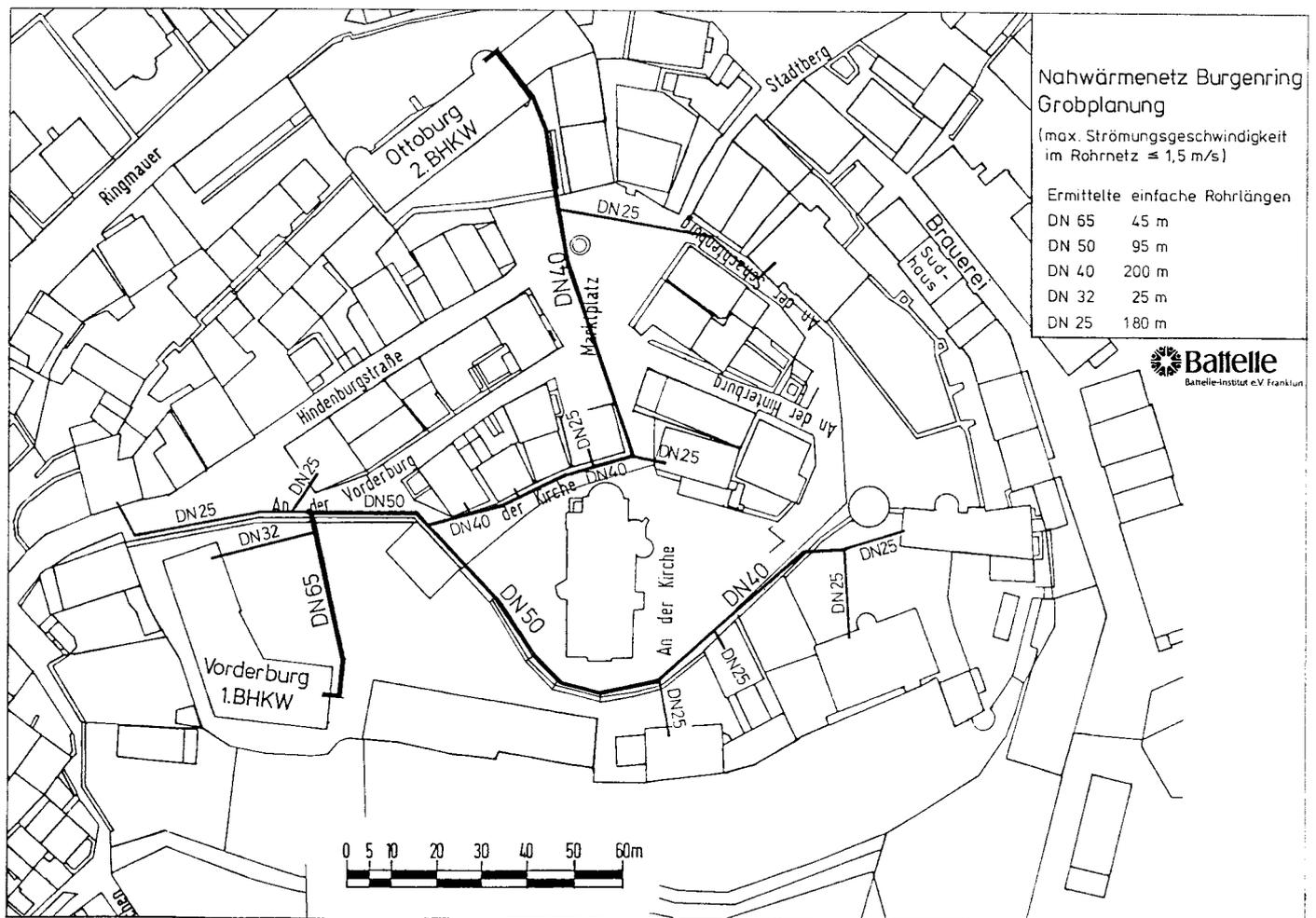


Bild 4

Ein wesentliches Ergebnis der durchgeführten Kosten-Nutzen-Rechnung war die Erkenntnis, daß bereits ohne zusätzlichen Anschluß weiterer Gebäude je ein BHKW-Aggregat der angegebenen Leistung in der Ottoburg und Vorderburg durch Wärme- und Stromverkauf sowie Vergütung des elektrischen Leistungspreises wirtschaftlich betrieben werden kann, obwohl es sich dabei nur um ein Teilkonzept handelt. Dies wurde möglich aufgrund des Betriebes durch die Stadtwerke, die das BHKW zur Spitzenlastsenkung heranziehen können.

Es ist abzusehen, daß auch nach Ausführung der vorgesehenen Energieeinsparmaßnahmen der Brauerei weiterhin Abwärme anfällt, die in das geplante Nahwärmenetz im benachbarten Burgenring einbezogen werden sollte.

### Wärmeverbrauchs- schwerpunkt Pfannmühlen- Bereich

Ein weiterer Wärmeverbrauchs-schwerpunkt ergab sich im Bereich der sogenannten Pfannmühle, in deren Gebäude das Schlitzer Elektri-

tätswerk untergebracht ist. In unmittelbarer Nähe zur Pfannmühle erstreckt sich ein größeres Wohngebiet, das seit 1950 entstanden ist. Bei dieser Wohnsiedlung im Gebiet „Auf der Hall“ handelt es sich um eine Einfamilienhaus-Siedlung mittlerer Bebauungsdichte, durchsetzt von Reihen- und Mehrfamilien-Häusern.

Nahe der Wohnsiedlung in etwa 250 m Entfernung liegt das Schlitzer Freibad, das über eine elektrische Wärmepumpe beheizt wird. Als Wärmequelle dient die am Freibad vorbeifließende Schlitz.

In Zusammenhang mit der geplanten Erneuerung des alten Spitzenlast-Dieselaggregates im Schlitzer Elektrizitätswerk (Pfannmühle) wurde der Einsatz gasbetriebener Blockheizkraftwerke (BHKW) zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung geprüft. Mit Hilfe eines Rechenprogramms wurde ein mehrstufiges Nahwärmenetzkonzept entwickelt /4/, das im folgenden näher dargestellt wird.

Das erneuerungsbedürftige Spitzenstrom-Dieselaggregat (s. Bild 5) soll durch gasbetriebene Blockheizkraftwerke ersetzt werden, deren erzeugte Wärme über ein Nahwärme-

netz an das umliegende Wohngebiet zur Hausbeheizung und Warmwasserbereitung abgegeben wird. Das Freibad kann ebenfalls miteinbezogen werden und als Pufferspeicher dienen /5/.

Der Anschluß an das Nahwärmenetz bringt den Hausbesitzern folgende Vorteile:

- niedrige Preise für die bezogene Wärmeenergie
- Wegfall der Kosten für die Heizkesselwartung und Schornsteinreinigung sowie Erneuerung der Kesselanlage
- Wegfall des Platzbedarfs und der Vorfinanzierung für die Brennstoffvorratshaltung (Heizöl, Kohle usw.)
- verringerte Umweltbelastung.

Die von den Hausbesitzern zu entrichtenden Gebühren für den Nahwärmeanschluß sind etwa so hoch wie die für einen Gasanschluß. Dazu kommen die Kosten für die Einbauten in die bestehende Heizanlage, die sich jedoch erheblich reduzieren lassen, wenn diese von den Stadtwerken selbst vorgenommen werden.

In einer von Battelle durchgeführten Vorabumfrage haben bereits etwa 30 % der Hauseigentümer im

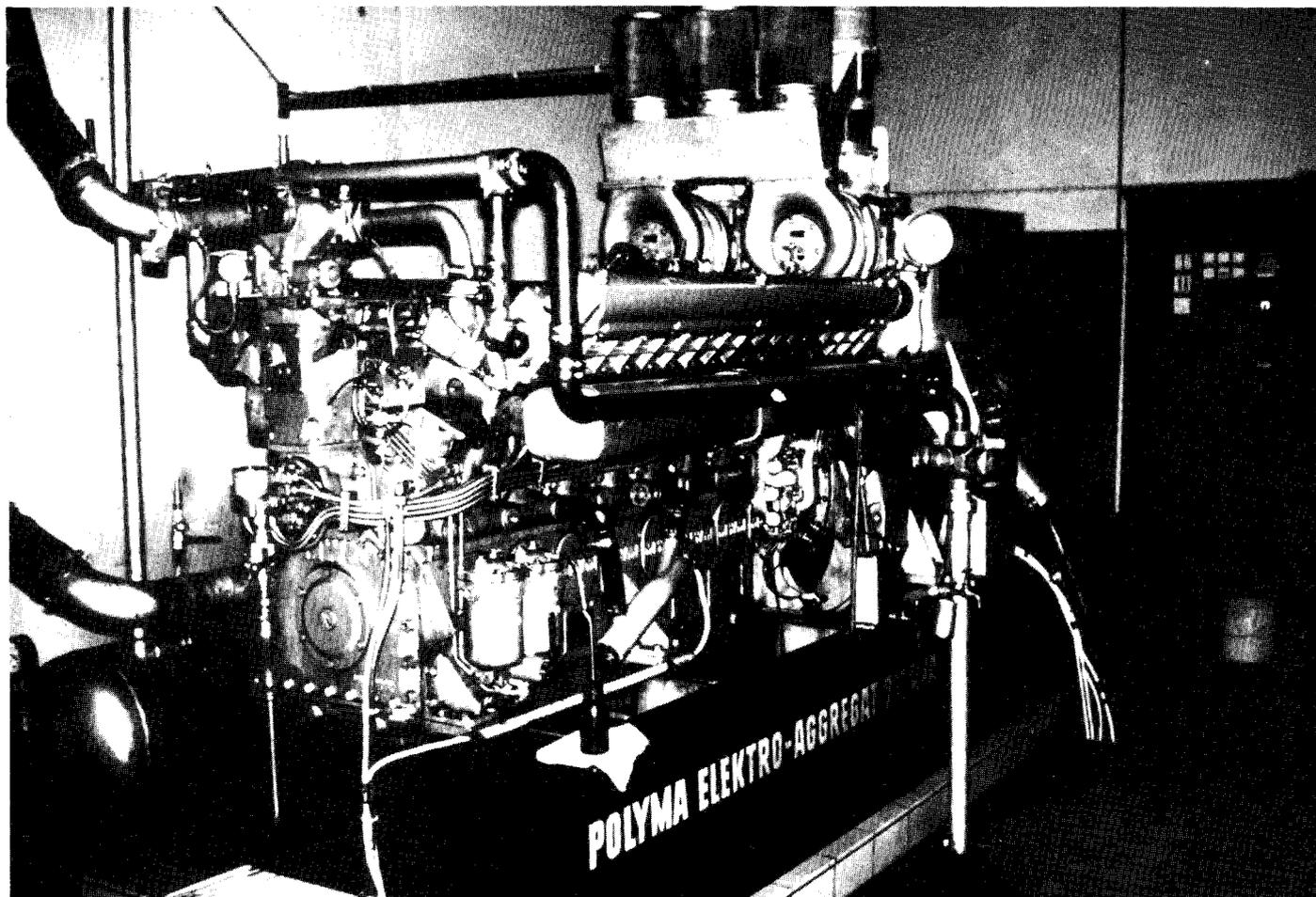


Bild 5: Das „altersschwache“ Spitzenstrom-Dieselaggregat

Pfannmühlenbereich ihr Interesse an einem Nahwärmeanschluß bekundet.

Das Nahwärme-Konzept soll in drei Stufen realisiert werden. Als günstigster Standort für die Heizzentrale bietet sich die Pfannmühle an, die über ausreichende Räumlichkeiten verfügt und durch eine kurze Stichleitung an das Gasnetz angeschlossen werden kann. Im Maschinenraum der Pfannmühle werden dann drei gasbetriebene Blockheizkraftwerks-Module mit Abgaskatalysatoren, Notkühlung und Umschaltmöglichkeit auf Flüssiggasbetrieb aufgestellt, die im vollautomatischen Betrieb die Stromspitzen abfahren. Die dabei erzeugte Wärme bleibt zunächst ungenutzt und wird über das Notkühlsystem abgeführt.

In einer 2. Stufe kommen ein viertes BHKW-Modul und ein Spitzenlastkessel hinzu. Es erfolgt eine Teilversorgung der Wohnsiedlung und der Anschluß des Freibads.

Mit der Aufstellung eines fünften BHKW-Moduls und eines weiteren Spitzenlastkessels werden gleichzeitig das Nahwärmenetz auf das übrige Wohngebiet erweitert und die gesamte Wohnsiedlung einschließlich Freibad versorgt. Damit ist die Stufe 3 (Endausbau) erreicht. Der auftretende maximale Wärmebedarf der Wohnsiedlung im Endausbau beträgt

für Heizung und Warmwasserbereitung etwa 2,8 MW, davon decken die installierten BHKW etwa 1,6 MW.

### Situation der Stadtwerke

Die Schlitzer Stadtwerke verfügen über ein eigenes Stromnetz, das bis auf einige Ortsteile, die von der Oberhessischen Versorgungsbetriebe AG (OVAG) direkt beliefert werden, das Gemeindegebiet abdeckt.

Die Stromlieferung der OVAG an die Stadtwerke ist über einen entsprechenden Konzessionsvertrag geregelt, wobei die angemeldete Strombezugsspitze auf 4,2 MW festgelegt wurde. Eine Überwachung der Stromspitze geschieht an der OVAG-Stromübergabestelle im Schlitzer Elektrizitätswerk über Zeitschreiber und viertelstündige Ausdrücke. Bei einer zu erwartenden Überschreitung wird das Spitzenlastdieselaggregat in Betrieb genommen.

**Bild 6** zeigt beispielhaft den mittleren Tagesgang der elektrischen Netzlast für den Monat Dezember. Dabei wurden alle gemessenen Viertelstundenwerte unabhängig von Werk- bzw. Wochenendtagen gemittelt, um einen Trendverlauf zu vermitteln. Ebenfalls ins Bild eingetragen ist die Streubreite der mit einer Wahr-

scheinlichkeit von 95 % auftretenden Minimum- und Maximumwerte. Deutlich zu erkennen sind die jeweiligen Stromspitzen gegen 8.00, vor 12.00, gegen 18.00 sowie die Nachtstromspitze (elektr. Nachtstromspeicherheizungen) nach 22.00 Uhr.

Wie die weiteren Auswertungen ergaben, liegt die tatsächlich auftretende Stromspitze des Versorgungsgebietes der Stadtwerke bei etwa 5,1 MW (**s. Bild 7**). Diese Stromspitze wird z.Z. von den Stadtwerken nicht beobachtet, da die Stromeinspeisung des Dieselaggregates und der vorhandenen 6 Wasserkraftanlagen innerhalb des Stadtnetzes erfolgt, die Maximumüberwachung jedoch nur die an der OVAG-Übergabestelle bezogene Stromleistung erfaßt.

Insgesamt gesehen tragen die Wasserkraftanlagen zu einer mittleren Spitzenlastminderung von etwa 250 kW bei.

An und für sich wäre damit die Voraussetzung gegeben, daß die Stadtwerke den Leistungspreisanteil an die privaten Wasserkraft-erzeuger weitergeben. Unter Umständen ist es auch sinnvoll, den Betreibern die Leistungspreissicherung (z.B. über eigenes Notstromaggregat) zu überlassen und diese Anlagen über Rundsteuerung direkt in der Spitze zu übernehmen.

### Maßnahmen zur Reduzierung der Stromspitzen

Eine sinnvolle Strategie zur Minderung der auftretenden Stromspitzen ist es, bei den Sonderabnehmern (z.B. Gewerbebetriebe) bestimmte elektrische Verbraucher in vorheriger Absprache über eine Rundsteueranlage gestaffelt abzuschalten. Erfahrungsgemäß können auf diese Weise im Jahresdurchschnitt etwa 5 bis 10 % der Stromspitzenleistung weggeschaltet werden. Aufgrund der dadurch verringerten Leistungsvorhaltung ergibt sich ein eingesparter Leistungspreisanteil, der diese Maßnahme in 2 bis 3 Jahren amortisiert.

Differenzierte Systeme zur Ansteuerung mit flexibler Tarifgestaltung (nach Tageszeit gestaffelte Tarife) und Tarifanzeige beim Strom-

kunden sind noch nicht erprobt und bedürfen erhöhter Investitionskosten. Ein entsprechendes Projekt wird vom Land Hessen zusammen mit dem Saarland untersucht.

Falls die Stadtwerke entsprechend den Empfehlungen stärker in die Strom- und Wärmeeigenerzeugung einsteigen und Blockheizkraftwerke mit bis zu 1 MW elektrischer Leistung installieren, fallen etwa 25 % der jetzigen Strombezugsleistung weg. In Verhandlungen mit der Stadt hat ein regionales Energieversorgungsunternehmen Interesse an BHKW-Planungen sowie eine eventuelle Beteiligung signalisiert.

### Nutzung von Biomasse

Zur Ermittlung des Potentials, das sich aus der Nutzung von Gülle und Mist ergeben könnte, wurden alle

Landwirte mit mehr als 25 Großvieheinheiten befragt, um das allgemeine Interesse an einer Beteiligung zu ermitteln. Da in der Regel Einzelanlagen zu kostenintensiv sind, wurde vor Ort die Errichtung einer zentralen Biogasanlage untersucht. In der Regel fand sich pro Stadtteil nur ein Landwirt, der Interesse an einer solchen Anlage bekundete, wobei jedoch bereits aufgrund einfacher Kostenabschätzungen eine Investition nicht empfohlen werden konnte. Bei einem Landwirt waren jedoch günstige Voraussetzungen gegeben. Er verfügt über einen modernen Aussiedlerhof mit Wohngebäude und Rindermastbetrieb. Bei der Planung der Stallung wurde bereits die spätere Einbindung in eine Biogasanlage vorgesehen. Die Rinder stehen auf einem Spaltenboden, die mit Stroh vermischte Rindergülle gelangt über einen Sammelkanal direkt in einen 400 m<sup>3</sup> fassenden Gülle-Behälter. Das Wohnhaus wird direkt mit Gas versorgt (Flüssiggastank), eine Wärmerückgewinnung aus Kuhmilch ist vorhanden.

Die benachbarten Landwirte haben sich bereit erklärt, ihren Mist-/Gülle-Anteil an den Aussiedlerhof anzuliefern. Da der Güllebehälter sehr günstig an einem Abhang angeordnet ist und sich das anschließende Land ebenfalls im Eigentum des Landwirtes befindet, lassen sich hier ein Fermenter sowie ein zusätzlicher Gülle-Sammelbehälter anordnen, wobei sich erstens eine Kapazitätserweiterung auf 800 m<sup>3</sup> anbietet wie auch eine Gassammlung über einen Gassdom (Lagunenspeicher). Eine entsprechende Sicherheitsprüfung und Genehmigung müßte jedoch vorher erfolgen. Das überschüssige Gas könnte neben der Versorgung der anliefernden benachbarten Landwirte direkt verstromt werden, wobei die Abwärme zur ohnehin notwendigen Erwärmung der Biomasse für den thermophilen Prozeß genutzt werden kann. Da an dem Aussiedlerhof eine Hochspannungsleitung mit Trafostation vorbeiführt, ergibt sich die Möglichkeit einer direkten Netzeinspeisung. ■

### Tagesgang der Netzlast im Dezember Elektrizitäts-Werk Schlitz

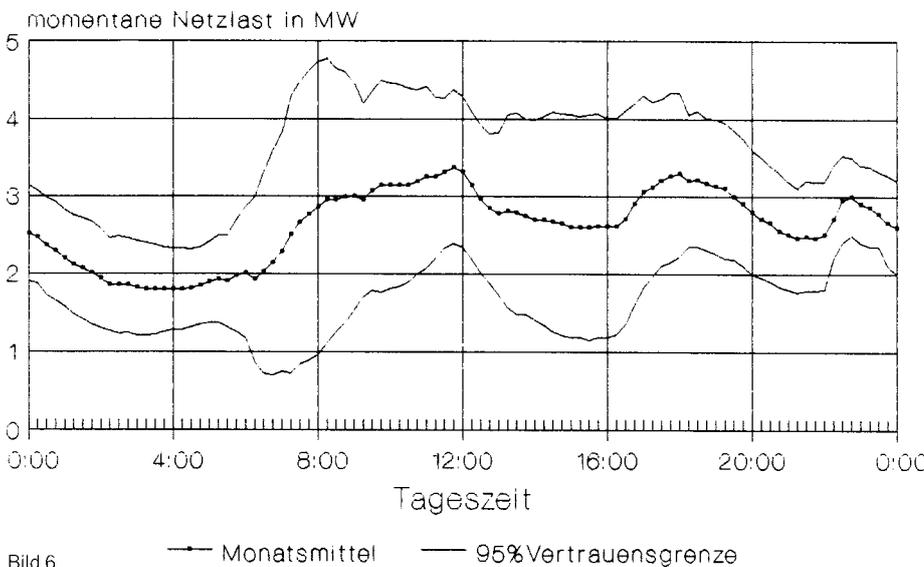


Bild 6 Jahresdauerlinie der elektr. Netzlast Stadtwerke Schlitz

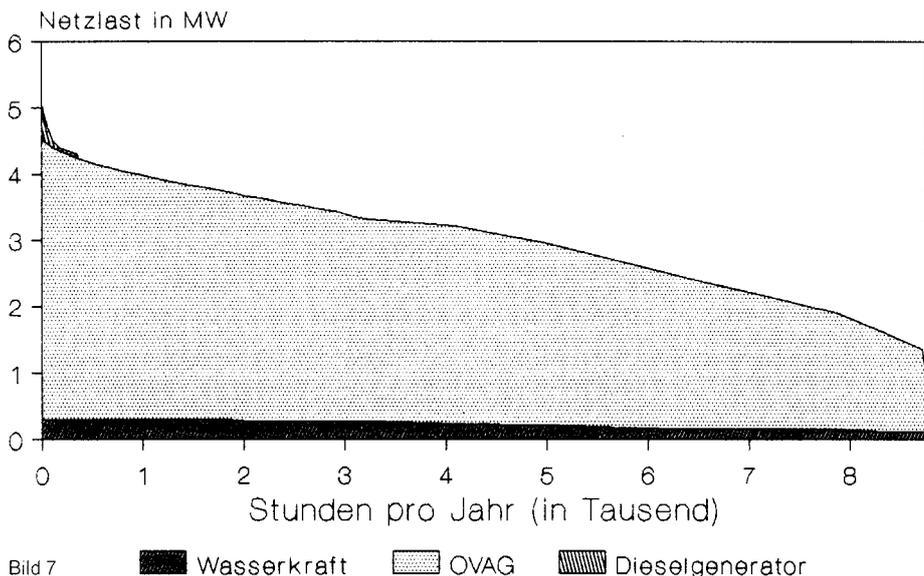


Bild 7

**Literatur**

- /1/ Feist, W.: Programmpaket STATBIL und STATGRAF
- /2/ Feist, W. und Zolper M.: Handbuch STATBIL, Dez. 1985
- /3/ Energieversorgungskonzept für die Stadt Schlitz, Battelle-Bericht vom Sept. 1986
- /4/ Battelle Rechenprogramm ATES zur Optimierung von Fern- bzw. Nahwärmenetzen
- /5/ Solarer Schwimmbad-Kongreß, Statusbericht des Hessischen Ministeriums für Umwelt und Energie, 1986