



Doctoral Thesis

## Magnetic excitations on the picosecond timescale

**Author(s):**

Acremann, Yves Marc

**Publication Date:**

2001

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004245204> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 14389

# Magnetic Excitations on the Picosecond Timescale

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZÜRICH

for the degree of Doctor of Natural Sciences

presented by

YVES MARC ACREMANN

Dipl. Phys. ETH  
born on February 10<sup>th</sup>, 1972  
citizen of Hausen, Aargau

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Danilo Pescia,	examiner
Prof. Dr. Jaques Ferré (Université Paris Sud),	co-examiner
Dr. Christian Back (Universität Regensburg),	co-examiner

October 11<sup>th</sup>, 2001

# Abstract

A time resolved Kerr microscope was constructed from scratch with the aim of studying the response of the magnetization vector of a ferromagnetic sample to a magnetic field pulse. The experiment has sub-micron spatial resolution and picosecond time resolution.

We have measured the precessional motion of the magnetization in real time within a thin Co disk of 6  $\mu\text{m}$  diameter after the magnetization was excited with a short magnetic field pulse perpendicular to the surface. Spatially resolved images of the two in-plane components and of the perpendicular magnetization component as they evolve in time show, for the first time, that precessional motion follows closely the Larmor orbits expected from the exact solution of the Landau-Lifshitz equation. Some small discrepancies are accounted for by a more precise model taking Maxwell equations into account and a more realistic description of the dipolar interaction.

The generation of short magnetic field pulses is a crucial element in time resolved magnetic experiments on the picosecond time scale. A novel technique was developed which offers a simple way of generating fast field pulses on epitaxial ferromagnetic thin films on a semiconducting substrate. A ferromagnet grown onto a semiconductor substrate was illuminated by laser pulses. The photocurrent generated in the Schottky junction causes an ultrashort magnetic field pulse in the plane of the sample. This method leads to a drastic simplification of time resolved experiments. In addition, the amplitude of the field pulse can be varied by applying a voltage across the Schottky junction, which may offer novel solutions in recording applications.

# Zusammenfassung

Ein zeitaufgelöstes Kerr-Mikroskop wurde aufgebaut, um die Antwort des Magnetisierungsvektors einer ferromagnetischen Probe auf einen ultrakurzen Magnetfeldpuls zu untersuchen. Das Experiment erreicht eine Ortsauflösung im Submikrometer- und eine Zeitauflösung im Picosekundenbereich.

Wir haben die Präzessionsbewegung der Magnetisierung in einer Kobalt-Scheibe von  $6\ \mu\text{m}$  Durchmesser gemessen, welche durch einen Magnetfeldpuls senkrecht zur Scheibenoberfläche angeregt wurde. Ortsaufgelöste Messungen der Magnetisierungs-komponenten in der Ebene und senkrecht zur Ebene in Abhängigkeit der Zeit zeigen, dass die Magnetisierung, entsprechend der Lösung der Landau-Lifshitz-Gleichung, präzisiert. Kleine Differenzen konnten beobachtet werden, welche durch ein genaueres Modell, basierend auf den Maxwell-Gleichungen und einer genaueren Berechnung der entmagnetisierenden Felder, beschrieben werden können.

Die Erzeugung kurzer Magnetfeldpulse ist für alle zeitaufgelösten magnetischen Experimenten auf der Picosekundenskala von zentraler Bedeutung. Eine neue, einfach zu realisierende Methode wurde entwickelt, welche auch unter Ultrahochvakuumbedingungen angewendet werden kann. Eine ferromagnetische Probe auf einem GaAs Substrat wird mit einem Laserpuls beleuchtet. Der im Schottkykontakt erzeugte Photostrom führt zu einem Feldpuls in der Ebene der Probe. Die Stärke des Feldpulses kann durch Anlegen einer Spannung an die Schottkydiode variiert werden, was neue Möglichkeiten bei Speicheranwendungen eröffnen könnte.