

LIS - Berichte

Nr. 73

Erstellung eines Emissionskatasters und einer Emissionsprognose für Feuerungsanlagen im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Ost

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Wallneyer Straße 6

D-4300 Essen 1

1987

ISSN 0720-8499

Erstellung eines Emissionskatasters und einer Emissionsprognose für Feuerungsanlagen im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Ost

Horst Schade

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	7
Summary	7
1. Einführung	9
2. Grundlagen	9
3. Ermittlung des Energieverbrauches für die Erstellung des Emissionskatasters im Basisjahr 1982	10
3.1. Generelles Vorgehen	10
3.2. Kleinräumige Erfassung des Istzustandes von Wärmebedarf und Aufteilung nach Energieträgern	14
3.3. Durchführung der Erhebungen zum Istzustand im Bezugsjahr 1982	31
4. Prognose des Energiebedarfs und des Einsatzes von Energieträgern	38
4.1. Darstellung des Prognoseverfahrens	39
4.2. Prognosevarianten	40
4.3. Durchführung der Prognose für die Jahre 1987 und 1992	41
4.4. Ergebnisse der Prognose	41
5. Emissionsfaktoren	45
6. Jahresemissionen	47
Schrifttum	53
Kartenanhang	55

ERSTELLUNG EINES EMISSIONSKATASTERS UND EINER EMISSIONSPROGNOSE FÜR FEUERUNGS-
ANLAGEN IM SEKTOR HAUSHALTE UND KLEINVERBRAUCHER DES BELASTUNGSGEBIETES
RUHRGEBIET OST

Horst Schade

Z u s a m m e n f a s s u n g

Im LIS-Bericht Nr. 48 (1984) wurde für das Belastungsgebiet Rheinschiene Süd erstmals ein neu entwickeltes Modell zur Ermittlung des Energieverbrauchs für ein Emissionskataster Haushalte und Kleinverbraucher beschrieben, das sich an die Methodiken bei der Erstellung von Energieversorgungskonzepten anlehnt. Das Modell wurde weiterentwickelt und für das Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost ausschließlich angewandt, d.h., es wurden keine Erhebungen mehr nach der Verordnung über Angaben zum Emissionskataster Hausbrand (EKHV) durchgeführt. Das Modell lieferte für den Bereich der leitungsgebundenen Energieträger sehr genaue Ergebnisse, während insbesondere für den Einsatz fester Brennstoffe die Datenbasis schwächer ist. Das bedeutet, daß hier wieder mit dem Sammelbegriff "Kohle" gearbeitet werden mußte. Aufgrund genauer Informationen über die Zusammensetzung der abgesetzten Kohlearten konnten regionsspezifische Emissionsfaktoren bestimmt werden, die eine hinreichend genaue Aussage sicherstellen.

Der Gesamtenergieverbrauch liegt für 1982 um 17 % unter dem im 1. Luftreinhalteplan prognostizierten, d.h. beim 1. LRP lag offenbar eine Überschätzung aufgrund der von der Kesselleistung ausgehenden Berechnung vor. Größere Differenzen ergeben sich bei den einzelnen Energieträgern; so wurde im 1. LRP der Heizölanteil stark über- und der Gasanteil stark unterschätzt.

Bis zum Jahre 1992 wird mit im Mittel zurückgehendem Gesamtenergieverbrauch gerechnet. Der Rückgang erfolgt vollständig zu Lasten der flüssigen und festen Brennstoffe, bei leitungsgebundenen Energieträgern ist ein weiterer Zuwachs zu erwarten. Entsprechend werden sich die Emissionen verändern. Bei SO₂, CO, OGD und Feststoffen wird ein mittlerer Rückgang um 25 % erwartet, bei NO_x wird die Verminderung ca. 11 % betragen.

SUMMARY

In LIS-Report No. 48 (1984) a newly developed model for assessing the energy consumption in the burdened urban and industrial area along the Rhine from Wesseling to Cologne and to Dormagen for entry into an emission inventory for households and small consumers has been described for the first time. It strongly follows the methods used for working out future energy supply concepts. The model was further developed and applied to the polluted area of the eastern Ruhrgebiet. It no longer necessitated the investigations required by the

Regulation on Data Entered into the Emission Inventory for Home Heating Systems (EKHV). Very accurate results were obtained with the model for pipe supplied energy carriers while they were weaker for the use of solid fuels. This required to reintroduce the collective term "coal". Using detailed informations concerning the composition of the types of coal marked, emission factors specific for certain regions were obtained yielding results with good accuracy.

The total energy consumption was lower by 17 % in 1982 than that predicted by the First Air Quality Conservation Program, i.e. the calculation based on the power plant capacity used to work out this Program led to an overestimation. Larger differences become apparent for the various energy carriers; the fuel oil consumption was grossly overestimated, the gas consumption grossly underestimated.

Until the year 1992 the average total energy consumption is expected to drop. This decline is entirely attributable to the liquid and solid fuels while for pipe supplied energy carriers a further increase is to be expected. The emissions will change accordingly. For SO₂, CO organic gases and vapors as well as for solid matter an average drop by 25 % is expected. For NO_x the reduction will amount to 11 %.

1. E i n f ü h r u n g

Die Untersuchung ist abgestellt auf die Feuerungsanlagen des statistischen Verbrauchssektors Haushalte und Kleinverbraucher. Dazu gehören: private Haushalte, Anstaltshaushalte, öffentliche Einrichtungen, Handelsunternehmen, Banken, Versicherungen, Handwerksbetriebe, kleingewerbliche Betriebe und Industriebetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten.

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt auf der Basis der eingesetzten Energieträger pro Jahr in Verbindung mit entsprechenden spezifischen Emissionsfaktoren. Demzufolge sind zwei parallele Untersuchungen erforderlich.

1. Ermittlung des Energieverbrauchs nach Energieträgern im Basisjahr und in den Prognosejahren [1]
2. Ermittlung spezifischer Emissionsfaktoren und Abschätzung ihrer Entwicklung im Prognoseabschnitt.

Emissionskataster und -prognose beziehen sich auf die Emissionskomponenten Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Organische Gase und Dämpfe, Fluorverbindungen, Feststoffe und darin enthaltene Schwermetalle.

2. G r u n d l a g e n

Im Luftreinhalteplan Rheinschiene Süd [2] wurde bereits für den Abschnitt Emissionsprognose ein neu entwickeltes Modell zur Ermittlung des Energieverbrauchs angewandt. Dieses Modell wurde weiterentwickelt und nun auch für das Emissionskataster im Basisjahr benutzt. Die Erhebung nach der Verordnung über Angaben zum Emissionskataster Hausbrand (EKHV) wurde für die erste Fortschreibung des Luftreinhalteplans ausgesetzt.

Ein grundsätzlicher Unterschied beider Erhebungssysteme besteht darin, daß bei dem neuen Verfahren die tatsächliche Nutzwärme mit Hilfe eines Modells ermittelt wird, und zwar unabhängig von der Art und Größe der installierten Feuerungsanlage. Auf der Basis der EKVH wurde zwischen überwachungspflichtigen und nicht überwachungspflichtigen Anlagen unterschieden; für beide Anlagentypen wurden dann unterschiedliche Erhebungsmethoden angewandt, und zwar erfolgt bei den überwachungspflichtigen Anlagen eine Einzelerhebung der jeweils installierten Kesselleistung. Für die nicht überwachungspflichtigen Anlagen wurde zunächst nur die Anzahl und Höhe der zugehörigen Schornsteine sowie die Art ihrer Belegung festgestellt; über eine Mikrozensus-Erhebung mit einer 1 %-Stichprobe über Brennstoffart und Brennstoffeinsatz erfolgte anschließend eine Hochrechnung des gesamten Brennstoffverbrauchs in diesem Bereich. Die Qualität der Aussage war damit für beide Bereiche sehr unterschiedlich.

Der Bezug auf den Nutzwärmebedarf ist von besonderer Bedeutung, da infolge nachlässiger Dimensionierung, insbesondere bei Altbauten, die installierte Leistung teilweise deutlich über den nach DIN-Norm erforderlichen Anschlußwerten liegt. Frühere Auswertungen an über 3.000 Objekten in der Bundesrepublik ergaben über-

dimensionierungen um 25-40 % (Abb. 1). Zusätzlich muß berücksichtigt werden, daß auch die theoretischen Γ IN-Werte infolge Sicherheitszuschlägen, Annahme des Zusammentreffens ungünstiger Bedingungen etc., erheblich über effektiv meßbaren Höchstlasten in der Heizspitze liegen. In der Fassung vom März 1983 der DIN 4701 wurde diese Tatsache berücksichtigt, das Ergebnis der Wärmebedarfsrechnung nach dieser Fassung liegt im Mittel um 20 % niedriger bei üblicher Bauausführung. Beide Tendenzen führten nicht selten dazu, daß die installierte Kesselleistung einschließlich Reserve- und Sicherheitszuschlägen um bis zu 100 % über effektiven Höchstlasten liegt. Aus diesen Gründen ist die installierte Kesselnennleistung eine äußerst unsichere Größe. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind daher nicht unmittelbar mit denen des LRP zu vergleichen.

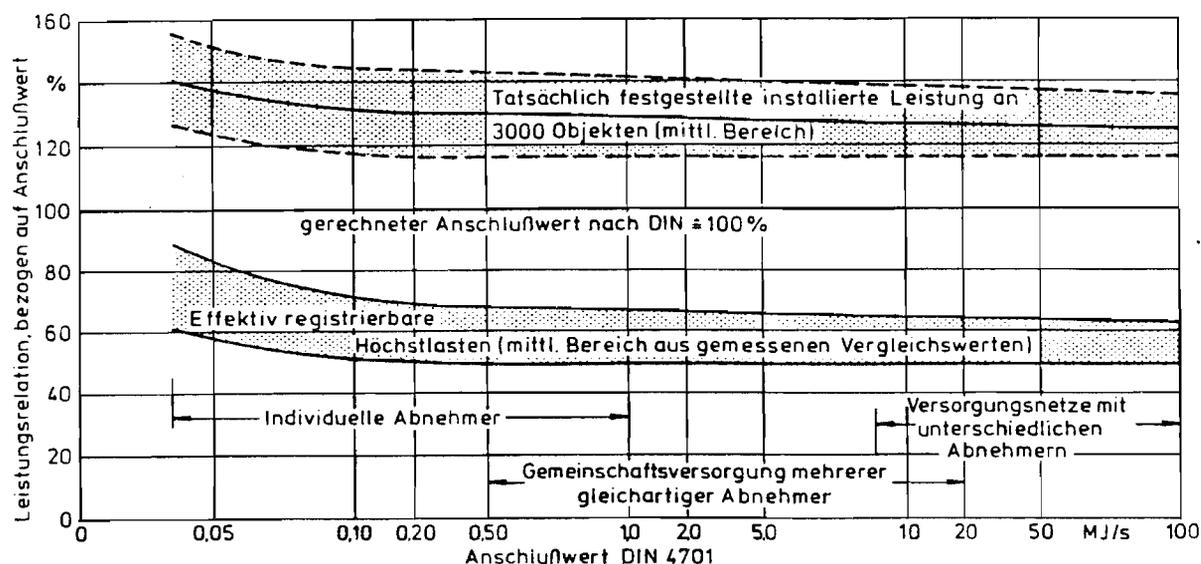


Abb. 1: Relation zwischen installierter Leistung, Anschlußwert (nach DIN 4701) und Höchstlast

3. Ermittlung des Energieverbrauches für die Erstellung des Emissionskatasters im Basisjahr 1982

3.1. Generelles Vorgehen

Der gesamte Verbrauchssektor Haushalte und Kleinverbraucher setzt sich aus drei verschiedenen Bereichen, nämlich private Haushalte, Öffentliche Gebäude und sonstige Kleinverbraucher (z.B. Handel, Handwerk, Dienstleistungen) zusammen, für deren Energieverbrauch unterschiedliche Bestimmungsgrößen relevant sind. Als erster Schritt zur Ermittlung des kleinräumigen Energieverbrauchs ist daher die kleinräumige Erfassung der Bestimmungsgrößen erforderlich. Aus diesen auf den km^2 bezogenen Bestimmungsgrößen erfolgt über zugehörige Energiebedarfswerte die Ermittlung des kleinräumigen Energiebedarfs. Die Bestimmungsgrößen wie Wohnungen, Wohnflächen, Einwohner, Betriebe, Beschäftigte usw. liegen allerdings nur für Verwaltungseinheiten (Städte, Stadtbezirke, Gemeinden) vor, so daß sich für die kleinräumige Bearbeitung Probleme ergeben können, zumal die Belastungsgebietsgrenzen sich nicht an Verwaltungsgrenzen orientieren. Eine kleinräumige

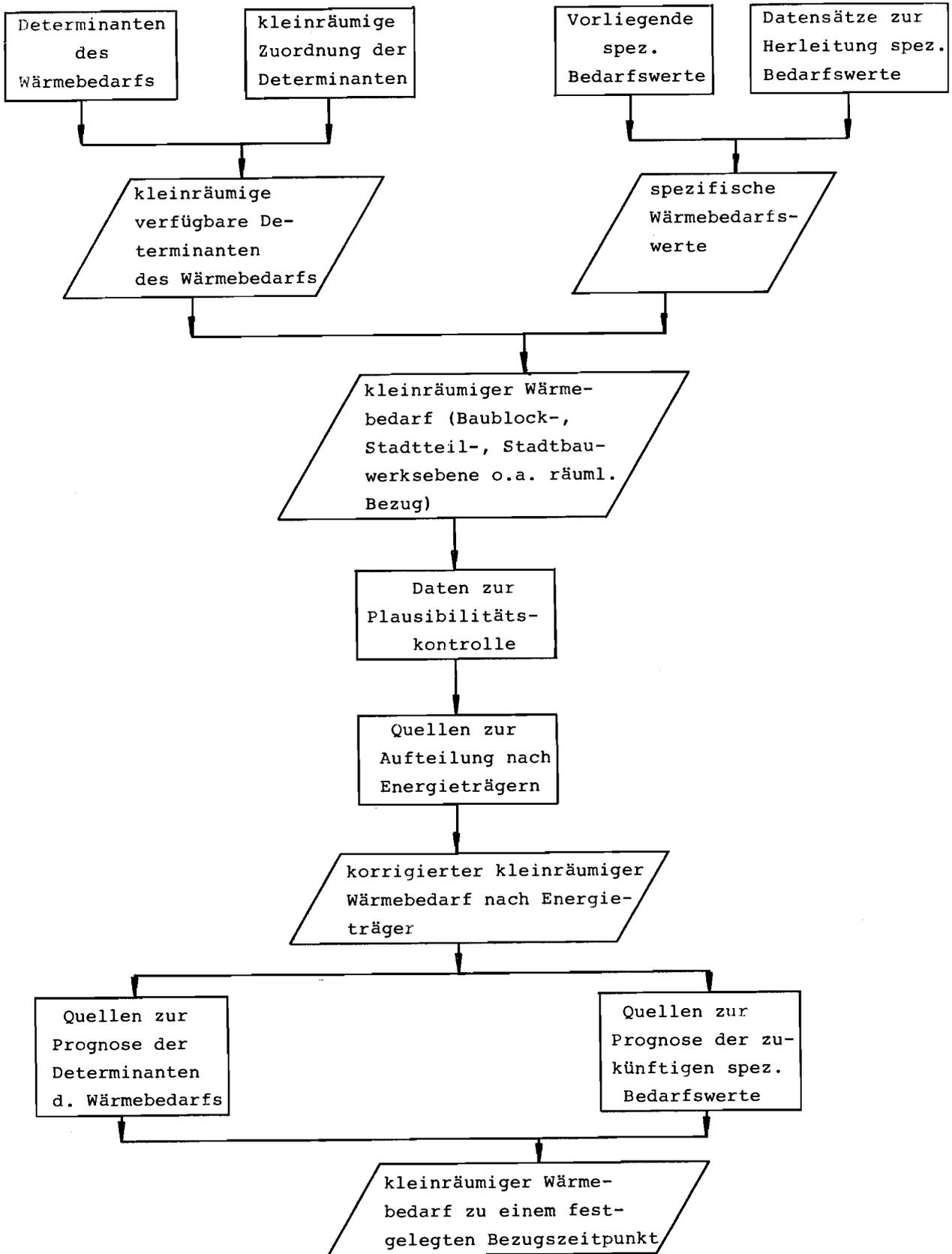


Abb. 2: Systematik der Determinanten zur Erfassung des Wärmebedarfs

Erfassung des Wärmebedarfes erfolgt generell nach der Systematik, die in Abbildung 2 dargestellt ist, über kleinräumig verfügbare Determinanten und über spezifisch Wärmebedarfswerte.

Das spezielle Vorgehen in den einzelnen Bereichen Haushalte, Öffentliche Gebäude und sonstige Kleinverbraucher unterscheidet sich durch unterschiedliche Bezugnahme auf jeweils andere Determinanten.

So wird im Bereich Haushalte zur Ermittlung des Nutzwärmebedarfs vorwiegend auf die Methoden

- Tarifräummethode
- Gebäudedatenmethode
- Gebäudetypenmethode
- Siedlungstypenmethode sowie
- andere Indikatorenmethoden (nutzungsorientiert)

zurückgegriffen.

Im Bereich sonstige Kleinverbraucher werden vorwiegend ebenfalls die vorgenannten Methoden verwendet, allerdings muß für eine Reihe von Branchen zusätzlich der Prozeßwärmebedarf abgeschätzt werden (Bäckereien, Fleischereien usw.). Sinnvollerweise ist daher zwischen den verschiedenen Sparten zu unterscheiden. Mehrere sich einander ergänzende Methoden sind demnach in diesem Bereich anzuwenden:

- direkte Befragung
- Nutzungsdatenmethode
- Beschäftigtendatenmethode
- Methoden wie im Bereich Haushalte.

Im Bereich Öffentliche Gebäude können theoretisch alle vorgenannten Methoden angewendet werden. Da aber die Energiebedarfsdaten beim jeweiligen öffentlichen Träger dieser Einrichtungen zentral verwaltet werden, empfiehlt es sich, diese Daten dort abzurufen.

Grundsätzliche Anforderungen an die Quellen

Vor der Entwicklung eines Modells zur Wärmebedarfsermittlung im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher ist zu analysieren, welche verfügbaren Quellen folgenden Ansprüchen genügen:

- Die dem Modell zugrunde liegenden Daten müssen aktuell sein.
- Die Quellen müssen eine konsistente Erhebung ermöglichen.
- Die Daten müssen auf Plausibilität überprüfbar sein.
- Die Fortschreibbarkeit der Erhebung muß gewährleistet sein.
- Die Daten müssen einfach zu beschaffen sein.

Indirekte Datenquellen

Alternativ zu den direkten Datenquellen der Bezirksschornsteinfeger über Kesselleistungen, Brennstoffe und andere gebäudescharfe Informationen zum Wärmebedarf im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher sind neben der Direktbefragung nur indirekte Quellen für die Wärmebedarfsermittlung verfügbar. Diese bei den verschiedenen Ämtern der Städte und Gemeinden vorhandenen

- Flächennutzungspläne
- Bebauungspläne
- Baueingabepläne
- Stadtentwicklungspläne
- Katasterpläne
- Gebäude- und Wohnungszählungs (GWZ)-Daten
- Bautätigkeitsstatistiken
- Sondererhebungen der Gemeinden (wie z.B. die kommunale Zusatzerhebung zur geplanten GWZ 1983)
- Einwohnerstatistiken
- Statistiken der Gewerbeaufsichtsämter (Beschäftigtenzahlen), der Industrie- und Handelskammern

stehen mit unterschiedlicher Aktualität und Aussagefähigkeit zur Verfügung. Eine Ausnahme hinsichtlich der Aktualität und Aussagefähigkeit stellen hierbei die Daten des Einwohnermeldeamtes dar, die als Grundlage für Wahlen, Wehrpflicht, Grundbesitzabgaben (Abwasser, Müll u.ä.), Steuerkarten usw. dienen und aus diesem Grunde durch Meldepflicht der Einwohner einen hohen Wirklichkeitswert aufweisen.

Abrechnungsgrundlagen der Verteiler von leitungsgebundener Energie wie Strom, Gas und Fernwärme sowie von Wasser weisen aufgrund aktueller Abrechnungen auch aktuelle Datenquellen aus.

Bewertung der indirekten Datenquellen

Wie in Abbildung 2 bei der Darstellung der Datenquellensystematik zur Erfassung des Wärmebedarfs gezeigt, werden mit Hilfe verschiedener Datenquellen

- der kleinräumige Wärmebedarf (baublock-, stadtteilbezogen o.ä.)
- die Aufteilung des kleinräumigen Wärmebedarfs nach Energieträgern (Öl, Kohle, Gas, Fernwärme, Nachtstrom, Strom)
- der kleinräumige Wärmebedarf zu einem festgelegten Bezugszeitpunkt (Trend-, Prognoserechnung)

ermittelt.

Dies bedeutet, daß neben den spezifischen Bedarfswerten, die aus abgesicherten Untersuchungen der letzten 10 Jahre herleitbar sind, vorrangig die Quellen hinsichtlich jeweiliger Aussagefähigkeit für den jeweiligen Zweck zu beurteilen sind.

Wie oben bereits dargelegt, gilt für Daten der Einwohnermeldeämter:

Sie

- sind aktuell
- ermöglichen eine konsistente Erhebung (zwischen den verschiedenen Städten und Gemeinden gibt es keine unterschiedlichen Dokumentationsformen)
- werden als Basisdaten für andere Bereiche ständig auf Plausibilität überprüft
- gewährleisten jederzeit eine fortschreibende Verwendung
- sind einfach beschaffbar (zumindest aus Datenschutzgründen in aggregierter Form z.B. auf Baublockebene).

Die Daten der Einwohnermeldeämter sind demnach als Determinanten für die Wärmebedarfsanalyse - soweit die spezifischen Wärmebedarfskennzahlen zuzuordnen sind - vorrangig bei dem Bereich Haushalte verwendbar.

Einen nicht ganz entsprechenden Aktualitätsstand hinsichtlich Zahl der Beschäftigten in Gewerbebetrieben des sonstigen Kleinverbrauchs haben die Unterlagen der Industrie- und Handelskammern oder der Gewerbeaufsichtsämter. Hier liegt keine vergleichbare Meldepflicht wie bei Einwohnermeldeämtern vor, so daß die Zahl der Beschäftigten als Basis der Wärmebedarfsanalyse durch zusätzliche Parameterverwendung gestützt werden sollte.

Unterlagen über vorhandene Bebauung, Bausubstanz und bauphysikalische Gegebenheiten sind bei den Katasterämtern, Bauämtern, Stadtentwicklungsämtern in sehr unterschiedlicher Aussagefähigkeit und Aktualität vorhanden.

Angaben der Stadtentwicklungsämter hinsichtlich Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum usw. sind als Basis für Prognoseansätze im Energie- und Umweltbereich mit dem Vorbehalt gegenüber Prognosen zu werten.

Eine absolut zuverlässige Aussage über die Wärmebedarfsituation vermitteln die Unterlagen der Versorgungsunternehmen leitungsgebundener Energie. Leistungen und Mengen werden gemessen, verrechnet und stehen damit in der Regel gebäudescharf für Strom, Gas, Fernwärme und Wasser zur Verfügung.

Neben der Nutzung der Datenquellen der Stadt- bzw. Gemeindeverwaltungen, Energieversorgungsunternehmen, Gewerbeaufsichtsämter, Industrie- und Handelskammern besteht die Möglichkeit der Datenbeschaffung als Grundlage für die Wärmebedarfsermittlung im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher durch Direktbefragung, Ortsbegehung und Objektvergleich. Bei der Modellentwicklung zur kleinräumigen Erfassung des Wärmebedarfs sind diese Datenquellen Grundlage zusätzlicher Determinanten des Wärmebedarfs, die in Verbindung mit den anderen Determinanten eine signifikante Aussage ermöglichen.

3.2. Kleinräumige Erfassung des Istzustandes von Wärmebedarf und Aufteilung nach Energieträgern

Bei der Erfassung des Energiebedarfs auf kleinräumiger Basis ist zunächst die kleinräumige Erfassung (Raster von 1 km²) seiner Determinanten erforderlich. Den

drei Teilbereichen des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher liegen jeweils andere Determinanten dem Wärmebedarf zugrunde, es müssen demnach die drei Bereiche in dem vorgegebenen 1-km²-Raster kleinräumig einzeln erfaßt werden.

Aus den Determinanten des Wärmebedarfs je km² und den zugehörigen spezifischen Wärmebedarfswerten erfolgt die Ermittlung des kleinräumigen Wärmebedarfs. Bei der Abschätzung des Wärmebedarfs auf der Basis der Determinanten Wohnungen, Wohnfläche, Betriebe usw. ergeben sich in der detaillierten kleinräumigen Betrachtung Schwierigkeiten, da diese Daten meist nur für die gesamte Stadt bzw. Gemeinde vorliegen. Eine grundlegend andere Bearbeitungsmöglichkeit ergibt sich durch Zuordnung des Wärmebedarfs zu Einwohnern und Beschäftigten, da hierbei eine Zuordnung in die kleinräumige Gliederung anhand vorhandener Datenquellen leichter möglich ist.

Im Prinzip kann in den einzelnen Bereichen wie folgt vorgegangen werden:

Bereich Haushalte (s. Abb. 3)

Als Determinanten des Energiebedarfs im Bereich Haushalte können die Einwohner mit jeweils zugehörigen Wärmebedarfswerten pro Kopf der Bevölkerung herangezogen werden. Der Energiebedarf für den Anteil Licht und Kraft wird in diesem Verbrauchsbereich als fester prozentualer Zuschlag zum Wärmebedarf berechnet.

Bereich Öffentliche Gebäude (s. Abb. 4)

Die Bestimmung des Wärmebedarfs in diesem Bereich erfolgt über die Nutzfläche, die Beschäftigten oder sonstige Determinanten für spezifische Fälle (Schülerzahlen, Bettenzahlen u.a.) und zugehörige spezifische Wärmebedarfswerte. In der Regel verfügen die Träger der Öffentlichen Gebäude über detaillierte Statistiken zum Wärmebedarf u.ä. in den vergangenen Jahren, so daß eine gezielte Abfrage für größere Projekte gerechtfertigt ist.

Bereich sonstige Kleinverbraucher (s. Abb. 5)

Zum Bereich sonstige Kleinverbraucher gehören nach der Definition der Energiebilanzen die Sparten

- Handwerksbetriebe
- Wäschereien
- Bauhauptgewerbe
- Geschäftsgebäude und Räume gewerblicher Art
- Handelsunternehmen
- Landwirtschaft
- sonstige Betriebe unter 20 Beschäftigten.

Als Determinanten zur Bestimmung des Wärmebedarfs können die Beschäftigten mit den zugehörigen spezifischen Wärmebedarfswerten verwendet werden.

Aufteilung nach Energieträgern

Nach Vorliegen des gesamten Wärmebedarfs ist es erforderlich, eine Aufteilung nach Energieträgern vorzunehmen.

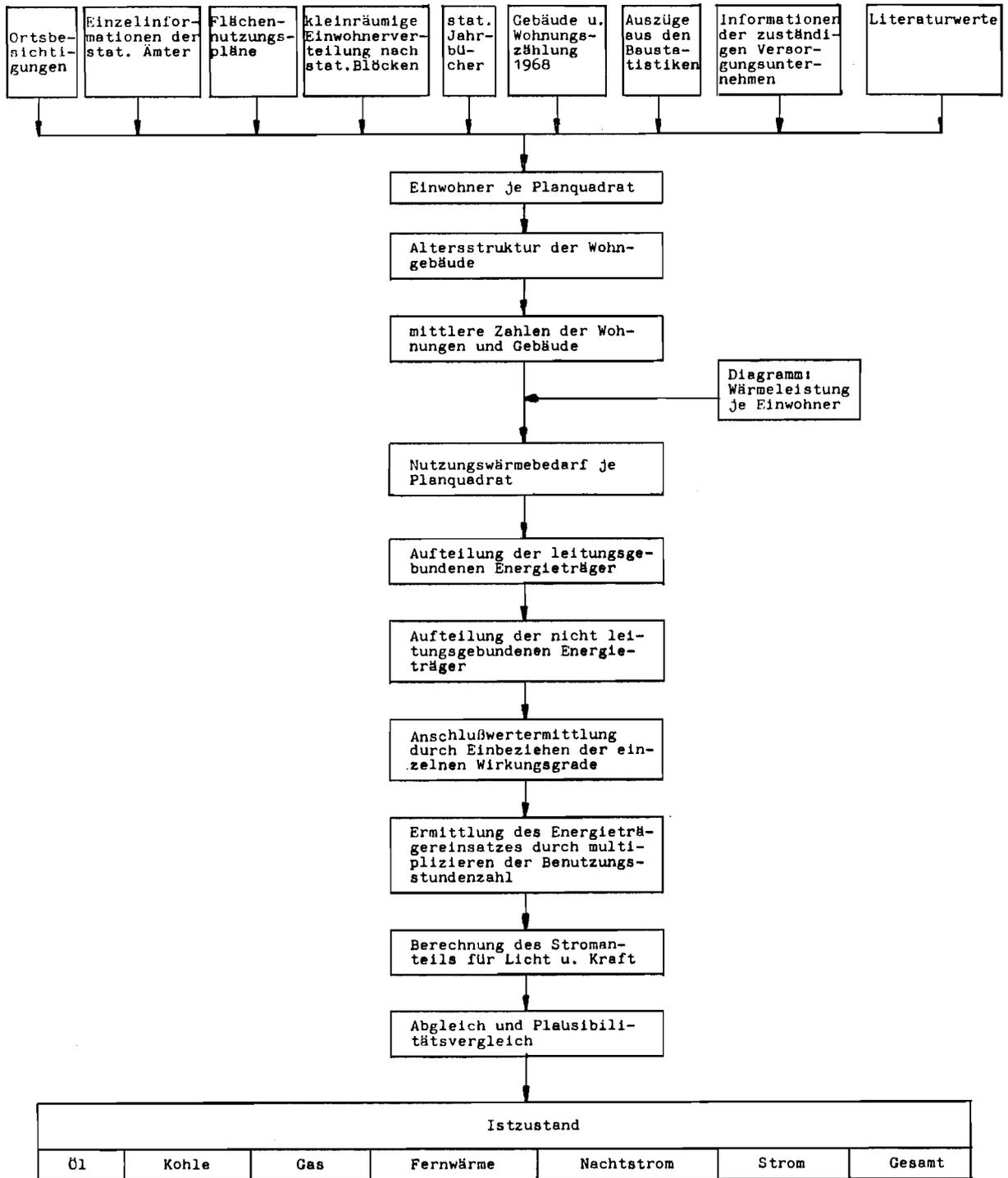


Abb. 3: Ermittlung des kleinräumigen Energiebedarfs im Sektor Haushalte

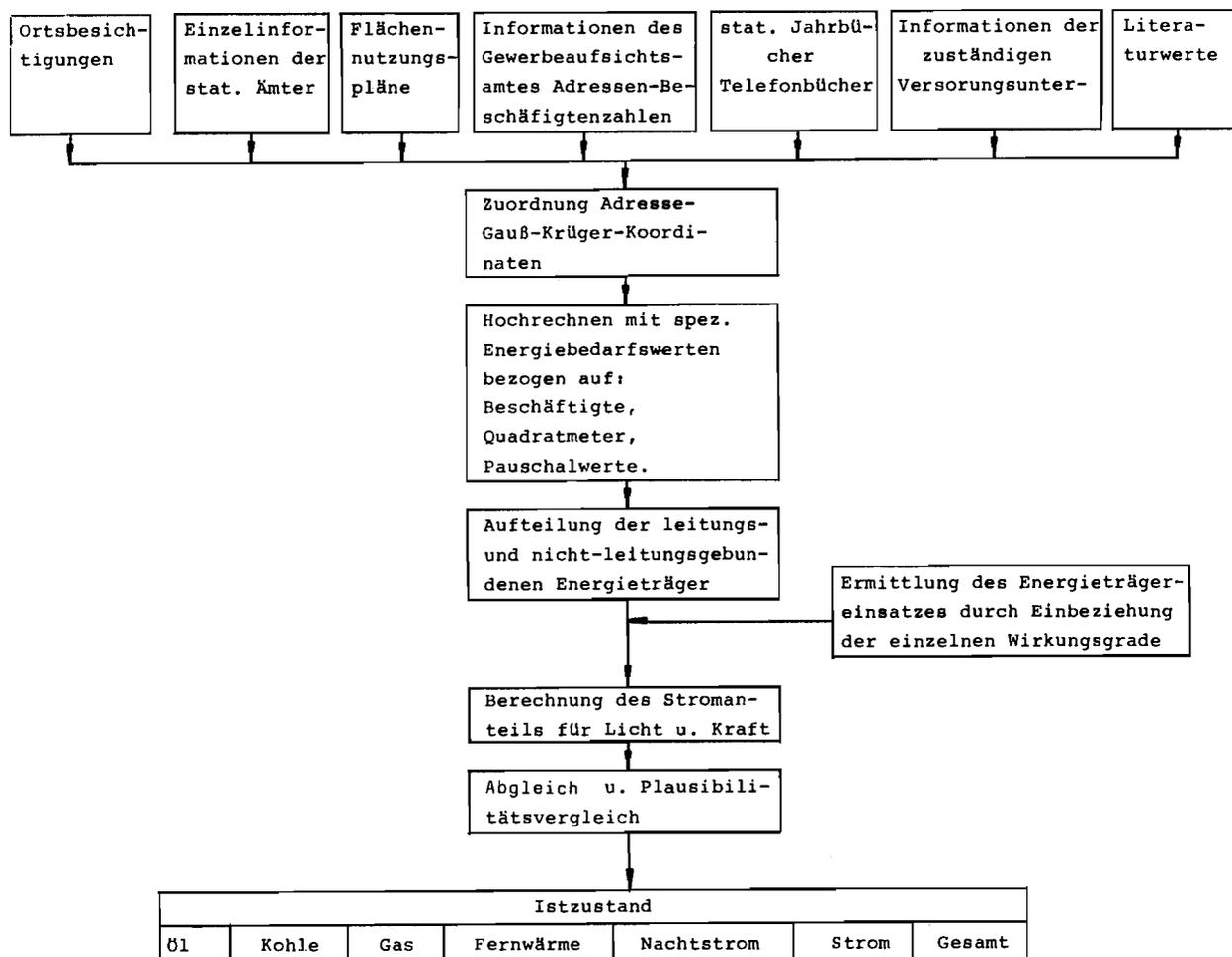


Abb. 4: Ermittlung des kleinräumigen Energiebedarfs im Sektor Öffentliche Gebäude

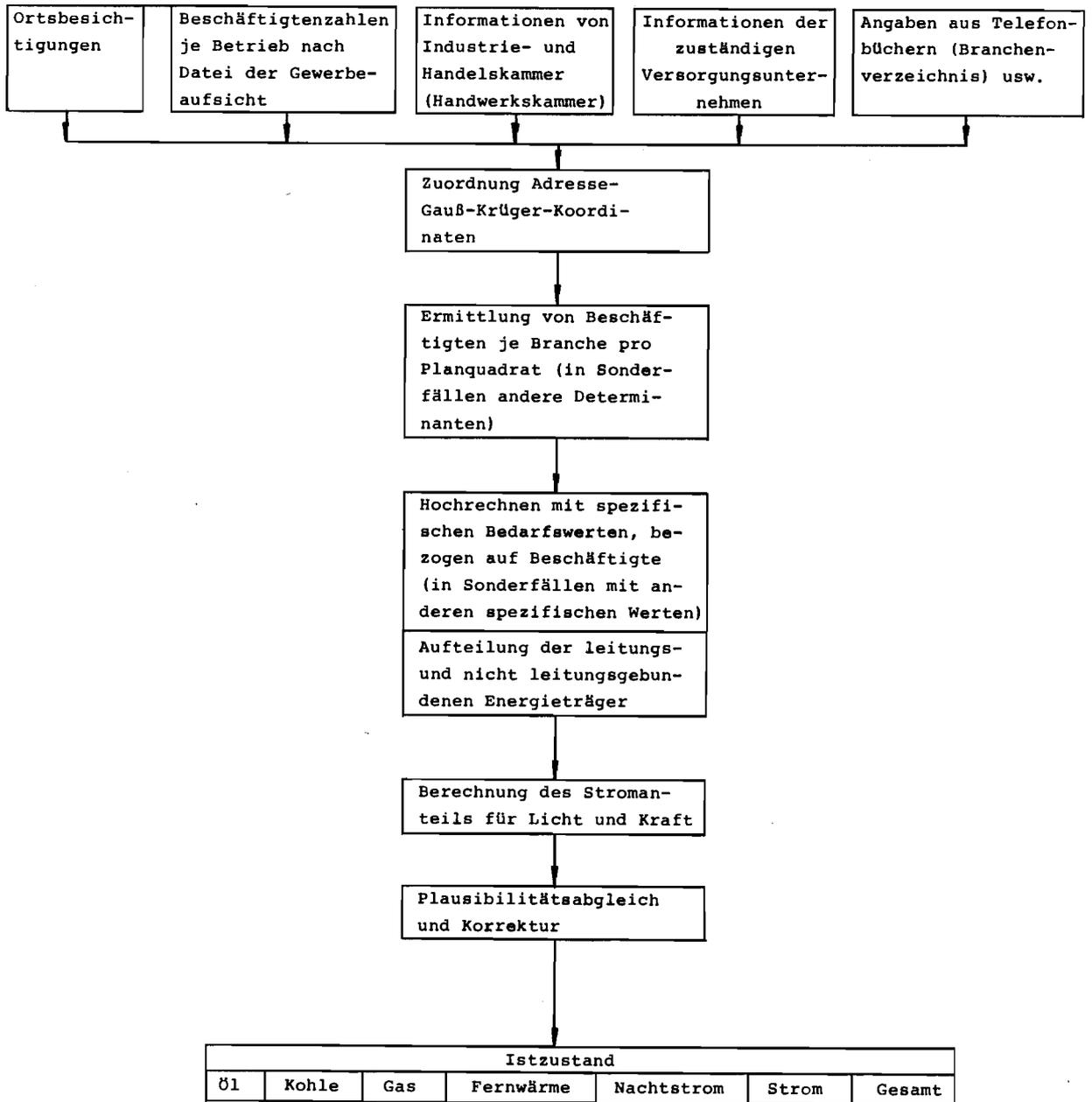


Abb. 5: Ermittlung des kleinräumigen Energiebedarfs im Sektor Kleinverbrauch (ohne öffentliche Gebäude)

Zunächst werden aus den bereits ermittelten Energiebedarfszahlen diejenigen Energieträger abgegrenzt, die leitungsgebunden versorgen. Diese Abgrenzung erfolgt nach Rücksprache mit den im Untersuchungsraum ansässigen Energieversorgungsunternehmen und wird für alle Verbrauchsbereiche Haushalte, Kleinverbraucher und Öffentliche Gebäude einzeln durchgeführt. Der Restwert des Wärmebedarfs entfällt auf Öl und Kohle. Die Aufteilung auf diese beiden Energieträger erfolgt nach einem regionalen Schlüssel, der aus aktueller Literatur ermittelt werden kann oder durch Auswertung des Emissionskatasters Hausbrand der Ersterhebung.

3.2.1. Erfassung des Ist-Zustandes des Wärmebedarfs im Bereich Haushalte

Da die Ermittlung des Energiebedarfs auf der kleinräumigen Ebene der Planquadrate direkt nicht möglich ist, ist es erforderlich, sich auf diejenigen Determinanten abzustützen, die kleinräumig vorhanden und aktuell verfügbar sind.

Hierbei wird in vier Schritten vorgegangen:

- Ermittlung des Wärmebedarfs
- Aufteilung nach Energieträgern
- Ermittlung des Bedarfs für Licht und Kraft
- Abgleich der ermittelten Werte mit den vorliegenden Gesamtzahlen auf der Ebene der Kreise und Gemeinden.

Da im Bereich der Haushalte aktuelle Werte in den einschlägigen Statistiken auf kleinräumiger Ebene nur für die Determinante Einwohner vorliegen, wird die Energiebedarfsermittlung auf dieser Determinante aufgebaut. Die Ermittlung des Energiebedarfs erfolgt im Bereich Haushalte entsprechend den vier o. a. Schritten.

Das auf der Basis aufwendiger Wärmebedarfsrechnungen auch schon andererseits getestete Verfahren, anhand einwohnerspezifischer Bedarfszahlen den Wärmebedarf festzustellen, bestimmt den Wärmebedarf der Gebäude entsprechend Abbildungen 3 und 6. Hierbei ist der spezifische Wärmebedarf je Einwohner abhängig von dem Gebäudetyp (Einfamilien-, Mehrfamilienhäuser) sowie vom Gebäudealter.

Die Vorgehensweise erfolgt entsprechend den benannten Schritten:

Schritt 1: Ermittlung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf wird zunächst als Nutzwärmeleistung in kW ermittelt. Die einzelnen Arbeitsschritte werden nachfolgend dargestellt.

Arbeitsschritt 1:

Ermittlung der Einwohner pro Planquadrat. Verfahren: Aufbauend auf der kleinräumigen Gliederung, die bei den einzelnen statistischen Ämtern bzw. ähnlichen Institutionen der Gemeinden und Städte des Untersuchungsraums vorliegen, werden die diesen zugeordneten Einwohnerzahlen auf Planquadrate umgerechnet.

Arbeitsschritt 2:

Ermittlung der Altersstruktur der Wohngebäude und der mittleren Zahl von Wohnungen je Wohngebäude. Verfahren: Diese Angaben können entweder aus Unterlagen

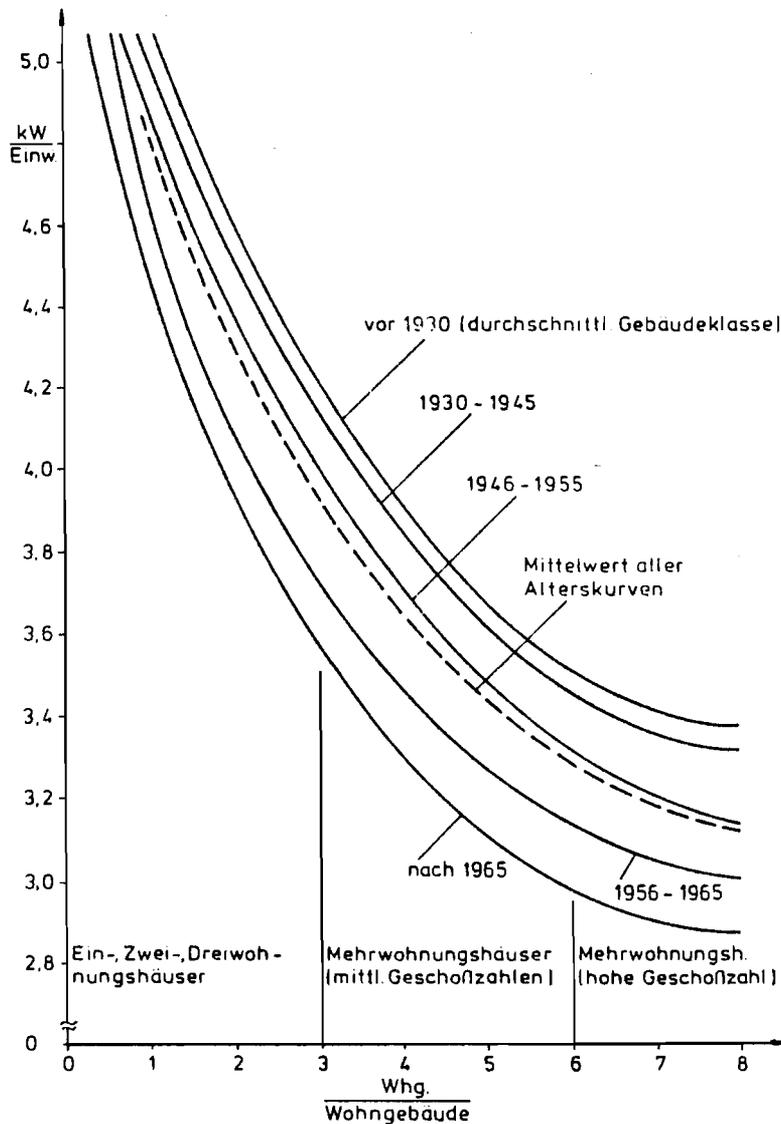


Abb. 6: Spezifische Wärmeleistungskennzahl im Bereich Haushalte

der statistischen Ämter bzw. der Stadtplanungsämter oder -entwicklungsämter entnommen werden oder aber sie müssen durch Ortsbesichtigung abgeschätzt werden.

Arbeitsschritt 3:

Ermittlung des Nutzwärmebedarfs in kW. Verfahren: Anwendung des von der GERTEC GmbH entwickelten und bereits vorgestellten Diagramms in Abbildung 6.

Schritt 2: Aufteilung nach Energieträgern

Arbeitsschritt 1:

Aufteilung des Nutzwärmebedarfs je Planquadrat nach leitungsgebundenen Energieträgern. Verfahren: Zunächst werden nach Auskünften der in den einzelnen Gemein-

den des Untersuchungsgebiets tätigen Versorgungsunternehmen die Anteile der leitungsgebundenen Energieversorgung bestimmt. Damit ergibt sich als Restgröße der nicht durch leitungsgebundene Energieträger gedeckte Wärmebedarf.

Arbeitsschritt 2:

Aufteilung des nicht-leitungsgebundenen Anteils des Wärmebedarfs. Zuverlässigste Quelle für die Aufteilung des Restgliedes in Heizöl- und Kohleanteil sind die Daten der Vorerhebungen zur Volksbefragung. Sofern diese Daten nicht verfügbar sind, kann auf die Ersterhebung zum Emissionskataster Hausbrand zurückgegriffen werden. Diese Daten sind zwar nicht mehr aktuell, jedoch kann davon ausgegangen werden, daß in den vergangenen Jahren die Substitution fester Brennstoffe im wesentlichen durch leitungsgebundene Energieträger erfolgte.

Arbeitsschritt 3:

Ermittlung der Anschlußwerte aller Energieträger. Verfahren: Aus dem Nutzwärmebedarf werden unter Berücksichtigung von Wirkungsgraden der internen Energieumwandlungsanlagen die Anschlußwerte der einzelnen Energieträger bestimmt. Es werden folgende Wirkungsgrade für die einzelnen Energieträger angenommen:

Fernwärme: 0,95; Gas: 0,75; Strom: 0,98; Öl: 0,73; Kohle: 0,65

Arbeitsschritt 4:

Ermittlung des Energieträgereinsatzes je Planquadrat. Verfahren: Multiplikation der Anschlußwerte der einzelnen Energieträger mit den Benutzungsstunden des Anschlußwertes ergibt den Energieträgereinsatz pro Jahr. Für die Benutzungsstunden werden nach [3] folgende Werte zugrunde gelegt:

Benutzungsstunden des Anschlußwertes mit Brauchwassererwärmung:	1.850 Stunden/Jahr
Benutzungsstunden ohne Brauchwasserer- wärmung:	1.650 Stunden/Jahr

Bei der Abschätzung wird davon ausgegangen, daß im Mittel 50 % der Benutzer Brauchwassererwärmung benötigen. Damit ergibt sich ein Mittelwert der Benutzungsstunden von 1.750 Stunden, der auch in anderen Untersuchungen bestätigt wird.

Nach Durchführung dieses Arbeitsschrittes liegt der Energieträgereinsatz je Planquadrat für die Wärmebereitstellung im Bereich Haushalte vor. Als nächstes erfolgt die Abschätzung des Anteils für Licht und Kraft.

Schritt 3: Ermittlung des Strombedarfs für Licht und Kraft

Nach Vorliegen des jährlichen Energieverbrauchs zur Deckung des Wärmebedarfs wird der Strombedarf für Licht und Kraft mit einem pauschalen Ansatz von 13,6 % des Gesamtwärmebedarfs der Haushalte angenommen. Diese Abschätzung beruht auf Angaben nach [3] und auf Untersuchungsergebnissen der GERTEC GmbH.

Schritt 4: Abgleich der errechneten Werte mit Gesamtwerten für einzelne Gemeinden und vorhandene Versorgungsgebiete

Die auf der Basis der kleinräumigen Erfassung ermittelten Energieträgereinsätze werden über die Gebiete der einzelnen Gemeinden bzw. Versorgungsgebiete aufsummiert und mit den Gesamtwerten, die für alle Gemeinden vorliegen, verglichen und nötigenfalls korrigiert [4,5].

Abbildung 2 zeigt den Ablaufplan für eine kleinräumige Ist-Analyse im Bereich Haushalte.

3.2.2. Erfassung des Ist-Zustandes des Wärmebedarfs im Bereich Öffentliche Gebäude und sonstige Kleinverbraucher

Bei der kleinräumigen Erfassung der Öffentlichen Gebäude und der sonstigen Kleinverbraucher wird in ähnlicher Weise vorgegangen wie im Bereich Haushalte.

Die vier Schritte zur Ermittlung des Wärmebedarfs gliedern sich wie folgt:

Schritt 1: Ermittlung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf wird wie bei den Haushalten als Nutzwärmeleistung ermittelt. Dabei werden als Determinanten des Wärmebedarfs die branchenspezifischen Beschäftigtenzahlen je Planquadrat, direkte Angaben über den Wärmebedarf oder sonstige Bezugsgrößen (Bettenzahlen bei Krankenhäusern, Schülerzahlen bei Schulen u.a.) zugrunde gelegt.

Arbeitsschritt 1:

Ermittlung der branchenspezifischen Beschäftigtenzahlen oder anderer Determinanten und Zuordnung zu den Planquadraten. Verfahren: Die adressenbezogenen Beschäftigtenzahlen je Gewerbebetrieb werden den Dateien der Gewerbeaufsicht entnommen. Die Beschäftigtenzahlen werden branchenweise den zugehörigen Planquadraten zugeordnet.

Arbeitsschritt 2:

Ermittlung des Nutzwärmebedarfs in kW. Verfahren: Auf der Basis von Voruntersuchungen werden besonders energieintensive Gewerbebereiche getrennt nach Raum- und Prozeßwärme hinsichtlich des Nutzwärmebedarfs abgeschätzt. Bei den übrigen Gewerbebereichen wird mittels spezifischer Kennzahlen der Gesamtnutzwärmebedarf ermittelt (Abbildung 7-13).

Schritt 2: Aufteilung nach Energieträgern

Arbeitsschritt 1:

Aufteilung des leitungsgebundenen Nutzwärmebedarfs. Verfahren: Der Anteil der leitungsgebundenen Energieträger wird durch Abfrage bei den Versorgungsunternehmen oder bei den größeren Öffentlichen Gebäuden ermittelt.

Grobabschätzung		Überschlagsrechnung		Detailerfassung					
				MWh Besch.a	Raum- wärme %	Prozeß- wärme %	Benutzungs- stunden		
Industrielle Kleinbetriebe (unter 20 Beschäftigten)	Grundstoff- und Produktionsgüter- gewerbe	284,6	MWh Besch.	Steine u. Erden	349,5	6,4	93,6	1500 Stunden (Mittelwert)	
				NE-Metallerzeug.	140,2	3,4	96,6		
		1192	MWh Betr.	Chemie Gewerbe	186,5	39,2	60,8		
				sonst. Grundstoffgew.	342,0	19,9	80,1		
		20,6	MWh Besch.	Maschinenbau	17,8	77,3	22,7		
				Straßenfahrzeugbau	29,9	87,5	12,5		
	150	MWh Betr.	sonst. Invest. pro. Gew.	21,2	59,9	40,1			
	64	Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	31,7	MWh Besch.	Glas u. Feinkeramik	270,1	12,3		87,7
					Textilgewerbe	49,4	18,5		81,5
			219	MWh Betr.	Druckerei	9,3	64,3		35,1
					sonst. Verb. prod. Gew.	28,0	42,5		57,5
	454	Nahrungs- und Genußmittel-	113,5	MWh Besch.	Fleischwaren	61,9	36,3		63,7
					Backwaren	69,3	36,3		63,7
			681	MWh Betr.	sonst. Nahrungs.Gew.	122,7	36,3		63,7

Abb. 7: Jährlicher Wärmebedarf von industriellen Kleinbetrieben

Grobabschätzung	Überschlagsrechnung		Detailerfassung		MWh Besch.	Benutzungsstunden
Handwerksbetriebe	Bau- und Ausbaugewerbe	Keine Aussage möglich	Dachdecker	3,4	Raumwärme 750 - 1150 Stunden Prozeßwärme 1000 - 1400 Stunden	
			Stukkateur	1,1		
			Zimmerhandwerk	6,5		
	Metallverarbeitende Handwerksbetriebe	3,0 MWh Besch. 26,4 MWh Betr.	Schlosser	7,1		
			Kfz-Handwerk	8,6		
			Elektroinstallateur Sanitär, Heizung, Klima	2,6 3,6		
	Holzverarbeitende Handwerksbetriebe	2,5 MWh Besch. 17,5 MWh Betr.	Modellbau	3,7		
			Bekleidungs-, Textil- u. Leder- verarb. Handwerk	1,6 MWh Besch. 4,8 MWh Betr.		Schuhmacher Raumausstatter
	Nahrungsmittelhandwerk	21,8 MWh Besch. 144 MWh Betr.	Bäcker	26,8		
			Fleischer	17,0		
Handwerk f. Gesundheits- u. Körperpflege sowie Reinigungsgewerbe	12,7 MWh Besch. 68,6 MWh Betr.	Friseure	5,4			
		Wäscherei	50,0			
		Reinigung	30,0			
Glas, Papier, Keramik und sonst. Handwerk	8,4 MWh Besch.					
	50,4 MWh Betr.					
7,8 MWh Besch.						
53 MWh Betr.						

Abb. 8: Jährlicher Wärmebedarf von Handwerksbetrieben [6]

Grobabschätzung

Überschlagsrechnung

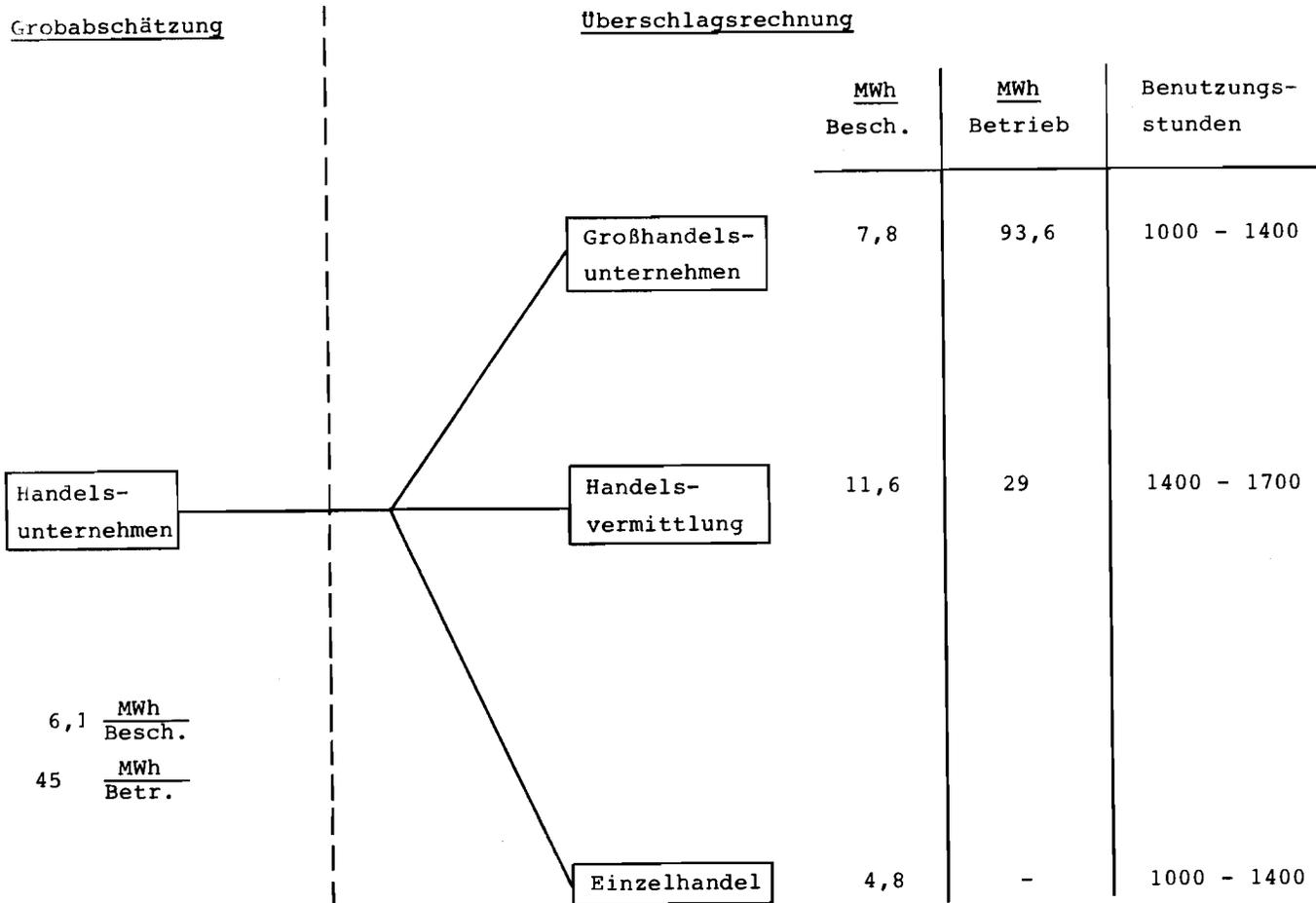


Abb. 9: Jährlicher Wärmebedarf von Handelsunternehmen [6]

Grobabschätzung

Überschlagsrechnung und
Detailerfassung

	<u>MWh</u> <u>Besch.</u>	<u>MWh</u> <u>Betr.</u>	Raum- wärme %	Prozeß- wärme %	Benut- zungs- stunden
Gastgewerbe	16,2	66			↑ 1400 - 1600 Stunden ↓
Hotels und Gasthöfe	20,8	142	71,5	28,5	
Speise- wirtschaften	16,2	83	18,5	81,5	
Schank- wirtschaften	12,8	35			
Imbißhallen	30,7	94			
sonst. Gaststät- ten, Cafe, Bar, etc.	3,8	23			

Abb. 10: Jährlicher Wärmebedarf von Gaststätten [6]

Grobabschätzung und Überschlagsrechnung

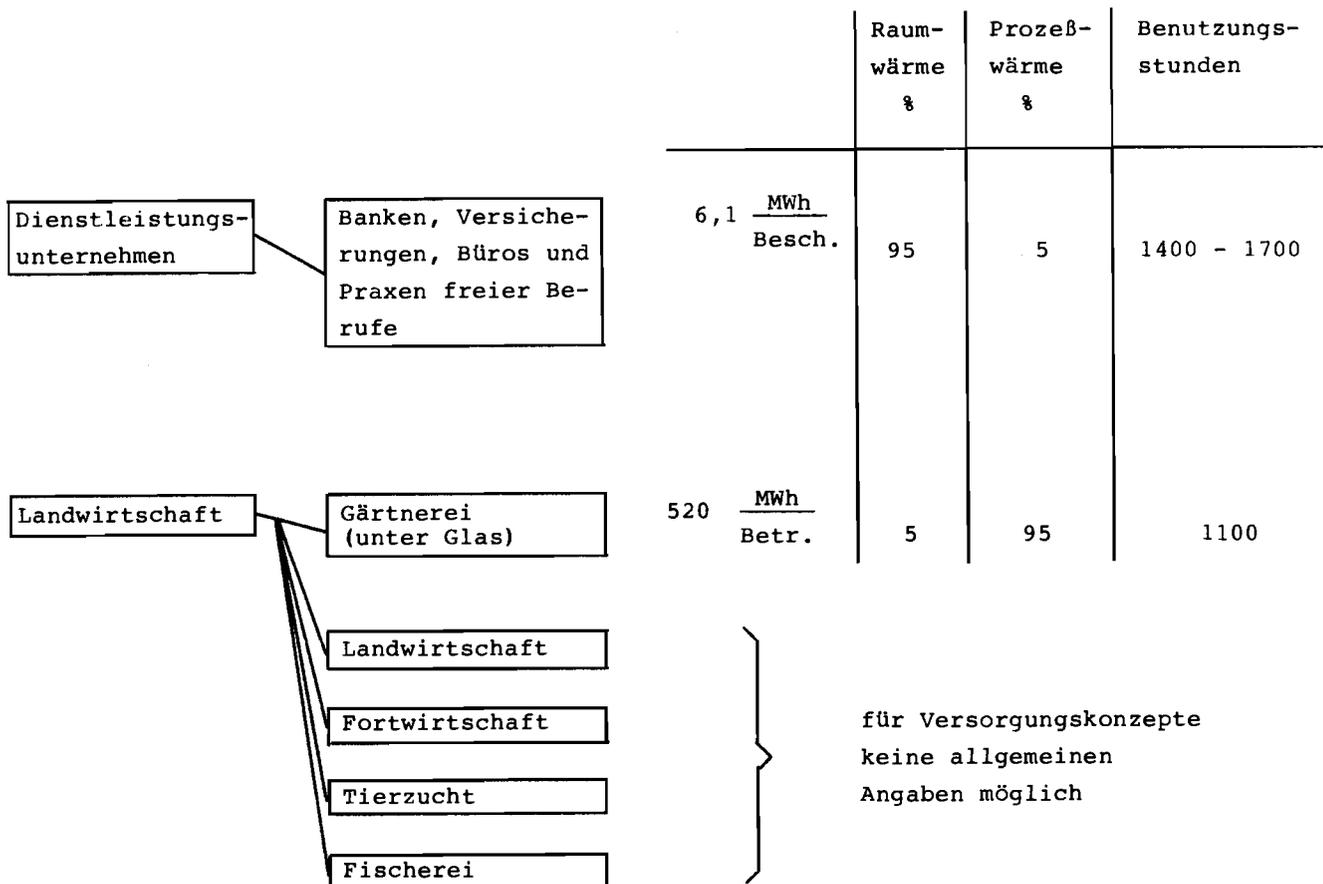
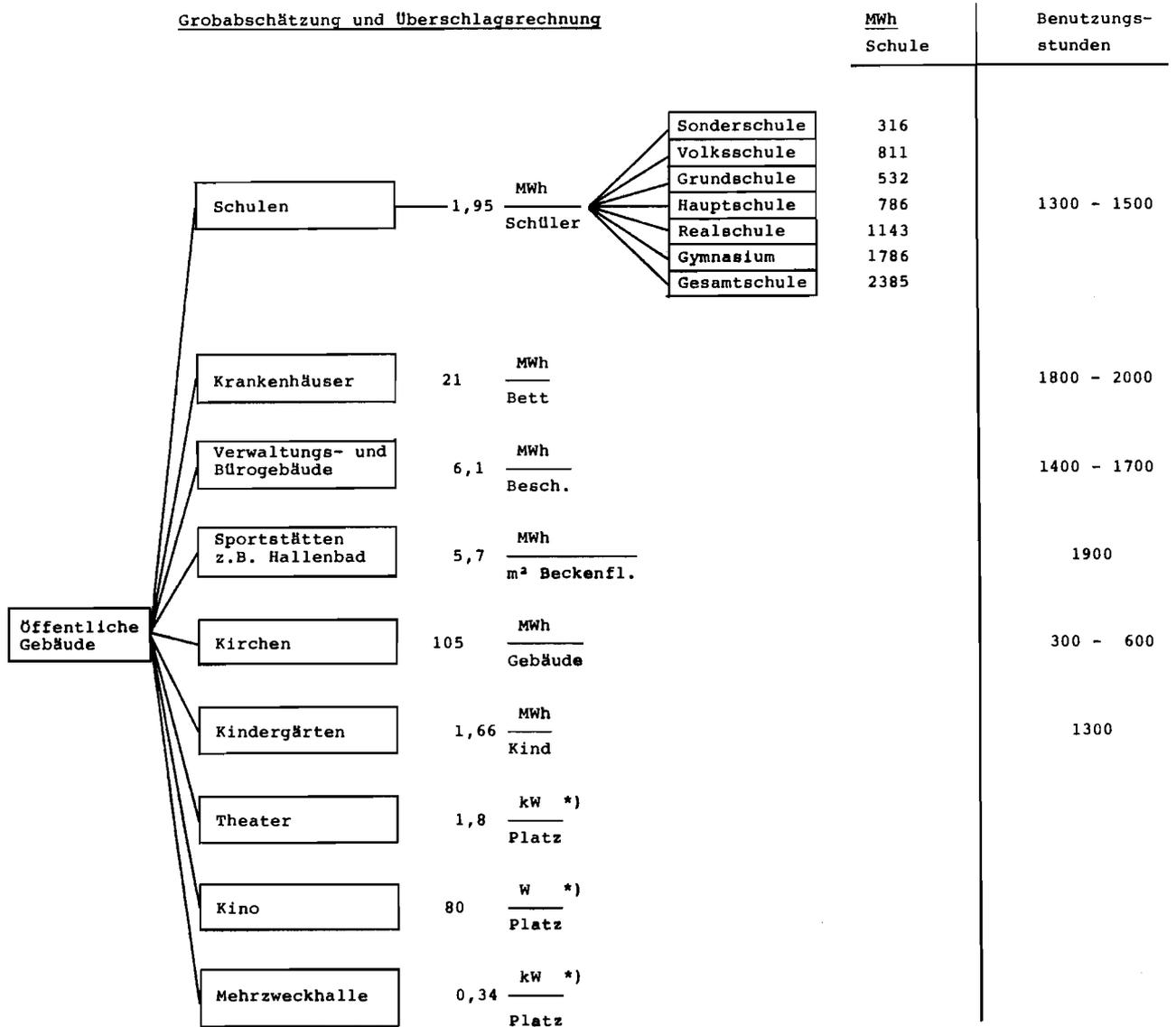


Abb. 11: Jährlicher Wärmebedarf von Dienstleistungsunternehmen und der Landwirtschaft [6]



*) Leistungsangaben da Benutzungsstunden nicht angebar

Abb. 12: Jährlicher Wärmebedarf Öffentlicher Gebäude [6]

	spez. Jahres- wärmeverbrauch	Mittelwert	spez. Wär- mebedarf	Benutzungs- stunden	Prozeß- wärme	Raum- wärme	Warm- wasser
	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$ $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}\right)$	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$ $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}\right)$	$\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ $\left(\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}\right)$				
Bürogebäude							
1 - 2 geschossig	183 - 195	190		1400 - 1700		93	7
> 2 geschossig	165 - 210					97	3
Kaufhaus	175 - 260	220		1000 - 1500		79	21
Werkstätten/Lager		170		1050			
Krankenhaus	280 - 440	330		1800 - 2000		72	28
Kirchen	11 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$ - 50 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$	20 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$		300 - 600			
sonst. öffent. Ein- richtungen wie: Museum, Jugendheim, Polizei, usw.		180					
Turnhalle			0,35				
Postamt			0,14				
Hallen und Säle bis 1000 m ³			0,08 $\frac{\text{kW}}{\text{m}^3}$				
bis 5000 m ³			0,06 "				
über 5000 m ³			0,045 "				

Abb. 13: Jährlicher Wärmebedarf von Sonderfällen [6]

Arbeitsschritt 2:

Aufteilung des nicht-leitungsgebundenen Nutzwärmebedarfs. Verfahren: Für genehmigungsbedürftige Anlagen lassen sich die Energieträger aus den Emissionserklärungen ermitteln; ein Großteil der Angaben sind durch Direktbefragungen zu erheben. Für den Rest kann, wie auch bei den Haushalten, die Ersterhebung zum Emissionskataster Hausbrand herangezogen werden.

Arbeitsschritt 3:

Ermittlung der Anschlußwerte aller Energieträger. Verfahren: Aus dem Nutzwärmebedarf wird, wie im Bereich Haushalte, unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade einzelner Energieträger der Anschlußwert für die einzelnen Energieträger ermittelt.

Arbeitsschritt 4:

Ermittlung des Energieträgereinsatzes je Planquadrat. Verfahren: Einzelangaben aus dem Emissionskataster Industrie und durch Direktbefragungen werden unmittelbar übernommen.

Die Multiplikation der Anschlußwerte mit den branchenspezifischen Benutzungsstunden des Anschlußwertes ergibt den jährlichen Energieträgereinsatz je Branche und Planquadrat.

Der Energieträgereinsatz wird getrennt nach Öffentlichen Gebäuden und sonstigen Kleinverbrauchern je Planquadrat ausgewiesen, da die Prognose des zukünftigen Energiebedarfs wegen der unterschiedlichen Entwicklung getrennt nach Haushalten, Öffentlichen Gebäuden und sonstigen Kleinverbrauchern erfolgt.

Schritt 3: Ermittlung des Strombedarfs für Licht und Kraft.

Verfahren: Mit dem letzten Arbeitsschritt liegt der jährliche Endenergieträgerverbrauch für die Deckung des Wärmebedarfs vor. Der Anteil des Stromes für Licht und Kraft wird über einen pauschalen Ansatz entsprechend [4] ermittelt.

- Strombedarf Öffentliche Gebäude: 24,2 % des Wärmebedarfs
- Strombedarf Handel und Gewerbe: 15,7 % des Wärmebedarfs.

Schritt 4: Abgleich der errechneten Werte mit Gesamtwerten für einzelne Gemeinden und Versorgungsgebiete

Die kleinräumig ermittelten Energieträgereinsätze werden über die Gebiete der erfaßten Städte aufsummiert und mit den Gesamtwerten, die für die einzelnen Gemeinden vorliegen, verglichen.

Da die Grenzen des Belastungsgebiets die Gemeinde- und Versorgungsgebietsgrenzen schneiden, ist ein vollständiger Abgleich nicht bei allen Städten und Gemeinden möglich.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen den Ablaufplan der kleinräumigen Ist-Analyse für den Bereich Kleingewerbe und Öffentliche Gebäude.

3.3. Durchführung der Erhebungen zum Istzustand im Bezugsjahr 1982

3.3.1. Allgemeine Situation im Belastungsgebiet

Das Belastungsgebiet (Karte 1) mit einer Fläche von 712 km² wird von folgenden Städten und Gemeinden gebildet:

Bergkamen, Bochum, * Castrop-Rauxel, Datteln, * Dortmund, Fröndenberg, Hagen, * Herdecke, Herne, * Holzwickede, Iserlohn, Kamen, * Lünen, Oer-Erkenschwick, Recklinghausen, Schwerte, Selm, Unna, Werne, Wetter, * Waltrop, Witten.

Die mit * gekennzeichneten Gemeinden liegen vollständig oder nahezu vollständig im Belastungsgebiet; von den übrigen Gemeinden liegen nur Teilbereiche innerhalb dieses Gebietes.

Im Belastungsgebiet wohnen etwa 1,2 Millionen Einwohner, wovon die Hälfte auf die Stadt Dortmund entfällt. Die Industrie im Belastungsgebiet ist im wesentlichen durch den Steinkohlenbergbau und die Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie (Eisen- und Stahlerzeugung, Chemische Industrie) geprägt. Daneben sind insbesondere im Bereich Dortmund die Brauindustrie, die Elektrotechnik und die Druckereiindustrie von Bedeutung. Einen Überblick über die demografischen Daten des Belastungsgebietes gibt die Tabelle 1. Die dort angegebenen Einwohnerzahlen basieren auf den kleinräumigen Angaben der Stadtverwaltungen, d.h., es wurden sowohl die Haupt- als auch die Nebenwohnsitze der gemeldeten Bevölkerung erfaßt.

In dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, daß ein Nebenwohnsitz im wesentlichen dann aufgenommen wird, wenn aus beruflichen oder ausbildungsbedingten Gründen ein längerer, zeitlich zusammenhängender Aufenthalt am Orte des Nebenwohnsitzes erforderlich wird.

Basis für die Ermittlung des Energieträgereinsatzes im Bereich Haushalte ist im folgenden die tatsächliche Wohnbevölkerung. Deshalb werden die Bevölkerungsdaten der Städte und Gemeinden als Determinanten zugrunde gelegt.

Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, daß der Bereich Kleingewerbe und Dienstleistungen (öffentliche und private Institutionen) mit 62 % aller Beschäftigten in diesem hochindustrialisierten Raum von überragender Bedeutung ist. Insbesondere in den Städten und Gemeinden Herdecke, Recklinghausen, Selm und Waltrop liegt der Anteil der Beschäftigten in diesem Sektor über 75 %.

Mit 6 % der Gesamtheit aller Beschäftigten und 16 % aller in der Industrie Beschäftigten ist der Steinkohlenbergbau ein bedeutender Wirtschaftsfaktor, der sich auf die Städte und Gemeinden Bergkamen, Castrop-Rauxel, Dortmund, Herne, Kamen und Lünen konzentriert. Dies bedeutet einen relativ hohen Deputatkohleeinsatz in diesen Gemeinden.

Tabelle 1: Demografische Daten der Städte und Gemeinden des Belastungsgebietes

	Einwohner 1982 Belastungsgebiet	Beschäftigte* Kleingewerbe u. Dienstleistungen	Beschäftigte Industrie	davon Beschäf- tigte* im Bergbau	Beschäftigte insgesamt	Einwohner gesamt	Fläche in km ²
Bergkamen	45 103	3 396	8 005	5 071	11 401	51 373	44,79
Bochum	52 333	74 916	52 861	222	127 777	414 407	145,37
Castrop-Rauxel	80 386	11 522	8 993	3 280	20 515	81 131	51,65
Datteln	32 433	6 098	2 856	398	8 954	37 175	66,09
Dortmund	630 653	149 350	68 834	15 948	218 184	634 972	280,17
Fröndenberg	164	2 249	2 450	-	4 699	21 367	56,21
Hagen	8 583	49 313	28 778	-	78 091	219 939	160,35
Herdecke	24 706	3 709	1 031	-	4 740	24 702	22,36
Herne	8 783	32 953	21 420	9 398	54 373	178 911	51,38
Holzwickede	17 908	1 691	1 995	-	3 686	17 908	22,37
Iserlohn	5 448	19 537	12 858	-	32 395	98 546	125,51
Kamen	33 266	5 729	6 376	4 042	12 105	46 347	40,93
Lünen	88 298	10 962	14 321	5 502	25 283	88 403	59,07
Oer-Erkenschwick	3 560	4 219	1 895	374	6 114	27 692	38,83
Recklinghausen	5 241	30 717	6 457	5	37 174	119 365	66,40
Schwerte	32 028	7 034	5 970	-	13 004	49 796	56,19
Selm	584	2 639	661	-	3 300	26 231	60,40
Unna	13 734	11 981	5 824	-	17 805	57 558	88,53
Waltrop	28 737	3 183	894	-	4 077	28 737	46,97
Werne	162	4 649	1 791	-	6 440	27 428	75,77
Wetter	16 626	5 108	7 079	-	12 187	29 435	31,44
Witten	92 079	15 649	20 299	-	35 948	104 694	72,34
	1 220 815	456 604	281 648	44 240	738 252	2 386 117	1 663,12

* Die Beschäftigtenzahlen beziehen sich jeweils auf das gesamte Stadt- bzw. Gemeindegebiet

Zur kleinräumigen Erfassung des Energiebedarfs der Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch sind folgende Unterlagen verwendet worden:

- Determinanten zur Ermittlung des Energiebedarfs (Einwohnerzahlen, Wohnungen, Beschäftigte, Zahl der Betriebe usw.)
- Kleinräumige Angabe der leitungsgebundenen Energieversorgung (Gas, Fernwärme, Nachtstrom, Strom)
- Kleinräumige Angabe der nicht-leitungsgebundenen Energieversorgung (Kohle und Öl nach Heizungstechniken)
- Spezifische Energiebedarfszahlen für den Bereich Kleingewerbe und Dienstleistungen.

Die derzeitige Versorgung des Belastungsgebietes mit den leitungsgebundenen Energieträgern Strom, Gas und Fernwärme geht aus den Karten 2,3 und 4 hervor.

Karte 2 weist die flächendeckende Stromversorgung im Belastungsgebiet aus, wobei die VEW-Verwaltungen Dortmund und Bochum den größten Anteil versorgen.

Karte 3 zeigt die nahezu flächendeckende Gasversorgung in den Ballungsräumen des Belastungsgebiets, insbesondere im Bereich Dortmund, der durch die Stadtwerke Dortmund versorgt wird.

Ca. 20 Fernwärmeinseln in den Ballungsräumen des Belastungsgebiets werden von 13 verschiedenen Fernwärmeversorgungsunternehmen beschickt. Wie Karte 4 darstellt, werden allein im Bereich Dortmund neun einzelne Fernwärmenetze von fünf verschiedenen Fernwärmeversorgungsunternehmen betrieben.

Die Durchführung der Erhebungen zum Istzustand im Jahre 1982 erfolgte in den einzelnen Gemeinden je nach örtlicher Datenlage unterschiedlich.

Bei der Beschaffung der Unterlagen leisteten folgende kommunale Verwaltungen, Energieversorgungsunternehmen und Industriebetriebe großzügige Hilfestellung, für die an dieser Stelle ein besonderer Dank ausgesprochen wird:

Amt für Statistik und Wahlen Castrop-Rauxel;

die Stadtverwaltungen der Städte Bochum, Bergkamen, Castrop-Rauxel, Datteln, Dortmund, Fröndenberg, Herdecke, Hagen, Holzwickede, Iserlohn, Kamen, Lünen, Oer-Erkenschwick, Recklinghausen, Schwerte, Selm, Unna, Wetter, Werne, Waltrop, Witten;

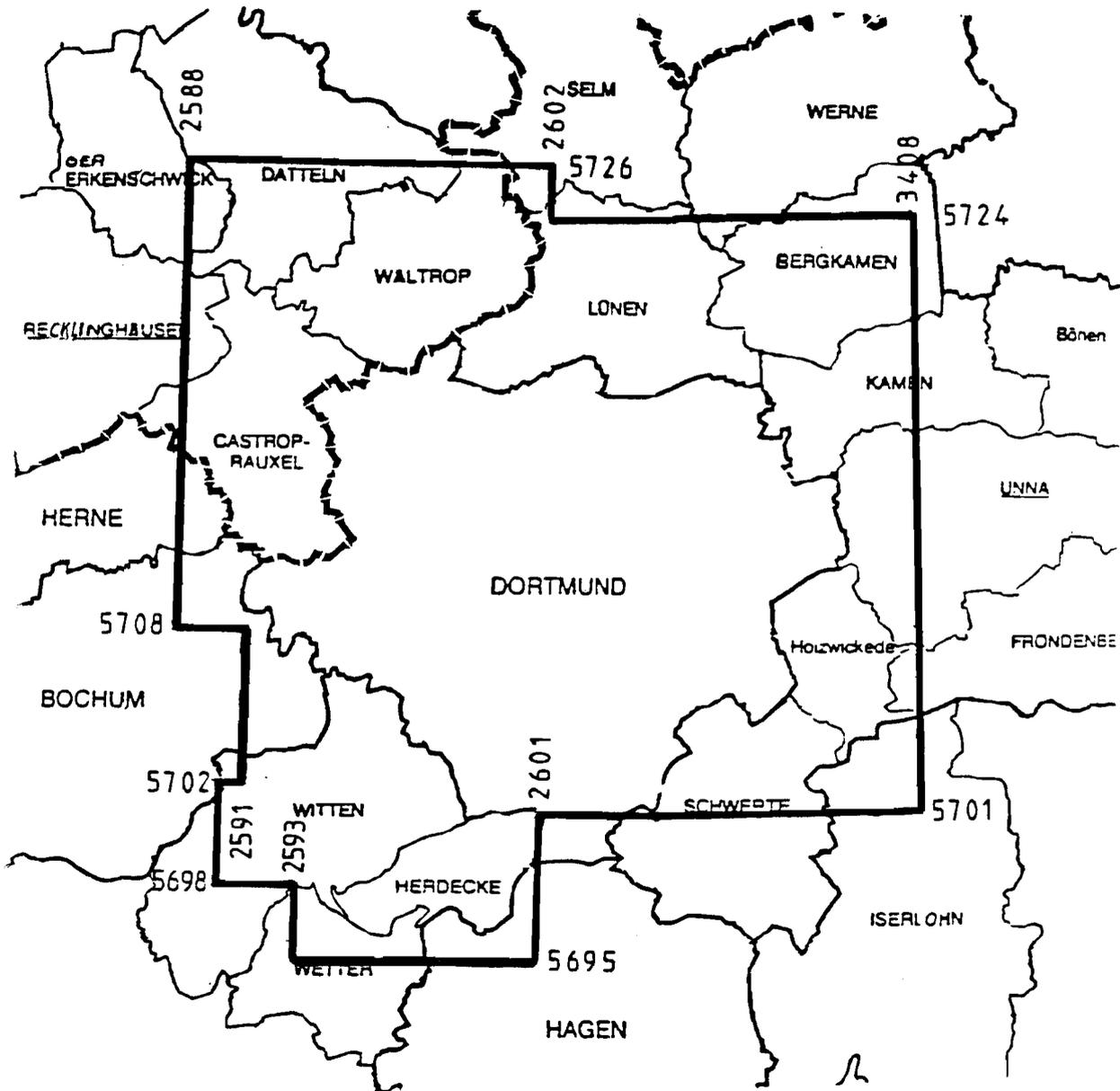
Oberpostdirektion Dortmund;

die Stadtwerke Bochum, Dortmund, Hagen, Herne, Iserlohn, Kamen, Lünen, Schwerte, Unna, Witten;

die VEW Betriebsdirektionen in Bochum, Münster, Dortmund;

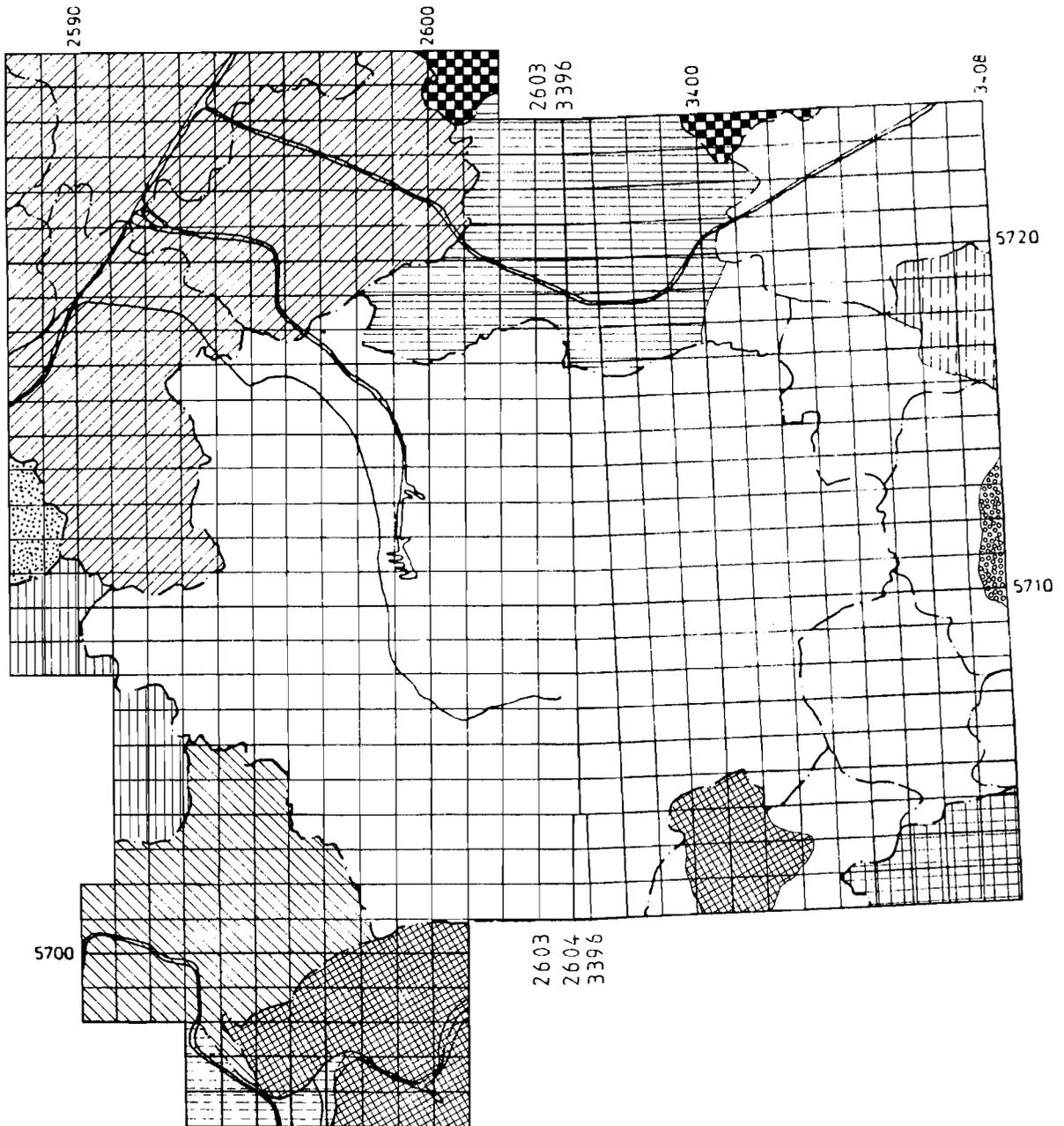
die Elektromark AG; Fernwärme Niederhein GmbH;

Hoesch Hüttenwerk AG; VEBA-Fernheizung GmbH; Zeche Haus Aden.



Karte 1: Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost

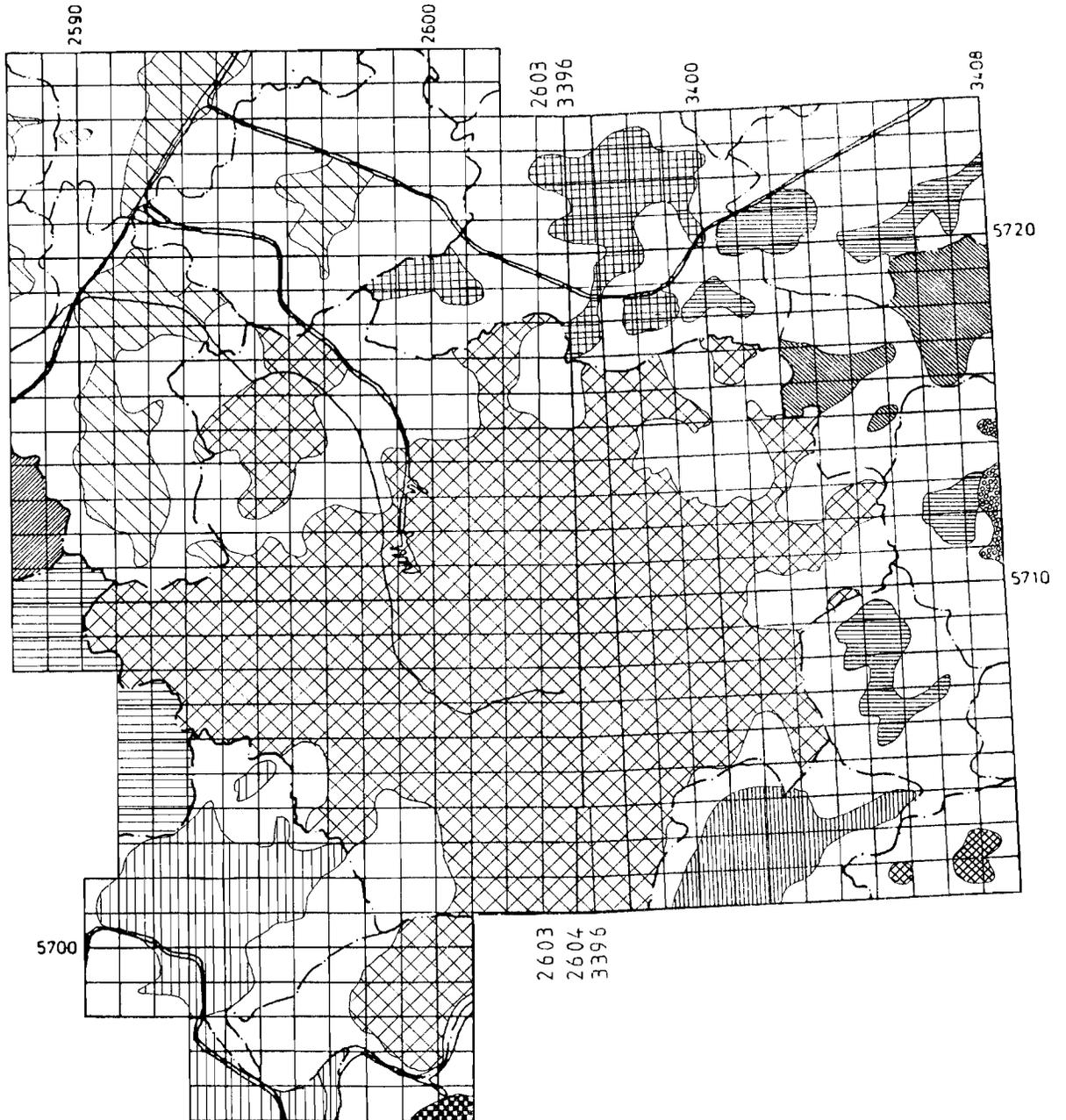
Stromversorgungsgebiete



- | | | |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|
| AVU - Gevelsberg | Stadtwerke Herne | Stadtwerke Witten |
| Elektromark - AG Hagen | Stadtwerke Kamen | VEW Versorgungsgebiet Bochum |
| RWE | Stadtwerke Lünen | VEW Versorgungsgebiet Dortmund |
| Stadtwerke Bochum
VEW - Bochum | Stadtwerke Unna | VEW Versorgungsgebiet Münster |

Karte 2: Stromversorgung im Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost

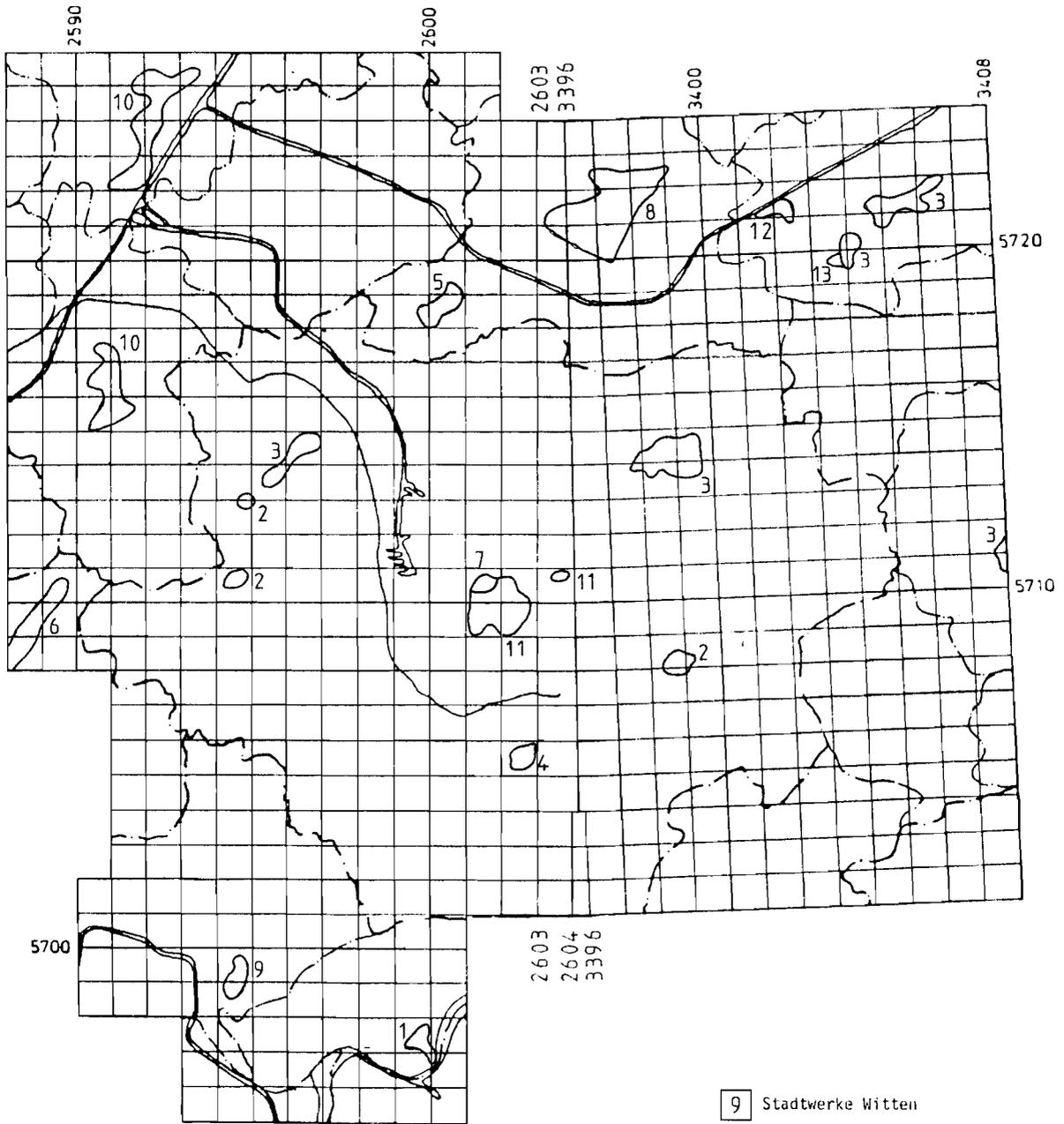
Gasversorgungsgebiete



- | | | |
|---------------------|---------------------|--|
| Stadtwerke Bochum | Stadtwerke Kamen | Stadtwerke Witten |
| Stadtwerke Dortmund | Stadtwerke Lünen | VEW Versorgungsgebiet Bochum |
| Stadtwerke Hagen | Stadtwerke Schwerte | VEW Versorgungsgebiet Dortmund |
| Stadtwerke Herne | Stadtwerke Unna | Westfälische Ferngas AG
(Ab 1985 Stadtwerke Iserlohn) |

Karte 3: Gasversorgung im Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost

Fernwärmeversorgungsgebiete



- | | | | | | |
|---|------------------------|---|---------------------|----|--------------------|
| 1 | Elektromark - AG Hagen | 5 | Ruhrkohle AG | 10 | VEBA - Fernheizung |
| 2 | Esso - Favorit | 6 | Stadtwerke Bochum | 11 | VEW |
| 3 | Fernwärme Niederrhein | 7 | Stadtwerke Dortmund | 12 | Zeche Hs. Aden |
| 4 | Hoesch Hüttenwerke AG | 8 | Stadtwerke Lünen | 13 | Zeche Gimberg |
| | | | | 9 | Stadtwerke Witten |

Karte 4: Fernwärmeversorgung im Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost

3.3.2. Ergebnisse im Basisjahr

Die kleinräumige Energieverteilung nach Energieträgern ist in den Karten 5 bis 10 (s. Anhang) dargestellt. Aus Karte 5 läßt sich ablesen, daß in nur einem Feld der Einsatz fester Brennstoffe den Wert $200 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ überschreitet, 15 Felder liegen im Bereich $100\text{--}200 \text{ TJ/a}$ und 67 im Bereich $50\text{--}100 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$. Schwerpunkte des Kohleneinsatzes bilden das Stadtzentrum von Dortmund sowie kleinere Bereiche von Castrop-Rauxel, Lünen und Bergkamen. Gegenüber den Erhebungen zum ersten Luftreinhalteplan [7] ergaben sich nur sehr geringfügige Veränderungen, die jedoch wegen der sehr unterschiedlichen Erhebungsmethoden nicht zu bewerten sind.

Beim Heizöl (Karte 6) ist ein starker Verbrauchsrückgang gegenüber dem 1. Luftreinhalteplan festzustellen. Es treten keine Einheitsflächen $> 200 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ auf gegenüber 17 im LRP I; im Bereich >100 bis $200 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ ging die Anzahl der Einheitsflächen von 66 auf 15 zurück. Im Bereich >50 bis $100 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ blieb die Anzahl der Flächen gleich. Es gelten hier die gleichen Einschränkungen hinsichtlich der Vergleichbarkeit wie bei der Kohle. Man kann davon ausgehen, daß der Heizölverbrauch bei der Ersterhebung überschätzt war.

Im Zeitraum zwischen den beiden Luftreinhalteplänen erfolgte eine starke Expansion des Gasverbrauchs (s. Karte 7). Im Bereich >100 bis $200 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ stieg die Anzahl der Einheitsflächen von 7 auf 46, im Bereich >50 bis $100 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ von 38 auf 80, fünf Flächen liegen über $200 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$. Die Schwerpunkte des Gasverbrauches liegen in Dortmund, Witten und Schwerte.

Karte 8 stellt die Verteilung der Fernwärme dar. Eine Fläche im Zentrum von Dortmund weist eine Energiedichte größer als $500 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ aus, 13 Flächen liegen im Bereich >50 bis $500 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$.

In Karte 9 wurde über alle emissionsrelevanten Energieträger aufsummiert. Die höchsten Energiedichten treten im Zentrum von Dortmund (2 Flächen) mit rund $600 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ auf. Im Vergleich mit dem LRP I kann man feststellen, daß der Verbrauch emissionsrelevanter Energieträger relativ stark zurückgegangen ist. Bei den Einheitsflächen $>100 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ ist ein Rückgang von 235 auf 181 festzustellen.

Karte 10 zeigt die Summe aller Energieträger. Die mit Abstand höchste Energiedichte ist mit $1002 \text{ TJ/a}\cdot\text{km}^2$ im Zentrum von Dortmund festzustellen.

4. Prognose des Energiebedarfs und des Einsatzes von Energieträgern

Die Prognose des Einsatzes von Energieträgern kann aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungstendenzen im Belastungsgebiet nicht mit einem pauschalen Ansatz erfaßt werden, sondern muß den jeweiligen kleinräumigen Entwicklungen Rechnung tragen.

Prognosedaten von Gemeinden und Städten beziehen sich in der Regel auf das Gesamtgebiet bzw. auf einzelne Stadtteile. Aufgabe der Prognose des Energiebedarfs und des Einsatzes von Energieträgern besteht darin, diese Prognosen auf die kleinräumigen Flächen der Planquadrante von 1km^2 nach einem überschaubaren und nachvollziehbaren Verfahren umzusetzen.

4.1. Darstellung des Prognoseverfahrens

Das Prognoseverfahren zur kleinräumigen Erfassung der Wärmebedarfsentwicklung und der eingesetzten Energieträger basiert auf Annahmen, die vorwiegend an die Bevölkerungsentwicklung und regionale Sondermaßnahmen (Sanierungen, Erweiterungen und Verdichtungen in Konzessionsgebieten für Fernwärme und Gas) gekoppelt sind.

Die kleinräumige Prognose wurde bis zum Jahr 1992 aufgrund folgender Prognoseannahmen getroffen:

- Eine Bevölkerungsabnahme zwischen 9 und 7 % verursacht zunächst eine prozentuale Änderung der beheizten Fläche in Höhe der Abwanderung. Der durchschnittlich personenbezogene Wohnflächenzuwachs erhöht den Anschlußwert um 3 % und kompensiert damit zum Teil den Bevölkerungsrückgang.
- Eine Bevölkerungsabnahme größer als 7 % verursacht ebenfalls zunächst eine prozentuale Änderung der beheizten Fläche in Höhe der Abwanderung; dagegen erhöht allerdings der Wohnflächenzuwachs den Anschlußwert in diesem Bereich um 5 %, da es sich bei derart hohen Abwanderungsquoten im Regelfall um über-völkerte Wohnquartiere handelt.
- Eine Bevölkerungszunahme verändert den Anschlußwert in Höhe der Zunahme zuzüglich 3 %. Ausnahme: Bei Einfamilienhausbebauung werden die 3 % nicht hinzugerechnet.
- Bei relativ alter Bausubstanz (Baujahr vor 1935) und/oder einem Einzelofenanteil von mehr als 50 % sinkt der Anschlußwert um 2 %, da in mindestens 20 % aller Gebäude im Durchschnitt energiesparende Maßnahmen durchgeführt werden.
- In sanierungsverdächtigen Problemgebieten ist eine Reduzierung des Wärmebedarfs von 5 % zu erwarten, da in 50 % der Gebäude weitere energiesparende Maßnahmen durchgeführt werden.
- In Sanierungsgebieten kann mit einer 10 %igen Reduzierung des Gesamtanschlußwerts gerechnet werden, da jede Wohnung von weiteren energiesparenden Maßnahmen betroffen ist.
- Die den Planquadranten zugeordneten Freiflächen für Wohnungsbau werden auf die Einwohner umgerechnet.

- In Mischgebieten stagniert der Anschlußwert. Der halbe Prozentsatz der Bevölkerungsänderung (nach Abzug der 3 % bzw. 5 %) wird auf die Anschlußwertänderung umgerechnet, da durch die Bevölkerungsänderung nur ein Teil der Planquadrate betroffen wird.
- Die Entwicklung des Energiebedarfs im Bereich Sonstige Kleinverbraucher folgt tendenziell der Entwicklung im Bereich der Haushalte bzw. Wohnungen, ausgenommen Städte von überregionaler Bedeutung.
- Energiebedarfsentwicklungen im Bereich Öffentlicher Gebäude (Öffentliche Einrichtungen) müssen durch Rücksprache bei den zuständigen Planungsämtern abgeschätzt werden.

4.2. Prognosevarianten

Da wegen der unübersichtlichen Entwicklungstendenzen auf dem Energiemarkt (Preisentwicklung) nur eine Bandbreite der möglichen Entwicklung abgeschätzt werden kann, werden bei der Durchführung der kleinräumigen Prognose zwei Varianten als obere bzw. untere Begrenzung dieses Bandes betrachtet (Trendvariante und Sparvariante).

- Trendvariante:

Bei der Trendvariante wird unterstellt, daß hinsichtlich der Entwicklung des spezifischen Energiebedarfs und seiner Determinanten der bisherige Trend des Energieeinsatzes beibehalten wird. Eine Einsparung an Energie ist in dieser Variante lediglich durch die Umstrukturierung von nicht-leitungsgebundenen zu leitungsgebundenen Energieträgern (besserer Wirkungsgrad) zu erwarten.

- Sparvariante: Hierbei wird unterstellt, daß im gesamten Bereich Haushalte, Öffentliche Gebäude und Sonstige Kleinverbraucher Energie eingespart wird, so daß neben dem Effekt struktureller Entwicklung noch zusätzliche Einsparmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Die Einsparrate wird in Anlehnung an [8] für

Haushalte	mit 5,0 % bis 1987
	mit 10,5 % bis 1992
Öffentliche Gebäude und Sonstige Kleinverbraucher	mit 4,0 % bis 1987
	mit 8,3 % bis 1992

bezogen auf die Trendprognose angenommen. Es wird unterstellt, daß in allen Bereichen Haushalte, Öffentliche Gebäude und sonstige Kleinverbraucher diese Einsparrate realisiert werden kann.

4.3. Durchführung der Prognose für die Jahre 1987 und 1992

4.3.1. Prognose der Entwicklung des Anschlußwertes in kleinräumiger Darstellung

Die in den großräumigen Abschätzungen erwartete Bevölkerungsentwicklung wird unter Berücksichtigung der örtlichen Flächennutzungs- und Bebauungsplanung auf die kleinräumige Ebene der Planquadrate übertragen. Die Annahme der oben entwickelten Annahmenliste werden den einzelnen Planquadraten zugeordnet. Die Zuordnung wird nach vorheriger Befragung der für Planung zuständigen Behörden und Ämter sowie Auswertung vorliegender Unterlagen (Versorgungskonzepte usw.) vorgenommen.

Der zukünftige kleinräumige Energieträgereinsatz wird auf der Basis der aus den Annahmen ermittelten Wachstums- oder Schrumpfraten prognostiziert. Die Umrechnung von Anschlußwerten in Endenergiebedarf erfolgt über die Benutzungsstunden des Anschlußwertes.

4.3.2. Prognose der Energieträgeraufteilung in kleinräumiger Darstellung

Zur Aufteilung der Energieträger werden zwei Arbeitsschritte durchgeführt: Befragung der im Untersuchungsraum ansässigen Energieversorgungsunternehmen über deren Ausbaupläne für leitungsgebundene Energieträger und Auswertung vorhandener Versorgungskonzepte.

Anschließend erfolgt die Abgrenzung der leitungsgebundenen Energieträger auf der kleinräumigen Basis der Planquadrate durch Auswertung von vorhandenen Versorgungskonzepten.

4.3.3. Plausibilitätsabgleich

In dieser Arbeitsstufe werden die Ergebnisse der kleinräumigen Prognosen aufaddiert und mit vorliegenden Trends und Prognosewerten der Städte und Gemeinden und der Literatur auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Gegebenenfalls werden noch notwendige Korrekturen vorgenommen.

Dieser Plausibilitätsvergleich kann im Bereich des Luftreinhalteplanes nur in den Gebieten voll durchgeführt werden, die vollständig im Untersuchungsraum liegen.

4.4. Ergebnisse der Prognose

Nach den Vorausschätzungen der Kommunen (s. Tabelle 2) wird ein Absinken der Bevölkerungszahl für das gesamte Belastungsgebiet um nahezu 5 % erwartet. Überdurchschnittliche Verluste weisen die Städte Herne mit 8,9 %, Dortmund mit 7,6 % und Castrop-Rauxel mit 6,6 % aus. Mit Zugewinn rechnen die Städte Wetter (11 %), Holzwickede (10,1 %) und Waltrop (4,4 %).

T a b e l l e 2: Prognose der Entwicklung der Einwohnerzahlen in den im Belastungsgebiet liegenden Teilgebieten

O r t	Stand 1982	Stand 1987	Stand 1992
Bergkamen	45 103	45 060	44 970
Bochum	52 333	51 025	49 716
Castrop-Rauxel	80 386	77 653	75 080
Datteln	32 433	32 433	32 271
Dortmund	630 653	606 688	582 723
Fröndenberg	164	164	164
Hagen	8 583	keine Ang.	keine Ang.
Herdecke	24 706	24 805	24 904
Herne	8 783	8 379	8 001
Holzwickede	17 908	18 803	19 717
Iserlohn	5 448	5 448	5 448
Kamen	33 266	33 100	32 500
Lünen	88 298	87 857	86 620
Oer-Erkenschwick	3 560	3 560	3 560
Recklinghausen	5 241	5 110	4 979
Schwerte	32 028	32 316	32 669
Selm	584	595	613
Unna	13 734	keine Ang.	keine Ang.
Waltrop	28 737	29 369	30 000
Werne	162	162	162
Wetter	16 626	17 540	18 455
Witten	92 079	90 053	89 225
insgesamt	1 220 815	1 192 437*	1 164 094*

* In den Summen sind die Städte Hagen und Unna mit ihrem Einwohneranteil aus 1982 berücksichtigt.

T a b e l l e 3: Energieträgereinsatz im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch im Belastungsgebiet in TJ/a

	Öl	Kohle	Gas	Fern- wärme	Nacht- strom	übrig. strom	Gesamt
Stand 1982	14 490	13 810	19 440	3 070	1 900	7 920	60 630
obere Prog- nose 1987	13 290	12 650	21 510	3 340	2 090	8 770	61 650
untere Prog- nose 1987	12 670	12 050	20 480	3 190	1 990	8 370	58 750
obere Prog- nose 1992	11 600	11 010	23 510	3 480	2 290	9 530	61 420
untere Prog- nose 1992	10 470	9 930	21 150	3 150	2 050	8 600	55 350

4.4.1. Darstellung des Energiebedarfs

Der Gesamtenergiebedarf ist in Tabelle 3 dargestellt. Aus der Tabelle ergibt sich, daß der Anteil des Heizöls im Mittel von 24 % im Jahre 1982 auf 19 % im Jahre 1992 und der Kohle von 23 % auf 18 % absinken wird, wenn die Ausbaupläne der Energieversorgungsunternehmen (EVU) realisiert werden.

Ansteigen werden die Anteile des Gaseinsatzes (von 32 % auf 38 %) sowie der Fernwärmeversorgung (von 5,1 % auf 5,7 %). Diese Umschichtung der Energieträger wird bei einem etwa stagnierenden bis leicht sinkenden Gesamtenergiebedarf stattfinden.

Die zu erwartenden Veränderungen gegenüber der Ausgangssituation 1982 werden aus der Darstellung der Trendvariante und der Sparvariante in Tabelle 4 deutlich. In beiden Fällen zeigt sich, daß ein verstärkter Einsatz der leitungsgebundenen Energieträger Gas, Fernwärme und Nachtstrom zu erwarten ist. Insbesondere zeigt die Sparvariante, daß bei konsequenter Anwendung einer Energiesparstrategie (verstärkte Wärmedämmung, energiebewußtes Verhalten der Verbraucher usw.) in 10 Jahren nahezu ein Einsparpotential von 10 % realisierbar ist. Hierbei zeigt sich, daß durchaus Steigerungen der Nutzenergien Licht und Kraft zu erwarten sind, während das eigentliche Sparpotential bei Heizung und Warmwasserbereitung vorhanden ist.

Tabelle 5 macht deutlich, daß sich die Verstärkung des Anteils der leitungsgebundenen Energieträger zu Lasten von Kohle und Heizöl in allen drei Teilsektoren vollzieht.

Werden die mit vorliegender Untersuchung ermittelten Werte für 1982 sowie die Prognosewerte für 1987 mit den Daten verglichen, die im LRP I von der Basis 1978 prognostiziert wurden, erhält man das Ergebnis der Tabelle 6. Es zeigt sich, daß für die Jahre 1982 und 1987 zwischen beiden Energiebedarfsermittlungen bzw. -prognosen erhebliche Differenzen bestehen. So ergibt sich bei der vorliegenden Abschätzung des Gesamtenergiebedarfs für 1982 ein um 17 % niedrigerer Wert als im LRP I. Offensichtlich scheint beim LRP I eine Überschätzung aufgrund der von Kesselleistungen ausgehenden Berechnung vorzuliegen.

Des weiteren könnte die Abweichung zusätzlich durch die im LRP I angewandte Methode der Trendextrapolation für das gesamte Belastungsgebiet beeinflusst worden sein.

Größere Differenzen ergeben sich ebenfalls bei der Aufteilung der Energieträger. Der Anteil des Gases an der Energieversorgung ist im LRP I erheblich unterschätzt worden.

Für die kleinräumige Darstellung der Ergebnisse wird der arithmetische Mittelwert aus den beiden Varianten verwendet. In den Karten 11 bis 16 (im Anhang) wird für das Jahr 1992 der prognostizierte Energieverbrauch der einzelnen Energieträger dargestellt. Karte 11 zeigt die Situation für feste Brennstoffe. Der Einsatz fester Brennstoffe wird bis 1992 weiter zurückgehen, über 200 TJ/a

T a b e l l e 4: Zu erwartende Veränderungen des Energieträgereinsatzes gegenüber 1982

	Oel %	Kohle %	Gas %	Fern- wärme %	Nacht- strom %	Strom %	Gesamt %
Stand 1982	100	100	100	100	100	100	100
Progn. 1987 Trendvariante	91,7	91,6	110,6	108,8	110,0	110,7	101,7
Sparvariante	87,4	87,3	105,3	103,9	104,7	105,7	96,9
Progn. 1992 Trendvariante	80,1	79,7	120,9	113,4	120,5	120,3	101,3
Sparvariante	72,3	71,9	108,8	102,6	107,9	108,6	91,3

T a b e l l e 5: Energieträgereinsatz in den Teilbereichen Haushalte, Kleinverbraucher und Öffentliche Gebäude im Belastungsgebiet in TJ/a

	Heizöl	Kohle	Gas	Fern- wärme	Strom	Gesamt
Haushalte						
1982	9330	10120	15520	1480	6880	43330
1987	8340	8920	16750	1630	7410	43050
1992	7030	7400	17710	1680	7790	41610
Sonst. Kleinverbraucher						
1982	3380	3100	2030	620	1610	10740
1987	3180	2910	2230	620	1780	10720
1992	2900	2640	2410	620	1920	10490
Öffentl. Gebäude						
1982	1780	590	1890	970	1330	6560
1987	1450	520	2020	1020	1430	6440
1992	1100	430	2200	1030	1530	6290

T a b e l l e 6: Vergleich der Energiebedarfsprognosen für das Belastungsgebiet

	LRP I		LRP II	
	Prognose 1982	Prognose 1987	Ist 1982	Prognose 1987
Gesamtenergiebedarf in TJ/a	72974	77524	60630	60210
davon in %				
Heizöl	45,9	43,7	23,9	21,6
Kohle	17,2	14,9	22,8	20,5
Gas	18,0	19,8	32,1	34,9

wird für keine Fläche mehr ausgewiesen, die Anzahl Einheitsflächen im Bereich >100-200 TJ/a geht von 15 auf 3 zurück, im Bereich >50-100 TJ/a erfolgt ein Rückgang von 67 auf 44 Einheitsflächen. Schwerpunkte des Kohleneinsatzes bleiben das Zentrum von Dortmund sowie Teilbereiche von Castrop-Rauxel, Lünen und Bergkamen.

Karte 12 zeigt die Situation beim Heizöl. Auch hier wird ein beträchtlicher Rückgang prognostiziert, gegenüber 1982 mit 72 Einheitsflächen über 50 TJ/a werden für 1992 nur noch 40 Einheitsflächen erwartet. Im Bereich >100-200 TJ/a geht die Zahl der Einheitsflächen von 15 auf 3 zurück.

Beim Gas, Karte 13, wird ein Anstieg der Einheitsflächen über 50 TJ/a von 131 auf 162 erwartet; im Bereich >200-500 TJ/a wird die Zahl der Einheitsflächen von 5 auf 6 steigen. Auch bei der Fernwärme, Karte 14, wird sich die Zahl der Einheitsflächen über 50 TJ/a erhöhen, und zwar von 14 auf 19.

Bei der Summe der emissionsrelevanten Energieträger, Karte 15, ist ein deutlicher Rückgang der Energiedichte zu erkennen. Die Zahl der Einheitsflächen größer 100 TJ/a wird von 181 auf 153 zurückgehen, es wird allerdings weiterhin zwei Felder im Zentrum von Dortmund mit einer Energiedichte >500 TJ/a geben.

In Karte 16 ist der Gesamtenergieeinsatz dargestellt. Im Vergleich zum Jahr 1982 sind die Veränderungen bei der Energieverteilung nur geringfügig. Lediglich im Bereich >200 TJ/a ist ein Rückgang der Einheitsflächen von 88 auf 74 zu erwarten.

Insgesamt gesehen traten relevante Veränderungen nur zwischen den Energieträgern auf, und zwar ist die Verlagerung zu "emissionsfreien" bzw. emissionsarmen, d.h. im wesentlichen leitungsgebundenen Energieträgern eindeutig erkennbar.

5. E m i s s i o n s f a k t o r e n

Die gegebene Aufteilung des Energieverbrauchs auf die Teilsektoren Haushalte, Öffentliche Gebäude und sonstige Kleinverbraucher macht es möglich, über unterschiedliche Emissionsfaktoren die Bereiche in den Jahresemissionen getrennt darzustellen. Dies erscheint besonders relevant für den Teilsektor private Haushalte, da sich hier die Struktur der Heizungsanlagen deutlich von der der beiden anderen Teilsektoren unterscheidet. Insofern konnten die Emissionsfaktoren der 5. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - 5. BImSchVwV - aus dem Jahre 1979, die der heutigen Ofen- und Heizungsanlagengeneration nicht mehr gerecht werden, keine Anwendung finden. Neben der belastungsgebietsbezogenen Berücksichtigung dieser Tatsache wurden die Emissionsfaktoren auch entsprechend dem speziellen Brennstoffeinsatz im Belastungsgebiet ermittelt. Insbesondere berücksichtigen die Emissionsfaktoren für den Brennstoff "Kohle" für Haushaltsfeuerungen zum einen die verschiedenen Kohlesorten und zum anderen die Vielzahl der haushaltsüblichen Einzelöfen, die ungeregelt und meist nur im Teillastbetrieb betrieben werden.

T a b e l l e 7: Spezifische Emissionsfaktoren für Haushaltsfeuerungen in kg/TJ

	Kohle	Heizöl EL	Gas
SO ₂	510	140	0,6
NO _x	60	50	30
CO	9 810	75	45
Festst.	230	2,0	0,1
OGD	120	14	1,5
Pb	0,079	0	0
Zn	0,042	0	0
Cd	0,003	0	0
F ⁻	1,6	0	0

T a b e l l e 8: Spezifische Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Öffentlichen Gebäuden und bei sonstigen Kleinverbrauchern in (kg/TJ)

	Kohle	Heizöl EL	Gas
SO ₂	550	140	7
NO _x	100	80	100
CO	130	20	10
Festst.	50	3	0,2
OGD	30	14	2,0
Pb	0,07	0	0
Zn	0,04	0	0
Cd	0,0011	0	0
F ⁻	1,7	0	0

T a b e l l e 9: Spezifische Emissionsfaktoren für Kohlefeuerungen in Haushalten in den einzelnen Gemeinden in (kg/TJ)

	SO ₂	NO _x	CO	Festst.	OGD	Pb	Zn	Cd	F ⁻
Dortmund	510	59	9800	210	115	0,079	0,041	0,0031	1,62
Bergkamen	519	62	9870	295	109	0,081	0,043	0,0023	1,65
Lünen	512	59	9810	235	133	0,078	0,041	0,0030	1,62
Datteln	510	59	9810	254	177	0,077	0,040	0,0029	1,62
Waltrop	520	63	9840	185	87	0,082	0,044	0,0023	1,64
Castrop-Rauxel	515	60	9800	214	120	0,080	0,042	0,0032	1,62
Witten	541	56	9800	197	151	0,086	0,045	0,0058	1,62
Schwerte	547	53	9790	188	164	0,087	0,046	0,0070	1,61

Dank der Mithilfe der Ruhrkohle-Verkauf-GmbH Essen war es ferner möglich, die Emissionsfaktoren für den Bereich Haushalte weiter zu regionalisieren, da aufgrund der Absatzstatistik der Anteil der einzelnen Kohlesorten in den einzelnen Gemeinden ermittelt werden konnte. Dabei wurde vorausgesetzt, daß in erster Näherung die Anteile beim Absatz mit den Anteilen beim Einsatz identisch sind.

Bei den Emissionsfaktoren des Brennstoffes "Heizöl EL" sind bei Haushaltsfeuerungen verstärkt Verdampfungsbrenner zu berücksichtigen, während bei Feuerungsanlagen in öffentlichen Gebäuden und Gewerbebetrieben von Zerstäubungsbrennern auszugehen ist.

Unter der Rubrik "Gas" wurde für die Bestimmung der Emissionsfaktoren für Haushaltsfeuerungen ausschließlich Erdgas berücksichtigt, während bei Feuerungsanlagen in öffentlichen Gebäuden und Gewerbebetrieben im betroffenen Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost neben Erdgas auch Stadtgas und Gichtgas mit erhöhtem Schwefelgehalt Verwendung finden.

Aus diesen Gründen werden spezifische Emissionsfaktoren für Haushalte (Tabelle 7) und Feuerungsanlagen in öffentlichen Gebäuden und bei sonstigen Kleinverbrauchern (Tabelle 8) angegeben. Bei der Kohle werden zusätzlich zu dem Mittelwert in Tabelle 7 gemeindespezifisch Emissionsfaktoren ausgewiesen (Tabelle 9).

Die stärksten Schwankungen treten bei NO_x , Feststoffen und OGD auf, die Abweichungen vom Gebietsmittelwert betragen bei den Feststoffen - 20 bis + 28 % und bei den OGD - 27,5 bis 47,5 %. Diese Zahlen beweisen die Bedeutung einer weitgehenden Regionalisierung der Emissionsfaktoren, insbesondere auch im Hinblick auf die Aufdeckung von Emissionsschwerpunkten, bei denen Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden könnten.

Für den Prognosezeitraum wurden insgesamt keine Veränderungen bei den Emissionsfaktoren angenommen.

6. J a h r e s e m i s s i o n e n

Auf der Basis der ermittelten und prognostizierten Verbrauchszahlen für die einzelnen Energieträger wurden in Verbindung mit den Emissionsfaktoren die Jahresemissionen der einzelnen Schadstoffe berechnet. Die Ergebnisse für das Gesamtgebiet wurden in den Tabellen 10-12 zusammengestellt.

Für alle Schadstoffe werden zurückgehende Emissionen prognostiziert. Der stärkste Rückgang wird beim CO mit ca. 27 % über den gesamten Zeitraum erwartet, dicht gefolgt von den Feststoffen mit 26 %, den organischen Gasen und Dämpfen mit 25 % und dem SO_2 mit 24 %. Der geringste Rückgang ist mit 11 % beim NO_x zu erwarten. Die Emissionsentwicklung wird weitgehend durch die Verlagerung des Energieträgereinsatzes von stark emittierenden zu den leitungsgebundenen wenig bzw. am Verbrauchsort nicht emittierenden Energieträgern bestimmt.

T a b e l l e 10: Jahresemissionen 1982 in (t/a)

	Kohle	Heizöl	Gas	Summe
SO ₂	7 190	2 030	40	9 260
NO _x	970	880	860	2 710
CO	99 760	800	740	101 300
OGD	1 330	200	30	1 560
F ⁻	22	-	-	22
Feststoffe	2 510	40	<10	2 550
Zn	0,573	-	-	0,573
Pb	1,058	-	-	1,058
Cd	0,034	-	-	0,034

T a b e l l e 11: Jahresemissionen 1987 in (t/a)

	Kohle	Heizöl	Gas	Summe
SO ₂	6 430	1 820	40	8 290
NO _x	880	790	920	2 590
CO	87 980	720	800	85 500
OGD	1 170	180	40	1 390
F ⁻	20	-	-	20
Feststoffe	2 230	30	<10	2 260
Zn	0,512	-	-	0,512
Pb	0,945	-	-	0,945
Cd	0,031	-	-	0,031

T a b e l l e 12: Jahresemissionen 1992 in (t/a)

	Kohle	Heizöl	Gas	Summe
SO ₂	5 460	1 550	40	7 050
NO _x	750	670	990	2 410
CO	73 030	610	840	74 480
OGD	980	160	40	1 180
F ⁻	17	-	-	17
Feststoffe	1 860	30	<10	1 890
Zn	0,434	-	-	0,434
Pb	0,800	-	-	0,800
Cd	0,026	-	-	0,026

T a b e l l e 13: Vergleich der Emissionsprognosen; Vergleich mit den Daten des LRP I

	Prognose 1982	LRP I Prognose 1987	Ist 1982	LRP II Prognose 1987
SO ₂	10 644	10 188	9 260	8 290
NO _x	2 791	2 814	2 710	2 590
CO	125 900	114 341	101 300	89 500
OGD	2 817	2 635	1 560	1 390
Feststoffe	2 779	2 553	2 550	2 260

Der Vergleich zwischen der Prognose 1982 aus dem LRP I und dem Istzustand 1982 ergibt niedrigere Emissionen als prognostiziert (vgl. Tabelle 13). Die Abweichung sind sehr unterschiedlich, sie liegen zwischen 3 % beim NO_x und 45 % bei den OGD. Die geringe Emissionsverminderung beim NO_x ergibt sich durch den Gasanteil bei den Energieträgern. Der Gasverbrauch liegt um 48 % höher als prognostiziert und hat an den emittierenden Energieträgern mit 41 % den höchsten Anteil. Rechnerisch ergibt sich beim Gas ein Anstieg der NO_x -Emissionen um 118 %. Die NO_x -Emissionen aus Heizölfeuerungen lagen etwa nur bei der Hälfte der prognostizierten Menge. Aus heutiger Sicht ist festzustellen, daß der Gasverbrauch im LRP I stark unterschätzt und der Heizölverbrauch entsprechend stark überschätzt wurde, bedingt auch durch das Erhebungssystem zum Emissionskataster im LRP I. Die starke Verminderung der OGD-Emissionen ist im wesentlichen auf einen zu hoch angesetzten Emissionsfaktor für Steinkohle im LRP I zurückzuführen, außerdem liegt der tatsächliche Kohleverbrauch um ca. 10 % unter dem prognostizierten. Die anderen Energieträger haben keinen wesentlichen Einfluß auf die OGD-Emissionen.

In den Karten 17 bis 26 im Anhang sind die kleinräumigen Entwicklungen dargestellt. Beim SO_2 , Karten 17 und 18, gab es im Jahre 1982 insgesamt 390 Einheitsflächen mit einer Emission größer $5 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$. Davon lagen 35 Flächen über $50 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ im Zentrum von Dortmund. Bis 1992 reduziert sich die Zahl der Einheitsflächen größer $5 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ auf 338 mit 14 Flächen größer $50 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ und einem Spitzenwert von ca. $103 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ wiederum im gleichen Quadranten. Es zeichnet sich also eine deutliche Verbesserung der Emissionssituation ab. Beim NO_x , Karten 19 und 20, geht die Belastung ebenfalls zurück. Die Anzahl der Einheitsflächen mit einer Emissionsdichte größer $5 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ vermindert sich von 167 auf 144. Bei den Flächen größer $20 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ erfolgt eine Reduzierung von 9 auf 5 Einheitsflächen. Das heißt, auch der Anteil der hochbelasteten Flächen geht deutlich zurück. Auch bei den Feststoffemissionen, Karten 21 und 22, zeichnet sich ein deutlicher Rückgang der Emissionsdichten ab, und zwar geht die Anzahl der Einheitsflächen größer $5 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ von 150 auf 103 zurück; bemerkenswert ist der Rückgang bei den höchstbelasteten Flächen größer $20 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ von 12 auf 2. Beim CO, Karten 23 und 24, ist ein Rückgang bei der Anzahl der Einheitsflächen größer $50 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ von 393 auf 340 zu verzeichnen, die Anzahl der hochbelasteten Flächen größer $500 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ geht von 37 auf 24 zurück.

Bei den Organischen Gasen und Dämpfen, Karten 25 und 26, wird ein Rückgang bei der Anzahl der Einheitsflächen größer $5 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ von 86 auf 42 erwartet, eine Belastung größer $15 \text{ t/a}\cdot\text{km}^2$ wird nur in einer Fläche ausgewiesen.

Die in den Karten 17 bis 26 dargestellten Jahresemissionen sind auf der Basis von über das Gesamtgebiet gemittelten Emissionsfaktoren gerechnet worden. Legt man die in Tabelle 9 aufgeführten differenzierten Emissionsfaktoren zugrunde, ergeben sich für die Teilregionen entsprechende positive und negative Abweichungen. In den Karten 27 und 28 sind für das Bezugsjahr 1982 und für die Emissionskomponenten Feststoffe und OGD die Jahresemissionen auf dieser Basis dargestellt und die positiven und negativen Abweichungen gekennzeichnet. Bei den Feststoffen ergeben sich die höheren Werte im Bereich Kamen-Bergkamen und Lünen sowie Dateln-Waltrop. Bei den Organischen Gasen und Dämpfen zeigt sich ein anderes Bild,

T a b e l l e 14: Energiespezifische Emissionsfaktoren für Fernwärme und Strom in kg/MWh

	SO ₂	NO _x	CO	OGD	F ⁻	Staub
Fernwärme						
1982	1,4	0,81	0,033	0,013	0,0074	0,0685
1987	1,4	0,71	0,033	0,013	0,0071	0,0634
1992	0,7	0,42	0,027	0,012	0,0015	0,035
Strom						
1982	8,03	4,4	0,12	0,031	0,067	0,41
1987	5,2	3,8	0,10	0,026	0,043	0,27
1992	1,6	0,7	0,085	0,021	0,008	0,12

hier liegen die höheren Werte in den Bereichen Datteln - Oer-Erkenschwick, Lünnen, Witten, Herdecke und Schwerte.

In einer weiteren Untersuchung wird nun der Einfluß der im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher eingesetzten - hier emissionsfreien - Energieträger Strom und Fernwärme auf die Gesamtemission bei deren Umwandlung abgeschätzt.

Für die Ermittlung der spezifischen Emissionsfaktoren werden die im Belastungsgebiet befindlichen Kraftwerke, Heizkraftwerke, Heizwerke und Abwärmelieferanten berücksichtigt. Abwärmelieferanten werden als Emittenten nicht berücksichtigt; Heizwerke werden mit 100 % ihrer Emissionen berücksichtigt, bei Heizkraftwerken erfolgt eine anteilmäßige Aufteilung der Emissionen auf Fernwärme und Strom unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Wirkungsgrade.

Für die Prognosejahre wurde eine Emissionsreduzierung auf der Basis des Emissionsminderungsplanes zur Durchführung der Großfeuerungsanlagenverordnung angenommen. Alle Faktoren gelten nur für die Struktur der Energieumwandlungsanlagen im Belastungsgebiet RG Ost und sind nur für eine orientierende Abschätzung geeignet. In Tabelle 14 sind die ermittelten Faktoren zusammengestellt.

Mit Hilfe dieser spezifischen Emissionsfaktoren wurde eine Abschätzung der Emissionen vorgenommen. In Tabelle 15 sind die Ergebnisse zusammengestellt; zum Vergleich wurden die Emissionen aus der direkten Verbrennung gegenübergestellt. Es zeigt sich, daß die Fernwärme keinen wesentlichen Beitrag zur Gesamtemission liefert. Mit ca. 5 % Anteil ist sie beim NO_x am stärksten vertreten, dieser Anteil steigt bis 1992 auf ca. 8 %, allerdings bei Verminderung des Absolutwertes um ca. 40 %. Die durch die Stromerzeugung verursachten SO₂-Emissionen sind mehr als doppelt so hoch wie die aus der direkten Verbrennung. Der Anteil an der Gesamtemission betrug im Basisjahr 1982 ca. 68 %. Durch die Maßnahmen im Zusammenhang mit der Durchführung der Großfeuerungsanlagenverordnung wird mit einem starken Rückgang um ca. 80 % gerechnet. Der Anteil liegt 1992 bei 39 %, d.h., über die Hälfte der SO₂-Emissionen stammt dann aus der Direktverbrennung.

T a b e l l e 15: Durch Energieverbrauch insgesamt verursachte Emissionen in (t/a) im gesamten Belastungsgebiet

	Direkte Verbr.	Fernwärme	Strom	Summe	Direkte Verbr.	Fernwärme	Strom	Summe	Direkte Verbr.	Fernwärme	Strom	Summe
	1982				1987				1992			
SO ₂	9 260	1 200	21 900	32 360	8 290	1 270	15 330	24 890	7 050	650	5 000	12 700
NO _x	2 710	690	12 000	15 400	2 590	640	11 200	14 430	2 420	390	2 180	4 990
CO	101 300	30	330	101 660	89 500	30	290	89 820	74 500	20	260	74 780
OGD	1 560	10	80	1 650	1 390	10	80	1 480	1 170	10	70	1 250
F ⁻	22	6	183	211	20	6	127	153	17	1	25	43
Feststoffe	2 550	60	1 120	3 730	2 260	60	800	3 120	1 890	30	370	2 290

T a b e l l e 16: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch und an den Emissionen in %

	Energie- verbrauch	SO ₂	NO _x	CO	OGD	F ⁻	Festst.
Kohle							
1982	22,8	22,2	6,3	98,1	80,3	10,5	67,4
1992	17,9	43,0	15,0	97,7	78,3	39,5	81,1
Heizöl							
1982	23,9	6,3	5,7	0,8	12,3	-	0,9
1992	18,9	12,2	13,5	0,8	12,4	-	1,2
Gas							
1982	32,1	0,1	5,6	0,7	1,9	-	< 0,1
1992	38,2	0,3	19,9	1,1	2,9	-	0,1
Fernwärme							
1982	5,1	3,7	4,5	0,1	0,6	2,8	1,6
1992	5,7	5,1	7,8	0,1	0,8	2,3	1,4
Strom							
1982	16,2	67,7	77,9	0,3	4,9	86,7	30,0
1992	19,3	39,4	43,8	0,3	5,6	58,1	16,2

Bei den NO_x-Emissionen liegt der Anteil für die Erzeugung des Stromes mit rd. 78 % noch höher. Bis 1992 wird er aufgrund der Entstickungsmaßnahmen in Kraftwerken auf ca. 44 % zurückgehen, bei einer Absenkung der NO_x-Emissionen in diesem Bereich um ebenfalls ca. 80 %. Die direkte Verbrennung wird dann einen Anteil von ca. 49 % haben.

Die Emissionen an CO und Organischen Gasen und Dämpfen wird zu fast 100 % durch die Direktverbrennung bestimmt, und zwar in allen Bezugsjahren. Auch bei den Feststoffen wird der größte Anteil von der direkten Verbrennung beigetragen. Durch die Maßnahmen bei den Kraftwerken steigt der Anteil in den Prognosejahren noch an.

Betrachtet man nun den Anteil der einzelnen Energieträger am Gesamtenergieverbrauch und an den Gesamtemissionen (Tabelle 16), muß man feststellen, daß durch den Stromverbrauch stark überproportionale Emissionsanteile verursacht werden, und zwar bei den Schadstoffen SO₂, NO_x, F⁻ und im Basisjahr auch noch bei den Feststoffen.

Da die Abgase in den Kraftwerken über hohe Schornsteine abgeführt werden, wirken sich diese Emissionen jedoch immissionsseitig nur in geringerem Maße aus.

Die Emissionen von CO und OGD werden im wesentlichen durch die Kohleverbrennung verursacht.

S c h r i f t t u m

- [1] GERTEC GmbH Essen:
Ermittlung des Wärmebedarfs im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher
im Belastungsgebiet Ruhrgebiet Ost Dezember 1984.
Im Auftrag der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NRW, Essen
1986.

- [2] SCHADE, H.:
Prognose der Schadstoffemissionen aus Verbrennungsanlagen im Bela-
stungsgebiet Rheinschiene Süd.
LIS-Berichte Nr. 48 (1984) der Landesanstalt für Immissionsschutz des
Landes NRW, 108 S.

- [3] AGF/ASA:
Angewandte Systemanalyse - Ausbau des Sekundärenergiesystems.
Köln, Juli 1979.

- [4] BGW:
Gasstatistik für die Bundesrepublik Deutschland (1983).

- [5] AGFW:
Statistik der Fernwärmeversorgung 1982.

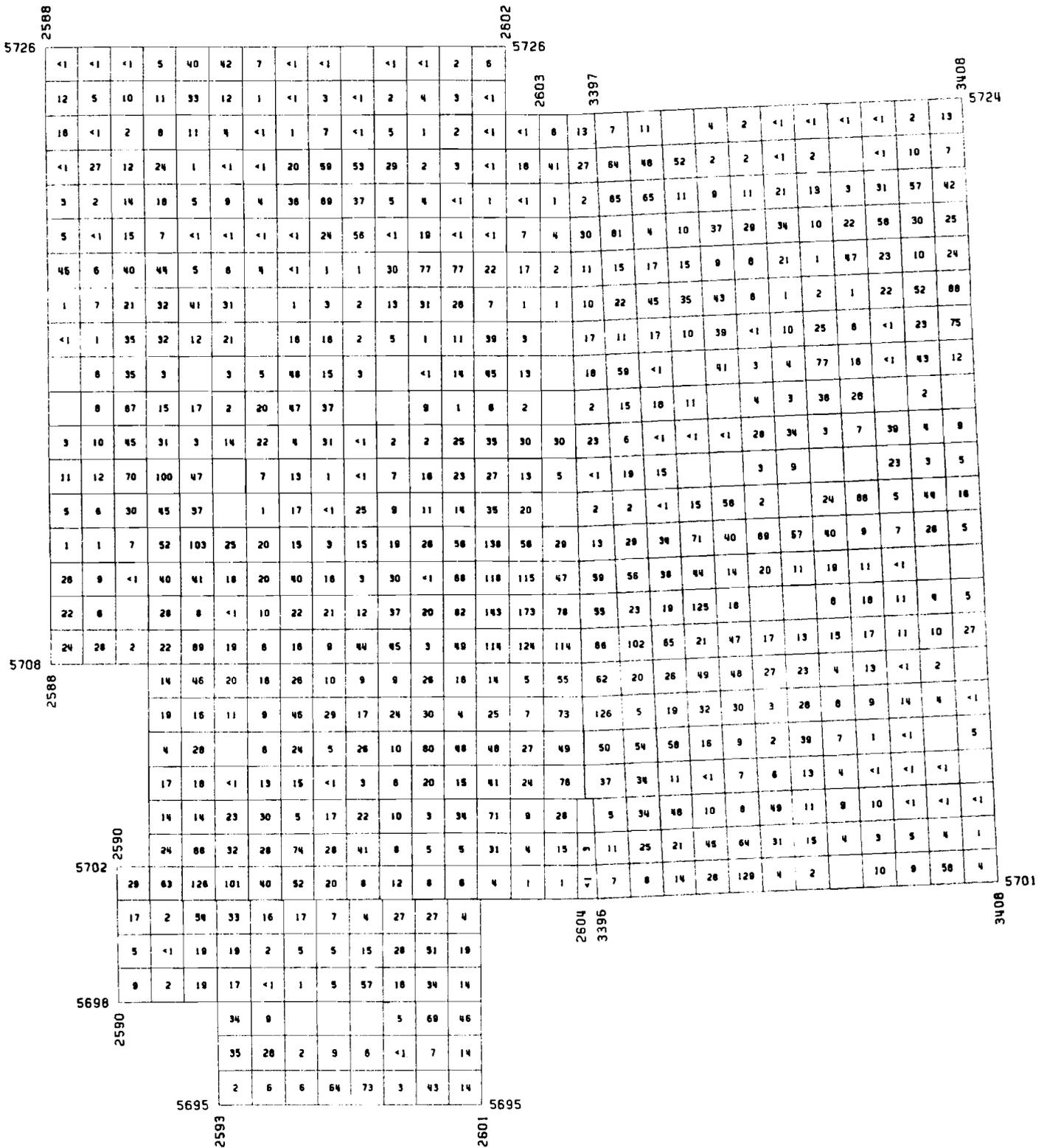
- [6] Parameterstudien "Örtliche und regionale Versorgungskonzepte für Nie-
dertemperaturwärme" der Arbeitsgemeinschaft VDEW/BGW/AGFW sowie
Fichtner/Prognos Frankfurt 1984.
Hrsg.: Bundesminister für Forschung und Technologie.

- [7] Luftreinhalteplan Ruhrgebiet Ost 1979-1983 Dortmund.
Hrsg.: Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nord-
rhein-Westfalen, Düsseldorf 1978.

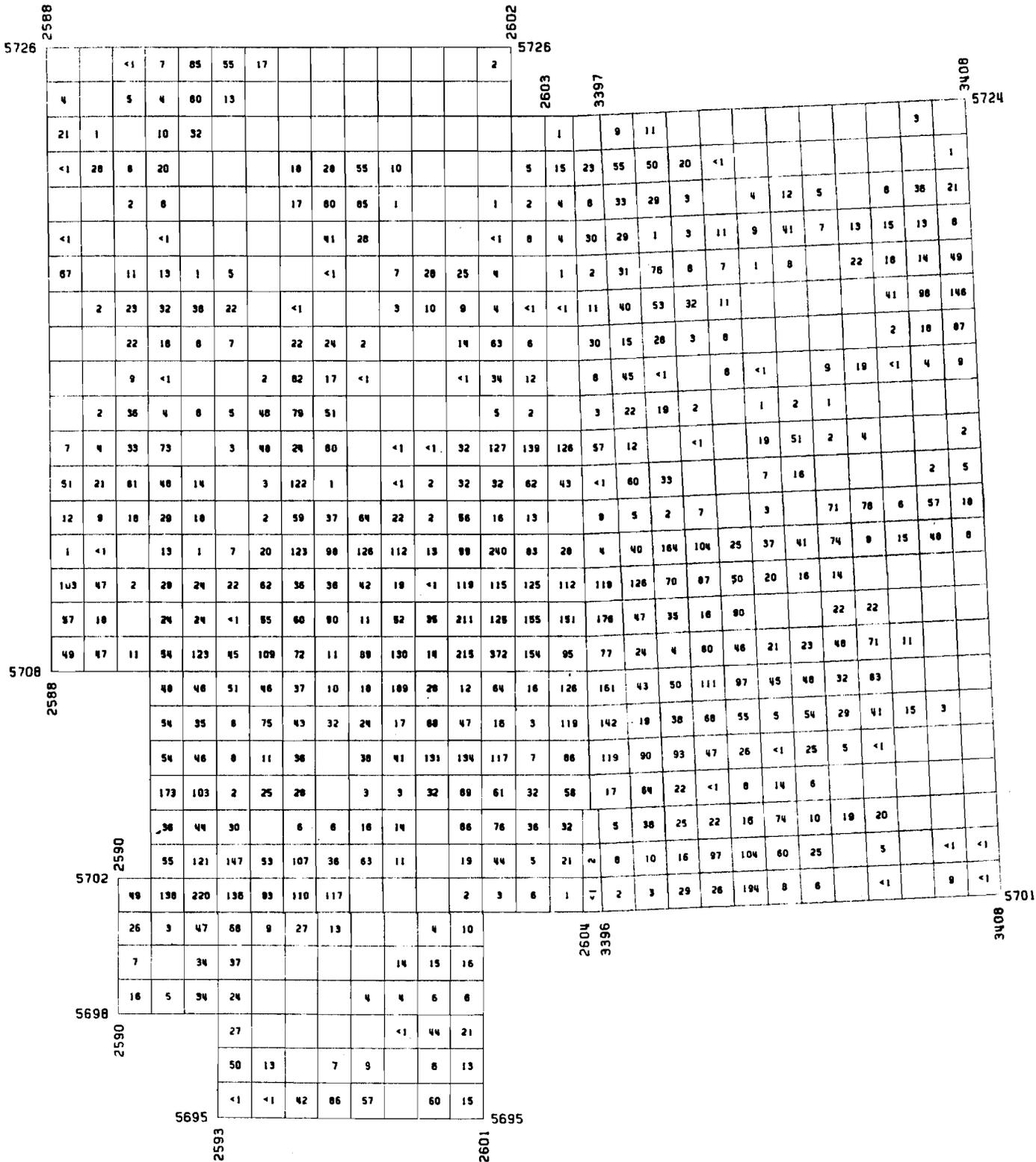
- [8] Zur Sache - Zukünftige Kernenergiepolitik, Teil 1 und 2 (Prognoseteil).
Hrsg.: Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages, Bonn 1980.

K a r t e n a n h a n g

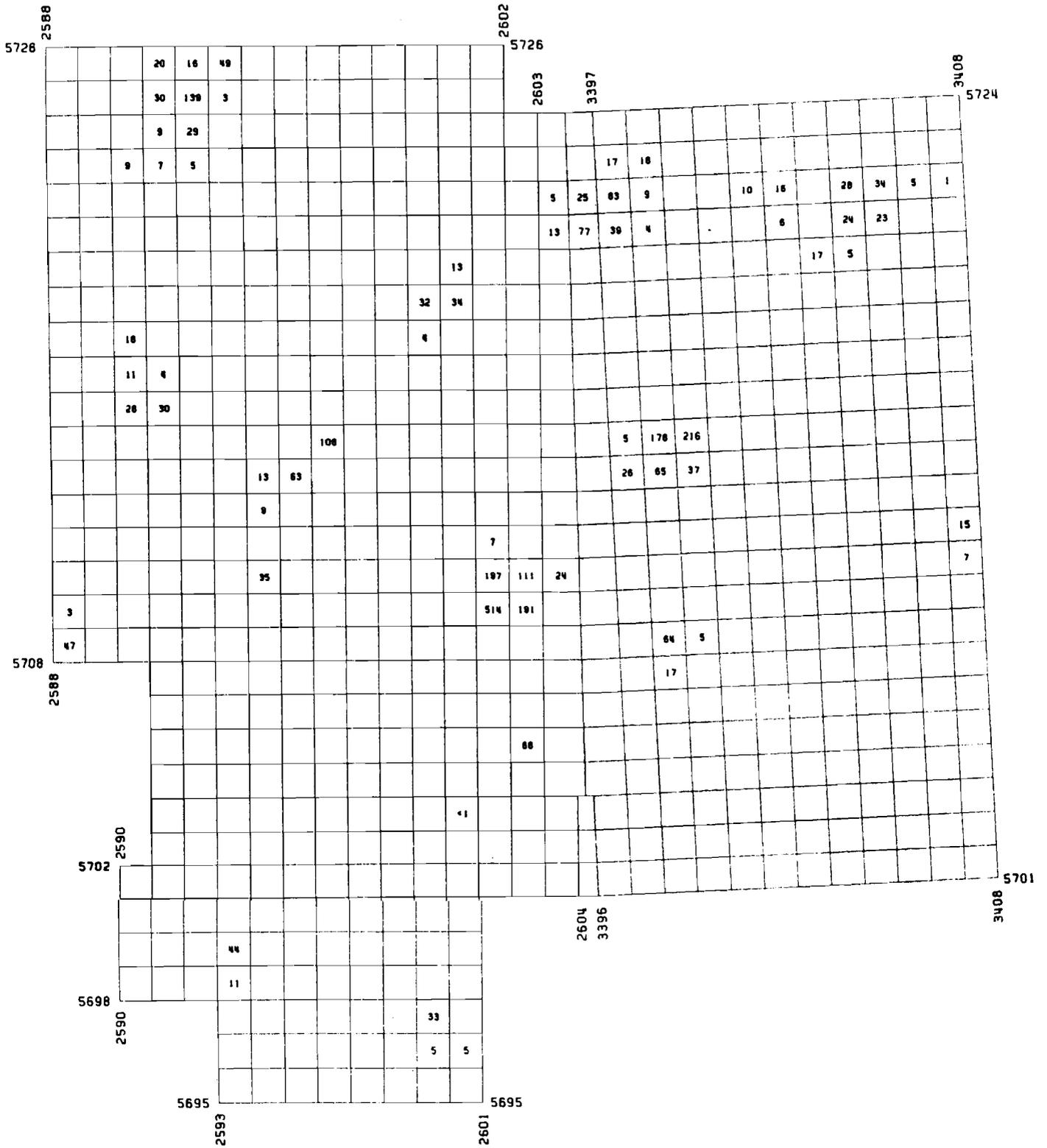
Landesanstalt für Inmisionsschrei.
des Landes Nordrhein-Westfalen
Bibliothek



Karte 6: Energieeinsatz 1982
Heizöl in (TJ/a)



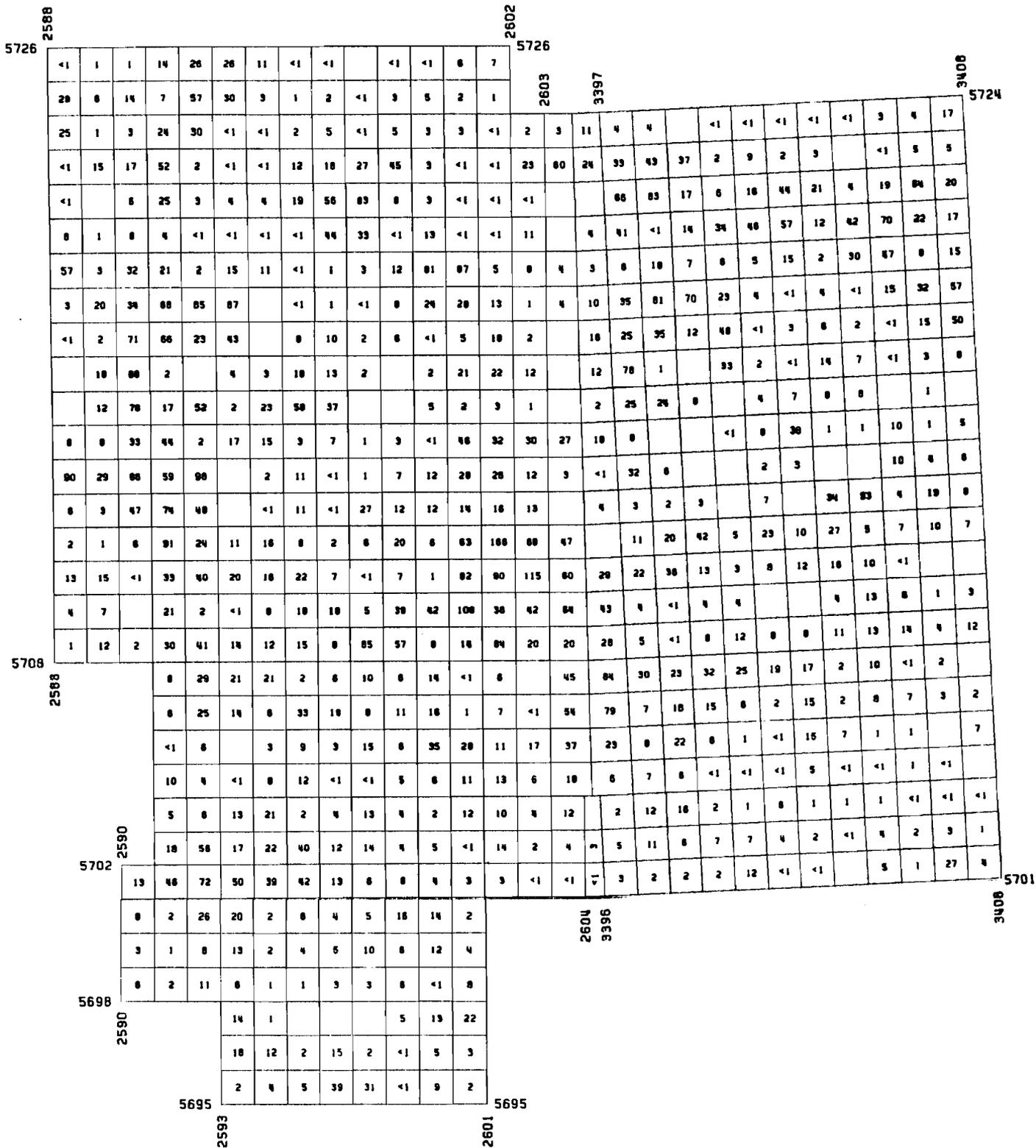
Karte 7: Energieeinsatz 1982
Gas in (TJ/a)



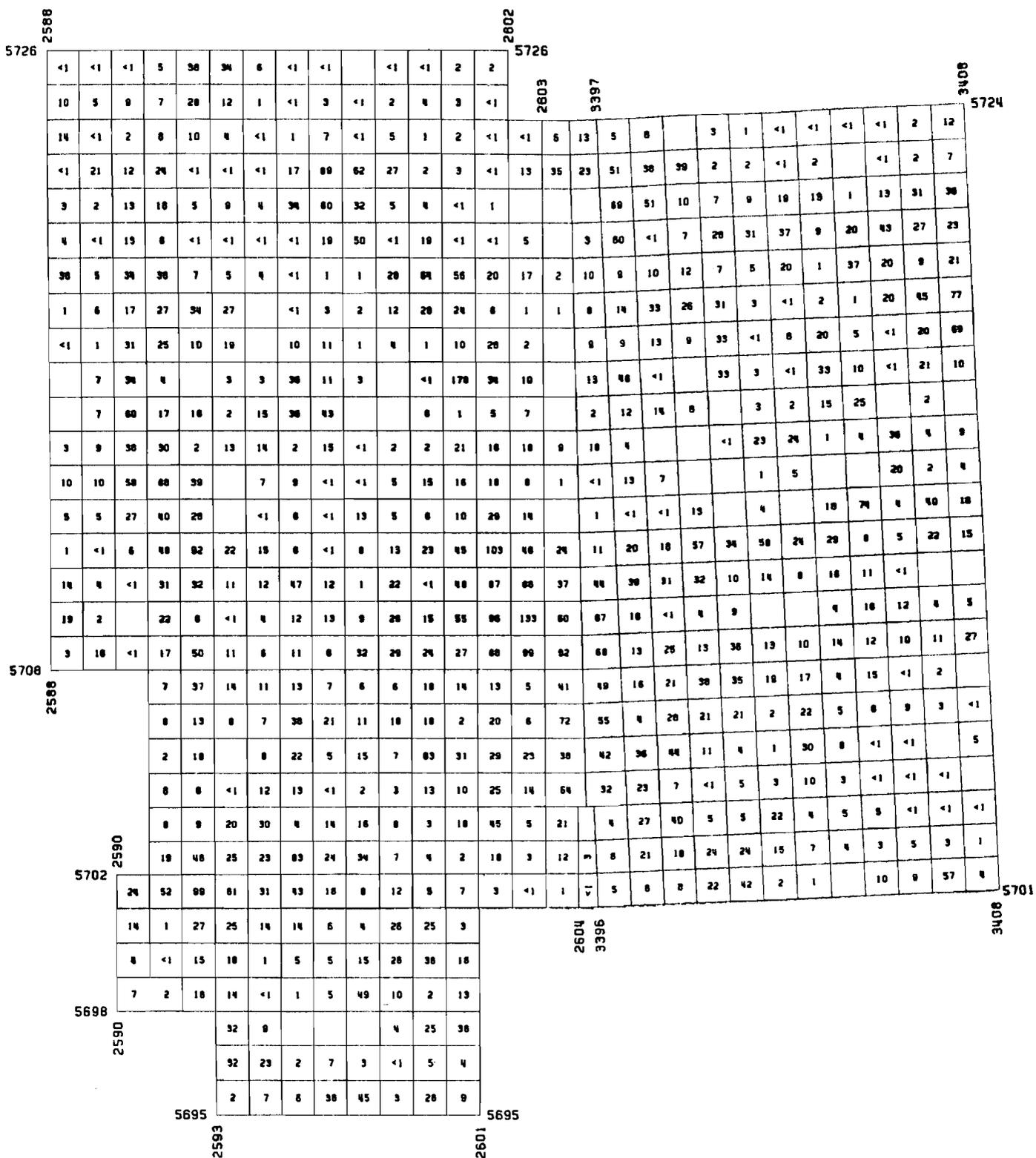
Karte 8: Energieeinsatz 1982
Fernwärme in (TJ/a)

5726	2588	1	2	3	58	201	210	43	1	<1		<1	<1	10	20	5726	2602	2603	3397	5724	3108														
		80	14	35	66	383	71	5	2	6	<1	5	11	6	2																				
		82	4	6	62	124	6	1	3	4	2	11	5	5	<1							3	12	28	35	33		5	2	1	1	<1	4	12	38
		2	86	57	126	8	<1	<1	60	132	183	102	6	4	<1							55	142	100	205	202	140	6	13	3	6		3	38	18
		4	2	27	63	10	18	10	88	258	227	18	8	<1	3							3	13	42	331	241	40	18	49	115	45	45	132	271	184
		13	2	25	14	1	<1	1	1	138	143	2	38	<1	<1							36	25	208	234	12	36	121	146	170	36	122	217	82	58
		200	12	102	84	13	32	18	<1	4	5	58	242	248	37							30	10	20	85	146	37	27	14	54	23	134	114	38	107
		5	37	109	167	209	180		3	5	3	28	119	118	30							4	7	39	120	204	171	99	17	3	7	3	83	221	357
		<1	4	188	180	95	90		50	84	6	13	7	37	155							14		102	68	105	31	123	<1	21	49	12	3	70	236
			32	168	10		10	14	188	58	7		2	41	127							48		54	244	3		108	6	7	187	58	2	67	36
			27	257	78	86	11	121	268	182			18	4	20							7		10	61	82	28		11	18	73	54		3	
		22	27	137	177	8	43	108	41	268	2	7	3	133	264							258	255	124	43	205	247	1	73	183	10	18	58	7	20
		210	81	273	256	207		28	258	5	2	16	44	115	113							116	73	<1	173	152	44		16	36			43	12	28
		24	23	117	186	133		16	130	45	188	60	35	106	88							58		20	14	6	30	88	9		167	327	21	148	50
		8	4	16	180	151	52	72	188	123	180	183	58	298	732							310	138	18	95	272	268	85	184	184	180	27	37	106	41
		188	188	4	132	138	78	171	121	78	58	88	4	377	850							601	320	261	254	179	179	84	60	50	58	27	1		9
113	48		81	48	1	106	135	120	34	178	138	348	1002	642	379	404	82	86	180	142			40	87	22	6	18								
170	110	20	160	298	110	154	126	33	260	318	31	378	718	368	277	232	181	158	111	130	62	58	88	124	47	18	88								
5708	2588	38	135	122	111	82	35	48	260	87	38	105	26	284	387	121	148	240	220	116	111	50	126	2	5										
		111	98	47	108	181	106	68	68	156	67	58	14	325	434	40	83	148	117	11	120	47	88	48	12	3									
		78	101	12	24	81	9	106	70	318	282	220	152	229	232	184	213	87	47	5	106	21	4	2			15								
		268	156	18	54	86	1	8	27	78	144	148	83	181	70	130	49	<1	20	27	33	8	1	2	<1										
		70	84	82	60	18	38	64	36	7	143	202	63	87		15	108	122	44	38	170	31	38	41	<1	1	<1								
5702	2590	120	313	242	128	289	85	142	28	12	32	123	18	49	11	33	81	53	191	228	124	55	7	18	8	9	4								
		109	301	519	387	214	280	184	17	26	16	17	12	8	3	2	18	17	57	70	446	16	11		18	13	113	11							
		81	8	134	147	34	82	28	11	49	55	24																							
		18	3	74	134	4	10	13	28	81	100	48																							
5698	2590	40	10	77	88	2	3	8	82	52	34																								
					69	12							16	225	121																				
					121	85	4	42	23	<1	31	50																							
5695	2593				5	11	84	249	207	4	139	40																							
		2601	5695																																
			5695																																

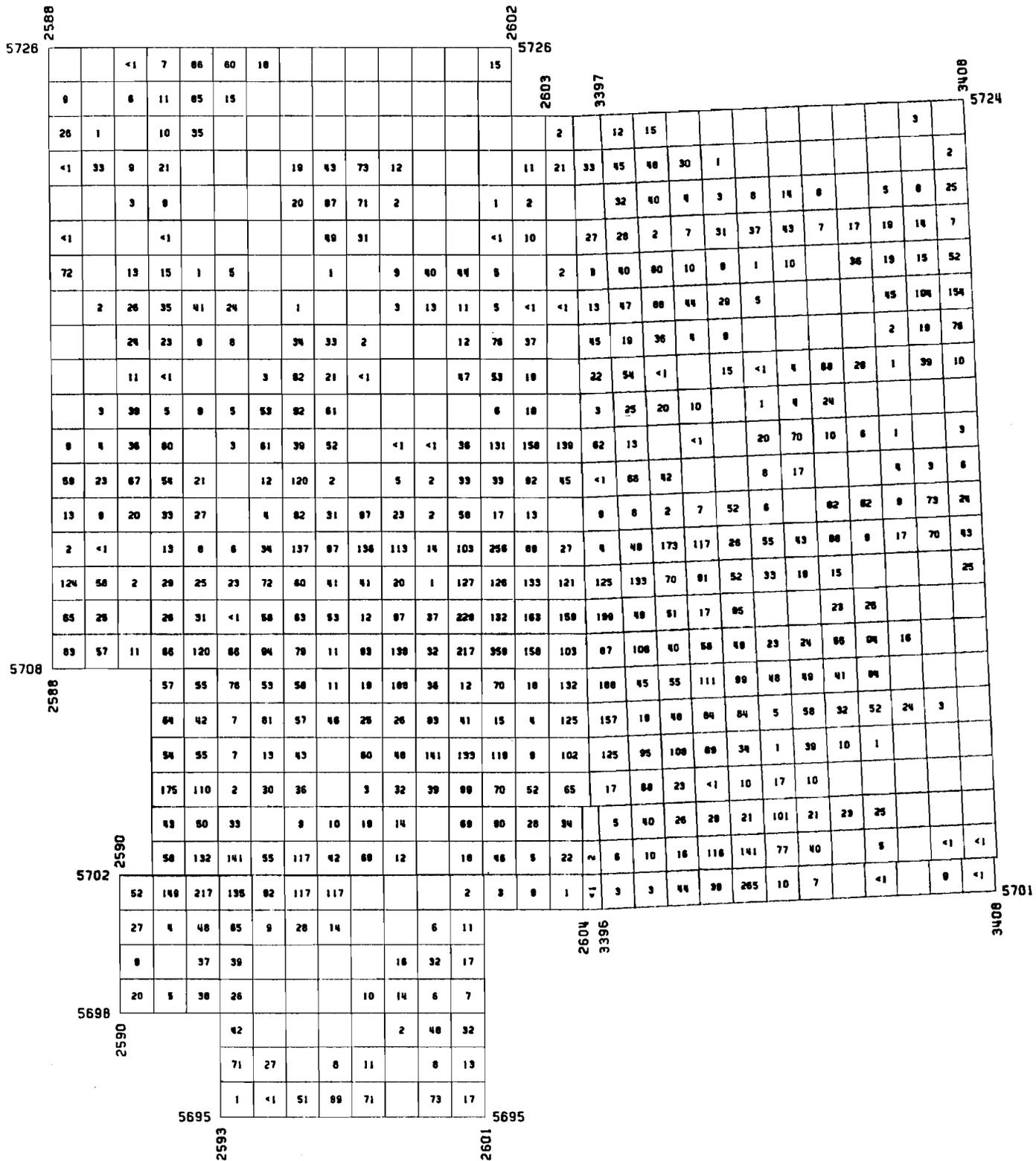
Karte 10: Energieeinsatz 1982
 Summe aller Energieträger in (TJ/a)



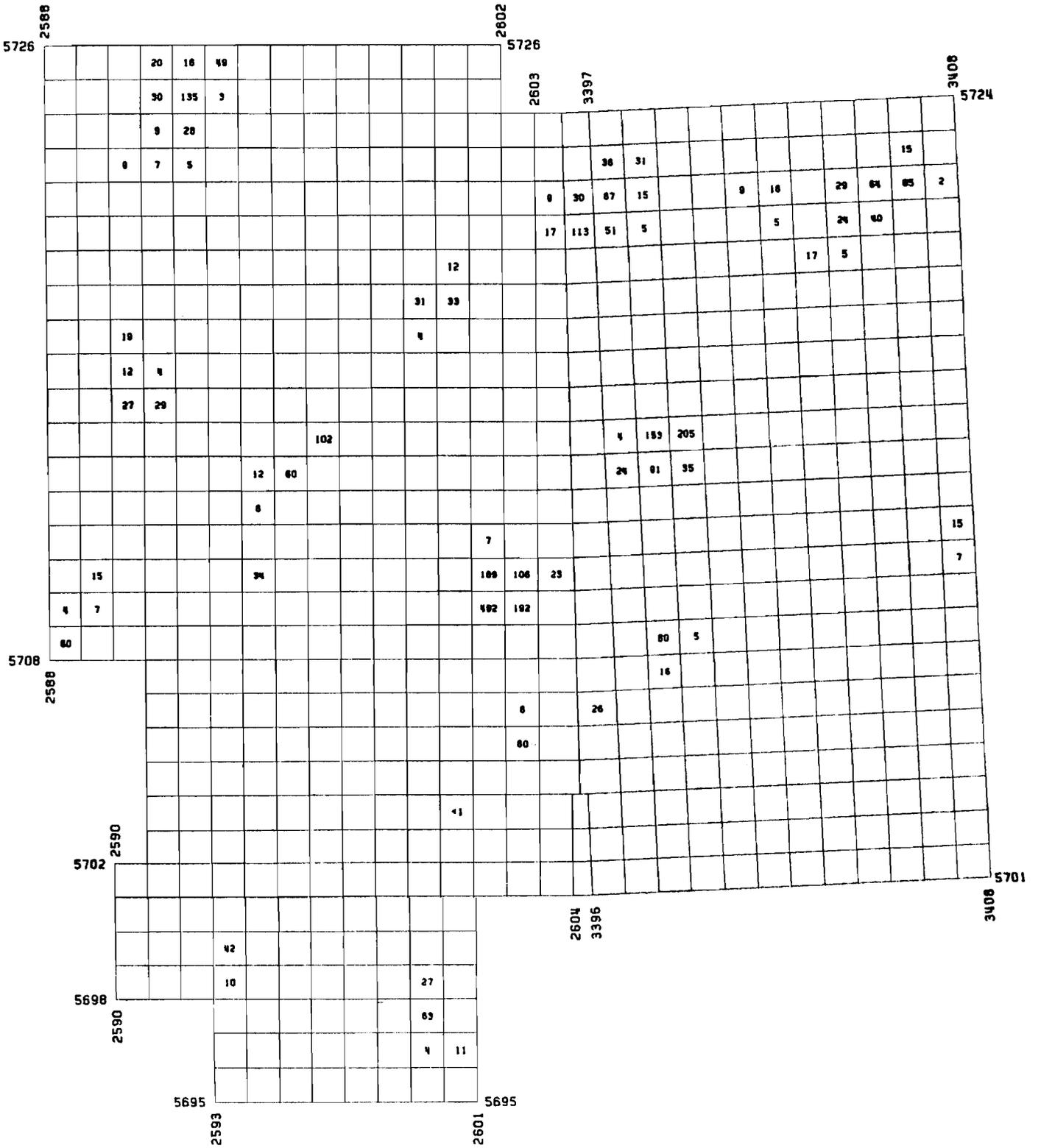
Karte 11: Energieeinsatz 1992
Kohle in (TJ/a)



Karte 12: Energieeinsatz 1992
 Heizöl in (TJ/a)



Karte 13: Energieeinsatz 1992
Gas in (TJ/a)

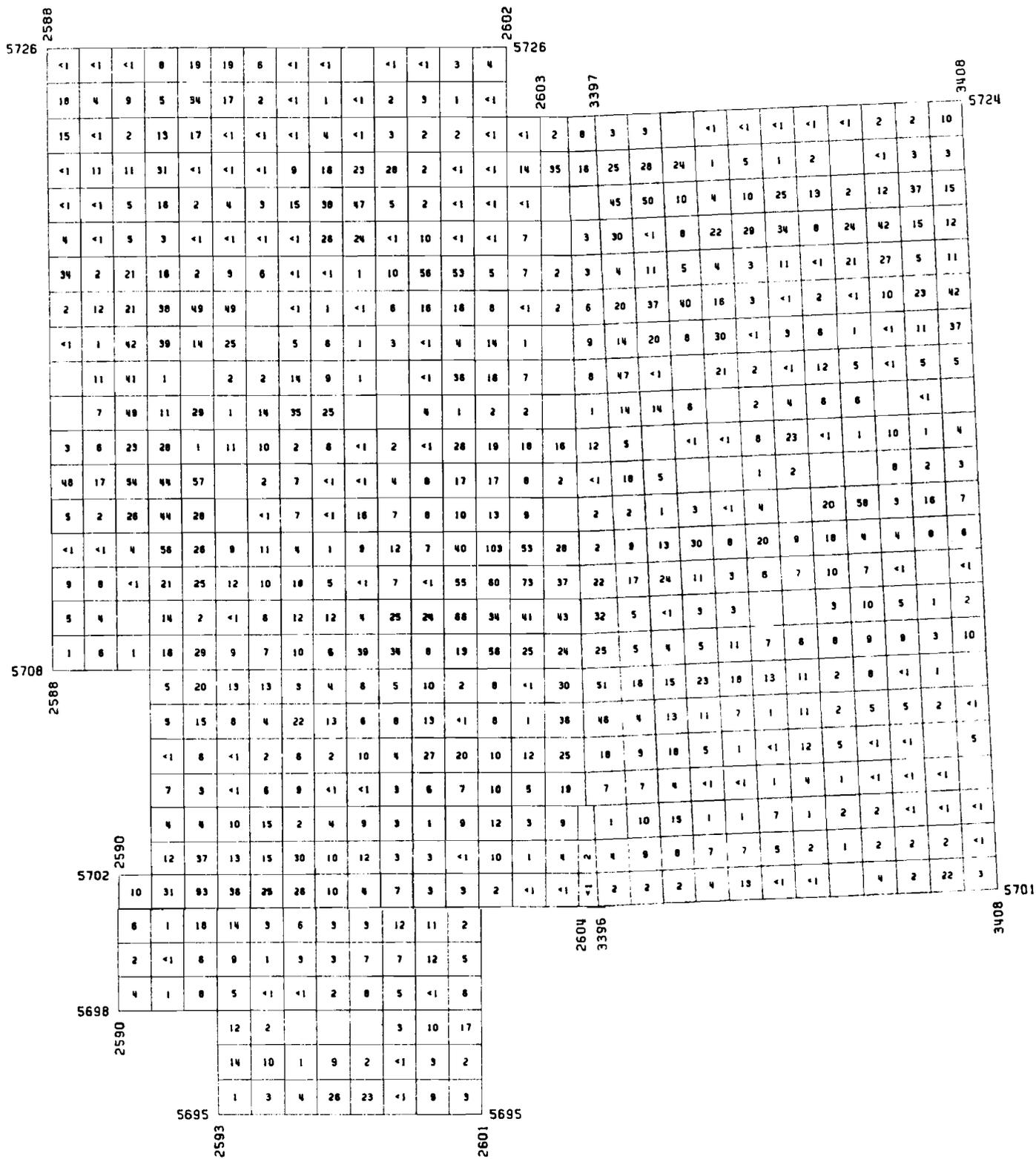


Karte 14: Energieeinsatz 1992
Fernwärme in (TJ/a)

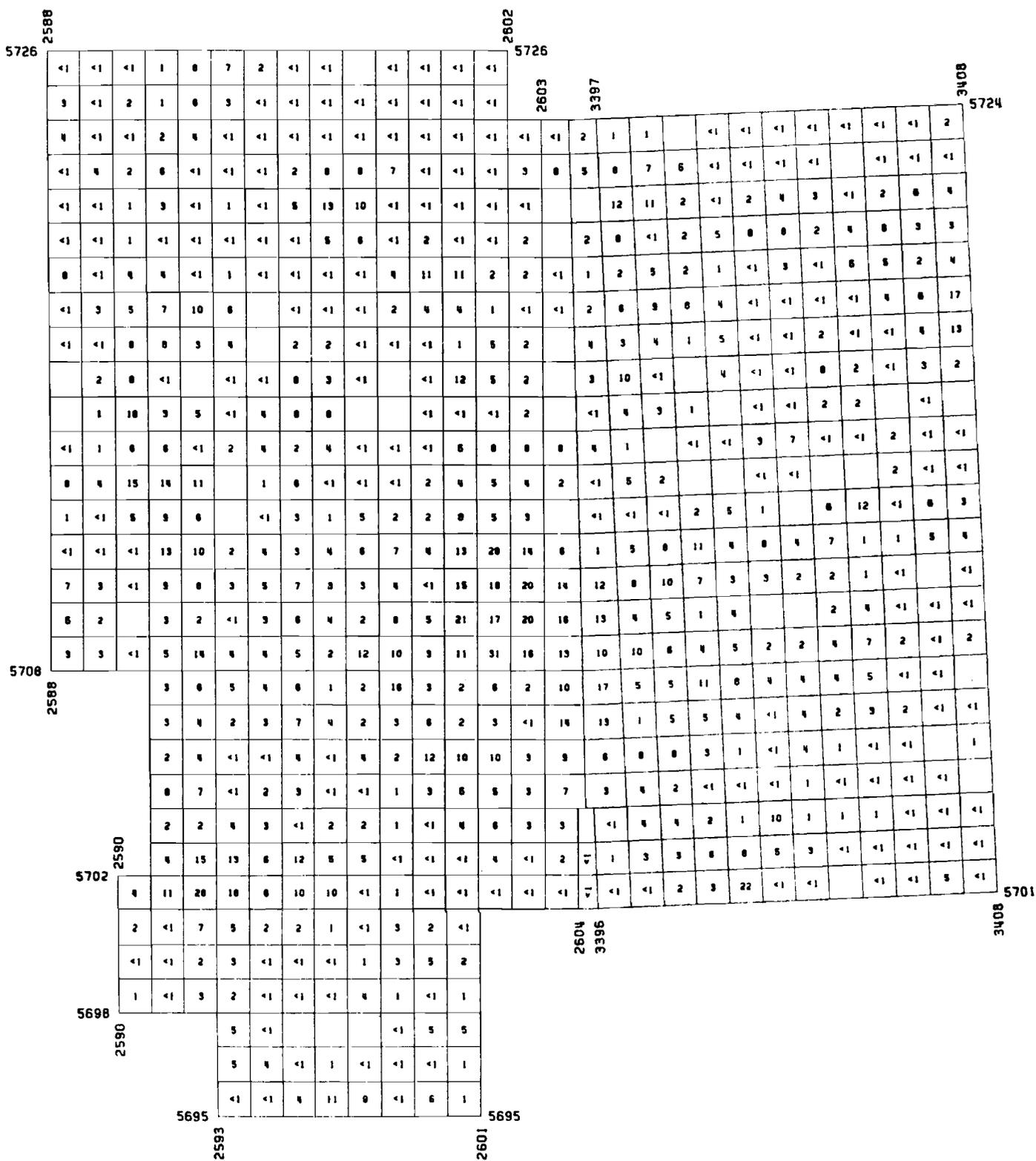
2508														2602														2603														2604														2605													
5726														5727														5728														5729														5730													
5708														5709														5710														5711														5712													
5706														5707														5708														5709														5710													
5698														5699														5700														5701														5702													
5695														5696														5697														5698														5699													
5693														5694														5695														5696														5697													
5691														5692														5693														5694														5695													
5689														5690														5691														5692														5693													
5687														5688														5689														5690														5691													
5685														5686														5687														5688														5689													
5683														5684														5685														5686														5687													
5681														5682														5683														5684														5685													
5679														5680														5681														5682														5683													
5677														5678														5679														5680														5681													
5675														5676														5677														5678														5679													
5673														5674														5675														5676														5677													
5671														5672														5673														5674														5675													
5669														5670														5671														5672														5673													
5667														5668														5669														5670														5671													
5665														5666														5667														5668														5669													
5663														5664														5665														5666														5667													
5661														5662														5663														5664														5665													
5659														5660														5661														5662														5663													
5657														5658														5659														5660														5661													
5655														5656														5657														5658														5659													
5653														5654														5655														5656														5657													
5651														5652														5653														5654														5655													
5649														5650														5651														5652														5653													
5647														5648														5649														5650														5651													
5645														5646														5647														5648														5649													
5643														5644														5645														5646														5647													
5641														5642														5643														5644														5645													
5639														5640														5641														5642														5643													
5637														5638														5639														5640														5641													
5635														5636														5637														5638														5639													
5633														5634														5635														5636														5637													
5631														5632														5633														5634														5635													
5629														5630														5631														5632														5633													
5627														5628														5629														5630														5631													
5625														5626														5627														5628														5629													
5623														5624														5625														5626														5627													
5621														5622														5623														5624														5625													
5619														5620														5621														5622														5623													
5617														5618														5619														5620														5621													
5615														5616														5617														5618														5619													
5613														5614														5615														5616														5617													
5611														5612														5613														5614														5615													
5609														5610														5611														5612														5613													
5607														5608														5609														5610														5611													
5605														5606														5607														5608														5609													
5603														5604														5605														5606														5607													
5601														5602														5603														5604														5605													
5599														5600														5601														5602														5603													
5597														5598														5599														5600														5601													
5595														5596														5597														5598														5599													
5593														5594														5595														5596														5597													
5591														5592														5593														5594														5595													
5589														5590														5591														5592														5593													
5587														5588														5589														5590														5591													
5585														5586														5587														5588														5589													
5583														5584														5585														5586														5587													
5581														5582														5583														5584														5585													
5579														5580														5581														5582														5583													
5577														5578														5579														5580														5581													
5575														5576														5577														5578														5579													
5573														5574														5575														5576														5577													
5571														5572														5573														5574														5575													
5569														5570														5571														5572														5573													
5567														5568														5569														5570														5571													
5565														5566														5567														5568														5569													
5563														5564														5565														5566														5567													
5561														5562														5563														5564														5565													
5559														5560														5561														5562														5563													
5557														5558														5559														5560														5561													
5555														5556														5557														5558														5559													
5553														5554														5555														5556														5557													
5551														5552														5553														5554														5555													
5549														5550														5551														5552														5553													
5547														5548														5549														5550														5551													
5545														5546														5547														5548														5549													
5543														5544														5545														5546														5547													
5541														5542														5543														5544														5545													
5539														5540														5541														5542														5543													
5537														5538														5539														5540														5541													
5535														5536														5537														5538														5539													
5533														5534														5535														5536														5537													
5531														5532														5533														5534														5535													
5529														5530														5531														5532														5533													
5527														5528														5529														5530														5531													
5525														5526														5527														5528														5529													
5523														5524														5525														5526														5527													
5521														5522														5523														5524														5525													
5519														5520														5521														5522														5523													
5517														5518														5519														5520														5521													
5515														5516														5517														5518														5519													
5513														5514														5515														5516														5517													
5511														5512														5513														5514														5515													
5509														5510														5511														5512														5513													
5507														5508														5509														5510														5511													
5505														5506														5507														5508														5509													
5503														5504														5505														5506														5507													
5501														5502														5503														5504														5505													
5499														5500														5501														5502														5503													
5497														5498														5499														5500														5501													
5495														5496														5497														5498														5499													
5493														5494														5495														5496														5497													
5491														5492														5493														5494														5495													
5489														5490														5491														5492														5493													
5487														5488														5489														5490																											

5726	2588	<1	<1	<1	9	21	22	8	<1	<1	<1	<1	3	10	2602	5726													
		20	4	9	8	39	19	2	<1	1	<1	2	3	2	<1	2603	3397	3408	5724										
		18	<1	2	15	19	1	<1	<1	4	<1	3	2	2	<1	1	2	8	4	4	1	<1	<1	<1	<1	2	3	11	
		<1	13	11	34	1	<1	<1	10	17	23	30	2	<1	<1	14	38	21	29	33	30	1	5	1	2	<1	12	4	
		<1	<1	5	17	3	4	3	17	43	53	8	2	<1	<1	<1	<1	1	55	62	11	5	11	29	13	4	27	75	17
		4	<1	8	3	<1	<1	<1	<1	31	27	<1	10	<1	<1	9	<1	28	39	<1	11	34	49	37	8	26	54	17	13
		41	3	24	19	3	10	6	<1	<1	2	11	63	61	6	7	3	3	6	20	7	5	3	12	1	27	31	6	12
		2	13	26	45	58	57	<1	1	<1	6	18	20	8	<1	2	8	24	47	47	23	5	<1	2	<1	12	27	47	
		<1	1	49	45	16	28	9	10	2	4	<1	5	20	2	23	17	26	8	36	<1	3	8	2	<1	12	40		
		12	42	1	3	3	23	11	1	<1	13	21	10	12	61	<1	27	2	1	28	7	<1	10	7					
		8	55	11	32	2	20	46	31	5	1	3	<1	2	18	19	7	3	5	13	8	<1							
		5	6	27	29	2	12	16	4	20	<1	2	<1	32	37	32	37	17	7	<1	<1	<1	11	33	2	2	11	1	4
		63	21	64	51	67	2	12	<1	<1	5	10	28	24	15	8	<1	28	11	2	4	10	3	4					
		7	3	32	51	34	<1	19	1	30	12	10	12	17	12	4	3	1	4	8	2	28	69	3	17	7			
		1	1	4	81	28	10	13	13	4	13	18	8	58	138	68	35	2	11	23	38	9	26	23	25	4	5	10	5
		17	19	<1	28	32	17	18	19	8	2	8	1	77	81	98	51	30	25	28	17	5	9	9	12	7	<1		
		8	10	17	4	<1	14	21	19	5	33	31	88	51	54	58	46	7	3	21	8	4	10	5	1	2			
5708	2588	14	13	3	23	40	17	10	14	6	53	52	5	29	73	31	30	30	18	10	8	15	9	8	9	12	10	3	10
		11	28	19	18	7	8	8	8	13	3	8	<1	39	65	23	18	29	25	17	15	3	8	<1	1				
		11	19	10	6	29	17	9	12	21	2	8	1	49	69	6	14	16	10	1	14	3	6	7	2	1			
		2	9	<1	3	8	2	17	8	41	34	17	14	35	22	14	23	7	3	<1	15	4	<1	<1	5				
		12	7	<1	6	8	<1	1	8	10	11	18	9	23	8	10	8	<1	2	2	5	1	<1	<1	<1				
		8	7	12	15	2	5	12	5	2	18	19	5	12	2	13	18	3	2	14	3	3	3	<1	<1	<1			
	2590	15	52	17	18	35	12	15	3	4	2	18	2	5	2	5	10	7	13	17	9	4	1	2	2	2	<1		
5702	2590	12	38	88	48	32	34	12	6	7	4	3	2	<1	<1	<1	3	2	4	8	38	1	<1	4	2	22	3		
		7	1	22	18	4	7	3	3	12	11	2	2604	3396	3408	5701													
		3	<1	8	11	1	3	3	7	7	16	5																	
		5	1	9	7	<1	<1	2	10	9	7	6																	
5698	2590	13	2	4	27	21																							
		15	11	1	12	5	<1	5	4																				
		1	3	4	42	35	<1	13	4																				
5695	2593	2601	5695																										

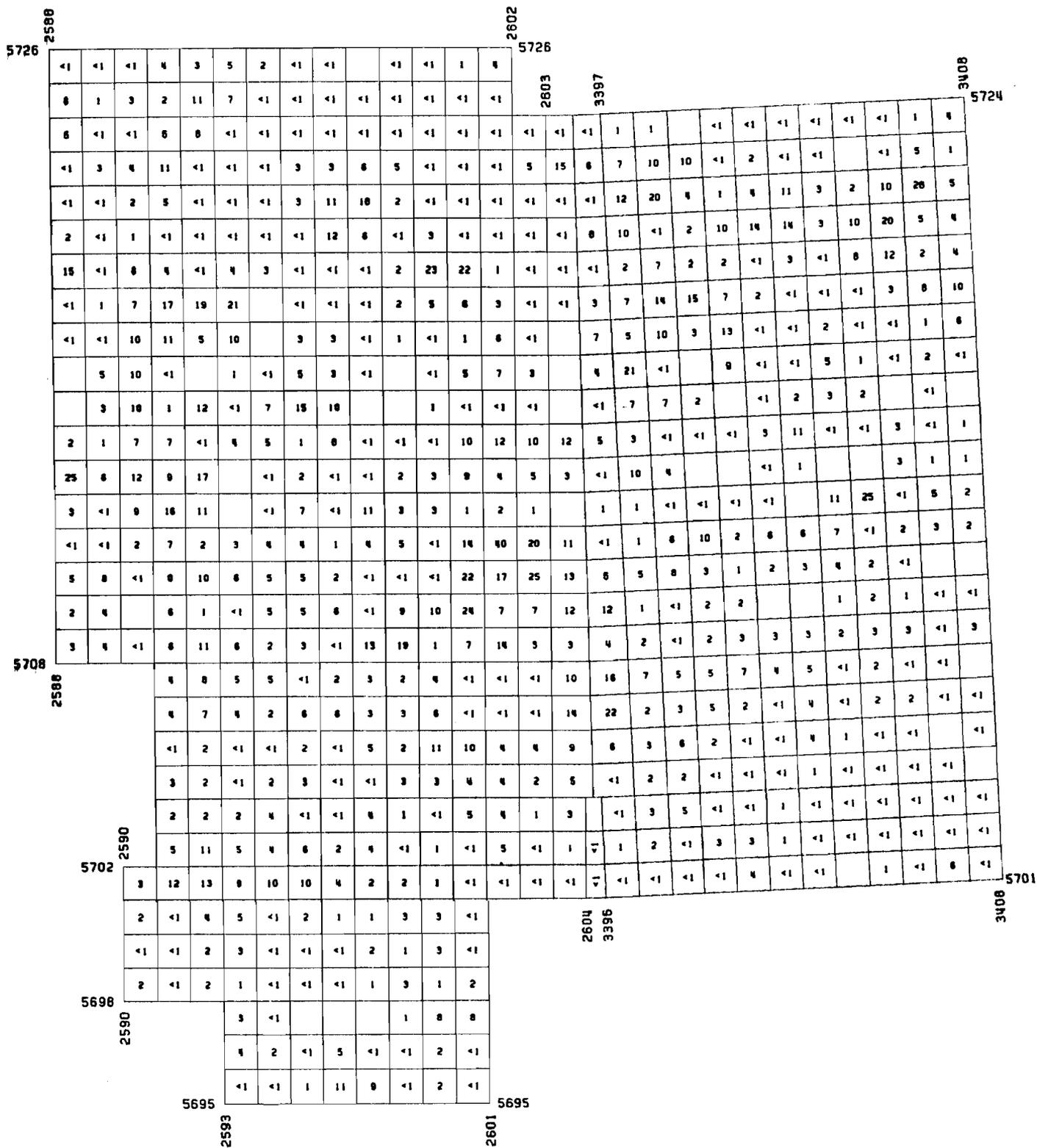
Karte 17: SO₂-Emissionen in (t/a) 1982



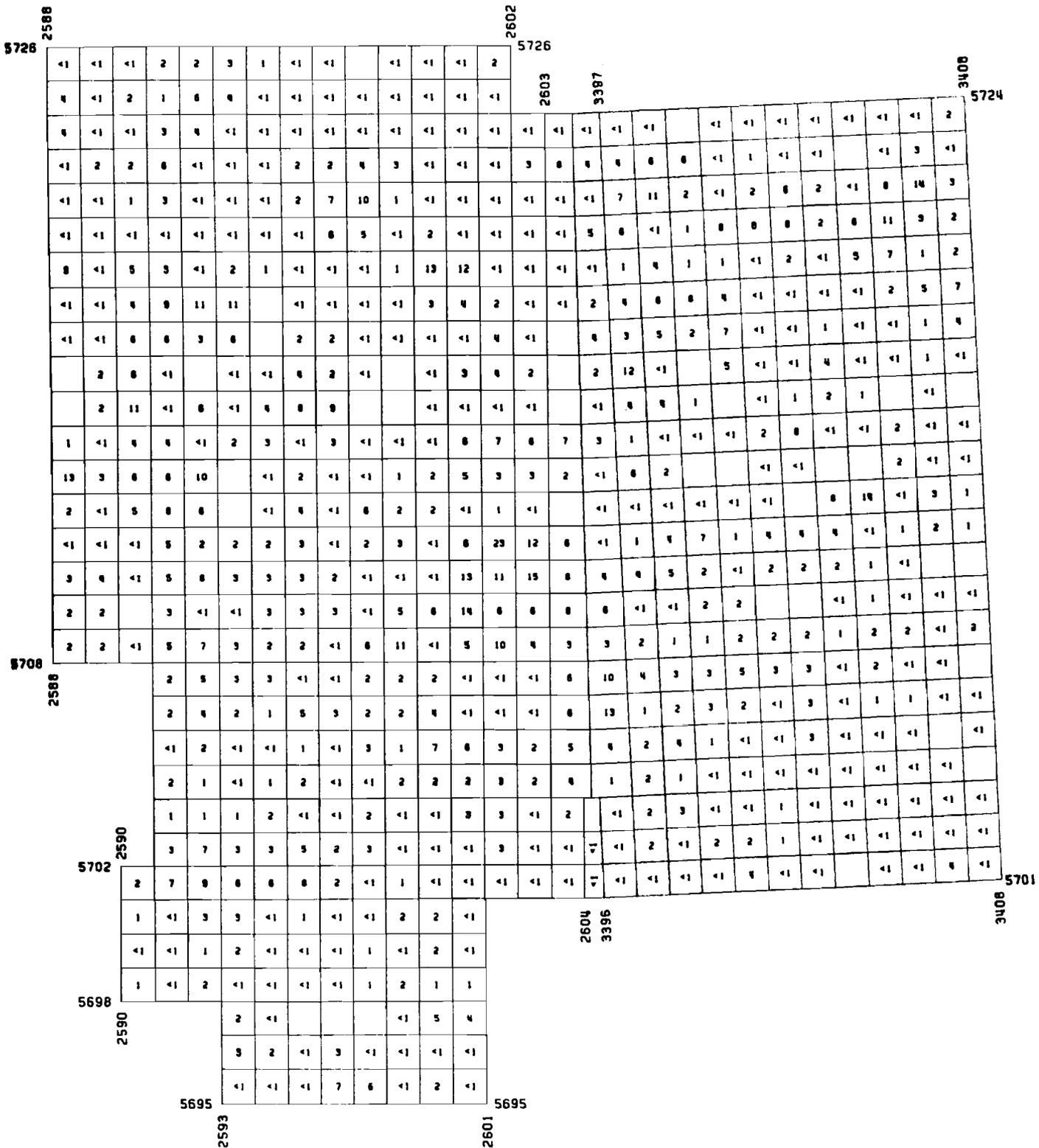
Karte 18: SO₂-Emissionen in (t/a) 1992



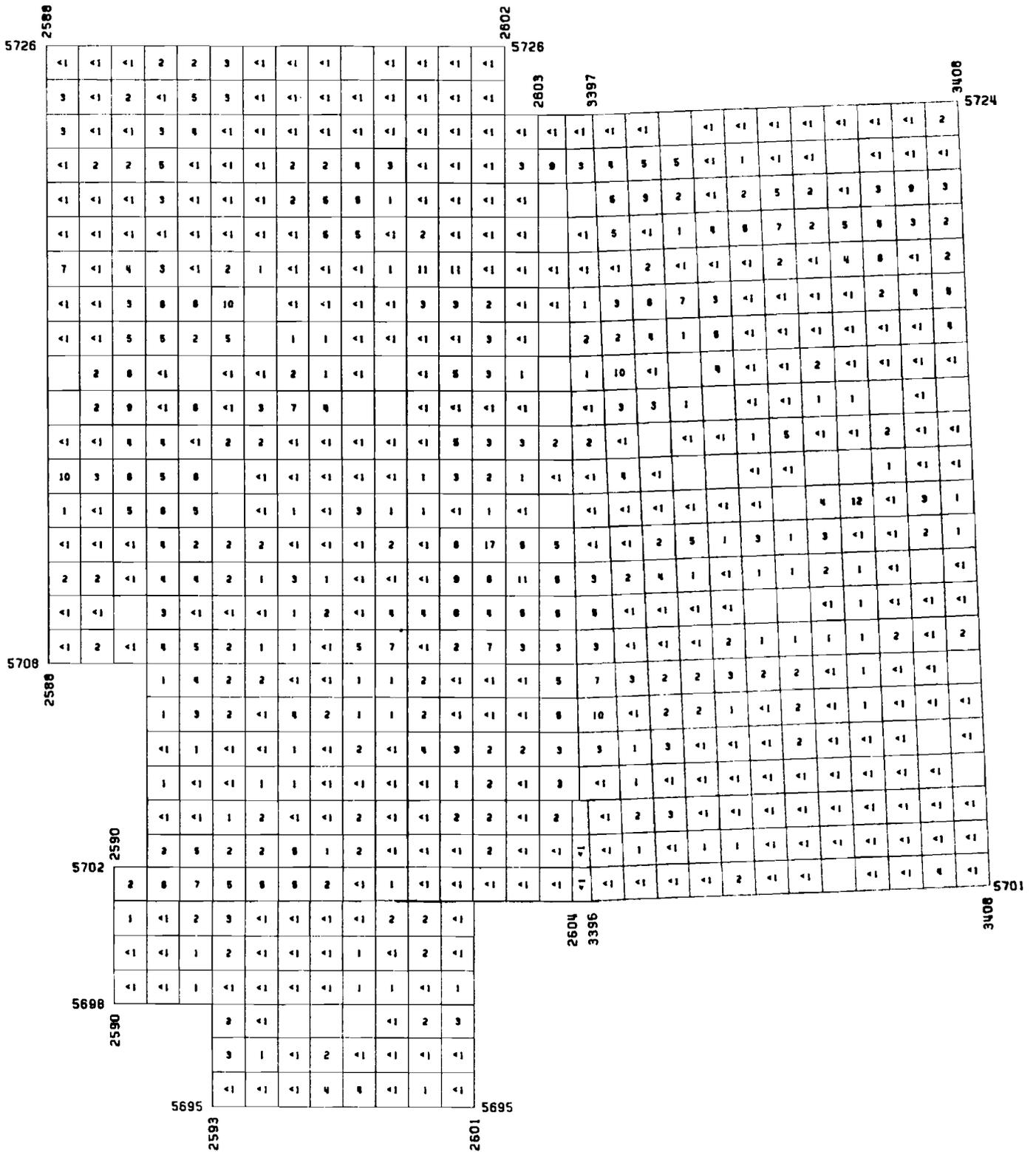
Karte 20: NO_x-Emissionen in (t/a) 1992



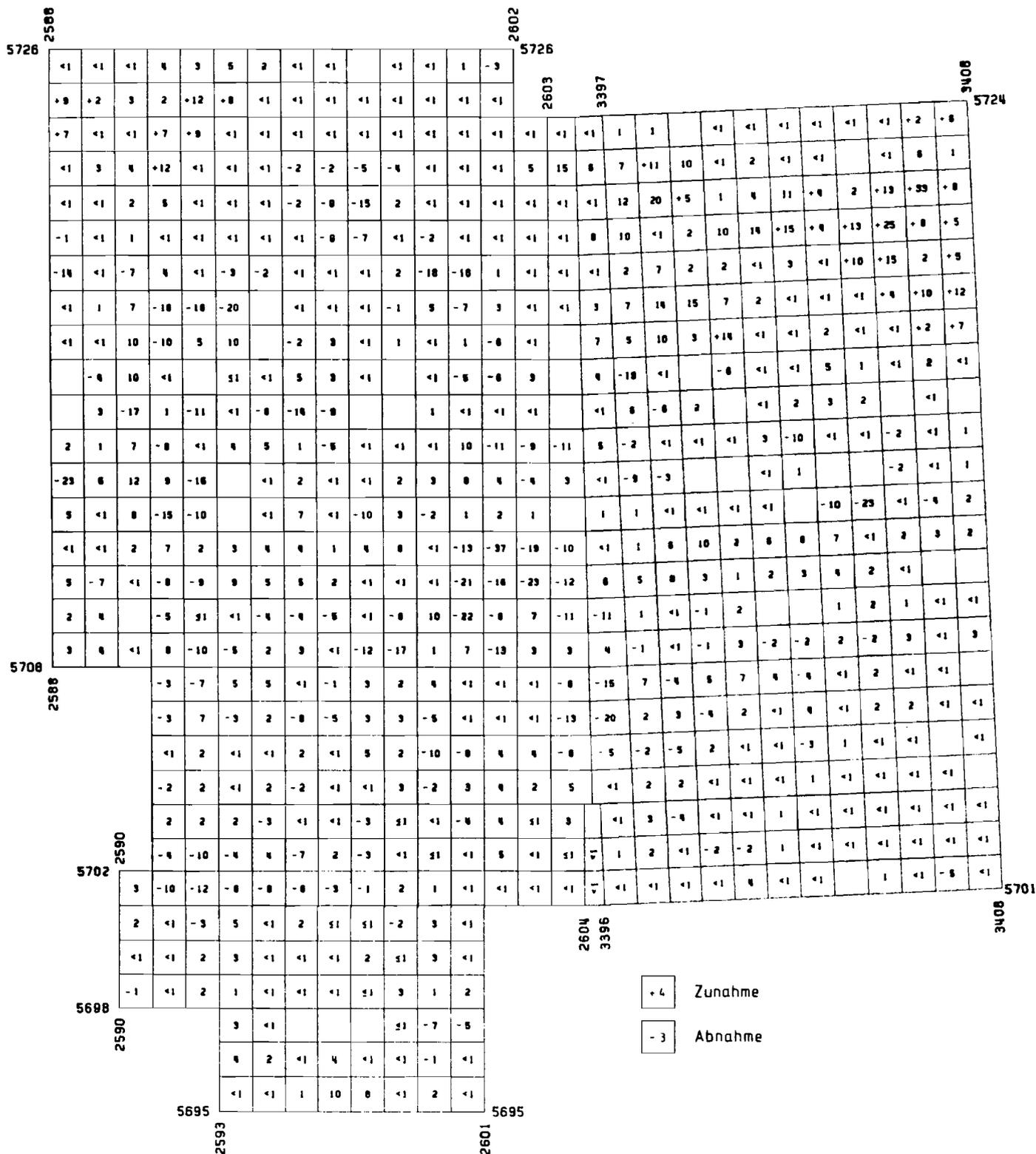
Karte 21: Feststoffemissionen (t/a) 1982



Karte 25: OGD-Emissionen in (t/a) 1982



Karte 26: OGD-Emissionen in (t/a) 1992



Karte 27: Feststoffemissionen in (t/a) 1982
Basis regionspez. E.-Faktoren

Berichte der

LANDESANSTALT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, ESSEN

- LIS-Berichte -

Die LIS-Berichte haben spezielle Themen aus den wissenschaftlichen Untersuchungen der LIS zum Gegenstand. Die in der Regel umfangreichen Texte sind nur in begrenzter Auflage vorrätig. Sie werden - soweit nicht vergriffen - Interessenten auf Anforderung kostenlos zur Verfügung gestellt. Alle LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Einsichtnahme und Ausleihe zur Verfügung.

Anforderungen sind zu richten an die

Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Wallneyer Str. 6
4300 E s s e n 1

- Berichte-Nr. 1: KRAUTSCHEID, S. und P. NEUTZ:
(vergriffen) LIDAR zur Fernüberwachung von Staubemissionen.
- Nachweis der Kalibrierfähigkeit eines LIDAR-Systems - (1978).
- Berichte-Nr. 2: BUCK, M.:
(vergriffen) Die Bedeutung unterschiedlicher Randbedingungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität (1978).
- Berichte-Nr. 3: SCHEICH, G.:
(vergriffen) Entwicklung und Anwendung von Ausbreitungsmodellen und Luftüberwachungsprogramme in den USA (1979).
- Berichte-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:
(vergriffen) Ermittlung der Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten am Bau (1979).
- Berichte-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:
(vergriffen) Zur Problematik der Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen (1979).
- Berichte-Nr. 6: STRAUCH, H. und K.H. GOLDBERG:
(vergriffen) Ermittlung der Dämmwirkung von Dachentlüftern für Werkshallen im Einbauzustand unter Berücksichtigung der baulichen Nebenwege (1979).
- Berichte-Nr. 7: KRAUSE, G.M.H., B. PRINZ UND K. ADAMEK:
(vergriffen) Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Falschfarbenfotografie für die Aufdeckung und Dokumentation von Immissionswirkungen auf Pflanzen (1980).
- Berichte-Nr. 8: WIETLAKE, K.H.:
(vergriffen) Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schabotte-Schmiedehämmern (1980).
- Berichte-Nr. 9: STRAUCH, H.:
(vergriffen) Methoden zur Aufstellung von Lärminderungsplänen (1980).
- Berichte-Nr. 10: HILLEN, R.:
(vergriffen) Untersuchung zur flächenbezogenen Geräuschbelastungs-Kennzeichnung -Ziele, Methodik, Ergebnisse- (1980).
- Berichte-Nr. 11: MANNS, H., H. GIES und W. STRAMPLAT:
(vergriffen) Erprobung des Staub-Immissionsmeßgerätes FH62I für die kontinuierliche Bestimmung der Schwebstoffkonzentration in Luft (1980).
- Berichte-Nr. 12: GIEBEL, J.:
(vergriffen) Verhalten und Eigenschaften atmosphärischer Sperrschichten (1981).
- Berichte-Nr. 13: BRÖKER, G., H. GLIWA und E. MEURISCH:
Abscheidegrade von biologisch- und chemisch-aktiven Aggregaten zur Desodorierung osmogener Abluft von Tierkörperbeseitigungsanlagen (1981).

- Berichte-Nr. 14: BRANDT, C.J.:
(vergriffen) Untersuchungen über Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum und andere Nutzpflanzen (1981).
- Berichte-Nr. 15: WELZEL, K. und H.D. WINKLER:
(vergriffen) Emission und interner Kreislauf von Thallium bei einem Drehrohrofen mit Schwebegaswärmeaustauscher zur Herstellung von Portlandzementklinker unter Einsatz von Purpurerz als Eisenträger. - 1. Bericht - (1981).
- Berichte-Nr. 16: PRINZ, B. und E. KOCH:
Umweltpolitik und technologische Entwicklung in der VR China (1984).
- Berichte-Nr. 17: BRÖKER, G. und H. GLIWA:
(vergriffen) Untersuchungen zu den Dioxin-Emissionen aus den kommunalen Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen (1982).
- Berichte-Nr. 18: BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:
Die Entwicklung der Immissionsbelastung in den letzten 15 Jahren in der Rhein-Ruhr-Region (1982).
- Berichte-Nr. 19: PFEFFER, H.U.:
Das Telemetrische Echtzeit-Mehrkomponenten-Erfassungssystem TEMES zur Immissionsüberwachung in Nordrhein-Westfalen (1982).
- Berichte-Nr. 20: BACH, R.W.:
(vergriffen) Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der Grundgesamtheit luftverunreinigender Schadstoffkonzentrationen aus Stichproben (1982).
- Berichte-Nr. 21: STRAUCH, H.:
(vergriffen) Hinweise zur Anwendung flächenbezogener Schalleistungspegel (1982).
- Berichte-Nr. 22: SPLITZGERBER, H.:
(vergriffen) Verfahren zur Auswertung von Erschütterungsmessungen und zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen (1982).
- Berichte-Nr. 23: KRAUSE, G.M.H.:
(vergriffen) Immissionswirkungen auf Pflanzen - Forschungsschwerpunkte in den Vereinigten Staaten von Amerika. Bericht über eine Reise in die USA und die Teilnahme am 13. Air Pollution Workshop in Ithaca, N. Y., in der Zeit vom 02.05.-24.05.1981 (1982).
- Berichte-Nr. 24: KÜLSKE, S.:
(vergriffen) Analyse der Periode sehr hoher lokaler Schadstoffbelastungen im Ruhrgebiet vom 15.01.1982 bis 20.01.1982 (1982).
- Berichte-Nr. 25: VAN HAUT, H. und G.H.M. KRAUSE:
(vergriffen) Wirkungen von Fluorwasserstoff-Immissionen auf die Vegetation (1982).
- Berichte-Nr. 26: KOCH, E., V. THIELE, J. GIEBEL, H. STRAUCH und P. ALTENBECK:
Empfehlungen für die problemgerechte Erstellung von Immissionsschutzgutachten in Bauleitplanverfahren (1982).
- Berichte-Nr. 27: MANNS, H., H. GIES und G. NITZ:
(vergriffen) Verbesserung der Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit von Messungen zur Ermittlung aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Außenluft (1982).
- Berichte-Nr. 28: PRINZ, B., G.M.H. KRAUSE und H. STRATMANN:
Vorläufiger Bericht der Landesanstalt für Immissionsschutz über Untersuchungen zur Aufklärung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland (1982).
- Berichte-Nr. 29: GIEBEL, J.:
(vergriffen) Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung (1983).

- Berichte-Nr. 30: MANN, H. und H. GIES:
Ergebnisse der Laborprüfung und Optimierung des meßtechnischen Teiles der Ozon-
Meßplätze im Meßnetz LIMES-TEMES (1983).
- Berichte-Nr. 31: BEINE, H., R. SCHMIDT UND M. BUCK:
Ein Meßverfahren zur Bestimmung des Schwefelsäure- und Sulfatgehaltes in Luft
(1983).
- Berichte-Nr. 32: BEIER, R. und P. BRUCKMANN:
Messung und Analyse von Kohlenwasserstoff-Profilen im Rhein-Ruhrgebiet (1983).
- Berichte-Nr. 33: FRONZ, W.:
Ermittlung von Verkehrsgeräusch-Immissionen
- zum tageszeitlichen Verlauf des Geräuschpegels und des Verkehrsaufkommens an
Bundes- und Sammelstraßen (1983).
- Berichte-Nr. 34: BRÖKER, G.:
Zusammenfassende Darstellung der Emissionssituation in Nordrhein-Westfalen und
der Bundesrepublik Deutschland für Stickstoffoxide (1983).
- Berichte-Nr. 35: PIORR, D. und R. HILLEN:
Veränderung akustischer Kenngrößen infolge der nächtlichen Abschaltung von
Lichtsignalanlagen (1983).
- Berichte-Nr. 36: BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:
(vergriffen) Benzol-Immissionsmessungen im Lande Nordrhein-Westfalen (1983).
- Berichte-Nr. 37: BACH, R.-W. und H. STRATMANN:
Untersuchungen zur Bestimmung der Aufnahme rate des IRMA-Gerätes bei verschiedenen
Anströmverhältnissen (1983).
- Berichte-Nr. 38: WIETLAKE, K.H.:
(vergriffen) Beurteilung und Minderung tieffrequenter Geräusche (1983).
- Berichte-Nr. 39: STRAUCH, H. und K. SCHWENGER:
(vergriffen) Geräusche und Erschütterungen, verursacht durch elektrisch angetriebene
Wärmepumpen (1983).
- Berichte-Nr. 40: BRÖKER, G. und B. SCHILLING:
Schwermetallemissionen bei der Verbrennung kommunaler Klärschlämme (1983).
- Berichte-Nr. 41: HILLEN, R.:
(vergriffen) Über Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität von Schießgeräuschmessungen im
Immissionsbereich (1983).
- Berichte-Nr. 42: KLEIN, M.:
Untersuchung zur Schallausbreitung im Freien - Ziele, Physik der
Schallausbreitung, Vorgehensweise, Ergebnisse - (1983).
- Berichte-Nr. 43: PFEFFER, H.-U., S. KÜLSKE und R. BEIER:
(vergriffen) Jahresbericht 1981 über die Luftqualität an Rhein und Ruhr.
Ergebnisse aus dem telemetrischen Immissionsmeßnetz TEMES in Nordrhein-Westfalen.
(1984)
- Berichte-Nr. 44: BUCK, M., H. IXFELD und R. BEIER:
Immissionsbelastung durch Fluor-Verbindungen in der Nachbarschaft der
Aluminiumhütte LMG in Essen. (1984).
- Berichte-Nr. 45: STRAUCH, H. und R. HILLEN:
(vergriffen) Geräuschimmissionen in Großstädten; Flächenbezogene Kennzeichnung dieser
Geräuschimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 46: BUCK, M. und P. BRUCKMANN:
(vergriffen) Air quality surveillance in the Federal Republic of Germany (1984).

- Berichte-Nr. 47: BEIER, R.:
Kohlenwasserstoffbelastung in Ahlen - eine statistische Analyse -. (1984)
- Berichte-Nr. 48: SCHADE, H.:
Prognose der Schadstoffemissionen aus Verbrennungsanlagen im Belastungsgebiet
Rheinschiene-Süd für die Jahre 1985 und 1990. (1984)
- Berichte-Nr. 49: STRATMANN, H.:
Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Vegetation.
Bewertung der Luftanalyse auf der Grundlage weiterentwickelter Dosis-
Wirkungsbeziehungen für Schwefeldioxid und Ozon zur Ursachenaufklärung der
neuartigen Waldschäden. (1984)
- Berichte-Nr. 50: GOLDBERG, K.H.:
(vergriffen) Untersuchungen zu Schießlärminderungen, dargestellt an Fallbeispielen. (1984)
- Berichte-Nr. 51: HERPERTZ, E., J. ASSMANN, D. KRANE, E. HARTMANN, B. STECK, E. BREWIG und J.
KROCHMANN:
Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 52: Pfeffer, H.-U.:
(vergriffen) Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.
Teil 3: Ringversuche der staatlichen Immissions- Meß- und Erhebungsstellen in der
Bundesrepublik Deutschland (STIMES).
Ergebnisse für die Komponenten SO₂, NO_x, O₃ und CO. (1984).
- Berichte-Nr. 53: BEIER, R.:
(vergriffen) Zur Planung und Auswertung von Immissionsmessungen gemäß TA-Luft 1983. (1985).
- Berichte-Nr. 54: BRÖKER, G. und H. GLIWA:
Polychlorierte Dibenz-Dioxine und Furane in den Filterstäuben und Schlacken der
zwölf Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen sowie einiger
Sondermüllverbrennungsanlagen. (1985).
- Berichte-Nr. 55: KÜLSKE, S., J. GIEBEL, H.-U. PFEFFER und R. BEIER:
ANALYSE der Smoglage vom 16. bis 21. Januar 1985 im Rhein-Ruhr-Gebiet.
Teil 1: Text- und Bildband. (1985).
Teil 2: Meßergebnisse. (1985).
- Berichte-Nr. 56: SPLITTGERBER, H., M. KLEIN und P. NEUTZ:
Untersuchungen zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von
Erschütterungen auf den Menschen - Beschreibung der Versuchsanlage - (1985).
- Berichte-Nr. 57: PRINZ, B., J. HRADEZKY, H.-U. PFEFFER, H.W. ZÖTTL und H.-K. LICHTENTHALER:
(vergriffen) Forschungsergebnisse zur Problematik der neuartigen Waldschäden. (1985).
- Berichte-Nr. 58: GIEBEL, J. und W. STRAMPLAT:
Untersuchung über die Eignung des Korrelationsspektrometers Cospec V zur
Bestimmung des Transportes von Schwefeldioxid bzw. Stickstoffdioxid. (1986).
- Berichte-Nr. 59: PRINZ, B., D. SCHWELA, E. KOCH, S. GANSER und T. EIKMANN:
Untersuchungen zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit von
Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen. (1986).
- Berichte-Nr. 60: MANNS, H. und H. GIES:
Ergebnis der Erprobung des automatischen Ozon-Meßgerätes Dasibi, Typ 1008 AH
(1986).
- Berichte-Nr. 61: SPLITTGERBER, H.:
(vergriffen) Messung und Beurteilung von Erschütterungsimmissionen - Vergleich verschiedener
Verfahren - (1986).
- Berichte-Nr. 62: BUCK, M. und P. KIRSCHMER:
Immissionsmessungen polychlorierter Dibenz-p-Dioxine und Dibenzofurane in
Nordrhein-Westfalen. (1986).
- Berichte-Nr. 62: BUCK, M. und P. KIRSCHMER:
Measurements of Polychlorinated Dibenz-p-dioxins and Dibenzofurans in Outdoor
Air. (Übersetzung des 1986 erschienenen LIS-Berichtes Nr. 62).
(1987).

- Berichte-Nr. 63: GIEBEL, J.:
Untersuchung über die praktische Anwendung eines numerischen Ausbreitungsmodells
(K-Modell) für die Praxis der Immissions-Simulation. (1986)
- Berichte-Nr. 64: WINKLER, H.D.:
Thalliumemissionen bei der Zementherstellung - Ursachen und Minderungsmaßnahmen -
(1986).
- Berichte-Nr. 65: WIETLAKE, K.H.:
Erschütterungseinwirkung durch Zement-Schmiedepressen und ihre Minderung durch
Direktabfederung.
(1986)
- Berichte-Nr. 66: Viertes Symposium über die Technik der Kernreaktorfernüberwachungssysteme am
8. und 9.10.1986 in der LIS, Essen.
(1986).
- Berichte-Nr. 67: ASSMANN, H.:
Hinweise zur Prognose von Geräuschemissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren
nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz.
(1986)
- Berichte-Nr. 68: MANN, H. und H. GIES:
(vergriffen) Erprobung des Schwebstaubmeßgerätes FH 62 I 3 m³/h für die automatisierte
Immissionsmessung.
(1986)
- Berichte-Nr. 69: BEINE, H.:
Phosphorsäureester und verwandte Verbindungen - Umweltrelevanz und
luftanalytische Bestimmung.
(1987)
- Berichte-Nr. 70: BUCK, M. und H.-U. PFEFFER:
Air quality surveillance in the state North-Rhine-Westphalia
(Federal Republic of Germany).
(1987)
- Berichte-Nr. 71: WEFERS, H. und H. KATZER:
Zusammenstellung von zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an Anlagen
zur Lagerung von druckverflüssigtem Ammoniak in Kraftwerken.
(1987)
- Berichte Nr. 72: BEIER, R., J. KOHLERT und M. BUCK:
Entwicklung der Immissionsbelastung in der Umgebung der Aluminiumhütte im Essener
Norden in den Jahren 1984-1986.
(1987)