



Th. Wöhling, N. Schütze,
G.H. Schmitz

**Neue Strategien zur Steuerung
der Wasseraufleitung bei der
Bewässerung**

Kurzbericht /Pressemitteilungen

Kurzinfos

Jobbörse

Termine

**Neue Strategien zur Steuerung
der Wasseraufleitung bei der
Bewässerung**

Th. Wöhling, N. Schütze, G.H.
Schmitz (TU Dresden,
eddy@rcs1.urz.tu-dresden.de)

Die Sicherung der Ernährung der Weltbevölkerung gilt nach UN World Water Development Report (2003) als derzeit dringendstes Problem. Im zurückliegenden Jahrhundert waren Landerschliefung und die enorme Intensivierung der Produktionsmethoden die Antworten auf das unvermindert anhaltende Bevölkerungswachstum auf der Erde. Mittlerweile können Erträge auf fruchtbaren Flächen nur noch durch geeignete Bewässerungsmaßnahmen signifikant gesteigert werden. Mehr als drei Viertel des vom Menschen genutzten Wassers werden jedoch schon von der Landwirtschaft genutzt. So gewinnt die bessere Ausnutzung dieser Ressource immer stärker an Bedeutung, denn der durchschnittliche Bewässerungswirkungsgrad liegt derzeit nur bei etwa 38%. Ein hohes Einsparungspotential gibt es vor allem bei Verfahren der Furchenbewässerung, die wegen ihrer Einfachheit in der Anwendung und geringer Kosten weltweit immer noch mit Abstand die größte Verbreitung finden (*Abbildung 1*).

Die Verbesserung des Bewässerungswirkungsgrades ist daher ein hoch aktuelles Problem. Der entscheidende Schritt dazu ist die optimale Steuerung von Bewässerungsanlagen. Das Institut für Hydrologie und Meteorologie (IHM) arbeitet daran seit etwa fünf Jahren in einem DFG-Forschungsprojekt. Die größte Hürde, an der bisher die Bemühungen scheitern, ist die prozessbasierte und daher aufwändige numerische Modellierung in Verbindung mit einer komplexen nichtlinearen Optimierung. Bei der Erstellung eines optimalen Bewässerungsplanes (In welchen Intervallen und wie viel wird bewässert?) müssen die Aufleitungsparameter der einzelnen Bewässerungsvorgänge (Wie lange und mit welcher Intensität wird bewässert?) mit berücksichtigt werden. Dies führt zu einem geschachtelten nichtlinearen Optimierungsproblem (*Abbildung 2*), in dem nicht einmal die Zahl der Optimierungsvariablen (Wie viele Bewässerungen werden in der Wachstumsperiode durchgeführt?) bekannt ist. Die Forderung aus der Bewässerungspraxis ist jedoch ein einfach zu bedienendes Werkzeug. Die im Projekt entwickelte Technologie zeigt viel versprechende Ergebnisse durch die Verbindung von prozessbasierter Modellierung mit geeigneten Methoden aus der Künstlichen Intelligenz – speziell evolutionäre Algorithmen und neuronale Netze – die sowohl zur Lösung des komplexen Optimierungsproblems als auch zur Vereinfachung in der Anwendung führen.

Die optimale Steuerung von Bewässerungsanlagen zur Erhöhung des Bewässerungswirkungsgrades erfordert eine genaue, d.h. physikalisch begründete Beschreibung der dynamischen Wasservertei-

lung. Das innerhalb des Projektes entwickelte Bewässerungsmodell FIM (Furrow Irrigation Model) erlaubt die prozessbasierte Simulation der zeitlich und räumlich stark diskontinuierlichen ober- und unterirdischen Strömungsvorgänge bei der Furchenbewässerung für die Dauer einer gesamten Wachstumsperiode. Dabei ist eine analytische Lösung der 1D-Flachwassergleichungen mit dem zweidimensionalen Bodenwassertransportmodell von Hydrus-2 unter Berücksichtigung der wechselnden Randbedingungen während der Wasseraufleitung numerisch iterativ gekoppelt. Ein Pflanzenwachstumsmodul basierend auf der saisonalen Entwicklung der Pflanzen-Blattoberfläche benutzt standortspezifische Klimafaktoren, berechnet den potentiellen Wasserentzug durch die Pflanzenwurzeln und berücksichtigt den Einfluss von Wasserstress durch die Kopplung mit dem Bodenwassertransportmodul. Als detaillierte Simulationsergebnisse stehen der zeitliche Verlauf der Zustandsgrößen zur Verfügung, aber auch der zu erwartende Ernteertrag und verschiedene Kriterien zur Bewertung des Bewässerungsszenarios, wie der Bewässerungswirkungsgrad.

Im Gegensatz zu einfachen Volumenbilanzmodellen erlaubt FIM die zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Simulation des Wassertransports und damit die korrekte Bewertung der Wirkung von sowohl einzelnen Bewässerungseignissen, als auch einer Folge von Einzelereignissen, dem so genannten Bewässerungsplan. Die gleichzeitig mit der Prozessmodellierung zunehmende Komplexität der geschachtelten Optimierungsaufgabe kann nur mit stochastischen Suchverfahren bewältigt werden. Evolutionäre Algorithmen bieten

sich als Verfahren an, weil diese zum einen zulassen, dass die Zahl der Bewässerungen Gegenstand der Optimierung sind und zum anderen die Möglichkeit bieten, durch die Integration von „empirischen“ Regeln den Parametersuchraum auf sinnvolle Bewässerungspläne einzuschränken.

Dennoch benötigt der entwickelte evolutionäre Optimierungsalgorithmus eine Vielzahl von Funktionsauswertungen zur Ermittlung eines optimalen Bewässerungsplanes. Deswegen beschleunigen neuronale Netze die Lösung des inneren Optimierungsproblems, d.h. die Bestimmung der optimalen Parameter für einen Bewässerungsereignis (Intensität und Dauer der Aufleitung), um mindestens eine Größenordnung. Eine selbstorganisierende topologische Merkmalskarte, kurz SOM (eine spezielle Architektur künstlicher neuronaler Netze), erlernt die wesentlichen Eigenschaften des Wassertransportes auf und in dem zu bewässernden Feld durch Training mit Ergebnissen von Modellrechnungen. Im Ergebnis kann dann die autonome SOM einfach und zuverlässig die notwendige Bewässerungsdauer und -intensität für den angelernten Bereich vorhersagen. Die Anwendung des neuronalen Netzes führt zu einer wesentlich schnelleren Lösung des geschachtelten Optimierungsproblems. Außerdem kann es für einen bestimmten Standort die Ergebnisse der numerischen Strömungsmodellierung und der aufwändigen Optimierung als robustes Werkzeug zusammenfassen und bietet damit die Möglichkeit, berechnete optimale Bewässerungspläne in

Frankreich angewandt und mit zwei weiteren Strategien verglichen:

- (1) Bedarfsbewässerung aufgrund gemessener Bodenfeuchte und
- (2) dynamischer Programmierung kombiniert mit einem Wasserbilanzmodell.

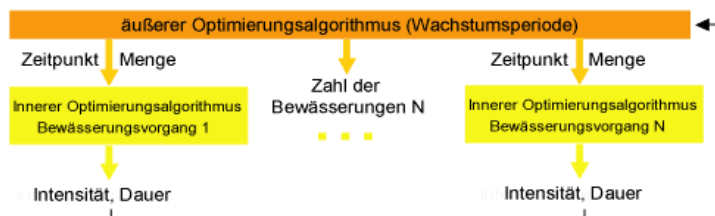
Ziel war die Ermittlung der jeweils minimalen Wassermenge, die „optimal“ über eine Wachstumsperiode verteilt zu maximalem Pflanzenertrag führt. Im Simulationsergebnis benötigte das neue Optimierungsverfahren nur etwa 65% der Wassermenge von Strategie (1) und 75% der Wassermenge von Strategie (2). Der Vergleich zeigt das prinzipiell hohe Potential der neuen Optimierungsstrategie, den Bewässerungsgrad in der Zukunft wesentlich zu erhöhen. Feldexperimente bei den Kooperationspartnern am IIT Karaghpur (Indien) und der CEMAGREF in Montpellier (Frankreich) sollen die Wirksamkeit der Strategie in der Bewässerungspraxis nachweisen und mögliche Anwendungsfelder erschließen.

Weitere Informationen findet der Leser unter:

<http://www.tu-dresden.de/fghihm/fim>



Abbildung 1: Bewässerungslandwirtschaft



der Bewässerungspraxis zu überführen.

Die neue Strategie - bestehend aus dem numerischem Prozessmodell, dem evolutionären Algorithmus und dem neuronalen Netz - wurde auf ein Anbaugelände in Süd-

Abbildung 2: Schema des Optimierungsproblems

Kurzberichte

Seminar Hochwassermanagement – Gefährdungspotenziale und Risiko der Flächennutzung am 17. und 18. 6. 2004 an der Fachhochschule Münster

Günter Meon, Höxter
(guenter.meon@fh-luh.de)

Das Seminar „Hochwassermanagement“ wurde von der ATV-DVWK-Arbeitsgruppe Hochwasser in Zusammenarbeit mit der Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften und der Fachhochschule Münster durchgeführt. Fast 100 Teilnehmende sowie 13 Referenten und Moderatoren beschäftigten sich über zwei Tage intensiv mit dem vorsorgenden Hochwasserschutz.

Wie schon in den ebenfalls sehr gut besuchten Seminaren in Koblenz 2002 und Weimar 2003 enthielt das Programm Fachvorträge mit Lehrcharakter und aktuelle, vorhabensorientierte Vorträge mit Regionalbezug. Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Vorträge ausgiebig diskutiert werden konnten. Unter der Leitung von Prof. Günter Meon lief das Seminar mit folgenden Blöcken ab:

- Hochwasserschutz durch Hochwasservorsorge
- Hochwasserbemessung und Schutzkonzepte
- Diskussionsforum „Hochwasserschutz und Umweltpolitik“

Im ersten und umfangreichsten Block gab Prof. U. Maniak, TU Braunschweig, einen Überblick zu den Ursachen für Hochwasser und Überschwemmungen. Dipl.-Ing. F.-K. Holle, Bayerisches Landesamt für Gewässerschutz, arbeitete das Thema Hochwasservorhersage und Hochwasserwarndienst am Beispiel Bayerns auf. Dr.-Ing. W. Kron, Münchener Rückversicherung, behandelte den Themenkomplex Hochwasserschäden, Gefährdungszonen und Versicherung. Nach seiner Überzeugung ist eine erfolgreiche Schadenvermeidung und ein effizientes Risikomanagement nur durch das Zusammenwirken von Staat, Betroffenen und Versicherungswirtschaft in Form einer Risikopartnerschaft erreichbar. Im Anschluss beschrieb und bewertete Dipl.-Ing. R. Kolf, Ministerium

für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, die umfangreichen Aktivitäten zum Hochwasserschutz in NRW. Dr.-Ing. M. Beyene, Ingenieurbüro ProAqua, beschrieb die Aktivitäten in NRW und anderen Bundesländern zur Erarbeitung und Entwicklung von Hochwassergefahrenkarten. Er schlug vor, zum länderübergreifenden Informations- und Erfahrungsaustausch umgehend einen bundesweiten Standard zur Erstellung solcher Karten zu entwickeln. Zum derzeit in Deutschland intensiv diskutierten Thema Schaden- und Gefährdungspotential bei Deichbrüchen beschrieben Prof. M. Disse und Dr.-Ing. K. Broich, Universität der Bundeswehr München, das "Infosystem Deichsicherheit" und stellten numerische Modelle zur Nachbildung von Deichbreschen in der Koppelung mit Wellenausbreitungsberechnungen und Überflutungsdarstellungen vor. Im Anschluss verglich Prof. H. Nacken, RWTH Aachen, in seinem Grundsatzreferat "Hochwasserschutz und EG-WRRRL – passt das zusammen?" die geltenden Regelungen der EG-WRRRL mit den aktuellen Plänen der Bundesregierung (5-Punkte-Programm zum Hochwasserschutz) zur Verbesserung des vorsorgenden Hochwasserschutzes.

Im zweiten Block behandelten Prof. M. Uhl und Dipl.-Ing. M. Henrichs, FH Münster, die Unsicherheiten bezüglich Eingangsdaten und Modellrechnung bei der Niederschlag-Abflussmodellierung, die häufig beim technischen Hochwasserschutz zur Festlegung von Bemessungsabflüssen herangezogen wird. Zum Thema Hochwasserbemessung, Restrisiko und Risikoakzeptanz stellte Prof. G. Meon, FH Lippe und Höxter, die traditionelle Sicherheitsbemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen anhand der neuen DIN 19700 sowie weiterführende risikobasierte Bemessungsmethoden auf der Basis von Versagenswahrscheinlichkeiten und -folgen vor. Hierzu gab er Risikoakzeptanzgrenzen aus der internationalen Ingenieurpraxis an. Im Schlussvortrag über Möglichkeiten und Grenzen des

dezentralen Hochwasserschutzes fasste Prof. G. Koehler, Universität Kaiserslautern, die bisherigen Untersuchungsergebnisse der Schwerpunktgruppe Dezentraler Hochwasserschutz (integriert in die AG Hochwasserschutz) zusammen. Er belegte die von den meisten Wasserwirtschaftlern geteilte Erkenntnis mit Projektanwendungen und -analysen, dass die Wirksamkeit dezentraler Maßnahmen bei kleinen Einzugsgebieten mit relativ großem Potenzial für solche Maßnahmen und bei häufig eintretenden Ereignissen am größten ist und für große Gebiete und seltene Hochwasserereignisse meist deutlich abnimmt. Die Wirksamkeit wird nach seiner Auffassung in den Diskussionen über verschiedene Alternativen zum Hochwasserschutz meist überschätzt. Gleichsam gebe es durch dezentrale Maßnahmen eine Reihe ökologischer und anderer Nutzen, die nicht direkt monetär bewertbar sind, und die für eine Umsetzung sprechen.

Im Diskussionsforum, dem Markenzeichen des Seminars, lieferte Dr. H. Friedrich, Vorsitzender der LAWA und Abteilungsleiter im Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, mit seinem Einführungsreferat über Hochwasserschutz und Umweltpolitik die Grundlage für eine ausführliche Diskussion u.a. zum 5-Punkte-Programm der Bundesregierung zum Hochwasserschutz sowie zur Rolle der Medien bzw. zum Umgang der Fachleute mit den Medien in Sachen "Hochwasser".

Wegen der großen Nachfrage wird das Seminar in aktualisierter Form und mit Einbindung regionaler Aspekte voraussichtlich am 9. und 10. Juni 2005 in Braunschweig nochmals angeboten.

Pressemitteilung des BMU Nr. 204/04 vom 02.07.2004

Vorbeugen statt Schäden beseitigen - Parlament verabschiedet Hochwasserschutzgesetz

Der Bundestag hat das von Bundesumweltminister Jürgen Trittin

erarbeitete Hochwasserschutzgesetz beschlossen. Trittin begrüßte die Parlamentsentscheidung: "Die verheerende Flutkatastrophe an der Elbe im Sommer 2002 hat allen deutlich vor Augen geführt: Es ist besser, Hochwasserschäden wirksam vorzubeugen als extrem hohe Schäden zu beseitigen. Wenn wir Hochwasser nicht verhindern können, dann müssen wir die Schäden mindern." Das Elbehochwasser hat über 9 Milliarden Euro Sachschäden verursacht.

Kern des Gesetzes ist, den Flüssen mehr Raum zu geben und die Nutzung der von Überflutungen bedrohten Flächen stärker an den Hochwassergefahren zu orientieren. Deshalb dürfen in Überschwemmungsgebieten grundsätzlich keine neuen Bau- und Gewerbegebiete mehr ausgewiesen werden. Trittin: "Die Hochwasserkatastrophen der letzten Jahre machen deutlich, dass wegen des besonders hohen Schadenspotentials in Überschwemmungsgebieten nicht mehr oder nur hochwassersicher gebaut werden darf. Wohnsiedlungen und Gewerbegebiete in Flussauen sind die Flutopfer von morgen."

Auch die landwirtschaftliche Bodennutzung muss sich künftig an den Gefahren des Hochwassers orientieren. Deshalb darf in den Abflussbereichen der Überschwemmungsgebiete ab 2013 kein Ackerbau mehr betrieben werden. Außerhalb der Abflussbereiche bleibt Ackerbau auch in Überschwemmungsgebieten weiterhin möglich, wenn keine Erosionen oder Gewässerschäden und keine Schadstoffeinträge zu erwarten sind und bestimmte Auflagen beachtet werden.

Künftig wird bundeseinheitlich vorgegeben, Überschwemmungsgebiete auf der Grundlage eines sog. 100-jährlichen Hochwassers förmlich festzusetzen. Die Länder erhalten hierfür eine Frist von 5 Jahren. Es wird eine zweite Kategorie "Überschwemmungsgefährdete Gebiete" eingeführt und unter Schutz gestellt. Dazu gehören Flächen, die bei Deichbrüchen überflutet werden. "Niemand darf glauben, dass Deiche absolut vor Hochwasser schützen", betonte

Trittin. Die Länder werden auch verpflichtet, flussgebietsbezogene Hochwasserpläne aufzustellen und international abzustimmen. Damit sollen sie vor allem sog. Retentionsräume schaffen, in die das Hochwasser ausweichen kann. Bundesumweltminister Trittin: "Unser Konzept zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes ist anspruchsvoll und für die Betroffenen mit spürbaren Einschränkungen verbunden. Es ist aber notwendig, um eine effizientere Schadensvorsorge zu erreichen. Diesem Anliegen dürfen sich auch die Länder nicht verschließen." Der Bundesrat befasst sich am 24. September dieses Jahres mit dem Gesetz. Es ist nicht zustimmungspflichtig. Das Hochwasserschutzgesetz basiert auf dem 5-Punkte-Programm, das die Bundesregierung im September 2002, also unmittelbar nach der Flutkatastrophe, zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes vorgelegt hatte. Das Gesetz passt in Form eines Artikelgesetzes das Wasserhaushaltsgesetz, das Baugesetzbuch, das Raumordnungsgesetz, das Bundeswasserstraßengesetz und das Gesetz über den Deutschen Wetterdienst den gestiegenen Anforderungen an eine effektive Hochwasservorsorge an.

**DFG-Pressemitteilung Nr. 34 vom 06.07.2004 (Auszug):
DFG-Haushalt wächst um drei Prozent - Einzelförderung soll gestärkt werden**

Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) hat am 5. Juli 2004 beschlossen, den Haushalt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) um drei Prozent aufzustocken. Damit wird die gemeinsame Zuwendung des Bundes und der Länder im Jahr 2005 an die DFG 1,364 Milliarden Euro betragen.

Die DFG will mit dem Geld unter anderem dafür Sorge tragen, dass in der Einzelförderung, dem größten Teil des so genannten Normalverfahrens, die Erfolgsaussichten für Antragsteller nicht sinken.

Durch die Zusage für den Zuwachs im Haushalt und die Willenserklärung der Bundesregierung, solche Zuwächse auch in den kommenden Jahren zu realisieren, kann die DFG die diesjährigen Bewilligungsmöglichkeiten in der Allgemeinen Forschungsförderung um mehr als zehn Prozent gegenüber dem Vorjahr auf 780 Millionen Euro anheben.

Kurzinfos

Herr **Dr.-Ing. Uwe Haberlandt** hat einen Ruf auf die W3-Professur für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau im Fachbereich Bauingenieur und Vermessungswesen der Universität Hannover erhalten.

Herr **Prof. Dr.-Ing. Günter Meon** hat einen Ruf auf die W3-Professur für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz am Leichtweiß-Institut der Technischen Universität Braunschweig (Nachfolge Prof. Dr.-Ing. U. Maniak) erhalten.

Das Heft 6.2004 des Forums für Hydrologie und Wasserwirtschaft „Hochwassermanagement – Gefährdungspotenziale und Risiko der Flächennutzung (Neuaufgabe)“ ist erschienen.

Jobbörse

An der Fachrichtung Geowissenschaften der TU Dresden ist am Institut für Geographie zum 01.04.2005 die **C4 - Professur für Landschaftsökologie** zu besetzen. Bewerbung bis zum 10. September 2004 an: TU Dresden, Dekan der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Herrn Prof. Dr. P. Werner, 01062 Dresden.

Am Institut für Geoökologie, Lehrstuhl für Hydrologie und Klimatologie, der Universität Potsdam wird aus DFG-Mitteln eine **Stelle für eine/n Wissenschaftliche/n Mitarbeiter/in (Vergütung: BAT-O IIa)** befristet für 2 Jahre mit der Aussicht auf Verlängerung um ein weiteres Jahr besetzt werden.

Infos unter <http://www.uni-potsdam.de/u/Geoökologie/forschung/hydrologie/projekte.html>

Termine:

30. September / 1. Oktober 2004 in Wien

Ingenieurbioologische Tagung 2004
Baustoff Pflanze – Möglichkeiten und Grenzen der Ufer- und Hangsicherung
www.oewav.at

13./14. Oktober 2004 in Mainz

Auf der Suche nach dem Risiko 5.
Forum und Gefahrentag des DKKV
www.uni-mainz.de/~heidt/symp.html

13./15. Oktober 2004 in Weimar

13. Deutsches Talsperrensymposium „Talsperren im 21. Jahrhundert“
www.talsperrenkomitee.de

10.-22. Oktober 2004 in Magdeburg

11th Magdeburg Seminar on Water in Central and Eastern Europe: Assessment, Protection, Management
www.ufz.de/magdeburg-seminar

11./12. November 2004 in Koblenz

Seminar Niedrigwassermanagement (Veranstalter FgHW)
www.fghw.de

18.-20. Januar 2005 in München

acqua alta – 2. Internationale Fachmesse mit Kongress für Klimafolgen und Katastrophenschutz
www.acqua-alta.de

27./28. Januar 2005 in München

Internationales Symposium Wasserwirtschaft in der Fläche
www.atv-dvww-bayern.de
unter Rubrik „Veranstaltungen“

Herausgeber:

Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der ATV-DVWK, Arbeitskreis Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation
Anschrift:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Disse
Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen, 85577 Neubiberg, email:
markus.disse@unibw-muenchen.de