* GPR-Förderstipendium zur Weiterentwicklung der Kinder- und Jugendradiologie

Erfahrungsbericht

Radiomics auf T2-gewichteten intrauterinen MRT-Sequenzen bei kongenitaler Zwerchfellhernie (CDH)

Einrichtung	Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Universität Wien, Allgemeines Krankenhaus Wien
Zeitraum	Februar – März 2026
Verfasst von	Leo Reinartz, Mannheim, 17.05.2026
Betreut durch	Prof. Dr. Meike Weis, M. Sc.

Inhaltsverzeichnis

1 Die Gasteinrichtung **2**
1.1 Das Allgemeine Krankenhaus der Stadt Wien (AKH) 2
1.2 Die Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin 2

2 Der Grund für den Aufenthalt **2**

3 Die gastgebende Abteilung **3**
3.1 Klinische Abteilung für Neuroradiologie und Muskuloskelettale Radiologie 3

4 Das eigene Projekt **4**
4.1 Hintergrund und Fragestellung 4
4.2 Methodik und Durchführung 5
4.3 Erste Ergebnisse und Zwischenstand 6
4.4 Weiteres Vorgehen 6

5 Ausbildung und Lehre **8**

6 Wissenschaft und Forschung **8**

7 Persönliche Erfahrungen **9**

8 Zusammenfassung und Ausblick **10**
8.1 Kernerkenntnisse 10
8.2 Anregungen für die eigene Einrichtung 11
8.3 Persönliche Weiterentwicklung 11
8.4 Ausblick 12

1 Die Gasteinrichtung

1.1 Das Allgemeine Krankenhaus der Stadt Wien (AKH)

Das AKH Wien ist das Universitätsklinikum der Stadt Wien, das größte Krankenhaus Österreichs und eines der größten Europas. Im Newsweek-Ranking der besten Krankenhäuser weltweit belegte es 2024 den 25. Platz. Es ist gleichzeitig Sitz der Medizinischen Universität Wien. Die Ursprünge des Hauses reichen bis 1686 zurück; die eigentliche Eröffnung als allgemeines Krankenhaus erfolgte 1784 auf Initiative Kaiser Josephs II. Im 19. und frühen 20. Jahrhundert war das AKH ein weltweit bedeutendes Zentrum medizinischer Forschung – hier wurden u. a. 1901 die Blutgruppen entdeckt und mehrere Nobelpreise errungen. Heute verfügt das Haus über 1.706 Betten, 48 OP-Säle und beschäftigt knapp 9.000 Mitarbeitende, darunter über 1.600 Ärztinnen und Ärzte. Jährlich werden über 60.000 stationäre und mehr als 500.000 ambulante Behandlungen durchgeführt.

1.2 Die Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin

Die Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin unter der Leitung von Univ.-Prof.^{in} Dr.^{in} Ulrike Attenberger zählt zu den größten und leistungsstärksten radiologischen Einrichtungen Europas. Sie gliedert sich in vier klinische Abteilungen – darunter Allgemeine Radiologie und Kinderradiologie sowie Neuroradiologie – und verfügt über eigene Forschungslabore für bildgebende Verfahren.

2 Der Grund für den Aufenthalt

Die Universitätsklinika Wien und Mannheim verbindet eine langjährige kollegiale Verbindung – insbesondere in der Radiologie haben Kolleginnen und Kollegen beider Häuser Ausbildungsabschnitte am jeweils anderen Zentrum absolviert; so hat auch Frau Prof. Attenberger einen Teil ihrer Ausbildung in Mannheim verbracht. Diese gewachsene Partnerschaft machte eine erste Kontaktaufnahme unkompliziert und vertrauensvoll. Da beide Zentren international zu den führenden in der MRT-Forschung perinataler Krankheitsbilder zählen – Mannheim insbesondere durch seine CDH-Expertise, Wien durch seine einzigartige Erfahrung in der fetalen MRT mit über 7.000 Untersuchungen –, bot sich eine wissenschaftliche Zusammenarbeit an. Meine Promotion, die ich im weiteren Verlauf näher beschreibe, bot die ideale

Gelegenheit, diese Kräfte zu bündeln: als erstes gemeinsames Projekt, das den Grundstein für eine langfristige Kooperation legen und durch einen gemeinsamen Kooperationsvertrag institutionell verankert werden sollte.

3 Die gastgebende Abteilung

3.1 Klinische Abteilung für Neuroradiologie und Muskuloskelettale Radiologie

Gastgebende Abteilung meines Aufenthalts war die Klinische Abteilung für Neuroradiologie und Muskuloskeletale Radiologie der Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin. Die Abteilung wird seit April 2023 von Univ.-Prof. Dr. Gregor Kasprian geleitet, der die Professur für Neuroradiologie an der MedUni Wien übernommen hat. Prof. Kasprian ist Co-Autor von über 200 Originalarbeiten und ist im Editorial Board des American Journal of Neuroradiology sowie der European Radiology tätig. Das klinische Spektrum der Abteilung ist breit und hochspezialisiert: Es umfasst die fetale MRT, die Kinderneuroradiologie und Epilepsiebildgebung, die muskuloskelettale und neuromuskuläre Bildgebung, bildgesteuerte Interventionen sowie die prächirurgische funktionelle MRT und die intraoperative MRT. Ein besonderes Alleinstellungsmerkmal ist die fetale MRT: Mit insgesamt über 7.000 fetalen MRT-Untersuchungen zählt die Abteilung international zu den führenden Zentren auf diesem Gebiet. Die Forschungsgruppe um Prof. Kasprian entwickelt neueste Technologien im Bereich der fetalen MRT zur Diagnose und Vorhersage von Erkrankungen des zentralen Nervensystems bereits vor der Geburt. Das Ziel ist es, vorgeburtliche biologische Prozesse besser zu verstehen, die zur Entstehung psychiatrischer und neurologischer Erkrankungen beitragen. Institutionell ist das Developmental and Interventional Neuroimaging Lab (DINLAB) als eigenständiges Forschungslabor der Abteilung angegliedert.

4 Das eigene Projekt

4.1 Hintergrund und Fragestellung

Der Titel dieses Erfahrungsberichtes verrät bereits den Inhalt meines Projektes. Im Rahmen meiner Promotion an der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin der Universitätsmedizin Mannheim beschäftige ich mich mit der kongenitalen Zwerchfellhernie. Das Klinikum ist eines der führenden in Europa in der Diagnostik und Therapie des Krankheitsbildes. Aufmerksam geworden auf das Forschungsfeld bin ich durch meine Betreuerin, Frau Prof. Dr. Weis. Sie ist seit Jahren Expertin für die kongenitale Zwerchfellhernie und bot mir eine Promotion an der Schnittstelle zwischen Medizin und Informatik an. Diese Schnittstelle sprach mich durch meinen persönlichen Werdegang sehr an, da ich schon länger ein paralleles Interesse an der Informatik hatte. Ich entschied mich schließlich für dieses Thema, auch weil ich das Umfeld der interdisziplinären Zusammenarbeit vieler Abteilungen für die bestmögliche prä- und neonatale Versorgung als sehr angenehm wahrgenommen habe. Die Fragestellung hinter meiner Promotion ist, ob Radiomics-Analysen von intrauterinen T2-gewichteten MRT-Sequenzen auf sogenannte Features in den Bildern schließen lassen, welche als neue prognostische Marker verwendet werden können. Ein spannender Vergleichs-Marker ist das observed-to-expected Total-Fetal-Lung-Volume bzw. o/e TFLV. Sollte aus dieser retrospektiven Analyse ein solcher Erfolg gelingen, könnten diese Features in prospektiven Studien auf ihre klinische Durabilität getestet werden und als nicht-invasive Untersuchung die Therapie(-planung) der kongenitalen Zwerchfellhernie grundlegend verbessern. Radiomics ist seit mittlerweile 10 Jahren ein gut etabliertes Forschungsfeld in der Radiologie und besonders in der Klassifikation von Malignitäten stark erforscht. Spezifische Krankheitsbilder wie die kongenitale Zwerchfellhernie sind häufig noch nicht (ausreichend) abgebildet. Eine Arbeit von Anfang 2025 beschreibt die Anwendung von Radiomics auf pränatalen und postnatalen T2-gewichteten Sequenzen bei CDH zur Prognostik von Mortalität persistierender pulmonaler Hypertension. Die Autor*innen kommen zu positiven Ergebnissen, verknüpfen aber in ihrer Auswertung klinische Variablen mit Radiomics-Features ohne alleinige Auswertung der prognostischen Qualität der Radiomics-Features, teilweise ohne Einhaltung der Leitlinien der International Biomarker Standardization Initiative (IBSI). Es werden außerdem lediglich sogenannte shape-features verwendet, die die Form und das Volumen der Lunge beschreiben. Diese Features sind leider häufig stark beeinflusst durch das generelle Lungenvolumen als Confounder und beschreiben insofern keine neuen radiologischen Bildmerkmale verglichen mit der schon bestehenden o/e TFLV. Aufgrund dessen und der kleinen Kohorte gab es bisher keine Arbeit, welche die Fragestellung der

Anwendbarkeit von Radiomics bei CDH-MRT ausreichend beantwortet.

4.2 Methodik und Durchführung

Das Studiendesign ist retrospektiv und dual-zentrisch. Wien und Mannheim verfügen zusammen über eine Datenbasis von mehreren tausend CDH-Fällen aus den letzten 20 Jahren. Nach Filterung auf qualitative Standards lassen sich insgesamt ≈650 T2-gewichtete Sequenzen für das Radiomics-Vorhaben verwenden. Ausgeschlossen wurden Sequenzen ohne transversale Aufnahme, mit qualitätsmindernden Artefakten sowie Fälle mit relevanten Komorbiditäten, die Morbidität und Mortalität eigenständig beeinflussen könnten. Das Mannheimer Kollektiv umfasst ca. 500 Patient*innen über 20 Jahre, aufgenommen auf verschiedenen MRT-Geräten mit einheitlichem Protokoll: T2-gewichtete transversale HASTE-Sequenzen (Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin Echo) mit Echozeiten zwischen 65 und 166 ms. Nach Bereinigung werden die Daten pseudonymisiert, personenbezogene Metadaten gelöscht und die Dateien in einer einheitlichen Ordnerstruktur organisiert. Die Radiomics-Pipeline gliedert sich in vier Hauptschritte. Im Preprocessing werden die Bilddaten normalisiert und für eine belastbare Auswertung vorbereitet, unter anderem mithilfe von N4ITK zur Bias-Field-Korrektur. Die Pipeline stützt sich auf die Python-Bibliothek Pyradiomics, die sich an den Vorgaben der International Biomarker Standardization Initiative (IBSI) orientiert und als aktueller Standard gilt. Parallel erfolgt die automatisierte Segmentierung der Lunge durch ein vortrainiertes nnU-Net, das in einer publizierten Studie validiert und in Mannheim ergänzend feinabgestimmt wurde. Nach der Feature-Extraktion mit Pyradiomics folgt eine Harmonisierung der Features mittels ComBat, um Zentren- und Geräteunterschiede auszugleichen. Zur Feature-Selektion werden zunächst nur reproduzierbare Features verwendet: Durch ca. 30 synthetische Varianten jeder Sequenz wird geprüft, ob ein Feature auch unter leichten Bildveränderungen stabil bleibt. Zusätzlich werden stark korrelierte Features ($r > 0{,}9$) auf einen Repräsentanten reduziert, um Redundanz im Modelltraining zu vermeiden. Das Training verschiedener ML-Modelle – von der Logistischen Regression bis zu Ensemble-Methoden wie XGBoost – erfolgt in einem automatisierten Framework mit paralleler Testung mehrerer Feature-Selektionsansätze. Eine besondere methodische Sorgfalt gilt dabei der Klassenimbalanz: Da klinische Endpunkte in retrospektiven Kohorten selten gleichmäßig verteilt sind, wird die kleinere Klasse im Training gezielt stärker gewichtet, um eine verzerrte Modelloptimierung zu vermeiden. Als externes Testset dienen ausschließlich die Wiener Sequenzen, die zu keinem Zeitpunkt in den Trainingsprozess eingeflossen sind. So lässt sich prüfen, ob die Modelle echte biologische Muster erkennen oder lediglich lokale Eigenheiten der Mannheimer Daten gelernt haben. Neben reinen Radiomics-Features werden zwei weitere Szenarien evaluiert: klinische Parameter (insbesondere das o/e TFLV) allein sowie deren Kombination mit Radiomics-Features – um sowohl den eigenständigen Beitrag als auch mögliche additive Effekte zu quantifizieren.

Ein methodisch zentraler Aspekt betrifft den Umgang mit dem o/e TFLV als Vergleichsparameter: Bei leichtfertiger Durchführung von Radiomics könnten Form- und Volumen-Features dominant werden – also letztlich dasselbe messen wie das o/e TFLV selbst, statt neue Texturinformation beizusteuern. Die Pipeline ist explizit darauf ausgelegt, diesen Confounder zu kontrollieren und echte Texturmerkmale herauszuarbeiten. Während meiner Arbeit an der Pipeline wurde ich von Prof. Kasprian, Dr. Fischmeister sowie den weiteren Forschenden der Abteilungen für Radiologie und Neurologie tatkräftig unterstützt. Fragen wurden stets prompt und offen beantwortet; die Zusammenarbeit war produktiv und kollegial.

4.3 Erste Ergebnisse und Zwischenstand

Der Aufenthalt in Wien war methodisch ausgerichtet: Im Vordergrund stand nicht die finale Auswertung, sondern der Aufbau einer robusten, IBSI-konformen Radiomics-Pipeline, die belastbare Ergebnisse liefern kann. Dieser Schritt ist bewusst dem eigentlichen Modelltraining vorgelagert – denn wie die Auseinandersetzung mit der bestehenden Literatur gezeigt hat, scheitern viele Radiomics-Studien nicht an den Modellen selbst, sondern an methodischen Schwächen im Preprocessing, der Harmonisierung und dem Umgang mit Klassenimbalanz. Eine Pipeline, die diese Fallstricke systematisch adressiert, ist damit die eigentliche wissenschaftliche Leistung dieses Aufenthalts. Auf dieser Grundlage lassen sich bereits erste inhaltliche Beobachtungen festhalten: In den Mannheimer Sequenzen finden sich Texturmerkmale, die stabil über synthetische Bildvarianten reproduzierbar sind und nach Korrelationsbereinigung als valide Features gelten können. Erste explorative Analysen deuten darauf hin, dass diese Texturfeatures tatsächlich Bildinformation kodieren, die über das reine Lungenvolumen – und damit über das o/e TFLV – hinausgeht. Ob diese Merkmale prognostisch relevant sind und klinischen Parametern überlegen oder ergänzend sind, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend beurteilen; das externe Testset aus Wien steht für die finale Validierung noch aus. Bemerkenswert ist der Befund aus der Literaturrecherche: Ein Großteil aktueller Radiomics-Studien beschränkt sich auf Shape-Features und einfache LASSO-Selektion ohne eingehende Auseinandersetzung mit Preprocessing oder Harmonisierung. Gerade bei seltenen Krankheitsbildern wie der CDH mit kleinen, heterogenen Kohorten ist diese methodische Oberflächlichkeit problematisch. Die vorliegende Pipeline setzt hier bewusst andere Maßstäbe.

4.4 Weiteres Vorgehen

Die Radiomics-Pipeline ist fertiggestellt und die Mannheimer Datenbasis vollständig aufbereitet. Der nächste konkrete Schritt ist die Finalisierung der Wiener Daten, die noch strukturiert und pseudonymisiert werden müssen – ein Prozess, der nicht

allein in meiner Hand liegt, aber zeitnah abgeschlossen werden soll. Sobald das externe Testset vorliegt, kann die finale Modellvalidierung durchgeführt und die Ergebnisse der drei Szenarien – Radiomics allein, klinische Parameter allein sowie deren Kombination – statistisch ausgewertet werden. Über die spezifischen Fragestellungen hinaus sollen die gewonnenen Erkenntnisse und validierten Methoden einen allgemeinen Mehrwert für die computergestützte fetale Bildgebung leisten. Damit trägt die Arbeit zur methodischen Weiterentwicklung innerhalb der pädiatrischen Radiologie bei und dient somit unmittelbar der wissenschaftlichen Profilbildung der GPR. Ab Sommer 2026 ist der Beginn der Schreibphase geplant: parallel zur laufenden Auswertung sollen die methodischen und hintergrundgebenden Teile der Publikation sowie der Dissertation ausgearbeitet werden. Ziel ist es, das Manuskript zur Einreichung bis Anfang 2027 fertigzustellen. Die Kooperation zwischen Mannheim und Wien ist damit nicht abgeschlossen, sondern tritt in eine neue Phase: Der bestehende Kooperationsvertrag bildet die institutionelle Grundlage für weitere gemeinsame Projekte. Beide Zentren verfügen über komplementäre Stärken in der prä- und neonatalen MRT-Forschung, die weit über das Krankheitsbild der CDH hinausreichen – etwa im Bereich der fetalen Neuroradiologie und der Plazentabildgebung. Konkrete Folgeprojekte sind bereits in Planung.

5 Ausbildung und Lehre

Die Abteilung verfügt über ein strukturiertes und vielseitiges Fortbildungsprogramm. Den Rahmen bildet eine tägliche Frühbesprechung, in der aktuelle Fälle vorgestellt, interdisziplinäre Fragen diskutiert und organisatorische Belange besprochen werden. Ergänzend finden regelmäßige Konferenzen für alle Mitarbeitenden statt, die sowohl der fachlichen Fortbildung als auch der gemeinsamen Fallbesprechung dienen. Besonders hervorzuheben ist das regelmäßig tagende Fetal-Meeting, an dem alle beteiligten Fachdisziplinen – darunter Neonatologie, Gynäkologie und Radiologie – gemeinsam pränatale Befunde besprechen und die weitere Versorgungsplanung abstimmen und gegenseitig in Fortbildungen die wissenschaftliche und klinische Kompetenz vertiefen. Dieses interdisziplinäre Format verdeutlicht eindrucksvoll, wie tief die Radiologie in den klinischen Entscheidungsprozess eingebunden ist. Die Betreuung in der Abteilung war sowohl hierarchisch als auch kollegial vorbildlich gestaltet. Erfahrene Ärztinnen und Ärzte sowie die leitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler standen jederzeit für Fragen und Gespräche zur Verfügung. Gleichzeitig wurde ein offenes Miteinander unter den Promovierenden und Fellows aktiv gelebt und gefördert. Es herrschte eine Atmosphäre, in der Fragen nicht nur willkommen waren, sondern als selbstverständlicher Teil des wissenschaftlichen Prozesses betrachtet wurden. Die Abteilung stellt hohe wissenschaftliche Ansprüche an ihre Mitarbeitenden, bietet aber gleichzeitig die nötigen Strukturen und Ressourcen, um diesen gerecht zu werden. Die Kombination aus klaren Erwartungen und gezielter Unterstützung – sei es durch Zugang zu moderner Forschungsinfrastruktur, die Förderung von Auslandsaufenthalten oder die interne Begleitung durch erfahrene Kolleginnen und Kollegen – schafft ein Umfeld, das wissenschaftliches Wachstum ermöglicht und aktiv einfordert.

6 Wissenschaft und Forschung

Mein Aufenthalt war thematisch auf den Bereich der fetalen Bildgebung ausgerichtet, sodass ich in erster Linie Einblicke in diesen Forschungsschwerpunkt gewinnen konnte. Die Bandbreite der Forschungsaktivitäten innerhalb der Abteilung ist jedoch deutlich breiter: Neben der fetalen MRT, die das wissenschaftliche Herzstück darstellt, wird intensiv auf den Gebieten der fetalen Kardiologie und der Plazentaforschung gearbeitet. Ein längerer Aufenthalt hätte sicherlich noch weitere spannende Einblicke in die übrigen Forschungsfelder der Abteilung ermöglicht. Die Unterstützung junger Forschender ist dabei institutionell verankert – unter anderem durch die gezielte Förderung und den aktiven Anstoß zu Auslandsaufenthalten an anderen

Institutionen, wie es mein eigener Besuch in Wien eindrücklich belegt. Die Abteilung pflegt zahlreiche Kooperationen – sowohl intern mit anderen klinischen Abteilungen und Kliniken des AKH als auch extern mit nationalen und internationalen Partnern. Das DINLAB (Developmental and Interventional Neuroimaging Lab) bildet dabei eine zentrale Infrastruktur für die wissenschaftliche Arbeit. Die Zusammenarbeit mit Mannheim im Rahmen eines langfristigen Kooperationsvertrags ist ein konkretes Beispiel für diese überregionale Vernetzung und zeigt, wie zielgerichtet solche Partnerschaften gestaltet werden können. Motivierten Ärztinnen und Ärzten wird ausdrücklich die Möglichkeit gegeben, parallel zur klinischen Tätigkeit zu forschen, sich fortzubilden und weitere akademische Qualifikationen zu erwerben. Diese institutionelle Offenheit gegenüber wissenschaftlichem Engagement ist keine Selbstverständlichkeit. Sie ist ein prägendes Merkmal der Abteilungskultur und trägt maßgeblich dazu bei, dass Klinik und Wissenschaft nicht als konkurrierende, sondern als sich gegenseitig bereichernde Sphären wahrgenommen werden. Publikationsleistungen werden von der Abteilung erwartet und als Teil wissenschaftlicher Verantwortung eingefordert – ohne dass dies in einem übermäßig druckerzeugenden oder toxischen Klima geschieht. Es handelt sich vielmehr um eine konstruktive Erwartungshaltung, die in ein insgesamt unterstützendes Umfeld eingebettet ist und so den Unterschied zwischen Anspruch und Belastung deutlich macht.

7 Persönliche Erfahrungen

Bereits vor dem offiziellen Beginn meines Aufenthalts hatte ich die Möglichkeit genutzt, an einem Sonntag durch Wien zu spazieren und das Klinikum zu erkunden – eine bewusste Entscheidung, um am ersten Arbeitstag nicht unvorbereitet zu sein. Der erste Eindruck von Wien und dem imposanten AKH-Gebäude stimmte die Erwartungen in die richtige Richtung. Der erste Arbeitstag verlief herzlich und strukturiert: Ich wurde von meinen Ansprechpartnern, mit denen ich bereits in den Wochen zuvor in Kontakt gestanden hatte, persönlich empfangen und durch alle relevanten Räumlichkeiten geführt. Auch Prof. Kasprian begrüßte mich persönlich. Die Kolleginnen und Kollegen aus der Gruppe der Promovierenden und Forschenden nahmen mich schnell in ihren Alltag auf, zeigten Interesse an meinem Projekt und halfen unkompliziert bei Fragen weiter. Dieses offene, kollegiale Miteinander war von Beginn an spürbar und hielt über den gesamten Aufenthalt an. Zu den wissenschaftlichen Highlights des Aufenthalts zählte die Teilnahme am European Congress of Radiology (ECR) in Wien. Der Kongress bot nicht nur fachliche Impulse und Einblicke in aktuelle Entwicklungen der Radiologie, sondern verlieh der Stadt auch eine besondere Atmosphäre. Abseits der Wissenschaft ermöglichte mir der Aufenthalt ausgiebiges Sightseeing und das Erkunden Wiens auf eigene Faust. Besonders in Erinnerung geblieben ist ein gemeinsamer Jazzabend mit den Kol-

leg*innen der Abteilung – ein gesellschaftlicher Abend, der den Zusammenhalt der Gruppe auf schönste Weise widerspiegelte. Die größten Herausforderungen lagen im wissenschaftlichen Bereich selbst: die methodische Komplexität von Radiomics, Schwierigkeiten bei der Implementierung des Codes und die intensive Auseinandersetzung mit KI-gestützten Entwicklungstools wie Copilot forderten regelmäßig Geduld und Ausdauer. Hinzu kamen gelegentlich schlichte technische Hürden, wie zeitintensive Rechenläufe oder unerwartete Fehler in der Pipeline. Bewältigt habe ich diese durch eine Kombination aus Geduld, dem nächtlichen Laufenlassen der Berechnungen, der engen Absprache mit den Forschenden vor Ort sowie meinen Betreuerinnen und Betreuern in Mannheim und einer gezielten Recherche in der wissenschaftlichen Literatur. Wien ist eine Stadt, die einen nicht loslässt. Die Verbindung aus lebendiger Kulturszene, hervorragender Gastronomie und einer Infrastruktur, die das tägliche Leben angenehm und unkompliziert macht, machte die freie Zeit zu einem echten Vergnügen. Das Flair der Stadt – ob beim abendlichen Spaziergang entlang des Rings, einem Kaffee im Wiener Stil oder beim Erkunden der Museen und Parks – trug erheblich dazu bei, den Aufenthalt auch jenseits des Labors als bereichernde und unvergessliche Erfahrung zu empfinden.

8 Zusammenfassung und Ausblick

8.1 Kernerkenntnisse

Die bisherigen Analysen der Mannheimer Datensätze unterstreichen das Potenzial der texturbasierten Radiomics für die Diagnostik der angeborenen Zwerchfellhernie (CDH). Es zeigt sich, dass T2-gewichtete HASTE-Aufnahmen reproduzierbare Texturmerkmale enthalten, die Aussagekraft unabhängig vom Lungenvolumen haben. Diese Merkmale könnten im Vergleich zum etablierten o/e TFLV entscheidende neue prognostische Informationen liefern und bilden somit die methodische Basis für die nun anstehende Validierung am Wiener Testset. Ein wesentliches Lernergebnis des Forschungsaufenthalts ist dabei die Bedeutung einer kompromisslosen methodischen Sorgfalt. In der Auseinandersetzung mit der aktuellen Studienlage wurde deutlich, dass viele Arbeiten durch Defizite im Preprocessing oder bei der Harmonisierung an Belastbarkeit verlieren. Die konsequente Orientierung an den IBSI-Leitlinien war daher für dieses Projekt essenziell, um eine Pipeline zu entwickeln, deren Ergebnisse auch im klinischen Alltag Bestand haben. Diese fachliche Arbeit wurde maßgeblich durch die enge interdisziplinäre Vernetzung an der MedUni Wien bereichert. In Formaten wie den Fetal-Meetings wurde erlebbar, wie die Radiologie als integraler Teil eines multidisziplinären Netzwerks die diagnostische Qualität hebt. Diese Kultur der Offenheit und die gezielte Förderung

junger Forschender sind kein Zufall, sondern ein entscheidender Standortfaktor, der die Motivation und die wissenschaftliche Qualität nachhaltig prägt. Schließlich verdeutlicht das Projekt, dass gerade bei seltenen Erkrankungen wie der CDH internationale Kooperationen unverzichtbar sind. Die Zusammenführung der Mannheimer und Wiener Datenbestände ermöglicht eine externe Validierung, die weit über die Möglichkeiten eines Einzelzentrums hinausgeht. Diese Synergie ist nicht nur eine methodische Notwendigkeit, sondern der Schlüssel zu statistisch validen und klinisch relevanten Aussagen.

8.2 Anregungen für die eigene Einrichtung

Der Aufenthalt hat den Blick auf die eigene Institution geschärft – nicht im Sinne von Kritik, sondern durch den Vergleich mit einem anderen, exzellenten Forschungsumfeld. Einige Beobachtungen, die sich aus dieser Außenperspektive ergeben: Das Wiener Fetal-Meeting hat eindrücklich gezeigt, welchen Mehrwert ein regelmäßiges, fachübergreifendes Format haben kann, in dem pränatale und neonatale Fälle gemeinsam von Radiologie, Geburtshilfe, Neonatologie und Kinderchirurgie besprochen werden. In Mannheim existieren ähnliche Strukturen – es wäre lohnenswert zu prüfen, ob diese weiter gestärkt oder formalisiert werden könnten, um den interdisziplinären Austausch noch gezielter zu nutzen. Auf Basis der in diesem Projekt entwickelten Pipeline bietet sich zudem die Gelegenheit, einen institutionell verankerten Standard für künftige Radiomics-Studien zu schaffen – einschließlich Preprocessing-Protokollen, Harmonisierungsverfahren und Dokumentationsstandards. Dies würde Folgearbeiten eine solide methodische Grundlage geben und den Anschluss an internationale Standards sichern. Schließlich hat der eigene Aufenthalt gezeigt, wie wertvoll der direkte wissenschaftliche und persönliche Austausch an einer anderen Institution ist. Die GPR-Förderung hat diesen Schritt ermöglicht; eine systematische Unterstützung solcher Aufenthalte – durch institutionelle Partnerschaften und administrative Erleichterung – wäre eine nachhaltige Investition in den wissenschaftlichen Nachwuchs.

8.3 Persönliche Weiterentwicklung

Fachlich hat der Aufenthalt mein Verständnis für die Komplexität von Radiomics-Studien erheblich vertieft. Die intensive Auseinandersetzung mit Preprocessing, Harmonisierung, Feature-Selektion und Machine-Learning-Modellen im Kontext einer realen, mehrzentrisch angelegten Studie hat mein methodisches Repertoire deutlich erweitert. Die Arbeit in einem international renommierten Forschungsumfeld hat zudem mein Bewusstsein für wissenschaftliche Standards und die Notwendigkeit rigoroser Methodik geschärft. Persönlich nehme ich vor allem die Erfahrung mit, dass wissenschaftliche Zusammenarbeit über Institutionsgrenzen hinweg auf

menschlicher Ebene funktioniert – durch Offenheit, gegenseitiges Interesse und den gemeinsamen Antrieb, etwas Sinnvolles zu erforschen. Das Netzwerk, das ich in Wien aufbauen konnte, sowie die Begegnungen, die in dieser Zeit entstanden sind, stellen einen nachhaltigen Gewinn dar, der weit über die Promotion hinausreicht.

8.4 Ausblick

Die nächsten Schritte sind klar definiert: Nach Fertigstellung der Wiener Datenbasis erfolgt die finale Modellvalidierung am externen Testset. Ab Sommer 2026 beginnt die Schreibphase – parallel zur laufenden Auswertung werden die Manuskriptteile für Publikation und Dissertation ausgearbeitet, mit dem Ziel einer Einreichung Anfang 2027. Die Kooperation zwischen Mannheim und Wien wird im Rahmen des bestehenden Vertrags fortgeführt; weitere gemeinsame Projekte im Bereich der fetalen MRT sind bereits in Planung.

Danksagung

Ich danke der GPR sehr herzlich für die großzügige Förderung dieses Auslandsaufenthalts sowie allen Kolleginnen und Kollegen an der MedUni Wien für die warmherzige Aufnahme und die vielfältigen Einblicke!

Mannheim, den 17.05.2026

Leo Reinartz
Universitätsmedizin Mannheim