

---

# Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen.....	III
1	Einleitung .....	1
2	Stand der Technik .....	3
2.1	Röntgenspektrometrie .....	3
2.1.1	Röntgenfluoreszenzanalyse.....	3
2.1.2	Röntgenemissionsspektroskopie.....	6
2.2	Wellenlängendispersive Spektrometer.....	7
2.3	Von-Hamos-Geometrie.....	9
2.4	Dispersives Element HAPG.....	10
3	Zielsetzung und Vorgehensweise .....	13
4	Experimentelle Untersuchungen und Entwicklung des Spektrometers .....	15
4.1	Anforderungen an das Spektrometer .....	15
4.1.1	Physikalische Anforderungen.....	15
4.1.2	Technische Anforderungen .....	16
4.2	Experimentelle Untersuchungen zu physikalischen Anforderungen.....	18
4.2.1	Charakterisierung des HAPG-Kristalls .....	18
4.3	Untersuchungen zu technischen Anforderungen .....	23
4.3.1	Charakterisierung der Kristallsegmente .....	23
4.3.2	Experimentelle Untersuchungen zur Doppel-Bragg-Reflexion.....	25
4.3.3	Bestimmung der Form- und Führungsgenauigkeiten.....	32
4.3.4	Messergebnisse.....	33
4.3.5	Einfluss der Strahlgröße auf das Auflösungsvermögen.....	39
4.4	Auslegung und Konstruktion des Spektrometers .....	40
4.4.1	Vergleich möglicher UHV-tauglicher Präzisionsführungskonzepte .....	41
4.4.2	Vergleich möglicher UHV-tauglicher Antriebskonzepte .....	42
4.4.3	Auswahl und Modellierung des Antriebs-Führungs-Konzeptes .....	43
4.4.4	Eigenschaften und Effizienz der Röntgen-CCD-Kamera .....	46
4.4.5	Energieführungsketten.....	48
5	Spektrometerdesign und Charakterisierung des Spektrometers .....	50
5.1	Charakterisierung der Optiken mit monochromatischer Synchrotronstrahlung.....	53

---

5.1.1	Untersuchungen zum Substratmaterial .....	56
5.1.2	Untersuchungen zur Oberflächenbeschaffenheit der HAPG-Schichten...	59
5.2	Charakterisierung des Linearführungssystems .....	63
5.2.1	Analytische Bestimmung der mechanischen Verformung .....	63
5.2.2	Charakterisierung des Linearführungssystems .....	67
5.2.3	Messergebnisse.....	70
5.2.4	Lebensdaueruntersuchungen an der Kühlschlauchführung.....	77
5.3	Automatisierte Justagevorschrift.....	78
5.3.1	Raytracing-Simulationen zur Analyse der Auflösungsdegradation .....	79
5.3.2	Simulation des Auflösungsvermögens .....	96
5.3.3	Manuelle Ausrichtung des Spektrometers.....	98
5.3.4	Aufbau der Justageprozedur.....	100
5.4	Methoden der Bildauswertung .....	102
6	XES Experimente an Vanadium $K\alpha$ -Linien .....	107
6.1	Ausrichtung des Spektrometers.....	108
6.1.1	Justage der Polykapillare und Strahlprofilbestimmung .....	108
6.1.2	Ausrichtung des Spektrometers auf den Pivotpunkt.....	110
6.2	Ausrichtung der dispersiven Elemente zur Fluoreszenzstrahlung .....	111
6.2.1	Ausrichtung der HAPG-Optik entlang der Spektrometerachse .....	112
6.2.2	Ausrichtung der translatorischen Achsen der HAPG-Optik.....	114
6.2.3	Definition von Justagekriterien .....	114
6.2.4	Evaluierung der Justagekriterien.....	120
6.2.5	Evaluierung der erweiterten Kriterien .....	130
6.3	Bestimmung der CCD-Kameraposition mit dem besten Auflösungsvermögen....	133
6.4	Bestimmung des Auflösungsvermögens.....	138
7	Anwendungsbeispiel.....	144
8	Zusammenfassung und Ausblick .....	146
9	Literaturverzeichnis .....	150