Kapitel 4

Beschreibung des experimentellen Aufbaus

In diesem Kapitel wird der Aufbau des UHV-Experiments beschrieben und es wird auf die Montage der Proben auf dem Probenhalter eingegangen.

4.1 Das UHV-Experiment

Das Vakuumsystem besteht aus einer Schleusenkammer, einer Sputterkammer, einer Analysenkammer, einer Aufdampfkammer, einer Detektorkammer und einer Transferkammer. Der Aufbau wurde in seinen wesentlichen Komponenten von Seehofer [47] beschrieben. Im Zuge dieser Arbeit wurde das Experiment um die Sputterkammer und die Detektorkammer erweitert. Die einzelnen Komponenten der Anlage werden im folgenden kurz dargestellt:

Die **Schleusenkammer** ermöglicht das Ein- und Ausschleusen von bis zu fünf Proben oder Tunnelspitzen gleichzeitig. Die Kammer wird von einer Turbomolekularpumpe (240 l/s) gepumpt und erreicht 8 h nach dem Anpumpen eine Druck von $< 5 \times 10^{-8}$ mbar. Nach Ausheizen der Kammer fällt der Basisdruck auf 2×10^{-10} mbar. Für die Experimente mit Antimon wurde in die Kammer ein Sb-Verdampfer eingebaut. Seit kurzem ist auch das Heizen von Proben in der Schleusenkammer möglich.

Die **Sputterkammer** verfügt über ein Gaseinlaßsystem und eine Ionenkanone zur Zerstäubung der Probenoberfläche durch Ionenbeschuß (*sputtering*). Flansche in Probennähe ermöglichen den Einbau weiterer Komponenten wie Verdampfer oder Filamente. Die zwei Probenplätze sind mit elektrischen Kontakten versehen, so daß die Proben direkt durch Stromfluß oder indirekt durch ein Filament im Probenhalter geheizt werden können. Die Proben befinden sich auf der Drehachse eines Manipulators, so daß Sputtern oder Bedampfen der Probe unter beliebigem Polarwinkel möglich ist. Die Kammer wird mit einer Kombination aus einer magnetisch gelagerten Turbomolekularpumpe (340 l/s) und einer Titansublimationspumpe evakuiert und erreicht einen Basisdruck $< 1 \times 10^{-10}$ mbar.

Die **Analysenkammer** ist mit einem Magazin für bis zu 15 Proben oder Tunnelspitzen, einem kommerziellen Vier-Gitter LEED-System (Omicron), das Beugungsbilder von 12–500 eV ermöglicht, und einem kommerziellen STM (Omicron) für Messungen bei Raumtemperatur ausgestattet. Der Scannerkopf des STM besteht aus einer Wolframspitze auf einem orthogonalen Piezo-Dreibein und erlaubt einen Scanbereich von $(1,5 \times 1,5)$ μm^2, wobei der maximale Rasterbereich nicht größer als (2200×2200) Å^2 gewählt wurde. In der Nähe des STM befindet sich eine Proben- und eine Spitzenheizung. Der Basisdruck der Analysenkam-

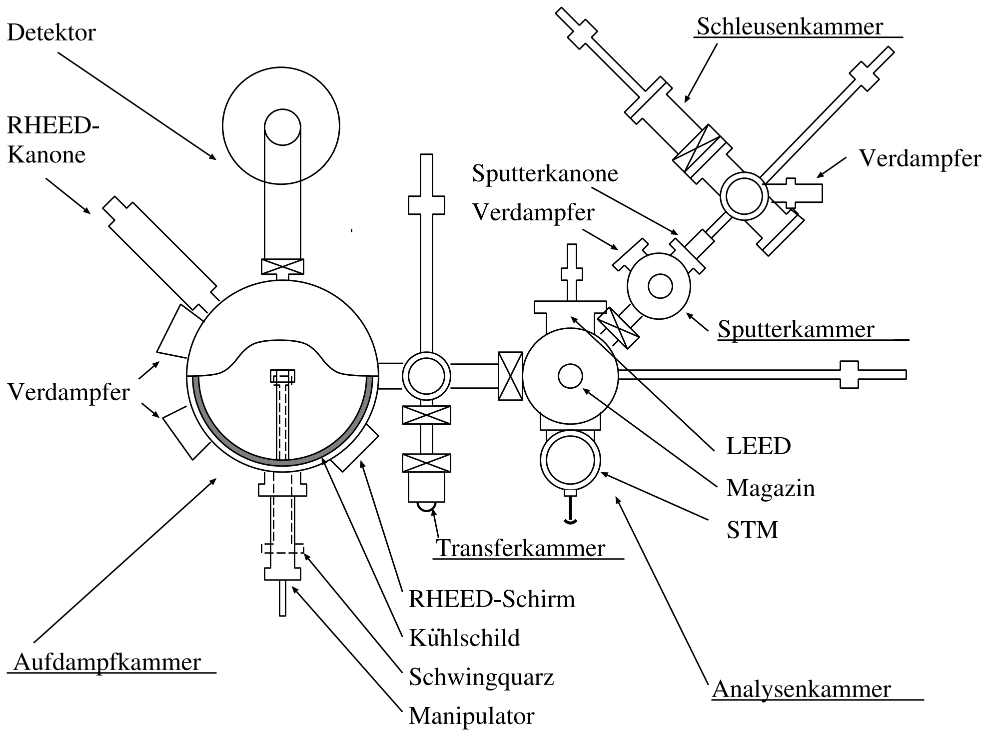

Abbildung 4.1: Schematische Ansicht des Vakuumsystems.

mer von 2×10^{-11} mbar wird durch eine Kombination aus einer Ionenzerstäuberpumpe (240 l/s) und einer Titansublimationspumpe aufrechterhalten.

Die **Aufdampfkammer** (MBE) enthält zwei wassergekühlte Verdampfereinheiten, welche jeweils bis zu drei Knudsenzellen aufnehmen können. Ferner ist ein RHEED-System, ein Quarz-Schichtdickenmonitor und ein Quadrupol-Massenspektrometer zur Restgasanalyse vorhanden. Der Manipulator besitzt elektrische Kontakte und eine LN_2-Kühlung zum Heizen bzw. Kühlen der Probe. Die Kammer wird von einer Ionenzerstäuber (400 l/s) und einer Titansublimationspumpe gepumpt und hat einen Basisdruck von $< 5 \times 10^{-11}$ mbar. Die Pumpleistung kann durch Befüllen des Kühlschildes mit flüssigem Stickstoff und gegebenenfalls durch Zuschalten einer Turbomolekularpumpe (240 l/s) noch gesteigert werden. Nach Beendigung der in dieser Arbeit beschriebenen Experimente wurde die Kammer durch einen Si-Verdampfer und einen Si-Li-Detektor zur Analyse der durch die RHEED-Elektronen angeregten Fluoreszenzstrahlung ergänzt [48].

Die **Transferkammer** dient dem Transport von Proben unter UHV-Bedingungen vom Laborgebäude des II. Instituts für Experimentalphysik zum HASYLAB. Sie ermöglicht, daß an denselben Oberflächen Röntgenbeugungsexperimente vorgenommen werden können, die zuvor in unserem Experiment präpariert und charakterisiert wurden. Die Kammer besitzt ein halbkugelförmiges Berilliumfenster, so daß die Probenoberfläche der Röntgenstrahlung vollständig zugänglich ist. Die Transferkammer wird von einer Ionenzerstäuberpumpe gepumpt, deren Netzteil während des Transports von einer Batterie gespeist wird. Der Druck innerhalb der Kammer wurde über die Messung des Drucks in der Aufdampfkammer auf $< 5 \times 10^{-10}$ mbar abgeschätzt. Zusätzlich kann der Druck über den Entladungsstrom der Ionenzerstäuberpumpe überwacht werden.

4.2 Befestigung der Proben

Um die Kompatibilität des Probentransfers zur Probenaufnahme des STM's einerseits und zur Probenaufnahme der Transferkammer und der Photoemissionsbeamline FLIPPER II andererseits herzustellen, wird ein 2-komponentiger Probenhalter verwendet. Er besteht aus einem größeren Probenhalter aus VA-Stahl und einem kleineren Probenplättchen aus Tantal [47]. Die Probe wird mittels Tantallaschen auf das Probenplättchen geklemmt, welches mit Hilfe eines *wobble sticks* in das STM eingesetzt werden kann. Für die Transfers innerhalb der UHV-Anlage und zum Röntgenbeugungsexperiment wird das Plättchen in den Probenhalter eingesetzt, der zuverlässiges und schnelles Transferieren erlaubt.

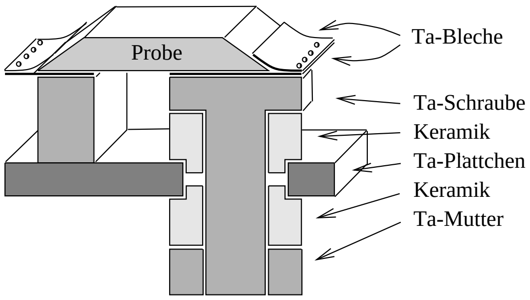

Abbildung 4.2: Aufbau eines Probenplättchens für direkte Heizung.

Die Befestigung der Probe auf dem Tantalplättchen muß verschiedene Anforderungen erfüllen. Die Probe sollte möglichst steif mit dem Plättchen verbunden sein, da Probe und Plättchen während der Messung Teil des STM's sind und die Eigenfrequenz des STM beeinflussen. Auch für das SXRD-Experiment ist es notwendig, daß die Probe fixiert ist. Außerdem erfordert der streifende Einfall des Röntgenstrahls, daß die Befestigung der Probe nicht über die Probenoberfläche hinausragen und dadurch den Strahl abschatten darf. Für dickere Proben ist es möglich, an zwei Seiten einen Schlitz einzufräsen, mit dessen Hilfe die Probe sicher befestigt werden kann. Um auch Wafermaterial einer typischen Stärke von 0,5 mm nutzen zu können, wurde eine weitere Methode zur Befestigung der Probe entwickelt. Zwei schmale Streifen Tantalfolie werden an den Außenseiten auf das Probenplättchen aufgepunktet und die Probe mit trapezförmigem Profil dazwischen geklemmt (Abb. 4.2). Die Probe wird durch die Federkraft der Bleche sicher fixiert. Die Kanten der Probe können sowohl abgefeilt als auch abgeschliffen werden:

- Zum *Feilen* wird die Probe auf eine Unterlage gedrückt. Zwei Seiten der Probe werden mit einer diamantbesetzten Feile auf einen Winkel von $30° - 45°$ abgefeilt.

- Gleichmäßigere Kanten liefert das *Schleifen* der Proben. Dazu wird Al_2O_3-Pulver auf einer Glasplatte mit Wasser eingeschlämmt und darauf die Kanten der Probe unter leichtem Druck abgeschliffen. Im Ultraschallbad wird die Probe von Resten der Al_2O_3-Paste befreit. Sprödes Probenmaterial wie InSb(001) hielt dem leichten Druck während des Schleifens nicht stand, so daß auf das Feilen der Kanten zurückgegriffen werden mußte.