

Kapitel 3

Die UHV-Systeme

Photoemission wird eine der häufigst anzuwendenden Methoden an der MBI „Nutzer-Facility“ sein mit dem Ziel, die Dynamik von Oberflächenprozessen mittels kombinierter Laser- und Synchrotronstrahlung zu untersuchen. Da sich derartige Untersuchungen über einen Zeitraum von Stunden erstrecken können, müssen sie im Ultrahochvakuum durchgeführt werden¹, um bis zum Abschluß der Messung ein nicht durch Restgasabsorption verändertes System zu garantieren.

Aufgrund einer langen Vorlaufzeit und Entwicklungsphase des MBI Projekts „Experimente mit kombinierter Laser- und Synchrotronstrahlung bei BESSY II“ mußten verschiedene, teils provisorische UHV-Meßplätze aufgebaut werden, um eine kontinuierliche Entwicklung der Gesamtanlage zu gewährleisten. Hier sind drei UHV-Apparaturen hervorzuheben.

Die „kleine MBI Apparatur“ diente hauptsächlich der Erprobung verschiedener

¹Dies ist nötig, da gemäß der kinetischen Gastheorie auf eine Fläche von 1 cm² pro Sekunde bei einem Druck p $n = \frac{p}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot m \cdot T}}$ Teilchen auftreffen. Mit Werten für die Molekülmasse $m = 28$ (Kohlenmonoxid), einer Temperatur $T = 300$ K und unter der Annahme, daß eine Monolage (ML) aus $3 \cdot 10^{14}$ Teilchen/cm² besteht, ergibt sich : $\frac{n}{[ML \cdot s]} \cong \frac{10^6 \cdot p}{[mbar]}$. Das bedeutet, daß bei einem Druck von 10^{-6} mbar so viele Moleküle auf die Oberfläche auftreffen, daß nach ca. 1 Sekunde eine Monolage adsorbiert ist. Die tatsächliche Bedeckung hängt vom Haftkoeffizienten s ab. Für viele Systeme, vor allem für saubere Metalloberflächen, ist $s \simeq 1$. Um für eine Stunde an einer sauberen Oberfläche arbeiten zu können, benötigt man demnach einen Basisdruck in der Größenordnung von 10^{-10} mbar. Tatsächlich aber nimmt der Haftkoeffizient mit der Bedeckung ab, so daß effektiv mehr Zeit zur Verfügung steht, bis eine Monolage adsorbiert ist.

Analyse- und Präparationsdiagnostiken. Mit dieser Apparatur sind auch die ersten Experimente mit kombinierter Laser- und Synchrotronstrahlung bei BESSY I zur Untersuchung von Laser-angeregten Zuständen an C_{60} /Nickel durchgeführt worden.

Bei der HMI Apparatur handelt es sich um einen festinstallierten Meßplatz des Hahn-Meitner-Instituts bei BESSY II am TGM 7 Monochromator (siehe Kapitel 5.2). Dieser Meßplatz ist speziell für Photoemissionsuntersuchungen an Halbleitersystemen geeignet. Wir haben hier Untersuchungen zur Photo-Oberflächenspannung und zu angeregten elektronischen Zuständen in InSe und GaAs mit zeitkorrelierten Laser- und Synchrotronpulsen durchgeführt.

Die dritte Apparatur ist schließlich die eigentliche MBI UHV-Oberflächenanlage, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelt worden ist und im Frühjahr 1999 komplett bei BESSY II als Teil des MBI Nutzermeßplatzes installiert worden ist. Mit dieser Apparatur sind bisher keine Messungen mit Synchrotronstrahlung durchgeführt worden, da sie sukzessive im Labor aufgebaut und optimiert wurde.

3.1 Kleine MBI Apparatur

Den Kern dieser UHV-Anlage bildet ein CF-150-Doppelkreuz. Der Vakuumrezipient wird von einer hochverdichtenden Turbomolekularpumpe mit einem Saugvermögen von 500 l/s gepumpt. Nach dem Ausheizen wird ein Basisdruck von ca. $2 \cdot 10^{-10}$ mbar erreicht. Der Aufbau der Kammer ist in Abb. 3.1 schematisch dargestellt. In der horizontalen Ebene befinden sich ein hemisphärischer Elektronenenergieanalysator (Typ EA 125², 5-Channeltrons, Omicron) und ein „Four-Grid Reverse View“ LEED/AES³. Ebenfalls in dieser (horizontalen) Ebene befinden sich eine Reihe gegenüberliegender Flansche unter 13° , an denen Quarzfenster für die Ein- und Auskopplung von Laserstrahlung montiert sind. Diese Anordnung erlaubt sowohl einen direkten, horizontalen Durchtritt des Lichtstrahls diagonal durch die Kammer (ohne eingebrachte Probe) als auch einen ungehinderten Austritt des an der Probe reflektierten Strahls aus der Kam-

²Einige Eckdaten zum EA 125 (Omicron) : Hemisphärischer 180° Analysator mit einem Radius von 125 mm. Er hat eine Winkelakzeptanz von $\pm 8^\circ$. Mit typischen Werten von 8 eV Passenergie und Spaltöffnungen von 4 mm (Ein- als auch Austrittsspalt) erreicht er eine Auflösung von 150 meV.

³LEED: Low Electron Energy Diffraction; AES: Auger Electron Spectrometer

mer. Dies ist insbesondere für optische Justierungen vorteilhaft.

Vier weitere Flansche außerhalb der Horizontalen sind (ebenfalls unter einem Winkel von 13°) so angebracht, daß deren (verlängerte) Achse durch die Kammermitte geht (Abb. 3.1). Sie nehmen die für die Probenpräparation und Charakterisierung erforderlichen Einbauten auf. Dazu zählen eine Röntgenquelle⁴, eine Sputterquelle⁵, ein Verdampfer und die Druckmessröhre. Unter einem Winkel von 13° zur Probenoberfläche trifft auch in PES Experimenten das anregende Laser- bzw. Synchrotronlicht auf die Probe.

In der Meßposition befindet sich die Probe in der Kammermitte. Mit einem auf dem oberen Flansch des CF-150-Kreuzes montierten Manipulator kann die Probe vertikal (z-Achse) verfahren werden, azimuthal und um die z-Achse rotiert werden und somit in jede gewünschte Position gebracht werden. Die Probe (ein Metall-Einkristall) besitzt eine umlaufende Ringnut und ist über einen Probenhalter am Manipulator befestigt. Dazu wird sie mit zwei gespannten Molybdändrähten, die in der Nut laufen, gegen eine Basisplatte aus Saphir gepreßt. Damit ist eine stabile und potentialfreie Aufnahme der Probe gewährleistet. Durch Widerstandsheizung der Mo-Drähte kann die Probe auf >1200 K geheizt werden. Ein Flüssig-Stickstoff-Reservoir, das über eine Kupferlitze an die Saphirplatte angekoppelt ist, ermöglicht ein Abkühlen der Probe auf ca. 150 K. Ferner bewirkt die Wärmeleitung über die Kupferlitze ein schnelles Abkühlen der Probe nach jedem Probenheizen.

Um Elektronenenergien im Bereich von nur wenigen eV zuverlässig nachweisen zu können, wie sie mit Laserphotonen (typisch < 10 eV) aus der Probe emittiert werden, muß das Erdmagnetfeld ($\sim 4 \mu\text{T}$) effektiv abgeschirmt werden. Die übliche Verwendung von μ -Metall gestaltete sich hier schwierig. Da die Kammer aus einem Doppelkreuz besteht, kann kein einfacher Zylindermantel eingesetzt werden. Ein dünnes μ -Metallblech, das seine abschirmenden Eigenschaften auch bei Schneiden und Biegen in nicht zu engem Radius beibehält⁶, wurde von innen an den Kammerwänden angepunktet. Damit

⁴Die Röntgenquelle (Typ DAR 15 - Twin Anode, Omicron) ist mit einer alternativ zu betreibenden Mg- bzw. Al-Anode ausgerüstet. Bei 20 kV beträgt die maximale Röntgenleistung 300 W.

⁵Die Sputterquelle (Typ IG 5, Microtech) liefert einen Ionenstrom von typisch $100 \mu\text{A}$ bei einer Beschleunigungsspannung von maximal 5 kV.

⁶Co-Netic AA Folie 0,75 mm, Fa. Detakta, Norderstedt

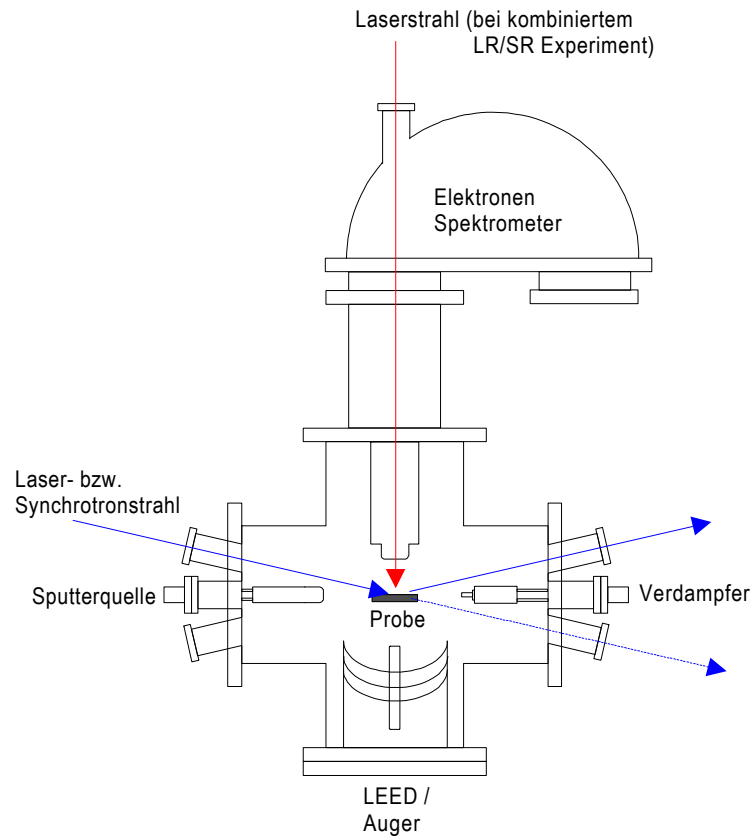


Abbildung 3.1: UHV Apparatur und Strahlführung für Laser- und Synchrotronstrahl. Nur für das kombinierte Experiment wird der Laser von hinten durch das Fenster des Elektronenspektrometers geführt. Der Laser- bzw. Synchrotronstrahl trifft unter einem Winkel von 13° auf die Probe. Das Elektronenspektrometer detektiert Elektronen in Richtung der Oberflächennormalen innerhalb eines Akzeptanzwinkels von $\pm 8^\circ$.

konnte zumindest in der Kammermitte das Erdmagnetfeld auf $0,3 \mu\text{T}$ reduziert werden. Dennoch ist die Abschirmung nicht ideal, da insbesondere die Ankopplung an das Spektrometer in dieser Geometrie nur recht unbefriedigend in dieser Testapparatur gelöst werden konnte.

Um die Magnetfeldeffekte zu minimieren, wird an die Probe eine Vorspannung von -10 V angelegt. Dadurch wird die effektive kinetische Energie der Elektronen in einen Bereich verlagert, in dem die Magnetfeldeffekte vernachlässigbar sind.

3.2 HMI Apparatur bei BESSY I

Ein Teil der Experimente wurde an der Beamline (TGM 7) des Hahn-Meitner-Institutes durchgeführt. Details zu dieser Beamline befinden sich im Kap. 5.2. Die Photoemissionsmessungen wurden mit einem kommerziellen „in situ“ Ultrahochvakuum-Spektrometer (VG ADES 500) bei einem Basisdruck von $5 \cdot 10^{-11}$ mbar durchgeführt. Die Gesamtauflösung der Anordnung (Beamline und Spektrometer) beträgt 300 meV.

Das UHV-System besteht aus Probenschleuse, einer Präparations- sowie einer Meßkammer. In der Präparationskammer kann die Probe gespalten werden; in der Meßkammer befindet sich neben dem Elektronenspektrometer ein LEED, mit dem die Qualität der Spaltfläche kontrolliert und die Orientierung vorgenommen werden kann. Mit einem Manipulator in der Meßkammer kann die Probe geeignet relativ zum Synchrotronstrahl und zum Spektrometer positioniert werden. Eine Drehung um die Oberflächennormale ist möglich.

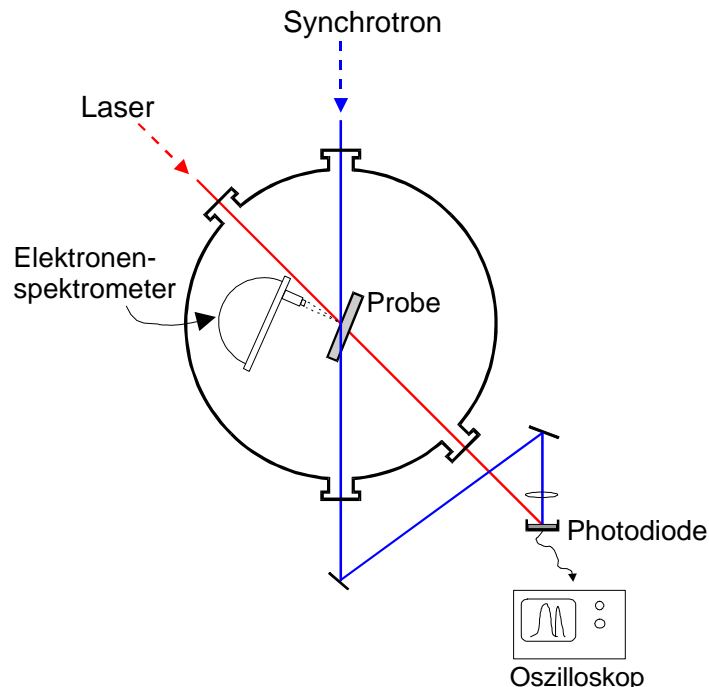


Abbildung 3.2: Strahlführung am Meßplatz des HMI bei BESSY I. Zum Abgleichen des Zeitnullpunktes werden beide Strahlen auf eine Photodiode gegeben. Der Wegunterschied wurde gemessen und entsprechend berücksichtigt.

Die Probe wird auf dem Kupferprobenträger mit Silberleitkleber fixiert, um einen weitgehend ohmschen Rückkontakt der Probe zu gewährleisten. Nach mehrstündigem Ausgasen des Leitklebers in einem Vakuumheizofen wird die Probe in die Präparationskammer der UHV Anlage eingeschleust. Die GaAs-Proben sind seitlich angesägt und werden mit einer Spaltzange im UHV gespalten. Die InSe-Proben wurden präpariert, indem ein zuvor (an Luft) aufgeklebtes Tantal oder Molybdänblech (0,1 mm dick) im UHV abgespalten wurde. Mit dem Blech wird dabei eine dünne Schicht der Probe abgezogen und so eine saubere Spaltfläche erzeugt. Direkt nach dem Spalten wird die Probe in die Meßkammer transferiert.

Die einfallenden Laser- und Synchrotronstrahlen kreuzen sich in der Kammermitte (am Ort der Probe) unter einem Winkel von 45° . Für Justierzwecke wird der Monochromator in die Nullte Ordnung (Weißlicht) gebracht und die Probe weggefahren. Dann können beide Strahlen ungehindert an entsprechenden Fenstern aus der Kammer austreten. Über zwei Spiegel außerhalb der Kammer wird der Synchrotronstrahl umgelenkt und auf eine Photodiode fokussiert. Die Laserstrahlung tritt direkt unter sehr flachem Winkel auf die Diode (Hamamatsu Typ C 4258); sie ist ausreichend intensiv und muß nicht fokussiert werden. (Siehe Abb. 3.2).

Der Einfallswinkel der Synchrotronstrahlung auf die Probe beträgt 68° . Der Laser trifft unter einem Winkel von 23° relativ zur Probennormale auf. Das Elektronenspektrometer hat eine Winkelakzeptanz von $\pm 1^\circ$ und kann für winkelaufgelöste Messungen in unterschiedlichen Winkeln zur Probennormale justiert werden. Diese Anordnung realisiert den steilsten Auftreffwinkel für Synchrotron- und Laserstrahlung, unter dem das Spektrometer (Detektionsrichtung normal zur Probenoberfläche) den Laserstrahl nicht blockiert.

Das Signal für den Phasendetektor zur Synchronisationsregelung wird über eine planparallele Quarzplatte ausgekoppelt, bevor der Laser über zwei Spiegel in die Vakuumkammer gelenkt wird. Zur leichten Fokussierung kann eine langbrennweitige Linse ($f = 50$ cm) in den Strahlengang gebracht werden. Alternativ kann der Strahl durch einen geeigneten Graufilter abgeschwächt werden.

3.3 MBI „Nutzer-Facility“ bei BESSY II

Die im folgenden beschriebene UHV Oberflächenapparatur ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit geplant und aufgebaut worden. Diese Anlage ist konzipiert für Untersuchungen zur Dynamik von photoinduzierten Prozessen in Oberflächensystemen mittels kombinierter Laser- und Synchrotronstrahlung an der MBI Beamline bei BESSY II. Im Vordergrund der Untersuchungen werden winkelaufgelöste 2C-2PPE Experimente stehen. Ferner wird es Möglichkeiten für Oberflächen SHG (Second Harmonic Generation) und LID (Laser Induced Desorption) geben. Bei der Konstruktion dieser Anlage ist Wert auf Vielseitigkeit und Nutzerfreundlichkeit gelegt worden. Das heißt, daß individuelle Nutzerkomponenten, insbesondere (TOF⁷ und REMPI⁸), bequem in die Anlage integrierbar sind. Im folgenden wird dieses System im Detail beschrieben.

Der Forderung nach winkelaufgelöster PES sowie dem Wunsch nach einer möglichst universell nutzbaren Kammergeometrie wurde durch eine drehbare Ausführung der Analytikammer entsprochen. Durch die Verwendung spezieller, differentiell gepumpter Drehflansche⁹ (CF-250) ist es möglich, die gesamte Analytikammer über dem Synchrotronstrahl zu drehen (Abb. 3.3). Die Analytikammer ist neben dem Flansch zur Aufnahme des hemisphärischen Elektronenspektrometers mit zwei CF-100, drei CF-63 Flanschen sowie neun CF-35 Flanschen ausgestattet. Sie dienen zur Aufnahme weiterer Analytikkomponenten. Dies sind eine Röntgenquelle sowie eine He-Entladungslampe zur routinemäßigen Untersuchung mittels XPS und UPS. Mit einem Quadrupol-Massenspektrometer können TDS-Messungen durchgeführt werden. Die Apparatur ist mit einem Gasdoser-System zur Präparation von Gasadsorbaten ausgestattet. Ein weiterer CF-150 Flansch ermöglicht einen guten Einblick in das Innere der Kammer. Hier können bei Bedarf auch größere Nutzerkomponenten integriert werden. Mit der großen Anzahl an CF-35 Flanschen lassen sich vielfältige Probe-Laser/Synchrotron Geometrien verwirklichen. Zur schnellen Kontrolle des geometrischen Überlapps des Laser- und des Synchrotronstrahls ist eine CCD-Kamera vorgesehen. Sie bildet eine geeignete Stelle des Probenträgers ab, der mit einem Fluor-

⁷TOF - „Time of Flight“ (Flugzeitspektrometer, vgl. Kap. 2.1.2)

⁸REMPI - „Resonant Multiphoton Ionisation“

⁹Die differentiell gepumpten Drehflansche wurden nach Erfahrungen und Plänen von Dr. P. Feulner und Prof. D. Menzel (TU München) von Fa. PINK (Wertheim) gefertigt.

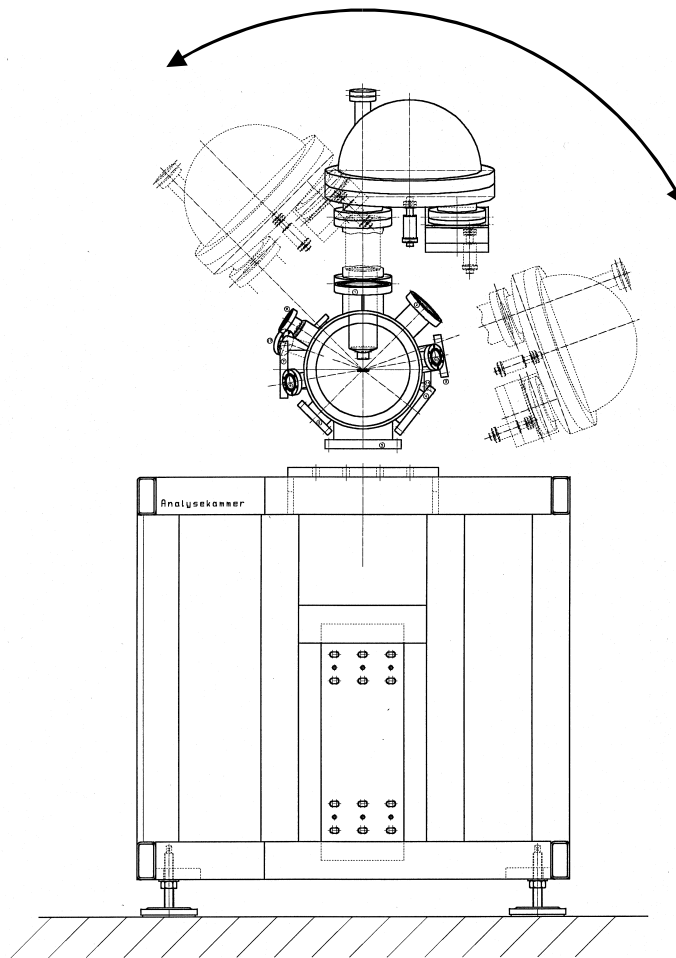


Abbildung 3.3: Die zylindrische Analytikammer ist inkl. des Elektronenspektrometers über der Achse des Synchrotronstrahls drehbar. Die Abbildung zeigt die Anordnung aus Strahlrichtung.

reszenzfarbstoff beschichtet ist. Die gesamte Analytikammer ist mit einer 1 mm starken μ -Metall-Wandung ausgekleidet; damit beträgt das Restmagnetfeld $0,1 \mu T$.¹⁰

Dieses Konzept einer drehbaren Kammer um die Synchrotronstrahlachse impliziert einen waagrecht liegenden Manipulator (Abb. 3.4).

Um eine Vielzahl von Experimenten zu ermöglichen, wurde der Manipulator so konstruiert, daß er eine große Anzahl geometrischer Freiheitsgrade besitzt. Zudem

¹⁰Die Fertigung der gesamten Anlage erfolgte bei Fa. PINK in Wertheim. An dieser Stelle sei ausdrücklich Herrn Hofmann und Herrn Stiegelbauer für die sehr fruchtbare Zusammenarbeit gedankt.

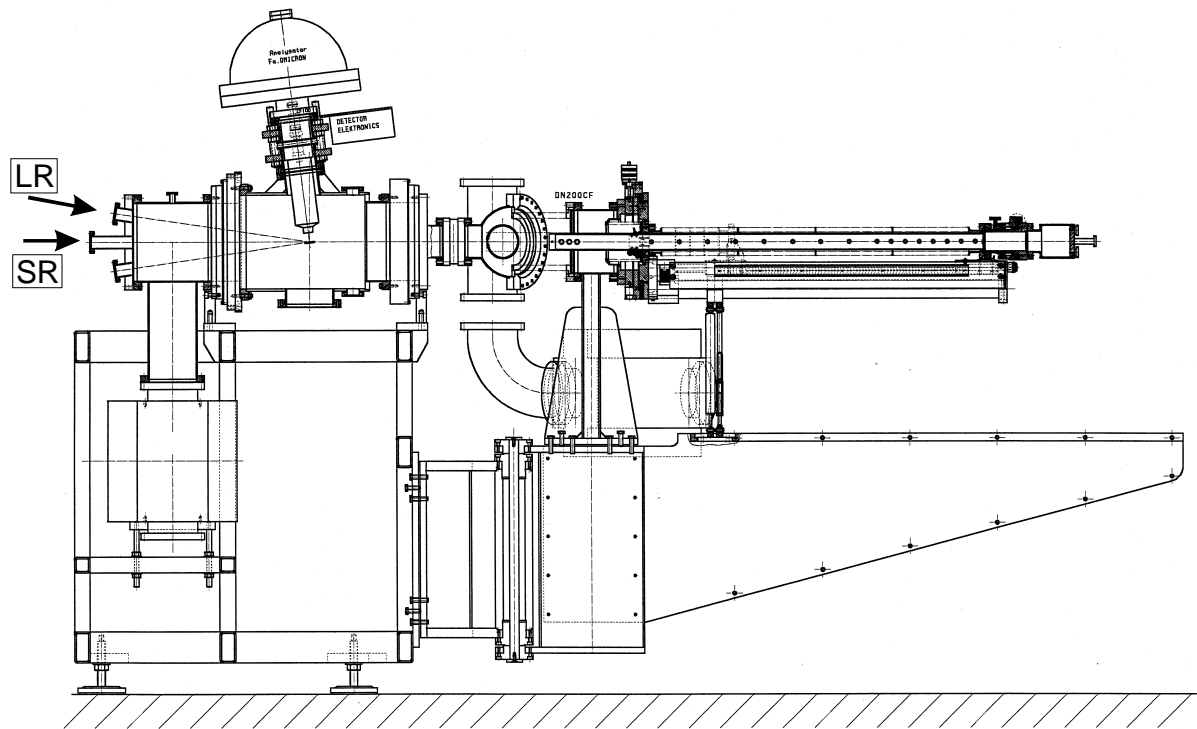


Abbildung 3.4: Seitenansicht der UHV Kammer. Rechts sieht man den waagrecht angeordneten Manipulator, der die Probe in die Meßposition in die Analytikammer bringt. Sie liegt dann im Fokus des horizontal von links einfallenden Synchrotronstrahls.

sollte die Proben­temperatur über einen möglichst großen Bereich variierbar sein. Mit Hilfe einer Elektronenstoßheizung sind Proben­temperaturen >1200 K erreichbar. Die Kühlung erfolgt mit flüssigem Stickstoff (Helium optional) über eine Kupferlitze. Damit sind Minimal-Temperaturen von ca. 150 K erreichbar. Die Kühlleistung, die über die Kupferlitze erreicht wird, ist ein Kompromiß an die mechanische Beweglichkeit und den kompakten Aufbau des Probenhalters sowie an die Notwendigkeit eines Proben­transfers. Die Temperaturmessung erfolgt mit einem an die Probe angepunkteten Thermo­element.

Die Probe kann in der zum Synchrotronstrahl senkrechten Ebene um ± 22 mm horizontal und vertikal bewegt werden (x,y-Tisch am Manipulator). Sie kann so gekippt werden, daß sie in einem Winkel von 0 bis 90° zum Synchrotronstrahl steht. Weiterhin ist eine Rotation um die Proben­normale um $\pm 90^\circ$ in jeder Kipp-Position möglich. Schließlich kann mit Hilfe eines differentiell gepumpten Drehflansches am Ende des

Manipulators der komplette innere Manipulatoraufbau um seine Längsachse rotiert werden.

Um die vielfältigen Möglichkeiten des Manipulators sowohl während der Präparation der Probe als auch in der Analytikammer nutzen zu können, verbleibt die Probe bei Präparation und Analyse stets auf dem Manipulator. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Probe während der Präparation und Messung dauerhaft gekühlt sein muß. Präparations- und Analytikammer stehen gewinkelt zueinander. Um mit dem Manipulator sowohl in der einen als auch in der anderen Kammer arbeiten zu können, wird der Manipulator - nachdem er aus der Analytikammer zurückgezogen wurde - mit Hilfe eines CF-200 Membranbalges in die Hauptachse der Präparationskammer geschwenkt. Dann wird er in die Analytikammer vorgefahren (Abb. 3.5).

Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß auf diese Weise während der Messung Präparations- und Analytikammer durch Ventile voneinander getrennt werden können. Ein ggf. durch Sputter oder Aufdampfprozesse verursachter höherer Druck in der Präparationskammer kann sich daher nicht unmittelbar auf die Analytikammer auswirken. Zudem wird ein geringerer Manipulatorhub benötigt als dies etwa im Fall einer (alternativ möglichen) Hintereinanderanordnung von Präparations- und Analytikammer nötig gewesen wäre. Dies ist ein deutlicher Stabilitätsvorteil.

Die Präparationskammer ist mit einer Reihe von Standardanalytik- und Präparationskomponenten ausgestattet. Neben einem kombinierten LEED/Auger-Spektrometer befinden sich hier Gaseinlaß, Sputterquelle, Verdampfer und wahlweise ein Quadrupol-Massenspektrometer (für TDS-Messungen).

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Analytiken zur Untersuchung mit Laser- und Synchrotronstrahlung befindet sich neben der Präparationskammer ein UHV-Rastertunnelmikroskop (STM - Scanning Tunneling Microscope) (Abb. 3.5 oben). In die STM-Kammer kann die Probe bei maximal eingefahrenem Manipulator übergeben werden. Wir haben damit die Möglichkeit, Informationen über die elektronische Struktur der Probe aus der PES mit einer (im Vergleich zum LEED) im Realraum aufgenommenen Topologie zu vergleichen. Mit dem Werkzeug der Rastertunnelspektroskopie kann dieselbe Information wie im PES auf mikroskopischer Skala aufgenommen, und mit der Topografie direkt korreliert werden. Darüber hinaus versteht sich das STM als erweiterte Möglichkeit der Probencharakterisierung (und ggf. auch Manipulation).

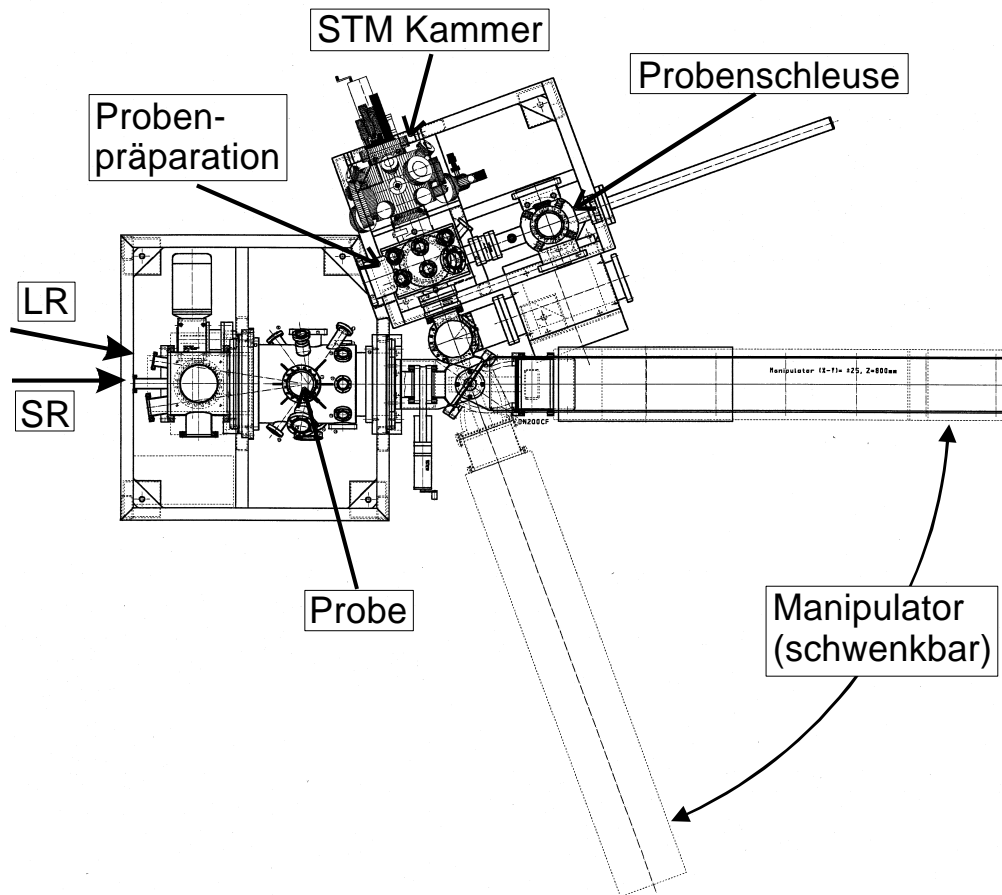


Abbildung 3.5: Aufsicht auf die UHV-Anlage. Von links trifft der Synchrotronstrahl auf die Probe. In der Meßstellung steht der Manipulator in einer Linie mit dem Synchrotronstrahl (durchgehende Linie). Zur Präparation der Probe und zum Transfer in das STM (oben im Bild) wird der Manipulator geschwenkt (gestrichelt eingezeichnet). Rechts oben sieht man die Transferstange der Schleusenkammer.

Seitlich an die Präparationskammer schließt sich die Probenschleuse an. Hier können auf einer Magnettransferstange maximal drei Proben geparkt werden, die dann mittels Wobblestick in der Präparationskammer auf den Hauptmanipulator übergeben werden. Als CF-150-Kreuzstück ausgeführt, bietet die Schleusenkammer die Möglichkeit, „schmutzende“ Präparationen ggf. hier auszuführen bzw. organische Filme aus Lösungen zu präparieren.

Die Kammer teilt sich also in fünf separate Teilkammern, die jeweils durch Plattenventile voneinander getrennt sind: die Schleusen-, die Präparations-, die STM-,

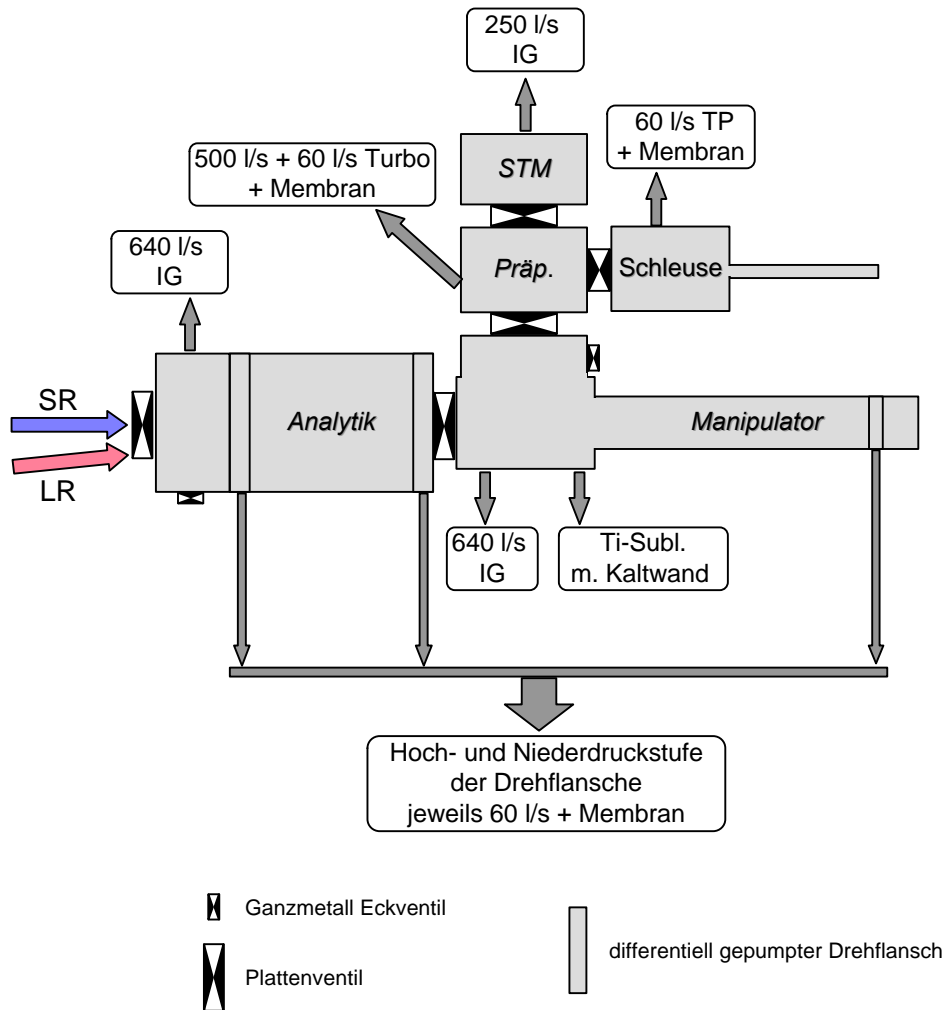


Abbildung 3.6: Übersichtsschema über die Teilkammern der UHV Anlage mit den angeschlossenen Pumpen.

die Manipulator- und schließlich die Analytikammer. Abb. 3.6 zeigt schematisch die Aufteilung der UHV-Apparatur und die Anordnung der Vakuumpumpen. Die Schleusenammer wird über eine Membranvorpumpe und eine 60 l/s Turbopumpe gepumpt. Eine 500 l/s Turbopumpe an der Präparationskammer mit Pumpstand als Vorpumpe (Membranvorpumpe, 60 l/s Turbopumpe) evakuiert die Anlage auf einen Druck von $\sim 10^{-7}$ mbar bevor die Getterpumpen gestartet werden. Die Manipulatorkammer sowie die Analytikammer sind mit einer 640 l/s Ionengetterpumpe, die Manipulatorkammer zusätzlich mit einem Titansublimator mit Kaltwand ausgestattet. Die STM-Kammer wird ebenfalls von einer Ionengetterpumpe (250 l/s) gepumpt. Jede der Kammern kann einzeln belüftet bzw. angepumpt werden. Zu diesem Zweck ist jede Kammer oh-

ne Turbopumpe mit einem Ganzmetall-Eckventil ausgestattet, über das die Kammer mit einem mobilen Pumpstand angepumpt werden kann.

Die Drehflansche (2 x CF-250 an der Analytikammer, 1 x CF-63 am Manipulator) werden jeweils zweifach (Hoch- und Niederdruckstufe) differentiell gepumpt. Hoch- und Niederdruckstufe dieser drei Flansche sind zusammengeführt und werden jeweils mit einer Kombination aus Membranvorpumpe und 60 l/s Turbopumpe betrieben.

Abbildung 3.7 und 3.8 sind schließlich Fotografien der UHV-Anlage. In Abb. 3.8 befindet sich der Manipulator in einer Linie mit dem (von links kommenden) Synchrotronstrahl. In dieser Position kann er in die Analytikammer vorgefahren werden. Dagegen ist er in Abb. 3.7 geschwenkt worden und kann nun in die Präparationskammer gefahren werden. Rechts in Abb. 3.7 erkennt man die Transferstange der Probenschleuse. An der Analytikammer sieht man die Anschlüsse der differentiellen Pumpstufen der Drehflansche. Der nach oben stehende Flansch nimmt später das Elektronenspektrometer auf. In Abb. 3.8 ist die Analytikammer gedreht worden, dieser Flansch zeigt nun nach vorne (dem Betrachter entgegen).

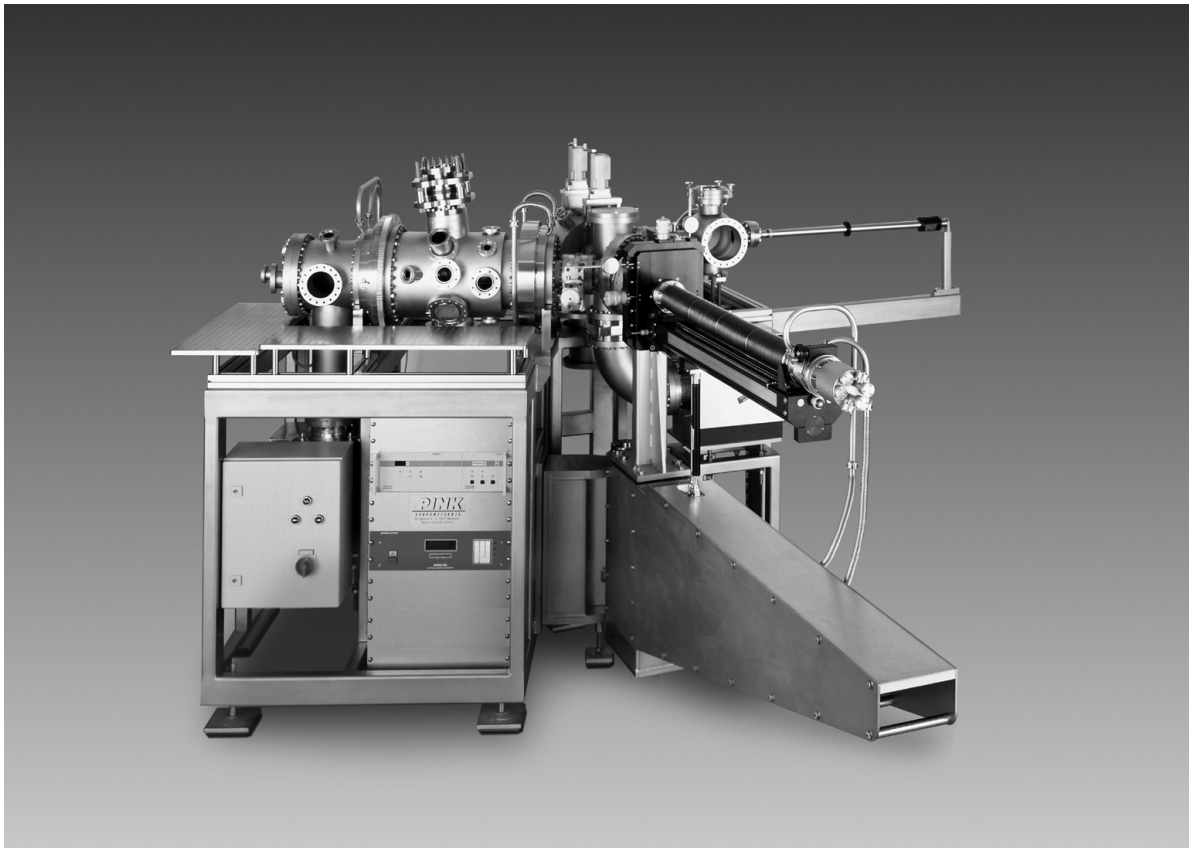


Abbildung 3.7: Seitenansicht der UHV-Anlage. Der Manipulator steht in einer Linie mit der Präparationskammer. (Foto Fa. PINK)

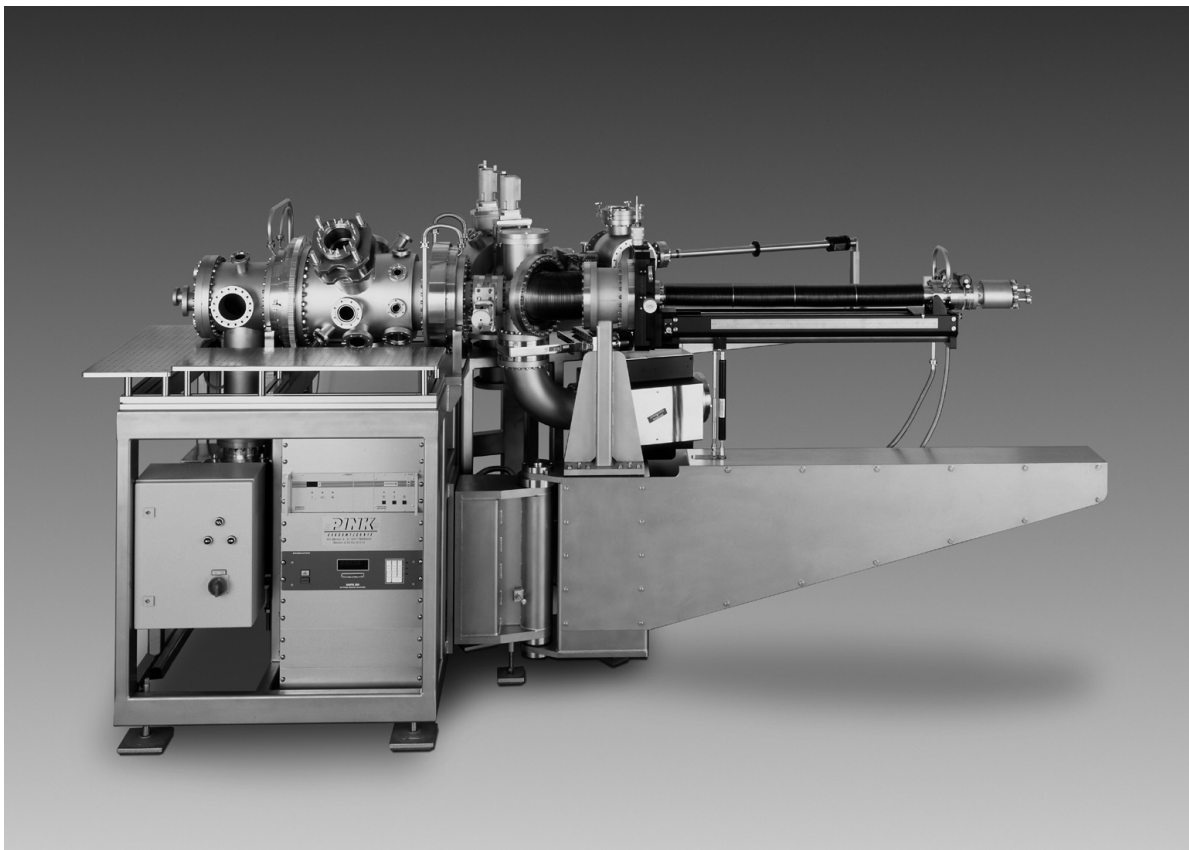


Abbildung 3.8: Seitenansicht der UHV-Anlage. Im Unterschied zu Abbildung 3.7 ist der Manipulator so geschwenkt, daß er in die Analytikammer vorgefahren werden kann. Die Analytikammer ist geschwenkt worden. (Foto Fa. PINK)

