

AUSWERTUNG VON LUFTBILDERN UND SCANNERDATEN FÜR PLANUNGEN IN BALLUNGSRÄUMEN

F.-H. Hirt, Essen

1. Einleitung

Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk in Essen wurde im Jahre 1920 gegründet. Das Gesetz des preußischen Landtages "Betreffend die Verbandsordnung des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk" bestimmt ihn als kommunalen Dachverband der kreisfreien Städte und Kreise im Ruhrgebiet. Er nimmt sich solcher kommunaler Aufgaben an, die über den Bereich der einzelnen Gemeinden oder Kreise hinausgehen.

Das Gesetz von 1920 übertrug dem SVR u.a. die Aufgabe, für durchgehende Straßen und zusammenhängende Grünflächen Fluchtlinienpläne aufzustellen. Dies führte organisatorisch zur Einrichtung einer Vermessungsabteilung, die gleichzeitig mit der Beschaffung von Kartenmaterial und anderer für die unterschiedlichsten Planungszwecke benötigten Unterlagen betraut wurde. Bevorzugt werden die amtlichen Kartenwerke des Landes NW herangezogen. Die seit Jahrzehnten bestehende Zusammenarbeit mit dem Landesvermessungsamt in Bonn - Bad Godesberg ist sehr intensiv und hat sich stets gut bewährt. Nur die heute noch verhältnismäßig langen Zeiträume zwischen den einzelnen Fortführungen der Karten haben hin und wieder zu Schwierigkeiten geführt. Mit dem "Stadtplanwerk Ruhrgebiet" hat der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk in Gemeinschaftsarbeit mit den Ruhrgebietsgroßstädten auch ein eigenes Kartenwerk entwickelt, von dem heute bereits 80 Blätter und der zugehörige Atlas vorliegen.

Bereits seit Ende der 20er Jahre hat der SVR in regelmäßigen Zeitabschnitten Luftbildpläne im Maßstab 1:5000 herstellen lassen. Zunächst gedacht als Ersatz für das damals noch fehlende Grundkartenwerk 1:5000, werden diese Luftbildpläne heute in großem Umfang frequentiert als Nachweis für den jeweils aktuellsten Stand des Geschehens auf der Erdoberfläche. Die hierfür notwendigen Bildflüge werden mit einer Reihenmeßkammer 30/23 im Bildmaßstab 1: 12 500 mit 90%iger Längsüberdeckung durchgeführt. Das so gewonnene Bildmaterial wird für folgende Zwecke verwendet:

- Einzelauswertungen
- Luftbildpläne
- Fortführung Stadtplanwerk Ruhrgebiet
- Realnutzungskartierung

2. Realnutzungskartierung

Die Realnutzungskartierung dient als Grundlage für Flächennutzungs-, Stadtentwicklungs- und Landschaftsplanungen. Ausgangsmaterial sind die oben beschriebenen Luftbilder und Rahmenkarten im Maßstab 1:10 000, die aus der Verkleinerung und Zusammenmontage von 3 x 5 Blättern der Deutschen Grundkarte gewonnen werden.

Mit Hilfe eines einfachen Spiegelstereoskops werden Flächen gleicher Nutzungsart gesucht und abgegrenzt und als Ergebnis manuell in die Folie der verkleinerten Grundkarte eingetragen. Alle Knickpunkte der Nutzungsartengrenzen werden nach Koordinaten erfaßt. Die Koordinaten, die Flächen und die zugehörigen Nutzungsarten werden auf Magnetbändern gespeichert.

Die Weiterverarbeitung der Daten erfolgt im Programmsystem REGMAP, das von der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung in Bonn-Birlinghofen in Zusammenarbeit mit dem SVR entwickelt worden ist. REGMAP ist ein interaktives System zur Analyse und Präsentation flächenbezogener Daten. Es dient als Flächennutzungsinformationssystem und kann durch Hinzunahme weiterer Daten (z.B. statistische Daten, Daten zu Planfestsetzungen und Zeitreihenuntersuchungen) zu einem umfangreichen interaktiven Planungssystem erweitert werden. Durch das Programmsystem REGMAP können flächenbezogene Daten hinsichtlich ihrer realen Nutzung, der geographischen Lage, der Größe und der Zugehörigkeit zu statistischen Bezirken, Stadtbezirken und Gemeinden selektiert, aggregiert und in Listen, Verteilungsdiagrammen oder thematischen Karten dargestellt werden.

Der Kriterienkatalog lehnt sich an die Begriffsbestimmungen der Baunutzungsverordnung an, folgt ihnen jedoch nicht streng, da in der Baunutzungsverordnung Planungsziele beschrieben werden, während es sich hier um die IST-Aufnahme des tatsächlichen Bestandes auf der Erdoberfläche handelt. Wieweit der Kriterienkatalog modifiziert und ergänzt werden kann, wird sich aus der Diskussion mit den Planern bei den Städten in den nächsten zwei Jahren ergeben.

Mit der Realnutzungskartierung 1:10 000 ist im Jahre 1976 begonnen worden. Die Arbeit soll für das Ruhrgebiet im Jahre 1979 abgeschlossen und anschließend im Rhythmus von 3 Jahren fortgeführt werden.

3. Die Infrarot-Wärmeaufnahme als Möglichkeit zur thermischen Gewässerüberwachung

Über die thermische Belastung von Gewässern liegen u.a. die Berichte von Schneider für die Saar und den Mittelrhein, von Burwitz/Tobias für den Untermain und vom SVR für den Abschnitt des Niederrheins zwischen Krefeld und Wesel vor. Es ist nachgewiesen, daß die vom Scanner aufgenommene Strahlungstemperatur der Oberflächentemperatur des Wassers mit der hinlänglichen Genauigkeit von etwa 0.5°C entspricht. Außerdem ist aufgezeigt, mit welcher Prägnanz sich die Strömungs- und Abkühlungsverhältnisse in den Flußläufen darstellen lassen. Diese mit der Scanneraufnahme mühelos erreichbare flächendeckende Aufnahme der Temperaturen der Wasseroberfläche läßt sich nach der herkömmlichen Methode nur sehr mühevoll mit der Messung zahlreicher Quer- und Längsprofile erreichen. Warum hat die neue Meßmethode trotzdem bislang kaum Eingang in die Praxis erhalten?

Dafür mögen mehrere Gründe maßgebend sein. Einmal haben die Wasserfachleute z.Z. wohl größere Sorgen mit der Belastung der Flüsse durch Salze oder gar Giftstoffe. Zweitens ist mit Hilfe der Wärmelastpläne und der Zulassungsbedingungen für neue Kraftwerke dafür Sorge getragen, daß die Abwärme in Zukunft nicht, oder zumindest in Krisenzeiten nicht mehr, an das Wasser der Flüsse abgegeben wird. Drittens scheint mit den örtlich vorhandenen Meßstellen ein ausreichend dichtes Kontrollnetz vorhanden zu sein, und schließlich ist eine Infrarot-Wärmeaufnahme vom Flugzeug aus eine nicht ganz billige und leider auch von den Witterungsverhältnissen abhängige Meßmethode.

Trotzdem bin ich der Ansicht, daß sich auf Dauer eine Kombination von ständigen Meßstellen im Flußlauf und periodischen Aufnahmen vom Flugzeug aus durchsetzen wird. Das gilt umso mehr, je größer die Fläche ist, die beobachtet werden muß, also besonders für breitere Ströme, deren Mündungen und die Nordseeküstengewässer.

4. Das Infrarot-Wärmebild als neue Methode zur flächenhaften Darstellung stadtklimatischer Verhältnisse

In unseren Breiten sind die witterungsmäßigen Voraussetzungen für eine geschlossene Aufnahme eines Ballungsgebietes, wie der Kernzone des Ruhrgebietes, selten anzutreffen. Nach einer langen, außerordentlich ungünstigen Witterungslage im Frühjahr 1973 gelang im Verlauf einer klaren Strahlungsnacht vom 25. auf den 26. April eine Aufnahme der Kernzone des Ruhrgebietes von Duisburg im Westen bis Dortmund im Osten mit zweimaliger Wiederholung. Das gesamte

Gebiet mit einer Ausdehnung von 30 mal 60 km wurde aus 4.600 m Höhe in 6 Streifen mit 20%iger Querüberdeckung von West nach Ost aufgenommen. Die nach dem Digicolor-Verfahren der Fa. Daedalus gewonnenen farbigen Filme sind auch heute noch das anschaulichste und informationsträchtigste Material, das wir haben.

Die Wasserläufe bieten sich auf den ersten Blick als Orientierungshilfe an. Man erkennt das breite Band des Rheinstroms im Westen, den stark gewundenen Lauf der Ruhr mit den drei Seen und den im Talgrund liegenden Wassergewinnungsanlagen im Süden, sowie das verhältnismäßig gradlinig gestreckte Band des Rhein-Herne-Kanals im Norden. Mit einer Temperatur von etwa 8°C zählen die Wasserflächen in den Morgenstunden des 26.4.1973 zu den wärmsten Objekten im Bild. An Linienelementen treten weiterhin die mehrspurigen Fernverkehrsstraßen hervor. Die überwiegend im Farbton cyan = $2,7 - 4,0^{\circ}\text{C}$ sich abbildenden Verkehrsbänder sind durch die Freizonen mit Leichtigkeit, durch die Wohn- und Gewerbegebiete mit etwas mehr Mühe, zu verfolgen. Auch die Trassen der Bahnlinien sind einwandfrei auszumachen. Der Schotter der Bahnkörper ist offensichtlich stärker abgekühlt als die Asphaltflächen der Straßen, was sich in dem blauen Farbton mit der Temperaturstufe zwischen $1,3$ und $2,7^{\circ}\text{C}$ abzeichnet.

Die Siedlungsstruktur wird durch die gelbe Farbstufe deutlich. Mit der ihr entsprechenden Temperatur von $5,3 - 6,7^{\circ}\text{C}$ zeichnen sich die Stadtkerne und die mehrgeschossig geschlossen bebauten Wohngebiete ab. Weniger ins Auge fallen mit dem grünen Farbton und Temperaturen zwischen $4,0$ und $5,3^{\circ}\text{C}$ die weniger dicht bebauten Wohnviertel in den Außenbereichen. Industrie- und Gewerbegebiete können durch die unterschiedliche Struktur von den Kern- und Wohngebieten unterschieden werden. Ausnahmen bilden Anlagen der Schwerindustrie wie Höchhöfen, Walzwerke oder Kraftwerke, deren intensive Wärmestrahlung mit Temperaturen über 8°C deutlich in Erscheinung tritt.

Eine weitere Gliederung erfährt das Wärmebild vom Ruhrgebiet durch die sich deutlich kühler abzeichnenden unbebauten Zonen zwischen den Städten. In den Morgenstunden des 26. April 1973 liegen die Temperaturen der Wälder, der landwirtschaftlichen Flächen und der Grünflächen unter $2,7^{\circ}\text{C}$, bei extremen Lagen unter dem Gefrierpunkt. Die Struktur der Freiflächen wird in der Digicolor-Abspielung durch die Farbstufen blau, magenta und schwarz herausgehoben.

Die Abkühlung der ländlichen Zonen nördlich und südlich der Stadtlandschaft war zu erwarten. Man erkennt jedoch ebenfalls an den drei dunklen Farbtönen schwarz, magenta und blau die Freiflächen innerhalb der sechs regionalen Grünzüge zwischen den Städten des Ruhrgebiets von Duisburg im Westen bis Dortmund im Osten. Es ist erstaunlich, wie deutlich sich die regionalen Grünzüge in der Infrarot-Wärmeaufnahme von der Kernzone des Ruhrgebiets abbilden. Das gilt sowohl für den Temperaturunterschied gegenüber den unterschiedlich stark bebauten Flächen in der Stadtlandschaft als auch für die geometrisch verhältnismäßig scharfe Abgrenzung gegenüber den Baugebieten. Ein erster Nachweis dafür, daß die zusammenhängenden Freiflächen eine Abkühlung innerhalb der Stadtlandschaft bewirken, ist durch diese eine Aufnahme bereits in eindrucksvoller Weise erbracht.

Ober die Auswertung dieser Aufnahmen ist bereits mehrfach berichtet worden. Wir haben jetzt den Versuch gemacht, eine "Karte der Strahlungstemperaturen im Ruhrgebiet" auf der Basis der Top. Karte 1:50 000 herauszugeben. Wir wissen dabei sehr wohl, daß es sich nicht um eine allgemein gültige Aussage, sondern nur um die Wiedergabe einer Momentaufnahme handeln kann. Wir wissen aber auch, wie groß die Nachfrage nach einer solchen Darstellung ist, und stellen uns den Planern der Städte gern zur Diskussion.

Der VP 8 Amage-Analyser ist ein sehr vielseitiges Auswertegerät. Ich demonstriere Ihnen die "Wärmeglocke" über der Stadt Dortmund mit Hilfe von 7 Aquidensiten. Die Temperaturspanne beträgt 4°C für den Außenbereich gegen 8°C für den Stadtkern. Die den Aquidensiten zuzuordnenden Temperaturschritte betragen $0,7^{\circ}\text{C}$.

Noch weiter ins Detail geht eine Untersuchung an verschiedenen gestalteten Wohnblöcken im Stadtteil Essen-Holsterhausen. Die Temperaturdynamik ist bei Bäumen und Rasenflächen am geringsten, bei Straßen und Hausdächern am höchsten. Das Niveau der hohen Temperaturen liegt tagsüber auf der Höhe der Dächer und sinkt nachts auf das Niveau der Straßen und versiegelten Höfe ab.

Verschiedene Methoden der analogen Auswertung von Scanneraufnahmen habe ich Ihnen vorgestellt. Anschließend noch ein Beispiel für eine digitale Auswertung einer Infrarot-Wärmeaufnahme mit Hilfe des Multispectral Data Processing Systems (MDA S-Anlage) der Fa. Daedalus.

Ein Pixel entspricht einem Video-Signal bei der Aufnahme. Bei dem ersten Beispiel ist jedes Pixel für sich wiedergegeben. Bei den beiden anderen Beispielen ist eine Mittelung über 3 x 3 bzw. 5 x 5 Pixel vorgenommen. Man erreicht damit eine zunehmende Generalisierung.

Mir scheint dieses Verfahren recht zukunftssträftig zu sein, birgt es doch die Möglichkeit, die unterschiedlichen Strukturen der Objekte auf der Erdoberfläche optimal herauszuarbeiten, und erspart uns den großen Aufwand mehrerer Aufnahme Flüge aus unterschiedlichen Höhen.

5. Die automatische Landnutzungsklassifizierung mit Hilfe von MSS-Daten

Die in Zukunft zu bewältigende große Masse der Daten führt zwangsweise zu einer digitalen Datenverarbeitung. Die Rektifizierung der Aufnahme, d.h. die geometrisch einwandfreie Zuordnung zur geographischen Lage der Objekte auf der Erdoberfläche, ist für beide Aufnahmesysteme gelungen. Die Zuordnung der Informationen in den elf Aufnahmekanälen - d.h. scan 37 spot 18 betrifft in allen 11 Kanälen exakt denselben Punkt auf der Erdoberfläche - ist meines Wissens bislang erst bei den digitalen Aufnahmesystemen sichergestellt. Diese Bedingungen müssen aber streng erfüllt sein, wenn das Fernziel, eine Landnutzungskartierung mit Hilfe von MSS-Daten zu erstellen, jemals erreicht werden sollte.

Wir wissen, daß die Amerikaner bei der Identifizierung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Nutzungsarten aus Satellitenaufnahmen bereits seit einigen Jahren gute Erfolge erzielt haben. Danach war auch zu erwarten, daß eine automatische Landnutzungsklassifizierung mit Hilfe von MSS-Daten und aus einem Flugzeug aufgenommen, für land- und forstwirtschaftliche Bereiche schon recht weitgehend möglich sein würde, während die Erkenntnisse über die multispektralen Unterscheidungen der Teer-, Asphalt-, Beton- und Dachflächen in urbanen Bereichen noch in den Anfängen stecken.

Die Aufnahme vom Stadtgebiet Essen ist am 2.7.1976 gegen 13.00 Uhr aus etwa 3.000 m Höhe gewonnen. Eingesetzt wurde ein Bendix 11-Kanal-Scanner. Ein CCT-Band wurde auf der MDAS-Anlage in Ann Arbor ausgewertet.

Das System arbeitet interaktiv. Das Testfeld, dessen einheitliche Nutzung vorher in der Örtlichkeit einwandfrei festgestellt ist, wird auf dem Bildschirm abgegrenzt. Die EDV-Anlage analysiert die spektralen Eigenschaften des Testfeldes und bestimmt die Kennung, mit deren Hilfe alle Flächen der gleichen Nutzung immer wieder erkannt werden können. Hierzu stehen die Informationen der 10 multispektralen Kanäle zur Verfügung.

Das Gesamtgebiet "rural" scheint ziemlich vollständig erfaßt; das Gesamtgebiet "urban" erscheint noch lückenhaft. Immerhin ist es bereits gelungen, die Straßen, Bahnanlagen, Sportplätze mit unterschiedlicher Befestigung und verschiedene Arten von Dachflächen zu separieren.

6. Ausblick

Die Realnutzungskartierung hat ihre erste Feuertaufe bereits bestanden. In Zusammenarbeit mit den Planern im eigenen Hause und bei den Städten ist der SVR bemüht, das Verfahren zu verbessern und den Kriterienkatalog zu vervollständigen.

Es wäre wünschenswert, daß eine solche Realnutzungskartierung in absehbarer Zeit weitgehend automatisch hergestellt werden kann. Der nächste Schritt auf dieses Ziel hin wäre eine wesentliche Vertiefung der Kenntnisse über die spektralen Eigenschaften der wichtigsten in unseren Bereichen verwendeten Baustoffe.

Gehen wir in Gedanken doch noch einmal zurück: es ist gerade zehn Jahre her, daß die Öffentlichkeit das erste Mal mit dem Effekt der "roten" Bäume im Falschfarbenbild konfrontiert worden ist. Inzwischen haben wir uns an diese damals so unkonventionellen Photos und die täglichen Wetterbilder im 2. Infrarot-Wärmekanal gewöhnt. In der Bundesrepublik Deutschland arbeiten einige hundert Spezialisten auf diesen Gebieten, und das Flugzeugmeßprogramm der Bundesregierung ist mit großem Erfolg über die Bühne gegangen. Trotzdem sollten wir uns immer wieder vergegenwärtigen, daß die Methoden der Fernerkundung bis heute keineswegs Allgemeingut sind, daß es vielmehr unsere Aufgabe ist, die darin liegenden Möglichkeiten den potentiellen Verbrauchern erst nahezubringen.

Wir stehen im Ruhrgebiet im täglichen Kampf mit den Problemen einer starken Verdichtung. Wir beobachten mit Besorgnis die zunehmende Zersiedlung der Landschaft in den Randbereichen, die durch die Vorschriften des novellierten Bundesbaugesetzes auch noch begünstigt wird. Trotzdem sind wir bemüht, den Raum, in dem wir leben und arbeiten, lebenswert zu erhalten.

Dazu gehören neben vielem anderen:

- die Erhaltung unserer Wälder,
- die Verteidigung der letzten zusammenhängenden Freiflächen zwischen den Ruhrgebietsgroßstädten gegen weiter vordringende Bebauung,
- die Gestaltung der innerstädtischen Grünflächen,
- die Nutzung der zu einem Baugrundstück gehörenden Freiflächen.

Bei der planerischen Behandlung aller mit diesen Problemen zusammenhängenden Fragen spielt die Wechselwirkung von Baumasse und Freifläche eine immer bedeutendere Rolle. Im Dialog mit den Stadt- und Landschaftsplanern der Städte und Kreise im Ruhrgebiet sind wir bemüht, diese Wechselwirkungen weitergehend zu qualifizieren und soweit wie möglich auch zu quantifizieren. Auf dem weiten Weg zu diesem hochgesteckten Ziel führen uns die Methoden der Fernerkundung sicher ein Stück weiter.

Literatur

- P. Burwitz/W. Tobias: Das Luftbild als Hilfsmittel bei ökologischen Untersuchungen über thermische Belastungen des Untermain. Natur u. Museum, 107 (3). Frankfurt a.M. 1.3.1977
- F.H. Hirt und andere: Luftaufnahmen, Wärme-Infrarotmessungen als neue Informationsquelle für Planungszwecke. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Schriftenreihe Heft 44
- F.H. Hirt: Infrarot-Wärmemessungen vom Flugzeug aus und ihre Anwendbarkeit für die Gewässerüberwachung. Verlag Wasser und Boden Axel Lindow u. Co., Heft 9, Hamburg 1973
- F.H. Hirt: Untersuchungen über die Wärmebelastung des Rheins zwischen Krefeld und Wesel. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Schriftenreihe Heft 58
- F.H. Hirt: Die Darstellung der Großstadtlandschaft Ruhrgebiet im Wärmebild. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Schriftenreihe Heft 58
- H. Kellersmann/E. Steinert: Auswertung von Luftbildern nach Kriterien der Baunutzungsverordnung. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Schriftenreihe Heft 58
- H. Kellersmann/R. Tost: Luftbildinterpretation - Flächennutzungskartierung - Grundlage eines städtebaulichen Informationssystems. Vermessungswesen und Raumordnung, z.Z. im Druck
- S. Schneider: Gewässerüberwachung durch Fernerkundung - Die mittlere Saar - Selbstverlag der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn-Bad Godesberg 1974
- S. Schneider: Gewässerüberwachung durch Fernerkundung am Oberrhein. Umwelt-Informationen des BMI, Nr. 45, Dezember 1975
- Dr. P. Stock: Erläuterungen zur Wärmekarte des Ruhrgebiets. z.Z. im Druck

Zusammenfassung

Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk in Essen - Kommunalverband der Städte und Kreise im Ruhrgebiet - hat seit dem Jahre 1970 seine Bemühungen verstärkt, durch Auswertung von Luftbildern und Scanneraufnahmen mehr und bessere Daten als Grundlagen für Planungen in Ballungsräumen zu beschaffen.

An Hand von zahlreichen Dias wird berichtet über:

die Realnutzungskartierung als neues Informationssystem für Flächennutzungs-, Stadtentwicklungs- und Landschaftsplanung,

die Infrarot-Wärmeaufnahme als Möglichkeit zur thermischen Gewässerüberwachung,

das Infrarot-Wärmebild als neue Methode zur flächenhaften Darstellung stadtklimatischer Verhältnisse und

die automatische Landnutzungsklassifizierung mit Hilfe von MSS-Daten.

Abstract

Ever since 1970, the Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk of Essen, an organization of Ruhr-area cities and districts, has been increasing its efforts to obtain more and better data that may serve as a basis for planning in conurbations by the use of aerial photography and scanner photography.

With the aid of numerous slides, the lecture will discuss:

Actual-use plotting as a new information system for land-use, urban-development and landscape planning;

Infrared thermograms as a possibility of thermal supervision of water bodies;

Infrared thermograms as a new method of area representation of climatic conditions in cities;

Automatic land-use classification with the aid of MSS data.

Résumé

Depuis 1970, le Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk à Essen (groupement communal des villes et districts dans le Bassin de la Ruhr) s'efforce d'obtenir - par l'exploitation de photographies aériennes et de données de télédétection - des informations plus nombreuses et plus précises, à titre d'éléments de base pour la planification des aires urbaines.

Enrichi par une série de diapositives, l'exposé aborde les sujets suivants:

La confection de cartes servant de nouveaux systèmes d'information pour la mise en valeur des surfaces, la planification des extensions urbaines et la protection des paysages;

L'interprétation des images prises dans l'infrarouge thermique pour la surveillance des cours d'eau;

L'utilisation des images thermiques pour la représentation par surfaces des conditions climatiques dans les agglomérations urbaines;

La classification automatique des paysages et des activités humaines au moyen des données fournies par les scanners multispectraux.

Resumen

Desde 1970, el Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk de Essen, una organización comunal de las ciudades y los distritos del Ruhr, ha acentuado sus esfuerzos de obtener más y mejores datos como base para la planificación de zonas urbanas, mediante restitución de fotos aéreas y scanner.

Utilizando numerosas diapositivas, se informa sobre:

El levantamiento de uso real como nuevo sistema de información para la planificación del uso de las superficies, de desarrollo urbano y del paisaje.

La termografía infrarroja como posibilidad para la supervisión térmica de aguas.

La termografía infrarroja como nuevo método para la representación superficial de las condiciones climáticas urbanas.

La clasificación automática del uso de terrenos con la ayuda de datos MSS.

Dipl.-Ing. Fritz-Hellmut H i r t
Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk
Kronprinzenstr. 35
4300 E s s e n 1