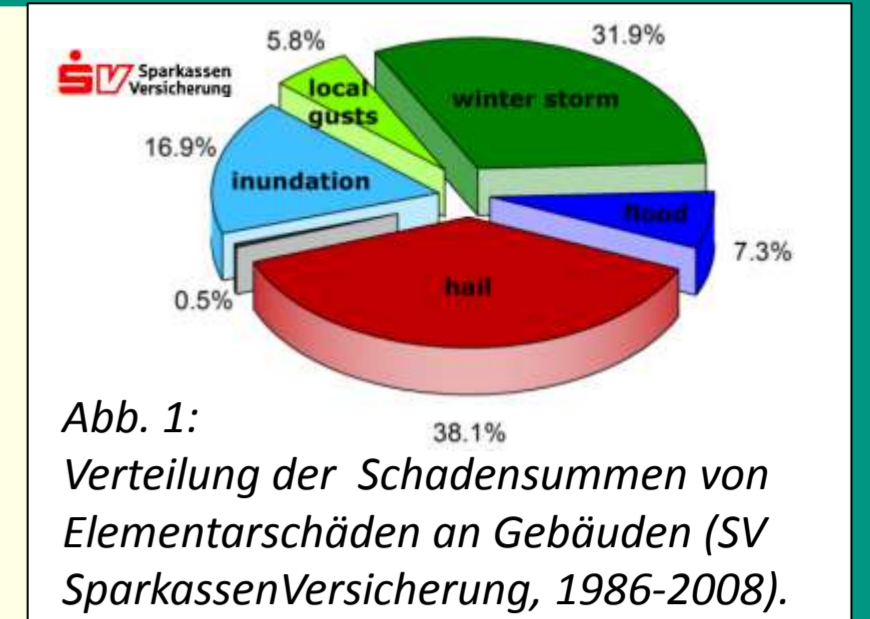


Motivation

Schwere Gewitterstürme und damit verbundene Extremereignisse wie Hagelschlag stellen ein erhebliches Gefahrenpotential dar. Dabei hat schwerer Hagelschlag in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahrzehnten erheblich zugenommen und ist mittlerweile mit rund 40% die Hauptursache aller Elementarschäden an Gebäuden (Kunz, 2009).

Im Projekt HARIS-CC („Hail Risk and Climate Change“) wird anhand von Trendanalysen verschiedener Konvektionsindizes untersucht, ob sich im Rahmen des Klimawandels das Gewitterpotential der Atmosphäre in Deutschland bereits verändert hat.



Datengrundlage

Radiosondenstationen Deutschland:

- ✗ 1957-2009: Schleswig, Stuttgart
- 1978-2009: Greifswald, Lindenberg, Essen, Meiningen, München

- ✗ Sommerhalbjahr (April-September), 12 UTC

Gebäudeschadendaten der SV Sparkassenversicherung:

- ✗ 1986-2008
- ✗ Baden-Württemberg
- ✗ Inflationsbereinigt, auf Portfolio angepasst

Schadendaten der Vereinigten Hagelversicherung (VH)

(Landwirtschaft):

- ✗ 2001-2009
- ✗ Deutschland (Abdeckung 60%)

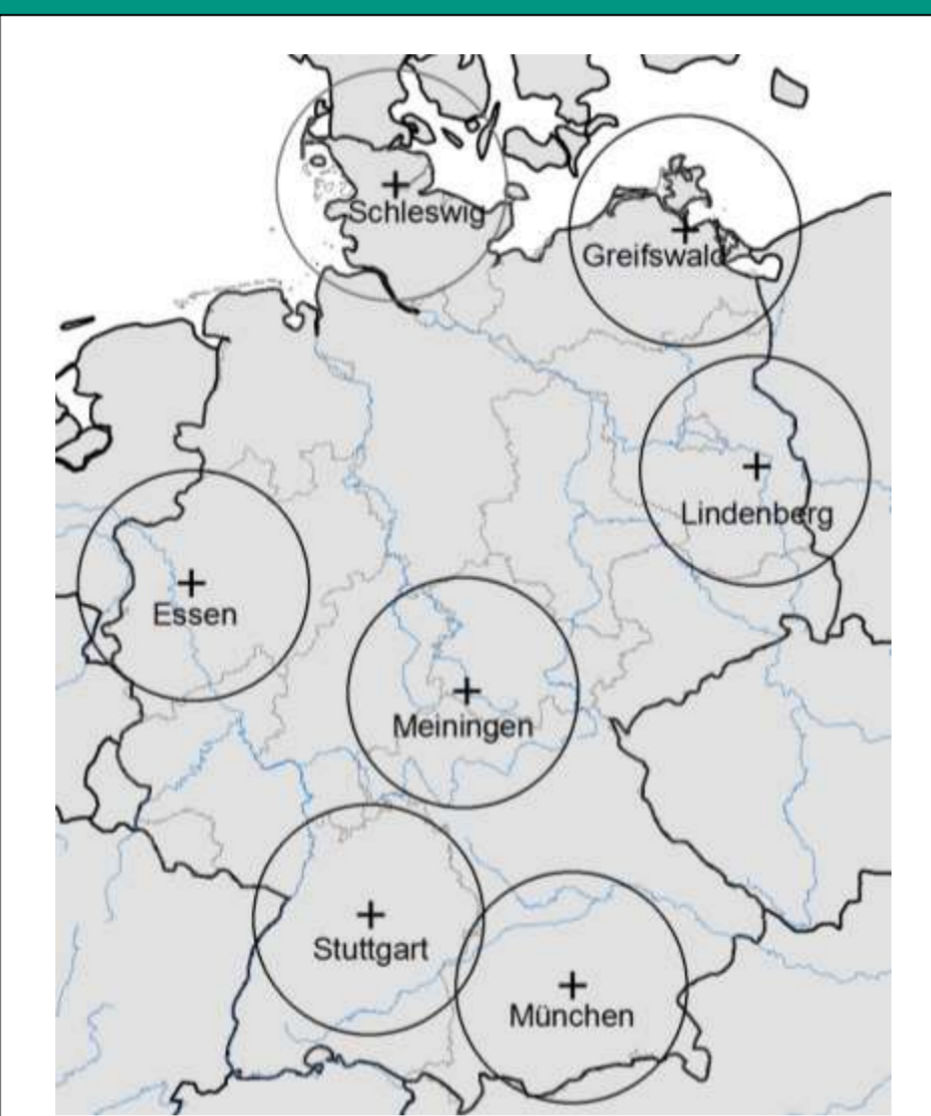


Abb. 2: Erfassungsradius (100 km) der Radiosonden in Deutschland (nach Haklander, 2003).

Trendanalyse 1978-2009

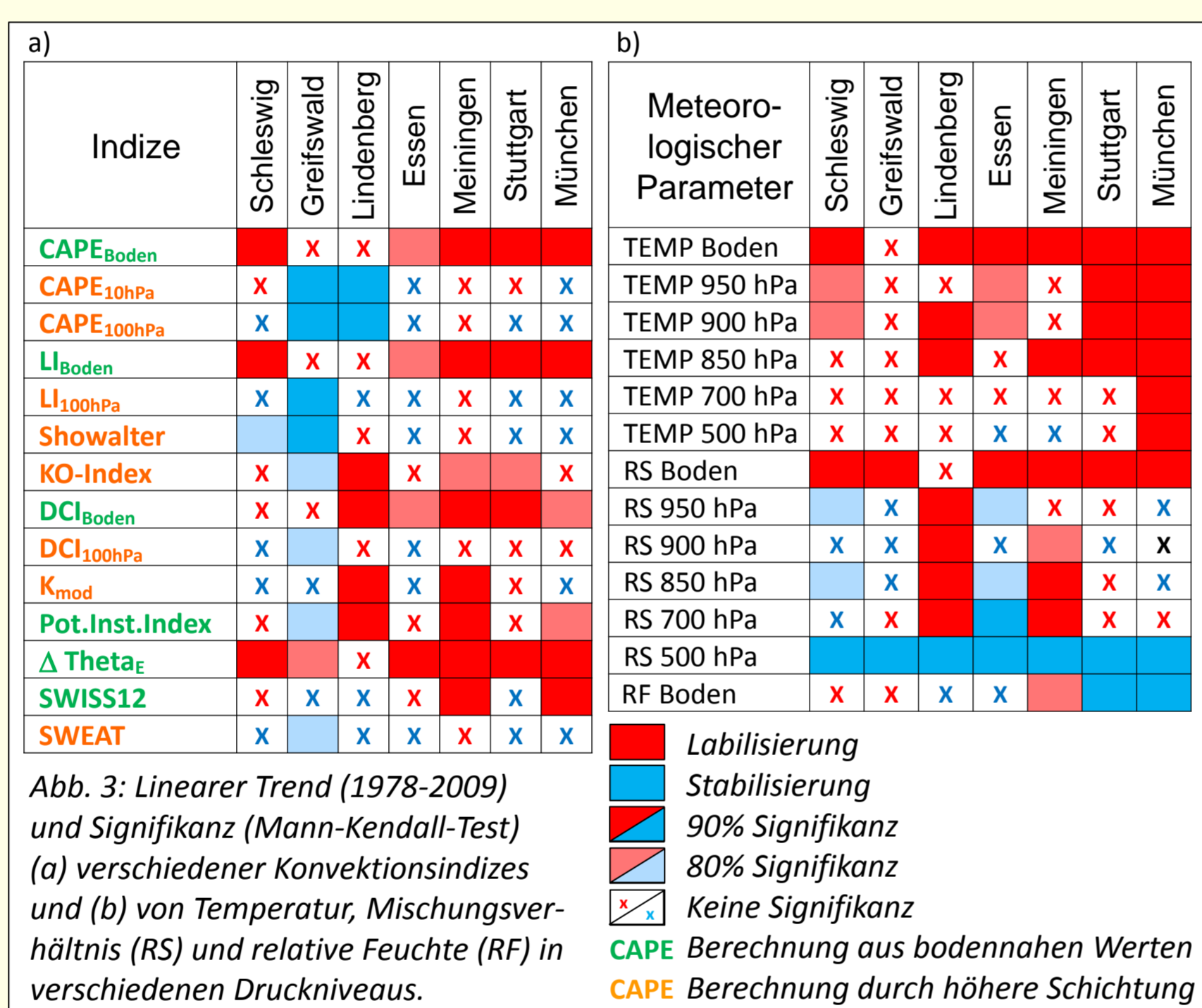
Hat sich das Konvektionspotential in Deutschland in den letzten 30 Jahren signifikant geändert?

Methodik:

- ✗ Bestimmung des 90% bzw. 10% Perzentils pro Jahr über angepasste Verteilungsfunktion (Gamma bzw. Weibullverteilung).
- ✗ Berücksichtigung der Autokorrelation in den Zeitreihen.
- ✗ Berechnung der Signifikanz durch Mann-Kendall-Test.

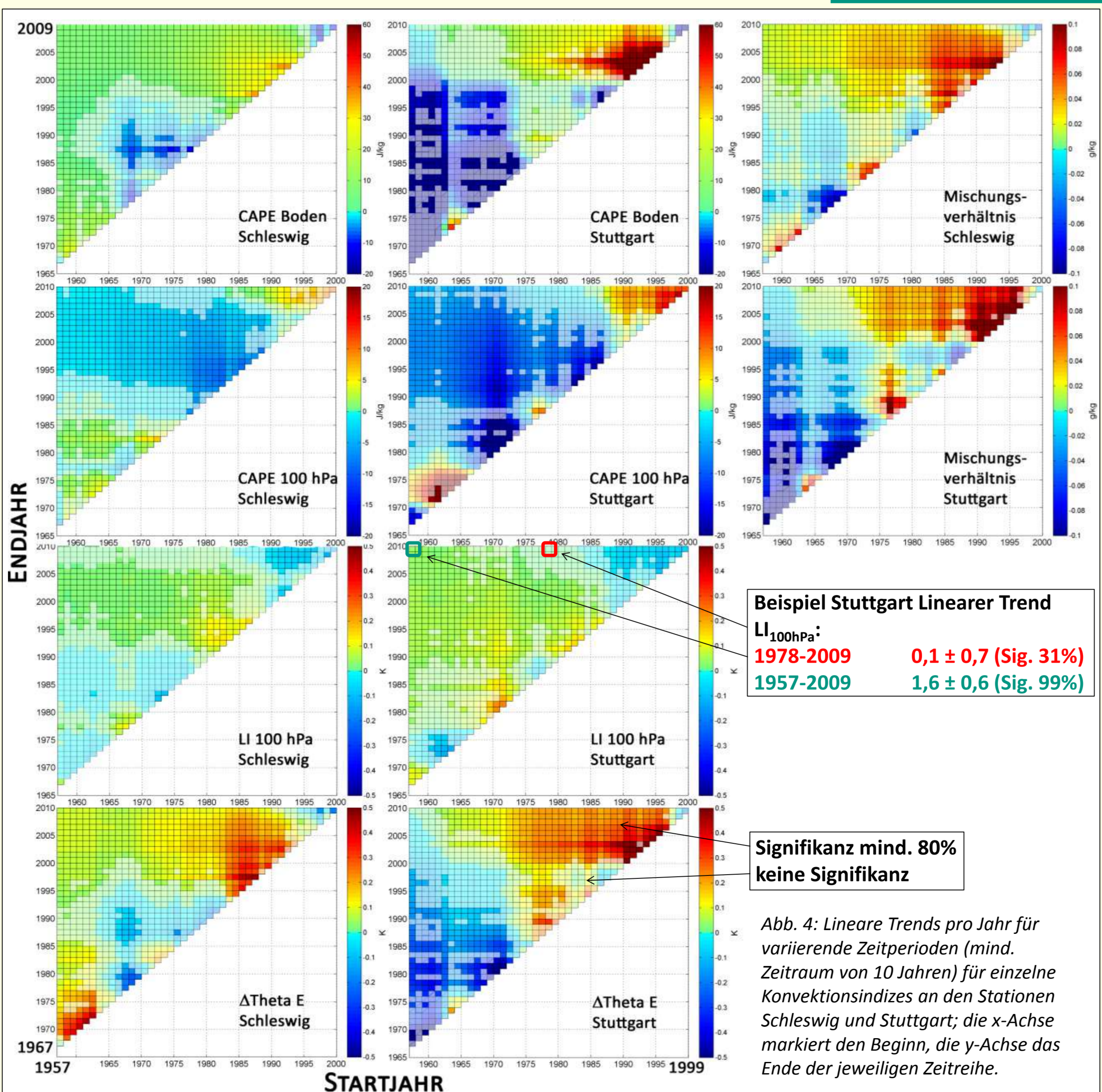
- ➔ Indizes, berechnet aus bodennahen Werten, zeigen eher Labilisierung; Indizes, berechnet aus Werten der höheren Schichten, zeigen Stabilisierung.

- ➔ Ursache: unterschiedliche Trends von Temperatur und Taupunkt in den verschiedenen Schichten.
- ➔ v.a. Süden zeigt eine signifikante Labilisierung der Schichtung.

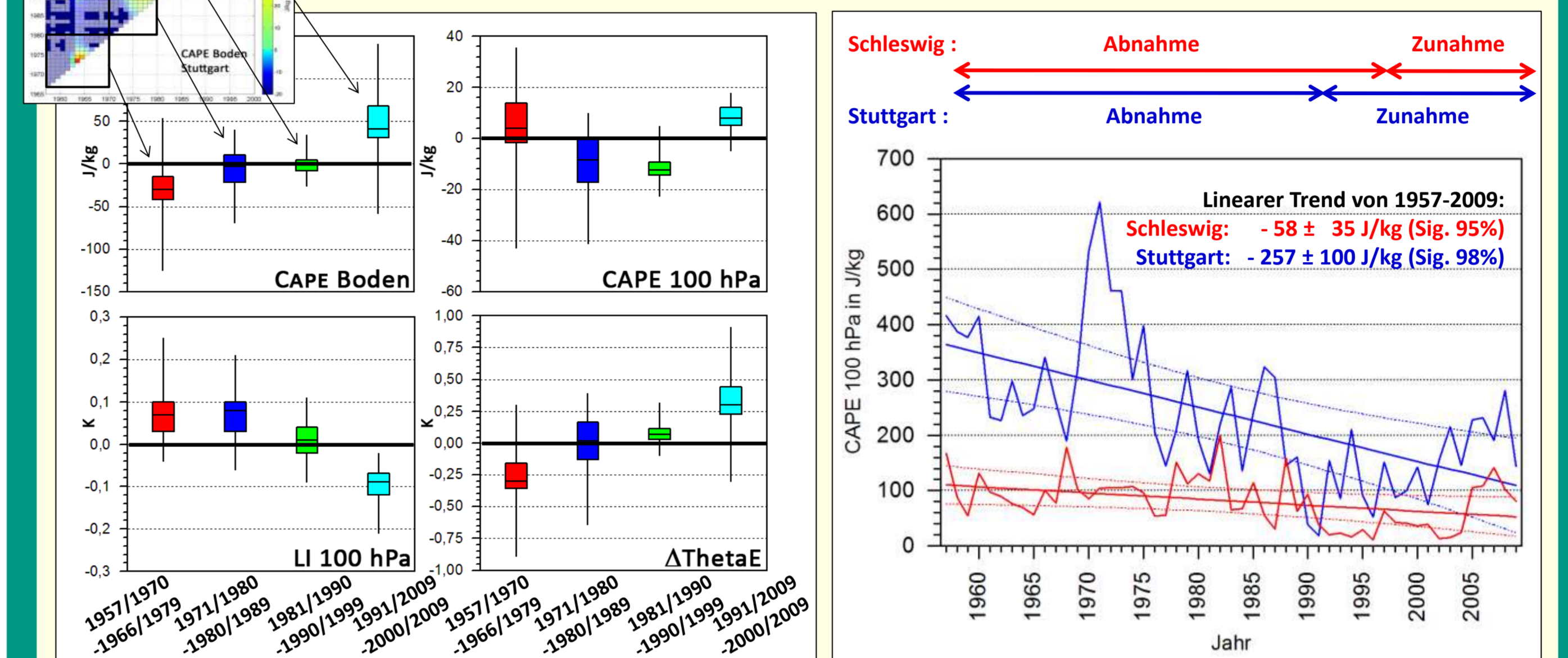


Wie stabil sind diese Trends und ihre Signifikanz?

Trendmatrix II



Wie sehen die Brüche in den Zeitreihen genauer aus? Trendmatrix II



- ➔ $CAPE_{Boden}$ und $\Delta\theta_E$ -Index zeigen v.a. bei Berücksichtigung der letzten 20 Jahre an allen Stationen einen stabilen signifikanten positiven Trend.
- ➔ Andere Indizes (LI_{100hPa} , $CAPE_{100hPa/10hPa}$, Showalter, modifizierter K-, potentieller Instabilitäts-, Deep Convective $_{100hPa}$, KO-Index) zeigen für Schleswig und Stuttgart erst in den letzten 10-20 Jahren eine Labilisierung der Atmosphäre, davor war der Effekt meistens stabilisierend.
- ➔ Ähnliche Ergebnisse finden sich auch für die meisten anderen Stationen (hier nicht gezeigt), wobei im Norden (Mitte der 90er) von Deutschland der Bruch von stabilisierend auf labilisierend später erfolgt als im Süden (Anfang der 90er).
- ➔ Max. Änderungen der Indizes sind im Süden stärker als im Norden.

Welche Konvektionsindizes sind am besten geeignet, um Hagelereignisse wiederzugeben?

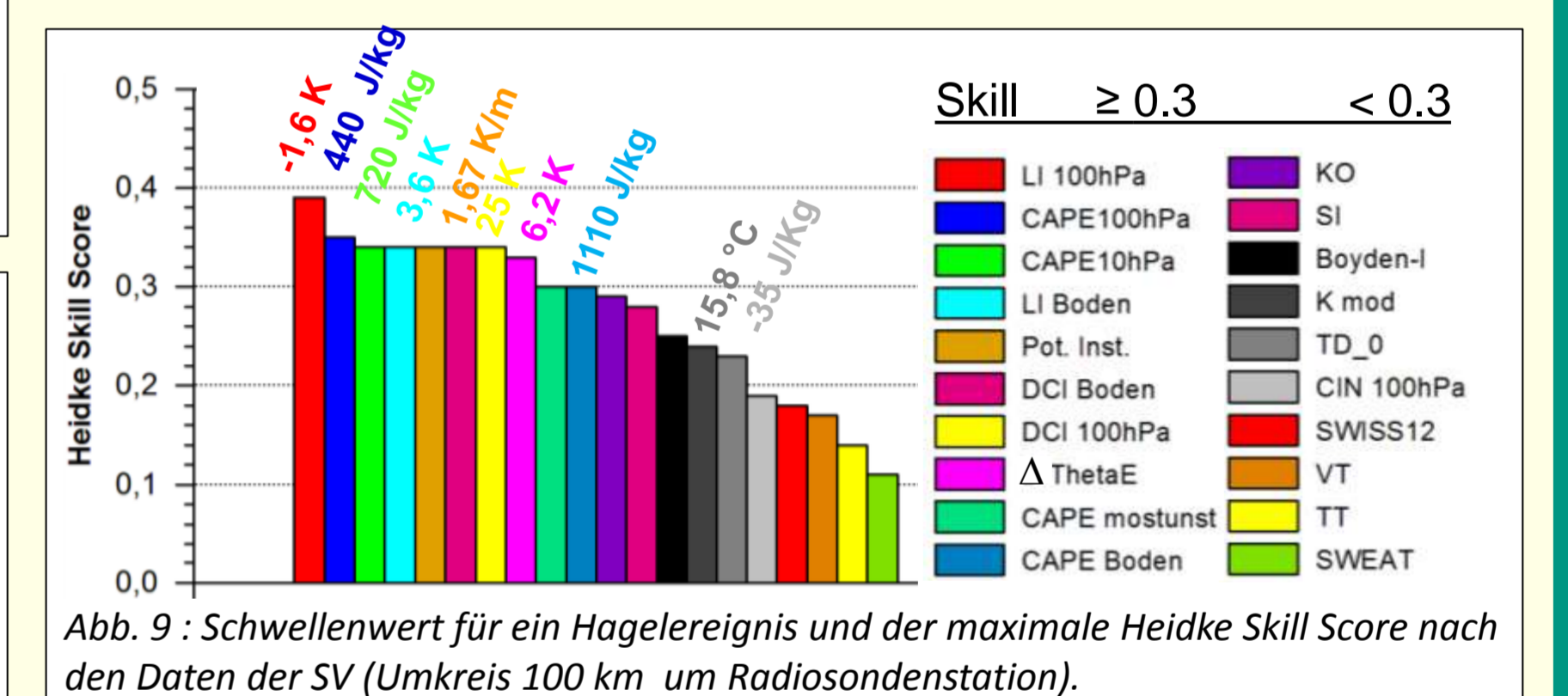
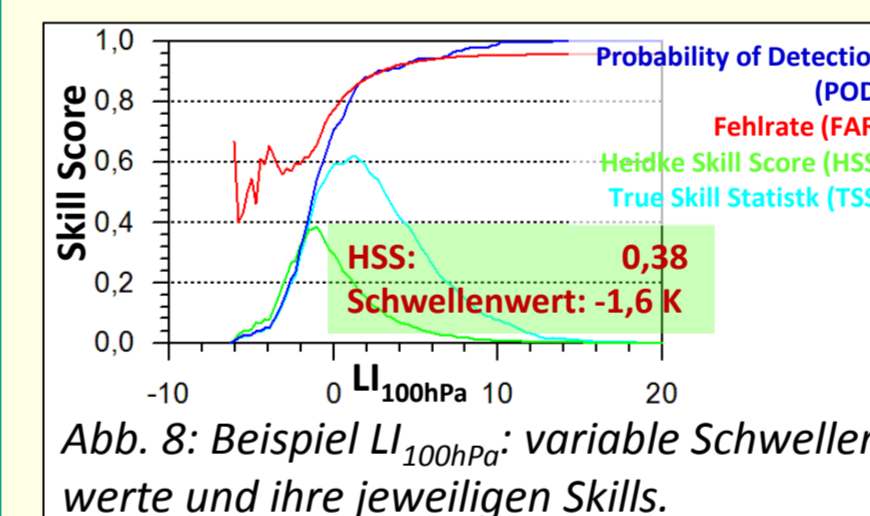
Skill Scores

Methodik:

- ✗ Vergleich zwischen Konvektionsindizes (Vorhersage) und Schadendaten (SV, VH - Beobachtungen) im Umkreis von 50/100 km (siehe Abb.2)

Vorhersagen/Indizes	Beobachtungen/Hagel			n=a+b+c+d
	Ja	Nein	a+b	
Ja	a	b	a+b	n=a+b+c+d
Nein	c	d	c+d	
	a+c	b+d		

Abb. 7: Kontingenztafel.



- ➔ Am besten geeignet zur Identifikation von Hagelereignisse: LI_{100hPa} , CAPE, Potentieller Instabilitätsindex, Deep Convective Index und $\Delta\theta_E$ -Index

Zusammenfassung

- ✗ In Deutschland hat sich das Konvektionspotential in der Vergangenheit abhängig vom betrachteten Zeitraum signifikant verändert.
- ✗ Indizes, die die bodennahe Schichtung charakterisieren, zeigen über die letzten Jahrzehnte eine labiler werdende Schichtung. Dagegen weisen Indizes, die vorwiegend die höhere Schichten berücksichtigen, auf eine zunehmende Stabilisierung hin (1978-2009).
- ➔ Ursache: Unterschiedliche Trend von Temperatur und Taupunkt in den verschiedenen Schichten.
- ✗ Die meisten Indizes zeigen in Deutschland erst in den letzten 10-20 Jahren eine Labilisierung der Atmosphäre. Im Norden (Mitte der 90er) erfolgte die Änderung der Trendrichtung später als im Süden (Anfang der 90er).
- ➔ Der Einfluss der natürlichen Variabilität des Klimasystems ist bisher noch unklar.
- ✗ LI, CAPE, Potentieller Instabilitätsindex, DCI und $\Delta\theta_E$ -Index als Parameter zur Identifikation von Hagelereignisse geeignet (Heidke Skill Score).

Haklander, A. J. & van Delden, A., 2003: Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands. Atmos. Res., 67–68, 273–299.
Kunz, M., 2007: The skill of convective parameters and indices to predict isolated and severe thunderstorms. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 327–342.
Kunz, M., Sander, J. & Kottmeier, Ch., 2009: Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. Int. J. Climatol., 29, 2283–2297.
Kunz, M. & Puskeller, M., 2010: High-resolution Assessment of the Hail Hazard over Complex Terrain from Radar and Insurance Data, Meteor. Z., DOI: 10.1127/0941-2948/2010/0452.