

Nr.53

Zur Planung und Auswertung
von Immissionsmessungen
gemäß TA-Luft '83

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Wallneyer Str. 6
D-4300 Essen 1

1985

ISSB 0720-8499

Zur Planung und Auswertung
von Immissionsmessungen
gemäß TA-Luft '83

Dr. R. Beier

174 (5)

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

Summary

1. Einleitung
2. Genehmigungskriterien und Hindernisse
3. Wann sind Messungen erforderlich?
4. Meßplanung
5. Rechenvorschriften
6. Wie ist auszuwerten?
7. Auswertungen gemäß TA-Luft '83 im Vergleich
8. Schlußbetrachtung

Bildanhang

ZUR PLANUNG UND AUSWERTUNG VON IMMISSIONSMESSUNGEN GEMÄSS TA-LUFT '83

Dr. R. Beier

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

Mit Inkrafttreten der ersten Novelle zur Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) von 1974, im März 1983, haben sich die Vorschriften zur Messung und Auswertung von Immissionsbelastungen teilweise wesentlich geändert. In der vorliegenden Arbeit wird dargestellt, welche Folgen dies für den Anwender im Genehmigungsverfahren mit sich bringt. Dazu wird neben den Genehmigungskriterien erörtert, wann und in welchem Umfang Messungen im Genehmigungsverfahren durchzuführen sind, welche meßplanerischen Aufgaben dabei zu erfüllen und wie Messungen auszuwerten sind. Außerdem werden einige Vereinheitlichungen und Vereinfachungen für die Anwendung der novellierten TA-Luft vorgeschlagen. Die Auswirkungen der vorgenommenen Änderungen werden anhand von Schwefeldioxid-Messungen, die in den Jahren 1977 - 1982 in Nordrhein-Westfalen durchgeführt wurden, demonstriert.

S u m m a r y

With the first amendment to the TA-Luft of 1974 (Technical Instruction on the Control of Air Quality), in March 1983, the regulations concerning measuring and evaluation of air-quality data have changed in F.R. Germany, to some extent markedly. A task of the present paper is to describe the practical consequences for applications within the procedure of licensing of industrial facilities. For that purpose, besides the changes in criteria of licensing, it is discussed, to which extent measurements have to be performed within the procedure of licensing, how to plan those measurements and how to evaluate them. Furthermore, a number of unifications and simplifications are recommended for the application of the new TA-Luft '83. Finally, the new regulations are applied to sulfur dioxide data registered in Nordrhine-Westphalia between 1977 and 1982.

1. Einleitung

Am 1. März 1983 traten mit der Novellierung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) von 1974 geänderte Bestimmungen für die Genehmigung emissionsintensiver Anlagen und in Verbindung damit auch für die Bewertung von Luftverunreinigungen in Kraft [1]. Vorausgegangen war eine von seiten der beteiligten Kreise teilweise heftig geführte Diskussion unterschiedlicher Entwurfsstadien. Einige Beiträge zu dieser Diskussion sind in [2] zusammengestellt. Das erzielte Ergebnis versucht einen Ausgleich zwischen ökologischen und ökonomischen Interessen herzustellen. Zu den Zielen [3] dieser Novellierung gehörte es, die Rechtssicherheit des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens zu erhöhen, zugleich aber auch den Umweltschutz zu verstärken. Dazu sieht die vorliegende 1. Novelle eine Reihe von Änderungen der TA-Luft von 1974 [4] vor. Diese reichen von der Neufestsetzung von Immissionswerten zum Schutz von empfindlichen Pflanzen, Tieren und Sachgütern sowie vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen über Neuregelungen zur Durchführung von Immissionserhebungen im Genehmigungsverfahren sowie die Berechnung von Immissionskenngrößen bis zur Einführung von Bagatellklauseln für Zusatzbelastungen und Auswurfbegrenzungen für karzinogene Stoffe.

In einer Reihe von Publikationen [5 - 8] sind diese Änderungen bereits zusammenfassend beschrieben und kommentiert worden. Bislang fehlt es jedoch an detaillierten Untersuchungen, welche konkreten Auswirkungen die vorgenommenen Änderungen auf die Ermittlung von Kenngrößen der Vorbelastung haben werden und welche Unterschiede sich gegenüber der TA-Luft von 1974 ergeben. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, hierzu einen Beitrag zu leisten. Dabei sollen Fragen der Anwendung und Anwendbarkeit der Regelungen der novellierten TA-Luft, im folgenden kurz TA-Luft '83 genannt, im Vordergrund stehen.

2. Genehmigungskriterien und Hindernisse

Die rechtlichen Grundlagen für das Genehmigungsverfahren finden sich in Teil 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) von 1974 [15]. Danach bedürfen Errichtung und Betrieb von Anlagen einer Genehmigung, wenn sie aufgrund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebes in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen. Welche Anlagen einer derartigen immissionsschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen, ist in der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz (4. BImSchV) [16] festgelegt. Diese Verordnung wird gegenwärtig überarbeitet.

Welche Prüfungen die zuständigen Behörden hinsichtlich der Luftqualität im Genehmigungsverfahren durchzuführen haben, ist in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - der TA-Luft, vorgegeben.

Von seiten der Luftreinhaltung entscheidend für die Erteilung einer Genehmigung ist danach, inwieweit die vorgegebenen Grenzwerte für Emissionsmassenströme und die Immissionswerte der TA-Luft eingehalten werden. Für emittierte Stoffe, für die weder Emissionsbegrenzungen noch Immissionswerte vorliegen, sind nach TA-Luft '83 Sonderprüfungen durchzuführen.

Die in der TA-Luft '74 vorgegebenen Emissionsgrenzwerte haben in der vorliegenden ersten Novellierung keine Änderung erfahren. Diese dem Stand der Wissenschaft und Technik anzupassen, soll Gegenstand einer zweiten Novelle sein. Eingeführt wurden mit der TA-Luft '83 jedoch erstmals Emissionsgrenzwerte für einige karzinogene Stoffe.

Hinsichtlich der Immissionswerte weist die TA-Luft '83 dagegen Änderungen auf. So wird nun unterschieden zwischen Immissionswerten zum Schutz vor gesundheitlichen Gefahren (Nr. 2.5.1 TA-Luft '83) und solchen zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen (Nr. 2.5.2 TA-Luft '83). Darüber hinaus sind nun Immissionswerte zum Schutz von besonders empfindlichen Pflanzen, Tieren und Sachgütern angegeben (Anhang A). Die Immissionswerte der TA-Luft '83 und der TA-Luft '74 sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Immissionswerte dienen als Maßstäbe für die Bewertung von Immissionsbelastungen durch Kenngrößen. Dabei wird unterschieden zwischen Kenngrößen der Vorbelastung und Kenngrößen der Zusatzbelastung (Nr. 2.6.1.1 TA-Luft '83). Aus beiden gemeinsam werden die Kenngrößen der Gesamtbelastung gebildet (Nr. 2.6.5 TA-Luft '83). Die Kenngrößen der Vorbelastung werden, soweit erforderlich, durch Messungen im Einwirkungsbereich der geplanten Anlage ermittelt, und zwar für jeden von der geplanten Anlage emittierten Stoff, für den in der TA-Luft '83 Immissionswerte angegeben sind. Diese Kenngrößen dienen der Kennzeichnung der räumlichen und zeitlichen Strukturen der Immissionsbelastung vor der Errichtung der geplanten Anlage. Für die Erfassung der räumlichen Strukturen ist die Größe der Flächen (Beurteilungsflächen), die durch einen Satz von Kenngrößen gekennzeichnet werden können, von entscheidender Bedeutung. Maßgeblich hierfür ist der Abstand der Meßpunkte. Bei einem Meßstellenabstand von 4 km lassen sich, beispielsweise, Strukturen geringerer Ausdehnung als 4 km nicht erfassen.

Formal ist die Größe der Beurteilungsfläche in der TA-Luft '83 einheitlich auf 1 km² festgelegt. Sofern jedoch ausschließlich kontinuierliche Messungen Verwendung finden, gelangt faktisch eine Bezugsflächengröße von 16 km² zur Anwendung.

Die zeitliche Struktur der Vorbelastung in einer Beurteilungsfläche wird durch Angabe von zwei Kenngrößen I1V und I2V für jeden betrachteten Schadstoff beschrieben. I1V steht dabei für die durchschnittliche Schadstoffkonzentration und I2V ist ein Wert, der im Verlauf eines Jahres nur kurzzeitig überschritten wurde.

In analoger Weise sind für jede Beurteilungsfläche und jeden Schadstoff jeweils zwei Kenngrößen der Zusatzbelastung I1Z und I2Z durch Ausbreitungsrechnung zu ermitteln (Nr. 2.6.4 TA-Luft '83).

Tabelle 1: Immissionswerte

Schadstoff	TA-Luft '74		TA-Luft '83			
	IW1	IW2	Gesundheitswerte		Nachteils-/Belästigungswerte	
			IW1	IW2	IW1	IW2
Schwefeldioxid mg/m ³	0,14	0,40	0,14	0,40	-	-
Stickstoffdioxid mg/m ³	0,10	0,30	0,08	0,30	-	-
Kohlenmonoxid mg/m ³	10	30	10	30	-	-
Chlor mg/m ³	0,10	0,30	0,10	0,30	-	-
Chlorwasserstoff - angegeben als Cl - mg/m ³	0,10	0,20***	0,10	0,20***	-	-
Fluorwasserstoff und anorganische gasförmige Fluorverbindungen - angegeben als F - µg/m ³	2,0	4,0			1,0	3,0
Schwefelwasserstoff mg/m ³	0,0050	0,010			-	-
Stickstoffmonoxid mg/m ³	0,20	0,60			-	-
Schwebstaub (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe) mg/m ³	0,10* 0,20**	0,20* 0,40**	0,15	0,30	-	-
Blei und anorganische Bleiverbindungen als Bestandteile des Schwebstaubs - angegeben als Pb - µg/m ³	-	-	2,0	-	-	-
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen als Bestandteile des Schwebstaubs - angegeben als Cd - µg/m ³	-	-	0,04	-		
Staubniederschlag (nicht gefährdende Stäube) g/(m ² d)	0,35	0,65	-	-	0,35	0,65
Blei und anorganische Bleiverbindungen als Bestandteile des Staubniederschlags - angegeben als Pb - mg/(m ² d)	-	-	-	-	0,25	-
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen als Bestandteil des Staubniederschlags - angegeben als Cd - µg/(m ² d)	-	-	-	-	5	-
Thallium und anorganische Thalliumverbindungen als Bestandteil des Staubniederschlags - angegeben als Tl - µg/(m ² d)	-	-	-	-	10	-

* Für Partikelgröße unter 10 µm

** Für Partikelgröße über 10 µm

*** Solange Chlorwasserstoff nicht einwandfrei getrennt von Chloriden gemessen werden kann, gilt IW 2 = 0,30 mg/m³.

Für jede Beurteilungsfläche und jeden betrachteten Schadstoff sind anschließend die Kenngrößen der Gesamtbelastung I1G und I2G gemäß Nr. 2.6.5 der TA-Luft '83 anzugeben. Danach gilt:

$$I1G = I1V + I1Z$$

Die Kenngröße I2G ist aus den Kenngrößen I2V und I2Z unter Anwendung des in Anhang E der TA-Luft angegebenen Nomogramms zu ermitteln. Schwierigkeiten ergeben sich hierbei, wenn die Kenngrößen I2V und I2Z 98%-Werte sind. Das Nomogramm gilt nämlich für den Fall, daß 95%-Werte als Kurzzeitkenngrößen Verwendung finden.

Im Genehmigungsverfahren sind für alle Beurteilungsflächen einer festgelegten Umgebung der geplanten Anlage (vergl. Abschnitt 3) die Kenngrößen der Gesamtbelastung I1G und I2G mit den zugehörigen Immissionswerten zu vergleichen.

Abweichend von der TA-Luft '74 stellen Überschreitungen von Immissionswerten der TA-Luft '83 unter gewissen Umständen kein Genehmigungshindernis dar. Entsprechende Regelungen finden sich in den Abschnitten 2.2.1.1 und 2.2.1.2 der TA-Luft '83. Diese Regelungen enthalten die sogenannte *S a n i e r u n g s - k l a u s e l* und die *B a g a t e l l k l a u s e l*.

Die Sanierungsklausel gilt für Stoffe mit Immissionswerten zum Schutz vor Gesundheitsgefahren. Bei diesen Stoffen stehen Überschreitungen eines Immissionswertes durch die zugehörige Kenngröße der Vorbelastung einer Genehmigung nicht entgegen, wenn

- die Zusatzbelastung durch die geplante Anlage auf der betroffenen Beurteilungsfläche im Jahresmittel weniger als 1 Prozent des IWI-Wertes ausmacht

und zugleich

- durch Sanierung bestehender Anlagen die Gesamtbelastung (I1G) bei Betrieb der geplanten Anlage im Jahresmittel geringer wird als die Vorbelastung (I1V).

Die Bagatellklausel ihrerseits gilt für Stoffe mit Immissionswerten zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen. Bei diesen Stoffen steht die Überschreitung eines Immissionswertes durch die zugehörige Kenngröße der Gesamtbelastung einer Genehmigung nicht entgegen, wenn

- die Zusatzbelastung die in Anhang A der TA-Luft vorgegebene Schwellen nicht überschreitet, oder
- eine Sanierung entsprechend der o.g. Sanierungsklausel durchgeführt wird, oder

- durch eine S o n d e r p r ü f u n g nach Nr. 2.2.1.3 sich herausstellt, daß durch die besonderen Umstände des Einzelfalles weder für die Allgemeinheit noch für die Nachbarschaft erhebliche Nachteile oder Belästigungen hervorgerufen werden können.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß im letzten Fall eine Genehmigung nicht erteilt werden kann, wenn das Auftreten von erheblichen Nachteilen und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden kann.

Sind im Beurteilungsgebiet besonders empfindliche Pflanzen, Tiere, Personengruppen oder Sachgüter anzutreffen, so ist eine Sonderprüfung nach Nr. 2.2.1.3 durchzuführen, wenn die Zusatzbelastungen durch SO_2 oder Fluorverbindungen die in Anhang A der TA-Luft '83 angegebenen Werte übertrifft.

3. W a n n s i n d M e s s u n g e n e r f o r d e r l i c h ?

Ob und in welchem Umfang in einem Genehmigungsverfahren Immissionsmessungen durchzuführen sind, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die nacheinander abgeprüft werden können. Einen Überblick gibt das in Abb. 1 wiedergegebene Ablaufschema.

Erweist sich die geplante Anlage als genehmigungsbedürftig, so ist zunächst zu prüfen, ob die in Nr. 2.6.1.1 der TA-Luft '83 vorgegebenen Emissionsfreigrenzen eingehalten werden. Ist dies der Fall, so kann auf Immissionsmessungen und Immissionsprognose verzichtet werden, "soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder hoher Vorbelastung anderes ergibt". Diese Regelung ist sinnvoll, sofern sichergestellt ist, daß bei Einhaltung der aufgeführten Emissionsfreigrenzen schädliche Einwirkungen und erhebliche Nachteile und Belästigungen im Einwirkungsbereich der Anlage vermieden werden. Sollte dies in Frage gestellt sein, sei es wegen hoher Vorbelastung oder durch das Vorhandensein besonders empfindlicher Objekte (Pflanzen, Tiere, Personengruppen, Sachgüter), dann ist diese Regelung gemäß TA-Luft '83 außer Kraft zu setzen. In letzterem Fall ist zunächst eine Immissionsprognose zu erstellen. Weist diese Prognose im Einwirkungsbereich Zusatzbelastungen auf, welche die in Anhang A der TA-Luft '83 angegebenen Werte übertreffen, dann ist eine Sonderprüfung nach Nr. 2.2.1.3 der TA-Luft '83 durchzuführen

Kann nach den beschriebenen Prüfungen auf Immissionsmessungen nicht verzichtet werden, so ist es erforderlich, vor weiteren Entscheidungen über Art und Umfang dieser Messungen das sog. Beurteilungsgebiet zu kennen, das ist dasjenige Gebiet, in welchem gegebenenfalls Immissionsmessungen durchzuführen sind. Diesbezügliche Regelungen finden sich in Nr. 2.6.2.2 der TA-Luft '83. Das Beurteilungsgebiet besteht danach aus einer kreisförmigen Kernzone, in deren Mittelpunkt die geplante Anlage liegt, und einer Randzone. Der Radius der Kernzone ist gegeben durch das 30fache der Schornsteinhöhe H' . H' ist die um das Immissionsniveau J verminderte geplante Bauhöhe des Schornsteins (vgl. Nr. 2.4.2 und Nr. 2.4.3 TA-Luft '83).

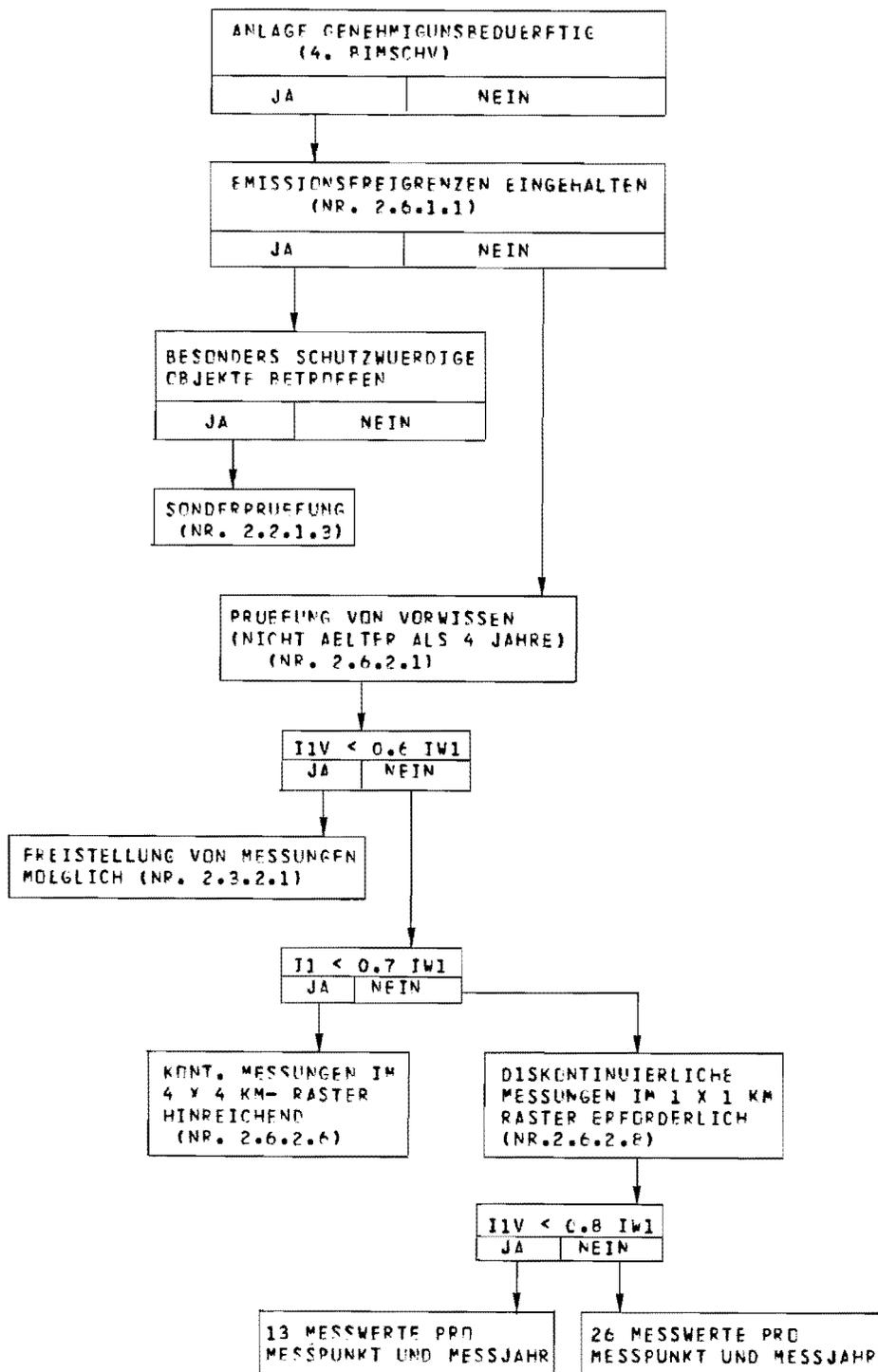


Abbildung 1: Ablaufschema zum Genehmigungsverfahren nach BImSchG

Zur Randzone des Beurteilungsgebietes gehören alle diejenigen 1 km^2 -Flächen (Beurteilungsflächen) bis zu einer Entfernung von 50 Schornsteinhöhen H' von der geplanten Anlage, auf denen die Zusatzbelastung durch diese im Jahresmittel mindestens 1 Prozent des Immissionswertes $Iw1$ ausmacht.

Zur Ermittlung des so festgelegten Beurteilungsgebietes ist man auf eine Immissionsprognose angewiesen. Will man eventuell im Planungsstadium auf eine derartige Prognose verzichten, so kann man natürlich auch alle 1 km^2 -Flächen bis zu einem Abstand von 50 Schornsteinhöhen H' von der geplanten Anlage zum Beurteilungsgebiet hinzurechnen. Diese Vereinfachung empfiehlt sich insbesondere für erste Abschätzungen über durchzuführende Immissionsmessungen.

Nach Festlegung des Beurteilungsgebietes kann im nächsten Schritt geprüft werden, in welchem Umfang dort Immissionsmessungen erforderlich werden. Dies kann aufgrund "vorhandener Messungen", "Rechnungen" oder "Erwartungen" entschieden werden. Diesbezügliche Regelungen finden sich verstreut über die Abschnitte 2.6.2.1, 2.6.2.6 und 2.6.2.8 der TA-Luft '83. Über das zulässige Alter des zu berücksichtigenden Vorwissens finden sich in Abschnitt 2.6.2.1, Absatz 2, der TA-Luft '83 Angaben.

Bei sinngemäßer Übertragung dieser Regelung wird man Vorwissen generell nur berücksichtigen, wenn es nicht älter ist als vier Jahre. Es liegt nahe, jeweils die jüngsten vorhandenen Messungen zu berücksichtigen. Dies werden im allgemeinen kontinuierliche Messungen aus den Ländermeßnetzen sein. Verdichtete diskontinuierliche Messungen in einem 1 x 1 km-Raster sind jedoch wegen der höheren Ortsauflösung in jedem Fall vorzuziehen.

Auf Rechnungen wird man sich hinsichtlich der Frage der Notwendigkeit von Immissionsmessungen allenfalls dann stützen, wenn keine jüngeren Messungen vorliegen.

Sollten weder Messungen noch Rechnungen als Vorwissen zugänglich sein, so kann man auch durch Vergleich der Nutzung und Bebauung im Beurteilungsgebiet mit bemessenen Gebieten erste Anhaltspunkte über die Notwendigkeit von Immissionsmessungen gewinnen.

Im Sinne möglichst großer Rechtssicherheit ist in Zweifelsfällen jeweils der höhere Meßaufwand vorzuziehen.

Je nach Vorwissen sind die folgenden drei Fälle zu unterscheiden:

(1.) $I_{1V} \leq 0,60 \text{ IW}_1$

In Beurteilungsflächen (1 km²), in denen aufgrund vorhandener Messungen oder Rechnungen die Kenngröße I_{1V} nicht größer ist als $0,60 \text{ IW}_1$, kann der Antragsteller von Messungen befreit werden (Nr. 2.6.2.1 TA-Luft '83).

Diese Regelung ist sinnvoll, wenn damit zugleich sichergestellt ist, daß für die Kurzzeitkenngröße die Bedingung $I_{2V} \leq \text{IW}_2$ erfüllt ist. Im Sinne möglichst großer Rechtssicherheit für den Antragsteller empfiehlt es sich, auch dies zu prüfen. Zu diesem Zweck können gegebenenfalls auch Messungen angeordnet werden. Sofern im Beurteilungsgebiet kontinuierliche Messungen durchgeführt werden, kann auf diese zurückgegriffen werden, wenn der Meßstellenabstand nicht größer ist als 4 km.

(2.) $0,60 \text{ IW}_1 < I_{1V} \leq 0,70 \text{ IW}_1$

In diesem Fall kann auf Messungen nicht verzichtet werden. Wie im Fall (1.) kann jedoch auch hier auf kontinuierliche Messungen zurückgegriffen werden, wenn der Meßstellenabstand nicht größer ist als 4 km (Nr. 2.6.2.6, Absatz 4, TA-Luft '83). Offen bleibt jedoch leider, wie viele Meßwerte (0,5h-Werte)

bei gasförmigen Schadstoffen pro Jahr an einer Meßstelle im 4 x 4 km-Raster mindestens erhoben werden müssen. Allein für Schwebstaub und seine Inhaltsstoffe Blei und Cadmium ist geregelt, daß an mindestens 5 wechselnden Werktagen pro Monat zu messen ist. So dürfte der letzte Halbsatz des Abschnitts 2.6.2.8, Absatz 3 der TA-Luft '83 wohl zu verstehen sein.

Ein Verzicht auf diskontinuierliche Messungen ist jedoch nur in großflächig homogen belasteten Gebieten sinnvoll.

(3.) $IIV > 0,70 IWL$

In Beurteilungsflächen, für welche aufgrund vorliegender Messungen oder Schätzungen anzunehmen ist, daß $IIV > 0,70 IWL$, sind diskontinuierliche Messungen im 1 x 1 km-Raster durchzuführen. Dies gilt für gasförmige Schadstoffe sowie Blei und Cadmium als Bestandteile des Schwebstaubes. Die Meßhäufigkeit pro Meßpunkt richtet sich dabei ebenfalls nach der zu erwartenden Höhe der Kenngröße IIV . Folgende Fälle werden unterschieden (Nr. 2.6.2.8 TA-Luft '83):

(3 a.) $IIV \leq 0,80 IWL$

In diesem Fall sind bei gasförmigen Schadstoffen mindestens 13 Meßwerte (0,5h-Werte) pro Meßstelle und Meßzeitraum zu erheben, bei Blei und Cadmium als Bestandteilen des Schwebstaubes mindestens 5 Meßwerte (24h-Werte) pro Monat.

(3 b.) $IIV > 0,80 IWL$

In diesem Fall sind bei gasförmigen Schadstoffen mindestens 26 Meßwerte (0,5h-Werte) pro Meßstelle und Meßzeitraum zu erheben, bei Blei und Cadmium als Bestandteilen des Schwebstaubes 10 Meßwerte (24h-Werte) pro Monat.

Ein Meßzeitraum umfaßt dabei in der Regel ein Jahr (Nr. 2.6.2.5 TA-Luft '83). Eine Verkürzung auf ein halbes Jahr ist möglich, wenn die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ein ganzes Jahr gewährleistet ist. Dies ist im allgemeinen sichergestellt, wenn im Winterhalbjahr (Oktober-März) gemessen wird.

4. M e ß p l a n u n g

Ist entschieden, in welchem Umfang Immissionsmessungen erforderlich werden, so ist gegebenenfalls eine detaillierte Meßplanung durchzuführen bzw. zu prüfen (Nr. 2.6.2.1, Absatz 1 TA-Luft '83).

Im folgenden werden hierzu einige Hinweise gegeben.

Sofern auf kontinuierliche Messungen zurückgegriffen werden kann, beschränken sich die meßplanerischen Aufgaben auf die Prüfung, inwieweit die Stationsorte als repräsentativ für das Beurteilungsgebiet angesehen werden können. Dies ist gewährleistet, wenn die Stationen an Belastungsschwerpunkten zugeordneter 16 km²-Umgebungen stehen oder errichtet werden. Ist dies nicht der Fall, so können zur Vermeidung von Rechtsunsicherheiten ergänzend diskontinuierliche Messungen in einem 1 x 1 km-Raster durchgeführt werden.

Bei diskontinuierlichen Messungen wird eine detaillierte Meßplanung erforderlich, um Ergebnisse zu erhalten, die statistisch repräsentativ sind für die untersuchte räumliche und zeitliche Belastungsstruktur.

Zur Beschreibung der zeitlichen Struktur werden für jedes Meßjahr und jede Bezugsfläche zwei Kenngrößen angegeben, die Kenngröße I1V als durchschnittliche Konzentration eines Luftschadstoffes und die Kenngröße I2V als ein Wert, der nur kurzzeitig überschritten wurde. Für die Erfassung der räumlichen Strukturen der Immissionsbelastung ist die Größe der Bezugsflächen von entscheidender Bedeutung. In der TA-Luft '74 war für das Genehmigungsverfahren eine Bezugsflächengröße von 16 km² vorgesehen. In der Praxis des Überwachungsverfahrens hatte sich jedoch schon bald gezeigt, daß diese Bezugsflächengröße nicht geeignet war, um räumliche Strukturen der Immissionsbelastung, insbesondere in hochbelasteten Gebieten, zutreffend zu erfassen. Dies wird auch durch statistische Analysen der LIS bestätigt, welche zeigen, daß 16km²-Kollektive eine wichtige Stichprobeneigenschaft nicht erfüllen. Derartigen Kollektiven kann nämlich im allgemeinen keine gemeinsame Verteilung unterlegt werden, d.h., sie können nicht als identisch verteilt betrachtet werden. Für Bezugsflächen von 1 km² mit 52 bzw. 104 zugeordneten Meßwerten pro Jahr ist dies jedoch ohne Schwierigkeiten möglich. Flächen von 1 km² Größe können also im Rahmen der durchgeführten Stichprobenerhebungen als hinreichend gleichmäßig belastet angesehen werden, um sie durch e i n e n Mittelwert I1V und e i n e n Kurzzeitwert I2V charakterisieren zu können. Soweit die Bezugsflächengröße von 1 km² zum Tragen kommt, erfüllt die novellierte TA-Luft '83 damit eine wesentliche Bedingung für zuverlässige Stichprobenerhebungen.

Die zweite notwendige Bedingung für Stichprobenerhebungen besagt, daß die Meßwerte einer Stichprobe eine echte Zufallsauswahl darstellen müssen, sie dürfen sich gegenseitig nicht bedingen, d.h., sie müssen unabhängig voneinander sein. Diese Bedingung betrifft die Festlegung der Meßpunkte in gleicher Weise wie die Auswahl der Meßzeiten. Die Festlegung der Meßpunkte durch die Schnittpunkte des Gauss-Krüger-Koordinatennetzes (Nr. 2.6.2.6) genügt diesen Anforderungen. Sie erfolgt unabhängig von der Art und Nutzung des Geländes und ist insofern zufällig. In Verbindung mit der in Nordrhein-Westfalen bereits seit Jahren praktizierten Zufallsauswahl der Meßzeiten [9] führt dies zur Erfüllung der genannten Bedingung. Dies konnte in einer bislang unveröffentlichten Studie der LIS gezeigt werden. Bei dieser Zufallsauswahl wird an jedem Meßpunkt in jeder vierten und entsprechend der novellierten TA-Luft in höher belasteten Gebieten ($I1 > 0,8$ IW1) sogar jede zweite Woche ein Meßwert erhoben. Die Festlegung der Meßzeiten innerhalb der jeweiligen Meßwoche erfolgt durch Zufallsauswahl aus einer Gleichverteilung an Werktagen zwischen 8.00 und 16.00 Uhr. So wird in jeder Bezugsfläche (1 km²) in jeder Woche mindestens 1 Meßwert erhoben. Der zeitliche Abstand aufeinanderfolgender Messungen in einer Bezugsfläche beträgt so bei 52 Meßwerten pro Jahr im Mittel eine Woche und bei 104 Meßwerten 0,5 Wochen. Dadurch ist sichergestellt, daß die Meßwerte in allgemeinen voneinander unabhängig sind.

Die in der TA-Luft '83 verankerte Verdoppelung der Meßhäufigkeit in hoch belasteten Gebieten ist sicherlich zu begrüßen. Angesichts der Bedeutung der zufälligen Auswahl der Meßzeiten wäre es jedoch wünschenswert gewesen, hierzu ausführlichere Regelungen in der TA-Luft zu finden, etwa wie in der TA-Luft '74 [4].

5. R e c h e n v o r s c h r i f t e n

Neben einer geeigneten Meßplanung werden zur zahlenmäßigen Angabe von Kenngrößen der Vorbelastung Rechenvorschriften benötigt. In der TA-Luft '83 wurde auf die explizite Angabe derartiger Vorschriften verzichtet.

5.1. Kenngröße IlV

Die Langzeitkenngröße IlV ist im Abschnitt 2.6.3.4 der TA-Luft '83 begrifflich festgelegt als der "arithmetische Mittelwert aller Meßwerte", wobei gemeint sein dürfte, "aller zu berücksichtigenden Meßwerte". Anderenfalls bleibt die Regelung unverständlich. Eine Rechenvorschrift für die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes wird im folgenden angegeben, findet sich aber auch in jedem Statistik-Lehrbuch [z. B. 10].

Betrachtet werde eine Stichprobe vom Umfang N. Bei diskontinuierlichen Messungen wird N in einem Meßjahr häufig die Werte 52, 65, 78, 91 und 104 annehmen, je nachdem ob an den einzelnen Eckpunkten der betrachteten Beurteilungsfläche (1 km²) 13 oder 26 Messungen erhoben werden.

Bei kontinuierlichen Messungen kann N in einem Meßjahr maximal den Wert 4 x 17520 erreichen. Die N Meßwerte der betrachteten Stichprobe mögen der Größe nach in aufsteigender Reihenfolge angeordnet und durchnumeriert sein.

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(k)} \leq \dots \leq X_{(N)} \quad (1)$$

Der in Klammern gesetzte Index k gibt den "Rangplatz" oder kurz "Rang" des Meßwertes $X_{(k)}$ an ($k = 1, 2, \dots, N$). Tritt ein Meßwert mehrfach auf, so besetzt er entsprechend seiner Häufigkeit mehrere aufeinanderfolgende Rangplätze.

Der arithmetische Mittelwert \bar{X} der betrachteten Stichprobe kann errechnet werden nach der Vorschrift

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{(i)} = \frac{1}{N} \cdot (X_{(1)} + X_{(2)} + \dots + X_{(N)}) \quad (2)$$

D. h. alle Meßwerte der Stichprobe werden addiert und die Summe wird anschließend durch den Stichprobenumfang dividiert. Dabei spielt die Reihenfolge der Addition keine Rolle.

5.2. Kenngröße I2V

Zur Festlegung der Kurzzeitkenngröße I2V werden in der TA-Luft '83 in Abschnitt 2.6.3.4 die Begriffe "95%-Wert und 98%-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung aller Meßwerte" benutzt, wobei "aller Meßwerte" wiederum im Sinne von "aller zu berücksichtigenden Meßwerte" zu verstehen ist. "Falls erforderlich" sei "zwischen aufeinanderfolgenden Meßwerten linear zu interpolieren."

Dies ist so zu verstehen, daß die Kenngröße I2V ein Schätzwert für den 95%-Wert (0,95-Quantil) bzw. den 98%-Wert (0,98-Quantil) der gemeinsamen Verteilung der zu berücksichtigenden Meßwerte ist. Um zuverlässige Schätzwerte für diese Verteilungsparameter zu erhalten, ist es jedoch in keinem Fall erforderlich, zwischen aufeinanderfolgenden Meßwerten linear zu interpolieren. Im Gegenteil, eine derartige Interpolation würde zumindest bei diskontinuierlichen Messungen die Zuverlässigkeit der resultierenden Schätzung und damit auch der Kenngröße I2V verringern. Dies wird im folgenden noch deutlicher werden.

Verzichtet man auf die Anwendung der linearen Interpolation, so wird die Ermittlung der Kenngröße I2V denkbar einfach: In einer Stichprobe vom Umfang $N = 52$, beispielsweise, wird der 95%-Wert (0,95-Quantil) dann geschätzt durch den drittgrößten Meßwert der Stichprobe und der 98%-Wert (0,98-Quantil) durch den zweitgrößten. Allgemeiner gilt: Das q -Quantil ($q < 1$) der untersuchten Häufigkeitsverteilung wird aus einer Stichprobe vom Umfang N geschätzt durch den Meßwert $X_{(k)}$, dessen Rangplatz gegeben ist durch $k = \text{INT}(q \cdot N) + 1$, wobei INT den ganzzahligen Anteil des Produktes $q \cdot N$ bezeichnet. Detaillierte Ableitungen finden sich in der Literatur [11, 12].

Die Schätzwerte X_{95} für den 95%-Wert und X_{98} für den 98%-Wert der untersuchten Häufigkeitsverteilung lassen sich deshalb mit folgenden Rechenvorschriften ermitteln (N : Stichprobenumfang):

$$X_{95} = X_{(k)} \quad \text{mit } k = \text{INT}(0,95 \cdot N) + 1 \quad (3 \text{ a}),$$

$$X_{98} = X_{(k)} \quad \text{mit } k = \text{INT}(0,98 \cdot N) + 1 \quad (3 \text{ b}).$$

Unter Anwendung dieser Vorschriften ermittelte Kurzzeitkenngrößen entsprechen in jeder Weise den Forderungen der TA-Luft '83. In Tabelle 2 sind die zur Anwendung benötigten Rangplätze für einige typische Stichprobenumfänge zusammengestellt.

Zur Einordnung der angegebenen Rechenvorschriften sei noch ein Blick auf die Summenhäufigkeitsfunktion einer Stichprobe vom Umfang N geworfen. Es handelt sich um eine Treppenfunktion, die folgendermaßen definiert werden kann [11]:

$$\begin{aligned} F_N(X) &= k/N \\ \text{für } X_{(k)} \leq X < X_{(k+1)} & \quad (4). \end{aligned}$$

Die Summenhäufigkeitsfunktion nimmt also nur diskrete Werte an.

Tabelle 2: Rangplatz k zur Schätzung des 95%- und des 98%-wertes als Funktion des Stichprobenumfangs N

N	X95 = X _(k) mit k =	X98 = X _(k) mit k =
52	50	51
65	62	64
78	75	77
91	87	90
104	99	102
17520	16645	17170

Betrachtet man die beschriebenen Schätzwerte X95 und X98, so stellt man fest, daß

$$F_N(X95) > 0,95$$

und

$$F_N(X98) > 0,98.$$

Genauer gesagt ist X95 der kleinste Meßwert aus der betrachteten Stichprobe, dessen Summenhäufigkeit den Wert 0,95 übertrifft und X98 der kleinste Meßwert, dessen Summenhäufigkeit 0,98 übertrifft.

Nun könnte man denken, eine zuverlässigere Schätzung für den 95%- bzw. 98%-Wert der untersuchten Häufigkeitsverteilung sei zu erhalten, indem man zwischen dem Meßwert X95 bzw. X98 und dem jeweils nächstkleineren Meßwert linear interpoliert. Diese Idee kann hinter der Formulierung in Nr. 2.6.3.4 der TA-Luft '83 vermutet werden. Gemeint ist folgendes:

Der Verlauf der zugrundeliegenden Verteilungsfunktion wird zwischen den Meßwerten $X_{(k)} = X95$ bzw. $X98$ und $X_{(k-1)}$ approximiert durch die Gerade

$$F(X) = F_N(X_{(k-1)}) + \frac{F_N(X_{(k)}) - F_N(X_{(k-1)})}{X_{(k)} - X_{(k-1)}} (X - X_{(k-1)}) \quad (5).$$

Zu lösen ist dann die Gleichung

$$F(X) = 0,95 \text{ bzw. } F(X) = 0,98.$$

Wie man sich leicht überlegen kann, werden die Lösungen dieser Gleichungen kleiner ausfallen als die Schätzwerte X95 bzw. X98 aus denselben Stichproben. Die Hoffnung, durch diese Interpolation einen zuverlässigeren Schätzwert für den 95%-Wert (0,95-Quantil) bzw. den 98%-Wert (0,98-Quantil) der untersuchten Häufigkeitsverteilung zu finden, ist jedoch nicht begründet. Dies kann folgendermaßen gezeigt werden.

Zur Prüfung der Zuverlässigkeit der betrachteten Schätzungen für den 95%- bzw. 98%-Wert diene die Einhaltungswahrscheinlichkeit derselben, d.h. die Wahrscheinlichkeit, in derselben Häufigkeitsverteilung einen unabhängigen Meßwert zu finden, welcher den betrachteten Schätzwert nicht übertrifft; diese sollte nämlich 0,95 bzw. 0,98 betragen.

Wie in der Literatur [11, 13] beschrieben, kann diese Einhaltungswahrscheinlichkeit p_k des Meßwertes $X_{(k)}$ aus einer Stichprobe vom Umfang N erwartungstreu geschätzt werden durch

$$\hat{p}_k = k / (N + 1). \quad (6).$$

In Tabelle 3 sind die Werte $k / (N + 1)$ für die in Tabelle 2 betrachteten Fälle niedergelegt.

Man erkennt daraus, daß die entsprechend der angegebenen Vorschrift ohne Interpolation gewonnenen Schätzwerte für den 95%- bzw. den 98%-Wert bei den betrachteten Stichprobenumfängen $N \leq 104$ zu systematischen Unterschätzungen führen. Dies ist jedoch bei diesen Stichprobenumfängen unvermeidlich.

Eine Anwendung der linearen Interpolation, andererseits, liefert jedoch noch kleinere Schätzwerte für den 95%- bzw. 98%-Wert und damit deutlichere Abweichungen von den Soll-Werten der Einhaltungswahrscheinlichkeit. Um die auftretenden Unterschätzungen möglichst gering zu halten, ist daher auf eine Anwendung der linearen Interpolation bei der Berechnung der Kenngröße I2V zu verzichten. Eine angenehme Begleiterscheinung ist die Tatsache, daß durch den Verzicht auf eine Interpolation der Rechenaufwand deutlich geringer wird. Außerdem hat dies eine bessere Vergleichbarkeit mit Kurzzeitkenngrößen aus kontinuierlichen Messungen zur Folge. Diese können nämlich, wie Tabelle 3 zeigt, mit wesentlich größerer Zuverlässigkeit (hinsichtlich der zeitlichen Struktur) bestimmt werden.

Häufig wird vor der Kenngrößenermittlung eine Klassierung der Meßdaten vorgenommen. Dies hat zur Folge, daß die Zuverlässigkeit der Kenngrößenbestimmung durch die Interpolation nur noch scheinbar erhöht werden. Der geeignete Schätzwert für den 95%- bzw. 98%-Wert ist dann die kleinste obere Grenze einer Klasse, deren Summenhäufigkeit den Wert 0,95 bzw. 0,98 nicht unterschreitet.

Tabelle 3: Einhaltungswahrscheinlichkeit $\hat{p}_{(k)} = k/(N + 1)$ des Meßwertes $X_{(k)}$ aus einer Stichprobe vom Umfang N.

k	N=52	N=65	N=78	N=91	N=104	N=17520	Soll
50	0,943						0,95
51	0,962						0,98
62		0,939					0,95
64		0,970					0,98
75			0,949				0,95
77			0,975				0,98
87				0,946			0,95
90				0,978			0,98
99					0,943		0,95
102					0,971		0,98
16645						0,950	0,95
17170						0,980	0,98

6. Wie ist auszuwerten?

Bei der Auswertung von Immissionsmessungen im Genehmigungsverfahren nach TA-Luft '83 sind verschiedene Fälle zu unterscheiden, je nachdem, ob kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen wurde und welche Messungen außerdem noch zu berücksichtigen sind. Diesbezügliche Regelungen finden sich in den Abschnitten 2.6.3.1, 2.6.3.2 sowie 2.6.2.6 der TA-Luft '83. Diese Regelungen unterscheiden sich teilweise wesentlich von den entsprechenden Regelungen der TA-Luft '74. Im einzelnen sind bei der Auswertung folgende Fälle zu unterscheiden:

6.1. Es wurden ausschließlich kontinuierliche Messungen durchgeführt

In diesem Fall sind jeweils nur die Meßwerte des letzten Meßjahres zu berücksichtigen. Dies gilt unabhängig davon, ob aus vorangehenden Meßjahren Messungen vorliegen oder nicht. Die entsprechenden Regelungen der TA-Luft '83 finden sich unter der Nr. 2.6.2.6. Danach gelten "die Kenngröße(n) der von vier Meßstationen eingeschlossenen Fläche als Kenngröße(n) für alle in ihr liegenden Beurteilungsflächen".

Gemäß dieser Regelung sind also zunächst die Kenngrößen der Vorbelastung für eine von vier Meßstationen eingeschlossene Fläche ($\approx 16 \text{ km}^2$) zu ermitteln. Bei sinngemäßer Übertragung der Regelungen aus Nr. 2.6.3.1 TA-Luft '83 sind dabei die Meßwerte aller vier Meßstationen aus dem betrachteten Jahr zu berücksichtigen, d.h. maximal $70080 = 4 \times 17520$ 0,5h-Werte. Aus dieser umfangreichen Stichprobe sind dann der arithmetische Mittelwert als Kenngröße I1V und der 98%-Wert als Kenngröße I2V anzugeben. Zur Berechnung stehen die in Abschnitt 5 angegebenen Rechenvorschriften zur Verfügung. Eine Vereinfachung ergibt sich dadurch, daß I1V aus den Jahresmittelwerten der vier Meßstationen berechnet werden kann, und zwar durch Mittelung. Für I2V läßt die TA-Luft '83 eine ähnliche Vereinfachung nicht zu. Die resultierenden Kenngrößen I1V und I2V gelten für alle Beurteilungsflächen (1 km^2), welche in der von den Meßstationen eingeschlossenen Fläche (16 km^2) liegen. Auf diese Weise gelangt faktisch eine Beurteilungsfläche von 16 km^2 zur Anwendung.

Die beschriebene Regelung führt zu folgenden Schwierigkeiten:

- Durch die gleichzeitige Berücksichtigung von vier Meßstationen wird die ohnehin geringe Ortsauflösung der kontinuierlichen Messungen weiterverringert. Eine auf diese Art und Weise ermittelte Kenngröße I1V wird nämlich im allgemeinen geringer ausfallen als der höchste Jahresmittelwert einer der beteiligten Stationen und den niedrigsten übertreffen. Dies führt zu einer vermeidbaren Nivellierung der Immissionsstruktur. Die räumliche Repräsentativität der kontinuierlichen Messungen wird dadurch nicht erhöht.
- Offen bleibt, wie zu verfahren ist, wenn nicht alle vier Eckpunkte einer Fläche von ca. 16 km^2 von Meßstationen besetzt sind, sondern nur drei.
- Im allgemeinen werden für die in Frage kommenden Meßstationen aus den Ländermeßnetzen stationsbezogene Kenngrößen angegeben. Folglich wären im Genehmigungsverfahren zusätzliche Auswertungen durchzuführen, die zu abweichenden Kenngrößen führen würden.

Die genannten Schwierigkeiten können durch folgende einfachere und zugleich TA-Luft-konforme Verfahrensweisen umgangen werden:

Es werden stationsbezogene Kenngrößen angegeben, d.h. der Jahresmittelwert und der 98%-Wert der Jahresverteilung. Diese werden jeweils einer quadratischen Umgebung von 16 km^2 bzw. den darin enthaltenen Beurteilungsflächen (1 km^2) zugeordnet, in deren Schwerpunkt die betreffende Meßstelle liegt.

Die so gewonnenen Kenngrößen haben verschiedene Vorteile:

- Sie sind im allgemeinen leicht zugänglich, da sie in den Jahresberichten der Ländermeßnetze veröffentlicht werden.
- Sie geben die räumliche Immissionsstruktur besser wieder als die streng nach TA-Luft ermittelten Kenngrößen und sind deshalb nicht nur als Ersatz geeignet, sondern in jedem Fall vorzuziehen.
- Sie sind TA-Luft-konform.

6.2. Es wurden diskontinuierliche Messungen durchgeführt

In diesem Fall ist für jede bemessene Beurteilungsfläche (1 km²) eine Auswertung vorzunehmen. Dabei sind Messungen zu berücksichtigen, die in der betrachteten Beurteilungsfläche erhoben wurden. Zur Beurteilungsfläche zu zählen sind insbesondere ihre Eckpunkte, bzw. die den Eckpunkten zugeordneten Meßpunkte. Dies ist aus Nr. 2.6.3.1 der TA-Luft '83 zu entnehmen. So ergeben sich bei diskontinuierlichen Messungen für eine Beurteilungsfläche (1 km²) in einem Meßjahr Meßhäufigkeiten zwischen 52 und 104, je nachdem, ob 13 oder 26 Messungen an den Meßpunkten durchgeführt wurden. Unterschiedliche Meßhäufigkeiten bedürfen keiner anderen Gewichtung, als daß jeweils alle innerhalb der betrachteten Beurteilungsfläche erhobenen diskontinuierlichen Meßwerte zu einer Stichprobe zusammengefaßt werden. Eventuell vorhandene kontinuierliche Messungen sind ebenfalls zu berücksichtigen, jedoch nur in Beurteilungsflächen, die eine kontinuierlich arbeitende Meßstation enthalten (Nr. 2.6.3.1 TA-Luft '83). Diese Regelung läßt nicht die Wahl offen, auf kontinuierliche Messungen bei der Auswertung eventuell zu verzichten, wie man aufgrund von Nr. 2.6.2.6, Absatz 7, der TA-Luft '83 vermuten könnte. In den vorhandenen Kontext einordnen läßt sich letztere Regelung, wenn man sie auf die Errichtung zusätzlicher automatischer Meßstationen bezieht: Falls solche eingerichtet werden, sollen sie möglichst nah am Schwerpunkt der betreffenden Beurteilungsfläche stehen.

Vor der praktischen Durchführung von Auswertungen ist im vorliegenden Fall außerdem zu prüfen, ob aus den letzten vier Jahren weitere diskontinuierliche Messungen für das Beurteilungsgebiet oder Teile davon vorliegen. Im einzelnen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

6.2.1. Es liegen diskontinuierliche Messungen aus drei aufeinanderfolgenden Jahren vor

Von diesen Messungen darf zum Zeitpunkt der Antragstellung keine älter sein als vier Jahre.

- (a) Für Beurteilungsflächen, die keine automatische Meßstation enthalten, ist folgendermaßen zu verfahren:

Zunächst werden die vorliegenden diskontinuierlichen Messungen jahresweise ausgewertet. Für jedes der drei Meßjahre ($j = 1, 2, 3$) wird für eine betrachtete Beurteilungsfläche der arithmetische Mittelwert $\bar{X}(j)$ und der 98%-Wert $X98(j)$ berechnet. Dafür stehen die in Abschnitt 5 angegebenen Rechenvorschriften zur Verfügung. Kenngrößen aus zurückliegenden Jahren können eventuell auch einem Immissionskataster entnommen werden. Die Kenngrößen der Vorbelastung I1V und I2V für die betrachtete Beurteilungsfläche erhält man anschließend durch die Operationen

$$I1V = (\bar{X}(1) + \bar{X}(2) + \bar{X}(3)) / 3 \quad (7),$$

$$I2V = (X98(1) + X98(2) + X98(3)) / 3 \quad (8).$$

Die Kenngrößen der Vorbelastung werden in diesem Fall also durch Mittelung über die entsprechenden Kenngrößen der drei Meßjahre gewonnen. Dies entspricht den Forderungen der Nr. 2.6.3 der TA-Luft '83.

- (b) Für Beurteilungsflächen, in denen außerdem kontinuierliche Messungen durchgeführt wurden, ist folgende Vorgehensweise angemessen:

Zunächst werden die diskontinuierlichen Messungen wiederum jahresweise ausgewertet wie im Fall (a). Zusätzlich werden aus den kontinuierlichen Messungen des jüngsten Meßjahres der Jahresmittelwert \bar{X}_{kont} und der 98%-Wert $X98_{\text{kont}}$ berechnet (Rechenvorschrift: siehe Abschnitt 5). Entsprechend der Nr. 2.6.2.6, Absatz 7, der TA-Luft '83 sind die Kenngrößen der Vorbelastung dann zu berechnen gemäß

$$I1V = (\bar{X}(1) + \bar{X}(2) + \bar{X}(3) + \bar{X}_{\text{kont}}) / 4 \quad (9),$$

$$I2V = X98_{\text{kont}} \quad (10).$$

Von den kontinuierlichen Messungen ist folglich jeweils nur das jüngste Meßjahr zu berücksichtigen, und zwar auch dann, wenn weiter zurückreichende kontinuierliche Messungen vorliegen.

Eine Berücksichtigung von mehreren Meßjahren bei kontinuierlichen Messungen ist in der TA-Luft '83 nicht vorgesehen. Auch der Hinweis auf Nr. 2.6.3.2 in Nr. 2.6.2.6 ist schwerlich anders zu verstehen, da Nr. 2.6.3.2 ausdrücklich für diskontinuierliche Messungen gilt.

Die angegebene Rechenvorschrift (9) stellt sicher, daß kontinuierliche und diskontinuierliche Messungen des letzten Meßjahres bei der Ermittlung der Kenngröße I1V gleichwertig eingehen, wie es in Nr. 2.6.3.1 der TA-Luft '83 gefordert wird. Dadurch erhält zwar das jüngste Meßjahr ein höheres Gewicht als die übrigen, dies ist jedoch im Sinne der zugrundeliegenden Aufgabenstellung durchaus vertretbar, da die jüngere Vergangenheit sicherlich von größerer Bedeutung ist als die weiter zurückliegende.

Unverständlich bleibt allerdings, warum bei der Ermittlung der Kurzzeitkenngröße I2V diskontinuierliche Messungen hier keine Berücksichtigung finden sollen.

6.2.2. Es liegen diskontinuierliche Messungen aus weniger als drei Meßjahren vor, mindestens jedoch aus einem.

Zu berücksichtigen sind in diesem Fall nur die Messungen des jüngsten Meßjahres. Von diesen darf bei Antragstellung keine Messung älter als 15 Monate sein.

(a) Für Beurteilungsflächen, die keine automatische Meßstation enthalten, ist im vorliegenden Fall folgendermaßen zu verfahren:

Für jede betroffene Beurteilungsfläche ist der arithmetische Mittelwert \bar{X} und der 95%-Wert X_{95} zu berechnen, wozu die Rechenvorschriften aus Abschnitt 5 zur Verfügung stehen. Die Kenngrößen der Vorbelastung sind dann gemäß Nr. 2.6.3 der TA-Luft '83 gegeben durch

$$I1V = \bar{X} \quad (11),$$

$$I2V = X_{95} \quad (12).$$

Abweichend von den übrigen Fällen findet hier der 95%-Wert als Kurzzeitkenngröße I2V Verwendung. Wie die im nachfolgenden Abschnitt dargestellten Auswertungen zeigen, kann nicht davon ausgegangen werden, daß dieser 95%-Wert aus den Meßdaten annähernd dieselbe Wirkung hätte wie der 98%-Wert, gemittelt über drei Jahre. Hier wird mit zweierlei Meß gemessen. Dies kann vermieden werden, indem auch im vorliegenden Fall der 98%-Wert als Kurzzeitkenngröße zur Anwendung gelangt. Wie eingehende Untersuchungen der Autoren, über die an anderer Stelle zu berichten sein wird, zeigen, ist die statistische Unsicherheit des 98%-wertes bei Stichprobenumfängen $N \leq 104$ kaum größer als die des 95%-wertes.

(b) Für Beurteilungsflächen, in denen außerdem kontinuierliche Messungen durchgeführt wurden, ist folgende Vorgehensweise zu wählen:

Aus den diskontinuierlichen Messungen wird wie im Fall (a) der arithmetische Mittelwert \bar{X} berechnet. Ebenso wird aus den kontinuierlichen Messungen des betrachteten Meßjahres der arithmetische Mittelwert \bar{X}_{kont} und der 98%-Wert $X_{98_{\text{kont}}}$ berechnet. Die Kenngrößen der Vorbelastung sind dann gegeben durch

$$I1V = 1/2 (\bar{X} + \bar{X}_{\text{kont}}) \quad (13),$$

$$I2V = X_{98_{\text{kont}}} \quad (14).$$

7. Auswertungen gemäß TA - Luft 1983 im Vergleich

Anhand von SO_2 -Meßdaten aus Nordrhein-Westfalen werden exemplarisch verschiedene der in den vorangehenden Abschnitten diskutierten Fälle durchgespielt und mit alternativen Bewertungsschemata, insbesondere der TA-Luft '74, verglichen. Folgende Fälle werden betrachtet:

- diskontinuierliche Messungen aus drei aufeinanderfolgenden Meßjahren,
- diskontinuierliche Messungen aus einem Meßjahr.

Verglichen werden jeweils:

- Anzahl und Anteil der 1 km^2 -Flächen, die von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind
- Räumliche Lage der Flächen mit Grenzwertüberschreitungen.

Tabelle 4 zeigt die resultierende Gegenüberstellung für Überschreitungen des Immissionswertes $\text{IW}_1 = 0,14 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ durch die Langzeitkenngröße (I1V), die sich für die Belastungsgebiete an Rhein und Ruhr in den Jahren 1977 - 1982 ergeben.

Diese Ergebnisse bestätigen die Erwartung, daß die Verringerung der Größe der Beurteilungsfläche von 16 km^2 in der TA-Luft '74 auf 1 km^2 in der TA-Luft '83 bei der Langzeitkenngröße zu einer strengeren Beurteilung führt. Dies gilt jedoch nur, sofern tatsächlich verdichtete Messungen vorliegen. Wie die Jahre 1980 - 1982 zeigen, dürfte dies in der Genehmigungspraxis jedoch ohne Auswirkungen bleiben, sofern die Belastungen längerfristig nicht wieder ansteigen. Aber auch in den weiter zurückliegenden Jahren war die Langzeitkenngröße I1V im allgemeinen für Genehmigungsfragen weniger entscheidend als die Kurzzeitkenngröße I2V.

Tabelle 5 zeigt die resultierende Gegenüberstellung für Überschreitungen des Immissionswertes $\text{IW}_2 = 0,40 \text{ SO}_2/\text{m}^3$ durch Kurzzeitkenngrößen, die sich für die Belastungsgebiete an Rhein und Ruhr in den Jahren 1977 - 1982 ergeben. Um den Einfluß von Stichproben unterschiedlicher Mächtigkeit auszuschalten, wurden in der vorliegenden Auswertung nur vollständige Stichproben berücksichtigt, d.h. solche, die pro Meßjahr und Beurteilungsfläche $N = 52$ Meßwerte enthalten. Die Kurzzeitkenngröße nach TA-Luft '74 wurde mittels der s_0 -Methode [14] mit t-Faktor 1,64 für Flächen von 1 km^2 berechnet. Dies entspricht der zuletzt gehandhabten Praxis der TA-Luft '74. Die von HANSMANN und SCHMITT [8] hierzu angegebenen Zahlen berücksichtigen auch Stichproben geringerer Mächtigkeit. Dies erklärt die geringfügigen Unterschiede.

Tabelle 4: Vergleich der Überschreitungshäufigkeiten N von $IW_1 = 0,14 \text{ mg/m}^3$ bei Auswertung nach TA-Luft '74 und TA-Luft '83

Komponente	TA-Luft '74		TA-Luft '83			
	N	%	1 Jahr		3 Jahre	
	N	%	N	%	N	%
SO ₂ -1982	0	0	0	0	0	0
SO ₂ -1981	0	0	0	0	0	0
SO ₂ -1980	0	0	0	0	0	0
SO ₂ -1979	0	0	3	< .00	0	0
SO ₂ -1978	0	0	18	.01	6	< .00
SO ₂ -1977	0	0	23	.01	38	.02

Minimaler Stichprobenumfang: 245 bei 16 Quadratkilometer
52 bei 1 Quadratkilometer

Genauigkeit: 0,01 Milligramm pro Kubikmeter

Anmerkung: Der Beurteilungszeitraum über 3 Jahre ist beginnend mit der in Spalte 1 angegebenen Jahreszahl rückwirkend zu betrachten.

Tabelle 5: Anzahl und prozentualer Anteil der 1 km²-Flächen mit Überschreitungen von $IW_2 = 0,40 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ durch die Kurzzeitkenngröße I2V

SO ₂ letztes Meßjahr	TA-Luft 1974 s _o -Methode für 1 km ² - Flächen		TA-Luft 1983 3 Jahre < 98%-Wert >		1 Jahr 95%-Wert		98%-Wert 1 Jahr	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1977	173	6,4	82	4,7	18	0,7	148	5,5
1978	117	4,4	63	2,7	31	1,2	149	5,6
1979	194	11,0	96	6,5	111	6,3	327	18,5
1980	30	1,4	59	4,5	2	0,1	29	1,4
1981	55	2,5	27	1,9	2	0,09	97	4,5
1982	59	1,7	6	0,4	9	0,3	71	2,1

Die möglichen Kurzzeitkenngrößen nach TA-Luft '83 wurden entsprechend der Rechenvorschrift aus Abschnitt 5 ohne Interpolation ermittelt.

Legt man jeweils Messungen aus drei aufeinanderfolgenden Jahren zugrunde, so weist die TA-Luft '83 nur für eines der sechs betrachteten Jahre einen größeren Anteil von Überschreitungsflächen aus als die TA-Luft '74.

Noch deutlicher werden die Unterschiede, wenn den Bewertungen jeweils nur ein Meßjahr zugrunde gelegt wird und dementsprechend der 95%-Wert als Kurzzeitkenngröße I2V zur Anwendung gelangt. In diesem Fall ergeben sich für alle sechs Jahre erheblich geringere Anteile an Überschreitungsflächen als bei Anwendung der TA-Luft '74.

Auffällig ist insbesondere auch die Disparität zwischen den beiden zulässigen Bewertungsweisen der TA-Luft '83. Wird nämlich anstelle von drei Meßjahren nur eines zugrunde gelegt, so verringert sich der Anteil der Überschreitungsflächen beträchtlich. Die beiden für diskontinuierliche Messungen möglichen Kurzzeitkenngrößen der TA-Luft '83 führen folglich nicht zu gleichwertigen Resultaten.

Wie Tabelle 5 ferner zeigt, würde die Anwendung des 98%-wertes e i n e s Meßjahres als Kurzzeitkenngröße auch bei diskontinuierlichen Messungen am ehesten als Anknüpfung an die TA-Luft '74 im Sinne der eingangs erwähnten Zielvorstellungen [3] der vorliegenden Novellierung aufgefaßt werden können.

Ein Vergleich mit den von HANSMANN und SCHMITT [8] unter der Überschrift "98%-Wert TA-Luft 1983" angegebenen Zahlenwerte zeigt, daß diese unter Berücksichtigung nur eines Meßjahres gewonnen wurden. Des weiteren ist bei den dort angegebenen Zahlenwerten zu beachten, daß diese auf Rechnungen der LIS beruhen, bei denen das in Abschnitt 5 beschriebene Interpolationsverfahren zur Anwendung gelangte. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die dort angegebenen Überschreitungshäufigkeiten teilweise geringer ausfallen als bei den vorliegenden Auswertungen.

Von Interesse ist neben dem durchgeführten Vergleich von Überschreitungshäufigkeiten insbesondere auch die Frage, inwieweit Überschreitungen in den verschiedenen Bewertungssystemen lokal übereinstimmen. Um dies im einzelnen nachprüfen zu können, sind im Anhang die Belastungskarten, aus denen die Zahlenwerte in Tabelle 5 entnommen wurden, wiedergegeben. Eine zusammenfassende Übersicht über die Anzahl der Überschreitungsflächen, die bereits durch die TA-Luft '74 als solche ausgewiesen waren, gibt Tabelle 6.

Auch in dieser Zusammenstellung erkennt man, daß die aufgetretenen Unterschiede zur TA-Luft '74 bei Verwendung des 98%-wertes e i n e s Meßjahres als Kurzzeitkenngröße sich am weitesten reduzieren lassen. Die verbleibenden Unterschiede sind unvermeidlich, wenn man die empirische s_0 -Methode durch ein Berechnungsverfahren von größerer Allgemeingültigkeit ersetzen will.

Tabelle 6: Anzahl der Überschreitungsflächen (1 km²), die bereits durch die TA-Luft '74 als solche ausgewiesen wurden, im Vergleich zur Gesamtzahl der Überschreitungen im betreffenden Bewertungssystem

SO ₂	TA-Luft 1974 s ₀ -Methode für 1 km ² - Flächen	TA-Luft 1983		98%-Wert 1 Jahr
		3 Jahre < 98%-Wert >	1 Jahr 95%-Wert	
1977	173	18/82	13/ 18	62/148
1978	117	24/63	22/ 31	63/149
1979	194	65/96	91/111	169/327
1980	30	4/59	2/ 2	13/ 29
1981	55	1/27	2/ 2	21/ 97
1982	59	3/ 6	7/ 9	22/ 71

8. S c h l u ß b e t r a c h t u n g

Durch die Änderungen, welche die TA-Luft bei der Novellierung im Jahre 1983 erfahren hat, ist ihr Umfang nicht unbeträchtlich angewachsen. Als Folge kann insbesondere für gelegentliche Anwender die Orientierung in diesem Regelwerk schwieriger werden. Wie die vorangehenden Ausführungen zeigen, sind jedoch einige Vereinheitlichungen und Vereinfachungen möglich, welche die Anwendung erleichtern und dem Ziel dienen, die Rechtssicherheit des Genehmigungsverfahrens zu erhöhen.

Zu empfehlen ist hier an erster Stelle die durchgängige Verwendung des 98%-Wertes e i n e s Meßjahres als Kurzzeitkenngröße I2V für gasförmige Schadstoffe, also auch dann, wenn die vorhandenen Messungen diskontinuierlich sind. Dann könnte auch von der sachlich nicht zu stützenden Regelung abgewichen werden, diskontinuierliche Messungen bei der Ermittlung der Kenngröße I2V nicht zu berücksichtigen, wenn zusätzlich kontinuierliche Messungen vorliegen. Dadurch würde erreicht, daß diskontinuierliche und kontinuierliche Messungen tatsächlich gleichwertig in die Kenngrößenberechnung eingehen.

Des weiteren ist anzuraten, bei kontinuierlichen Messungen auf eine gleichzeitige Berücksichtigung von vier Meßstationen zu verzichten und statt dessen stationsbezogene Kenngrößen für Umgebungen von 16 km² zu verwenden. Dies vereinfacht die Kenngrößenermittlung wesentlich und dient insbesondere der Rechtssicherheit des Antragstellers.

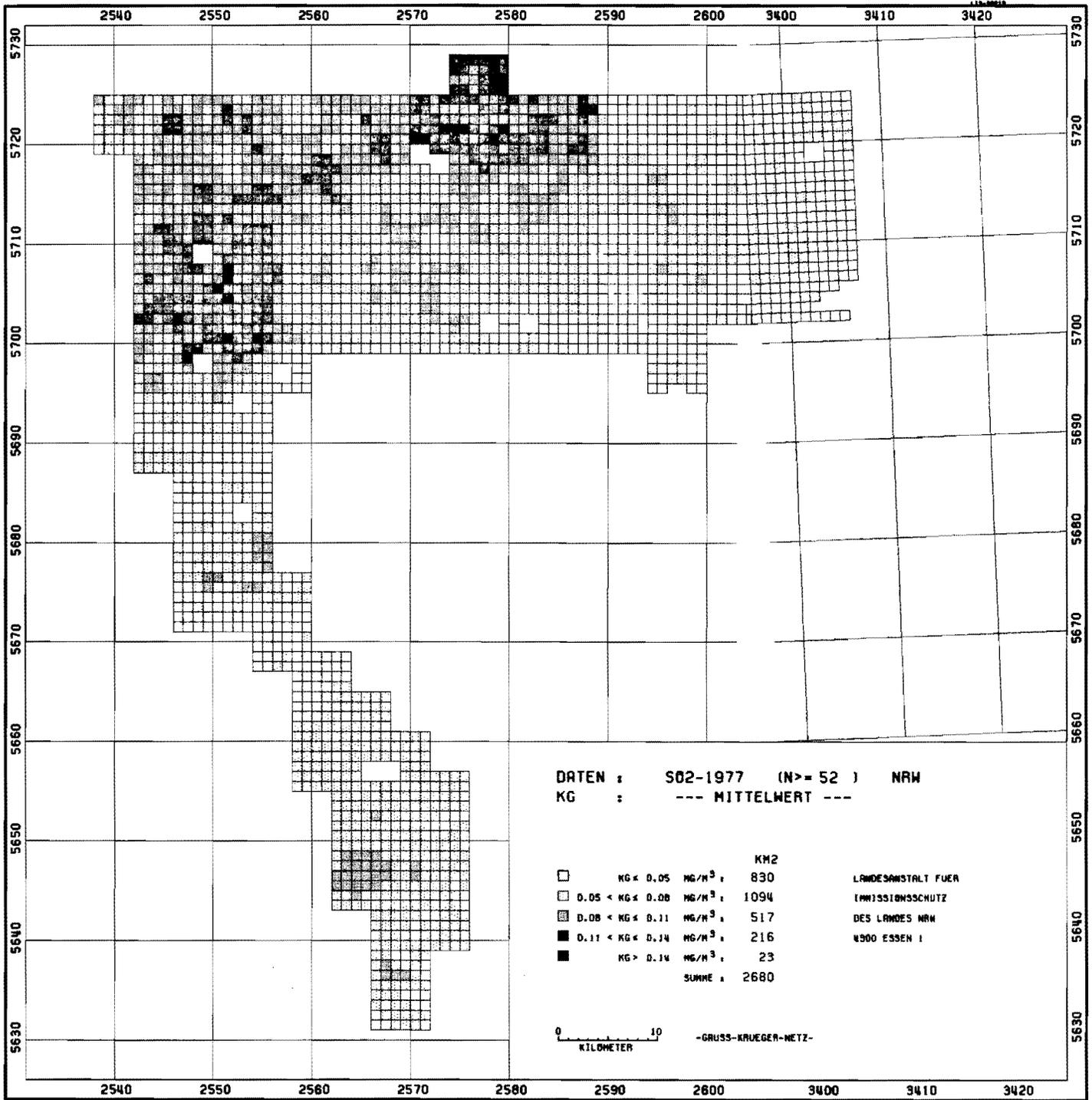
Schließlich konnte gezeigt werden, daß bei der Ermittlung der Kurzzeitkenngröße I2V eine Interpolation aus statistischer Sicht in keinem Fall erforderlich ist.

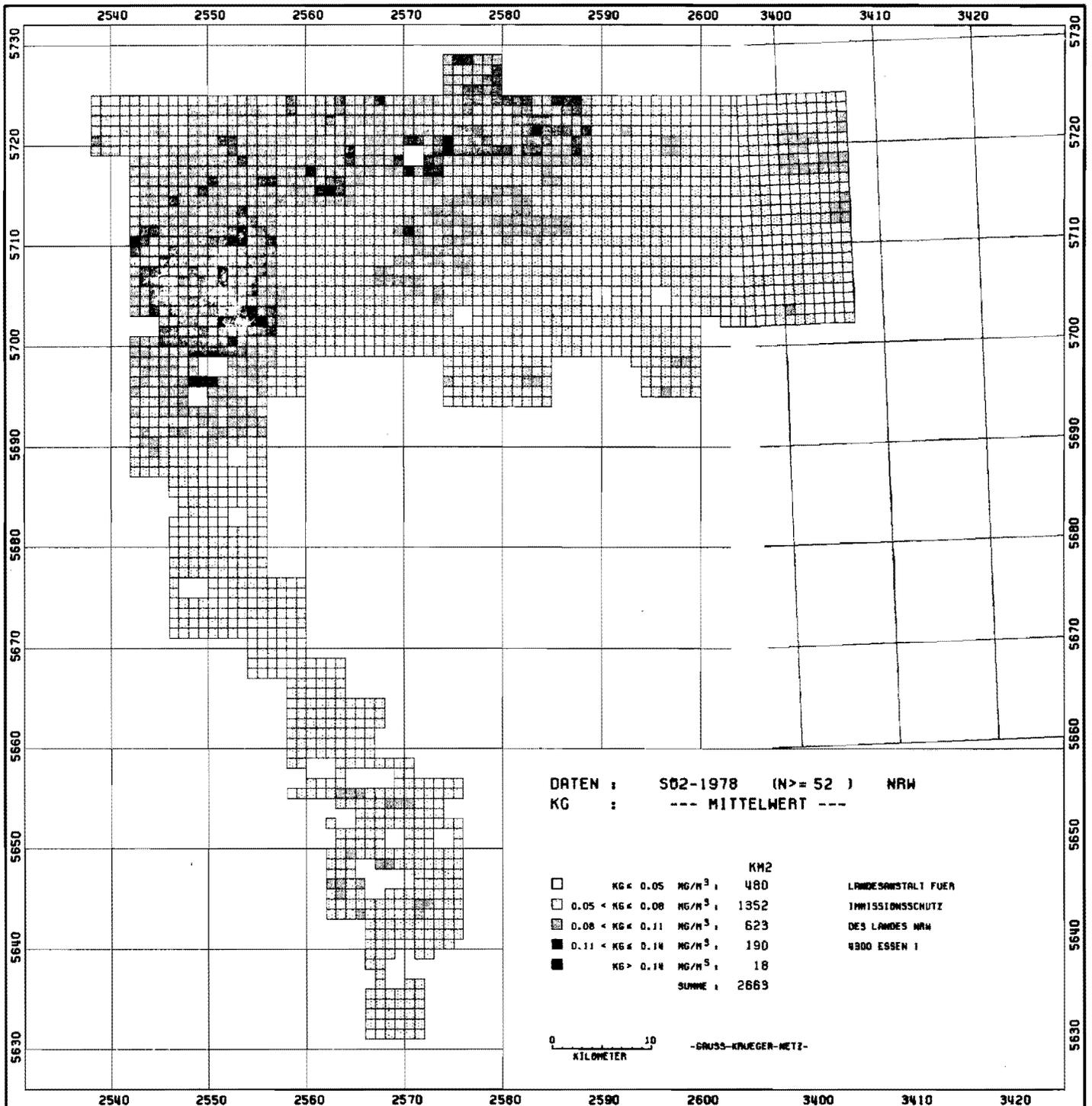
S c h r i f t t u m

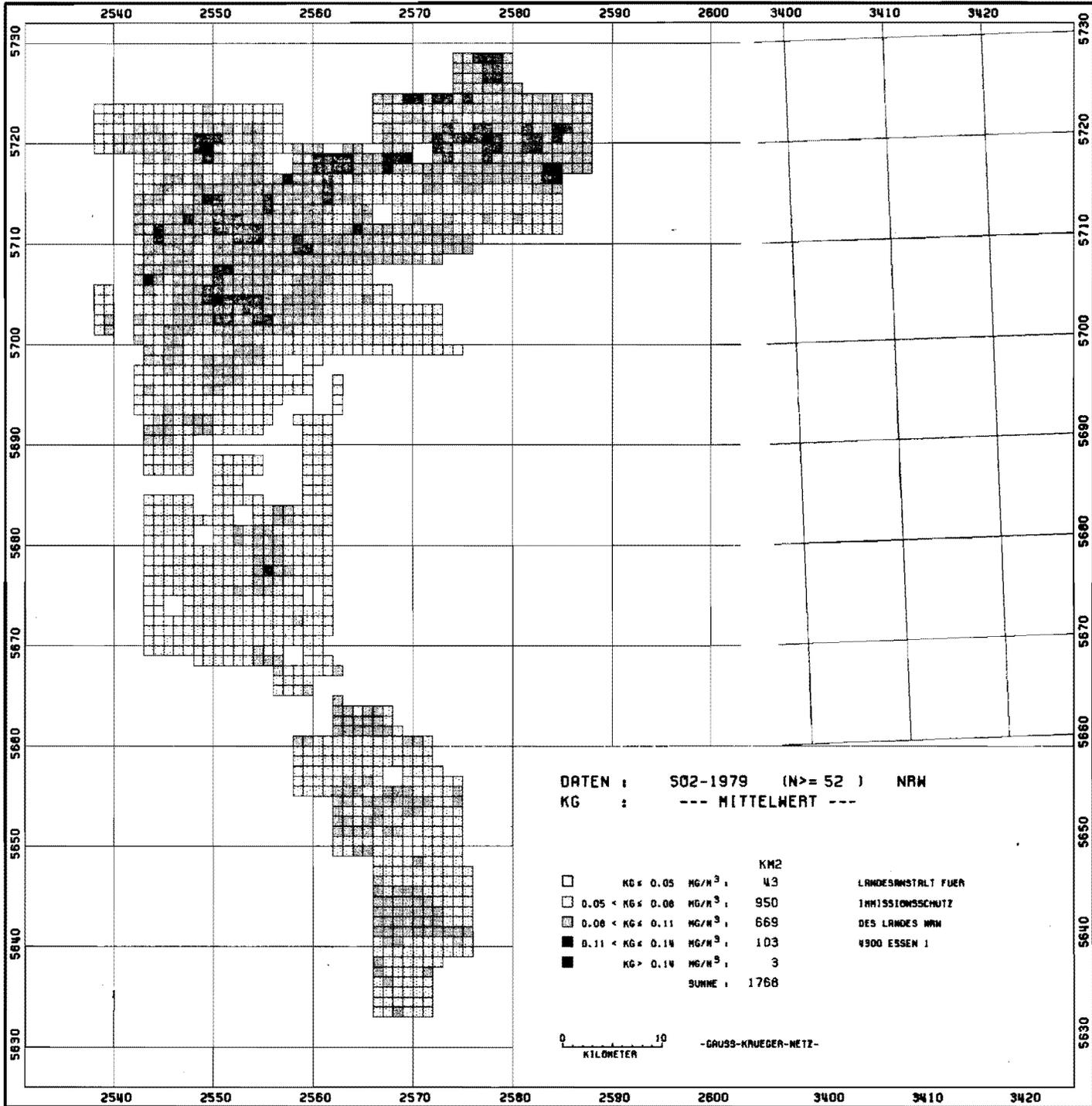
- [1] Gemeinsames Ministerialblatt der Bundesministerien,
Ausg. A, 34 (1983) Nr. 6, S. 94 - 112.
- [2] IWL-Forum 1981-III, Berichte über die IWL-Kolloquien.
Bd. 18, Heft III, Köln 1982.
- [3] Bundesdrucksache 528/82, Bonn 1982.
- [4] Gemeinsames Ministerialblatt der Bundesministerien,
Ausg. A, 25 (1974), Nr. 24, S. 426 - 452.
- [5] LUDWIG, H., F. SURENDORF und E. WEBER:
TA-Luft als Instrument der Luftreinhaltung,
wlb-Wasser, Luft und Betrieb -, (1983), 1/2, S. 72 - 76.
- [6] KALMBACH, S.:
Was bringt die neue TA-Luft?
Umweltmagazin, April 1983.
- [7] LAHMANN, E.:
Die technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft 1983.
Gesundheit-Ingenieur, 104 (1983), S. 217 - 219.
- [8] HANSMANN, K. und O.A. SCHMITT:
TA-Luft-Kommentar,
Verlag Reckinger & Co., Siegburg 1983.
- [9] STRATMANN, H. und M. BUCK:
Schwefeldioxid-Immissionsmessungen im Lande NRW.
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und
Bodennutzungsschutz des Landes NW, Nr. 3, 53 S.,
Verlag W. Girardet, Essen 1966.
- [10] SACHS, L.:
Statistische Auswertungsmethoden,
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1968.
- [11] BÜNING, H. und G. TRENKLER:
Nichtparametrische statistische Methoden, Kap. 3.
De Gruyter, Berlin 1978.
- [12] BEIER, R.:
Zur Kennzeichnung von Immissionsbelastungen durch
Quantile von Schadstoffverteilungen,
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes NRW, Heft 55, S. 7 - 13, Verlag W. Girardet,
Essen 1982.

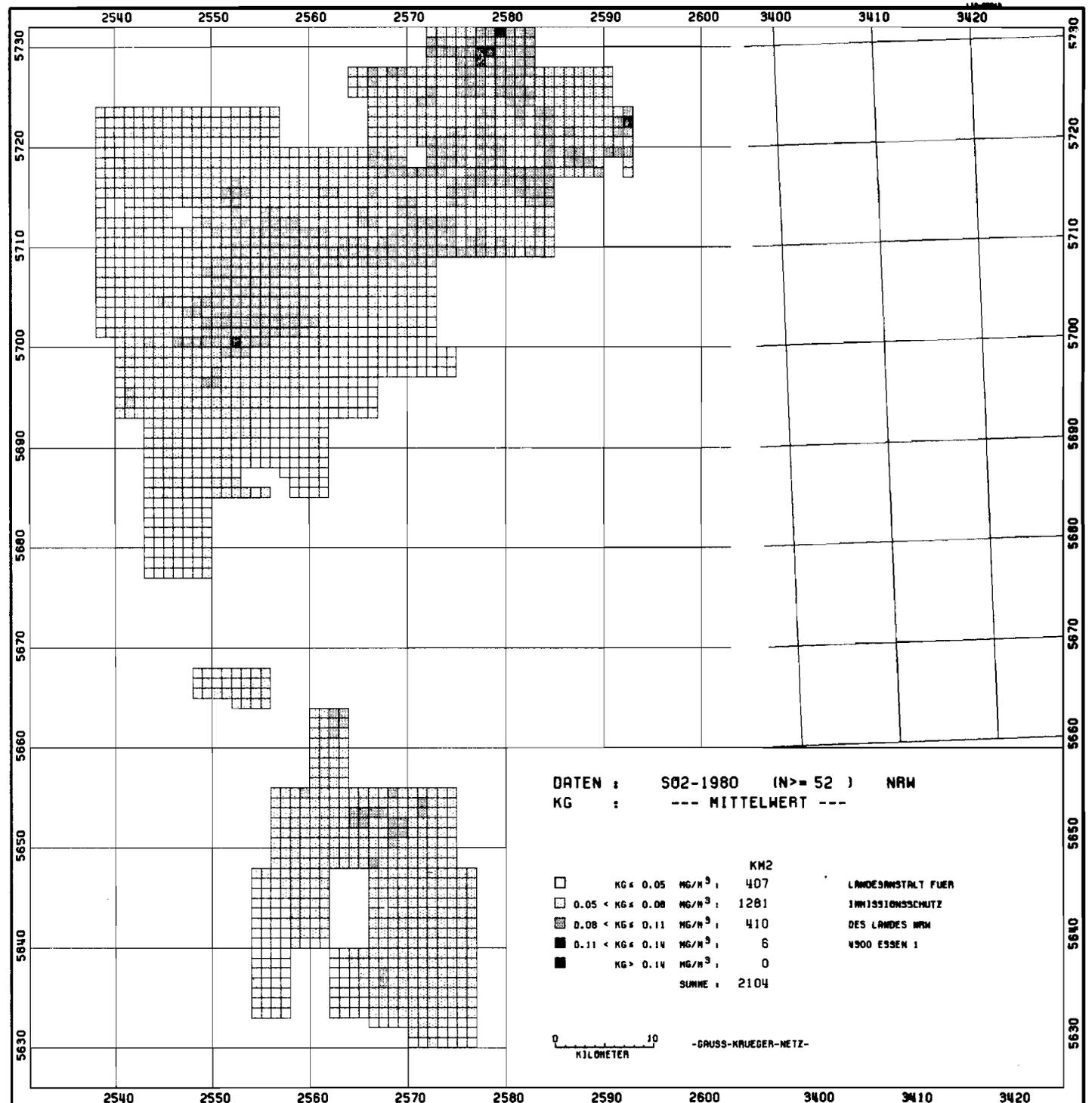
- [13] BEIER, R. und A. DOPPELFELD:
Statistische Analyse von Spitzenwerten stichprobenartig
untersuchter Schadstoffkonzentrationen in der Atemluft.
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz,
Heft 57, S. 7 - 14, Verlag W. Girardet, Essen 1983.
- [14] STRATMANN, H. und D. ROSIN:
Untersuchungen über die Bedeutung einer empirischen
Kenngröße zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilung
von SO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre.
Staub, 24 (1964), Nr. 12, S. 520 - 525.
- [15] Bundesgesetzblatt I (1974), S. 721.
- [16] Bundesgesetzblatt I (1975), S. 499, ber. S. 727.

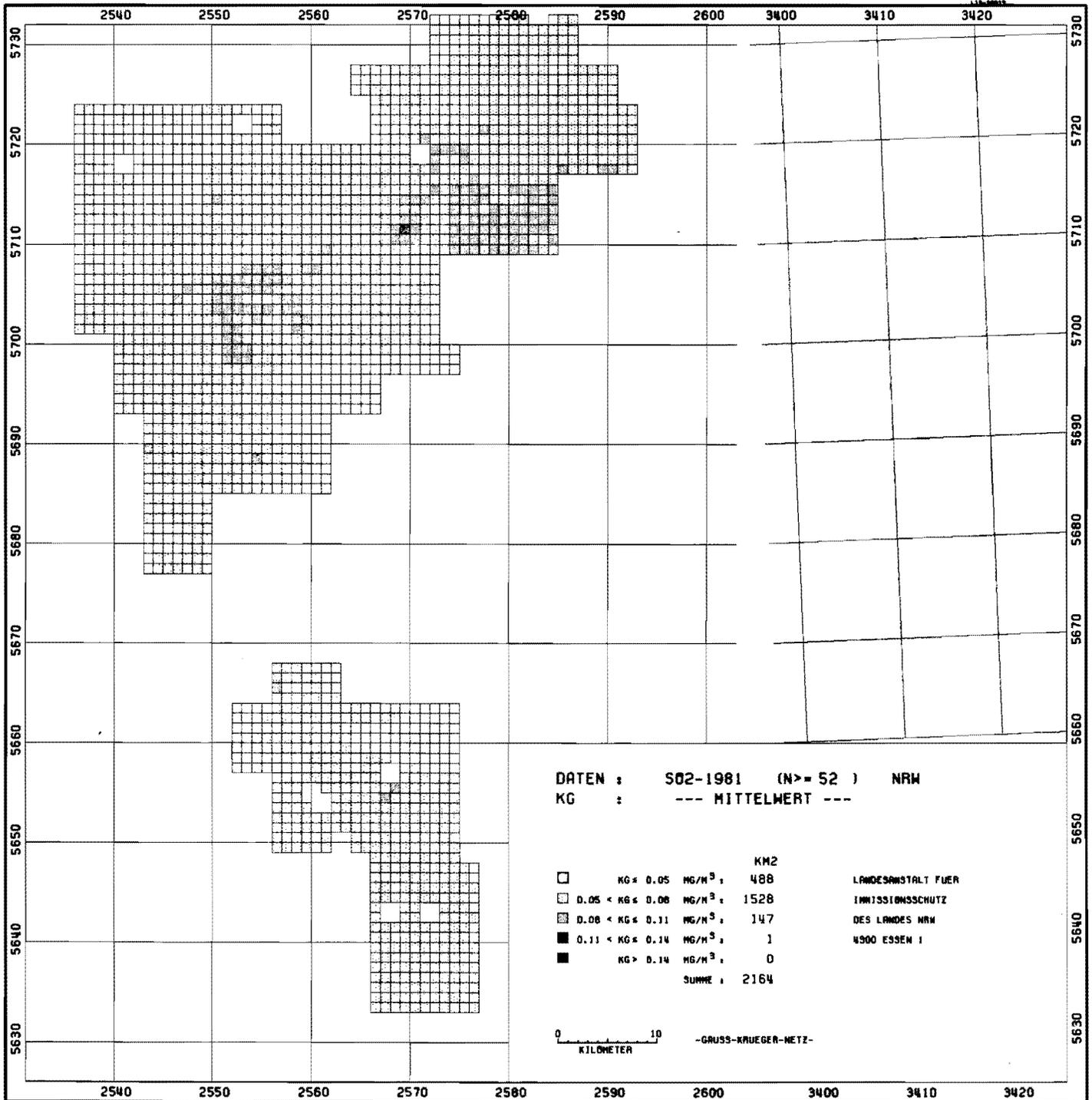
B i l d a n h a n g

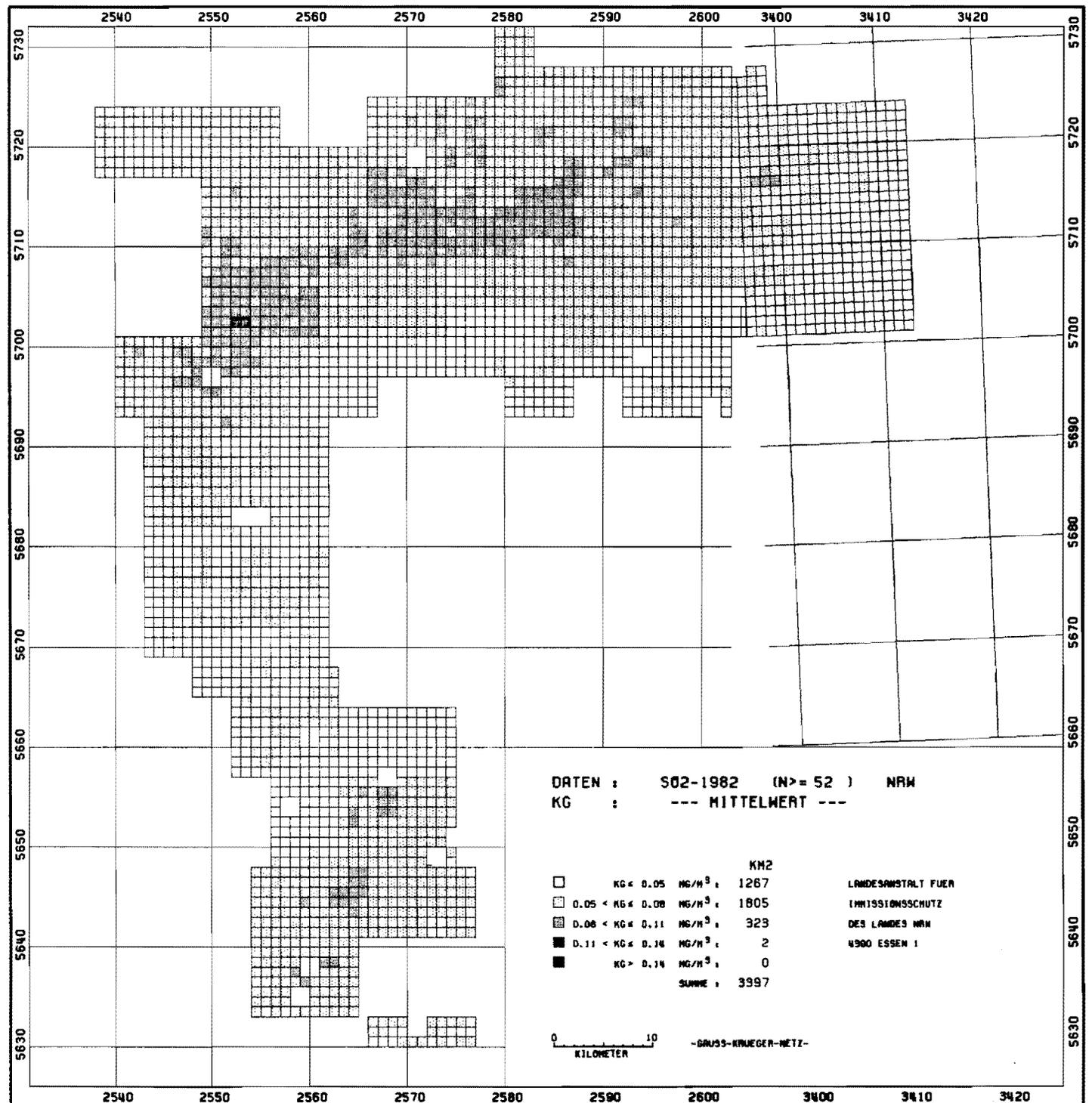


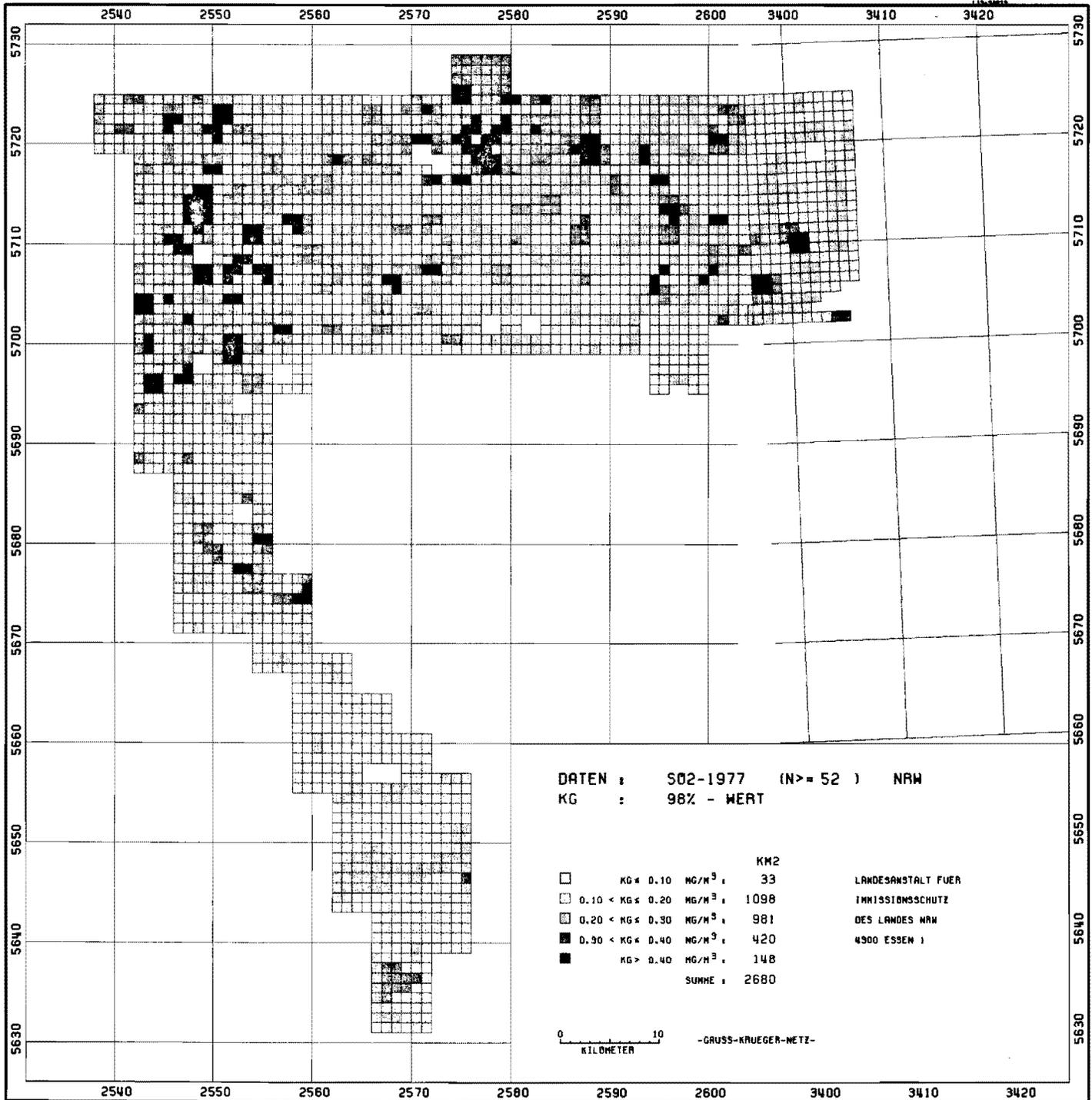


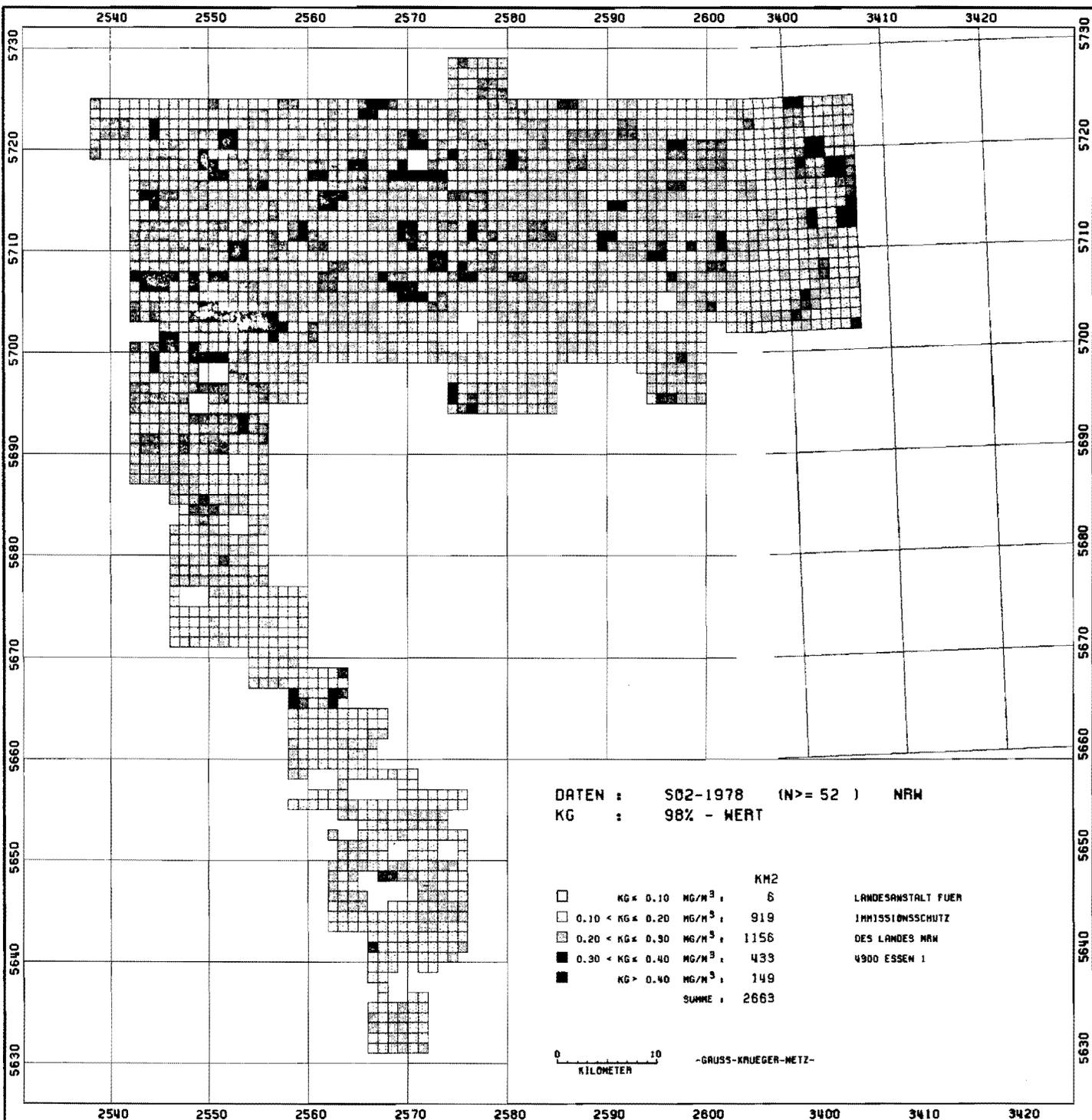


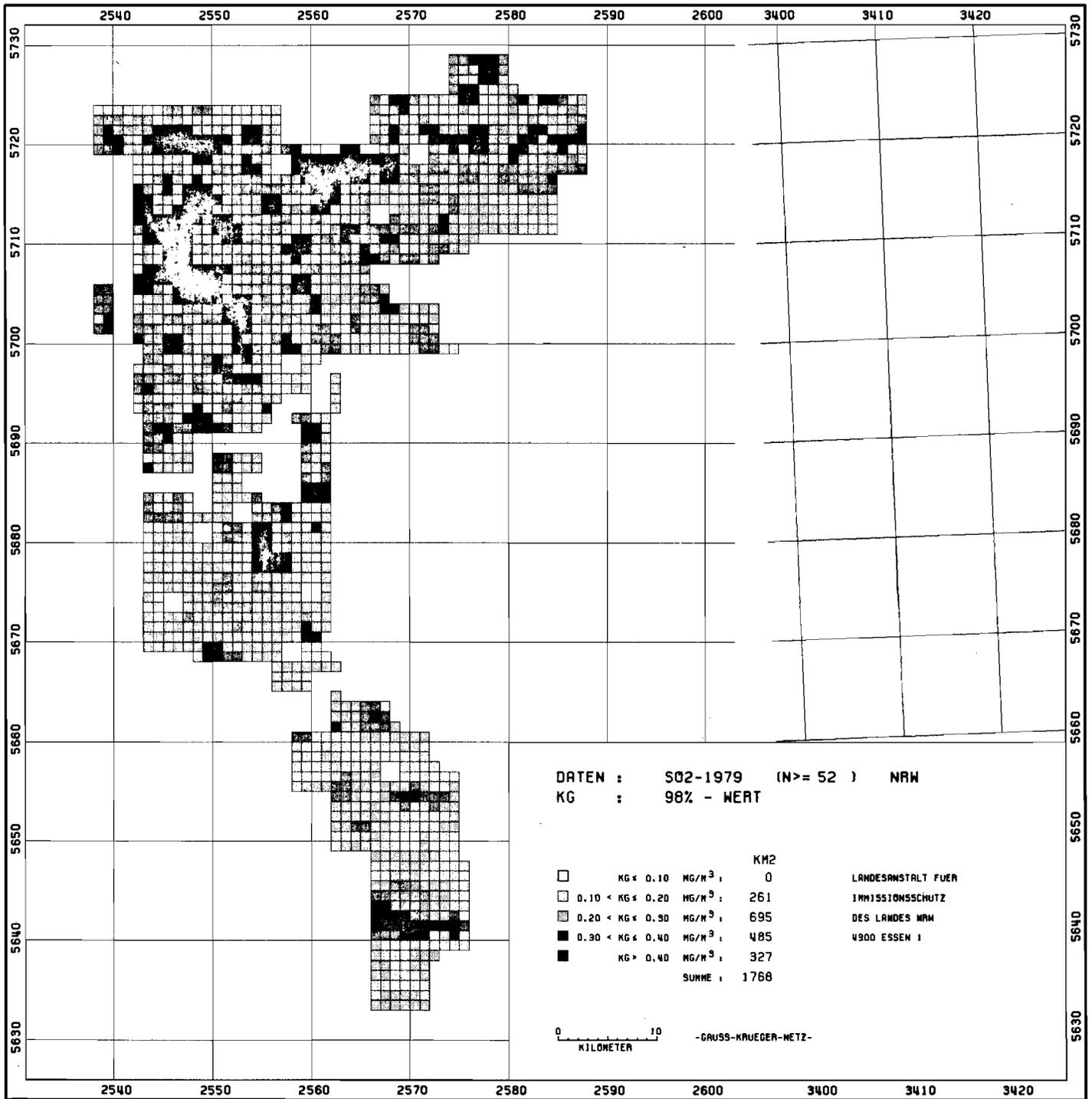


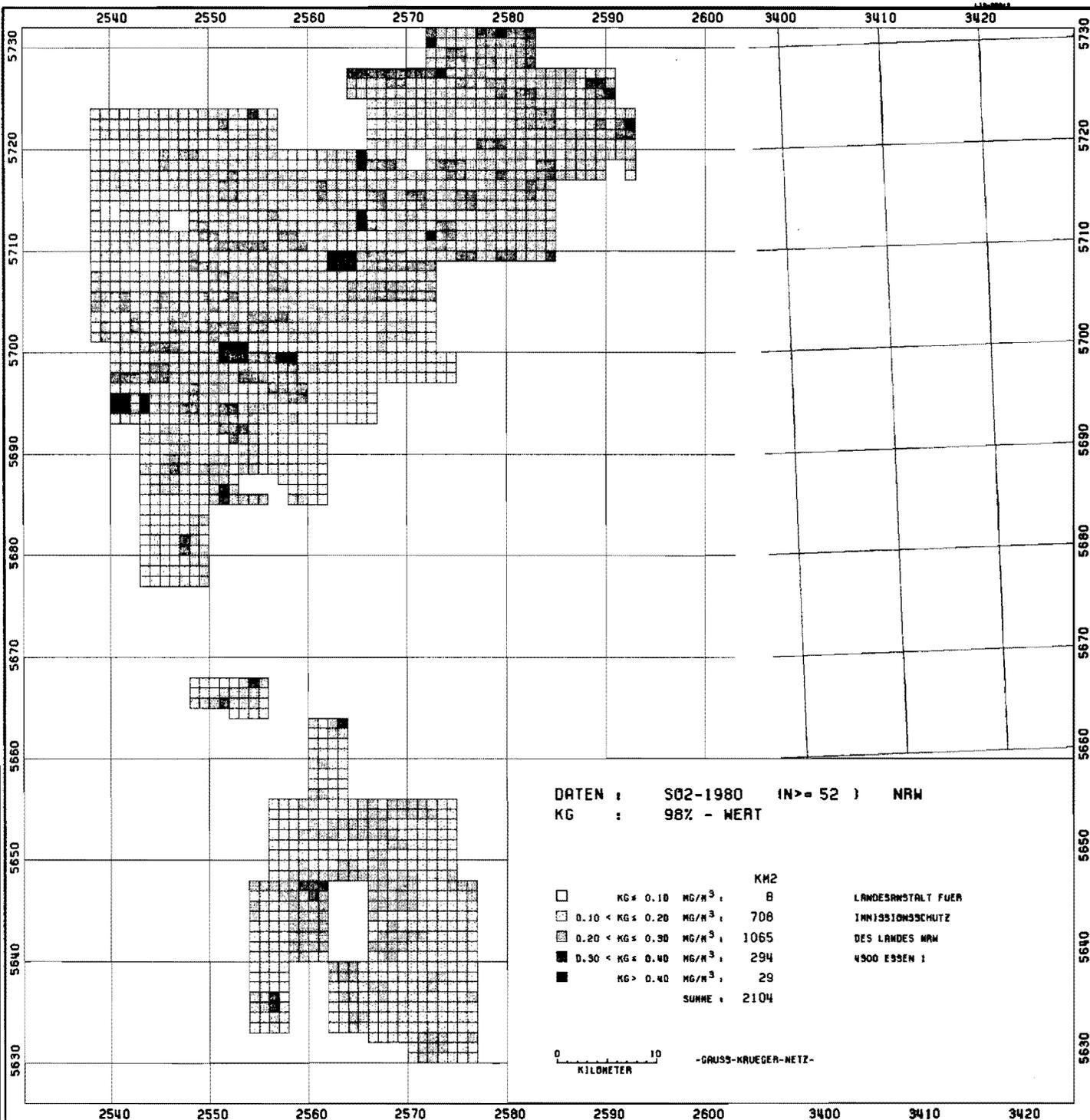




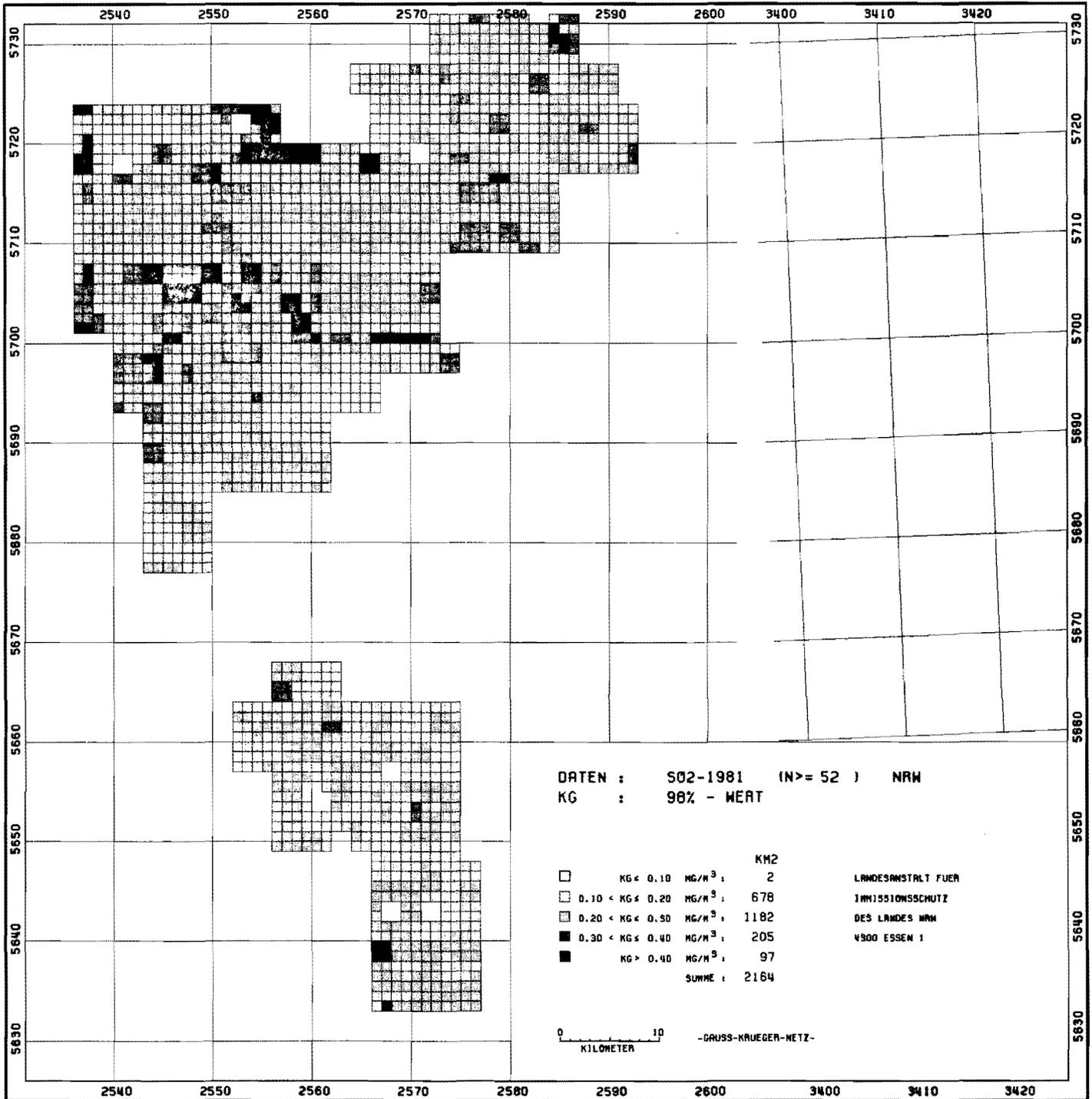


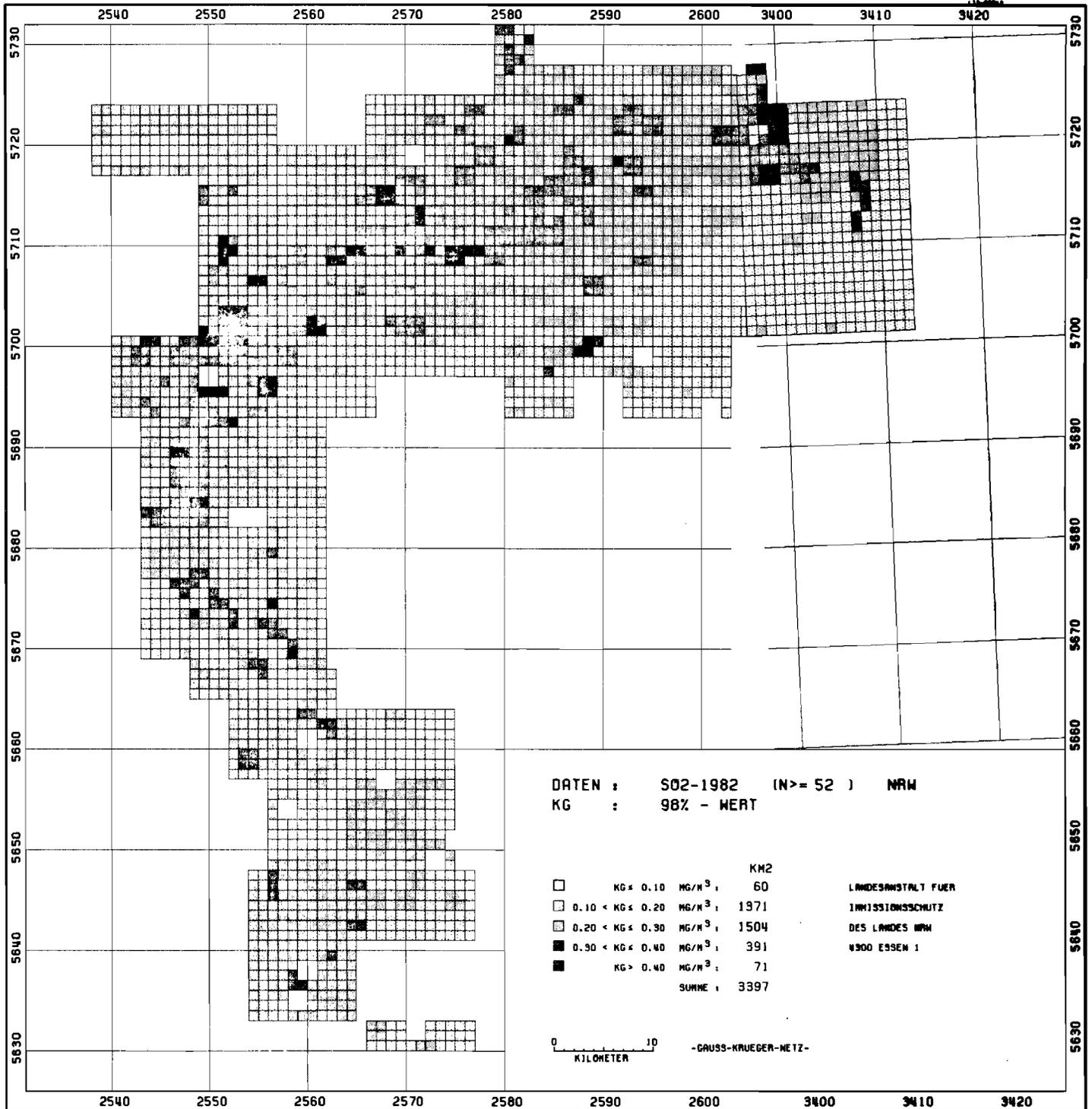


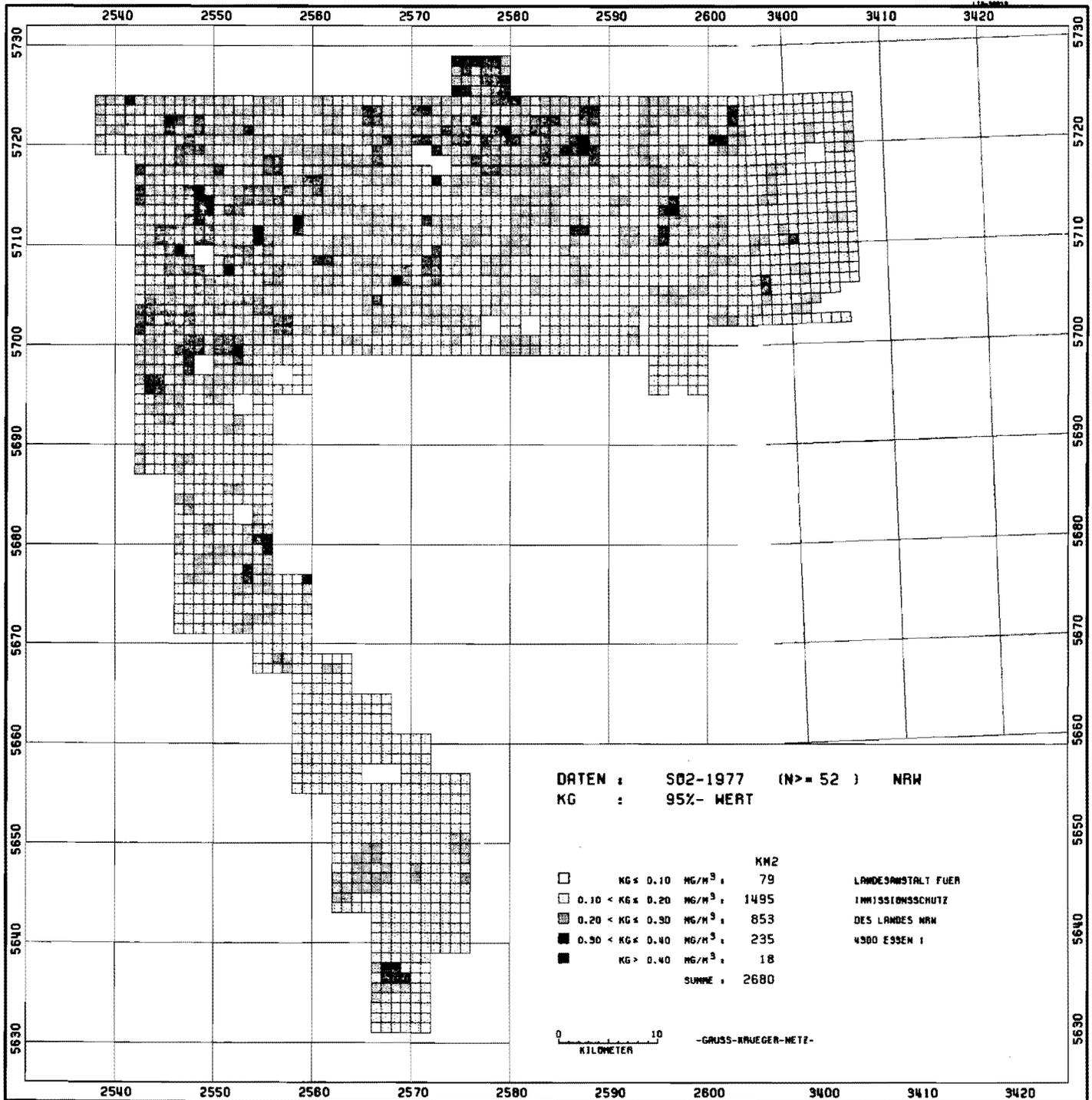


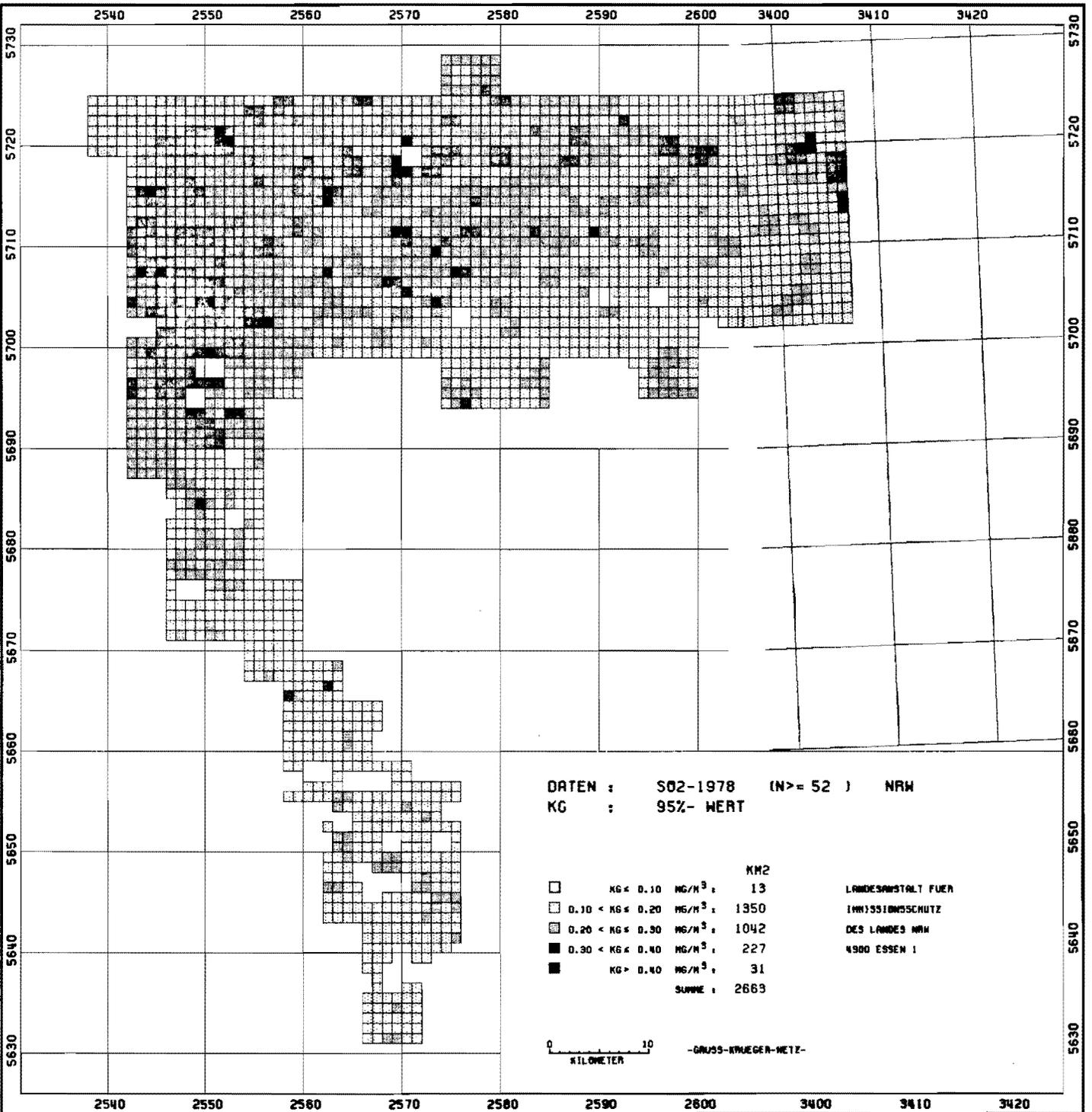


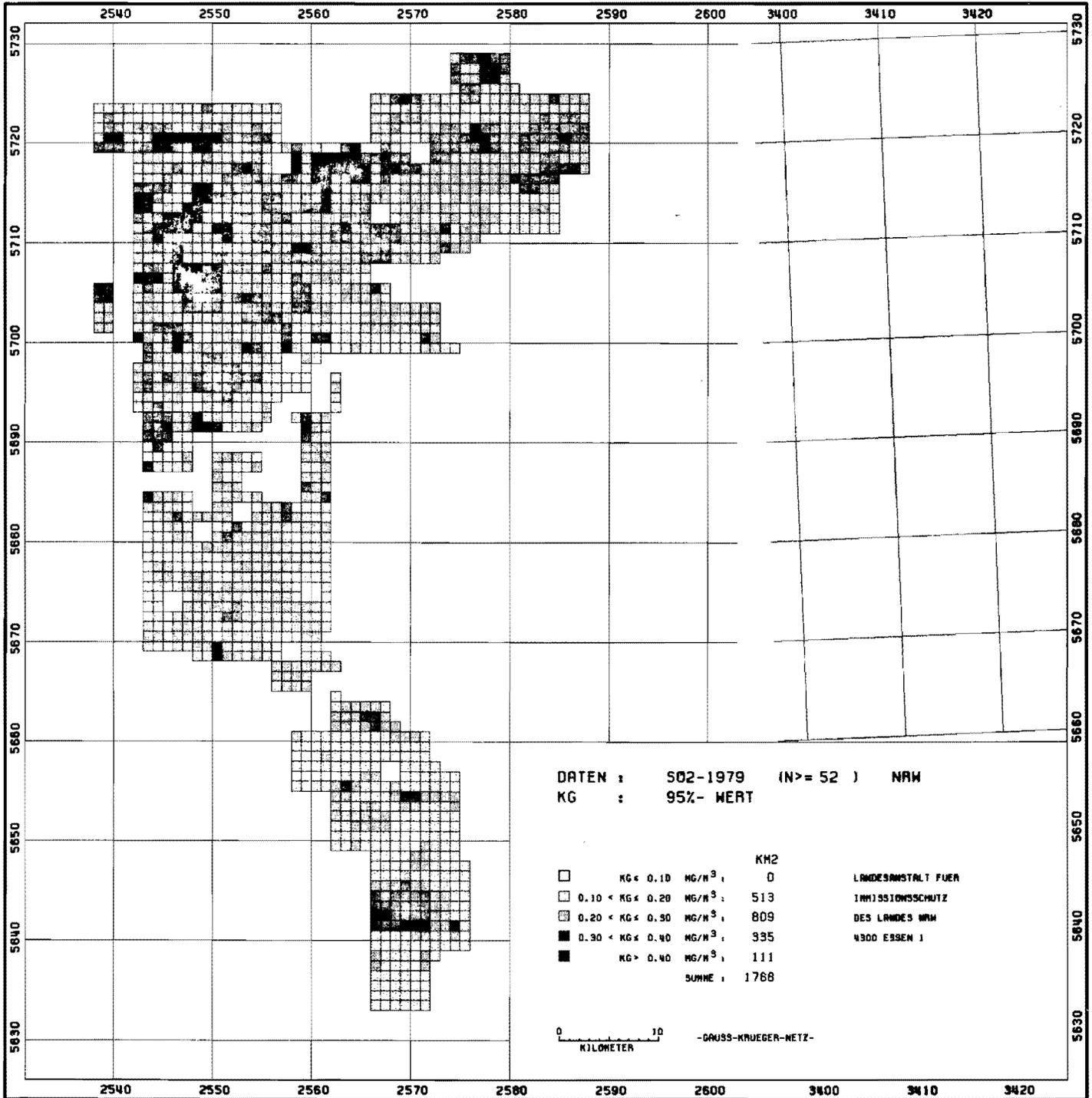
LIS-00019

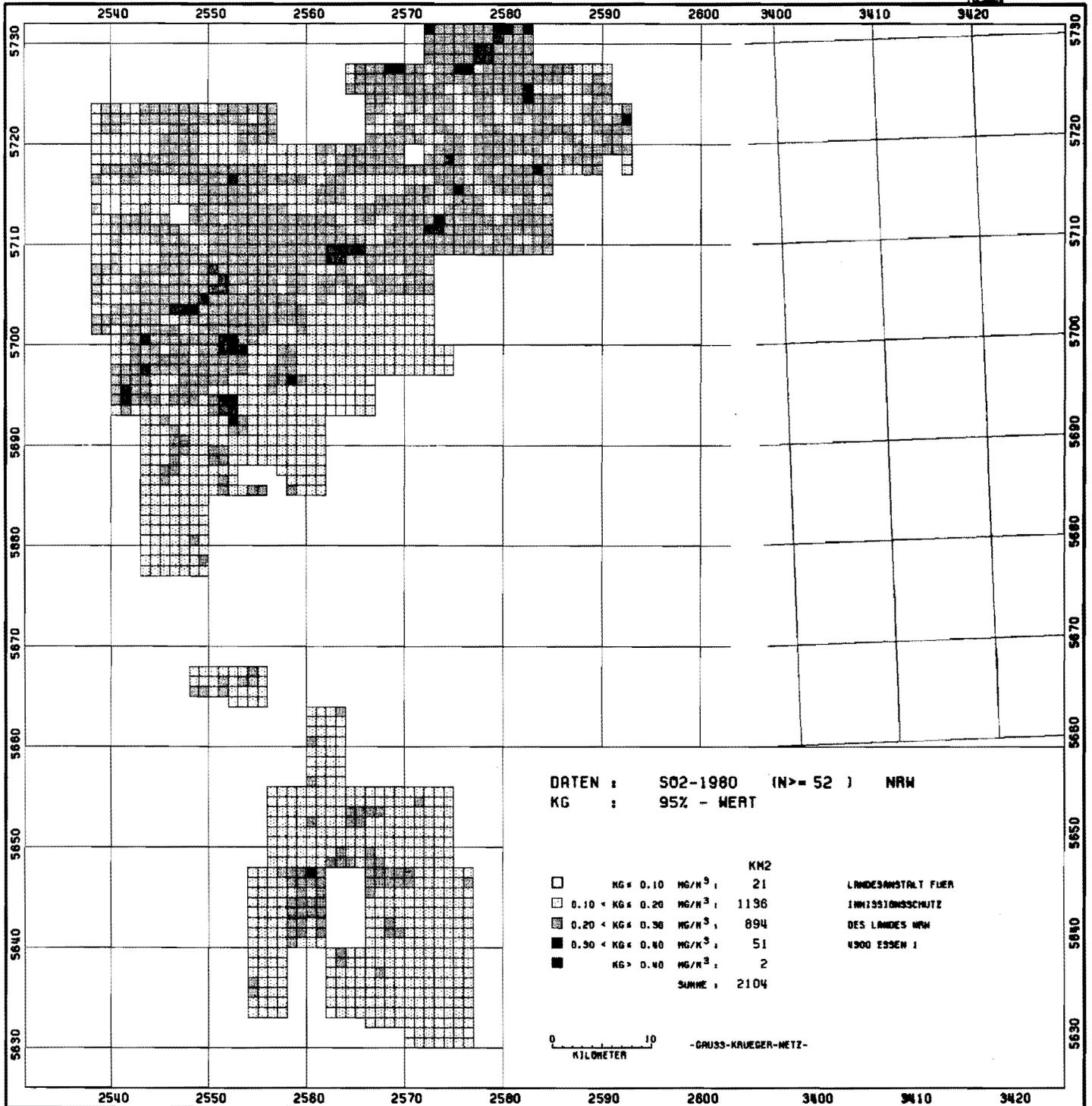


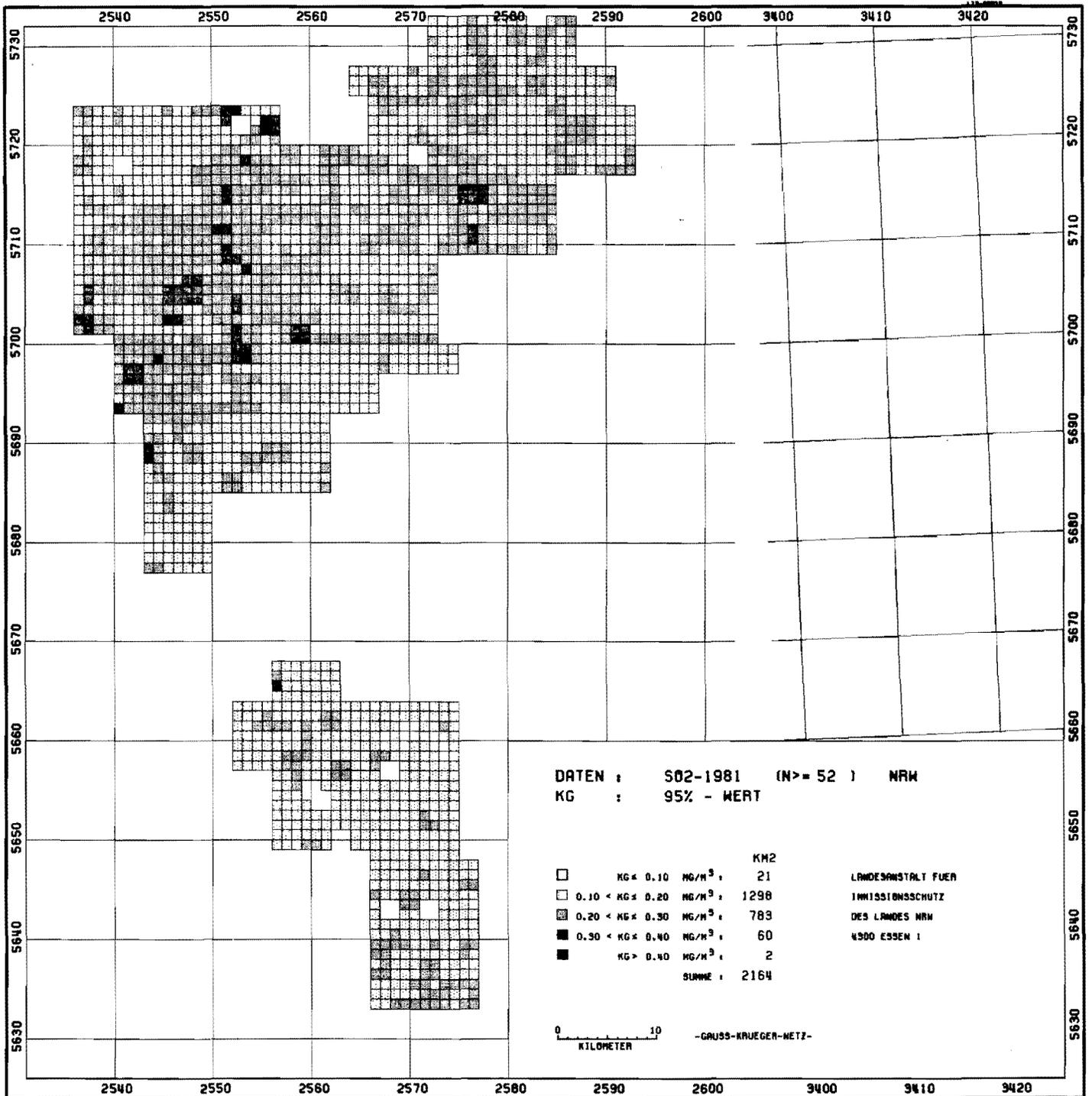


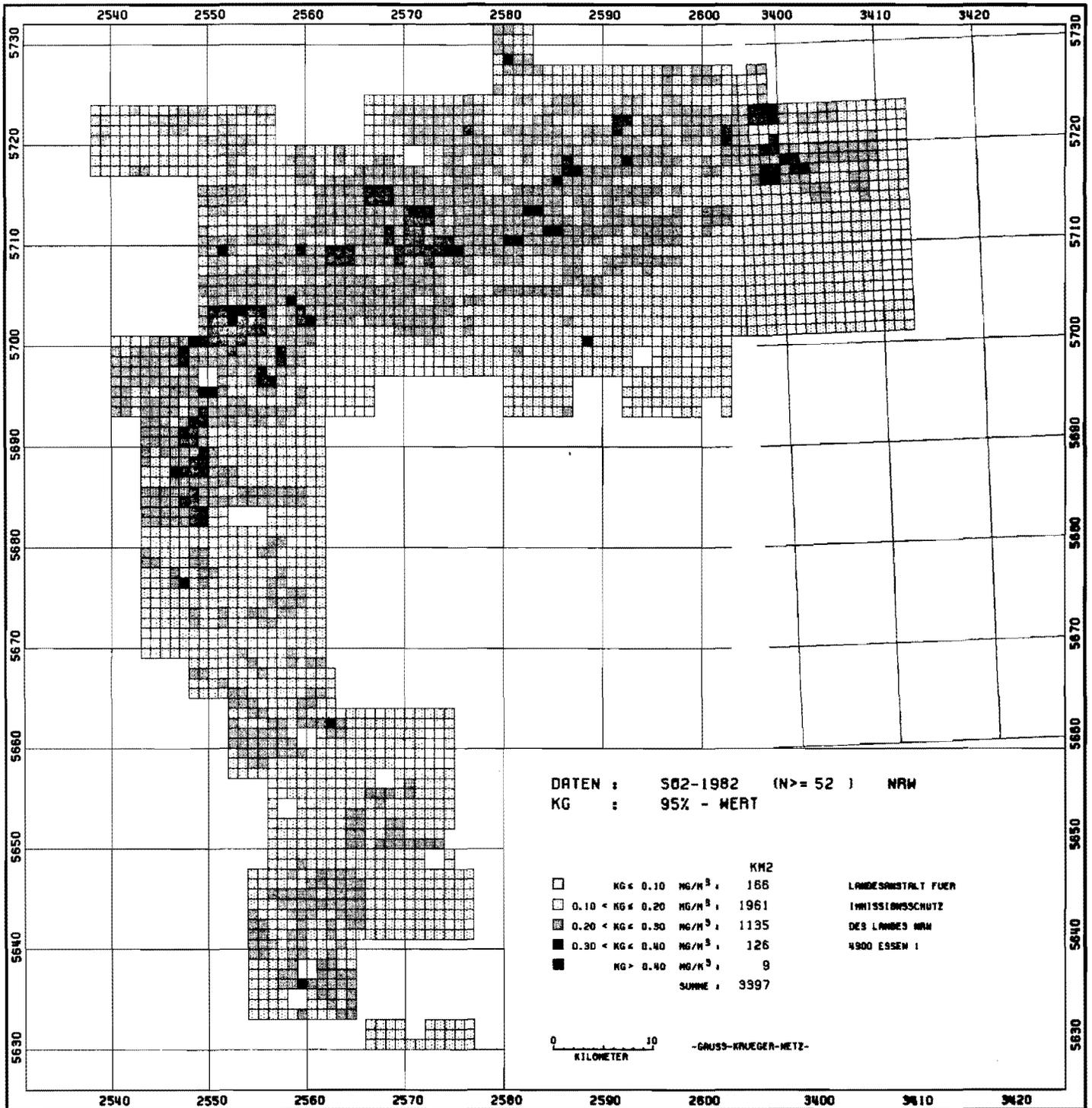


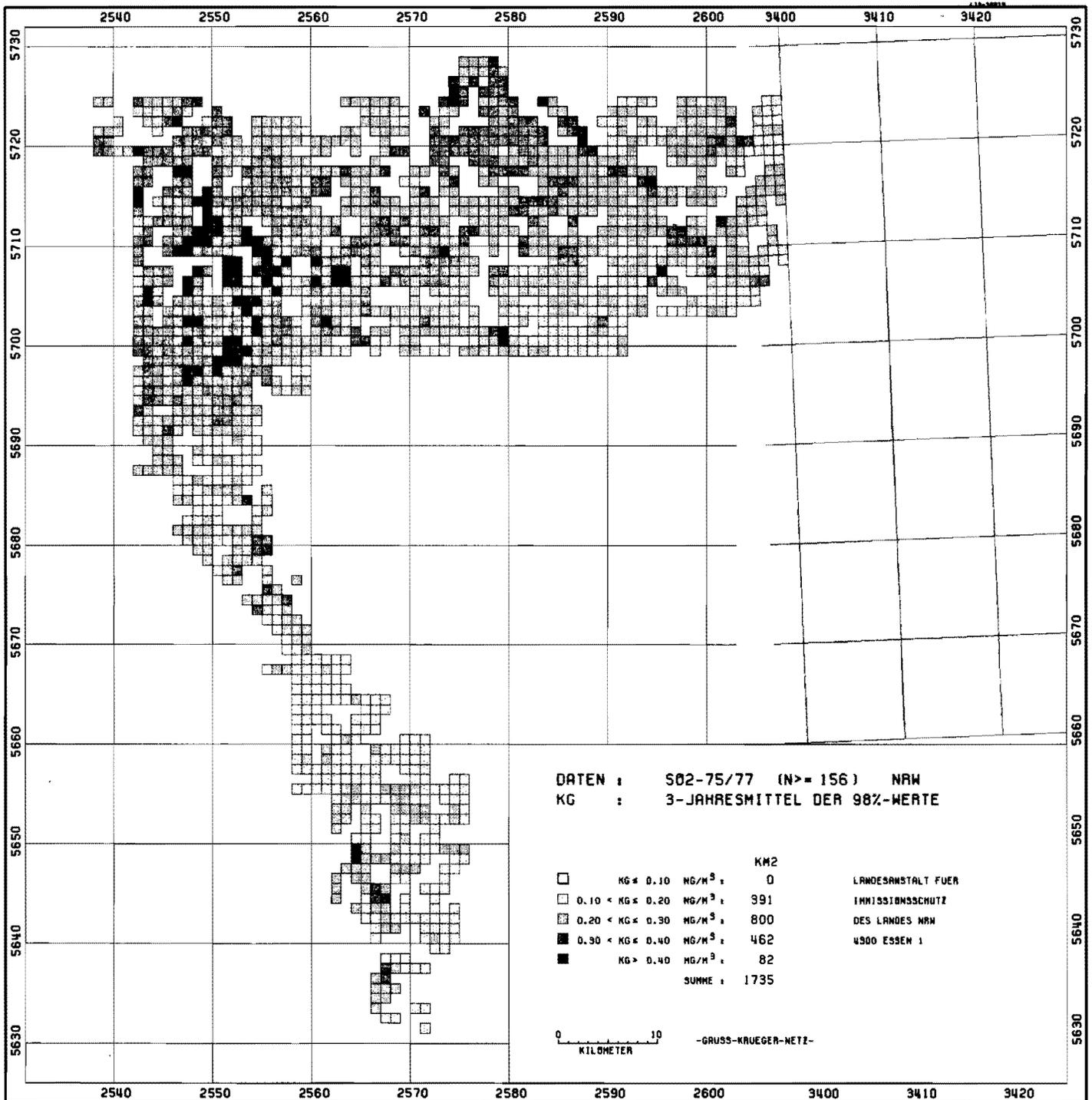


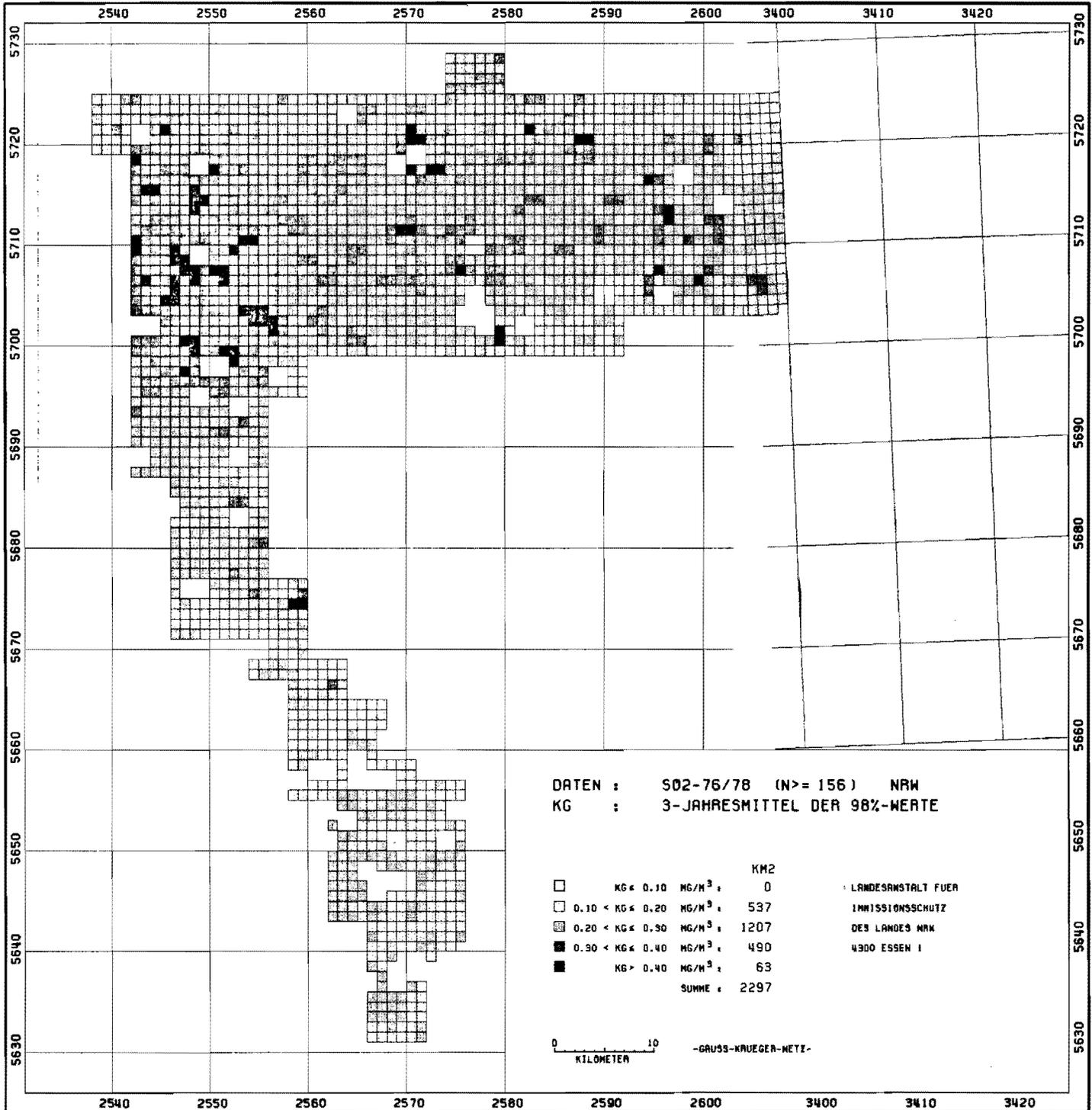


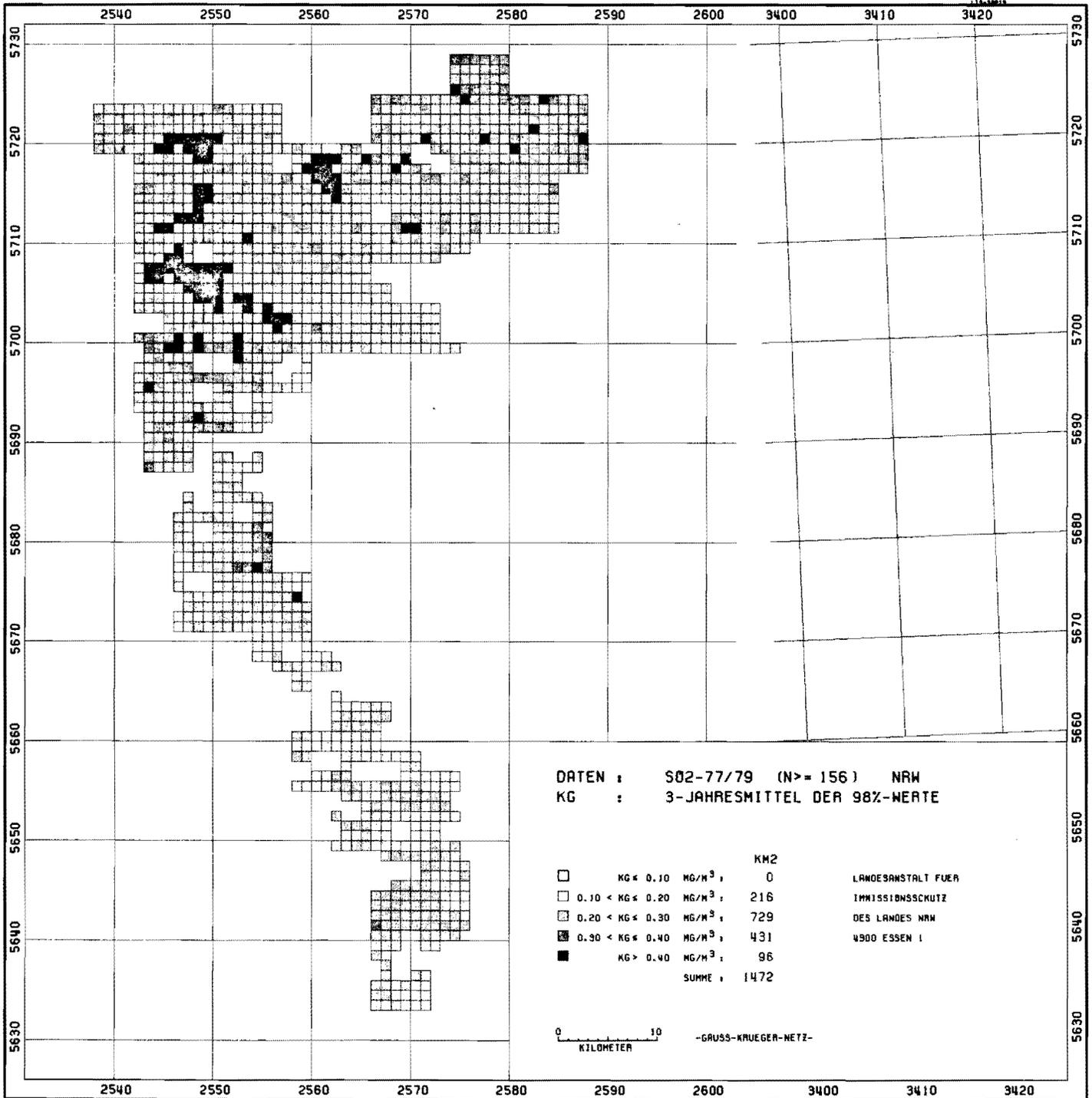


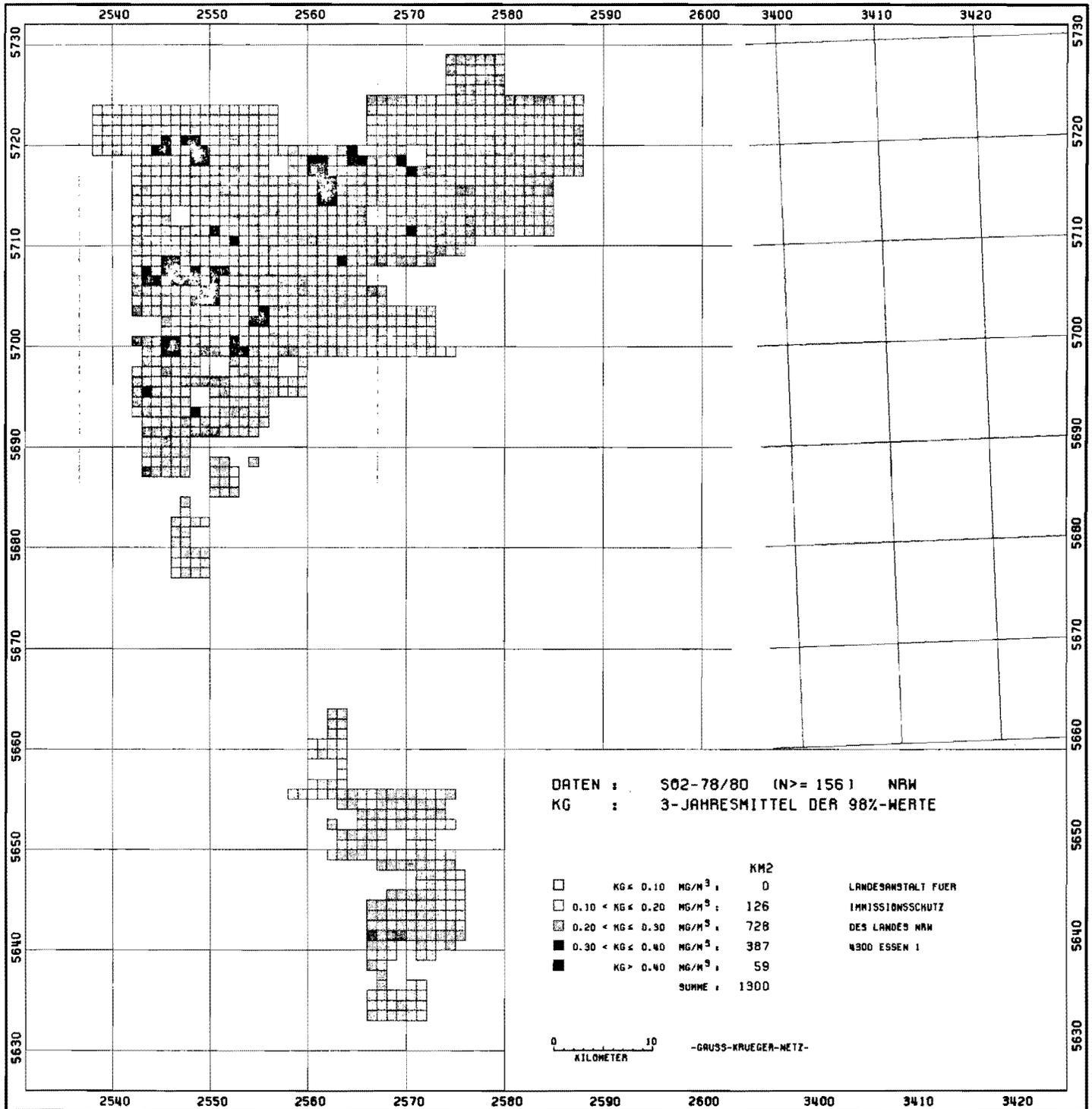


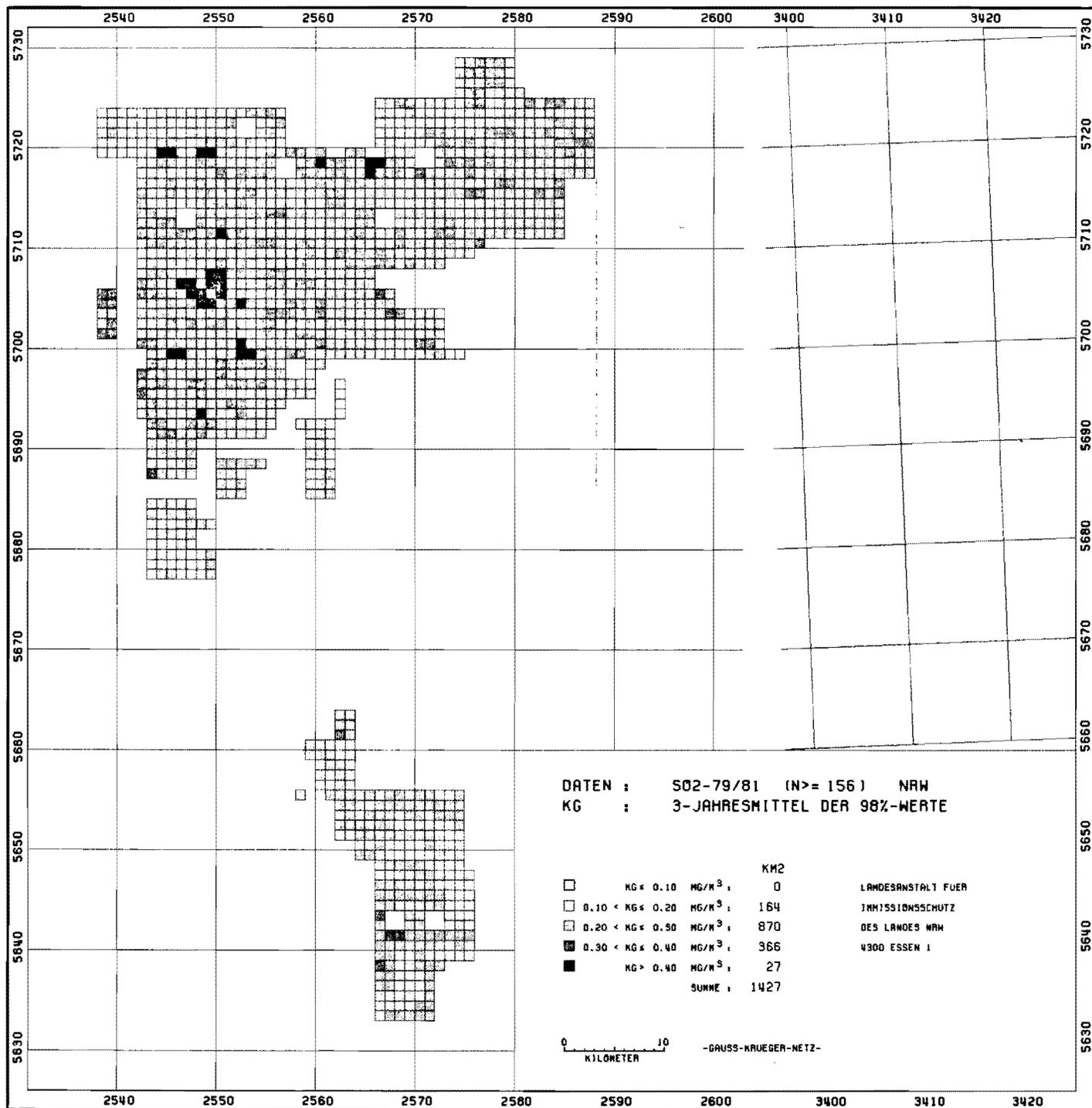


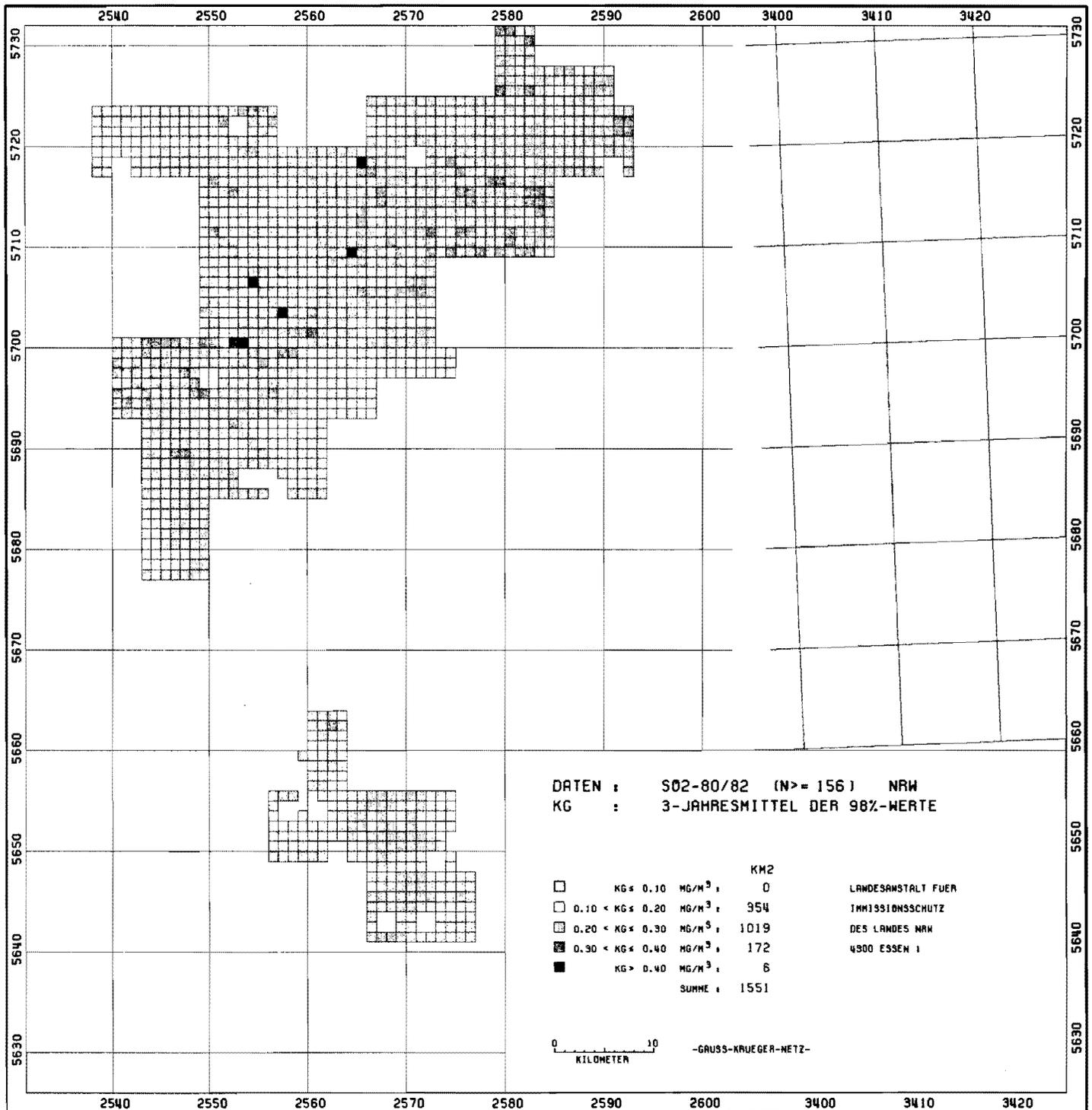


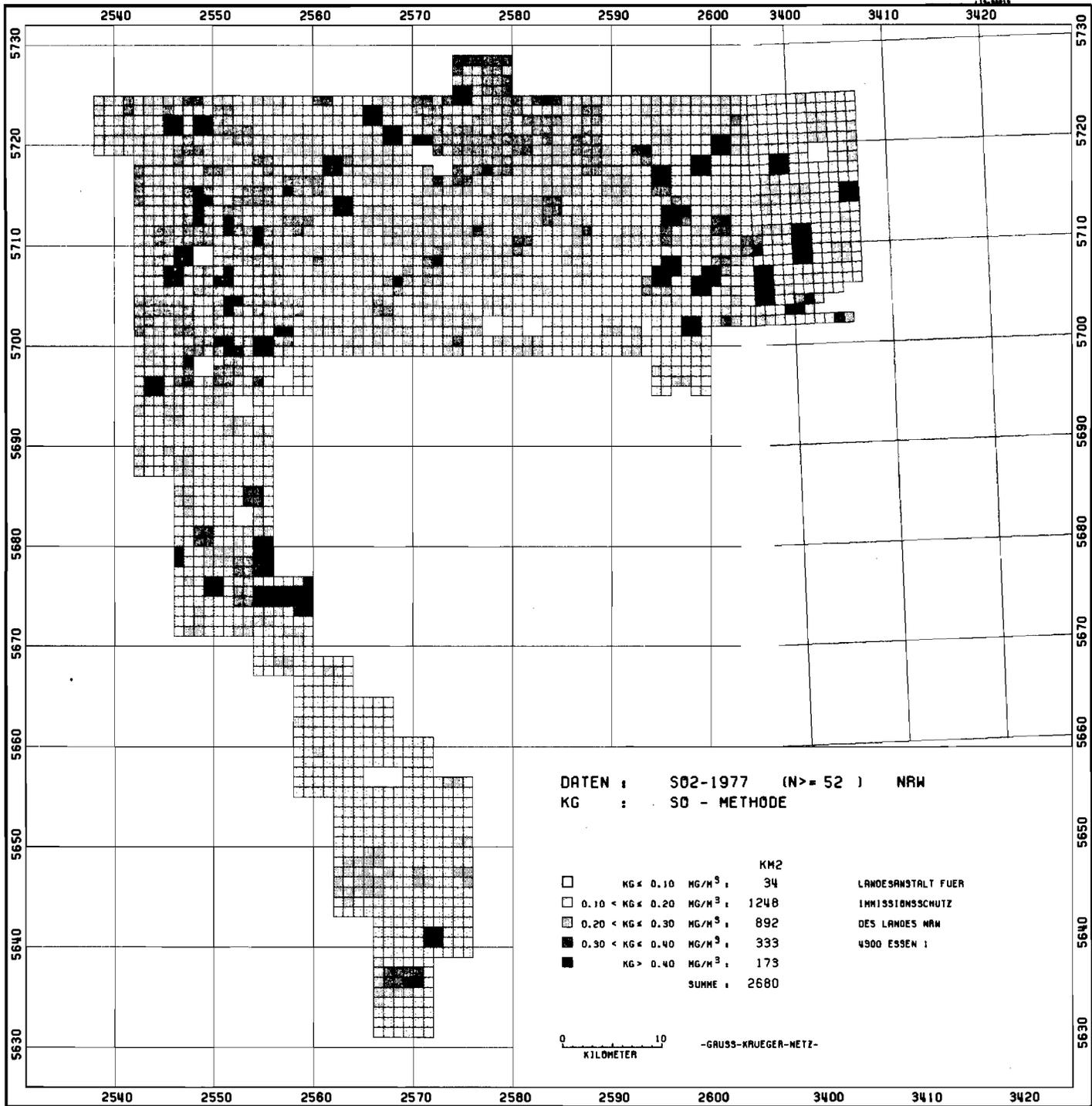


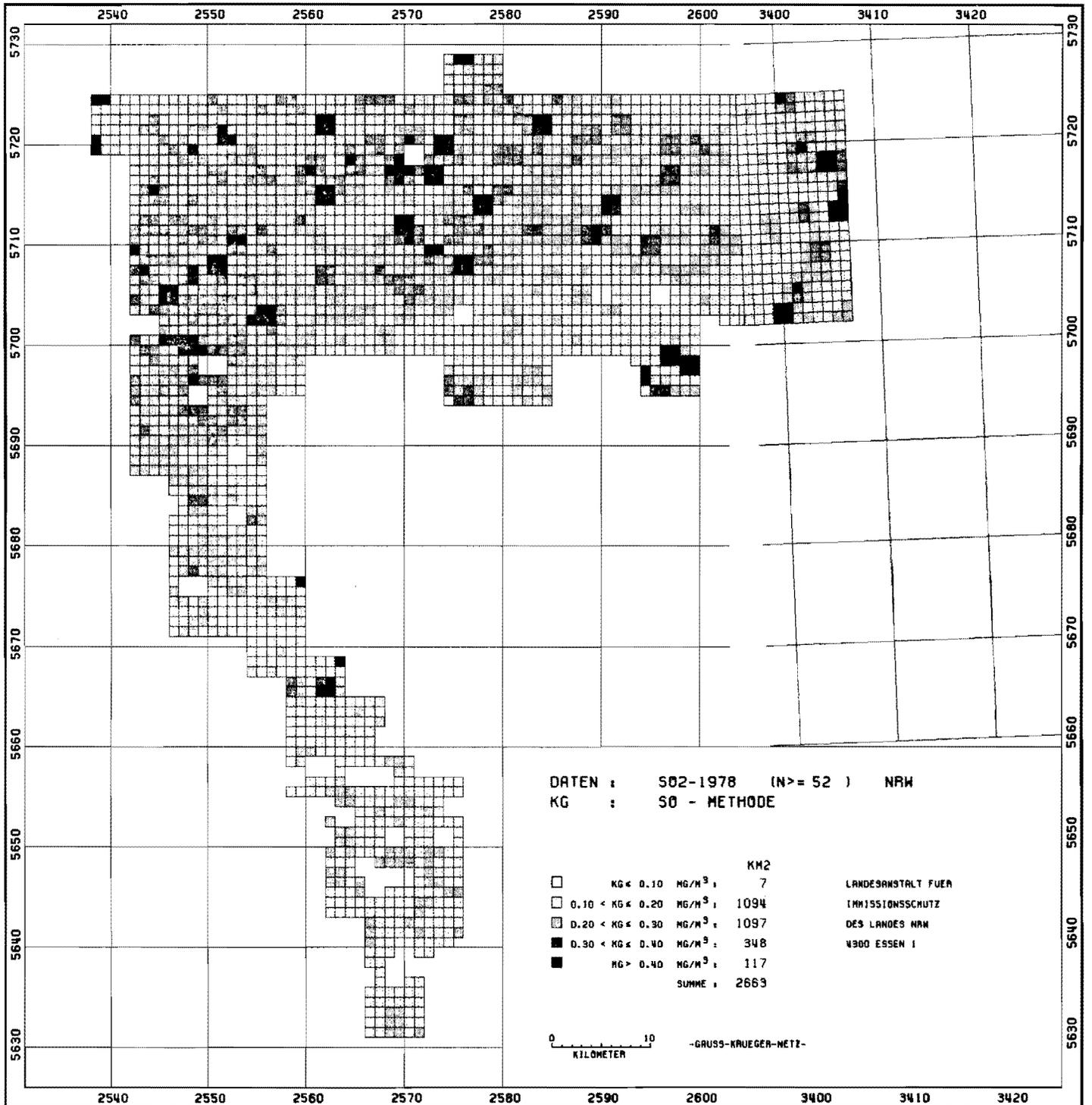


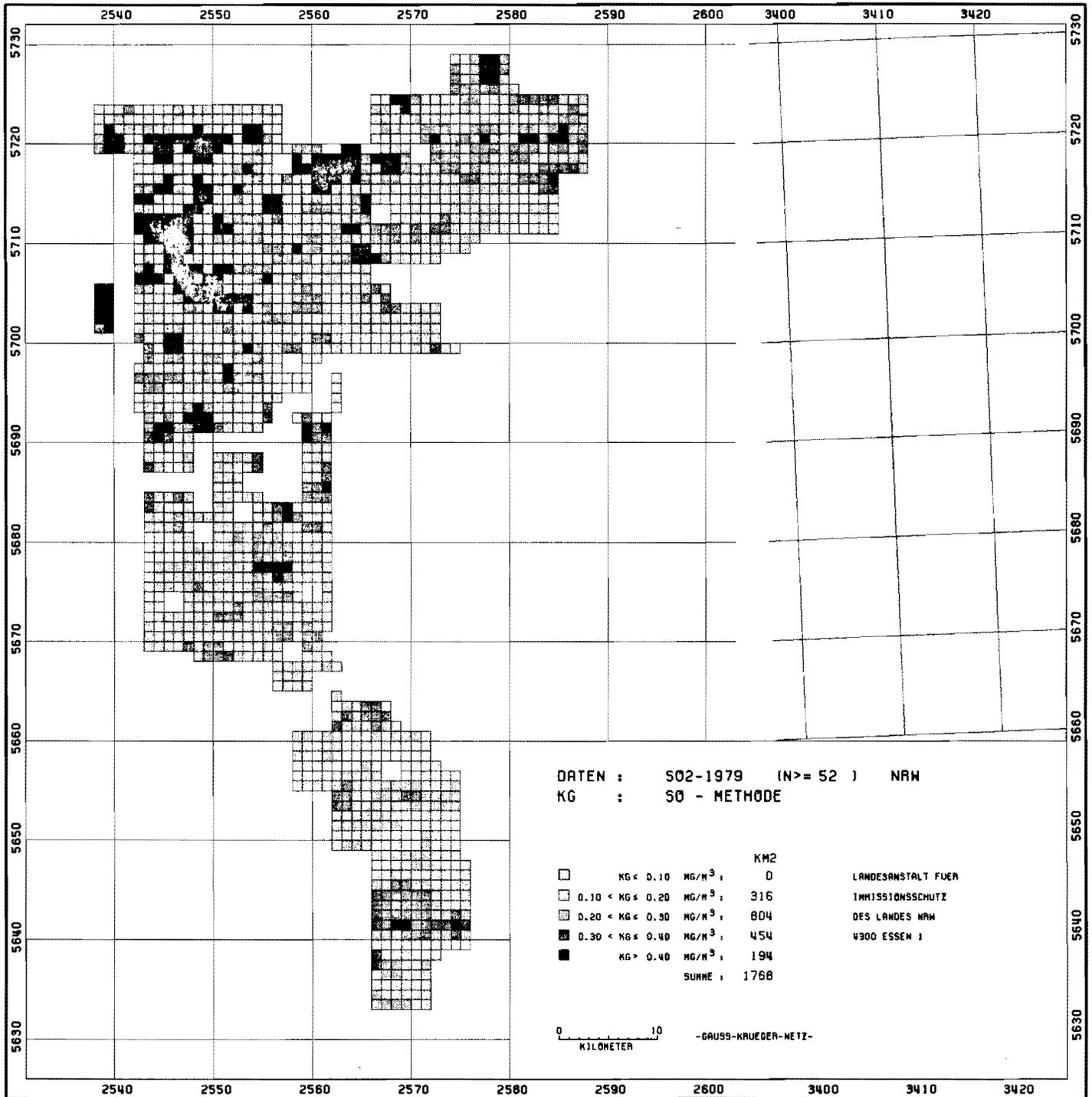


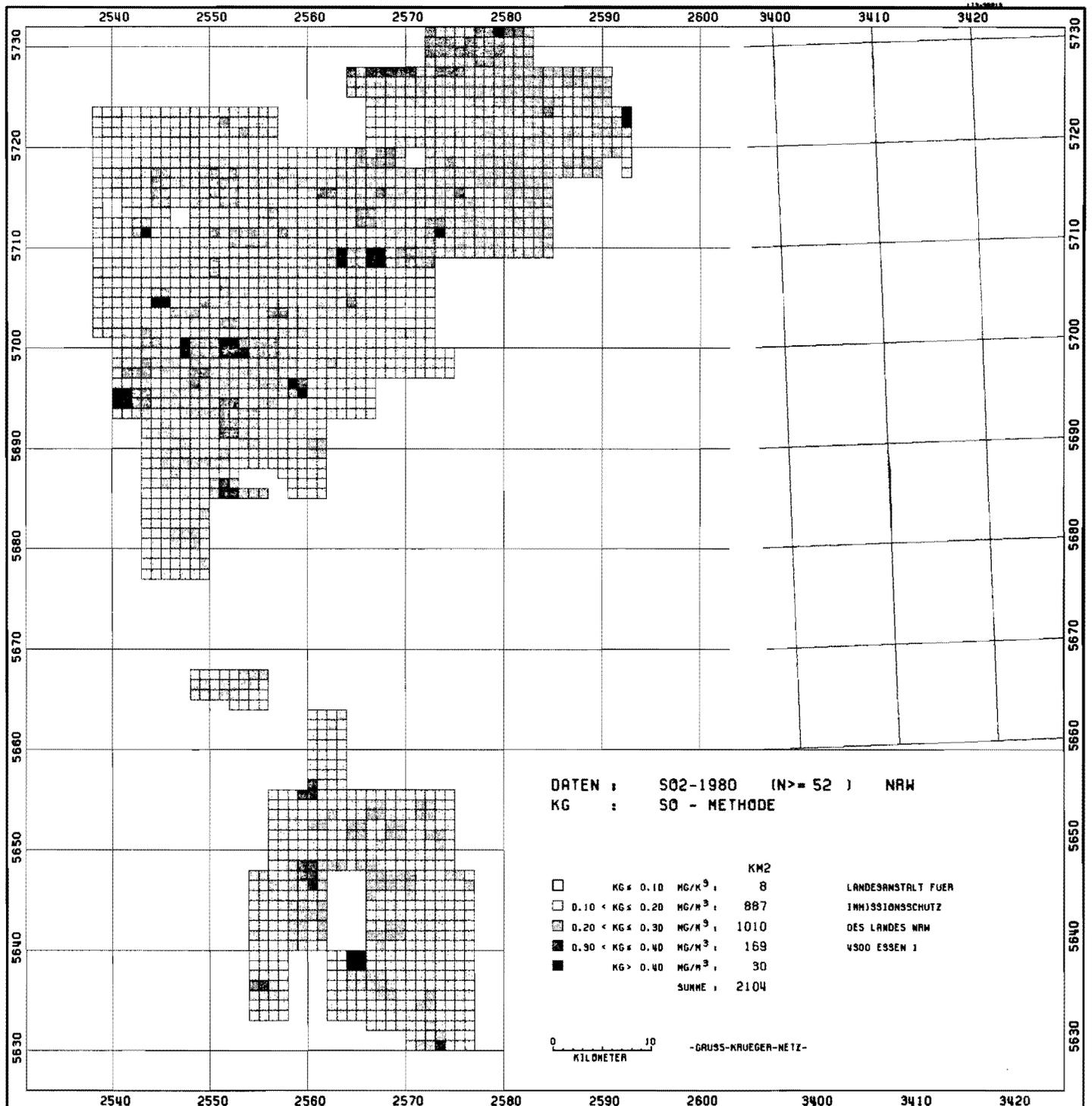


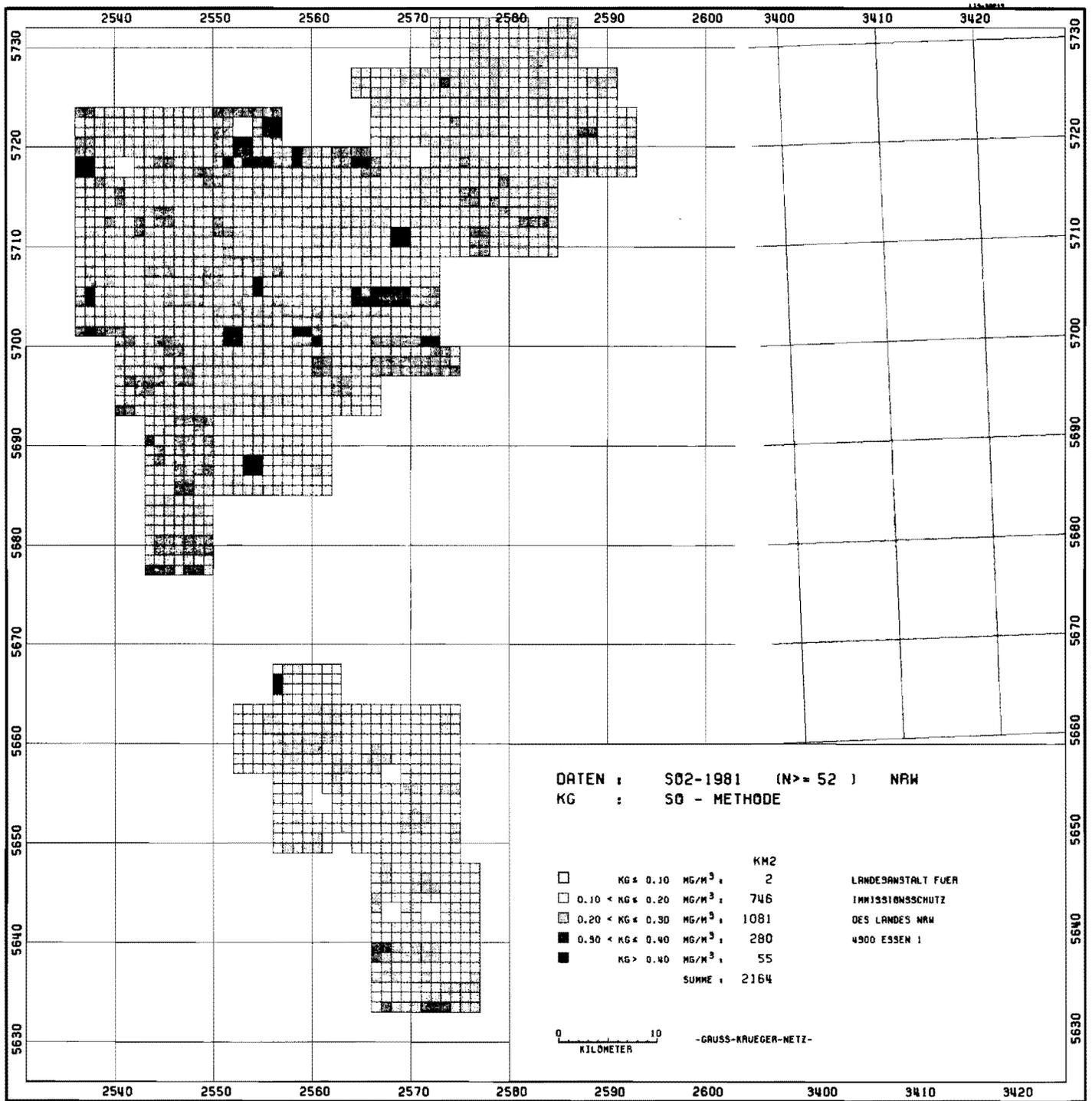


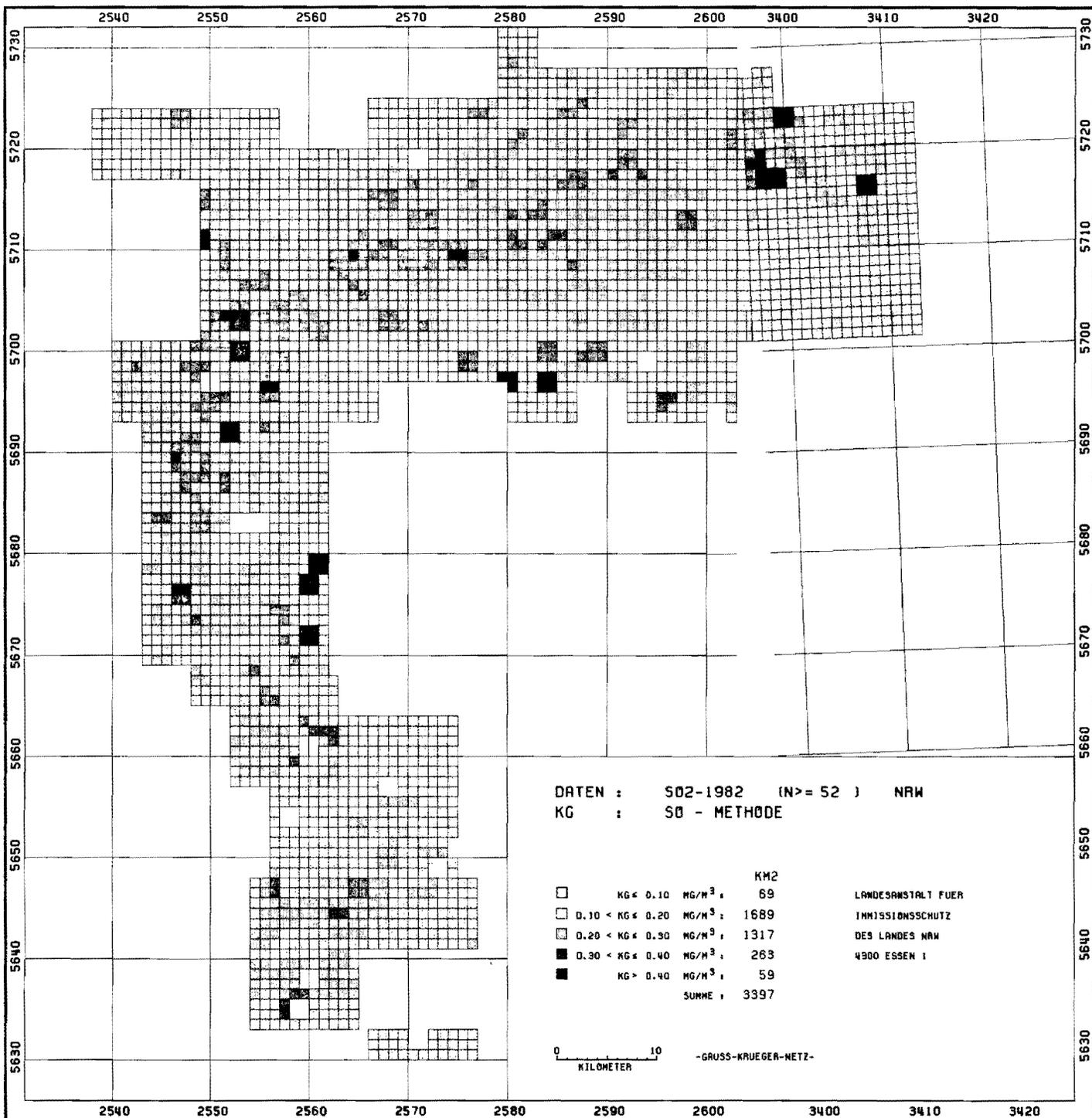












Berichte der

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. Einzelexemplare werden Interessenten auf Anforderung kostenlos zur Verfügung gestellt.

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:
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.:
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: SPLITTGERBER, H.:
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:
(vergriffen) Vorläufiger Bericht der Landesanstalt für Immissionsschutz über Untersuchungen zur Aufklärung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland (1982).
- Berichte-Nr. 29: GIEBEL, J.:
Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung (1983).
- Berichte-Nr. 30: MANNS, 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.:
(vergriffen) 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:
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:
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.:
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:
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:
Geräuschimmissionen in Großstädten; Flächenbezogene Kennzeichnung dieser Geräuschimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 46: BUCK, M. und P. BRUCKMANN:
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.:
Untersuchungen zu Schießlärminderungen, dargestellt an Fallbeispielen. (1984)
- Berichte-Nr. 51: Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 52: Pfeffer, H.-U.:
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).

Anmerkung:

Die LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Ausleihe bzw. Einsichtnahme zur Verfügung.