# Wechselwirkung zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen

Autor(en): **Roth, Ueli / Häubi, Fritz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 29

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74156

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Wechselwirkung zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen

Von Ueli Roth und Fritz Häubi, Zürich

**Das im Titel genannte Forschungsprojekt gehört zu einer ganzen «Projektfamilie», deren Ausarbeitung durch den Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau in Bonn bzw. der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung zum sog. Querschnittbereich Energieversorgung/Raumplanung veranlasst wurde. Vorangegangen war im Jahre 1975 ein kleines, qualitativ ausgerichtetes Pilotprojekt der Gruppe «ur» für das erwähnte Ministerium unter dem Titel «Auswirkungen von Entwicklungen im Energiesektor auf die Raum- und Siedlungsstruktur» und die wesentlich umfangreichere «Gesamtstudie Fernwärme» des Bundesministeriums für Forschung und Technologie aus den Jahren 1974/75. Die hier in fast unzulässiger Kürze dargestellten Arbeiten sind vor kurzem an einem ECE-Symposium in Kopenhagen über «Research into Human Settlements and Energy Planing» auf grosses Interesse gestossen. In der Folge prüfen Holland und Dänemark die Durchführung entsprechender Grundlagenarbeiten.**

**Eine entsprechende Untersuchung von Raumplanung – Stadtentwicklung – Energieversorgung fehlt immer noch für die Schweiz. Die GEK hat praktisch keine siedlungsbezogenen Überlegungen angestellt, ausser zu unterschiedlichen Heizkosten für Ein- und Mehrfamilienhäuser.**

**In der Bundesrepublik werden die hier erörterten Forschungsansätze in einem mit ca. 15 Mio Mark dotierten Forschungsprogramm über «örtliche und regionale Energieversorgungskonzepte» gemeinsam von den erwähnten Ministerien gefördert. Sie sollen für örtliche Versorgungskonzepte praktisch brauchbare Anwendungsmethoden und -verfahren enthalten (sog. Parameterstudie); auch werden in zahlreichen regionalen Falluntersuchungen Anwendungsbeispiele durchgearbeitet.**

In welchen typischen Siedlungsgebieten der *Bundesrepublik Deutschland* welche Wärmeversorgungssysteme in Zukunft am sinnvollsten einzusetzen sind, war die Hauptfragestellung des Forschungsprojektes «Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen», ausgeführt im Auftrag des Ministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau der Bundesrepublik Deutschland, begleitet von der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung in Bonn.

Die Untersuchung erfolgte anhand von *neun Siedlungstypen* (Bild 1), deren Häufigkeit in der Bausubstanz der Bundesrepublik Deutschland mit statistischen Methoden festgestellt wurde. Die Basis für die Zuordnungen von Wärmeversorgungssystemen (WVS) zu diesen Siedlungstypen (ST) bildete ein *betriebswirtschaftliches Optimierungsmodell*, das für jeden Siedlungstyp die Ermittlung jenes Wärmeversorgungssystems mit dem kleinsten Summenminimum von Wärmeschutz- und Wärmezuführungskosten gestattet (Bild 2).

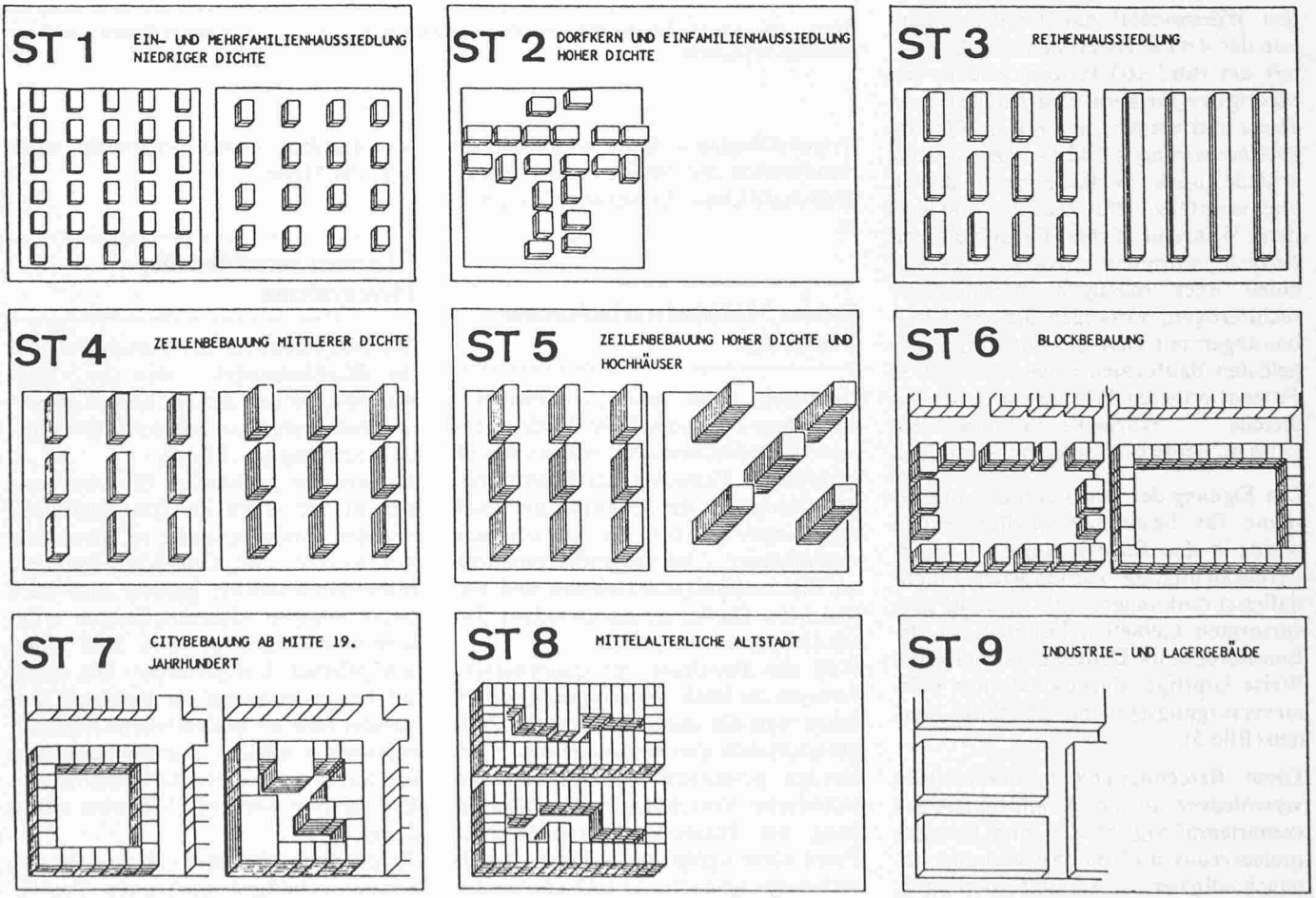



*Bild 1. Die neun Siedlungstypen (ST)*

Es zeigt sich, dass ein optimaler Wärmeschutz für *Altbauerneuerungen* im Bereiche der Wärmeschutzverordnung liegt und dass bei *Neubauten verschärfte Normen zu fordern* sind. (Die DIN Norm 4108 erlangte als Grundlage der seit August 1977 in Kraft befindlichen, praktisch gleichlautenden «Wärmeschutzverordnung» zum «Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden» (dem sog. Energieeinsparungsgesetz) vom 22.7.1976 de facto Rechtskraft. Die etwa entsprechende Norm SIA 180/1 zum «Winterlichen Wärmeschutz im Hochbau» ist lediglich eine Empfehlung. In ihren derzeitigen Fassungen verlangen beide Normen einen Wärmeschutz, der über bauphysikalische und wohnphysiologische Minima hinausgehend, eine rationellere Energieverwendung anstreben. Im Ansatz entsprechen sich die Nachweisverfahren (Nachweis eines maximal zulässigen mittleren $k$-Wertes in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen Gebäudeoberfläche und beheiztem Volumen). Unterschiede bestehen in der Berechnungsweise des mittleren $k$-Wertes und in den gestellten Anforderungen (Beispiel: Einfamilienhaus, F/V= 1,0 $m^{-1}$: $k_{m_{zul}}$ nach SIA 180/1 = 0,6 $W/m^2K$ (bezogen auf 500 m ü.M. und $t_i$ = 20 °C), $k_{m_{max}}$ nach DIN 4108 = 0,78 $W/m^2K$; die schweizerischen Anforderungen liegen höher). Heute ist die Anwendung der Wärmeschutzverordnung für Altbauten noch nicht verlangt.

Das Ausmass an *wirtschaftlich sinnvollem Wärmeschutz* hängt entscheidend von der *Art des Heizsystems* ab: Es variiert um rund 100 Prozent und ist *am niedrigsten für Fern- und Nahwärmesysteme* und *am höchsten für die Elektrospeicherheizung* (Bild 3). Die Unterschiede nach Siedlungstypen dürfen aber ebenfalls nicht vernachlässigt werden: Während dichte Baugebiete mit einfach geformten, grossen Bauwerken einen eher mässigen Wärmeschutz rechtfertigen, verlangen lockere Überbauungen mit kleinen Bauten und aufgelösten Bauformen einen um rund 50 Prozent höheren Wärmeschutz für das gleiche Wärmeversorgungssystem (Bild 4). Beide Effekte kumulieren sich.

Die *Eignung* der Wärmeversorgungssysteme für bestimmte Siedlungstypen wurde in *drei Klassen* eingeteilt. Unter Berücksichtigung vorhandener Potentialbeschränkungen, z.B. in nicht gasversorgten Gebieten, könnten für die Bundesrepublik Deutschland auf diese Weise künftige Marktanteile der Wärmeversorgungssysteme errechnet werden (Bild 5).

Diese Berechnungen berücksichtigen *verschiedene äussere Randbedingungen* szenarienmässig, so z.B. drei Energiepreisniveaus und die Auswirkung unterschiedlicher Systemförderungen, z.B. der Fernwärme oder der Alternativtechnologien - immer innerhalb der Bandbreiten der betriebs- oder marktwirtschaftlichen Systemverhaltensweise.

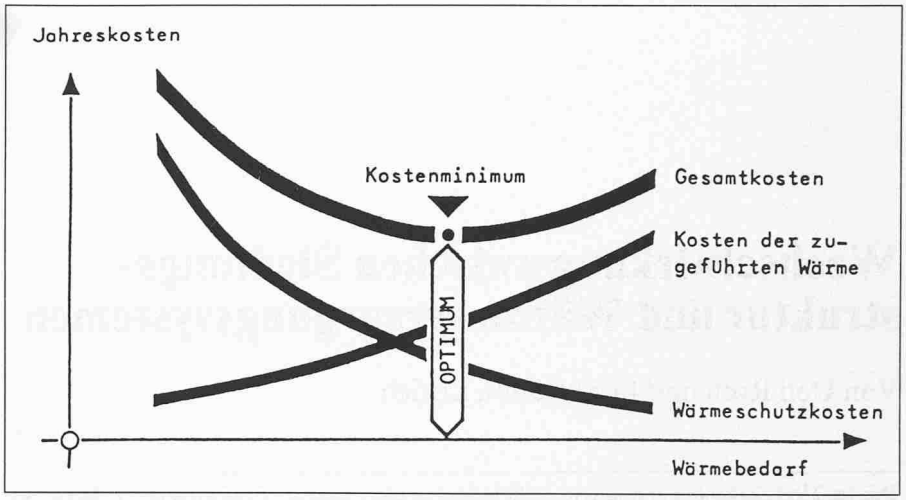



*Bild 2. Die betriebswirtschaftlich optimale Kombination von Wärmeschutz und Wärmezuführung wird durch die minimale Jahres-Kostensumme bestimmt*

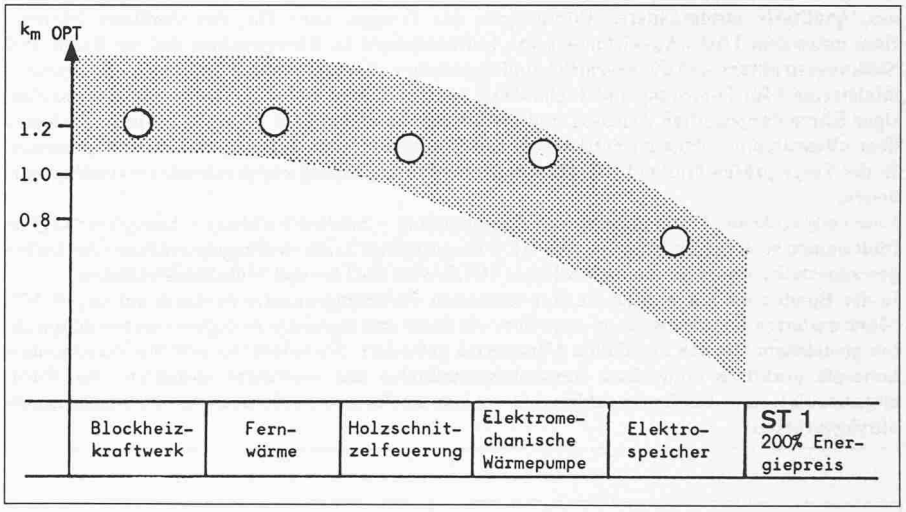



*Bild 3. Der optimale, mittlere Wärmedurchgangskoeffizient $k_m$ variiert in einem weiten Bereich je nach verwendetem Heizsystem*

## Basis: Marktwirtschaftliches Verhalten

Unterstellt wird somit a priori eine *Marktlage ohne staatliche Förderungen oder Restriktionen* und ein *marktwirtschaftliches Verhalten* der Eigennutzer von Gebäuden, der Vermieter und auch der Mieter, was u.a. die Ausschaltung vorhandener Interessendiskrepanzen an Wärmeschutzmassnahmen und verbesserten Heizsystemen zwischen diesen Gruppen voraussetzt.

Weil die Resultate der quantitativen Analyse im Blick auf die raumordnerischen und die energiepolitischen Ziele grundsätzlich günstig ausgefallen sind, werden gesetzliche und verwaltungstechnische Vorschläge zur Verminderung der Interessendiskrepanzen in Form einer *«gesplitteten Heizkostenabrechnung»* gemacht: Die Grundheizkosten bilden einen Teil der Miete, und was darüber hinaus verbraucht wird, trägt der Mieter.

## Chancen verschiedener Heizsysteme

Die Marktchancen der *Fernwärme* und der *Blockheizungen* - also der «Nahwärme», die sich mit der Zeit zu grösseren Verbundnetzen erweitern können - ist langfristig gut (Bild 6).

Ein weiterer Ausbau der *Gasversorgung* scheint vor allem im Zusammenhang mit der Gasanwendung in Blockheizkraftwerken und Gas-Wärmepumpen marktwirtschaftlich günstig und auch unter anderen Gesichtspunkten wünschenswert. Gas ist aber kein unerschöpflicher Energieträger. Ob später die Erdgasleitungen für Kohlegas verwendet oder ob gasbetriebene Nahwärmesysteme später zusammengeschlossen aus grösseren Kohle-Heizkraftwerken versorgt werden, bleibt eine offene Frage.

*Erneuerbare Energien* (Holz, Biogas, Sonne) vermögen auch unter Berücksichtigung der Potentialbeschränkun-

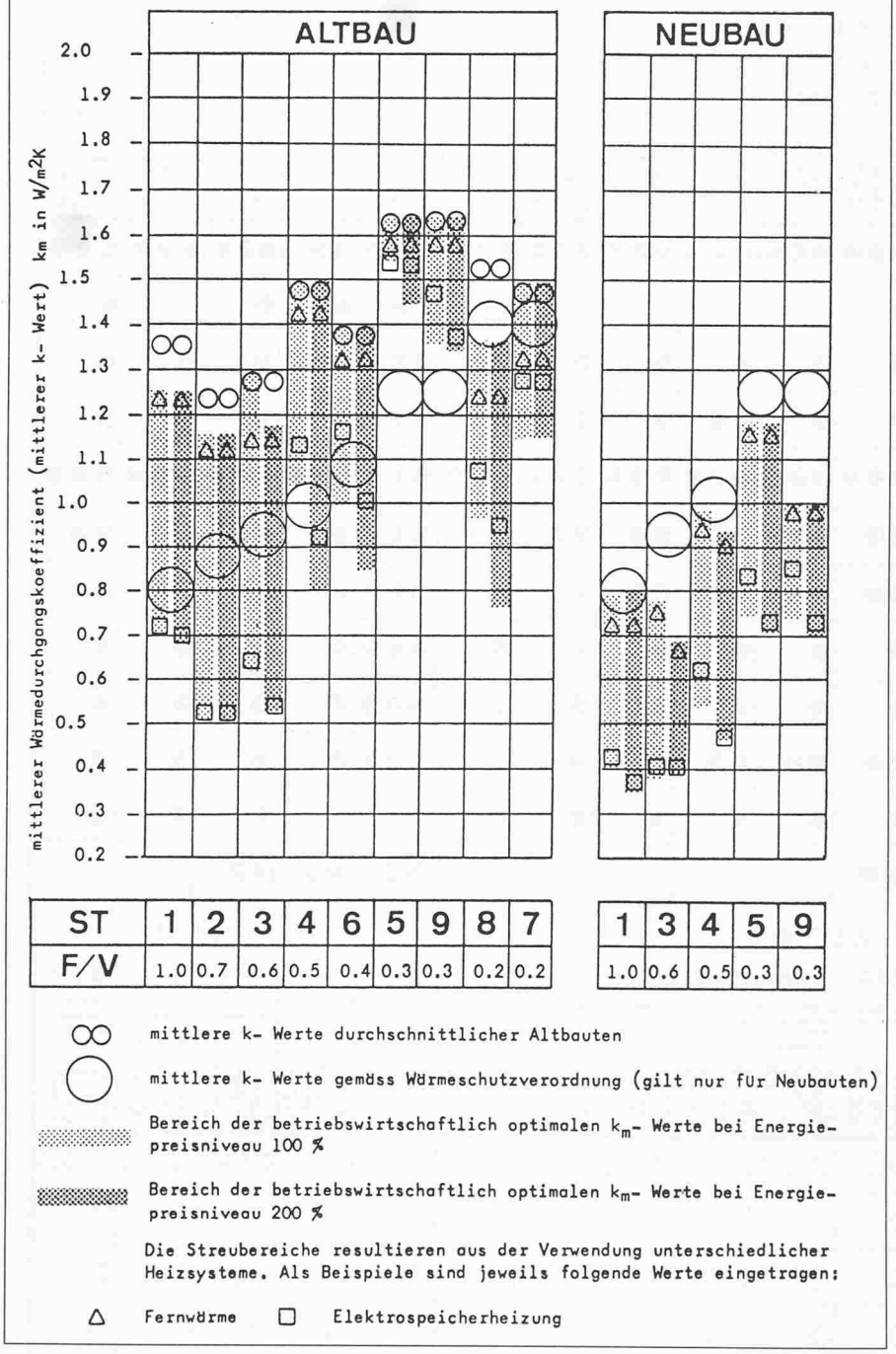



*Bild 4. Bereiche betriebswirtschaftlich optimaler, mittlerer Wärmedurchgangskoeffizienten für die neun Siedlungstypen in Alt- und Neubauten. Das obere Ende der Bereiche entspricht meistens den Werten für die Fernwärmeversorgung und die Nahwärmeversorgung aus Blockheizkraftwerken, das untere Ende jenen für die Elektrospeicherheizung. Für die übrigen der zwölf unterschiedenen Wärmeversorgungssysteme gelten Zwischenwerte*

gen rund 15 Prozent des Raumwärmebedarfes zu decken.

Die Untersuchungen ergaben, dass für jeden Siedlungstyp eine relativ grosse Zahl von Wärmeversorgungssystemen wirtschaftlich in Frage kommt, so dass andere als wirtschaftliche Entscheidfaktoren die Wahl des Systems in konkreten Fällen angemessen mitbeeinflussen können, ohne die Wirtschaftlichkeit in Frage zu stellen.

*Rohrleitungsgebundene Heizsysteme* erweisen sich als *in hohem Masse anpassungsfähig* für einen breiten Fächer von Siedlungssituationen, nachdem z.B. für die Fernwärme eine sehr differenzierte Typologie in Betracht zu ziehen ist, die ein Leistungsband zwischen 20 und 500 MW abdeckt. Aber es gibt grosse Gebiete, die weder von Fern- oder Nahwärme, noch von Gas versorgt werden können. In diesen, meist ländlichen Gebieten, müssen für Biogas, Holzschnitzel- und solare Systeme, die dort besonders geeignet sind, generell höhere Heizkosten erwartet werden. Für die Elektrospeicherheizung kann über *Mischtarife* innerhalb des gesamten Stromversorgungssystems ein preispolitischer Ausgleich gesucht werden, zumal dieses System ohnehin nur zum Ausfahren von Lasttälern, vor allem nachts, zum Einsatz gelangen sollte. Eine Kompensation der wirtschaftlichen Nachteile der strukturschwachen Gebiete auch im Heizungssektor muss möglicherweise durch regionalpolitische Massnahmen gesucht werden.

## Unterschiedliche Heiz- und Wärmeschutzkosten je nach Siedlungstyp

Kleine Gebäude verursachen bei niedriger Baudichte Wärmeschutz- und Heizkosten, die bei weitem jene konzentrierter, dicht überbauter Gebiete übersteigen. Die Unterschiede liegen in der Grössenordnung von 1:5. Zumal bestehende, innenstädtische Baugebiete meist recht gute thermische Charakteristiken aufweisen und günstige Voraussetzungen für wärmetechnische Verbesserungen bieten, ist ihre Sanierung und eine zurückhaltende Vorstadtüberbauung auch aus energiewirtschaftlichen Gründen empfehlenswert.

## Problematik «forcierter» Massnahmen

Die Untersuchung war auf einen Zeithorizont von 20–30 Jahren ausgelegt, damit der Zyklus der natürlichen Gebäude- und Heizanlagenerneuerung in der Kostenrechnung voll berücksichtigt werden konnte. Beschleunigungen über diese natürlichen Zyklen hinaus mittels sog. «Forcierungen» – z.B. der Fernwärme, aber auch der Wärmeschutzmassnahmen – verursachen wesentliche Verteuerungen. Anlaufverluste bei der Fernwärme wurden deshalb nicht berücksichtigt in der Annahme, dass grössere Systeme nur stufenweise über den Zusammenschluss ursprünglich dezentraler, kleiner Netze zustande kommen. Die relativ hohen, errechneten Anteile der Wärme aus Wärme-Kraftprozessen können daher ohne Staatsinterventionen nur mittel- bis langfristig erreicht werden.

Durch Techniken der rationellen Energieverwendung kann der Nutzungsgrad der Primärenergie für die Raumwärmebereitung im Durchschnitt der Bundesrepublik Deutschland von heute rund 45 Prozent auf 70–80 Prozent gesteigert werden.

Trotz der für den Untersuchungs-Zeithorizont von 20–30 Jahren angenommenen Nutzflächenerhöhung von 10–25 Prozent und trotz wesentlich verbesserten Komfortverhältnissen wurden mögliche Nutzwärmereduktionen von etwas über 15 Prozent gegenüber heute und mögliche Primärenergie-Bedarfsreduktionen von etwas über 50 Prozent errechnet.

Der zukünftige nationale Nutzwärmebedarf würde bei gegenüber heute ver-

| WVS | ALTBAU | | | | | | | | | NEUBAU | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ST1 Ein- und Mehrfamilienhaussiedlung niedriger Dichte | ST2 Dorfkern und Einfamilienhaussiedlung hoher Dichte | ST3 Reihenhaussiedlung | ST4 Zeilenbebauung mittlerer Dichte | ST5 Zeilenbebauung hoher Dichte/ Hochhäuser | ST6 Blockbebauung | ST7 Citybebauung ab Mitte 19. Jahrhundert | ST8 Mittelalterliche Altstadt | ST9 Industrie- und Lagergebäude | ST1 Ein- und Mehrfamilienhaussiedlung niedriger Dichte | ST3 Reihenhaussiedlung | ST4 Zeilenbebauung mittlerer Dichte | ST5 Zeilenbebauung hoher Dichte/ Hochhäuser | ST9 Industrie- und Lagergebäude |
| Fernwärme | ●● | ●● | ●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Solarjahresspeicher | ● | ● | ● | ● | | | | | ● | ●● | ●● | ● | | ● |
| Solarrücklauferwärmung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●● | ●● | ● | ● | ● |
| Holzschnitzelfeuerung | ●● | ●● | ●● | ● | ● | ●● | ● | ● | ● | ●● | ●● | ● | ● | ● |
| Blockheizkraftwerk | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Gaswärmepumpe | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● |
| Gaskessel | ●●● | ● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ● | ●● | ●●● | ●● | ●● | ●● | ●● |
| Ölkessel | ●●● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●●● | ● | ● | ● | ● |
| Elektrospeicher | ●● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●●● | ● | ● | ● | ● |
| Elektromechanische Wärmepumpe | ●●● | ● | ● | ●● | ●● | ●● | ● | ● | ●● | ●●● | ● | ● | ● | ● |
| Ölkessel mit Solarwochenspeicher | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Biogasanlage mit «Totem» | ●● | ●● | ●● | ●● | | | | | | ●● | ●● | ●● | | |

| WVS | ALTBAU | | | | | | | | | NEUBAU | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ST1 Ein- und Mehrfamilienhaussiedlung niedriger Dichte | ST2 Dorfkern und Einfamilienhaussiedlung hoher Dichte | ST3 Reihenhaussiedlung | ST4 Zeilenbebauung mittlerer Dichte | ST5 Zeilenbebauung hoher Dichte/ Hochhäuser | ST6 Blockbebauung | ST7 Citybebauung ab Mitte 19. Jahrhundert | ST8 Mittelalterliche Altstadt | ST9 Industrie- und Lagergebäude | ST1 Ein- und Mehrfamilienhaussiedlung niedriger Dichte | ST3 Reihenhaussiedlung | ST4 Zeilenbebauung mittlerer Dichte | ST5 Zeilenbebauung hoher Dichte/ Hochhäuser | ST9 Industrie- und Lagergebäude |
| Fernwärme | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ |
| Solarjahresspeicher | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| Solarrücklauferwärmung | ○ | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○ |
| Holzschnitzelfeuerung | ○ | ○○ | ○○ | ○ | ○ | ○○ | ○ | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○ | ○ |
| Blockheizkraftwerk | ○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ |
| Gaswärmepumpe | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ |
| Gaskessel | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○○ | ○○○ | ○○○ | ○○ | ○○○ | ○○○ |
| Ölkessel | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ |
| Elektrospeicher | ○○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○○○ | ○○ | ○ | ○ | ○ |
| Elektromechanische Wärmepumpe | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○ | ○ | ○○ | ○○ | ○○ |
| Ölkessel mit Solarwochenspeicher | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Biogasanlage mit «Totem» | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○○ | ○ | | |

| Wirtschaftlichkeit | Energiepreis 100% | Energiepreis 200% |
|---|---|---|
| hohe | ○○○ | ●●● |
| mittlere | ○○ | ●● |
| geringe | ○ | ● |

*Bild 5. Relative Wirtschaftlichkeit der zwölf repräsentativen Wärmeversorgungssysteme für die neun Siedlungstypen*

doppeltem Energiepreis und bei räumlicher Trendentwicklung, d.h. bei Fortsetzung der Ballungs-, Nutzungsentflechtungs- und Flächenzunahmetendenz in der Grössenordnung von jährlich 450 TWh liegen und der Primär energiebedarf bei rund 580 TWh.

## Der energiepolitische Spielraum

Die Aufwendungen für den nachträglichen Wärmeschutz an Altbauten und für einen die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung übersteigenden Schutz an Neubauten lassen sich auf 30–50 Mia Mark beziffern. Eine Erhöhung der Gesamtkosten von Wärmeschutz und Heizung um lediglich 5 Prozent über das Optimum hinaus würde aber gestatten, für den Wärmeschutz bei heutigen Energiepreisen rund 110 Mia Mark und bei verdoppelten Energiepreisen 170 Mia Mark wirtschaftlich gerechtfertigt und energetisch günstiger auszugeben, weil damit Energieeinsparungen von weiteren rund 20 Prozent erreichbar sind (Bild 7).
Hier zeigen sich einige wichtige Ansätze für die politische Umsetzung der Untersuchungsresultate.
Diese relativ bescheidenen Aufwendungen – sie erstrecken sich über zwei bis drei Jahrzehnte und betreffen 26–28 Millionen Wohneinheiten – setzen die gute Kombination von Wärmeschutz und Wärmezuführung voraus, wie sie das Forschungsprojekt siedlungstypenspezifisch demonstriert.

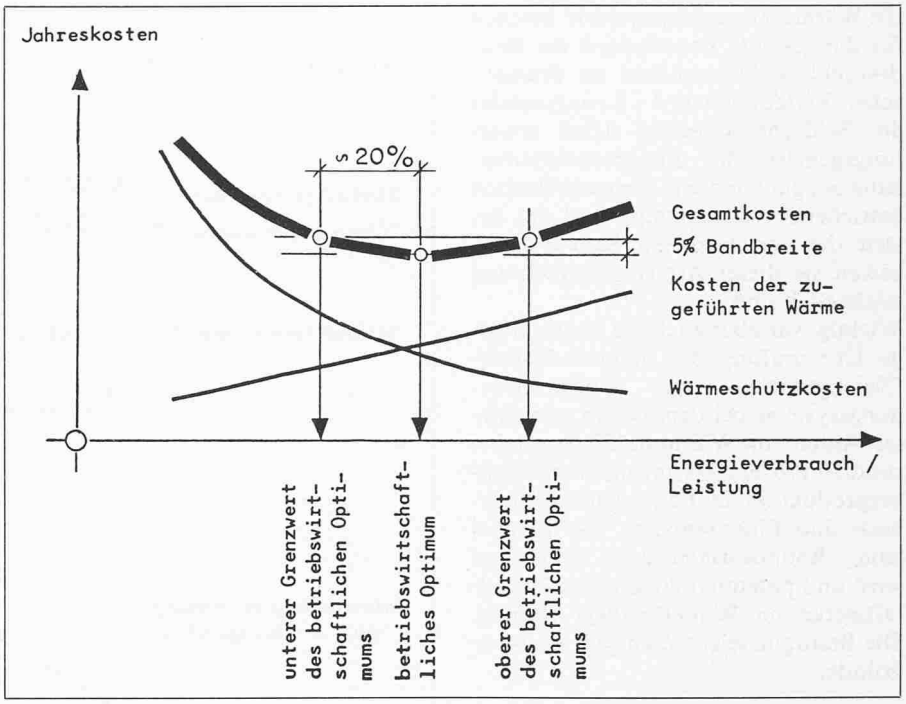



*Bild 7. Eine Erhöhung der Gesamtkosten von Wärmeschutz und Wärmezuführung um nur 5% erlaubt überproportional höhere Wärmeschutzinvestitionen und senkt den Nutzwärmebedarf um rund 20%*

## Energetische Beurteilung

Die Rechenergebnisse sind einer energetischen Beurteilung unterzogen worden. Diese stellte das nach Wärmeversorgungssystem stark unterschiedliche, betriebswirtschaftlich lohnende Ausmass des Wärmeschutzes und damit des spezifischen Nutzwärmeverbrauches dem Gesamtnutzungsgrad der betreffenden Wärmeversorgungssysteme gegenüber. Die so ermittelten energetischen Qualitäten der zwölf untersuch-

| | Mittlere Nutzwärmeanteile der Wärmeversorgungssysteme in % |
|---|---|
| Fernwärme | 18 (14, 17, 22) |
| Solarjahresspeicher | 1 (1,1,1) |
| Solarrücklauferwärmung | 3 (3,3,2) |
| Holzschnitzelfeuerung | 2 (2,3,2) |
| Blockheizkraftwerk | 9 (8,8,11) |
| Gaswärmepumpe | 5 (4,5,4) |
| Gaskessel | 22 (25,23,19) |
| Oelkessel | 13 (19,11,8) |
| Elektrospeicher | 6 (6,6,6) |
| Elektromechanische Wärmepumpe | 14 (13,17,12) |
| Solarwochenspeicher mit Oelkessel | 4 (3,4,5) |
| Biogasanlage mit "Totem" | 3 (1,1,6) |

*Bild 6. Mittlere Nutzwärmeanteile der zwölf Wärmeversorgungssysteme in Prozent für das Grundszenario und Energiepreise von 100%, 150% und 200% (inflationsbereinigt) im Vergleich zum heutigen Preisstand*

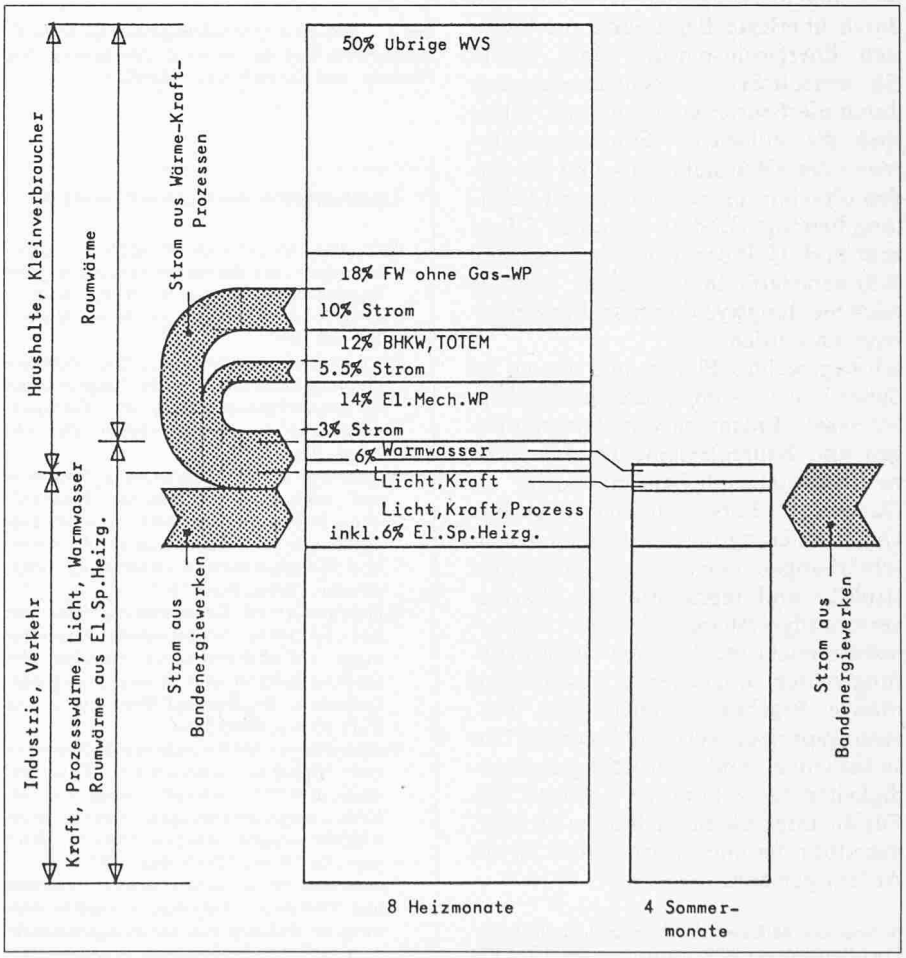



*Bild 8. Strom aus Wärme-Kraftkopplung trägt wesentlich dazu bei, den «Winter-Verbrauchsberg» – der den Sommerbedarf übersteigende Winter-Strombedarf – zu decken. Eine Überproduktion ist unter bestimmten Voraussetzungen nicht zu befürchten*

ten Wärmeversorgungssysteme weichen für die gesamte Bausubstanz der Bundesrepublik Deutschland im dramatischen Verhältnis von 1 : 5 voneinander ab. Schlecht schneidet dabei erwartungsgemäss die Elektrospeicherheizung ab, gut vor allem die gasmotorisch betriebene Wärmepumpe und am besten die verschiedenen Solarsysteme, soweit sie dieser Art von Betrachtung zugänglich sind.

Wichtig war aber auch die überschlägige Überprüfung des Sommer-Winter-Gleichgewichtes des Stromversorgungssystems bei dem hohen errechneten Anteil von Wärme-Kraft-Strom bei rund 30 Prozent Wärmeanteil aus Koppelproduktion in Fernwärme-, Blockheiz- und Biogasanlagen, der parallel zum Raumwärmebedarf produziert wird und potentiell die grossen Grundlastwerke im Winter stillegt (Bild 8). Die Besorgnisse erwiesen sich als unbegründet.

## Klimagerechtes Planen und Bauen ist am billigsten

Nicht minder wichtig ist schliesslich die Erkenntnis aus dem Forschungsprojekt, dass die Berücksichtigung *klimatischer Gegebenheiten* u.a. durch die sinnvolle Orientierung, Dimensionierung und Befensterung der Gebäude und durch überlegte Begrünung zur billigsten Energieeinsparung führt, zumal ein erheblicher Sonnenwärmegewinn durch die Fenster erfolgen kann. Diese sind die billigsten «Sonnenkollektoren» oder «Wärmefallen», und sie werden ohnehin für Belichtung und Belüftung benötigt (Bild 9). Zwischen 5 Prozent und 35 Prozent des theoretischen Wärmebedarfs in Gebäuden kann je nach Siedlungstyp durch die Fenster gewonnen werden.

Klimagerechtes Planen und Bauen ist daher von grossem energiepolitischem Interesse. Entsprechende Ortsplanungen und Baureglemente können nicht zu unterschätzende Beiträge leisten.

Das gesetzte Forschungsziel der groben Quantifizierung der wichtigsten Wechselwirkungen zwischen der Siedlungsstruktur und repräsentativen Wärmeversorgungssystemen konnte weitgehend erreicht werden. Wo Quantifizierungen nicht möglich sind, wurden qualitative Ergebnisse erzielt. Das Forschungsprojekt weist auf manche Unsicherheiten und Vertiefungsnotwendigkeiten für zukünftige Arbeiten hin. Für die integrale Betrachtung von Wärmezuführung und Wärmeschutz ist ein Anfang gemacht.

Adresse der Verfasser: *U. Roth*, dipl. Arch. ETH/SIA, Raumplaner BSP; Dozent an der ETH Zürich. *F. Häubi*, dipl. Arch. ETH.
Planungsbüro «ur», Ueli Roth, Turnerstrasse 24, 8006 Zürich

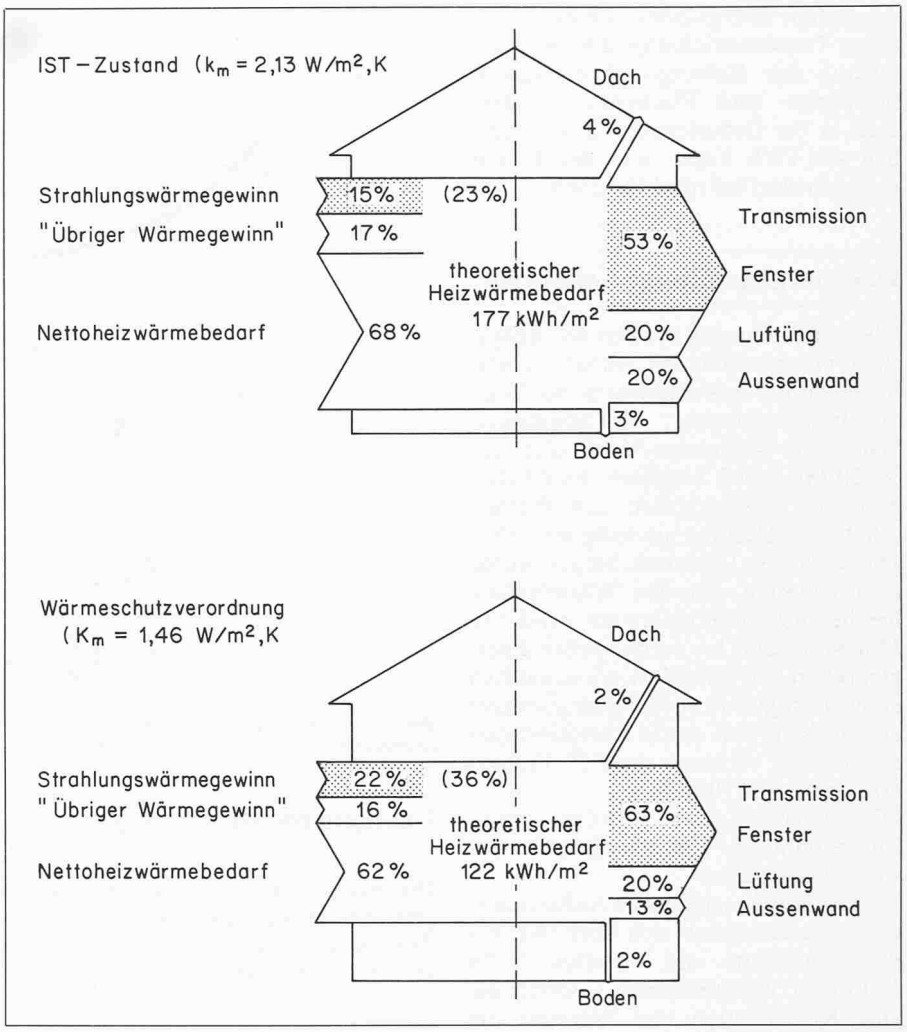



*Bild 9. Passiver Sonnenwärmegewinn durch die Fenster ist erheblich und sollte sorgfältig durch richtige Gebäudeorientierung, Befensterung, Beschattung, Begründung usw. genutzt werden. Eine neue, klimagerechte Planungs- und Bautradition ist überfällig!*

**Literaturangaben zum Problem Raumordnung/Energieversorgung der Bonner-Gruppe**

*Bahr, W.:* «Bund-Länder-Programm ‹Erdgasleitungen› – ein Beitrag zur Verbesserung der Energieversorgung im ländlichen Raum». IKO Innere Kolonisation; Bonn, Januar/Februar 1980

Bundesminister für Forschung und Technologie: «Gesamtstudie über die Möglichkeiten der Fernwärmeversorgung aus Heizkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland». Bonn 1977

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Schriftenreihe Raumordnung, Heft 06.011: «Auswirkungen von Entwicklungen im Energiesektor auf die Raum- und Siedlungsstruktur». Bearbeitung: Gruppe «ur», Zürich; Bonn 1977

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Schriftenreihe Raumordnung: «Wechselwirkungen zwischen der Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen». Bearbeitung: Büro «ur», Ueli Roth. Zürich; Bonn 1980

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Schriftenreihe Raumordnung, Heft 06.035 «Ansätze integrierter örtlicher Energieversorgungskonzepte in ausgewählten westeuropäischen Staaten». Büro «ur», Ueli Roth, Zürich; Bonn 1979

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: «Rationelle Energieverwendung im Rahmen von Sanierungsmassnahmen nach dem Städtebauförderungsgesetz». Forschungsprojekt MFPRS 1978.16. Bearbeitung: Arbeitsgemeinschaft Sieverts + Volwahsen «S+V», Bonn, und Ueli Roth «ur», Zürich; 1980

*Ganser, K.:* «Die raumbedeutsamen Aussagen in den Regierungserklärungen von zwei hochentwickelten Industriestaaten – die Bundesrepublik Deutschland und Schweden», in: Informationen zur Raumentwicklung der BfLR, Heft 5, Bonn 1977

*Ganser, K.:* «Neuakzentuierung der Energiepolitik». Der Landkreis 8-9/1979

*Ganser, K., Bahr, W.:* «Koordination von Stadtentwicklung und Energieplanung». Stadtbauwelt 63, 28. 9. 1979

*Roth, U.:* «Die Raumwirksamkeit europäischer Initiativen in der Energiepolitik», in: Informationen zur Raumentwicklung der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Heft 11/12, 1978, über Europäische Raumordnungspolitik; Bonn 1978

*Roth, U.:* «Der Einfluss der Siedlungsform auf Wärmeversorgungssysteme, Verkehrsenergieaufwand und Umweltbelastung», in Raumforschung und Raumordnung, Heft 4, August 1977

*Volwahsen, A.:* Szenarien zur räumlichen Verteilung von Energieproduktionsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland», in «Der Landkreis» 8-9/1979

*Winkens, H.P.:* «Vergleichende Betrachtung von energiesparenden Massnahmen» Fernwärme International, Sonderdruck Nr. 2825; FWI 5, 1976, H.S., S. 48–56