

6 Zusammenfassung

Zu Beginn der Arbeit wurden einige Ziele gesetzt, wodurch eine verbesserte Modendetektion in einem beispielsweise mit Katalysatormaterial gefüllten Mikrowellenresonator erreicht werden soll.

Um diese Verbesserung zu ermöglichen, wird im ersten Abschnitt der Arbeit ein Füllmaterial mit anisotropen Eigenschaften betrachtet. Da bei bisherigen Untersuchungen lediglich von einem isotropen Material ausgegangen wurde, war es nötig die theoretischen Gleichungen zur Beschreibung der Resonanzmoden von Grund auf herzuleiten. So war zur Beschreibung der Feldverteilungen in einem idealen Zylinderresonator das Heranziehen der Maxwellgleichungen nötig. Über diese konnten gleichzeitig auch Gleichungen zur Beschreibung der Resonanzfrequenzen ermittelt werden. Weiterhin wurde die Anisotropie auch bei den verschiedenen Resonatorgüten berücksichtigt.

Neben der Möglichkeit das Füllmaterial des Resonators besser beschreiben zu können, sollte auch eine alternative Möglichkeit zur Anregung und Messung der Resonanzmoden gefunden werden, da die bisher eingesetzten Stiftkoppler häufig starke Störungen der Feldverteilung zur Folge haben. Deshalb wurde zur Anregung eine Aperturkopplung ausgewählt und deren Geometrie so ausgelegt, dass die Störung des Resonators möglichst gering ausfällt, aber eine Messung der Resonanzparameter über einen handelsüblichen NWA dennoch problemlos möglich ist. Zudem kann die auftretende Beeinflussung des Resonators qualitativ über die Gleichungen zur Berechnung der externen Güte abgeschätzt werden. Um alle beschriebenen Güten bestimmen zu können, wurde zudem das Matlabskript *Freq_Quality_Resonator.m* erstellt.

Zur Ermittlung der Resonanzparameter aus den Mess- oder Simulationsdaten werden die S-Parameter der Resonanzen über eine Modellfunktion auf Basis eines Ersatzschaltbildes theoretisch vorhergesagt. Meist handelt es sich bei dem ESB um einen einfachen RCL-Schwingkreis. Durch diesen kann allerdings nur eine einzelne Mode beschrieben werden. Damit die gegenseitige Beeinflussung zwischen benachbarten Moden nachvollzogen werden kann, wurde eine Summenfunktion entwickelt. Mit dieser können Effekte, wie Antiresonanzen oder starke Resonanzverschiebungen, erklärt werden. Allerdings ist es auch mit dieser nicht möglich die Güten exakt zu ermitteln.

Anschließend an die rein theoretische Betrachtung des Resonators sollten die hergeleiteten Formeln durch Simulationen bestätigt werden. Hierbei zeigte sich eine teils sehr gute Übereinstimmung zwischen der Theorie und den Simulationsergebnissen. Zudem wurde nachgewiesen, dass durch die Drehung der Hohlleiter unterschiedliche Moden angeregt werden können und so eine Rückrechnung unterstützt werden kann. Problematisch bei den Simulationen war

ein zusätzlicher starker Einflussfaktor, welcher bei dem realen Messaufbau nicht auftritt. Hierbei handelt es sich um die simulierten Hohlleiter, welche kein perfektes Übertragungsverhalten besitzen. Um diesen Einfluss auf die Resonanzparameter herausrechnen zu können, wurde das Skript *TwoPortCorr.m* erstellt.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde ein Rückrechenskript *Rueck_SPara.m* geschrieben, welches aus S-Parametern die Materialeigenschaften des Füllmaterials extrahiert. Die Funktionsfähigkeit konnte mit simulierten Daten bestätigt werden. Abschließend wurde das Messsystem an einem realen Katalysator getestet. Auch hier lieferte das Rückrechenskript sinnvolle Ergebnisse und es zeigte sich, dass das Katalysatormaterial eine leichte Anisotropie besitzt. Auch stimmen die ermittelten Materialparameter gut mit früheren Untersuchungen überein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Arbeit ein besseres Verständnis der Auswirkungen der Katalysatorparameter auf die Resonanzparameter erreicht wurde. Zudem konnten die Störungen im Messsystem durch eine neue Ankopplung reduziert werden. So sollte es in Zukunft möglich sein, die Parameter des Katalysatormaterials und damit dessen Beladungszustand besser vorhersagen zu können. Dadurch wird in Zukunft mit diesem mikrowellenbasierten Messverfahren die Regelung der Abgasnachbehandlungssysteme optimiert werden können.