

Hochwasserfrühwarnung und Hochwasservorhersage in Baden-Württemberg

Von Manfred Bremicker,
Peter Homagk
und Karl Ludwig

Die Hochwasser-Vorhersage-Zentrale der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg veröffentlicht seit Juli 2003 täglich Abflussvorhersagen für inzwischen ca. 90 Pegel. Sie sind für einen bestimmten Zeitbereich als Vorhersagen anzusehen und für den nachfolgenden Zeitbereich von bis zu 7 Tagen als Hochwasserfrühwarnung. Im Hochwasserfall werden die Vorhersagen in kürzeren Zeitintervallen erstellt. In diesem Aufsatz werden die Unterschiede zwischen Vorhersagen und Frühwarnungen beschrieben sowie deren unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten erläutert.

1 Einleitung

Das Auftreten großflächiger Starkniederschläge wird von den Wetterdiensten in der Regel bereits mehrere Tage vor dem Ereignis zumindest qualitativ vorhergesagt. Diese mehrtägigen Wettervorhersagen sind zwar noch ungenau im Hinblick auf die exakten Niederschlagshöhen und deren kleinräumige Verteilung, aber sie bieten eine Datenbasis, um frühzeitiger und genauer als bisher vor der Ausbildung überregionaler Hochwasser zu warnen.

Die Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg (HVZ) setzt hierzu landesweit Wasserhaushaltsmodelle ein, die neben den mehrtägigen Wettervorhersagen auch die aktuelle Abflussbereitschaft der Böden berücksichtigen und eine Frühwarnung bis zu einer Woche vor dem Hochwasser ermöglichen. Diese Frühwarnung ist eine wesentliche Ergänzung zu der Veröffentlichung von Hochwasservorhersagen während eines bereits eingetretenen Hochwassers, die von der HVZ bereits seit 1991 praktiziert wird.

Im Folgenden werden die Unterschiede zwischen den „herkömmlichen“ Hochwasservorhersagen und den neu eingeführten Hochwasserfrühwarnungen beschrieben sowie deren jeweils unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten erläutert.

2 Erstellung und Nutzung von Hochwasservorhersagen und Hochwasserfrühwarnungen

2.1 Hochwasservorhersage

Seit bereits rund 15 Jahren veröffentlicht die HVZ während überregionaler Hochwasser für ausgewählte Pegel in Baden-Württemberg Hochwasservorhersagen. Insgesamt wurden bisher bei ca. 50 Hochwasserereignissen in den Flussgebieten von Rhein, Neckar, Donau und Main Vorhersagen erstellt. Eine Übersicht der hierfür eingesetzten Vorhersageverfahren geben Homagk und Ludwig [1].

Zielsetzung dieser Hochwasservorhersage ist eine zeitnahe, in der Regel stündlich aktualisierte Bereitstellung von verlässlichen Informationen über die kurzfristig zu erwartende Wasserstandsentwicklung [2]. Die Hochwasservorhersage ist damit eine wesentliche Ergänzung der Hochwassermeldeordnung des Landes Baden-Württemberg [3]. Damit die Differenzen zwischen den vorhergesagten und den später aufgetretenen Wasserständen möglichst unter einer Abweichung von +/-10 Zentimeter verbleiben, ist der zeitliche Vorhersagehorizont relativ kurz und umfasst in Baden-Württemberg je nach Flussgebiet nur einen Bereich von rund 4 Stunden für kleinere Schwarzwaldflüsse bis hin zu 24 Stunden für die Vorhersagepegel am Oberrhein.

Die Hochwasser der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass auf Basis von Hochwasservorhersagen in vielen Fällen eine Verminderung der Hochwasserschäden sowie eine verbesserte Gefahrenabwehr möglich waren. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang Sachschäden an Gebäuden und Infrastruktur sowie Produktionsausfälle und Sachschäden in Gewerbe und Industrie.

2.2 Hochwasserfrühwarnung

Aufgrund des relativ kurzen Zeithorizontes der Hochwasservorhersagen besteht bei den verantwortlichen Dienststellen für die Schutzmaßnahmen sowie bei den betroffenen Bürgern vielfach der Bedarf, deutlich frühzeitiger als bisher Informationen über die Größenordnungen und die Zeitpunkte von erwarteten Wasserstandsanstiegen zu erhalten.

Insbesondere in Fällen, in denen der Wetterdienst bereits einige Tage vor extremen Starkregenfällen Vorwarnungen ausgibt, werden zumindest grobe Abschätzungen benötigt, ob die vorhergesagten Niederschläge zu einem Überschreiten von örtlich kritischen Wasserstandsmarken führen können. Auf Basis solcher Abschätzungen können die im Hochwasserfall erforderlichen Maßnahmen für das konkrete Ereignis besser vorgeplant werden, und der „Überraschungseffekt“ des Hochwassers bleibt aus.

Von der HVZ wurde daher ab dem Jahr 2000 schrittweise ein neues Vorhersagesystem auf Basis des Wasserhaushaltsmodells LARSIM [4] in Betrieb genommen. Mit LARSIM werden anhand umfangreicher meteorologischer Mess- und Vorhersagedaten alle relevanten hydrologischen Prozesse, insbesondere auch die aktuelle Verdunstung und der Bodenwasserhaushalt in den Einzugsgebieten kontinuierlich, d. h. auch außerhalb von Hochwasserzeiten, berechnet. Seit dem Jahr 2004 liegen entsprechende Wasserhaushaltsmodelle für die gesamte Landesfläche Baden-Württembergs vor.

Mit den Wasserhaushaltsmodellen werden seitdem für rund 90 Pegel täglich aktuelle Wasserstands- und Abflussvorhersagen erstellt. Die Umstellung der Modelltechnik auf LARSIM ermöglicht nun 7-Tages-Vorhersagen für den Wasserstand, wobei das o. g. Genauigkeitskriterium von +/-10 Zentimeter aber nur für einen kürzeren Zeitbereich erreicht werden kann. Damit ergibt sich auch die Möglichkeit für eine Abgrenzung der Begriffe Hochwasservorhersage und Hochwasserfrühwarnung aus Sicht der HVZ:

- Hochwasservorhersage ist eine verlässliche Vorhersage für kürzere Zeitbereiche im Sinne des o. g. Genauigkeitskriteriums.
- Hochwasserfrühwarnung ist eine weniger sichere Abschätzung, die sich auf einen darauf folgenden Zeitbereich von bis zu insgesamt sieben Tagen bezieht.

In **Tabelle 1** sind die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zwischen den HW-Vorhersagen und den HW-Frühwarnungen zusammengefasst. Bei den bis zu sieben Tage in die Zukunft reichenden Hochwasserfrühwarnungen ist zu berücksichtigen, dass längerfristige Vorhersagen grundsätzlich auch mit erhöhten Unsicherheiten behaftet sind. In den folgenden Abschnitten werden daher einige Beispiele aus dem operationellen Frühwarnbetrieb zusammengestellt sowie Hinweise für die Interpretation und Nutzung der Hochwasserfrühwarnung gegeben.

3 Operationeller Betrieb der Wasserhaushaltsmodelle und Veröffentlichung der Berechnungsergebnisse

Im operationellen Vorhersagebetrieb werden mit den Wasserhaushaltsmodellen für die Einzugsgebiete von Neckar, Donau bis Ulm, Tauber sowie für die baden-würt-

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale zwischen Hochwasserfrühwarnung und Hochwasservorhersage

	HW-Frühwarnung	HW-Vorhersage
Veröffentlichungszeiten	ganzjährig, außerhalb bzw. im Vorfeld von Hochwasser	während eines Hochwassers
Aktualisierungshäufigkeit	einmal täglich	stündlich
Zeithorizont der Vorhersage	bis zu 7 Tage	4 bis 24 Stunden (je nach Flussgebiet)
angestrebte Genauigkeit	Größenordnung der möglichen Wasserstandsanstiege (z. B. +/-50 cm)	+/-10 Zentimeter
Nutzungsmöglichkeit	Vorplanung für ein erwartetes Hochwasser	Durchführung kurzfristiger Schutzmaßnahmen (mobile Wände, Sandsäcke ...)

tembergischen Zubringer von Bodensee, Hoch- und Oberrhein Abfluss- bzw. Wasserstandsvorhersagen für ca. 90 Pegel in Baden-Württemberg erstellt. Die Veröffentlichung der Vorhersage im Internet (www.hvz.baden-wuerttemberg.de) erfolgt täglich gegen 11:00 Uhr MEZ. Während Hochwassersituationen werden die Modelle stündlich betrieben und die Ergebnisse im Internet entsprechend aktualisiert. Die automatisiert ablaufenden Wasserhaushaltsmodelle berechnen zunächst auf Basis von Messdaten für Wasserstand, Abfluss, Niederschlag, Lufttemperatur, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte und Luftdruck den jeweils aktuellen hydrologischen Zustand zum Vorhersagezeitpunkt. Die hierfür operationell abgerufenen Messdaten stammen aus dem Pegel- und Luftmessnetz des Landes Baden-Württemberg, dem Ombrometermessnetz, das gemeinsam vom Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Land betrieben wird, sowie aus dem Messnetz 2000 des DWD und dem Messnetz der Firma Meteomedia.

Bei den Abflussberechnungen können Differenzen zwischen simulierten und gemessenen Ganglinien an Pegeln auftreten, z. B. aufgrund einer unzureichenden Datenlage für meteorologische Messdaten,

ungenauer Wasserstands-Abfluss-Beziehungen an den Pegeln oder modellbedingter Ungenauigkeiten. Weicht die Simulation im Mittel zu stark von den Messdaten ab, erfolgt eine automatisierte Nachführung von geeigneten Modellgrößen im Simulationszeitraum, so dass das Modell den Wasserhaushalt zum Vorhersagezeitpunkt möglichst gut repräsentiert und damit ein optimaler Ausgangszustand für die Berechnung der Vorhersage vorliegt [5].

Der Vorhersagezeitraum erstreckt sich über sieben Tage. Die Berechnung der Abflussentwicklung erfolgt hier auf Grundlage der numerischen Kurz- und Mittelfristvorhersagen des DWD aus dem LME-Modell (Lokal-Modell Europa) bis zum 3. Vorhersagetag und aus dem GME-Modell (Global-Modell Europa) für den 4. bis 7. Tag. Für den 1. bis 3. Vorhersagetag werden zusätzlich die von Meteomedia bereitgestellten, stationsbezogenen Niederschlagsvorhersagen verwendet.

Die Verlässlichkeit der berechneten Abfluss- bzw. Wasserstandsvorhersagen nimmt im Allgemeinen – entsprechend den verwendeten Wettervorhersagen – mit ansteigendem Vorhersagezeitraum ab. Die Vorhersagen für kleinere Einzugsgebiete

Early Warning and Forecast of Floods in Baden-Württemberg

by Manfred Bremicker, Peter Homagk and Karl Ludwig

The Flood-Forecast-Center of the State Institute for Environment, Measurement and Natural Conservation of the German federal state of Baden-Württemberg publishes since July 2003 daily runoff forecasts for about 90 gages. These are published as runoff forecasts for a certain time period and for the following time period of up to 7 days as early warning information. In case of floods, forecasts are published in shorter time intervals. In this paper, the procedure of operational production and the potential use of early flood warning as a valuable supplement to a reliable but shorter flood forecast is described.

(unter 500 km²) sind mit zusätzlichen Unsicherheiten behaftet, da die meteorologischen Vorhersagen grundsätzlich eine räumliche Unschärfe aufweisen und kleinräumige Niederschlagsstrukturen von den Wettermodellen nur näherungsweise erfasst werden.

Aus diesem Grund wird die Vorhersage in einen sicheren Zeitbereich, die „verlässliche Vorhersage“, und in einen unsicheren Zeitbereich, die „Abschätzung“ oder Hochwasserfrühwarnung, unterteilt. Die Länge der als verlässlich eingestuften Vorhersage richtet sich dabei nach dem Abflusszustand (Niedrig-, Mittel- oder Hochwasserbereich) sowie nach der Einzugsgebietsgröße des Pegels. Die Vorhersagezeiten sind für Hochwasser deutlich kürzer als im Niedrig- oder Mittelwasserbereich, da die Niederschlagsvorhersagen in Starkregensituationen zusätzliche Unsicherheiten aufweisen. Bei Hochwasser beträgt der Zeitraum für eine verlässliche Vorhersage je nach Einzugsgebietsgröße des Pegels zwischen 4 und 24 Stunden. Bei Niedrigwasser kann der sichere Zeitraum bis zu 72 Stunden umfassen. Im Hochwasserbetrieb wird neben der Vorhersage auch der Abschätzungszeitraum auf das 1,5-fache der verlässlichen Vorhersagezeit gekürzt.

Da bei labilen Schichtungsverhältnissen in der Atmosphäre (Gewitterneigung) die meteorologischen Vorhersagen hinsichtlich Menge und räumlicher Verteilung des Niederschlags mit großen Unsicherheiten behaftet sind, kann es gerade bei sommerlichen Niedrigwasserverhältnissen zur Überschätzung der Abflussvorhersage kommen, wenn Gewitterniederschläge vorhergesagt werden, die dann aber gar nicht eintreten. Aus diesem Grunde wird auch eine „No-Rain-Vorhersage“ berechnet und veröffentlicht, die den zu erwartenden Abflussverlauf beim Ausbleiben jeglichen Niederschlags ab dem Vorhersagezeitpunkt enthält. In diesem Fall gibt die No-Rain-Vorhersage eine Abschätzung des minimal möglichen Abflusses.

4 Beispiele für Hochwasserfrühwarnungen und deren Interpretation

4.1 Darstellungsform im Internet

Bild 1 zeigt eine Hochwasserfrühwarnung für den Pegel Schwaibach/Kinzig (Einzugsgebiet 954 km²) im Januar 2005 in der Form, wie sie im Internet veröffentlicht wurde.

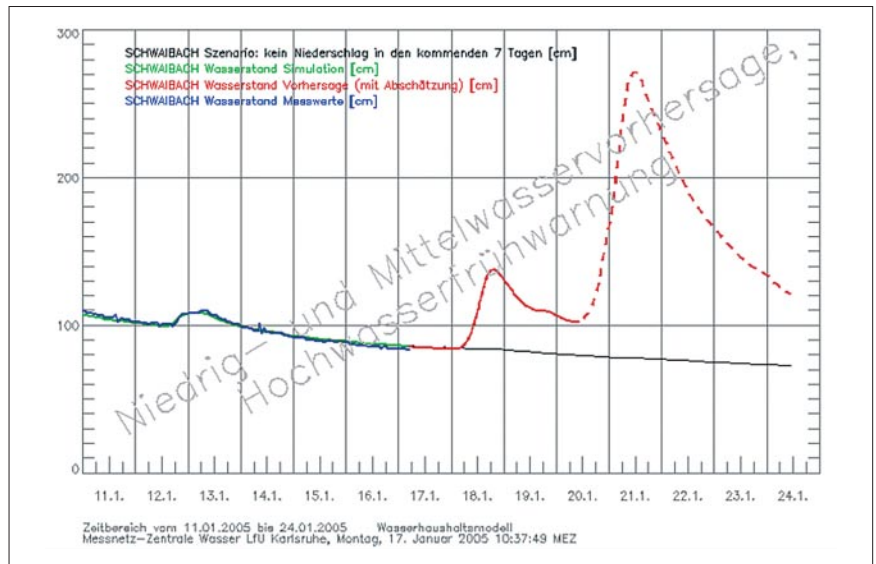


Bild 1: Hochwasserfrühwarnung für den Pegel Schwaibach/Kinzig im Januar 2005

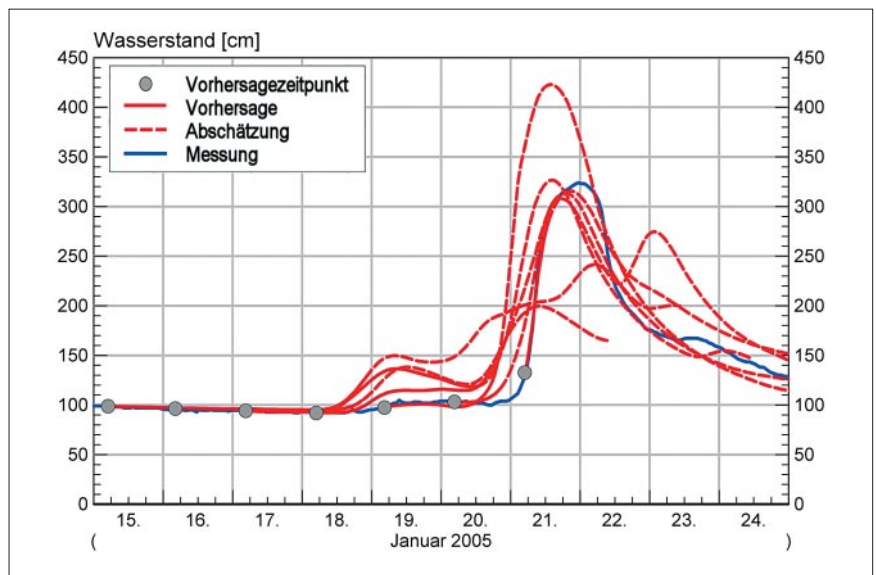


Bild 2: Hochwasserfrühwarnung für den Pegel Stein/Kocher im Januar 2005

Bis zum Vorhersagezeitpunkt am 17.01.05 um 5:00 MEZ erfolgt die Darstellung der gemessenen und simulierten Wasserstandsganglinien, die eine gute Übereinstimmung aufweisen. Nach dem Vorhersagezeitpunkt zeigt die in den ersten drei Tagen als verlässlich eingestufte Vorhersage einen leichten Anstieg des Wasserstands. Ab dem vierten Vorhersage tag wird die Vorhersage aufgrund eines weiteren, gravierenden Anstiegs der Ganglinie nur noch als Abschätzung dargestellt, da eine derartig hohe Niederschlagsmenge, vorhergesagt für einen so langen Zeitraum, erfahrungsgemäß mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Darüber hinaus ist im Vorhersagezeitraum die No-Rain-Vorhersage abgebildet. Diese gibt eine Abschätzung über den weiteren Verlauf des Wasserstands bei stetigem Auslaufen des Grundwasserspei-

chers aufgrund des Ausbleibens von Niederschlag.

4.2 Beispiel für stabile Frühwarnungen

In **Bild 2** ist für den Pegel Stein/Kocher (Einzugsgebiet: 1 929 km²) der gemessene Verlauf des Hochwassers im Januar 2005 drei aufeinander folgenden Hochwasserfrühwarnungen gegenübergestellt. Die Frühwarnungen vom 15. und 16. Januar zeigen bereits einen deutlichen Anstieg des Abflusses, wobei das bevorstehende Hochwasser hinsichtlich Verlauf und Spitzenabfluss noch nicht präzise erfasst wird. Die Frühwarnung vom 17. Januar erfasst jedoch den Ereignisbeginn, den Verlauf sowie den Spitzenabfluss des Hochwassers bereits vier Tage vor Eintritt des Hochwassers sehr gut, mit Ausnahme einer Vorwelle, die letztendlich nicht auf-

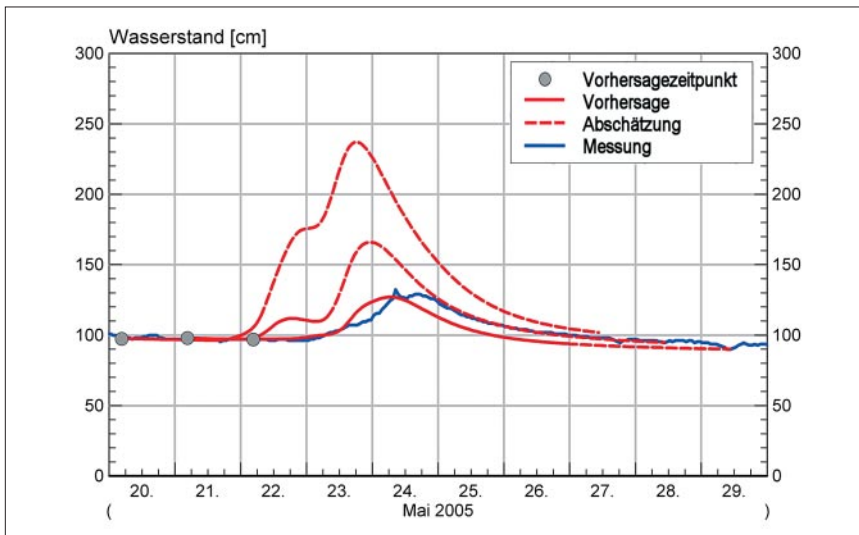


Bild 3: Hochwasserfrühwarnung für den Pegel Stein/Kocher im Mai 2005

getreten ist. Auch hier wird deutlich, dass nur die ersten Tage der jeweiligen Frühwarnung als sicher eingestuft werden können und mit fortschreitender Vorhersagedauer und Erhöhung des Abflusses die vorhergesagte Ganglinie nur noch als Abschätzung zu betrachten ist. Die Vorhersage für den Pegel Stein ist ein Beispiel für die stabile Frühwarnung vor dem Hochwasser im Januar 2005 ab dem vierten Tag vor Eintreffen des Hochwassers. Auch für eine Vielzahl weiterer Pegel in Baden-Württemberg wurde dieses Hochwasser ähnlich stabil vorausgesagt.

Derartige „stabile“ Hochwasserfrühwarnungen, bei denen sich die täglich aufeinander folgenden Vorhersagen nur relativ wenig unterscheiden in Bezug auf den Hochwasserbeginn sowie die Größe und Form der Hochwasserwelle, können bei der Interpretation als Indiz dafür genommen werden, dass eine Hochwasserfrühwarnung als relativ sicher anzusehen ist. Letztlich mündet eine solche Situation bei großem Hochwasser in einen Vorhersagebetrieb mit personeller Besetzung der HVZ und Herausgabe von Vorhersagen in stündlichen Intervallen.

4.3 Beispiel für eine unzutreffende Frühwarnung

Neben der stabilen Vorankündigung eines Hochwassers können jedoch auch unzutreffende Wasserstandsanstiege vorhergesagt werden. Ein Beispiel zeigt das **Bild 3** mit drei aufeinander folgenden Frühwarnungen für den Pegel Stein/Kocher im Mai 2005. Die Frühwarnung für den 20. Mai prognostiziert das Eintreten eines kleineren Hochwassers mit dem Anstieg einer Welle nur zwei Tage später. Die Berechnung am darauf folgenden Tag zeigt eine bereits deutlich kleinere Welle und erst die Frühwarnung am 22. prognosti-

ziert den tatsächlich nur geringfügigen Abflussanstieg am folgenden Tag adäquat.

Hier wird deutlich, dass die Güte der Vorhersage primär von der zu Grunde liegenden Niederschlagsvorhersage abhängt, die insbesondere im mittelfristigen Bereich von Tag zu Tag stark variieren kann. Derartige „instabile“ Hochwasserfrühwarnungen, bei denen sich die täglich aufeinander folgenden Vorhersagen mehr oder weniger stark in Bezug auf den Hochwasserbeginn beziehungsweise auf die Größe und Form der Hochwasserwelle unterscheiden, weisen bereits auf eine relativ unsichere Hochwasserfrühwarnung hin.

Grundsätzlich erscheint es möglich, über die Variabilität der Frühwarnungen in den Vortagen eine Aussage zur aktuellen Stabilität und Verlässlichkeit der aktuellen Frühwarnung abzuleiten und diese Zusatzinformationen dem Nutzer bereitzustellen.

4.4 Beispiel für den Übergang von der Hochwasserfrühwarnung in die Hochwasservorhersage

Den Übergang von der Hochwasserfrühwarnung in die Hochwasservorhersage zeigt das **Bild 4**, wieder für den Pegel Stein/Kocher und das Hochwasserereignis im Januar 2005. Im Hochwasserfall erfolgt stündlich die Berechnung einer aktuellen Vorhersage; dargestellt ist hier eine Auswahl von Vorhersagen für alle sechs Stunden. Die maximale verlässliche Vorhersagedauer bei Hochwasser beträgt für den Pegel Stein neun Stunden. Der Abschätzungszeitraum wird ebenfalls deutlich gekürzt, auf das 1,5-fache der verlässlichen Vorhersagezeit, also auf 13 Stunden anstelle der sieben Tage im Frühwarnbetrieb. Die Hochwasservorhersage für das vorliegende Beispiel zeigt eine gute Qua-

lität, weshalb mittelfristig der vollständige Ersatz der bisher bei Hochwasser überwiegend eingesetzten Flussgebietsmodelle durch die Wasserhaushaltsmodelle angestrebt wird.

5 Nutzung von Hochwasserfrühwarnungen

Auf Grundlage von Abschnitt 4 ist erkennbar, dass die Zuverlässigkeit der Hochwasserfrühwarnung ganz wesentlich davon abhängt, wie zuverlässig die Wettervorhersagen insbesondere für längere Zeiträume von bis zu sieben Tagen sind.

Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass überregionale Hochwasserereignisse bereits mehrere Tage im Vorfeld (typischerweise 4 bis 5 Tage) durch „stabile“ Hochwasserfrühwarnungen angekündigt werden.

Da jedoch auch unzutreffende Frühwarnungen möglich sind, wird den betroffenen Dienststellen, Industrie und Bürgern im Fall eines mittelfristig angekündigten Hochwassers empfohlen, sich weiter zu informieren, aber erst dann zu handeln, wenn das Hochwasser im verlässlichen Bereich der Vorhersage liegt bzw. wenn der erforderliche Zeitaufwand zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen kleiner wird als die entsprechende Vorwarnzeit.

Die Hochwasserfrühwarnungen dienen somit einer verlängerten Vorbereitungszeit auf einen Hochwassereinsatz für Kommunen, Katastrophenschutz sowie Industrie und unterstützen die Vorplanungen auf einen möglichen Einsatz in Situationen, in denen kein sofortiger Handlungsbedarf besteht. Beispiele dafür sind:

- Vorbereitung der Arbeitsplanung für bei Hochwasser benötigtes Personal,
- Anpassung des Arbeitsablaufes bei Baustellen in potenziell hochwassergefährdeten Gebieten,
- Entfernung gelagerter Güter aus überschwemmungsgefährdeten Gebieten,
- frühzeitige Entfernung sensiblen oder kostspieligen Materials aus Kellern oder tiefliegendem Gelände,
- frühzeitige Vorbereitungen von Verkehrssperrungen oder frühe Hinweise auf möglicherweise bevorstehende Hochwassergefährdung.

Die Interpretation von Hochwasserfrühwarnungen muss letztlich durch die einzelnen Nutzer selbst erfolgen, da nur die-

se die Frühwarnungen hinsichtlich ihrer konkreten Belange und Interessenslage bewerten können.

Fast alle diese Beispiele machen klar, dass zur Nutzung von Hochwasserfrühwarnungen auch Informationen über die Wasserstände nötig sind, bei denen für den Nutzer relevante Gefährdungen eintreten. Derartige Informationen werden für nahezu alle Gewässer in Baden-Württemberg mit einer Einzugsgebietsfläche über 10 km² über Hochwassergefahrenkarten erarbeitet [6]. Insofern sind die Hochwassergefahrenkarten eine notwendige und wirkungsvolle Ergänzung der möglichen Nutzungen von Hochwasserfrühwarnungen.

6 Möglichkeiten zur Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete

Einschränkungen von Hochwasservorhersagen und Hochwasserfrühwarnungen sind insbesondere für kleine Einzugsgebiete unter einer Flächengröße von etwa 150 km² gegeben. Hochwasser werden hier überwiegend durch konvektive Zellen (Gewitter) erzeugt, deren Entstehung von den derzeitigen Wettermodellen nicht orts- und zeitscharf vorhergesagt werden können. Aus diesem Grunde können für kleine Einzugsgebiete keine pegelscharfen Vorhersagen von Abflüssen oder Wasserständen als Folge von Gewitterniederschlägen erstellt werden.

Die HVZ entwickelt daher gemeinsam mit weiteren Landesämtern ein spezielles Hochwasserfrühwarnsystem, das landkreisbezogene Warnungen vor Hochwasser in kleinen Einzugsgebieten ermöglichen soll (www.timisflood.net). Diese regionsbezogenen Warnungen werden ebenfalls über Wasserhaushaltsmodelle berechnet und sollen radargemessene Niederschläge ebenso berücksichtigen wie die Kurzfristvorhersagen, die vom DWD ab 2007 alle drei Stunden aktuell bereitgestellt werden. Die Bereitstellung der Berechnungsergebnisse soll täglich aktuell über das Internet in Form einer Karte erfolgen, in der die Hochwassergefahr in den kleinen Einzugsgebieten der Warnregionen (Landkreise) farblich klassifiziert dargestellt wird.

7 Ausblick und weitere Anwendungen

Während einzelne Gewitter auch weiterhin kaum vorhersagbar scheinen, können hochwassererzeugende Dauerniederschläge bereits einige Tage im voraus vorherge-

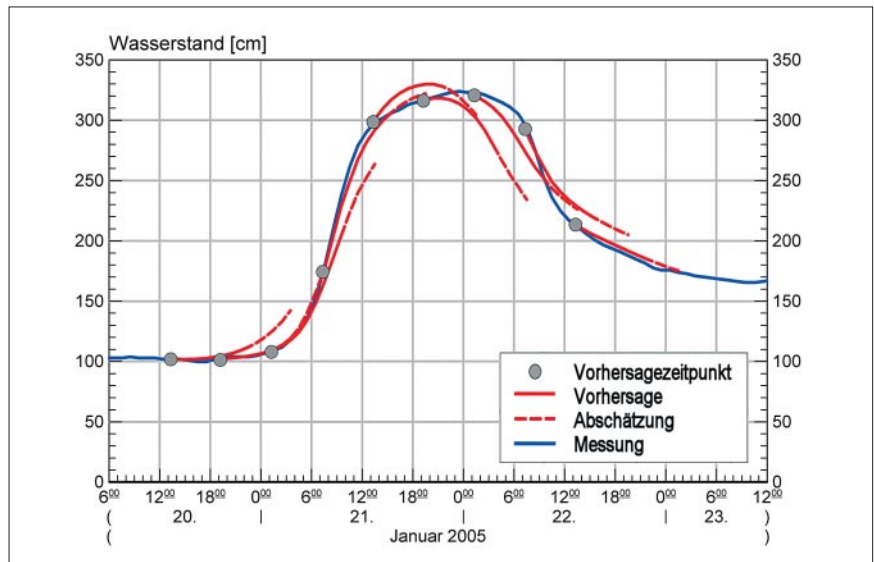


Bild 4: Hochwasservorhersage für den Pegel Stein/Kocher im Januar 2005

sagt werden. Im Bereich der Meteorologie ermöglichen die Informationen der Wetterdienste (z. B. DWD-Wochenvorhersage der Wettergefahren) allein jedoch keine Abschätzung der zu erwartenden Wasserstandsanstiege in den Flüssen. Die hier beschriebene pegelbezogene Hochwasserfrühwarnung schließt diese Lücke.

Bisherige Erfahrungen mit der Hochwasserfrühwarnung sind überwiegend positiv. Wenn ein kommender (vorhergesagter) Dauerregen über mehrere Tage in der Frühwarnung angekündigt war, sind diese Ereignisse bisher auch eingetreten. Die Frühwarnungen können von Einsatzkräften somit als Basis zur konkreteren Vorplanung eines möglichen Einsatzes verwendet werden und die Durchführung von Maßnahmen im Ernstfall erleichtern.

Neben den Hochwasserfrühwarnungen geben die mehrtägigen Vorhersagen bei Trockenwetterlagen Informationen zum mittelfristig erwarteten Rückgang der Wasserstände und dienen als Entscheidungshilfe für das Niedrigwassermanagement von Behörden, Industrie, Energieversorgung sowie Landwirtschaft [7]. Darüber hinaus wird das Wasserhaushaltsmodell Neckar in einem erweiterten Berechnungsmodus eingesetzt, um operationelle Vorhersagen für die Wassertemperaturen und somit für die Wahrscheinlichkeit von kritischen Zuständen der Gewässergüte zu erstellen [8].

Literatur

- [1] Homagk, P.; Ludwig, K.: Operationeller Einsatz von Flussgebietsmodellen bei der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg. In: Wasserwirtschaft 88 (1998), Heft 4, S. 160–167.
- [2] Homagk, P.: Verlässliche Hochwasservorhersagen zur Vermeidung von Schäden

durch rechtzeitige Vorsorgemaßnahmen. In: Tagungsband zum 2. Forum Katastrophenvorsorge Leipzig, 24.-26.09.2001, S. 16–28, www.dkkv.org.

- [3] Hochwassermeldeordnung des Landes Baden-Württemberg vom 8.12.2004, GABl. 2005 S. 406 ff., www.hvz.baden-wuerttemberg.de/pdf/HMO-BW.pdf.
- [4] Bremicker, M.: Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM – Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele. In: Freiburger Schriften zur Hydrologie des Institutes für Hydrologie der Universität Freiburg, Band 11, 2000.
- [5] Luce, A.; Haag, I.; Bremicker, M.: Einsatz von Wasserhaushaltsmodellen zur kontinuierlichen Abflussvorhersage in Baden-Württemberg. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, (2006), Heft 2, S.58-66.
- [6] Reich, J.: Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg, 2005. <http://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/ser/vlet/is/1253/Hochwassergefahrenkarten.pdf>.
- [7] Bremicker, M.; Homagk, P.; Ludwig, K.: Operationelle Niedrigwasservorhersagen für das Neckareinzugsgebiet. In: Wasserwirtschaft 94 (2004) Heft 7-8, S. 40–46.
- [8] Haag, I.; Luce, A.; Badde, U.: Ein operationelles Vorhersagemodell für die Wassertemperatur im Neckar. In: Wasserwirtschaft 95 (2005), Heft 7-8, S. 45–51.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Manfred Bremicker,

Dr.-Ing. Peter Homagk

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Hochwasser-Vorhersage-Zentrale
Postfach 210752, D-76157 Karlsruhe

Manfred.Bremicker@lubw.bwl.de

Peter.Homagk@lubw.bwl.de;

Dr.-Ing. Karl Ludwig

Beratender Ingenieur

Wasserwirtschaft-Wasserbau

Herrenstraße 14, D-76133 Karlsruhe

Karl.Ludwig@ludwig-wawi.de

