

## **Der Alpine Niederschlagsdipol – ein dominierendes Schwankungsmuster der Klimavariabilität in den Scales 100 km – 100 Jahre**

REINHARD BÖHM<sup>1</sup>, INGEBORG AUER<sup>1</sup>, WOLFGANG SCHÖNER<sup>1</sup>, MARKUS UNGERSBÖCK<sup>1</sup>, CORINNA HUHLE<sup>2</sup>, TERESA NANNI<sup>3</sup>, MICHELE BRUNETTI<sup>3</sup>, MAURIZIO MAUGERI<sup>4</sup>, LUCA MERCALLI<sup>5</sup>, MARJANA GAJIC-CAPKA<sup>6</sup>, KSENJA ZANINOVIC<sup>6</sup>, SANDOR SZALAI<sup>7</sup>, TAMAS SZENTIMREY<sup>7</sup>, TANJA CEGNAR<sup>8</sup>, OLIVER BOCHNICEK<sup>9</sup>, MICHAEL BEGERT<sup>10</sup>, OLIVIER MESTRE<sup>11</sup>, JEAN-MARC MOISSELIN<sup>11</sup>, GERHARD MÜLLER-WESTERMEIER<sup>12</sup>, ZELJKO MAJSTOROVIC<sup>13</sup>

<sup>1</sup> ZAMG, Wien, <sup>2</sup> IMG-Uni-Wien, <sup>3</sup> Istituto ISAC, CNR, Bologna, <sup>4</sup> Università di Milano, <sup>5</sup> SMI, Torino, <sup>6</sup> DHMZ, Zagreb, <sup>7</sup> HMS, Budapest, <sup>8</sup> HMZS, Ljubljana, <sup>9</sup> SHMU, Bratislava, <sup>10</sup> Meteo Schweiz, Zürich, <sup>11</sup> Météo France, Toulouse, <sup>12</sup> DWD, Offenbach, <sup>13</sup> FMZ, Sarajewo

### **Zusammenfassung**

Das Klimaelement Niederschlag zeigt auf allen der raum-zeitlichen Skalen starke Variabilität, auch im langfristigen Trendverhalten. Ein neuer, räumlich dichter Datensatz von 192 homogenisierten instrumentellen Reihen in monatlicher Auflösung im Großraum Alpen wird hier vorgestellt, der bis zum Jahr 1800 zurückreicht. Erste Analysen deuten auf eine systematische Langfrist-Oszillation zwischen gegenläufigen Trends NW-lich und SE-lich der Alpen hin.

### **Summary**

Precipitation shows strong variability on all spatial and temporal scales – also concerning long-term trends. We present a new high density dataset of 192 homogenised instrumental monthly precipitation series in the “Greater Alpine Region”, starting in the year 1800. First analyses have detected a systematic long-term oscillation of inverse long-term trends in the NWern vs. the SEern subregions of the study region.

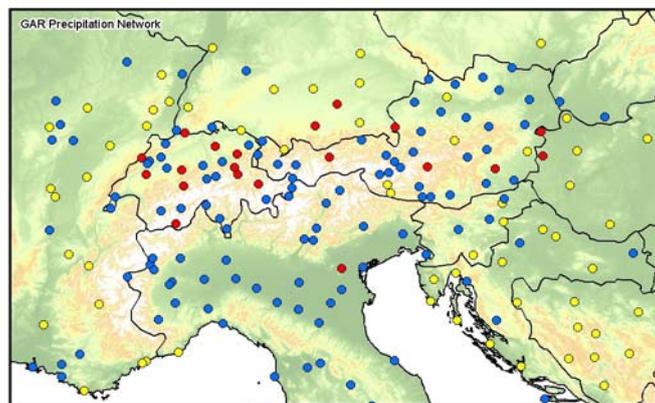
### **1. Einleitung**

Zum Zeitpunkt der Einreichung des Vortrags waren die Arbeiten an einem neuen Niederschlagsdatensatz für den Großraum Alpen (in der Folge GAR) soeben fertiggestellt. 134 Zeitreihen monatlicher Niederschlagssummen lagen in geprüfter und homogenisierter Form vor (System HOCLIS, AUER et al., 2001), und erste Analysen deuteten auf das Vorhandensein einer langfristigen Oszillation der Niederschlagsabweichungen zwischen dem Luv und dem Lee der Alpen gegenüber der vorherrschenden großräumigen Strömung hin. Es wurde jedoch bald klar, dass der Datensatz (in der Folge „Version 2002“) noch Mängel aufwies:

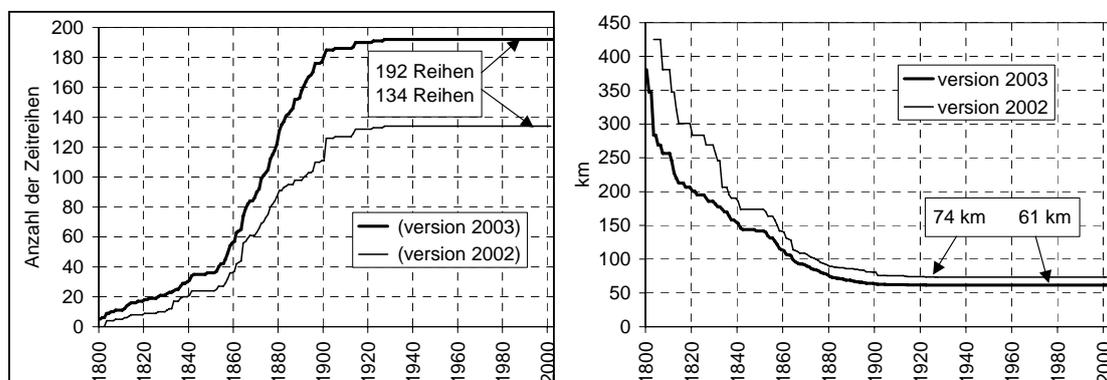
1. Die räumliche Abdeckung war zu wenig homogen und insgesamt zu gering, um der starken räumlichen Variabilität des Niederschlages Rechnung zu tragen
2. Es waren neue Datenquellen mit prä-1850 Daten aufgetaucht
3. Das alte HOCLIS-System erzeugte in bestimmten Fällen unzulässige Veränderungen des Jahresganges
4. Die Erkennung und Beseitigung von Daten-Ausreißern war mangelhaft

Aus diesen Gründen wurde eine komplette Neu-Analyse mit zusätzlichen Stationen, zusätzlichen (frühen) Daten und mit modifizierten Homogenisierungsprogrammen vorgenommen. Die Re-Analyse war zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Beitrages gerade in ihrem finalen Stadium, weshalb hier nur eingeschränkt Ergebnisse gezeigt werden können. Es besteht allerdings die begründete Aussicht, dass der „Alpine Niederschlagsdipol“ auch im Version 2003-Datensatz vorhanden ist und auf der 6. DKT präsentiert werden kann. Im vorliegenden schriftlichen Beitrag kann lediglich der Weg von Version 2002 zur Version 2003 skizziert, und einige erste Einzelresultate gezeigt werden.

Die Abbildungen 1 und 2 vergleichen die Verbesserungen des neuen Datensatzes (Version 2003) bezüglich der Punkte 1 und 2.

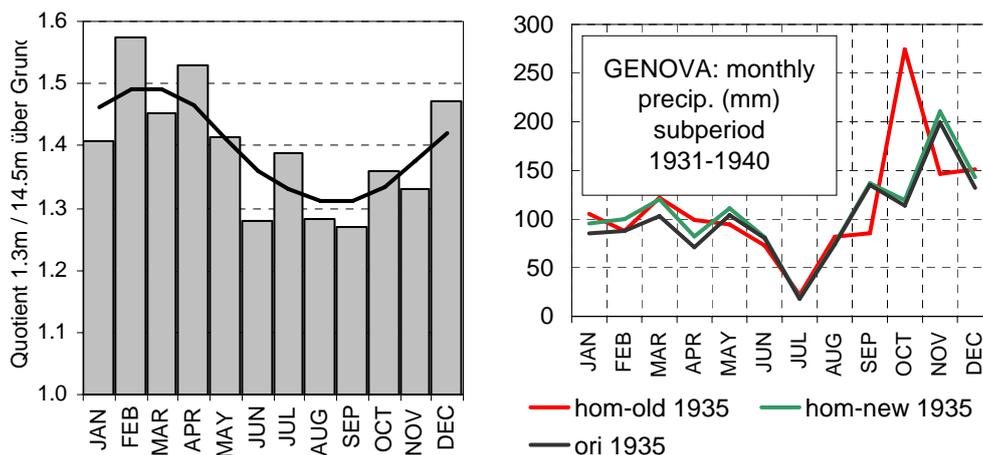


**Abbildung 1: Das Untersuchungsgebiet (GAR = „Greater Alpine Region“) mit den Orten mit langen, homogenisierten Niederschlagsreihen  
blau und rot: Datensatz in Version 2002, rot: in Version 2003 zurückverlängerte Reihen gegenüber Version 2002, gelb: neue Reihen in Version 2003**



**Abbildung 2: Entwicklung des GAR-Niederschlagsmessnetzes seit 1800 – Version 2003 und Version 2002  
links: Zahl der Stationen, rechts: mittlere Messnetzdistanz**

Die Schwierigkeiten bezüglich Punkt 3 wurden durch eine Glättung der Anpassungsfaktoren (1/2-jährlicher Tiefpass) beinahe zur Gänze beseitigt. Bei allen hunderten notwendigen Anpassungen traten nur noch in weniger als 10 Fällen signifikante Veränderungen des Jahresganges auf. Abbildung 3 zeigt je ein Beispiel für die Glättung (links) und für die erreichte Stabilisierung des Jahresganges (rechts).



**Abbildung 3:**

**links: Anpassungsfaktoren nach der alten Methode (Säulen) und nach der neuen Methode mit Glättung des Jahresganges (Linie) am Beispiel Pola, 1873 (Wechsel von Dach- auf bodennahe Aufstellung)**

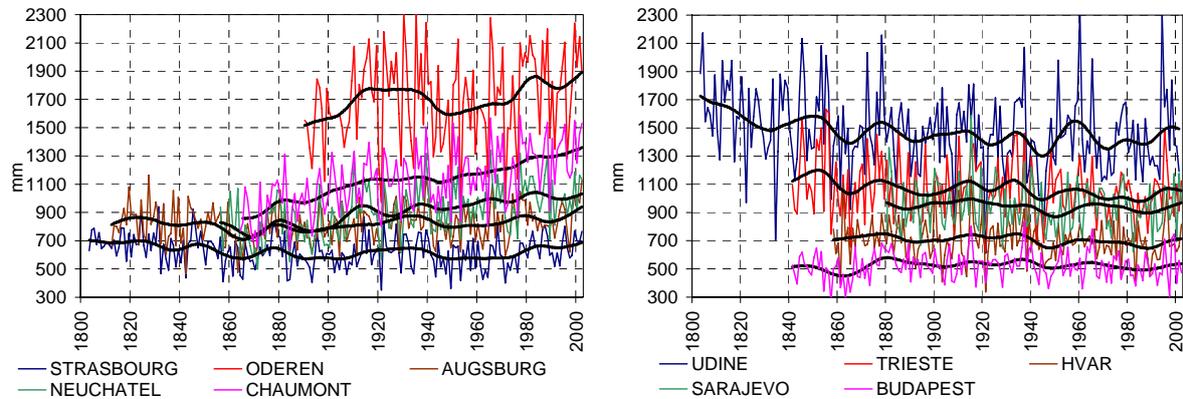
**rechts: Mittlerer Jahresgang des Niederschlages einer Dekade in den Originaldaten (schwarz) und den nach der alten Methode (rot) bzw. der neuen Methode (grün) homogenisierten Daten, Beispiel Genua**

Dem 4. Mangel wurde durch eine penible Ausreißer-Korrekturprozedur Rechnung getragen, die alle einzelnen „excessive precipitation months“ (EPMs) und alle „dry months“ (DMs) einer räumlichen Vergleichsprüfung unterzieht. Genauer kann hier nicht auf diesen wichtigen Arbeitsgang eingegangen werden, es sei nur erwähnt, dass bisher (Stand Juni 2003) mehr als hundert Ausreißer gefunden und beseitigt werden konnten und zwar sowohl bei den EPMs als auch bei den DMs.

## 2. Erste Ergebnisse des 2003-Datensatzes

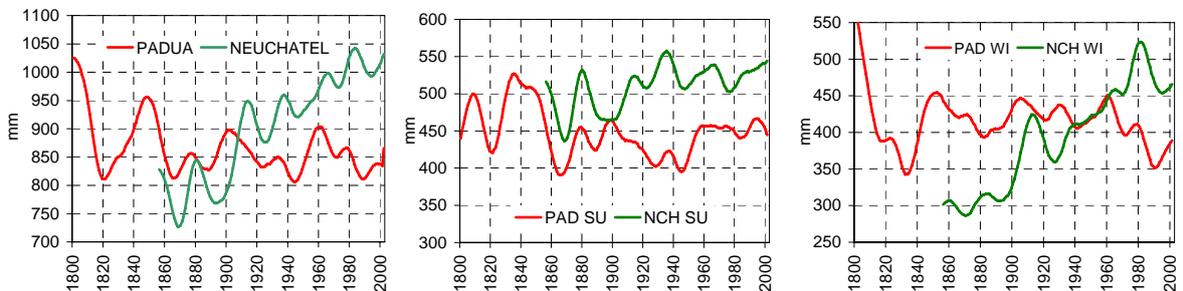
Erste Teilanalysen an bereits fertig geprüften Reihen weisen darauf hin, dass der Alpine Niederschlagsdipol auch in der Version 2003 existiert. Es handelt sich um eine langfristige Oszillation der raum-zeitlichen Niederschlagsmuster zwischen zwei Zuständen. Zustand 1, der für das 19. Jahrhundert charakteristisch war, zeigt im Raum Oberitalien übernormale Niederschlagssummen, Zustand 2 (seit Mitte des 20. Jahrhunderts zunehmend intensiv) solche im Raum Ostfrankreich, Nordschweiz, SW-Deutschland. Abbildung 4 verdeutlicht das für

ausgewählte Jahressummen-Reihen aus dem beiden Subregionen. Die unterschiedlichen Langzeittrends sind deutlich sichtbar – sie werden immer stärker, je näher den Alpen sich der Standort befindet.



**Abbildung 4: Ausgewählte Einzel-Zeitserien der Niederschlagsjahressummen (Einzeljahre und 30-jähriger Tiefpass) aus den GAR Subregionen NW (links) und SE (rechts)**

Abbildung 5 geht auch auf die Unterschiede in den Jahreszeiten ein. Bei den beiden gezeigten „Gegenläufern“ Padua und Neuchatel sind die langfristigen Trends vor allem im Winterhalbjahr markant, während die Sommerhalbjahre eher im „decadal scale“ invers schwanken.

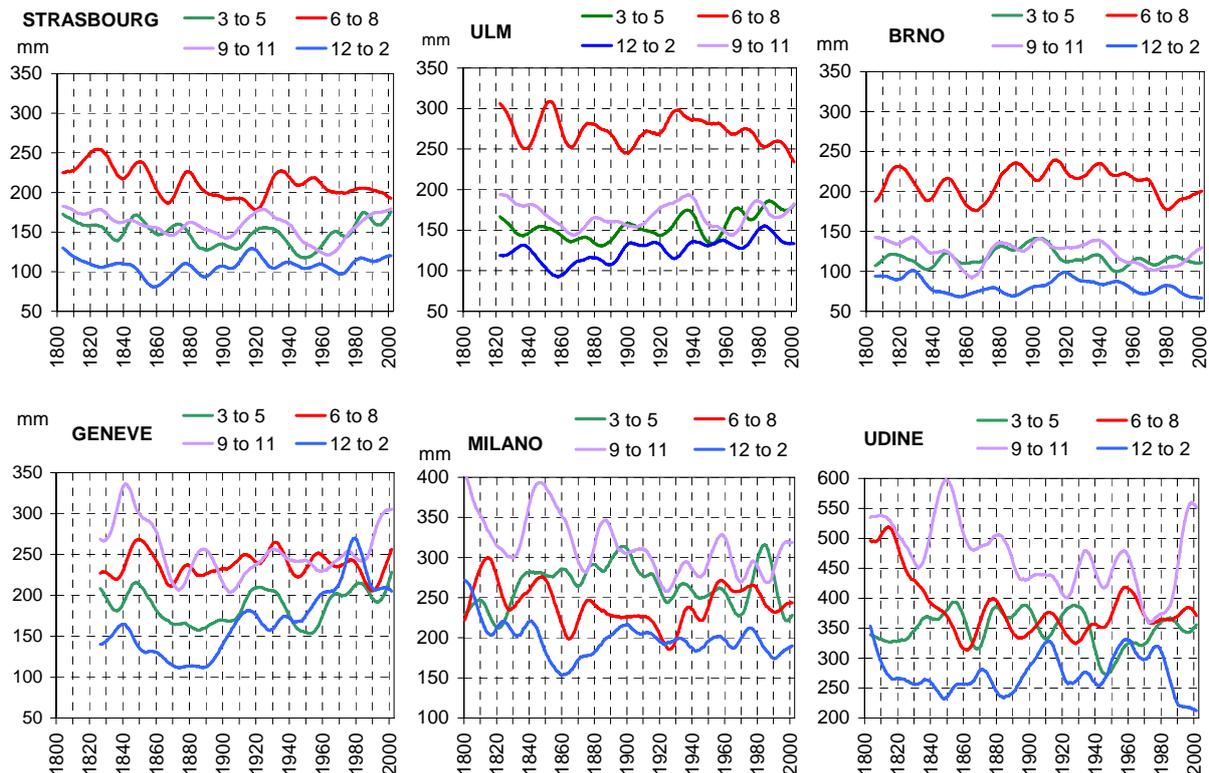


**Abbildung 5: Jahreszeitliche und regionale kurz- und langfristige Trendunterschiede in der GAR – gezeigt am Beispiel der beiden „Gegenläufer“ Neuchatel und Padova. (alle 30-jährig tiefpassgefiltert) links: Jahressummen, Mitte: Sommerhalbjahr (4-9), rechts: Winterhalbjahr (10-3)**

Die Zusammenstellung in Abbildung 6 schließlich soll verdeutlichen, dass die derzeit oft kolportierte Ansicht von im Alpenraum steigenden Wintertrends und fallenden Sommertrends wohl zu vereinfacht ist. Drei der 6 gezeigten Reihen zeigt diese Charakteristik (Straßburg, Ulm, Genf), die drei anderen (Brünn, Mailand, Udine) nicht. Vor allem im mediterranen Teil der GAR werden zunehmend die Übergangsjahreszeiten dominant – und damit die Bedeutung der Frühjahrs- und Herbsttrends des Niederschlags. Die Herbsttrends scheinen hier z.B. überwiegend die hohen Niederschläge im frühen 19. Jahrhundert zu erklären, während die Frühlingswerte niedrig starten. Das Beispiel Genf wiederum zeigt eine interessante

Übergangsstellung mit mediterraner Herbstcharakteristik aber eher NW-alpinen Frühlings- und Winterkurven.

Natürlich decken die gezeigten Einzelreihen nicht das gesamte Spektrum der meso-skaligen raum-zeitlichen Niederschlagsmuster der weiteren Alpenregion ab. Diese wird nach Interpolation der 192 Einzelreihen auf ein 1\*1 Grad Gitter systematisch analysiert und endgültige Ergebnisse auf der 6.DKT mündlich vorgestellt.



**Abbildung 6: Jahreszeitliche (30-jährig tiefpassgefilterte) Niederschlagszeitreihen 1800-2002 für 6 typische Orte entlang eines Zonalschnitts nördlich der Alpen (oben) und eines südlich der Alpen (unten) grün: Frühling, rot: Sommer, violett: Herbst, blau: Winter**

#### Literatur

AUER I., BÖHM R. AND SCHÖNER W., 2001: Austrian Long-term Climate 1767-2000. Österr. Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, 25, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, 147pp + CD.

#### Kontaktperson:

Dr. Reinhard Böhm  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Hohe Warte 38, A-1190 Wien  
Tel: (+43) 1 36026 2203  
Fax: (+43) 1 36026 72  
email: [reinhard.boehm@zamg.ac.at](mailto:reinhard.boehm@zamg.ac.at)