Werk

Titel: Geoökologisch-vegetationsgeographische Umwelt-Forschung: Die Pflanzendecke als ök...

Autor: Meurer, Manfred

Ort: Berlin

Jahr: 1995

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385984391_0126|log60

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

DIE ERDE	126	1995	S. 303 - 322	Allgemeiner Beitrag

• *Vegetationsgeographie - Umweltforschung - Entwicklungsländer*

Manfred Meurer (Karlsruhe)

Geoökologisch-vegetationsgeographische Umwelt-Forschung: Die Pflanzendecke als ökologische Raumfunktionsgröße

Mit 8 Figuren

Vielfach wird der hohe Stellenwert vegetationsgeographischer Forschung im Fach Geographie, aber auch über das Fach hinaus nicht erkannt bzw. erheblich unterschätzt. Diese Fehleinschätzung resultiert vermutlich aus mangelnder Kenntnis neuerer floristisch-vegetationskundlicher Studien, die den hohen Anwendungsbezug dieser geographischen Teildisziplin erkennen lassen. Dabei sind rein deskriptive Forschungsansätze stark zugunsten semi-quantitativer und quantitativer Untersuchungen zurückgedrängt worden. Mit deren Hilfe können makro- bis mikroskalige Basisdaten zur Erfassung von Natur- und Nutzpotential, aber auch zu Degradation, Belastbarkeit und Tragfähigkeit von Landschaftsräumen gewonnen werden. Dazu eignen sich unter anderem auch die zum Teil hohen Indikatorwerte von Pflanzenarten und -gesellschaften. Sie werden daher vermehrt im Rahmen von komplexen Analysen naturnaher bis naturfremder Ökosysteme herangezogen. Zur Demonstration der hohen Anwendungsrelevanz floristisch-vegetationskundlicher Untersuchungen in inner- und interdisziplinären Studien zur Umweltforschung werden exemplarisch Ansätze und Resultate aus Entwicklungsforschung und Stadtökologie vorgestellt.

1. Der Bedeutungswandel der Vegetationsgeographie

Der hohe deskriptive, aber auch diagnostische Wert der Pflanzendecke für die Landschaftsforschung ist seit langem bekannt. So schreibt schon *Alexander von Humboldt* (1849: 20) im zweiten Band (3. Auflage) seines epochalen Werkes 'Ansichten der Natur': 'Wenn aber auch der Charakter verschiedener Weltgegenden von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: So ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist.'

In den letzten Jahrzehnten tritt die vormals dominierende, rein beschreibende und vielfach nur monokausal ausgerichtete Vegetationsgeographie stärker in den Hintergrund. Es dominiert statt dessen eine stark gewandelte Fachdisziplin mit einem weiten methodischen Instrumentarium qualitativer und quantitativer Ansätze sowie einer immer unerläßlicheren Interdisziplinarität. 'Denn die Vegetation ist nur eine, wenn auch besonders bedeutsame lebende Komponente der ökologischen Systeme und sollte nicht isoliert von den anderen Komponenten behandelt werden. ... Erst wenn man die natürlichen ökologischen Grundlagen der ganzen Erde einigermaßen kennt, wird man die richtigen Maßnahmen zur Abwehrung der bestehenden Gefahren ergreifen können. Viel Zeit dazu ist nicht zu verlieren.' *(Hein-*

rich Walter in: *Walter* und *Breckle* 1991: VII-VIII).

Neben der Grundlagenforschung nehmen praxisorientierte Fragestellungen und dabei vor allem Aspekte der Umweltforschung einen immer größeren Stellenwert ein. Geoökologische und ökosystemare Studien sind folglich ohne die profunden Beiträge einer derartigen vegetationsgeographischen Forschung unvollständig. Diese Auffassung wird zunehmend auch international vertreten, wobei Vegetations- und Biogeographie durchaus als mögliches Bindeglied zwischen Physischer sowie Wirtschafts- und Sozialgeographie gesehen wird: 'Biogeography is the 'Cinderella' of geography. It is still a relatively neglected and underdeveloped field of study at both school and university, despite the considerable lip-service that has been paid to its significance. Many have drawn attention to its value in providing (within the framework of the early formulated and recently 'rediscovered' ecosystem concept) an integrated holistic approach to environmental studies. Some have accorded it the distinction of being the 'vital' link between physical and human geography.' *(Tivy* 1993: V).

2. Vegetationsgeographie und Umweltforschung

An ausgewählten Fallbeispielen zweier Arbeitsschwerpunkte - der Entwicklungsländerforschung und der Stadtökologie - sollen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten einer interdisziplinär betriebenen Vegetationsgeographie aufgezeigt werden, um komplexe Fragestellungen erfolgsversprechend bearbeiten zu können. Eine derart integrierte und anwendungsorientierte Teildisziplin trägt in entscheidender Weise dazu bei, naturhaushaltliche Strukturen und Prozesse sowie aktuelle natur- und kulturräumliche Belastungen zu erfassen und zu bewerten. Darauf basierend können fundierte, ökologisch nachhaltige Konzepte des Ressourcenschutzes und der Stabilisierung sowie Sanierung gestörter Systeme entwickelt werden.

3. Vegetationsgeographische Analysen im Rahmen weideökologischer Studien im Atacora-Département NW-Benins

Gerade in Ländern der Dritten Welt erlangen ökologisch orientierte Fragestellungen einen immer größeren ökonomischen und auch gesellschaftlichen Stellenwert. Da aber weder länderübergreifende noch globale Theorien als Erklärungs- oder Lösungsansätze geeignet sind *(Scholz* 1985), sollten vermehrt regionenspezifische Analysen mit konkreten Anwendungsbezügen und somit Planungsrelevanz realisiert werden. Problem- und zielgruppenorientierte Studien müssen dazu beitragen, zum Teil gravierende lokale und regionale Kenntnislücken über die konkreten Ursachen von Ressourcenübernutzung und Landschaftszerstörung zu verringern sowie adäquate Gegenstrategien zu entwickeln und zu propagieren. Dabei ist mitunter auch die 'Wiederentdeckung' des tradierten Wissens über lokale Formen einer ökologisch orientierten Boden- und Landnutzung von erheblicher Bedeutung. Wichtige derartige Studien über das Agrarwissen bäuerlicher Gruppen *(Krings* 1991), über Umweltkenntnis und Umweltbewertung in traditionellen Gesellschaften *(Müller-Böker* 1988) sowie über eine ökologisch angepaßte Bodennutzung in Nord-Benin *(Swoboda* und *Sturm* 1995) wurden in den letzten Jahren publiziert.

3.1 Zielsetzung und Konzeption der Weidepotentialstudie

Im folgenden soll die hohe Praxisrelevanz von floristisch-vegetationsgeographischen Analysen im Rahmen eines mehrjährigen interdisziplinären Projektes zur Erfassung des Weidepotentials und der Tragfähigkeit von subhu-

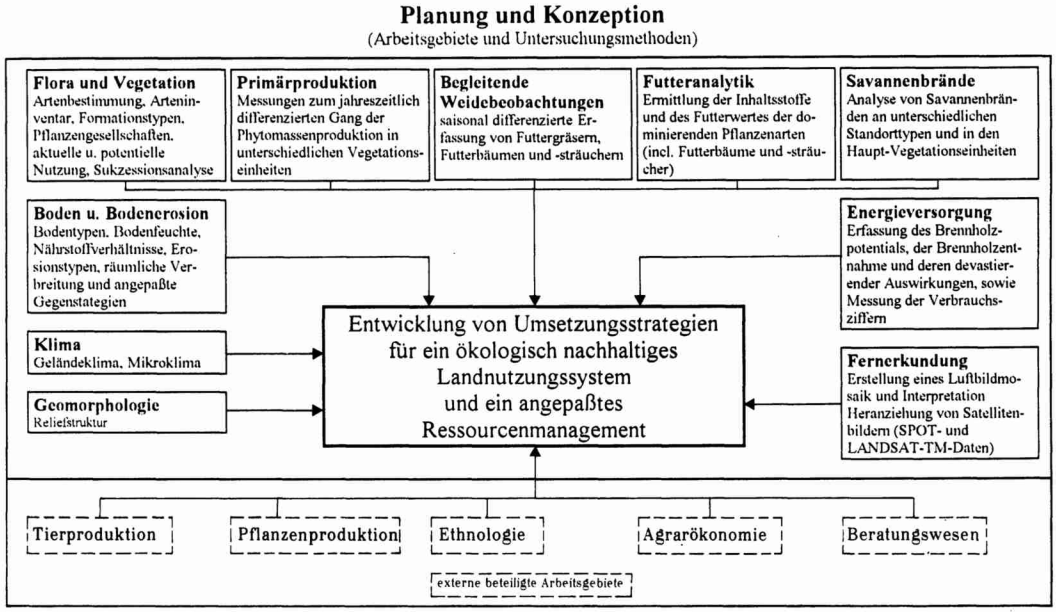


Fig. 1. Planung und Konzeption des Forschungsprojektes / *Planning and conception of the research project*

miden Savannen im Nordwesten Benins (Tropisch-Westafrika) aufgezeigt werden. Ausgehend von der Zielsetzung - Konzeption ökologisch nachhaltiger Landnutzungsformen, eines angepaßten Ressourcenmanagements sowie von zielgruppenbezogenen Umsetzungsstrategien - kommt der Analyse von Flora und Vegetation eine besonders große Bedeutung zu *(Fig. 1)*. Dies beinhaltet die Erfassung des Arteninventars, die Ausgliederung von Formationstypen und Pflanzengesellschaften, Sukzessionsanalysen und den Nachweis der aktuellen und potentiellen Nutzung von Pflanzenarten sowie Pflanzendecke. Hinzu treten Studien zur saisonal differenzierten Phytomassenproduktion in den unterschiedlichen Vegetationseinheiten. Parallel dazu sind begleitende Weidebeobachtungen erforderlich, um die jahreszeitlich modifizierte Nutzung von Futtergräsern, -sträuchern und -bäumen durch die verschiedenen Nutztierarten erfassen und ansatzweise quantifizieren zu können. Eine flankierende Futteranalytik muß hinzutreten, die Inhaltsstoffe und Futterwert der dominierenden Pflanzenarten - einschließlich der Holzgewächse - im Jahresgang nachweisen sollte. Ferner gilt es, den gerade für die wechselfeuchten Savannen zentralen ökologischen Faktor Feuer gebührend mitzuberücksichtigen, da er seit vielen Jahrhunderten den Natur- und Kulturraum prägt. Die selektierende Wirkung gelegter sowie natürlicher Brände bestimmt in hohem Maße das Arteninventar und damit auch die unterschiedlichen Nutzpotentiale.

3.2 Das beninische Untersuchungsgebiet

Das beninische Untersuchungsgebiet liegt im Distrikt Péhunco (Département Atacora). Geologisch ist es Teil der Benino-Togolesischen Ebene, die durch flachwellige Verebnungen des präkambrischen, kristallinen Grundgebirges charakterisiert wird. Klimatisch gesehen wird es der Sudan-Zone zugeordnet mit lang-

jährigen Niederschlagsmitteln zwischen 800 und 1200 mm bei hoher räumlicher und zeitlicher Variabilität. Bei monsunaler unimodaler Niederschlagsverteilung dauert die Regenzeit fünf bis sieben Monate an. Das langjährige Mittel der Lufttemperatur beträgt 27°C. Cambisole - unterschiedlich mächtige basenarme und pseudovergleyte Braunerden sowie Parabraunerden mit wechselnden Gehalten an Pisolith - herrschen vor, während sich in den Hochflutbetten Pseudogley-Gleye, Gleye und Vertisole entwickelt haben. Hinzu treten bei fehlender Deckschicht über Phyllit Gelblehme (*Swoboda* 1991, *Swoboda* und *Sturm* 1995).

Die potentielle, natürliche Vegetation auf nicht grund- und stauwasserbeeinflußten Böden wird durch zonale Trockenwaldgesellschaften bestimmt. Als Feuerklimax gilt dichter laubwerfender Trockenwald. Die reale Vegetation setzt sich dagegen aus anthropo-zoogen geprägten Gehölz- und Grassavannen zusammen. Leitarten der Grassavannen sind *Hyparrhenia-*, *Andropogon-* und *Pennisetum*-Arten. In den Strauchsavannen dominieren *Gardenia-*, *Piliostigma-*, *Acacia-* und *Cochlospermum*-Arten, in den Baum- und Waldsavannen *Combretum-*, *Terminalia-*, *Daniella-*, *Acacia-* und *Isoberlinia*-Arten sowie in den Galeriewäldern *Anogeissus-*, *Bombax-* und *Khaya*-Arten (*Meurer, Reiff* und *Sturm* 1992).

Die ethnienspezifischen Nutzungssysteme werden von den Baatonom und Fulbe geprägt. Während die ackerbautreibenden Baatonom in dünn besiedelten Gebieten Landwechselwirtschaft und in dichteren eine ungeregelte Feld-Gras-Wirtschaft ausüben, sind die Fulbe Viehhalter. Sie betreiben extensive Rinderhaltung mit trockenzeitlich großer (Dezember bis April bei Wanderungsdistanzen bis zu 150 km) und einer konfliktmindernden kleinen Transhumanz (die Ackerbauareale werden während der Erntezeit von August bis November verlassen, um Weideschäden zu vermeiden; die Wanderungsdistanzen betragen bis zu 20 km). Ihren Eigenbedarf an Feldfrüchten decken die Fulbe durch 'permanenten' Regenfeldbau (*Sturm* 1993). Infolge der hohen Bevölkerungszunahme (jährliche Wachstumsrate von 3%) sowie des extremen Anstiegs der Rinderbestände (jährliche Wachstumsrate von 6%) zeichnen sich enorme Nutzungskonflikte und exzessive Übernutzungen der natürlichen Ressourcen ab. Sie lassen erhebliche Beeinträchtigungen des Natur- und Landschaftshaushaltes erwarten.

3.3 Flora und Vegetation der nordbeninischen Savannen

Die mehrjährigen floristischen Analysen lassen eine hohe Artenvielfalt mit ca. 1.000 herbarisierten Arten erkennen. Dabei konnte *Reiff* (*Meurer, Killmer, Reiff, Schmüdderich, Friebe, Sturm, Jenisch* und *Grenz* 1989, *Meurer, Jenisch, Reiff, Sturm, Swoboda* und *Will* 1991) für die Krautschicht erstaunlich große Wissenslücken über deren Artenzusammensetzung und -differenzierung aufzeigen. Gerade dieses Stratum beinhaltet aber den größten Anteil der natürlichen Futterressourcen. Zugleich enthält es wichtige Leitarten für die Ausgliederung der Vegetationsformationstypen, aber auch Hinweise über den Wert einer Pflanzenart als Degradationszeiger (*Meurer, Killmer, Reiff, Schmüdderich, Friebe, Jenisch* und *Grenz 1989; Reiff* in: *Meurer, Jenisch, Reiff, Sturm, Swoboda* und *Will* 1991). Ausgehend von dieser Eignung können wertvolle standortspezifische Hinweise auf das zum Teil kleinräumig differenzierte Sukzessionsgeschehen der Pflanzendecke gegeben werden.

Die Pflanzendecke wird entscheidend durch das Feuer geprägt (*Meurer* 1993b). Nachweislich wird es in Afrika bereits seit ca. 50.000 Jahren bewußt durch den Menschen eingesetzt. Folglich haben sich spezifische anthropogen bedingte Feuerklimaxgesellschaften in den westafrikanischen Savannen ausgebildet (*Grenz* 1990). Ohne die Feuerwirkung könnte

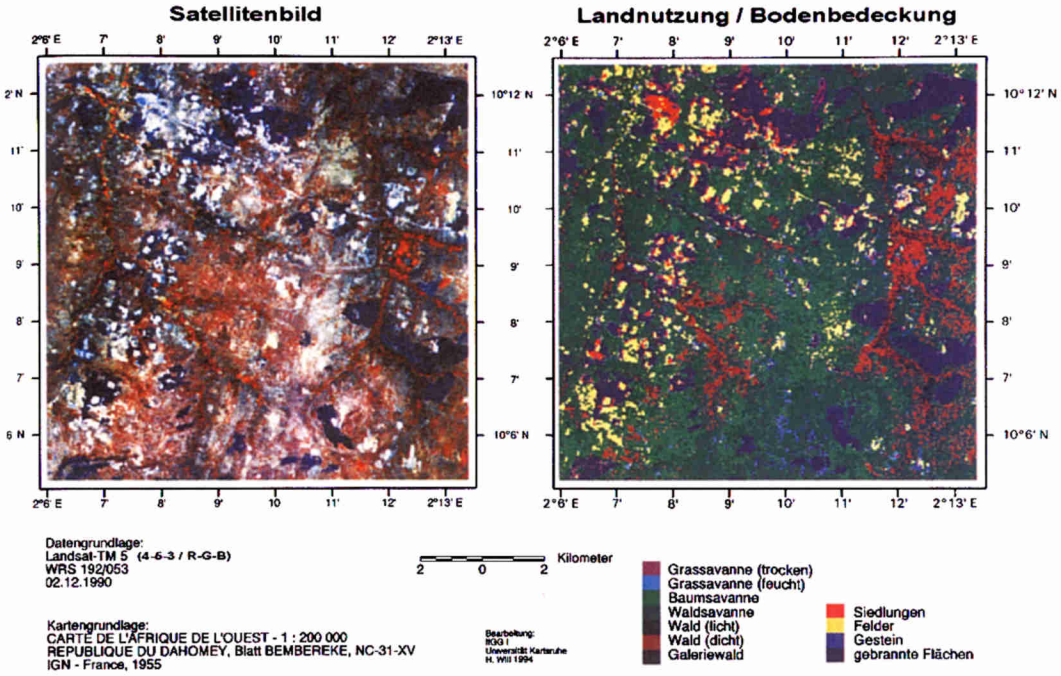


Fig. 2. Satellitenbild (Landsat-TM) und Landnutzung/Bodenbedeckung des Untersuchungsgebietes / *Satellite image and land use/surface coverage of the area under study*

der fein tarierte Antagonismus zwischen Gehölzen und Gräsern nicht aufrecht erhalten werden, und es ergäben sich deutliche Verschiebungen der Flächenanteile.

Das Untersuchungsgebiet wird jährlich nahezu vollständig gebrannt, wie eine flächenhafte multitemporale Auswertung von Satellitendaten belegt (LANDSAT TM und SPOT) *(Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994). Dabei kann eine zeitlich differenzierte Abfolge der Brandlegung je nach Feuchtigkeitsgrad der Vegetationstypen beobachtet werden *(Fig. 2)*: Als erstes werden Grassavannen auf Laterit, dann Strauch- und Baumsavannen und abschließend feuchte bis nasse Galeriewälder gebrannt. Infolge der häufigen Brandlegungen sind pyrophobe Arten weitgehend verdrängt worden. Die aktuelle Flora wird somit durch pyrophile und pyrotolerante Pflanzenarten gekennzeichnet *(Grenz* 1990). Aus der Gruppe der feuersensitiven (=pyrophoben) Arten können nur ältere Individuen überdauern. Aufgrund der extremen Feuerwirkung ist jedoch eine Verjüngung dieser Arten heutzutage weitgehend ausgeschlossen. Den feuertoleranten Arten gehören etwa 73% der Flora des Untersuchungsgebietes an. Im Gegensatz dazu werden Epiphyten sehr stark geschädigt, weshalb sie nur mit 0,3% am Lebensformenspektrum beteiligt sind *(Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994: 38).

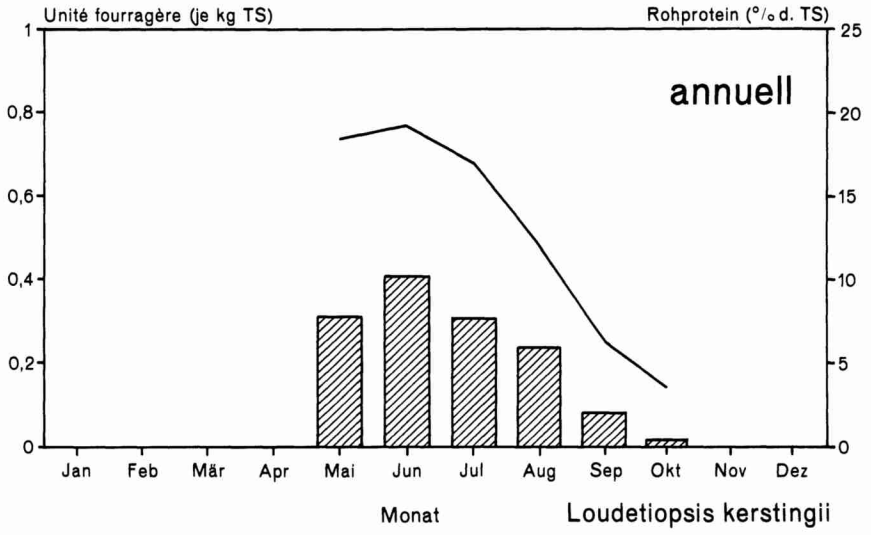
Durch die wenn auch geringe Aschenauflage werden dem vergleichsweise nährstoffarmen Savannenboden schubartig Nährstoffe zur Verfügung gestellt, deren Wirkung sich aber bloß auf die oberen Bodenhorizonte (bis 20 cm Tiefe) und wenige Monate beschränkt *(Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994). Somit

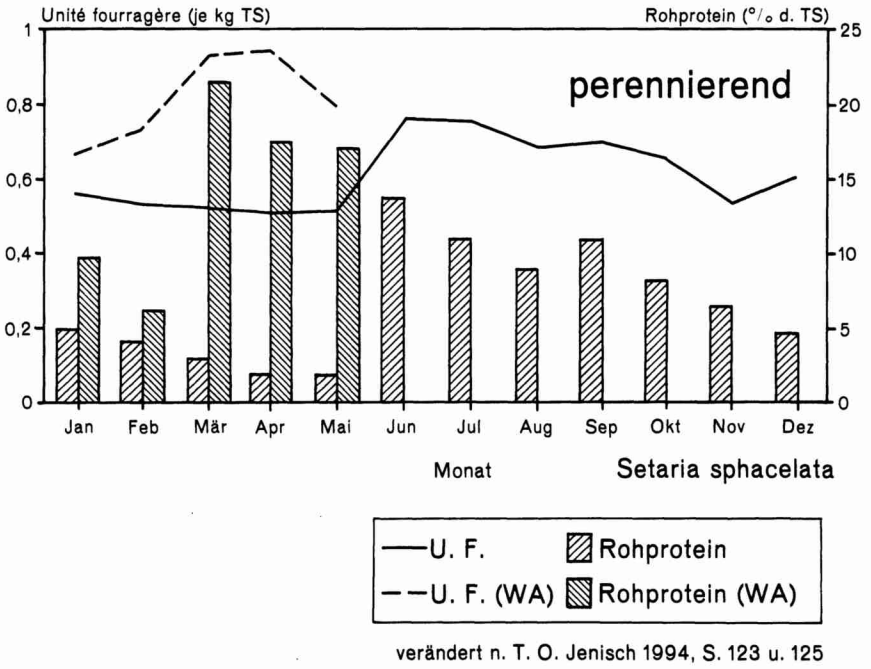
profitieren vor allem Gräser und Kräuter mit dichtem oberflächennahen Wurzelfilz. Bei ausreichendem Bodenwassergehalt ist es perennierenden Gräsern zudem möglich, bereits vor der Regenzeit 'brandinduziert' wenige Tage nach dem Feuer auszutreiben. Wie *Grenz* (1990) nachweisen konnte, liegen im semihumiden Untersuchungsgebiet die Wiederaufwuchsraten nur bei 5-40 kg TM/ha, während in humiden Savannenregionen bis zu 1 t TM/ha gemessen worden ist. Dabei resultieren aus Bränden zu Ende der Trockenzeit die geringsten Zuwächse; ein Faktum, das in entsprechende Konzepte für ein effizientes Brandmanagement miteingebunden werden muß *(Meurer* 1993b).

Auch das Weidemanagement muß an diesen speziellen Produktionsbedingungen ausgerichtet werden. Denn wie entsprechende Futteranalysen belegen *(Jenisch* 1994), verfügt das neugeschobene Blattmaterial über sehr hohe Rohprotein- und Futterwerte. Ferner besteht gerade während dieses Zeitraumes ein erhebliches Futterdefizit (trockenzeitlicher Futterengpaß). Dadurch verstärkt sich die Gefahr, daß die noch nicht völlig ausgebildete Blattfläche zu früh be- bzw. überweidet wird, wodurch die Photosynthesefläche und damit der Futterertrag letztendlich extrem reduziert würde *(Meurer* 1993a). Ferner sollte, um die Regenerationsfähigkeit der Pflanzendecke sicherstellen zu können, nur ein Teil der Biomasse (ein Drittel der potentiellen Produktivität) beweidet werden *(Sturm* 1993, 1994), wobei konkurrierende Nutzungen der Pflanzendecke entsprechend zu berücksichtigen sind.

Aufbauend auf den Primärproduktionsdaten, interessiert aus weidewirtschaftlicher Sicht vor allem der Futterwert dieser Pflanzenmasse. Denn die Entwicklung von Biomasse und Futterwert verläuft nicht parallel, wie *Jenisch* (1994) anhand ausgewählter Futterwertparameter von ca. 1.500 Proben nachweisen konnte: Zuerst steigen die Rohproteinwerte gegen Ende der Trockenzeit an und kulminieren im Juni. Deutlich verzögert nimmt dann die Primärproduktion von Februar an allmählich zu. Gegen Ende der Regenzeit erreicht sie im Oktober ihr Maximum und damit zu einem Zeitpunkt, zu dem die Biomasse als Futter bereits völlig wertlos ist. Um die Futterressourcen effizient nutzen zu können, gilt es also, das zeitliche Optimum mit möglichst großer Biomasse und zugleich hohen Futterwerten zu nutzen *(Meurer* 1993a). Vielfach wird bislang aber nicht auf der Basis von saisonalen Analysen, sondern statt dessen auf der von wenig- bzw. nichtssagenden Jahresmitteln entschieden. Bereits mittels simpler begleitender Weidebeobachtungen lassen sich aber jahreszeitlich deutlich unterschiedliche Präferenzen der Nutztiere bei der Futterwahl feststellen *(Schmüdderich* 1989). Sie lassen sich sehr anschaulich am relativen Nutzungsgrad der Futterressourcen im Jahresgang herausarbeiten *(Jenisch* 1994): Während in der Regenzeit Gräser maximal beweidet werden, nutzen Rinder anschließend bevorzugt Ernterückstände, bis sie dann ab Januar verstärkt auf Futterbäume zurückgreifen.

Am saisonal differenzierten Futterwert der perennierenden Grasart *Setaria sphacelata* können die Ursachen für diese sehr unterschiedliche Präferenz verdeutlicht werden *(Fig. 3)*. Danach sind die entscheidenden Größen zum einen der Gehalt an Energie und zum anderen an verdaulichem Rohprotein. Der Kurvenverlauf der beiden futterwertbestimmenden Parameter zeigt große jahreszeitliche Schwankungen: Der Futterwert (Unité fourragère <UF>) dieser mehrjährigen Art erreicht nach einer trockenzeitlichen Depression (Minimum im April/Mai) das Maximum (Juni) während der Regenzeit. Zugleich zeigt sich der hohe Rohprotein- und Futterwert des Wiederaufwuchses gerade während des trokkenzeitlichen Futterengpasses (Januar bis April). Anders verhält sich die annuelle Grasart *Loudetiopsis kerstingii*, die nur während der Regenzeit Bedeutung als Futterquelle be-





verändert n. T. O. Jenisch 1994, S. 123 u. 125

Fig. 3. Die Futterqualität einer annuellen *(Loudetiopsis kerstingii)* und einer perennierenden Grasart *(Setaria sphacelata)* im Jahresgang / *The seasonal fodder quality of an annual (Loudetiopsis kerstingii) and a perennial grass species (Setaria sphacelata)*

sitzt *(Fig. 3)*. Von diesen Diagnosen ausgehend, muß eine Überweidung der natürlichen Futterressourcen, oftmals verbunden mit einer Landschaftsdegradation, wesentlich kritischer bewertet werden, da sie in der Regel perennierende Grasarten zugunsten annueller reduziert.

Als weitere wesentliche Futterkomponente bewährt sich das Schneitellaub von Futterbäumen, wobei sich im Untersuchungsgebiet *Khaya senegalensis, Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus* und *Lonchorus laxiflorus* als die vier wichtigsten Arten erwiesen haben *(Meurer, Jenisch, Reiff, Sturm, Swoboda* und *Will* 1991). Dabei verfügen *Khaya senegalensis* über ein Futterpotential von 1,9 Tropischen Großvieh-Einheiten (TGVE)/Baum, *Afzelia africana* über 0,8 und *Pterocarpus erinaceus* über 0,6 TGVE/Baum. Diese Baumarten sind besonders wertvoll, da sie den angespannten trockenzeitlichen Futterengpaß zu überwinden helfen. Ihre traditionell nachhaltige Bewirtschaftung ist aber wegen des hohen Überbesatzes gravierend gefährdet, wie auch die weitgehend fehlende Selbstverjüngung dieser Arten belegt.

Floristisch-vegetationskundliche Analysen sowie Studien zu Primärproduktion und Futterwert ermöglichen erst eine genaue weideökologische Charakterisierung der Nutzungstypen im Distrikt Péhunco, wie am Beispiel der Grassavanne verdeutlicht werden soll: Danach verfügt dieser Formationstyp, der an Standorten mit Lateritkrusten und flachgründigen Böden dominiert, bei einer Dekkung der Baum- und Strauchschicht von 0 - 5%, primär über annuelle Grasarten, weniger über die weidewirtschaftlich wichtigeren perennierenden Arten. Somit ist auch die Wiederaufwuchskapazität unbedeutend. Das nutzbare Futterpotential der Grassavanne erreicht folglich nur 0,7 bis 1 t TM/ha und Jahr bei einem potentiellen Nutzungszeitraum von ca. 100 Tagen nach Beginn der Regenzeit, in welchem an 37 bis 53 Tagen eine tatsächliche Beweidung erfolgen kann. Daraus resultiert eine regenzeitliche Tragfähigkeit von 0,4 - 0,5 TGVE/ha, während in der Trockenzeit eine weidewirtschaftliche Nutzung nicht möglich ist. Pastorale Bedeutung besitzt dieser Vegetationstyp folglich nur in der ersten Hälfte der Regenzeit. Entsprechende Angaben liegen ebenso von den übrigen Vegetationstypen vor.

Mit Hilfe multitemporaler LANDSAT-TM-Daten ist das Areal der terrestrisch identifizierten Weidetypen ermittelt worden. Aus diesen Flächenangaben resultiert, kombiniert mit den typenbezogenen Tragfähigkeitswerten, eine saisonal differenzierte Futterbilanz für den Distrikt Péhunco *(Meurer, Reiff* und *Sturm* 1992, *Meurer, Reiff, Sturm, Sturm* und *Will* 1994a, *Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994b). Methodische Schwierigkeiten bei der Berechnung sind von *Sturm* (1994) und *Baas* (1993) ausführlich erörtert worden. Unter Beachtung dieser Probleme verfügt das Untersuchungsgebiet für die Gras- und Krautschicht der Weidetypen über eine regenzeitliche Tragfähigkeit von ca. 38.000 TGVE bzw. eine trockenzeitliche von 12.670 TGVE. Dieses Weidepotential muß vervollständigt werden durch die Ernterückstände und die Futterbäume. Danach ergibt sich für die Regenzeit von Mai bis Oktober eine Tragfähigkeit der Naturweide von ca. 38.000 TGVE. Sie verringert sich trockenzeitlich auf etwa 32.600 TGVE. Differenziert man jedoch diesen gesamten Zeitraum in zwei Phasen, dann zeigen sich wesentlich größere Diskrepanzen: Während nämlich für die gesamte Trockenzeit die Futterbilanz der Naturweide mit 12.670 TGVE konstant bleibt, ergibt sich für den Zeitraum von Oktober bis Januar durch die zusätzliche Ernterückstandsbeweidung eine vergleichsweise günstige Futterbasis von mehr als 31.000 TGVE. In der zweiten trokkenzeitlichen Phase von Januar bis April verschärft sich dagegen der Futterengpaß, da nur noch das Laub der Futterbäume als Zusatzfutter zur Verfügung steht. Bei einer Tragfähigkeit von etwa 20.900 TGVE und einem Nutztierbestand von mehr als 50.000 Rindern,

13.000 Schafen und 4.000 Ziegen (Stand 1990 für den Distrikt Péhunco) ergeben sich während dieses Zeitraumes die größten Gefahren für eine Übernutzung der natürlichen Ressourcen und damit letztlich auch für eine verstärkte Landschaftsdegradation *(Meurer, Reiff, Sturm, Sturm* und *Will* 1994a,b).

Um die künftige Entwicklung der Weidewirtschaft im Untersuchungsgebiet unter möglichst realistischen Rahmenbedingungen für Planungszwecke abzuschätzen, wurden Simulationen mit den aktuellen Daten vorgenommen. Dabei wurden sowohl das demographische Wachstum, die Wachstumsraten der Nutztierbestände, die zu erwartende Zunahme der ackerbaulichen Nutzflächen - insb. wegen der flächenhaften Expansion von Baumwolle (*cash crop*) - und die daraus resultierende Reduzierung der Weideflächen einbezogen. Alle Prognosen lassen eine sprunghafte Verschärfung der weidewirtschaftlichen Rahmenbedingungen bis hin zum Zusammenbruch der Weideökosysteme erkennen *(Fig. 4)*. Ein rascher Wandel der bislang praktizierten Tierproduktion ist folglich unvermeidbar.

Flankierende Hilfestellungen dürften die im Rahmen der Studie erarbeiteten Umsetzungsempfehlungen geben. Sie beinhalten Entwicklung und Einsatz einfacher Rotationsmodelle auf Basis der natürlichen Futterressourcen, der Ernterückstände und der Futterbäume. Sie sollten in enger Zusammenarbeit mit Viehhaltern, Ackerbauern und der aktiven Beteiligung von Ethnologen realisiert werden. Dieselben Akteure müßten ferner den Schutz und die Neuanpflanzung von Futterbäumen sicherstellen sowie Konzepte zu deren nachhaltiger Nutzung entwickeln. Gleiches gilt für ein standortgemäßes Brandmanagement. Sollte zusätzlicher Futterbau zur Überbrückung des trockenzeitlichen Futterengpasses unvermeidlich sein, dann lassen sich die neu gewonnenen Kenntnisse über geeignete indigene Pflanzenarten gezielt nutzen. Zudem müßte das künftig unverzichtbare Monitoring der Weidepotentiale auf der Grundlage der ermittelten Werte der saisonal differenzierten Futterbilanz und Tragfähigkeit erfolgen. Dazu sind zum einen groß- bis mittelmaßstäbige terrestrische Kontrollen des Weidezustandes mit Hilfe von Kontrollflächen und Transekten erforderlich, wobei insb. auf den hohen ökologischen Wert spezieller Zeigerpflanzen (Degradations- und Regenerationszeiger) vermehrt zurückgegriffen werden sollte. Zum anderen müssen großräumig mit Hilfe von Satellitendaten (LANDSAT-TM) die Pflanzendecke sowie die Landtransformationsprozesse raumzeitlich erfaßt werden, um bei Bedarf möglichst umgehend Gegenmaßnahmen einleiten zu können *(Meurer* 1988, *Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994a, *Meurer, Reiff, Sturm* und *Will* 1994b).

4. Vegetationsgeographische Analysen im Rahmen stadtökologischer Erhebungen

Nach diesen Beispielen einer auf floristisch-vegetationskundlichen Studien basierenden Umweltforschung zur Ermittlung von Weidepotentialen in Ländern der Dritten Welt sollen abschließend stark verkürzt Untersuchungsansätze und Einsatzmöglichkeiten aus dem urbanen Raum vorgestellt werden. Gerade in städtischen Ökosystemen hat die Umweltforschung bekanntlich in den letzten Jahrzehnten eine zunehmende Bedeutung erfahren. Dazu haben zweifellos die umfassenden Studien von *Sukopp* und seiner Arbeitsgruppe in Berlin erheblich beigetragen *(Sukopp* und *Wittig* 1993).

Die sich in den meisten Umwelt-Parametern erheblich von ihrem Umland unterscheidenden Städte weisen insb. im biotischen Kompartiment große Differenzen auf. Zugleich erlauben die biotischen Elemente zum Teil sehr aussagekräftige Rückschlüsse auf räumlich modifizierte urbane Umweltbelastungen und -qualitäten *(Fig. 5)*.

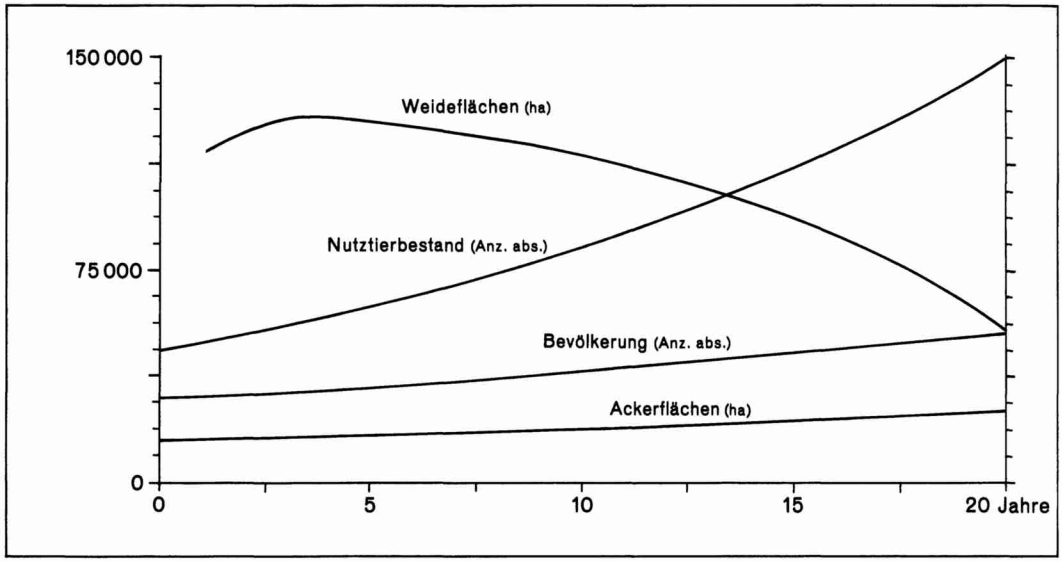


Fig. 4. Simulation der Entwicklung von Acker- und Weideflächen im Untersuchungsgebiet unter den aktuellen demographischen Bedingungen und dem heutigen Wachstum der Nutztierbestände / *Simulation of the development of agricultural and pastural areas of the region under study under the actual demographic conditions and the enormous growth of productive livestock*

Am Anfang derartiger umweltbezogener stadtökologischer Studien steht vielfach die flächendeckende Erfassung von Flora und Vegetation. Mit Hilfe von Fernerkundungsdaten (besonders geeignet sind Color-Infra-Rot-Luftbilder) können in Kombination mit terrestrischen Erhebungen die in der Regel erheblichen urbanen Gründefizite aufgezeigt und kartiert werden. Diese Flächenstatistiken und Raummuster der innerstädtischen Pflanzendecke geben zugleich wichtige Hinweise für künftige Biotopverbundplanungen *(Wittig* 1991, *Jedicke* 1994). Bei einer entsprechenden Bestandserfassung zeigt sich beispielsweise für das vergleichsweise 'durchgrünte' Karlsruhe, daß bei einem Stadtgebiet von 17.344 ha fast 40% versiegelt sind *(Mayer* 1994). Durch schrittweise zeitliche Vergleiche von Karten und Luftbildern zwischen 1780 und 1978 konnte für diese badische Stadt die große Dynamik der Versiegelung in den letzten Jahrzehnten belegt werden *(Fig. 6)*. Dabei sind stadtteil-, straßen- oder baublockbezogen erhebliche Unterschiede erkennbar, wie sie auch von *Biele* (1991) für Luzern aufgezeigt werden konnten. Sie bedingen vor allem im Innenhofbereich häufig eine flächenhafte Versiegelung mit deren bekannten und vielfach beschriebenen negativen ökologischen Auswirkungen *(Meurer* und *Müller* 1990, 1992). Sowohl für Luzern als auch für Karlsruhe konnten gerade für den Innenhofbereich beachtliche Gründefizite nachgewiesen werden. In beiden Städten wird inzwischen mit großen finanziellen Anstrengungen versucht, eine aus verschiedenen Gründen als wichtig erachtete stärkere städtische Durchgrünung zu realisieren.

Eindeutig läßt sich in urbanen Ökosystemen der hohe Anteil von licht-, wärme- und trockenheitsliebenden Pflanzenarten in der städtischen Flora nachweisen, der aus den spezifischen innerstädtischen Klimabedingungen und der speziellen Bebauungsstruktur resultiert *(Wit-*

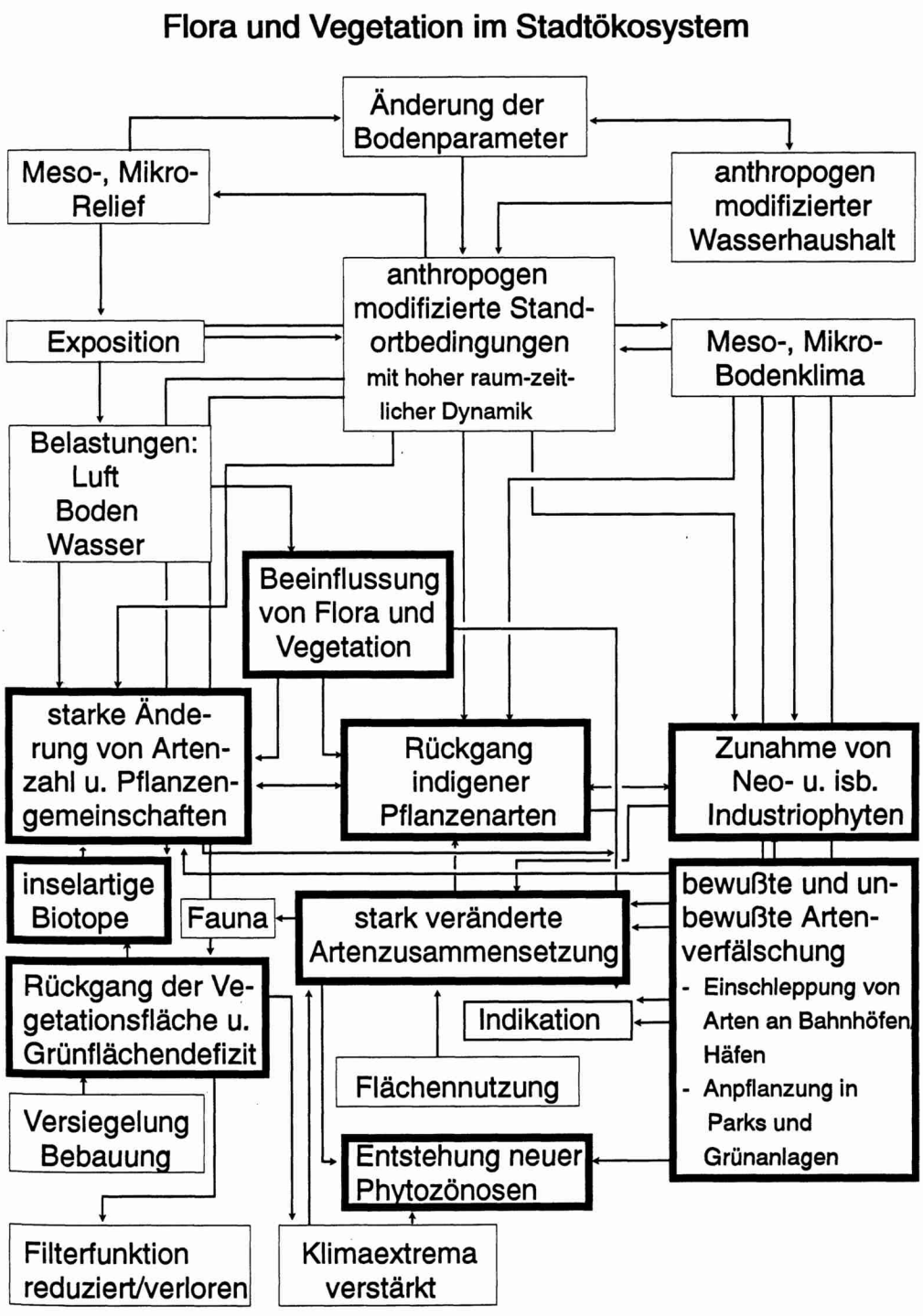
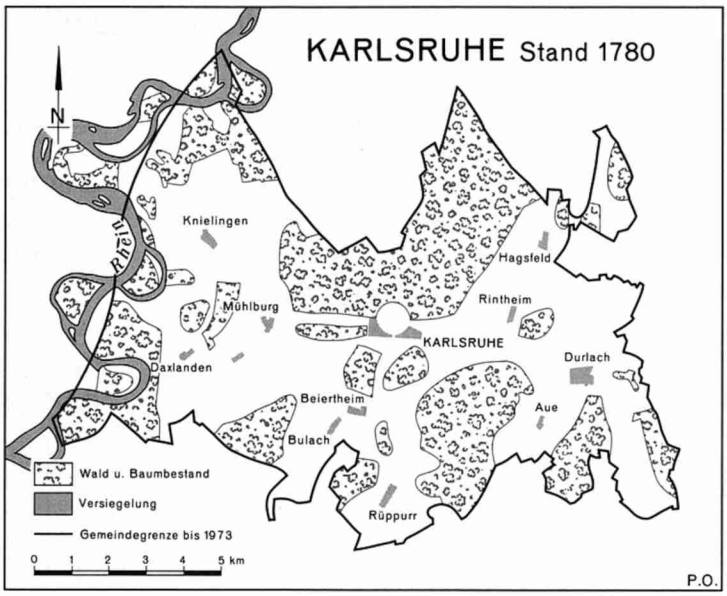


Fig. 5. Flora und Vegetation im Stadtökosystem / *Flora and vegetation in urban ecosystems*



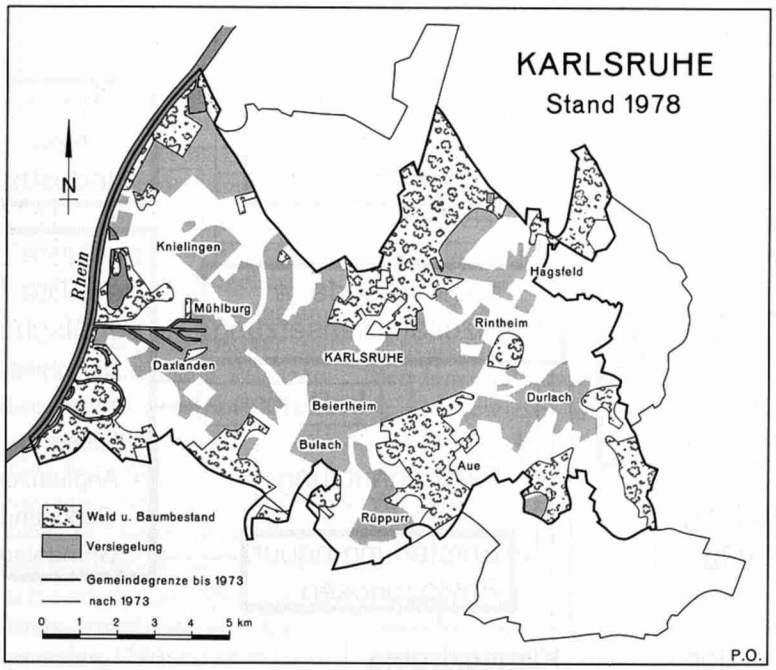


Fig. 6. Die Versiegelung der Stadt Karlsruhe (1780 und 1978) (verändert nach Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg 1992) / *The degree of sealing from Karlsruhe in 1780 and 1978*

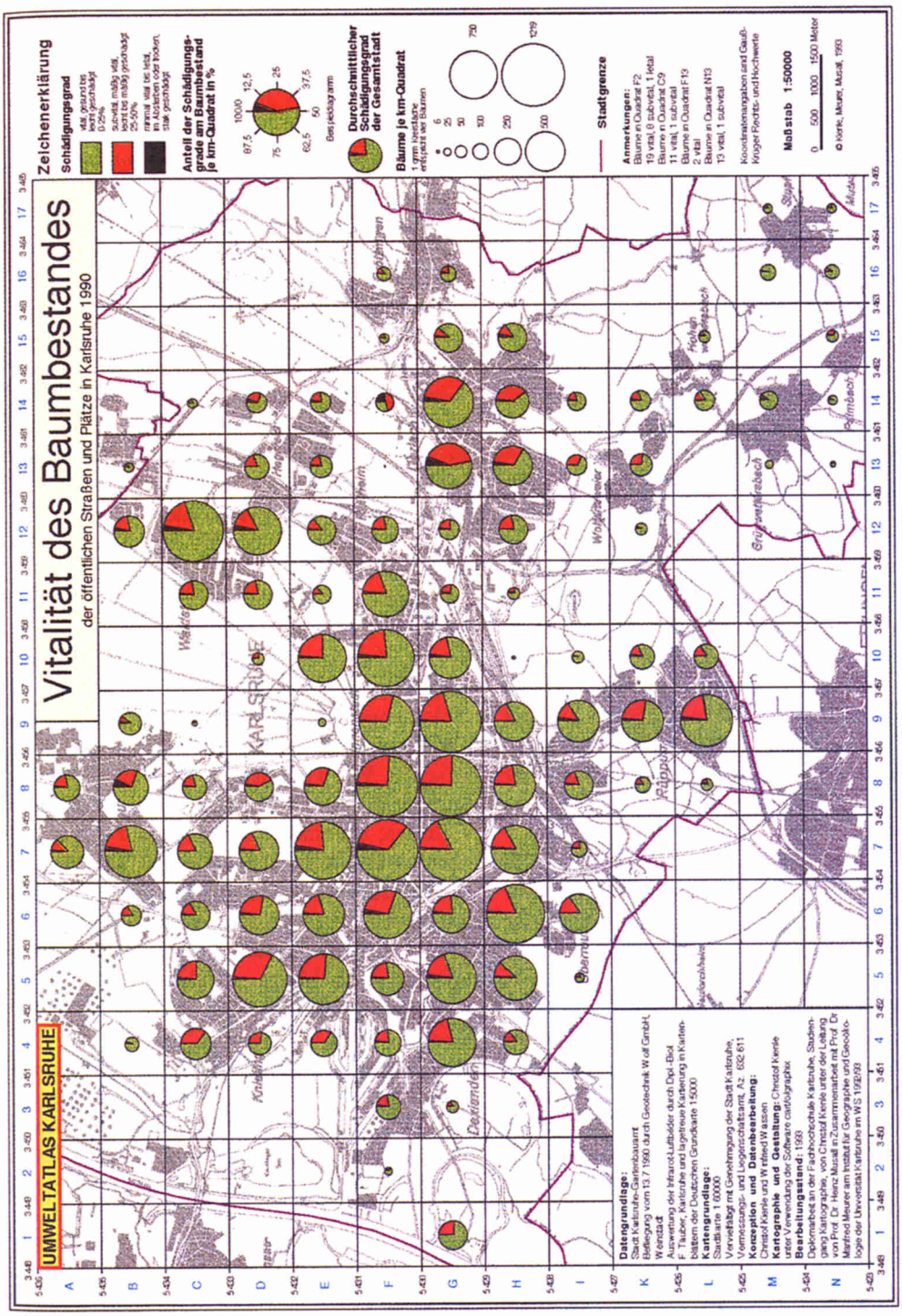


Fig. 8. Vitalität des Baumbestandes der öffentlichen Straßen und Plätze in Karlsruhe (1990) / *Vitality of urban trees in Karlsruhe (1990)*

tig 1991, *Zinow* 1994, *Herfort* 1995). Zugleich spiegelt sich das Stadtklima in der Phänologie der Stadtflora wider *(Hartenstein* 1994).

Neben diesen direkten Zeigerfunktionen der urbanen Flora eignet sich ein verstärkter Einsatz von Bioindikationsverfahren dazu, die innerstädtischen Umweltbedingungen - insb. im lufthygienischen Bereich - flächendeckend erfassen und bewerten zu können *(Arndt, Nobel* und *Schweizer* 1987).

Ein bereits frühzeitig verwendetes und in den letzten Jahrzehnten vielfach modifiziertes Verfahren ist das der Flechtenzonierung. *Heitmann* (1991) konnte beispielsweise für Ingolstadt mit Hilfe des Index of Atmospheric Purity (IAP), der Häufigkeit (Frequenz) und Toxitoleranz (Q-Wert) der Flechten beinhaltet, die lufthygienische räumlich differenzierte Belastung dieser städtischen Agglomeration nachweisen. Danach können - ausgehend von inselartigen 'Reinluft'-Gebieten (Zone V) - große Stadtbereiche den Zonen III - II mit mittlerer bis hoher Luftbelastung zugeordnet werden, während die Zone I mit sehr hoher Luftbelastung nur kleinflächig existiert.

Neben diesem passiven lassen sich aber auch aktive Bioindikationsverfahren zur Umweltforschung einsetzen. So wurde beispielsweise in Luzern sowohl ein Meßnetz mit Reaktionsindikatoren, wie Gladiole, Klee, Bohne, Tabak u.a. *(Müller* und *Meurer* 1989, *Heumüller* 1991) als auch mit Akkumulationsindikatoren (Welsches Weidelgras) aufgebaut *(Schultheis* 1991, *Müller* und *Meurer* 1993). Letzteres wurde über mehrere Jahre zusammen mit einer flächenhaften, rasterbezogenen Erfassung des Schadstoffeintrags über nasse und trockene Deposition betrieben. Kombiniert mit bodenkundlichen, klimatischen und floristisch-vegetationskundlichen Analysen, läßt sich ansatzweise über den Einsatz eines speziellen stadtökologischen Umweltinformationssystems *(Middell, Müller* und *Meurer* 1994) eine räumlich differenzierte innerstädtische Bewertung und Kartierung von Umweltbelastung und -qualität realisieren.

Für planerische und prognostische Zwecke ist ferner von größerem Interesse, welche Tendenzen sich bei der Belastungssituation im urbanen Raum in den letzten Jahrzehnten abzeichnen. Auch zur Beantwortung dieser Frage eignen sich vegetationskundliche Verfahren. So konnte *Raith* (1994) mit Hilfe einer jahrringspezifischen Mikroanalytik die Bleieinlagerung einer innerstädtischen Eiche (Weststadt Karlsruhe) über acht Jahrzehnte verfolgen *(Fig. 7)*. Anhand dieser Auswertung können wichtige Rückschlüsse auf den längerfristigen Schwermetalleintrag am innerstädtischen Baumstandort gezogen werden.

Ähnliche Bedeutung gewinnen in diesem Zusammenhang auch flächendeckende Vitalitätsanalysen von Stadtbäumen. Sie erlauben zwar nicht, monokausale Abhängigkeiten aufzuzeigen, lassen aber durchaus räumliche Belastungsschwerpunkte sowohl für Luzern *(Will* 1989) als auch für Karlsruhe erkennen *(Fig. 8)*. Wie komplex sich jedoch die Belastungen der unterschiedlichen Umweltmedien - Boden, Klima, Lufthygiene u.a. - auf die Stadtbäume auswirken können, hat *Hübner* (1995) anhand von umfangreichen Analysen zum Wachstumsverhalten und zu Revitalisierungstendenzen an unsanierten und sanierten Alleebäumen (Linde und Ahorn) in Karlsruhe aufzeigen können.

Aus all diesen floristisch-vegetationskundlichen Studien ergeben sich im Rahmen interdisziplinärer Projekte wesentliche Rückschlüsse auf Belastungszustand und Prozeßabläufe in urbanen Ökosystemen. Daraus resultieren somit zugleich wichtige Konsequenzen für die kommunale Planung *(Meurer* und *Müller* 1990). Bei einem Abbau der mit Hilfe dieser praxisrelevanten Studien nachgewiesenen raum-zeitlich differenzierten Belastungserscheinungen kann folglich die vielfach unbe-

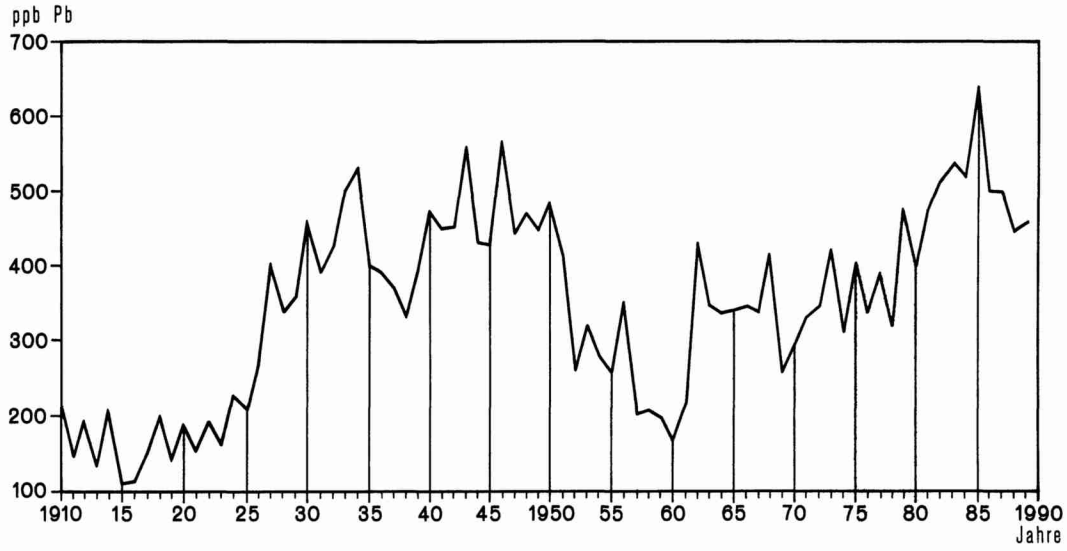


Fig. 7. Bleibelastung in den Jahrringen einer innerstädtischen Eiche in der Karlsruher Weststadt (1910 -1989) / *The lead concentration in the annual rings of an inner urban oak in Karlsruhe*

friedigende Lebensqualität in unseren Städten verbessert werden.

5. Trends in der Vegetationsgeographie

Der sich in den letzten Jahren abzeichnende verstärkte Einsatz floristisch-vegetationskundlicher Studien zur Lösung anwendungsorientierter Fragestellungen wird weiterhin anhalten und sich sogar noch verstärken. Dabei wird die vielfach bereits praktizierte interdisziplinäre Teamarbeit gerade bei ökosytemaren Ansätzen mit übergreifenden komplexen Aufgabenstellungen, wie sie in der Umweltforschung heute schon die Regel ist, unabdingbar werden. Im Rahmen einer derartigen praxisnahen Umsetzung floristisch-vegetationskundlicher Verfahren werden folgende Aspekte und Verfahren zunehmend an Bedeutung gewinnen:

- die Indikatoreigenschaften der Pflanzen (darin eingeschlossen sind die ökologischen Zeigerwerte sowie die passive und aktive Bioindikation)
- Fernerkundungsverfahren wie IRC-, LANDSAT-TM-, SPOT- und möglicherweise auch Radardaten
- semiquantitative und quantitative Methoden zur Charakterisierung und Typisierung der Vegetation
- Geographische Informationssysteme (GIS) zur raster- und/oder vektorbezogenen Datenauswertung
- Computer-Kartographie
- Konzepte zur Biotopvernetzung
- Entwicklung von vegetationskundlichen Monitoringsystemen
- Analysen über die Auswirkungen von Landtransformationsprozessen auf Vegetation und Umwelt
- ethnobotanische Studien zur Identifizierung traditioneller Nutzpflanzen und Nutzungsformen der natürlichen Ressourcen
- Konzipierung ökologisch angepaßter Formen der Land- und Bodennutzung
- Suche nach indigenen Futterpflanzen und

ihr verstärkter Einsatz zur Verbesserung von Weideökosystemen anstelle von weniger geeigneten bisher bevorzugt verwendeter allochthoner Arten
- verstärkter Einsatz indigener Arten für den biolgischen Erosionsschutz.

Das aus diesen Trends resultierende berufliche Anforderungsprofil für Geographen zeichnet sich inzwischen bereits deutlich in entsprechenden Stellenausschreibungen ab. Während aber die Notwendigkeit eines interdisziplinären Forschens und Arbeitens nur in den wenigsten Fällen noch weiter erläutert werden muß, scheint dieser Sachverhalt für ein dringend erforderliches innerdisziplinäres Vorgehen in der Geographie bedauerlicherweise vielfach noch Neuland zu sein.

Danksagung

Die Untersuchungen in Nord-Benin wurden in enger Zusammenarbeit mit dem TZ-Projekt 'Promotion de l'élevage dans l' Atakora' realisiert. Den Mitarbeitern des Projektes sowie allen Beteiligten von GTZ, BMZ und EFP sei für die zahlreichen Unterstützungen gedankt. Die floristisch-vegetationskundlichen Analysen im Rahmen der stadtökologischen Studien fanden und finden in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der kommunalen Ämter von Luzern, Ingolstadt, Gaggenau und Karlsruhe statt. Die kartographischen Umsetzungen im Rahmen eines geplanten Umweltatlanten erfolgten in enger Kooperation mit Herrn Prof. *Dr. Musall*, Fachhochschule Karlsruhe. Stellvertretend für die beteiligten Ämter soll an dieser Stelle vor allem der Leiter des Umweltamtes der Stadt Luzern, Herr *DDr. H.-N. Müller*, hervorgehoben werden, mit dem seit acht Jahren eine enge, kreative Zusammenarbeit im Bereich der Stadtökologie erfolgt.

6. Literatur

Arndt, U., W. Nobel und *B. Schweizer* 1987: Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. - Stuttgart

Baas, S. 1993: Weidepotential und Tragfähigkeit in Zentralsomalia. - Abhandl. - Anthropogeographie, Inst. f. Geogr. Wissenschaften **51**

Biele, K. 1991: Klimatische Bedeutung von Grünflächen im Stadtgebiet von Luzern (Schweiz) - Erfassung des bestehenden Freiflächenpotentials in Innenhöfen, auf Flachdächern und an Fassaden zur Behebung des Grünflächendefizits. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Grenz, M. 1990: Untersuchungen zur Bedeutung von Savannenbränden in der Region Péhunco/ Provinz Atakora (RP Benin). Ein weidewirtschaftlicher Beitrag zur Feuerökologie der Sudan-Guinea-Zone. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Hartenstein, M. 1994: Phänologische Analysen im Stadtgebiet von Karlsruhe. - Karlsruher Berichte zur Geographie und Geoökologie **5**

Heitmann, B. 1991: Die lufthygienische Situation des Ballungsraumes Ingolstadt - dargestellt anhand einer Kartierung des epiphytischen Flechtenbewuchses. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Herfort, S. 1995: Erfassung und Bewertung der spontanen Vegetation ausgewählter Nutzungstypen in der Stadt Luzern. - Diplomarbeit Karlsruhe (unveröff.)

Heumüller, S. 1991: Einsatz von Reaktionsindikatoren zur Erfassung der lufthygienischen Situation in der Stadt Luzern. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Hübner, F. 1995: Wachstumsverhalten und Revitalisierungstendenzen innerstädtischer Linden und Ahorne in Karlsruhe nach Wurzelraumsanierungsmaßnahmen. - Dissertation Karlsruhe

Humboldt, A.v. 1849[3]: Ansichten der Natur. - Zweiter Band. - Stuttgart und Tübingen

Jedicke, E. 1994[2]: Biotopverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. - Stuttgart

Jenisch, T.-O. 1994: Pastorale Nutzungsmechanismen und Nah-Infrarot-Spektroskopisch (NIRS) ermittelte Qualität der Futterressourcen in dem Département Atacora/Benin (Westafrika) unter dem Aspekt des Landschafts- und Ressourcenschutzes. - Dissertation Giessen

Krings, T. 1991: Agrarwissen bäuerlicher Gruppen in Mali/Westafrika. - Berlin

Mayer, G. 1994: Untersuchungen zur Versiegelungsproblematik der Stadt Karlsruhe an ausge-

wählten Fallbeispielen. - Diplomarbeit Karlsruhe (unveröff.)

Meurer, M. 1988: Maßstabsbezogene weideökologische Untersuchungen an Fallbeispielen aus Nordtunesien und Nordbenin. - Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Reihe I, **16**: 171-196

Meurer, M. 1993a: Geo- und weideökologische Untersuchungen im Mogod-Bergland Nordwest-Tunesiens. - Erdwissenschaftliche Forschung **29**

Meurer, M. 1993b: Savannenbrände, Ursachen, ökologische und ökonomische Auswirkungen sowie angepaßte Strategien. - In: *Cordes, G.* (Hrsg.): Geographie - Umwelt - Erziehung. - Festschrift für *H. Kersberg*: 37-67. - Dortmund

Meurer, M. 1993c: Weidepotentialanalysen in den Savannen Nordwest-Benins. - entwicklung + ländlicher raum. **1**/93: 20-24

Meurer, M., M. Killmer, K. Reiff, C. Schmüdderich, G. Friebe, H.-J. Sturm, T.O. Jenisch und M. Grenz 1989: Abschlußbericht der Pilotstudie Tierproduktion Atacora - Pilotstudie Landnutzungsstudie. - Eichstätt

Meurer, M., T.O.Jenisch, K. Reiff, H.-J.Sturm, J. Swoboda und H. Will 1991: Abschlußbericht des Projektes Tierproduktion Atakora - Landnutzungsstudie, Phase II (1989-1990). - Karlsruhe

Meurer, M., T. Jenisch, K. Reiff, H.-J. Sturm, J. Swoboda und H. Will 1991: Weidepotential-Analysen in der Atacora-Provinz Benins. Interdisziplinäre Studien im Rahmen einer anwendungsorientierten Entwicklungshilfe. - Karlsruher Berichte zur Geographie und Geoökologie. **1**

Meurer, M., K. Reiff, H.-J. Sturm und H. Will 1992: Abschlußbericht des Projekts Weidepotentialstudie - Phase III (1991-1992). - Karlsruhe

Meurer, M. und H.-N. Müller 1990: Stadtökologische Untersuchungen Luzern - Synthese als Grundlage für Planung und Öffentlichkeitsarbeit. - Luzerner Stadtökologische Studien **3**: 239-266

Meurer, M. und H.-N. Müller 1992: Erfassung der Umweltbelastung in einem Stadtökosystem. Das Beispiel Luzern. - Geographische Rundschau **44** (10): 562-567

Meurer, M., K. Reiff und H.-J. Sturm 1992: Savannentypen im Nordwesten Benins und ihr weidewirtschaftliches Nutzpotential - Floristische und weideökologische Analysen als Basis standortgemäßer Nutzungsstrategien. - Geobotanisches Kolloquium **8**: 3-18

Meurer, M., K. Reiff, E. Sturm, H.-J. Sturm und H. Will 1994: Umweltforschung und ihre Umsetzung in der Entwicklungszusammenarbeit. Ein Beispiel aus dem Norden von Benin. - Geographische Rundschau **46** (6): 328-334

Meurer, M., K. Reiff, H.-J. Sturm und H. Will 1994: Savannenbrände in Tropisch Westafrika. Petermanns Geographische Mitteilungen **138** (1): 35-50

Middell, M., H.-N. Müller und M. Meurer 1994: Ein Umweltinformationssystem für die Stadtökologie. - Informatik für den Umweltschutz. 8. Symposium. Bd. I: 115 - 122. - Marburg

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg 1992: Umweltschutz in Baden-Württemberg. Böden. - Stuttgart

Müller, H.-N. und M. Meurer 1989: Elemente der Umweltbelastung und ihre Auswirkungen auf die innerstädtische Vegetation am Beispiel der Stadt Luzern. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Essen 1988) **XVIII**: 123-130

Müller, H.-N. und M. Meurer 1990: Stadtökologie als Gegenstand von Forschung, Lehre und Praxis. - Luzerner Stadtökologische Studien **3**: 7-11

Müller, H.-N. und M. Meurer 1993: Blei als Indikator verkehrsbedingter Belastungen im Stadtökosystem. - Petermanns Geographische Mitteilungen **137** (1): 19-31

Müller-Böcker, U. 1988: Umweltkenntnis und Umweltbewertung in traditionellen Gesellschaften Nepals. - Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung **16**: 101-124

Raith, R. 1994: Erfassung immissionsbedingter innerstädtischer Belastungen mit Hilfe chemischer Analysen von Jahresringen in Baumscheiben. - (unveröff.) Zulassungsarbeit für das Höhere Lehramt Karlsruhe

Schmüdderich, C. 1989: Weideökologische Untersuchungen während der Trockenzeit im Norden Benins unter besonderer Berücksichtigung der Gramineen. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Scholz, F. (Hrsg.) 1985: Entwicklungsländer. - Wege der Forschung **553**

Schultheis, S. 1991: Einsatz des Akkumulationsindikators Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*) zur Erfassung der lufthygienischen Situation der Stadt Luzern. - Diplomarbeit Giessen (unveröff.)

Sturm, H.-J. 1993: Produktions- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden Savannenzone Nordbenins - ein Beitrag zur Konzeption ökologisch nachhaltiger Nutzungssysteme. - Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie **2**

Sturm, H.-J. 1994: Produktions- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden Savannenzone Westafrikas. - Geomethodica **19**: 121-147

Sukopp, H. und R. Wittig (Hrsg.) 1993[2]: Stadtökologie. - Stuttgart, Jena, New York

Swoboda, J. 1991: Geoökologische Grundlagen der Bodennutzung und deren Auswirkung auf die Bodenerosion im Grundgebirgsbereich Nord-Benins - ein Beitrag zur Landnutzungsplanung. - Dissertation Frankfurt a.M.

Swoboda, J. und H.-J. Sturm 1995: Traditionelle Bodennutzungssysteme und Bodenbewertung in Nord-Benin. - DIE ERDE **126** (2): 53-71

Tivy, J. 1993[3]: Biogeography. A Study of Plants in the Ecosphere. - Essex, New York

Walter, H. und S.-W. Breckle 1991[2]: Ökologie der Erde. Bd. 1. Grundlagen. - Stuttgart

Will, H. 1989: Die Vitalität der Strassenbäume in der Stadt Luzern - Auswertung von Color-Infrarot-Luftbildern. - Luzerner Stadtökologische Studien **2**

Wittig, R. 1991: Ökologie der Großstadtflora. - Stuttgart

Zinow, L. 1994: Floristisch-vegetationskundliche Untersuchungen zweier Karlsruher Industrie- und Gewerbegebiete im Hinblick auf ihren Wert für den Arten- und Biotopschutz unter Berücksichtigung von Nutzung, Pflege und Versiegelung. - Karlsruher Berichte zur Geographie und Geoökologie **4**

Zusammenfassung: Geoökologisch-vegetationsgeographische Umwelt-Forschung: Die Pflanzendecke als ökologische Raumfunktionsgröße

In den letzten Jahren ist die Bedeutung von floristisch-vegetationskundlichen Studien zweifellos deutlich angestiegen. Ausgehend von den traditionellen Aufgabenstellungen haben sich neue Herausforderungen im Umweltbereich ergeben. An zwei ausgewählten Forschungsbereichen - der Weideökologie und der Stadtökologie - sollen die neuen Möglichkeiten dargestellt werden. Savannen stellen fraglos die wichtigsten Weideareale in den Tropen. Um so schwerwiegender erscheint es, daß diese labilen Ökosysteme besonders in den wechselfeuchten Tropen erheblich durch Übernutzungen gefährdet sind. Deren Auswirkungen schlagen sich in einer dramatischen Verringerung der weidewirtschaftlich nutzbaren Gebiete nieder. Daher sind möglichst rasche Gegenmaßnahmen erforderlich, die mit einer Aufnahme der aktuellen Vegetation und ihres Erhaltungszustandes sowie einer Erfassung der Produktivität der verschiedenen Vegetationstypen eingeleitet werden sollte. In einem integrierten interdisziplinären Projekt wurden zahlreiche Verfahren entwickelt und erprobt, um das Weidepotential und die Tragfähigkeit in den Savannen Nord-West-Benins erfassen zu können. Eines der Hauptanliegen war dabei, ein effizientes methodisches Instrumentarium für eine schnelle Ansprache der Übernutzung und angepaßter Regenerationsverfahren zu entwickeln. Neben zahlreichen neuen Resultaten über Flora und Vegetation sowie die Artenzusammensetzung der verschiedenen Vegetationstypen, ihre Produktivität und ihre jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Futterwertes sind ökologisch angepaßte Strategien zur Wiederherstellung übernutzter Savannenflächen konzipiert worden. Diese neuen Konzepte dürften einen wichtigen Beitrag für eine Verringerung der Landnutzungskonflikte zwischen Ackerbauern und Tierhaltern liefern. - Seit 1986 werden umfangreiche Analysen zur Erfassung städtischer Ökosysteme durchgeführt. Mittels punkthafter und flächendeckender Untersuchungen sind dabei vor allem die Kompartimente Boden, Luft und Vegetation analysiert worden. Das Interesse aus ökologischer Sicht ist vor allem darauf gerichtet, die Zeigerwerte der Vegetation gezielt für die Belastungsanalysen ein-

zusetzen. Dadurch können interessante und planerisch bedeutsame Hinweise auf die räumliche Differenzierung des speziellen Stadtklimas und der städtischen Böden erhalten werden. Zudem eignen sich Bioindikationsverfahren (passive und aktive) ausgezeichnet dazu, die besonderen Belastungserscheinungen im städtischen Raum aufzuzeigen. Gerade im lufthygienischen Bereich sind diese floristisch-vegetationskundlichen Methoden bestens geeignet, wie am Beispiel der Akkumulation von Schwermetallen belegt werden kann. Umweltfreundliche Konzepte sind dringend erforderlich, um den Vegetationsanteil in städtischen Ökosystemen mit ihren anerkanntermaßen beachtlichen Wohlfahrtswirkungen zu vergrößern und weitere Schäden an der Pflanzendecke zu vermeiden.

Summary: Geoecology and plant geography in environmental research: the plant cover as a parameter of spatial function

In recent years the importance of vegetation studies has grown. Besides the traditional descriptive possibilities, new challenges exist in the field of environmental studies. Here two case studies demonstrate these new possibilities. The first example shows the meaning of floristical and vegetational research in the wide field of pastoral ecology, the second in the rising scientific field of urban ecology. Savannas are undoubtedly the most important source of pasture land in the tropics. At the same time these fragile ecosystems, particularly in the wet-dry tropics, are seriously endangered by exploitation unsuited to the environment. The results of excessive exploitation of land and soil in disharmony with natural resources and the balance of nature are disastrous. They can be seen in obvious restrictions and a dramatic diminution of the range management usage potential. Therefore it is necessary to start with an inventory of the actual vegetation and its state of degradation to measure the productivity of the different vegetation types. This was done in order to derive their carrying capacity. In an integrated, interdisciplinary ecological study of grazing potential in the savannas of north-west Benin, numerous techniques of vegetation researches have been developed. The main aim was to develop appropriate tools for rapid analysis of use-related damage and a problem-orientated strategy for rehabilitation. Besides numerous results about the floristical composition of the different vegetation types, their productivity and their seasonal variation of feeding value, ecologically suitable strategies for the redevelopment of overutilized savanna stands have been developed. These strategies can contribute to a reduction of the landuse conflicts between croppers and herders. Since 1986 various studies in urban ecosystem have been performed. By means of spot-check and broader surface analyses the special ecological conditions in urban air, soil and vegetation have been researched. This special ecological viewpoint is particularly interested in the wild flora, related to its scientific and ecological value. These studies are also important for their different relations to associated problems of pollution and human health. There exists a great habitat diversity of urban areas with many wildlife species. They are showing special indicator values to urban soils and climate. The results of the long-term analyses are doubtlessly symptomatic for the pollution level of our entire environment and specifically of the inner-city population areas. In the long run, there is an increasing interest - within the parameters of specific environmental monitoring - to demonstrate the changes in pollution-accumulation of heavy metals for instance. Environment-friendly concepts are in demand. In this way additional studies in urban vegetation are urgently needed to widen und save the plant cover in densely built-up urban areas.

Résumé: La recherche environnementale géo-écologique et végéto-géographique. La couverture végétale en tant que fonction écologique de l'espace

Depuis les dernières décennies, au Bénin, les écosystèmes savanicoles fragiles sont de plus en plus menaces par des interventions qui ne sont pas adaptées au milieu. Il en résulte une forte affectation des potentialités pastorales. Avec une croissance démographique incessante d'à peu près 3% et avec, en parallèle, un accroissement rapide du cheptel, nous avons un important manque de surface exploitable. Les effets négatifs en sont un appauvrissement du sol, une augmentation de l'érosion et une dégradation de la végétation. En conséquence, il existe un surcrôit de conflit considérable entre les ethnies principales. Après avoir effectué des études géomorphologiques et pédolo-

giques les différents types de savanes ont été identifiés et cartographiés. La détermination du potential pastoral et la capacité de charge se basent sur l'analyse floristique, de la production primaire et de la valeur nutritive des ressources fourragères tout en respectant la saison. En considérant les systèmes d'exploitation traditionels anciennement adaptés au milieu, les mesures d'amélioration ont été proposées aux différentes échelles et étapes.

Manuskripteingang: 15.05.1995
Annahme zum Druck: 18.07.1995

Prof. *Dr. Manfred Meurer*, Institut für Geographie und Geoökologie, Universität (TH) Karlsruhe,