

NIEDERSCHLAG – INPUT FÜR HYDROLOGISCHE BERECHNUNGEN

Ein Bericht des hydrographischen Dienstes Steiermark

1. Einleitung

Am 12. und 13. April 2005 fand an der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz das Seminar „Niederschlag – Input für hydrologische Berechnungen“ statt. In Deutschland wurde innerhalb der letzten drei Jahrzehnte vom Deutschen Wetterdienst (DWD) unter Initiative und Begleitung der Arbeitsgruppe Niederschlag der Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) ein umfangreiches Niederschlagsregelwerk geschaffen. Mit diesem Seminar sollte dieses Regelwerk über die bereits erschienenen Veröffentlichungen hinaus bekannt gemacht werden sowie neueste Überlegungen zu Extremniederschlägen vorgestellt und noch bestehende Defizite zwischen Anforderungen und Vorgaben von Niederschlägen als Input in hydrologische Berechnungen diskutiert und definiert werden.

Dementsprechend war das Seminar in 3 thematische Blöcke gegliedert:

- Niederschlagserfassung und –vorhersage
- KOSTRA (KOordinierte STarkniederschlags – Regionalisierungs – Auswertungen) und Anwendung der Daten für hydrologische Berechnungen
- Extreme Niederschläge als Grundlage von Sicherheitsbetrachtungen

2. Niederschlagserfassung und –vorhersage

Niederschlagsregelwerk

Eingangs wurden die verschiedenen Projekte des Niederschlagsregelwerkes kurz vorgestellt (Tabelle 1).

Projekt	Projektname
Jahres-, Monats-, Tageswertstatistiken	Hydrologischer Atlas Deutschland
Starkregenhöhen in Abhängigkeit von Jährlichkeit und Dauerstufe	KOSTRA
Aktuelle Daten für die Steuerung von Kanalnetzen und RHB	RADOLAN RADVOROP
Vorhersagen für Warndienste	DWD-Rechenmodell
Extremwerte für Risikoabschätzung	MGN, PEN
Schneedecke und Klimaäquivalent	REWANUS (SNOW-K-Modell)
Klimaentwicklung	HUK

Tabelle 1: Die verschiedenen Projekte des Niederschlagsregelwerkes

Niederschlagsmessung und Datenbereitstellung

Vom Deutschen Wetterdienst wurde über Neuerungen in der Niederschlagsmesstechnik und Datenbereitstellung berichtet, die sich durch die Rationalisierung und Modernisierung der Bodenmessnetze ergaben. Momentan betreut der DWD bundesweit 172 hauptamtliche und ca. 3000 nebenamtliche Niederschlags- und Klimastationen. Dabei liefern zurzeit etwa 600 dieser Stationen Online-Niederschlagsdaten, wobei bis 2007 diese Zahl auf ca. 1000 Stationen erhöht werden soll.

Dazu wurden in einer vom DWD gemeinsam mit der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV), dem Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) erarbeiteten Richtlinie (MANOB) messtechnische Anforderungen an automatisch messende Ombrometer festgelegt. Dabei wurde festgestellt, dass diese Anforderungen nur von 3 Messprinzipien (Wägeprinzip, Doppelsystem Tropfer/Wippe und Doppelsystem Tropfer/Volumeter) erbracht werden, wobei im Rahmen der Modernisierung des Messnetzes vom DWD zum größten Teil Niederschlagswaagen der Firma OTT (PLUVIO) eingesetzt werden.

Momentan in der Testphase befinden sich so genannte Present-Weather-Sensoren. Dabei handelt es sich um optische Disdrometer, mit denen die Größe und Fallgeschwindigkeit sämtlicher Niederschlagspartikel im Messvolumen durch Einsatz von Laserlicht bestimmt werden kann. Zukünftig plant der DWD an ausgewählten Stationen Ultraschall-Sensoren zur Schneehöhenmessung einzusetzen.

Die Niederschlagsmessdaten der Online-Stationen des DWD durchlaufen eine 4-stufige Qualitätskontrolle. Die Kontrollen der 1. und 2. Stufe erfolgen nahezu online (Kontrolle von Grenzwerten, automatische und visuelle Prüfungen), die der 3. und 4. Stufe Tage bzw. Monate später.

Flächenhafte Erfassung des Niederschlagsgeschehens mittels Radar

Die Niederschlagserfassung mittels Wetterradar hat gegenüber den punktuell erfassenden bodengebundenen Niederschlagsstationen den Vorteil, den Niederschlag flächenhaft zu erfassen. Im Zeitraum von 1987 bis 2000 hat der DWD ein Radarverbundnetz errichtet, das flächendeckend für ganz Deutschland Niederschlagsinformationen in hoher zeitlicher (15 Minuten) und räumlicher Auflösung (400 x 400 m) liefert. Das an den Niederschlagsteilchen rückgestreute Radarsignal kann unmittelbar in qualitative Produkte umgesetzt werden. Um quantitative Daten zu erhalten, ist eine Umrechnung über spezielle Beziehungen (so genannte Z-R Beziehungen, wobei Z einen Reflektivitätsfaktor [mm^6/m^3] und R die Regenintensität [mm/h] darstellen) notwendig.

Um die indirekt mit Radar bestimmten Niederschlagshöhen mit Hilfe der am Boden gemessenen Niederschlagshöhen zu korrigieren, wurde vom DWD mit finanzieller Unterstützung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) das Verfahren RADOLAN zur Online-Aneicherung der Radardaten entwickelt. Dazu war es Voraussetzung, ein automatisches Bodenmessnetz mit Datenfernübertragung aufzubauen. Dieses Messnetz besteht aus dem Grundmessnetz des DWD (MESSNETZ 2000) sowie aus Verdichtungsmessnetzen der Bundesländer. Diese gemeinsamen Messnetze sind in Süd- und Südwestdeutschland bereits eingerichtet, in weiteren Ländern befinden sie sich derzeit im Aufbau bzw. Planung.

Mit Beginn des Jahres 2000 wurde der operationelle Routinebetrieb von RADOLAN eingeführt. Damit steht den Nutzern ein angeeichtes, deutschlandweites Radarprodukt mit stündlichen Niederschlagshöhen in einer Auflösung von 0.1 mm und einer räumlichen Auflösung von 1 x 1 km zeitnah zur Verfügung.

Ein weiteres vom DWD im Einsatz befindliches Produkt ist KONRAD (KONvektionsentwicklung in RADARprodukten), das aus dem Gesamtbild der Niederschlagsfelder die Kerne von Gewitterzellen herausfiltert. Aus einer Analyse der Echostärke, Flächenausdehnung und Zugrichtung leitet es Warnhinweise zu Hagel, Starkregen und Windböen ab.

Numerische Niederschlagsvorhersage – Methodik der Berechnung und ihre Qualität

Numerische Niederschlagsvorhersagen werden unter Verwendung der Navier-Stokesschen Bewegungsgleichungen, des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik, der Gasgleichung und verschiedener Kontinuitätsgleichungen errechnet. Hierzu werden die Gleichungen zunächst diskretisiert, d.h. als Differenzgleichungen in einem Raum- und Zeitgitter formuliert. Eine Reihe von in der Atmosphäre ablaufenden Prozessen (z.B. Konvektion) kann durch die Modellgleichungen bei der gegebenen Auflösung nicht explizit beschrieben sondern muss parametrisiert werden. Da es sich bei den Modellgleichungen um ein Anfangswertproblem, bei Regionalmodellen auch um ein Randwertproblem handelt, muss außerdem der Anfangszustand von allen Modellvariablen auf dem Modellgitter bekannt sein.

Die Niederschlagsvorhersage erfordert neben der Integration der eigentlichen hydrothermodynamischen Gleichungen noch eine Reihe von Annahmen, die wolkenphysikalische Prozesse beschreiben. Hierzu gehören u. a. die Gleichungen für den Wolkenwassergehalt, den Eisgehalt der Wolken und den Phasenübergang zwischen den einzelnen Niederschlagsformen.

Die Ergebnisse der numerischen Niederschlagsvorhersagen werden systematisch geprüft, wobei dabei üblicherweise die Niederschlagsereignisse in Kategorien eingeteilt und anhand der sich ergebenden Einträge in Kontingenztabelle objektive Gütemaße errechnet werden. Dabei zeigt es sich, dass die Qualität der Vorhersage nicht mit einem einzelnen Gütemaß charakterisiert werden kann, sondern die Beurteilung, je nach Anwendung der Vorhersage, unterschiedliche Gütemaße erfordert. Die Ergebnisse der Modellverifikation können in Folge Modelle einfließen, mit deren Hilfe der ökonomische Nutzen der Verwendung numerischer Niederschlagsvorhersagen abgeschätzt werden kann.

Analyse und Vorhersage des Niederschlagsdargebots (Schneesmelze und Regen)

Das Zusammenwirken von Niederschlag und Schneedeckenverhalten ist für die Entstehung und den Ablauf von Winter- und Frühjahrhochwasserereignissen von besonderer Bedeutung. Daher hängt die Treffsicherheit einer Hochwasserprognose im Winterhalbjahr ganz entscheidend von der Qualität und der rechtzeitigen Verfügbarkeit des aktuellen und vorhergesagten Niederschlagsdargebotes (Summe der Schmelzwasserabgabe aus der Schneedecke plus Regen) ab.

Bereits seit einigen Jahren werden im Winter durch den DWD tägliche Analysen und Prognosen des Wasseräquivalents der Schneedecke und des Niederschlagsdargebots mit dem Modell SNOW-D bereitgestellt, wobei dieses Modell in einer Kooperation zwischen DWD

und den Wasserwirtschaftsverwaltungen in einigen Bundesländern erheblich weiterentwickelt werden konnte. Seit dem Winter 2004/05 erfolgt die Ergebnisbereitstellung mit dem neuen Modell SNOW3, das im Gegensatz zu SNOW-D alle 6 Stunden aktualisierte Werte berechnet. Der interne Rechenschritt in SNOW3 beträgt eine Stunde (SNOW-D 6 Stunden), das Rechengitter, also die räumliche Auflösung des Modells besteht aus Gitterpunkten mit ca. 1 km horizontalem Abstand. Der Analysezeitraum beträgt 30 Stunden, der „Prognosemodus“ liefert Vorhersagen für die nächsten 42 Stunden.

3. KOSTRA und Anwendung der Daten für hydrologische Berechnungen

Die Anwendung der Niederschlagsvorhersage in der Stadtentwässerung

Die Niederschlagsvorhersage für die Stadtentwässerung muss die Besonderheiten (kurze Reaktionszeiten bei Niederschlägen mit schnellen Änderungen des Abflussverhaltens) für dieses Einsatzgebiet berücksichtigen. Hierzu ist eine hohe zeitliche Auflösung sowie eine zeitnahe Bereitstellung der Daten erforderlich. Für Warnungen und betriebliche Eingriffe (z.B. Steuerung) sind Abschätzungen des wahrscheinlichen zukünftigen Abflussgeschehens erforderlich, die mit Hilfe von Simulationsmodellen der Niederschlags-Abflussprozesse durchgeführt werden können, wenn vorhergesagte Regendaten vorhanden sind.

In der Niederschlagsvorhersage sind zwei zeitliche Gesichtspunkte der Vorhersage maßgebend. Einerseits ist es die Länge des Vorhersagezeitraumes, andererseits ist es die notwendige zeitliche Auflösung für die charakteristischen Prozesse der Vorhersage. Grundsätzlich kann zwischen einer Kurzzeitvorhersage („Nowcasting“ - Methode, die die Extrapolation des aktuellen Wettergeschehens und seiner maßgebenden Trends beinhaltet) und einer Vorhersage für große Zeiträume („Numerical Weather Prediction (NWP)“, Verteilung des Wetters wird als Resultat der sich verändernden atmosphärischen Zustände angesehen) unterschieden werden. Da für die Stadtentwässerung Vorhersagezeiträume von bis zu 4 Stunden ausreichend sind, fallen diese Vorhersagen alle in den Nowcasting-Bereich. Unter Berücksichtigung aller Randbedingungen (hohe zeitliche und räumliche Auflösung, direkte Verfügbarkeit, gute quantitative Genauigkeit) kommt nur das Nowcasting auf der Basis von Radardaten in Frage.

Hierbei handelt es sich um Mustererkennung und -verfolgung in Niederschlagsfronten. Regenzellen müssen nach bestimmten Kriterien definiert und in den nachfolgenden Bildern gesucht und wieder erkannt werden. Gelingt dies, können für jede Zelle der Vektor (Zugrichtung und -geschwindigkeit) und die Veränderung der Intensitäten angegeben werden.

Die Einbindung von gemessenen und vorhergesagten Niederschlägen in die Modellierung, Entscheidungsfindung und Leittechnik für die Stadtentwässerung kann durch so genannte Echtzeit-Steuerung erfolgen. Ein solches System besteht aus folgenden Komponenten:

- Regenmessung
- Regenvorhersage
- Mitsimulation der N-A-Prozesse
- Vorhersage der N-A-Prozesse
- Wasserstands-/Abflussmessungen
- Filterung der Zustands- und Berechnungsgrößen
- Entscheidungsfindung

- Ausführung/Fernwirkung
- Kontrolle/Rückmeldung über Messwerte

Bisherige Erfahrungen mit solchen Systemen haben gezeigt, dass vernünftige Steuerentscheidungen getroffen werden können, wenn die Vorhersagen mindestens im Trend richtig sind. Für diese Art der Steuerung spricht außerdem, dass sie in fast allen Fällen bessere Ergebnisse liefern als andere vereinfachende Annahmen wie Persistenz oder Regenende.

KOSTRA – eine Deutschland umfassende rasterbasierte Darstellung der Punktniederschlagshöhen in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit

Die Wasserwirtschaft benötigt zur wirtschaftlichen Projektierung wasserbaulicher und abwassertechnischer Anlagen und Systeme sowie zur Abschätzung und statistischer Einordnung der damit verbundenen Risiken die standortabhängige Kenntnis der Starkniederschlagshöhen und – intensitäten sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeiten. Dafür erforderliche langfristige Aufzeichnungen des Niederschlagsgeschehens an verschiedenen Stationen waren und sind zwar punktuell seit Jahren verfügbar und teilweise auch ausgewertet worden. Wegen verschiedener statistischer Ansätze und unterschiedlicher Beobachtungszeiträume sind aber differierende Ergebnisse zu erwarten.

Um eine allseits akzeptierte vereinheitlichte Auswertung zu erreichen, die es möglich macht, für jeden Punkt in Deutschland die entsprechend gültigen Informationen abrufen zu können, ist unter Obhut des DVWK in Kooperation zwischen DWD, LAWA, DVWK und ATV ein komplexes Analyse- und Auswerteprojekt als Deutschland umfassende Starkniederschlagsstatistik durchgeführt worden. Dabei wurden für einen Beobachtungszeitraum von 30 Jahren die Daten von ca. 4000 Tagesstationen und von ca. 200 kontinuierlich registrierenden Stationen ausgewertet und statistische analysiert.

Das Ergebnis (52 Karten in Rasterdarstellung mit Starkniederschlagshöhen in Abhängigkeit von Dauerstufe und Eintrittswahrscheinlichkeit) steht im so genannten KOSTRA-Atlas zur Verfügung. Seit 2001 wird unter dem Namen „KOSTRA-DWD“ eine vom DWD autorisierte Software angeboten, welche die vollständigen, im KOSTRA-Atlas dargestellten Karteninformationen mit allen enthaltenen Daten und interpolierbaren Zwischenwerten beinhaltet.

Die Repräsentanz der verwendeten Datengrundlagen wird derzeit überprüft. Es ist vorgesehen, wenn erforderlich auch Ergebnisanpassungen durchzuführen.

Langzeitsimulation – Regendaten und Vorgangsweise

Bei der Langzeitsimulation werden langjährige Zeitreihen des Abflussgeschehens aus langjährigen Zeitreihen des Niederschlagsgeschehens berechnet. Die gesuchten Angaben über die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Grenzzustände werden sodann durch statistische Analyse dieser Zeitreihe gewonnen. Demgegenüber steht das Lastfallprinzip, bei dem die sich die Häufigkeitsaussagen auf die Regenbelastungen beziehen, die für die Niederschlags-Abfluss-Simulation verwendet werden.

Lastfallprinzip

Das Lastfallprinzip bei der Berechnung von Niederschlags-Abfluss-Prozessen orientiert sich an der Vorgehensweise der Bemessungsverfahren, bei denen ein Bemessungsregen als Belastung vorgegeben wird, für den die Zielgrößen (z.B. erforderliche Kanaldurchmesser) ermittelt werden. Die statistischen Regendaten können für jeden Ortspunkt in Deutschland aus KOSTRA entnommen werden.

Langzeitsimulation

Bei der Langzeitsimulation werden gemessene Zeitreihen des Niederschlagsgeschehens verwendet, um ebenso lange Zeitreihen des Abflussgeschehens zu erzeugen, die dann statistisch analysiert werden können, indem eine Verteilungsfunktion angepasst wird, die den funktionalen Zusammenhang zwischen Wasserstand und Wiederkehrzeit beschreibt. Damit sind Aussagen über die Wiederkehrzeit bestimmter Hochwasserstände möglich, wobei eine Extrapolation bis zur doppelten Länge der Zeitreihe als zulässig angesehen wird.

Bei der Langzeitsimulation werden die extremen Werte nicht durch Messung, sondern durch die Simulation des Niederschlags-Abfluss-Geschehens mittels mathematischer Modelle gewonnen. Beide Wertekollektive sind als gleichwertig anzusehen, wenn gewährleistet ist, dass die Modelle das Niederschlags-Abfluss-Geschehen im Mittel richtig wiedergeben. Dies kann durch eine Kalibrierung der Parameter, insbesondere für die Abflussbildung, anhand von kurzzeitigen Messungen erreicht werden.

Niederschlag als Input für Niederschlags-Abfluss-Modelle im Emscher- und Lippegebiet

Zur Erfüllung ihrer Verbandsaufgaben wie Hochwasserschutz, naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, Umgestaltung von Gewässerläufen oder Abwasserbehandlung in den Einzugsgebieten der Emscher und der Lippe haben Emschergenossenschaft und Lippeverband ein Messnetz zur kontinuierlichen Erfassung des Niederschlags aufgebaut. Dieses Netz umfasst sowohl terrestrische Stationen (66 aktive Stationen für beide Einzugsgebiete ($A_{E,gesamt} = 5680 \text{ km}^2$)) als auch ein X-Band Radargerät. Die Daten dieses Niederschlagsmessnetzes werden permanent fortgeschrieben und für weiterführende wasserwirtschaftliche Auswertungen bereitgestellt.

Niederschlags-Abfluss-Modell Emscher

Für das gesamte Einzugsgebiet der Emscher liegen – in unterschiedlicher Raumauflösung – hydrologische Gebietsmodelle vom Typ NASIM vor. Das Emscher Grobmodell bildet das vollständige Einzugsgebiet der Emscher (ca. 800 km^2) bis zur Mündung in den Rhein anhand von 95 Teileinzugsgebieten ab. Derzeit werden bereits ca. 70% des Einzugsgebietes durch flächendetailliertere Feinmodelle abgebildet, den verbleibenden 30% liegt das Emscher Grobmodell zu Grunde.

Das Einzugsgebiet der Emscher ist geprägt durch flache Neigungen und extrem starke anthropogene Einflüsse (Kanalsysteme, starke Versiegelung der Oberfläche durch Siedlungstätigkeit). Dies äußert sich durch einen Anstieg des Bemessungshochwassers von $170 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahr 1961 auf derzeit $349 \text{ m}^3/\text{s}$ (Mündungsbereich).

Niederschlags-Abfluss-Modell Lippe

Für die Lippe wurde ebenfalls mit dem Programm NASIM ein hydrologisches Gebietsmodell aufgebaut. Die Einzugsgebietsgröße beträgt 4880 km², das Fließgewässersystem der Lippe hat eine Gesamtlänge von 4740 km. Das Niederschlags-Abfluss-Modell umfasst zurzeit 990 Teileinzugsgebiete unterschiedlichen Diskretisierungsgrades. Größere Teileinzugsgebiete wurden in Vergleichsrechnungen mit Detailmodellen auf Plausibilität überprüft und mit Messdaten kalibriert. Die Kalibrierung für das gesamte Modell ist zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vollständig abgeschlossen.

Die Lippe lässt sich als typischer Flachlandfluss mit ganzjährig stabiler Niederwasserführung charakterisieren. Besonderheiten im Einzugsgebiet sind die Speisung der Schifffahrtskanäle und die Bereitstellung von Brauch- und Trinkwasser. Ca. 15% der Einzugsgebietsfläche sind verbaut, wobei sich die dichte Verbauung auf das unmittelbare Umfeld der Städte konzentriert.

4. Extreme Niederschläge als Grundlage von Sicherheitsbetrachtungen

Extremwerte des Niederschlagsdargebots aus Regen und Schneeschmelze

Extreme Werte des Niederschlags können im Winterhalbjahr durch Schmelzwassermengen verstärkt werden. Diese Extremwerte beeinflussen vor allem in schneehydrologisch relevanten Gebieten die Extremwertstatistik entscheidend. Das bedeutet, dass die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen wie z.B. von Dämmen oder Talsperren auf der unsicheren Seite liegt, wenn das Schmelzwasser vernachlässigt wird. Im besonderen Maße trifft dies auf Gebiete in mittleren und höheren Lagen (> 400 m.ü.NN) zu.

Um den Einfluss der Schneedeckenentwicklung auf die Verteilung extremer Niederschlagsdargebote (Wasserabgabe aus der Schneedecke plus Regen) flächendeckend für ganz Deutschland quantitativ zu erfassen, wurde das Projekt REWANUS durchgeführt. Als Ergebnis der Untersuchungen werden im REWANUS-Atlas flächendeckend Rasterwerte des extremen Niederschlagsdargebots im hydrologischen Winterhalbjahr für sieben Dauerstufen (12, 24, 48, 72, 120, 168 und 240 Stunden) sowie drei Wiederkehrzeiten (1, 10 und 100 Jahre) in 21 Karten dem Nutzer zur Verfügung gestellt.

Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags

Für die Belange der hydrologischen Praxis werden häufig Bemessungswerte größerer Wiederkehrzeiten als 100 Jahre benötigt. Bislang standen für die Abschätzung dieser Bemessungswerte nur die Ergebnisse der Projekte KOSTRA und „Regionalisierung maximierter Gebietsniederschlagshöhen in Deutschland“ (MGN) zur Verfügung. Während mit den KOSTRA-Werten der Bereich der jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit bis zu einer Wiederkehrzeit von 100 Jahren erfasst wird, sind die MGN-Werte die Schätzung der vermutlich größten Niederschlagshöhen.

Mit dem Projekt PEN („Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags“), welches durch die LAWA finanziell unterstützt wurde, wurde die Lücke zwischen den Ergebnissen aus KOSTRA und MGN geschlossen. Nach Überprüfung verschiedener Ansätze mit Verteilungsfunktionen, die sich als nicht geeignet herausstellten, wurde ein vereinfachtes, praxisorientiertes Verfahren entwickelt, mit dem auf Basis der KOSTRA-Werte die

Niederschlagswerte für Wiederkehrzeiten von 1000 und 10000 Jahren ermittelt werden können. Das Verfahren legt fest, dass diese Niederschlagswerte aus der Extrapolation der KOSTRA-Verteilung zu entnehmen sind. Um Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen, wurde die Verteilungsfunktion für diese Extrapolation steiler gewählt, indem für den KOSTRA-Bereich eines Ortspunktes für die Wiederkehrzeit von $T = 1a$ der untere und für $T = 100a$ der obere Wert des Bereiches verwendet werden. Die nach dieser Vorgehensweise ermittelten Werte für $T = 1000 a$ und $T = 10000a$ werden als PEN-Werte bezeichnet.

Aus der Praxis eines Wasserverbandes: Vorgehensweise bei der Steigerung der Hochwassersicherheit eines hoch sensiblen Flussgebietes

Seit langem empfehlen die einschlägigen Schriften, für empfindliche Gebiete die Sicherheit vor Hochwasserschäden durch Einbeziehung von Analysen auf Basis eines PMF („possible maximum flood“) oder eines PMP („possible maximum precipitation“) zu prüfen. Das Emschergebiet, ein dicht besiedeltes Zentrum der ehemaligen westdeutschen Industrieregion, wird – bedingt durch den einstigen Bergbau – von der auf 40 km mit hohen Deichen eingefassten Emscher entwässert. Der Hochwassersicherheit sind daher hohe Maßstäbe gesetzt.

Hohe und fortschreitende Versiegelung, beengte Platzverhältnisse und zunehmendes Sicherheitsbewusstsein der Einwohner erforderten Vorkehrungen zur Hochwassersicherheit über das Bemessungshochwasser (HQ200) hinaus. Die Berechnung eines PMF zeigte die Grenzen des Machbaren auf, wobei das Zusammenwirken mehrerer Entlastungswirkungen mit angemessenen Mitteln eine hohe Sicherheit bewirkte. Dieses Konzept wurde 1987 in die Tat umgesetzt und beinhaltet folgende Maßnahmen:

- Abflussvermeidung: Versickerung am Ort des Anfallens, dezentraler Rückhalt zur Verminderung des Scheitels
- Hochwasserrückhaltebecken (20 im Einzugsgebiet der Emscher)
- Abschalten großer, direkt an der Emscher gelegener Pumpwerke
- Kontrollierter Überlauf in den parallelen Rhein-Herne-Kanal (überströmungssichere Deiche), 3 Überläufe wurden realisiert

Die Kosten für sämtliche realisierte Maßnahmen lagen bei ca. 0,5 Mio. EURO, die Hochwassersicherheit wurde dadurch erheblich gegenüber dem Bemessungshochwasser erhöht. Die bewältigte Abflussmenge liegt bei 78% eines PMF, dies entspricht im Fall der Emscher einem Wiederkehrintervall jenseits von 1000 Jahren.

5. Zusammenfassung

Das Seminar „Niederschlag – Input für hydrologische Berechnungen“ brachte einen umfassenden Überblick über das in Deutschland in den letzten 30 Jahren geschaffene Niederschlagsregelwerk und die darin abgehandelten Projekte. Neben theoretischen Betrachtungen der in diesen Projekten ermittelten Datengrundlagen zeigten einige praktische Beispiele (Niederschlags-Abfluss-Modelle, Hochwasserschutz), wie wertvoll diese Datengrundlagen für wasserwirtschaftliche Planungen sind.