

# **WIENER MITTEILUNGEN**

**WASSER • ABWASSER • GEWÄSSER**

Band 206

## **Extreme Abflussereignisse**

**Dokumentation - Bedeutung - Bestimmungsmethoden**

ÖWAV – Seminar  
Bundesamtsgebäude Wien  
24. - 25. Mai 2007

Herausgeber:  
o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr.h.c. Dieter Gutknecht  
Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie  
Technische Universität Wien

## Veranstalter:



Institut für Wasserbau und  
Ingenieurhydrologie  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/223  
1040 Wien



Österreichischer Wasser- und  
Abfallwirtschaftsverband  
Marc-Aurel-Straße 5  
1010 Wien

Druck: Riegelnik  
Piaristengasse 19  
1080 Wien

ISBN: 978-3-85234-098-2

## **Vorwort**

Die extremen Ereignisse der nahen Vergangenheit haben dazu geführt, dass die Frage nach dem Umgang mit solchen Ereignissen neu gestellt wird. Dies hängt mit einer Neuorientierung im Hochwasserschutz zusammen, die ihren Ausdruck findet in Formulierungen wie „Leben mit dem Hochwasser“ (Vischer, 1993), „von der Gefahrenabwehr (und vom Sicherheitsdenken) zur Risikokultur“ (DKKV, 2003), „Integriertes Hochwassermanagement“ (BMLFUW, 2004; Habersack et al., 2005). Die neuen Konzeptionen sind dadurch charakterisiert, dass sie den ganzen Handlungsbogen von den Vorsorgemaßnahmen vor dem Eintreffen des Ereignisses über die Notfallmaßnahmen und den Katastrophenschutz während des Ereignisses bis zu den Nachsorgemaßnahmen nach Ablauf des Ereignisses in einen Risikozyklus einbeziehen.

Für die Ingenieurpraxis bedeutet dies, die entsprechenden Techniken bereitzustellen, um die Konzepte in Planungen in geeigneter Weise umsetzen zu können. Bei Betrachtung der Möglichkeiten aber auch der Grenzen der zur Zeit zur Verfügung stehenden Methoden zur Abschätzung des Hochwasserrisikos (siehe das Buch „Hochwasserrisiken“ von B. Merz, 2006) zeigt sich, dass die Forderung nach einem Hochwasserrisikomanagement sehr ambitiös ist. Dies gilt insbesondere für die Frage nach der Abschätzung des Restrisikos, der im neuen Konzept eine wichtige Rolle zukommt. Die Vorbedingung dafür ist die Möglichkeit, extreme Hochwasserabflüsse mit ausreichender Genauigkeit abschätzen zu können.

Vor eine ähnlich gelagerte Fragestellung sieht sich die Wasserwirtschaft bei der Entwicklung von Konzepten, wie mit dem Auftreten von langen Hitze- und Trockenperioden umzugehen wäre, gestellt. Auch hier bedarf es neuer Methoden und Techniken, die Planungsgrundlagen entsprechend aufzubereiten.

Mit den in diesem Band vereinigten Beiträgen zum Seminar „Extreme Abflussereignisse“ werden einige aktuelle Aspekte in diesem Zusammenhang aufgegriffen. Am Beginn steht die Frage nach der Einordnung der Ereignisse in den geschichtlichen Zusammenhang und nach der Beschaffung von Information über historische Ereignisse. In einem umsetzungsorientierten Block wird die Rolle extremer Ereignisse in Planung und Projektierung behandelt. Der dritte Block ist Beiträgen zu methodischen Fragen zur Bestimmung extremer Ereignisse gewidmet.

Die Veranstalter Österreichischer Wasserwirtschaftsverband und Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie der Technischen Universität würden sich freuen, wenn mit den hier vorgelegten Beiträgen ein kleiner Beitrag zu den Bemühungen um gute Lösungsansätze für die Praxis geleistet werden könnte.

Dieter Gutknecht



# Inhaltsverzeichnis

## Einführung

- U. Grünwald:* Zur Einbeziehung historischer hydrologischer Extremereignisse – Erfahrungen aus dem Elbegebiet 7
- R. Böhm und I. Auer:* 250 Jahre Klimavariabilität in den Alpen 17

## Extreme Ereignisse – Erhebung, Dokumentation, Rekonstruktion

- Ch. Rohr:* Historische Hochwasserforschung: Die Überschwemmungen an der Traun im 15. und 16. Jahrhundert 29
- H. Wiesbauer:* Historische Überflutungen am Kamp 43
- F. Naef:* Extreme Hochwässer verstehen – Beispiele aus der Schweiz 59
- J. Hübl:* Ereignisdokumentation in Wildbächen – Systematik und mögliche Ergebnisse 69

## Rolle extremer Ereignisse in Planung und Projektierung

- D. Gutknecht:* Bemessungshochwässer kleiner Auftretenswahrscheinlichkeit – Zur Entwicklung eines Leitfadens zur Ermittlung von Bemessungshochwässern für Talsperren 85
- G. Meon, M. Anhalt, J. Ihringer und J. Höfer:* Risikobasierte Verfahren zur Hochwasserbemessung von Stauanlagen – Übersicht zum laufenden RIMAX-Projekt 101
- B. Merz und A. Thielen:* Die Bedeutung von extremen Ereignissen in der Risikoquantifizierung 117
- R. Godina und F. Nobilis:* Kritische Trocken- und Niederwasserperioden 131
- P. Lorenz:* Hochwasser-Bemessungskenngrößen im Behördenverfahren 147

## Bestimmung extremer Abflussereignisse - Methoden

- D. Gutknecht:* Bestimmungsmethoden – Überblick 155
- R. Merz:* Hochwasserstatistik – Das Ausreißerproblem 181
- S. Scherrer:* Hochwasserabschätzung als Synthese von Statistik, Historie und Abflussprozessen 195
- V. Weilguni:* Bemessungsniederschläge – Starkniederschlagsauswertung beim Hydrographischen Dienst 209
- G. Blöschl:* Einsatz von Simulationsmethoden bei der Bestimmung extremer Abflüsse 227
- G. Laaha und G. Blöschl:* Niederwasser – Bestimmungsmethoden 247



## **250 JAHRE KLIMAVARIABILITÄT IN DEN ALPEN**

Reinhard Böhm und Ingeborg Auer

### **1. Einleitung**

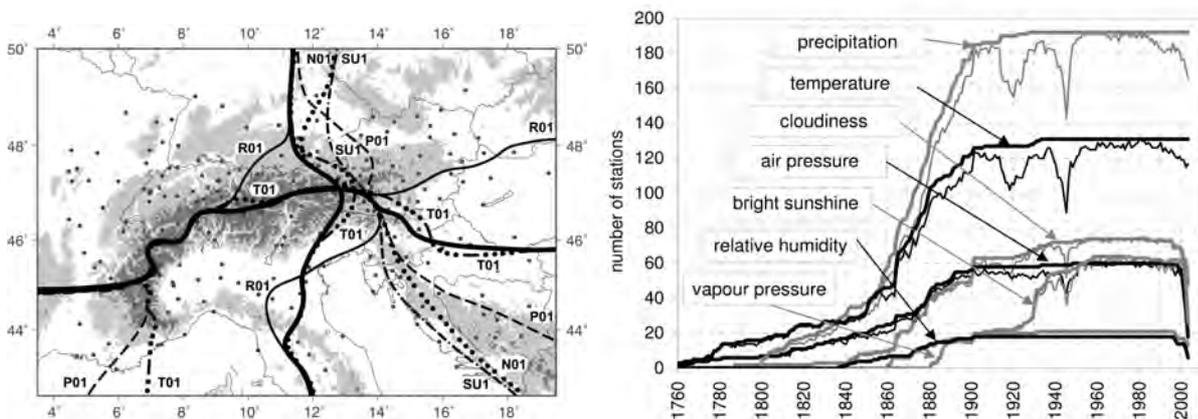
In den letzten Jahren konnte die Arbeitsgruppe Klimavariabilität der ZAMG einen räumlich dichten (mehrere hundert Einzelstationen), multiplen (mehrere Klimaelemente), langen (längste Reihen zurück bis 1760), qualitätsgeprüften (hunderte Inhomogenitäten und tausende Ausreißer entfernt, Datenlücken geschlossen) Klimadatensatz auf Monatsbasis erstellen. Die Daten wurden von zahlreichen (mehr als 20) Providern aus 10 Alpenländern gesammelt und vorläufig als geschlossener Datensatz 1800-2003 in „station-mode“ und in 2 verschiedenen „grid-modes“ aufbereitet. Zusatzfinanzierungen zu HISTALP kamen von verschiedenen nationalen und EU-Projekten (CLIVALP, ALOCLIM, ALPCLIM, ALP-IMP). Die ZAMG plant, HISTALP auch in Zukunft als Klimamonitoring-Aktivität weiter zu führen. Derzeit wird an einem Update bis inklusive Winter 2006/07 gearbeitet. Neben den erwähnten Kontakten mit den Daten Providern existiert derzeit diesbezüglich eine enge Zusammenarbeit mit der Climatic Research Unit der University of East Anglia, dem ISAC-Institut der CNR-Bologna und dem Institut für allgemeine und angewandte Physik der Universität Mailand. Eine HISTALP Gesamt- und Referenzpublikation ist kürzlich erschienen (Auer et al., 2007) und wird hier vorgestellt. Zusätzlich wird – im Hinblick auf das Hauptthema der Tagung in Abschnitt 4 auf eine gerade in Arbeit befindliche Analyse der Veränderungen der Klimavariabilität im Alpenraum eingegangen.

### **2. Datengrundlage – Homogenisierung – Outlierkorrektur**

Für mehr als 200 Standorte im Großraum Alpen konnten im Rahmen von HISTALP (Auer et al., 2007) mehr als 500 Klimareihen von sieben Klimaparametern auf der Basis von regulären instrumentellen Messungen bis zurück ins 18. Jahrhundert rekonstruiert werden. Der Ausdruck „Rekonstruktion“ mag bei Messreihen verwundern, wird aber ganz bewusst verwendet, da nicht nur derart lange Klimareihen immer auch nichtklimatische Informationen enthalten, die vor der Analyse beseitigt werden müssen. Bei diesem Vorgang der Homogenisierung werden die historischen Messungen an den aktuellen Zustand der Messstation angepasst. „Historisch“ ist dabei sehr rigoros zu verstehen – durchschnittlich geschieht alle 20 bis 30 Jahre auch an professionellen Stationen eine Änderung der Instrumente und deren Aufstellung, der Umgebung, der Berechnungsalgorithmen, der Beobachtungszeiten u.a.m. Gerade zurzeit erleben wir eine einschneidende neue Inhomogenität durch die Automatisierung der meteorologischen Messnetze. Eine Anzahl von mathematischen Homogenitätstests und Verfahren zur Berechnung der notwendigen Anpassungen, kombiniert mit intensiven Recherchen in den historischen Stationsarchiven, erlauben es in den meisten Fällen, das Homogenitätsproblem auf befriedigende Weise zu lösen. Ausdrücklich gewarnt sei vor der unkritischen Verwendung von Originaldaten für die Analyse der Klimavariabilität – man untersucht dann nicht das Klima sondern

beispielsweise die Geschichte der Aufstellungshöhen eines Barometers, die Einführung eines neuen Typs von Ombrometer oder die Änderungen der Messtermine. Den zweiten unverzichtbaren Bestandteil einer Klimarekonstruktion in der instrumentellen Periode bilden die Erkennung und die Eliminierung von Ausreißern von Einzelwerten. Sie kommen meist durch Druck- bzw. Tippfehler in die Datensammlungen und sind häufiger, als man vermutet. Sie verfälschen vor allem Analysen, die auf Extremereignisse abzielen. Die monatlichen Zeitreihen der HISTALP-Datenbank der ZAMG sind im Original und in der homogenisierten und Ausreißer-korrigierten Fassung vorhanden, in Form von Stationsreihen und in drei verschiedenen aufgelösten Grid-Versionen.

Abbildung 1 zeigt das Gebiet, das durch HISTALP abgedeckt ist (die Alpen und deren weitere Umgebung) und die zeitliche Abdeckung, die für Temperatur und Luftdruck bis ins 18. Jahrhundert zurückreicht, für den Niederschlag bis 1800, für die anderen Elemente etwas später ansetzt. HISTALP ist weltweit einzigartig, was die Qualität und was die Dichte der räumlichen Abdeckung, vor allem in der frühen instrumentellen Periode anbetrifft.



**Abb. 1:** Die Datengrundlage von HISTALP. Links: das Stationsnetz (Punkte) und eine objektive räumliche Regionalisierung durch PCA (Auer et al., 2007) in vier Hauptklimagebiete. T01: Regionalisierung bezüglich Temperatur, P01: Luftdruck, R01: Niederschlag, SU1: Sonnenschein, N01: Bewölkung. Die dicken schwarzen Linien stellen den Regionalisierungskompromiss dar, der den Großraum Alpen in zwei mediterrane und zwei Klimazonen in der gemäßigten Westwindzone teilt. Die meridionale Trennungslinie bei 11-13°E steht für den Übergang von ozeanischen zu kontinentalen Einflüssen dar. Rechts: die zeitliche Entwicklung der instrumentellen Klimareihen im Großraum Alpen für die sieben Hauptklimaelemente (die unruhigeren unteren Linien geben jeweils die vorhandenen Originaldaten an, die glatten oberen die ergänzten homogenisierten).

### **3. Ergebnisse aus zweieinhalb Jahrhunderten Klimavariabilität im Großraum Alpen**

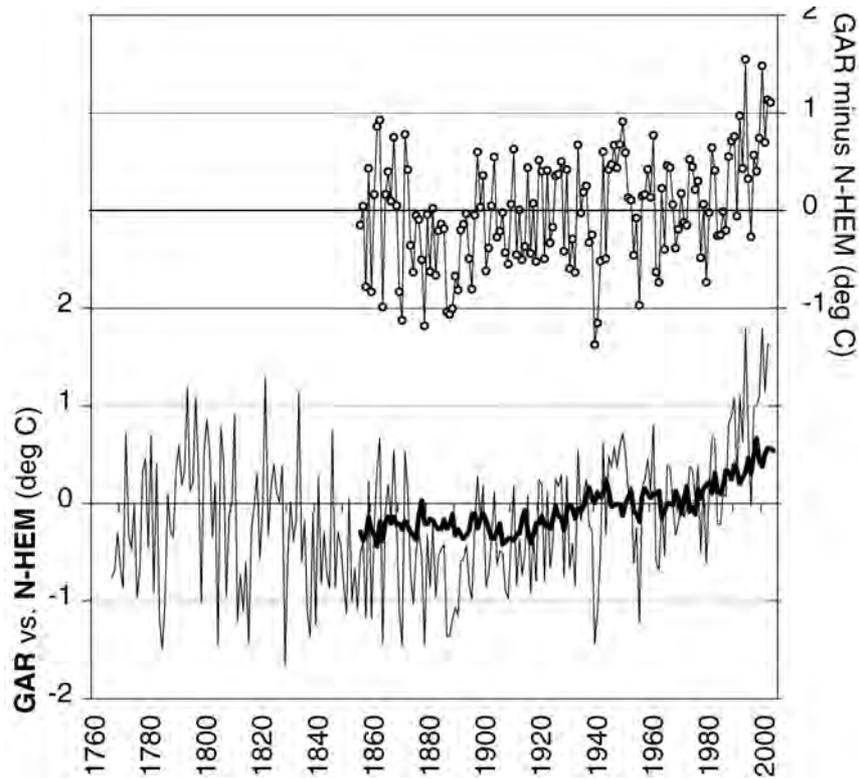
Bisher galt das Hauptaugenmerk unserer Gruppe der Erzeugung und ständigen Weiterentwicklung des Datensatzes. Es liegen aber auch bereits erste Analyseergebnisse vor, die in der Folge überblicksartig gestreift werden.

#### **3.1 Querschnitt durch 250 Jahre Klimaentwicklung im Alpenraum**

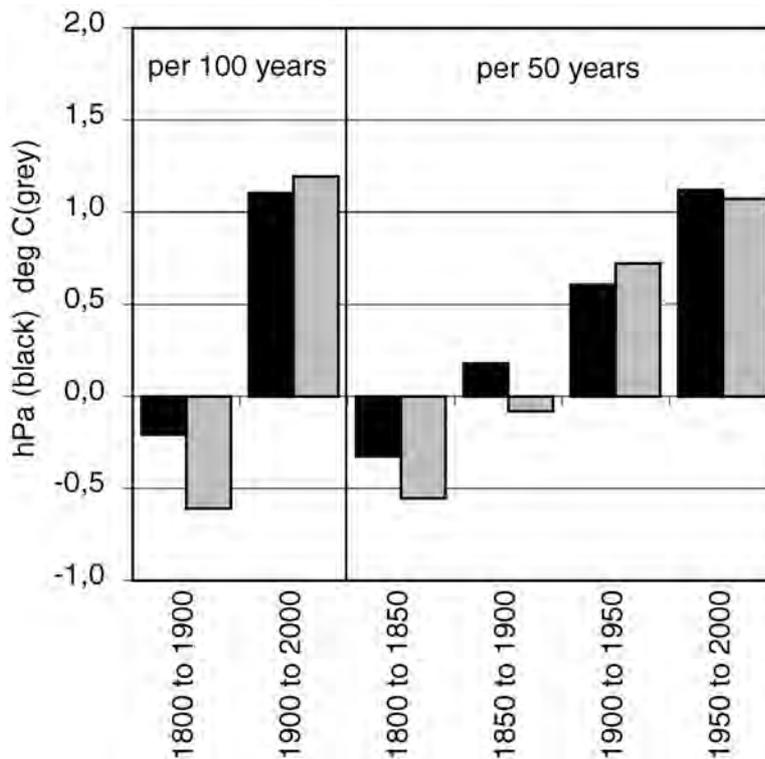
Die folgenden Abbildungen 2 bis 5 geben einige Beispiele für die Klimaentwicklung im Großraum Alpen (GAR), die hier notwendigerweise unvollständig ist. Sie sind der HISTALP Basispublikation entnommen (Auer et al., 2007), die vor kurzer Zeit erschienen ist. Es handelt sich jeweils um die mittleren Zeitreihen einer oder mehrerer Subregionen.

Abb. 2 zeigt den mittleren Temperaturverlauf im Großraum Alpen (135 Einzelreihen) im Vergleich zu demjenigen der gesamten Nordhalbkugel (ca. 2000 Reihen). Als erstes fällt die wesentlich größere Varianz der regionalen gegenüber der hemisphärischen Reihe auf, ein typisches statistisches Merkmal, das aus der größeren Stichprobe der hemisphärischen Reihe folgt. Als zweiten Unterschied erkennt man eine seit dem 19. Jahrhundert gegenüber der nordhemisphärischen Reihe etwa doppelt so starke Erwärmung im Alpenraum. Ein Blick auf die Differenzenreihe (in der Abbildung oben) zeigt, dass das nicht auf einer stetigen Entwicklung beruht, sondern dass lediglich auf zwei unterschiedlichen Subperioden – auf besonders kalten 1890er Jahren und auf besonders warmen 1990er Jahren in den Alpen. Die etwa 80 Jahre dazwischen zeigen einen weitgehend identischen Trend.

Auf einen der Gründe für diese regionale Besonderheit der Temperaturentwicklung in unserer Region weist Abb. 3 hin – den Einfluss der Zirkulation. Die Abbildung vergleicht die langfristigen Trends der Temperatur und des Luftdrucks, die sowohl für die Jahrhunderttrends (im Bild links), als auch für die 50-jährigen Trends sehr ähnlich sind. Die leichte Abkühlung in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war ebenso mit einem Rückgang des Luftdrucks verbunden, wie die markante Erwärmung des 20. Jahrhunderts mit einem Luftdruckanstieg. Offenbar fand im 20. Jahrhundert eine generelle nordwärts Verlagerung des Subtropen-Hochdruckgürtels statt, was auch andere Untersuchungen, vor allem aus Italien bestätigen. Das geht einher mit vermehrtem Sonnenschein in der Region, was sich in den entsprechenden HISTALP-Reihen zeigt und dadurch zu der regionalen Verstärkung des globalen Hintergrundtrends der Temperatur.



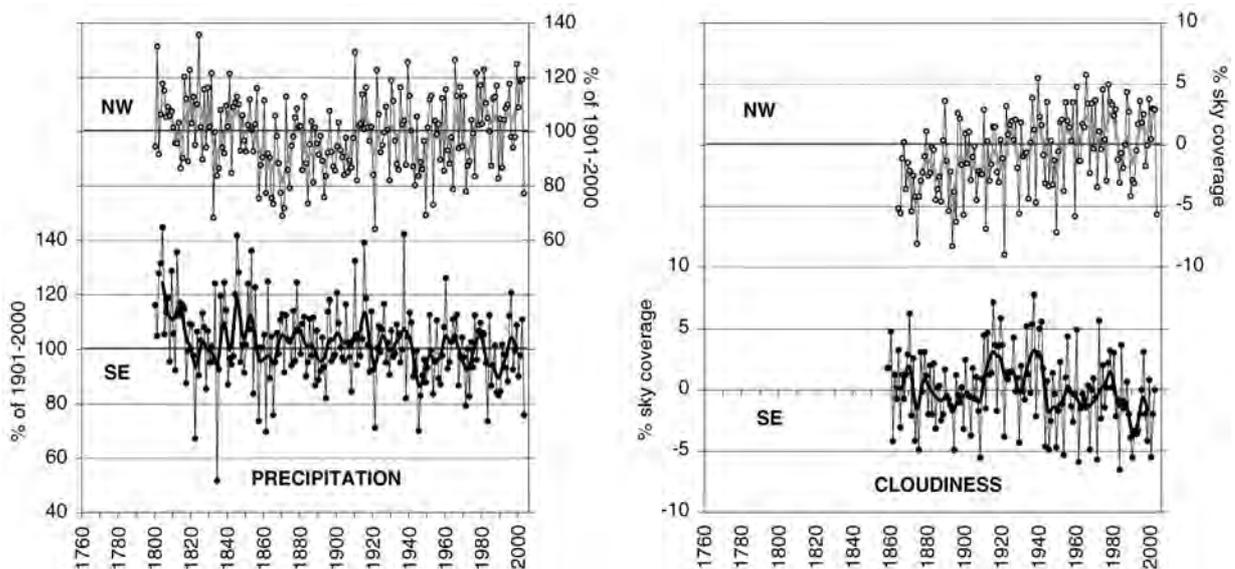
**Abb. 2:** Jahresmittel der Lufttemperatur gemittelt über alle HISTALP-Stationen seit 1767 (unten, grau), gemittelt über alle Stationen der Nordhalbkugel seit 1856 (CRU, Norwich, unten schwarz), sowie die Differenzreihe GAR minus CRU.



**Abb. 3:** 100-jährige (links) und 50-jährige (rechts) Trends der Jahresmittel der Lufttemperatur (grau) und des Luftdrucks (schwarz), beide gemittelt über alle HISTALP Stationen unterhalb von 1500m (Temperatur) bzw. 600m (Luftdruck).

Die in Abbildung 2 gezeigte mittlere Zeitreihe über den gesamten Alpenraum macht nur bei diesem Klimaparameter Sinn, da bei der Lufttemperatur in allen Teilregionen hochgradig ähnliche Trends vorliegen – langfristig verlief die Temperaturentwicklung von Marseille, Karlsruhe oder Budapest, bis zur Zugspitze und zum Sonnblick in der Dreitausenderregion der Alpen praktisch gleich. Anderslautende frühere Behauptungen, dass sich die Hochalpen starker erwärmt hatten als die Umgebung haben sich als haltlos herausgestellt.

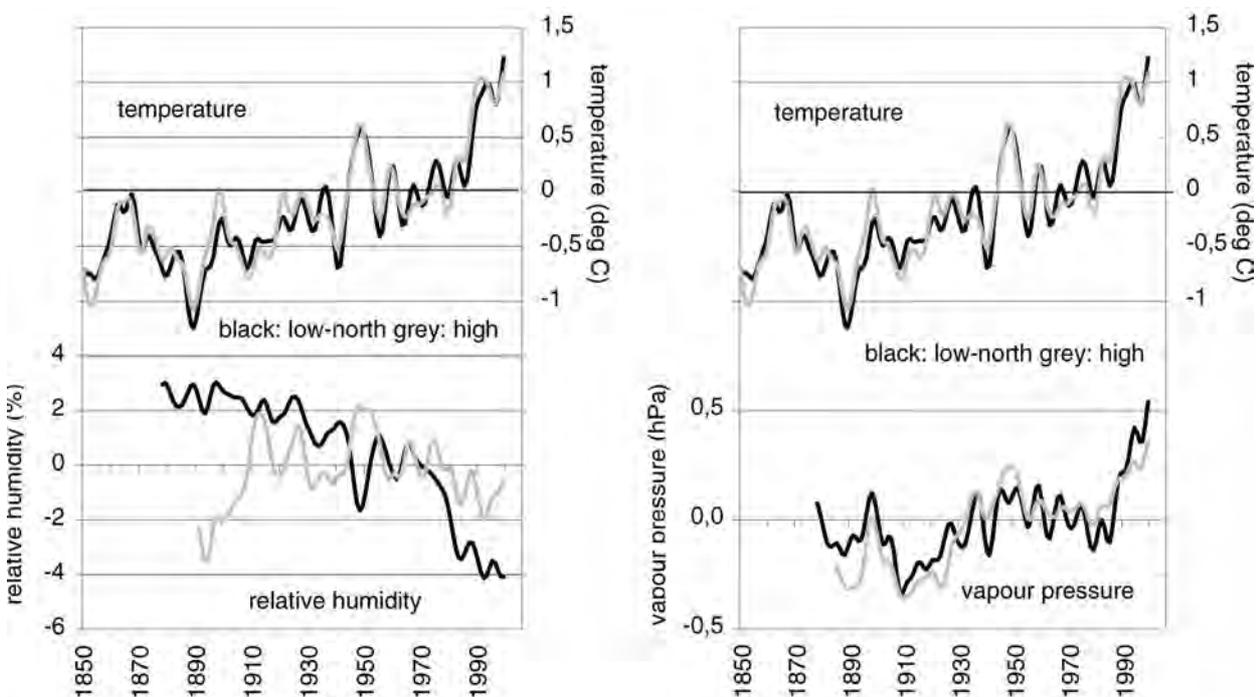
Bei anderen Klimaelementen, wie der Bewölkung, der Sonnenscheindauer und vor allem dem Niederschlag ist eine derartige regionale Einheitlichkeit der Trends nicht gegeben. Die markantesten Antagonisten sind die Subregionen nordwestlich und südöstlich des Alpenbogens, die über eineinhalb Jahrhunderte hindurch sogar gegensätzliche Trends mit ansteigendem Niederschlag im Nordwesten, und Austrocknung im Südosten zeigen (Abbildung 4, links). An beiden Regionen hat auch Österreich Anteil, wo es in Vorarlberg und Tirol feuchter, in Kärnten, Teilen der Steiermark und des Burgenlandes trockener geworden ist. Die entsprechenden (allerdings etwas kürzeren) Zeitreihen der Bewölkung zeigen die analogen subregionalen Entwicklungen.



**Abb. 4:** Regionale Zeitreihen der Hauptregionen Nordwest (oben) und Südost (unten) der Jahressummen des Niederschlages (links) und der Jahresmittel des Bedeckungsgrades (rechts). Alle Reihen sind Abweichungen vom Mittel des 20. Jahrhunderts, Einzeljahre und 10-jährig Tiefpass-gefiltert.

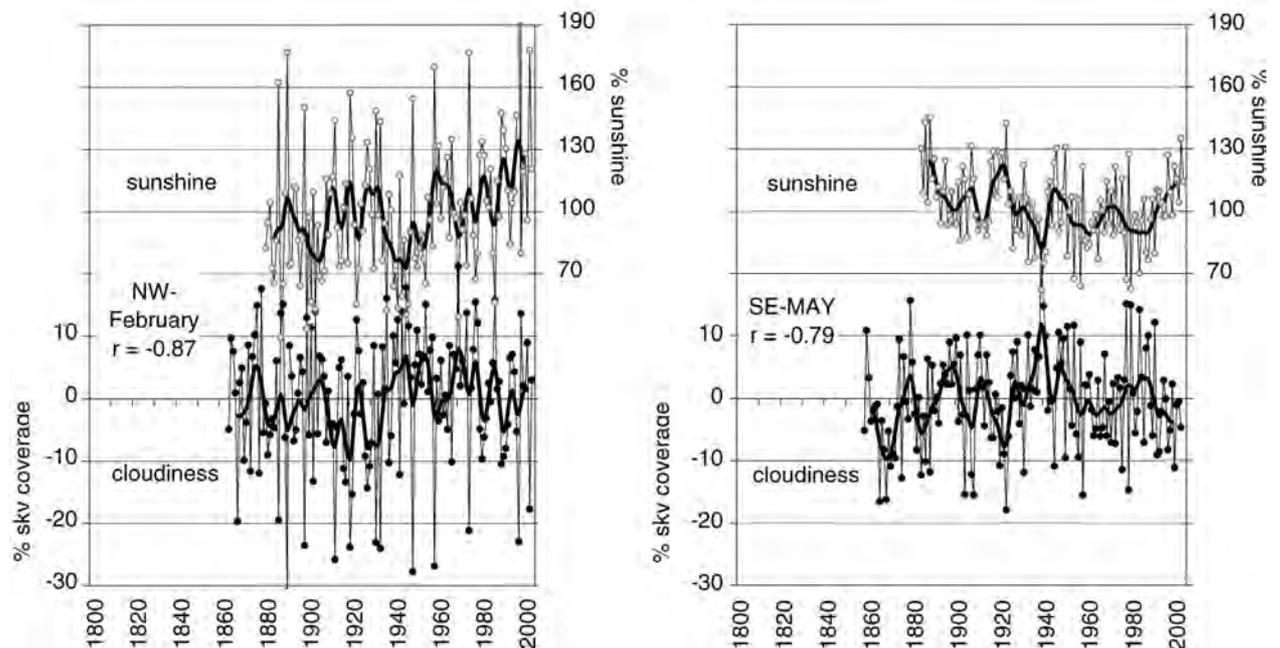
Sehr selten findet man in der Literatur Daten und Analysen über langjährige Entwicklungen der Luftfeuchte. HISTALP bietet sie für zwei Feuchtegrößen (die relative Feuchte und das absolute Feuchtemaß Dampfdruck) für die Subregionen NW, NE und HIGH (Hochalpin > 1500m) an. Für die mediterranen Teile der Alpenregion konnten die dortigen Datenerzeuger (noch) keine Feuchtereihen zur Verfügung stellen. Die Ergebnisse sind durchaus interessant und physikalisch einleuchtend. Die rechten

Diagramme der Abbildung 5 zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf des Dampfdrucks (unten) zu dem der Temperatur (oben) und zwar sowohl in den Hochalpen (grau) als auch in den Tälern und Ebenen (schwarz). Das kommt nicht unerwartet, wenn man den von Magnus formulierten exponentiellen Anstieg des Sättigungsdampfdruck mit der Lufttemperatur bedenkt. Ob diese Potential einer erhöhten Aufnahmefähigkeit der wärmeren Luft für Wasserdampf allerdings genutzt werden kann, hängt auch von der Möglichkeit des advektiven Feuchtenachschubs von den Quellregionen ab, die zum größeren Teil die Ozeane sind, nur zum geringeren Teil aus der Verdunstung über Land gespeist werden. Da die Bergregionen der Alpen über die stärkeren Höhenwinde ungestörter und direkter mit dem Atlantik und dem Mittelmeer in Verbindung stehen, insgesamt maritimer sind, als die Täler, Becken und das Tiefland der Umgebung der Alpen, kommt es nicht unerwartet, dass das feinere Maß der relativen Feuchte (unten links) sehr unterschiedliche Trends zeigt: Das Hochalpinum zeigt langfristig kaum einen Trend, der Feuchtenachschub vom Ozean kann also offenbar die erhöhte Aufnahmefähigkeit der wärmer werdenden Luft abdecken. Bei den Tieflandstationen hingegen klappt das nicht: Sie sind mehr abgeschirmt gegenüber dem Atlantik und zeigen eine starke sekulare Austrocknungstendenz, wobei dem Langfristtrend die dekadischen Entwicklungen der Lufttemperatur spiegelbildlich nachgebildet sind. Es liegt sogar ein (hier nicht gezeigter) west-östlicher Trend von geringerer zu stärkerer Austrocknung vor, allerdings aus den erwähnten Datengründen zurzeit nur für die Gebiete nördlich des Alpenhauptkamms.



**Abb. 5:** Geglättete Temperatur (oben) und Feuchtereihen (unten links relative Feuchte, unten rechts Dampfdruck) für die Regionen Nord < 1500m (schwarz) und Hochalpin (> 1500m, grau), 10-jährig Tiefpass-gefilterte Reihen.

Abbildung 6 zeigt Beispiele für die kleinste zeitliche Auflösung, die HISTALP bietet, Monatsreihen. Für den Februar im Nordwesten (links) und den Mai im Südosten zeigen die mittleren Bewölkungs- (unten) und Sonnenscheinreihen die zu erwartenden Gegenläufigkeit sowohl bei den Einzelmonaten, als auch im dekadischen und sekularen Maßstab.



**Abb. 6:** Monatszeitreihen der Sonnenscheindauer (oben) und der Bewölkung (unten) für Februar in der Subregion Nordwest (links) und für den Monat Mai im Südosten des Alpenraums (rechts). Alle Reihen sind wieder Abweichungen vom Mittel des 20. Jahrhunderts, Einzeljahre und 10-jährig Tiefpass-gefiltert.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die HISTALP-Philosophie des Homogenisierens nur „externe“ Homogenitätstests und die entsprechenden Anpassungen zulässt, also Vergleiche von benachbarten, möglichst hoch korrelierten Reihen eines Klimaelements. Keineswegs werden „interne“ Homogenisierungen vorgenommen, basierend auf Vergleichen verschiedener Klimaparameter innerhalb einer Station. Dadurch konnten die Zeitreihen verschiedener Klimaparameter voneinander unabhängig gehalten werden, da sie nicht gegenseitig abgeglichen worden sind. Analyseergebnisse, die Korrelationen oder Antikorrelationen, parallele oder antiparallele Trends ergeben, sind somit als real und nicht als Artefakte des Homogenisierungsvorganges zu betrachten.

### 3.2 Entwicklung der Klimavariabilität

In der aktuellen Klimadiskussion wird oft eine bereits stattfindende Zunahme der Klimavariabilität postuliert. Darunter werden nicht nur Extremereignisse wie Starkregen, Hagel, Muren, Sturm, etc. verstanden (die hier nicht behandelt werden, da sie Daten mit täglicher oder sub-täglicher zeitlicher Auflösung erfordern, für die im

Alpenraum und auch anderswo noch an einer adäquaten Datenbasis gearbeitet wird), sondern auch Phänomene wie Hitzesommer (2003 z.B.), extreme Winter (2005/06?), Dürre, Überschwemmungen in größeren Flusssystemen u.ä. – alles Klimaphänomene, die sich auch oder ausschließlich in Klimadaten geringerer zeitlicher Auflösung (monatlich, jahreszeitlich, jährlich) manifestieren. Gerade die peniblen Ausreißer-Korrekturen, die an den HISTALP Datensätzen für Lufttemperatur, Niederschlag und Luftdruck angebracht worden sind (tausende Ausreißer erkannt und entfernt, die speziell bei Fragen über Extremwerte zu inakzeptablen Fehlern führen können) machen diese Zeitreihen sehr brauchbar für derartige Fragestellungen. Ein zweiter Vorteil des HISTALP Datensatzes ist seine Länge, die statistisch abgesicherte Aussagen zulässt, (ein Manko von vielen Untersuchungen auf der Basis von zu kurzen Stichproben ist deren Insignifikanz im Hinblick auf das „Signal to Noise Ratio“). Es wird gerade mit Hilfe eines Sub-Satzes der längsten HISTALP Zeitreihen (long series subset – LSS) die Variabilität und deren evt. vorhandene Trends der Klimaelemente Lufttemperatur, Luftdruck und Niederschlag in den letzten 200 Jahren analysiert. Ein vielleicht überraschendes aber eindeutiges Ergebnis ist – allgemein formuliert – das Vorherrschen von keinen bis eher abnehmenden Trends der Schwankungsbreite des Klimas in Großraum Alpen vom 19. zum 20. Jahrhundert. Es werden im Vortrag die bis dato verwendeten Analysemethoden erläutert und auch erste regionale Erklärungsversuche für das Phänomen zur Diskussion gestellt.

Untersucht wird der LS-Subset Reihe für Reihe, um eventuelle Varianz-Beeinflussungen durch die immer geringer werdende Zahl der Reihen zu vermeiden, je weiter man in die Vergangenheit zurückgeht. Die Reihen werden in zwei unterschiedlichen Strukturen untersucht: in Blockstruktur, also je eine Reihe für den Jänner, den Februar, ...Dezember, Frühling, Sommer, ... Jahr, und in sequentieller Anordnung, alle Monate hintereinander auf der Zeitachse angeordnet. Ziel der Untersuchung sind nun nicht die Klimatrends selbst, sondern eventuell existierende Trends oder Fluktuationen der Varianz, oder eines anderen Streuungsmaßes. Deshalb wurden die Reihen zunächst durch Hochpassfilterung trendbereinigt, da stärkere Trends die Varianz beeinflussen können - mit 30 Jahren Filterweite für die Blockdaten und 10 Jahre (120 Werte) für die sequentiellen Daten. Da vor allem der Niederschlag nicht normalverteilt ist, wurden als verteilungsfreie Streuungsmaße Interquantilbereiche verschiedener Breite ausgewählt. Diese werden in Subintervallen von 30 (Blockdaten) bzw. 10 Jahren (sequentielle Daten) berechnet, die in Zeitschritten von einem Jahr (einem Monat) überlappend über die trendbereinigten Reihen bewegt werden („moving window technique“). Um den vor allem bei den sequentiellen Monatsreihen störenden Einfluss des Jahresganges zu unterdrücken, sind alle Daten vor der Analyse standardisiert worden (bezüglich der einheitlichen Periode 1901-2000).

Die Analyse ist bereits weit fortgeschritten und ein generelles Ergebnis steht bereits fest: Für den Großraum Alpen ist die vor allem in der öffentlichen Klimadebatte, aber auch in Fachkreisen oft vertretene Ansicht „das Klima wird immer verrückter“ nicht haltbar. Für die Temperatur ist sowohl auf Monats-, als auch auf Jahreszeiten und

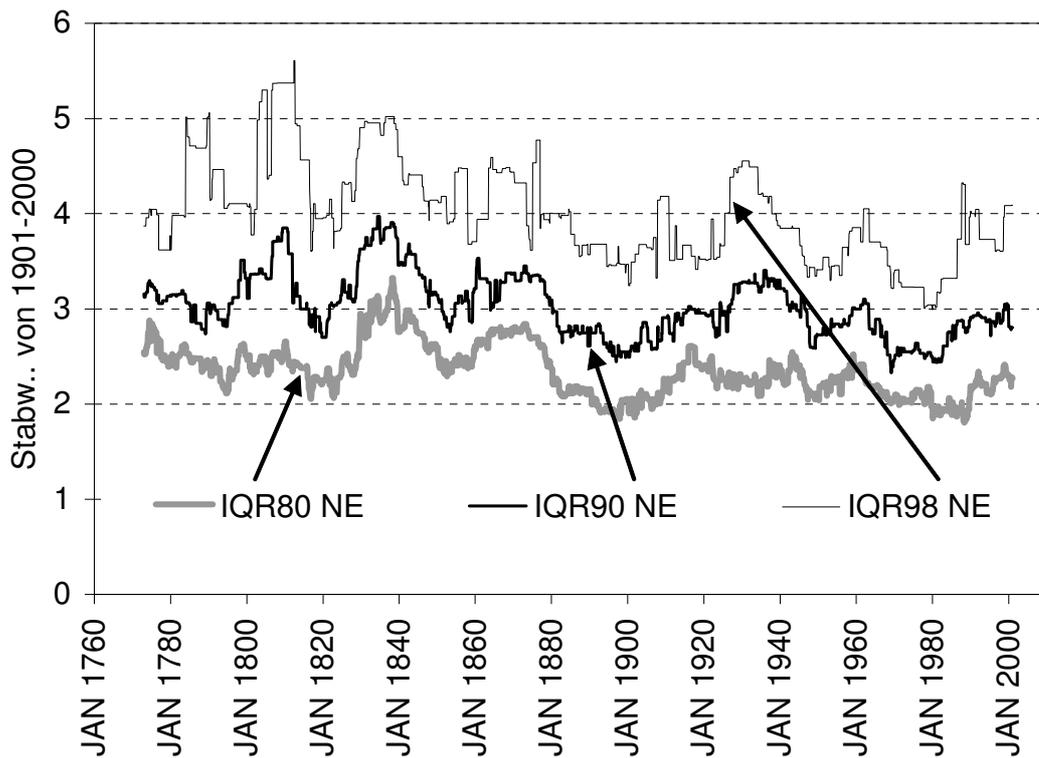
Jahresbasis in den beiden letzten Jahrhunderten, als auch in den letzten Jahrzehnten sowohl im mediterranen Bereich als auch im Bereich nördlich des Alpenhauptkamms größtenteils ein Rückgang der Variabilität zu beobachten. Abbildung 7 zeigt das für sequentielle Monatsreihen in der Subregion Nordost (wo sich auch Wien befindet, siehe Abb. 1) für drei verschiedenen „extreme“ Interquantilbereiche, Tabelle 1 gibt entsprechende Zahlenwerte der linearen Trendanalyse in allen Teilregionen für die letzten 200, 100 und 50 Jahre. Von den 27 subregionalen Trends der Temperaturvariabilität sind 25 negativ und nur 2 schwach positiv. Signifikant negativ sind 7 Trends, 5 davon im Bezug auf die letzten 200 Jahre, 2 im Bezug auf die letzten 50 Jahre. Für den Luftdruck sind die Verhältnisse ähnlich, nur beim Niederschlag gibt es vereinzelt auch Zunahmen, vor allem im mediterranen Teil des Großraums Alpen - jedoch überwiegt auch hier bei weitem die Abnahme der Variabilität.

Die abschließende Abbildung 8 zeigt als Beispiel für jahreszeitliche Niederschlags-trends die Sommer- und Winterzeitreihen des 80%-Interquantilbereichs für die Subregionen Süd, Nordwest und Nordost. Neben der sommers wie winters generell höheren Variabilität des Niederschlages im mediterranen Bereich finden sich im Sommer (oberes Diagramm) kaum langfristige Trends, sondern überwiegend Oszillationen im dekadischen Maßstab, deren aktuellste seit etwa 1980 eine gegenläufige Entwicklung eines variabler (extremer) werdenden mediterranen Niederschlages gegenüber ruhiger werdenden Verhältnissen im Nordwesten und Südosten.

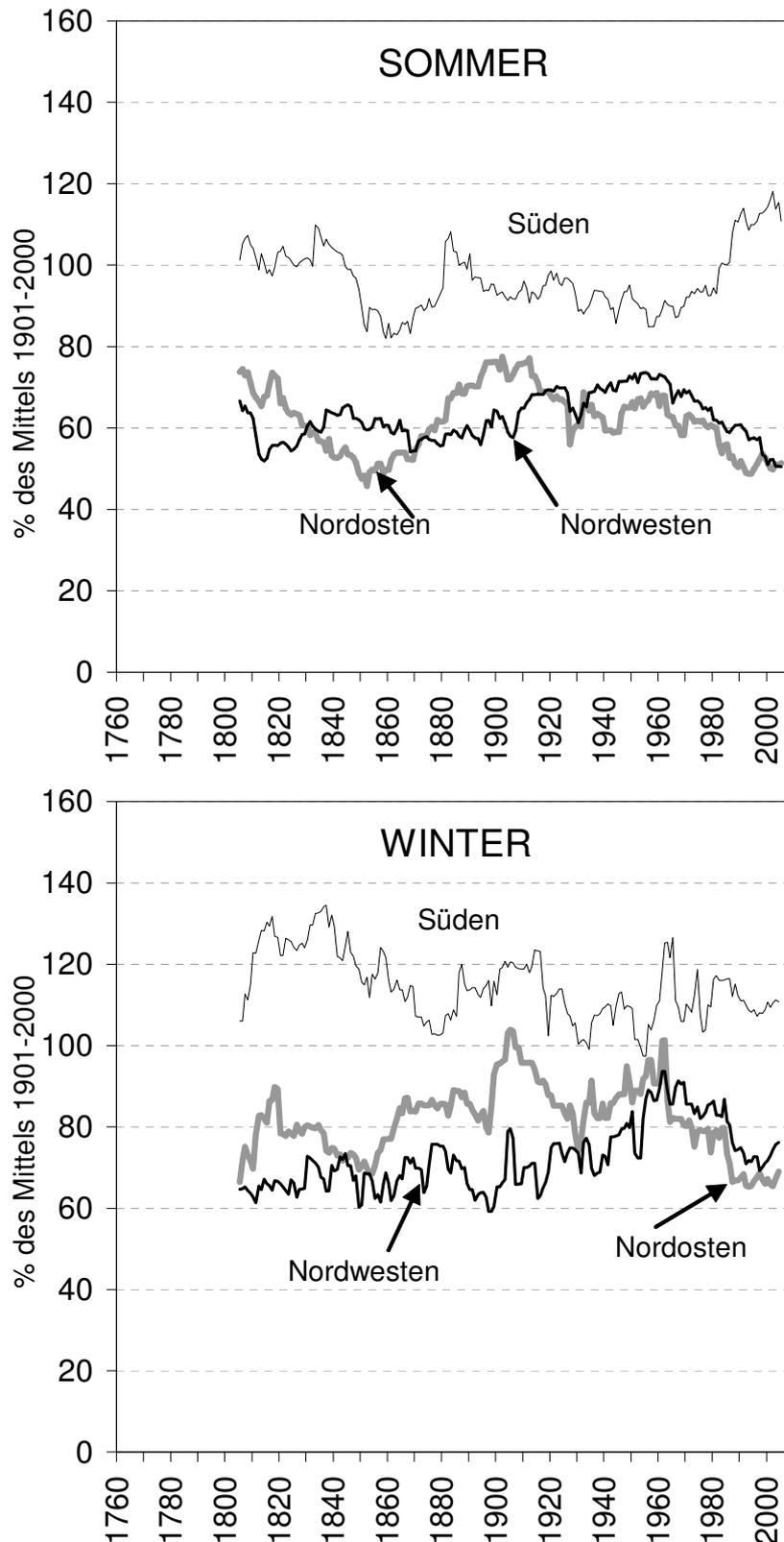
Im Winter gibt es bis in die 1970er Jahre langfristig steigende Variabilität im Nordwesten und langfristig geringer werdende im Südosten, beides parallel zu den entsprechenden Langfristtrends des Niederschlages selbst (der in Abb. 4 gezeigt worden ist). Im Nordosten ist, ebenfalls bis um 1970, ein schwächeres Ansteigen der Variabilität als im Nordwesten gegeben. Ab den 1980er Jahren, also im aktuellen „Treibhauszeitalter“, ist eine markante Veränderung aller drei Regionaltrends zu sehen, im Nordwesten und im Nordosten nimmt die Variabilität nun deutlich ab, im Süden bleibt sie gleich.

**Tab. 1:** Lineare Trends der Klimavariabilität in drei Teilregionen des Alpenraums am Beispiel der sequentiellen Monatsmittel der Temperatur. 95%ig signifikante Trends sind fett gedruckt, sonstige Details wie in Abb.7.

	vergangene			
	200 Jahre 1796-2005	100 Jahre 1896-2005	50 Jahre 1946-2005	
NE-IQR98	<b>-1.2</b>	-0.3	0.2	Stabw.
NW-IQR98	-0.8	-0.6	-0.1	Stabw.
S-IQR98	<b>-1.0</b>	-0.2	-0.1	Stabw.
NE-IQR90	<b>-0.7</b>	-0.2	0.0	Stabw.
NW-IQR90	-0.5	-0.2	-0.1	Stabw.
S-IQR90	<b>-0.7</b>	-0.4	<b>-0.5</b>	Stabw.
NE-IQR80	-0.6	-0.2	-0.1	Stabw.
NW-IQR80	<b>-0.5</b>	-0.3	-0.3	Stabw.
S-IQR80	-0.3	-0.3	<b>-0.4</b>	Stabw.



**Abb. 7:** Zeitreihen der Klimavariabilität im Nordosten des Alpenraums am Beispiel von übergreifenden 80%-, 90%- und 98% Interquantilbereichen von standardisierten und trendbereinigten Monatsmitteln der Lufttemperatur. Jeder Datenpunkt entspricht einem Zeitfenster von 120 Monaten. Beginn der Reihen: Jänner 1768 bis Dezember 1777, Ende: Jänner 1996 bis Dezember 2005.



**Abb. 8:** Zeitreihen der Klimavariabilität in drei Subregionen des Großraums Alpen am Beispiel der Sommer- (oben) und der Wintersummen (unten) des Niederschlages. Datenbasis: Trendbereinigte Jahreszeitenreihen des LS-Subsets. Dargestellt sind die 80%-Interquantilbereiche in übergreifenden 30-jährigen Subintervallen.

#### **4. Zusammenfassung**

Unser kurzer Abriss aus der Klimageschichte der letzten zweieinhalb Jahrhunderte im Großraum Alpen sollte in erster Linie zwei Zwecken dienen. Zum Ersten wollen wir den neuen Datensatz HISTALP auch allen anderen Forschungsgruppen anbieten, die in der Klimaforschung selbst, oder in verwandten Fachgebieten, wie etwa der Hydrologie arbeiten, aber auch für alle Arten von Klimafolgenforschung. Es wurde viel Arbeit in die Erstellung des Datensatzes investiert, der in mancher Hinsicht weltweit allein dasteht. Die gezeigten wenigen Beispiele sollten auf interessante erste Ergebnisse hinweisen, die in manchem herrschende Meinungen für die Region bestätigen und mit neuen Daten untermauern, in manchen Bereichen, wie beispielsweise bei dem Postulat des angeblich extremer werdenden Klimas gibt es hingegen vielleicht überraschende, aber nun ebenfalls gut abgesicherte überraschende Ergebnisse. Von beidem hoffen wir, dass unsere Arbeiten zu einer Versachlichung der oft den Rahmen des wissenschaftlichen Argumentierens verlassenden Klimadiskussion beitragen können.

#### **5. Literatur**

Auer I., Böhm R., Jurkovic A., Lipa W., Orlik A., Potzmann R., Schöner W., Ungersböck M., Matulla C., Brunetti M., Nanni T., Maugeri M., Mercuri L., Briffa K., Jones P., Efthymiadis D., Mestre O., Moisselin Jm., Begert M., Müller-Westermeier G., Kveton V., Bochnicek O., Stastny P., Lapin M., Nieplova E., Cegnar T., Dolinar M., Gajic-Capka M., Zaninovic K., Majstorovic Z., Szalai S., Szentimrey T. (2007): HISTALP - HISTORICAL INSTRUMENTAL CLIMATOLOGICAL SURFACE TIME SERIES OF THE GREATER ALPINE REGION 1760-2003. *International Journal of Climatology* **27**: 17-46

#### **Anschrift der Verfasser:**

Reinhard Böhm  
Ingeborg Auer  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Hohe Warte 38, A-1190 Wien  
Email: reinhard.boehm@zamg.ac.at, ingeborg.auer@zamg.ac.at