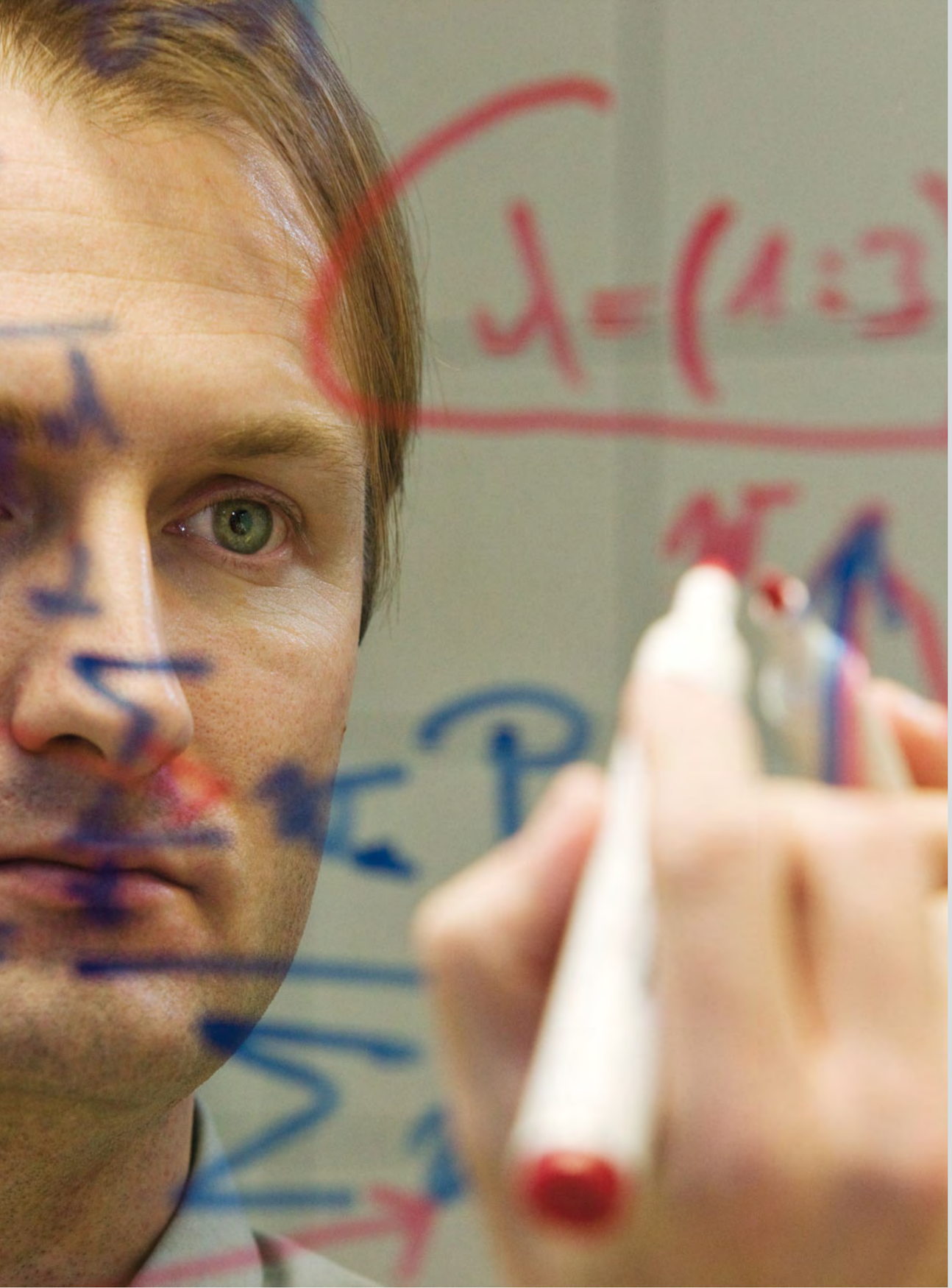


NIKO FILIPOVIĆ

wurde 1974 in Brčko (Bosnien und Herzegowina) geboren. Nach der Beendigung der Schulausbildung in seiner Heimatstadt übersiedelte er nach Wien und inskribierte das Studium der Meteorologie an der Universität Wien. Mit der Diplomarbeit über das statistische Downscaling von meteorologischen Variablen schloss er sein Studium ab. Seit Oktober 2006 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien im Rahmen des Projekts „Multi Data Precipitation Analysis".

13 MESSNETZ

Das Niederschlagsmessnetz Österreichs liefert, bezogen auf die Fläche, Werte von nur relativ weitmaschig gesetzten Einzelpunkten. Die Niederschlagswerte für die Gebiete zwischen den Messstationen müssen mit mathematisch-statistischen Methoden errechnet werden, um im Falle von Starkniederschlägen Vorhersagen für zu erwartende Hochwässer machen zu können. Mit Hilfe eines neuen Ansatzes der Gewichtung von Niederschlägen, in Korrelation mit Werten benachbarter Messstationen, kann jetzt die Niederschlagssumme – und damit die Abflussmenge und auch eine Hochwassergefahr – mit wesentlich besserer Genauigkeit vorhergesagt werden.

Gefördert durch: Hydrologie Österreichs (HÖ)

DANK | Institut für Meteorologie und Geophysik (Universität Wien)

Nico Filipović: „Die Messung des Niederschlags ist durch seine hohe zeitliche Variabilität und ungleichmäßige räumliche Verteilung erschwert. Verschiedene Methoden zur Messung des Niederschlags gehen mit diesen Problemen unterschiedlich gut um. Während die auf Fernerkundung basierten Methoden, wie Radar- und Satellitenmessungen, das Auftreten und die räumliche Verteilung des Niederschlags gut detektieren, kann die auf der Direktmessung des Niederschlags basierte Methode mit Auffanggefäßen, die am Boden gefallene Niederschlagsmenge genauer erfassen. Eine Kombination aller zur Verfügung stehenden Messmethoden wäre optimal für die kontinuierliche Überwachung des täglichen Wettergeschehens."

H Herr Filipović, Sie beschäftigen sich mit dem Wetter. Mit jenem Wetter, das wir nicht so gerne haben, nämlich mit dem Regen. Regen hat ja viele Facetten: Der Regen kann sehr angenehm sein, weil er kühlt, kann sehr ersehnt sein, zum Beispiel in der Landwirtschaft, und er kann ganz katastrophal sein, wenn er so intensiv ist, dass die Abflussmengen, welche unsere Bäche und Flüsse aufnehmen können, überschritten und ganze Landstriche überflutet werden. Sie haben sich überlegt, wie die Menschen Österreichs Vorteile aus Ihren Studien ziehen können. Wie haben Sie Ihr Projekt angesetzt?

A| Wir setzen bei dem Projekt bei der Erfassung und Weiterverarbeitung von Niederschlagsdaten an. Die Messung des Niederschlags ist durch seine hohe zeitliche Variabilität und ungleichmäßige räumliche Verteilung erschwert. Verschiedene Methoden zur Messung des Niederschlags gehen mit diesen Problemen unterschiedlich gut um. Während die auf Fernerkundung basierten Methoden, wie Radar- und Satellitenmessungen, das Auftreten und die räumliche Verteilung des Niederschlags gut detektieren, kann die auf der Direktmessung des Niederschlags basierte Methode mit Auffanggefäßen, die am Boden gefallene Niederschlagsmenge genauer erfassen. Eine Kombination aller zur Verfügung stehenden Messmethoden wäre optimal für die kontinuierliche Überwachung des täglichen Wettergeschehens. Trotz der Fortschritte, die in letzter Zeit in der Entwicklung von Fernerkundungssystemen gemacht wurden, ist die Anwendung der ältesten und einfachsten Niederschlagsmessung mittels eines Sammelgefäßes aus dem operationellen Betrieb nicht weg zu denken.

F| Das hört sich einfach an. Da stellt man einen Kübel auf und nachher schaut man, wie viel drin ist, wenn es zu regnen aufgehört hat. Im Prinzip ist es so – oder doch nicht ganz?

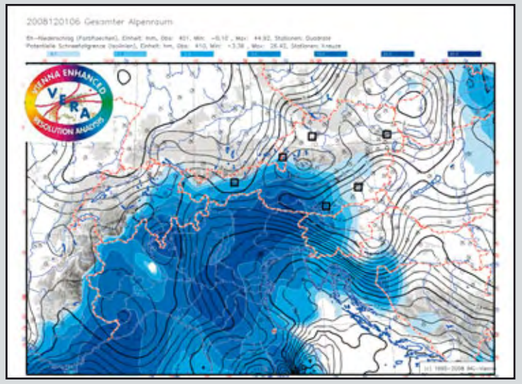
A| Im Prinzip funktioniert die konventionelle Niederschlagsmessung so. Ein Gefäß mit vorgegebener Öffnung, aufgestellt in einer bestimmten Höhe, misst entweder das Volumen oder das Gewicht des gefallenen Niederschlags, je nach Art des Messgerätes. Als Einheit wird die Höhe der Niederschlagssäule in Millimeter angegeben – ein Millimeter Niederschlagshöhe entspricht dem Volumen von einem Liter pro Quadratmeter. Im operationellen Betrieb muss eine kontinuierliche Aufzeichnung der Messungen an möglichst vielen Stellen gewährleistet sein. Das Prinzip ist also einfach. Das Problem bei einer Niederschlagsanalyse ist, dass die Öffnung dieses kleinen Niederschlagsmessgefäßes mit einigen 100 Quadratzentimetern Fläche, für ein weit größeres Gebiet repräsentativ sein soll. Da sprechen wir von Gebieten von einigen 100 Quadratkilometern. Das ergibt zwischen diesen beiden Flächendimensionen ein riesiges Skalenproblem. Die hydrologischen oder atmosphärischen Modelle brauchen eine möglichst genaue Niederschlagsinformation, und das flächendeckend. Nicht nur an den einzelnen Stationen, wo der Niederschlag gemessen wird, sondern auch zwischen den einzelnen Stationen. Der erste Schritt ist deshalb, diese Einzeldaten zu regionalisieren, das heißt, den gemessenen Niederschlag auf der Fläche zu verteilen, damit man ein möglichst realistisches Bild vom Niederschlagsmuster bekommt. Die einzelnen Stationen sind nicht in der Lage die Variabilität des Niederschlags im Detail zu erfassen.

F| Regnet es denn lokal so unterschiedlich? Wenn wir von der Hohen Warte in Wien aus, das Umfeld von zwei, drei Bezirken oder bis zur Donau hinüber betrachten, regnet es denn da alle paar Kilometer anders?

A| Es hängt von der Wetterlage ab. Bei den eher stratiformen, großflächigen Niederschlägen ist die Niederschlagsvariabilität nicht so groß, wie bei konvektiven, sommerlichen Hitzegewittern, wo es schon sein kann, dass in einem Wiener Bezirk Unmengen an Niederschlag niedergehen, und einige Kilometer weiter überhaupt nichts vom Regen zu spüren ist. Jede Niederschlagsvorhersage steht also vor einem doppelten Problem: Wird ein Niederschlag fallen oder nicht und wenn ja, wie viel. Mit den Niederschlagsanalysen verhält es sich genauso. Bei den hydrologischen Hochwasserprognosen und Abflussmodellierungen steht eine genaue Niederschlagsanalyse, also wo und wie viel Niederschlag in einem definierten Zeitraum gefallen ist, beziehungsweise eine Niederschlagsprognose an erster Stelle.

F| Es ist also schon von großer Bedeutung, dass das Netz, mit dem Sie Niederschlags- oder überhaupt meteorologische Messungen vornehmen, relativ engmaschig geknüpft ist?

A| Das wäre die ideale Vorstellung, im operationellen Betrieb ist es aber nicht so. Von den etwa 200 operationellen Stationen sind zu allen Terminen nicht alle verfügbar. Manchmal fallen einige aus, und so entstehen Datenlücken, die in stationsarmen Gebieten zu totalem Informationsverlust führen. Darum nimmt man sich andere Beobachtungsmethoden zu Hilfe. Wie zum Beispiel Radar- oder auch Satellitendaten. Diese haben einen wichtigen Vorteil im Vergleich zu Niederschlagsstationen, nämlich bessere räumliche Auflösung. Ein Radar „sieht" den Niederschlag, der auch auf einigen 10 oder 100 Quadratkilometern Fläche fällt und kann somit ganze Niederschlagsgebiete flächenmäßig gut erfassen, und zwar in hoher zeitlicher Auflösung. Es entsteht so ein zweidimensionales Bild mit einer Auflösung der Radarpixel von ein mal ein Kilometer im 15-minütigen Intervall. Eine Radarstation hat eine Reichweite von über 100 Kilometern im Umkreis, für Österreich reichen also vier Stationen, für Deutschland beispielsweise 16 Stationen. Wetterradar hat auch den großen Vorteil, dass man damit die Zugbahn von Regenfronten oder Gewitterzellen und ihre Verlagerungsgeschwindigkeiten laufend verfolgen kann und somit kurzfristige Vorhersagen für kleinräumige Gebiete erstellen kann.



Die Analyse mit operationellen Stationen ergibt eine glattere Flächenverteilung des Niederschlags (hier mit dem Analysetool VERA vom IMG) als sie in der Realität ist.

F| Ein Wetterradar erfasst nur Niederschlagsflächen oder auch Niederschlagsmengen?

A| Niederschlagsmenge kann nur mit einem Auffanggefäß direkt gemessen werden. Das Problem beim Radar ist, dass der Niederschlag nicht direkt gemessen wird. Der Radar sendet elektromagnetische Wellen aus, die an Niederschlagsteilchen teilweise reflektiert werden. Die reflektierte Strahlung wird von der Radarantenne empfangen und die gemessene Reflektivität in Regenmenge umgerechnet. Damit man eine Beziehung zwischen der Reflektivität und Niederschlagsmenge herleiten kann, werden die Radargeräte mit den bodengebundenen Stationen kalibriert: In einem definierten Gebiet eines Radarpixels werden die Niederschlagsmenge, die am Boden gemessen wurde, und die Radarreflektivität in Beziehung gebracht. Es ist allerdings zu bedenken, dass ein Radarstrahl aufgrund verschiedener geometrisch-physikalischer Ursachen nicht jeden Niederschlag detektieren kann. So kann es passieren, dass der Radarstrahl aufgrund der Erdkrümmung weiter entfernte und tiefer liegende Niederschläge überschießt, dass die Niederschläge durch einen hohen Berg für den Radarstrahl abgeschattet werden oder auch dass es bei schweren Niederschlägen zur Dämpfung des Radarsignals kommt. Mit Hilfe geeigneter Umrechnungsbeziehungen erhält man die Niederschlagsmenge. Nur gebe ich zu bedenken, dass es alleine von diesen Umrechnungsbeziehungen einige hundert gibt. Wenn man die einschlägige Literatur durchsieht, findet man 100 bis 200 verschiedene sogenannte „ZR-Beziehungen", wobei „Z" für die Reflektivität und „R" für die Niederschlagsmenge steht. Es gibt also keine allgemein gültige Formel für die Umrechnung, sondern viele näherungsweise Gleichungen. Die Radarmessungen sind allerdings eine unerlässliche Quelle von Niederschlagsinformation in unbeobachteten Regionen wo es keine Stationen gibt. Die Satellitendaten sind genauso wie die Radardaten Indirektmessungen und werden mit Bodenmesswerten kalibriert. Die Qualität von Kalibrierverfahren hängt direkt von der Qualität der Bodenmessungen ab, und die haben selbst ihre Fehler. Die stärksten treten beim Schnee und hohen Windgeschwindigkeiten auf. Wenn die Niederschlagsteilchen leicht sind und die Windstärke hoch ist, dann tendieren die Teilchen dazu, das Auffanggefäß zu überfliegen. Das Auffanggefäß stellt eine Störung im Windfeld dar. Das Windfeld über dem Gefäß wird deformiert, mit einer Zunahme der Windgeschwindigkeit direkt über der Gefäßöffnung, und es kommt zur Ausbildung von Wirbeln im Gefäßinneren. Das hindert besonders leichte Niederschlagsteilchen daran, in das Gefäß hineinzufallen. Es treten aber auch andere Fehlerarten auf, wie Verdunstungsfehler – wenn der Niederschlag aus dem Kübel verdunstet bevor er gemessen wird, sowie Benetzungsfehler – wenn ein Teil des aufgefangenen Niederschlags an den Gefäßwänden haften bleibt und sich so der Messung entzieht. Das sind die wichtigsten Fehlerquellen, die man vor der Nutzung der Niederschlagsdaten beachten muss. Von der Qualität dieser Daten hängt letztendlich auch die Qualität jeder Verschmelzung mit anderen indirekt gewonnenen Daten ab. Nach der Fehlerkorrektur geht es daran, diese punktmäßigen Daten, weil die Stationen nur Punkte im Raum sind, regional zu verteilen. Das Ergebnis ist eine Niederschlagskarte mit möglichst realitätsnahem Muster, wie dieser Niederschlag räumlich verteilt ist. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich dabei in Bergregionen, wo es prinzipiell weniger Stationen gibt. Der Radareinsatz im Gebirge ist mit Schwierigkeiten verbunden, weil die Berge die Ausbreitung von Radarstrahlen behindern. Hier ist es aber äußerst wichtig die Niederschlagsmenge zu erfassen, weil es zum Beispiel bei Starkregenereignissen durch die Geländeneigung zu einem schnellen Abfluss in Richtung Täler kommt. Das kann man sich wie bei einer Dachrinne vorstellen. Wenn der Regen stark ist, ist das Wasser innerhalb einiger Sekunden in der Rinne, und diese kann schnell übergehen. Genauso passiert es auf den Berghängen und in engen Bachbetten. Dadurch, dass es im Gebirge wenige operationelle Messstationen gibt, und beim Ausfall einer einzelnen Station eine große Lücke im Messnetz entsteht, weichen die Analysen in diesen Gebieten vom tatsächlichen Niederschlagsmuster stärker ab. Um jetzt ein zusammenhängendes Bild der aktuellen Niederschlagssituation zu bekommen, steht man vor dem Problem der Regionalisierung oder Interpolation von Niederschlagsdaten zwischen den Beobachtungsstationen mit Hilfe von vorhandenen Messdaten, das heißt einer Schätzung des Niederschlags an Orten, wo er nicht gemessen werden kann. Je mehr Messstellen vorhanden sind, desto besser ist die Schätzung an den unbeobachteten Interpolationspunkten. Wenn die Information in Form von Niederschlagswerten an möglichst vielen Punkten im Raum vorhanden ist, dann bekommt man ein realitätsnahes Bild von der Niederschlagsverteilung – eine Niederschlagsanalyse. Diese dient zum Beispiel als Antrieb für numerische Modelle wie die hydrologischen Niederschlag-Abflussmodelle oder zur Verifikation von numerischen Wettervorhersagen. Die Modelle verwenden das so genannte numerische Rechengitter, an deren Gitterpunkten die Modellrechnungen durchgeführt werden. Das ist ein regelmäßiges Netz über dem Untersuchungsgebiet mit fixen Abständen zwischen den Gitterpunkten, die als Interpolationspunkte dienen. Jeder dieser Punkte liegt im Zentrum einer Box und ist repräsentativ für die ganze Box, deren Kantenlänge dem Gitterpunktsabstand entspricht.

> JEDE NIEDERSCHLAGSVORHERSAGE STEHT ALSO VOR EINEM DOPPELTEN PROBLEM: WIRD EIN NIEDERSCHLAG FALLEN ODER NICHT UND WENN JA, WIE VIEL?

F| Sie nehmen sich also ein Land wie Österreich her und legen drüber, egal wo jetzt die wirklichen Messstationen sind, einen regelmäßigen Raster und teilen damit Österreich in Rasterfelder, in Boxen auf?

A| Ja. Und weil der Niederschlag sogar innerhalb von einigen 10 Quadratkilometern unter Umständen sehr stark variieren kann, sollten die Boxen möglichst klein sein. Die Analysesysteme VERA vom Institut für Meteorologie und Geophysik an der Universität Wien sowie INCA von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik können mit einem Gitterpunktabstand bis zu einen Kilometer rechnen. So entstehen Boxen von ein Quadratkilometer Fläche. Erhöhung der Gitterpunktanzahl führt notwendigerweise zur Erhöhung des Rechenaufwands. Deshalb rechnen manche Modelle operationell mit gröberer Auflösung. Bei einer Niederschlagsanalyse hängt die Repräsentativität einzelner Boxen wesentlich von der Datendichte ab, die zur Analyse geliefert wurde. Die Datendichte kann durch geeignete Kombination von Messungen verschiedener Messnetze erhöht werden.

F| Heißt das auch, dass Sie zu jeder Box viele Beziehungspunkte haben, die dort hineinwirken? Und zugleich noch mit unterschiedlichen Messmethoden ausgestattete Messpunkte?

A| Stimmt. Die essentielle Aufgabe dabei ist, wie diese auf unterschiedliche Art gewonnenen Messungen kombiniert werden.

Nächste Seite | *Niko Filipović: „Eine gute Analyse ist die notwendige Grundlage für eine gute Niederschlagsvorhersage. Im Prinzip funktioniert die konventionelle Niederschlagsmessung so: Ein Gefäß mit vorgegebener Öffnung, aufgestellt in einer bestimmten Höhe, misst entweder das Volumen oder das Gewicht des gefallenen Niederschlags, je nach Art des Messgerätes. Als Einheit wird die Höhe der Niederschlagssäule in Millimeter angegeben – ein Millimeter Niederschlagshöhe entspricht dem Volumen von einem Liter pro Quadratmeter."*

F| Sie müssen damit ein mathematisches Modell entwickeln und diese unterschiedlichen Datenquellen so zusammenführen, dass es innerhalb dieser Box ein sinnvolles Ergebnis gibt?

A| Ja. Um zum Beispiel Radardaten mit den Stationsmessungen zu kombinieren, müssen beide Daten auf gleiche Auflösung gebracht werden. Weil die Radardaten bereits auf einem regelmäßigen Raster vorliegen, den „Radarpixeln", müssen die Daten von den Bodenstationen auf ein regelmäßiges Gitter mit dem gleichen Gitterpunktabstand interpoliert werden. Also ein wichtiger erster Schritt ist die Regionalisierung von Daten. Es gibt verschiedene Methoden, die Daten von unregelmäßig verteilten Stationen auf ein regelmäßiges Gitter zu übertragen. Das Prinzip ist, die Daten in Bezug auf die Distanz zum Gitterpunkt zu gewichten. Es gibt Methoden, die die einfache geometrische Distanz verwenden, – Stationen die näher sind bekommen ein größeres Gewicht als weiter entfernte – und es gibt Methoden die statistische Kriterien zur Bestimmung von Gewichtungsfaktoren verwenden. Die Datendichte ist in beiden Fällen ein wichtiges Kriterium, besonders bei den statistischen Methoden. Derzeit sind in Österreich etwa 200 Stationen verfügbar, die alle zehn Minuten Messungen von meteorologischen Parametern melden.

F| Sind das automatisierte Datensammler, die konstant digitale Daten melden?

A| Diese so genannten TAWES-Stationen erfassen die wichtigsten meteorologischen Größen automatisch und leiten sie in die ZAMG-Zentrale in Wien, sowie in die Regionalstellen in Innsbruck, Salzburg, Klagenfurt und Graz weiter. Es existiert in Österreich ein weiteres

IM DIREKTEN VERGLEICH MIT DER KONVENTIONELLEN METHODE ZEIGT DIE NEUE METHODE FAST ÜBERALL BESSERE ERGEBNISSE.

Niederschlagsmessnetz, betrieben durch das Hydrographische Zentralbüro – HZB, welches etwa 900 Niederschlagsstationen umfasst. Das sind Stationen, die nur Tagessummen des Niederschlags liefern, und sie sind nicht in der automatisierten Datenübertragung verfügbar. Sie sind im Vergleich zu TAWES-Stationen relativ dicht verteilt über ganz Österreich. Jede dieser Stationen repräsentiert im Mittel etwa neun Quadratkilometer Fläche, während die TAWES-Stationen eine mittlere Repräsentativität von etwa 20 Quadratkilometer aufweisen. Wenn diese Stationen für die Regionalisierung zur Verfügung stehen würden, so würde das die operationelle Niederschlagsanalyse wesentlich verbessern. Genau das haben wir uns auch zur Aufgabe gemacht. Wir wollen diese HZB-Stationen zur Verdichtung des operationellen TAWES-Messnetzes nutzen. Zwischen den beiden Stationsnetzen lässt sich statistisch mit den Messreihen aus der Vergangenheit eine Beziehung herleiten. Diese einmal berechneten statistischen Koeffizienten verwendet man dann im aktuellen Fall für die Interpolation von Niederschlagswerten von den aktuell meldenden, aber wenigen TAWES-Stationen, zu den hydrologischen HZB-Stationen, die sehr dicht verteilt sind, aber zum Analysezeitpunkt keine Messung melden. Das heißt, dass wir dort eine Information interpolieren, auch wenn sie aktuell nicht verfügbar ist. Vor der Interpolation von Beobachtungsstationen zu den Gitterpunkten werden zuerst die aktuellen TAWES-Messdaten auf die HZB-Stationen übertragen – das ist eine Punkt-zu-Punkt Interpolation während die Regionalisierung eine Punkt-zu-Fläche Interpolation darstellt. Diese Interpolation kann zum Beispiel mit einer schnellen und effizienten Methode durchgeführt werden, die im operationellen Analysesystem INCA des österreichischen Wetterdienstes verwendet wird. Die Messwerte umgebender TAWES-Stationen werden umgekehrt proportional zu ihrer Distanz zum Interpolationspunkt gewichtet – nahe Stationen werden stärker gewichtet als weiter entfernten. Diese Art der Gewichtung funktioniert beim Niederschlag in der Ebene sehr gut, in Gebirgsregionen ist sie nicht optimal, weil sich zum Beispiel bei Staulagen die Niederschlagsmengen im Luv und Lee eines Berges deutlich voneinander unterscheiden können, obwohl die Distanz nicht sehr groß ist. Die neue Idee in diesem Projekt ist, die geometrische Entfernung zwischen den Stationen im Interpolationsschema durch eine Art statistischer Distanz zwischen den Messreihen zu ersetzen. Mit diesem neuen, von Bodo Ahrens vorgeschlagenen Distanzmaß, werden bei einer Interpolation Stationen stärker gewichtet, deren Messreihen statistisch gesehen jener vom Interpolationspunkt ähnlich sind. Bevor wir also zwischen zwei TAWES-Stationen einen Wert interpolieren, der durch die Erfahrung nicht bekräftigt wird, helfen wir uns mit statistischen Koeffizienten und interpolieren dort einen Niederschlagswert, der aufgrund des Vorwissens dort fallen könnte. Eine Verdichtung des Messnetzes ist in Gebirgsregionen wichtig, weil die Niederschlagsvariabilität sehr hoch und die Dichte von operationellen Stationen in der Regel gering ist. Die Hinzunahme von Radarinformation ist aufgrund des Geländes nur beschränkt möglich. Das neue Distanzmaß in der Interpolation berücksichtigt die komplexe Wechselwirkung zwischen Niederschlag und Gelände. Etwa 65 Prozent der Fläche Österreichs sind gebirgig, und deshalb erwarten wir dass durch dieses neue Distanz-Konzept die Niederschlagsanalyse und dadurch auch die Prognose verbessert werden kann.

F| Wie nahe kommen Sie damit an die Wirklichkeit heran?

A| Zuerst haben wir uns mit der Interpolation von Tagessummen beschäftigt, weil die HZB-Daten diese zeitliche Messauflösung besitzen. Aus den Messreihen von einigen Jahren haben wir die statistischen Distanzen zwischen den HZB- und TAWES-Stationen berechnet und mit den Daten eines Kontrolljahres die Interpolationsergebnisse evaluiert. Es wurde, je nach Gebiet, eine Effizienz zwischen 60 und 80 Prozent erreicht. Zum Vergleich haben wir die konventionelle Methode mit rein geometrischen Distanzen verwendet. So haben wir auf jeder Station des HZB-Netzes drei Werte bekommen: einen mit den statistischen, einen mit geometrischen Distanzen berechneten Niederschlagswert von den umgebenden TAWES-Stationen und einen an der Station tatsächlich gemessenen Wert. Im direkten Vergleich mit der konventionellen Methode zeigt die neue Methode fast überall bessere Ergebnisse, besonders im Gebirge, wo wir es auch erwartet haben.

F| Heißt das, das zweite Rechenmodell ist besser als die Messwirklichkeit?

A| Das heißt, dass durch die Verdichtung des Messnetzes mit der neuen Methode die Aussagekraft der Messungen verbessert wird. Bei topographisch gegliedertem Gelände, und der Großteil der österreichischen Stationen liegt entweder in alpinen oder in voralpinen Gebieten, zeigt sich die Stärke der Methode mit statistischen Gewichtungen von Tagessummen. Für den operationellen Betrieb ist die Erfassung von Niederschlagsdaten in Zeitschritten von 15 Minuten beziehungsweise einer Stunde wichtig. Weil die entsprechenden Daten damals zum Start des Projekts nicht vorhanden waren, haben wir, finanziert von der Akademie der Wissenschaften, in Kooperation des Instituts für Meteorologie und Geophysik in Wien mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ein Pilotprojekt gestartet. Wir testen gerade die Koeffizienten beider Methoden mit kleineren Zeitschritten, sprich 15 Minuten und Stundensummen. Sollte sich zeigen, dass die statistische Methode bessere Ergebnisse liefert als die operationell laufende geometrische Distanzgewichtung, so hätten wir ein wesentlich dichteres Netz von brauchbaren Beobachtungen zur Verfügung. Neben den aktuellen Meldungen, hätten wir dann auch „Pseudobeobachtungen", Beobachtungen die tatsächlich nicht gemessen werden, aber aufgrund des statistischen Vorwissens von meldenden Stationen dorthin interpoliert werden können. Für manche Gebiete, wie zum Beispiel Salzburg oder die Kamptal-Gegend wird die Erhöhung der Stationsanzahl natürlich zu einer wesentlich besseren Niederschlagsanalyse führen. Das ist noch in Bearbeitung und die Ergebnisse werden zeigen, ob die Methode auch auf Stundenbasis besser wird.

F| Was sagt denn Ihr Bauchgefühl?

A| Bei den 15 minütigen Zeitschritten würde ich eher noch vorsichtig sein und keine konkrete Prognose wagen. Bei diesen kleinen Zeitschritten sind nämlich auch Effekte im Spiel, die bei längeren Zeitschritten eventuell eine eher untergeordnete Rolle spielen. Auf Stundenbasis sollten aber zumindest gleichwertige Ergebnisse herauskommen.

F| Das hört sich wie ein revolutionäres Ergebnis an, weil es ja ohne großen technischen Aufwand das Messstationensystem wesentlich enger knüpft und die Aussagen präziser werden.

A| Die Methode hat einen minimalen Aufwand, bringt aber eine deutliche Verbesserung der Aussagekraft von einzelnen Messwerten für zum Beispiel ein ganzes Einzugsgebiet.

F| Wir bewegen uns mit diesem Projekt aber nicht in dem Bereich der Niederschlagsvorhersage, sondern im Bereich der Messung und der allfälligen Warnungen, falls, aufgrund Ihrer Berechnungen, sehr hohe Abflussmengen zu erwarten wären?

A| Eine gute Analyse ist die notwendige Grundlage für eine gute Niederschlagsvorhersage. Die Vorhersagen werden immer mit aktuellen Messungen aktualisiert und nachgebessert. Dadurch, dass wir dann potentiell wesentlich mehr Niederschlagsstationen zur Verfügung haben, sollte es zu einer besseren Analyse und im Endeffekt auch zu einer besseren Vorhersage führen.

F| Das heißt, ein Forschungsprojekt revolutioniert die Aussagekraft von Messergebnissen. Ist das ein völlig neues Denkmodell?

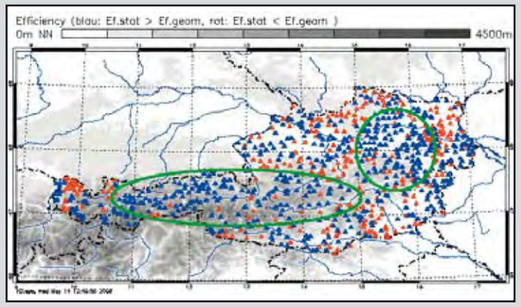
A| Das Denkmodell ist nicht völlig neu. Neu bei unserem Projekt ist der Ansatz mit statistischen Distanzen. In einem zweiten Projektteil beschäftigte sich Bodo Ahrens mit dem Problem der Evaluierung von Niederschlagsvorhersagen durch numerische Modelle mittels Niederschlagsanalysen vorhandener Messdaten. Es wurde festgestellt, dass die operationellen Niederschlagsanalysen im Hinblick auf die Unzulänglichkeiten bei der Darstellung der Niederschlagsvariabilität durch Methoden der so genannten stochastischen Simulation ergänzt werden können. So könnte die natürliche Niederschlagsvariabilität bessert simuliert werden. Die üblichen Analysen können nur eine Lösung der Feldverteilung anbieten. Mit Hilfe von stochastischen Simulationen kann ein Ensemble von Analysen konstruiert werden, die einige der möglichen Realisierungen der Niederschlagsverteilung darstellen. So kann die Vorhersage mit einer größeren Anzahl von möglichen Analysen verglichen werden und die Güte der Vorhersage bestimmt werden. Durch die Verdichtung des Messnetzes, also durch die Erhöhung der Stationsanzahl, wird auch die Variabilität besser simuliert, und das entspricht eher der Realität als ein glattes Niederschlagsfeld, erhalten durch übliche Analyseverfahren. Die Verbesserung der Niederschlagsanalysen ist für die Hydrologen besonders interessant, weil davon die Qualität ihrer Vorhersagen besonders in kritischen Einzugsgebieten abhängt.

F| Wenn Sie dieses Projekt weiter denken, wo soll die Reise hin gehen? Kann man es noch weiter optimieren?

A| Wenn die Verdichtung des Beobachtungsmessnetzes bei kürzeren Dauerstufen erfolgreich wird, so ist es schon ein Riesenfortschritt in Richtung einer besseren Niederschlagsanalyse und in weiterer Folge auch Niederschlagsvorhersage. Das Konzept der statistischen Distanzgewichtung ist fertig entwickelt, es gibt wenig Spielraum für Weiterentwicklung. Eine Optimierung ist aber in Verbindung mit anderen Analysewerkzeugen denkbar.

F| Das ist also ein vorläufiger Endpunkt dafür, was man braucht, um entsprechende Niederschlagsanalysen auf hohem Niveau zu bekommen.

A| In dieser speziellen Richtung ja. Die Untersuchungen auf Basis der Tagessummen haben gezeigt, dass die Qualität von Niederschlagsanalysen durch die Verwendung aller zur Verfügung stehenden Niederschlagsstationen mittels statistischer Distanzgewichtung verbessert werden kann. Jetzt ist ein Pilotprojekt im Gange, das eine Aussage bringen soll, ob mit kürzeren Dauerstufen dies auch möglich wird. Die Arbeiten sind fast am Abschluss, sie müssen noch mit verschiedenen Methoden evaluiert werden. Wir müssen uns auch statistisch absichern, dass die Methode, auf einem gewissen Signifikanzniveau, auch tatsächlich die bessere ist. •••



Mit dem neuen Gewichtungsansatz kann das Stationsnetz verdichtet werden. In den kritischen Regionen (eingekreist) wird so die Interpolation von Tagessummen verbessert (blau).