



## Koheräntes Messverfahren für Ferritin Einlagerungen



Abb. 1 Messaufbau mit einem künstlichen Kopf

### Problemstellung

In unserer heutigen Gesellschaft treten vermehrt neurodegenerative Erkrankungen auf wie Demenzformen oder Alzheimer. Lange bevor die ersten Symptome sichtbar werden, können diese Erkrankungen jedoch schon festgestellt werden. Die Einlagerung von Ferritinmolekülen steigt in messbarer Weise an. Ferritine sind Eisenproteine welche als Speicherstoff für Eisen dienen. Bislang stehen in der Diagnostik nur teure, bildgebende Verfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), zur Verfügung, welche diese Ferritinnengen messen. Das Ziel dieser Arbeit ist eine Machbarkeitsstudie einer alternativen Messelektronik, um 33 g Eisen messen zu können.

### Lösungskonzept

Die Phasenverschiebung im Magnetfeld zwischen Sender- und Empfängerspule ändert sich, je nach Materialien im Übertragungskanal und Frequenz der Übertragung. Gewisse Materialien wie z. B. Eisen (Ferritin) haben einen grösseren Einfluss als andere aufgrund ihrer relativen magnetischen Permeabilität. Dieser Effekt wird verwendet, um festzustellen wie viel Ferritin im Übertragungskanal und dadurch im Kopf eines Menschen vorhanden ist.

### Realisierung

Um die Übertragung zu verstärken, werden Schwingkreise im Sender und Empfänger verwendet. Die verwendeten Spulen werden selbst entwickelt und optimiert. Um eine möglichst hohe Phasenverschiebung zu erhalten wird die Schaltung für eine Resonanzfrequenz von 8 MHz dimensioniert. Die Phasenverschiebung wird mit einem Vektor-Netzwerk-Analyzer (VNA) gemessen. Die Phasendifferenzen werden automatisiert an einem künstlichen Kopf ausgemessen. Der Median der Boxplotdiagramme bestimmt die Differenz.

### Ergebnisse

Es ist möglich mit dieser Messmethode 33 g Eisen zu messen. Das Problem ist, dass die Phasendifferenz mit der Menge an Eisen und der Frequenz der Übertragung steigt. Die Frequenz kann aber nicht beliebig vergrößert werden da bei ca. 60.4 MHz die Eindringtiefe im Kopf zu klein ist und kein Durchgangssignal mehr empfangen werden kann. Die 33 g Eisen sind jetzt schon sehr schwer zu messen, da die Phasendifferenz nur wenige Grad beträgt. Die reale Menge von Eisen (bzw. Ferritin) beträgt ca 1 g und es kann sein, dass die Schaltung nicht so sensibel entwickelt werden kann.

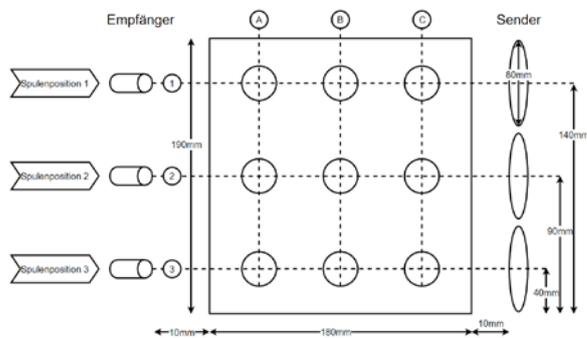


Abb. 2 Messpunkte am künstlichen Kopf für die Positionsbestimmung der Proben

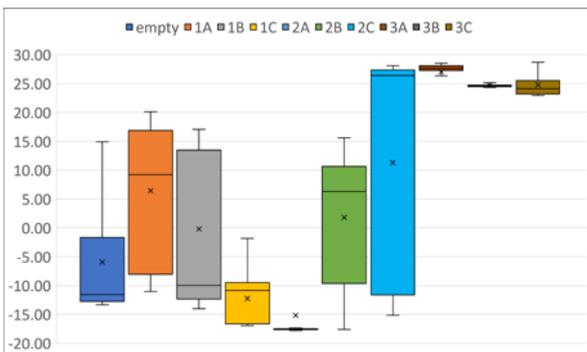


Abb. 3 Messresultate der Phasendifferenzen an den verschiedenen Positionen