

Detektionsfenster vorbeiführt. Die Höhe des Führungskanals beträgt 5 mm, wie aus den Berechnungen in Kap. 6.4.3 hervorgegangen ist.

Der Detektor muss möglichst nahe an der Probenoberfläche positioniert werden, da die Intensität der detektierbaren Röntgenfluoreszenzstrahlung geometrisch bedingt mit dem Quadrat des Abstandes abnimmt, und zusätzlich vor allem niederenergetische Strahlung auf dem Weg zum Detektor durch Luftabsorption geschwächt wird. Je höher die Intensität der detektierten Röntgenstrahlung ist, desto geringere Messzeiten und damit niedrigere Nachweisgrenzen lassen sich erzielen.

Die Anregungseinheit setzt sich aus Röntngengenerator, Röntgenröhre sowie Sekundärtarget zusammen.

Im Strahlengang der Röhre wird in einem Winkel von 45° zur Probe der Sekundärtargethalter mit aufgeklebtem Ge-Target befestigt und mittels Schrauben fixiert.

Die komplette Halterung wurde aus einem Teil gefertigt, um eine hohe Festigkeit sowie geringe Abstände zu gewährleisten. Die Konstruktion der Apparatur wurde mit Hilfe des CAD-Programmes Auto CAD 2000 vorgenommen und mit Unterstützung der Fa. Spectro A.I. umgesetzt. Eine 3-D Übersicht der Analyseneinheit ist in Abb. 35 dargestellt.

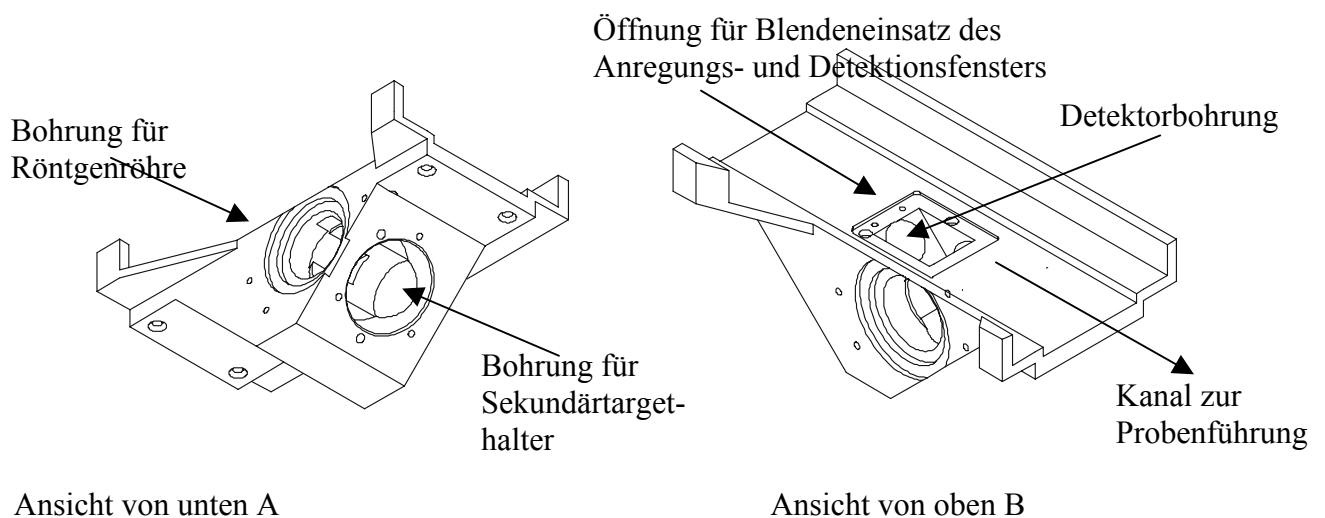


Abb. 35: 3D Ansichten der Analyseneinheit.

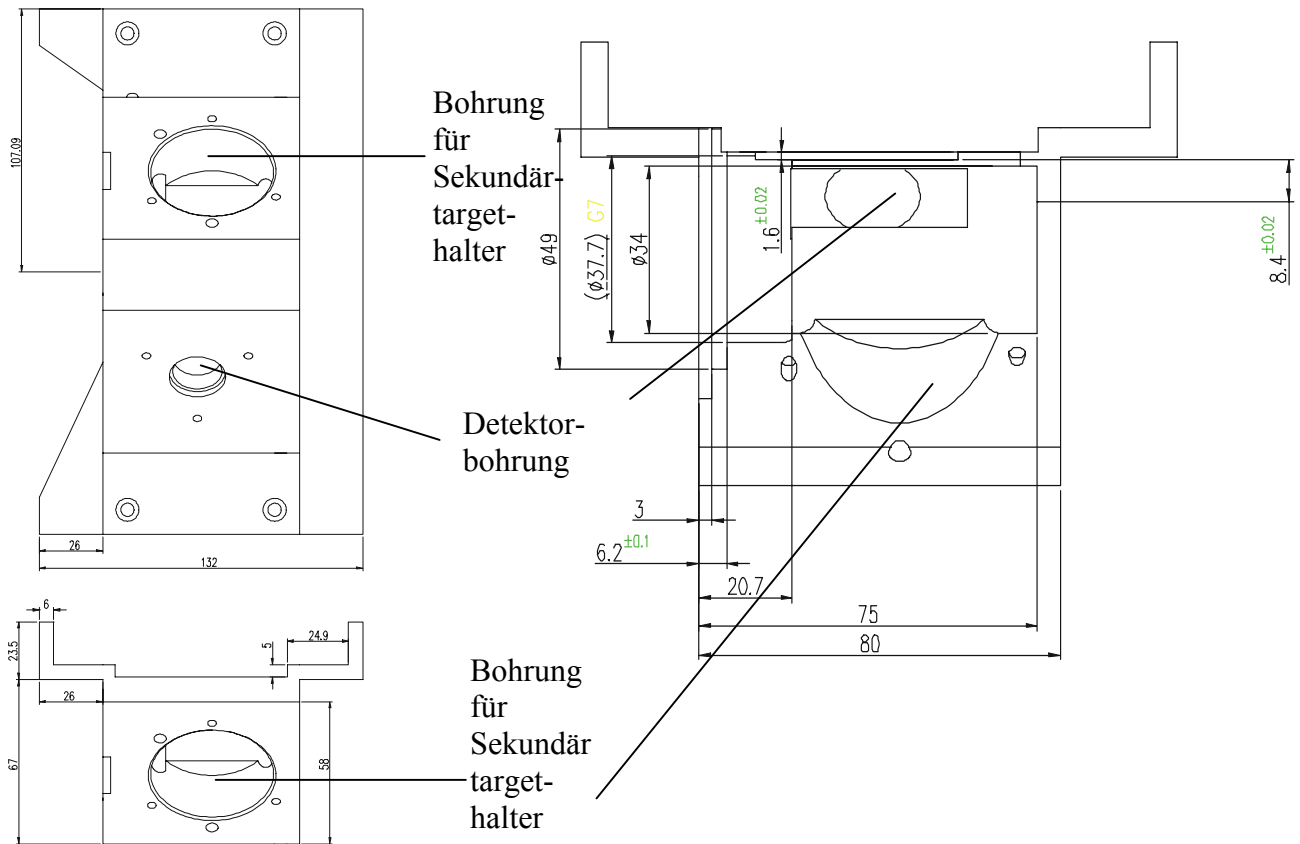


Abb. 39: Unterseite der Einheit
Seitenansicht (Targethalterseite)

Abb. 40: Querschnitt durch die
Analyseneinheit

Abb. 36 zeigt einen Schnitt durch die Längsachse der Einheit. Die große Bohrung von vorne ist zum Anflanschen der Röntgenröhre vorgesehen. Diese wird senkrecht zur Bildebene eingesetzt. Jeweils senkrecht zur Röhre sind zwei weitere Bohrungen angebracht: nach unten für den Sekundärtargethalter, nach oben für den Detektor. Diese stehen ebenfalls im Winkel von 90° zueinander.

In Abb. 37 ist die Analyseneinheit von oben abgebildet. In dieser Ansicht ist die Probenführung sowie das Anregungs- und Detektionsfenster zu sehen. Inmitten des Führungskanals für das Probenband ist eine Aussparung für einen Blendeneinsatz zur Kollimation bzw. Ausblendung der Röntgenstrahlung vorgesehen. Abb. 38 zeigt die Längsansicht von der Vorderseite der Einheit. Die Bohrungen der Röntgenröhre sind zu sehen. Von dieser Seite wird die Röhre an die Analyseneinheit angeflanscht.

Abb. 39 zeigt die Unterseite der Analyseneinheit. Man erkennt sowohl die Bohrung für den Detektor (kleine Bohrung unten), sowie die Öffnung für den Targethalter (grosse Bohrung

oben). Die Röntgenröhre wird von links an die Einheit angeflanscht. Aus Platzmangel musste ein Teil der Seitenaufgabe (Halierung auf der Führungsschiene) entfernt werden. Zur Verbesserung der Stabilität der Analyseneinheit auf der Probenführungsschiene wurden Flügel (links oben und unten) an den Enden der Einheit konzipiert, um eine bessere Halierung auf der Führungsschiene zu gewährleisten.

Das untere Bild in Abb. 39 zeigt die Seitenansicht von der Seite der Bohrung für den Sekundärtargethalter. Der Vollständigkeit halber ist in Abb. 40 ein Querschnitt der Analyseneinheit gezeigt.

6.6 Der Bau der Anlage

Die für den Bau des Spektrometers erforderlichen Metall- und Kunststoffteile wurden gemäß den in Kapitel 6.5 gezeigten Zeichnungen in den Werkstätten des Deutschen Kunststoff-Institut und des Fachbereichs Material- und Geowissenschaften der Technischen Universität Darmstadt gefertigt. Der Zusammenbau der analytischen Komponenten und mechanischen Teile sowie die elektrische Verkabelung wurde im Deutschen Kunststoff-Institut durchgeführt.

Die Voruntersuchungen am EDP-RFA Messsystem Xepos der Fa. Spectro waren so vielversprechend, dass die in der Laborapparatur implementierten Komponenten zum Aufbau der neue on-line Apparatur benutzt wurden. Der Aufbau und die Konstruktion des Spektrometers richtete sich nach den vorgegebenen Abmessungen dieser Bauteile. Tabelle 11 gibt einen Überblick der eingesetzten Komponenten.

Abb. 41 zeigt die geschlossene, mit Blei eingekapselte Anlage. Ein kleiner Spalt für die Zuführung der bandförmigen Proben ist in der linken unteren Ecke der Apparatur zu sehen. In Abb. 42 ist eine Innenansicht der Apparatur gezeigt. Oberhalb der Analyseneinheit wurde auf einer Ablage der Generator und die Auswertelektronik platziert. Darunter befindet sich die Probenführung (Kanal) mit aufgesetzter Analyseneinheit. Eine Nahaufnahme der Analyseneinheit zeigt Abb. 43. Von rechts unten nach links verläuft der Probenkanal. Zu sehen ist ebenfalls ein eingelegtes Probenband. Rechts, bevor das Band unmittelbar in die Messzelle läuft sind die Positionierhilfen und die Anpressrollen (weiss) zu erkennen. Die Röntgenröhre wird mittels eines Messingflanschs an die Messzelle angebracht. Im 90° Winkel sind Detektor und Sekundärtargethalter angebracht. Links im Bild ist ein Ventilator zur Kühlung der Röntgenröhre zu erkennen.



Abb. 41: On-line Röntgenfluoreszenz Spektrometer



Abb. 42: Innenansicht der Analysenapparatur.

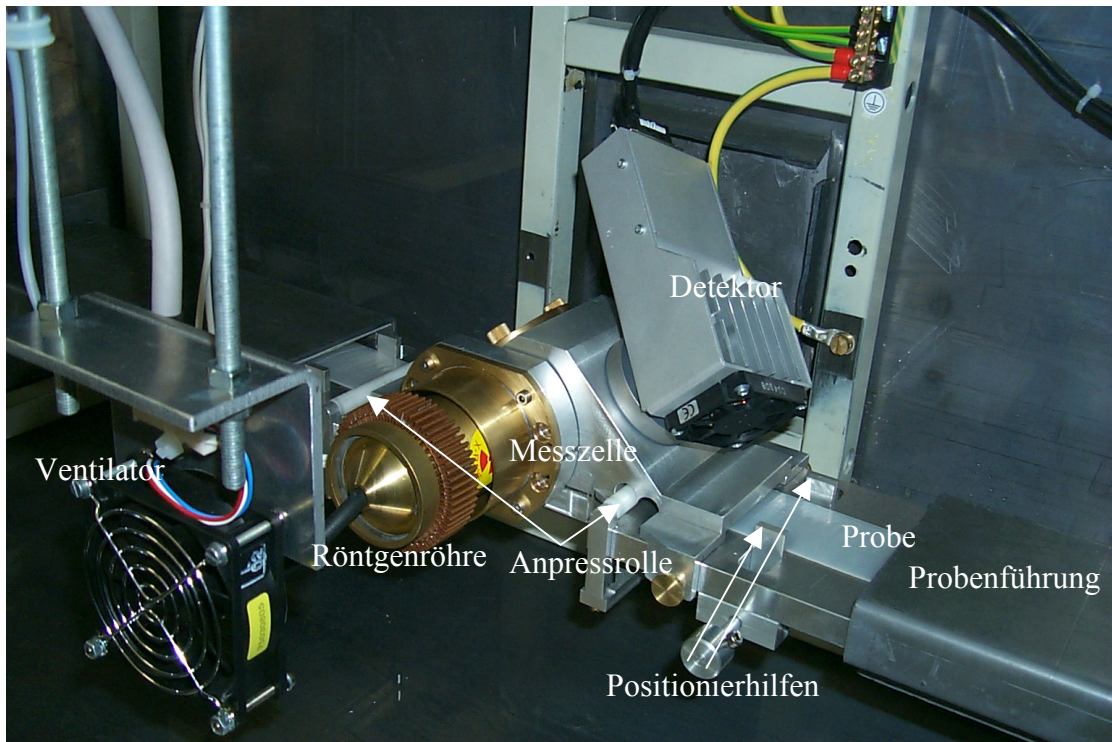


Abb. 43: Nahaufnahme der Analyseneinheit

Tabelle 11: Kenndaten ausgewählter Komponenten des on-line Spektrometers.

Komponenten	Hersteller	Modell	Herstellerdaten
Detektor mit Auswerteeinheit	Röntec	X-Flash LT (Si Driftkammer), XSPV	Energieauflösung < 170 eV Aktive Fläche, 3 mm ² Peltierkühlung Opt. Peakzeit 1,5 µs
Röntgenröhre	Varian	VF-50J-Pd	Anodenmaterial: Pd Typ: Endfenster Max. Leistung: 50W
Hochspannungsgenerator	Spellman	XRM 50P50	Max. Spannung: 50 kV Max. Stromstärke: 1 mA

6.7 Test, Optimierung und analytische Charakterisierung der Analyseneinheit

6.7.1 Optimierung des Strahlengangs

Nach der Montage des Spektrometers musste in mehreren Schritten die analytische Leistungsfähigkeit hergestellt werden. Hierzu wurde zuerst die Anregung d.h. der Strahlengang bis zur Probenoberfläche hin untersucht. Zu diesem Zweck wurde ein Polaroidfilm anstelle der Probe in die Analysenkammer gelegt und 750 Sekunden bei 35 kV und 0,5 mA bestrahlt. Nach Auswertung des Films wurden mehrere belichtete Bereiche erkannt. Einen Eindruck von der Ausgangssituation gibt Abb. 44. Um den Ursprung der drei verschiedenen Bereiche zu klären, wurde der Strahlengang kollimiert sowie Blenden aus Pb, Al und Fe hergestellt, um Reflektionen sowie Durchstrahlung von Bauteilen zu erkennen. Nach Kollimation der Strahlung zwischen Sekundärtarget und Anregungsblende konnte die Kontur/Schärfe der Anregung im unteren Bereich des Bildes verbessert werden (vergleiche Abb. 44 und 26). Durch den Verschluss des Strahlengangs konnte die Anregung im unteren Teil (Abb. 46) eliminiert werden. Eine Pb-Platte wurde vor die Anregungsblende der Probe gelegt. Dadurch wurde die rechteckige Anregung im oberen Bereich des Bildes beseitigt, die von der Durchstrahlung der dünnwandigen Al-Probenblende durch den hochenergetischen Primärstrahl herrührte. Ursache dieser Anregung war eine Reflektion an den Seitenwänden innerhalb der Probenkammer.

Nach Ausblendung von Streustrahlung und weiterer Kollimation des Anregungsstrahls blieb ein belichteter Bereich auf dem Film übrig. Abb. 48 zeigt die optimierte Anregung. Links und rechts zeigt die Anregung eine rel. scharfe Kontur. Diese ist durch die Anregungsblende in der Breite begrenzt und aus diesem Grunde diskret. Der obere Bereich des Anregungsflecks ist ebenfalls relativ diskret. Der untere Bereich läuft in einem Schweif aus. Dieser stammt von der Anregung im 45° Winkel zur Oberfläche.

Aus der Abbildung erhält man einen ersten Eindruck von der erzielten Brennfleckgröße. Entgegen der geplanten und berechneten Anregung ist die bestrahlte Fläche nur ca. 3 cm^2 groß. Die Anlage wurde aber mit einer Anregungsfläche von ca. 10 cm^2 projiziert.