



Theoretiker-Treffen  
**Geometric Methods in Theoretical Meteorology**  
Wien, 1. - 5. Oktober 2012

**Teilnehmer:** L. Bierdel (Universität Bonn), K. Brazda (Universität Wien), A. Gassmann (IAP Kühlungsborn), M. Hantel (Universität Wien), F. Huber-Pock (Universität Wien), C. Maurer (ZAMG Wien), P. Névir (FU Berlin), J. Pelkowski (Universität Hamburg), P. Seibert (BOKU Wien), M. Sommer (LMU München), M. Steinheimer (AustroControl Wien), U. Wacker (AWI, Bremerhaven).

### Montag, 1.10.2012

- **M. Hantel: Begrüßung (Geschichte des Nambu-Projektes)** Die Wiener Beiträge zur Nambu-Dynamik werden kurz skizziert. Nach der grundlegenden Publikation von Nambu (1973) hatte man erkannt (insbesondere Nevir ab 1993), dass die Hydro-Thermodynamik der Atmosphäre als allgemeine Nambu-Feldtheorie darstellbar ist. Darüber trug P. Nevir 2006 im Zuge einer Gastprofessur in Wien vor, was 2009 zu dem hier angesiedelten FWF-Projekt *Nambu Calculus* führte. Zwei neue Anträge 2010 und 2011 auf Forschungsförderung mit erweiterter Themenstellung wurden trotz sorgfältiger Vorbereitung leider nicht bewilligt. Dr. A. Bihlo, der das Vorhaben wesentlich mit geprägt hat (Promotion 2011), verbringt derzeit ein ihm bewilligtes Schrödinger-Stipendium an der Universität Montreal.

[Hantel-GeschichteNambuCalculus.ppt]

- **Programmplanung**

### Dienstag, 2.10.2012

- **K. Brazda: Nambu Calculus – Resultate** Nach einer kurzen Einführung in die Nambu-Darstellung fluiddynamischer Gleichungen wurden die Resultate des FWF-Projektes *Nambu Calculus* diskutiert (zwei Publikationen von M. Sommer, K. Brazda und M. Hantel): Betreffend der theoretischen Grundlage fluiddynamischer Nambu-Formen konnte gezeigt werden, dass sich die Nambu-Klammer der zweidimensionalen barotropen Vorticitygleichung auf die Lie–Poisson-Struktur und ihre algebraischen Eigenschaften zurückführen lässt. Als Illustration der praktischen Bedeutung der Nambu-Form in der Meteorologie wurden auf der Nambu-Form basierende strukturerhaltende Diskretisierungen der quasigeostrophischen potentiellen Vorticitygleichung entwickelt und in statistischer Fluidmechanik angewandt.

M. Sommer, K. Brazda, and M. Hantel (2011), *Phys. Lett. A* 375 (37), 3310-3313.

---

\*Skwish classic (Holzspielzeug für Kinder, vgl. [www.manhattantoy.com](http://www.manhattantoy.com)) als Symbol für die Diskretisierungen im Vortrag Gassmann.

M. Sommer, K. Brazda, and M. Hantel (2012), *Meteorologische Zeitschrift* 21 (4), 371-384.

[Brazda-NambuResultate.pdf]

- **A. Gassmann: A non-hydrostatic global model designed for energetic consistency** Hier wurde das Konzept der Hexagon-Diskretisierung und ihre Implementierung in einem globalen Modell vorgestellt. Vor- und Nachteile von Hexagon- und Dreiecks-Gitter gegenüber dem quadratischen Gitter werden verglichen. Eine Nambu-Diskretisierung beim Hexagon-Gitter konnte nicht umgesetzt werden. Die Ergebnisse sind publiziert.

Gassmann, A. (2012), *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, doi: 10.1002/qj.1960

[Gassmann-Hexagons.ppt]

- **P. Nevir: Der algebraische Aspekt der Energie-Wirbel-Theorie** Der Formalismus der Nambu-Klammern gestattet eine algebraische Schreibweise der Energie-Wirbel-Theorie. Es wird gezeigt, dass dies zu einer algebraischen Struktur der Hydrodynamik und speziell zu einer *Wirbel-Algebra* führt, die fundamental verschieden von der bekannten Galilei-Algebra ist. Das impliziert eine neue Sicht der geometrisch-intertialen Relativitätsgruppen in der Physik. Die theoretische Darstellung wird illustriert mit animierten Ergebnissen eines 2D-Punktwirbelmodells sowie mit der Synoptik von Blocking-Ereignissen über Europa.

[Nevir-EnergieVorticity.pdf]

## Mittwoch, 3.10.2012

- **L. Bierdel: Mesoskalige Turbulenz und spektrale Charakteristiken des COSMO-DE-EPS** Zunächst wurden verschiedene Zugänge zur Turbulenztheorie in drei bzw. zwei Dimensionen in Hinblick auf die mesoskalige Dynamik diskutiert, wobei insbesondere auf die spektrale Charakterisierung der Invarianten (Energie und Helizität bzw. Enstrophie) eingegangen wurde. Anschließend wurde das COSMO-DE-EPS des DWD vorgestellt und erläutert, inwieweit dieses Modell die spektralen Eigenschaften der mesoskaligen Turbulenz wiedergeben kann.

[Bierdel-Turbulenz.pdf]

- **M. Sommer: Observation Impact in a Localized Ensemble Transform Kalman Filter** Eine Methode zur Berechnung des Einflusses von Beobachtungen auf die Vorhersagequalität wurde anhand des Ausschnittmodells des Deutschen Wetterdienstes vorgestellt und erläutert.

[Sommer-DataAssimilation.pdf]

- **M. Sommer: Dynamische Beziehung zwischen Phasenraumvolumen und Ensemble-Ausbreitung** Für eine prognostische Gleichung wurde eine interessante Beziehung zwischen Phasenraumvolumen bzw. -divergenz und Ensembleausbreitung auf sehr kurzen, mittleren und sehr langen Zeitskalen vorgestellt.

[Sommer-Phasenraumvolumen.pdf]

- **M. Hantel: Kontinuitätsgleichung** Die landläufig so genannte *Kontinuitätsgleichung* umfasst eigentlich zwei Aussagen: Stetigkeit *und* Massenerhaltung. Man kann aber mit Identitätskoordinaten (= Lagrangekoordinaten) die Stetigkeit des Kontinuums auch ohne Bezug auf die Masse ausdrücken. Die entsprechende *fluiddynamische Kontinuitäts-*

*gleichung* besagt: Die Divergenz des Strömungsfeldes ist gleich der Zeitänderung der Transformationsdeterminante von Identitäts- zu räumlichen Koordinaten. Diese einfache Aussage, in der Fluidodynamik früher bekannt, scheint verloren gegangen zu sein.

[Hantel-KontGleichung.pdf]

- **Diskussion: Welche Fragen sind noch offen?** Die Fortschritte, die das Vorhaben bisher erbracht hat, wurden im Vortrag Brazda bereits angesprochen; zusätzlich sind hier die neueren Arbeiten von Bihlo zu nennen. Offene Fragen zur *theoretischen Begründung* der Nambu-Formen fluiddynamischer Gleichungen sind die Behandlung der dreidimensionalen Wirbelgleichung (eventuell mit einem Analogon zur Zeitlin-Diskretisierung), der kompressiblen Gleichungen (semi-direkte Summen von Klammern) sowie die allgemeine Ableitung von Nambu-Klammern aus einem Variationsprinzip. In Hinblick auf die *praktische Bedeutung* der Nambu-Formen fluiddynamischer Gleichungen als Grundlage strukturerhaltender Diskretisierungen ist der Einfluss der Invarianten sowie der Erhaltung des Phasenraumvolumens auf die Dynamik genauer zu untersuchen.
- **abends: Gemeinsamer Heurigenbesuch**

## Donnerstag, 4.10.2012

- **J. Pelkowski: Die stationäre Clausius-Duhem-Ungleichung im Strahlungsfeld**  
Die klassische Clausius-Duhem-Ungleichung drückt die Positivität der Entropieproduktion im zweiten Hauptsatz der Thermodynamik aus. Damit schränkt sie die möglichen konstitutiven Gleichungen ein, wie anhand des Beispiels der stationären Wärmeleitung erläutert wurde. Für ein konzeptionelles Klimamodell mit Energiezufuhr durch Strahlung wurde gezeigt, dass negative materielle Entropieproduktionsraten erst durch Hinzunahme des Strahlungsfeldes in den zweiten Hauptsatz möglich werden. Das bedeutet, dass die Clausius-Duhem-Ungleichung unvollständig ist und durch die allgemeinere Entropiegleichung zu ersetzen ist, welche auch die radiative Entropieproduktion berücksichtigt.  
[Pelkowski-Strahlung.ppt]

- **nachmittags: Gemeinsamer Spaziergang in Schönbrunn**

## Freitag, 5.10.2012

- **M. Steinheimer: Stochastische Parametrisierung im EZMW-Modell zur Repräsentation von Modellfehlern** Diese Arbeiten wurden während des Forschungsaufenthalts von M. Steinheimer 2008-2010 am EZMW durchgeführt. Im Ensemble Vorhersagesystem des EZMW werden zwei verschiedene Methoden zur Darstellung von Modellfehlern verwendet. Zum einen werden die Parametrisierungstendenzen stochastisch gestört und zum anderen durch *Stochastic Kinetic Energy Backscatter*. Beide Schemata beruhen auf einem *Pattern Generator* im Spektralraum, der die gewünschten räumlichen und zeitlichen Korrelationen der Modellstörungen ermöglicht. Die stochastischen Schemata werden durch Daten von sehr hochauflösenden Modellen validiert.  
[Steinheimer-EZMW2010.pdf]

- **mittags: Ende des Treffens**

K. Brazda, M. Hantel (Wien, 26.10.2012)