

(english version below)

# Mögliche Master- & Doktorarbeiten

*Stefan Palenta*

Ich beschäftige mich unter anderem mit folgenden Themen:

- **Kollidierende ebene Gravitationswellen:** Die Kollision von Gravitationswellen ist vor allem in Hinblick auf mögliche Quantengravitationstheorien von prinzipiellem Interesse. Das Modell kollidierender ebener Gravitationswellen stellt dabei die einfachste Möglichkeit zum Studium nichtlinearer Wechselwirkungen von Gravitationswellen dar. Es erlaubt die Reduktion der Einsteinschen Feldgleichungen auf eine einzige partielle Differentialgleichung, die Ernstgleichung. Deren Lösung kann mit Hilfe der sogenannten ‚inversen Streumethode‘ konstruiert werden, welche die nichtlineare Ernstgleichung über den Umweg eines linearen Differenzialgleichungssystems und eines sogenannten ‚Riemann-Hilbert-Problems‘ löst.

Für Qualifikationsarbeiten bietet sich an:

- **Die numerische Lösung der Kollision zweier beliebiger Gravitationswellen.** Sie kann z.B. klassisch mit einem Finite-Differenzen-Schema oder unter Ausnutzung der inversen Streumethode erfolgen. Besonders interessant wäre ein Vergleich dieser beiden komplementären Ansätze. Daran anschließen könnte sich eine Untersuchung der Eigenschaften der Kollisionswellenraumzeit (Polarisation, Entstehung von Singularitäten) bei systematischer Variation der einlaufenden Wellen
  - **Die Entwicklung einer inversen Streumethode für impulsive Gravitationswellen.** Die inverse Streumethode für kollidierende Gravitationswellen ist bisher nur unter Ausschluss des wichtigen Grenzfalles impulsiver Eingangswellen formuliert worden. Eine Erweiterung der Methode auf impulsive Wellen ermöglicht wahrscheinlich unter anderem eine Verallgemeinerung der bekannten Nutku-Halil-Lösung kollidierender Impulswellen mit nicht-kollinearer Polarisation.
- **Dielektrika in der Allgemeinen Relativitätstheorie:** Die Formulierung der Elektrodynamik in Dielektrika im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie ist keine einfache Aufgabe. Aktuell werden theoretische Resultate durch Messung des Einflusses der Erdgravitation auf einen zur Spule aufgewickelten Wellenleiter

(Glasfaser) überprüft.

Als Qualifikationsarbeit bietet sich an:

- **Untersuchungen zur Gravitationswellendetektion mit Wellenleitern.** Dafür muss die Elektrodynamik in Dielektrika auf zeitlich veränderliche Felder erweitert werden. Schließlich kann ein Versuchsaufbau zur Gravitationswellenmessung vorgeschlagen und der Effekt einer erwartbaren Gravitationswelle berechnet werden, um abzuschätzen unter welchen Bedingungen dieser messbar sein könnte.

Bitte zögen Sie bei Fragen oder abweichenden Themeninteressen nicht mich zu kontaktieren unter stefan.palenta@univie.ac.at !

## Possible Master & PhD projects

*Stefan Palenta*

Among other things, I am actually concerned with:

- **Colliding plane gravitational waves:** The collision of gravitational waves is especially for future quantum gravity of conceptual interest. The model of colliding plane waves is the easiest way to study nonlinear interactions of gravitational waves. Therein Einstein's field equations reduce to a single partial differential equation, the Ernst equation. Its solution can be constructed with the help of the so called 'inverse scattering method', which solves the nonlinear Ernst equation via a linear System of differential equations and a so called 'Riemann-Hilbert problem'.

Possible student's projects are:

- **The numeric solution to the collision of two arbitrary gravitational waves.** It can for example be done with a classic finite differencing scheme or by making use of the inverse scattering method. In particular, a comparison of these two complementary approaches would be desirable. Furthermore, the properties of colliding wave spacetimes (polarisation, creation of singularities) could be studied under systematic variation of the incoming waves.

- **The development of an inverse scattering method for impulsive gravitational waves.** The inverse scattering method has so far only been formulated excluding the important limit of impulsive incident waves. A generalisation of the method including impulsive waves should lead to a generalisation of the well known Nutku-Halil solution of colliding impulsive waves with nonaligned polarisation.
- **Dielectrics in General Relativity:** The formulation of Electrodynamics of dielectrics within the framework of General Relativity is not an easy task. Currently theoretical results are tested by measuring the Earths gravitational influence on a waveguide which is wound up to a coil.  
A possible student's project is:
  - **Investigations on the detection of gravitational waves with waveguides.** In that purpose Electrodynamics of dielectrics has to be formulated for time dependent fields. Then an experimental setup for measuring gravitational waves can be proposed and the effect of a typical incident wave can be calculated in order to estimate if it could be measureable.

Please do not hesitate to contact me on questions or deviating topics of your interest via [stefan.palenta@univie.ac.at](mailto:stefan.palenta@univie.ac.at) !