

DATipilot Modul 1 Innovationssprints

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Kurzbericht und Eingehende Darstellung

Öffentlich

Blood Perfusion Mapping for Peripheral Arterial Disease using Basic
Cameras

PADcam

Institution	Name Projektleitung	Förderkennzeichen
Fraunhofer Institut für Mikro- elektronische Schaltungen und Systeme	Samuel Tauber	03DPS1001

LAUFZEIT: 01.06.2024 – 31.05.2025

Duisburg, den 28.07.2025

Autorenschaft: Samuel Tauber

**Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den
Autoren.**

Inhalt

	Kurzbericht	2
	1.1 Ausgangslage des Vorhabens.....	2
	1.1.1. <i>Ursprüngliche Aufgabenstellung</i>	2
	1.1.2. <i>Ursprüngliche wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele</i>	2
1	1.1.3. <i>Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde</i>	2
	1.2 Ablauf des Vorhabens	2
	1.3 Ergebnisse des Vorhabens	3
	1.3.1. <i>Wesentliche Ergebnisse</i>	3
	1.3.2. <i>Zusammenarbeit mit anderen Stellen</i>	3
	Eingehende Darstellung	4
	2.1 Durchgeführter Arbeitsplan.....	4
2	2.2 Erreichte Meilensteine.....	7
	2.3 Erreichte Ergebnisse	8
	2.3.1 <i>Erreichung der Gesamtziele</i>	8
	2.3.2 <i>Erreichung der wissenschaftlichen und/oder technischen Arbeitsziele</i>	8
	2.4 Verwertung.....	9
	2.4.1 <i>Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses</i>	9
	2.4.2 <i>Fortschritt Dritter auf dem Gebiet des Vorhabens</i>	10
	2.4.3 <i>Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse</i>	10
	2.4.4 <i>Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit</i>	11

Kurzbericht

1.1 Ausgangslage des Vorhabens

1.1.1. Ursprüngliche Aufgabenstellung

1	Gesamtziel des Innovationssprints	Ziel des Vorhabens ist es, die Hautperfusion mittels Kamera detektierbar zu machen, um eine schnellere und kostengünstigere Erstdiagnose der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit zu ermöglichen.
----------	--	---

1.1.2. Ursprüngliche wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele

Geplante konkrete Arbeitsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung und Quantifizierung von medizinischen, technischen und ökonomischen Anforderungen für die Messung der Hautperfusion mittels einfacher Kameras durch Co-Kreation Workshops mit verschiedenen Stakeholdern
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Algorithmen, die eine Messung der Hautperfusion mittels einfacher Kameras ermöglichen
<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines funktionalen Demonstrators zur Vorführung der Fähigkeiten der Hautperfusionsmessung mittels einfacher Kameras
<ul style="list-style-type: none"> • Gewinnung von Netzwerkpartner entlang der Wertschöpfungskette zur Verwertung der Hautperfusionsmessung

1.1.3. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das rPPG-Signal wurde in zahlreichen Arbeiten erfolgreich für die kontaktlose Herzratenmessung herangezogen und findet auch Anwendung für die Bestimmung der Atemfrequenz und des Blutdrucks. Fortschritte in der Bildverarbeitungstechnologie, insbesondere im Bereich der Algorithmen zur Bewegungskompensation und Rauschunterdrückung (z.B. Plane Orthogonal to Skin-Algorithmus), haben die Zuverlässigkeit und Robustheit der rPPG-Messungen verbessert. Dies ermöglicht eine völlig neue Möglichkeit der ärztlichen und ambulanten Perfusionsmessung und des PAD-Screenings.

Nur wenige wissenschaftlichen Arbeiten haben bisher eine kamerabasierte Durchblutungsanalyse untersucht. Kossack et al. haben die örtliche Verzögerung des Blutvolumenpulses in verschiedenen Hautregionen des Gesichts analysiert und dadurch eine Karte für verschiedene Blutflussgeschwindigkeiten im Gesicht erstellt. In einer weiterführenden Arbeit haben die Autoren gezeigt, dass verschiedene Metriken zur Evaluierung der Perfusion verwendet werden können: Zum einen wurde das Signal-zu-Rausch-Verhältnis eingesetzt, und zum anderen ein Korrelationskoeffizient in Bezug auf das Referenzsignal berechnet. Beide Analysen haben eine Bewertung der Durchblutung zugelassen und zeigen das Potential für weitere Entwicklungen und für den Einsatz in realen Anwendungen. Hammer et al. zeigten in ihrer Arbeit, dass diese Methode auch Unterschiede in der Durchblutung tiefliegender Arterien (Oberschenkel) erkennen kann. Zauneder et al. identifizierten interindividuelle Eigenschaften als eine der größten Herausforderungen.

1.2 Ablauf des Vorhabens

Das Projekt PADcam bestand aus der Aufgabe, die Hautperfusion mittels einfacher Kameras sichtbar zu machen. Dabei sollte unter anderem erforscht werden, ob diese Methode verwendet werden kann, um

Störungen der Perfusion zu erkennen. Dafür wurden zwei Workshops mit medizinischen Fachleuten veranstaltet, um gemeinsame Anforderungen, Möglichkeiten und Ziele eines Systems zur Messung der Hautperfusion zu erörtern.

Parallel wurde eine Probandenstudie durchgeführt, in der verschiedene Durchblutungszustände an gesunden Teilnehmer*innen simuliert wurden und dabei Videos der Haut aufgezeichnet wurden. Die Auswertung der in der Studie erhobenen Daten bestand aus der Verwendung von Methoden der Bild- und Signalverarbeitung zur Extraktion des rPPG-Signals. Die Zwischenschritte, die auf diesem Weg durchgeführt wurden, umfassten die automatische Hauterkennung in den Videos, die Einteilung in kleine Hautabschnitte und die zeitliche Betrachtung der Farbänderungen jedes Hautabschnitts. Dabei konnte für jeden Hautabschnitt ein rPPG-Signal extrahiert werden, anhand dessen die Durchblutung für dieses Areal bewertet wurde. Zur Visualisierung der Perfusion, die helfen soll, Areale mit guter und unzureichender Perfusion voneinander unterscheiden zu können, wurden die einzelnen Hautabschnitte farblich markiert. Die sogenannten Heatmaps, die daraus entstanden sind, wurden für die Bewertung der Perfusion und abschließende Auswertung herangezogen.

Die Entwicklung dieser Methode hat den Großteil der Projektlaufzeit eingenommen.

Im letzten Schritt dieses Projekts wurde die Methode zu einem Demonstrator weiterentwickelt, der die Hautperfusion basierend auf Videos innerhalb kurzer Zeit analysieren und visualisieren kann. Dieser Demonstrator wurde auf der DMEA 2025 der Öffentlichkeit präsentiert.

1.3 Ergebnisse des Vorhabens

1.3.1. Wesentliche Ergebnisse

Durch die beiden Workshops, die im Rahmen von PADcam veranstaltet wurden, haben wir als Fraunhofer IMS wertvolle Kontakte und potentielle Kooperationspartner im medizinischen Bereich identifiziert und dazugewonnen.

Die wesentlichen Ergebnisse der ursprünglichen Zielstellung umfassen die Möglichkeit, Perfusion mittels rPPG visualisieren und verschiedene Perfusionszustände (Normale Perfusion und drei verschiedene Stenose-Grade) mit hoher Signifikanz voneinander unterscheiden zu können. Diese Erkenntnisse wurden auf Basis einer Studie mit 32 gesunden Teilnehmern gewonnen. Diese Ergebnisse wurden im Rahmen wissenschaftlicher Konferenzen (BMT2024 und CBMS2025) vorgestellt und veröffentlicht. Eine weitere Veröffentlichung (BMT2025) steht im September 2025 an.

Darauf aufbauend wurde ein funktionierender Demonstrator entwickelt, der den Unterschied zwischen normaler Perfusion und Stenose durch Analyse der aufgezeichneten Videos erkennen kann. Dieser Demonstrator wurde auf der DMEA 2025 in Berlin vorgestellt.

1.3.2. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Projekt beinhaltete zwei Workshops, in deren Rahmen ein Austausch mit medizinischen Experten der Gefäßmedizin und Angiologie erfolgte. Dazu zählten unter anderem Prof. Dr. Christos Rammos von der Angiologie des Uniklinikums Essen sowie der Leiter der Seiter-Klinik für Gefäßerkrankungen, Dr. Hans Seiter. Eine konkrete Zusammenarbeit, die über den Austausch hinaus ging, erfolgte jedoch bisher nicht, ist allerdings angedacht.

Eingehende Darstellung

2.1 Durchgeführter Arbeitsplan

2	Arbeitspakete	abgeschlossen		
		nicht abgeschlossen		nicht durchgeführt
	1. Anforderungsanalyse und Konzeptionierung 1.1 Anforderungsanalyse 1.2 Konzeptionierung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Algorithmenentwicklung und Datenmanagement 2.1 Datenaufnahme und Vorverarbeitung 2.2 Algorithmenentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Demonstratoraufbau und -präsentation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arbeitspaket 1: Anforderungsanalyse und Konzeptionierung

Das erste Arbeitspaket besteht aus dem Planen, Veranstalten und der Auswertung von Co-Kreation Workshops mit verschiedenen Stakeholdern aus der Medizin und Medizintechnik.

1.1 Anforderungsanalyse

Lösungsweg:

- Literaturrecherche zum Hautperfusions-Mapping
- 2 Co-Kreation Workshops
- Identifizierung der technischen Anforderungen an Kameras
- Erörterung der medizinischen Anwendungsfelder des neuen Systems
- Erste Marktanalyse

Ressourcen:

Die Arbeit für die Vorbereitung und Durchführung betragen 1 PM. Weiterhin wurden Sachkosten von 1.500 € und Reisekosten für die BMT2024 in Stuttgart in Höhe von 1840 € verwertet. Neben der wissenschaftlichen Vorstellung und der Vernetzung, hat einer der Workshops dort stattgefunden.

Zielerreichung:

Die medizinisch, wissenschaftlich und ökonomischen Anforderungen im Rahmen der wurden ausgearbeitet und niedergeschrieben. Damit wurden alle Ziele in diesem Arbeitspaket erreicht.

1.2 Konzeptionierung:

Lösungsweg:

- Ausarbeiten der technischen Anforderungen für die Perfusionsmessung
- Schreiben Softwarekonzept
- Schreiben Hardwarekonzept

Ressourcen:

Die Arbeit für die Konzeptionierung der Studie und Vorbereitung der Konzepte für Hard- und Software hat 1PM in Anspruch genommen.

Zielerreichung:

Das Konzept für die Umsetzung der Entwicklung (Algorithmik, Studiendesign) wurde umgesetzt. Ethikantrag für die Genehmigung der Studie wurde eingereicht und bewilligt. Alle Ziele wurden damit erreicht.

Arbeitspaket 2: Algorithmenentwicklung und Datenmanagement

Das zweite Arbeitspaket bezieht sich auf die Erhebung und Verarbeitung von Messdaten, auf deren Basis die Entwicklung der Algorithmik durchgeführt werden soll. Diese Algorithmen sollen es ermöglichen, die Hautperfusion aus Videos zu analysieren und visualisieren.

2.1 Datenaufnahme und Vorverarbeitung**Lösungsweg:**

- Aufnahme von Trainings- und Testdaten für die anschließende Algorithmenentwicklung sowie Vorverarbeitung der Daten (Probandenstudie)
- Datenaufnahme mit einem Basiskamerasystem (RGB-Kamera von Allied Vision GmbH)
- Vorverarbeitung der Daten (Rauschunterdrückung, Plausibilitätschecks) und Einteilung in Trainings- und Testdaten

Ressourcen:

Die Arbeit für die Durchführung der Studie, Anpassen des Messaufbaus und Vorverarbeitung der aufgenommenen Daten (Bildverarbeitung) hat 1PM in Anspruch genommen.

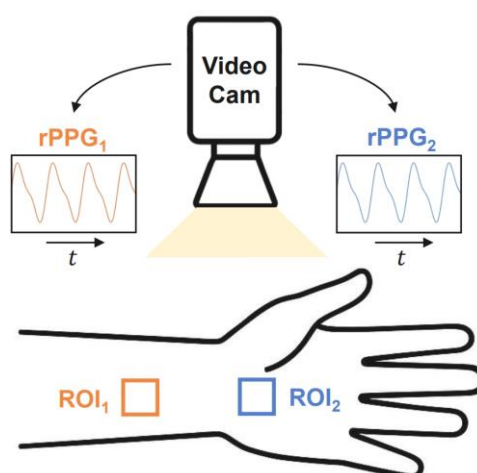
2.2 Algorithmenentwicklung:

Abbildung 1: Methode der Perfusionsanalyse mittels rPPG, bei der für unterschiedliche Regionen (ROI) das der Puls analysiert werden kann.

Lösungsweg:

- Algorithmus zur Detektion der Perfusion an der Hautoberfläche (über remote Photoplethysmographie)
- Einbindung bestehender Algorithmen für die Untersuchung
- Test der Algorithmen, Auswahl und Entwicklung entsprechender Metriken (Korrelation zu Referenz, SNR, Pulsverzögerungszeit)
- Entwicklung einer Visualisierung der Hautperfusion auf einem Display (Heatmap zum Perfusionsmapping)

Die Datenaufnahme erfolgte durch eine Probandenstudie mit insgesamt 32 gesunden Teilnehmern, an denen verschiedene Perfusionsszustände an den Unterarmen simuliert wurden. Durch Anlegen einer Druckmanschette am Oberarm konnte ein Druck auf die Gefäße ausgeübt werden und damit die Durchblutung zum Unterarm in verschiedenen Stufen reguliert werden. Dabei wurden Videos von der Haut während

normaler Durchblutung und drei verschiedenen Druckzuständen aufgezeichnet. Aus den Videos konnten Farbänderungen der Haut extrahiert und analysiert werden, die mit dem Herzschlag korrelieren. Dieses Verfahren erlaubt die Extraktion eines Pulssignals von einem bestimmten Bereich (ROI) der Haut. Das entstandene Signal heißt Remote Photoplethysmographie (rPPG) und gibt Ausschuss über den lokalen Puls an einer bestimmten Hautstelle. Dieses Prinzip der Datenaufnahme und -auswertung ist in Abbildung 1 näher beschrieben. Die Entwicklung der Algorithmik wurde in diesem Arbeitspaket durchgeführt.

Ressourcen:

Die Arbeit für die Entwicklung der Algorithmik und das Management der Daten hat 2,5PM in Anspruch genommen.

Zielerreichung:

Anhand der Studie konnte demonstriert werden, dass die entwickelte Algorithmik erfolgreich verwendet werden kann, um eine Stenose von normaler Durchblutung zu unterscheiden und auch zu visualisieren. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass eine Abstufung der Schweregrade einer Stenose ebenfalls erkannt und mit hoher Signifikanz eine Unterscheidung dieser Schweregrade erfolgen kann. Das Hauptziel des Projekts wurde damit erreicht.

Arbeitspaket 3: Demonstratoraufbau und -präsentation**3.1 Demonstratoraufbau und -präsentation**

Das dritte Arbeitspaket umfasst die Entwicklung und Präsentation des Demonstrators, der die Live-Vorführung der in dem Projekt entwickelten Algorithmen zur Analyse und Visualisierung der Hautperfusion ermöglichen soll.



Abbildung 2: Demonstrator auf der DMEA 2025.

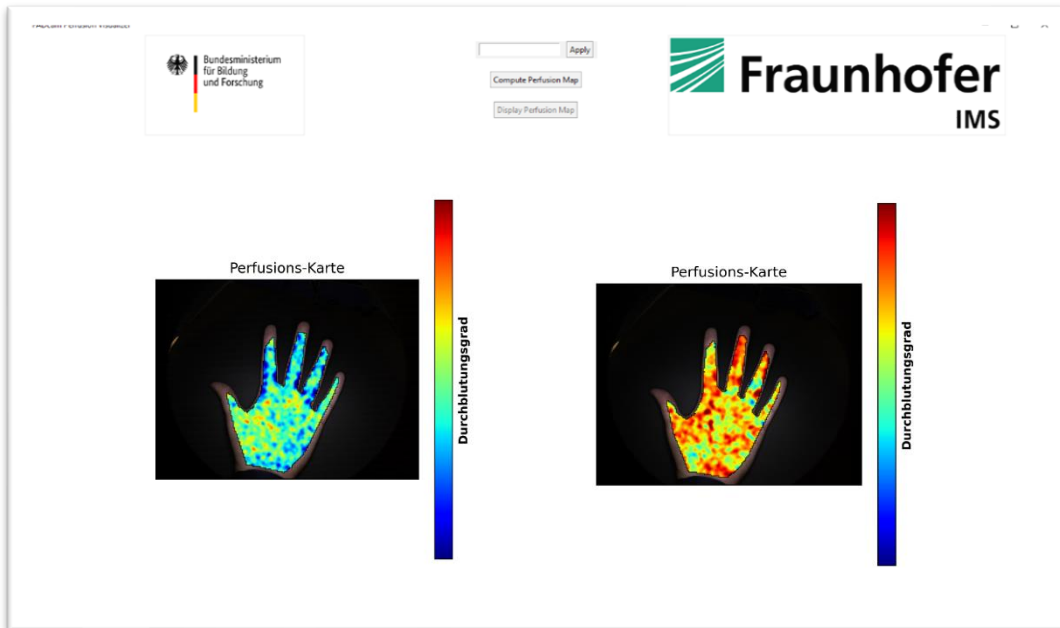


Abbildung 3: Graphical User Interface des Demonstrators.

Lösungsweg:

- Auswahl und Beschaffung geeigneter Komponenten (Ringlicht, Stativ, Vorrichtung zur Abdunklung)
- Aufbau und Integration der Hard- und Software-Komponenten (Anbau von Ringlicht an Objektiv der Kamera)
- Konzeptionierung und Durchführung von Webinaren und Themenabenden (nicht stattgefunden)
- Vorstellung des Demonstrators mit Live-Vorführung auf einer Messe (DMEA 2025)

Ressourcen:

Die Arbeit für die Entwicklung des Demonstrators, die Beschaffung der dafür notwendigen Ressourcen sowie die Vorstellung des Demonstrators hat 3PM in Anspruch genommen. Für die Reise nach Berlin wurden zusätzlich die eingeplanten 1840€ an Reisekosten verwendet.

Zielerreichung:

Die Funktionalität der entwickelten Algorithmen wurde mit dem Demonstrator auf der DMEA 2025 erfolgreich vorgestellt (s. Abb. 2 & 3). Damit wurde das Ziel von Arbeitspaket 3 vollständig erreicht.

2.2 Erreichte Meilensteine

Meilensteine

Beschreibung: messbare Zielparame-ter, Steuerungsfunktion	Nr.	geplanter Monat	realer Monat	Erläuterung (planabweichend/nicht erreicht)
Erfolgreiche Durchführung von mindes-tens 2 Co-Kreation Workshops mit mindes-tens 8 verschiedenen Stakeholdern sowie Fertigstellung des Konzeptdoku-ments mit den technischen, medizini-schen und Ökonomischen Anforderung an eine optische Perfusionsmessung	1	Septem-ber	Sep-tember	Meilenstein vollumfänglich und im Zeitplan erfüllt

Erfolgreiche Aufbau eines Demonstrators zur Perfusionsmessung mittels einfacher Kameras	2	März	März	Meilenstein vollumfänglich und im Zeitplan erfüllt
---	---	------	------	--

2.3 Erreichte Ergebnisse

2.3.1 Erreichung der Gesamtziele

Gesamtziel des Innovationssprints	Ziel des Vorhabens ist es, die Hautperfusion mittels Kameras detektierbar zu machen, um eine schnellere und kostengünstigere Erstdiagnose der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit zu ermöglichen.	Im Projekt PADcam wurde ein System zur Visualisierung und Analyse der Hautperfusion mittels einfacher Kameras entwickelt und anhand eines Live-Demonstrators vorgestellt. Eine Anwendung auf Krankheitsbilder wie die periphere arterielle Verschlusskrankheit ist in dem Projekt noch nicht erfolgt. Jedoch wurden die technischen und medizinischen Möglichkeiten auf diesem Anwendungsgebiet mit Fachleuten diskutiert zur Anwendung in der weiteren Verwertung.
--	--	---

2.3.2 Erreichung der wissenschaftlichen und/oder technischen Arbeitsziele

Geplante konkrete Arbeitsziele	Erfüllung
<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung und Quantifizierung von medizinischen, technischen und ökonomischen Anforderungen für die Messung der Hautperfusion mittels einfacher Kameras durch Co-Kreation Workshops mit verschiedenen Stakeholdern 	Erfüllt. Durch die erfolgreiche Durchführung von zwei Co-Kreation Workshops wurden die medizinischen, technischen und ökonomischen Anforderungen gemeinsam erörtert und dokumentiert. Dies war eine zentrale Entscheidungsgrundlage für die weitere Entwicklung.
<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung von Algorithmen, die eine Messung der Hautperfusion mittels einfacher Kameras ermöglichen 	Erfüllt, indem eine Signalverarbeitungskette aufgebaut wurde, durch die das rPPG-Signal aus rohen Videos extrahiert wurde. Die Analyse der rPPG-Signale ergab, dass verschiedene Perfusionszustände (normal, Stenose) sowie verschiedene Schweregrade einer Stenose unterschieden werden können.
<ul style="list-style-type: none"> Aufbau eines funktionalen Demonstrators zur Vorführung der Fähigkeiten der Hautperfusionsmessung mittels einfacher Kameras 	Erfüllt. Funktionsfähigen Demonstrator für die Live-Vorführung der entwickelten Algorithmen vorgeführt, der eine Live-Messung der Perfusion ermöglicht.
<ul style="list-style-type: none"> Gewinnung von Netzwerkpartner entlang der Wertschöpfungskette zur Verwertung der Hautperfusionsmessung 	Erfüllt. Durch die Co-Kreation Workshops wurden drei neue Kontakte für potentielle Projekte, gemeinsame Studien oder die Entwicklung eines Medizinprodukts gewonnen.

Zusätzliche oder neue Arbeitsergebnisse, die im Projektverlauf entstanden sind:

keine

2.4 Verwertung**2.4.1 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses**

Die im Rahmen des Projekts PADcam entwickelten Ansätze zur kontaktlosen Erfassung der Hautperfusion eröffnen mehrere Verwertungsmöglichkeiten in Forschung, Entwicklung und Anwendung. Eine konkrete Weiterentwicklung der Technologie lässt sich in mehreren Transferpfaden realisieren:

1. Wissenschaftlich-technische Verwertung:

Die entwickelte Algorithmik und der Demonstrator bilden eine gute Basis für weiterführende Forschungsvorhaben. Insbesondere bietet sich eine Untersuchung der Methode unter klinischen Realbedingungen sowie bei pathologischen Durchblutungszuständen – etwa bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit – an, die auch seit dem Anfang im Fokus dieses Projektes steht. Die Erweiterung des Konzepts um die Erfassung zusätzlicher Parameter wie der Sauerstoffsättigung ist ebenso vorgesehen.

Die im Rahmen der Co-Kreation Workshops gewonnenen Kontakte aus dem medizintechnischen und medizinischen Bereich eröffnen die Möglichkeit, eine weitere Entwicklung dieses Systems zu ermöglichen.

Zudem stärken die gewonnenen Erkenntnisse das vorhandene Know-how im Bereich optischer Biosignalverarbeitung und fließen in die Qualifizierung wissenschaftlicher Mitarbeitender sowie zukünftige Projekte ein.

2. Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit:

Der Demonstrator verdeutlicht das Anwendungspotenzial der entwickelten Lösung in Form eines leicht integrierbaren, kamerabasierten Systems zur Analyse der Hautperfusion. Dadurch entstehen perspektivisch Verwertungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen:

- Integration in bestehende Medizintechniksysteme zur unterstützenden Diagnostik,
- Entwicklung eigenständiger Diagnosetools für Arztpraxen, Kliniken oder mobile Screening-Einheiten,
- perspektivisch auch Lizenzierung einzelner Softwaremodule zur Signalverarbeitung und -auswertung.

3. Schutzrechte und Lizenzierung:

Je nach Reifegrad der Weiterentwicklung ist eine Anmeldung schutzrechtsfähiger Ergebnisse vorgesehen, um die wirtschaftliche Verwertung gegenüber Dritten abzusichern. In Frage kommen nationale und ggf. internationale Schutzrechtsstrategien, insbesondere wenn eine Überführung in industrielle Anwendungen oder eine Lizenzierung angestrebt wird. Die Ergebnisse können sowohl in projektbezogene Kooperationen als auch in Form isolierter Lizenzen eingebracht werden.

Die in diesem Projekt entwickelte Methodik zur Messung, Analyse und Bewertung der Perfusion wurde in eine Patentanmeldung umgesetzt unter dem Namen

„VERFAHREN ZUM ERFASSEN EINES KÖRPERPARAMETERS UND ANORDNUNG ZUM ERFASSEN EINES KÖRPERPARAMETERS“.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Sachberichts befindet sich das Patent im Prozess der Prüfung.

Über den Anwendungsfall der Perfusionsanalyse wurde diese Möglichkeit beschrieben, die in der Erfindungsmeldung beschriebene Methode in anderen Bereichen einzusetzen. Dazu zählen:

- Durchblutung der Retina

- Überwachung der Wundheilung
- Amputationsbereich eingrenzen durch Oxygenierung bestimmter Hautbereiche
- Verteilung von Medikamenten im Körper
- Diabetischer Fuß

Die Entwicklung der in diesem Projekt entwickelten Methode hat daher sehr großes Potenzial in neuen Projektideen umgesetzt zu werden und das Anwendungsfeld zu vergrößern.

4. Öffentlichkeitswirksame Verwertung und Transfer:

Durch gezielte Kommunikationsmaßnahmen – etwa Publikationen, Vorträge auf Fachkonferenzen und die Nutzung des Demonstrators auf Veranstaltungen wie der DMEA – wird das Verfahren sichtbar gemacht und der Wissenstransfer in die medizinische Praxis unterstützt. Die Konferenzen, die in der Projektlaufzeit besucht wurden, waren die BMT2024 in Stuttgart und die CBMS2025 in Madrid, auf denen die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus diesem Projekt vorgestellt und publiziert wurden. Darüber hinaus wird die BMT2025 in Muttenz außerhalb der Projektlaufzeit im September 2025 besucht.

Zusätzlich wurde die Vorstellung des Demonstrators auf Social Media (LinkedIn, Instagram) geteilt und verbreitet, um mehr Sichtbarkeit für die neue Technologie zu gewinnen.

2.4.2 Fortschritt Dritter auf dem Gebiet des Vorhabens

Seit Beginn des Projekts sind keine wesentlichen wissenschaftlichen, technischen oder regulatorischen Fortschritte bei Dritten bekannt geworden, die die Durchführung oder Verwertung des Vorhabens PADcam einschränken oder infrage stellen würden. Weder neue konkurrierende Technologien noch relevante gesetzliche Änderungen wurden identifiziert, die die Anschlussfähigkeit oder das Innovationspotenzial der entwickelten Methode beeinträchtigen. Damit bestehen aus aktueller Sicht keine externen Hinderungsgründe für ein mögliches die Weiterverfolgung der angestoßenen Entwicklungsziele.

2.4.3 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Ein Ziel des Projektes PADcam war es, die gewonnen Erkenntnisse zur Analyse und Visualisierung der Hautperfusion auf Grundlage des rPPG-Signals in zwei Veröffentlichungen zu publizieren. Folgende Tabelle zeigt die Veröffentlichungen:

Nummer	Titel	Hauptautor	Konferenz	Art der Veröffentlichung
1	Influences on rPPG-Based Spatial Blood Perfusion Maps	Svenja Kobel	Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (BMT), Stuttgart, 2024	Paper und Poster
2	Towards Detection of Perfusion Disorders Using Remote Photoplethysmography	Samuel Tauber	Computer Based Medical Systems (CBMS), Madrid 2025	Poster
3	Contactless Measurement of Pulse Transit Time Between Upper Extremities During	Samuel Tauber	Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (BMT), Muttenz, 2025	Paper

	Simulated Stenosis			
--	--------------------	--	--	--

2.4.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

Die im Rahmen des Projekts durchgeführten Arbeiten waren notwendig und angemessen, um die mit hohen technischen und organisatorischen Risiken behaftete Entwicklung einer kontaktlosen Perfusionsmessung mittels einfacher Kamertechnologie voranzutreiben. Die angestrebten Projektziele konnten nur durch die finanzielle Unterstützung im Rahmen der DATIpilot-Förderung realisiert werden. Eine Umsetzung im Rahmen der regulären Grundfinanzierung wäre nicht möglich gewesen.