



Beiträge zum

Doktorandenkolloquium

am 31. März 2003



Programm:

Einleitung und Moderation durch Herrn Prof. Klaus Bohne

Vorträge:

André Körtel: Seite 2 - 4
Anpassung der biologischen Abfallstabilisierung nach dem Kaminzugverfahren an die biotischen und abiotischen Bedingungen in ariden Gebieten am Beispiel des Abfalls der Stadt Teheran

Matthias Franke und Peter Degener:
Mehrfachnutzung von Prozesswässern in der aerob-biologischen Abfallbehandlung

Zita Toth:
Kennzahlen der Entsorgungslogistik

Andreas Werner:
Datenbankbasierende Projektplanung im Baubetrieb

Jenny Haide: Seite 5 - 7
Gewinnung von Stammdaten mit Methoden des Arbeitsstudiums

Birgit Wüstenberg: Seite 8 - 10
Sozioökonomische Untersuchung zu den Auswirkungen des Wassersporttourismus auf die Wirtschaft und die Umwelt der Region - am Beispiel des Greifswalder Boddens

Stefanie Engler: Seite 11 - 13
Integrierte Regionale Entwicklungskonzepte - Evaluierung eines informellen Planungsinstrumentes

Carsten Liesenberg:
Die Kolonisation des Oderbruchs - Planung, Ablauf und Ergebnisse eines absolutistischen Besiedlungskonzeptes aus baulicher Sicht

Peter Korduan: Seite 14 - 20
Metainformationssystem im Precision Agriculture

Enrico Frahm Seite 21 - 24
Estimation of evapotranspiration rates for willow- and reedstands

Anpassung der biologischen Abfallstabilisierung nach dem Kaminzugverfahren an die biotischen und abiotischen Bedingungen in ariden Gebieten am Beispiel des Abfalls der Stadt Teheran

Dipl.-Ing. ANDRÉ KÖRTEL, Fachgebiet Abfallwirtschaft, Institut für Landschaftsbau und Abfallwirtschaft
(Betreuer der Dissertation: Prof. Dr.-Ing. P. Spillmann)

KURZFASSUNG: In kapitalschwachen Ländern, mit ca. 80 % der Erdbewohner, belasten die Abfälle überdurchschnittlich Grundwasser und Atmosphäre. Die Abfallbehörde der Stadt Teheran hatte deshalb vor vier Jahren die Mitarbeiter des Fachgebietes Abfallwirtschaft eingeladen, um das von ihnen entwickelte Verfahren der biologischen Abfallbehandlung mit minimalem technischen Aufwand an die extremen Anforderungen der Stadt Teheran anzupassen. Immanente Ziele waren die Einhaltung hygienischer Rahmenbedingungen, ein sickerwasserfreier Betrieb, die Einhaltung der EU – Stabilitätskriterien zur Ablagerung sowie die Herstellung eines verwertbaren Kompostproduktes. Die großtechnischen Versuche erfüllten die gestellten Anforderungen, so dass jetzt die Kapazität der Behandlung schrittweise von 200 Mg/d auf 2000 Mg/d erhöht werden soll.

AUSGANGSSITUATION

Die Stadt Teheran mit ca. 12 Mio. Einwohnern ist in Unterbezirke aufgeteilt, die jeweils einer deutschen Großstadt entsprechen. Im Rahmen der Selbstverwaltung werden die Abfälle gesammelt, ggf. selektiert, auf große Transporter umgeladen und zur Deponie abgefahren. Abfall aus besonders geeigneten Wohngebieten wird zur Kompostierung angeliefert. Diese Organisationsform ermöglicht bereits jetzt, sowohl problematische als auch verwertbare Aufkommen separat zu erfassen, zu behandeln bzw. zu verwerten.

ZUSAMMENSETZUNG DER ABFÄLLE

Charakteristisch ist der hohe Anteil wasserreicher, leicht abbaubarer organischer Substanz, die unter den dortigen Klimabedingungen schnell in unkontrollierte Faulung übergeht und dann in großem Umfang organisch hochbelastetes Zellwasser freisetzt. Beim anaeroben Abbau werden Primärzersetzer, vor allem Fliegen, in extrem großer Zahl angezogen, die sich rasch vermehren und pathogene Keime übertragen können (Haschemi 2002). Die Qualität der natürlichen organischen Substanz ist nach Stadtbezirken getrennt einstuftbar. Der Abfall ist z.Z. zum größten Teil noch wenig belastet und zur Verwertung als dringend benötigter Kompost geeignet. Nach Erfahrungen mit Ausländerwohngebieten in Deutschland kann dieser Zustand auch in Teheran mit zunehmender Industrialisierung erhalten bleiben, wenn die notwendigen wirtschaftlichen Anreize in Verbindung mit Kontrollen zur getrennten Erfassung eingeführt werden. Die Abfuhr des organischen Abfall muss täglich erfolgen, da die Tageshöchsttemperaturen in der Stadt Teheran im Sommer über 40 °C betragen.

SITUATION DER ABFALLBESEITIGUNG

Ca. 7.500 Mg (> 95 %) des Abfalls werden auf einer Deponie im ariden Randbereich der Stadt abgelagert. Der Untergrund ist tiefgründig bindig und das Grundwasser steht erst in mehr als 100 m Tiefe an.

Aride Klimabedingungen verursachen in bindigem Untergrund Schrumpfrisse, die sich im Falle der Widerbefeuchtung nicht mehr vollständig schließen. In

Verbindung mit dem großen Flurabstand des Grundwassers wird dessen Belastung zwar verzögert aber langfristig nicht vermieden.



Abb. 1: Ein kleiner Sickerwassersee auf der Deponie Teheran



Abb. 2: Hoher Organikanteil des vorbehandelten Abfalls

Der Abfall wird nach dem amerikanischen „TRENCH-DUMPING-Verfahren“ (Schürfe von ca. 500 m x 50 m Grundfläche und ca. 25 m Tiefe werden mit Abfall verfüllt und mit Erde verdichtet abgedeckt) anaerob abgelagert und verursacht große Sickerwasserseen (s. Abb. 1), die

trotz der hemmenden Naturdichtung langfristig das Grundwasser gefährden und erhebliche Luftbelastungen verursachen. Vektoren (Organismen, die pathogene Keime aus der Deponie transportieren können) geben dieser Art der Ablagerung, hier vor allem Fliegen, sehr günstige Vermehrungsbedingungen. Ca. 350 Mg (~ 5 %) des Abfalls aus bestimmten Stadtteilen (z. B. Villenvierteln) werden technisch aufwendig, hoch subventioniert, aber trotzdem mit nur mäßiger Qualität kompostiert (s. Abb. 2).



Abb. 3: Aufbau der Rottemieten nach dem Kaminzugverfahren

LÖSUNG DER AUFGABE

In kapital schwachen Ländern können technisch aufwendige Lösungen kaum realisiert werden. Das einzige Verfahren, das mit minimaler Technik nachweislich großtechnisch seit mehr als 20 Jahren alle Eluat-Grenzwerte europäischer Vorschriften einhalten kann, auch die der deutschen TA-Siedlungsabfall **ohne** Öffnung für biologische Verfahren, ist die „**Sohlbelüftete Tafelmiete mit Naturzug**“ bzw. Kaminzugverfahren (vgl. z. B. Spillmann, 1983 und 1993). In vollständiger Ausführung (hinreichende Sauerstoffversorgung auf der ganzen Grundfläche, Homogenisierung und Grob-Zerkleinerung des Frischmülls, Abdeckung der Oberfläche mit kompostähnlichem Feinmaterial) können sowohl die bekannten Krankheitserreger abgetötet als auch deren Überträgern der Lebensraum entzogen werden (Haschemi 2002). Die Filterleistung der kompostähnlichen Deckschicht reicht aus, die meisten in Europa geltenden Grenzwerte einzuhalten (s. Abb. 3). Die Ergänzung mit Aktivkohlematten erbrachte in einem großtechnischen Demonstrationsversuch auf der Deponie Meisenheim (Landkreis Bad Kreuznach), dass selbst die Grenzwerte der deutschen 30. Bundesimmissionsschutzverordnung eingehalten werden können (Maak 2001, 2002).

ERGEBNISSE

Aufgrund der Erfahrungen im Landkreis Schwäbisch Hall und dem Zustand der Deponie von Teheran wurde von Anfang an größter Wert darauf gelegt, dass die Rotte frei von Vektoren blieb. Bei allem sechs aufgebauten Mieten (12.000 Mg Abfall) wurde diese Zielstellung erreicht. Unter diesen Bedingungen ist auch dann die Hygiene hinreichend sichergestellt, wenn die Temperatur in der Miete z. B. durch eine zu hohe Dämmwirkung der Abdeckschicht in Teilbereichen unter 60 °C bleibt und dadurch eine Abtötung der pathogenen Keime nur

eingeschränkt garantiert ist. Die im regulären Betrieb gemessenen Temperaturen belegen, dass die Voraussetzungen für die Abtötung pathogener Keime, auch der Sporenbildner, erfüllt sind. Sie steigen in der oberen Zone, einschließlich Deckschicht, nach mehreren Tagen auf über 70 °C an. Dadurch keimen die Sporen der pathogenen Keime (Lebensbereich 30 bis 40 °C) aus und werden in der vitalen Phase im Temperaturbereich > 70 °C abgetötet. In der wasserübersättigten unteren Zone erhöhen sich die Temperaturen wesentlich langsamer. Sie erreichen aber mit zunehmender Trocknung dieselbe Höhe wie in der oberen Zone (s. Abb. 4). Somit sind für den unteren Bereich gleichfalls die Voraussetzungen erfüllt, pathogene Keime und Vektoren abzutöten.



Abb. 4: Neu konzipierter 3-Schicht-Aufbau der Rottemiete

Aus dem Zusammenhang zwischen Temperaturverlauf und Gaszusammensetzung kann die biochemische Aktivität beurteilt werden. Innerhalb einer Zeitspanne von 7 Wochen erreichten die Abfall-Temperaturen in der oberen Zone 60 bis 70 °C. In der unteren zunächst wasserübersättigten Zone nahm die durch die Temperatur gekennzeichnete Abbauprodukt proportional zur Trocknung wesentlich langsamer zu als in der oberen Zone (stagnierendes Wasser konserviert), erreichte mit zeitlicher Verschiebung von ca. 2 Monaten aber insgesamt das gleiche Temperaturniveau. Aus den Grundlagen-Untersuchungen zum Verfahren (Spillmann, P. und Collins, H. J., 1979) ist bereits bekannt, dass die Verzögerung der aeroben Stabilisierung infolge

Überfeuchtung des Abfalls nach Abfluss des Wasserüberschusses in vollem Umfang nachgeholt wird. Hinsichtlich der Gaszusammensetzung ist anzumerken, dass die Verzögerung zu keiner nennenswerten Emission klimarelevanter Gase geführt hat.

FAZIT UND AUSBLICK

Das Verfahren wurde für humide Klimabedingungen entwickelt, wird aber inzwischen auch in tropischen und subtropischen Klimazonen, z.B. Kuba, Brasilien und Thailand eingesetzt. Im Praxisbetrieb konnte nachgewiesen werden, dass es auch unter den extremen Bedingungen, wie die der Stadt Teheran, mit minimalem technischen Aufwand qualitativ reproduzierbare Ergebnisse bringt, eingeschlossen der Vermeidung von Sickerwasserabflüssen in der Intensivrottephase. Die Stadt hat das Verfahren nach Abschluss der Erprobung gekauft und die Tagesleistung wird schrittweise auf 2000 Mg/d gesteigert. Die erfolgreiche Adaption des deutschen Verfahrens für Teheran bewog die Kommunen der Provinzen im Nordiran, ab Herbst 2002 das Verfahren unter Praxisbedingungen, aber unter wesentlich anderen Bedingungen zu prüfen. Hervorzuheben sind folgende: erstens Abfall mit extrem hohem Wassergehalt, zweitens intensive Regenfälle und drittens ein hoher Grundwasserstand. Nach den Erfahrungen des Verfassers ist zu erwarten, dass auch diese Aufgabe, bei strikter Einhaltung technologischer Aspekte für statische Rotteverfahren, lösbar ist. Das bedingt, dass die vorgeschriebene Technik kontinuierlich zur Verfügung steht, dass das eingesetzte Personal über fundierte theoretische und verfahrenstechnische Kenntnisse verfügt sowie beim Aufsetzen der Miete, hinsichtlich der Schichtungen und des Belüftungssystems, exakt gearbeitet wird. Anpassung und Optimierung erfordern mindestens einen Jahreszyklus je Variante der Abfallzusammensetzung. (In Teheran wurden 3 Jahre benötigt, um unter Praxisbedingungen mit 200 Mg/d das Verfahren für zwei strukturell und inhaltlich unterschiedliche Abfälle an die örtlichen Bedingungen anzupassen.) Durch die Übernahme des Verfahrens in den Praxisbetrieb werden einerseits seine Qualität und zum anderen die finanziellen Vorteile für ein Entwicklungsland dokumentiert, wobei territoriale Modifikationen möglich sind.

AUSGEWÄHLTE LITERATUR

- Breuer, W. (2000): Optimierung des Schwäbisch-Haller Verfahrens zur Belüftung von Müllrottemieten. - Diplomarbeit am Inst. f. Landschaftsbau u. Abfallwirtschaft, Universität Rostock
- Haschemi, H. (2002): Die bakteriologische Kontamination von Insekten auf einer Abfalldeponie und ihre Abhängigkeit vom Entsorgungssystem. - Habilitationsschrift an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock
- Maak, D. (2001): Emissionsverhalten des FABER-AMBRA-VERFAHRENS. - In: K. Wiemer u. M. Kern (Hrsg.) (2001): Bio- u. Restabfallbehandlung V - biologisch-mechanisch-thermisch - Witzenhausen-Inst., ISBN 3-928673-34-3
- Maak, D. (2002): Das modifizierte FABER-AMBRA-VERFAHREN. - In: K. Wiemer u. M. Kern (Hrsg.) (2002): Bio- u. Restabfallbehandlung VI - biologisch-mechanisch-thermisch - Witzenhausen-Inst., ISBN 3-928673-38-6
- Spillmann, P. (1993): Anforderungen an die Vorbehandlung von Deponiegut zum Aufbau langzeitstabiler Deponiekörper. - In: VDI-Berichte 1033: Technik der Restmüllbehandlung, kalte und/oder thermische Verfahren; VDI-Verlag ISSN 0083-5560, 3-18-091033-X

- Spillmann, P. (1983): Rotteponie Schwäbisch-Hall - Grundlage und Arbeitsprinzip des „Kaminzug-Verfahrens“. - Dokument. d. Arbeitsgesprächs „Neue Deponietechnologien“, 4/1983; Bundesmin. f. Forsch. u. Technolog. / Umweltbundesamt Berlin, Projektst. „Feste Abfallstoffe“, Redakt. H. Scheithauer
- Spillmann, P. u. H.-J. Collins (1979): Verminderung der Sickerwasserfrachten und Verlängerung der Nutzungsdauer einer Hausmülldeponie durch Nutzung aerober Abbauvorgänge. - Müll u. Abfall 11 (3), 61 - 77)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. André Körstel
Fachgebiet Abfallwirtschaft
Institut für Landschaftsbau und Abfallwirtschaft
Universität Rostock
Justus von Liebig Weg 6
18059 Rostock
Tel.: 0049 / 381 / 498 21 54
Fax: 0049 / 381 / 498 21 72
Mobil: 0049 / 163 / 611 20 55
andre.koertel@auf.uni-rostock.de
www.auf.uni-rostock.de

Gewinnung von Stammdaten mit Hilfe des Arbeitsstudiums

Extraction of master data with methods of work-sampling studies

Dipl.-Ing. JENNY HAIDE

Institut für Baubetriebswirtschaft und Umweltökonomie

KURZFASSUNG: Die größer werdende Komplexität heutiger Baumaßnahmen geben Stammdaten die Bedeutung einer unersetzlichen Datenbasis sowohl für die Auftragsbearbeitung als auch für die Auftragsausführung. Stammdaten im Baubetrieb sind beispielsweise Zeit- und Aufwandswerte für auszuführende Arbeiten. Der Beitrag soll die Möglichkeit der Ableitung firmenspezifischer Zeitaufwandswerte und deren Anpassung über Methoden des Arbeitsstudiums vorstellen. Mit Hilfe des Verfahrens der Multimoment-Aufnahme kann durch die Trennung der Zeitarten (Grund-, Verteil- und Erholzeiten) ein idealer Aufwandswert abgeleitet werden, welcher der tatsächlichen Leistung unter idealen Baustellenbedingungen entspricht. Im Vordergrund steht der Versuch einer statistisch gesicherten Anpassung dieser Zeitwerte, so dass über Zuschläge die unterschiedlichen Bedingungen der Baumaßnahme berücksichtigt werden. Durch die Sicherheit der Vorhersage der zu erwartenden Kosten und Ausführungszeiten wird die Sicherheit in Planung und Kalkulation erhöht. Stammdatengestützte Angebotsbearbeitungen sind ein wichtiger Bestandteil des Baustellencontrollings. Dem Unternehmen werden Zeitreserven sichtbar und Kapazitäten können gezielt eingesetzt werden. Somit wird eine gute Wettbewerbsposition erreicht und gleichzeitig die Marktstellung des Unternehmens gestärkt.

ABSTRACT: The increasing complexity of building projects turns master data into an irreplaceable data basis for both job processing and execution. Master data of construction companies are for example times and time exposures of unfinished jobs. Master data based offering is an important component of site controlling. This article is focused on the possibility of obtaining company specific time measures through the methods of work-sampling studies. Work-sampling studies enable the separation of different time types (basic, additional and recovery time). The result is an "ideal time", which corresponds with the actual attainment under ideal site conditions which don't exist in reality. In the fore is the attempt of statistical based adaptation of the derived times. So the different conditions of particular sites are considered using additional time factors. Therefore, with regards to scheduling and pricing, the reliability of predicting expecting costs and completion times increases. Time resources become transparent for the company and capacities can be implemented towards the company's goal. At the same time, this provides and consolidates a good market position for the company.

1 EINLEITUNG

In der baubetrieblichen Praxis nimmt die Bedeutung firmenspezifischer Grunddaten immer mehr zu. Die genaue Kenntnis der eigenen Kosten, die ständige Überprüfung der Reduzierungsmöglichkeiten und die Bildung von Aufwandskennzahlen garantiert langfristig eine stabile Unternehmensentwicklung. Kennzahlen in Form von Stammdaten sind für das Bauunternehmen eine sichere Datenbasis und geben Unterstützung sowohl in Kalkulation als auch in Arbeits- und Kapazitätsplanung. Eine aktive Teilnahme am Wettbewerb ist vor allem Firmen mit aktuellen Aufwandszahlen gewährleistet, da diese den tatsächlichen Leistungen ihrer Arbeitssysteme entsprechen.

1.1 Stammdaten

Stammdaten im Baubetrieb sind neben Kennwerten für Maschinen u. ä. vor allem Zeit- und Aufwandswerte auszuführender Arbeiten. Die Zeitaufwandswerte helfen realistische und sichere Vorhersagen der benötigten Zeiten zu treffen und damit die zu erwartenden Kosten leichter zu kalkulieren. Die Genauigkeit der Zeiten wird direkt von deren Güte beeinflusst, das heißt inwieweit die Daten wirklichkeitsnah sind und mit welcher Methode sie ermittelt wurden.

1.2 Möglichkeiten der Stammdatenermittlung

Zeitdaten können auf unterschiedliche Weise ermittelt werden. Möglichkeiten sind beispielsweise

- die Auswertung und Sammlung von Ist-Daten (Nachkalkulation),
- die Auswertung von Herstellerangaben von Baumaschinen und die Verwendung von Richtwerttabellen,
- Schätzungen von Personen mit einschlägigen Erfahrungen (Kalkulator) sowie
- Zeitmessungen und Arbeitsstudien.

1.3 Einschätzung der Verwendung

Der Großteil der Bauunternehmen heute verwendet Daten aus der Nachkalkulation ergänzt durch eigene Erfahrungswerte - bei Vorhaben zu denen keine Nachkalkulations- bzw. Richtwerte vorliegen auch Richtwerttabellenwerte. Persönliche Erfahrungswerte erfahrener Kalkulatoren sind in jeder Hinsicht wertvoll und nicht durch errechnete und abgeleitete Werte zu ersetzen.

Jedoch sowohl bei Daten aus der Nachkalkulation als auch bei Richtwerttabellenwerten kann nicht von exakt auf ein neues Bauvorhaben anzuwendenden Zeiten ausgegangen werden.

Aufwandswerte aus Nachkalkulationen können durch ihre speziellen Entstehungsbedingungen während des jeweiligen Bauvorhabens für eine neue Verwendung – z.B. in der Kalkulation – nur die Genauigkeit eines guten Näherungswertes erreichen.

Ähnlich verhält es sich mit Werten aus Richtwerttabellen. Aufgrund ihrer Allgemeingültigkeit muss eine Anpassung sowohl an das eigene Unternehmen als auch an das jeweilige Bauvorhaben erfolgen.

2 ERMITTLUNG VON ZEITWERTEN MITTELS ARBEITSSTUDIUM

Eine Alternative ergab sich in eigenen Untersuchungen am Institut für Baubetriebswirtschaft und Umweltökonomie. Es konnte festgestellt werden, dass mit Hilfe der Methoden des Arbeitsstudiums Zeitwerte für den Baubetrieb mit anderer Genauigkeit ermittelt werden können.

Das Arbeitsstudium hat seinen Ursprung in der Fertigungsindustrie in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Daher sind auch heute noch direkte Beziehungen zu der zur Betriebswirtschaftslehre gehörenden Produktionswirtschaft bzw. zu den Arbeitswissenschaften allgemein zu finden. Einige spezielle Verfahren, wie die Multimoment-Aufnahme (MMA), haben sich allerdings auch für die Baustellenfertigung als besonders geeignet herausgestellt. (Spranz 1975)

2.1 Die Multimoment-Aufnahme

Bei dem Multimomentverfahren wird in vorher festgelegten Zeitintervallen die augenblickliche Tätigkeit der Arbeiter oder Geräte beobachtet und diese dann in vorbereitete Listen eingetragen. Sie sind unterteilt nach Zeit- und Ablaufarten. In der statistischen Auswertung können im Anschluss – durch die Untergliederung des Arbeitsablaufes in Ablaufarten – Aussagen über die Arbeitszeiteinteilung gemacht werden (Wiesenhahn 2001). Die Vorgehensweise ist übersichtlich im 1 dargestellt.

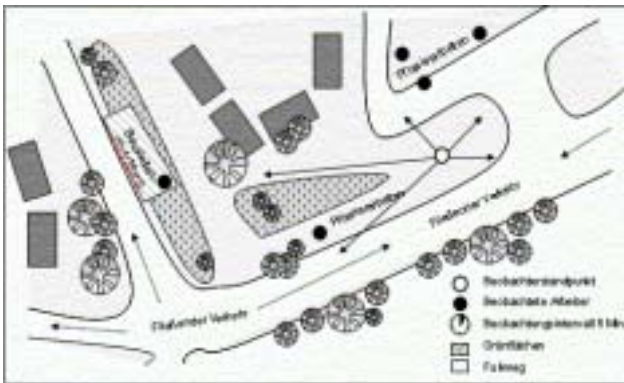


Bild 1: „Prinzipische Skizze der systematischen Multimomentaufnahme“

Mit Hilfe der systematischen MMA wurden in dem hier dargestellten Beispiel in regelmäßigen Zeitabständen von einem Standort aus (über einen für die statistische Sicherheit der Daten ausreichenden Beobachtungszeitraum) die momentanen Ablaufarten beobachtet und in die vorbereiteten Listen notiert. In der anschließenden Auswertung waren somit Aussagen über die prozentuale Verteilung der Grund-, Verteil- und Erholzeiten ableitbar.

2.2 Ableitung des Zeitaufwandswertes

Die separaten Grundzeitnotierungen der Beobachtung ermöglichten, zusammen mit dem täglich erstellten Aufmaß der Leistung, die Ableitung eines firmenspezifischen Zeitaufwandswertes.

Sowohl in der Literatur als auch in der Praxis ist auffällig, dass Zeitwerte angegeben werden, die nicht eindeutig erkennen lassen, aus welchen Zeiteilen sie sich zusammensetzen. Die hier angewandte Methode (siehe Bild 2) ermöglicht aufgrund der einfachen Erfassbarkeit des Zeiteiles für den reinen Wertschöpfungsprozess auf der Baustelle (Grundzeit), die Ableitung eines Zeitaufwandswertes, welcher auch nur diesen Zeiteil enthält. Der Wert ist demnach klar definiert und sämtliche störenden bzw. Bauprozess beeinflussenden Größen sind herausgefiltert. Diese sind in den Verteil- und Erholzeiten erfasst.

Der ermittelte Wert ist ein Aufwandswert, der unter idealen Baustellenbedingungen entstehen würde.

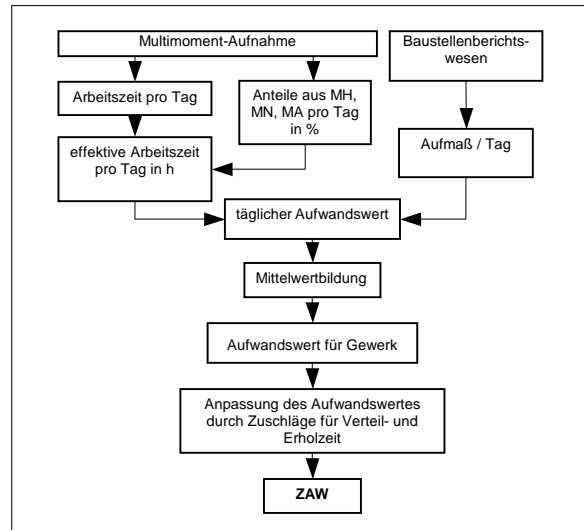


Bild 2 „Methode zur Ableitung eines Zeitaufwandswertes“

3 FORSCHUNGSARBEIT

Der Vorteil der entwickelten Verfahrensweise liegt darin, dass es sich bei dem über die MMA abgeleiteten Wert um einen Extremwert (Minimum) handelt, dem sich das Unternehmen versuchen kann anzunähern. Jedoch entspricht dieser Zeitwert dem Idealfall und kann in dieser Größenordnung nicht erreicht werden. Er stellt für das Unternehmen ein statistisch abgesicherten Ausgangswert dar, welcher um die fehlenden Zeiteile für Verteil und Erholzeiten ergänzt werden muss.

3.1 Zielstellung der Dissertationsarbeit

Derzeitig kann die Anpassung des abgeleiteten Basis-Zeitaufwandswertes an die bestehenden Bedingungen nur durch Schätzungen der fehlenden Zeiteile erfolgen. Mit Hilfe weiterer MMA wird versucht, Abhängigkeiten und Zusammenhänge zwischen den auf dem Bau bestehenden Einflüssen zu ermitteln. Diese sollen über statistische Nachweise in Form von festen Zuschlagsfaktoren zusammengestellt werden und somit den Anpassungsvorgang helfen zu vereinfachen, aber auch abzusichern.

3.2 Konzept und Vorgehensweise

Die bisherige Konzeption umfasst grob alle notwendigen Teilaufgaben zur Erfüllung der Zielstellung. Sie lässt sich prinzipiell darstellen als:

- Literaturrecherche
- Grundlagenstudium
- Durchführung der Aufnahmen
- Auswertung der Aufnahmen und Faktorenanalyse
- Zusammenstellung der Ergebnisse
- Bewertung der Verwendbarkeit für ein Unternehmen

Die Fokussierung der Arbeitsanalysen liegt auf technischen, projektbezogenen und ablaufbedingten Faktoren, welche sowohl Verteil- als auch Erholzeiten der Arbeiten auf Baustellen bestimmen und beeinflussen. Ziel ist der statistische Nachweis der Einflussgrößen. Momentan ist das entsprechend notwendige umfangreiche Datenmaterial für die Betrachtungen noch nicht vorhanden, die Untersuchungen laufen aber derzeit an.

In der anschließenden Auswertung muss systematisch nach bestehende Korrelationen und Zusammenhängen zwischen den Einflussgrößen gesucht werden, um daraus eine Allgemeingültigkeit ableiten zu können. Die Zusammenstellung der Werte soll am Ende eine einfach zu handhabende Form für den Baubetrieb ergeben. Dabei wird sich beispielsweise an Möglichkeiten der Darstellung aus der Literatur (Reichle 2002) orientiert.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse der bisherigeren Untersuchungen und Recherchen zeigen, dass die Ableitung betriebsinterner Aufwandszahlen durch arbeitswissenschaftliche Methoden möglich ist und die MMA eine wertvolle Grundlage dafür bildet. Die Verfahrensweise ist für jeden Baubetrieb und für jede Baustelle anwendbar (Haide 2001).

Die Kenntnis der tatsächlichen betrieblichen Leistung einer Arbeitsgruppe kann für das Unternehmen Zeitreserven sichtbar machen, die eine günstigere Angebotskalkulation zulassen und damit die Wettbewerbsfähigkeit stärken.

In der Literatur bestehen bereits Ansätze zur Anpassung der Einflussgrößen, die sich allerdings auf andere Basiswerte (Nachkalkulationen) beziehen. Die Systematisierung der auftretenden Faktoren setzt aufgrund der Komplexität ihres Zusammenwirkens auf Baustellen eine vielschichtige Analyse voraus, die nur mit Hilfe umfangreicher Beobachtungen realisiert werden kann.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Anpassung des über die MMA abgeleiteten Zeitwertes mit Hilfe statistisch gesicherter Zuschläge für die fehlenden Zeitanteile (Verteil- und Erholzeit) die Verwendung der Aufwandswerte im Baubetrieb sichert und vereinfacht. Es ist damit eine realitätsnahe und aktuelle Kalkulation und Bauablaufplanung der Bauprojekte möglich.

5 LITERATURANGABEN

- Gummersbach, A. 2001. Produktionsmanagement. Hamburg: Verlag Handwerk und Technik
- Haide, J. 2001. Gewerkspezifische Analyse der Arbeitszeiteinteilung in einem Beispielunternehmen. Diplomarbeit an der Universität Rostock
- Reichle, M. 2002. Aufwandswerte bei Schalarbeiten. Amtliches Mitteilungsblatt der Tiefbau-Berufsgenossenschaft. 114. Jahrgang. November 2002, Heft 11, S. 624-626
- Spranz, D. 1975. Arbeitszeiten im Baubetrieb, Genauigkeit und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Berlin: Bauverlag

- Wieshahn, A. 2001. Geschäftsprozessoptimierung für Versicherungsunternehmen. München: Vahlen Verlag
- Wirth, V. 1998. Baustellen-Controlling. 3. Auflage. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag

Ökonomische Bewertung der Auswirkungen des Wassersporttourismus auf Wirtschaft und Umwelt der Region des Greifswalder Boddens

Economical evaluation of water-sports-tourism-effects on economy and environment of the "Greifswalder Bodden"-area

Dipl.-Ing. B. Wüstenberg, Institut für Baubetriebswirtschaft und Umweltökonomie

KURZFASSUNG: Ziel der Forschungsarbeit ist es, die Auswirkungen des Wassersporttourismus auf die Bereiche Ökonomie, Ökologie und Soziales zu untersuchen. Im Zuge einer sozioökonomischen Analyse sollen u. a. die Wirtschaftsbereiche ermittelt werden, die direkt oder indirekt vom Wassersporttourismus beeinflusst werden. Dabei liegt besonderes Augenmerk auf den Gebieten, in denen Ausbaupotential besteht. Auf Seiten der Ökologie soll das Verhältnis der Wassersportler zum Naturschutz untersucht werden, um mögliche Nutzungskonflikte aufzeigen und Lösungsmöglichkeiten geben zu können. Die Analysen stützen sich dabei u. a. auf eine eigens dafür durchgeführte Befragung. Im Resultat soll eine möglichst umfassende Kosten-Nutzen-Analyse alle vom Wassersporttourismus beeinflussten Bereiche berücksichtigen und monetär bewerten. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sowie unter Berücksichtigung der Ansprüche der Wassersportler ist es Ziel der Arbeit, Managementstrategien als Planungshilfe für Sportboothäfen zu entwickeln. Diese Strategien und Empfehlungen werden unter Berücksichtigung selbst definierter Zielgruppen gegeben, um eine möglichst individuelle Planung und Umsetzung gewährleisten zu können.

ABSTRACT: The intention of this research project is to analyse the effects of water-sports-tourism on the economy, the ecology and on social economics. A socio-economic analysis has to be investigated for the economic sectors, which are directly or indirectly controlled by water-sports-tourism. Thereby those scopes are of main interest, which show a good potential for positive development. In the range of ecology the relationship between water sports and nature conservation has to be analysed. Especially conflicts of land utilization have to be pointed out to find compatible alternatives. The analysis are based on own surveys. Finally a cost-benefit analysis has to be considered to evaluate those scopes monetary, which are controlled by water-sports-tourism. The final intention of this project is to develop management strategies, which are based on these results, considering the requirements of water sportsmen. These strategies are supposed to be planning aids for sports-boat-harbors. They also allow an individual planning and realization for such harbors, always taking individual requirements of different target groups into account.

1 PROBLEMSTELLUNG

Entwicklungen im Wassersportbereich werden seit einiger Zeit immer wieder diskutiert und sind oft Grundlage vieler Gutachten und Forschungsarbeiten¹. Vor allem für das strukturschwache Land Mecklenburg-Vorpommern wird oftmals in diesem Sektor eine Chance auf Wirtschaftswachstum und Regionalförderung gesehen.

Seit der politischen Wende von 1989/90 hat sich eine Vielzahl neuer Sportboothäfen an den Küsten Mecklenburg-Vorpommerns entwickeln und etablieren können. Dabei reicht die Ausstattung dieser Häfen und Marinas² vom Minimalangebot, bei dem ausschließlich eine Strom-, Wasser- und Sanitärversorgung gewährleistet wird, bis hin zur Luxusausstattung mit Fitness- und Wellnessangeboten. In jüngster Zeit sind vermehrt derartig komfortable Marinas geplant und realisiert worden, da man sich hier ein großes Potential an finanzkräftigen Nutzern verspricht, deren Konsumverhalten sich positiv auf das Wirtschaftswachstum Mecklenburg-Vorpommerns auswirken soll. Diese Überlegungen stellen den Ausgangspunkt für die Forschungsarbeit dar. Literaturrecherchen haben ergeben, dass Veröffentlichungen und Gutachten in diesem Bereich zwar Prognosen zur Entwicklung im Wassersporttourismus

geben, in keinem Fall aber die Ansprüche der Wassersportler selbst an die Hafenausstattung berücksichtigen. Gesamtwirtschaftliche, monetär bewertete Kosten-Nutzen-Analysen sind hierfür ebenfalls nicht bekannt.

2 METHODIK UND STAND DER UNTERSUCHUNG

Nach umfangreichen Daten- und Materialrecherchen, die allerdings nicht zu den gewünschten Ergebnissen führten, wurde entschieden, eine eigene Befragung von Wassersportlern durchzuführen. Zu diesem Zweck erfolgte auf Grundlage bestimmter Kriterien eine Auswahl von acht Häfen mit unterschiedlicher Typisierung rund um den Greifswalder Bodden. Zusätzlich zu diesen Untersuchungsstandorten wurde ein Referenzhafen in Rostock-Warnemünde bestimmt.

Die direkten Befragungen erfolgten von Juni bis Oktober 2002, sowohl in schriftlicher als auch in mündlicher Form. Es konnten insgesamt 383 auswertbare Fragebögen zusammengetragen und in SPSS³ eingelesen werden. Die statistische Auswertung dauert derzeit noch an.

Inhaltlich ist der Fragebogen für die Boddenhäfen in sieben Themenkomplexe unterteilt:

1. Einführungsfragen zu Herkunft, Aufenthaltsdauer und Etappenhäfen
2. Detailfragen zu Bootstyp, Ausstattung und Entsorgung
3. Einstufung der Nutzungsintensität hafeninfrastruktureller Einrichtungen sowie Ausgabenermittlung

¹ Vgl. u. a. Bundesministerium für Wirtschaft (1994), Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (1996), Wirtschaftsministerium des Landes M-V (2000), Ministerium für Arbeit und Bau des Landes M-V (2001), Breitzmann (2000), Margraf (2001), Obenaus (1999), Weichbrodt (2001)

² „Als Marinas werden reine Sportboothäfen bezeichnet, die kommerziell als selbständiger Betrieb geführt ... und vorrangig für dauerliegende Fremdnutzer gebaut werden. ... Aus wirtschaftlichen Gründen haben Marinas kaum unter 200, vielfach über 500 Liegeplätze.“ (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1996, S. 25)

³ SPSS (Statistical Package for the Social Science) - Programm zur statistischen Datenanalyse

4. Einstufung der Nutzungsintensität infrastruktureller Einrichtungen der Umgebung sowie Ausgabenermittlung
5. Verhältnis der Wassersportler zum Naturschutz
6. Prognosefragen zu Wiederkehrabsichten
7. Soziodemographische Fragen

Mit Hilfe der so gewonnenen Informationen sollen zum einen die Motive der Wassersportler für einen Aufenthalt am Greifswalder Bodden ermittelt sowie Prognosen zu Wiederkehrabsichten getroffen werden. Des Weiteren sind die Ansprüche, die die Befragten sowohl an die Häfen als auch an die nähere Umgebung stellen, herauszuarbeiten. Angaben über das jeweilige Ausgabenvolumen werden bei der monetären Bewertung der wirtschaftlichen Effekte hilfreich sein.

Die Befragung im Referenzhafen sollte zusätzlich klären, aus welchen Beweggründen Wassersportler das Revier „Greifswalder Bodden“ meiden. Aus diesen Angaben können im Weiteren strategische Management- und Entwicklungspläne für die Region erarbeitet werden.

Da es sich bei diesem Wassersportrevier um ein ökologisch sehr anspruchsvolles Gebiet handelt, ist die Ermittlung der Nutzungskonflikte zwischen Wassersport und Naturschutz von immenser Bedeutung. Nur so kann ein weiterer touristischer Ausbau im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erfolgen.

3 ERSTE ERGEBNISSE

Um einen Eindruck über Umfang, Spektrum und Aussagemöglichkeiten der durchgeführten Befragung zu vermitteln, werden im Folgenden erste Ergebnisse dargestellt.

Der „typische Wassersportler“ des Greifswalder Boddens ist männlich (54% aller im Bodden Befragten), ca. 50 Jahre alt, mit einem Privatboot (84%) sowie dem Partner (57%) unterwegs. Durchschnittlich befinden sich jedoch 2,9 Wassersportler auf jedem Boot. Die konkrete Altersverteilung der Befragten ist Bild 1 zu entnehmen.

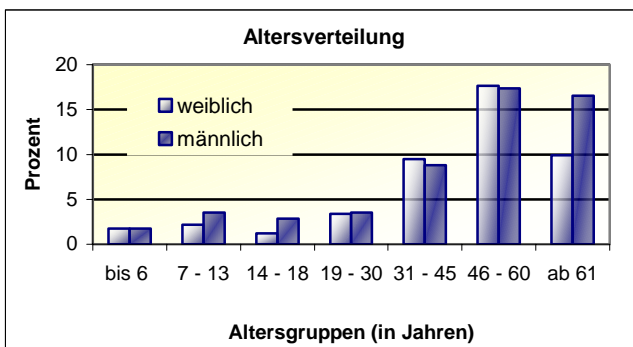


Bild 1. Altersverteilung der Wassersportler (Greifswalder Bodden)

Bemerkenswert ist, dass die getroffenen Aussagen mit den Ergebnissen aus dem Referenzhafen übereinstimmen.

Ebenso ergibt sich bei der Klassifizierung nach Bootstypen sowie bei den Angaben zur Wassersportsaison ein einheitliches Bild. So beginnt für die Mehrzahl der Sportler die Saison im Mai⁴ und endet im Oktober⁵. Häufigster Bootstyp mit jeweils 86% ist das Kielboot mit Kajüte.

Die Aufenthaltsdauer der Wassersportler in Mecklenburg-Vorpommern beträgt durchschnittlich 22,3 Tage, im Greifswalder Bodden 9,7 Tage und im jeweiligen Hafen 3,5

Tage. Die genaue prozentuale Verteilung der Aufenthaltsdauer der Wassersportler ist in Bild 2 grafisch dargestellt.

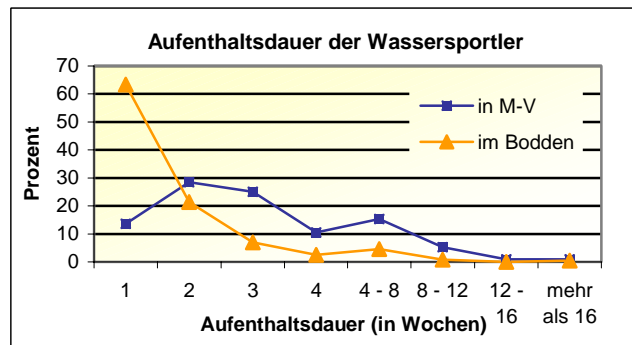


Bild 2. Aufenthaltsdauer der Wassersportler

Ein ökonomisch interessanter Analysepunkt beschäftigt sich mit Fragestellungen zum Einkommen der Befragten sowie ihrer Ausgabenbereitschaft. Es konnte festgestellt werden, dass Wassersportler vorrangig zu den mittleren und gehobenen Einkommensklassen (1.500 bis 4.500 € pro Monat) zählen. Bild 3 zeigt die entsprechende Häufigkeitsverteilung zur Einkommenssituation.

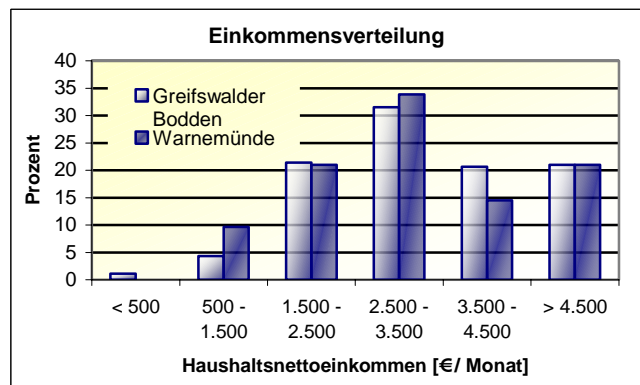


Bild 3. Einkommensverteilung der Befragten

Aus den Analyseergebnissen konnte weiterhin ermittelt werden, dass die Wassersportler im Hafen durchschnittlich 14,5 € pro Person und Tag (ohne Liegeplatzgebühr) ausgeben. Die durchschnittlichen Ausgaben, die in der näheren Umgebung getätigt werden, belaufen sich auf 17,- € pro Person und Ausflug (inkl. Reisekosten).

Ebenso wie zu sozialen und ökonomischen (oder auch sozioökonomischen) Themen können mit Hilfe der Umfrageergebnisse auch Aussagen zu ökologischen Schwerpunkten getroffen werden. Da gerade für den Wassersport eine möglichst intakte Natur und Umwelt von großer Bedeutung für die Erholungssuchenden ist, überraschend es nicht, dass 75% aller befragten Wassersportler des Greifswalder Boddens Schutzgebiete für sinnvoll bis sehr sinnvoll halten. Bemerkenswert sind auch die Antworten auf die Frage, ob die Wassersportler mit Rücksicht auf die Natur zu persönlichen Einschränkungen bereit wären: 69% gaben an, absolut bzw. meistens zu derartigen Einschränkungen im Sinne des Naturschutzes bereit zu sein. 59% gaben außerdem an, noch nie bei der Ausübung ihres Sports mit dem Naturschutz in Konflikt geraten zu sein.

⁴ Bodden: 48% ; Referenzhafen: 49%

⁵ Bodden: 52% ; Referenzhafen: 55%

4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Bereits die ersten Ergebnisse der Auswertung der im Sommer 2002 durchgeführten Wassersportlerbefragung liefern interessante Aussagen zu den Schwerpunkten Ökonomie, Ökologie und Soziales. Weiterhin liefern sie einen Eindruck über das Spektrum, das die Thematik Wassersporttourismus bietet.

Aufgabenschwerpunkt der nächsten Zeit ist es, diese Breite der erhaltenen Resultate zu relevanten Aussagen zu verdichten und Schlussfolgerungen im Sinne der gestellten Forschungsproblematik zu ziehen.

Aktuell bereitet die Ermittlung der ökonomischen Daten der vom Wassersporttourismus betroffenen Bereiche, die für eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse von grundlegender Bedeutung sind, erhebliche Schwierigkeiten. So sind z. B. Angaben zur Hafenauslastung, zu Investitionsvolumina sowie zu geflossenen Fördermitteln zumeist nicht bei den Hafenbetreibern zu ermitteln. Selbst in Wirtschaftsberichten oder statistischen Veröffentlichungen fehlen derart konkrete Angaben.

QUELLANGABEN

- Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): *Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung des Tourismus*. Dokumentation. 1994.
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau et al.: *Standortkonzept für Sportboothäfen an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns*. Broschüre. Schwerin: 1996
- Wirtschaftsministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): *Maritimer Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern*. Gutachten. Kurzfassung. Schwerin: 2000.
- Ministerium für Arbeit und Bau des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): *Nachhaltige Entwicklungsmöglichkeiten im Bereich des EU-Vogelschutzgebietes "Greifswalder Bodden" - unter besonderer Berücksichtigung touristischer Nutzungen*. Kurzfassung. Juni 2001.
- Breitzmann, K.-H. (Hrsg.): *Wirtschaft, Verkehr und Tourismus im Ostseeraum*. Beiträge und Informationen aus dem Ostseeinstitut für Marketing, Verkehr und Tourismus an der Universität Rostock. Heft 9. Rostock: 2000.
- Margraf, Chr.: *Natur und Wassersport im Konflikt*. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege: *Wassersport und Naturschutz*. 2/01. Salzach: 2001, S. 33-41.
- Obenaus, H. et al.: *Raumbedeutsame Nutzungen im off-shore-Bereich vor der Küste von Mecklenburg-Vorpommern*. Vorstudie. Ostseeinstitut für Marketing, Verkehr und Tourismus an der Universität Rostock. Rostock: 1999.
- Weichbrodt, F.: *Umnutzung von Hafenbrachen für die Sportboot-schiffahrt*. Diplomarbeit. Rostock: 2001.

Regionale Entwicklungskonzepte – Evaluierung eines informellen Planungsinstrumentes

Regional Development Plans – Evaluation of an informal planning instrument

Dipl.-Ing. Stefanie Engler, Institut für Landschaftsplanung und Landschaftsökologie

KURZFASSUNG: Mecklenburg-Vorpommern ist ein stark ländlich geprägtes Bundesland, ca. 80 % der Landesfläche entfallen auf ländliche Räume. Der anhaltende Strukturwandel und die gegenwärtigen und zukünftig zu erwartenden ökonomischen, sozialen und ökologischen Veränderungen wirken sich vor allem im ländlichen Raum aus. Eine zukunftsfähige und nachhaltige Entwicklung dieser Räume bedarf daher einer diesen Veränderungen Rechnung tragenden Planungskultur, vor allem auf der regionalen Ebene. Seit einiger Zeit wird dabei den informellen Planungsinstrumenten und vor allem den Regionalen Entwicklungskonzepten besondere Bedeutung beigemessen. Ziel der Arbeit ist es daher, zu klären, welche Anforderungen an eine zukunftsfähige Planungskultur im Kontext der geänderten Rahmenbedingungen zu stellen sind und in welcher Weise eine Weiterentwicklung der bestehenden Ansätze erfolgen kann.

ABSTRACT: Nearly 80% of the area of Mecklenburg-West Pomerania are rural regions. The continuous structural change as well as the current and expected changes in the economical, ecological and social situations will especially affect the rural regions. A forward-looking and sustainable development of these areas needs of new and adapted instruments of spatial and regional planning. Against this background, the importance of informal planning instruments, in particular the Regional Development Plans, has grown over the last years. The aim of this project is therefore to clarify, what demands can be made on future-oriented planning instruments in the context of changing basic conditions and how the development of existing approaches can be carried out.

1 EINLEITUNG

Mecklenburg-Vorpommern befindet sich seit der politischen Wende 1989/90 in einem tiefgreifenden strukturellen Transformationsprozess und hat seit dem, nicht zuletzt auch bedingt durch seine historische Entwicklung, als ein ländlich geprägtes, dünn besiedeltes und in großen Teilen relativ strukturschwaches Bundesland ganz besonders mit den Auswirkungen dieses Wandels zu kämpfen. Verstärkt wird dieser Prozess durch die sich ebenfalls wandelnden gesamtgesellschaftlichen Rahmenbedingungen, etwa als Folgen der wachsenden Globalisierung, durch die EU-Integration oder den Wandel der staatlichen Steuerung. Diese strukturellen Veränderungen wirken sich ganz besonders auf die Entwicklung der ländlichen und peripheren Gebiete M-Vs aus.

Daraus ergeben sich zwangsläufig neue Anforderungen an die räumliche Planung und vor allem an die Planungen auf regionaler Ebene. In der Fachwelt besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass die sich ändernden Rahmenbedingungen und der sich langsam vollziehende Paradigmenwandel in der Regionalplanung neue Herangehensweisen und Planungsprozesse bedingen und fordern. Die Frage nach geeigneten Planungsverfahren ist in der wissenschaftlichen Literatur noch weitgehend unbeantwortet. Ein Ansatz wird in den informellen Planungsinstrumenten gesehen, aber auch hier sind noch eine Vielzahl von Fragen offen, wie z.B. mit welchen Strategien es Regionen gelingt, angesichts der wachsenden Globalisierung handlungsfähig zu bleiben und welche Rolle die informellen Ansätze dabei spielen (Gorsler 2002).

2 AUSGANGSSITUATION

2.1 Die ländlichen Räume in Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburg-Vorpommern ist ein ländlich geprägtes, wenn nicht sogar das ländlichste, Bundesland. Seitens der

Raumordnung werden nur der Großraum Rostock und die Region um Schwerin als Verdichtungsräume gesehen, die restliche Landesfläche, das sind ca. 80 %, wird als ländlicher Raum eingestuft. Dabei ist davon auszugehen, dass es „den“ ländlichen Raum als homogenes Gebilde mit einheitlichen Eigenschaften nicht gibt.

Entsprechend der wirtschaftlichen und sozialen Ausdifferenzierung der Gesellschaft hat sich auch das Bild des ländlichen Raumes ausdifferenziert, die Vielfalt von Typen ländlicher Räume nimmt entsprechend der gesellschaftlichen Entwicklung zu (Fürst 1996). Strukturvariablen wie Siedlungsstruktur, Gemeindegröße, Bevölkerungsdichte oder Erwerbsstruktur, können nur bedingt zur Erklärung der Probleme ländlicher Räume herangezogen werden, sie sind eher Ausdruck einer Beschreibung der regionalen Konsequenzen dieser Probleme (Maier/Weber 1995).

Mecklenburg-Vorpommern und vor allem die ländlichen Räume des Landes haben ganz erheblich mit den Folgen des Strukturwandels zu kämpfen. Die Wende 1989/90 brachte bereits den dritten Umbruch innerhalb eines Jahrhunderts, der Anpassungsprozess gestaltet sich schwierig und langfristig. So führte beispielsweise der Wegfall des größten Teiles der Arbeitsplätze im Bereich der Land- und Forstwirtschaft zum Wegbrechen der Existenzgrundlage ganzer Dörfer und Regionen. Neu geschaffene oder bereits vorhandene Erwerbsalternativen sind nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Auch die demographische Entwicklung hat für die Zukunft Konsequenzen.

Nicht nur die Wanderungsverluste, sondern vor allem auch die wachsende Überalterung der Bevölkerung wird immer stärker in den Vordergrund treten, ein Verlust an ländlicher Identifikation und Lebensweise, ein Verlust an kulturlandschaftlicher Substanz und der Abbau von Infrastruktur könnten weitere Folgen sein. Ein Kernproblem und eine Hauptursache des Verlustes an Humankapital wird in der Arbeitsmarktproblematik in Verbindung mit der sektoralen Wirtschaftsstruktur gesehen (Schön 1997). Die Zufriedenheit der Bevölkerung hängt jedoch darüber

hinaus in entscheidendem Maße von der subjektiv empfundenen Lebensqualität ab, die auch eine starke soziale und ökologische Komponente hat.

Die zukünftige Entwicklung der ländlichen Räume hängt also vor allem auch davon ab, wie es gelingt, die wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklung in solche Bahnen zu lenken, die eine langfristig gesicherte und nachvollziehbare Perspektive für die regionale Bevölkerung eröffnen.

2.2 Konsequenzen für die räumliche Planung

Vor dem geschilderten Hintergrund wird die Aufgabe und die Bedeutung der räumlichen und vor allem der Regionalplanung deutlich. Dabei wird die regionale Ebene als die am stärksten dem gesellschaftlichen Wandel, dem damit verbundenen Paradigmenwandel im konzeptionellen Denken sowie der Konkurrenz der Planungssysteme ausgesetzte Ebene gesehen (u.a. Fürst/Ritter 1993). In Mecklenburg-Vorpommern existieren neben den formellen Planwerken der Regionalen Raumordnungsprogramme eine Vielzahl von Plänen und Konzepten zur Förderung der Entwicklung kleinerer räumlicher Einheiten, wie beispielsweise Runde Tische, Regionalkonferenzen, Regionale Entwicklungskonzepte, Regionale Agenden usw. Dabei ist auch in Mecklenburg-Vorpommern zu beobachten, dass bei derartigen Planungen eine zu starke Sicht auf „Heute“ und eine zu geringe Sicht auf „Morgen“ existiert (Maier/Atzkern 1994).

Für die Regionalplanung zeigt sich immer mehr, dass die institutionellen Vorgaben und Handlungsbedingungen mit den Anforderungen an die Planung immer weniger kompatibel sind. Fürst und Müller kritisieren, dass in der Praxis die Kluft zwischen dem relativ vielschichtigen und komplexen deutschen Planungssystem und den Anforderungen an schnelle und handlungsfähige, auf die Bedürfnisse der Adressaten abgestimmte Planungen immer offensichtlicher wird. Es folgt faktisch eine „Flucht aus der Institutionalisierung“ in informelle Planungsverfahren (Fürst/Müller 2000). Für Mecklenburg-Vorpommern ist seit einigen Jahren Ähnliches zu beobachten. Hier wird vor allem den Regionalen Entwicklungskonzepten eine große Bedeutung zur Lösung der strukturellen und planungstheoretischen Probleme beigemessen, ohne allerdings zu hinterfragen, welche Anforderungen an derartige Konzepte zu stellen sind, um eine solche Wirkung auch tatsächlich zu entfalten. Die Frage nach geeigneten Planungsverfahren ist in der wissenschaftlichen Literatur bisher noch unzureichend beantwortet.

3 ZIEL DER ARBEIT

Wie bereits dargestellt, existieren in Mecklenburg-Vorpommern auf der Ebene bzw. im Wirkungsbereich der Regionalplanung neben den „klassischen“ Planwerken zahlreiche informelle Ansätze, wobei den Regionalen Entwicklungskonzepten von verschiedenen Seiten eine besondere Bedeutung für die regionale Entwicklung beigemessen wird. Probleme ergeben sich dabei sowohl aus der häufigen räumlichen und inhaltlichen Überschneidung verschiedener Konzepte und Planungen als auch aus der ungenügenden Kenntnis über die spezifischen Eignungsfelder derartiger Ansätze. Ein koordiniertes Vorgehen und eine Bündelung der Ansätze zu schlagkräftigen Instrumenten regionaler Entwicklung findet bis jetzt nicht oder nur in Ansätzen statt.

Um im zukünftigen Wettbewerb der Regionen bestehen und eine langfristig gesicherte Entwicklung einleiten zu können, ist ein Umdenken zu Gunsten einer neuen

Planungskultur unbedingt erforderlich. Die Regionalisierung von Interaktions- und Verflechtungsbeziehungen als Gegengewicht zur zunehmenden Globalisierung („endogene Potentiale zur Regionalisierung ländlicher Räume“; Kühn/ Moss 1998) spielt demnach auch für die Regionalplanung und Regionalentwicklung ländlicher Räume in Mecklenburg-Vorpommern eine große Rolle.

Ziel der Arbeit ist es deshalb, Anforderungen zu formulieren, die im Kontext der geschilderten Rahmenbedingungen und des Paradigmenwandels, der in der wissenschaftlichen Diskussion bereits vollzogen wird, an die Regionalplanung im allgemeinen und Instrumente wie die Regionalen Entwicklungskonzepte im besonderen in Zukunft zu stellen sind. Auf Grund der Erkenntnisse, die durch die Bewertung der Regionalen Raumordnungsprogramme und ausgewählter Regionaler Entwicklungskonzepte gewonnen werden, erfolgt eine Ableitung von Empfehlungen für die Planungspraxis auf regionaler Ebene sowie, falls erforderlich, eine Weiterentwicklung dieser Ansätze.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich für die Dissertation folgende Leitfragen:

- Welche Anforderungen an die Regionalplanung und ihre Instrumente ergeben sich im Kontext der sich ändernden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ?
- Sind Ansätze erkennbar, wie sich die Regionalplanung und deren Instrumente (speziell die REK) auf diese Anforderungen einstellen ?
- Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für ein, an den neuen Rahmenbedingungen orientiertes System der Regionalplanung, speziell für den ländlichen Raum in Mecklenburg-Vorpommern sowie für die informellen Planungsansätze im allgemeinen und die REK im besonderen ?

4 VORGEHEN UND METHODIK

Um die aufgeworfenen Fragen zu beantworten, wird zunächst ein Überblick über die derzeitige Situation in den ländlichen Räumen Mecklenburg-Vorpommerns sowie ein Einblick in das bestehende System der Regionalplanung gegeben. Dabei wird besonders auf die zu erwartenden Entwicklungstendenzen eingegangen, sowie der derzeitige Ansatz für regionalplanerisches Handeln herausgestellt, da diese wichtige Grundlagen für die weiteren Betrachtungen darstellen.

Darauf aufbauend werden die Anforderungen abgeleitet, die sowohl an die Regionalplanung als solche (vor allem im Hinblick auf die regionalplanerischen Zielvorgaben), als auch an die informellen Instrumente zu stellen sind, um den geänderten Rahmenbedingungen und den daraus resultierenden Erfordernissen für eine zukunftsorientierte Entwicklung gerecht zu werden. Diese werden in einem Anforderungskatalog, jeweils für die formelle Regionalplanung, die informellen Planwerke und die Regionalen Entwicklungskonzepte, zusammengestellt. Der Schwerpunkt der Betrachtungen liegt dabei auf den Regionalen Entwicklungskonzepten, da diese zur Zeit den größten Teil der informellen Planungen in Mecklenburg-Vorpommern ausmachen und auch in Zukunft, laut Aussagen der Raumordnungsbehörden, verstärkt zum Einsatz kommen werden. Anhand einer Untersuchung von ausgewählten Planwerken wird überprüft, inwiefern diese Anforderungen bereits durch die bestehenden Konzepte erfüllt bzw. nicht erfüllt werden.

Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die Ableitung von Strategien und die Weiterentwicklung der Planungsansätze als Basis für eine zukunftsorientierte und nachhaltige Entwicklung der ländlichen Räume in

Mecklenburg-Vorpommern. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei zum einen auf der Ableitung der Anforderungen, die an zukünftige Regionale Entwicklungskonzepte, beispielhaft für weitere informellen Planungen und Konzepte, sowie an die Ausgestaltung und Vorgaben der Regionalen Raumordnungsprogramme in diesem Zusammenhang zu stellen sind. Zum anderen werden die Betrachtungen auf die Ergebnisse der Untersuchung der Beispiele und vor allem auf die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Weiterentwicklung des Planungssystem auf regionaler Ebene fokussiert.

QUELLEN

- Gorsler, Danaïela (2002): Informelle räumliche Planung – Stand der aktuellen Forschung und Forschungsbedarf. Hannover: Verlag der ARL
- Fürst, Dietrich (1996): Ländliche Lebensverhältnisse im Wandel – Regionalpolitische Schlußfolgerungen, in: Ländliche Lebensverhältnisse im Wandel 1952, 1972 und 1993/94, Bonn: Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V.
- Fürst, Dietrich; Müller, Bernhard (Hrsg.) (2000): Wandel der Planung im Wandel der Gesellschaft, Dresden: IÖR e.V.
- Fürst, Dietrich; Ritter, Ernst-Hasso (1993): Landesentwicklungsplanung und Regionalplanung, Düsseldorf: Werder
- Kühn, Manfred; Moss, Timothy (Hrsg.) (1998): Planungskultur und Nachhaltigkeit, Berlin: VWF Verlag
- Maier, Jörg; Atzkern; Heinz-Dieter (1994): Raumordnung, Landes- und Regionalplanung. Strategien, Konzepte und Methoden, Stuttgart: IRB Verlag
- Maier, Jörg; Weber, Wolfgang (1995): Ländliche Räume, in: Handwörterbuch der Raumordnung, Hannover: Verlag der ARL
- Schön, Helmut (1997): Regionapolitische Konzepte und Strukturwandel ländlicher Räume: eine Analyse am Beispiel des oberen Altmühltals, Berlin: Duncker und Humblit

Metainformationssystem im Precision Agriculture

Meta Information System in Precision Agriculture

Dipl.-Ing. PETER KORDUAN
Institut für Geodäsie und Geoinformatik

1 EINLEITUNG UND AUFGABEN VORLAGE

Erfahrungen haben gezeigt, daß bei Wechsel von Mitarbeitern, Software oder Systemen die Weiternutzung von vorhandenen Geo-Daten ohne oder mit mangelhafter Dokumentation beieinträchtigt oder gar unmöglich wird [Huber 01]. Das preagro Teilprojekt V-2 ist mit der Konzeption und der Entwicklung eines Management- und Informationssystem preagro MIS (premis) für das Projekt preagro beauftragt. Das während der bisherigen Laufzeit des Projektes entwickelte System besteht aus drei Teilen, die allesamt über das Internet nutzbar sind [Korduan 01].

- Das *preagro* Web dient der Präsentation von Projektzielen und –ergebnissen, sowie Informationen über das Precision Agriculture nach außen (externer Bereich) sowie der Information der Projektmitarbeiter mit projektinternen Informationen in einem internen Bereich. Für den internen Bereich werden neben den organisatorischen Informationen zum Projekt auch die eigentlichen Daten des Precision Agriculture verwaltet und bereitgestellt.
- Das *preagro* Meta wird durch ein Metainformationssystem repräsentiert, mit dem Metadaten erzeugt, geändert und gespeichert werden können, mit dem die Recherche über die im Projekt anfallenden GIS-Daten erfolgt, mit dem die Daten bereitgestellt und runtergeladen werden können und mit dem auch die Qualität der eingehenden Daten und Metadaten überprüft wird. Technisch besteht das *preagro* Meta aus einer Metadatenbank (MDB), den Metadaten und mehreren Skripten zur dynamischen Webseitenerzeugung und zur Manipulation der Metadaten.
- Das *preagro* Map wird durch die GIS-Daten repräsentiert und durch die Funktionen, mit denen die Daten kontrolliert, manipuliert und visualisiert werden können und mit denen auf sie zugegriffen wird.

Die Komponenten des *preagro* wurden bisher zu funktionsfähigen Komponenten ausgebaut und haben sich während der Projektlaufzeit intensiv bewährt. Nach den Nutzeranforderungen werden permanent Verbesserungen vorgenommen. Ein Ausbau und weitere Modularisierung sind vorgesehen. Neben der fast täglichen inhaltlichen Aktualisierung der externen und internen Daten lag das Hauptaugenmerk auch im letzten Projektjahr auf der Verbesserung der Datenqualität, der Funktionalität der Recherche und der Festlegung von verbindlichen Standards für die Metadaten und die Interoperabilität der GIS-Daten.

2 *Preagro* WEB

Die Trennung des internen vom externen Bereich erfolgt über einen durch Passwort geschützten Zugang für die Projektmitarbeiter und den Beirat.

2.1 *Rahmen für Titel, Autor und Institut*

Die externen Seiten enthalten folgende Rubriken:

- Darstellung des Projektes (Wissenschaft)
- Vorstellung der beteiligten Praxisbetriebe, Projektpartner und –Mitarbeiter
- Vermittlung von Grundlagenkenntnissen zum Precision Agriculture
- Darstellung von Zwischenergebnissen des Projektes
- Veröffentlichungen, Linksammlung, Veranstaltungen zu Precision Agriculture und *preagro*
- Jobangebote, Neuigkeiten, Diskussionsforum, Glossar

Das Layout für die externen Seiten wurde im zurückliegenden Projektjahr neu gestaltet, der Inhalt aufbereitet und die Funktionalität zur Aktualisierung der Seiten verbessert (siehe www.preagro.de). Zur besseren Formatierung der HTML-Seiten werden Cascading Stylesheets (CSS) eingesetzt. Die Aktualisierung der Liste der Neuigkeiten und Veröffentlichungen erfolgt über Eingabeseiten im internen Bereich. Dadurch kann die Aktualisierung direkt von den Arbeitsplätzen der Mitarbeiter aus erfolgen, ohne den Umweg über eine administrative Stelle.

2.2 *Interne Webseiten*

Die internen Seiten des *preagro* dienen den *preagro* Mitarbeitern sowie den am Projekt beteiligten Praxispartnern als wesentliches Informations- und Kommunikationsmittel in deren Projektarbeit. Es ist einerseits an die Bedürfnisse der Kommunikation zwischen den wissenschaftlichen Partnern angepasst und andererseits mit den Erfordernissen der Anwendung in der Praxis abgestimmt. Der interne Bereich ist gegliedert in die Rubriken Administration, Adressen, Aktivitäten, Beirat, Betriebsspiegel, BSCW, Datenbank, Formulare, Methoden, Mitteilungen, Neuigkeiten, Nutzerverwaltung, Statusberichte, Suche, Übersichtskarte, Veranstaltungen und Vorstand. Unter Aktivitäten ist ein Forum eingerichtet worden, in dem sich Projektmitarbeiter und Betriebsleiter über geplante Arbeiten auf den Schlägen informieren und selbst eintragen können. In der Rubrik Datenbank ist der Zugang zu den Geodaten im übergeordneten Metainformationssystem zu finden (siehe Abschnitt *preagro* Meta). Die monatlichen Statusberichte werden über das *preagro* eingegeben und übersichtlich zur Ansicht und für den Ausdruck dargestellt.

3 PREAGRO META

Als *preagro* Meta wird der Teil des Informationssystems bezeichnet, in dem die Metainformationen über die Geodaten im Precision Agriculture gespeichert, verwaltet und für die Recherche und Bestellung genutzt werden. Die Konzeption und Entwicklung des Metainformationssystems (MIS) ist die Hauptaufgabe im Teilprojekt V-2. Das MIS ist

eine Voraussetzung für den internet- und datenbankgestützten Datenaustausch im Projekt. Im folgenden wird zunächst das im *preagro* Meta verwendete Metadatenmodell beschrieben werden.

3.1 Metadatenmodell

Bei der Datenmodellierung war zunächst zu ermitteln, welche Daten im Precision Agriculture vorkommen und welche Metadaten darüber zu speichern sind. Die Art der Daten unterscheidet sich hauptsächlich hinsichtlich des Datenformates, des Typs der Daten und des Aufbaus der Sachdaten. Die vorkommenden Datenarten sind in der Hilfe zum *premis* aufgelistet. Die Metadaten lassen sich einteilen in:

- **Administrative Daten** zu Personen, Personengruppen, Institutionen, Projekten, Bestellungen, Benutzerparametern, Aktualisierungsinfos, Abonierungen, Zugriffsrechten
- **Dateibezogene Daten** zu Dateien, Datensätzen, Datenträgern, Formatbeschreibungen, Zugehörigkeiten, Archivierungen, Erfassungen, Bearbeitungen, Arten von Dateigruppen, Raumbezügen, speziellen Merkmalen der entsprechenden Fachsicht
- **Daten zur Beschreibung des Raumbezugs**, zu Regionen, Betriebsflächen, Schlägen, Koordinatensystemen, Relationen zwischen den Objekten
- **Expertenwissen** wie Literaturverweise, Begriffserklärungen, Abkürzungen, Methodenbeschreibungen, Relationen

Zur Beschreibung der Datensätze wurden zunächst Merkmale gesucht, die allen gemein sind. Es wurde festgestellt, dass allen Daten ein Raumbezug, ein Sachbezug und ein Zeitbezug zugeordnet werden kann. Diese Merkmale werden als zentraler Kern des *preagro* Meta betrachtet und sind Pflichtangaben. Damit ist also sichergestellt, dass alle Datensätze räumlich, zeitlich und sachlich wiedergefunden und bereitgestellt werden können. Die Merkmale sind im *preagro* Meta entsprechend nachfolgender Darstellung unterteilt und nach diesem Schema erweiterbar.

Raumbezug:

- **Regionen** (Kassow, Groß-Twülpstedt, Thumby, Landshut, Seda, TAS-Raguhn, Wimex, Zeilitzheim)
- **Betriebe** (Ksg, Qei, Gtw, Baa, Akn, Wul, Rod, Rep, Pet, Lan, Sel, Que, Rag, Ros, Rae, Bec, Thy, Gun, Ess, Ham, Gpl, Rei, Gw1, Gw2)
- **Schläge** (mit/ohne Precision Agriculture bewirtschaftet) ohne Aufzählung
- **Sachbezug**
- **Kategorien** (Ackerschlagkartei, Applikationen, Betriebsinformationen, Boden, Bonituren, Ertrag, Fernerkundung, geogr. Basisinformationen, Ökologie)
- **Datenarten** (Anbaudaten, Aussaatkarten, Bodendaten, Boniturdaten, Deckungsbeitragskarten, topographische Karten, Reichsbodenschätzungskarten, digitale Geländemodelle, Eca-Daten, Ertragspotential, Ertragskarten, Düngung, Luftbilder, NIR-Daten, Schlagumringe ...)

Zeitbezug

- Erfassungsdatum, Bearbeitungsdatum, Archivierungsdatum, Planungsdatum, Datum der Prüfung der Daten

Die Einteilung ist hierarchisch, damit eine Strukturierung vom "Großen ins Kleine" möglich ist. Die Zuordnung der Datensätze innerhalb des Begriffsraumes für Raum-, Zeit- und Sachbezug lässt sich in einem 3-dimensionalen Koordinatensystem veranschaulichen (siehe Abb. 3.1-1).

Da sich Datensätze auch auf mehrere Betriebe oder gar Regionen, z. B. Luftbilder und Satellitenbilder, beziehen lassen, können einem Datensatz auch mehrere Punkte im Metaraum zugewiesen werden. Die Mindestangaben für Datensätze im *preagro* Meta werden Koordinaten im Metaraum genannt und ähnlich wie räumliche Koordinaten einer Entity zugeordnet. Die Punkte im Metaraum werden als Metaentities bezeichnet.

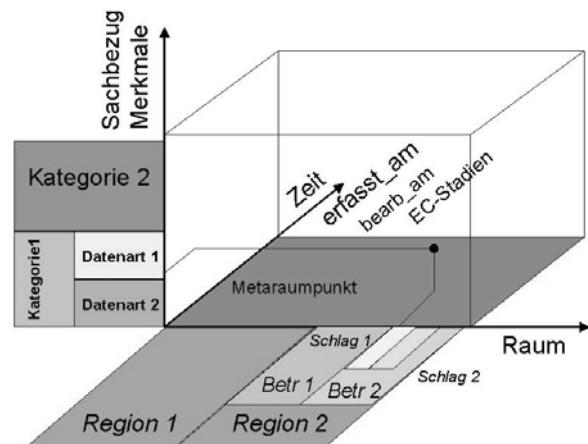


Abb. 3.1-1: Die Veranschaulichung des Raum-, Zeit- und Sachbezuges durch den Metaraum

Das Modell des Metaraumes lässt sich auch für die Darstellung der Relationen zwischen den Datensätzen, den Benutzern des *preagro* Meta und den Aktionen (z. B. lesen, schreiben, löschen) anwenden. Hier steht die Frage: „wer darf womit was tun?“, wobei mit wer immer eine Gruppe gemeint ist und eine Gruppe aus mindestens einem Benutzer besteht. Diese Metaräume sind in Tabellen einer relationalen Datenbank abgebildet (siehe Abschnitt 3.4). Die wichtigsten Metadaten werden über eine Dateinamenskongvention an die Dateien gebunden. Die Verknüpfung der Dateien auf dem Datenträger mit den Metadaten in der Datenbank erfolgt jedoch über die Speicherung der Pfadangabe in der Metadatenbank.

3.2 Umsetzung in Dateinamenskongvention

In verteilten Systemen, wie dem der Datenverarbeitung im *preagro*-Projekt ist es erforderlich, die Dateinamen der GIS-Daten zu vereinheitlichen. Folgende Vorteile entstehen dadurch:

- Wesentliche Metadaten werden direkt an die Datensätze gebunden.
- Es treten keine Doppelbenennungen auf.
- Jeder Mitarbeiter kann einen Datensatz eindeutig identifizieren.
- Die Aktualisierung vorhandener Datenbestände auf lokalen Rechnern kann automatisiert werden.
- Die im Dateinamen enthaltenen Metadaten können automatisch in die Metadatenbank übernommen werden.
- Die Dateien können automatisch in einer definierten Verzeichnisstruktur gespeichert werden.
- Die Datensätze stehen automatisch für einen online Zugriff zur Verfügung.
- Die Datenerzeuger bzw. Lieferanten sind gezwungen, die Metadaten bereits bei der Erzeugung der Daten anzugeben.

Die für das Verbundprojekt entwickelte Dateinamenskongvention definiert die:

- Reihenfolge der Komponenten (Lage, Datenart, Datum, Koordinatensystem)
- Zulässige Abkürzungen
- Format für Datumsangaben
- Trennzeichen
- Erweiterbarkeit

Die möglichen Abkürzungen für Schläge, Datenarten und Koordinatensysteme sind in der Metadatenbank enthalten und können somit automatisch abgeprüft werden. Für eine umfangreiche und detaillierte Recherche und Verarbeitung der Datensätze sind mehr Metainformationen erforderlich, die natürlich nicht alle im Dateinamen festgehalten werden können. Dafür sind separate Dateien in einem offenem standardisierten Textformat wie der eXtensible Markup Language [XML] (siehe Abschnitt 3.5) vorgesehen.

3.3 Anwendungsfallanalyse in UML

Zur Beschreibung der Nutzungsmöglichkeiten des MIS wurde eine Anwendungsfallanalyse durchgeführt. Anwendungsfälle (use case) und Abläufe bei der Nutzung (activity) wurden in use case- und activity-Diagrammen der Unified Modeling Language (UML) beschrieben. UML ist geeignet, Metainformationssysteme im Bereich von Geo-Informationssystemen zu modellieren und zu dokumentieren [Busse et. al. 97]. Die Nutzung von UML ermöglicht eine implementierungsunabhängige, standardisierte und objektorientierte Sicht auf die Nutzung des MIS. Ein Anwendungsfall ist in der Terminologie der UML die Beschreibung von aufeinanderfolgenden Aktionen, die ein System ausführt und die ein beobachtbares Ergebnis für einen Akteur hervorbringt [Booch et. al. 99]. Es werden Interaktionen von Akteuren außerhalb des Systems mit dem System selbst beschrieben. Anwendungsfälle sind dazu geeignet, das beabsichtigte Verhalten zu visualisieren, zu spezifizieren, zu konstruieren und zu dokumentieren.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Anwendungsfälle zu generalisieren und somit eine unterschiedlich detaillierte Sicht auf das Verhalten des Systems zu bieten. An Hand der Beschreibung der Anwendungsfälle und der activity-Diagramme sollen Nutzer das Metainformationssystem verstehen können und Entwickler es implementieren können.

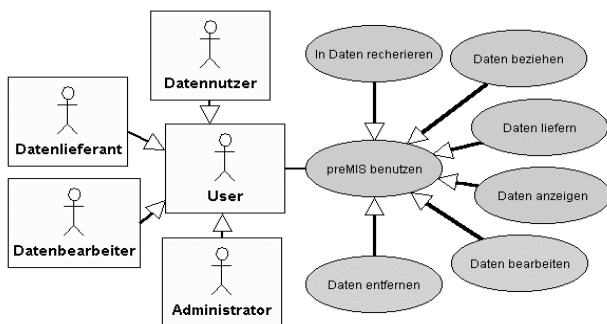


Abb. 3.3-1: UML use case "preMIS benutzen" mit den actors

Der Anwendungsfall "preMIS benutzen" stellt die Generalisierung aller anderen dar. Die Spezialisierungen sind in Abbildung 3.3-1 dargestellt. Zu jedem der Anwendungsfälle wurden weitere Spezialisierungen dargestellt und activity-Diagramme erstellt. In Abbildung 3.3-2 ist beispielhaft ein activity-Diagramm des use case "Datensätze entfernen" dargestellt.

Die Anwendungsfälle sind für unterschiedliche Akteure beschrieben. So ist das Löschen von Datensätzen z.B.

nicht den Datennutzern gestattet. Eine Person kann also verschiedene Rollen als Akteur annehmen. Die activity-Diagramme beschreiben anschaulich die Abläufe zur Nutzung des MIS. Sie wurden im reverse engineering [Booch et. al. 99] erstellt, also in Anlehnung an die Implementierung des *preMIS*. Es ist vorgesehen, das endgültige Datenbankschema der Metadatenbank auch in UML zu dokumentieren (siehe Abschnitt 5).

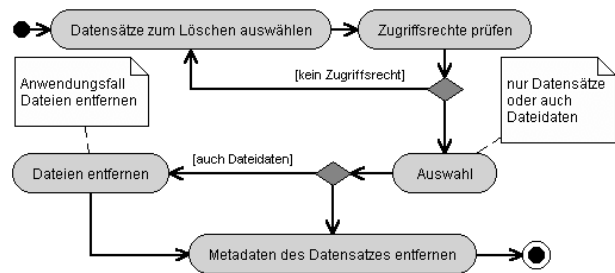


Abb. 3.3-2: Activity-Diagramm des use case „Datensätze entfernen“

3.4 Implementierung des Metainformationssystems

In diesem Abschnitt wird die Implementierung des MIS im *preMIS* Meta dargestellt. Zunächst wird die Metadatenbank beschrieben, dann die implementierte Rechercheoberfläche, die Dienste zum Abonnieren der Newsletter sowie das Konzept zur Sicherung der Zugriffsrechte.

3.4.1 Metadatenbank und Metadatenverwaltung

Die relationale Metadatenbank wurde zunächst als Access-Datenbank entwickelt und anschließend über ODBC in eine MySQL-Datenbank [MySQL] auf den Server übertragen. Neue Tabellen und Änderungen an vorhandenen Tabellen werden über das internetbrowsergestützte Administrationstool „phpMyAdmin“ in die MySQL-Datenbank übernommen. Änderungen an und manuelle Eingabe von Datensätzen erfolgt über Access. Die Tabellen der MySQL-Datenbank sind in Access nur als Verknüpfungen über ODBC enthalten. Dadurch kann die komfortable Benutzeroberfläche von Access auf der, mit den Web Seiten über die Skriptsprache PHP [PHP] verbundenen, MySQL-Datenbank genutzt werden.

Die Metadatenbank umfaßt derzeit ca. 120 Tabellen. In der Übersicht 3.4-1 sind die wesentlichen Tabellen in Gruppen zusammengefasst.

Tabelle 3.4-1: Gruppierung von Tabellen in der Metadatenbank

Benutzerdaten	Datensatzdaten
Personen	Datensätze
Institutionen	Dateien
Personengruppen	Datenartabh. Metadaten
Zugriffsrechte	Datensatzrelationen
Bestellungen	Datenträger
Benutzerparameter	
Aktualisierungsinfos	
Abonierungen	
Aktivitäten	
Metaentities	Expertenwissen
Regionen	Literaturquellen
Betriebe	Verzeichnisse
Schläge	Medien
Datenarten	Begriffe
Schlagkategorien	

Hinzukommen weitere Tabellen zur Auflösung von n:m-Beziehungen z.B. für Personen zu Personengruppen, Datensätze zu Bestellungen oder Dateien zu Datensätzen. Die Tabellen zur Beschreibung der datenartabhängigen Metadaten nehmen die größte Anzahl ein, da für jede Datenart eine eigene Tabelle existiert.

3.4.2 Benutzeroberfläche

Die im *fremis* implementierte Benutzeroberfläche unterstützt die in UML dargestellten Anwendungsfälle (siehe Abschnitt 3.3). In der ersten Maske -der Grobauswahl- können ein, mehrere oder alle Regionen und Kategorien ausgewählt werden. In der darauffolgenden Auswahlmaske -der Detailauswahl- werden alle auf die Grobauswahl zutreffenden Metadaten zur weiteren Einschränkung angezeigt. Es kann auch jeweils gleich auf die Ergebnisanzeige umgeschaltet werden. In der Detailauswahl können u.a. die Datenart, der Betrieb, der Zeitraum für Archivierung, Änderung und Erfassung der Daten, das Layout, und Details zum Abonnement und News ausgewählt werden (siehe Abbildung 3.4-1).

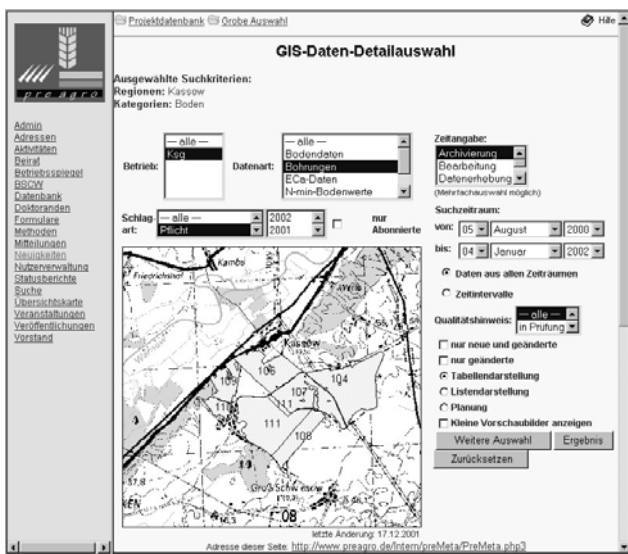


Abb. 3.4-1: Auswahlmenü zur GIS-Daten-Detaillwahl im *fremis*

Auch hier kann gleich in die Ergebnisanzeige oder eine weitere Detailauswahl gewechselt werden. Die „weitere Detailauswahl“ bietet eine zusätzliche Einschränkung nach Schlagname, Koordinatensystem und Format. Die zur Verfügung gestellten Auswahlfelder enthalten jeweils nur bereits in der MDB registrierte Begriffe. Die Kriterien, nach denen recherchiert werden kann, wurden entsprechend den Anforderungen der Mitarbeiter im gesamten Projekt ausgewählt und ständig erweitert. Von jeder Auswahlmaske und der Ergebnisanzeige kann zur jeweils vorherigen Auswahl gesprungen werden. Dabei werden die jeweils vom Benutzer zuletzt gewählten Einstellungen als Voreinstellungen gesetzt. Diese sogenannte „Suchmaske“ über die Metadaten wird für jeden Benutzer abgespeichert, so daß eine Recherche zwischendurch abgebrochen werden und später fortgesetzt werden kann [Zw.Ber. 01]. Über diesen Mechanismus ist auch die Speicherung von Rechercheergebnissen bzw. Datengruppierungen für wiederkehrende Anforderungen möglich (siehe Abschnitt 5).

Die Benutzeroberfläche der Ergebnisansicht ist in verschiedenen Layouts implementiert. Die Listendarstellung ermöglicht einen Ausdruck mit allen

Metainformationen zu den Datensätzen. Die Tabellendarstellung ist besser geeignet zum Vergleich der Metainformationen in Spalten. Die Ergebnisse werden geordnet nach Datenart angezeigt. Die nachgeordnete Sortierreihenfolge ist Region, Betrieb, Datensatzname und Format.

Das Layout zur Darstellung geplanter Datensätze lässt eine freie Auswahl der Sortierreihenfolge zu. Einige Metainformationen werden aus Übersichtlichkeitsgründen erst nach dem Anklicken von Icons oder Links angezeigt. Das betrifft derzeit Angaben zu den Dateien des Datensatzes, zur Datenart, zum Status des Datensatzes und zur Sachdatendefinition der dbf-Tabellen für ArcView-Sachdaten. Über die Ergebnisanzeige ist auch die Funktionalität zur Eingabe, Änderung, Löschung, Bestellung [ZwBer. 00], Export (siehe Abschnitt 3.5) und Visualisierung (siehe Abschnitt 4.3) der Daten und der dazugehörigen Metadaten erreichbar. Dazu zählt auch das Bestätigen von Aktualisierungshinweisen. Für jeden Benutzer wird angezeigt, wenn ein Datensatz neu oder geändert worden ist. Diese Aktualisierungshinweise bleiben solange bestehen, bis der Benutzer sie für sich bestätigt. Auf diese Weise ist es dem Benutzer möglich, ohne große Suchmanöver immer auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Darauf aufbauend ist auch die Funktion zum Abonnieren von Daten und der Newsletter, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

3.4.3 Abonnements und Newsletter

Als wesentliches Erfordernis an ein MIS wurde die Möglichkeit eingestuft, sich als Benutzer vom System aktiv über neue Datensätze und Änderungen daran informieren zu lassen. Grundsätzlich hat der Benutzer im *fremis* die Möglichkeit, aktiv durch Recherche im Datenbestand neue und geänderte Daten herauszufiltern. Jedoch hat es sich im Laufe der Projektlaufzeit gezeigt, dass konventionelle Informationsbeschaffung per E-Mail auf breite Akzeptanz bei den Benutzern stößt. Im *fremis* können daher die Benutzer bestimmte Datentypen abonnieren und bekommen so in regelmäßigen Abständen automatisch vom System eine E-Mail mit der Angabe aller neuen oder geänderten abonnierten Datensätze. In der Mail ist außerdem ein Link gesetzt, von dem der Benutzer direkt in die Ergebnisansicht des *fremis* gelangt. Dort kann der Benutzer die Daten gleich bestellen, herunterladen, seinen eigenen lokalen Datenbestand aktualisieren und die Aktualisierungshinweise bestätigen. Erfolgt keine Bestätigung werden diese im nächsten Newsletter erneut gemeldet.

Es handelt sich also beim *fremis* nicht nur um ein passives MIS, sondern auch um ein aktives Meldesystem, welches zeit-, raum- und aufgabengebundene Informationen für das Precision Agriculture bereitstellen kann. Diese Funktion stellt auch eine Basis für Entscheidungsunterstützungssysteme dar und kann als aktive Komponente in einem automatischen Work flow des Precision Agriculture Prozesses betrachtet werden (siehe Abschnitt 5).

3.4.4 Benutzerrechte

Neben einer benutzerorientierten Bedienoberfläche ist der an Benutzer gebundene Zugang zum Informationssystem und zu den Daten zu gewährleisten. Im *fremis* werden verschiedene Stufen der Zugriffsrechte unterschieden. Der Zugang zum externen Teil des *preagro* Web ist allen offen, der zum internen ist nur Projektmitarbeitern und dem Projektbeirat gestattet. Innerhalb des internen Bereiches haben alle Benutzer Zugriff auf die Metadaten des Systems. Der Zugriff auf die GIS-Daten selbst sowie die Rechte zur Manipulation der Metadaten ist jedoch weiter differenziert. Die Authentifizierung erfolgt über den

Mechanismus des „Apache“ Web Servers [Eilebrecht 98]. Haben sich die Benutzer einmal für eine Sitzung angemeldet, stehen die Benutzernamen zur weiteren Differenzierung der Rechte zur Verfügung. Im *premis* sind die Rechte an Personengruppen gebunden. Je nach Gruppenzugehörigkeit sind die Menüleisten für die Funktionalität im *premis* gesondert angepaßt. So bekommen z.B. nur diejenigen Benutzer einen Link zum Ändern eines Datensatzes angezeigt, wenn sie ihn auch ändern dürfen. Es besteht also eine seitenbezogene und eine datenbezogene Zugriffsbeschränkung. Die Zugriffsbeschränkung auf Datensätze ist an deren Metadaten gebunden. Die Zuordnung von Rechten erfolgt über die Festlegung von oberen und unteren Grenzen im Metaraum.

Die Grenzen 29012000-2912999; 41070000-41070999; 096-096 gelten z.B. für alle DGM-Daten (KategorieID 29, DatenartID 12) des Betriebes Queis (RegionID 41, BetriebID 70), die vom Datenerfasser Müller (PersonID 96) sind. Es ist sowohl die Zuweisung von Rechten, als auch der Ausschluß solcher implementiert. Es wird immer erst der Ausschluß von Rechten und anschließend die Zuweisung in der Metadatenbank abgefragt (denied-allowed). Die Zugriffsrechte an Daten stellen selbst Metadaten dar.

3.5 Metadatenstandardisierung

Der Metadatenstandardisierung wird eine große Bedeutung beigemessen. Um die Vielzahl an möglichen Metadaten für Precision Agriculture GIS-Daten einzuschränken, wurden representative Daten für jede Datenart abgeleitet und entsprechend den Anforderungen im *preagro*-Projekt festgelegt. Die im *premis* verwendeten Metadaten waren zunächst nur in der MySQL-Metadatenbank gespeichert. Um die Metadaten und damit auch die Daten über die Projektlaufzeit hinweg und auch unabhängig vom verwendeten Informationssystem benutzen zu können, wurde ein bestehender Metadatenstandard gesucht. Es existieren eine Reihe von Standardisierungsbestrebungen auf dem Gebiet der Geodaten. Wichtige Ansätze sind der Standard 19115 des ISO/TC211, der europäische Standard des CEN TC278, der CSDGM des FGDC und die Standardisierungsbestrebungen des OGC [Moßgraber 97], [Huber 01].

Die Entscheidung fiel auf den international verbreiteten und seit 1998 festgelegten Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM) [CSDGM] des Federal Geographic Data Committee (FGDC), der nicht mehr nur in der Entwurfsphase ist, viele der verwendeten Metadaten schon beinhaltet, der erweiterbar ist, eine weite Verbreitung hat und auch in der Benutzung nicht zu kompliziert ist [Grenzdörffer, Korduan 01]. Zur Darstellung der *premis*-Metadaten im CSDGM wurde eine Exportschnittstelle erstellt. Darüber lassen sich für jeden einzelnen Datensatz gesonderte XML-Dokumente erzeugen (siehe Abbildung 3.5-1). Es wurde XML als Ausgabe- und Metadatenübertragungsformat gewählt, weil sich die Sprache mittlerweile zum Standard für strukturierte Textinformationen in vielen Bereichen der IT-Landschaft z.B. auch der Umwelt-informatik [Tochtermann, Rieckert 01] etabliert hat und auch in der Landwirtschaft Einzug hält [Deininger 01], [PLM-System]. Im *premis* werden die XML-Dokumente „on the fly“ erzeugt und mit dem Namen der GIS-Datensätze und der Erweiterung „xml“ abgespeichert. Dies entspricht auch dem Metadatenkonzept von „ArcCatalog“, der Metadatenkomponente der Version 8 von „ESRI ArcGIS“ [ArcCatalog]. Die Metadaten lassen sich dadurch also direkt im GIS anzeigen, verändern und somit auch für das

innerbetriebliche Datenmanagement verwenden. Zur Eingabe und Manipulation der Metadaten stehen verschiedene auch kostenfreie Programme zur Verfügung [tkme], [Metadata Collector].

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<!DOCTYPE metadata (View Source for full doctype...)>
- <metadata>
- <idinfo>
- <citation>
- <citeinfo>
- <origin>Dipl. Ing. agr. Ruprecht Herbst, Universität Kiel Institut für
Pflanzenernährung und Bodenkunde</origin>
<pubdate>04.09.2001</pubdate>
<title>Bohrungen, 30.08.2001, Schlag: 106, Teilschlag 1, 2001, Betrieb:
KSG Agrargesellschaft mbH (ksg106-1_bohrp_gk4)</title>
- <pubinfo>
<pubplace>Rostock, Justus von Liebig Weg 6</pubplace>
<publish>Universität Rostock, Institut für Geodäsie und Geoinformatik,
Peter Korduan</publish>
```

Abb. 3.5-1: CSDGM-konforme XML-Ausgabe von Metadaten zu einem Datensatz im *premis*

Metadatenelemente, die im CSDGM nicht vordefiniert sind, für Precision Agriculture Daten aber erforderlich sind, werden entsprechend der Erweiterungsmöglichkeiten des CSDGM standardisiert. Es soll, ähnlich wie auch schon z.B. für biologische Daten oder demographische Daten, ein Profil für Precision Agriculture Daten erstellt werden [CSDGM]. Die Aufnahme von Prozessdaten aus dem IMI [Linseisen et.al. 00] als Metainformation der GIS-Daten und eine entsprechende Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der TU-München in Weihenstephan vorgesehen.

4 *Preagro* MAP

Das *preagro* Map umfaßt den gesamten Bereich der Daten im *premis*. Er umfaßt die Gewährleistung der Datenqualität, die Datenstandardisierung und die Bearbeitung und Visualisierung der GIS-Daten, die durch das *preagro* Meta beschrieben sind.

4.1 Datenqualität

Die Ansprüche an die Qualität der GIS-Daten und der dazugehörigen Metadaten entwickeln sich ständig weiter und sie sind abhängig vom Entwicklungsstand der Module im Projekt. Folgende Aspekte zur Datenqualität im Projekt wurden erkannt:

- Die Datenansprüche der TP orientieren sich auch für Untersuchungs- und Entwicklungsschläge eher am Maximum, um z.B. Ursache - Wirkungsbeziehungen nachweisen zu können.
- Die Ansprüche an die Qualität der Daten unterscheiden sich zwischen den wissenschaftlich orientierten TP (individuelles Datenformat möglich, viele beschreibende Daten zur Methode, Verwendbarkeit etc.) und den am Management orientierten TP (geometrisch einwandfreie, einheitlich strukturierte, vollständige und termingerechte Datensätze).
- Die Form und Qualität der Daten sind von den Daten erhebenden TP festgelegt worden, haben sich im Laufe der Zeit verändert und sind nicht immer an den Erfordernissen der Anwender orientiert gewesen.
- Einige Daten existierten in den einzelnen TP bzw. zwischen den einzelnen TP und waren noch nicht im *premis* für jeden verfügbar.
- Die Metadatenlage auf den einzelnen Schlägen war unterschiedlich.
- Redundante Erfassung betrieblicher und schlagbezogener Daten (z.B. Schlagkartei, Schlagübersicht und Schlagumringsdatei) führten zu inkonsistenten Daten.

- Die Kontrolle der Datenqualität war nicht ausreichend geklärt.
- Die Einhaltung von Datenlieferungen, Qualitätsstandards und Terminen mußte noch besser überprüft werden.
- Die Kennzeichnung der Aktualität der Daten war bisher unzureichend.
- Die zur Verfügung gestellten Möglichkeiten im *premis* könnten besser genutzt werden.

Auf Grund der aufgeführten Aspekte zur Datenqualität wurde das Konzept zur Verbesserung der Qualitätssicherung und Kontrolle [ZB 2001] erarbeitet und im letzten Projektjahr umgesetzt. Das Konzept beinhaltet die Abstimmung der Datenqualität zwischen den Datenerhebenden und den Datennutzern, die Festlegung von Standards und als wichtigstes Element eine zentrale Kontrolle und Aktualisierung der in das *premis* einfließenden Daten. Das Konzept wurde durch zusätzliche personelle Kapazität umgesetzt, so daß folgende Aufgaben erfüllt wurden:

- Kontrolle der Daten und Metadaten entsprechend vereinbarter Qualitätsstandards (Vollständigkeit, absolute und relative geometrische Genauigkeit, Richtigkeit, Format, Aktualität) durch Vergleich mit den anderen Daten und Vereinbarungen
- Überwachung der terminlichen Festlegungen zu den erhobenen Daten und Metadaten
- Abfrage und Import von Informationen und Metadaten zu durchgeführten Maßnahmen auf den Betrieben
- Abfragen von Daten aus den TP, die keine definierten Daten für einzelne Module liefern müssen
- Laufendhaltung der Schlagdaten und Aktualisierung von schlagbezogenen Sachdaten

Insbesondere auf die Erfassung und Festlegung von für Precision Agriculture allgemeingültigen Standards und das Erarbeiten von automatisierten Erfassungs- und Prüfungsmechanismen wurde besonderes Augenmerk gelegt, um die Nachhaltigkeit der Daten auch über die Projektlaufzeit hinaus zu gewährleisten. Daher werden diese Themen in gesonderten Abschnitten behandelt. Details zur Datenprüfung werden im nächsten Abschnitt beschrieben, Standardisierung der Metadaten im Abschnitt 3.5 und die der Sachdaten im Abschnitt 4.1.2.

4.1.1 Datenprüfung

Zur Verbesserung der Datenqualität wird die vom Datenhersteller unabhängige Prüfung der Daten und Metadaten durchgeführt. Nachdem die Daten im *premis* eingelesen sind, bekommen sie zunächst den Vermerk „zur Prüfung vorgesehen“ und für die Dauer der Prüfung „in Prüfung“. Anschließend werden Bemerkungen zur Prüfung der Qualität als Metadaten gespeichert.

Für die Prüfung der Metadaten wurden Skripts geschrieben. Z.B. für die Prüfung zur Einhaltung der Dateinamenskonvention, die Gültigkeit der Links auf die Datensätze sowie die Korrektheit der Zugriffsmechanismen.

Die Prüfung der GIS-Daten erfolgte manuell im ArcView GIS. Geprüft werden Vollständigkeit der Dateien, korrekte Lage im angegebenen Koordinatensystem, korrekter Zuschnitt auf Schlag-umring und die Vollständigkeit und richtige Formatierung der Sachdaten (siehe nächsten Abschnitt 4.1.2).

4.1.2 Sachdatenstandardisierung

Der Standardisierung der Sachdaten im Precision Agriculture GIS wird große Bedeutung beigemessen. Die Vereinheitlichung der Daten ist dienlich für:

- die Verständlichkeit der Daten,
- die Prüfbarkeit,

- die Automatisierung der Datenverarbeitung und der Metadatenextraktion und
- den Datenaustausch zwischen verschiedenen Benutzern und verschiedenen Systemen.

Die Vereinheitlichung der Sachdaten erfolgte so, dass die Attribute verschiedener Datenlieferanten der gleichen Datenart gesammelt, homogenisiert und festgelegt wurden. Definiert wurden dazu eine abgekürzte Bezeichnung, die lange Bezeichnung, die Beschreibung, der Bereich, die Einheit des Wertes, der Datentyp und das Format. Definiert wurden bisher die Sachdaten für die Datenarten Aussaat, Bohrpunkte, Bonituren, Ertragskartierungen, Ertragspotentialkarten, N-Düngung, Schlagumringe und Wachstumsregulatoren. Hinzukommen sollen noch Angaben darüber, welche Felder Pflichtangaben, optional oder abhängig von anderen Feldern sind (siehe Abschnitt 5).

4.2 Transformationsdienst

Durch die Verwendung von GPS im Precision Agriculture werden hauptsächlich ellipsoidische WGS 84-Koordinaten aufgezeichnet oder für die Applikationen verwendet. Dennoch liegen eine Vielzahl vor allem von Grundlagendaten im ebenen G/K Bessel-System vor. Der Übergang zwischen den Systemen ist daher ein notwendiger Dienst im Precision Agriculture. Die Transformationen werden für Shape-Dateien mit dem Programm „Geographic Calculator“ [Blue Marble] und für Images in „Erdas“ mit einheitlichen Parametern durchgeführt. Für die ebene Abbildung von WGS 84-Koordinaten wird das UTM-System verwendet. Der größte Teil der Datensätze steht im *premis* sowohl in ebenen als auch in ellipsoidischen Koordinaten zur Verfügung. Auch in diesem Bereich ist eine Automatisierung mit Programmen anzustreben. Derzeit steht für das *premis* im Internet noch keine Echtzeit-Lösung zur Verfügung. Der Vorteil einer solchen Lösung läge darin, dass die Datensätze und damit auch alle dazugehörigen Metadaten nur noch in einem Koordinatensystem vorgehalten werden müßten.

4.3 GIS-Datenvisualisierung

Zur Visualisierung der GIS-Daten wurde das Java-Programm „JShape“ [JShape] im *premis* integriert. Aus der Ergebnisansicht heraus lassen sich damit alle Shapes in ebenen Koordinatensystemen in einem GIS-Viewer betrachten, zoomen und verschieben. Die Darstellung ist als Metainformation gedacht, da keine Sachdatenabfrage unterstützt wird und die graphische Auflösung nur der des Bildschirmes entspricht. Zur benutzerbezogenen Ansicht und zur Bearbeitung der GIS-Daten über einen Internet-Server wurde der „UMN-MapServer“ [MapServer] auf dem *preagro*-Server installiert. Damit lassen sich zukünftig bestimmte Standardanalysen schon im *premis* durchführen. Der Transformationsdienst (siehe Abschnitt 4.2) soll versuchsweise noch in das *premis* implementiert werden (siehe Abschnitt 5). Die Benutzeroberfläche des MapServer läßt sich über das dazugehörige PHP-Modul an die Anforderungen des *preagro* Map angepasst.

4.4 Serverstatistik

Im MIS sind derzeit 20030 Dateien, 5880 Datensätze mit 5910 Metapunkten erfasst. Es wurden 3250 Bestellungen abgearbeitet und 69270 Datensätze mit 70140 Dateien vom Server runtergeladen. Pro Tag wurden durchschnittlich 2100 Anfragen auf 310 Seiten mit 50 MByte Datenübertragung bearbeitet. Die Gesamtmenge an verschickten Daten in insgesamt 58 Nationen liegt zur

Zeit bei 41 GByte. Die Speicherkapazität des Servers ist mit ca. 15 GByte in etwa zur Hälfte ausgelastet.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit dem *freemis* ist ein Management- und Informationssystem für das Precision Agriculture konzipiert und entwickelt worden. Der Bestandteil *freagro* Web dient hauptsächlich der Präsentation des Projektes nach außen.

Preagro Meta ist der Teil, in dem die Metainformationen zu den administrativen, dateibezogenen, den Raum beschreibenden und Expertendaten in einem Metainformationssystem gespeichert und verarbeitet werden. Durch die Metadaten in der Datenbank kann über das internetgestützte und benutzerorientierte Recherchesystem differenziert auf die GIS-Daten im *freagro* Map zugegriffen werden. Zur Gewährleistung der Datenqualität wurden eine Dateinamenskonvention, Kontrollabläufe und eine weitestgehende programmtechnische Unterstützung der Metadatengenerierung erarbeitet. Die Bereitstellung und Erweiterung einer Metadatenchnittstelle zum CSDGM und die Homogenisierung und Beschreibung der GIS-Daten bilden die Voraussetzung zur Automation des inner- und überbetrieblichen Datenmanagements im Precision Agriculture und dessen Work flow. Es wurde ein MapServer eingerichtet, auf dessen Basis online-Dienste zu den GIS-Daten angeboten werden können.

LITERATURVERZEICHNIS

- [ArcCatalog] ArcGIS 8.1 Documentation, ArcCatalog, www.esri.com/software/arcgis/arcview/overview2.html
- [Blue Marble] Marble] Homepage: www.bluemarblegeo.com/products.asp?id=110
- [Booch et. al. 99] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., Das UML-Benutzerhandbuch, Addison-Wesley, München 1999
- [Busse 97] Busse, S., Kutsche, R., Schöning, C., Metainformation im Bereich Umwelt- und Geoinformationssysteme, Forschungsbericht des Fachbereiches Informatik Nr. 97-25, Technische Universität Berlin 1997
- [CSDGM] Content Standard for Digital Geospatial Metadata, Federal Geographic Data Committee, www.fgdc.gov/metadata/contstan.html
- [Deininger 01] Deininger A., Nutzungsmöglichkeiten der XML und XSLT für die Darstellung und Transformation landwirtschaftlicher Informationen, Zeitschrift für Agrarinformatik, 1/2001
- [Eilebrecht 98] Lars Eilebrecht, Apache Web-Server, MITP Verlag GmbH Bonn 1998, ISBN 3-8266-0438-5
- [Grenzdörffer, Korduan 01] Grenzdörffer, G., Korduan, P., Informationsmanagement und Konzepte des Precision Agriculture als Beitrag zur "Gläsernen Produktion" im Pflanzenbau, Rostocker Agrar- und Umweltwissenschaftliche Beiträge, Universität-Rostock 2001, S. 243-252
- [Huber 01] Huber, U., Metadaten in der Geo-Informatik, Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme TU-München, TU-München 03/2001
- [Korduan 01] Internetbasiertes Informationssystem für das Verbundprojekt *freagro*, Landtechnik, 3/2001 Juni
- [JShape] Java-Applet GIS-Daten Viewer, www.jshape.com
- [Linseisen et.al. 00] Linseisen H., Spangler A., et.al., Daten, Datenströme und Software in einem Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion, Agrarinformatik 2/2000
- [MapServer] MapServer] Homepage: mapserver.gis.umn.edu/index.html
- [Metadata Collector] NOAA Coastal Services Center, ArcView® Metadata Collector v2.0 Extension, www.csc.noaa.gov/metadata/text/download.html
- [Moßgraber 97] Moßgraber J., Konzeption, Entwurf und Umsetzung eines Metadatenmodells zur Interpretation und

Verwaltung von Informationen mit geographischem Bezug, 03.05.1997,

aragon.iitb.fhg.de/moss/publications/Diplomarbeit/Diplomarbeit.html

[MySQL] Homepage: www.mysql.com

[PHP] Homepage: www.php.net

[PLM-System] Produktions-Lieferketten-Managementsystem, FH-Bingen, pnr.fh-bingen.de

[tkme] tkme - Metadata Entry Tool, www.state.wi.us/agencies/wlib/sco/metatool/tkme.htm

[Tochtermann, Riekert 01] Tochtermann, K., Riekert, W., Neue Methoden für das Wissensmanagement im Umweltschutz, metropolis Verlag Marburg 2001, ISBN 3-89518-340-7

[XML] W3C Extensible Markup Language, www.w3.org/XML

[Zw.Ber. 00] *freagro*-Zwischenbericht 2000, www.preagro.de/Ergebnisse/Zwischenbericht/Inhalt.htm

[Zw.Ber. 01] *freagro*-Zwischenbericht.2001, www.preagro.de/Ergebnisse/Zwischenbericht2001/Inhalt2001.htm

Estimation of evapotranspiration rates for willow- and reedstands in a riverine fen

Dipl.-Ing. ENRICO FRAHM, Prof. Dr. KONRAD MIEGEL
Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock

KURZFASSUNG: Gegenstand der Arbeit sind Untersuchungen zum Wasserhaushalt der für die nordostdeutsche Tiefebene typischen flussbegleitenden Niedermoore der Warnow mit Hinblick auf ihre Wirkung auf das Abflussverhalten des betroffenen Flusssystemes. Anlass der Untersuchungen waren Beobachtungen von Abflussdefiziten entlang der Warnow die bislang nicht erklärt und quantifiziert werden können. Das Abflussverhalten der Warnow wird wesentlich durch den Wasserhaushalt ihrer Auenbereiche und damit ihrer flussbegleitenden Moore beeinflusst. Bisherige Untersuchungen dazu haben grundlegende Kenntnisdefizite im Prozessverständnis aufgezeigt. Die genauere Beschreibung und Quantifizierung eines wichtigen Elements in diesem Prozessgefüge, das der Evapotranspiration, wird das Thema der hier vorgestellten Untersuchungen sein. Das Ziel dieser Arbeit ist, durch umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur hydrologischen, klimatologischen und phytologischen Situation am Beispiel der flussbegleitenden Moore der Warnow, aussagekräftige Parameter zur Bestimmung der realen Evapotranspiration zu erhalten. Dazu sollen Modelle genutzt, in denen die so ermittelten Parameter, insbesondere die vegetationspezifischen Parameter aerodynamischer Bestandswiderstand und Oberflächenwiderstand, kalibriert und validiert werden können. Mit den so geschaffenen Modellen soll es ermöglicht werden, die reale Evapotranspiration für den Standort der Warnowtalmoore zu simulieren und die Übertragung der Ergebnisse auf andere Flusstalmoore vorzunehmen. Mit diesem Vorhaben wird durch die Entwicklung von Ansätzen zur Quantifizierung und Vorhersage von Wasserverlusterscheinungen, mit Hinblick auf die Verdunstung, eine wichtige Voraussetzung geschaffen, um in Zukunft eine gekoppelte, hydraulische Simulation von Oberflächengewässern und ihren uferbegleitenden Feuchtgebieten zu ermöglichen.

ABSTRACT: The purpose of this study is to investigate the water regime of the riverine fens of the River Warnow facing their effects, on the discharge behavior of the river system. Unexplained and not quantified discharge deficits along the river Warnow gave reasons to further research. The discharge behavior of the river Warnow is affected substantially by the water regime of their floodplains including their riverine fens. The specification and quantification of an important element in this process structure, the evapotranspiration, will be the topic of the investigations in this presentation. The aim of this study is to obtain meaningful parameters for the determination of the actual evapotranspiration by carrying out extensive investigations as an example to the hydrologic, climatological and phytological situation of the riverine fens of the river Warnow. Additionally, models will be used for calibrating and validating the acquired parameters especially the vegetation specific parameters aerodynamic resistance and surface resistance. After establishing those models it should be possible to simulate the actual evapotranspiration for the riverine fens of the river Warnow and to apply to other riverine fens. This project is supposed to be a good precondition for the future modeling of a coupled, hydraulic simulation of surface waters and their floodplains.

1 VERANLASSUNG

Gegenstand der Arbeit sind Untersuchungen zum Wasserhaushalt der für die nordostdeutsche Tiefebene typischen Flussbegleitenden Niedermoore mit Hinblick ihrer Wirkung auf das Abflussverhalten der Flusssysteme.

Anlass der Untersuchungen sind vielfach beobachtete Abflussdefizite entlang derartiger Flusssysteme. Diese Defizite konnten bislang nicht in ausreichendem Maße erklärt und quantifiziert werden. Das Abflussverhalten des hier beispielhaft zu betrachtenden Flussgebietes der Warnow wird wesentlich durch den Wasserhaushalt ihrer Auenbereiche und damit ihrer flussbegleitenden Moore beeinflusst.

Die Berechnung der beobachteten wasserwirtschaftlichen Zehrprozesse in den Auenbereichen von Flussgebieten hat durch die Anforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie eine sehr praktische Bedeutung erfahren. In dieser Richtlinie wird eine Aufstellung von Konzepten für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Flussgebieten gefordert.

Darüber hinaus setzt der Moorschutz und eine Quantifikation des Stoffhaushalts von Mooren, solide Kenntnisse ihres Wasserhaushaltes voraus.

Die bisherigen Untersuchungen am Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft haben dabei grundlegende Kenntnisdefizite im Prozessverständnis

aufgezeigt. Die genauere Beschreibung und Quantifizierung eines wichtigen Elements in diesem Prozessgefüge, das der Evapotranspiration, ist das Thema dieser Forschungsarbeit.

2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der Talmoorstandort liegt mit seinen Moorzweigen am westlichen Warnowufer etwa 5 km südlich der Stadt Rostock, nahe der Ortschaft Gragetopshof. Das Gebiet wird von einzelnen Fanggräben durchzogen und ist maßgeblich von gefluteten Torfstichen geprägt.

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um eine Vergesellschaftung von für die norddeutsche Tiefebene typischen Talmoortypen, mit dem Durchströmungsmoor als dominierenden Typus. Die geologische und geomorphologische Entstehung ist in der postglazialen Zeit einzuordnen. Nähere Informationen bei Hanschke (1998).

Der mäßig zersetzte Niedermoortorf ist etwa 2 m mächtig und wird von einer bis zu 8 m mächtigen Muddeschicht unterlagert. Unterhalb der Muddeschicht befindet sich ein gespannter Grundwasserleiter (Sand).

Die Vegetationsstruktur ist geprägt von Schilf-Hochstaudenfluren, Weidengebüschen und Schwarzerlenbrüchen.

3 PROBLEMATIK DER VERDUNSTUNGS-BESTIMMUNG VON NIEDERMOOREN

Eine direkte Messung der Verdunstung gestaltet sich als äußerst aufwendig. Aufgrund dessen gehen die meisten Bestimmungsmethoden von Einflussgrößen des Wasserhaushaltes, Wärmehaushaltes oder Wasserdampftransportes bzw. deren Komponenten aus, die messtechnisch leichter erfasst werden können. Die z. Z. gängigsten Bestimmungsmethoden sind in DVWK (1996) beschrieben. Die darin beschriebene Parametrisierung von Berechnungsansätzen der Verdunstung bezieht sich überwiegend auf mineralische und nicht auf Moorstandorte.

Aktuelle Untersuchungen, wie die von Böhm (2001) und Schwärzel (2000), beschäftigen sich mit der Quantifizierung der Verdunstung von Niedermoorstandorten bzw., wie Persson et al. (1997) und Goodrich et al. (2000), mit der Verdunstungsleistung von Weiden. Den genannten Publikationen ist gemein, dass sie für eine Verdunstungsquantifizierung auf den Ansatz von *Penman-Monteith* (Monteith, 1963) zurückgreifen.

Zu den Besonderheiten, die zur spezifischen Verdunstung von Mooren beitragen, gehören die lokalklimatischen Bedingungen sowie die Vegetations- und Bodenverhältnisse. Flussbegleitende Talmoore sind durch organische Substrate und typische Vegetationsbedeckungen gekennzeichnet. Aus diesen Gründen lassen sich die verfügbaren Berechnungsansätze und vegetationspezifische Parameter nicht ohne weiteres aus den oben genannten Untersuchungen auf die flussbegleitenden Talmoore der Warnow übertragen. Andernfalls müssten bei ihrer Anwendung erhebliche Abstriche in der Berechnungsgenauigkeit in Kauf genommen werden.

4 METHODIK

Die messtechnische Erfassung der Evapotranspiration beruht auf der Zusammenführung eines meteorologischen und eines hydrologischen Ansatzes zur Bestimmung der realen Evapotranspiration (siehe Bild 1).

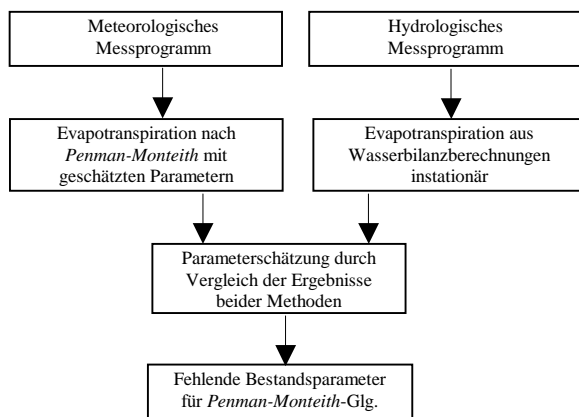


Bild 1. Methodisches Vorgehen zur Parameterbestimmung für die *Penman-Monteith*-Gleichung

Als Berechnungsverfahren wurde der Ansatz nach Penman-Monteith gewählt. Über die *Penman-Monteith*-Gleichung soll versucht werden, mit Hilfe einer messtechnischen Erfassung verschiedener Parameter, charakteristische Werte, insbesondere für den Oberflächenwiderstand r_s und den aerodynamischen Bestandswiderstand r_a , zur Quantifizierung der Verdunstung eines flussbegleitenden Moores der Warnow

zu erhalten. Die so ermittelten Werte für die Verdunstung werden mit denen, die über einen hydrologischen Ansatz bestimmt werden, verglichen. Es findet eine iterative Ableitung von Modellen zur Ermittlung der realen Evapotranspiration durch das Annähern der Ergebnisse aus beiden Ansätzen statt.

Das Ziel sind verallgemeinbare Parameterempfehlungen für Moorstandorte, d.h. für die dominierenden Vegetationskomplexe Schilf und Weidengebüsch.

Im Folgenden sind die anzuwendenden Verfahren zur Ermittlung der Parameter in der *Penman-Monteith*-Gleichung kurz beschrieben.

5 BERECHNUNGEN UND MESSPROGRAMM ZUR ERMITTLUNG DER EVAPOTRANSPIRATION

Die *Penman-Monteith*-Gleichung lautet:

$$-\lambda E = \frac{Se(R_N + G) + \frac{\rho c_p}{r_a}(e_s(z) - e(z))}{Se + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \quad (1)$$

λ : latente Verdunstungsenthalpie [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$], e_s : Sättigungsdampfdruck [hPa] in der Messhöhe z [m], Se : Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve [$\text{hPa}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$], G : Bodenwärmestrom [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$], R_N : Strahlungsbilanz am Erdboden, c_p : spezifische Wärme der Luft [$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], γ : Psychrometerkonstante [$\text{hPa}\cdot\text{K}^{-1}$], ρ : Standardluftdichte [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$], r_s : Oberflächenwiderstand [$\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$], r_a : aerodynamischer Bestandswiderstand [$\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$]

Für eine erste Näherung von λE kann von weitgehend potentiellen Verdunstungsbedingungen ausgegangen werden, also von einem minimalen und annähernd konstanten Bestandeswiderstand r_s . Es werden entsprechende Literaturwerte für r_s angesetzt bzw. wird r_s gleich Null gesetzt.

Die Variabilität von r_a hängt vor allem linear, d.h. umgekehrt proportional von der gemessenen Windgeschwindigkeit ab. Unter diesen Voraussetzungen genügt es in erster Näherung, den Quotienten r_s/r_a aus den Beobachtungsdaten abzuleiten.

Die so ermittelten Verdunstungswerte lassen sich für größere Zeitabschnitte näherungsweise und im Sinne einer zusätzlichen Sicherheit mit dem modifizierten Ansatz der Gras-Referenzverdunstung von TURC-WENDLING vergleichen, für den bei Monatswerten ein Standardfehler (mittlere quadratische Abweichung) von nur 8 bis 10% ermittelt worden ist (DVWK, 2002).

5.1 Meteorologisches Messprogramm

5.1.1 Bestimmung des Oberflächenwiderstandes r_s

Der Oberflächenwiderstand r_s ist abhängig vom Bodenwassergehalt und vom Stomataverhalten (Bulk-Stomata-Widerstand) der Pflanzen. Er ist als eine Summe aus einzelnen Diffusionswiderständen zu verstehen, die dem Wasser auf dem Weg Boden-Pflanze-Atmosphäre entgegenwirken.

Eine detaillierte Ermittlung von r_s erfolgt über zwei verschiedene Berechnungsansätze:

1. Ein von Quast et al. (1997) bzw. Böhm (2001) beschriebener Ansatz, durch den sich mit Hilfe der in der Untersuchungsfläche gemessenen Grundwasserstände Werte für r_s ableiten lassen (iterative Berechnung über die *Penman-Monteith*-Gleichung).

2. Methode nach Löpmeier (1983), bei der der Verdunstungswiderstand eine Funktion des Blattflächenindex ist. Da der Blattflächenindex durch direkte Messungen und r_s aus Punkt 1.) zur Verfügung stehen, können die bei Löpmeier angesetzten, über das Jahr als konstant angenommenen Werte für den Pflanzen- und Bodenwiderstand überprüft werden. Weiterhin wird eine Sensitivitätsanalyse dieser beiden Faktoren in Bezug auf r_s durchgeführt.

5.1.2 Bestimmung des aerodynamischen Bestandeswiderstandes r_a

Der aerodynamische Bestandeswiderstand r_a ist neben seiner umgekehrten Proportionalität zur Windgeschwindigkeit von der Art, Höhe und Dichte des Pflanzenbestandes abhängig. Er bestimmt den in Form von turbulenter Diffusion stattfindenden Wasserdampftransport von der Erdoberfläche bzw. Vegetationsoberfläche zur Atmosphäre.

Die Berechnung des aerodynamischen Bestandeswiderstandes r_a erfolgt über die Gleichung:

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{0m}}\right) \cdot \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{0h}}\right)}{uk^2} \quad (2)$$

z_m, z_h : Messhöhen der Windgeschwindigkeit und der Temperatur [m], d : Verdrängungshöhe [m], z_{0m}, z_{0h} : Rauigkeitslängen für Impuls und Wärme [m], u : Windgeschwindigkeit [$m \cdot s^{-1}$], k : Karmankonstante [-]

Für die Berechnung der erforderlichen Rauigkeitslängen von Pflanzenbeständen werden verschiedene Ansätze herangezogen (Allen 1994, Löpmeier 1983). Durch eigene Messungen soll versucht werden, die bestehenden Berechnungsansätze, dieses gilt insbesondere für die Rauigkeitslängen von Weidengebüsch, zu verbessern.

Die Windgeschwindigkeit ist ein maßgeblicher Parameter zur Bestimmung von r_a . Ihre Erfassung ist in verschiedenen Höhen im bzw. über dem Pflanzenbestand vorgesehen. Die so ermittelten Werte für r_a werden anschließend mit dem nach Campbell (1985) für ein nichtlogarithmisches Windprofil (Betrachtung für auftretende Advektionseffekte) ermittelten aerodynamischen Widerständen verglichen und gegebenenfalls korrigiert.

Ein weiterer Parameter für die Abschätzung von r_a ist die Vegetationshöhe der zu untersuchenden Pflanzenbestände. Ihre Messung soll entsprechend über die gesamte Vegetationsperiode hinweg stattfinden. Besonderer Wert wird dabei auf die Schilfpflanzengesellschaften gelegt und hierbei auf die Hauptwachstumsmonate Mai und Juni.

5.1.3 Mikroklimatische Messungen, Oaseneffekt und Heterogenität der Vegetation

Die in der Penman-Monteith-Gleichung (Glg. 1) vorhandenen weiteren Größen Bodenwärmestrom, Globalstrahlung, Temperatur, Niederschlag und Luftfeuchte werden an einer Stelle im Untersuchungsgebiet zentral durch eine meteorologische Messstation erfasst.

Der Einfluss des Oaseneffektes auf Verdunstungsraten im Moor, insbesondere an den Randflächen, soll durch eine mobile meteorologische Messstation untersucht werden. Durch Messungen entlang von Trassen, die vom Mostrand bis zur Warnow verlaufen, soll somit die Wirkung des

Umgebungsclimas bzw. der Gewässerflächen auf das Moor Klima nachgegangen werden. Es werden meteorologische Profile der Größen Temperatur, Luftfeuchte und der Windgeschwindigkeit erstellt. Es wird versucht, eine Abschätzung der mesoskaligen Verdunstungsvariabilität nach einem von Edom (in Succow, 2001) abgeleiteten Verfahren vorzunehmen. Mit dieser Untersuchungsmethode soll ebenfalls die Heterogenität der Vegetation und deren Einfluss auf lokale Klimaunterschiede im Moor abgeschätzt werden.

5.2 Hydrologisches Messprogramm

5.2.1 Bodenphysikalische und hydrologische Messungen

Die Berechnung bzw. Schätzung der Bestandeswiderstände r_a und r_s soll anhand von Saugspannungsverläufen und Grundwasserstandsganglinien sowie mittels detaillierter Wasserhaushaltsmodellierung an niederschlagsfreien Tagen, gekennzeichnet durch einen deutlichen, ausreichend genau messbaren Rückgang des Bodenwasservorrats in der ungesättigten Zone, erfolgen. Unter der Annahme, dass die Evapotranspiration in den Nachtstunden vernachlässigbar ist, kann ein Grundwasserströmungsmodell anhand nächtlicher Auffüllungsphasen kalibriert werden. Auf dieser Grundlage kann die Zehrung durch Verdunstung im Verlauf von täglichen Ausschöpfungsphasen ermittelt werden. Die Arbeiten von Böhm (2001), Bradley (1996), Gilman (1994) und Mundel (1982) zeigen, dass diese Vorgehensweise praktikabel ist und ausreichend genaue Werte der Verdunstung liefert.

Die messtechnische Erfassung der Saugspannungen und Bodenwassergehalte erfolgt mittels Tensiometer- bzw. TDR-Sonden. Darüber hinaus soll die Installation von automatischen Datenloggern (ORPHIMEDES, DIVER) der kontinuierlichen Aufzeichnung der mit einer zeitlichen Auflösung von 15 min dienen. Die Messungen erfolgen entlang sogenannter bodenhydrologischer Trassen.

Die so erfassten Grundwasserstände bilden zusammen mit den zu messenden Grabenwasserständen und der Piezometermessung im gespannten tieferen Grundwasserleiter unterhalb des Moores, die maßgeblichen Randbedingungen für eine Modellierung des Grundwasservolumenstroms. Zusätzlich werden Tracerversuche zur Abschätzung der Strömungsgeschwindigkeiten im und unter dem Moorkörper durchgeführt.

6 INSTITUTIONELLE EINBINDUNG DER THEMATIK

Das hier vorgestellte Thema ordnet sich in eine Reihe von Forschungs- und Projektarbeiten ein, die z. Z. am Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft von der Arbeitsgruppe „Feuchtgebiets-Wasserhaushalt“ bearbeitet werden. Die Arbeit ist als ein Modul in das Forschungsprogramm „Prozessorientierte Modellierung des Wasserhaushaltes von flussbegleitenden Mooren der Warnow“ innerhalb der Arbeitsgruppe eingeordnet.

Das Forschungsthema ist unter anderem aufgrund von Erkenntnissen aus der Mitarbeit (Prof. Dr. Miegel, Dr. Salzmann) in der ATV-DVWK Arbeitsgruppe 1.4 „Kopplung von Grundwasser und Oberflächenwasser“ sowie der DVWK Arbeitsgruppe „Verdunstung“ entstanden.

Aufgrund der Komplexität des zu untersuchenden Themas, wird eng mit Wissenschaftlern aus anderen Instituten der Universität und Mitarbeitern des StAUN Rostock zusammengearbeitet. Des Weiteren gibt es

außerhalb der Universität Rostock Kontakt zu Mitgliedern der genannten ATV-DVWK Arbeitsgruppen.

Für die Durchführung der Arbeit kann auf eine Kooperationsvereinbarung mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Meissner vom Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig (UFZ) zurückgegriffen werden, in der eine technische Unterstützung bei den vorzunehmenden Messungen sowie ein Austausch von Daten und Erfahrungen vereinbart wurden. Die Arbeitsgruppe in der Außenstelle Falkenberg des UFZ beschäftigt sich ebenfalls mit der Charakterisierung des Wasserhaushaltes von flussbegleitenden Niederungsstandorten. Eine Zusammenarbeit findet hinsichtlich des Austausches von Erfahrungen zur Messmethodik und Datenerfassung bzw. -auswertung statt.

Die hier vorgestellte Promotionsarbeit ist als Interaktionsthema zur Dissertation von Frau Dipl.-Ing. Ellen-Rose Trübger „Gekoppelte Grundwassermodellierung der gesättigten und ungesättigten Bodenzone auf Moorstandorten“ zu sehen. Die im Zuge der Untersuchungen zur Verdunstungsleistung von Mooren gelieferten Werte der realen Evapotranspiration und Modelle zu deren Berechnung, fließen in das von Frau Trübger zu programmierende Simulationsmodell ein.

7 LITERATUR

- Allen, R.G. & Smith, M. & Perrier, A. & Peireira, L.S. 1994: An Update for the Definition of Reference Evapotranspiration. *ICID, Bulletin* 43(2): 1-34
- Böhm, G. 2001. Die reale Evapotranspiration von Niedermoorgebieten - Ermittlung und Parameterisierung nach dem Penman-Monteith-Konzept. Dissertation. FU Berlin
- Bradley, C. 1995: Transient modelling of water-table variation in a floodplain wetland, Narborough Bog, Leicestershire. *Journal of Hydrology* 185: 87-114
- Campbell, G.S. 1985: Soil physics with basic - Transport Modells for Soil-Plant-Systems, Amsterdam: Elsevier
- DVWK 1996: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. *DVWK Merkblätter der Wissenschaft* 238, Bonn: Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und wasser mbH
- DVWK 2002: Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. *ATV-DVWK Merkblätter der Wissenschaft* 504, Hennef: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- Edom, F. 2001: Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In: Succow, M. & Joosten, H.: Landschaftsökologische Moorkunde: 186 - 228, Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
- GILMAN, K. 1994: Hydrology and Wetland Conversation. Chichester-New York-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons
- Goodrich, D.C. et al. 2000: Seasonal estimates of riparian evapotranspiration using remote and in situ measurements. *Agricultural and Forest Meteorology* 105: 281-309
- Hanschke, Th. 1998: Warnow, Warnowtalmoor und mineralische Umgebung. Untersuchungen zum Grundwasserhaushalt im Warnowtal. In: Wissenschaftliche Beiträge von Mitarbeitern des Instituts für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock: 78 - 94
- Löpmeier, F.-J. 1983: Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung (AMBAV). *Beiträge zur Agrarmeteorologie* Nr. 7/83, Braunschweig: DWD
- Mundel, G. 1982: Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten - 2. Mitteilung: Verlauf der Verdunstung während der Vegetationszeit. *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. Berlin* 26(8): 515-521
- Monteith, J.L. 1964: Gas Exchange in Plant Communities. In: Environmental control of plant growth: proceedings. Evans, L. T. New York: Academic Press
- Persson, G. 1997: Comparison of simulated water balance for willow, spruce, grass ley and barley. *Nordic Hydrology* 28: 85-98
- Quast, J. 1997: Abschlußbericht zum Forschungsprojekt: Ermittlung der realen Evapotranspiration von Niedermoorgebieten unter den hydroklimatischen Bedingungen Nordostdeutschlands am Beispiel des Rhinluchs. BMBF-Vorbandvorhaben "Wasserkreislauf", Fö.kennz. 07 VVK 01/6. Müncheberg: ZALF, Institut für Hydrologie
- Schwärzel, K. 2000: Dynamik des Wasserhaushaltes in Niedermooren. Dissertation. TU Berlin