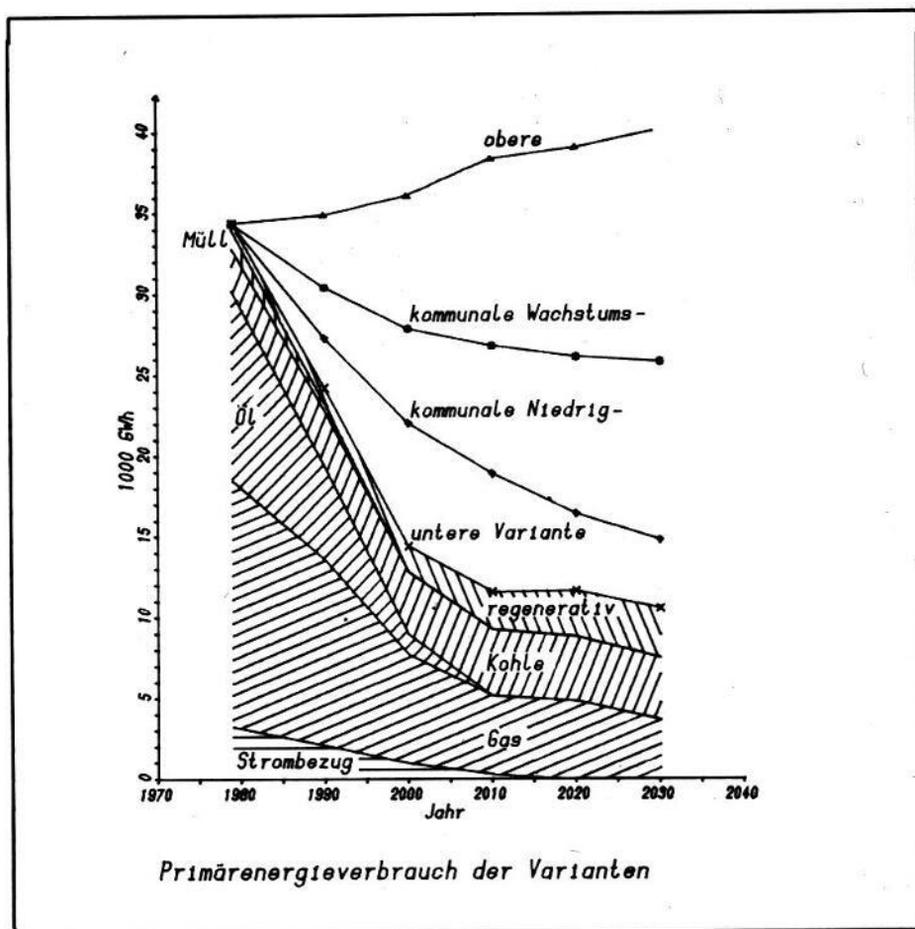


ENERGIEKONZEPT MÜNCHEN



SESAM

Seminar Sanfte Energie für München
am Fachbereich Physik der Ludwig-Maximilians-Universität

**MÜNCHNER
FORUM** Münchner
Diskussionsforum für
Entwicklungsfragen e.V.



Heft 29 der Sammlungsreihe

Schellingstraße 65, 8000 München 40

ENERGIEKONZEPT

MÜNCHEN

Seminar Sanfte Energie für München

Oktober 1983

Hinweis für den eiligen Leser

Wer nur die wesentlichen Ergebnisse unserer Studie erfahren möchte, der kann sich anhand einer Hinweiskette durch dieses Papier leiten lassen. Wenn ihm dann etwas besonders interessant vorkommt, kann er nochmals zurückblättern. Allerdings sollten die Kapitel 1 (Einleitung) und 5 (Was ist zu tun?) wegen ihrer Wichtigkeit vollständig gelesen werden. Startpunkt ist Seite 7.

Hinweis für den gründlichen Leser

Das vorliegende Heft stellt die Kurzfassung unserer Studie dar. Wer genaueres wissen will, sei auf unseren Materialienband verwiesen (ca. 250 Seiten, DM 30.-).

ENERGIEKONZEPT MÜNCHEN

Heft 29 der Sammlungsreihe

München, Oktober 1983

- Verfasser: Uta Adler, Dipl. Ing. Rudolf Kaiserswerth,
Karl-Heinz Mantel und Peter Sollich
- Graphik: Dipl. Phys. Jürgen Schneider
- Mitarbeiter: Georg Angermeier, Johanna Brandl, Christine Brodt,
Hansjörg Bögle, Thomas Clarmann, Renate Dietrich,
Prof. Dr. Hans-Peter Dürr, Götz Flöser, Dipl. Ing. Jo-
sef Heiler, Hans Herdl, Ralf Hertenberger, Dipl. Phys.
Martin Gorn, Andreas Herz, Erwin Karg, Dr. Michael Kar-
ger, Dipl. Met. Josef Kipfstuhl, Hans Kleele, Joachim
Krug, Angelika Rogg, Hans-Günter Schwarz, Dipl. Phys.
Arno Steinbrecher, Dipl. Math. Helmut Weber, Georg
Welsch, Dipl. Phys. Jörg Wölfli.
- Danksagung: Wir danken Herrn Dipl. Ing. Wolfgang Feist (Kassel) und
Prof. W. Broda (Nürnberg) für wertvolle Anregungen und
Kritik und Herrn Friedbert Gelzer für das unentgelt-
liche Überlassen eines Kleinrechners.
- Herausgeber: Dr. Oskar Holl
Münchner Forum e. V.
Schellingstraße 65
Tel. 28 46 74 / 28 47 96
- Druck: Verlag der Arbeitsgruppe Psychologie
München, Winterstraße 4

KONTAKTADRESSEN

Prof. Dr. Hans-Peter Dürr
Rheinlandstr. 14 a
8000 München 40
Tel. 089 / 32 66 64
089 / 3 18 93 - 280

Christine Brodt
Metzstr. 18 Rgb.
8000 München 80
Tel. 089 / 48 44 81

Dipl. Ing. Rudolf Kaiserswerth
Leitzachstr. 6
8000 München 90
Tel. 089 / 690 81 34

Karl-Heinz Mantel
Emil-Riedel-Str. 8
8000 München 22
Tel. 089 / 22 43 01

Vorwort des Münchner Forums

Seit längerer Zeit haben über 20 meist junge Menschen - und die meisten von ihnen Studenten der Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München - über Energiefragen wissenschaftlich gearbeitet. Unter der Federführung von Prof. Dr. Hans-Peter Dürr vom Fachbereich Physik ihrer Universität entwickelten sie ein einerseits weit ausgreifendes, andererseits jedoch überraschend konkretes Energiekonzept für München bis zum Jahr 2030.

Auch das Münchner Forum ist vor einigen Jahren durch öffentliche Stellen aufgefordert worden, von fachlich dafür interessierten Mitgliedern seines Programmausschusses ein - wie es damals geheißen hat - "alternatives Energiekonzept" zu entwerfen. Da damals ein endgültiger Auftrag nicht erteilt wurde, konnten wir zu unserem Bedauern eine thematisch derart anspruchsvolle Arbeit nicht weiter verfolgen.

Um so mehr freut es uns nun im Münchner Forum, daß eine Gruppe junger Wissenschaftler die Gelegenheit gefunden hat, hier die auf jeden Fall diskussionswürdigen Ergebnisse ihrer Untersuchung in allgemeinverständlicher Form vorzulegen. Damit tragen die Verfasser auch in erfreulicher Weise zur Demokratisierung von Wissenschaft bis hinein in den von allen am nächsten erlebten Bereich, nämlich die eigene Wohngemeinde, bei. Ergebnisse, Meinungen und Konsequenzen dieser Arbeit stehen selbstverständlich in der Verantwortung ihrer Verfasser, denen wir bei einem für unsere Zukunft so entscheidenden Thema die Aufmerksamkeit vieler Leser wünschen.

München, im September 1983

Dr. Oskar Holl
Sekretär
Münchner Forum

Vorwort von Prof. Dr. Hans-Peter Dürr

Die in den siebziger Jahren entbrannte heftige Debatte über die friedliche Nutzung der Kernenergie hatte sehr deutlich gezeigt, daß dieser Fragenkomplex nur in einem weit größeren Zusammenhang sinnvoll diskutiert werden kann. Auf dem Hintergrund der von allen Industrienationen bisher angestrebten hohen wirtschaftlichen Wachstumsraten war es offensichtlich, daß eine solche Entwicklung langfristig immer mehr in Konflikt zu Randbedingungen kommen muß, die durch die Verknappung nichterneuerbarer Ressourcen und die Umweltbelastung letztlich bestimmt sind. Im Rahmen der "Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW)" wurde deshalb im September 1979 eine interdisziplinäre Studiengruppe "Wirtschaftswachstum und Energieversorgung" gegründet, deren Hauptziel insbesondere war, den auf diesem Gebiet schon arbeitenden Universitätsgruppen bei einem jährlichen Arbeitstreffen die Möglichkeit zu einem intensiven Gedanken- und Erfahrungsaustausch zu bieten. Darüber hinaus sollten an weiteren Hochschulen Arbeitsgruppen mit ähnlicher Zielrichtung initiiert werden. In diesem Kontext wurde in WS 1979/80 das Seminar "Sanfte Energie für München" - damals noch unter dem allgemeineren Namen "Harte und sanfte Energietechnologien" - im Rahmen des Fachbereichs Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München etabliert. Es setzte sich aus Studenten verschiedener Semesterzahl und verschiedener Fachbereiche zusammen, wobei jedoch die Physiker überwogen. Die Arbeit des Seminars konzentrierte sich zunächst auf die ALGE-Studie von Meyer-Abich über "Energieeinsparung als neue Energiequelle", und Veröffentlichungen zum "sanften Weg" der Energieversorgung, wie insbesondere Lovins "The soft energy path" und den Schweizerischen NAWU-Report "Wege aus der Wohlstandsfalle". Angeregt durch einen Vortrag von Wolfgang Feist über ein "Alternatives Energiekonzept der Stadt Tübingen" auf der 1. Arbeitsitzung der VDW-Studiengruppe in Bielefeld 1980 wurde beschlossen, die Stoßrichtung des Seminars im weiteren Verlauf auf die konkrete Fragestellung einer zukünftigen Energieversorgung Münchens einzuengen, wozu die öffentliche Auseinandersetzung um das Heizkraftwerk Moosach einen geeigneten Anlaß bot.

Das Seminar war nach Art eines "workshop" organisiert. Planung, vorbereitende Arbeit und Durchführung ruhte ganz auf den Schultern der Seminarteilnehmer. Die umfangreichen Vorarbeiten, detaillierte Sachdiskussionen, Computeranalysen usw. wurden von kleinen Arbeitskreisen übernommen, die einmal wöchentlich ihre Ergebnisse dem Seminar vermittelten und von diesem auch wieder allgemeine Anregungen aufnahmen. Um einen möglichst guten Überblick über die Problematik zu erhalten, wurden im Rahmen des Seminars "hearings" mit Fachleuten der Universität, aus der Industrie, mit Verwaltungsbeamten und Ingenieuren der Energieversorgungsunternehmen und der Stadtwerke, mit Stadträten, Politikern und Vertretern der Bürgerinitiativen abgehalten.

Das hier vorgestellte Papier über ein "Energiekonzept München" ist von den Seminarteilnehmern gemeinsam im wesentlichen während der letzten beiden Semester, WS 1982/83 und SS 1983 erarbeitet worden. Gemessen an der Komplexität der Aufgabe wird man anerkennen müssen, daß hier ein gutes und wichtiges Stück Arbeit geleistet wurde. Selbstverständlich werden an vielen Stellen noch Verbesserungen möglich und

auch manche Korrekturen nötig sein. Eine Ausarbeitung über das vorgelegte Niveau hinaus würde vermutlich jedoch einen wesentlich größeren Aufwand an Kraft und Zeit erfordern, als dies von rührigen und engagierten Studenten neben ihrem regulären Studium geleistet werden kann. Welcher Erfolg diesem Papier auch immer beschieden sein wird, so war, glaube ich, das Seminar selbst - trotz einiger Durststrecken - ein großer Erfolg. Hier wurde nicht nur mit großem persönlichem Engagement, mit Fleiß und Ausdauer und zunehmender Sachkompetenz ein wichtiges Thema angegangen und kritisch verarbeitet, sondern es wurde auch durch die Art der Zusammenarbeit und im Umgang miteinander eine neue Lebensform praktiziert, die im Gegensatz zu dem verbreiteten Egoismus und Opportunismus unserer Zeit steht. Das Hereinnehmen eines aktuellen und relevanten Themas in einen theorieüberladenen Elfenbeinturm kann die Theorie aus ihrer Erstarrung lösen und die Praxis beleben. In der Anwendung und Umsetzung von Ideen auf die kleinere Welt, unmittelbar vor der eigenen Tür, auf den eigenen Lebensbereich, lernt man erst die Vielgestaltigkeit der Problematik kennen. Ihre Überwindung schafft Kompetenz und Augenmaß. Ich würde mich freuen, wenn dieses Seminar noch viele Nachfolger finden würde.

München, im September 1983

Prof. Dr. Hans-Peter Dürr

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	7
2.	WIE SIEHT UNSERE ENERGIEVERSORGUNG HEUTE AUS?	9
2.1.	Wozu brauchen wir Energie?	9
2.2.	Wer verbraucht Energie?	10
2.3.	Wo kommt die Energie her?	12
2.4.	Kraftwerke, Fernwärme und Kraftwärmekopplung in Münch	15
2.5.	Die Umweltsituation.	17
2.6.	Wie stellen sich die Stadtwerke die Zukunft vor?	20
3.	WAS KÖNNEN WIR BESSER MACHEN?	22
3.1.	Perspektiven einer neuen Energiepolitik.	22
3.2.	Einsparmöglichkeiten	23
3.3.	Regenerative Energiequellen.	28
3.3.1.	Die Sonnenenergie.	28
3.3.2.	Energie aus Biomasse	34
3.3.3.	Die Windenergienutzung	37
3.3.4.	Die Wärmepumpe	38
3.4.	Verbesserung der heutigen Technologien	42
3.4.1.	Kraftwärmekopplung in kleinen Anlagen.	42
3.4.2.	Ausbaumöglichkeiten der Fernwärme.	44
3.4.3.	Emission und Umwelt.	46
3.4.4.	Auswahl eines Heizungssystems.	47
4.	WIE KÖNNTE UNSERE ENERGIEVERSORGUNG ZUKÜNFTIG AUSSEHEN?	49
4.1.	Was ist ein Szenario?	49
4.2.	Unsere Szenariovarianten	51
4.3.	Was wir nicht verändert haben.	53
4.4.	Zukünftig wird es uns noch besser gehen.	53
4.5.	Welche technischen Verbesserungen sind zu erwarten?	54
4.6.	Welche Technologien verwenden wir?	55
4.7.	Die Szenarioergebnisse und ihre Bewertung.	56
5.	WAS IST ZU TUN?	64
5.1.	Was kann der einzelne tun?	64
5.2.	Was kann die Stadt tun?	65
5.2.1.	Vorschläge für den Bereich der Raumheizung	66
5.2.2.	Vorschläge für sonstige Bereiche	68
5.2.3.	Vorschläge zur Informationspolitik	68
5.2.4.	Vorschläge für Anträge im Stadtrat	68

1. EINLEITUNG

Das Ziel dieser Studie ist es, Anregungen und Argumente für eine öffentliche Diskussion der Energieproblematik zu liefern. Wir haben uns seit mehreren Jahren mit diesen Fragen beschäftigt und möchten unsere Ergebnisse nun der Öffentlichkeit vorstellen.

Uns mit dem Thema Energie zu beschäftigen, dazu hat uns die öffentliche Diskussion dieses Themas nach den beiden Ölkrisen und im Zusammenhang mit der Kernenergie motiviert. Wir mußten schnell erkennen, daß die fossilen und nuklearen Energievorräte prinzipiell begrenzt sind und regenerative Quellen jedenfalls nicht in einem Ausmaß zur Verfügung stehen, das ein weiteres Wachstum des Energieverbrauchs erlauben würde. Auch die Kernenergie scheint uns mehr neue Probleme zu schaffen, als sie zu lösen verspricht. Die Hoffnungen auf große technische Durchbrüche (etwa bei der Kernfusion) erscheinen uns noch viel zu unsicher, als daß man darauf eine zukünftige Energiepolitik aufbauen sollte. Die einzige Möglichkeit scheint darin zu bestehen, Energie zu sparen, regenerative Energien soweit wie möglich zu nutzen und den verbleibenden Restbedarf weiterhin wohl oder übel mit konventionellen Energieträgern zu decken.

Aber wird das ausreichen? Sind wir nicht gezwungen, nach jedem Strohalm zu greifen? Heißt Energiesparen nicht auch Einbuße an Lebensstandard, an Komfort? Diese und ähnliche Fragen sind uns durch den Kopf gegangen, als wir uns entschlossen, diese Studie zu machen. Wir wollten untersuchen, wie weit man mit Energieeinsparung und der Nutzung regenerativer Energien kommen kann, wenn man den Komfort nicht einschränkt (oder noch anwachsen läßt), und andererseits auch auf die Nutzung exotischer Zukunftstechnologien verzichtet. Um konkret zu bleiben, haben wir alle unsere Berechnungen für die Stadt München durchgeführt. Wir haben einen relativ langen Zeitraum betrachtet - die nächsten fünfzig Jahre. Den Energieverbrauch im Verkehr haben wir einstweilen ausgeklammert, nicht weil er unwichtig wäre, sondern weil die damit zusammenhängenden Probleme so kompliziert sind, daß eigentlich eine eigene Studie über den Verkehr nötig wäre. Eine Großstadt ist allerdings für die Nutzung regenerativer Energie denkbar schlecht geeignet, da sie einen sehr hohen Energieverbrauch auf relativ kleiner Fläche aufweist. Zudem herrscht in Großstädten chronische Flächenknappheit; es gibt nicht viel Platz für regenerative Energiegewinnung, die meist recht viel Fläche beansprucht. Wir können daher - wie wir später sehen werden - auch nur einen Teil des Energieverbrauchs aus regenerativen Quellen decken. Es ist aber nach dem zuvor gesagten klar, daß man diese Ergebnisse nicht verallgemeinern kann. In ländlichen Räumen sähen die Rechnungen sehr viel anders aus. Positiv zu Buche schlägt dagegen, daß München durch das Fehlen energieintensiver Grundstoffindustrie auch heute schon einen recht niedrigen Energieverbrauch aufweist. Trotzdem sind Einsparungen in einem Umfang möglich, der uns selbst überrascht hat.

Weiter oben haben wir bemerkt, daß wir es für nötig halten, den Energieverbrauch zu reduzieren. Wir hielten es trotzdem für geboten, mehrere Szenarien mit jeweils unterschiedlichem Energieverbrauch zu betrachten. Die Zukunft unseres Energiesystems ist ja keineswegs fest vorgegeben, sie hängt vielmehr von Entscheidungen (individuellen und

politischen) ab, die jetzt und künftig getroffen werden. Um die politischen Entscheidungen sachgerecht treffen zu können, muß man über die möglichen Pfade, ihre Voraussetzungen und ihre Folgen, Bescheid wissen. Natürlich sind auch hier keine absolut gesicherten Aussagen möglich; was man tun kann, ist nur, eine Reihe von in sich stimmigen Zukunftsbildern (Szenarien) zu entwickeln und deren Eigenschaften dann zu untersuchen. Die Wirklichkeit ist immer komplizierter als jede noch so detaillierte Berechnung, wir glauben aber, alle wichtigen Einflüsse berücksichtigt zu haben. Ob dem so ist, wird nicht zuletzt auch die öffentliche Diskussion zeigen, für die diese Studie Vorbereitung und Basis sein will. Wir hoffen, daß sich auch die politischen Entscheidungsträger, die letztlich über diese Dinge befinden werden, mit unseren Argumenten und Berechnungen auseinandersetzen.

Das Energieproblem ist ein Schlüsselproblem der modernen Industrieländer. Die Knappheit der Ressourcen und die Belastung der Umwelt stellen beide ein Argument für die Reduktion des Energieverbrauchs dar. Was die Umweltfragen betrifft, so sind hier durch verbesserte Technik (Rauchgaswäsche, bleifreies Benzin usw.) sicherlich große Erfolge erzielbar. Die Ressourcenprobleme können wir durch Umstellung auf andere Energieträger (mit meist höheren Kosten) ebenfalls mildern. Auf lange Sicht jedoch werden wir unseren Energieverbrauch aus regenerativen Quellen decken und daher auch senken müssen. Damit sind die Umweltprobleme zweifellos entschärft, wenn auch keineswegs gelöst. Regenerative Energiegewinnung kann mit erheblichen ökologischen Belastungen verbunden sein. Naturschützer wehren sich seit Jahren gegen die Errichtung neuer Wasserkraftwerke, sie werden auch gegen ausgedehnte Monokulturen zum Zwecke der Energiegewinnung aus Biomasse einiges einzuwenden haben. Überhaupt scheint das Denken in großen Maßstäben, an das wir alle so sehr gewöhnt sind, hier an seine Grenzen zu stoßen.

Unsere Studie ist stark beeinflusst worden vom Bericht der Enquete-Kommission des deutschen Bundestags zur künftigen Kernenergiepolitik und von der Studie "Energiewende" des Ökoinstituts. Zu dem Entschluß, ein kommunales Energiekonzept zu erarbeiten hat maßgeblich das Vorbild des Tübinger "Arbeitskreises Alternativenergie" beigetragen. Mittlerweile sind auch noch andere kommunale Energiekonzepte entstanden, zu nennen wären: Nürnberg, Kassel, Bielefeld, Mainz, Wiesbaden und Stuttgart. Bemerkenswert ist, daß das Energiekonzept Schaffhausen Bestandteil des offiziellen Energieprogramms der Stadt geworden ist.

Zum Aufbau der Studie: Kapitel 2 (Wie sieht unsere Energieversorgung heute aus?) gibt einen Überblick über den Status quo der Münchener Energieversorgung. Kapitel 3 (Was können wir besser machen?) betrachtet hauptsächlich die uns zur Verfügung stehenden Technologien zur Einsparung von Energie und zur Gewinnung regenerativer Energien. In Kapitel 4 (Wie könnte unsere Energieversorgung in Zukunft aussehen?) werden die Technologien aus Kapitel 3 zu jeweils in sich schlüssigen Zukunftsentwicklungen (Szenarien) zusammengefügt, die jeweils vom heutigen Stand ausgehen. Kapitel 5 diskutiert dann politische Einflußmöglichkeiten, um eine rasche Verbreitung von Energieeinsparungsmöglichkeiten und regenerativen Technologien zu fördern.

Hinweis für den eiligen Leser: es geht weiter auf Seite 21.

2. WIE STEHT UNSERE ENERGIEVERSORGUNG HEUTE AUS?

Bevor man Verbesserungsvorschläge diskutiert, muß man sich zunächst einen Überblick über den heutigen Zustand der Münchner Energieversorgung und des Münchner Energieverbrauchs verschaffen. Dazu sind Fragen zu beantworten wie:

- Wozu brauchen wir Energie?
- Wer verbraucht Energie?
- Wo kommt die Energie her?
- Was haben die Stadtwerke bisher getan?
- Welche Umweltbelastung entsteht?
- Wie stellen sich die Stadtwerke die Zukunft vor?

Wir haben hier mehr Gewicht auf die Erläuterung gelegt und dennoch versucht, uns kurz zu fassen. Deshalb können wir hier nur die allerwichtigsten Daten bringen. Wem das bereits zu trocken ist, kann auch gleich mit Kapitel 3 weiterfahren. Um die Ergebnisse am Ende des Kapitels 4 beurteilen zu können, ist jedoch eine gewisse Kenntnis der heutigen Situation nötig. Wer sich für detailliertere Angaben interessiert, sei auf unseren Materialienband verwiesen.

2.1. Wozu brauchen wir Energie?

Wozu brauchen wir Energie? Die Antwort muß mit der Feststellung beginnen, daß es eigentlich nicht Energie ist, was wir unmittelbar brauchen. Wir brauchen im Winter ein warmes Zimmer, zum Kaffeekochen heißes Wasser, wir wollen uns fortbewegen oder etwas von hier nach dort transportieren, Wäsche muß gewaschen, Lebensmittel müssen gekühlt werden.

Alle diese Dinge nennt man Energiedienstleistungen. Die Energiedienstleistung ist das, was wir wirklich benötigen. Um sie zu bekommen, setzen wir technische Geräte ein, die ihrerseits einen bestimmten Energieaufwand erfordern, um die Leistung, die wir verlangen, erbringen zu können. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein bestimmtes Ziel zu erreichen, und auch der Energieaufwand kann sich stark unterscheiden. Ein Zimmer können wir mit einem offenen Kamin heizen, mit einem Heizlüfter oder der Zentralheizung. Fortbewegen können wir uns zu Fuß, mit öffentlichen Verkehrsmitteln, dem Fahrrad oder dem Auto, Wäsche können wir auf die Leine hängen und Wind und Sonne die Arbeit überlassen, wir können aber auch einen elektrischen Wäschetrockner einsetzen. Und nicht nur der Energieaufwand, mehr noch Kosten und Bequemlichkeit werden darüber entscheiden, welcher Methode wir uns bedienen. Wenn wir etwa mit dem Fahrrad fahren, verbrauchen wir zwar sehr viel weniger Energie als mit dem Auto, bei schlechtem Wetter können wir aber naß werden, andererseits wieder gibt es keine Parkplatzsorgen. Wäsche auf der Leine zu trocknen spart Energie, ist aber vielleicht unbequemer, vielleicht hat ein gedankenloser Architekt keinen Trockenraum vorgesehen, vielleicht möchten wir unsere Kleidung so bald wie möglich wieder anziehen.

Die Zwecke, die wir erreichen wollen, sind also vielfältig, und die Methoden, sie zu erreichen, sind es auch. Wir werden daher für unsere weiteren Betrachtungen einige Vereinfachungen treffen. Die Zwecke, für die Energie verwendet wird, werden wir Anwendungen nennen und sie (wie

andere Autoren auch) unterteilen in:

- Raumheizung (warmes Zimmer)
- Warmwasser (Körperpflege usw.)
- Prozeßwärme (Kochen, aber auch Stahlproduktion)
- Licht und Kraft (Beleuchtung, Motoren, Elektronik)

Unter "Prozeßwärme" werden alle Anwendungen verstanden, für die hohe Temperaturen benötigt werden. Mit dem Terminus Licht und Kraft bezeichnen wir diejenigen Anwendungen, für die Strom der optimale Energieträger ist. Auch hier können Abgrenzungsprobleme auftreten; Motoren kann man auch mit Preßluft antreiben, beleuchten kann man auch mit Kerzen oder Gaslaternen. Im großen und ganzen sind diese Einteilungen aber recht sinnvoll, sie geben auch Auskunft über die Qualität der nötigen Energie. Für die Raumheizung brauchen wir sehr niedrige Temperaturen, für Warmwasser höhere und für Prozeßwärme noch höhere, während Licht, mechanische Energie und Strom die hochwertigsten Energieformen sind.

2.2. Wer verbraucht Energie?

Auch dies ist zu untersuchen. Es ist natürlich ein Unterschied, ob in einem Haushalt ein Mixergerät betrieben wird, oder in einem Industriebetrieb eine Werkzeugmaschine. Der Energieverbrauch wird üblicherweise aufgeschlüsselt nach den Verbrauchssektoren:

- Haushalte
- Kleinverbraucher
- Industrie
- Verkehr (in unserer Studie nicht betrachtet)

Die Kategorien "Haushalte" und "Industrie" sind wohl unmittelbar verständlich; die "Kleinverbraucher" sind einfach der Rest, der dann noch übrigbleibt. Kleinverbraucher sind zum Beispiel Behörden, die Universität, Bundeswehr, Kaufhäuser, Dienstleistungsgewerbe und Einzelhandelsgeschäfte. Auch hier sind die Abgrenzungen oft nicht ganz eindeutig. Die Bezeichnung "Kleinverbraucher" ist übrigens etwas irreführend; tatsächlich stellen sie in München den größten Posten dar.

An dieser Stelle ist es angebracht, einen Überblick darüber zu geben, welche Bedeutung die Anwendungen (Raumwärme, Warmwasser, Prozeßwärme, Licht und Kraft) in den Verbrauchssektoren (Haushalte, Kleinverbraucher, Industrie) haben. Siehe dazu Bild 2-1. Bemerkenswert ist der hohe Anteil, den die Raumwärme am Energieverbrauch hat, hier wird man also vor allem bei Energieeinsparungen ansetzen müssen.

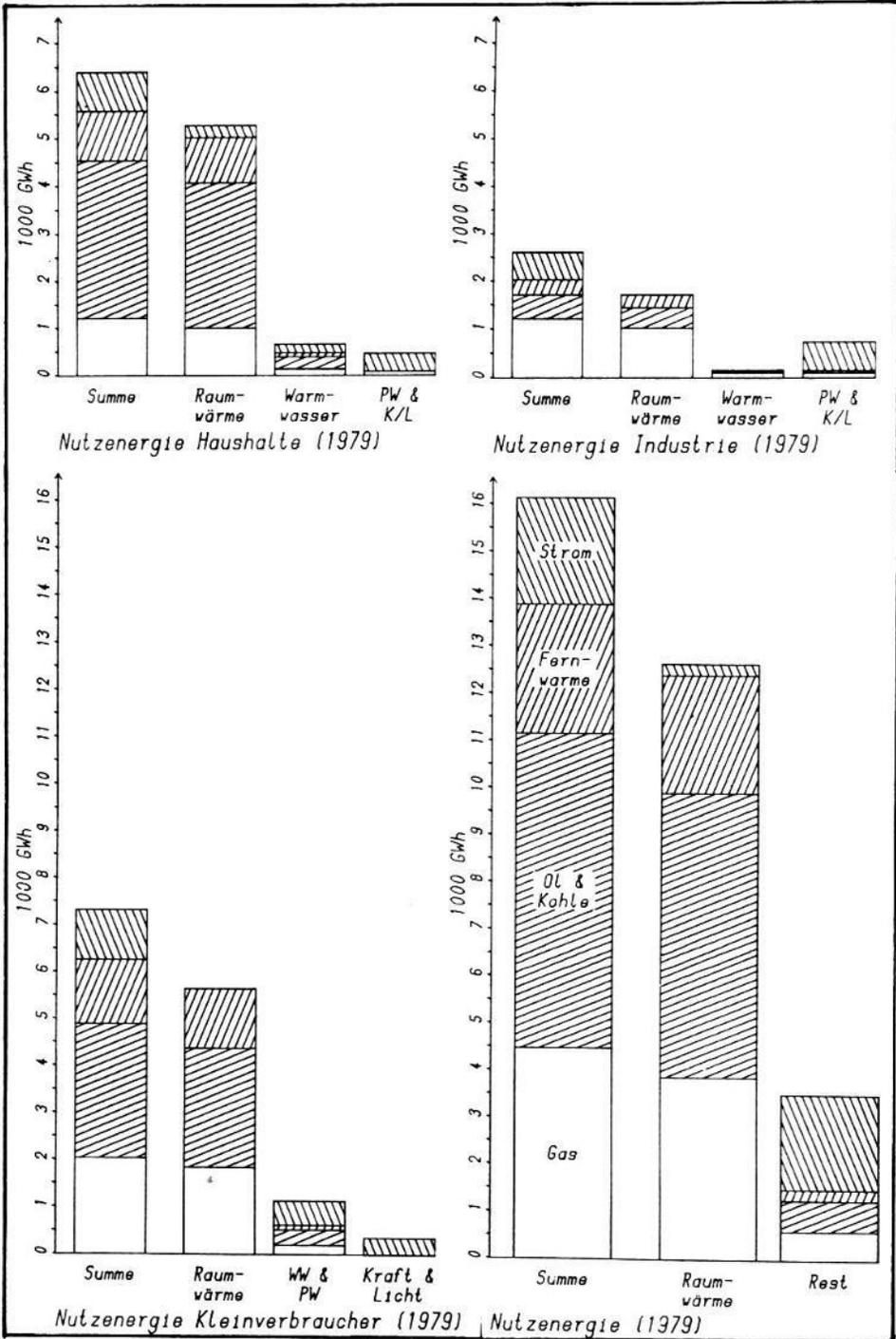


Bild 2-1: Aufteilung des (Nutz-) Energieverbrauchs

Interessant ist auch der Vergleich mit der Bundesrepublik. Während dort durchschnittlich 28.7 MWh pro Kopf verbraucht wurden, sind es in München nur 20.6 MWh, also fast ein Drittel weniger. Auch bei der Aufteilung des Energieverbrauchs auf die Verbrauchssektoren und Anwendungen zeigen sich Unterschiede. In München spielt die Industrie eine deutlich geringere, der Kleinverbrauch eine deutlich größere Rolle als im Bundesdurchschnitt (Bild 2-2). Auch die Raumwärme steht im München mehr im Vordergrund, sie macht fast drei Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs aus. Beides ist darauf zurückzuführen, daß wir in München relativ wenig Industrie und vor allem keine energieintensive Grundstoffindustrie haben.

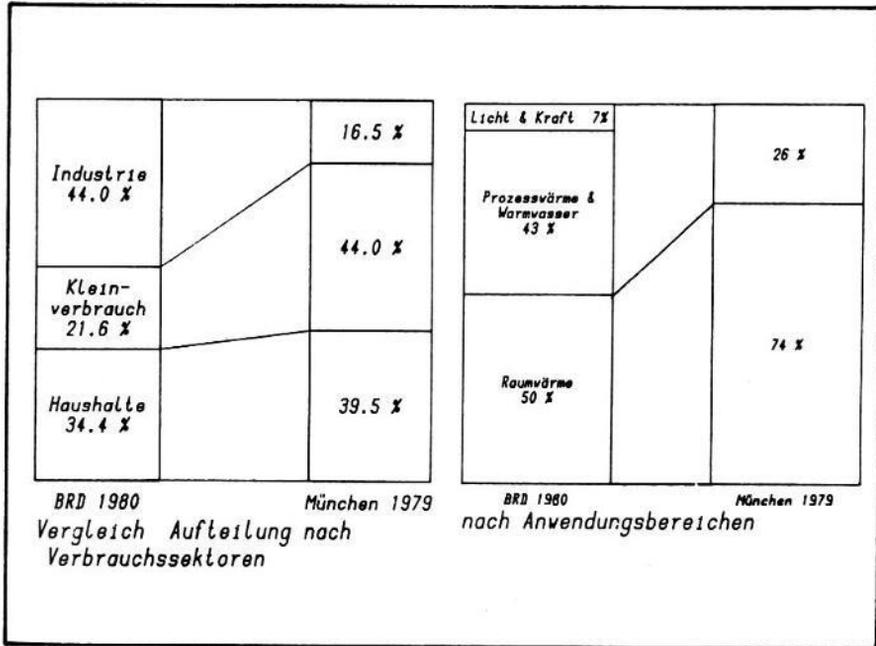


Bild 2-2: Vergleich mit der Bundesrepublik

2.3. Wo kommt die Energie her?

Wir wollen nun den Weg der Energie von der Gewinnung der Energieträger bis zur Energiedienstleistung verfolgen und dabei zugleich noch einige Begriffe einführen. Öl, Gas, Kohle wie sie aus den Lagerstätten gefördert werden, nennt man Primärenergieträger. Meist schließt sich dann eine Weiterverarbeitung an. Öl wird raffiniert, Kohle vielleicht zu Briketts oder Koks verarbeitet. Alle diese Stoffe werden zum Teil auch in Kraftwerken verfeuert, um Strom oder Fernwärme zu erzeugen. Bei den Umwandlungen und Aufbereitungen der Energie entstehen immer auch Verluste, am meisten bei der Stromerzeugung, da der Strom, wie oben erwähnt, eine sehr hochwertige Energieform darstellt. Aus den

Primärenergieträgern werden also die Endenergieträger Gas, Öl, Kohle, Strom, Fernwärme. Die Endenergie wird den Geräten des Verbrauchers zugeführt und erzeugt Nutzenergie. Die Zentralheizung verbrennt Öl und liefert Wärme an die einzelnen Zimmer, ein Teil der Energie geht jedoch verloren. Die Glühbirne verbraucht Strom, wandelt jedoch nur einen kleinen Teil in das erwünschte Licht, den größten Teil in Wärme um. Der Elektromotor erzeugt Kraft, erwärmt sich aber auch. Die Nutzenergie schließlich kommt dem Verbraucher zugute, sie ist jedoch nicht unmittelbar die Energiedienstleistung, die wir eigentlich benötigen. Wieviel Wärme man einem Zimmer zuführen muß um eine bestimmte Temperatur zu erreichen, wird davon abhängen, wie das Haus gebaut ist, ob also die Wände gut isoliert, die Fenster dicht sind. Bild 2-3 verdeutlicht die Verhältnisse nochmals. Die Energiedienstleistung fehlt dabei, sie kann nicht in Kilowattstunden gemessen werden.

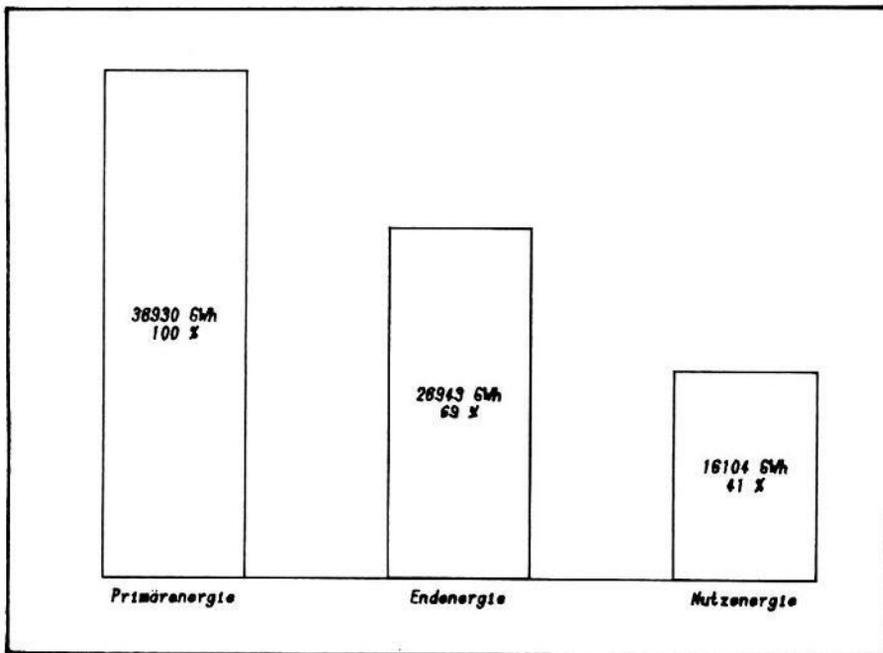


Bild 2-3: Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie in München

Um sich einen Überblick über den Weg der Energie zu verschaffen, gibt es sogenannte Energieflußdiagramme. Sie zeigen auch deutlich, welche Verluste bei den verschiedenen Energieumwandlungen entstehen. Ein solches Energieflußdiagramm für München findet sich auf der nächsten Seite (Bild 2-4). Es ist stark vereinfacht und dennoch recht kompliziert. Auffällig ist insbesondere, daß ein Großteil der Energie unterwegs verloren geht. Weniger als die Hälfte der eingesetzten Primärenergie kommt als Nutzenergie beim Verbraucher an. Auch hier, in der Verringerung der Verluste bei Energieumwandlung und Transport,

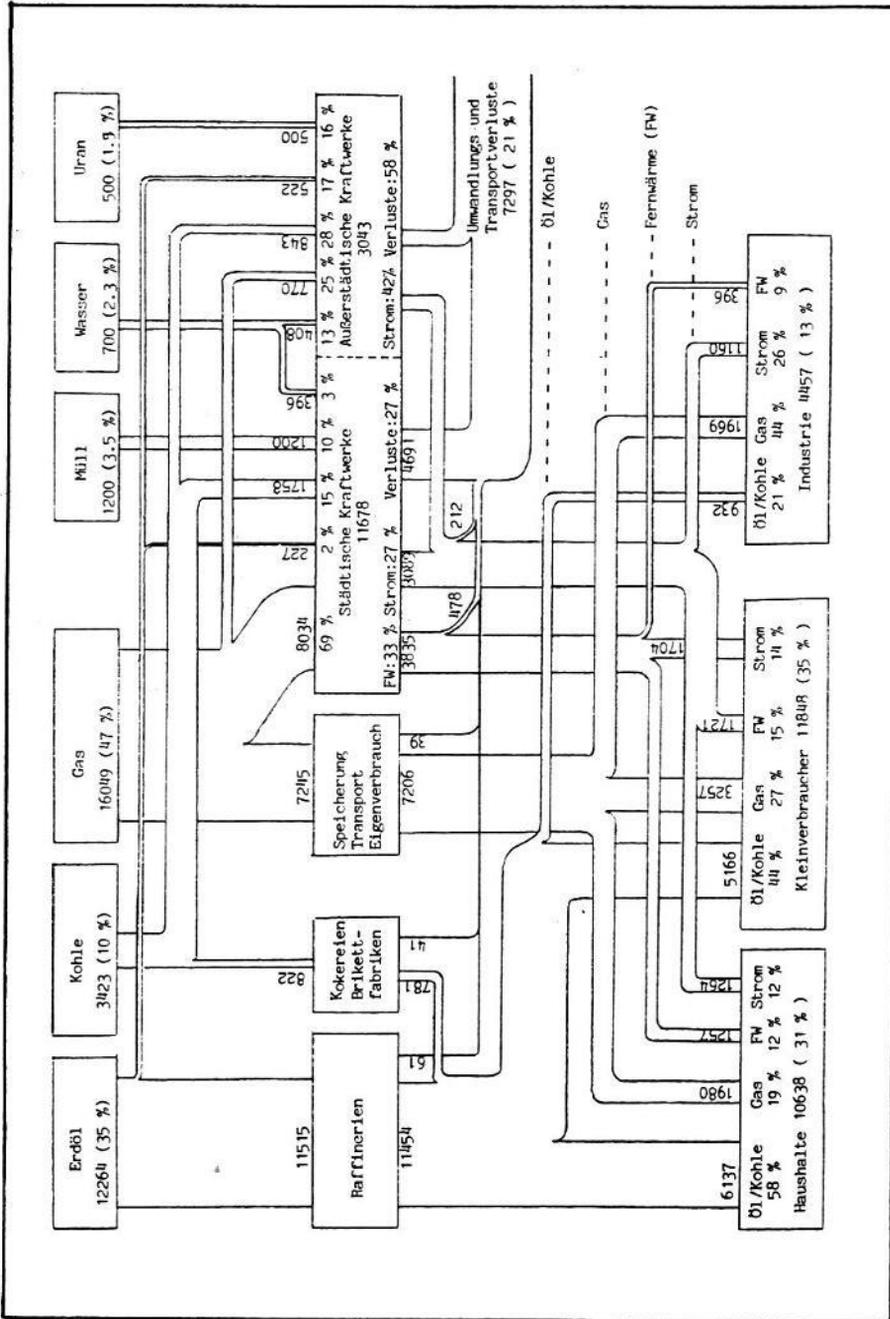


Bild 2-4: Energieflußdiagramm München 1979 ohne Verkehr
(Alle Angaben in GWh, Gesamtenergieumsatz 34240 GWh)

liegt ein wichtiger Ansatzpunkt für die Energieeinsparung.

An Primärenergie wird vor allem Gas eingesetzt, an zweiter Stelle fast ebensoviel Erdöl. Der Anteil der Kohle an dritter Stelle ist bereits recht klein. Insgesamt beträgt der Anteil der erschöpflichen Energieträger 98 %. Es ist also noch ein weiter Weg bis zur vollständigen Versorgung mit unerschöpflichen Energieträgern zurückzulegen.

2.4. Kraftwerke, Fernwärme und Kraftwärmekopplung in München

Im Stadtgebiet Münchens stehen mehrere Heizkraftwerke, die etwa 61 % des in München verbrauchten Stroms erzeugen. (Der Rest des Stroms wird von den Bayernwerken bezogen und aus Wasserkraftwerken.) Sie arbeiten mit dem energiesparenden Prinzip der Kraftwärmekopplung. Das bedeutet, daß die bei der Stromerzeugung aus physikalischen Gründen immer anfallende Abwärme als Fernwärme genutzt wird. Dies geschieht folgendermaßen: im Kraftwerk wird der Dampf, der durch die Verbrennung von Öl, Kohle, Gas oder Müll entsteht, zunächst durch eine Turbine geleitet, die Strom erzeugt. Anschließend wird dem immer noch heißen Dampf in einem Wärmetauscher weiter Wärme entzogen, die in das Fernwärmenetz eingespeist wird. Dies hat im wesentlichen zwei Vorteile:

- Energieeinsparung
- geringere Belastung der Umwelt durch Abwärme

Bild 2-5 macht dies deutlich: Während bei einem normalen Kondensationskraftwerk nur etwa 35 % der Primärenergie genutzt werden, sind es bei der gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung immerhin 60 %, etwa 26 % Strom und 34 % Fernwärme. Im Winter liegt dieser Wirkungsgrad noch höher, da die Abwärme nur zu einem sehr kleinen Teil genutzt werden kann. Im Mittel ergeben sich dann etwa die Zahlen, die wir angegeben haben.

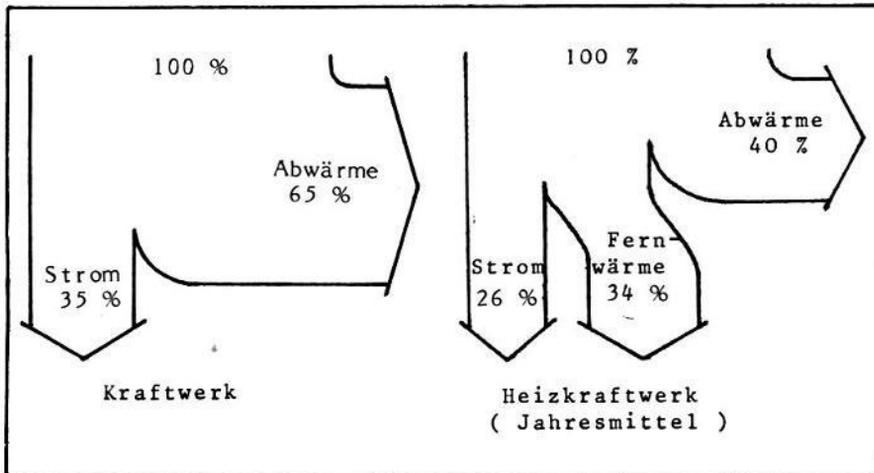


Bild 2-5: Energieflußdiagramm Kraftwerk und Heizkraftwerk

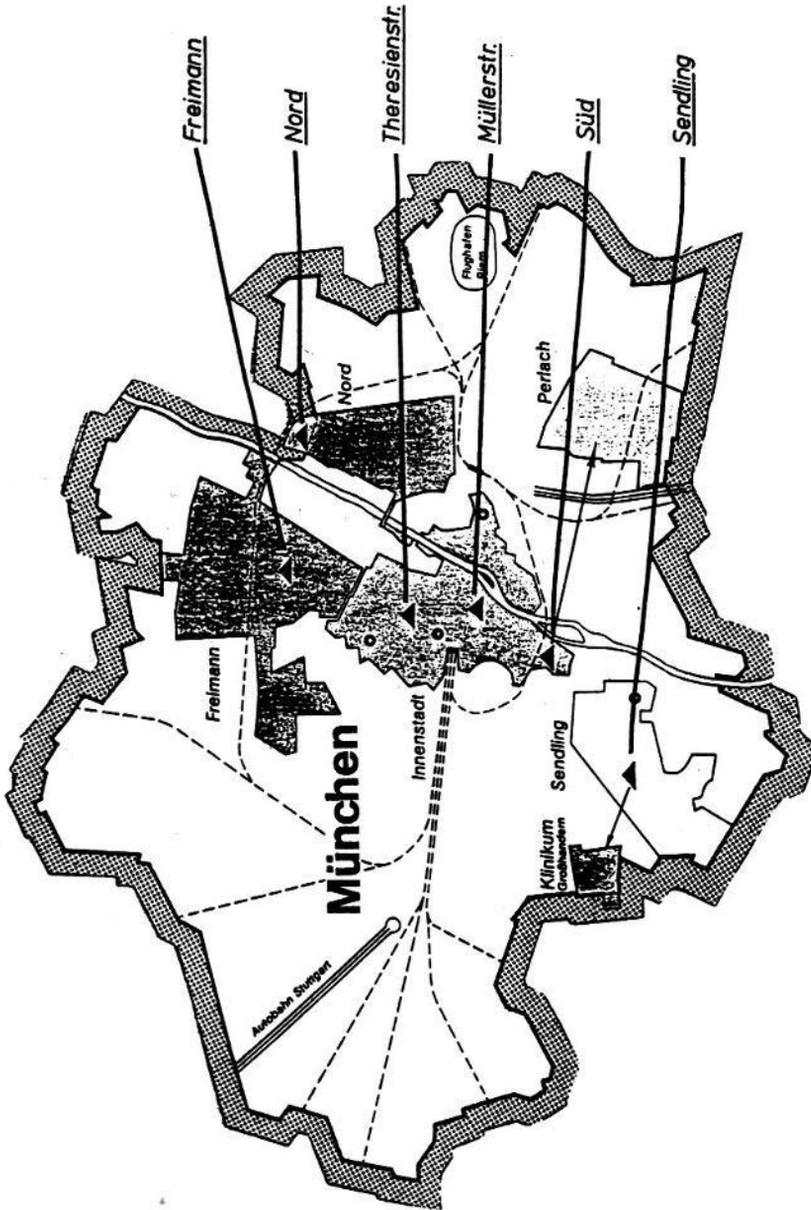


Bild 2-6: Karte der Kraftwerke und Fernwärmenetze

Die Fernwärme wird in fünf Fernwärmenetzen verteilt, dem Dampfnetz in der Innenstadt und den vier Heißwassernetzen Freimann, Nord, Perlach und Sendling. Bild 2-6 soll einen Eindruck von der Lage der Kraftwerke und der Ausdehnung der Fernwärmenetze vermitteln.

Alles in allem erscheint die Situation in München recht günstig. Wenig Städte haben einen solch hohen Anteil in Kraftwärmekopplung erzeugten Stroms aufzuweisen. Natürlich sind weitere Verbesserungen möglich. Der Anteil des in Kraftwärmekopplung erzeugten Stroms könnte gesteigert, der Fremdbezug von den Bayernwerken gesenkt werden.

2.5. Die Umweltsituation

Jeder Energieverbrauch ist zugleich auch mit einer Belastung der Umwelt verbunden. Kernkraftwerke geben radioaktive Stoffe ab, konventionelle Kraftwerke Schwefeldioxid, Stickoxide, Staub und eine Vielfalt anderer Schadstoffe, Autos belasten unsere Nerven durch ihren Lärm, unsere Lungen durch unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Kohlenmonoxid und Blei, während Ölfeuerungen Schwefeldioxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und Ruß abgeben.

Wir wollen nun kurz darstellen, welche Schadstoffe bei der Energieerzeugung hauptsächlich entstehen. Zu nennen sind:

- Schwefeldioxid (SO_2) entsteht hauptsächlich bei der Verbrennung von Öl und Kohle aus im Brennstoff gebundenem Schwefel. Kohle wird in München hauptsächlich in den Kraftwerken verfeuert, Öl dient zur Wärmeerzeugung bei Haushalten, Kleinverbrauchern und der Industrie. Schwefeldioxid wirkt nicht nur an der Zerstörung von Bauwerken, wie dem Kölner Dom, maßgeblich mit, es greift in Verbindung mit Feuchtigkeit die Atemwege bei Mensch und Tier an und ist wahrscheinlich die Hauptursache für das Waldsterben.
- Chlor (Cl_2) wird bei der Verbrennung von bestimmten Kunststoffen frei. In München sind die Hauptemittenten deshalb die Müllkraftwerke. Chlor ist chemisch sehr aggressiv.
- Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (C_nH_m) entstehen bei unvollständiger Verbrennung. Hauptverursacher sind Hausbrand und Verkehr. Kohlenmonoxid ist ein geruchloses Atemgift, erschwert den Sauerstofftransport im Blut und beeinträchtigt dadurch die menschliche Leistungsfähigkeit.
- Stickoxide (NO_x) entstehen aus dem Luftstickstoff bei hohen Temperaturen bei der Verbrennung. Hauptverursacher sind der Verkehr (Verbrennungsmotoren!) und Kraftwerke (vor allem Gasturbinen). Das nahezu geruchlose Stickstoffdioxid (NO_2) greift beim Menschen die Atemwege an, führt bei Pflanzen schon in geringer Konzentration zu Blattschäden und verursacht infolge Säurebildung Korrosion. Außerdem kommt ihm bei der Smogbildung große Bedeutung zu. Neuerdings wird ihm auch eine Mitschuld am Waldsterben gegeben.
- Staub entsteht hauptsächlich bei der Verfeuerung fester Brennstoffe, also bei der Müll- und Kohleverbrennung. Seine Gefährlichkeit richtet sich nach den in ihm enthaltenen Stoffen wie Quarz, Asbest, Blei, Cadmium und anderen.

Je nach der Entstehung der Schadstoffe muß man auch unterschiedliche Maßnahmen zu ihrer Verminderung ergreifen. Schwefeldioxid, Chlor und Staub kann man entweder durch Ersetzung der kritischen Brennstoffe Müll, Kohle und Öl durch andere (Gas) vermindern, oder durch entsprechende Filter. Bei Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden kommt zunächst eine Optimierung der Verbrennung in Frage, um eine vollständigere Verbrennung bzw. niedrigere Temperaturen zu erreichen. Hier wäre auch eine Verringerung des Individualverkehrs sehr hilfreich.

Um einen Überblick über die momentane Situation zu erhalten, haben wir eine Schadstoffbilanz für München aufgestellt, mit dem Ziel, folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Menge an Schadstoffen wird emittiert?
- Wie ist die Aufteilung auf die Verbrauchssektoren?
- Auf die Anwendungen?
- Auf die Energieträger?

Wir haben dabei nicht alle Schadstoffe betrachtet, sondern uns auf die unserer Meinung nach wichtigsten beschränkt, nämlich Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxide (NO_x). Diese Auswahl ist beeinflusst durch die Tatsache, daß wir den Verkehr in dieser Studie ausgeklammert haben, sonst wären mindestens Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und vielleicht auch Blei zusätzlich zu betrachten gewesen.

Die Ergebnisse unserer Berechnungen zeigt Bild 2-7. Überraschend ist zunächst, daß es sich um so große Mengen handelt, nämlich tausende von Tonnen. Am Schwefeldioxid, der wohl wichtigsten Luftverunreinigung, sind demnach vor allem die Primärenergieträger Kohle und Öl beteiligt. Die Aufteilung auf die Anwendungen und die Verbrauchssektoren richtet sich in etwa nach dem Energieverbrauch.

Interessant ist auch der Vergleich mit den durchschnittlichen Verhältnissen in der Bundesrepublik. Dazu muß man die emittierten Schadstoffmengen auf die Einwohner beziehen. Die Ergebnisse dieser Berechnung lauten wie folgt:

	BRD	München	
Schwefeldioxid	57	11	(kg/Einwohner und Jahr)
Stickoxide	28	8	(kg/Einwohner und Jahr)

Der Schadstoffausstoß je Münchner Bürger ist also bedeutend geringer als im Durchschnitt der Bundesrepublik. Dies hat im wesentlichen zwei Ursachen: zum einen ist - wie schon mehrfach erwähnt - auch der Energieverbrauch in München geringer, zum anderen wird in München relativ viel Gas verbraucht, das verhältnismäßig niedrige Emissionen (praktisch nur Stickoxide) verursacht. Um die Auswirkung einer bestimmten Emission auf die Immission (die Konzentration der Schadstoffe in der Luft) abzuschätzen, sind auch die klimatischen Bedingungen wichtig. In München haben wir relativ niedrige mittlere Windgeschwindigkeiten und häufige Inversionswetterlagen, also sehr ungünstige Bedingungen.

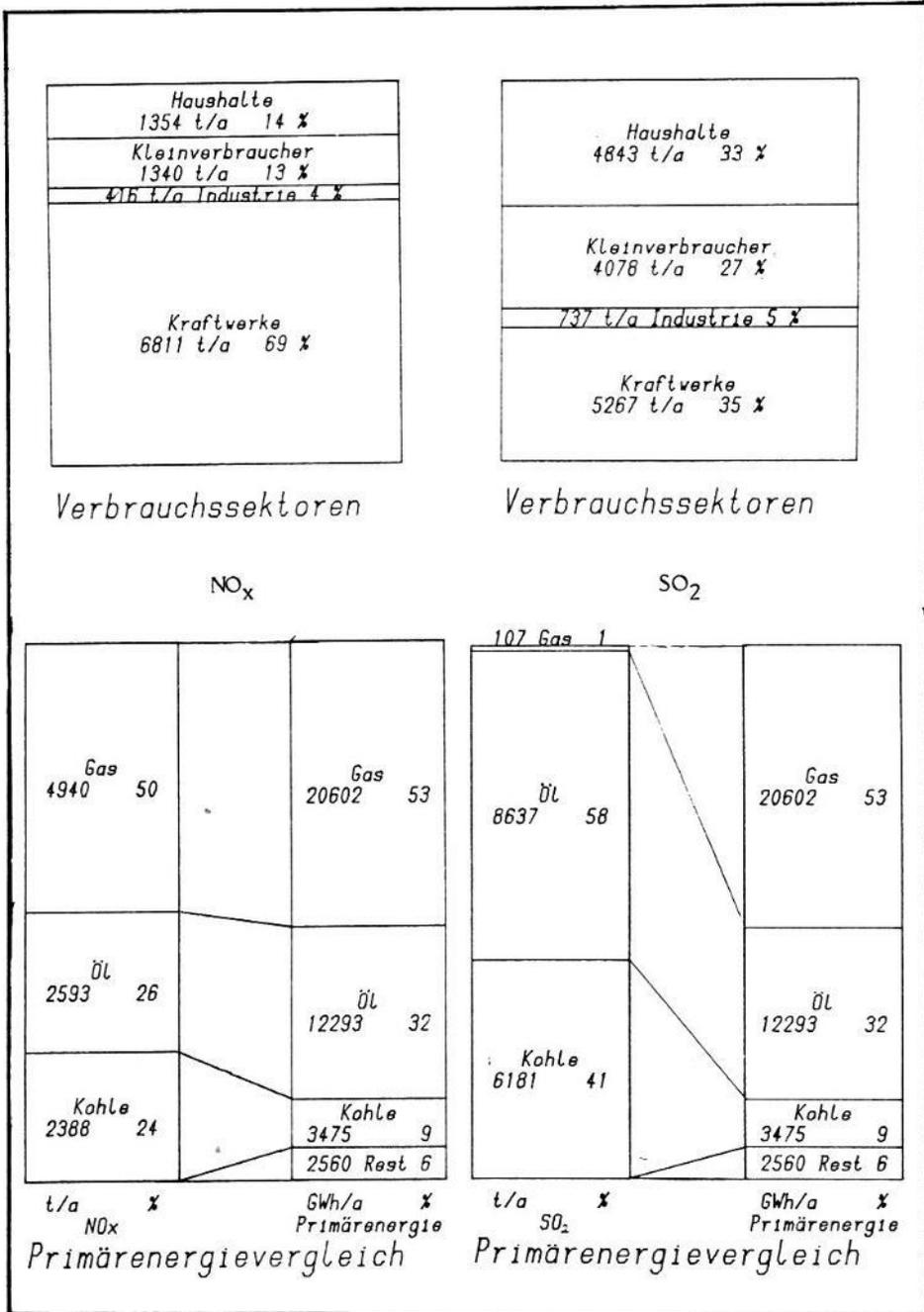


Bild 2-7: Schadstoffbilanz Schwefeldioxid und Stickoxide

Deshalb sind wir der Ansicht, daß eine kräftige Reduzierung trotz der bereits günstigen Ausgangsposition wünschenswert ist. Wir wollen außerdem darauf aufmerksam machen, daß eine Steigerung des Energieverbrauchs auch zu einem Anwachsen der Luftverschmutzung führt, eine Senkung entsprechend zu einer Verringerung. Natürlich stehen mittlerweile auch recht effiziente und wirtschaftliche Methoden der Luftreinigung zur Verfügung; für einen bestimmten Reinheitsgrad der Luft muß jedoch bei höherem Energieverbrauch mehr Abgas sauberer gereinigt werden, was zu überproportional höherem Aufwand und höheren Kosten führt.

2.6. Wie stellen sich die Stadtwerke die Zukunft vor?

In Kapitel 2.3. haben wir bereits festgestellt, daß die momentane Situation in München recht gut aussieht, die Stadtwerke haben bereits Fernwärme und Kraftwärmekopplung gefördert, als von Energieeinsparung noch nicht die Rede war. Wie werden sie nun weitermachen?

Die Stadtwerke gehen davon aus, daß der Energieverbrauch und vor allem der Stromverbrauch weiterhin steigen werden. Sie sehen es als ihre Aufgabe an, diesen Bedarf zu decken. Erdöl soll langfristig durch Strom, Fernwärme und Gas ersetzt werden. Die Möglichkeit der Energieeinsparung wird zwar durchaus gesehen, es wird ihr aber, wie unsere Berechnungen zeigen, zu geringes Gewicht gegeben.

Die Stadtwerke halten das Kernkraftwerk Isar II in Ohu nach wie vor für notwendig und wünschenswert. Dies stimmt mit ihren hohen Prognosen für den Stromverbrauchszuwachs überein. Zwar ist der Stromverbrauch in den letzten Jahren wesentlich weniger gewachsen, als die Stadtwerke dies für die Zukunft voraussagen, sie schreiben jedoch diese Abweichungen kurzfristigen konjunkturellen Schwankungen zu, die am langfristigen Trend nichts ändern.

Durch die Inbetriebnahme des Kernkraftwerks Isar II, das geben die Stadtwerke selbst zu, "wird es übergangsweise zu einer Erhöhung des in Spitzenkesseln zu erzeugenden Wärmeanteils kommen. Die Fernwärmeerzeugungskosten werden sich dadurch vorübergehend etwas erhöhen, das bisherige Wärmeversorgungskonzept wird durch die Kernkraftwerksbeteiligung jedoch nicht gestört." (Energieprogramm 80). Das bedeutet, daß das Kernkraftwerk soviel Strom erzeugt, daß die innerstädtischen Kraftwerke zurückgefahren werden müssen. Die Stadtwerke glauben, daß der Strombedarf so stark steigt, daß dies nur vorübergehend der Fall sein wird. Wir sind jedoch der Ansicht, daß die von den Stadtwerken angenommenen Steigerungsraten überzogen sind, daß der zukünftige Strombedarf also nur sehr schwach steigen wird. Dies würde bedeuten, daß das Zurückfahren der innerstädtischen Kraftwerke keineswegs ein vorübergehender, sondern ein Dauerzustand würde. Dadurch wieder wird die Energieeffizienz schlechter, die städtischen Kraftwerke werden unwirtschaftlicher und die Fernwärme teurer. Auf diese Weise würde der Kraftwärmekopplung in München langsam aber sicher das Wasser abgegraben, das bisherige Wärmeversorgungskonzept also sehr wohl massiv gestört.

Warum beziehen die Stadtwerke die Möglichkeit einer geringeren Stromverbrauchssteigerung nicht in ihre Überlegungen mit ein? In der Vergangenheit stieg der Stromverbrauch tatsächlich über lange Jahre wesentlich stärker als heute, daran ist man gewöhnt, und nun auf einmal umzudenken, fällt natürlich schwer. Und es ist ja auch nicht so, daß die Prognosen nicht korrigiert worden wären: während das Energieprogramm 80 der Stadtwerke von 5 % Wachstum des Stromverbrauchs ausgeht, sind es im Stadtentwicklungsplan 82 nur noch 2.5 - 3.5 % (Bild 2-8). Wir glauben aber, daß diese Korrekturen immer noch nicht weit genug gehen.

Seit 1977, als der Stadtrat die Beteiligung am Kernkraftwerk Isar II in Ohu beschlossen hat, hat sich also die Situation wesentlich geändert. Die Stadtwerke sind nun in der schwierigen Lage, daß sie sich zwar auf diese Beteiligung festgelegt haben, daß es aber keineswegs sicher (unserer Meinung nach sogar sehr zweifelhaft) ist, ob sie den erzeugten Strom benötigen. Die Situation wird dadurch noch schwieriger, daß die Bauarbeiten in Ohu bereits begonnen und die Stadtwerke etwa 100 Mio investiert haben.

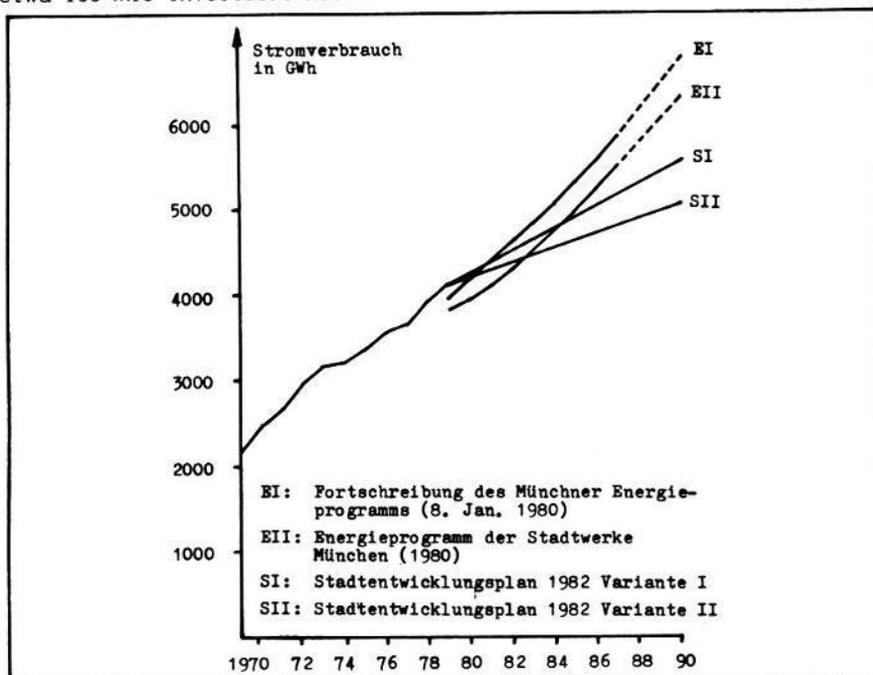


Bild 2-8: Entwicklung der Stromprognosen

Für den eiligen Leser:

Die Versorgung Münchens baut heute zu 98 % auf erschöpflichen Energieträgern auf. Mehr als die Hälfte der Energie geht verloren, bevor sie den Endverbraucher erreicht. Die Umweltsituation ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt gut, weitere Verbesserungen sind jedoch nötig. Die Beteiligung am Kernkraftwerk Isar II wird den Betrieb der innerstädtischen Kraftwerke beeinträchtigen. Weiter auf Seite 27.

3. WAS KÖNNEN WIR BESSER MACHEN?

3.1. Perspektiven einer neuen Energiepolitik

Unser Energieverbrauch kann nicht unbegrenzt steigen. Die Grenzen liegen in der Belastbarkeit der Umwelt und in der Erschöpfung der Ressourcen, die unseren Handlungsspielraum immer weiter einengen. Wir wollen im folgenden versuchen, die Perspektiven einer neuen Energiepolitik aufzuzeigen, die versucht, diese Probleme zu meistern.

- Unser zukünftiger Energieverbrauch sollte möglichst gering sein, zumindest jedoch nicht weiter steigen. Nur so wird es uns gelingen, die Umweltbelastungen zu verringern und, bezogen auf die Ressourcen, eine gesicherte Energieversorgung zu ermöglichen.
- Der Anteil regenerativer Energiequellen am Energieverbrauch sollte möglichst hoch sein, um der Begrenztheit der Ressourcen zu begegnen.
- Die zukünftige Energieversorgung sollte in ihrem Konzept flexibel sein - keine Sachzwänge schaffen - um so optimal auf neue Entwicklungen eingehen zu können und Entscheidungsfreiheit offen zu halten.
- Die mit dem Energieverbrauch verbundene Umweltbelastung muß so weit wie möglich reduziert werden.
- Die zukünftige Energieversorgung sollte stabil und sicher sein gegenüber Einflüssen von außen, das heißt, die Energieerzeugung sollte auf vielen Füßen stehen und einseitige Abhängigkeiten vermeiden.

Gibt es nun eine Möglichkeit, eine Energieversorgung aufzubauen, die diese Kriterien erfüllt? Von A.B. Lovins wurde in seinem Buch "Sanfte Energie" eine sogenannte sanfte Energieversorgung vorgeschlagen, die auf folgenden Prinzipien beruht:

- Der zukünftige Energiebedarf kann durch bessere Nutzung der Energie gesenkt werden.
- Der noch verbleibende Restbedarf soll weitgehend durch unerschöpfliche Energieträger gedeckt werden.

In den folgenden Abschnitten zeigen wir, wie die konkrete Ausgestaltung eines Energiekonzepts in München, das auf diesen Prinzipien beruht, aussehen könnte. Wir wissen, daß auf Grund des mangelnden Datenmaterials vieles noch fragmentarisch und teilweise oberflächlich bleibt. Die Stadt hätte jedoch die Möglichkeit, innerhalb kurzer Zeit unsere Ergebnisse zu vervollständigen und zu vertiefen, damit eine fundierte Energieplanung möglich wird.

3.2. Einsparmöglichkeiten

Energie ist ein knappes Gut

Auf Grund der begrenzten Ressourcen und der mit dem Konsum von Energie verbundenen Umweltbelastungen wird deutlich, daß Energie ein knappes Gut ist. Wir müssen unseren Verbrauch an Energie beschränken. Dieses Ziel kann auf verschiedene Art und Weise erreicht werden:

- Durch den Verzicht auf Energieverbrauch (z.B. weniger Autofahren)
- Durch bewußten Umgang mit Energie (z.B. nur mit voller Waschmaschine waschen)
- Durch die Anwendung technischer Maßnahmen, die den Energieverbrauch reduzieren (z.B. Wärmedämmung bei Häusern)

Die ersten beiden Möglichkeiten wollen wir in unserer Studie nicht berücksichtigen und uns nur auf technische Maßnahmen beschränken. In den folgenden Abschnitten sollen einige dieser Maßnahmen zur Energieeinsparung aufgezeigt werden.

Senkung des Raumwärmebedarfs

Manch einer sitzt heutzutage über seiner jährlich höher werdenden Heizungsrechnung und zerbricht sich den Kopf darüber, wie er zukünftig seine Heizkosten senken könnte. Neben der Möglichkeit des persönlichen Verzichts durch Absenken der Heiztemperatur bzw. dem nur teilweisen Beheizen ihrer Wohnung glauben viele, daß sie durch den Einbau einer anderen Heizung ihre Probleme lösen könnten. Dabei wird oft übersehen, daß die Energiepreise nicht unabhängig von einander sind, sondern, wie sich das für eine Marktwirtschaft gehört, sich dem allgemeinen Energiepreinsniveau anpassen. Steigt z.B. der Heizölpreis, so kann damit gerechnet werden, daß der Gaspreis bzw. der Nachstrompreis nicht lange auf sich warten lassen. Ein Hausbesitzer, der den oben beschriebenen Weg geht, hat also nichts anderes erreicht, als daß er von einer Abhängigkeit in die andere geraten ist.

Wesentlich sinnvoller wäre es, den Energiebedarf des Hauses zu senken. Daher sollte die Grundregel beachtet werden:

ERST ISOLIEREN
DANN INSTALLIEREN

Sonst könnte leicht der Fall eintreten, daß die gerade erst neu installierte Heizanlage nach den Wärmedämmmaßnahmen plötzlich viel zu groß, und damit unwirtschaftlich ist, oder bei einem erneuten Austausch wiederum hohe Investitionskosten anfallen.

Allerdings gilt dieser Grundsatz nicht mehr in voller Strenge, da es heute bereits sogenannte "Brennwert-Kessel" gibt, die Wirkungsgrade von 95 % erreichen. Hat die bestehende Heizungsanlage einen schlechten Wirkungsgrad, so kann hier der Einbau einer neuen Anlage wesentlich zur Senkung des Energieverbrauchs beitragen und damit auch vor einer Isolierung sinnvoll sein.

Um die verschiedenen Möglichkeiten der Wärmedämmung aufzuzeigen, ist es zweckmäßig, die Häuser in sechs verschiedene "Normhäuser" (100 m²

Wohnfläche) mit unterschiedlichem Dämmstandard aufzuteilen. Dabei wollen wir uns zunächst auf Einfamilienhäuser beschränken. Diese sechs Typen lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

- Typ I: Entspricht der üblichen Nachkriegsbauweise bis 1977, Einfachverglasung, Raumwärmebedarf 3700 l Heizöl pro Jahr.
- Typ Ia: Entspricht Typ I, es werden jedoch Sofortmaßnahmen ergriffen: Absenken der Vorlauftemperatur, Einbau von Thermostatventilen, Wärmedämmung der Rolladenkästen und Heizkörpernischen, Vorhänge vor Heizkörpern gekürzt, Fenster- und Türdichtungen verbessert. Raumwärmebedarf 3000 l Heizöl pro Jahr.
- Typ II: Entspricht der heute üblichen Bauweise "Vollwärmeschutz", Doppelverglasung, Raumwärmebedarf 2100 l Heizöl pro Jahr.
- Typ III: Entspricht dem schwedischen Baustandard: Dreifach- oder Isolierverglasung, 12 cm Wärmedämmung an den Wänden, 10-30 cm Dach- und Kellerisolierung, Raumwärmebedarf 900 l Heizöl pro Jahr (entspricht in etwa den Forderungen der neuen Wärmeschutzverordnung, die für Neubauten ab dem 1.1.84 gilt).
- Typ IV: Das Nullenergiehaus: Dreifachverglasung, 30-50 cm Außendämmung, isolierte Fensterläden, Wärmerückgewinnung aus Abwasser, kontrollierte Belüftung, Raumwärmebedarf 160 l Heizöl pro Jahr.
- Typ S: Dieses Haus wird durch Solararchitektur ganz auf passive Wärmegegewinnung ausgelegt. Wohnräume nach Süden ausgerichtet, an der Südseite große Glasflächen, großer Wintergarten der sich über die gesamte Haushöhe erstreckt. Diese Bauweise ist heute bereits zu den selben Preisen wie für herkömmliche Bauten möglich. Raumwärmebedarf 350 l Heizöl pro Jahr.

Für diese Typen lassen sich Wärmebilanzen aufstellen. In Bild 3-1 ist für jeden Haustyp links angegeben, woher die Wärme bezogen wird, rechts, wohin sie fließt. Alle Angaben beziehen sich auf ein Normhaus mit 100 m² Wohnfläche, Zahlen in l Heizöl.

Alles bisher gesagte gilt auch für Mehrfamilienhäuser, insbesondere lassen sich auch Mehrfamilienhäuser vom Typ S verwirklichen. Beim Mehrfamilienhaus verringern sich - je nach Größe des Hauses und der Anzahl der Wohnungen - die Wärmeverluste nach außen. Dadurch ist der Raumwärmebedarf beim Mehrfamilienhaus im Vergleich zum Einfamilienhaus gleichen Typs geringer. Je nach Mehrfamilienhaus ergeben sich 50 bis 80 Prozent des Raumwärmebedarfs eines Einfamilienhauses. Wir nehmen im folgenden einen mittleren Wert von 66 Prozent an.

Wie man sieht, lassen sich durch gezielte Wärmedämmung enorme Einsparungen erreichen. So reduziert sich zum Beispiel der Wärmebedarf beim Typ IV auf etwa ein Zwanzigstel des Bedarfs beim Typ I. Deutlich sieht man auch, daß sich bei einem Haus mit passiver Solararchitektur fast ebenso große Einspareffekte erzielen lassen wie beim Typ IV, trotz eines wesentlich höheren Wärmedurchflusses. Da der Haustyp S im Vergleich zum Typ IV auch eine wesentlich höhere Wohnqualität aufweist (große Glasflächen nach Süden, Wintergarten), geht die Entwicklung für die zukünftige Bauweise weg vom hochwärmedämmten Haus zu einem Haus mit passiver Solararchitektur. In der BRD wurden Häuser in diesem Stil z.B. bereits in Darmstadt und Mainz gebaut.

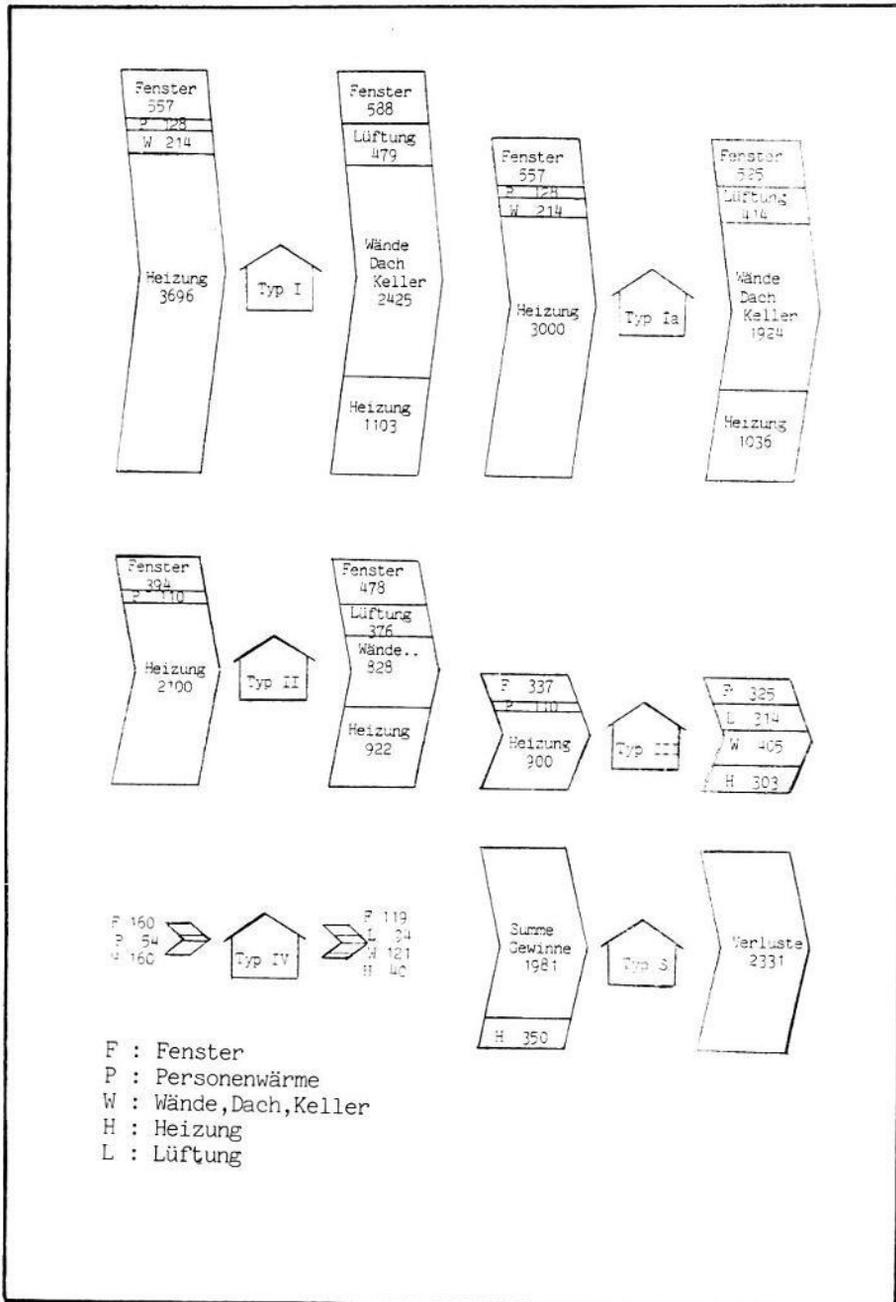


Bild 3-1: Wärmebilanzen der Haustypen I, Ia, II, III, IV und S

Interessant ist nun die Frage, ob sich diese Maßnahmen auch lohnen. Dazu stellt sich nach Berechnungen des Tübinger Arbeitskreises folgendes heraus:

Haustyp	Mehrinvestitionen	Ölkosten heute	Kosten 1. Jahr	Mittl. Kosten	Verbrauch in %
I	---	3 555	3 555	5 487	100
Ia	1 200	2 880	3 075	4 615	81
II	6 050	2 018	3 003	3 972	56
III	16 240	960	3 142	3 201	27

(alle Angaben in DM)

Die mittleren Kosten wurden dabei wie folgt errechnet: Die Kosten für Heizöleinkauf, Zins und Tilgung für die Dämmmaßnahmen werden inflationsbereinigt aufsummiert und der Mittelwert über 20 Jahre gebildet. Ausgegangen wurde von 4 % Inflationsrate, 8 % nominale Energiepreiserhöhungen pro Jahr und einem Zinssatz von 10 %. Der heutige Heizölpreis wird mit 75 Pf. angesetzt, die Lebensdauer der Sofortmaßnahmen und der Maßnahmen für Typ II mit 10 Jahren und derjenige des Außenwandwärmeschutzes mit 30 Jahren.

Somit ist die Beheizung eines Hauses vom Typ I bereits heute völlig unwirtschaftlich. Die Sofortmaßnahmen als auch die Maßnahmen für Typ II bringen bereits deutliche Einsparungen. Aber auch die Dämmung nach Schwedischem Standard ist heute schon rentabel und bringt den Bewohnern weitgehende Unabhängigkeit von zukünftigen Energiepreiserhöhungen.

Oft wird behauptet, daß zur Herstellung von Wärmedämmmaterial mehr Energie benötigt würde, als über die gesamte Lebensdauer eingespart wird. Dies ist falsch. Alle Dämmmaßnahmen sparen die zur Herstellung notwendige Energie innerhalb einer Heizperiode (ca. vier Monate) wieder ein.

Energiesparende Haushaltsgeräte

Nur ca. 8 % des Energieverbrauchs eines Haushalts in der Bundesrepublik entfallen auf elektrische Geräte (ohne Warmwasser und Heizung). Einsparungen auf diesem Bereich sind dennoch von großem Interesse, da in München die Haushaltsgeräte am Gesamtstromverbrauch einen Anteil von immerhin 18,5 % haben. Mit Warmwasser und Heizung zusammen verbrauchen die Haushalte sogar 30 % des Münchner Stroms.

Der mit großem Aufwand hergestellte Strom wird also zum Großteil zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme (Elektroherd, Aufheizen des Wassers in der Waschmaschine ...) verwendet. Dies ist, um ein Bild von A.Lovins zu gebrauchen, gerade so, als ob man Butter mit einer Kreissäge schneiden würde.

Um von dieser "Kreissägenmethode" wegzukommen, ist es erforderlich, z.B. den Warmwasserbedarf der Waschmaschinen solar oder unter direktem

Einsatz von Primärenergieträgern zu decken. Mittlerweile haben bereits einige Fabrikate der oberen Komfortklasse (Miele, AEG) einen separaten Warmwasseranschluß und verfügen über die erforderliche Elektronik.

Doch auch bei stromspezifischen Anwendungen unterscheiden sich die angebotenen Geräte erheblich. So schwankten die nach Norm ermittelten Herstellerangaben für 3-Sterne-Kühlschränke bei unserer stichprobenartigen Untersuchung zwischen 5,2 und 10,8 Wattstunden pro Tag und Liter Nutzinhalt. Dabei waren die Preisunterschiede weitgehend unabhängig vom Energieverbrauch. Eine dickere Isolierung kostet eben kaum mehr bei der Herstellung, während der Preis hauptsächlich vom Namen des Herstellers und dem Design abhängt. Aber selbst wenn wir einen teureren energiesparenden Kühlschrank mit einem in Billigbauweise hergestellten vergleichen rentiert sich diese Anschaffung bereits nach 3 1/2 Jahren.

Bei den Waschmaschinen gilt ähnliches. Dort lagen die Herstellerangaben für den Energiebedarf eines Kochwaschganges im Bereich von 0,5 kWh/kg Wäsche und 0,64 kWh/kg Wäsche. Der entscheidende Faktor ist hierbei die benötigte Menge an Warmwasser, da ca. 90 % des Stromverbrauchs zur Aufheizung des Wassers benötigt werden. Die Preise werden somit fast ausschließlich von zusätzlichem Komfort und Aussehen bestimmt, so daß in jeder Preisklasse der Vergleich lohnt.

Auch bei der Beleuchtung läßt sich Geld und Energie sparen. Die neue Leuchtstoffbirne von Philipps paßt in die üblichen Schraubfassungen und erzeugt dasselbe warme Lichtspektrum wie die alten Glühbirnen. Sie hat die fünffache Lebensdauer einer Glühbirne und verbraucht bei gleicher Helligkeit nur ein Viertel soviel Strom. Bei 5000 Betriebsstunden spart also eine 25 W Leuchtstoffbirne (die genauso hell wie eine 100 W Glühbirne leuchtet) trotz ihres hohen Anschaffungspreises (DM 40.-) DM 57.-. Von Nachteil ist die klobige Gestalt dieser Birnen, so daß sie nicht überall eingesetzt werden können. Auch erreichen sie erst ca. eine Minute nach dem Einschalten ihre volle Leuchtkraft. Überall da jedoch, wo über einen längeren Zeitraum beleuchtet wird (z.B. Küche, Fernsehlampe, Arbeitstisch, Gartenbeleuchtung, ...) lohnt sich diese Anschaffung.

An diesen Beispielen wird deutlich, daß jeder durch sein Verhalten bei der Gestaltung seines Energieverbrauchs zur Entscheidung beiträgt, welche Variante des Energieszenarios realisiert wird.

Für den eiligen Leser:

- Äußere Zwänge begrenzen unseren Energieverbrauch. Die zukünftige Energiepolitik sollte deshalb versuchen, den Energieverbrauch zu reduzieren und möglichst große Teile davon regenerativ zu decken.
- Bei der Raumwärme sind die größten Einsparpotentiale vorhanden.
- Energiesparende Haushaltsgeräte sind heute zu herkömmlichen Preisen erhältlich.

Es geht weiter auf Seite 41.

3.3. Regenerative Energiequellen

3.3.1. Die Sonnenenergie

Die Sonne strahlt im Laufe eines Jahres außerordentlich große Energiemengen auf die Erde ein. Die Einstrahlung auf einer horizontalen Fläche beträgt im Jahr ca. 1000 kWh pro Quadratmeter. Berücksichtigt man die Bewölkung, so kommen auf der Fläche der Bundesrepublik in einem Jahr ca. 250000 TWh an. Dies ist das 70-fache des Primärenergieverbrauchs der Bundesrepublik im Jahre 1980. Auf die Fläche von München strahlt die Sonne eine Energie von 310 TWh pro Jahr ein. Der Primärenergieverbrauch Münchens betrug 1980 39 TWh. Die auf München eingestrahlte Sonnenenergie entspricht also in etwa dem achtfachen des heutigen Primärenergieverbrauchs. Um die eingestrahlte Energie nutzen zu können, müssen wir diese jedoch erst in eine brauchbare Energieform umwandeln.

Eine charakteristische Eigenschaft der Sonnenenergie ist die - im Vergleich zur Energiedichte unseres Energieverbrauchs - relativ geringe Energiedichte. Die Sonnenenergie läßt sich also besonders dort einsetzen, wo geringe Energiedichten benötigt werden. Dies ist vor allem im Niedertemperaturbereich, also bei der Raumheizung und der Warmwassererzeugung der Fall. Da dieser Bereich jedoch einen wesentlichen Teil unseres heutigen Energiebedarfs ausmacht, - in München werden ca. 80 Prozent des gesamten Energieverbrauchs zur Raumheizung und Warmwassererzeugung verwendet - kann die Sonnenenergie einen wesentlichen Beitrag zu unserer Energieversorgung leisten und damit zur Substitution fossiler Energieträger beitragen.

Zur Nutzung der Sonnenenergie bieten sich heute zwei verschiedene Möglichkeiten an: die Solarzelle, die die einfallende Strahlung direkt in Strom umwandelt, und der Sonnenkollektor, der die einfallende Strahlung in Form von Niedertemperaturwärme abgibt.

Die Solarzelle

Dem Einsatz von Solarzellen stehen heute keine technischen Hindernisse im Weg; jedoch beträgt der Preis für das installierte Watt ca. 30.- DM. Damit scheidet die Solarzelle zur Zeit aus Kostengründen zur Stromerzeugung aus. Da nicht abzusehen ist, wann und in welchem Umfang die Kosten für Solarzellen sinken werden, berücksichtigen wir die solare Stromerzeugung in unserer Studie nicht.

Der Sonnenkollektor

Aufbau einer Solaranlage

Das Kernstück einer Solaranlage ist der Absorber. Er ist mit einer oder auch zwei Glasscheiben abgedeckt und an der Unterseite, sowie an den Seiten gegen Wärmeverluste isoliert. Beim Auftreffen der einfallenden Sonnenstrahlung auf den schwarzen Absorber erwärmt sich dieser und setzt sie in langwellige Wärmestrahlung um. Da Glas für die langwellige Wärmestrahlung undurchlässig ist, bleibt die Wärme unter den

Glasscheiben gefangen (Treibhauseffekt). Die Wärme kann so durch ein Medium (z.B. Wasser) im Absorber einem Speicher zugeführt werden.

Die Leistung eines Sonnenkollektors

Die nutzbare Wärmeabgabe eines Sonnenkollektors hängt von mehreren Faktoren ab: Jahreszeit, Wetter und Ausrichtung des Kollektors. Die Ausrichtung des Kollektors läßt sich durch zwei Winkel beschreiben: den Neigungswinkel gegen die Horizontale und die Himmelsrichtung, nach der der Kollektor ausgerichtet ist. Der größte Wärmegewinn wird erzielt, wenn die Sonne senkrecht auf den Kollektor einfällt. Deshalb ist es sinnvoll, die Kollektoren möglichst nach Süden auszurichten. Abweichungen bis 30 Grad von der Südrichtung bewirken nur relativ geringe Energieverluste. Die Größe des Neigungswinkels ist abhängig vom Verwendungszweck der Anlage: da die Sonne in unseren Breitengraden im Sommer höher über dem Horizont steht als im Winter, ist für Wärmegewinne im Sommer ein kleiner, im Winter ein größerer Neigungswinkel für eine optimale Energieausbeute erforderlich. Verwendet man die Anlage zur Warmwassererzeugung, so ist ein Neigungswinkel zu wählen, der dem Breitengrad des Aufstellungsortes entspricht, für München also 48 Grad. Bei der Verwendung der Anlage zur Raumheizung hingegen sollte man einen größeren Neigungswinkel wählen (55 - 70 Grad).

Die obengenannte jährliche Einstrahlung von 1000 kWh pro Quadratmeter bezog sich auf eine horizontale Fläche. Richtet man die Fläche auf senkrechten Sonneneinfall aus, so ergibt sich ein jährlicher Wert von ca. 1200 kWh pro m². Bezogen auf einen Tag ist das eine durchschnittliche Energiemenge von 3,3 kWh pro m². Davon läßt sich mit einer guten Kollektoranlage durchschnittlich 45 % gewinnen, sodaß also die Kollektoranlage pro Tag eine Energiemenge von ca. 1,5 kWh pro m² zur Verfügung stellen kann. Jahreszeit und Wetter haben einen erheblichen Einfluß auf diesen Wert, so stehen im Sommerhalbjahr (April bis September) durchschnittlich 1,7 kWh pro m² und Tag zur Verfügung, im Winterhalbjahr (Oktober bis März) jedoch nur 0,9 kWh pro m² und Tag. Im folgenden wollen wir zwei Systeme zur Wärmegewinnung betrachten: eine Kollektoranlage zur Warmwassererzeugung und eine Kollektoranlage zur Raumheizung.

Kollektoranlage zur Brauchwassererzeugung

Ausschlaggebend für die Dimensionierung einer Kollektoranlage zur Warmwassererzeugung ist der Warmwasserbedarf pro Person. Auf Grund der Überlegungen beim Sektor Haushalte (s. Materialienband Kap. 2.2.) gehen wir von einem durchschnittlichen Bedarf von 35 l Wasser pro Person und Tag von 45 Grad Celsius aus. Da das Leitungswasser eine Temperatur von ca. 10 Grad hat, und zur Erwärmung eines Liter Wasser 1,16 Wh/Grad benötigt werden, ergibt sich ein Energiebedarf von

$$35 \text{ l} * 1,16 \text{ Wh}/(1 * \text{Grad}) * 35 \text{ Grad} = \underline{1,42 \text{ kWh}}$$

pro Tag und Person für Warmwasser. Dies entspricht in etwa der durchschnittlichen Tagesleistung eines Kollektors mit einem Quadratmeter Kollektorfläche. Um ein bis zwei Regentage überbrücken zu können,

sollte deshalb die Kollektorfläche pro Person 2 m^2 betragen. Der Speicher sollte so dimensioniert werden, daß er den Warmwasserbedarf für zwei Tage speichern kann. Damit ergibt sich eine Größe von 100 l pro Person. Für einen 4-Personenhaushalt benötigt man also eine Anlage mit 8 m^2 Kollektorfläche und 400 l Speicher. Die Erfahrungen mit bestehenden Anlagen zeigen, daß sich mit solchen Anlagen im Sommer 90% und im Winter 30% des Warmwasserbedarfs decken lassen. Im Jahresdurchschnitt ergibt sich eine Deckung von ca. 65% .

Rentabilität einer Kollektoranlage zur Brauchwassererzeugung

Für die folgende Rentabilitätsrechnung gehen wir von einem 4-Personenhaushalt aus, dessen Warmwasser bisher mit einem Ölbrenner erzeugt wurde. Es ergibt sich:

Anzahl der Personen	4
täglicher Warmwasserbedarf bei 45 Grad (35 l/Pers)	140 l
Kollektorfläche	8 m^2
Speichervolumen	400 l
Kosten für Kollektoranlage	$8000,- \text{ DM}$
staatlicher Zuschuß	$2000,- \text{ DM}$
Investitionskosten	$6000,- \text{ DM}$
Kapitalkosten (Tilgung und 8% Zins)	$611,- \text{ DM}$
jährliche Brennstoffeinsparung	640 l
mittlere jährliche Kosteneinsparung (7% jährliche Preissteigerung)	$832,- \text{ DM}$
mittlerer jährlicher Gewinn	$221,- \text{ DM}$
Rentabilität (Verzinsung des eingesetzten Kapitals)	$3,68\%$

Kollektoranlage zur Raumheizung

Der jährliche Energieaufwand zur Raumheizung hängt stark vom Dämmstandard der Häuser ab; er schwankt zwischen 3700 und 160 l Heizöl pro Jahr (vgl. Kap. 3.2.). Je nach Dämmstandard ist auch der relative und absolute Deckungsanteil einer Solaranlage starken Schwankungen unterworfen. Im folgenden wollen wir uns wieder auf die sechs Haustypen beziehen, die wir in Kapitel 3.2. definiert haben. Im Gegensatz zur Brauchwasserbereitung läßt sich der solare Deckungsanteil bei der Raumheizung nicht mehr so einfach berechnen, wir werden deshalb vor allem von Erfahrungswerten ausgehen, die in der Bundesrepublik bisher mit Kollektoranlagen zur Raumheizung gesammelt wurden. Die folgenden Überlegungen beziehen sich auf den Erfahrungsbericht über das Philipps-Experimentierhaus in Aachen, auf einen Bericht über 18 Nullenergiehäuser in Deutschland, auf Berechnungen des Ökoinstituts und des Bayerischen Wirtschaftsministeriums.

Trägt man für die sechs Haustypen den Jahresenergiebedarf für ein Einfamilienhaus mit 100 m^2 Wohnfläche den möglichen solaren Deckungsanteil auf, so erhält man Bild 3-2. Bei Mehrfamilienhäusern liegen die Absolutwerte etwa $1/3$ niedriger.

Diese Deckungsanteile lassen sich z.B. mit einer Solaranlage bestehend aus 50 m^2 Kollektorfläche und 5 m^3 Speicher erreichen. Bei Platz-

mangel auf dem Dach läßt sich das Verhältnis zwischen Kollektorfläche und Speicher auch verändern (z.B. 40 m² Kollektorfläche, 10 m³ Speicher).

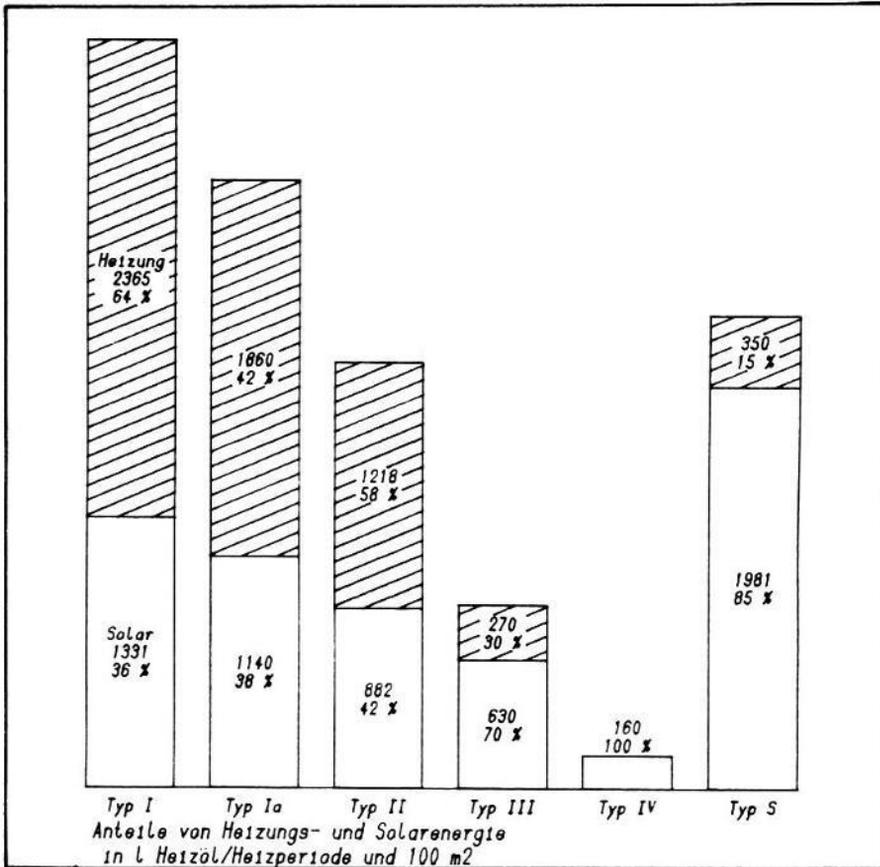


Bild 3-2: Möglicher solarer Deckungsanteil verschiedener Haustypen

Da mit zunehmender Wärmedämmung von Typ I nach Typ IV die Energie zur Raumheizung immer mehr in den kalten Monaten benötigt wird, sinkt der absolute Beitrag der solaren Anlage. Der relative Anteil der solaren Energieerzeugung steigt zwischen Typ I und II nur leicht an, erreicht aber bei Typ III bereits 70 % und bei Typ IV fast 100 %. Das Haus vom Typ S hat zwar einen wesentlich höheren Energiedurchfluß als Typ IV und Typ III, trotzdem ist durch die Solararchitektur ein 85-prozentiger Anteil der solaren Energie zur Raumwärme möglich. Während jedoch eine Umrüstung von Typ I auf Typ III in fast allen Fällen möglich ist, läßt sich Typ S fast nur bei Neubauten verwirklichen. Die zukünftige Entwicklung im Wohnungsbau tendiert eindeutig zu Typ S, insbesondere, da es bereits heute möglich ist, solche Häuser zu gleichen Preisen wie Normalhäuser zu bauen.

Auf Grund der verschiedenen Wärmebilanzen der einzelnen Häuser (s. 3.2.) kann man sich nun überlegen, bei welchen Haustypen eine Solaranlage zur Raumheizung sinnvoll ist. Bei Typ IV und S ist der absolute Energiebedarf zur Raumheizung gering, durch den Einbau einer Solaranlage läßt sich der Raumwärmebedarf fast zu 100 % decken. Man wird jedoch aus Sicherheitsgründen in den meisten Fällen noch eine kleine konventionelle Zusatzheizung (z.B. Kachelofen) vorsehen. Die hohen Kosten einer Solaranlage im Vergleich zum absolut geringen Gewinn an Energie durch die Anlage machen den Einbau einer Solaranlage damit sehr unwirtschaftlich. Bei Typ I und II lassen sich durch eine Solaranlage absolut gesehen beträchtliche Energiemengen gewinnen (ca. 1000 l Heizöl pro Jahr), jedoch wird durch eine Wärmedämmung auf den Standard des Typs III mehr Energie eingespart, als sich durch den Einbau einer Kollektoranlage gewinnen läßt. Außerdem liegt die energetische Amortisationsdauer (= die Zeit, die eine Anlage laufen muß, um die zu ihrer Herstellung benötigte Energie wieder zu erzeugen, bzw. einzusparen) bei einer Wärmedämmung unter einem Jahr, während sie bei einer Solaranlage zu Heizzwecken zwischen 5 und 10 Jahren liegt.

Aus diesen Überlegungen heraus halten wir den Einbau einer Solaranlage zu Heizzwecken nur bei Typ III für sinnvoll. Bei Typ I, Ia und II sollte zunächst eine Wärmedämmung auf den Dämmstandard des Typs III durchgeführt werden. Bei Typ IV und S gehen wir nicht vom Einbau einer Solaranlage aus.

Es stellt sich nun noch die Frage, ob sich die erforderliche Kollektorfläche auch immer auf den Häusern unterbringen läßt. Beim Einfamilienhaus ist dies in der Regel möglich, wenn man berücksichtigt, daß sich das Verhältnis zwischen Kollektorfläche und Speicher variieren läßt, und sich die Kollektoren auch an der Hauswand oder auf Garagendächern installieren lassen. Auch die Beschattung durch andere Gebäude oder Bäume stellt beim Einfamilienhaus normalerweise kein Problem dar. Beim Mehrfamilienhaus liegt die erforderliche Kollektorfläche ca. 1/3 niedriger, die Speichergröße läßt sich etwa um die Hälfte senken. Dadurch verringern sich auch die Probleme mit der Unterbringung der Kollektorfläche beim Mehrfamilienhaus. Benutzt man zur Aufstellung nur die Dachfläche, so läßt sich bei einem vierstöckigen Mehrfamilienhaus mit 100 m² Grundfläche auf einem mit 45 Grad geneigten Dach bei Ausrichtung nach Süden 70 m² Kollektorfläche unterbringen. Es werden jedoch ca. 100 m² benötigt. Es ergibt sich also die Notwendigkeit, Kollektoren auch an der Hauswand oder entlang von Balkonen anzubringen. Bei ungünstiger Lage des Gebäudes oder bei schützenswerten Fassaden können sich dann Probleme mit der Unterbringung der erforderlichen Kollektorfläche ergeben.

Rentabilität einer Kollektoranlage zur Raumheizung

Eine Möglichkeit, die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage zu berechnen, besteht darin, die Kosten für Investitionen und Unterhaltung der Anlage der durch die Anlage eingesparten Energie gegenüberzustellen. Man erhält so einen Preis für die Kilowattstunde eingesparter Energie. Die Anlage ist dann rentabel, wenn der Preis für die Kilowattstunde eingesparter Energie kleiner oder gleich dem Preis für die Kilowattstunde konventioneller Energie ist.

Im Zusammenhang mit dem Philipps-Experimentierhaus in Aachen wurde eine solche Rechnung für drei verschiedene Haustypen, die in etwa unserem Typ I, III und IV entsprechen, durchgeführt. Grundlage war eine Anlage mit 5 m³ Speicher und hocheffizienten Kollektoren. Die Anlagekosten wurden mit 500,- DM pro Quadratmeter angenommen. Der Preis für die Kilowattstunde eingesparte Energie hängt jeweils stark von den Anlagekosten pro Quadratmeter und der Größe der Kollektorfläche ab. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

Haustyp	Kollektorfläche in m ²				in DM/kWh
	20	30	40	50	
I	0,14	0,15	0,18	0,19	
III	0,15	0,20	0,25	0,27	
IV	0,24	0,34	0,44	0,55	

Vergleicht man diese Werte mit den Kosten in Bild 3-6, so sieht man, daß heute das Heizen mit Fernwärme, Gaswärmepumpe oder Ölheizung rentabler ist.

Energetische Amortisation von Kollektoren

In der Diskussion wird oft der Vorwurf erhoben, daß zur Herstellung einer Solaranlage mehr Energie notwendig ist, als durch die Anlage selbst gewonnen werden kann. Durch eine kleine Überlegung läßt sich dieser Vorwurf leicht entkräften:

- Brauchwasserbereitung:

Mit einem einfachen Kollektor zur Brauchwasserbereitung läßt sich im Durchschnitt pro Jahr rund 300 kWh/m² Energie in Form von Warmwasser gewinnen. Der Energieaufwand für die Herstellung eines einfachen Kollektors beträgt ca. 1500 kWh/m² Primärenergie. Daraus errechnet sich eine energetische Amortisationszeit von fünf Jahren.

- Raumheizung:

Mit einem einfachen Kollektor lassen sich für Heizzwecke pro Jahr ca. 150 kWh/m² an Energie gewinnen. Der Energieaufwand zur Herstellung des Kollektors beträgt wie oben ca. 1500 kWh/m². Es errechnet sich eine energetische Amortisationszeit von ca. 10 Jahren.

Da die Lebensdauer einer Kollektoranlage ca. 20 Jahre beträgt, erzeugt die Anlage also in jedem Fall mehr Energie, als zu ihrer Herstellung benötigt wird. Darüber hinaus sollte man noch berücksichtigen, daß in dieser Betrachtung der "Brennstoff Sonne" mit enthalten ist, während sich die energetischen Amortisationszeiten konventioneller Anlagen immer nur auf die Anlage selbst beziehen, der energetische Aufwand zur Wiederbeschaffung der Brennstoffe aber nicht berücksichtigt wird.

3.3.2. Energie aus Biomasse

Als Biomasse bezeichnet man alle Materie, die direkt aus biologischen Prozessen hervorgegangen ist. Ihren Ursprung hat sie in pflanzlicher Biomasse, welche aus Kohlendioxid, Wasser und Sonnenenergie durch Photosynthese von Pflanzen gebildet wird. Die Pflanze speichert also die auf sie eingestrahlte solare Energie in Form von chemischer Energie. Diese kann durch unten beschriebene Verfahren in eine für uns nutzbare Energieform verwandelt werden. Da Biomasse jedes Jahr erneut von Pflanzen produziert wird, zählt sie zu den regenerativen Energiequellen. Dieses ist jedoch nur dann richtig, wenn bei ihrer Nutzung der ökologischen Verträglichkeit Rechnung getragen wird (Stichwort: Raubbau bei intensivem Energyfarming, z.B. wie in Monokulturen in Brasilien).

Innerhalb der Stadt München kann man drei Quellen bezeichnen:

- Landwirtschaft
- Abwasser
- Müll

Methangärung

Wird Biomasse unter Ausschluß von Sauerstoff abgebaut, so entsteht Biogas. Beispiele aus der Natur sind der Verdauungsvorgang im Magen von Wiederkäuern und die Faulung in Mooren (Sumpfgas). Für diesen anaeroben Abbau sind verschiedene Mikroorganismen, Bakterien, verantwortlich. Sie wandeln in einem Faulraum die Nährstoffe des Gärsubstrats, also Kohlenhydrate, Fette und Proteine, über Zwischenprodukte (u.a. organische Säuren, "Säurephase") in Biogas um. Dieses besteht aus Methan (50 - 80 %) und Kohlendioxid. Das Methan stellt die gewonnene Primärenergie dar. Es hat einen Heizwert von 38.5 MJ/Nm³, also ungefähr 10 kWh pro Kubikmeter reinem Methangas unter Normbedingungen. Für den Methangärprozeß müssen Kohlenstoff, Stickstoff und verschiedene anorganische Elemente im richtigen Verhältnis und in einer für die Bakterien brauchbaren Form vorliegen. Bei den betrachteten komplexen natürlichen Substraten ist das in der Regel gegeben. Abweichungen in einem gewissen Rahmen haben nur einen geringen Effekt auf die Gasausbeute. Schwere Störfaktoren stellen u.a. Antibiotika und Pestizide dar, da sie die Bakterien abtöten.

Ein Problem der Methangärung ist, daß im Biogas Schwefelwasserstoffgas, H₂S, enthalten ist. Bei der Verbrennung von H₂S-haltigem Gas entsteht Schwefeldioxid (in feuchtem Gas verursacht es schnelle Korrosion der Rohrleitungen). Durch bestimmte Gärmethoden kann man jedoch erreichen, daß H₂S getrennt vom zu verbrennenden Gas anfällt, außerdem gibt es diverse, auch einfache und billige, Reinigungsverfahren.

Vergärung landwirtschaftlicher Abfälle

Wie sieht es mit diesem Potential in der Stadt München aus? Rechnet man die praktisch möglichen Biogasausbeuten aus den Exkrementen der ca. 4500 Rinder, 2400 Schweine, 1500 Pferde und 4800 Stück Federvieh

zusammen, so ergeben sich 3,9 Mio m³ Gas. Zieht man hiervon noch den Eigenbedarf einer solchen Anlage ab (z.B. zum Aufheizen des Gärsubstrats), so ergibt sich eine Nettoenergieausbeute von 26 GWh pro Jahr. Berücksichtigt man noch Überschußstroh inklusive Einstreu in den Ställen, so ergibt sich noch einmal ein Potential von ca. 27 GWh pro Jahr. Insgesamt könnte die Landwirtschaft in München also ca. 53 GWh zur Energieversorgung beisteuern.

Klärschlamm-Abwasser

Fast die gesamten Münchner Abwässer, sowohl die aus den privaten Haushalten, als auch aus Gewerbebetrieben, werden zentral in Großanlagen und zukünftig auch in einer neuen Anlage in Dietersheim gereinigt. Die Biogasgewinnung aus Klärschlamm wird schon seit Jahrzehnten praktiziert. Derzeit entsteht in den Faultürmen und einer alten Kläreinheit Gas mit einem Energieinhalt von 104 GWh im Jahr. Weniger als 3/4 dieses Gases decken 60 % des Eigenbedarfs von Großanlagen. Das restliche Viertel wird abgefackelt, da Gasentstehung und -bedarf nicht immer zeitlich zusammenfallen und Speichermöglichkeiten fehlen. Wenn bei zukünftigen Investitionen auf die energetische Seite Wert gelegt wird, läßt sich die Gasausbeute um mindestens 1/3 steigern. Auch müssen die technischen Voraussetzungen geschaffen werden, daß kein Gas mehr abgefackelt werden muß.

Bei der Beschäftigung mit dem Energiebedarf von Großanlagen fällt noch etwas auf: die Beseitigung des ausgefaulten Schlammes stellt ein Problem dar. Zwar wird der zulässige Gehalt an Cadmium von 20 ppm um ungefähr die Hälfte unterschritten, jedoch ist der Boden in und um München durch frühere Ausbringung von starkbelastetem Klärschlamm und durch andere Quellen schon zu stark mit Cadmium belastet. Der Faulschlamm darf heute nicht mehr auf den Feldern verteilt werden. Hier zeigt sich deutlich, wie Umweltverschmutzungen sich anreichern und die Allgemeinheit die Folgekosten für vergangene und aktuelle Verschmutzungen zu tragen hat.

Müll

In der Stadt München fielen 1981 rund 393000 t Hausmüll an, das sind 302 kg pro Einwohner und Jahr, 60 kg mehr als im Bundesdurchschnitt. Hinzu kamen 44000 t Sperrmüll, 131000 t Gewerbemüll und 37000 t Hausmüll aus dem Umland, also insgesamt 605000 t, mit denen die Stadt fertig zu werden hatte. Für sie besteht das Problem darin, für eine jederzeit gesicherte, effiziente, raumsparende und akzeptierte Beseitigung zu sorgen. Es wurden daher, unter maximaler Ausnutzung der Kapazitäten, 530000 t in den Kraftwerken Nord und Süd verbrannt. Verbrennung bedeutet eine Volumenreduzierung auf bis zu 10% des Rohmülls, d.h. ca. 1/10 Deponieraumbedarf. Bei einem mittleren Heizwert von 8.4 MJ/kg sind somit 1237 GWh erzeugt worden.

Aber ist die Verbrennung die ideale Müllbeseitigung? Es gibt sehr gewichtige Argumente gegen die Verbrennung unseres gesamten Mülls:

- Wertstoffe gehen verloren (Rohstoffverschwendung).
- Bei der Verbrennung werden Schadstoffe freigesetzt, besonders die

in Kunststoffen enthaltenen Chlor- und Schwermetallverbindungen. (Die Müllkraftwerke Nord und Süd liegen bei den Schadstoffabgaben deutlich vorn.)

- Beim Recycling von Rohstoffen wird deutlich weniger Energie verbraucht, als bei der Verarbeitung von Primärrohstoffen.

Wir schlagen deshalb folgendes Konzept zur Müllbeseitigung vor:

- o Die Stadt sorgt durch entsprechende Information für ein müllbewußtes Verhalten der Bürger. Insbesondere werden Pfandflaschen vermehrt eingeführt, mehrfache Verpackung wie heute vielfach üblich wird angeprangert, und der Bürger lernt den Müll vorzusortieren (Glas, Papier, Naßmüll, Restanteil).
- o Der restliche Glasanfall wird wie heute durch Altglascontainer beseitigt.
- o Altpapier wird wie bisher in regelmäßigen Abständen eingesammelt.
- o Der dann noch verbleibende Müllanteil wird bereits beim Verbraucher in eine Naßmüllfraktion (Garten- und Küchenabfälle) und eine Trockenmüllfraktion aufgeteilt (Metalle, Kunststoffe etc.). Diese beiden Fraktionen werden von der Müllabfuhr durch entsprechend umgebaute Müllfahrzeuge abgeholt.
- o Der Naßmüllanteil wird in einer Biogasanlage entgast. Die dort anfallenden Rückstände können im Gegensatz zu heute als Dünger verwendet werden, da durch den getrennten Trockenmüllanteil keine Verunreinigungen (z.B. Schwermetalle) mehr auftreten. Dies konnte am "Modell Baienfurt" bei Ravensburg überzeugend nachgewiesen werden.
- o Der Trockenmüllanteil wird in einer entsprechenden Recyclingfabrik aufgearbeitet, was wegen der fehlenden Verschmutzung durch den Naßmüllanteil einfacher wird.

Dieses Konzept hat den Vorteil, daß die ökologischen Belastungen minimiert werden und daß es sich hervorragend an beliebige Zusammensetzungen des Mülls anpassen kann. Ferner wird dem Recyclinggedanken Rechnung getragen und so zur Rohstoffeinsparung beigetragen. Uns scheint es auch kein Problem zu sein, den Bürger an die Trennung des Mülls zu gewöhnen. Daß dies funktioniert, hat das Modell Baienfurt bewiesen. Weiter ist zu beachten, daß bei Durchführung dieses Konzepts eine Reihe neuer Arbeitsplätze geschaffen wird, was angesichts steigender Arbeitslosigkeit einen wichtigen Gesichtspunkt darstellen sollte.

Wie groß ist nun das Biogaspotential des Naßmüllanteils? Geht man von einem Naßmüllanteil von 60 % des heutigen Mülls und einer Gasausbeute von ca. 300 m³ Methangas pro Tonne abgebauter organischer Trockensubstanz aus, so ergibt sich für München ein Energiepotential von 460 GWh pro Jahr aus dem Naßmüll.

3.3.3. Die Windenergienutzung

Mehr als 4000 Jahre lang war die Windenergie, abgesehen von der Wasserkraft und dem Schinden von Tier und Mensch die einzige Möglichkeit Fahrzeuge und Maschinen anzutreiben. Fast überall auf der Erde gab es windbetriebene Pumpen und Mühlen, und alle Völker, die Schifffahrt betrieben, wußten den Wind als Antriebsquelle zu nutzen. Die Erfindung der Dampfmaschine, des Otto- und schließlich des Dieselmotors, deren Leistung im Gegensatz zum Wind den Vorteil hatte, jederzeit abrufbar zu sein, brachten die Windenergie allerdings dann Ende des 19. Jahrhunderts um ihre vorherrschende Stellung. Die 16200 Windmühlen, die es 1890 noch in Deutschland gab, sind heute praktisch alle von "zeitgemäßen" Kraftmaschinen abgelöst. Doch seit einiger Zeit ist die Nutzung des Windes wieder im Vormarsch begriffen, und das ganz zurecht. Stellt doch die Windenergie eine saubere, ungefährliche und uner-schöpfliche, wenn auch nicht unbeschränkte Energiequelle dar.

Ständig werden 1.5 % - 2.5 % der auf der Erde eingestrahelten Sonnenenergie in Strömungsenergie der Atmosphäre umgewandelt. Umgerechnet auf die BRD ergibt sich, daß im Wind eine Energie von 15000 TWh/a steckt (z.Vgl.: Primärenergieverbrauch der BRD 1982: 2900 TWh). Allerdings läßt sich diese gewaltige Energiemenge nur zu einem kleinen Teil nutzen. Man erhält daraus ein technisch nutzbares Windpotential von ca. 220 TWh pro Jahr (z.Vgl.: der Stromverbrauch der BRD betrug 1977 ca. 340 TWh).

Um das Windenergiepotential in München abschätzen zu können, benutzten wir Messungen der Windgeschwindigkeit in Garching, die vom meteorologischen Institut der Universität München durchgeführt wurden. Die verwendeten Meßwerte sind Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit in Höhen von 10 m, 20.6 m und 52.7 m über Grund aus den Jahren 1961 bis 1973. Für eine erste Abschätzung des Windenergiepotentials in München können diese Werte als hinreichend aussagekräftig gelten.

Es ergeben sich folgende maximal zu erzielende Energieausbeuten in kWh pro m² Rotorfläche und Jahr :

Höhe in m:	10	20	50

Jahr:			
1961 - 1973 im Mittel	152	205	321
maximal: 1965	208	263	403
minimal: 1972	93	140	232

Um nun abzuschätzen, wieviel Energie sich in München maximal aus Wind gewinnen läßt, nehmen wir an, daß im gesamten Stadtgebiet München im dichtestmöglichen Abstand Windenergiekonverter mit 10 m Rotordurchmesser aufgestellt werden. Dies ergibt einen möglichen Jahresenergieertrag von 145 GWh (z.Vgl.: der Stromverbrauch Münchens betrug 1979 4145 GWh).

Schließlich soll noch betrachtet werden, wieviel Energie sich mit auf dem Münchner Müllberg aufgestellten Windenergiekonvertern mit 10 bzw. 52 m Rotordurchmesser (z.B. Aeromann der Firma MAN bzw. 265 kW Generator der Firma Voith) gewinnen ließe. Die exponierte Lage des

Müllbergs gestattet es, für dort aufgestellte Anlagen von Windverhältnissen auszugehen, wie sie in Garching in 50 m Höhe herrschen. Das ergibt für den 10m Rotor einen Jahresenergieertrag von 25.2 MWh, für die 52m Anlage von 681.4 MWh.

Wirtschaftlichkeitsüberlegungen

Ausgehend von obigen Jahresenergieerträgen läßt sich nun der maximale Preis - wirtschaftliche Energieerzeugung vorausgesetzt - für eine Windturbine berechnen. Es ergibt sich für die 10-Meter-Generatoren im Stadtgebiet ein Preis von 22500 DM, für den 10-Meter-Generator auf dem Müllberg 47500 DM und für den 52-Meter-Generator auf dem Müllberg von 1.28 Mio. DM.

Vergleicht man diese Zahlen mit den Kosten derzeit in der BRD käuflicher, bzw. in der Entwicklung befindlicher Windgeneratoren, so ergibt sich folgendes Bild: der Aeromann von MAN kostet derzeit ca. 86000 DM (ohne Kosten für das Fundament), die Firma Voith gibt für ihren 52 m-Generator 1.33 Mio DM an.

Im Stadtgebiet ist die Nutzung der Windenergie also noch weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt, und es ist unwahrscheinlich, daß die Kosten pro installiertes kW jemals soweit sinken werden, daß die Grenze zur Wirtschaftlichkeit erreicht wird. Jedoch kann eine dramatische Brennstoffkostensteigerung die Verhältnisse schnell zu Gunsten der Windenergie ändern.

Bei den Windgeneratoren auf dem Müllberg sieht die Lage schon wesentlich besser aus. Die exponierte Lage dieses Standorts bietet Windverhältnisse, wie sie sonst nur von Anlagen mit sehr hohen und damit entsprechend teureren Türmen genutzt werden können. Dies wäre gerade für den 52-Meter-Generator der Fa. Voith mit seinem relativ niedrigen 30-Meter-Turm der ideale Aufstellungsort. Die Grenze zur Wirtschaftlichkeit scheint beim Standort Müllberg jedenfalls erreichbar zu sein. Wir empfehlen deshalb den Stadtwerken die Erstellung einer Versuchsanlage auf dem Münchner Müllberg um die Möglichkeiten der Windenergienutzung im Binnenland genauer zu untersuchen. Eine solche Anlage kann bei entsprechender Förderung durch das BMFT für die Stadtwerke durchaus rentabel sein.

3.3.4. Die Wärmepumpe

Durch eine Wärmepumpe kann Umgebungswärme zur Raumheizung und Warmwassererzeugung genutzt werden. Die Wärmepumpe arbeitet nach folgendem Prinzip:

Ein flüssiges Arbeitsmittel nimmt im Wärmetauscher Wärme aus der Umgebung auf und verdampft dabei. Der entstandene Dampf wird durch einen Kompressor verdichtet, wodurch die Temperatur des Dampfes stark ansteigt (z.B. auf 60 Grad). Im Verflüssiger gibt der Dampf Wärme an den Warmwasserkreislauf oder die Raumheizung ab und verflüssigt sich dadurch wieder. Im Expansionsventil wird das noch unter Druck stehende Arbeitsmittel wieder "entspannt"

und fließt dann von neuem in den Wärmetauscher, um wieder zu verdampfen. Bild 3-3 zeigt schematisch diesen Prozeß.

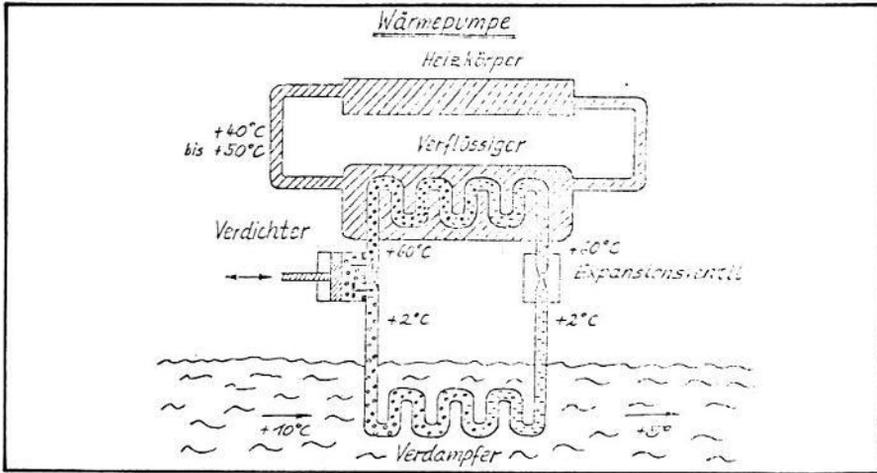


Bild 3-3: Funktionsprinzip der Wärmepumpe

Zum Antrieb des Kompressors wird entweder ein Elektro- oder ein Gas- bzw. Dieselmotor verwendet. Man spricht dann von einer Elektro- oder Gas- bzw. Dieselmärmepumpe. Im letzteren Fall läßt sich zusätzlich noch die Abwärme des Motors aus dem Kühlwasser und den Verbrennungsgasen verwerten, sodaß - auf die Primärenergie bezogen - ein höherer Wirkungsgrad erzielt wird. Zur Charakterisierung einer Wärmepumpe verwendet man die Leistungszahl. Sie gibt das Verhältnis zwischen abgegebener Nutzenergie und benötigter Brennstoffenergie an. Ein typischer Wert für die Leistungszahl ist 1.6 bzw. 160 %. Bild 3-4 zeigt die Energiebilanzen von Gas- und Elektrowärmepumpe.

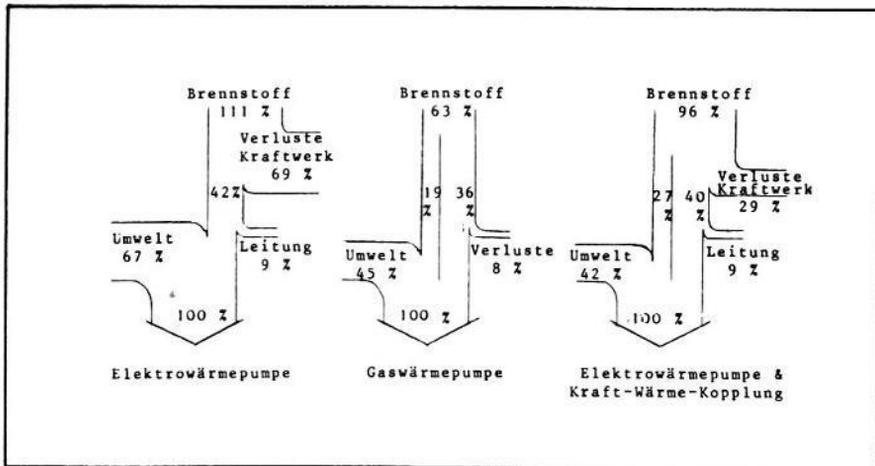


Bild 3-4: Energiebilanzen von Gas- und Elektrowärmepumpe

Um dieselbe Menge Nutzenergie zur Verfügung zu stellen, benötigt die Elektrowärmepumpe deutlich mehr Brennstoff als die Gaswärmepumpe und produziert darüber hinaus auch mehr Abwärme. Die Elektrowärmepumpe gewinnt in der Regel weniger Energie aus der Umgebung wieder, als bei der Stromerzeugung im Kraftwerk in Form von umweltbelastender Abwärme verlorenght. Dieses Bild ändert sich, wenn der Strom in Kraftwärmekopplung erzeugt wird, da dann ein Teil der Umwandlungsverluste zu Heizzwecken (z.B. Fernwärme) verwendet wird. Allerdings weist auch dann die Gaswärmepumpe deutlich weniger Abwärmeverluste, geringeren Brennstoffbedarf und ein besseres Verhältnis zwischen Umweltgewinnen und Umweltverlusten auf. Aus diesen Gründen ist die Gaswärmepumpe der Elektrowärmepumpe vorzuziehen.

Wieviele Wärmepumpen kann man nun in München einsetzen, und wieviel Primärenergie läßt sich mit Hilfe der Wärmepumpen einsparen?

In München wird man auf Grund der hohen Siedlungsdichte Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpen nur sehr beschränkt einsetzen können. Der Regelfall wird also die Luftwärmepumpe sein, die ihre Energie aus der Umgebungsluft gewinnt. Luftwärmepumpen haben allerdings eine schlechtere Leistungszahl als andere; auch müssen sie in aller Regel bivalent betrieben werden, das heißt, in der kältesten Zeit des Jahres muß ein gasbetriebener Heizkessel die Wärmeproduktion übernehmen. Als durchschnittliche Leistungszahl von Wärmepumpe und Kessel zusammen ergeben sich dann 138 %. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß wir nicht den gesamten Wärmebedarf mit Gaswärmepumpen decken können, sondern nur Raumwärme, Warmwasser und einen kleinen Teil Prozeßwärme bei niedrigen Temperaturen.

Für den eiligen Leser:

- Durch Solararchitektur lassen sich Häuser und Wohnungen mit hohem Wohnkomfort und sehr geringem Energieverbrauch kostengünstig verwirklichen.
- Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Raumheizung sind bereits heute rentabel. Sie können einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des Energieverbrauchs liefern.
- Solarzellen können wegen der hohen Kosten heute noch keinen Beitrag zur Stromerzeugung liefern. Die zukünftige Preisentwicklung ist zur Zeit nicht absehbar.
- In der Kläranlage Großlappen entsteht bei der Klärung der Abwässer Biogas, das jedoch größtenteils zum Eigenverbrauch verwendet wird. Allerdings ließe sich die Biogaserzeugung weiter ausbauen.
- Auf die Müllverbrennung sollte in Zukunft wegen der hohen Schadstoffbelastungen verzichtet werden. Stattdessen sollte das Recycling ausgedehnt werden, sowie Naßmüll mit Klärschlamm zu Biogas verarbeitet werden.
- Der Wind kann in München keinen nennenswerten Beitrag zur Energieversorgung leisten, lediglich auf dem Müllberg erreicht die Stromerzeugung aus Wind die Rentabilitätsgrenze. Wir empfehlen den Stadtwerken die Errichtung einer Windkraftanlage auf dem Müllberg um die Windenergienutzung im Binnenland zu untersuchen.
- Die Gaswärmepumpe ist der Elektrowärmepumpe wegen des niedrigeren Primärenergieverbrauchs vorzuziehen. Aus Platzgründen kommen in München hauptsächlich Luftwärmepumpen in Frage.

Es geht weiter auf Seite 48.

3.4. Verbesserung der heutigen Technologien

3.4.1. Kraftwärmekopplung in kleinen Anlagen

Das Prinzip der Kraftwärmekopplung läßt sich im großen Stil anwenden, aber auch in kleineren Anlagen, z.B. Blockheizkraftwerken (BHKW), die eine Wohnsiedlung mit Strom und Wärme versorgen, oder aber in Kleinstanlagen, dem sogenannten Stromofen, der für eine Wohneinheit konzipiert ist. Wir wollen im folgenden das Blockheizkraftwerk und den Stromofen vorstellen.

Blockheizkraftwerke

Blockheizkraftwerke sind Kraftwerkseinheiten kleinerer und mittlerer Größe (thermische Leistung 10 - 1000 kW), die mit Kraftwärmekopplung arbeiten. Bei Verbrennung von Gas oder leichtem Heizöl in Motoren wird zum einen über Synchron- und Asynchrongeneratoren elektrische Energie erzeugt, andererseits die Verbrennungsabwärme für Heizzwecke und Warmwasserbereitung verwendet.

Die BHKW-Anlagen sind in der Regel Mehrmotorenanlagen. Die benötigte Leistung wird durch Zuschalten einzelner Module, die nur im optimalen Leistungspunkt arbeiten, erzeugt. Durch Verwendung von Motoren aus großen Serien (LKW- und Schiffsdieselbau) erreicht man eine Senkung der Investitionskosten. Die Gesamtinvestitionskosten für ein BHKW liegen zur Zeit bei 1350 DM/kWel für eine Wohnsiedlung mit 300 Wohnungen.

Durch die Nennlastfahrweise wird beim BHKW eine relativ günstige Emissionsrate erreicht. Bei Verwendung von Erdgas als Brennstoff entstehen praktisch nur NO_x -Emissionen. BHKW sind bei einfachen Schalldämmungsmaßnahmen leiser als alte Öl-Kesselanlagen und können daher an Wohnhäuser angebaut werden.

BHKW können als vollautomatische Anlagen mit einem Minimum an Personalaufwand betrieben werden. Vollwartungsverträge mit dem EVU oder BHKW-Lieferanten zur Anlagenbetreuung sind üblich. In Heidenheim wurden bereits umfangreiche Erfahrungen mit solchen Anlagen gesammelt.

Zum Einsatz von BHKW bietet sich folgendes Modell an: Das BHKW wird zusammen mit einem Wärmespeicher beim Verbraucher aufgestellt. Investitions- und Wartungskosten übernehmen die Stadtwerke. Der erzeugte Strom ist Eigentum der Stadtwerke. Diese bestimmen auch Lauf- und Stillstandszeiten der Anlage, wobei dem Verbraucher die notwendige Raumwärme garantiert wird. Die Brennstoffkosten übernimmt der Verbraucher, wobei die Mehrkosten, die durch die Stromerzeugung entstehen, von den Stadtwerken getragen werden. Auf Grund des Wärmespeichers brauchen Strom- und Wärmebedarf nicht mehr zusammenzufallen. Daher kann die Anlage zur Deckung der Tageslastspitzen verwendet werden.

Merkmale der BHKW-Versorgung:

- unmittelbare Installation neben den Wärmeabnehmern (keine Wärmetransportverluste, keine aufwendigen Leitungen).

- niedrige Bau- und Planungskosten, kurze Bauzeiten und einfache, billige Anpassung an den momentanen und zu erwartenden Wärmebedarf durch Modulbauweise.
- minimaler Platzbedarf.
- direkte Einspeisung des erzeugten Stromes in das Niederspannungsnetz mit 380/220 V ist möglich (Transformierungs- und Leitungsverluste entfallen, keine Anlagenkosten zur Stromtransformation).
- Entlastung der öffentlichen Stromversorgung, insbesondere beim Auftreten von Stromspitzen.
- eine Umstellung des Brennstoffes von Erdgas auf Klär-, Bio-, Flüssiggas oder Dieselmotorkraftstoff ist möglich.
- Auf den Leitungen und in den Transformatoren fließen sowohl Ströme von Verbrauchern, als auch von Erzeugern elektrischer Energie, die sich teilweise kompensieren. Dadurch wird die Kapazität des Leitungsnetzes erhöht.

BHKW sind Kraftwerke, die Strom und Wärme gleichzeitig erzeugen und bei der vorliegenden Energieknappheit eine wichtige Ergänzung zu Großkraftwerken darstellen.

Der Stromofen

Der Stromofen arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie das BHKW, nur daß hier kleinere Motoren verwendet werden. Die Anlagengröße liegt dementsprechend zwischen 5 und 20 kW thermisch und ist auf einzelne Wohnungen ausgelegt. Da lange Versorgungsleitungen entfallen und auch die Kondensationswärme in den Abgasen ausgenutzt wird, lassen sich Wirkungsgrade bis über 100 % erreichen (bezogen auf den unteren Heizwert).

Die Wärmeleistung kann dem Bedarf von einzelnen Wohnungen bis hin zu ganzen Wohnblocks angepaßt werden. Der überschüssige Strom wird ins Netz abgegeben. Netzstörungen können dabei durch geeignete technische Maßnahmen klein gehalten werden. Bei Verwendung von Wärmespeichern und Rundsteuerung durch das E-Werk lassen sich die Einschaltzeiten so legen, daß die Anlagen hauptsächlich (teueren) Spitzenstrom liefern. Es ist gelungen, sie so gut schallzudämmen, daß sie kaum lauter als eine herkömmliche Ölheizung sind. Durch katalytische Nachverbrennung und Kondensation bzw. Wäsche der Abgase in Kalkmilch läßt sich die Schadstoffemission der Kraftheizungen unter die moderner Großkraftwerke senken.

Die Standzeit der Motoren beträgt 10000 - 30000 Stunden, das entspricht 5 - 15 Jahren und läßt sich durch Entwicklung spezieller Motoren sicher noch erheblich steigern. Nach dieser Zeit wird der Motor generalüberholt oder durch einen Tauschmotor (wie beim Auto) ersetzt.

Als Beispiel ergibt sich für eine serienmäßige Anlage mit 15 kWel und 38 kWth Leistung (Preis 20000.- DM, Lebensdauer 10 Jahre, Nutzungsgrad 95 % , Wartung 4 Pf/kWh) ein Gesamtnutzenergiepreis von 10,2 Pf/kWh, davon sind 28 % Strom und 72 % Wärme. Bezieht man den Stromanteil aus der Steckdose (17 Pf/kWh) und erzeugt die Wärme in einer Gasheizung mit 90 % Wirkungsgrad, so kostet die Kilowattstunde 9,3 Pf

ohne Grundpreis und Investitionskosten, die oben voll mit eingerechnet wurden.

Für den Einsatz der Kraftheizung sehen wir drei Möglichkeiten:

- Sie werden privat betrieben und die Stadtwerke nehmen den Strom zu einem vernünftigen (!) Preis ab.
- Sie werden von den Stadtwerken entsprechend der elektrischen Leistung bezuschußt. Der Strom gehört den Werken und wird normal von ihnen verkauft, die Wärme erhält der Verbraucher.
- Sie werden auf Rechnung der Stadtwerke beim Verbraucher installiert, der Strom und Wärme von ihnen bezieht.

3.4.2. Ausbaumöglichkeiten der Fernwärme

Das Hauptproblem beim Einsatz von Fernwärme sind die hohen Investitionskosten für das Leitungsnetz. Deshalb ist die Fernwärme nur dort wirtschaftlich sinnvoll, wo viel Wärme auf kleinem Gebiet verbraucht wird. Wir wollen abschätzen, inwieweit das Münchner Fernwärmenetz noch weiter ausgebaut werden kann. Dazu ermitteln wir zuerst, ausgehend von der Siedlungsstruktur, in welchen Stadtgebieten Fernwärmeversorgung sinnvoll ist. Dann vergleichen wir das Ergebnis mit der heutigen Situation. Daraus kann man ableiten, wieviel heute noch ausbaufähig ist.

Um herauszufinden, wo das in München der Fall ist, haben wir zwei verschiedene Ansätze versucht. Beide gehen von der Münchner Häuserdatei aus. Dies ist eine Datei, in der die wichtigsten Konstruktionsmerkmale von nahezu jedem Münchner Gebäude enthalten sind. Aus Datenschutzgründen ist die Anschrift nicht enthalten, lediglich die Nummer des Stadtviertels, in dem das Gebäude steht. Anhand der Konstruktionsmerkmale der Gebäude bestimmen wir die Stadtviertel, in denen eine Fernwärmeversorgung sinnvoll ist (Näheres siehe Materialienband).

Es ergeben sich 21,7 Mio m² beheizte Fläche, die sich zur Versorgung mit Fernwärme eignen. Davon liegen 16,7 Mio m² in dem von der Stadt ausgewiesenen Fernwärmegebiet. Von dieser Fläche werden heute bereits 7,3 Mio m² mit Fernwärme versorgt. Für den weiteren Ausbau kommen also 9,4 Mio m² in Frage. Verglichen mit dem heutigen Netz (14,3 Mio m²) bedeutet dies eine Erweiterung um 66 Prozent. Bild 3-5 zeigt, wo diese Gebiete liegen. Es wäre also noch ein beträchtlicher Ausbau der Fernwärme möglich. Dieser Ausbau ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn die Fernwärme zusammen mit Strom in Kraftwärmekopplung erzeugt wird. Der zukünftige Fernwärmeausbau muß sich deshalb am innerstädtischen Strombedarf orientieren.

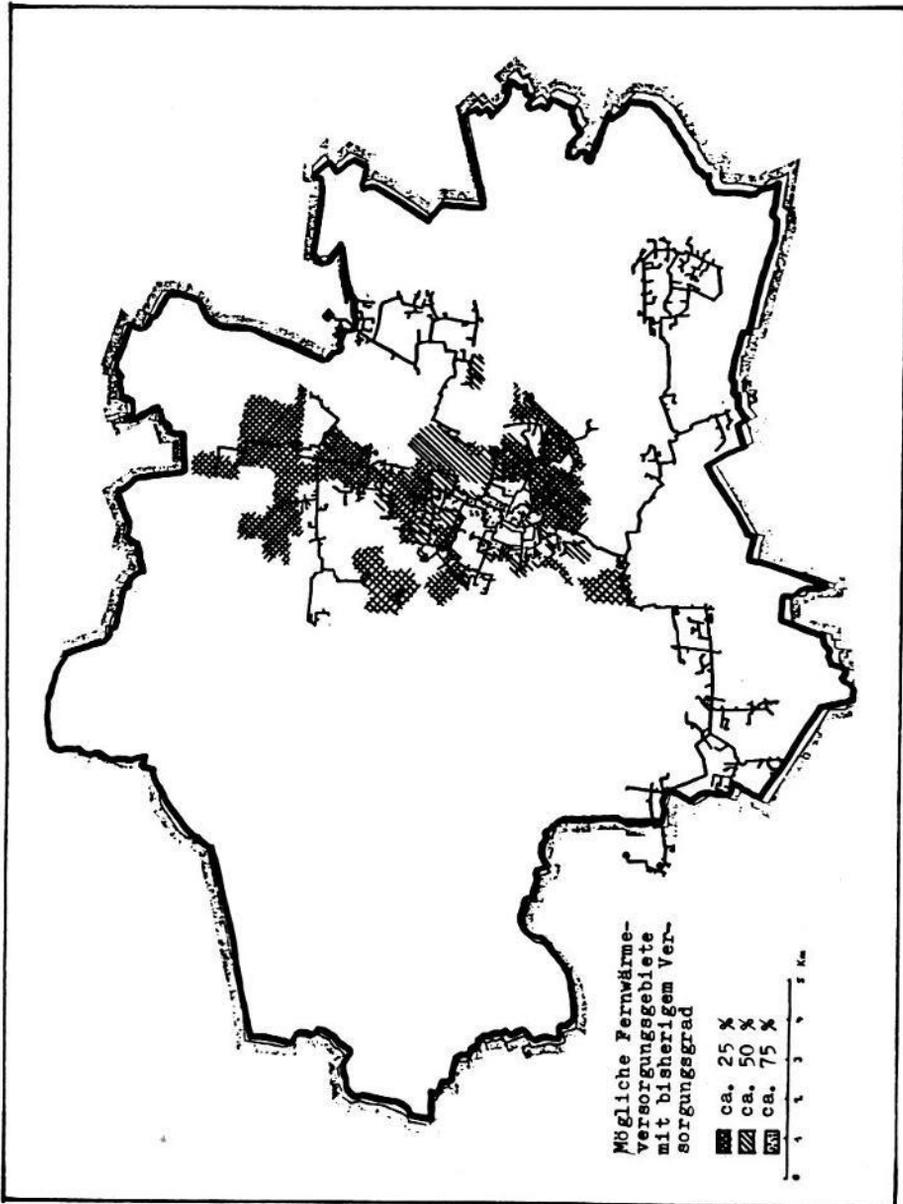


Bild 3-5: mögliche Fernwärmeversorgungsgebiete

3.4.3. Emission und Umwelt

Es gibt heute bereits eine Reihe von technisch ausgereiften Verfahren um die Umweltbelastungen bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen zu verringern. Die folgende Zusammenstellung soll einen Überblick über diese Verfahren geben.

Wirbelschichtfeuerung

Bei der Wirbelschichtfeuerung handelt es sich um eine neue Verfeuerungstechnik, bei der die Kohle nicht auf einem Rost verbrannt wird, sondern feingemahlener Kohlenstaub von unten her hochgeblasen und in der Schwebelage gehalten wird. Es entsteht eine "Wirbelschicht". In ihr verbrennt die Kohle, die Ascheteilchen werden mit den Abgasen aus der Schicht befördert. Die Wärme wird durch Wärmetauscher, die in die Schicht eintauchen, abgeführt. Dem eingeblasenen Kohlenstaub wird Kalkstein zugesetzt, wodurch während der Verbrennung das entstehende SO_2 zu Gips umgesetzt wird. Der entstandene Gips wird entweder als Baustoff weiterverwendet oder deponiert. In bereits bestehenden Anlagen wurden Entschwefelungsgrade von 90-95 % erreicht. Wegen der relativ geringen Verbrennungstemperaturen (800-900 Grad) entstehen nur geringe Mengen an Stickoxiden gegenüber der konventionellen Feuerung mit Temperaturen über 1500 Grad.

Rauchgaswäsche

Die heißen Abgase werden durch eine Kalklösung geleitet, in der das SO_2 mit Kalk zu Gips umgesetzt wird. Da sich die Abgase dabei stark abkühlen, müssen sie hinterher wieder aufgeheizt werden, um durch den Schornstein abgegeben werden zu können. Entschwefelungsgrade bis 99 % sind theoretisch möglich, werden aber in der Praxis wohl nicht erreicht.

Regenerative Verfahren

Bei diesen Verfahren wird das SO_2 aus den Abgasen ausgewaschen, als Endprodukt entsteht konzentriertes SO_2 , das zu Schwefelsäure weiterverarbeitet oder zu reinem Schwefel reduziert werden kann. Falls der bei der Rauchgaswäsche entstandene Gips deponiert werden müßte, so wäre das regenerative Verfahren vorzuziehen, da die hierbei entstehenden Endprodukte sicherlich in der chemischen Industrie Verwendung finden würden. Es sind Entschwefelungsgrade von mindestens 95 % erreichbar.

Katalytische Verfahren

Hier werden die in den Abgasen enthaltenen Stickoxide durch Zugabe von Ammoniak in Anwesenheit eines Katalysators zu Stickstoff reduziert. Das Verfahren hat allerdings den Nachteil, daß unverbrauchter Ammoniak emittiert wird. Wenn man Ammoniakemissionen unter 5 ppm beschränkt, so lassen sich NO_x -Abscheidegrade von 80-90 % erreichen. Die

NO_x-Konzentration im Abgas läßt sich damit auf ein Zehntel des in der neuen "Verordnung über Großfeuerungsanlagen" geforderten Wertes senken. In Japan werden Ende dieses Jahres 15 Kohlekraftwerke mit einer Gesamtleistung von 3500 MW elektrischer Gesamtleistung mit katalytischen Verfahren arbeiten.

3.4.4. Auswahl eines Heizungssystems

Nach dem wir auf vorangegangenen Seiten die verschiedenen Technologien zur Heizung dargestellt haben, wollen wir jetzt versuchen, die Frage nach der Auswahl eines Heizungssystems zu beantworten. Bei den folgenden Vergleichen übernehmen wir Berechnungen des Tübinger Arbeitskreises.

Prinzipiell können Heizsysteme nach verschiedenen Kriterien beurteilt werden. So werden den Benutzer vor allem die betriebswirtschaftliche Rentabilität, der Bedienungskomfort und das erzielte Raumklima interessieren. Der Energieplaner oder Politiker sollte dagegen auch noch Gesichtspunkte wie den Primärenergiebedarf (Stichwort: erschöpfliche Energieträger !) und damit die Umweltbelastung in Betracht ziehen. Auch die volkswirtschaftlichen Kosten sollte er nicht vergessen.

Bezogen ^{auf} ein Normhaus vom Typ III (schwedischer Standard) ergeben sich bezüglich des Primärenergieverbrauchs und der Kosten die in Bild 3-6 dargestellten Verhältnisse.

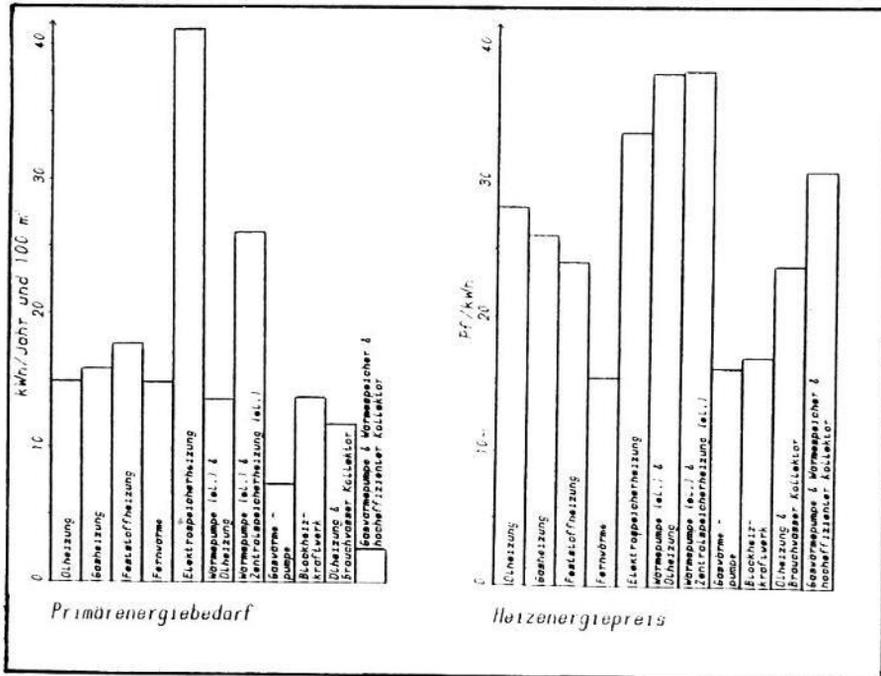


Bild 3-6: Vergleich von Heizsystemen (Stromerzeugung ohne Kraftwärmekopplung)

Dabei ist zu berücksichtigen, daß dieser Kostenvergleich bei anderen Haustypen völlig anders ausfallen kann. Es ist daher empfehlenswert, in jedem Falle eine individuelle Rechnung durchzuführen.

Die oben im Bild angegebenen Rangfolge zeigt, daß je nach verwendetem Kriterium der Stellenwert stark unterschiedlich sein kann. Besonders deutlich ist dies für die elektrische Wärmepumpe, die übrigens die Rentabilitätsschwelle nicht erreicht, sowie für die Gaswärmepumpe mit Solarkollektor. Systeme mit elektrischer Direktheizung sind sowohl Energieverschwender als auch völlig unrentabel. Am besten schneiden Systeme ab, die Abwärme nutzen, wie Fernwärmeheizung und Blockheizkraftwerke. Sehr günstig ist die Gaswärmepumpe sowohl beim Primärenergieverbrauch als auch bei den Kosten. Leider ist sie zur Zeit noch nicht in Blockgrößen für Einfamilienhäuser verfügbar, was sich aber in nächster Zukunft ändern dürfte. Überraschend ist, daß die herkömmlichen Systeme wie Öl- oder Gasheizung gut im Mittelfeld liegen. Das liegt einfach daran, daß die Brennstoffkosten wegen des geringen Wärmebedarfs kaum mehr ins Gewicht fallen.

Bezüglich der Umweltbelastung von Heizsystemen müßten verschiedene Schadstoffe untersucht werden, was im Rahmen dieser Studie zu umfangreich wäre. Prinzipiell kann jedoch so gewertet werden, daß ein niedriger Primärenergieverbrauch auch eine niedrige Schadstoffbelastung bringt, wobei Gas vor Öl und Kohle der Vorzug zu geben ist. Auch hier schneidet daher die Gaswärmepumpe am besten ab.

Bei der Gaswärmepumpe muß allerdings noch entschieden werden, aus welchem Medium die Wärme entzogen werden soll. In München bleibt mangels großer Wasserreservoirs (Medium Wasser) und wegen kleiner Grundstücksflächen (Medium Erde) eigentlich nur die Luft übrig. Die Nutzung dieses Reservoirs führt allerdings zu den geringsten Wirkungsgraden.

Für den eiligen Leser:

- Das Prinzip der Kraftwärmekopplung bewirkt eine gute Ausnutzung der Primärenergie, verringert die Abwärme und die Umweltbelastungen.
- Kraftwärmekopplung wird heute bereits in größerem Umfang angewandt. Kraftwärmekopplung läßt sich aber auch in kleinen Einheiten dezentral verwirklichen. Es werden gute Wirkungsgrade erreicht.
- Die Fernwärme könnte - Wirtschaftlichkeit vorausgesetzt - in beträchtlichen Umfang ausgebaut werden. Kriterium für den Fernwärmehausbau ist der städtische Strombedarf.
- Es gibt heute bereits eine Reihe technisch ausgereifter Verfahren um die Schadstoffbelastungen bei der Nutzung fossiler Energieträger zu reduzieren.
- Bei der Auswahl eines Heizungssystems sollte der Primärenergieverbrauch, die Umweltbelastung und die Wirtschaftlichkeit maßgebend sein. Gaswärmepumpe und konventionelle Öl- und Gasheizungen weisen dabei recht gute Werte auf.

Es geht weiter auf Seite 62.

4. WIE KÖNNTEN UNSERE ENERGIEVERSORGUNG ZUKÜNFTIG AUSSEHEN?

4.1. Was ist ein Szenario?

Unser Münchner Energieverbrauch setzt sich aus vielen kleinen Teilchen zusammen. Einzelne Haushalte, Behörden, Krankenhäuser, Handwerks- und Industriebetriebe tragen dazu bei. Wenn wir Aussagen über den zukünftigen Energieverbrauch treffen wollen, müssen wir versuchen, die Entwicklung all dieser Teilchen vorherzubestimmen. Durch Zusammenzählen der Teilergebnisse ergibt sich dann der zukünftige Energieverbrauch in München (Bild 4-1).

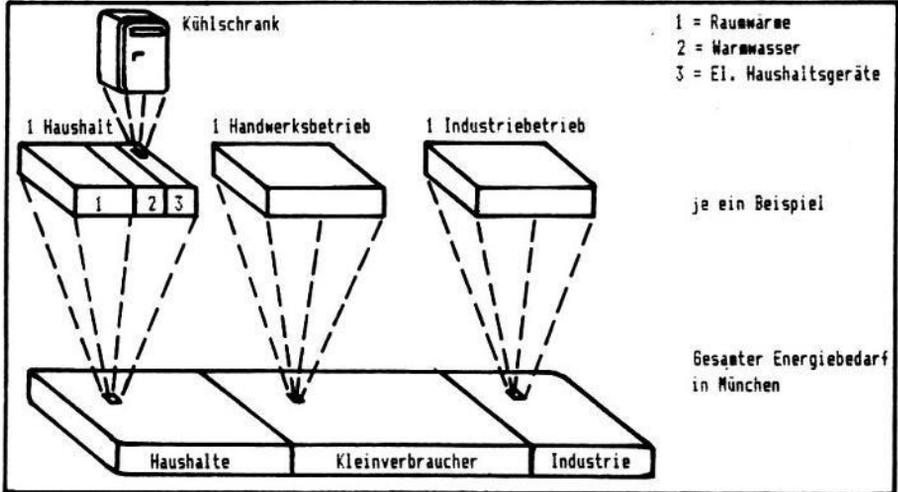


Bild 4-1: Zusammensetzung des Münchner Energieverbrauchs

Wie kann der Verlauf eines Teilchens vorausberechnet werden? Wenn wir beispielsweise einen Haushalt betrachten, können wir feststellen, daß dieser Energie zur Raumheizung, zur Warmwasserbereitung und für Haushaltsgeräte benötigt. So verfügen die meisten Haushalte heute über einen Kühlschrank, der mit Strom betrieben wird. Für den zukünftigen Energieverbrauch ist nun bestimmend, ob noch mehr Haushalte einen Kühlschrank besitzen werden und ob eventuell der Kühlbedarf steigt, was zum Kauf größerer Kühlschränke führen würde. Beides bedingt, daß der Komfort des Haushalts steigt, weshalb wir diese beiden Größen (Verbreitung und Vergrößerung der Kühlschränke, im folgenden Parameter genannt) als Komfortparameter bezeichnen.

Wer zuhause einen Kühl- und einen Gefrierschrank hat, der sollte einmal die Wanddicken dieser beiden Geräte vergleichen. Diejenige des Gefrierschranks ist wesentlich dicker, da er tiefere Temperaturen erzeugen muß, was bei geringerer Dämmstärke unrentabel wäre. Dies bedeutet aber, daß eine bessere Wärmedämmung kein technisches Problem darstellt, sondern nur in Zeiten billiger Energie einfach "vergessen" wurde. Auf Seite 27 wurde gezeigt, daß es heute schon Kühlschränke gibt, die gegenüber dem auf dem Markt befindlichen schlechtesten Gerät nur die Hälfte des Stromverbrauchs haben. Somit kann es für die wei-

tere Entwicklung des Stromverbrauchs wesentlich sein, wie sich die Verbraucher zukünftig beim Kauf von Elektrogeräten verhalten. Damit ist vorstellbar, daß trotz Komfortsteigerungen der Energieverbrauch der Kühlschränke in München durch geeignete technische Maßnahmen auf der Herstellerseite und vernünftiges Verbraucherverhalten sinkt.

Mit diesen drei Größen - Verbreitung des Kühlschranks, Vergrößerung des Kühlschranks und technische Verbesserungen - läßt sich nun abschätzen, wie sich zukünftig für einen durchschnittlichen Haushalt der Stromverbrauch für den Kühlschrank ändert.

Um für ganz München den Einfluß der Kühlschränke zu bestimmen, müssen wir wissen, wieviele Haushalte es später geben wird. Dies läßt sich aus der Bevölkerungsentwicklung und der Anzahl der Personen pro Haushalt bestimmen. Damit ergibt sich das vollständige Berechnungsschema für den Beitrag der Kühlschränke im Haushalt:

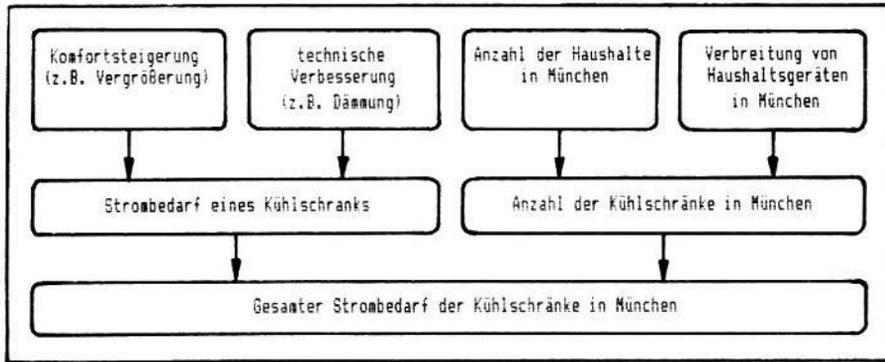


Bild 4-2: Beispiel für ein Berechnungsschema

Auch für alle anderen Teilchen kann nun ein entsprechendes Schema aufgestellt werden. Details sind dem Materialienband zu entnehmen.

Nun bleibt noch die Aufgabe, für jeden einzelnen Szenariozeitpunkt - wir haben Zehnjahresabstände gewählt - die einzelnen Parameter zu bestimmen. Dann ergibt sich über unsere Berechnungsschemen jeweils der Energieverbrauch für das entsprechende Jahr. Mit 90 Parametern und 5 Zeitpunkten mußten wir also ca. 450 einzelne Größen festlegen. Damit ist klar, daß unser Szenario - wie alle derartigen Betrachtungen - nur ein sehr grobes Abbild der Zukunft liefern kann. Es ist aber ein hervorragendes Mittel, um den Einfluß bestimmter Maßnahmen, wie z. B. technische Verbesserungen, auf eine zukünftige Entwicklung zu erkennen.

Nachdem wir nun die Szenariomethode eingeführt haben, soll nicht verschwiegen werden, wo Probleme liegen können. So ist z.B. denkbar, daß neue Parameter hinzukommen, oder sich eine Beziehung zwischen zwei Parametern ändert, was das Ergebnis u.U. erheblich beeinflussen kann. Diese Schwierigkeiten sind jedoch prinzipieller Natur und daher unlösbar. Man kann nur versuchen, sorgfältig zu arbeiten, und alle we-

sentlichen Einflußgrößen miteinzubeziehen und, wo dies nicht möglich ist, Abschätzungen vorsichtig (konservativ) zu treffen.

Unser Szenariozeitraum reicht bis zum Jahr 2030 (knapp 50 Jahre). Das hat einerseits den Vorteil, daß der Einfluß relativ langsam ablaufender Entwicklungen beobachtet werden kann. Andererseits werden aber sehr unsichere Vorausschätzungen notwendig, wie z.B. die der Bevölkerungsentwicklung. Wir glauben, daß unter der Voraussetzung einer demokratischen Durchsetzung durch Überzeugung der Bürger ein solcher Zeitraum gewählt werden muß.

4.2. Unsere Szenariovarianten

Für eine möglichst breite Betrachtung unserer zukünftigen Energieversorgungsmöglichkeiten schienen uns die im folgenden näher erläuterten Varianten besonders aussagekräftig:

Die obere Variante:

Hier gehen wir davon aus, daß die Stadt ihre bisherige Energiepolitik ohne größere Änderungen weiterverfolgt. Ferner rechnen wir noch mit starkem Wirtschafts- und Komfortwachstum. Einsparungen und die Nutzung nichterschöpflicher Energien werden nicht gefördert.

Die kommunale Wachstumsvariante:

Diese Variante unterscheidet sich von der vorangehenden dadurch, daß die Stadt alle Anstrengungen unternimmt um Einsparungen und nichterschöpfliche Energien aktiv zu unterstützen (siehe unsere Vorschläge in Kapitel 3 und 5). Dabei ist sie ganz auf sich allein gestellt und kann auf keine weiteren Verfügungen bzw. Gesetze der Bundesregierung (wie etwa die Wärmeschutzverordnung) mehr hoffen.

Die kommunale Niedrigwachstumsvariante:

Unter der Annahme von nur noch mäßigen Wachstumsraten und Komfortsteigerungen ergibt sich diese Variante. Ansonsten gelten die gleichen Bedingungen wie bei der kommunalen Wachstumsvariante.

Die untere Variante:

Diese Variante geht noch einen Schritt weiter. Hier ergründen wir, was erreichbar wäre, wenn die Komfort- und Wirtschaftsentwicklung wie bei der kommunalen Niedrigwachstumsvariante angenommen wird, zusätzlich aber von weiteren Anstrengungen der Bundesregierung zur Energieeinsparung und Förderung nichterschöpflicher Energiequellen ausgegangen wird. Diese Variante überträgt die Ergebnisse der Studie des Ökoinstituts (Energiewende) auf Münchner Verhältnisse, wobei wir allerdings das dort verwendete Komfort- und Wirtschaftswachstum stark abgeschwächt haben.

Zur besseren Übersicht haben wir in Tabelle 1 die wesentlichen Eigenschaften unserer Szenariovarianten dargestellt. Im weiteren erläutern wir diese kurz, wobei auf weitere Details im Materialienband verwiesen wird.

Tabelle 1: Überblick über die Szenariovarianten

	obere Variante	kommunale Wachstumsvariante	kommunale Niedrig- wachstumsvariante	Untere Variante
Allgemeine Parameter				
Politik der Stadt München	Wie bisher	alle möglichen Anstrengungen 1)	alle möglichen Anstrengungen 1)	alle möglichen Anstrengungen 1)
Politik der Bundesregierung	keine weiteren Anstrengungen	keine weiteren Anstrengungen	keine weiteren Anstrengungen	alle möglichen Anstrengungen
Bevölkerung innerstädtisch in der BRD	- 18,5 % - 27 %	- 18,5 % - 27 %	- 18,5 % - 27 %	- 18,5 % - 27 %
Wirtschaftswachstum	steigt stark	steigt stark	steigt mäßig	steigt mäßig
Wachstumsrate bis 1990	3,5 %	3,5 %	1,0 %	1,0 %
Bruttoinlandsprod./Kopf	x 3,43	x 3,43	x 1,16	x 1,16
Strukturwandel (Anteil Ind.)	36 % ... 30 % 2)	36 % ... 30 % 2)	36 % ... 30 % 2)	36 % ... 30 % 2)
Komfortsteigerungen				
Haushaltsgeräte: Verbreitung	steigt stark	steigt stark	steigt stark	steigt stark
Komfort	steigt stark	steigt stark	bleibt wie heute	bleibt wie heute
Warmwasserverbrauch/Kopf+Tag	35 l ... 50 l	35 l ... 50 l	35 l wie heute	35 l wie heute
Wohnfläche/Kopf	+ 35 %	+ 35 %	+ 23 %	+ 23 %
Arbeitsfläche/Beschäftigten	+ 40 %	+ 40 %	+ 30 %	+ 30 %
Technische Verbesserungen				
Wirkungsgrad bei Raumheizung	mäßig (Trend)	stark	stark	sehr stark
bei Warmwasserbereitung	63 % ... 85 % 52 % ... 73 %	63 % ... 93 % 52 % ... 80 %	63 % ... 93 % 52 % ... 80 %	63 % ... 93 % 52 % ... 80 %
bei Haushalten				
bei Haushaltsgeräten	mäßig (Trend)	geeignete Auswahl 3)	geeignete Auswahl 3)	stark
Geräte mit WW-Anschluß	0 % ... 40 %	0 % ... 80 %	0 % ... 80 %	0 % ... 100 %
Wärmerückgewinnung	0 % ... 0 %	0 % ... 8 %	0 % ... 8 %	0 % ... 23 %
Wärmedämmung	nach WSchVD 4)	stark	stark	sehr stark
Einsparung bei EFH	0 % ... 41 %	0 % ... 49 %	0 % ... 49 %	0 % ... 71 %
Einsparung bei MFH	0 % ... 20 %	0 % ... 44 %	0 % ... 44 %	0 % ... 69 %
Anteil Strom/Raumwärme	3 % ... 15 %	3 % .. 0 % ab 2010	3 % .. 0 % ab 2010	3 % ... 0 % ab 2010
Anteil Strom/Warmwasser	18 % ... 25 %	18% .. 0 % ab 2010	18% .. 0 % ab 2010	18% ... 0 % ab 2010
bei Kleinverbrauchern				
Einspar. bei Raumwärme	0 % ... 20 %	0 % ... 44 %	0 % ... 44 %	0 % ... 69 %
Einspar. bei Prozeßwärme	0 % ... 15 %	0 % ... 30 %	0 % ... 30 %	0 % ... 40 %
Einspar. bei Licht/Kraft	0 % ... 15 %	0 % ... 25 %	0 % ... 25 %	0 % ... 35 %
in der Industrie je nach Industriesparte				
bei Strom	5 % bis 25 %	9 % bis 40 %	9 % bis 40 %	9 % bis 62 %
bei Brennstoffen	20 % bis 30 %	31 % bis 50 %	31 % bis 50 %	31 % bis 70 %
Einsatz neuer Technologien				
Kernkraftwerksbeteiligung	ja	nein	nein	nein
außerstädtischer Stromanteil	30 % ... 30 %	30 % .. 0 % ab 2030	30 % .. 0 % ab 2030	30 % .. 0 % ab 2030
Blockheizkraftwerke	nein	ja (20 % bis 2030)	ja (20 % bis 2030)	ja (20 % bis 2030)
Solarenergie bei Raumwärme	0 % ... 0,5 %	0 % ... 5 %	0 % ... 5 %	0 % ... 33 %
bei Warmwasser	0 % ... 17 %	0 % ... 35 %	0 % ... 36 %	0 % ... 46 %
Müllbeseitigung				
weiter Müllverbrennung	ja	nein (nur bis 2000)	nein (nur bis 2000)	nein (nur bis 2000)
neues Müllkonzept	nein	ja	ja	ja
Gaswärmepumpen				
Anteil an Gasheizungen	0 % ... 10 %	0 % ... 80 %	0 % ... 80 %	0 % ... 80 %

1) siehe Kapitel 5

2) Der erste Wert gilt für 1980, der zweite für 2030

3) Da die Stadt keinen Einfluß auf die Gerätehersteller hat, nehmen wir an, daß immer das energiesparendste Gerät ausgewählt wird.

4) WSchVD: Wärmeschutzverordnung

4.3. Was wir nicht verändert haben

Einige Eingangsparameter unserer Szenarien sind von der in den einzelnen Varianten vorausgesetzten Energiepolitik weitgehend unabhängig. Damit die politischen Wahlmöglichkeiten sich möglichst deutlich im Szenarioergebnis abbilden, haben wir in allen Varianten für diese Parameter eine mittlere Entwicklung gewählt. Um aber trotzdem die Empfindlichkeit (Sensitivität) dieser Parameter zu untersuchen, veränderten wir diese jeweils einzeln, um so die Auswirkungen auf das Szenarioergebnis abzuschätzen, was unter dem wissenschaftlichen Begriff der Sensitivitätsanalyse bekannt ist.

Zu diesen Parametern zählt die Entwicklung der innerstädtischen Bevölkerung, die entsprechend der oberen Variante des Stadtentwicklungsplanes festgelegt ist. Ebenso die der außerstädtischen Bevölkerung, die der Prognose des Statistischen Bundesamtes entspricht. Auch die Verbreitung von Haushaltsgeräten wird in allen Varianten gleich angenommen. So rechnen wir damit, daß im Jahr 2000 doppelt so viele Haushalte ein Gefriergerät besitzen, dreimal so viele eine Spülmaschine verwenden und praktisch jeder Haushalt mit Farbfernseher, Kühlschrank, Waschmaschine und einem heute noch nicht bekannten "Zukunftsgerät" ausgerüstet ist, welches im Verbrauch den heutigen Großgeräten entspricht.

Bei der Industrie nehmen wir an, daß der seit Jahrzehnten stattfindende und für Industrienationen typische Strukturwandel - weg von der energieintensiven Grundstoffindustrie, hin zum wenig Energie verbrauchenden Dienstleistungsgewerbe - sich auch zukünftig weiterentwickelt.

Wegen des in München recht hohen Pendleranteils an den Arbeitsplätzen rechnen wir damit, daß zukünftig die Anzahl der Erwerbstätigen von der Entwicklung der Bevölkerungsanzahl im Umland abhängt. Einflüsse wie Rationalisierung und Arbeitszeitverkürzung als gewerkschaftliche Reaktion darauf haben wir wegen der großen Schwierigkeiten einer Abschätzung außer acht gelassen. Das heißt aber, daß der Anteil der Erwerbstätigen in München, auf die innerstädtische Bevölkerung bezogen, in etwa gleich bleibt. Dies stellt angesichts der momentanen Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt eine relativ optimistische Abschätzung dar.

Die übrigen Parameter sind entsprechend unseren vorher aufgeführten Szenariovarianten in sinnvoller Weise gewählt.

4.4. Zukünftig wird es uns noch besser gehen

Was das Wirtschaftswachstum anbetrifft - über dessen Sinn wir hier nicht diskutieren wollen - gehen wir bei den beiden oberen Varianten zunächst von 3,5 % Steigerung pro Jahr aus, welche bis in 50 Jahren auf etwa 1,5 % abnimmt. Dies bedeutet insgesamt mehr als eine Verdreifachung des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf. Bei den beiden unteren Varianten rechnen wir nur noch mit dem heute üblichen mäßigen Wachstum von zunächst etwa 1 % pro Jahr, was nur einer Erhöhung des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf von 16 % entspricht. Uns ist dabei bewußt, daß in München in den siebziger Jahren ein durchschnittliches Wachstum von 6 % pro Jahr stattfand. Dies darf jedoch nicht der Maßstab für zukünft-

tige Abschätzungen sein, da das alle 12 Jahre einer Verdoppelung gleichkäme. Für die Ansiedlung neuer Industriebetriebe ist aber der notwendige Platz nicht vorhanden und auch die Umweltproblematik würde sich zunehmend verschärfen.

Bei den oberen Varianten gehen wir davon aus, daß bei den Haushaltsgeräten noch kräftige Komfortsteigerungen eintreten werden. So werden Kühlschränke verwendet, die um die Hälfte größer sind als heutige, es wird ein Drittel mehr gewaschen und Wäsche getrocknet, und jeder Haushalt verwendet doppelt so viele Kleingeräte. Des weiteren setzen wir voraus, daß zukünftig um die Hälfte mehr geduscht und gebadet wird, was den Warmwasserbedarf entsprechend erhöhen wird. Wegen der zunehmend beengenden Münchner Stadtgrenzen und der zukünftig abnehmenden Bevölkerungszahlen wird die Gesamtwohnfläche nur noch um 10 % zunehmen. Dies entspricht pro Kopf noch einem Anstieg um mehr als ein Drittel. Im Sektor Kleinverbrauch nehmen wir pro Beschäftigtem eine um 40 % vergrößerte Arbeitsfläche an, was den Raumwärmebedarf erhöht.

Die übrigen beiden Varianten rechnen auch weiterhin nur mit dem heutigen Komfort. Pro Kopf kann jedoch mit fast einem Viertel mehr Wohnfläche und knapp einem Drittel mehr Arbeitsfläche gerechnet werden, so daß es in allen Varianten dem Münchner Bürger zukünftig noch besser gehen wird.

4.5. Welche technischen Verbesserungen sind zu erwarten?

Bereits heute sind bezüglich des Wirkungsgrades verbesserte Heizkessel auf dem Markt. Dies führt wegen des alle 15 bis 20 Jahre notwendigen Ersatzes zu einer Erhöhung der mittleren Wirkungsgrade bei der Raumheizung und der Warmwassererzeugung. Bei der oberen Variante nehmen wir Kessel gewohnter Bauweise an, bei den übrigen Varianten solche mit sogenannter Brennwertnutzung.

Technische Verbesserungen bei den Haushaltsgeräten der oberen Variante haben wir nur insofern in unsere Betrachtungen miteinbezogen, als sie unumgänglich sind. Zunehmend kommen ja, wie wir auf Seite 27 gezeigt haben, energiesparende Geräte auf den Markt. Unsere Annahmen diesbezüglich sind als sehr vorsichtig zu bezeichnen. Auch der Anteil von Geräten mit getrenntem Warmwasserzufluß nimmt nur mäßig zu. Auf Grund der bisherigen städtischen Energiepolitik ist auch anzunehmen, daß zukünftig der Stromanteil bei Raumwärme und Warmwassererzeugung noch stark zunimmt.

Bei der Abschätzung, welche Anteile unsere auf Seite 23 eingeführten Häusertypen am Münchner Häuserbestand haben werden, wird berücksichtigt, daß die im nächsten Jahr wirksam werdende verschärfte Wärmeschutzverordnung bei Neubauten einen Heizenergieverbrauch vorschreibt, der nur noch rund die Hälfte dessen beträgt, was vor 1977 (Typ I) üblich war. Auch bei Altbaurenovierung wird zukünftig Wärmedämmung zwingend vorgeschrieben. Das führt dazu, daß der Haustyp II dominiert.

Bei Prozeßwärme und Licht/Kraftanwendungen im Sektor Kleinverbrauch rechnen wir künftig ebenso wie bei den Haushaltsgeräten mit relativ geringen technischen Verbesserungen.

Im Szenario bestimmen wir die Entwicklung des Energieverbrauchs der vier Industriehauptgruppen (Grundstoff-, Investitionsgüter-, Verbrauchsgüter- und Nahrungsmittelindustrie) getrennt. Eine noch genauere Aufteilung - insbesondere die Betrachtung einiger ausgewählter Großbetriebe wäre sinnvoll - war uns aber mangels detaillierter Zahlen leider nicht möglich. Entsprechende Untersuchungen der Stadt in dieser Richtung halten wir daher für dringend erforderlich. Die Einsparmöglichkeiten haben wir auch hier wieder sehr vorsichtig abgeschätzt.

Demgegenüber sind bei den beiden kommunalen Varianten aufgrund der Aktivitäten der Stadt wesentlich stärkere technische Verbesserungen vorausgesetzt. Auch wird von Wärmeerzeugung durch Strom abgegangen und in geringem Umfang Wärmerückgewinnung betrieben. Bei den Haustypen dominiert hier der Haustyp III. Bei den Sektoren Kleinverbrauch und Industrie wird in etwa von einer knappen Verdoppelung der Einsparungen ausgegangen.

Bei der unteren Variante wurde wegen der Unterstützung durch die Bundesregierung noch mit weiteren Einsparmöglichkeiten gerechnet, wie etwa verstärkter Wärmerückgewinnung und Wärmedämmung.

4.6. Welche Technologien verwenden wir?

Die Analyse der bisherigen, wie der zukünftig angestrebten Politik der Stadtwerke (siehe Seite 20), zeigt, daß zukünftig bei der oberen Variante weder mit der Umstellung der Müllentsorgung von Müllverbrennung auf Biogaserzeugung, noch mit einer starken Unterstützung durch solare Maßnahmen zu rechnen ist. Die Verwendung von Blockheizkraftwerken kann ebenfalls ausgeschlossen werden. Stattdessen wird auch zukünftig außerstädtischer Strom bezogen und die Beteiligung an Ohu II nicht rückgängig gemacht.

Bei den übrigen Varianten unternimmt die Stadt alle auf kommunaler Ebene möglichen Anstrengungen, um die Verbreitung neuer Technologien wie Biogas- und Solarenergienutzung zu fördern. Auch steigt hier der Stromverbrauch nur noch wenig, bzw. sinkt sogar, so daß eine Beteiligung an Ohu II nicht sinnvoll erscheint.

Die Stadt zieht den Gasherd dem Elektroherd vor und propagiert Spül- und Waschmaschinen, die einen getrennten Warmwasseranschluß mit Mischventil haben. Bei entsprechender Öffentlichkeitsarbeit ist anzunehmen, daß dadurch auch die privaten Haushalte, Kleinverbraucher und die Industrie diesem Beispiel folgen werden. Die unwirtschaftliche und primärenergiefressende Wärmeerzeugung über Strom (Nachtstromspeicherung, Nachtstromboiler) wird künftig durch Gasanwendungen abgelöst.

Ferner werden solare Anwendungen gefördert, von Müllverbrennung wird auf Biogaserzeugung umgestellt und Blockheizkraftwerke werden als teilweiser Ersatz der heutigen Heizkraftwerke für den Winterbetrieb eingesetzt. Bei einer notwendigen Erneuerung eines alten Kraftwerks wird dieses durch eine moderne Wirbelschichtfeuerung ersetzt. Alle sonstigen Kraftwerke werden mit einer Rauchgaswäsche oder einem entsprechenden Verfahren versehen (siehe Kapitel 3), womit einer ver-

stärkten Nutzung von Kohle bei den städtischen Kraftwerken nichts mehr im Wege steht. Im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch sehen wir allerdings von einer weiteren Verwendung der Kohle ab und gehen statt dessen zukünftig zur umweltfreundlichen Gasanwendung (z.B. Gaswärmepumpen) über. Detaillierte Vorschläge sind Kapitel 3 und 5 zu entnehmen.

4.7. Die Szenarioergebnisse und ihre Bewertung

Bei der Auswertung der Szenarioergebnisse war selbst für uns überraschend, daß zukünftig auch bei noch starkem Komfort- und Wirtschaftswachstum (obere Variante) kein weiteres Anwachsen des Münchner Endenergieverbrauches zu erwarten ist. Der Primärenergieverbrauch der oberen Variante steigt zwar noch leicht, was jedoch im wesentlichen auf die Verdopplung des Stromverbrauchs zurückzuführen ist. Die ernsthaften Einsparanstrengungen der kommunalen Wachstumsvariante bringen unter den gleichen Voraussetzungen bereits ein Absinken des Primär- und Endenergieverbrauchs um ein Viertel. Wird das Wirtschaftswachstum nicht so hoch angesetzt und auch nur mäßig steigender Komfort angenommen, so ist sogar ein Rückgang des Energieverbrauchs um mehr als die Hälfte des heutigen Wertes denkbar (kommunale Niedrigwachstumsvariante). Kommen dazu noch die Anstrengungen des Bundes, so wird ein nochmals um rund ein Viertel niedrigerer Wert erreicht, der etwa gleich einem Drittel des heutigen Verbrauchs ist (Bilder 4-3 und 4-4).

Die Bandbreite unseres Ergebnisses zeigt deutlich, welche gewaltigen Spielräume bei der Energieplanung zukünftig zur Verfügung stehen. Der tatsächliche Verbrauch wird sehr wahrscheinlich in diesem Bereich liegen.

Interessant ist nun, welche Anteile der Energieträger zukünftig zur Deckung der einzelnen Varianten benötigt werden.

Es zeigt sich, daß bei der oberen Variante der Anteil nichterschöpflicher Energieträger (Wasser, Sonne, Biomasse) relativ gering ausfällt. Aber auch bei der unteren Variante sind nach unseren Abschätzungen nur ca. 30 % möglich. Dies bedeutet natürlich, daß eines unserer Ziele, nämlich die möglichst weitgehende Deckung durch regenerative Energien, nur zu einem kleinen Teil erreicht ist. Dies hängt einfach damit zusammen, daß wir ein "Inselkonzept" entwickelt haben, welches das Umland außer acht läßt. Wir glauben nicht, daß die ausschließliche Deckung durch nichterschöpfliche Energieträger für eine derart dicht besiedelte Region wie die Stadt München jemals erreichbar ist.

Nun wollen wir uns etwas näher mit den Auswirkungen der einzelnen Varianten beschäftigen. Dabei ist eine Gegenüberstellung der oberen und der unteren Variante ausreichend. Für die beiden kommunalen Varianten gelten alle Aussagen dann in entsprechend abgeschwächter Form.

Bei der oberen Variante wird im Jahr 2030 fast 7 % mehr erschöpfliche Energie eingesetzt als heute. Dies kann kein langfristiges Konzept sein. Hier wird nur vordergründig eine Verschiebung von Öl auf Strom oder Gas vorgenommen, das eigentliche Problem aber - die Abhängigkeit

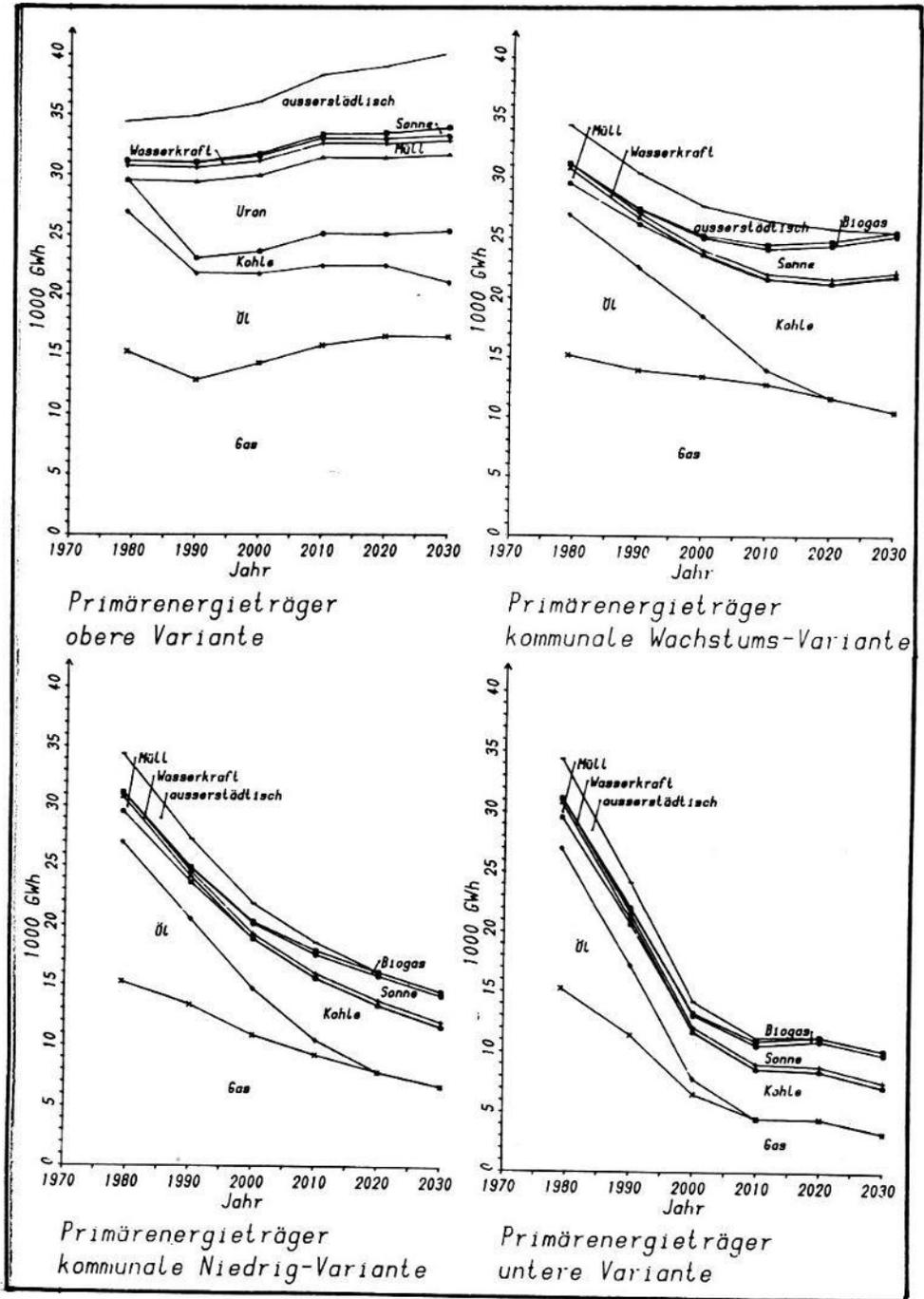


Bild 4-3: Primärenergie: Die vier Varianten im Vergleich

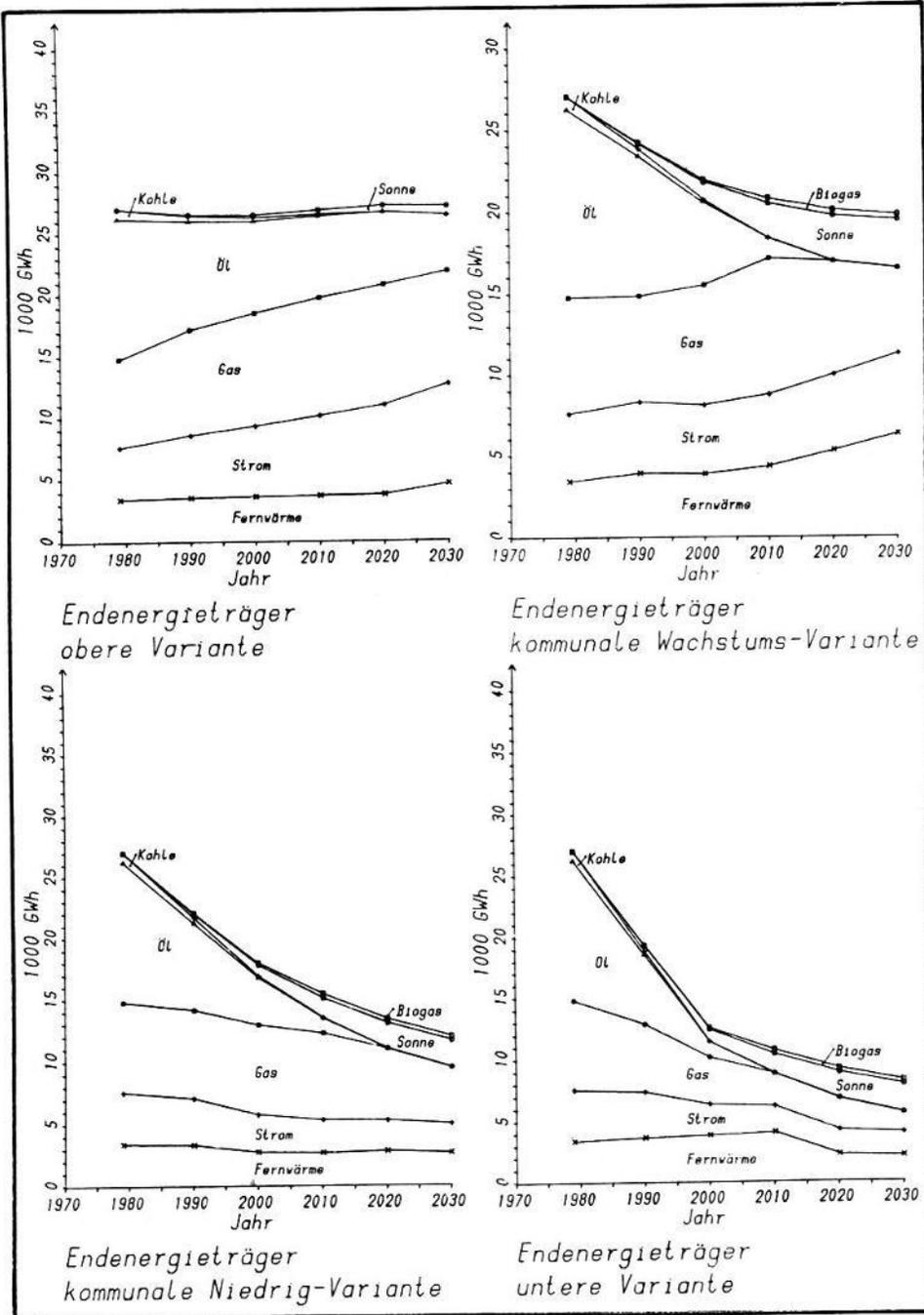


Bild 4-4: Endenergie: Die vier Varianten im Vergleich

von fossilen und nuklearen Energieträgern - wird nicht gelöst. Zu bedenken ist auch, daß die Umstellung auf nichterschöpfliche Energieträger und die Maßnahmen zur Energieeinsparung Energie benötigen. Wenn wir zu lange warten, wird diese entweder nicht mehr ausreichend zur Verfügung stehen oder aber zumindest sehr teuer werden. Zudem ist es moralisch nicht zu rechtfertigen, unseren hohen Verbrauch an fossilen Energieträgern auch für die Zukunft aufrechtzuerhalten. Wertvolle Rohstoffe werden ohne zwingende Notwendigkeit unwiederbringlich vernichtet. Dafür werden unsere Nachfahren kaum Verständnis aufbringen können.

Die Vorteile der unteren Variante sind offensichtlich: Die Umstellung findet rasch (aber ohne Hast) statt und führt dazu, daß in 50 Jahren nur noch knapp ein Viertel des heutigen Verbrauchs an erschöpflichen Energieträgern benötigt wird. Auch findet dadurch eine starke Verringerung der Abhängigkeit vom Ausland statt. Bei der oberen Variante treten dagegen nur Verschiebungen auf: weg von den erdölproduzierenden, hin zu den erdgaserzeugenden Ländern. Ein weiterer Vorteil für unsere Volkswirtschaft ist die Tatsache, daß durch Energiesparen und Nutzung nichterschöpflicher Energieträger vor allem Investitionen im Inland getätigt werden. Andererseits eignen sich die neu entwickelten Technologien auch hervorragend für den Export.

Eine Tatsache ist, daß jede nicht erzeugte bzw. nicht verbrauchte Kilowattstunde zur Entlastung unserer Umwelt beiträgt. Dies gilt vor allem in Hinblick auf fossile und nukleare Energieträger. Wir haben versucht aufzurechnen, wie sich die Umweltsituation bei der unteren Variante verändert, wenn keine technischen Verbesserungen (z.B. Rauchgaswäsche) an unserer Energieerzeugung vorgenommen werden. Der Schwefeldioxidaustritt (SO_2) verringert sich dann um etwa 60 %, bei den Stickoxiden (NO_x) ist wegen des zunehmenden Einsatzes von Verbrennungsmotoren ein Rückgang um nur 30 % zu verzeichnen (Bild 4-5).

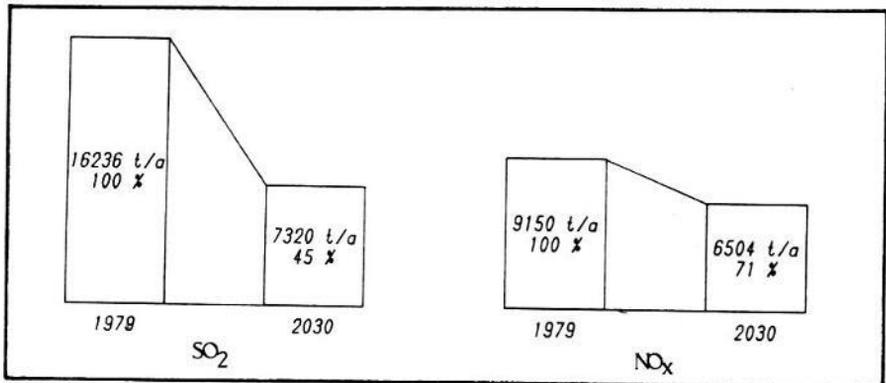


Bild 4-5: Schadstoffausstoß ohne verbesserte Technik

Dies ist natürlich angesichts der brennenden Probleme und bei Berücksichtigung des Szenariozeitraums von 50 Jahren keinesfalls ausreichend. Hier sind also zusätzliche Maßnahmen notwendig:

- Bei Schwefeldioxid sind heute bereits Rückhaltegrade bei den Kraftwerken von 95 % möglich, weshalb wir hier diesen Wert und nicht den von der Großfeuerungsanlagenverordnung angenommenen (85 %) verwenden.
- Stickoxide können durch Optimieren der Verbrennung auf etwa die Hälfte reduziert werden. Bei Kohlekraftwerken, Gasturbinen, Blockheizkraftwerken und Gaswärmepumpen setzen wir zusätzlich Katalysatoren ein, die nochmals eine Verringerung auf etwa 20 % bringen.
- Bei Heizöl ist wegen der kleinen Anlagengrößen in den Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch eine Verringerung des Schwefeldioxids eventuell schwierig. Wir nehmen deshalb an, daß in diesem Bereich besonders schwefelarmes bzw. entsprechend aufbereitetes Heizöl verwendet wird. Bei den Stickoxiden rechnen wir hier mit den gleichen Werten wie bei Gas.

Unter diesen Voraussetzungen sinkt der Schwefeldioxidausstoß bei der oberen Variante auf etwa ein Zehntel des heutigen Wertes. Bei den Stickoxiden bewirkt die bessere Technik lediglich einen Rückgang um etwa zwei Drittel. Beide Schadstoffe werden bei der unteren Variante durch den geringeren Energiebedarf nochmals um drei Viertel reduziert (Bild 4-6).

Wir finden es sehr wichtig, daß ein neuer Energiepfad allein noch nicht ausreicht, die Umweltbelastung auf ein Mindestmaß zu beschränken. Vielmehr müssen so schnell wie möglich entsprechende technische Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffe ergriffen werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind Stand der Technik.

Wir sollten uns auch fragen, wie sicher unsere Energieversorgung ist. Prinzipiell ist diejenige mit geringem Energieverbrauch sicherer als die mit hohem. Ferner bieten Systeme zur Energieeinsparung (z.B. Wärmedämmung) neben dem Vorteil einer verringerten Reservehaltung eine extrem hohe Ausfallsicherheit. Wie wir gesehen haben, verringert der Rückgang des Primärenergieverbrauchs Abhängigkeiten aller Art, was ebenfalls zur Sicherheit beiträgt.

Ferner bietet der Wegfall von sogenannten "Sachzwängen" - wie etwa der weiter steigende Strombedarf - auch in Zukunft größere Handlungsspielräume. Es muß z.B. nicht mehr entschieden werden, wo ein neues Kraftwerk gebaut werden soll, sondern welches stillgelegt wird. Auch führen die kürzeren Planungs- und Bauzeiten bei Blockheizkraftwerken oder kollektiven Gaswärmepumpen zu größerer Flexibilität und schnellerer Reaktion bei Auftreten von unerwartet hohem Energiebedarf. Dies bringt ebenfalls Sicherheit und Handlungsfreiheit.

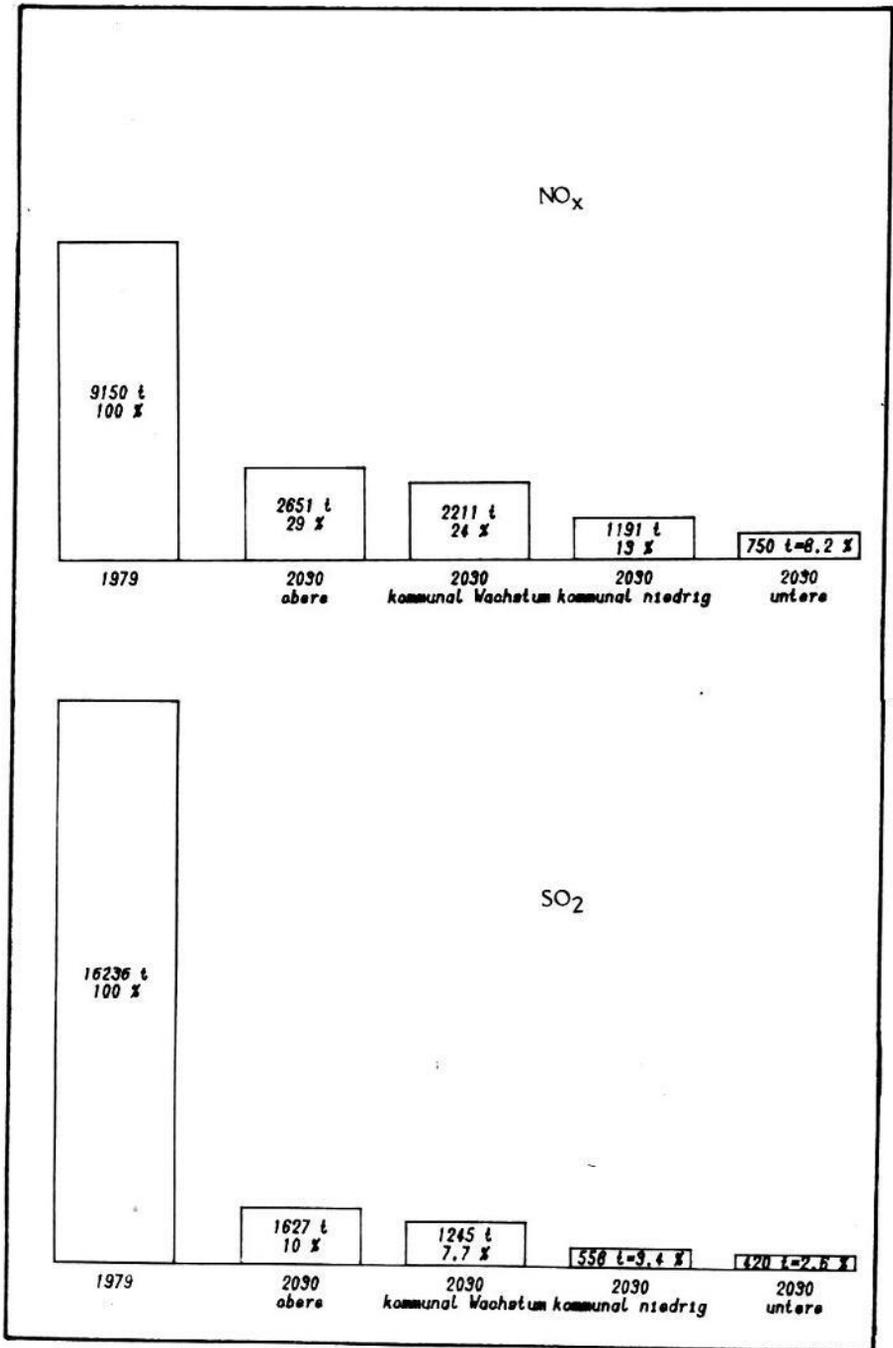


Bild 4-6: Schadstoffausstoß bei verbesserter Technik

Damit die Energieversorgung von der Bevölkerung akzeptiert wird, muß garantiert sein, daß sie für alle wirtschaftlich tragbar ist. Allgemein gilt, daß Energieeinsparung unsere billigste Energiequelle ist. Auch ist wesentlich, daß einmal eingesparte Energie nicht mehr teurer werden kann. In Kapitel 3.2 wurde gezeigt, daß bereits heute bei der Wärmedämmung der Schritt von Haustyp I auf Haustyp III wirtschaftlich ist. Auch der notwendige Austausch eines veralteten Heizkessels gegen einen verbesserten (möglichst mit Brennwertnutzung) rentiert sich ohne Frage. Dagegen hat sich gezeigt, daß Wärmeerzeugung durch Strom (Nachtstromspeicherheizung, Nachtstromboiler, elektrische Wärmepumpe) - abgesehen von anderen Nachteilen - die teuerste Möglichkeit der Energieerzeugung darstellt. All diese Gesichtspunkte sprechen für die untere Variante, wobei wir allerdings nicht behaupten wollen, daß deren Verwirklichung billig ist. Es ist aber zu bedenken, daß langfristig gesehen auch die obere Variante einmal zu nichterschöpflichen Energieträgern übergehen muß. Warum nicht jetzt damit beginnen?

Oft wurde in der Vergangenheit behauptet, daß Kernenergie Arbeitsplätze schaffe. Entsprechende, auch von der Kernenergieindustrie in Auftrag gegebene Studien, kamen jedoch durchwegs zu anderen Ergebnissen. Es scheint so zu sein, daß prinzipiell jede Form der Energieerzeugung in etwa gleich viele Arbeitsplätze schafft. Wegen ihrer hohen Arbeitsintensität würden jedoch Energieeinsparung und Nutzung nichterschöpflicher Energien etwas mehr Effekte auf dem Arbeitsmarkt auslösen. Nicht unwesentlich ist, daß dann Arbeitsplätze am Ort des Energieverbrauchs geschaffen werden, was hier in München für Klein- und Mittelbetriebe eine neue Basis darstellen würde.

Auf andere Gesichtspunkte wie etwa die Gefahr verstärkter Sicherheits- und Kontrollmaßnahmen bei der Nutzung sensibler Großtechnologien wie etwa der Kernenergie wollen wir hier nicht näher eingehen. Neueste Untersuchungen (Spiegel 36/1983 bzw. 37/1983) deuten darauf hin, daß bisher offensichtlich nicht alle Konsequenzen solcher Technologien bedacht wurden. Keinesfalls dürfen derartige Auswirkungen verharmlost werden, da sie unsere Demokratie nachhaltig schädigen könnten.

Zum Schluß wollen wir noch anmerken, daß die untere Variante eine gerechtere Gesellschaft fördert. So ist zu bedenken, daß sozial schwache Personen durch hohe Energiepreise besonders belastet werden. Energieeinsparung bringt hier eine deutliche Verbesserung der Situation (soziale Gerechtigkeit). Dabei muß allerdings darauf geachtet werden, daß die Kosten der Energieeinsparung nicht überproportional auf die Mieten aufgeschlagen werden. Ebenso wird durch einen verringerten Energieverbrauch der Industrieländer für die übrige Welt (Entwicklungsländer) ein größerer Anteil billiger Energie verfügbar (Verteilungsgerechtigkeit).

Für den eiligen Leser:

Auch bei noch starkem Komfort- und Wirtschaftswachstum ist zukünftig kein weiteres Anwachsen des Endenergieverbrauchs zu erwarten. Bei entsprechenden Anstrengungen kann der Energieverbrauch sogar um mehr als zwei Drittel gesenkt werden. Der Anteil regenerativer Energien läge dann knapp bei einem Drittel. Zur näheren Charakterisierung der vier Szenariovarianten siehe Seite 51.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß eine Entwicklung in Richtung untere Variante eine Fülle von Vorteilen mit sich bringt:

- geringe Abhängigkeit sowohl nach innen als auch nach außen; Investitionen im Inland (Arbeitsmarkt!).
- starker Rückgang des Verbrauchs an fossilen und nuklearen Energieträgern.
- Neue Technologien, die sich besonders für Entwicklungsländer eignen, können exportiert werden.
- Die Umweltbelastung sinkt.
- Die Sicherheit unserer Energieversorgung steigt, Handlungsspielräume wachsen.
- Die Kosten sind tragbar und wahrscheinlich etwas günstiger als die herkömmlicher Systeme.
- Der Arbeitsmarkt wird positiv beeinflusst.
- Es sind keine aufwendigen Sicherheitsmaßnahmen notwendig.
- Dezentrale Strukturen sind für den Bürger leichter durchschaubar.
- Verbesserung der sozialen Gerechtigkeit im Inland und der Verteilungsgerechtigkeit in der Welt.

Damit ist gezeigt, daß wir gut daran täten, zukünftig einen Energiepfad in Richtung der unteren Variante einzuschlagen. Trotz redlicher Bemühungen ist es uns nicht gelungen, Vorteile der oberen Variante zu entdecken. Allenfalls die Verkäufer von Energie (z.B. die Mineralölindustrie) könnten einer derartigen Entwicklung etwas abgewinnen. Im Sinne des Bürgers kann dies nicht sein. Die gewählten Volksvertreter sollten daher klare Signale setzen im Hinblick auf Energieeinsparung und Nutzung nichterschöpflicher Energieträger und nicht nur auf die reinen Marktkräfte vertrauen.

Es geht weiter auf Seite 64.

5. WAS IST ZU TUN?

Im vorangehenden Abschnitt konnten wir zeigen, daß es sinnvoll wäre, zukünftig einen energiepolitischen Weg in Richtung der unteren Variante einzuschlagen. In diesem Kapitel wollen wir erläutern, wie sich unsere Politik und unser Verhalten ändern muß, und welche konkreten Schritte dazu notwendig sind.

Wir wissen, daß unsere Arbeit nur dann einen Sinn hat, wenn sie Eingang in die öffentliche Diskussion findet. Ansonsten wäre sie - wie leider so viele wissenschaftliche Arbeiten - für die Schublade, oder was noch schlimmer wäre, für den Papierkorb erstellt. Wir wollen versuchen, den Begriff "Wissenschaft für alle" in die Wirklichkeit umzusetzen. Die folgende Auflistung unserer Vorschläge soll nur der Anfang sein und zukünftig durch neue Erfahrungen und Vorschläge erweitert und ergänzt werden.

Für falsch halten wir es, wenn dem Bürger mit erhobenem Zeigefinger bedeutet wird, daß er allein für den ständig steigenden Energieverbrauch verantwortlich ist. Ebenso verkehrt ist die Ansicht, daß der einzelne ja doch nichts tun könne und die da oben an allem schuld seien. Wir meinen, daß sowohl politisches als auch persönliches Engagement von uns allen gefordert ist, sollen die Probleme der Zukunft vernünftig gelöst werden.

5.1. Was kann der einzelne tun?

Heute existiert bereits eine Fülle von Tips zum Thema Energiesparen. Wir wollen hier keine neue Liste aufstellen, sondern auf zwei im großen und ganzen akzeptable Veröffentlichungen hinweisen, die kostenlos zu beziehen sind:

Energiespartips (Band 2):

Hier wird eine Fülle von Tips geboten, denen wir weitgehend zustimmen können. Erhältlich in der Stadtinformation (Stachus) oder vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr.

Energiesparbuch für das Eigenheim:

Eine nützliche Anleitung für Eigenheimbesitzer und Bastler. Reihe Bürgerservice 17, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Welcherstr. 11, 5300 Bonn 1.

Weitere Tips sind beim Bund Naturschutz bzw. beim BBU (Bund Bürgerinitiativen Umweltschutz) erhältlich. Wer auch nur einen Teil dieser Tips befolgt, wird Energie und damit meist auch Geld sparen.

Die Lebensdauer heutiger Haushaltsgeräte liegt bei etwa 10 Jahren. Da sich in dieser Zeit, wie wir in Kapitel 3 gezeigt haben, bemerkenswerte Entwicklungen ergeben können, tut man gut daran, sich vor dem Kauf eines neuen Geräts gründlich über Energie- und Wasserverbrauch zu informieren. Ähnliches gilt bei der Erneuerung von Heizkesseln. Hier kann der einzelne durch bewußte Auswahl einen nicht unerheblichen Beitrag zum Umweltschutz leisten, wobei man meist auch noch Geld sparen kann.

An dieser Stelle wollen wir davor warnen, allzu leicht dem Urteil "Von Stiftung Warentest für gut befunden" zu glauben. Ein Gerät, das vor einigen Jahren zu recht so eingestuft wurde, kann inzwischen völlig veraltet sein (vgl. hierzu Neckermann-Katalog Winter 83/84, S. 800, Position 1 und 4). Es ist daher wesentlich, auf das Datum des Tests zu achten!

Neben diesen technischen Maßnahmen halten wir es für wichtig, daß jeder versucht, mit seinen Bekannten über diese Thematik zu reden, um so das Bewußtsein zu schärfen, bzw. von den Erfahrungen anderer zu profitieren. Auch ist es sinnvoll, Politiker anzusprechen, ihnen die eigene Sicht der Energiepolitik zu vermitteln, um so entsprechenden öffentlichen Druck zu schaffen, damit Veränderungen in Gang kommen.

5.2. Was kann die Stadt tun?

Bisher wurde von den Stadtwerken lediglich dafür gesorgt, daß wir immer genügend Energie zur Verfügung hatten. Zukünftig müßten aber andere Ziele in den Vordergrund rücken:

- Förderung von Energiesparen und effektiven Nutzungstechniken.
- Hilfestellung geben bei der Nutzung nichterschöpflicher Energien.

Wir haben zuerst versucht herauszubekommen, was die Stadt bisher in diese Richtung unternommen hat. So gibt es die Verbraucherberatung der Stadtwerke. Wie wir bei einigen Testgesprächen feststellen konnten, ist diese, was die technische Beratung angeht, empfehlenswert. Allerdings sollten den Kunden nicht nur Kosten-, sondern auch Umweltaspekte vermittelt werden. Dies haben wir leider vermißt. Wir fänden es gut, wenn zukünftig darauf wesentlich mehr Wert gelegt würde.

Die Stadt unterhält in Zusammenarbeit mit dem TÜV einen Energiebus, der gegen akzeptable Kosten Energieberatung vor Ort durchführt. Die Möglichkeit thermographischer Aufnahmen zum Aufspüren von Wärmelecks in Gebäuden halten wir für technisch etwas überzogen. Richtig finden wir, daß einzelne Gebäude mit Hilfe eines Computerprogramms analysiert werden, wobei wir den Eindruck haben, daß das Programm noch einige Schwächen aufweist. So berechnet es den Wärmeverbrauch anhand der Normen DIN 4701 und VDI 2067, was bei guter Wärmedämmung wegen der Vernachlässigung der Wärmegewinne zu falschen Ergebnissen führt. Hier sind dringend Verbesserungen entsprechend dem heutigen technischen Stand vonnöten. Nach unserer Meinung ist jedoch das Konzept des Energiebus ein Schritt in die richtige Richtung. Leider ist diese Leistung der Stadt kaum bekannt.

Diese beiden Maßnahmen der Stadt reichen nun aber keinesfalls aus, um zu dem Quasimonopol der Stadtwerke auf dem Sektor Energie ein entsprechendes Gegengewicht zu schaffen. Hier ist offensichtlich etwas mehr Marktwirtschaft notwendig: Auf der einen Seite die Stadtwerke mit Energiebereitstellung, auf der anderen Seite (Konkurrenz!) eine davon unabhängige Einrichtung, die Einsparungen fördert.

Wie könnte so ein Konzept aussehen? Wir stellen uns vor, daß die Stadt einen Energiebeauftragten anstellt, der am besten als Energie-sparreferent (hauptamtlicher Stadtrat) ein Gegengewicht zum Werkrefe-

renten darstellt. Diesem unterstehen mehrere Energieberatungsstellen, die möglichst gleichmäßig über die Stadt verteilt sind (Bürgernähe!). Hier wird der interessierte Bürger in täglichen Schalterstunden individuell und kostenlos über einfache Energiesparmaßnahmen beraten. Ferner existiert die Möglichkeit, gegen geringe Gebühren (evt. Selbstkostenpreis) eine Wärmebedarfsberechnung entsprechend dem Energiebus durchführen zu lassen. Die Beratungsstellen arbeiten wiederum eng mit den zuständigen Bezirkssausschüssen zusammen, damit die Energieplanung stadtteilorientiert ist. Diese veranstalten regelmäßig sogenannte Energieforen, in welchen öffentlich über aktuelle Entwicklungen im Stadtteil diskutiert werden kann. Hier sehen wir auch die Möglichkeit einer Rückkopplung insofern gegeben, als praktische Ergebnisse die Theorie befruchten können und umgekehrt.

Nun könnte jemand auf den Gedanken kommen, daß dieses Konzept zusätzliche Bürokratie schafft, die zweifellos Geld kostet und scheinbar nichts einbringt. Die durch die Energieberatungsstellen angeregten Einsparungen führen zu verminderten Brennstoffkosten (auch bei den städtischen Kraftwerken) und zum Verzicht auf den Bau neuer Kraftwerke. Volkswirtschaftlich gesehen - und darauf kommt es an - wird sich dieses Konzept daher mehr als auszahlen.

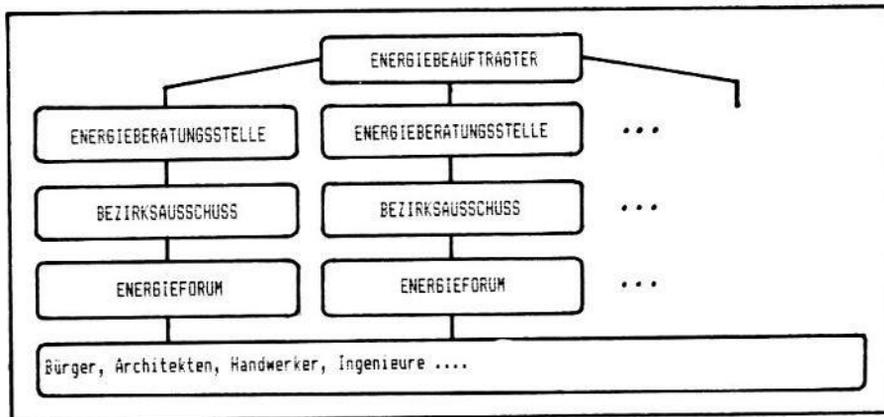


Bild 5-1: Vorschlag für die organisatorische Struktur

Wir glauben, daß dieser "organisatorische Überbau" die Voraussetzung für die rasche Realisierung unseres Konzepts darstellt. Die alleinige Verwendung der heutigen Strukturen reicht nicht aus. Im weiteren zeigen wir nun auf, welche Maßnahmen die Stadt zukünftig ergreifen sollte, damit das Energiesparkonzept verwirklicht wird.

5.2.1. Vorschläge für den Bereich der Raumheizung

Wie die Beispiele der Firmen Migros in der Schweiz und Borsig in Berlin zeigen, kann durch einfache Sofortmaßnahmen (organisatorischer Art und kleine technische Änderungen) der Energieverbrauch innerhalb relativ kurzer Zeit stark gesenkt werden. So sparte Migros innerhalb

von fünf Jahren ca. 30 % an Energie, Borsig mehr als die Hälfte des Heizöls ein.

Wir schlagen vor, daß die Stadt München bei ihren Gebäuden ähnlich vorgeht:

- Zuerst wird bei jedem Gebäude in Zusammenarbeit mit den Energieberatungsstellen eine Bestandsaufnahme bezüglich Wärmedämmung und Heiztechnik durchgeführt. Damit können die größten Schwachstellen festgestellt werden.
- Nun wird ein Katalog mit technischen und organisatorischen Sofortmaßnahmen erstellt. Ferner wird an die städtischen Mitarbeiter ein Merkblatt mit entsprechenden Energiesparhinweisen verteilt.

Damit ist - sehr vorsichtig geschätzt - eine Einsparung von mindestens 20 % bis zum Jahr 1990 möglich.

- Parallel dazu erstellen die Energieberatungsstellen in Zusammenarbeit mit Architekten für jedes einzelne Gebäude ein langfristiges Sanierungsprogramm. Zu denken wäre an stark verbesserte Außenwärmedämmung (nur bei denkmalgeschützten Objekten ist eine fachgerechte Innendämmung zweckmäßig) oder verbesserte Heizsysteme. Die Finanzierung sollte von der Stadt übernommen werden, wobei sich diese Kosten innerhalb weniger Jahre durch die Energieeinsparung wieder bezahlt machen. Wichtig ist auch, daß die Gelder auf wenige Objekte konzentriert werden (modellhafte Sanierung). Eine breite Streuung wäre nicht zweckmäßig.
- Bei Neubauten sollte die Stadt bei der Ausschreibung darauf achten, daß Energiespargesichtspunkte stark in den Vordergrund rücken. So könnten z.B. Solarhäuser in passiver Bauweise erstellt werden. Bei der Festlegung der Ausschreibung sollten der Energiebeauftragte und die Energieberatungsstellen ein Mitspracherecht haben.

Mit diesen Maßnahmen kann die Stadt in ihrem Bereich innerhalb mehrerer Jahrzehnte einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Entsprechende begleitende Öffentlichkeitsarbeit würde dabei viele Privatpersonen und auch Betriebe zur Nachahmung anregen.

Da viele Münchner in einer Mietwohnung leben und somit nur wenig Möglichkeiten zur technischen Energieeinsparung wie etwa Wärmedämmung haben, sollte die Stadt sich geeignete unterstützende Maßnahmen überlegen. Beispielsweise könnte die Angabe von Warmmieten vorgeschrieben werden, wodurch sich für die Vermieter ein Anreiz für Dämmmaßnahmen ergäbe.

Weiter könnte die Stadt über die Bauleitplanung den Grundstock für die Solararchitektur legen. So ist es z.B. wesentlich, bevorzugt Baugebiete an Südhängen auszuweisen, bzw. neue Straßen so zu planen, daß die Häuser mit den Giebeln in Ost-West-Richtung stehen. In diesem Zusammenhang wollen wir auch darauf hinweisen, daß die z.Z. von Oberbürgermeister Kiesel als große Leistung dargestellten Sparhäuser keine

Energiesparhäuser sind. Es ist damit zu rechnen, daß die Käufer das gesparte Geld zukünftig zum Fenster hinausheizen. Die Stadt sollte Architekten über einen Wettbewerb anregen, Häuser zu entwerfen, die etwa preislich gleich, aber energetisch erheblich verbessert sind. Dann könnte von echten Sparhäusern gesprochen werden.

5.2.2. Vorschläge für sonstige Bereiche

Hier gehen wir davon aus, daß die Stadt beispielhaft an bestehenden oder neu zu bauenden städtischen Gebäuden aufzeigt, wo heute Verbesserungen denkbar und auch wirtschaftlich sind:

- Solarenergienutzung bzw. Gaswärmepumpen können die elektrische Warmwassererzeugung weitgehend ersetzen.
- Elektrische Antriebe werden an die wirklich benötigte Leistung angepaßt, wobei sie dann in ihrem Optimum betrieben werden können.
- Heutige Lampen werden bei Ausfall durch energiesparende ersetzt.
- Bei der Neuanschaffung bzw. beim Ersatz von Geräten wird speziell auf den Energie- und Wasserverbrauch geachtet.

Auch diese Maßnahmen werden wieder zur Nachahmung im privaten und betrieblichen Bereich führen.

5.2.3. Vorschläge zur Informationspolitik

Über den jeweiligen Stand der Diskussion und die neuesten Entwicklungen und Ergebnisse ist die Öffentlichkeit regelmäßig durch die örtlichen Medien zu unterrichten. Eventuell könnten auch Energiesparwettbewerbe mit attraktiven Preisen durchgeführt werden.

Hier sehen wir ein weites Betätigungsfeld für den Energiebeauftragten. Ferner sollten für alle Interessierten, in Zusammenarbeit mit der Volkshochschule oder den entsprechenden Berufsverbänden, Weiterbildungskurse eingerichtet werden. Insbesondere ist hier an die damit befaßten Berufe wie Architekten, Ingenieure, Handwerker, Techniker und Energieberater zu denken.

An dieser Stelle ist noch anzumerken, daß der Energiebeauftragte Kontakte zur Energieforschung mit den örtlichen Hochschulen pflegen sollte. Ebenso hat er dafür zu sorgen, daß andere Gebiete wie Bauplanung, Sanierung oder Verkehrsplanung stärker als heute auch aus der Sicht der Energieplanung gesehen werden.

5.2.4. Vorschläge für Anträge im Stadtrat

Wir haben uns in die Lage von Stadträten versetzt und überlegt, welche Anträge zur Realisierung unseres Konzepts zu stellen sind, wobei wir diese in etwa in der Reihenfolge der Dringlichkeit geordnet haben:

Antrag 1: Ausstieg aus Ohu II

Die Stadt kündigt ihre Beteiligung an Ohu II so schnell wie möglich auf. Der Bau eines Hochspannungsringes um München ist ebenfalls überflüssig.

Begründung: Bei entsprechender Einsparpolitik ist ein weiterer Anstieg des Stromverbrauchs nicht zu erwarten.

Antrag 2: Einstellung der Stromwerbung

Die bisherige Werbung für Strom zu Wärmezwecken wird umgehend eingestellt.

Begründung: Strom ist eine wertvolle Energie, mit der sparsam umgegangen werden sollte. Die Bezahlung einer Prämie bei Installation von Nachtspeicherheizungen ist daher direkte Förderung von Energieverschwendung.

Antrag 3: Verbesserung der Kraftwerkstechnik

Die Stadtwerke unternehmen sofort alle Anstrengungen um den Schadstoffausstoß der Kraftwerke, die mit Kohle betrieben werden, zu vermindern. Ein Entschwefelungsgrad von 95 % ist anzustreben. Bei den übrigen Kraftwerken, die überwiegend mit Gas betrieben werden, sind Maßnahmen zur Reduktion der Stickoxide vorzunehmen. Beim notwendigen Ersatz eines Kraftwerks ist auf die umweltfreundlichere Wirbelschichttechnik umzustellen.

Begründung: siehe Seite 46.

Antrag 4: Detaillierung unserer Studie

Die Stadt gibt eine Studie in Auftrag, die unsere Ergebnisse noch weiter detailliert.

Begründung: Mangels geeigneten Datenmaterials war uns die Behandlung der Bereiche Kleinverbrauch und Industrie nur relativ grob möglich. So vermuten wir, daß z.B. die Brauereien - und davon gibt es ja in München viele - durch Biogasnutzung einen großen Teil ihrer Energie in Eigenerzeugung herstellen könnten. Nach Aussage von MBB in Ismaning amortisieren sich derartige Anlagen bereits in weniger als zwei Jahren.

Antrag 5: Müllentsorgung

Die Müllverbrennung ist zukünftig wegen ihrer Umweltschädlichkeit einzustellen. Stattdessen ist eine starke Verminderung des Müllanfalls anzustreben. Beim dann noch verbleibenden Restmüll sind umweltfreundliche und rohstoffsparende Verfahren einzusetzen (Biogaserzeugung, Pyrolyse, Recycling).

Begründung: siehe Seite 35.

Antrag 6: Zukünftige Fernwärmepolitik

Den Fernwärmekunden wird nahegelegt, Energiesparmaßnahmen durchzuführen. Als Anreiz dienen zeitlich begrenzte Tarifenkungen (indirekter Zuschuß).

Begründung: Die so frei werdende Anschlußleistung ermöglicht den Anschluß weiterer Kunden, die aber bereits einen entsprechenden Dämmstandard aufweisen sollten. Auf diese Weise kann die Stadt bei gleicher oder sogar verminderter Fernwärmeproduktion wie heute ihr Fernwärmenetz noch ausweiten.

Antrag 7: Blockheizkraftwerke

Die Stadt bietet allen Interessenten die kostenfreie Installation von Blockheizkraftwerken unterschiedlicher Größe an.

Begründung: siehe Seite 42.

Antrag 8: Eigenerzeugung von Energie

Wird von privater oder industrieller Seite Energie erzeugt (z.B. Biogas oder Strom), so garantieren die Stadtwerke die Abnahme. Der erzeugte Strom wird zu einem Preis abgenommen, der den mittleren Stromerzeugungskosten der Stadtwerke entspricht, bei Biogas wird der mittlere Einkaufspreis für Erdgas vergütet. Bei Strom können die Stadtwerke den Zeitpunkt der Abnahme bestimmen.

Begründung: In der Vergangenheit wurde von den Stromerzeugungsunternehmen bei Abnahme von eigenerzeugter Energie ein viel zu geringer Preis berechnet. Dies führte dazu, daß eine ganze Reihe volkswirtschaftlich sinnvoller, aber nun nicht mehr rentabler Möglichkeiten der Energieerzeugung im nichtöffentlichen Bereich eingestellt wurden. Hier müssen neue Anreize geschaffen werden.

Antrag 9: Linearisierung der Energietarife

Die Stadtwerke kündigen an, daß innerhalb der nächsten Jahre sämtliche Energietarife (Strom, Fernwärme, Gas) schrittweise linearisiert werden. Außerdem wird die Aufteilung in Grund- und Arbeitspreis aufgehoben.

Begründung: Heute wird derjenige mit hohen Kosten bestraft, der wenig Energie verbraucht. Energieverschwendung wird belohnt. Wir sind der Ansicht, daß durch lineare oder später eventuell gar progressive Tarife (hoher Verbrauch kostet mehr!) die effiziente Energienutzung stark gefördert wird. Dadurch, daß der Übergang auf das neue Tarifsysteem nicht abrupt, sondern langsam geschieht, hat jeder die Möglichkeit, rechtzeitig entsprechende Energiesparmaßnahmen durchzuführen.

Antrag 10: Finanzielle Förderung des Energiesparens

Die Stadtwerke vermitteln billige Kredite zur Förderung von Energiesparmaßnahmen oder für die Nutzung nichterschöpflicher Energieträger.

Begründung: Die bisherige Energiepolitik sah ihren Sinn nur darin, immer genügend Energie - z.B. durch Bau ausreichend vieler Kraftwerke - zur Verfügung zu stellen. Sinnvollerweise sollten die für Investitionen anstehenden Gelder auch im Bereich der Verbraucher investiert werden können, da damit der gleich Effekt erzielt würde (Einsparung von Energie statt Bereitstellung neuer).

Antrag 11: Errichtung eines Windkraftwerks

Die Stadtwerke errichten ein Windkraftwerk auf dem Münchner Müllberg.

Begründung: Das Windkraftwerk erreicht knapp Wirtschaftlichkeit und könnte wertvolle Aufschlüsse über die Windenergienutzung im Binnenland liefern (siehe auch Seite 37).

Literaturverzeichnis

Hier handelt es sich um weiterführende Literatur, die wir unseren Lesern empfehlen. Ein ausführliches Verzeichnis, das auch alle Literatur enthält, die wir benutzt haben, ist in unserem Materialienband zu finden.

- "Der Fischer Ökoalmanach 82/83", fischer alternativ
- Krause, Bossel, Müller-Reißmann: "Energiewende, Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran", Energiestudie des Ökoinstituts, Freiburg 1980.
- Amory B. Lovins: "Sanfte Energie", Rowohlt Verlag.
- Bericht der Enquete-Kommission des deutschen Bundestags: "Zukünftige Kernenergiepolitik", ISSN 0343-8899.
- Arbeitskreis Alternativenergie Tübingen: "Energiepolitik von unten", fischer alternativ 4068.
- "Energie von der Sonne", Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr, München 1980.

ENERGIEKONZEPT MÜNCHEN

- Wieviel Energie brauchen wir, um unseren Wohlstand zu erhalten?
- Können wir langfristig ohne die erschöpfbaren fossilen und nuklearen Energieträger auskommen?

Diese Studie diskutiert die Möglichkeiten, die in München für Energieeinsparung und Nutzung regenerativer Energien bestehen. Solarenergie, Biogas und Wasserkraft werden zwar in absehbarer Zeit für die Versorgung Münchens nicht ausreichen, der Anteil fossiler Energieträger kann jedoch durch ihren Einsatz und durch Energieeinsparung bis zum Jahr 2030 auf weniger als ein Viertel des heutigen Wertes gesenkt werden. Dies reduziert auch die Belastung der Umwelt und die Abhängigkeit von Energieimporten.

Diese Studie zeigt: Erste Schritte auf dem Weg zu weniger Energieverbrauch und zur Nutzung regenerativer Energien sind heute bereits möglich.

**MÜNCHNER
FORUM** Münchner
Diskussionsforum für
Entwicklungsfragen e.V.



Schellingstraße 65, 8000 München 40