

18 JUNI 2025

- Posteingang -

2025/117C

Betreuungsvereinbarung
zum Promotionsverfahren Dr. med./Dr. med. dent.

Die Betreuungsvereinbarung folgt den Empfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG-Vordruck 1.90 – 10/14) und dient dazu Transparenz über die Rechte und Pflichten der Promovierenden und der Betreuenden herzustellen. Mit Abgabe der unterzeichneten Betreuungsvereinbarung im Dekanat wird nach § 5 Absatz 3 der Promotionsordnung in der Fassung vom 13.07.17 die Zulassung zur Qualifikationsphase beantragt.

9.12.21

Zwischen

(Doktorand*in)

Herr

Herr Samuel Abraham chang

An der Ziegelei 6, 53127 Bonn

s4sachan@uni-bonn.de

und

(Doktorvater*mutter/Erstbetreuer*in)

Herr

Prof. Dr. Thomas Ach

Universitätsklinikum Bonn, Augenklinik

Venusberg-Campus 1 | D-53127 Bonn | Germany

Thomas.ach@ukbonn.de

und ggf.

(Zweitbetreuer*in) (nicht verpflichtend)

Herr

Dr. Kiran Suresh Kumar and Frau Dr. Katharina Wall

Universitätsklinikum Bonn, Augenklinik

Venusberg-Campus 1 | D-53127 Bonn | Germany

Kiran.Kumar@ukbonn.de , Katharina.Wall@ukbonn.de

werden folgende Vereinbarungen getroffen:

1. Der*Die Doktorand*in erstellt als selbstständige wissenschaftliche Arbeit eine Dissertation mit dem Arbeitstitel:

Automatisierte KI-gestützte Erkennung struktureller optischer Kohärenztomographie-Biomarker zur Vorhersage der Netzhautfunktion bei diabetischer Netzhauterkrankung.

Herr Samuel Abraham chang

2. Die Betreuungsvereinbarung gilt von **07.2025** bis **1.2027**. Eine Verlängerung der Laufzeit ist möglich.

3. Der Betreuungsvereinbarung angefügt ist ein inhaltlich strukturierter vorläufiger Zeit- und Arbeitsplan sowie ein orientierter Abstract (max. 2 Seiten), der von dem*der Doktoranden*in vorbereitet und mit dem*der Betreuer*in besprochen wird. Das Vorliegen eines Arbeitsplanes ist Voraussetzung zur Zulassung zur Qualifikationsphase. Abstract und Zeitplan sind unter Punkt 8 elektronisch einzufügen.

4. Der*Die Betreuer*in verpflichtet sich

4.1 den*die Doktoranden*in kontinuierlich fachlich zu beraten und in das Fachgebiet und das relevante wissenschaftliche Umfeld einzuführen,

4.2 Empfehlungen zur Formulierung und Begrenzung von Thema und Problemstellungen zu geben,

4.3 Hypothesen und Methoden zu diskutieren und zu beurteilen,

4.4 Resultate und deren Beurteilung zu besprechen,

4.5 die Teilnahme an themenbezogenen wissenschaftlichen Tagungen entsprechend den finanziellen Möglichkeiten zu fördern,

4.6 sich regelmäßig mit dem*der Doktoranden*in zu einer ausführlichen Besprechung zu treffen,

4.7 die Disposition und die Darstellung (Aufbau, Sprache) der Dissertation mit dem Ziel einer zeitnahen Fertigstellung zu begleiten.

4.8 Sofern ein*e Zweitbetreuer*in bestellt ist, können die Pflichten von Erst- und Zweitbetreuer*in gemeinsam wahrgenommen werden.

5. Pflichten des*der Doktoranden*in

5.1 Der*Die Doktorand*in verpflichtet sich durch zielgerichtetes, eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten im Promotionsvorhaben und durch kontinuierliches Kontakthalten zu der Erstbetreuerin/dem Erstbetreuer die unter Punkt 4 genannten Betreuungsleistungen zu ermöglichen und zu nutzen.

5.2 Der*Die Doktorand*in hat auf Anfrage jederzeit Auskünfte zum Stand und Fortschritt des Dissertationsvorhabens gegenüber dem*der Erstbetreuer*in, der*die Zweitbetreuer*in und dem Promotionsausschuss zu geben. Der*Die Doktorand*in hat auch Auskunft über die Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen zu erteilen.

5.3 Der*Die Doktorand*in ist verpflichtet, alle im Rahmen der Promotion erhobenen wissenschaftlichen Daten und Protokolle der Erstbetreuerin/dem Erstbetreuer zur Verfügung zu stellen.

6. Der*Die Doktorand*in und der*die Betreuer*in verpflichten sich die Grundsätze zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis, veröffentlicht in den Amtlichen Bekanntmachungen der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn in der jeweils geltenden Fassung einzuhalten.

7. Konflikte und Beendigung der Betreuungsvereinbarung

7.1 In Konfliktfällen, die zwischen den Beteiligten nicht gelöst werden können, kann der*die Erstbetreuer*in oder der*die Doktorand*in Promotionsausschuss einschalten, der versuchen soll, Konflikte im gegenseitigen Einvernehmen zu lösen.

7.2 Für den Fall, dass der*die Doktorand*in von seinem*ihrem Abstand nehmen möchte, kann sie/er das Betreuungsverhältnis jederzeit ohne Angabe von Gründen beenden.

7.3 Ebenso kann die Betreuungsvereinbarung jederzeit im gegenseitigen Einvernehmen beendet werden, wenn zwischen Erstbetreuer*in und Doktorand*in Einigkeit besteht, dass das Promotionsvorhaben durch die Doktorand*in nicht zu bewältigen ist. Besteht in diesen Fällen keine einvernehmliche Einschätzung, kann die Betreuungsvereinbarung mit Zustimmung des Promotionsausschusses der Fakultät aufgelöst werden.

7.4 Im Falle einer Auflösung des Betreuungsverhältnisses durch den*die Erstbetreuer*in, prüft der Promotionsausschuss der Fakultät, ob ein alternatives fachlich angemessenes Betreuungsverhältnis möglich ist. Dasselbe gilt auch, wenn die Erstbetreuerin/der Erstbetreuer wegberufen wird und das Betreuungsverhältnis aus diesem Grund beenden möchte oder andere Ereignisse eine Erstbetreuung nicht mehr gewährleisten.

8. Anhang gem. Punkt 3: Orientierender Abstract + Strukturierter vorläufiger Zeit- und Arbeitsplan

8.1 Orientierender Abstract

Hintergrund:

Die diabetische Netzhauterkrankung (DRD) ist eine fortschreitende, neurovaskuläre Komplikation des Diabetes mellitus und nach wie vor eine der Hauptursachen für irreversiblen Sehverlust weltweit [1]. Die DRD betrifft etwa ein Drittel der Diabetiker [2,3] und ist durch chronische, durch Hyperglykämie verursachte Veränderungen der neurovaskulären Einheit (NVU) der Netzhaut gekennzeichnet - einer komplexen Funktionseinheit, die Neuronen, Gliazellen, vaskuläre Endothelzellen und Perizyten umfasst [4,5]. In der Vergangenheit wurde die DRD auf der Grundlage klinisch sichtbarer vaskulärer Anomalien wie Mikroaneurysmen, Blutungen und Neurovaskularisation klassifiziert und behandelt. Studien deuten jedoch darauf hin, dass Veränderungen bereits vor der Manifestation klassischer vaskulärer Zeichen auftreten und zu Sehstörungen beitragen können, selbst bei Patienten mit einem frühen oder milden Stadium der diabetischen Retinopathie (DR) [4]. Moderne Bildgebungsverfahren wie die optische Kohärenztomographie im Spektralbereich (SD-OCT) und die optische Kohärenztomographie-Angiographie (OCTA) haben die nicht-invasive Visualisierung der Netzhautmikrostruktur und des Gefäßsystems ermöglicht [6]. Studien zeigen, dass der Verlust der

Unterscheidbarkeit der inneren Netzhautschichten (DRIL), einschließlich der retinalen Nervenfaserschicht (RNFL), der Ganglienzellschicht (GCL), der inneren plexiformen Schicht (IPL) und der inneren Kernschicht, eine Dysfunktion der inneren Netzhaut widerspiegelt [7].

Tritt DRIL parallel zu anderen OCT-Merkmalen auftritt, wie z. B. dem Verlust der Reflektivität der Ellipsoidzone (EZ), der Störung der äußeren Begrenzungsmembran (ELM), hyperreflektiven Herden (HRF) und Makulaödemen, kommt es neu einer weiteren Störung der Funktion [8]. Obwohl diese Merkmale in der Literatur gut beschrieben sind, beschränkte sich die Korrelation mit der Funktion bislang auf die bestkorrigierte Sehschärfe (BCVA) - ein begrenzter und grober Endpunkt, der keine frühe Funktionsbeeinträchtigung widerspiegelt [9]. Die jüngste Entwicklung von Mikroperimetrieprotokollen mit hoher Dichte hat funktionelle Tests über identifizierte Biomarker der optischen Kohärenztomographie (OCT) ermöglicht und Möglichkeiten für direkte Struktur-Funktions-Modellierung eröffnet.

Ziel der Arbeit:

Entwicklung einer KI-gestützten Pipeline zur Erkennung von strukturellen OCT-Biomarkern und zur Vorhersage der Netzhautfunktion bei diabetischer Netzhauterkrankung.

Hypothese:

Die Entwicklung eines Frameworks für maschinelles Lernen, das mit einer grafischen Benutzeroberfläche integriert ist, ermöglicht die Prädiktion der retinalen Funktion anhand von strukturellen Biomarkern.

Automatisierte Pipelines, die Strukturen aus OCT-Bildern erkennen und quantifizieren, sind oft technisch anspruchsvoll zu installieren und zu verwenden, da diese Pipelines von den Benutzern verlangen, Abhängigkeiten manuell zu installieren, über Befehlszeilen-Eingaben zu arbeiten, Daten zu laden und räumliche Karten für alle Bilder zu extrahieren. Zudem fehlt ein Verständnis für die Korrelation zwischen dem Verlust der Netzhautsensibilität, einem frühen Anzeichen für eine Sehveränderung, und den OCT-Biomarkern. Schließlich gibt es in der Literatur noch kein Instrument, das die retinale Funktionssensitivität vorhersagen könnte, wenn man die OCT-Biomarker berücksichtigt.

Material/Methoden:

Es wird ein kuratierter Datensatz aus der Augenklinik des Universitätsklinikums Bonn verwendet, der mit Expertennotizen abgeglichen wird. Um die Korrelation zwischen Struktur und Funktion zu verstehen, werden im nächsten Teil des Projekts standardisierte und patientenindividuelle Raster verwendet, die mit DRIL-Zonen und anderen Biomarkern abgeglichen werden, um die lokale Netzhautsensitivität in der betreffenden Region zu bestimmen. Die laufende klinische Studie umfasst 55 Mikroperimetrie-Datensätze, wird aber durch eine Diabetiker-Klinik in der Augenklinik des Universitätsklinikums Bonn erweitert, in der etwa 15 Diabetes-Patienten pro Woche standardisierten OCT-Bildgebungs- und Mikroperimetrie-Tests unterzogen werden. Diese Kohorte wird alle 3 bis 6 Monate mit wiederholten Bildgebungs- und Funktionstests weiterverfolgt, wodurch wir die Daten erhalten, um den zeitlichen Verlauf zu verstehen und die Robustheit unserer Vorhersagemodelle zu verbessern.

Bei der Methodenentwicklung werden auf Vision Transformers (ViT) basierende Ansätze und hybride Deep-Learning-Architekturen, die Aufmerksamkeitsmechanismen und Faltungsschichten kombinieren, zum Einsatz kommen. Für die Softwareentwicklung wird Streamlit, ein Python-Framework für die Erstellung interaktiver Anwendungen, verwendet.

Zusammenfassung:

Das Projekt zielt darauf ab, Klinikern ein leicht einsetzbares und benutzbares Werkzeug zur Verfügung zu stellen, das in der Lage ist, frühe Biomarker in den hochauflösenden OCT-Bildern zu identifizieren. Obwohl dieses Modell auf dem Datensatz der diabetischen Retinopathie trainiert wurde, sollte es auch in der Lage sein, die Biomarker für jede andere Netzhauterkrankung zu identifizieren, vorausgesetzt, das Modell wird auf die neue Krankheit von Interesse umtrainiert. Ein wichtiger Punkt ist, dass die Umschulung auch nur dann erforderlich ist, wenn ein neuer Biomarker von Interesse bei der Krankheit auftritt. Dieses Projekt zielt auch darauf ab, die Korrelation zwischen den Biomarkern und der mittels Mikropertimetrie ermittelten Netzhautsensitivität zu verstehen und die Veränderungen der Netzhautsensitivität bei denselben Patienten durch Langzeitstudien zu verfolgen.

References

1. Zheng Y et al. 2012;60:428–31.
2. Teo ZL et al. 2021;128:1580–91.
3. Lee R et al. 2015;2:17.
4. Antonetti DA et al. 2021;17:195–206.
5. Altmann C et al. 2018; 19.
6. Fujimoto J G et al. 2000;2:9-25.
7. Sun J K et al. 2015;64:2560-70.
8. Vujosevic S et al. 2024;8:880-888.
9. Glassman A R et al. 2024;4:100519

8.2 Strukturierter vorläufiger Zeit- und Arbeitsplan

07/25-08/25:	Testing and benchmarking existing machine learning models on the DRD data
09/25-10/25:	Optimizing and developing the machine learning pipeline for detecting the OCT biomarkers
11/25-01/26:	Packaging a software tool that integrates this pipeline
02/26 -02/26:	Developing tailored grids for the microperimetry aligned with the OCT biomarkers
03/26 -04/26:	Correlation studies between OCT bio-markers and the retinal sensitivity
05/26 -06/26:	Predictive modelling for the retinal sensitivity from the OCT biomarkers
07/26 -08/26:	Studying the effect of the OCT bio-markers on the progression of retinal sensitivity
09/26 -11/26:	Vorbereitung einer Publikation

11/2026 -01/27: Verfassen der Promotionsarbeit

9. Ggf. Fallzahlabschätzung

Stichprobengröße der Trainingsdaten für die Modellentwicklung:

Für die Entwicklung des Deep-Learning-Modells zur Erkennung von OCT-Biomarkern stehen derzeit 36.000 OCT-B-Scans zur Verfügung, was für die Modellentwicklung ausreichend sein sollte. Die einzige Herausforderung kann das Ungleichgewicht der verschiedenen Biomarker im Datensatz sein. Beispielsweise kann es im OCT-Datensatz mehr Fälle von DRIL als von HRF geben, was die Erkennung von DRIL im Vergleich zur Erkennung von HRF genauer macht. Dies kann durch die Generierung synthetischer Daten vermieden werden, bei denen wir Biomarker-ähnliche Strukturen künstlich in die OCT-B-Scans einfügen und das Modell anhand des Datensatzes trainieren, der die ursprünglichen OCT-Daten und die synthetischen Daten kombiniert.

Für die Korrelationsstudie zwischen der Netzhautsensitivität und den OCT-Biomarkern umfasst die derzeitige Kohortenstudie 55 Mikroperimetriedatensätze. Wir beabsichtigen zudem, unseren Datensatz zu erweitern (OCT-Scans und Mikroperimetrie aus der parallel dazu stattfindenden Diabetes Sprechstunde).

10. Ethikvotum vorhanden ☒ in Prüfung ☐ nicht notwendig ☐
Der Promotionsausschuss empfiehlt grundsätzlich die Einholung eines Votums bei der Ethikkommission.

11. Tierversuchsgenehmigung vorhanden ☐ in Prüfung ☐ nicht notwendig ☒

12. Der*Die Doktorand*in muss an der Vorlesung „Wissenschaftliches Arbeiten“ teilnehmen.

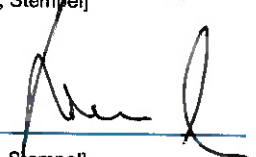
13. Mir ist bewusst, dass persönliche Daten nach Maßgabe des Art. 6 Abs. 1 lit. c) DS-GVO i.V.m. der aktuellen Promotionsordnung und dem HStatG weitergegeben werden müssen. Hinweise finden Sie auf den Seiten der Promotionsbüros veröffentlicht.

14. Ich bin
an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn immatrikuliert..... ☒
an einer anderen Universität immatrikuliert..... ☐
bereits Ärztin/Arzt mit abgeschlossenem 3. Staatsexamen..... ☐

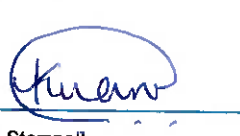


5.6.2025 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Doktorand*in)

02.06.25 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Erstbetreuer*in)

05.06.2025 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Zweitbetreuer*in (optional))

*Bitte beachten Sie, dass diese Betreuungsvereinbarung von allen angegebenen Personen
im **Original** unterschrieben werden muss*

Nur vom Promotionsausschuss auszufüllen!

Beschluss durch den Promotionsausschuss:

Nach § 5 der PromO vom 13.07.17 wird die Zulassung zur Qualifikationsphase

☐ erteilt.

9.12.21

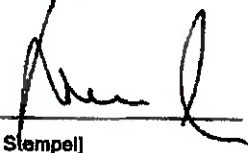
☐ nicht erteilt (Begründung siehe Protokoll der Sitzung des Promotionsausschusses vom _____)

Datum, Unterschrift



5.6.2025, 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Doktorand*in)

02.06.25 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Erstbetreuer*in)

05.06.2025 
[Datum, Original Unterschrift, Stempel]

(Zweitbetreuer*in (optional))

*Bitte beachten Sie, dass diese Betreuungsvereinbarung von allen angegeben Personen
im Original unterschrieben werden muss*


Nur vom Promotionsausschuss auszufüllen!

Beschluss durch den Promotionsausschuss:

Nach § 5 der PromO vom 13.07.17 wird die Zulassung zur Qualifikationsphase

☒ erteilt. 9.12.21

☐ nicht erteilt (Begründung siehe Protokoll der Sitzung des Promotionsausschusses vom _____)

03.07.25 
Datum, Unterschrift

Institut für Exp. Hämatologie
und Transfusionsmedizin
Universitätsklinikum Bonn
Direktor: Prof. Dr. med. J. Oldenburg
Venusberg-Campus 1, Gebäude 43
53127 Bonn

ZEUGNIS

über den

Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Der Studierende der Medizin
Samuel Abraham Chang,
geboren am 7. Mai 2003 in Bonn
hat den schriftlichen Teil des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
am 23. August 2023 in Siegburg
mit der Note - sehr gut -
und den mündlich-praktischen Teil des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
am 8. September 2023 in Bonn
mit der Note - sehr gut - abgelegt.
Er hat den
Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
mit der Note - sehr gut (1,0) -
am 8. September 2023 bestanden.

Er hat in dem Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung das Wahlfach
"Digital Medicine-Hands On"
mit der Note - gut - abgeschlossen.

Düsseldorf, den 14. September 2023
Im Auftrag

