



Hauptausschuss Hydrologie und  
Wasserbewirtschaftung

# Hydrobrief

Nr.17 Oktober 2002



Hydrologische Wissenschaften

Fachgemeinschaft in der ATV-DVWK

Peter Braun (München)  
**Forschungsprojekt „Skalen-  
bezogene Analyse hydrologi-  
scher Zeitreihen“**

Markus Disse (Koblenz)  
**Transfer von Forschungser-  
gebnissen in die Praxis – Bei-  
spiele aus dem Hochwasser-  
Cluster des Deutschen For-  
schungsnetzes Naturkatastro-  
phen (DFNK)**

Kurzinfos  
Aktuelles und Termine

**Forschungsprojekt „Skalenbezo-  
gene Analyse hydrologischer  
Zeitreihen“**

Peter Braun (München)

*Vorspann (Hans-B. Kleeberg):  
Nach den Hochwassern der letzten  
zehn Jahre und insbesondere nach  
der Elbeflut wird es mehr und mehr  
als Tatsache dargestellt, dass eine  
noch nie dagewesene Häufung von  
Hochwasserereignissen weltweit  
eingetreten ist. In Ermangelung  
anderer Gründe wird dies der  
Klimaerwärmung zugeschrieben.  
Tatsache ist allerdings, dass es  
derartige Häufungen auch in der  
Vergangenheit gegeben hat, z.B. in  
den 20er Jahren des 20. Jahrhun-  
derts. Und wir kennen auch länge-  
re Zeiten anhaltender Dürreereig-  
nisse, die sich zu Dürreperioden  
zusammenfassen lassen. Statistisch  
gesehen bedeutet das, dass sich in  
den Zeitreihen der Ereignisse Per-  
sistenzen und Langzeitgedächtnisse  
manifestieren, die wir zurzeit weder  
kennen noch interpretieren können.*

*Um so erfreulicher ist es, dass sich  
eine Gruppe von Wissenschaftlern  
diesem Phänomen zu nähern ge-  
denkt, wie der nachfolgende Be-  
richt zeigt.*

Das BMBF hat Mitte diesen Jahres  
einem Förderantrag für ein Ver-  
bundprojekt stattgegeben, das die  
skalenanalytische Untersuchung  
hydrologischer und meteorologi-  
scher Zeitreihen zum Ziel hat. Dem  
Verbundprojektes, das unter der  
Federführung des Potsdamer Insti-  
tuts für Klimafolgenforschung (PIK)  
realisiert werden soll, gehören  
folgende Partner an:

- Institut für Theoretische Physik  
III der Justus-Liebig-  
Universität Giessen
- Institut für theoretische Physik  
der Bar-Ilan Universität Tel  
Aviv, Israel
- Bayerisches Landesamt für  
Wasserwirtschaft (BLfW),  
München
- Bayreuther Institut für Terre-  
strische Ökosystemforschung  
der Universität Bayreuth  
(BITÖK).

Das Projekt befindet sich wegen  
Finanzierungsproblemen z.Zt. noch  
in einem Vorstadium; mit Beginn  
des Jahres 2003 soll die volle Ar-  
beitsfähigkeit hergestellt sein. Die  
fachlichen Schwerpunkte des Pro-  
jektes knüpfen dabei an Untersu-  
chungen an, die von Braun seit  
einigen Jahren am Bayerischen  
Landesamt für Wasserwirtschaft im  
Rahmen des Projektes KLIWA  
(initiiert und finanziert von den  
Ländern Baden-Württemberg und  
Bayern) vorangetrieben wurden.

Im Mittelpunkt der Überlegungen  
steht die Frage nach der zeitlichen  
Struktur der Messreihen. Hierauf  
geben die bekannten Verfahren der  
Zeitreihenanalyse eine scheinbar  
klare Antwort: Um etwa die Erhal-  
tensneigung (Persistenz) von Mess-  
daten zu prüfen, werden die ent-  
sprechenden Autokorrelationsfunk-  
tionen (AKF) berechnet. Diese  
(klassischen) Verfahren versagen  
aber dann, wenn die Daten trend-  
behaftet sind. Außerdem kann mit  
diesen Verfahren nicht die Existenz  
von Langzeitkorrelationen mit  
hinreichender statistischer Sicher-  
heit nachgewiesen werden, was  
aber z.B. für die Beurteilung von  
Extremereignissen von außeror-  
dentlicher Bedeutung wäre. Hinzu  
kommt, dass u.a. nach Untersu-  
chungen im Projekt KLIWA die  
Durchflusszeitreihen eine ganz  
spezielle Struktur der Persistenz  
aufweisen, die heute unter dem  
Begriff der (fraktalen) Skaleninva-  
rianz zusammengefasst werden.  
Diese sehr spezielle Eigenschaft  
von Fluktuationen in den Zeitreihen  
hat wichtige Konsequenzen im  
Hinblick auf die Entdeckung von  
Trends (und deren Filterung) und  
wahrscheinlich auch auf die Beur-  
teilung von Wiederkehrintervallen  
von Extremereignissen (also genau  
die Probleme, die im Rahmen der  
aktuellen Klimadiskussion im Fo-  
kus des Interesses stehen).  
Es darf daher als ein glücklicher  
Umstand gelten, dass es gelang,  
international bekannte Ar-  
beitsgruppen auf dem Gebiet der  
(fraktalen) Skalenanalyse – insbe-  
sondere die Arbeitsgruppen um  
Bunde in Giessen und Havlin in Tel  
Aviv - für das Projekt zu gewin-  
nen. Diese beiden Arbeitsgruppen

haben in der Vergangenheit auf unterschiedlichen Gebieten der Physik, Medizin, Ökonometrie u.a. leistungsfähige Methoden entwickelt, die es gestatten, den trendinduzierten Anteil des Skalenverhaltens von dem durch reine Autokorrelationen bewirkten Anteil der Persistenz zu trennen. Die maßgeblich von den genannten Gruppen um Bunde und Havlin entwickelte Methode ist inzwischen als Detrended Fluctuation Analysis (DFA) in die physikalische Literatur eingegangen.

Selbstverständlich ist der erhebliche Aufwand, der z.B. bei der DFA getrieben werden muss, kein Selbstzweck. Da im Projekt die Frage von Interesse ist, ob es statistisch gesicherte Hinweise auf das Vorliegen von positiven „Trends“ beim Durchfluss im Gefolge einer vermuteten Klimaveränderung gibt, ist die methodisch saubere Trennung von systematischen Änderungen („Trends“) und (zufallsbedingten) Persistenzen von höchstem Interesse. Das ganze Forschungsgebiet ist zum Teil wissenschaftliches Neuland, weshalb in dem o.g. Projekt sowohl die Weiterentwicklung des methodischen Apparates als auch die konkreten anwendungsbezogenen Schlussfolgerungen für die Hydrologie im Vordergrund der Arbeit stehen werden.

Was darf nach Abschluß der Arbeiten im Jahre 2005 an konkreten Resultaten erwartet werden? Da es im Rahmen dieser kurzen Mitteilung unmöglich ist, den fachlichen Hintergrund der geplanten Arbeiten auch nur näherungsweise angemessen darzustellen, seien hier nur Stichpunkte aufgeführt, die die anvisierten Ziele u.a. charakterisieren sollen:

- Umfassende Analyse des (fraktalen) Skalenverhaltens von Durchflussreihen aus unterschiedlichen Klimaten und Herkunftsgebieten. Insbesondere soll die Stärke von Persistenzen quantitativ durch den sog. HURST-Exponenten (bzw. der fraktalen Signatur)

ermittelt werden. Dabei soll auch die Frage geklärt werden, ob wir mit multifraktalem Verhalten rechnen müssen – was wahrscheinlich erhebliche Auswirkungen auf das Extremwertverhalten haben wird. Außerdem stellen diese fraktalen Signaturen kompakte „Fingerabdrücke“ komplexer dynamischer Prozesse dar.

- Darstellung bzw. Filterung evtl. bestehender Trends
- Überprüfung fraktaler Signaturen von Proxyvariablen, die über wesentlich längere Zeithorizonte zugänglich sind (z.B. bestimmte Baumringmuster, historische Temperaturzeitreihen etc.). Der Vergleich dieser Signaturen mit den Abflüssen soll Aufschluss darüber geben, ob in den relativ kurzen Abflusszeitreihen tatsächlich längerfristige Phänomene, die für die Extremwertstatistik der Durchflüsse von großem Interesse sind, enthalten sind.
- Im Lichte der aktuellen Diskussion über die Genese des beobachteten extremen Abflussgeschehens ist naturgemäß die Frage von Bedeutung, ob die vorhandenen Modellvorstellungen (z.B. in Gestalt der Klimamodellen oder in der Hydrologie die Einzugsgebietsmodelle zur Transformation des Niederschlages in Abfluss) die empirisch beobachteten fraktalen Signaturen der Messreihen zu reproduzieren vermögen. Insoweit steht hiermit auch ein sensitives Testinstrument zur Verfügung, um die „richtige“ dynamische Struktur von langen Simulationszeitreihen zu überprüfen.
- Ein zentraler Punkt der Projektarbeit wird der Frage gelten, welchen quantitativen Einfluss monofraktales oder multifraktales Strukturen auf die Extremwertstatistik haben. Es ist geplant, durch Konstruktion geeigneter Generatoren (z.B. sog. Kaskadenmodelle) lange Zeitreihen einer genau vorgegebenen fraktalen Signatur zu er-

zeugen, um diese Fragen zu klären. Der entscheidende Vorteil dieser Vorgehensweise gegenüber den klassischen ARMA oder ARIMA-Modellen besteht darin, dass sie die richtigen Skaleneigenschaften reproduzieren (bei Vorliegen von Skaleninvarianz). Es sei darauf hingewiesen, dass die erwähnten „klassischen“ Zeitreihenmodelle dies gerade nicht vermögen.

Inzwischen ist von den beiden oben genannten Arbeitsgruppen in Gießen und Tel Aviv unter Mitwirkung des PIK (Potsdam) ein Artikel in den Physical Review Letters [VOLUME 89, NUMBER 2, 8. JULY 2002] mit dem Titel: „Global Climate Models Violate Scaling of the Observed Atmospheric Variability“ erschienen (R. B. Govindan, Dmitry Vyushin, Armin Bunde, Stephen Brenner, Shlomo Havlin und Hans-Joachim Schellnhuber). Diese Arbeit hat sowohl in der Fachwelt als auch in der populären Presse eine ziemlich heftige Debatte über den Stand unseres (modellmäßig abbildbaren) Wissens über das Klimageschehen ausgelöst. Diese bereits vorgelegte Arbeit im Rahmen der Klimaforschung ist ein hervorragender Einstieg in die Untersuchungen, wie sie im hier diskutierten Projekt zu hydrologischen Fragestellungen angestrebt werden.

Weitere Informationen sind unter <http://www.pik-potsdam.de/skalenanalyse/> zugänglich

---

### **Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis – Beispiele aus dem Hochwasser-Cluster des Deutschen Forschungsnetzes Naturkatastrophen (DFNK)**

Markus Disse (Koblenz)

Das Projekt „Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen“ hat zum Ziel, wissenschaftliche Grundlagen für das Katastrophenmanagement zu entwickeln und potenziellen Nutzern in der Praxis zur Verfügung zu stellen. Die Katastrophenforschung soll dabei mit dem praktischen Katastrophenma-

nagement verbunden werden.

Die in dem Projekt entwickelten und abgeleiteten Modelle, Methoden, Karten und Daten sollen daher nicht nur innerhalb der Wissenschaft sondern vor allem auch der praktischen Anwendung zugänglich gemacht werden. Dies erfolgt zunehmend auf der Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien.

Eine Studie des BMBF (Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Hrsg. Ulrich Schmoch, Georg Licht, Michael Reinhard; Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung ISI; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, (ZEW); ifo Institut für Wirtschaftsforschung, 2000, 506 S., zahlreiche Abb. und Tab., kartoniert, ISBN 3-8167-5600-X, Fraunhofer IRB Verlag, EUR 46,-) macht deutlich, dass ein Transfer dann erfolgreich ist, wenn

- er dezentralisiert ist und die Wissenschaftler selbst dafür verantwortlich sind,
- die Transferpartner in direktem Kontakt stehen, und
- Netzwerkstrukturen zwischen Wissenschafts- und Wirtschaftseinrichtungen die erforderliche Information über die jeweiligen Kompetenzprofile ermöglichen.

Erste anwendungsbezogene Ergebnisse sind im Rahmen des DFNK-Projektes bereits erstellt worden. In dem Teilprojekt *Wellenablauf, Deichversagen* können für unterschiedliche Hochwassergenesen im Rheineinzugsgebiet (instationäre) Wellenablaufberechnungen unter Berücksichtigung von Deichversagen durchgeführt werden. Die Berechnung verschiedener Hochwasser- und Deichbruchsznarien ermöglicht die Quantifizierung der Wellenverformungen sowie der Überflutungsflächen und -tiefen des überströmten Hinterlandes. Die Praxisrelevanz des vorgestellten Verfahrens besteht darin, dass für Prognosezwecke im Hochwasserfall sowohl die Wasserstandsabsen-

kung im Hauptgerinne (Rhein) als auch mit Unterstützung von digitalen Geländemodellen Aussagen über die Überflutungstiefe des Hinterlandes (Ausdehnung und Einstauhöhe) getroffen werden können. Bei Vorlage einer genügenden Anzahl von Szenarienrechnungen ist es möglich, anhand von Tabellen- und Kartenwerken bzw. Nomogrammen die Konsequenzen von Deichbrüchen ohne Zeitverlust der Bevölkerung bzw. dem Katastrophenschutz für das aktuelle Hochwasserereignis mitzuteilen.

Als Beispiel sei das Szenario „Deichbruch bei Krefeld mit einer Breschenbreite von 150 m genannt“. Die Abbildung zeigt verschiedene Wasserstandsabsenkungen des Wellenscheitels für unterschiedliche Hochwasser entlang des Rheins.

Ein weiteres Teilprojekt im DFNK beschäftigt sich mit *Wasser- und Schadstoffausbreitungen in Überflutungsgebieten* (2-dimensionale Strömungsvorgänge). Die Ergebnisse der Berechnungen werden internetbasiert angeboten, so dass sich der Nutzer über aktuelle und prognostizierte Schadensverläufe informieren und entsprechende Maßnahmen einleiten kann.

Die numerischen Berechnungen werden „off-line“ durchgeführt. „On-line“-Anwendungen für vorgegebenen Deichbruch sind in der

Erprobung.

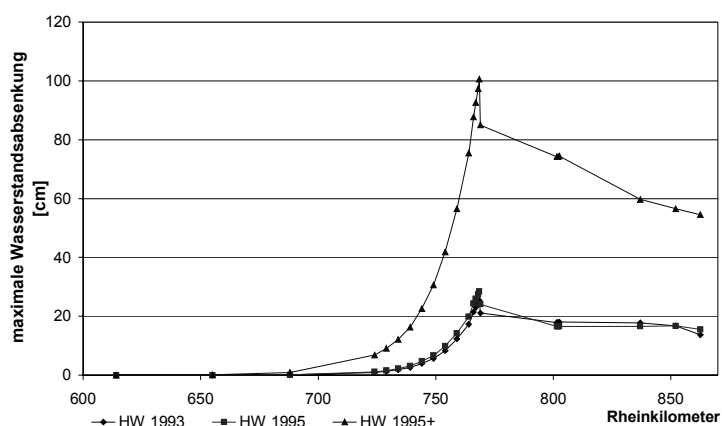
Die Visualisierung erfolgt mit GIS-Software für Darstellungen im office-Bereich (fest installierter PC) und für Web-basierte mobile Geräte (hand-held WAP).

Für den Praxistransfer der Wissenschaft sind in dem DFNK-Projekt *Risikoanalyse Hochwasser* folgende Produkte einsetzbar:

- Entwicklung von Planungsinstrumenten zur Gefährdungsabschätzung
- Methodik zur Erstellung von Risikokarten für potenzielle Überflutungsgebiete
- Aussagen zum Wellenablauf aufgrund verschiedener Einflüsse (Klima- und Landnutzungsänderungen, Deichbruch)
- Vermittlung des Gefahrenpotentials hinter Deichen an die Betroffenen
- Sicherheit von Deichen in Abhängigkeit von der Deichhöhe (Wasserstände)
- Verbleibende Evakuierungszeit für Deichbruchsznarien
- Digitale Karten von Überschwemmungsflächen und -tiefen
- Bewusstseinsbildung der Bürger über (potenzielle) Gefährdungen

Weitere Informationen finden Sie unter <http://dfnk.gfz-potsdam.de/>.

Vergleich der Wasserstandsänderungen im Rheinverlauf nach Deichbruch in Krefeld mit  $b=150$  m bei  $t=80\%$



Maximal mögliche Wellenscheitelreduzierungen im Rheinverlauf bei Deichbruch in Krefeld ( $b$  = Breschenbreite;  $t=80\%$ : Bruchzeitpunkt bei 80% des Wasserstandes zwischen Wellenscheitel und Mittelwasserstand bei steigendem Wasserspiegel, HW 1995+: Abfluss des Hochwassers 1995, um 50% erhöht)

## Kurzinfos

### ATV-DVWK-Literaturdatenbank

Die Bibliothek der ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. sammelt und dokumentiert die Literatur zu den Bereichen Hydrologie, Gewässerschutz, Abwasser, wassergefährdende Stoffe, Abfall, Wasserbau, Wasserkraft, Bodenschutz und Altlasten. Ausgewertet werden rund 7.500 Bücher und über 90 Zeitschriften. Die bibliografischen Daten stehen in der ATV-DVWK-Literaturdatenbank allen Interessenten als wertvolle und aktuelle Informationsquelle auf CD-ROM zur Verfügung. Sie enthält mehr als 25.000 Hinweise auf Bücher, Tagungsbeiträge sowie Artikel aus Fachzeitschriften. Die Recherche ist einfach und schnell: Es kann nach Stichwörtern gesucht oder in einer erweiterten Suche auch mit Verknüpfungen, Wildcard-Operatoren und Feldersuche gearbeitet werden. Jeder Titelnachweis enthält Informationen zu Autor, Titel, Erscheinungsjahr und Quelle der Publikation. Über einen angeschlossenen Kopierservice können Zeitschriftenartikel, Beiträge aus Schriftenreihen, Auszüge aus Fachliteratur, die in der ATV-DVWK-Literaturdatenbank katalogisiert sind, kostenpflichtig inkl. Urheberrechtsabgabe bestellt werden.

Ab dem 1. Januar 2003 steht die Literaturdatenbank zusammen mit dem dreisprachigen Fachwörterbuch (deutsch/englisch/französisch) und den kompletten Jahrgängen seit 1996 der Zeitschrift KA Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall im Internet in einem geschlossenen Nutzerkreis zur Verfügung. Der Paketpreis beträgt für ATV-DVWK-Mitglieder jährlich € 30,- und für Nichtmitglieder € 190,-. Regelmäßige Updates sichern die bleibende Aktualität. Weitere Auskünfte in der ATV-DVWK-Hauptgeschäftsstelle erteilen Frau Dipl.-Bibliothekarinnen Marianne Mihan, Tel.: 02242/872-180, E-Mail: mi-

han@atv.de oder Herr Dipl.-Ing. Matthias Böhm, Tel.: 02242/872-132, Fax: 872-135, E-Mail: boehm@atv.de.

**Satellitenbilder der Hochwasserkatastrophe in Mitteleuropa 2002** Erdbeobachtungssatelliten ermöglichen die rasche Kartierung größerer Regionen der Erdoberfläche und können eine wertvolle Hilfe für das Katastrophenmanagement darstellen. Dazu werden zum einen die Daten räumlich hoch auflösender Sensoren herangezogen, die Informationen im sichtbaren Licht und im Infrarot liefern. Da Überschwemmungen oft mit starker Bewölkung einhergehen, werden andererseits unter diesen Bedingungen aktiv sendende Radarsatelliten eingesetzt, die auch durch Wolken hindurch "sehen" können.

In Kooperation mit der europäischen Weltraumbehörde ESA und anderen nationalen und internationalen Partnern akquiriert das DFD (German Remote Sensing Data Center) derzeit alle verfügbaren Satellitendaten (z.B. ERS, IRS-P3-MOS, MODIS, NOAA, IRS 1C/1D, Landsat 7, ENVISAT ASAR) und wird sie den Lagezentren vor Ort für Vorsorgemaßnahmen und Bestandsaufnahme zur Verfügung stellen. Dabei nutzt das DFD seine eigenen Empfangsanlagen und bereitet die Rohdaten für die Anwendung vor Ort auf. Weitere Informationen unter:

[http://www.dfd.dlr.de/images\\_hochwasser/index.html](http://www.dfd.dlr.de/images_hochwasser/index.html)

### Aktuelles und Termine:

**3. - 4.1.2003: Internationales Wasserbau-Symposium Aachen: Trends der Wasserwirtschaft - reagieren oder agieren.** Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH)

**19. - 21.3.2003: Tag der Hydrologie: Klima - Hydrologie - Flussgebietsmanagement im Lichte der Flut 2002.** Institut für Hydrologie, Universität Frei-

burg/Breisg.

**20.-21.2.2003: Wasser - Lebensnotwendige Ressource oder Konfliktstoff.** Erfurt. Auftaktveranstaltung zu dem von der UNESCO für das Jahr 2003 erklärten "International year of freshwater". Veranstalter: Freistaat Thüringen, ATV-DVWK Landesverband Sachsen/Thüringen, Universität Erfurt und Universität Göttingen. <http://www.atv-dvwk-st.de/fte.htm>

**2. - 4.4.2003: International Workshop on Mountain Hydrology,** Einsiedeln, Switzerland, <http://www.wsl.ch/mountainhydrology2003>

**6. - 8.4.2003: Ökohydrologie und Hydrochemie von Mooren und Feuchtgebieten.** Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Akademie Sankelmark <http://www.dgmtev.de>

**12. - 13.5.2003: Tagung Nürnberger Wasserwirtschaftstag: Stauanlagen und die DIN 19700.** ATV-DVWK Landesverband Bayern und Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften, Nürnberg.

**12. - 13.6.2003: Seminar Hochwassermanagement, Weimar - Gefährdungspotentiale und Risiko der Flächennutzung.** Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften

**3.-4.07.2003: Seminar und Workshop Soil Moisture Group, Uni Karlsruhe**

Innovative Feuchtemessungen in Forschung und Praxis (Bauwesen - Geotechnik - Umwelttechnik)

Tel: 07247/82-3775

Fax 07247/82-3478

[stefan.schlaeger@imk.fzk.de](mailto:stefan.schlaeger@imk.fzk.de)

[www.iwk.uni-](http://www.iwk.uni-)

[karlsruhe.de/~smg/workshop2003/](http://karlsruhe.de/~smg/workshop2003/)

**Weitere Termine und Informationen (pdf-Files) finden Sie unter [www.fghw.de](http://www.fghw.de)**

### Herausgeber:

Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der ATV-DVWK, Arbeitskreis Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Anschrift:

Dr. Markus Disse

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Postfach 20 02 53

56002 Koblenz, [disse@bafg.de](mailto:disse@bafg.de)