

# Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßte sich mit spinpolarisierter Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie an magnetischen Nanostrukturen und ultradünnen Filmen bei tiefen Temperaturen und im Ultrahochvakuum. Dabei wurden unterschiedliche Spitzenmaterialien eingesetzt und deren Eigenschaften untersucht.

Einer Einführung in die Grundlagen des Magnetismus und der mikromagnetischen Theorie in Kapitel 2, sowie in die Theorie der Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie in Kapitel 3, folgte in Kapitel 4 eine Übersicht über vier unterschiedliche Meßmodi, die die Abbildung magnetischer Strukturen einer Oberfläche mit dem STM erlauben. Es zeigte sich, daß quantitative Aussagen über die Spinpolarisation der Oberfläche nur unter speziellen Voraussetzungen möglich sind. Dabei ist das Hauptproblem, daß der Tunnelabstand – anders als bei planaren Tunnelübergängen – indirekt durch den (spinpolarisierten) Tunnelstrom geregelt wird, und daher über entgegengesetzt magnetisierten Bereichen in der Regel nicht gleich ist.

Nach einer kurzen Darstellung des experimentellen Aufbaus und der für SP-STM notwendigen technischen Voraussetzungen in Kapitel 5, folgte in Kapitel 6 die Darstellung der Untersuchungen an 1–3 ML Fe/W(110). In Streifenmorphologie zeigten diese Filme mit zunehmender Bedeckung einen Übergang von einer antiparallelen Kopplung benachbarter DL-Streifen zu Streifendomänen, die bei exakt 2 ML voll entwickelt sind und mit weiter zunehmender Bedeckung lokal durch Bereiche dritter Lage gestört werden. Die Domänenwände zeigten dabei überraschenderweise eine einheitliche Chiralität, deren mögliche Ursachen diskutiert wurden. Diese Fragestellung erfordert eine tiefergehende theoretische Analyse, sowie weitere experimentelle Untersuchungen. Insbesondere sollte der absolute Drehsinn durch das Anlegen von in-plane-Feldern bestimmt werden.

Aufgrund der Chiralität bilden sich in senkrechten Magnetfeldern eine Vielzahl von  $360^\circ$ -Wänden, die bis zu  $B_c = 900$  mT stabil bleiben. Über dieses kritische Feld konnte die in-plane-Anisotropie der DL abgeschätzt werden. Ferner wurde an diesem System durch einen direkten Vergleich von Messungen mit einer ferromagnetischen (FM) und einer antiferromagnetischen (AF) Tunnelspitze der Einfluß des Streufeldes der FM-Spitze auf die Probe untersucht. Während dieses im Nullfeld lediglich vereinzelt eine Verschiebung von Domänenwänden verursacht, wirkt es sich nahe  $B_c$  drastisch auf die Ummagnetisierung der  $360^\circ$ -Wände aus. Technologisch ist der erfolgreiche Einsatz von AF-Spitzen ein wichtiger Schritt, der die Untersuchung magnetischer Materialien und Prozesse ermöglicht, für die wohldefinierte, magnetfeldfreie Bedingungen zwingend erforderlich sind.

Am gleichen System wurde gezeigt, daß die Abbildung von Domänenwänden sogar mit nicht-magnetischen Tunnelspitzen möglich ist, da die Domänenwände aufgrund der Spin-Bahn-Kopplung lokal die elektronischen Eigenschaften der Oberfläche ändern. Lokale Spektroskopie in Verbindung mit Dichtefunktionaltheorie-Berechnungen ermöglichte dabei Einblicke in den Zusammenhang von

elektronischer Bandstruktur und Magnetisierungsrichtung.

Schließlich wurde die Bedeckungsabhängigkeit der Domänenstruktur von Fe-Filmen in Inselmorphologie studiert. Dabei wurde für kleine DL-Inseln bei einer kritischen Breite von  $a_c = 2\text{--}3$  nm ein Reorientierungsübergang zu vollständiger in-plane-Magnetisierung gefunden, verursacht durch die Austauschkopplung zur in-plane-magnetisierten ML. Größere DL-Inseln zeigten dagegen eine senkrechte Magnetisierungsrichtung, die auch nach deren Zusammenwachsen bei 2.1 ML aufrecht erhalten wird, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen für die DL-Streifen.

Den Abschluß der Arbeit bildete die Untersuchung einer antiferromagnetischen Monolage, Mn/W(110), in Kapitel 7. Dabei konnte die theoretische Vorhersage einer  $c(2\times 2)$ -AF-Konfiguration experimentell bestätigt und zugleich demonstriert werden, daß SP-STM ein laterales magnetisches Auflösungsvermögen auf der atomaren Skala besitzt.