

## **Dr. Eszter Barthazy, Atmosphärenphysik ETH Zürich**

### ***MAP – Lago Maggiore Target Area – Studien über Starkniederschläge***

Heftige Niederschläge treten im südlichen Alpenraum immer wieder auf, manchmal mit verheerenden Folgen wie z.B. im September 93 in Brig, im November 94 im Piemont oder im September 95 in der Region von Lugano. Dort gab es innerhalb von 24 Stunden über 200 mm Niederschlag davon etwa 120 mm innerhalb von nur 6 Stunden. Derart starke Niederschläge sollen im Rahmen von MAP in der sogenannten Region des Lago Maggiore studiert werden. Dabei umfasst diese Region die ganze nordwestliche Poebene von Turin bis Mailand und das Gebiet vom Nordhang des Apennins bis zum Kanton Tessin. Offene Fragen in diesem Zusammenhang sind z.B.:

- Der Einfluss der Alpen auf die grossräumige Luftströmungen
- Konvektion und physikalische Niederschlagsprozesse bei Stauniederschlag
- Die Struktur der bodennahen Luftschicht (Grenzschicht), insbesondere bei einsetzender Konvektion
- Das Abflussverhalten von Regenwasser in komplexem Terrain
- Atmosphärische Elektrizität bei Konvektion.

Das Projekteinsatzzentrum für die Region Lago Maggiore befindet sich am Flughafen Milano-Linate. Von dort werden täglich die Aktivitäten in Absprache mit der Einsatzleitzentrale in Innsbruck geplant. Als Basis für die Forschungen dienen ein komplexes Netz von Bodenbeobachtungsstationen und die engmaschigen nationalen Netze von Wetterradaren der Schweiz, Italiens und Sloweniens.

Der Einfluss der Alpen auf die grossräumigen Luftströmungen kann am besten mit nahe beieinander stehenden Radaren studiert werden. Da dies bei den nationalen Netzen nicht gegeben ist, werden eigens für MAP zwei zusätzliche grosse Forschungsradare betrieben. Diese stammen aus Frankreich und den USA und sind für drei Monate in Norditalien aufgestellt. Zusammen mit dem top modernem Monte Lema Radar von SMA-MeteoSchweiz steht somit den Wissenschaftlern ein leistungsfähiges Trio an Radaren zur Verfügung. Mit dieser Konstellation können zum ersten Mal die Luftströmungen in der Poebene und am Alpensüdfuss grossräumig studiert werden. Die Erkenntnisse könnten wesentlich zum Verständnis über die Entstehung der extremen Niederschläge beitragen. Denn erst wenn die Winde die feuchte Luft direkt auf die Alpen lenken, kommt es zu den verheerenden Niederschlägen.

All die oben genannten Radare stehen am Boden. Sie haben dadurch den grossen Nachteil, dass die Sichtbarkeit in gebirgigem Gelände stark eingeschränkt ist. Die Strömungen über und die Niederschläge in der Poebene und am Alpensüdfuss können sehr gut erfasst werden, innerhalb der einzelnen Alpentäler ist dies nur noch über den Berggipfeln möglich. Da aber gerade auch die Luftströmungen und Niederschläge innerhalb der Täler (z.B. des Ticino) von Interesse sind, werden im Einzugsgebiet von

Ticino und Toce drei kleine mobile Radare eingesetzt. Eines davon, montiert auf einem VW Bus, wird vom Institut für Atmosphärenphysik der ETH im norditalienischen Macugnaga am Ostfuss des Monte Rosa betrieben. Die mobilen Radare ergänzen die Messungen der grossen Radare optimal. Ausserdem werden in der Region des Lago Maggiore verschiedene Forschungsflugzeuge aus Deutschland, Frankreich und den USA eingesetzt. Zwei grosse US-amerikanische Flugzeuge, die z.T. seit Jahren für die Hurrikanforschung benützt werden, sind mit leistungsfähigen Radaren bestückt. Die Kombination aller in MAP eingesetzten Radare erlaubt es, die Niederschläge und Luftströmungen aus allen Richtungen zu vermessen. So erhält man die bestmögliche Informationen über die vorherrschende Wettersituation.

Die physikalischen Niederschlagsprozesse werden mit einer Vielzahl von Instrumenten untersucht. Eines davon ist das Forschungsradar aus den USA welches ein sogenanntes Polarisationsradar ist. Es kann dadurch nicht nur die Intensität von Niederschlag messen, sondern auch die Art der Niederschlagsteilchen in etwa 20 Kategorien wie Regentropfen, Schneeflocke, Eiskristall, Hagel, etc. einordnen. Es ist allerdings bis jetzt nicht gezeigt worden, dass diese Zuordnung auch richtig ist. Kann man die Art der Niederschlagsteilchen identifizieren, werden sehr detaillierte Strukturen innerhalb von Niederschlagssystemen deutlich. Dies trägt viel zum Verständnis über Aufbau und Entwicklung der Systeme und der physikalischen Niederschlagsprozesse bei. Auf den Forschungsflugzeugen sind ebenfalls Instrumente zur Messung von meteorologischen und physikalischen Grössen montiert. So kann z.B. der Wassergehalt von Regenwolken, aber auch der Anteil von gefrorenem Wolkenwasser in Form von Eisteilchen bestimmt werden. Optische Geräte geben, wie das Polarisationsradar, Hinweise über die vorherrschende Art der Niederschlagsteilchen. Physikalische Niederschlagsmessungen werden auch direkt am über dem Boden durchgeführt. Die ETH hat in Macugnaga nebst dem mobilen Radar eine Messstation auf dem Monte Moro Pass auf nahezu 3000 müM eingerichtet. Auf dieser Station wird, sobald es die Temperaturen erlauben, der fallende Schnee sehr genau untersucht. Die gewonnenen Informationen über die Grössenverteilungen der Schneeflocken und die Form der Eiskristalle liefern direkt wertvolle Hinweise auf die physikalischen Prozesse innerhalb der Wolken. Ausserdem bieten diese Daten eine hervorragende Möglichkeit den Zuordnungsalgorithmus des grossen Polarisationsradars zu überprüfen und einen Vergleich mit den Flugzeugdaten durchführen.

Einer der Standorte zur Beobachtung der Struktur der bodennahen Luftschicht ist das Riviera-Tal zwischen Biasca und Bellinzona. Hier werden vom geographischen Institut der ETH mit verschiedenen Bodenstationen die Turbulenz der Luft in bodennähe, die Ein- und Abstrahlung, meteorologische Grössen, die Bodenfeuchtigkeit und die Verdunstungsraten gemessen. Dadurch wird ein detailliertes Bild der Grenzschicht und ihre Änderung unter verschiedensten Wetterbedingungen gewonnen. Insbesondere sind die Stunden vor intensiven Niederschlägen interessant, wenn der Wind immer tiefer in die Täler hinein greift. In einigen Fällen wird ein Motorsegler dicht entlang der Hänge des Rivieratals fliegen um zusätzliche Informationen der Grenzschicht zu erhalten.

Um das Abflussverhalten von Regenwasser zu studieren, wurde das bereits vorhandene, gut ausgebaute hydrologische Netz in der Region des Toce ergänzt mit sehr genauen Instrumenten zur Messung der Bodenfeuchte. So kann die Bodenfeuchte vor und vor allem nach ergiebigen Niederschlägen untersucht werden. Zusammen mit Pegelständen der Zuflüsse des Toce sind diese Daten sehr wertvoll für Simulationen der Niederschlagsabflüssen in den betreffenden Tälern. Derartige Simulationen können zur Prognose von Hochwasserständen und Überschwemmungen dienen.

## **Bildlegenden**

### **Bild 1: Radarbus**

Das mobile, vertikal gerichtete Radar des Institutes für Atmosphärenphysik der ETH. Vorne auf dem Dach des VW-Busses befindet sich die knapp 1 m grosse Radarantenne. Dahinter sind einige meteorologische Instrumente aufgebaut. Die Steuerung und Datenerfassung aller Instrumente befindet sich im Inneren des Busses (Foto: Rudolf Lüthi).

### **Bild 2: Niederschlagskarte**

Niederschlagssummen innerhalb von sechs Stunden des 12. September 1995. Die grosse Niederschlagsmenge hatte damals Überschwemmungen in der Gegend von Lugano zur Folge (Grafik: Harald Schellander, Universität Innsbruck).

### **Bild 3: Monte Lema Radar**

Das Wetterradar von SMA-MeteoSchweiz auf dem Monte Lema im Tessin.

### **Bild 4: Electra**

Das Forschungsflugzeug "Electra": Eines von acht "fliegenden Labors", die im Herbst 1999 im Forschungsprogramm MAP eingesetzt werden. Im Heck des Flugzeuges ist ein duales Doppler-Radar untergebracht, mit welchem die dreidimensionale Struktur von Starkniederschlagszellen ausgemessen werden kann. (Foto: NCAR, Boulder).