

Anwendung von informationstheoretischen Konzepten bei der Vorhersage-Verifikation

J. Tödter (1) and B. Ahrens (2)

(1) Institut für Atmosphäre und Umwelt (IAU), Goethe-Universität, Frankfurt/Main, (2) Institut für Atmosphäre und Umwelt (IAU), Goethe-Universität, Frankfurt/Main

Einige Ergebnisse zu Verifikationsmethoden aus der Informationstheorie sollen präsentiert und diskutiert werden.

Vorhersagen-Verifikation - die Evaluierung der Qualität von Vorhersagen – ist ein statistisches Problem hoher Komplexität und Dimensionalität, insbesondere für probabilistische Vorhersagen.

Ausgangspunkt einer diagnostischen Verifikation ist die empirische gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Vorhersagen und Beobachtungen, die alle relevanten Informationen enthält.

Häufig angewandte Methoden beziehen sich insbesondere auf den quadratischen Fehler, für probabilistische Vorhersagen sind das Brier Score (BS) und Ranked Probability Score (RPS) sowie die zugehörigen Skill Scores. Grafische Darstellungen sowie die bekannten Zerlegungen bieten die Möglichkeit, verschiedene Aspekte der Qualität zu erfassen, wie z.B. Verlässlichkeit (bedingter Bias), Resolution und Auflösung. Quadratische Fehler hängen direkt mit dem (linearen) Korrelationskoeffizienten - ein Maß der potentiellen Qualität - zusammen. Die Verlässlichkeit ist wichtig für Anwender, die einzelne Vorhersagen direkt übernehmen möchten. Sie lässt sich im Allgemeinen durch Methoden der Rekalibrierung verbessern, so dass Resolution die wirkliche, interne Qualität der Vorhersage darstellen.

Da Vorhersagen naturgemäß durch Unsicherheit charakterisiert ist, und die Frage nach dem "Informationsgehalt" einer Vorhersage im Rahmen einer Verifikationsanalyse ganz natürlich auftritt, erscheint die Anwendung von Methoden der von Shannon (1948) begründeten Informationstheorie auf die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung sinnvoll.

Interessante Arbeiten liegen hier z.B. von DelSole (2004/05) vor, der verschiedene Ideen darstellt und einen Bezug zur Vorhersagbarkeit herstellt. Konkret bekannt ist insbesondere der Ignorance-Score (Roulston, Smith 2003), der als informationstheoretisches Analogon zum BS interpretiert werden kann und ähnliche Ergebnisse liefert. Er wird in der Praxis selten angewandt. Die Informationstheorie bietet jedoch noch weitergehende Mittel zur Bewertung von Vorhersagen.

Hier wird das Ziel verfolgt, die Bedeutung der Konzepte von Information und Entropie in Bezug auf Vorhersagen-Verifikation weiter zu untersuchen. Hierbei spielen insbesondere bedingte Entropie, relative Entropie sowie Transinformation eine wichtige Rolle. Dabei werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu den klassischen Scores und ihren Zerlegungen hergestellt. Insbesondere sind Transinformation und Resolution eng miteinander verknüpft. Ein Vorteil gegenüber den klassischen Scores ist unter anderem die Abkehr von der Beschränkung auf die Messung linearer Korrelation, die bei Fehlerquadrat-Scores inherent auftritt.

Auf diesen Erkenntnissen basierend werden Maße zur Messung der Aspekte der Qualität detailliert untersucht, die insbesondere auf der Transinformation basieren.

Zunächst werden sowohl deterministische als auch probabilistische Vorhersagen von binären Ereignissen betrachtet. Für die Vorhersage von kategorischen Variablen wird unter anderem der Vorschlag von Ahrens & Walser (2008) näher untersucht, der in Analogie zum RPS einen "Ranked Mutual Information Score" (RMI) sowie darauf basierende Skill Scores vorschlägt. Eine kontinuierliche Version des RMI-Scores - analog zum CRPS - wird ebenfalls diskutiert.

Weitere mögliche Ansätze zur Konstruktion von (Skill) Scores werden betrachtet. Hierbei werden auch neue Ideen zur grafischen Darstellung informationstheoretischer Aussagen – beispielsweise ein Analogon zum „Reliability-Diagramm“ - betrachtet.