

## Zur analytischen Bearbeitung der Tropfenbilder

*Natasha Bodrova, Nikita Iroshnikov, Georg Unger*

### *Summary*

In this article we discuss the first approach to analysing so called drop pictures using computer methods. A transformation of the pictures on Fourier-Bessel spectra was implemented with the aid of original programs. These spectra are compared using standard statistical methods. Gradual back transformation of the pictures allows for detection of details that have distinct spectral characteristics.

### *Vorbemerkung*

Der nachfolgende Aufsatz, geschrieben für eine Fachveröffentlichung, bedarf einer Erläuterung für allgemein interessierte Leserinnen und Leser. Die Tropfenbildmethode darf hier als bekannt voraus gesetzt werden.

Ein Problem bei Konstellationsversuchen liegt im «Lesen» der Tropfenbilder. Die Veröffentlichungen des Institutes für Strömungswissenschaften, Herrischried enthalten Methoden zur Auswertung, die vor allem bei Experimenten zu Wasserqualitäten geeignet sind. Im Gegensatz zu diesen stellen sich häufig bei verschiedenen planetarischen Aspekten und Versuchen mit reinem Wasser (aqua dest.) feinere Unterschiede ein, die den sich Schulenden sichtbar werden, aber nicht leicht zu charakterisieren sind. Einem Vorschlag von Dr. N. Iroshnikov folgend, haben wir uns entschlossen, eine für kreisförmige Bilder geeignete Abwandlung der Fourier-Transformation anzuwenden, die Fourier-Bessel-Transformation. Das Computerprogramm dazu wurde von N. Iroshnikov entwickelt.

Allgemein handelt es sich bei der gewöhnlichen Fourier-Transformation um die Darstellung von Frequenzen in der Bildgestaltung. Bei einer eindimensionalen Punktmenge (z.B. einer zeitabhängigen Reihe von Meßpunkten, also einer «Kurve») entsteht durch die Fourier-Transformation ein «Spektrum» von Frequenzen, die als solche oft nicht unmittelbar zu erkennen sind. Bei einer zweidimensionalen Punktmenge, als welche das gegebene Bild interpretiert wird, entsteht ein Spektrum in zwei Dimensionen. Einem Punkt des transformierten Bildes, das heißt seinen kartesischen Koordinaten, entsprechen zwei Frequenzen, eine in der horizontalen und die andere in der vertikalen Richtung. Dabei kann die Darstellung derart eingerichtet

werden, daß der Grad der Helligkeit ein Maß für einen Mittelwert der Intensitäten gibt, mit welchen die Frequenzen im Original vorhanden sind. Die Fourier-Bessel-Transformation bewirkt ein Analoges für ein kreisförmiges Bild. Die horizontale Richtung stellt radiale Rhythmen dar, die vertikale Richtung angulare Rhythmen. Um ein Beispiel zu geben: Überreste der konzentrischen Wellen, die beim Eintropfen entstehen, erscheinen im Spektrum als markante Punkte der x-Achse bei niederen Frequenzen. Ein Tropfenbild mit vielen regelmäßigen Wirbeln bewirkt Bildpunkte mit größeren y-Koordinaten. Dabei ist zu beachten, daß die Bildpunkte für reine angulare Frequenzen gewissermaßen nach rechts verschoben sind, so daß das entstehende Bild nach oben gebogen und aus technischen Gründen symmetrisch zur x-Achse erscheint (beides vermöge der mathematischen Eigenschaften dieser Transformation).

Die eigentliche Absicht der Anwendung dieser Methode ist, die verschiedene Rhythmik in radialer und angularer Richtung in Zukunft für die Unterscheidung ähnlich erscheinender Bilder und für ihre Dokumentation zu benützen.– Für die statistische Auswertung werden in verschiedenen Frequenzbereichen die extremen Ausschläge aufgesucht und notiert.

### *Einleitung*

Als Grundlage dieser Arbeit diente umfangreiches experimentelles Material an Tropfenbildern von *T. Schwenk* (1967), dem Begründer der Methode, sowie von *Ch. Fritzsche* (1981), *D. Jabnke* (1993), *H.-M. Peter* (1994) und schließlich aus unseren eigenen Versuchen in der Keplerwarte am Goetheanum. Ziel der Arbeit ist die Suche nach einer passenden formalen Methode der Beschreibung von Ähnlichkeit und Nichtähnlichkeit der Tropfenbilder. Wir hoffen, daß die so aufgedeckten formalen Regelmäßigkeiten erlauben, tiefer in die Natur dieser geheimnisvollen und zauberhaften Erscheinung einzudringen. Wir halten eine solche Arbeit deswegen für besonders interessant, weil die gemeinsame Wirkung von verschiedenen Kräften wie Dichte, Oberflächenspannung, Benetzung usw. in dem «synthetischen» oder zusammenfassenden Tropfenbild zum Ausdruck kommt.

### *Bearbeitungsmethode*

#### *Experimenteller Teil*

Der experimentelle Teil diese Arbeit wurde im Tropfenbildlabor der Keplerwarte am Goetheanum nach Anleitung von *K. Groeger* durchgeführt. Die Versuchseinrichtung besteht aus einem Vorratsgefäß, der Tropfkanüle, einer planparallel geschliffenen Versuchsschale und der bekannten *Toeplerschen Schlierenoptik*. Zum Eintropfen haben wir eine Kanüle vom Institut für Strömungswissenschaften in Herrisried benützt, welche von *A. Wilkens* im Jahr 1995 als Maßnahme zur Standardisierung der Tropfenbilder in verschiedenen Labors vorgeschlagen wurde. Die Kanüle ist senkrecht über der Mitte der Versuchsschale angeordnet. Das Vorratsgefäß ist mit reinem destilliertem Wasser gefüllt, das in eine Schale mit der zu untersuchenden Wassermischung tropft. Diese besteht in unserem Fall aus destilliertem Wasser mit