

## Implementierung spiraler MRT-Sequenzen für die Spin-Lock basierte Bildgebung des Herzmuskels

### Worum geht es?

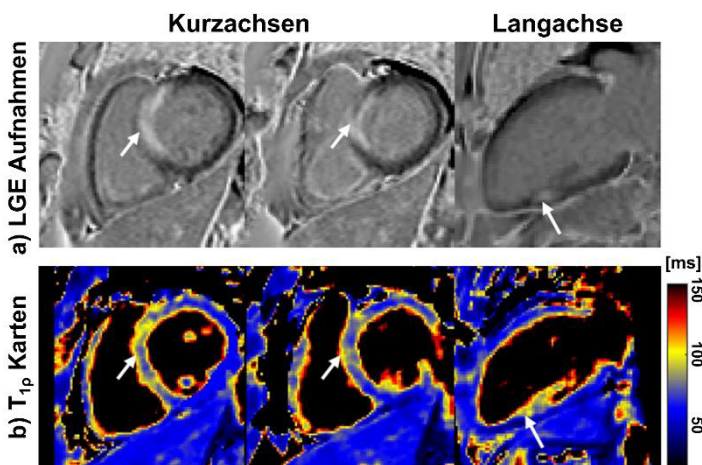
Die Magnetresonanztomographie (MRT) nutzt typischerweise Kontraste, die durch „freie“ Relaxationsprozesse ( $T_1$  und  $T_2$  Relaxation) erzeugt werden. Die Sensitivität dieser Prozesse liegt hierbei im Bereich der Larmorfrequenz und somit bei klinischen MR-Systemen im MHz-Bereich. Eine Spin-Lock-Präparation kann hingegen genutzt werden, um diese Sensitivität selektiv in den niederfrequenten Bereich und somit auf Gewebeänderungen der makromolekularen Struktur zu verschieben. Hier finden die Relaxationsprozesse ( $T_{1\rho}$  und  $T_{2\rho}$ ) nicht frei sondern unter dem Einfluss eines Spin-Lock-Pulses statt. Für die Bildgebung des Herzmuskels verfügt die  $T_{1\rho}$  Relaxation über ein hohes Potential, da eine  $T_{1\rho}$ -Quantifizierung eine Detektion myokardialer Fibrose ohne Verabreichung eines Kontrastmittels ermöglicht [1]. Die Spin-Lock basierte Bildgebung des Herzmuskels ist jedoch auf mehreren Ebenen komplex sowie technisch aufwendig.

### Was ist zu tun?

Das Ziel dieses Projektes ist die Implementierung einer kardialen Spiral-Sequenz, die in Kombination mit einer Spin-Lock-Präparation eine **Quantifizierung von  $T_{1\rho}$  im Herzmuskel** unter *in vivo* Bedingungen ermöglicht. Für die Messungen steht ein klinischer 3T MR-Tomograph (Siemens MAGNETOM Skyra) zur Verfügung. Die Sequenz-Implementierung erfolgt innerhalb des neuen Pulseq-Frameworks in Matlab. Ein Hauptteil der Arbeit wird die Entwicklung eines robusten Spiral-Readouts umfassen. Hier kann auf Vorarbeiten unserer Arbeitsgruppe [2,3] und der experimentellen Radiologie des Universitätsklinikums [4] zurückgegriffen werden.

### Das interessiert mich! An wen muss ich mich wenden??

Wenn du dich angesprochen fühlst, melde dich bei Maximilian Gram (maximilian.gram@physik.uni-wuerzburg.de, A-032), Petra Albertova (petra.albertova@physik.uni-wuerzburg.de, A032) oder direkt bei Prof. P.M. Jakob (peja@physik.uni-wuerzburg.de, B-040c).



Detektion myokardialer Fibrose mittels Late-Gadolinium-Enhancement (LGE, Kontrastmittel basiert) und nativer  $T_{1\rho}$  Quantifizierung [1]. Die Pfeile zeigen die Regionen im Herzmuskel, bei denen eine fibrotische Vernarbung vorliegt.

[1] Qi H et al. *Respiratory motion-compensated high-resolution 3D whole-heart  $T_{1\rho}$  mapping*. J Cardiovasc Magn Reson. 2020 Feb 3;22(1):12

[2] Gram M et al. *Fast myocardial  $T_{1\rho}$  mapping in mice using  $k$ -space weighted image contrast and a Bloch simulation-optimized radial sampling pattern*. MAGMA. 2021 Sep 7

[3] Gram M, Albertova P et al. *Towards robust in vivo quantification of oscillating biomagnetic fields using Rotary Excitation based MRI*. 2022. SciRep Preprint

[4] Eirich P et al. *Cardiac real-time MRI using a pre-emphasized spiral acquisition based on the gradient system transfer function*. Magn Reson Med. 2021 May;85(5):2747-2760

## Implementation of spiral MRI sequences for spin-lock based imaging of the myocardium

### Background

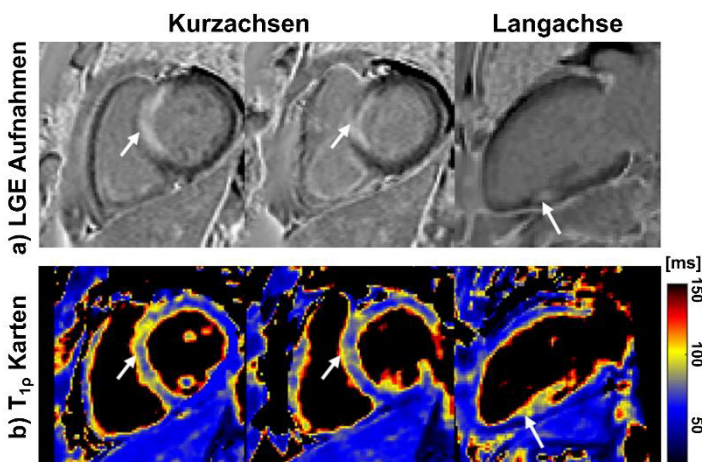
Magnetic resonance imaging (MRI) typically uses contrasts generated by "free" relaxation processes ( $T_1$  and  $T_2$  relaxation). The sensitivity of these processes is in the range of the Larmor frequency and thus in the MHz range for clinical MRI systems. A spin-lock preparation, on the other hand, can be used to selectively shift this sensitivity to the low-frequency range and thus to processes in macromolecular structure. Here, the relaxation processes ( $T_{1p}$  and  $T_{2p}$ ) do not occur freely but under the influence of a spin-lock pulse. For myocardial imaging,  $T_{1p}$  relaxation has a high potential because  $T_{1p}$  quantification allows detection of myocardial fibrosis without administration of a contrast agent [1]. However, spin-lock based imaging of the myocardium is complex on several levels as well as technically expensive.

### Project goals

The aim of this project is to implement a cardiac spiral sequence that, in combination with spin-lock preparation, allows **quantification of  $T_{1p}$  in the myocardium** under *in vivo* conditions. A clinical 3T MR tomograph (Siemens MAGNETOM Skyra) is available for the measurements. The sequence implementation will be done within the new Pulseseq framework in Matlab. A major part of the work will involve the development of a robust spiral readout. Here, we can draw on prior work by our group [2,3] and the experimental radiology group at the University Hospital [4].

### I am interested! Who should I contact??

If you are interested, please contact Maximilian Gram (maximilian.gram@physik.uni-wuerzburg.de, A-032), Petra Albertova (petra.albertova@physik.uni-wuerzburg.de, A032), or Prof. P.M. Jakob directly (peja@physik.uni-wuerzburg.de, B-040c).



Detection of myocardial fibrosis using late-gadolinium enhancement (LGE, contrast agent based) and native  $T_{1p}$  quantification [1]. The arrows show the regions in the myocardium where fibrotic scars are present.

[1] Qi H et al. *Respiratory motion-compensated high-resolution 3D whole-heart  $T_{1p}$  mapping*. J Cardiovasc Magn Reson. 2020 Feb 3;22(1):12

[2] Gram M et al. *Fast myocardial  $T_{1p}$  mapping in mice using k-space weighted image contrast and a Bloch simulation-optimized radial sampling pattern*. MAGMA. 2021 Sep 7

[3] Gram M, Albertova P et al. *Towards robust in vivo quantification of oscillating biomagnetic fields using Rotary Excitation based MRI*. 2022. SciRep Preprint

[4] Eirich P et al. *Cardiac real-time MRI using a pre-emphasized spiral acquisition based on the gradient system transfer function*. Magn Reson Med. 2021 May;85(5):2747-2760