

## **7 Zusammenfassung und Ausblick**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden folgende Ergebnisse erzielt:

### **Verbesserung der Positioniergenauigkeit:**

Durch die Einbindung des neuen Verfahrtes konnte die minimale laterale Schrittweite von 2,5  $\mu\text{m}$  auf 100 nm verbessert werden. Die laterale Schrittweite ist so an die minimale Strahltaile, die Schärfentiefe und die maximale Detektionsfrequenz der Photodiode angepasst worden (vgl. Kap. 3). Dadurch können nun SAW mit bis zu 2,5 GHz, im ungünstigsten Fall, bei sehr langsamen Ausbreitungsgeschwindigkeiten (ca.  $1700 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ), mit mindestens sechs Messpunkten pro Wellenlänge abgetastet werden. Während zu Beginn keinerlei Angaben zur Positioniergenauigkeit vorhanden waren und die Positionierung besonders für die stabile Fokussierung innerhalb des Bereichs der Schärfentiefe von 200 nm, ein zu großes mechanisches Spiel aufwies, kann nun zusammen mit dem Einsatz einer Hysteresekompensation eine unidirektionale Wiederholgenauigkeit von 0,5  $\mu\text{m}$  (typischerweise 150 nm) garantiert werden. Die Größe des Fahrweges konnte von max. 1,5 cm (in Fokusrichtung max. 0,25 mm) auf 4,6 cm für alle drei Richtungen erweitert werden. Dies ist eine entscheidende Erleichterung für die Messbereichsauswahl und die Objektmontage. Zusätzlich ist durch die Vorgabe eines Geschwindigkeitsprofils ein erschütterungsarmes Anfahren der Messpunkte möglich geworden, was insbesondere für eine weitere Steigerung der Messgeschwindigkeit wichtig ist. Durch die nun vorhandenen Rotationsencoder können die aktuellen Positionen mit einer Auflösung von 35 nm ausgelesen werden.

### **Neue Funktionen der Steuerung LISA:**

Im Steuerungsprogramm ist nun, wie in Kap.4 beschrieben, eine direkte Vorgabe der gewünschten Position in Längeneinheiten und deren wiederholtes Anfahren, sowohl für die Fokussierungspunkte, als auch für die Punkte zur Bestimmung des Messbereichs, möglich. Durch die nun freie Bestimmung des Messbereichs können Messungen auch solche Bereiche enthalten, in denen eine Fokussierung aufgrund geringer SAW-Amplituden nur schlecht möglich ist. Durch die neue Möglichkeit der Messung bei mehreren Frequenzen pro Messpunkt ist die Bestimmung der Dispersion mit einem maximalen relativen Fehler von ca. 2,5 % möglich (vgl. Kap.6.3.2). Eingeschränkt wird die Vergleichbarkeit der Amplituden der Multifrequenzmessungen jedoch durch die vorhandene Nichtlinearität der Photodiode über einen großen Frequenzbereich. Bei einer schmalbandigen Wellenanregung durch IDT's ist diese jedoch von untergeordneter Relevanz. Die gewonnenen Messdaten für die einzelnen

Frequenzen, sowie die Messeinstellungen werden in separaten Dateien protokolliert. Die Wiederholung einer Messung ist so nun durchführbar.

#### Verbesserungen durch den Einsatz der Interfaceplatine:

Durch die Entwicklung einer Interfaceplatine konnte das durch die von Newport vorgesehene Controllerkommunikation sehr langsam gewordene Steuerungsprogramm entlastet werden. So muss nun die Anzeige der aktuellen Messdaten nicht mehr deaktiviert sein und eine eventuelle zukünftige Erweiterung durch eine Fokusregelung und eine weitere Steigerung der Messgeschwindigkeit wird möglich. Darüber hinaus bietet die Interfaceplatine die zusätzlichen in Kap.5 behandelten Funktionalitäten: Es kann als Ersatz für den Funktionsgenerator eine mit dem NWA synchronisierte stufenförmige Referenzspiegelanregung durchgeführt werden, mit dem Vorteil zu früher, dass der Spiegel trotz Arbeitspunkteinstellung an jedem Messpunkt nahezu in Ruhe ist. Allerdings hat sich bei ersten Tests gezeigt, dass die Qualität des vorhandenen DA-Wandlers für eine saubere Signalerzeugung nicht ausreicht. Die Einbindung eines hochwertigen DA-Wandlers ist jedoch durch vorgesehene Erweiterungsports leicht möglich. Daneben wurde eine elektronische Handsteuerung entwickelt. Durch diese kann die Einstellung einer Messung ohne Berührung des Messplatzes durchgeführt werden. Sie ist insbesondere bei der Einstellung des Messplatzes für hohe Frequenzen notwendig. Auch sind damit angewählte Fokuspositionen, im Gegensatz zur manuellen Justierung, für die DC-Motoren garantiert erreichbar.

Für das gesamte Meßsystem lässt sich im Fall einer relativen Amplitudenmessung ein empirisch ermittelter relativer Gesamtfehler im Bereich von durchschnittlich 16 % angeben. Für eine Phasenmessung liegt dieser, abgesehen von den in Kap.6.3.2.2 diskutierten Unstetigkeitsstellen, bei ca. 3 %. Der Messbereich kann mit der gegebenen Genauigkeit beim nun vorhandenen Aufbau, je nach Einstellung, mit maximalen Messgeschwindigkeiten von ca. 10000  $\frac{\text{Messpunkten}}{\text{h}}$  abgefahren werden. Für Multifrequenzmessungen ist die Anzahl der möglichen Datenpunkte pro Sekunde, abgesehen von der Dauer der zusätzlichen Messdatenverarbeitung, entsprechend höher.

Für die nächste Zukunft ist neben einer Bestimmung der absoluten Amplituden durch deren Normierung auf die lokale Reflektivität, die Einbindung einer schnellen Fokusregelung vorgesehen. Weiterhin soll eine Methode entwickelt werden, mit diesem Aufbau SAW ohne IDT's anzuregen, um allgemein Materialparameter von Kristallen messen zu können.