
DIPLOMARBEIT

Zuverlässigkeitsüberprüfung biometrischer Authentifizierungssysteme



VEIN VISION

Emanuel Mairoll 5AHBG
Christian Lettner 5AHBG
Michael Schurz 5AHBG

Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Robert Vogl

Kooperationspartner:

Universität Salzburg

ausgeführt im Schuljahr 2018/19

Abgabevermerk:

Datum: 05.04.2019

übernommen von:

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Salzburg, am 05.04.2019

Verfasser:

Emanuel Mairoll

Christian Lettner

Michael Schurz

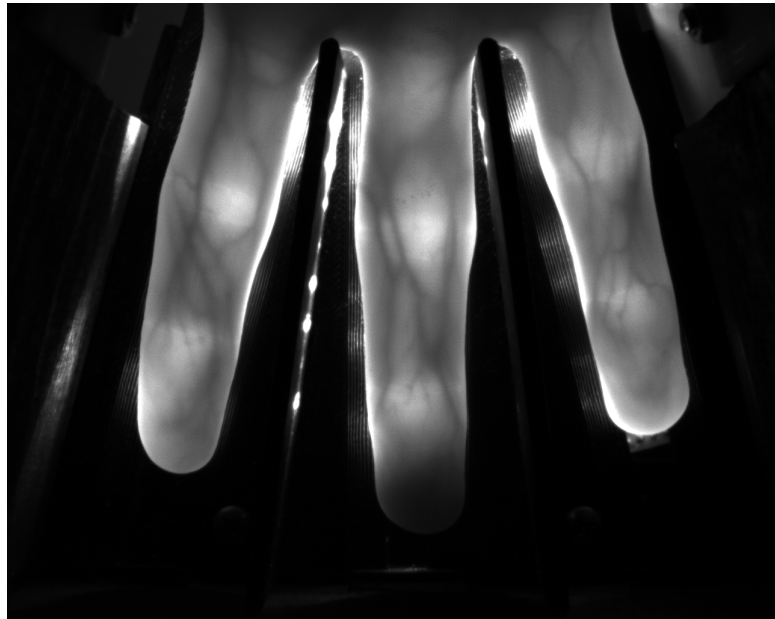
DIPLOMARBEIT

DOKUMENTATION

Namen der Verfasser	Emanuel Mairoll, Christian Lettner, Michael Schurz
Jahrgang / Schuljahr	5AHBG 2018/2019
Thema der Diplomarbeit	Zuverlässigkeitsüberprüfung von Handvenenscannern und anderen biometrischen Authentifizierungssystemen
Kooperationspartner	Universität Salzburg
Aufgabenstellung	<p>Biometrische Authentifizierungssysteme sind ohne Zweifel eine der Innovationen des 21. Jahrhunderts - sicher, praktikabel, einfach - doch leider oft auch unzuverlässig: So reicht ein regnerischer Tag für viele kommerzielle Haustürsysteme bereits aus, um den Bewohnern den Zugang zum Eigenheim zu verwehren. Abhilfe verspricht die in der Forschung befindliche Handvenenerkennung: Durch Erfassen der einzigartigen Venenmuster einzelner Finger oder der Handfläche verspricht sie weitaus bessere Ergebnisse. Jedoch liegen zur tatsächlichen Zuverlässigkeit - speziell unter Einfluss von Störfaktoren - bis jetzt kaum öffentliche Studien vor (nicht zuletzt aufgrund des kommerziellen Interesses großer Firmen). So fiel die Entscheidung, mittels Durchführung einer klinischen Studie dieses Problem zu adressieren und der Forschung brauchbare Daten zur Verfügung zu stellen.</p>

<p>Realisierung</p>	<p>Der Fokus der Studie liegt vor allem auf Divergenz: Verwendet werden verschiedene kommerzielle und nicht kommerzielle Venenscanner für Finger und Handflächen, sowie auch zwei Fingerabdrucksensoren zum Vergleichen der beiden Techniken anhand des gleichen Datensatzes. Als Probanden dienen unter anderem Schüler und Lehrer der HTL Salzburg, wissenschaftliche Mitarbeiter der Universität Salzburg sowie Bewohner eines Altersheims, um auch eine möglichst große Altersdivergenz zu erhalten. Zum Erproben des Einflusses der verschiedenen Faktoren (Temperatur, Schweiß, Verschmutzung etc.) werden pro Scanner und Proband eine Reihe standardisierter (sowie je nach Verfassung des Probanden zusätzlicher) anonymisierter und mit der Datenschutz-Grundverordnung konformer Tests aufgenommen, in denen möglichst viele Situationen nachgestellt werden.</p>
<p>Ergebnisse</p>	<p>Im Zuge des Projekts wurde ein Datensatz mit über 10000 Bildern erfasst, welcher interessierten Universitäten frei zur Verfügung steht. Dazu musste ein Teil der Sensoren zuerst korrekt implementiert und anschließend in die Aufnahmeumgebung integriert werden.</p>
<p>Typische Grafik: "Logo"</p>	

Typische Grafik: "Capture"



Teilnahme an Wettbewerben, Auszeichnungen

Jugend Innovativ 2019, Young MedTech Researcher FHOÖ 2019



Möglichkeiten der Einsichtnahme in die Arbeit

Diplomarbeitsdatenbank der HTBLuVA Salzburg

DIPLOMA THESIS

DOCUMENTATION

Authors	Emanuel Mairoll, Christian Lettner, Michael Schurz
Academic year	5AHBG 2018/2019
Topic	Reliability check of hand vein scanners and other biometric authentication systems
Cooperation partners	Universität Salzburg
Assignment of tasks	<p>Biometric authentication systems are undoubtedly one of the innovations of the 21st century - safe, practical, simple - but often unreliable too: A rainy day is enough for many commercial door systems to deny residents access to their home. A remedy for this will be vein recognition: By detecting the unique vein patterns of individual fingers or the palm, it promises far better results. However, up to now there are hardly any public studies on actual reliability - especially under the influence of confounding factors (not least because of the commercial interest of large companies). Thus, the decision was made to address this problem by conducting a clinical study and to provide the research with useful data.</p>
Realization	<p>The focus of the study is mainly on divergence: Apart from different commercial and non-commercial finger and palm vein scanners, also two fingerprint sensors are used to compare the two techniques performing on the same data set. Students and teachers of the HTL Salzburg, researchers from the University of Salzburg as well as residents of a retirement home are used as subjects in order to obtain the greatest possible age divergence. To test the influence of the various factors (temperature, sweat, contamination, etc.), a series of standardized (and depending on the condition of the subject additional) tests are performed per scanner and subject, testing as many situations as possible. These tests are of course anonymized and compliant with the new General Data Protection Regulation).</p>

<p>Results</p>	<p>In the course of the project, a data set with over 10000 images was recorded, which is freely available to interested universities. To do this, some of the sensors first had to be correctly implemented and then integrated into the recording environment.</p>
<p>Illustrative graph: "Logo"</p>	
<p>Illustrative graph: "Capture"</p>	
<p>Participation in competitions, awards</p>	<p>Jugend Innovativ 2019, Young MedTech Researcher FHOÖ 2019</p>
<p>Accessibility of diploma thesis</p>	<p>Diploma Thesis Database of the HTBLuVA Salzburg</p>

Vorwort

Das Thema unserer Diplomarbeit wurde schon in der dritten Klasse zum oftmaligen Gesprächsthema: Von praktikablen und wirtschaftlich durchaus potenziellen Ideen - wie etwa einem intelligenten Erste-Hilfe-Koffer oder einem über Gesichtserkennung funktionierendem Bezahlungssystem - bis hin zu futuristisch klingenden Human-Brain-Interfaces via Hirnstrommessung war kaum eine Idee nicht dabei. Ein weiterer wichtiger Faktor der Ideenfindung, dessen Erwähnung an dieser Stelle nicht fehlen darf, war unser Besuch der (leider letzten) CeBit-Messe in Hannover - der weltweit größten Messe für Wirtschafts- und Industrieelektronik. Nach einer spontan bedingten Umschichtung der Diplomarbeitsteams fiel jedoch die Entscheidung, weniger dem wirtschaftlichen Interesse zu folgen, sondern stattdessen einen brauchbaren Forschungsbeitrag in der biomedizinischen Elektronik zu erarbeiten - und so hatten wir das Glück, dass uns Prof. Fridolin Einböck auf ein Projekt der Universität Salzburg aufmerksam machte, welches genau diesen Ansprüchen gerecht wurde. Denn unsere klinische Studie - von uns als VeinVision betitelt - ist ein Projekt, von dem hoffentlich noch viele Forschungsinstitutionen rund um den Globus profitieren können.

Anmerkung zur gendergerechten Formulierung:

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Diplomarbeit die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Nomen und Pronomen verwendet. Diese soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

Warum braucht ma des überhaupt, des is doch so lächerlich...

0.1 Danksagung

Zuallererst gilt unser Dank unserem Projektbetreuer **Prof. Dipl.-Ing Robert Vogl**. Einerseits war es uns möglich, ohne aufgezwungenem, eng definiertem Rahmen frei zu arbeiten, andererseits stand er für Fragen immer zur Verfügung.

Weiters bedanken wir uns bei unseren Kooperationspartnern der Universität Salzburg, dem Team der Abteilung für Computer Science unter **Univ.-Prof. Dr. Andreas Uhl**. Insbesondere gebührt unser Dank dabei **Dipl.-Ing. Bernhard Prommegger, MSc, Simon Kirchgasser, MSc, Dipl.-Ing. Luca Debiasi** und **Dr. Christof Kauba**, die unser Projekt begleitet und uns immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben.

Ebenfalls wollen wir uns bei **Prof. Mag.rer.nat. Fridolin Einböck** bedanken, der für die Projektvermittlung und Kontaktaufnahme mit der Universität Salzburg sorgte.

Ein weiterer Dank gebührt **Dipl.-Ing.(FH) Dr. Andreas Böhler** sowie unserem Schulkollegen **Alexander Daum**, die uns durch ihre Hilfe den Einstieg das Textsatzpaket **L^AT_EX** erleichtert haben, in dem diese Diplomarbeit verfasst ist.

Zuletzt gilt unser Dank natürlich auch **allen freiwilligen Teilnehmern**, die ihre wertvolle Zeit dafür aufgewendet haben, um an unserer Studie teilzunehmen und somit das gesamte Projekt erst möglich gemacht haben.

Vielen Dank für die tatkräftige Unterstützung!

0.2 Team / Individuelle Themenstellung



v.l.n.r: Christian Lettner, Emanuel Mairoll, Michael Schurz, Dipl.-Ing. Robert Vogl

Emanuel Mairoll

Testsoftware für Serientests

Projektleitung

Christian Lettner

Serientests an Probanden

Michael Schurz

Entwicklung der Testszenarien

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	II
Vorwort	VIII
0.1 Danksagung	IX
0.2 Team / Individuelle Themenstellung	X
Inhaltsverzeichnis	XI
1 Einführung	1
2 Projektplanung	3
2.1 Das Problem	3
2.2 Vorgehensmodelle	5
2.2.1 Wasserfallmodell	5
2.2.2 Spiralmodell	7
2.2.3 Scrum	9
2.3 Unser Vorgehen	10
3 Testsoftware	12

3.1	PLUS-Sensor-CapturingGUI	12
3.1.1	Funktionen	13
3.1.2	Installation	14
3.2	CommercialSensorsGUI	14
3.2.1	Funktionen	14
3.2.2	Installation	17
3.2.2.1	Installation von Python 3 - Windows	17
3.2.2.2	Installation von Python 3 - Ubuntu	18
3.2.2.3	Installation von Python 3 - macOS	18
3.2.2.4	Installation der Python-Bibliotheken	18
3.2.3	Plattformportierung	19
3.2.4	Hinzufügen neuer Sensoren	20
4	Sensoren	24
4.1	PLUS FV3	24
4.1.1	Kamera	24
4.1.2	Belichtung	26
4.1.3	Gehäuse	26
4.1.4	Steuerplatine	27
4.2	Mofiria FVA-U4ST	28
4.3	Fujitsu PalmSecure V2	29
4.4	ZKTeco FV1000	32
4.4.1	Implementierung	33

4.4.2	Bugs	35
4.5	M2SYS M2-FINGERVEIN	36
4.5.1	Implementierung	37
4.6	Sensometrix-Prototyp	39
4.7	Lumidigm V311 & Suprema RealScan-G1	40
5	Einflussfaktoren	41
5.1	Planung	41
5.2	Recherche	42
5.2.1	Temperatur	42
5.2.1.1	Kälte	42
5.2.1.2	Wärme	43
5.2.2	Schrumpelfinger	43
5.2.3	Nahinfrarotlicht	44
5.2.4	Verunreinigung	44
5.2.4.1	MakeUp	44
5.2.4.2	mineralische Sonnencreme	44
5.2.5	Sport	45
5.2.6	weitere Einflussfaktoren	45
5.3	Einigung	46
5.4	Session	47
6	Durchführung der Aufnahmen	48

6.1	Wahl des Testraumes	48
6.2	Vorbereitung	49
6.2.1	Testaufbau	49
6.2.2	Erklärung des Testablaufs	50
6.2.3	Richtiges Platzieren der Hand	50
6.2.3.1	PLUS FV3	50
6.2.3.2	Fingerabdrucksensoren	51
6.2.3.3	Fingervenensensoren	51
6.2.3.4	Handvenensensoren	52
6.2.4	Fragebogen ausfüllen	53
6.2.5	Unterschreiben der Datenschutz-Grundverordnung	54
6.2.6	Zuweisung einer persönlichen ID	54
6.2.7	Einstellen der Parameter	55
6.3	Referenzaufnahmen	56
6.3.1	PLUS FV3	56
6.3.2	Handvenenscanner	57
6.3.3	Fingervenenscanner	57
6.3.4	Fingerabdruckscanner	57
6.4	Testszenarien	58
6.4.1	Kälte	58
6.4.2	Schrumpelfinger	58
6.4.2.1	Aufgetretene Probleme	59

6.4.3	Nahinfrarotlicht	59
6.4.3.1	Aufgetretene Probleme	59
6.4.4	Wärme	60
6.4.5	Verschmutzung - Make Up	61
6.4.5.1	Aufgetretene Probleme	61
6.4.6	Verschmutzung - Sonnencreme	62
6.4.6.1	Aufgetretene Probleme	62
6.4.7	Sport	62
7	Datenverwaltung	63
7.1	Protokollierung	63
7.2	Verwaltung der Aufnahmen	64
8	Auswertung	65
8.1	Manuelle Auswertung	65
8.1.1	Kälte	65
8.1.2	Schrumpelfinger	66
8.1.3	Nahinfrarotlicht	67
8.1.4	Wärme	67
8.1.5	Make-Up	69
8.1.6	Sonnencreme	69
8.1.7	Sport	70
8.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	71

9 Protokoll	72
9.1 Aufbau	72
9.2 Aufnahmeprotokoll Gruppe 1	72
9.3 Aufnahmeprotokoll Gruppe 2	73
10 Fragebogen	74
10.1 Aufbau	74
11 Datenschutz-Grundverordnung	75
11.1 Informationsblatt	75
11.2 Einverständniserklärung	75
Literatur	A
projektorganisatorische Quellen	A
technische Quellen	A
medizinische Quellen	B
Abbildungsverzeichnis	C
Code-Listings	E

1 | Einführung

Das Thema der Authentifizierung - dem Garantieren der eigenen Identität - begleitet den Menschen seit Anbeginn, und dies aus einem simplen Grund: Nicht alles ist öffentlich, und im Laufe der Zeit hatte der Mensch viele Ideen, um dies auch definitiv sicherzustellen. Schon in der Antike waren Häuser von Türen verschlossen, Wächter durften oft nur mit speziellen Parolen passiert werden und Geheimzeichen oder ähnliches ließen einen die Zugehörigkeit zu einer besonderen Gruppe beweisen. Alle diese Praktiken dienten dem Wahren eines bestimmten Bereichs, dem Abhalten möglicher Eindringlinge - möglicher Feinde. Allerdings gibt es noch eine weitere Gemeinsamkeit: Alle basieren auf einer Art "Code", einem Schlüssel, den nur die zu authentifizierende Person kennt - oder kennen sollte. Denn: Gelingt es einem Dritten, diese Authentifizierung zu stören, diesen Schlüssel zu stehlen, so stehen ihm plötzlich - im wahrsten Sinne des Wortes - alle Türen des Bestohlenen offen.

Es wäre wohl gelogen, zu behaupten, die Erfindung des Computers habe nicht die gesamte moderne Welt revolutioniert. Prozessoren erlaubten schon bald Dinge, die zuvor gar nicht vorstellbar schienen und streiften kaum einen Bereich, ohne nicht gewaltige Neuerungen zu bringen. So auch im Thema der Authentifizierung, denn die Rechenmaschinen erlaubten es plötzlich, den wissensbasierten Schlüssel (bei dem auch immer die Gefahr des Vergessens bestand) durch einen biometrischen zu ersetzen - der nicht nur immer mit sich herumgetragen wird, sondern aufgrund seiner unglaublichen Komplexität auch nahezu unmöglich zu kopieren ist.

Im Bereich der biometrischen Authentifizierungsmerkmale war speziell der Fingerabdruck am Vormarsch: Leicht anzuwenden, nicht invasiv, doch allem voran schon lange als für jeden Menschen einzigartig erkannt - erst jetzt konnte jedoch wirklich etwas sinnvolles damit angefangen werden. Rasch ging die Entwicklung der Sensoren voran und wurde schon

bald zur State-of-the-Art - heutzutage findet man kaum mehr ein modernes Smartphone, in dem kein Fingerabdrucksensor verbaut ist.

Allerdings kennt auch jeder, der sein Smartphone schon mal mit nassen Fingern entsperren wollte, oder versucht hat, an einem kalten Tag die Haustüre mit dem Fingerabdruck zu öffnen, das Problem: Fingerabdrucksensoren sind sehr anfällig für verschiedenste Störgrößen und werden somit schnell unzuverlässig. Jedoch ist aber auch keine Technik so einfach anzuwenden, immerhin ist es nur "Finger auf den Sensor legen, fertig".

Keine bis auf: Handvenenerkennung! Die Anwendung der vergleichsweise sehr neuen Methode ist für den Benutzer fast analog zum Fingerabdruck, die Technik ist jedoch eine ganzheitlich andere: Da im sauerstoffarmen Blut die Absorptionsrate von Nahinfrarotlicht wesentlich höher ist als im umher liegenden Gewebe ist, können die Venenmuster der Finger oder der Handfläche mit einem vergleichsweise einfachen Versuchsaufbau sichtbar gemacht werden - diese sind nicht nur wie Fingerabdrücke einzigartig, sondern auch weitaus unempfindlicher gegenüber verschiedensten Störfaktoren.

Eine ernstzunehmende Konkurrenz zu gewöhnlichen Fingerabdrucksensoren ist diese Technik allemal - ob die Handvenen den Fingerabdruck in Zukunft jedoch auch vollkommen ersetzen können, dies wird sich zeigen...

2 | Projektplanung

2.1 Das Problem

In kleinen, privaten und allein durchgeführten Bastelprojekten liegt der Fokus meist vollkommen am Produkt, am Endergebnis. Wie die Eigenerfahrung der meisten Techniker zeigt, beschränkt sich die Planung dabei oftmals auf einen Schmierzettel am Schreibtisch, auf dem grob einzelne Stichwörter, "Features", aufgelistet sind. Getestet wird nach dem Prinzip "Try it and fix what shouts at you", und Fehler werden erst dann berücksichtigt, wenn sie auftreten.

Während diese "Vorgangsweise" für kleinere Projekte gut geeignet ist, ist sie für ein Projekt in der Größe einer Diplomarbeit natürlich nicht zu empfehlen. Nicht nur dass nun plötzlich mehrere Menschen auf eine Deadline hinarbeitend - bei der alles funktionieren muss - am selben Strang ziehen müssen, auch sollte die Interaktion mit den Kooperationspartnern möglich sein, da unerwartete Projektereignisse oft zu geänderten Projektbedingungen führen.

Zusätzlich müssen auch diverse projektspezifische Faktoren berücksichtigt werden, da sich bei komplizierten Testverfahren im Laufe des Projekts Probleme einstellen können, mit denen zuvor nicht zu rechnen ist:

- Bei einem Teil der Sensoren handelt es sich um Prototypen. Dies bedeutet nicht nur, dass sich die Inbetriebnahme des Geräts als äußerst kompliziert erweisen kann (teilweise muss dabei mit drei Kabeln gleichzeitig hantiert werden, die in definierten Zeitabständen voneinander eingesteckt werden müssen), auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass so ein Prototyp plötzlich während der Aufnahme "einfach den Geist aufgibt".
- Der Rest der Sensoren sind kommerziell und somit meist darauf ausgelegt, ihre Auf-

nahmen mit der im Sensor gespeicherten Datenbank zu vergleichen - dabei die Bilder jedoch nicht auszugeben. Somit muss man sich entweder mit rohen, vom Hersteller verschlüsselten Capture-Binärdaten zufrieden geben (die wiederum nur mit dem Hersteller-Framework ausgewertet werden können), oder muss selbst Hand anlegen und die Kommunikationsprotokolle Reverse-Engineeren, um die Aufnahmen mit eigenen Algorithmen vergleichen zu können.

- Die meisten Sensoren benötigen bestimmte USB-Treiber, um mit dem Computer kommunizieren zu können. Da verschiedene Geräte verschiedene Bibliotheken benötigen, diese jedoch untereinander meist nicht kompatibel sind - und somit auch nicht gleichzeitig am selben Computer lauffähig - müssen mehrere Computer für die Aufnahmen verwendet werden.
- Die Bibliotheken, die zusätzlich zu den USB-Treibern benötigt werden, sind betriebs-systemsabhängig. Während manche nur auf Windows funktionieren und andere sich immerhin auf Windows portieren lassen, sind wiederum andere nur unter UNIX-Derivaten wie Ubuntu lauffähig - wozu virtuelle Maschinen verwendet werden müssen.
- Wie lange der Prozess des Aufnehmens für den Probanden im Endeffekt dauert, lässt sich erst sagen, wenn die gesamte Aufnahme-prozedur vollständig läuft. Stellt sich jedoch dabei heraus, dass diese Zeitdauer unzumutbar lang ist, müssen wieder Anpassungen durchgeführt werden, die wiederum andere Komplikationen auslösen.
- Zuletzt darf auch nicht vergessen werden, dass sich die aufgenommenen Daten gegenseitig "benötigen": Um zum Beispiel Aussagen über die Zuverlässigkeit der Messung von Venen der Handfläche treffen zu können, werden mindestens zwei Sensoren des Handflächen-Typs benötigt. Stellt sich im Laufe der Studie heraus, dass einer dieser Sensoren aufgrund der restlichen Punkte nicht verwendbar ist, würde der andere automatisch ebenso aus der Studie fallen, da eventuelle sensorspezifische Störeinflüsse nicht mehr berücksichtigt werden könnten. Wird jedoch ein Ersatzsensor verwendet, beginnt für diesen die Entwicklungsphase wieder komplett von neuem, was wiederum eine erneute Konfrontation mit allen obigen möglichen Problemen bedeutet.

2.2 Vorgehensmodelle

Um alle diese Faktoren berücksichtigen zu können - ohne dass das Projekt im Chaos endet - benötigt es detaillierte Planung und die Wahl eines passenden Vorgehensmodells. Abstrakt ausgedrückt, organisiert dieses die Entwicklung und Wartung von Anwendungssystemen in verschiedene, strukturierte Phasen, wobei in jeder Phase entsprechende Methoden und Elemente des Projektmanagements zur Verfügung stehen, um einen standardisierten Projektablauf zu gewährleisten. Obwohl die einzelnen Schritte in verschiedenen Modellen verschieden unterteilt und / oder auf unterschiedliche Weise dargestellt werden, spiegeln sie im Allgemeinen bestimmte Kernprinzipien und ihre jeweilige Reihenfolge sowie Wechselbeziehung wider. [7] Zur Illustration dieses Konzepts sollen hier drei im Ingenieurwesen geläufigen zusammengefasst und anhand folgender Parameter verglichen werden:

- **Produktivität:** wie rasch unter Optimalbedingungen Ergebnisse geliefert werden
- **Fehlertoleranz:** wie schnell Fehler bemerkt werden, bzw. sich beheben lassen
- **Flexibilität:** wie dynamisch sich an geänderte Bedingungen angepasst werden kann
- **Parallelisierbarkeit:** ob verschiedene Prozesse einfach gleichzeitig durchführbar sind
- **Intuitivität:** ob das Modell logisch und "natürlich" anwendbar ist

2.2.1 Wasserfallmodell

Das Wasserfallmodell ist eines der ersten Projektmanagementmethoden, das entwickelt wurde, und zugleich auch das Modell, zu dem - auch ohne Vorwissen zu Vorgehensmodellen, sondern rein mit der Absicht der Organisation - meist intuitiv "tendiert" wird. Da es ursprünglich aus der Fertigung und dem Bauwesen stammt, erbt es den stark strukturierten Ansatz, aber auch die Starrheit dieser Branchen. [4]

Im ersten Schritt werden die Projektanforderungen systematisch erfasst und dokumentiert. Auf dieser Basis wird anschließend ein vollständiges Schema entwickelt, das im nächsten Schritt implementiert wird. Erst nach Fertigstellung wird das gesamte Konstrukt getestet und auf etwaige Fehler untersucht, die - wenn notwendig - ausgebessert werden. Das Team geht immer erst dann zur nächsten Phase über, wenn die vorherige Phase abgeschlossen

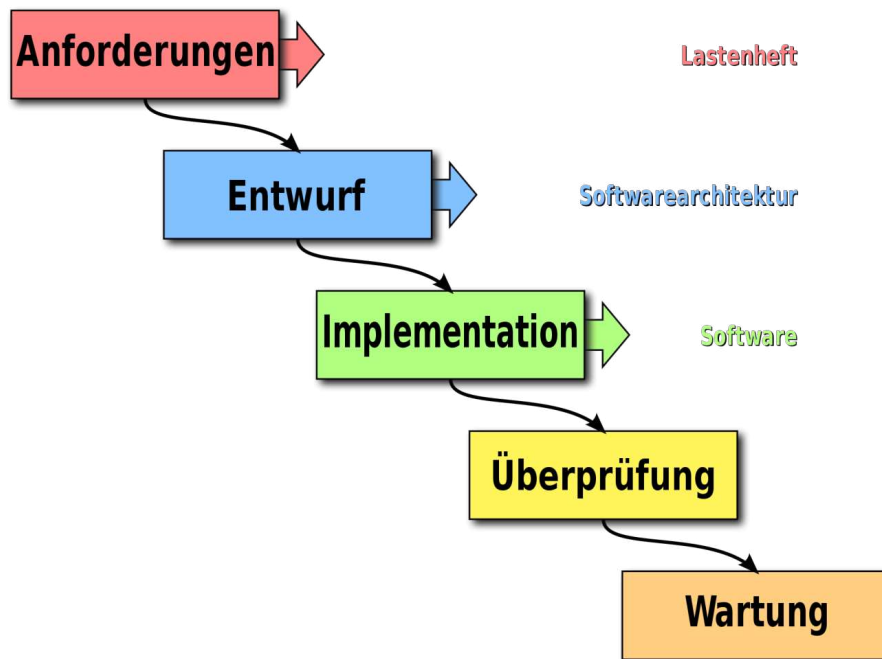


Abbildung 2.1: Stufen des Wasserfallmodells

und alles genehmigt ist.

Im ersten Moment scheint dies sehr einfach und praktikabel: Durch den schrittweisen Ablauf der Aktivitäten folgt es einem linearen und sequentiellen Ansatz, der es dem Team ermöglicht, das Projekt in logische Phasen mit klar definierten Ergebnissen zu unterteilen. Für Branchen wie dem Bauwesen ist dieser Ansatz auch gut geeignet, da Fehler, die zu spät - nach der "Implementation", der Fertigstellung des Gebäudes - bemerkt werden, nur sehr schwer bis gar nicht mehr korrigierbar sind. Anders in der Softwareentwicklung: Nicht nur ist der Aufwand zur nachträglichen Korrektur von Fehlern weitaus geringer, viel mehr zeigt die Praxis, dass der Fokus ganz woanders liegt - nämlich oftmals auf den sich während des Projekts ändernden Anforderungen an das Projekt selbst. Denn: Wo sich kaum ein Auftraggeber plötzlich drei Fenster mehr in der gerade fertiggestellten Hausfassade wünscht, ist die Bitte der Umgestaltung eines Navigationsmenüs oder das Hinzufügen neuer Funktionen in der fertigen Software in keinsten Weise eine Seltenheit. Da das Wasserfallmodell Änderungen dieser Art nicht vorsieht, ist es, wenn überhaupt, für die Softwareentwicklung nur in stark abgewandelter Form zu empfehlen.

Wasserfallmodell

Produktivität	★ ★ ★
Fehlertoleranz	★ ★
Flexibilität	★
Parallelisierbarkeit	★ ★
Intuitivität	★ ★ ★ ★
Praktikabilität	★ ★ ☆

2.2.2 Spiralmodell

Das sogenannte Spiralmodell wurde vom amerikanischen Softwareingenieur Barry W. Boehm entwickelt, der es 1988 erstmals einem breiten Publikum präsentierte. Durch die iterative Wiederholung einzelner Phasen wird versucht, sich langsam an die Ziele des Projektes anzunähern. Diese müssen nicht vollständig vor Beginn der Implementierung feststehen, auch ist es keine Hürde, wenn sie sich im Laufe der Entwicklung ändern. Durch den in der Softwareprogrammierung neuen, zyklischen Ansatz gilt es als eines der ersten iterativen Softwaremodelle.

Jede Iteration dauert (je nach Projekt) zwischen 6 Monate und 2 Jahre, beinhaltet alle Aspekte des typischen Software-Lebenszyklus und umfasst grundsätzlich vier verschiedene Phasen:

[2]

1. **Festlegen der Ziele:** Wie im Wasserfallmodell werden zu Beginn die Ziele der Iteration festgelegt. Diese beziehen sich jedoch im Gegensatz zu diesem nicht auf das ganze, sondern auf einen Teil (ein Modul) des Projekts.
2. **Risikoanalyse:** Anschließend wird versucht, durch Simulationen oder Prototyping die Risiken des Geplanten zu eruieren. Anhand dieser Daten werden mögliche Alternativen gesucht, die gegebenenfalls als "Fallback" verwendet werden können.
3. **Implementierungs- und Testphase:** Im nächsten Schritt folgt das eigentliche Entwickeln als kombinierte Implementations- und Testphase. Die beiden Bereiche gehen

Modellen der Großteil der Arbeit (immerhin drei von vier Phasen) in die Planung investiert wird - auch wenn am Ende ein vergleichsweise gutes Ergebnis steht, ist der Zeitaufwand jedoch meist überproportional. Demnach ist es zwar für die Softwareentwicklung zu empfehlen, jedoch nur, wenn nicht unter extremem Zeitdruck gearbeitet wird.

Spiralmodell

Produktivität	★
Fehlertoleranz	★ ★ ★
Flexibilität	★ ★ ★ ★
Parallelisierbarkeit	★ ★ ★ ★
Intuitivität	★ ★
Praktikabilität	★ ★ ★

2.2.3 Scrum

Während sich obige Modelle gut für andere Bereiche des Ingenieurwesens eignen, scheitern sie in der Softwareentwicklung vor allem an der fehlenden Kommunikation zwischen Auftraggeber und Entwickler: Da die Meilensteine oft zu umfangreich gewählt und Ergebnisse demnach nur selten sichtbar sind, wird erst zu spät bemerkt, wenn sich das Projekt in die falsche Richtung entwickelt. Wünscht sich der Auftraggeber dann Änderungen - was meistens der Fall ist - hat dies Rückschritte in der Entwicklung zur Folge. Zusätzlich besteht ein großer Prozess-Overhead durch nur bedingt sinnvolle interne Analysen und dem zeitaufwendigen Anfertigen unverhältnismäßig bürokratischer Dokumentation. Diese Probleme versucht das Scrum-Modell (aus dem Englischen für "Gedränge") zu adressieren: Durch Reduktion des aus iterativen Modellen bekannten Entwicklungszyklus auf weitaus kürzere Zeitintervalle erhöht es die Transparenz und Flexibilität des Softwareentwicklungsprozesses.

Scrum beruht auf der Erkenntnis, dass der Prozess der Softwareentwicklung äußerst komplex ist und sich kaum in vordefinierte Formen pressen lässt. Deshalb schreibt das Konzept nur einige wenige, einfache Regeln vor, was es auch sehr intuitiv und einfach umsetzbar macht:

- Drei Rollen: der Product Owner (stellt fachliche Anforderungen), der Scrum-Master (managt den Prozess) und das Team (Implementiert die Anforderungen)
- Iteratives Vorgehen (Zyklus dauert nur wenige Tage bis Wochen)
- Transparenz durch ständiges Ausliefern funktionsfähiger Development-Builds
- Vermeidung von Overhead durch Konzentration auf hochqualitative Arbeit anstatt auf eine Papierflut bei der Spezifikation
- Änderungen der Kundenanforderungen während des Projekts gelten als normal, nicht als Störfaktor (es gibt keine „fertige“ Spezifikation)

Die Transparenz, Flexibilität und Einfachheit von Scrum ist wohl der Grund, warum seit der Jahrtausendwende nahezu jedes Softwareprojekt auf dieses Vorgehensmodell zurückgreift. Es erlaubt interaktive Programmierung und liefert in kurzer Zeit sicht- und verwertbare Ergebnisse. Zusammengefasst lässt sich Scrum in drei selbsterklärenden Worten beschreiben: "Apply, Inspect & Adapt". [8]

Scrum

Produktivität	★ ★ ★ ★ ★
Fehlertoleranz	★ ★ ★ ★
Flexibilität	★ ★ ★ ★ ★
Parallelisierbarkeit	★ ★ ★
Intuitivität	★ ★ ★ ★
Praktikabilität	★ ★ ★ ★ ☆

2.3 Unser Vorgehen

Da dieses Maturaprojekt für alle Teammitglieder das erste dieser Größe ist, war zuvor bei keinem von uns ein großes Vorwissen zum fortgeschrittenen Projektmanagement gegeben. Auch waren die Bedingungen seitens der Auftraggeber - aufgrund der sensorspezifischen Herausforderungen - anfänglich auch recht vage definiert, sodass von unserer Seite nicht

klar war, welche Aufgaben überhaupt welcher Seite zufallen. Diese Unklarheit resultierte schon bald in der Entscheidung, ein Vorgehensmodell zu wählen, das sich im Rückblick als äußerst unpraktikabel herausstellte - nämlich gar keines.

Erst im Zuge der Projektentwicklung - vor allem, als sich zunehmend die Abhängigkeiten der einzelnen Bereiche untereinander herauskristallisierten - wurde klar, dass in diesem Fall doch makroskopische Organisation vonnöten ist, um eine reibungslose Zusammenarbeit zu gewährleisten. Leider ließen wir uns jedoch von der Vorstellung des linear ablaufenden Projektes ohne Komplikationen blenden und verwendeten - ohne Vorwissen, nur nach "Bauchgefühl" - einen Wasserfall-Ansatz.

Bald erwies sich jedoch auch dies als äußerst unpraktikabel, da, praktisch gesprochen, keine Aufnahmen getätigt werden konnten, bis nicht auch der letzte Sensor funktioniert - auch wenn es mit anderen Sensoren problemlos möglich gewesen wäre. Aufgrund vieler folgender Komplikationen gerieten wir wegen des Wasserfallmodells sogar ein wenig in Zeitdruck, weshalb wir - nun mit der festen Absicht, das Projekt zu strukturieren - über einige Recherchen zum Scrum-Ansatz migrierten, mit dem plötzlich in ganz anderem Maßstab gearbeitet werden konnte. Mehrfache Besuche der Uni lösten die meisten der sensorbedingten Konflikte, entweder durch technische Hilfestellung oder durch simple Änderungen der verwendeten Sensoren, die - dank des Scrum-Modells - auch keine Probleme mehr bereiteten. So konnte die Studie schlussendlich vollständig durchgeführt werden.

3 | Testsoftware

Da für die Studie ein ganzes Spektrum an Sensoren verwendet wird, stellt sich die Frage, wie sich alle "Eigenheiten" der verschiedenen Geräte unter einen Hut bringen lassen - sei es das unterstützte Betriebssystem, die Form der Ansteuerung oder schlicht und ergreifend das Ausgabeformat. Hierfür hat die Universität zwei verschiedene Softwareansätze implementiert, die es ermöglichen, strukturiert Daten aufzunehmen. Die erste Software, betitelt PLUS-Sensor-CapturingGUI, ist auf die selbstgebauten, extern kontrollierten Venensensoren ausgelegt, die zweite - CommercialSensorsGUI - dient der einfachen Ansteuerung kommerzieller Geräte. Der Fokus dieser Arbeit liegt dabei hauptsächlich auf Letzterer, da in diese im Projekt weitere Sensoren integriert wurden und es zwecks der Portierung auf andere Betriebssysteme auch selbst angepasst wurde.

3.1 PLUS-Sensor-CapturingGUI

Das in C# geschriebene PLUS-Sensor-CapturingGUI wird für die Sensoren verwendet, die die Universität selbst baut. Zum Zeitpunkt des Schreibens dieses Dokuments hat sie bereits mehr als ein halbes Dutzend Sensoren entworfen, die im 3D-Druck produziert werden: Finger- oder Handflächenvenen, Infrarotdioden oder -laser, mit verschiedensten Belechtungswinkeln - das neueste Projekt funktioniert sogar berührungslos. Einer dieser Prototypen, der "PLUS FV3", ist Teil der Studie.

3.1.1 Funktionen

Die Hauptfunktionalität der Software ist das Anzeigen des Kamerabildes. Da sämtliche von der Universität entworfenen Sensoren eine professionelle Industrie-Infrarotkamera der Firma IDS Imaging verwenden, wurde die Kamera-Testsoftware um sensorspezifische Steuerbefehle erweitert, die im linken Panel zu finden sind. Diese Befehle sind notwendig, da die Sensoren der Universität extern gesteuert sind - dies bedeutet, dass wichtige Einstellungen (wie etwa Belichtung oder Zeitpunkt der Aufnahme) nicht wie in kommerziellen im Gerät selbst evaluiert, sondern vom Computer definiert werden. Dies führt zwar zu mehr Zeitaufwand bei der Bildaufnahme, bringt jedoch die Möglichkeit eines tieferen Einblicks sowie der detaillierten Adjustierung der Parameter mit sich. Wie diese Parameter definiert werden müssen, wird im Kapitel "Aufnahmeprozess" erklärt.

Zur Durchführung von Testszenarien stellt die Software ein einfaches System zur Ver-

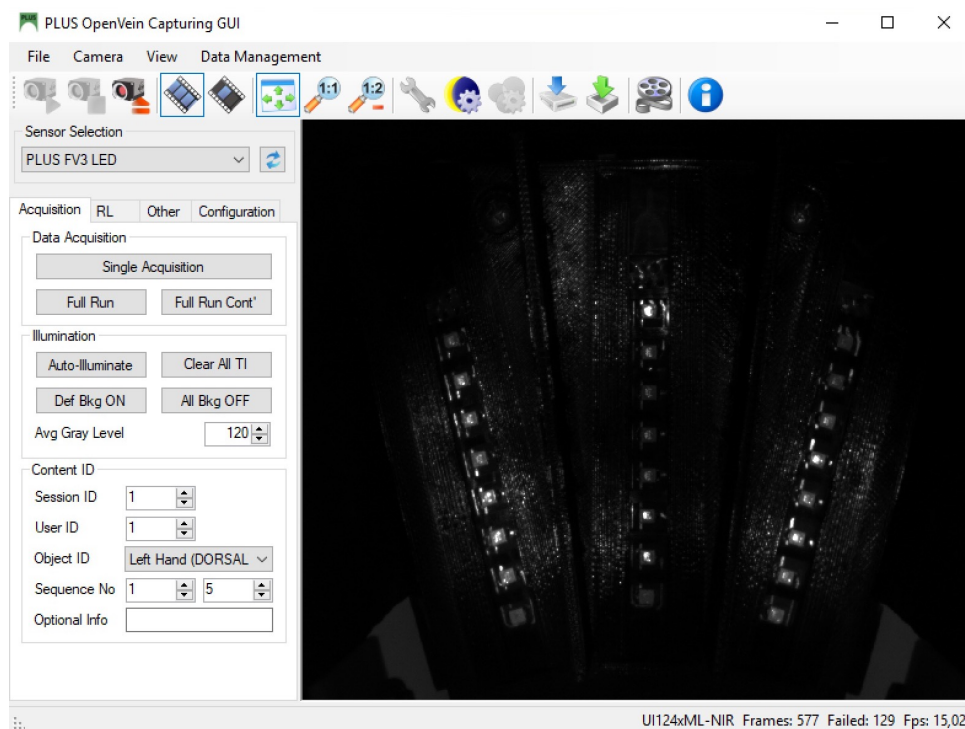


Abbildung 3.1: Die Standardansicht des PLUS-Sensor-CapturingGUIs

fügung, mit dem mehrere Bilder in Serie aufgenommen werden können, die zur einfachen Verwaltung automatisch mit Benutzer-ID, Szenarien-ID, Finger-/Handbezeichnung sowie Aufnahme Nummer versehen werden. Weiter stehen verschiedenste Automatisierungen zur Verfügung, allem voran die äußerst praktische und viel Arbeit ersparende Funktion "Auto-Illuminate".

3.1.2 Installation

Als Abhängigkeit besitzt die Software nur den uEye-Systemtreiber. Diesen gibt es für Windows sowie Linux mit Unterstützung für die x86- und x86_64-Architektur. Die Installation erfolgt unkompliziert über den vom Hersteller bereitgestellten Installer und wirft anschließend keine Probleme mehr auf.

3.2 CommercialSensorsGUI

Das Auslesen der kommerziellen Geräte gestaltet sich als weitaus schwieriger, da verschiedenste Faktoren berücksichtigt werden müssen, die nicht mehr in der Hand des Entwicklers liegen. Einer der Wichtigsten ist die Plattformabhängigkeit der benötigten Libraries - manche Hersteller bieten ihre Bibliotheken nur für Windows oder Linux an, andere wurden so geschrieben, dass sie nur auf macOS lauffähig sind. Schlussendlich soll aber doch alles im selben Programm laufen, alle Aufnahmen nach dem gleichen Schema nummeriert und die Daten alle in der selben Datenbank gespeichert werden.

Die Antwort der Universität auf dieses Problem ist das python-basierte Programm "CommercialSensorsGUI". Als plattformunabhängige Front-End-Solution greift es auf die für die jeweilige Plattform kompilierten Back-End-Binaries zurück und speichert die Aufnahmen strukturiert in der zentralen Capture-Datenbank (einer detailliert ausgeführten und nach diversen Faktoren sortierten Ordnerstruktur). Die Einstellungen und Pfade sind dabei für jeden Sensor individuell in der jeweiligen Konfigurationsdatei anpassbar, und Konfigurationsdateien für neue Sensoren können ebenso einfach hinzugefügt werden.

3.2.1 Funktionen

Ebenso wie beim PLUS-Sensor-CapturingGUI liegt die Hauptfunktion der Applikation im Aufnehmen, Anzeigen und Abspeichern der Venendaten. Im Gegensatz zu ersterem ist hierbei der Aufnahme-Code nicht im CommercialSensorsGUI implementiert, es führt nur die sensorspezifische und unabhängig von diesem entwickelte Binär-Datei (folgend als "Capture-Executable" bezeichnet) aus. Diese hat dann die Aufgabe, die Aufnahme anzufertigen und

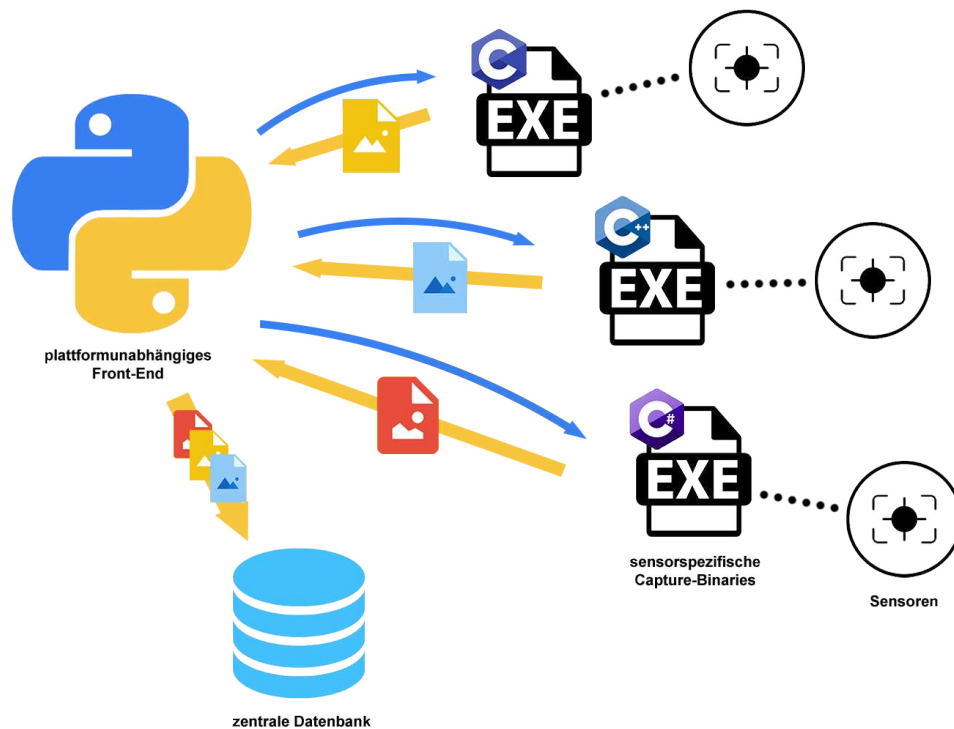


Abbildung 3.2: Schema des CommercialSensorsGUI

in einem zum Capture-Executable relativen Pfad zu speichern. Bei erfolgreicher Rückmeldung des Sensors wird diese anschließend umbenannt und in die zentrale Datenbank verschoben. Der Pfad letzterer ist anpassbar, sodass beim Verwenden mehrerer Systeme oder Virtueller Maschinen auch in synchronisierte Ordner geschrieben werden kann.

Die Oberfläche des Programms selbst gestaltet sich recht simpel. Da die nicht-selbstgebauten Sensoren bis auf den Capture-Befehl keine zusätzliche Steuerung vom Computer benötigen (was mit dieser Softwarelösung auch gar nicht möglich wäre), fallen dementsprechende Schaltflächen weg - das Programm beschränkt sich somit auf hauptsächlich eine Funktion, dem Button "Capture Image". Bei jeder Aufnahme werden die Benennungsfelder inkrementiert, wodurch auch hier eine einfache Serienaufnahme möglich ist.

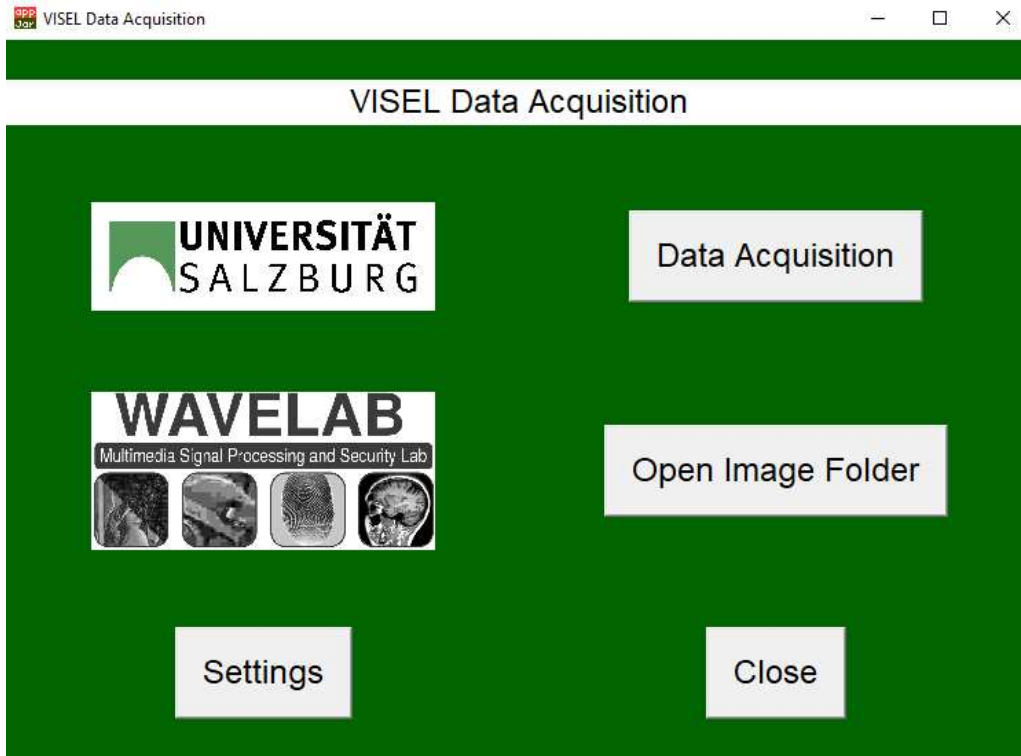


Abbildung 3.3: Hauptansicht

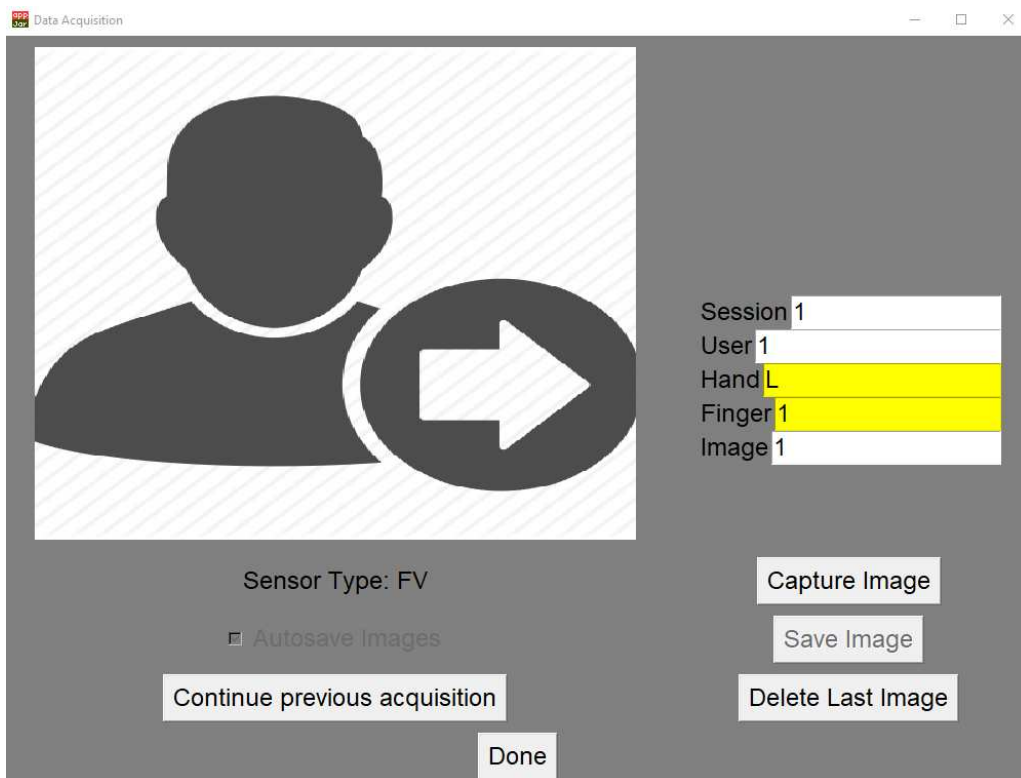


Abbildung 3.4: Capture-Ansicht

3.2.2 Installation

Bei diesem Framework gestaltet sich die Installation - schon aufgrund der vielen Dependencies des Front-Ends - als eher kompliziert. Nicht nur ist das Python-Framework (der Version 3) selbst zu installieren, auch bestimmte, nicht vorinstallierte Python-Bibliotheken werden benötigt - da die Python-Fehlermeldung jedoch nur das fehlgeschlagene `import`-Statement zeigt, nicht jedoch das benötigte Package (das es ja auch gar nicht kennen kann), ist dabei einiges an Herumprobieren vonnöten.

3.2.2.1 Installation von Python 3 - Windows

Da die Standardtools des Windows-Betriebssystems keinen Package-Manager beinhalten - und es unter Windows auch nicht üblich ist, solche zu verwenden - führt der einfachste Weg der Installation über den unter <https://www.python.org/downloads/windows/> verfügbaren Installer. Die Installation selbst erfolgt geradlinig und einfach, es muss nur darauf geachtet werden, den python-internen Bibliotheks-Manager `pip` bei der Installationskonfiguration mit auszuwählen.

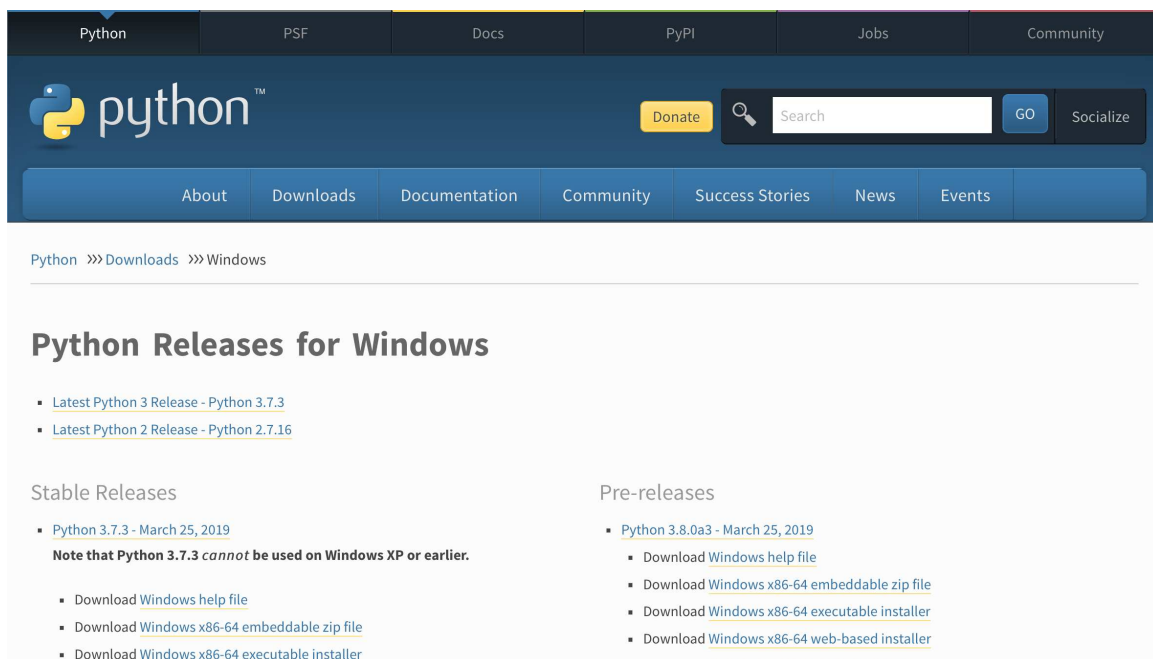


Abbildung 3.5: Python-Downloadseite für Windows

3.2.2.2 Installation von Python 3 - Ubuntu

In der Ubuntu-Standardinstallation sowie seinen Derivaten ist Python für gewöhnlich bereits enthalten. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, gestaltet sich die Installation - aufgrund der einwandfreien Integration des Package-Managers `apt-get` - ebenso als äußerst einfach. Durch Eingeben des Commands `sudo apt-get install python3` ins Terminal wird das gesamte Python-Framework mitsamt aller Abhängigkeiten vollautomatisch heruntergeladen und installiert.

3.2.2.3 Installation von Python 3 - macOS

Unter macOS führt der Weg ebenso über einen Package-Manager, namens `brew`. Sollte dieser nicht bereits installiert sein, lässt sich dies einfach über den im Code-Listing 3.1 angeführten `ruby`-Command erledigen. Anschließend erfolgt die Installation, ähnlich wie unter Linux, über `brew install python3`.

```
/usr/bin/ruby -e "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install)"
```

Code-Listing 3.1: Der Command zur Installation des Package-Managers "brew"

3.2.2.4 Installation der Python-Bibliotheken

Einige der Funktionen des `CommercialSensorsGUI` benötigen Bibliotheken, die nicht in der Python-Standardinstallation enthalten sind. Diese müssen über `pip install <library>` beziehungsweise `pip3 install <library>` (je nach verwendeter Installation) nachgeladen werden.

Da der Python-Interpreter, wie bereits erwähnt, die Bezeichnungen der fehlenden Bibliotheken nicht kennt, müssen diese anhand der Fehlermeldungen abgeschätzt werden. Über "Herumprobieren" und etwas Internetrecherche konnten so die im Code-Listing 3.2 aufgeführten Pakete installiert werden.

```
pip install configobj
pip install imutils
pip install matplotlib
pip install numpy
pip install opencv-python
pip install Pillow
pip install python-dateutil
```

Code-Listing 3.2: Die installierten Abhängigkeiten des CommercialSensorsGUIs

3.2.3 Plattformportierung

Eigentlich sollte die Software durch Verwendung des plattformunabhängigen Python-Frameworks auf allen Betriebssystemen gleichermaßen funktionieren. Allerdings wurde sie unter macOS entwickelt und bis zum Zeitpunkt, als wir die Software zur Verfügung gestellt bekommen haben, nicht auf anderen Plattformen getestet. Wie demnach zu erwarten war, führte schon die erste Verwendung der Software unter Windows zum Erscheinen einiger Fehlermeldungen im Terminal - als Reaktion auf einen Buttonklick, der unter anderem Capture-Daten auf der Festplatte verschieben sollte.

Bei näherer Untersuchung zeigte sich auch schnell warum: An mehreren Stellen des Programmcodes, wie etwa der Methode `def saveCapturedImage()` - die für das Verschieben der Bilddaten in die Datenbank zuständig ist - werden `os.system()`-Calls verwendet, in denen UNIX-Commands wie `mv` oder `rm` aufgerufen werden. Da diese unter Windows - einem DOS-basierten Betriebssystem - natürlich nicht zur Verfügung stehen, resultieren diverse Programmfunktionen in dementsprechende Fehlermeldungen.

Behoben wurde dieser Fehler durch Austauschen der betroffenen Funktionen durch plattformunabhängige. So wurde zum Beispiel der Aufruf `os.system('mv ...')` zum Verschieben von Dateien (siehe Code-Listing 3.3) durch die Funktion `shutil.move(src, dst, copy_function=copy2)` der in der Python-Standarddistribution enthaltenen Bibliothek `shutil` (siehe Code-Listing 3.4) ersetzt. Nach Adressieren dieser Thematik lässt sich die Applikation nun einwandfrei verwenden.

```
259     ...
260     if os.path.exists(config['sensor_capture_directory'] + config['
sensor_output_file'] + '.' + config['
sensor_output_file_extension']):
261         os.system('mv ' + config['sensor_capture_directory'] +
config['sensor_output_file'] + '.' + config['
sensor_output_file_extension'] + ' ' + config['
database_directory'] + outputAcquisitionPrefix + '.' +
config['sensor_output_file_extension'])
262     ...
```

Code-Listing 3.3: Die nicht funktionierende Version der Uni

```
259     ...
260     if os.path.exists(config['sensor_capture_directory'] + config['
sensor_output_file'] + '.' + config['
sensor_output_file_extension']):
261         move(config['sensor_capture_directory'] + config['
sensor_output_file'] + '.' + config['
sensor_output_file_extension'], config['
database_directory'] + outputAcquisitionPrefix + '.' +
config['sensor_output_file_extension'])
262     ...
```

Code-Listing 3.4: Die korrigierte Version

3.2.4 Hinzufügen neuer Sensoren

Während sich die Implementation eines neuen Sensors - das Anfertigen der sensorspezifischen Capture-Executable - unter bestimmten Umständen als äußerst kompliziert gestalten kann, ist die Integration dieser Binary in das CommercialSensorsGUI glücklicherweise vergleichsweise einfach.

Für jeden Sensor existiert eine Key-Value-Konfigurationsdatei, in der die benötigten Parameter eingetragen sind. Soll ein weiterer Sensor hinzugefügt werden, muss nur eine dementsprechende Konfigurationsdatei angelegt werden, die die zum Aufruf der Capture-Executable benötigten Parameter zur Verfügung stellt. Diese lauten wie folgt (alle Pfade sind relativ zum Ordner, in dem die Python-Applikation liegt):

- **sensor_executable:** Der Pfad der benötigten Capture-Executable, und somit das Herzstück der Applikation. Diese wird mit einem `os.system()`-Call ausgeführt, der

Rückgabewert 0 bestätigt eine erfolgreiche Aufnahme.

- **sensor_capture_directory**: Der Ausgabeordner, in dem das Capture-Executable die Aufnahme ablegt. Dieser ist implementierungsspezifisch und wird benötigt, um die Datei anzuzeigen und zu verschieben.
- **sensor_output_file**: Der Name, unter dem die Aufnahme im Ausgabeordner liegt.
- **sensor_output_file_extension**: Der letzte Teil des vollständigen Dateibezeichners. Die Endung wird jedoch auch gebraucht, um zu bestimmen, wie mit der Datei weiter verfahren wird. So werden Bilder (.jpg, .png und .bmp) beispielsweise nach der Aufnahme angezeigt, Rohdaten (.dat) im Gegensatz dazu nicht.
- **sensor_params**: Optionale Parameter, die der Capture-Executable beim Aufruf übergeben werden.

Zusätzlich werden zum strukturierten Abspeichern in der Datenbank bestimmte weitere Werte benötigt:

- **auto_save_images**: Boolean-Wert, der festlegt, ob die Daten überhaupt in die Datenbank gespeichert werden sollen.
- **database_directory**: Der Pfad zur Datenbank, in der die Aufnahmen gegebenenfalls gespeichert werden.
- **sensor_name**: Der Name des Sensors, unter dem die Daten abgelegt werden.
- **sensor_type**: Die Art des verwendeten Sensors, entweder FV (Fingervenen) oder HV (Handflächenvenen).

Um Serienaufnahmen zu ermöglichen, sind abschließend auch noch diese Variablen zu definieren:

- **hand_ids**: Die Bezeichnungen der Hände, für gewöhnlich L, R
- **finger_ids**: Die Indizierung der Finger, für gewöhnlich 1, 2, 3, 4, 5 (nur bei Fingervenensensoren benötigt)
- **img_ids**: Die Nummerierung der Wiederholungen, für gewöhnlich 1, 2, 3

Von den vier in der Studie verwendeten und im CommercialSensorsGUI laufenden Sensoren wurden zwei im Zuge des Projekts vollständig implementiert, außerdem wurde ein dritter auf Windows kompiliert. Die zugehörigen Konfigurationsdateien sind in den Code-Listings 3.5, 3.6 und 3.7 zu finden.

```
sensor_executable = libs\M2SYS\M2SYS\bin\Debug\M2SYS.exe
sensor_capture_directory = libs\M2SYS\M2SYS\bin\Debug\capture\
sensor_output_file = capture
sensor_output_file_extension = dat
sensor_params = ""

database_directory = protect_db\M2SYS\
auto_save_images = True
sensor_name = M2SYS FV
sensor_type = FV

hand_ids = L, R
finger_ids = 1, 2, 3, 4, 5
img_ids = 1, 2, 3
```

Code-Listing 3.5: Die Konfigurationsdatei des Sensors M2SYS M2-FINGERVEIN

```
sensor_executable = libs\ZKTeco-FV1000\ZKTeco-FV1000\bin\
  Release\ZKTeco-FV1000.exe
sensor_capture_directory = libs\ZKTeco-FV1000\ZKTeco-FV1000\bin
  \Release\capture\
sensor_output_file = fv
sensor_output_file_extension = bmp
sensor_params = ""

database_directory = protect_db\ZKTeco\
auto_save_images = True
sensor_name = ZKTeco FV1000
sensor_type = FV

hand_ids = L, R
finger_ids = 1, 2, 3, 4, 5
img_ids = 1, 2, 3
```

Code-Listing 3.6: Die Konfigurationsdatei des Sensors ZKTeco FV1000

```
sensor_executable = libs\palmsecure-release-win\release\  
    palmsecure.exe  
sensor_capture_directory = libs\palmsecure-release-win\release\  
    capture\  
sensor_output_file = image  
sensor_output_file_extension = png  
sensor_params = 35 60  
  
database_directory = protect_db\PalmSecure\  
auto_save_images = True  
sensor_name = Fujitsu PalmSecure V2  
sensor_type = HV  
  
hand_ids = Ld, Lp, Rd, Rp  
img_ids = 1, 2, 3
```

Code-Listing 3.7: Die Konfigurationsdatei des Sensors Fujitsu PalmSecure V2

4 | Sensoren

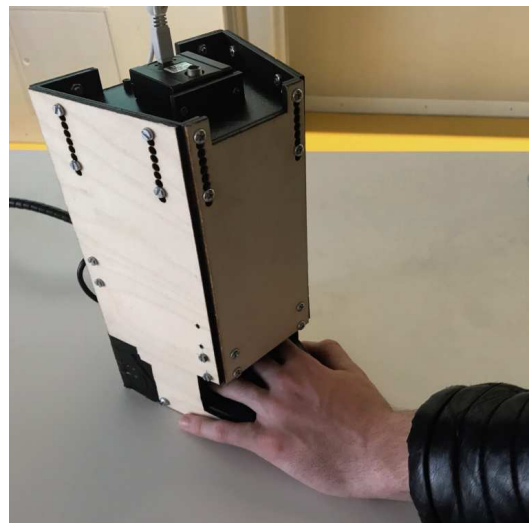
Da dieses Projekt verschiedenste Sensoren mit unterschiedlichsten Eigenschaften beinhaltet, sollen sie in diesem Kapitel auch einzeln vorgestellt werden. Beschrieben sind die verschiedenen technischen Charakteristika der Geräte - Aufnahmeprinzip, Performance, verwendete Software etc. - auf den Implementierungsprozess für Sensoren, bei denen "selbst Hand angelegt wurde", soll dabei ebenso eingegangen werden. Zuerst wird jedoch der eigentliche Aufnahmeprozess erläutert, am Beispiel des Uni-Sensors PLUS FV3.

4.1 PLUS FV3

Der PLUS FV3 wurde, wie bereits erwähnt, von der Universität selbst gebaut. Entwickelt für wissenschaftliche Testszenarien fielen folglich einige Design-Entscheidungen bewusst verbos aus, um einen möglichst guten Einblick in den Aufnahmevorgang zu ermöglichen. Deshalb ist er auch ideal, um den technischen Hintergrund der Aufnahmen zu erklären.

4.1.1 Kamera

Der wichtigste Teil eines Venenscanners ist natürlich der bildgebende Part. Verwendet werden können dafür verschiedenste Kameramodule - von hochmodernen Kamerasystemen bis hin zu



Hersteller	Uni Salzburg
Sensortyp	Fingervenen
Produktstadium	Prototyp
Testsoftware	PLUS-Sensor-CapturingGUI
Betriebssystem	Windows
Ausgabeformat	Graustufenbild, 1280×1024 px

kleinen Arduino-Shields - solange zwei Bedingungen gegeben sind:

- Einerseits darf die Kamera nicht nur das sichtbare Spektrum aufzeichnen, auch muss sie empfindlich gegenüber (Nah-)Infrarotlicht sein, da sich die Absorptionsspektren von menschlichem Gewebe und Blut in diesem Bereich perfekt für Venenscans eignen und folglich Infrarot auch die gängige Praxis für diese ist. Geraten sei somit gleich zur Infrarotkamera zu greifen, allerdings lässt sich bei vielen herkömmlichen Kameras der Infrarotfilter vor dem Photosensor auch einfach ausbauen.
- Andererseits muss auch eine entsprechende Bildqualität gegeben sein, nicht nur seitens der Bildauflösung, auch muss der verwendete Photosensor eine möglichst kleine SNR (Signal to Noise ratio, also das Verhältnis der Messgröße zum Hintergrundrauschen im Sensor selbst) aufweisen.

Die Wahl der Uni fiel dabei auf die schon erwähnte Industrie-Infrarotkamera UI-1240ML-NIR "uEye" der Firma IDS Imaging. Diese wurde mit dem Objektiv HF9HA-1b (9mm, 2/3", Fujifilm) fokussiert und mit dem Midwest-Optics-Bandpassfilter LP830-27 (830-1100nm) vor zu starken Einflüssen des sichtbaren Lichts abgeschirmt.

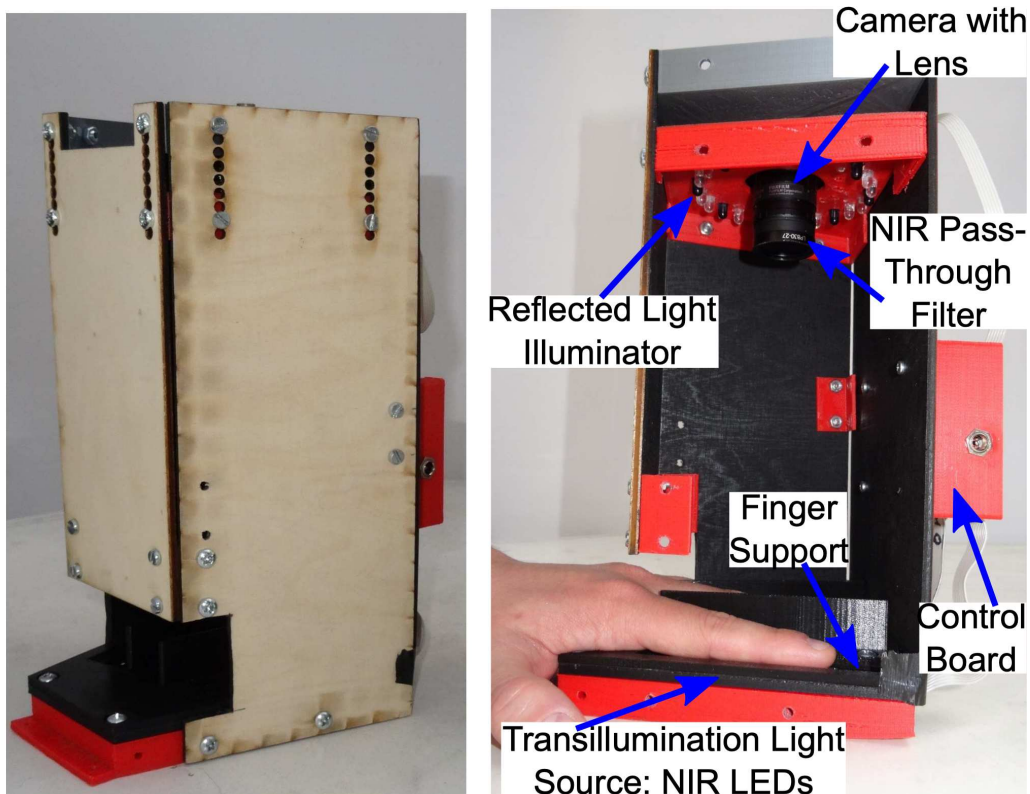


Abbildung 4.1: Das Schema des PLUS FV3 (ursprünglich in [6] veröffentlicht, © 2018 IEEE)

4.1.2 Belichtung

Neben der verwendeten Kamera ist vor allem auch die Beleuchtung ein weiterer äußerst wichtiger Faktor. Haupthürde ist dabei, die richtige Balance zwischen Unter- und Überbelichtung zu finden: Leuchtet die Infrarotlichtquelle zu schwach, wird die Hand nicht vollständig durchdrungen, leuchtet sie zu stark, geht der Kontrast der Venen verloren.

Hierzu werden im FV3 die Infrarot-Leuchtdioden Osram SFH-4253-Z ($\lambda = 850 \text{ nm}$) verwendet, die in drei Streifen zu je acht LEDs in der Grundplatte des Sensors versenkt sind (diese Art der Beleuchtung ist mitunter die geläufigste der am Markt erhältlichen Sensoren). Somit beträgt der Belichtungswinkel die idealen 180° - also in einer geraden Linie durch die Finger hindurch.

Eine zweite Ausführung des FV3 wurde ebenfalls entwickelt und gebaut, in dieser finden Infrarot-Laser ($\lambda = 808 \text{ nm}$) Anwendung. Mit diesen ist jedoch besondere Vorsicht geboten. Nicht nur besteht bei unsachgemäßer Handhabung das Risiko zu erblinden, wichtiger: Dies passiert vollkommen unerwartet - denn Laserstrahl ist für das menschliche Auge zwar fatal, aber unsichtbar.

Auch im Umgang mit der (sehr teuren) Kamera ist somit Vorsicht angebracht, da sich der empfindliche Photosensor, sollte er sich zufällig in der Nähe des Fokuspunktes des Lasers befinden, "analog zur Netzhaut verhält".

Um auch andere Belichtungsszenarien simulieren zu können, befinden sich auf der Seite der Kamera verschiedene weitere LEDs. Diese produzieren Licht der Wellenlängen $\lambda = 850 \text{ nm}$, $\lambda = 950 \text{ nm}$ sowie "Tageslicht" und sind optional einzeln im PLUS-Sensor-CapturingGUI aktivierbar.

4.1.3 Gehäuse

Das Gehäuse hat vor allem die Aufgabe, einen möglichst großen Anteil des durch Breitspektrumstrahlern (wie etwa der Sonne, oder auch handelsüblichen Glühbirnen) einfallenden Streulichts abzuschirmen. Außerdem hat es als formgebendes Stützelement dafür sorgen, dass die "Dinge an ihrem Platz bleiben", selbst beim Transport oder dem einen oder anderen "Ruck".

Dazu wird ein Großteil der Elemente im 3D-Druck gefertigt - im CAD-Programm "Solid

Edge” entworfen und bei Bedarf direkt an den 3D-Drucker vor Ort geschickt. Der Rest der Teile (die Holzelemente) werden ebenso passgenau produziert, am Lasercutter im Nachbargebäude.

Ein weiterer Teil des “Gehäuses”, nämlich die Fingerführung, sollte hier ebenso angeführt werden: Sie erlaubt die passgenaue Platzierung der Finger im Sensor und verhindert somit, dass eine durch die Finger nicht abgedeckte LED das Bild überbelichten würde.

4.1.4 Steuerplatine

Diese ist durch ein arduino-basiertes, selbst entwickeltes Board ausgeführt und dient hauptsächlich dazu, die Helligkeit der LEDs zu steuern und anzupassen. Außerdem erlaubt sie (in anderen Sensoren, die diese benötigen) die Ansteuerung verschiedener Motoren. Die Kommunikation erfolgt dabei über eine USB-basierte serielle Schnittstelle, über die Befehle direkt entgegen genommen werden können.

Aufgrund der Datenmenge erfolgt die Übertragung des Kamerabildes separat, dieses wird von der Kamera über ein weiteres USB-Kabel direkt an den Computer übermittelt. [5]



(a) palmar



(b) dorsal

Abbildung 4.2: Typische Aufnahmen des PLUS FV3

4.2 Mofiria FVA-U4ST

Der FVA-U4ST ist der erste kommerzielle Sensor auf unserer Liste. Kamera und Elektronik befinden sich im unteren Teil des Geräts. Die Belichtung erfolgt durch die seitlich platzierte Fingerführung, die auch gleichzeitig einen Teil des einfallenden Lichts blockiert, da das Gerät ansonsten sehr offen gebaut ist. Das Einheit ist (zumindest im Vergleich zum PLUS FV3) sehr kompakt gebaut und wiegt (laut Herstellerseite) auf $49 \times 63 \times 92$ mm etwa 105 g. Der Aufnahmeprozess ist auch sehr einfach, da der Sensor eine automatische Fingererkennung besitzt und die Aufnahme selbst auch sehr schnell abläuft.

Für diesen Sensor wurde uns von der Uni eine fertig implementierte Capture-Executable zur Verfügung gestellt. Diese ließ sich (fast schon überraschenderweise) problemlos in das CommercialSensorsGUI integrieren und funktionierte über die gesamte Studie ohne größere Probleme zu verursachen. Immerhin: Von den nicht von der Uni entworfenen Handvenensensoren ist dieser der einzige, dessen Capture-Executable im Laufe des Projekts nicht mindestens einmal neu kompiliert wurde.

Was beim U4ST allerdings berücksichtigt werden muss: Bei den Aufnahmen, die der Sensor ausgibt, handelt es sich nicht um Bilder, sondern um vom Hersteller speziell encodierte Capture-Daten. Diese sind zwar im Vergleich zu normalen Aufnahmen wesentlich kleiner, haben jedoch den großen Nachteil, somit auch nur mit dem vom Hersteller zur Verfügung gestellten Framework - und somit auch nur mit dem in diesem implementierten Algorithmus - ausgewertet werden zu können.



Hersteller	Mofiria (Japan)
Sensortyp	Fingervenen
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	CommercialSensorsGUI
Capture-Backend	C++
Betriebssystem	Windows
Ausgabeformat	herstellerencodierte Captures



(a) FVA-U4ST



(b) FVA-U4BT

Abbildung 4.3: Der FVA-U4ST und dessen bluetooth-fähiges Nachfolgemodell FVA-U4BT.

4.3 Fujitsu PalmSecure V2

Der PalmSecure V2 arbeitet im Gegensatz zu den bisherigen Geräten mit den Venen der Handfläche. Kamera und IR-LEDs befinden sich direkt nebeneinander, der Belichtungswinkel beträgt somit 180° . Die Sensoreinheit an sich ist extrem klein (ein nur $35 \times 35 \times 27$ mm großer Quader) und sitzt in einer wannenförmigen Handablage, die es zum einen ermöglicht, den Abstand der Hand zum Sensor zu normieren und gleichzeitig dazu dient, einen Großteil des einfallenden Lichts zu blockieren.

Auch hier konnten wir für die Capture-Executable bereits auf die Arbeit eines andren Entwicklers zurückgreifen: Genauer gesagt auf den vom japanischen Entwickler und Reverse-Engineer Mark Karpelès (a.k.a. "MagicalTux") erstellten "Treibern", der es erlaubt, ohne die



Hersteller	Fujitsu (Japan)
Sensortyp	Handflächenvenen
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	CommercialSensorsGUI
Capture-Backend	C++
Betriebssystem	Windows & macOS
Ausgabeformat	Graustufenbild, 640×480 px

Software des Herstellers Daten aus dem Sensor zu extrahieren - die somit auch unverschlüsselt sind. Die Implementierung an sich funktioniert gut, einen kleinen Stolperstein hat MagicalTux jedoch trotzdem eingebaut: Bei der Verwendung des QT-Creators als Entwicklungsumgebung (der normalerweise nur für Software mit grafischer Benutzeroberfläche benutzt wird, jedoch hier wahrscheinlich aufgrund des einfachen Wrappers um das Build-System `cmake`) wurde auch gleich "die Gelegenheit dazu genutzt", um einige (zugegebenermaßen sinnvoll) QT-Bindings einzubauen, wie etwa der Verwendung `QFile` (anstatt einer simplen, `iostream`-basierten Implementierung). Dies resultiert nicht nur darin, dass ein nicht allzu kleiner Teil des QT-Frameworks Dependency für die kleine Konsolenapplikation wird, zum Kompilieren wird somit (ohne Verwendung spezieller Hacks) auch der vollständige QT-Creator benötigt - der bereits in der kleinsten Installation über 10 GB benötigt, und für Programmierer, die für gewöhnlich in anderen IDEs arbeiten, auch alles andere als "intuitiv" wirkt.

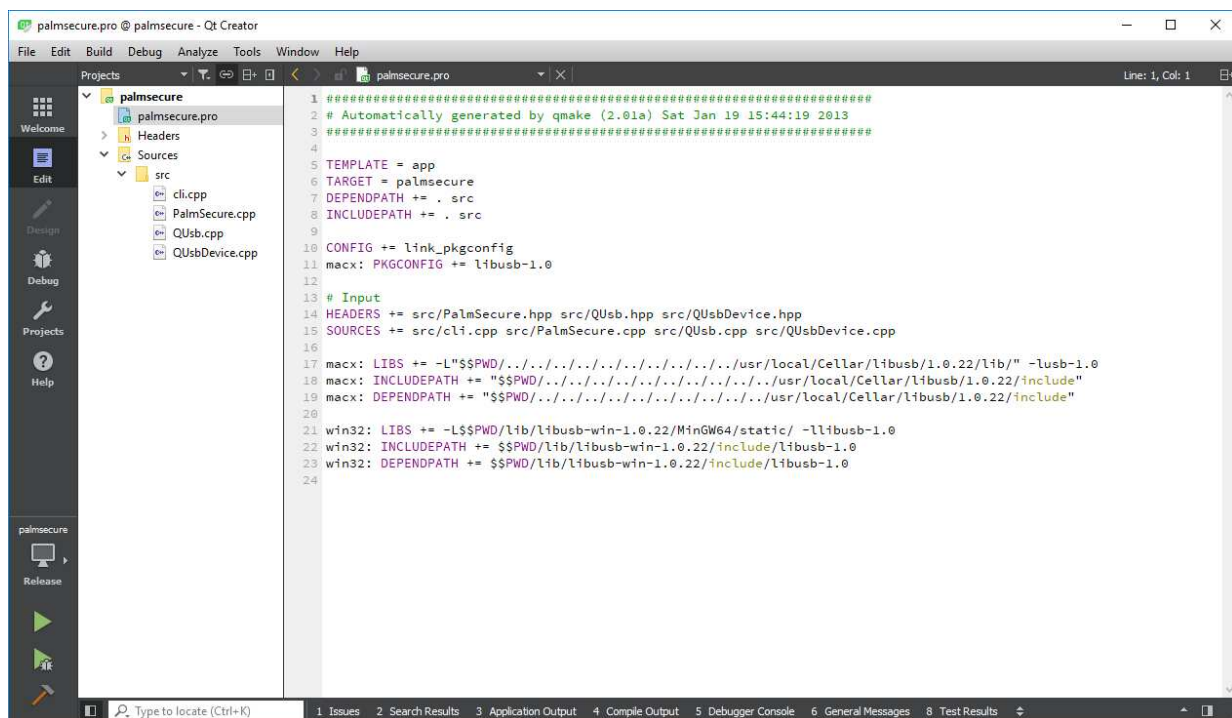


Abbildung 4.4: Die Oberfläche des QT-Creators, zu sehen ist die projektdefinierende `.pro`-Datei

Weiters benötigt der PalmSecure V2 unter Windows noch den speziellen USB-Treiber `libUSB-win32`. Dieser lässt sich auf viele Arten installieren, die komfortabelste ist jedoch die Verwendung des sehr praktischen Programms "Zadig" des Entwicklers Pete Batard (a.k.a. "pbatard"). Dieses erleichtert die Installation, Aktualisierung und Deinstallation verschiedenster generischer USB-Treiber, unter anderem auch `libUSB-win32`. Dies ist be-

sonders nützlich, da diese Treiber untereinander oft nicht kompatibel sind, so benötigt der ZKTeco FV1000 etwa den Treiber `libUSBk`, der allerdings nicht mit `libUSB-win32` kompatibel ist (für die Studie müssen somit zwei verschiedene Computer verwendet werden). Um dies jedoch erst herauszufinden, mussten beide Treiber zuerst mehrfach installiert und wieder deinstalliert werden - eine ohne die Hilfe von Zadig doch sehr aufwendige Prozedur.

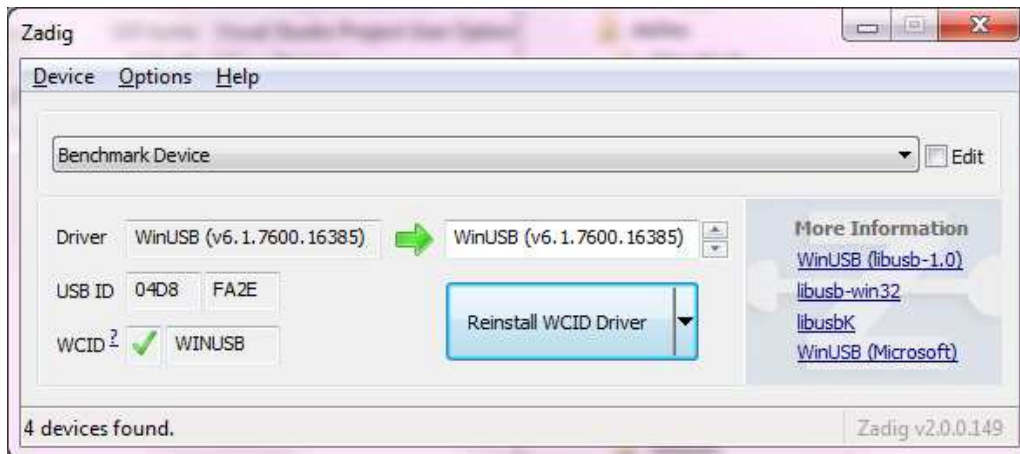


Abbildung 4.5: Das Programm Zadig - laut Entwicklerwebsite "USB driver installation made easy"

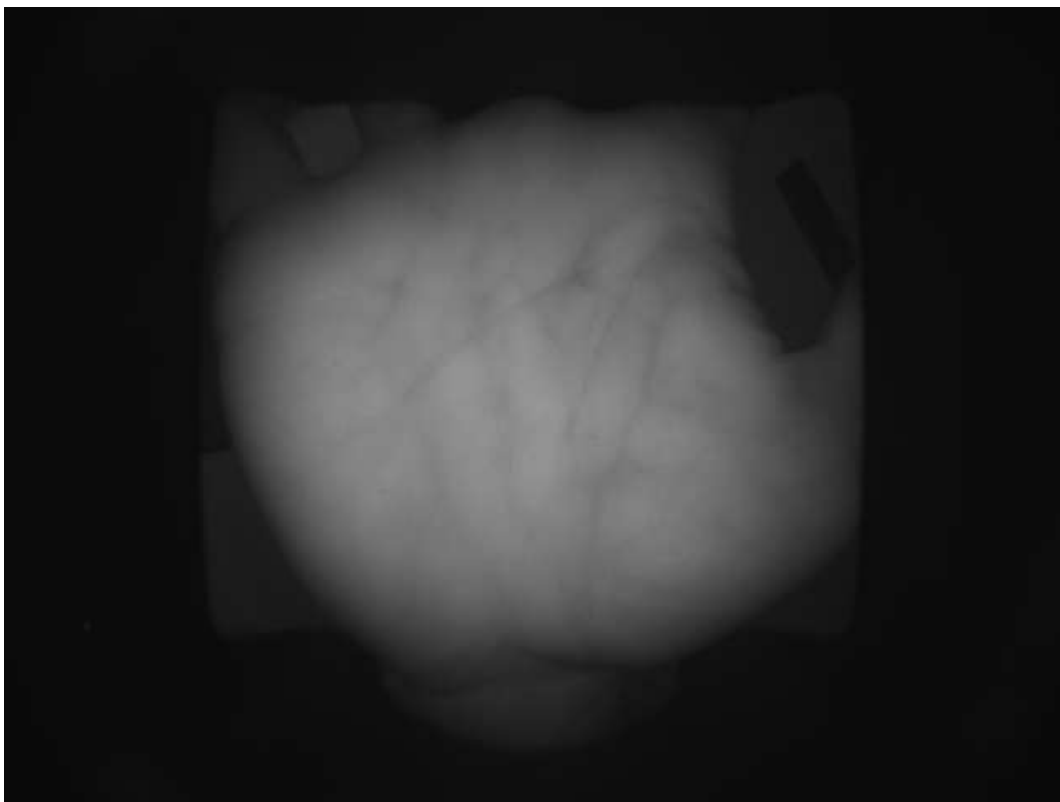


Abbildung 4.6: Typische Aufnahme des PalmSecure V2

4.4 ZKTeco FV1000

Als Hybridsensor kombiniert der FV1000 die Techniken der Fingerabdruck- und Fingervenenerkennung und vereint sie in einem Gehäuse. Der Finger wird dazu einfach auf die Glasfläche des Sensors gelegt, beide Merkmale werden dabei gleichzeitig aufgenommen. Um das einfallende Licht so gut wie möglich zu blockieren, ist auf Höhe der Fingervenenaufnahme wieder eine Fingerführung platziert. Der FV1000 zeigt seine Bereitschaft durch eine grüne Beleuchtung, die Aufnahme selbst dauert etwa drei Sekunden.

Den FV1000 in das System zu integrieren war eine der schwersten Aufgaben des Projektes. Seitens der Universität war kein Vorarbeit gegeben, und auch auf Hilfe aus dem Internet war hier nicht zu hoffen. Somit der gesamte Code musste aus der Dokumentation im wahrsten Sinne des Wortes "zusammengebastelt" werden - die nicht nur äußerst, äußerst gering, sondern auch vollständig im Chinesischen verfasst war. Die Implementierung wird nachfolgend beschrieben.

Auch dieser Sensor benötigt einen USB-Treiber - den Treiber `libUSBk`, um genau zu sein - der auch einfach über Zadig installiert werden kann. Wie bereits oben beschrieben, kann dieses Gerät somit nicht zusammen mit dem Fujitsu PalmSecure am selben System betrieben werden.



Hersteller	ZKTeco (China)
Sensortyp	Fingervenenerkennung & -abdruck
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	CommercialSensorsGUI
Capture-Backend	C# (selbst implementiert)
Betriebssystem	Windows
Ausgabeformat (FV)	Graustufenbild, 320×240 px
Ausgabeformat (FA)	Graustufenbild, 256×360 px

4.4.1 Implementierung

Begonnen wurde mit dem Studieren der gegebenen Dokumentation, deren Übersetzung ins Englische - dem Google Übersetzer sei Dank - auch recht gut funktionierte. So konnte zumindest festgestellt werden, dass es sich bei den mitgelieferten `.dlls` um C#-Bibliotheken handelt - der `file-Command` beantwortete die Frage nach den Bibliotheken nämlich nur mit `zkfv.dll: PE32+ executable (DLL) (GUI)x86-64, for MS Windows`

Gleich wurde auch eine C#-Konsolenanwendung als Projekt in Microsofts Visual Studio angelegt. Die `.dlls` wurden als Abhängigkeit zu diesem hinzugefügt. Nachfolgend werden die wichtigsten Teile des verfassten Codes gezeigt und erläutert.

Wie in jedem Konsolenprogramm sollten zuerst die Programmargumente überprüft werden. Ist die Anzahl dieser hier ungleich 1, wird das Programm mit einer Fehlermeldung beendet, ansonsten wird dieses erste Element in der später als Pfad verwendeten Variable gespeichert (Code-Listing 4.1).

```
31     if (args.Length != 1)
32     {
33         Console.WriteLine("No capture path specified \r\n");
34         return 1;
35     }
36     String path = args[0];
```

Code-Listing 4.1: Überprüfen der Konsolenparameter

Anschließend wird die statische Methode `zkfv.Init()` aus dem Namespace `zkfvcsharp` aufgerufen. Diese initialisiert die Verbindung mit dem Sensor und gibt, wenn diese erfolgreich ist, den Rückgabewert `zkfverrdef.ZKFV_ERR_OK` zurück. Ansonsten wird das Programm ebenso mit einer Fehlermeldung beendet. (Code-Listing 4.2).

```
38     if (zkfv.Init() != zkfverrdef.ZKFV_ERR_OK)
39     {
40         Console.WriteLine("Init ZKFVM fail \r\n");
41         return 1;
42     }
```

Code-Listing 4.2: Initialisieren der Verbindung

Die folgenden Schritte sind nun nicht mehr anhand der Dokumentation auszumachen. Zum Glück wurde in Zwischenzeit ein in den Untiefen der "ZKFingerVein SDK" vergrabe-

nes Demonstrationsprojekt (wenn man es als solches bezeichnen darf) gefunden - dieses funktioniert zwar nicht, liefert jedoch trotzdem die restlichen Hinweise, um diese Capture-Executable fertigzustellen. Zunächst werden über eine Reihe von `zkfv.GetParameters (IntPtr devHandle, int code, byte[] paramValue, ref int size)`-Calls die benötigten Puffergrößen aus dem Sensor ausgelesen. Die verwendeten Parameter-IDs stammen dabei ebenso aus dem Demo-Code, denn die Dokumentation kennt diese (kaum überraschenderweise) nicht. (Code-Listing 4.3).

```
63     byte[] paramValue = new byte[4];
64     int reSize = 4;
65     zkfv.GetParameters(m_hDevice, 5001, paramValue, ref reSize);
66     zkfv.ByteArray2Int(paramValue, ref m_imgFVWidth);
67
68     reSize = 4;
69     paramValue = new byte[4];
70     zkfv.GetParameters(m_hDevice, 5002, paramValue, ref reSize);
71     zkfv.ByteArray2Int(paramValue, ref m_imgFVHeight);
72
73     reSize = 4;
74     paramValue = new byte[4];
75     zkfv.GetParameters(m_hDevice, 5004, paramValue, ref reSize);
76     zkfv.ByteArray2Int(paramValue, ref m_imgFPHeight);
77
78     reSize = 4;
79     paramValue = new byte[4];
80     zkfv.GetParameters(m_hDevice, 5005, paramValue, ref reSize);
81     zkfv.ByteArray2Int(paramValue, ref m_imgFPWidth);
```

Code-Listing 4.3: Auslesen der Puffergrößen

Einige Zeilen weiter findet sich der Code für die tatsächliche Aufnahme. Diese erfolgt durch periodisches Aufrufen der Methode `zkfv.AcquireFingerVein (IntPtr devHandle, byte[] fpImg, byte[] fvImg, byte[] fpTemplate, ref int cbfpTemplate, byte[] fvTemplate, ref int cbfvTemplate)`, der die (zuvor bereinigten) Puffer für die Bilddaten übergeben werden. Da diese, sobald eine Aufnahme angefertigt wurde, ebenso den Wert `zkfv.rrdef.ZKFV_ERR_OK` zurückgibt, kann dies somit als Austrittsbedingung für die Schleife verwendet werden (Code-Listing 4.4).

Diese Bilddaten müssen abschließend nur mehr als Bild aus dem Puffer extrahiert und auf die Festplatte geschrieben werden (Code-Listing 4.5).

```
97     while (true) {
98         int nFPImageSize = m_imgFPHeight * m_imgFPWidth;
99         int nFVImageSize = m_imgFVHeight * m_imgFVWidth;
100        int nFPTmpSize = MAX_TEMPLATE_SIZE;
101        int nFVTmpSize = MAX_TEMPLATE_SIZE;
102
103        Array.Clear(szFPTmp, 0, MAX_TEMPLATE_SIZE);
104        Array.Clear(szFVTmp, 0, MAX_TEMPLATE_SIZE_FV);
105        Array.Clear(pBuffFPImage, 0, m_imgFPWidth * m_imgFPHeight);
106        Array.Clear(pBuffFVImage, 0, m_imgFVWidth * m_imgFVHeight);
107
108        int ret = zkfv.AcquireFingerVein(m_hDevice, pBuffFPImage,
109            pBuffFVImage, szFPTmp, ref nFPTmpSize, szFVTmp, ref
110            nFVTmpSize);
111
112        Console.WriteLine(ret);
113
114        if (zkfverrdef.ZKFV_ERR_OK == ret) {
115            Console.WriteLine("Capture! \r\n");
116            break;
117        }
118
119        Thread.Sleep(200);
120    }
```

Code-Listing 4.4: Die eigentliche Aufnahme

```
130    MemoryStream fpStream = new MemoryStream();
131    BitmapFormat.GetBitmap(pBuffFPImage, m_imgFPHeight,
132        m_imgFPWidth, ref fpStream);
133    Image fpImage = new Bitmap(fpStream);
134    fpImage.Save(path + "fp.bmp", ImageFormat.Bmp);
135
136    MemoryStream fvStream = new MemoryStream();
137    BitmapFormat.GetBitmap(pBuffFVImage, m_imgFVWidth,
138        m_imgFVHeight, ref fvStream);
139    Image fvImage = new Bitmap(fvStream);
140    fvImage.Save(path + "fv.bmp", ImageFormat.Bmp);
```

Code-Listing 4.5: Speichern der Bilder

4.4.2 Bugs

Leider ist dieser Sensor Beispiel für einen der Faktoren, der auch im Kapitel Projektplanung angesprochen wurde: Dass oft spät in Projekten Probleme auftreten können, die nicht nur große Umstrukturierung, sondern viel mehr auch die nachträgliche Fruchtlosigkeit vieler Arbeitsstunden zur Folge haben können. In diesem Fall hat es leider diesen Sensor

getroffen: Ursprünglich (im Beta-Test) einwandfrei funktionierend wurde er in die Studie eingebaut. Nach den ersten wirklichen Messungen stellte sich das Gerät jedoch plötzlich quer - es weigerte sich strikt, neue Aufnahmen anzufertigen. Der Versuch, das Gerät sowie den Computer neu zu starten, schien erfolgreich, bis der Fehler wenige Aufnahmen später wieder auftrat. Trotz langem versuchten Bugfixing war es leider niemandem möglich - weder unserem Team, noch der Uni Salzburg - diesen Fehler zu beheben (nicht nur aufgrund der bereits erwähnten, mäßig großartigen Dokumentation, vor allem, da der Fehlerauslöser erst gar nicht auffindbar war). Somit blieb uns leider - trotz der vielen in dieses Gerät investierten Arbeitsstunden - nichts anderes übrig, als den Sensor aus der Studie zu streichen.

4.5 M2SYS M2-FINGERVEIN

Der M2-FINGERVEIN wird von der Firma M2SYS vertrieben und ist Teil eines großen Integrationskits, dessen Anwendungsbereiche laut Hersteller vor allem in den Branchen liegen, wo sich die Identifizierung nicht nur auf ein Terminal beschränkt (etwa einer Zutrittskontrolle mit mehreren Zugängen). Interessant ist hier vor allem die Umsetzung: Auf jedem Computer, an dem ein Sensor angeschlossen ist, läuft die von M2SYS entwickelte BioPlugIn-Client-Software. Diese kommuniziert mit dem Sensor, nimmt die Aufnahmen entgegen und schickt Registrierungs- und Authentifizierungsanfragen sofort an ein zentrales System, auf dem das Gegenstück - die BioPlugIn-Server-Software - läuft, welche für die Synchronisierung aller Clients sorgt. So kann die Authentifizierung nach nur einmaliger Registrierung an jedem Client durchgeführt werden.



Hersteller	M2SYS (US)
Sensortyp	Handflächenvenen
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	CommercialSensorsGUI
Capture-Backend	C#
Betriebssystem	Windows
Ausgabeformat	herstellerencodierte Captures

Der Sensor selbst ist, verglichen mit anderen, sehr geschlossen und somit besser vor störendem Licht abgeschirmt. Ähnlich wie der FVA-U4ST gibt er leider nur herstellereenco-

dierte Aufnahmen aus, die auch nur mit dem BioPlugIn-Server verglichen werden können.

Auch dieses Gerät war selbst zu implementieren, was sich jedoch zum einen aufgrund der im Vergleich zum FV1000 sehr gut ausgeführten Dokumentation wesentlich einfacher, zum anderen durch die äußerst einfache Umsetzung der Bibliothek auch wesentlich kürzer gestaltete als die vorherige.

4.5.1 Implementierung

Wie der Dokumentation zu entnehmen ist, handelt es sich bei der mitgelieferten `.dll` um eine ActiveX-Bibliothek. Dies ist ein von Microsoft entwickeltes und inzwischen veraltetes System, das unter anderem einfache Methoden zur Kommunikation zwischen Prozessen zur Verfügung stellt. Hier wird es dazu verwendet, um asynchron mit der Sensor-Client-Software kommunizieren zu können. In der Praxis bedeutet dies, dass das Programm nicht auf den Sensor "warten" muss, sondern der Computer über das Aufrufen einer speziellen ActiveX-Methode einfach den Auftrag zum Anfertigen einer Aufnahme erteilt, der bei Erfolg mit dem Auslösen eines ActiveX-Events beantwortet wird, für das einfach Event-Handler registrierbar sind. Somit beschränkt sich die vollständige Implementierung der Capture-Binary auf wenige Zeilen.

Die Interaktion mit der Bibliothek beschränkt sich dabei auf die im grafischen Editor definierte Variable `fv` (ein Objekt der Klasse `AxBioPlugInActX`). Über diese wird zuerst die korrekte Installation des BioPlugin-Clients überprüft, gegebenenfalls wird dann auch gleich der Aufnahmebefehl gesendet (Code-Listing 4.6).

```
25     private void Form1_Load(object sender, EventArgs e) {
26         if (!fv.IsClientInstalled()) {
27             Console.WriteLine("M2SYS-Client not found, ABORT!");
28             Application.Exit();
29         }
30         fv.CaptureFingerData(0);
31     }
```

Code-Listing 4.6: Erteilung des Auftrages

Im (ebenso in grafischen Editor definierten) Event-Handler werden die Daten anschließend innerhalb weniger Zeilen extrahiert und auf die Festplatte gespeichert (Code-Listing 4.7).

```
33 private void on_Capture(object sender, EventArgs e) {
34     object data = fv.GetFingerData();
35     if (!Directory.Exists(path)) {
36         Directory.CreateDirectory(path);
37     }
38
39     File.WriteAllBytes(path + "capture.dat", (byte[]) data);
40     Application.Exit();
41 }
```

Code-Listing 4.7: Event-Handler für erfolgte Aufnahmen

Eine kleine Eigenheit besitzt jedoch auch diese Bibliothek: Das Starten einer Aufnahme ist nur möglich, wenn die verwendete Applikation eine grafische Benutzeroberfläche aufweist. Wird der *exakt* selbe Code in einer Konsolenanwendung platziert, funktioniert die Aufnahme nicht. Darum wurde für den Sensor prompt eine (durchaus simple) grafische Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 4.7) entwickelt, die aber durch Anpassungen im Initialisierungscode (wie in Code-Listing 4.8 angeführt) auch gleich wieder aus dem sichtbaren Bereich des Bildschirms geschoben wurde - mit dem sich die Bibliothek ohne Beschwerden zufrieden gibt.



Abbildung 4.7: Die sehr simple, doch von der Bibliothek geforderte, grafische Benutzeroberfläche

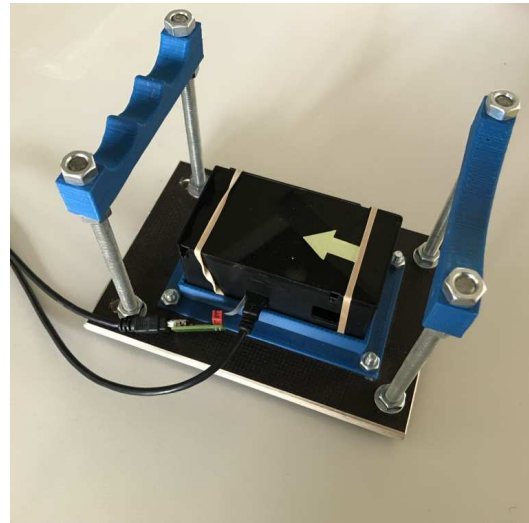
```
16 Form f = new Form1(param[0]);
17 f.FormBorderStyle = FormBorderStyle.FixedToolWindow;
18 f.ShowInTaskbar = false;
19 f.StartPosition = FormStartPosition.Manual;
20 f.Location = new System.Drawing.Point(-2000, -2000);
21 f.Size = new System.Drawing.Size(1, 1);
22 Application.Run(f);
```

Code-Listing 4.8: Anpassungen im Initialisierungscode

4.6 Sensometrix-Prototyp

Dieser Sensor ist ein Prototyp, der der Universität freundlicherweise von der Schweizer Firma Sensometrix zur Verfügung gestellt wurde. Er nimmt (ähnlich dem Fujitsu PalmSecure) die Venen der Handfläche mit einem Belichtungswinkel von 180° auf. Die Fingerführung ist nur als Gestell ausgeführt, Licht blockiert es somit keines.

Bei diesem Gerät muss Eines allerdings betont werden: Es handelt sich *wirklich* um einen Prototyp: Um den Sensor zum Anfertigen einer Aufnahme zu bewegen, muss eine Armbewegung durchgeführt werden, die von uns liebevoll als "Flugzeug fliegen" getauft wurde - und dies ist erst möglich, nachdem die Anmeldung am sensorinternen Linux-System erfolgt ist. Hierzu wird eine serielle Schnittstelle verwendet, dessen USB-to-UART-Board vollständig aus dem (mit Gummiringen verschlossenen) Sensor "heraushängt". Das verwendete Kabel mussten wir mit einer im Internet erworbenen Kabelklemme reparieren, da es sich beim Verschieben am Tisch mehrfach vom Board löste, was den Sensor meist abstürzen ließ, und zu guter Letzt läuft der mitgelieferte Code zum Auslesen (C++) nur unter Linux, eine Portierung auf andere Betriebssysteme ist leider - aufgrund zahlreicher Plattformabhängigkeiten - ebenso nicht möglich.



Hersteller	Sensometrix (Schweiz)
Sensortyp	Handflächenvenen
Produktstadium	Prototyp
Testsoftware	CommercialSensorsGUI
Capture-Backend	C++
Betriebssystem	Linux
Ausgabeformat	Graustufenbild, 752×480 px

4.7 Lumidigm V311 & Suprema RealScan-G1

Diese beiden Geräte sind Fingerabdrucksensoren. Sie werden benötigt, um die Erkennungs- bzw. Veränderungsrate der Handvenen unter diversen Bedingungen mit denen des Fingerabdrucks zu vergleichen. Da die Technik dieser bereits viel fortgeschrittener ist als die der Handvenenerkennung, werden diese auch mit einer eigenen Aufnahmesoftware ausgeliefert. Diese lässt sich vergleichsweise einfach installieren und macht (bis auf spezielle "Eigenheiten" bezüglich bestimmter Lizenzen) auch keine Probleme mehr.

Da es sich beim V311 sowie beim RealScan-G1 jedoch, wie bereits erwähnt, nur um Referenzsensoren handelt, wird auf sie hier nicht mehr näher eingegangen.



Hersteller	Lumidigm (US)
Sensortyp	Fingerabdruck
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	eigene
Ausgabeformat	Graustufenbild, 352×544 px



Hersteller	Suprema (Südkorea)
Sensortyp	Fingerabdruck
Produktstadium	kommerziell erhältlich
Testsoftware	eigene
Ausgabeformat	Graustufenbild, 500×500 px

5 | Einflussfaktoren

Der menschliche Körper ist sehr empfindlich. Schon die kleinsten Abweichungen fallen auf und erfordern eine Anpassung, um eine maximale Effizienz beizubehalten. Hierbei kann der Körper unterbewusst an gewissen Schrauben drehen und Vitalparameter wie Puls, Blutdruck oder Blutfluss zu den Extremitäten verändern. Während diese Funktionen den menschlichen Körper steuern und das Überleben gewährleisten, erschweren sie jedoch gleichzeitig die Verwendung mit davon beeinflussten biometrischen Authentifizierungssystemen. Fingerabdrucksensoren in Smartphones oder an Eingangstüren sind bereits weit verbreitet. Im Gegensatz dazu sind Hand- und Fingervenenscanner noch nicht in unserem Alltag angekommen, verwenden allerdings das gleiche Prinzip. Sie nehmen ein Bild auf und vergleichen das extrahierte Venenmuster mit der Datenbank. Stimmt dieses überein, wird beispielsweise der Zutritt gewährt. Vitalparameter haben jedoch einen großen Einfluss auf die Sichtbarkeit der Venen und können diese verbessern oder auch verschlechtern. Dies kann das extrahierte Muster so weit verändern, dass eine Übereinstimmung nicht mehr gegeben ist und der Zutritt verweigert wird.

5.1 Planung

Um die Studie unseres Kooperationspartners möglichst aussagekräftig zu gestalten, sollen Einflussfaktoren gefunden werden, die sich im Rahmen eines Maturaprojektes verwirklichen lassen. Der Fokus liegt vor allem auf Situationen im Alltag und die auftretenden Bedingungen, welche die Vitalparameter des menschlichen Körpers verändern. Beispielsweise ein Scanner an der Haustür unter regnerischem Himmel, ein Geldautomat mit möglichst wenig physischem Kontakt mit Menschen oder eine Eintrittskontrolle zu einem Fitnesscenter. Durch Recherche im Internet sollen diese Faktoren gefunden werden, da aber das Prinzip

des Venenscanners noch nicht sehr verbreitet ist und wenig Daten dazu öffentlich zugänglich sind, ist es schwierig dazu Informationen zu finden. Die uns betreuende Studiengruppe hat jedoch dank zahlreicher vorhergehenden Projekte, erfreulicherweise viel Erfahrung in diesem Bereich und übermittelte uns gleich zu Beginn einiges an Wissen. Während der Suche nach aussagekräftigen Faktoren werden diese getestet, um die Durchführbarkeit zu überprüfen und eventuelle Schwachstellen auszumerzen und zu verbessern.

5.2 Recherche

In Bezug auf Venenscanner sind Vitalparameter und vor allem der Blutdruck die ausschlaggebenden Faktoren. Sie beeinflussen die Größe der Venen und somit direkt die Aufnahmequalität. Diese Parameter werden aber nicht zufällig gewählt, sie werden jederzeit angepasst, um etwaige Einflüsse auszugleichen und alle Funktionen aufrecht zu erhalten. Allerdings gibt es unzählige Faktoren, die auf verschiedensten Wegen dieses System fordern.

5.2.1 Temperatur

Der größte Einfluss auf Venen hat die Temperatur. Der menschliche Körper versucht Abweichungen außerhalb der Betriebstemperatur mithilfe der angepassten Durchblutung und Weite der Gefäße zu beseitigen. Der Venendurchmesser wird von der Gefäßmuskulatur (Vasomotorik) geregelt. Diese bewirkt eine Vasokonstriktion oder Vasodilation, eine Verengung oder Erweiterung der Blutgefäße und wird durch Kontraktion oder Entspannung der umhüllenden Muskeln gesteuert. Das vegetative Nervensystem kontrolliert die Vasomotorik und hat eine gefäßverengende Wirkung.

5.2.1.1 Kälte

Die Kälte hat den größten Negativeffekt auf die Sichtbarkeit von Venenscannern. Bei Kälte versucht der menschliche Körper die Wärmeabgabe durch das Blut möglichst zu verringern und so seine Kerntemperatur beizubehalten. Hierbei wird der Blutfluss in die Extremitäten reduziert. Die Venen ziehen sich zusammen (Vasokonstriktion) und verringern ihre mit der Kälte konfrontierten Oberfläche. Das macht die Venenerkennung wesentlich schwieriger

und ungenauer.

In dieser Studie werden die Probanden zehn°C kaltem Wasser ausgesetzt, um diesen Faktor zu simulieren.

5.2.1.2 Wärme

Die Hitze erschlafft die Muskulatur der Blutgefäße und der Durchmesser dieser erweitert sich. Dadurch können die Gefäße möglichst viel Kontaktfläche mit der Haut herstellen und ein Wärmeaustausch mit Umgebung ist möglich. Gesteuert wird dies durch die Kälte- und Wärmerezeptoren der Haut oder die Kinin-Konzentration im Blut:

- **Kälte- und Wärmerezeptoren der Haut:** Die Aufgabe dieser Rezeptoren ist es, Informationen an das Rückenmark zu übermitteln. Diese haben aber auch Abzweigungen, die direkt ohne zwischengeschaltete Synapsen mit der Vasomotorik verbunden sind und diese erschlaffen lassen.
- **Kinin-Konzentration:** Bei Hitze wird in den Schweißdrüsen eine Protease gebildet. Dieses Enzym spaltet Kinine aus Plasmaglobulinen, Proteinen des Blutplasmas, und hemmen die gefäßverengende Wirkung des Sympathikus.

Dieser Einflussfaktor wird mit 45°C heißem Wasser vorgetäuscht, da es jedoch nur möglich ist die Hände einzutauchen, reagiert der Körper nicht ganz so stark darauf.

5.2.2 Schrumpelfinger

Verbringt der Mensch längere Zeit in Wasser mit oder über Körpertemperatur, bekommt er schrumpelige Finger. Die Haut auf den Fingerkuppen wird faltig und verhindert somit ein durchgehendes Muster, was ein Problem für Fingerabdrucksensoren darstellt. Eine definitive Erklärung dazu gibt es noch nicht, allerdings gibt es Vermutungen und Studien, das die entstehenden Rillen dabei helfen sollen, das Wasser schneller abzurinnen zu lassen und so die Grifffestigkeit in nassen Bedingungen zu erhöhen. This finding shows a clear advantage of having wrinkled fingers when manipulating submerged objects, but not dry objects. [3]

5.2.3 Nahinfrarotlicht

Alle Venenscanner verwenden eine Infrarotkamera und Infrarotlichtquelle. Das in den Finger oder in die Hand einfallende Licht wird von Hämoglobin in der Blutbahn absorbiert. Die Reflektion wird von der Kamera aufgezeichnet und zeigt das Venenmuster. Die größte Infrarotquelle im normalen Alltag ist der nicht sichtbare Teil des Sonnenlichtes. Fällt diese auf den Sensor, kann es schwierig sein einen optimalen Kontrast bei der Aufnahme zu gewährleisten. Deswegen werden alle anderen Aufnahmefaktoren unter Kunstlicht durchgeführt. Um jederzeit eine konstante Nahinfraroteinstrahlung zu ermöglichen, wird eine handelsübliche Glühbirne verwendet. Diese emittiert elektromagnetische Strahlung, die vor allem im Bereich der Infrarotstrahlung und des sichtbaren Lichts liegt.

5.2.4 Verunreinigung

Im Unterschied zu Venenscannern wird die Bildqualität der Fingerabdrucksensoren nicht von Temperaturunterschieden beeinflusst. Es wird nur die Oberfläche der Fingerkuppe gescannt, welche allerdings anfälliger für Schmutz oder Cremen sind und Schwierigkeiten bei der Extrahierung des Fingerabdrucks auslösen können.

Um diese Möglichkeit

5.2.4.1 MakeUp

Viele Menschen verwenden MakeUp im Gesicht, manchmal geriet dieses aber auf die Finger. Easy Match Make-up Porcelain 30.2 von Manhattan Cosmetics

5.2.4.2 mineralische Sonnencreme

Sonnencreme hilft im Sommer sich vor den kurzwelligen UV-Strahlen und Infrarot-A Strahlen zu schützen. Geriet diese Creme jedoch auf die Hände, kann sie die Infrarotstrahlung an einer Durchleuchtung hindern.

Um einen möglichst großen Effekt zu simulieren, verwenden wir eine gut verträgliche mineralische Sonnencreme von Avene mit einem Sonnenschutzfaktor von 50+.



Abbildung 5.1: Manhattan Cosmetics MakeUp und Avene mineralische Sonnencreme)

5.2.5 Sport

Bei sportlicher Aktivität braucht der Körper mehr Energie und Sauerstoff. Dieser wird durch erhöhtem Puls und Blutdruck zu den Muskeln geliefert. Aufgrund der stark ausgeprägten Venen, ist es sehr leicht ein Venenmuster zu extrahieren.

5.2.6 weitere Einflussfaktoren

Es gibt noch zahlreiche weitere interessante Einflussfaktoren, diese sind aber aus zeitlichen Gründen oder aufgrund des geringen Auftretens nicht in dieser Studie inkludiert.

Mit Blutdruck senkenden und erhöhenden Medikamenten sind die meisten Faktoren gut behandelbar.

- Dehydration führt zu Bluthochdruck, da zu wenig Wasser im Blut vorhanden ist und dieses dickflüssig wird. Da aber überall Wasser verfügbar ist, trifft dieser Effekt heutzutage wenn überhaupt, dann nur kurz auf.
- Alkoholgenuss leitet eine kurzzeitige Erweiterung der Gefäße, danach ziehen sich die-

se aber wieder zusammen.

- Beim Rauchen setzen sich winzige Teerteilchen in der Lunge ab und verringern den Sauerstoffdurchsatz. Der Körper versucht das Defizit mit erhöhtem Puls auszugleichen, allerdings verursacht Nikotin eine Vasokonstriktion die den Blutdruck steigen lässt.

Bei regelmäßigen Rauchern kann das zu Gefäßverschlüssen führen. Unter Normalbedingungen haben betroffene Menschen oft graue und kalte Hände, da diese nicht mehr gut durchblutet werden.

- Viele Menschen leiden an Hypertonie. Der erhöhte Blutdruck trifft meistens aufgrund ungesunder Lebensstile auf. Betroffene haben oft Gewichtsprobleme, zu wenig Bewegung, ungesunde Ernährung und viel Stress.
- Krankheiten wie Anämie (Blutarmut), Arterio Sklerose (krankhafte Einlagerung Fetten in der Herzkranzgefäßen) oder vor allem Diabetes (kein vorhandenes oder wirkendes Insulin), sind Krankheiten die jeder bekommen kann. Da wir aber mit 50 bis 100 Probanden aber nicht genügend Menschen abdecken um einen vernünftigen Vergleich stellen zu können, sind diese Einflussfaktoren innerhalb unserer Studie nicht realisierbar.

5.3 Einigung

Nach einigen Änderungen einigten wir uns schließlich mit den Zuständigen der UNI Salzburg auf sieben verschiedenen Einflussfaktoren. Diese wurden bei dem vorherigen Abschnitt Recherche genauer beschrieben. Die Anzahl der Probanden wurde von der UNI Salzburg mit fünfzig bis hundert in der Altersspanne von sechzehn bis ungefähr achtzig Jahren vorgegeben. Dies verleiht der Studie ausreichend Aussagekraft und lies sich in der vorgegebenen Zeit erfüllen. Zusätzlich wurde ein Aufnahmeprotokoll erstellt, das als Richtlinie gilt und den ungefähren Ablauf widerspiegelt.

5.4 Session

Die gewählten Einflussfaktoren sollen hauptsächlich Temperaturunterschiede und Verschmutzungen simulieren. Zusätzlich gibt es die Faktoren Nahinfrarotlicht, der direkte Sonneneinstrahlung simuliert, und Sport, der eine Stresssituation mit erhöhtem Puls nachstellt. Diese Faktoren inklusive der Referenzwertaufnahme werden auf acht Sessions aufgeteilt. Die Reihenfolge ist dabei nicht wichtig, da die Aufnahmen wegen Zeitgründen auf mehrere Tage aufgeteilt werden.

6 | Durchführung der Aufnahmen

Da zwei Altersgruppen mit unterschiedlichen Testszenarien und Probandenanzahl an den Tests teilnehmen, ist eine ausführliche Planung notwendig.

Die Probanden von Gruppe 1 sind hauptsächlich Schüler der 5AHBG der HTBLuVA-Salzburg und Studenten der Universität, die sich nur zu bestimmten Zeiten in ihrer Bildungseinrichtung befinden. Da viele unserer Probanden anderwärtiger Beschäftigungen nachgehen, sind Aufnahmen somit nur in einem begrenzten Zeitfenster möglich. In der HTBLuVA wurden die meisten Aufnahmen in Projektstunden am Donnerstag und Freitag durchgeführt, da an diesen beiden Tagen die Räumlichkeiten mit der benötigten Infrastruktur (warmes Wasser, Strom, . . .) vorhanden waren. Auch unsere Probanden hatten an diesen Tagen genügend Zeit unsere Testszenarien zu durchlaufen. Die Aufnahmen in der Universität Salzburg wurden an unterschiedlichen Tagen durchgeführt, da viele Studenten meist auswärtig beschäftigt waren und somit nur wenige Stunden für die Durchführung der Testszenarien zur Verfügung standen.

Die Planung der Aufnahmen von Gruppe 2 gestaltet sich etwas schwieriger, da die meisten Probanden Eltern, Großeltern und Verwandte von meinem Kollegen und mir sind und somit ein Termin festgelegt werden muss, an dem viele der zu Testenden Person genügend Zeit haben. Aufgrund von anfänglichen technischen Problemen mit den Sensoren, werden diese Aufnahme spätestens im April beginnen.

6.1 Wahl des Testraumes

Um die einzelnen Aufnahmen vergleichen zu können, muss jeder Test unter gleichen Bedingungen stattfinden. Der Testraum sollte angenehm temperiert sein, mit einem Waschbecken

mit Kaltwasseranschluss und Steckdosen ausgestattet sein. Ein Warmwasseranschluss ist nicht zwingend erforderlich, da das für einige Tests erforderliche Warmwasser mit Hilfe eines Wasserkochers selbst aufbereitet werden kann. Um für alle Aufnahmen gleiche Lichtverhältnisse zu schaffen, werden alle Aufnahmen unter Kunstlicht durchgeführt. Sollte der ausgewählte Raum unter direkter Sonneneinstrahlung stehen, sind Vorhänge oder Jalousien zu schließen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist genügend Platz, um die Handflächen oder Finger richtig im Scanner platzieren zu können.

6.2 Vorbereitung

Vor Ankunft der Probanden beginnen die Vorbereitungsarbeiten in der für die Aufnahmen ausgewählten Örtlichkeit.

6.2.1 Testaufbau

Nach Wahl des optimalen Testraums kann mit dem Aufbau der Scanner und Testszenarien begonnen werden. Da sieben verschiedene Sensoren verwendet werden und jeder einzelne einen anderen USB-Treiber bzw. ein anderes Betriebssystem benötigt, müssen mindestens zwei PCs vorhanden sein. Die meistens Sessions wurden mit folgender Konfiguration durchgeführt:

- MacBook Pro 15 Zoll
 - Windows
 - * PLUS FV3 (Fingervenen)
 - * Mofiria-FVA-U4ST (Fingervenen)
 - * M2SYS M2-FINGERVEIN (Fingervenen)
 - Linux
 - * Sensometrix-Prototyp (Handvenen)
- Lenovo IdeaPad 14 Zoll
 - Windows
 - * Fujitsu Palmsecure V2 (Handflächenvenen)

- * Lumidigim V311 (Fingerabdruck)
- * Suprema RealScan-G1 (Fingerabdruck)

Nach starten der Laptops bzw. der virtuellen Maschinen werden die Computer über mehrere USB-Hubs mit den entsprechenden Sensoren verbunden. Die Scanner werden der Reihe nach platziert und auf deren Funktionstüchtigkeit überprüft, um einen reibungslosen Testdurchlauf zu gewährleisten. Je nach Anzahl und Art der Session können bereits vor der Ankunft der Probanden die Testszenarien, bei denen Wasser benötigt wird, vorbereitet werden. Auch die Fragebögen und Einverständniserklärungen sollten bereits ausgedruckt sein, um unnötige Wartezeiten zu vermeiden.

6.2.2 Erklärung des Testablaufs

Bevor mit dem eigentlichen Test begonnen wird, werden jedem Probanden die einzelnen Testszenarien, die Funktionsweise der Scanner und der Nutzen dieser Studie erklärt. In dieser Phase weist der Aufnahmeleiter explizit darauf hin, dass es sich hier um keine gefährlichen Tests handelt. Einzig die Sonnencreme und das Make-Up sind etwas schwieriger von der Handfläche zu entfernen, aber keinesfalls schädlich.

6.2.3 Richtiges Platzieren der Hand

Um Wiederholungen von Aufnahmen zu vermeiden, werden vor Start der Aufnahmen jedem Probanden vorgeführt, wie die Finger bzw. Handflächen im jeweiligen Scanner zu platzieren sind. Da es einige Sensoren gibt, die bei Erkennung eines Fingers sofort ein Bild aufnehmen, ist die korrekte Position sehr wichtig. Ansonsten muss die Aufnahme erneut durchgeführt werden.

6.2.3.1 PLUS FV3

Dieser Scanner bietet eine Live-Übertragung an, hierbei können sich die Probanden orientieren und jeden Finger einzeln ausrichten. Da in diesem Scanner drei Finger gleichzeitig gescannt werden, fällt es Anfängern meist schwierig, die richtige Position für Zeige-, Mittel-

und Ringfinger zu finden. Die Einbuchtungen der Infrarot-LEDs am Boden und die Live-Übertragung sind eine wesentliche Erleichterung für das Finden der richtigen Position.

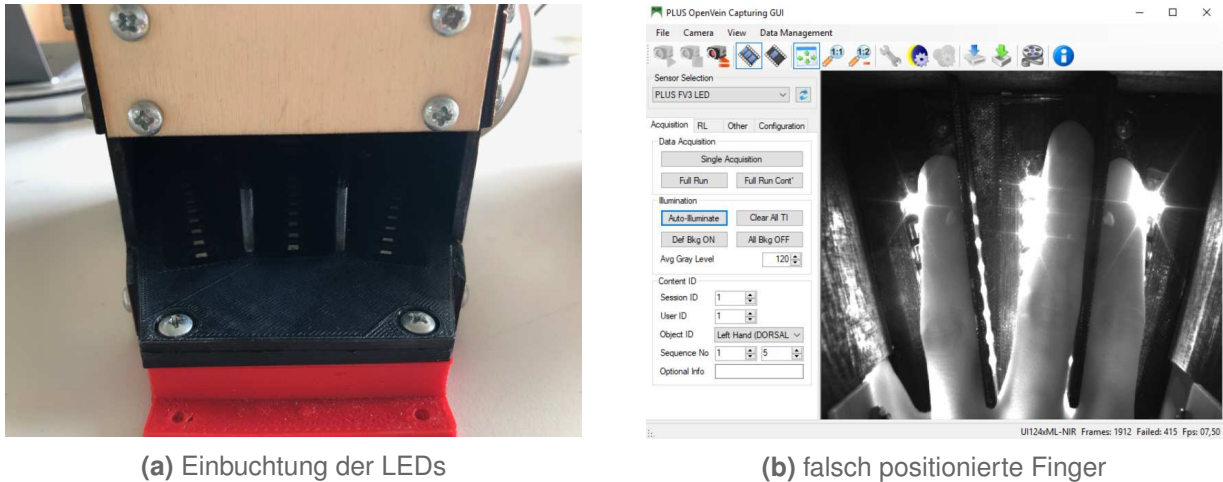


Abbildung 6.1: Positionierung der Finger

6.2.3.2 Fingerabdrucksensoren

Bei den Sensoren Lumidigim V311 und Suprema Realscan-G1 muss der Finger gerade und mit leichtem Druck auf der Glasplatte platziert werden. Beide verfügen über eine Qualitätskontrolle, die jede Aufnahme auf deren Qualität untersucht. Unterschreitet die Qualität einen festgelegten Sollwert, muss die Aufnahme erneut durchgeführt werden. Kann die Software keinen Fingerabdruck aus dem Scan extrahieren, genügt oftmals ein kurzer Strich über die Stirn. Das auf der Stirn liegende Fett haftet auf dem Finger und verbessert deutlich den Kontrast.

6.2.3.3 Fingervenensensoren

Im Vergleich zum PLUS FV3 wird bei den zwei kommerziellen Sensoren Mofiria-FVA-U4ST und M2SYS M2 jeweils nur ein Finger gescannt. Beide verfügen über eine Fingererkennung, wobei der Scanner der Marke M2SYS auch eine Qualitätskontrolle besitzt. Scannvorgänge von verschmutzten Fingern oder bei direkter Sonneneinstrahlung sind bei diesem Modell oftmals nicht erfolgreich und müssen erneut durchgeführt werden. Über ein akustisches Signal wird dem Probanden mitgeteilt, ob die Aufnahme erfolgreich war oder nicht. Jeder der Sensoren verfügt über Einbuchtungen, in denen die Finger platziert werden. In den unteren Abbildungen sind die richtigen Positionen ersichtlich.



(a) Mofiria-FVA-U4ST

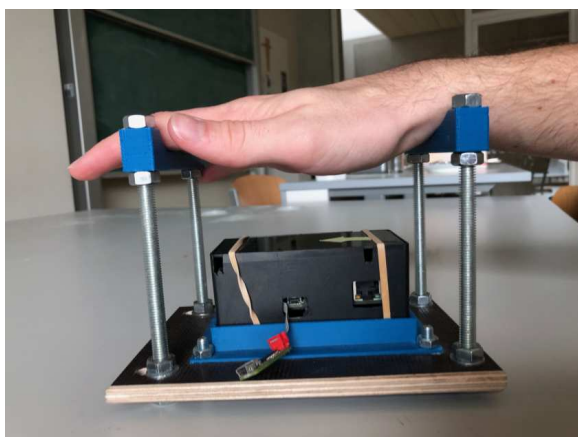


(b) M2Sys M2

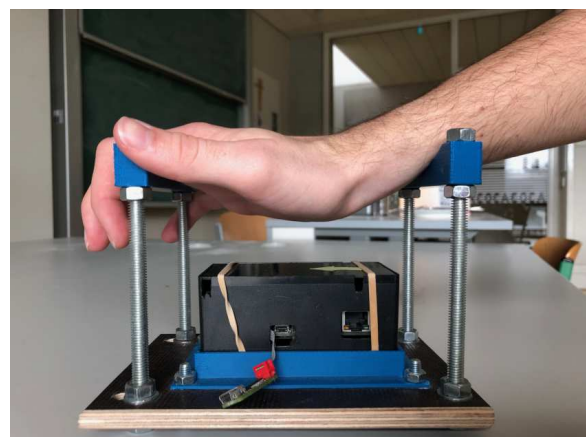
Abbildung 6.2: richtige Position der Finger

6.2.3.4 Handvenensensoren

Der Sensometrix-Prototyp und der Fujitsu PalmSecure besitzen beide eine Handflächenerkennung, aber auch hier muss auf die richtige Platzierung geachtet werden. Beide verfügen über eine Ablagefläche auf der die Finger und ein Teil der Handfläche abgelegt werden kann. Wird die Handfläche nicht erkannt, genügen oftmals leichte Vor- und Rückbewegungen der Hand. Bei jedem der Scanner ist das Durchdrücken der Handflächen unbedingt zu vermeiden. Durch das Anspannen der Muskulatur könnten Blutgefäße abgesperrt werden und somit wichtige Details bei der Aufnahme verloren gehen.



(a) korrekte Position



(b) falsche Position

Abbildung 6.3: Platzierung bei Handvenensensoren

6.2.4 Fragebogen ausfüllen

Um bei der Auswertung Erkrankungen und weitere Faktoren berücksichtigen zu können, wird jedem Proband ein Fragebogen vor den Referenzaufnahmen ausgehändigt. Alle allgemeinen Fragen sind selbstständig auszufüllen, die Vitalparameter werden vom jeweiligen Aufnahmeleiter gemessen:

- Blutdruck und Puls

Zur Messung von Blutdruck und Puls wird ein handelsüblicher Handmanschettenblutdruckmesser verwendet. Dieser wird am linken Handgelenk angebracht und während der Messung auf Herzhöhe gehalten. Bei Probanden mit dünnen Händen war die Messung beim ersten Mal meistens nicht erfolgreich. Erst nach dem fester Schnallen der Manschette konnte ein korrektes Ergebnis erreicht werden.

- Handflächentemperatur

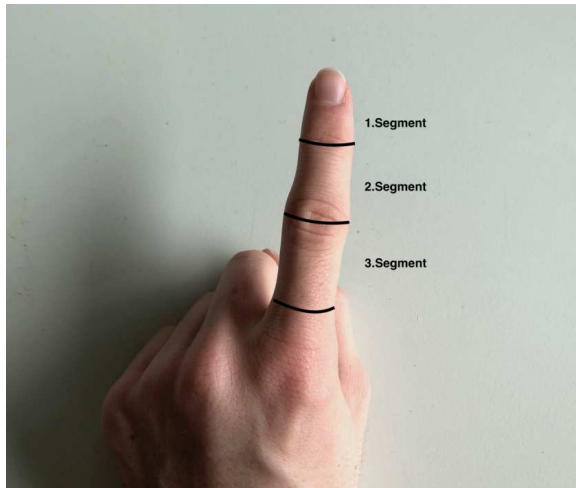
Da die Temperatur der Hand stark das Verhalten von Venen und Arterien beeinflusst, wird vor jedem Messvorgang die Temperatur der Handinnenfläche gemessen. Das verwendete Infrarotthermometer muss sich immer im gleichen Abstand zur Hand befinden, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Aufgrund des konischen Messbereichs des Messgerätes ändert sich die gemessene Temperatur beim Entfernen und Verringern des Abstandes zur Hand. Ein Abstand von sechs Zentimeter zum Handinnenflächenmittelpunkt ist hier ideal, um unverfälschte Ergebnisse zu erhalten.

- Fingerdicke

Die Fingerdicke wird mit einem Messschieber an drei vorgegebenen Stellen des rechten Zeigefingers gemessen. Um die Messungen von verschiedenen Aufnahmeleitern vergleichen zu können, muss der Messvorgang unter gleichen Bedingungen stattfinden:

1. Anlegen des Messschieber an die Oberseite des 1.Segments
2. Schließen des Messschiebers
3. Bei Berührung der Unterseite Ergebnis ablesen

Diese Schritte sind mit dem 2. und 3. Segment zu wiederholen und in den Fragebogen einzutragen.



(a) Unterteilung in Segmente



(b) Ablesen der Dicke

Abbildung 6.4: Messen der Fingerdicke

6.2.5 Unterschreiben der Datenschutz-Grundverordnung

Nach dem Ausfüllen des Fragebogens werden jedem Probanden ein Informationsblatt über die Studie sowie eine Einverständniserklärung ausgehändigt. Jeder Proband kann nun selbst entscheiden, ob seine Daten nur für die Studie oder auch für weiterführende wissenschaftliche Forschungen oder Publikationen verwendet werden dürfen. Die Einverständnis für die Verwendung der Daten in der Studie muss gegeben sein, ansonsten können keine Tests durchgeführt werden. Die Zustimmung für die weitere Verarbeitung der Daten ist optional, würde aber mehreren Forschungseinrichtung im Bereich der biometrische Authentifizierung unterstützen.

Alle ausgehändigten Formulare werden nach Beendigung der Aufnahmen eingesammelt und in einem Ordner verstaut, welcher in einem Spint verschlossen wird.

6.2.6 Zuweisung einer persönlichen ID

Die Datenschutz-Grundverordnung untersagt es, Fragebögen mit Namen zu versehen. Auch die aufgenommenen Daten dürfen keine persönlichen Daten über Herkunft und Name enthalten. Um trotzdem jeden Probanden unter den vielen Daten unterscheiden zu können, bekommt jeder eine ID zugewiesen, die einzigartig ist und bis zum Abschluss der Aufnahmen nicht verändert wird. Die zugewiesene ID wird im Fragebogen vermerkt und bei allen zukünftigen Aufnahmen verwendet.

Da die Aufnahmen nicht an einem, sondern an mehreren Tagen stattfinden, kann es passieren, dass Probanden ihre zugewiesene ID vergessen. Tritt dieser Fall ein, verlieren bereits aufgenommene Daten ihre Gültigkeit und der Aufnahmeprozess muss von vorne beginnen. Um dies zu verhindern, werden in einer Excel-Tabelle Name und ID aller Probanden verknüpft. Nach den Aufnahmen wird diese Tabelle gelöscht. Zuordnungen zwischen Namen und ID sind somit nicht mehr möglich. Die Daten sind nun ordnungsgemäß der Datenschutzgrundverordnung anonymisiert.

6.2.7 Einstellen der Parameter

Um die Aufnahmen eines Users auch untereinander unterscheiden zu können, hat jedes Testszenario eine bestimmte Sessionnummer. In der folgenden Liste sind alle Testszenarien mit dazugehöriger Nummer aufgeführt:

- Referenzaufnahme: Session 1
- Kälte: Session 2
- Schrumpelfinger: Session 3
- Nahinfrarotlicht: Session 4
- Wärme: Session 5
- Make-Up: Session 6
- Sonnencreme: Session 7
- Sport: Session 8

Vor jeder Aufnahme muss die richtige User-ID und Session-ID in der Benutzeroberfläche bzw. Konsole richtig eingegeben werden. Spätere Änderungen sind nur mehr über eine Umbenennung der erstellten Datei möglich.

6.3 Referenzaufnahmen

Sind alle Vorbereitungen abgeschlossen kann mit der Aufnahme der Referenzen begonnen werden. Bevor dies jedoch geschieht, muss sichergestellt werden, ob der Proband vor den Aufnahmen sportlich aktiv war oder sich die Hände gewaschen hat. Beide Fälle würden die Referenzaufnahmen verfälschen. Ist dies nicht der Fall können die Aufnahmen starten. Um Zeit zu sparen werden pro Aufnahmevorgang immer zwei Probanden getestet. Während Proband 1 die Aufnahmen an den Sensoren, die mit dem MacBook Pro verbunden sind, durchführt, werden an Proband 2 die Referenzaufnahmen mit dem Handvenenscanner und den Fingerabdrucksensoren aufgenommen.

Die verschiedenen Sensoren wurden so an die zwei Laptops verteilt, um gleiche Aufnahmezeiten zu erzielen. Da die zwei Fingerabdrucksensoren sehr viel Zeit benötigen, die Finger-venenscanner relativ schnell fertig sind, beenden Proband 1 und Proband 2 die Aufnahmen meist gleichzeitig. Da jeder Laptop nur mit bestimmten Sensoren verbunden ist, jedoch Aufnahmen mit allen Sensoren erfolgen müssen, tauschen die Probanden nach erfolgreicher Beendigung die Plätze, um Aufnahmen an den anderen Sensoren durchzuführen.

6.3.1 PLUS FV3

Sind alle Parameter richtig eingestellt und überprüft kann der Scannvorgang beginnen. Nach einem Klick auf *Full Run* auf der Benutzeroberfläche erscheint ein Dialogfeld, dass die Hand aus dem Scanner entnommen werden muss. Nach bestätigen dieser Meldung wird eine Bild ohne Infrarot LEDs erzeugt, welches bei der späteren Auswertung von einer Aufnahme mit den Fingern subtrahiert wird, um störende Umgebungslichter zu eliminieren. Nun erscheint ein weiteres Dialogfeld, welches dem Aufnahmeleiter mitteilt, welche Hand einzuführen ist. Wurden Zeige-, Mittel-, und Ringfinger richtig positioniert, kann die Aufnahme mit einem Klick auf *OK* begonnen werden. Um falsche Positionen zu vermeiden, muss nach jedem Scannvorgang die Hand aus dem Scanner entfernt und wieder eingeführt werden.

Bei diesem Scanner werden insgesamt sechs Bilder pro Hand erstellt. Drei mit der Handfläche nach unten (Dorsal) und drei nach oben (Palmar).

6.3.2 Handvenenscanner

Nach richtiger Positionierung der linken Hand und Überprüfung der Eingaben in der Benutzeroberfläche, kann sofort mit dem Scannvorgang begonnen werden. Auch hier muss die Hand nach jeder Aufnahme entfernt und wieder platziert werden. Da bei beiden Sensoren nur die Finger und hintere Handfläche auf der Ablagefläche Platz finden, ist das Durchdrücken der Handfläche zu vermeiden. Probanden mit kleineren Händen sollten zuerst die Finger platzieren und die Hand Richtung Körper ziehen, bis die hintere Ablagefläche erreicht ist. Nur so ist die gleiche Position während der verschiedenen Testszenarien gewährleistet. Jeder Sensor nimmt drei Bilder pro Hand auf.

6.3.3 Fingervenenscanner

Auch bei diesen beiden Sensoren kann bereits nach der Eingabe der Parameter mit den Aufnahmen begonnen werden. Gestartet wird mit dem Zeigefinger der linken Hand. Wie bei den vorherigen Sensoren muss auch hier nach jeder Aufnahme der Finger entfernt und wieder platziert werden. Da der Sensor der Marke M2Sys akustisches Feedback gibt, sind die Aufnahme mit diesem Sensor besonders schnell abgeschlossen, da der Proband selbst merkt, wenn der Finger entfernt werden muss. Wie beim PLUS FV3 werden jeweils drei Bilder vom Zeige-, Mittel-, und Ringfinger, der rechten und linken Hand, einzeln aufgezeichnet.

6.3.4 Fingerabdruckscanner

Beide Sensoren sind vollautomatisiert und ermöglichen, beim Ausbleiben von technischen Problemen, schnelle und qualitativ hochwertige Aufnahmen. Nach jeder erfolgreichen Aufnahme, die mit einem akustischen Signal quittiert wird, hebt der Proband seinen Finger und legt ihn wieder auf die Scanplatte. Nach drei Aufnahmen ist der nächste Finger an der Reihe. Probanden die gerne Sport treiben, ein Musikinstrument spielen oder Arbeit verrichten, bei denen die Hände gefordert sind, kann die Software oftmals keinen Fingerabdruck extrahieren. Wie bereits erwähnt, genügt in diesen Fällen oftmals ein kurzer Strich über die Stirn. Sollte sich dies nicht positiv auf das Ergebnis auswirken, kann eine Änderung der Fingerposition Besserung verschaffen. Sind nach all diesen Maßnahmen immer noch keine Aufnahmen möglich, kann nur die Reduktion des Sollwertes Abhilfe verschaffen. Bei

beiden Sensoren werden drei Aufnahmen von allen Fingern der rechten und linken Hand angefertigt.

6.4 Testszzenarien

Die genannten Scanvorgänge werden auch bei den folgenden Testszzenarien für Gruppe 1 oder Gruppe 2 abgearbeitet. Nur durch das penible Einhalten des Protokolls können an verschiedenen Testtagen die gleichen Aufnahmebedingungen geschaffen werden.

6.4.1 Kälte

In diesem Szenario werden die Hände auf eine von Temperatur von 15°C runtergekühlt. Zum Erreichen dieser Temperatur nehmen beide Hände für 2 bis 5 Minuten ein Wasserbad mit einer Temperatur von ungefähr 10°C. Empfinden die Probanden nach einer Weile Schmerzen, wird sofort die Temperatur mit einem Infrarotthermometer gemessen. Befindet sich die Temperatur zwischen 14°C – 16°C kann mit dem Messvorgang gestartet werden, ansonsten müssen die Hände, wenn die Schmerzen ertragbar sind, für weitere 2 bis 3 Minuten in das Wasserbad.

Ist die gewünschte Temperatur erreicht, werden die Hände gründlich abgetrocknet und der Scanvorgang mit der Session-ID 2 kann beginnen. Da sich die Hände aufgrund der Durchblutung schnell wieder erwärmen, ist nach jedem Scanvorgang ein erneutes Wasserbad nötig. Dieses Szenario gilt als abgeschlossen, wenn der Proband alle Scanner durchlaufen hat.

6.4.2 Schrumpelfinger

Ziel dieses Tests ist es feuchte Finger mit leichten Schrumpeln an den Fingerkuppen zu simulieren, da Schrumpeln bei der Auswertung leicht mit Venen verwechselt werden können. Zum Erreichen dieses Zustandes werden beide Hände für etwa 10 Minuten in körperwarmes Wasser gehalten. Sind nach dem Bad Schrumpeln sichtbar, kann nach leichtem Abtrocknen mit dem Test begonnen werden. Bei Probanden mit sehr trockener Haut kann sich die Dauer des Bades um 5 bis 10 Minuten verlängern, bis Schrumpeln sichtbar werden. In

dieser Session können wie bei der Referenzaufnahme alle Aufnahmen auf einmal gemacht werden. Ein weiteres Wasserbad ist nicht nötig, da sich Schrumpeln für längere Zeit nicht zurückbilden.

6.4.2.1 Aufgetretene Probleme

Die Qualität der Aufnahmen von Fingerabdrucksensoren sinkt mit feuchten Fingern immens. Das in den Schrumpeln enthaltene Wasser füllt bei bestimmten Probanden das Relief des Fingers aus, somit kann der Scanner nur einen qualitativ schlechten Fingerabdruck ohne Aussagekraft erfassen. Zum Beheben dieses Problems genügt oftmals ein erneutes Trocknen der Hände.

6.4.3 Nahinfrarotlicht

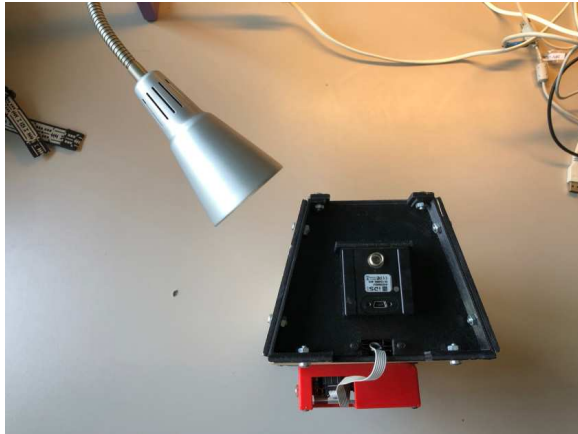
Alle Finger- und Handvenenscanner arbeiten in einem bestimmten Infrarotlichtspektrum. Da die Sonne ständig ihren Ort wechselt und genormte Aufnahmen somit nicht möglich sind, wird das Sonnenlicht mit einer Glühbirne simuliert.

Bevor der Test starten kann, muss die künstliche Zimmerbeleuchtung abgeschaltet und die Lampe richtig positioniert werden. Dafür wird sie am Tisch befestigt und der Scanner 10 cm von der Lichtquelle entfernt platziert. Um den Winkel der Lampe richtig einstellen zu können, wird zuerst der PLUS FV3 platziert. Der Mittelpunkt des Spots sollte sich im unteren Drittel, seitlich der Holzverkleidung, befinden. In den darunterliegenden Abbildungen ist der genau Testaufbau genau zu erkennen.

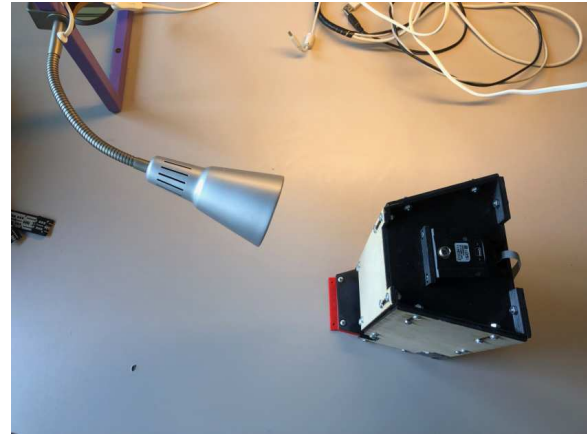
Nach Beendigung der Aufnahmen wird der Scanner entfernt und der nächste genau an derselben Stelle platziert. Diese Prozedur wird solange wiederholt, bis der Proband alle Aufnahmen abgeschlossen hat.

6.4.3.1 Aufgetretene Probleme

Bei dünnen Fingern hatten beide Sensoren Probleme beim Aufnahmen. Aufgrund der Lichteinstrahlung konnten nur Venenmuster mit verminderter Qualität erkannt werden. Um dieses Problem zu lösen genügt eine kleine Drehung des Sensors. Das Licht trifft an einer



(a) Abstand: Lampe - Scanner



(b) Winkel der Lampe

Abbildung 6.5: Richtige Platzierung der Lampe

anderen Stelle auf und die Aufnahme verläuft in den meisten Fällen erfolgreich ab. Sollte dennoch ein Fehler auftreten, muss der Sensor solange gedreht werden, bis ein Venenmuster mit ausreichender Qualität erkannt wird.

6.4.4 Wärme

Laut Protokoll muss die Temperatur der Hände bei diesem Test 40°C betragen. Schwankungen von $\pm 1^{\circ}\text{C}$ sind erlaubt. Um dies zu erreichen wird eine Schüssel oder ein Waschbecken mit heißem Wasser aus der Leitung oder dem Wasserkocher befüllt und mit kaltem Wasser auf ungefähr 45°C runtergekühlt. Diese Temperatur ist für die meisten Probanden noch angenehm.

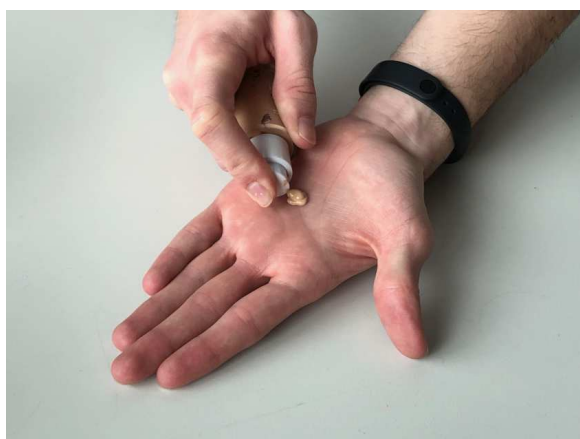
Vor jeder Aufnahme müssen beide Hände für 2 bis 5 Minuten im warmen Wasser verweilen, bis eine Temperatur von ca. 40°C erreicht ist. Da bei diesem Versuch jeder Mensch unterschiedlich reagiert, genügen oftmals schon 2 Minuten im Wasser bis die 40°C erreicht sind. Als Temperatursensor wird wieder der bereits erwähnte Infrarotthermometer verwendet.

Ist die gewünschte Temperatur erreicht, werden die Hände abgetrocknet und der Scannvorgang mit der Session-ID 5 kann beginnen. Da die Hände im Laufe der Zeit kälter werden, muss nach jedem Scanner ein erneutes Wasserbad genommen werden. Bei Erreichen der Temperatur kann mit dem nächsten Scanner fortgefahren werden. Diese Schritte sind mit jedem Sensor zu wiederholen.

6.4.5 Verschmutzung - Make Up

In diesem Szenario werden verschmutzte Hände mittels Make-Up simuliert. Um Verschmutzungen an Kleidung und technischen Geräten zu vermeiden, ist hier höchste Vorsicht geboten. Um auch hier wieder vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wird bei jedem Proband genau ein Hub Make-Up auf die Handflächen aufgebracht. Die Portion ist auf beide Handflächen gleichmäßig zu verteilen. Bei kleineren Händen kann überschüssiges Make-Up mit einem Papiertuch entfernt werden. Nach einer kurzen Einwirkzeit kann der Test starten.

Da die Probanden nach mehreren Aufnahmen oftmals ungeduldig werden und die Finger falsch platzieren, ist eine genaue Kontrolle der richtigen Position erforderlich. Nach jedem Test sind alle Sensoren mit einem feuchten Tuch zu reinigen.



(a) Aufbringen des Make-Ups



(b) Verteiltes Make-Up

Abbildung 6.6: Testszenario: Make-Up

6.4.5.1 Aufgetretene Probleme

Beide Fingerabdrucksensoren verfügen über eine Glasplatte unter der sich die Kamera befindet. Da diese Platte nach Berührung mit einem Finger, an dem sich Make-Up befindet, sehr schnell verschmutzt, muss nach jedem einzelnen Finger die Glasplatte mit einem Tuch gereinigt werden. Ansonsten werden verfälschte Bilder aufgenommen oder die Software erkennt keinen Fingerabdruck.

6.4.6 Verschmutzung - Sonnencreme

Bei diesem Test wird Schmutz anhand mit Hilfe von Sonnencreme simuliert. Die gewählte Sonnencreme enthält mikroskopisch kleine Minerale die UV-Strahlen reflektiert. Ob auch Infrarotstrahlen reflektiert werden, wird sich in unserem Test zeigen.

Wie beim vorherigen Test wird ein wenig Sonnencreme auf der ganzen Handfläche verteilt. Da es sich aus der Tube schwierig portionieren lässt, wird soviel Creme aufgetragen, bis die Handflächen gleichmäßig weiß sind. Nach einer kurzen Einwirkzeit kann mit dem Test begonnen werden. Sollte sich während der Aufnahmen Sonnencreme von den Finger lösen, muss erneut ein wenig Creme aufgetragen werden. Alle Sensoren werden nach den Aufnahmen wieder gereinigt.

6.4.6.1 Aufgetretene Probleme

Wie auch bei dem Test mit Make-Up verschmutzt die Glasplatte bei den beiden Fingerabdrucksensoren sehr schnell. Um hochwertige Aufnahmen zu erhalten muss nach jedem Finger die Glasplatte gesäubert werden. Auch bei den beiden Fingervenensensoren kann es zu Problemen kommen. Da die Creme sehr viel Infrarotstrahlen reflektiert, kann der Scanner keine Venen erkennen. Die Aufnahme wird abgebrochen. Um dieses Problem zu lösen, muss ein wenig Sonnencreme von den Fingern entfernt werden. Danach sind wieder Aufnahmen möglich.

6.4.7 Sport

Viele biometrische Authentifizierungssysteme werden in mobilen Geräten, wie Smartphones und Notebooks, verwendet. Nach körperlicher Betätigung sollten diese Systeme trotz Änderung des Puls, Blutdruck und der Schweißsekretion den User noch Erkennen. Simuliert wird dieses Szenario mit einem Sprint von zwei Minuten, Push-Ups und Treppensteigen, bis der Proband außer Atem ist und nicht mehr ohne Verschnaufpausen sprechen kann.

Die Aufnahmen müssen nach Erreichen dieses Zustandes sofort starten, da sich die Vitalwerte innerhalb kürzester Zeit normalisieren. Somit muss nach jedem Scannvorgang das Workout erneut durchgeführt werden.

7 | **Datenverwaltung**

Bereits nach den 19 Probanden aus der HTBLUvA-Salzburg sind rund 3.200 Dateien generiert worden. Um nicht den Überblick zu verlieren, sind alle getätigten Aufnahmen in einem Ordnersystem zu ordnen und in einer Excel-Tabelle zu protokollieren.

Anfänglich wollten wir die Daten der beiden Laptops über den Cloud-Dienst Google-Drive aktuell halten. Aufgrund der Datenschutz-Grundverordnung ist es uns aber leider nicht erlaubt, die generierten Daten ins Internet hochzuladen. Somit haben wir uns für einen Hauptordner geeinigt, in dem nach jedem Aufnahmetag alle erzeugten Dateien beider Geräte verschoben werden.

7.1 Protokollierung

In der Excel-Tabelle werden alle Aufnahmen zusammengefasst und bei der Auswertung ausgelesen, somit weiß der Auswertungsalgorithmus, welche Daten er zu verarbeiten hat. Auch die Antworten aus dem Fragebogen werden in diesem File eingetragen, um diese direkt bei der Auswertung miteinzubeziehen.

Die Werte aus dem Fragebogen werden in der Spalte mit der Session-ID 1 (Referenz) eingetragen. Jeder Wert (z.B Systole und Diastole) erhält eine eigene Spalte, um das Auslesen zu erleichtern.

ID	Session	Geschlecht	Geburtsjahr	Größe	Gewicht	Rheuma	Bluthochdruck	niedriger Blutd.	hoher Cholest.	Diabetes	andere Gefäß.	andere	Alkohol	Rauchen	1 Segment	2 Segment	3 Segment	Systole	Diastole	Puls	Temperatur	
				cm	kg										cm	cm	cm	mmHg	mmHg	1/min	°C	
1	1	männlich	1999	175	66									wenig	nie	1,2	1,3	1,7	124	70	76	29,5
4	1	4																				
5	1	3																				
6	1	6																				
7	1	2																				
8	1	5																				
9	1	7																				
10	2	1	weiblich	1998	168	57								viel	nie	1,3	1,6	2	142	88	48	32,3
11	2	4																				
12	2	3																				
13	2	6																				
14	2	2																				
15	2	5																				
16	2	7																				
17	3	1	weiblich	2000	173	68								wenig	nie	1,1	1,4	1,9	104	71	54	32,1
18	3	4																				
19	3	3																				
20	3	6																				
21	3	2																				
22	3	5																				
23	3	7																				
24	4	1	männlich	2000	183	79								wenig	wenig	1,3	1,4	1,7	100	67	97	27,9
25	4	4																				
26	4	3																				
27	4	6																				
28	4	2																				
29	4	5																				
30	4	7																				
31	5	1	weiblich	1998	165	54								nie	nie	1,3	1,5	1,9	144	96	86	32,3
32	5	4																				
33	5	3																				
34	5	6																				
35	5	2																				
36	5	5																				
37	5	7																				
38	6	1	männlich	1999	193	82								wenig	nie	1,2	1,3	1,7	125	86	87	31,7
39	6	4																				
40	6	3																				
41	6	6																				
42	6	2																				
43	6	5																				
44	6	7																				
45	7	1	männlich	1999	167	78								wenig	nie	1,2	1,4	1,9	109	74	68	30,9
46	7	4																				
47	7	3																				
48	7	6																				
49	7	2																				
50	7	5																				

Abbildung 7.1: Vollständiges Aufnahmeprotokoll

7.2 Verwaltung der Aufnahmen

Jeder Sensor speichert die generierten Daten in einem anderen Ordner ab. Nach jedem Aufnahmetag werden die Daten von beiden Laptops manuell auf deren Vollständigkeit geprüft. Sollten Dateien fehlen, muss dies im Protokoll festgehalten werden und die Aufnahmen in der nächsten Session vervollständigt werden.

Da sich bei der Auswertung alle Daten eines Sensors in einem Ordner befinden müssen, werden die gesammelten Dateien eines jeden Scanners in einen Hauptordner am MacBook Pro verschoben. In diesem befinden sich alle Aufnahmen. Dieser Ordner wird nach jedem Aufnahmetag auf eine externe Festplatte kopiert, um Datenverluste zu vermeiden.

8 | **Auswertung**

Aufgrund anfänglicher technischer Schwierigkeiten konnten die Aufnahmen, nicht wie geplant im Jänner, sondern erst anfangs März beginnen. Durch diese Verzögerung kann die Auswertung mittels Algorithmen, welche gemeinsam mit der Universität Salzburg durchgeführt wird, nicht mehr während des Schuljahres stattfinden. Somit war nur eine manuelle Auswertung der Daten mittels Vergleich des Referenzbildes mit einem Testszenario möglich.

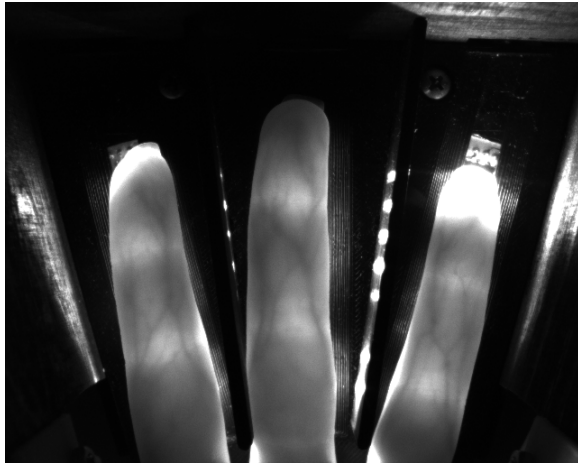
8.1 **Manuelle Auswertung**

Bei dieser Auswertung werden nur die Aufnahmen des PLUS FV3 der UNI-Salzburg verglichen, da dieser die besten Ergebnisse liefert. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse kann nicht mit denen eines Algorithmus verglichen werden. Bei der manuellen Auswertung können nur sichtbare Unterschiede festgestellt werden, Algorithmen hingegen können mittels Änderung des Kontrasts und weiteren Bildbearbeitungsmöglichkeiten weitere, für das menschliche Auge nicht sichtbare, Details finden.

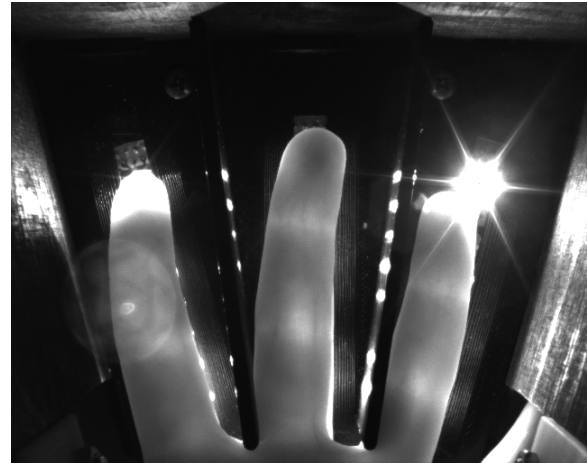
8.1.1 **Kälte**

Bei diesem Test wurden die Hände für mehrere Minuten in ein kaltes Wasserbad gehalten. Durch die Kälte sollten sich die Venen und Arterien verkleinern und ein wesentlich schlechteres Bild generiert werden.

Bei der Referenzaufnahme sind sehr viele dicke Blutgefäße zu sehen. Vergleicht man nun beide Bilder, sind deutliche Unterschiede feststellbar. Während bei der Referenzauf-



(a) Referenz: dünne Finger



(b) Kälte: geringerer Kontrast

Abbildung 8.1: Auswertung: Kälte

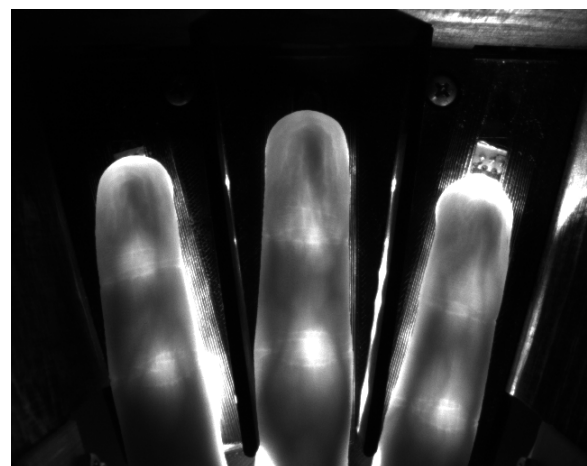
nahmen die Blutgefäße deutlich sichtbar sind, sind sie diese bei der Aufnahmen mit kaltem Wasser fast vollständig verschwunden. Bei Probanden mit dünnen Fingern waren nach diesem Test keine Blutgefäße mehr sichtbar, bei dicken Fingern hingegen hatte das Wasserbad fast keinen Einfluss auf.

8.1.2 Schrumpelfinger

In diesem Test wurden feuchte schrumpelige Finger, mittels Wasserbad in körperwarmen Wasser, simuliert. Durch das Aufquellen der Haut sollten Schrumpeln ein ähnliches Aussehen wie Venen besitzen und leicht mit diesen zu verwechseln sein.



(a) Referenz: dicke Finger



(b) Schrumpelfinger: Unterschiede an Fingerkuppeln

Abbildung 8.2: Auswertung: Schrumpelfinger

Bei beiden Bildern sind die Strukturen der Venen sehr gut sichtbar. Die Finger, die im

Wasserbad verweilen durften, besitzen etwas mehr Kontrast als die Referenzaufnahme. Dies ist womöglich auf die aufgequollene und somit dickere Haut zurückzuführen. Aber auch an den Fingerspitzen sind Unterschiede erkennbar. Bei genauer Betrachtung sind einige Schrumpeln, speziell am Mittelfinger erkennbar. Für einen Menschen ist es leicht, zwischen Blutgefäßen und diesen Anomalien zu unterscheiden, Algorithmen können dies nicht, da sie alle Strukturen aus dem Bild extrahieren.

8.1.3 Nahinfrarotlicht

Die meisten der Sensoren arbeiten mit Infrarotlicht, das auch im Spektrum des Sonnenlichts enthalten ist. Wie sich Sonnenlicht auf die Aufnahmen auswirkt, ist in der nächsten Abbildung ersichtlich.

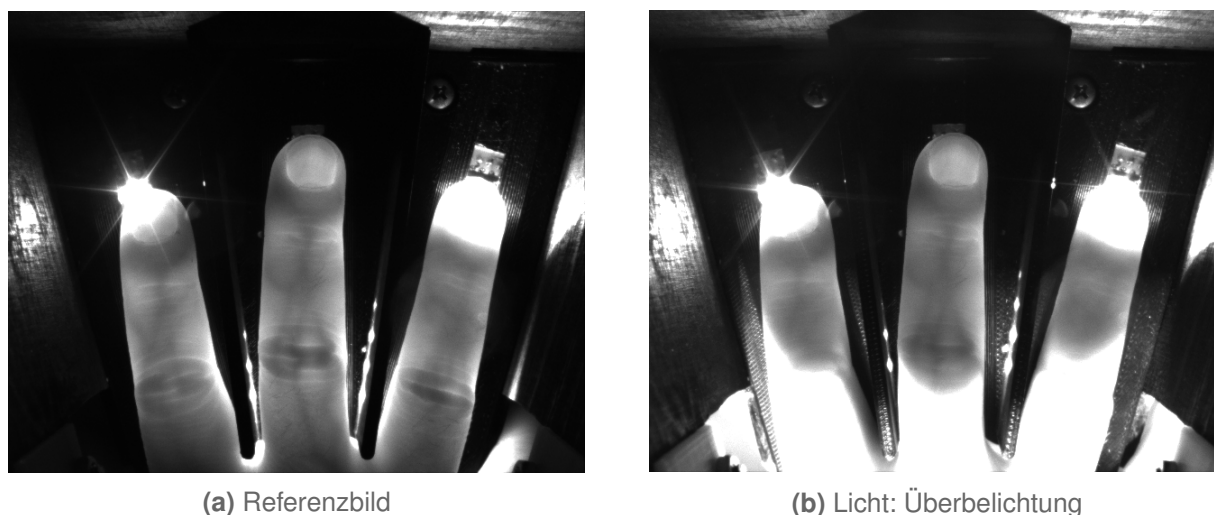


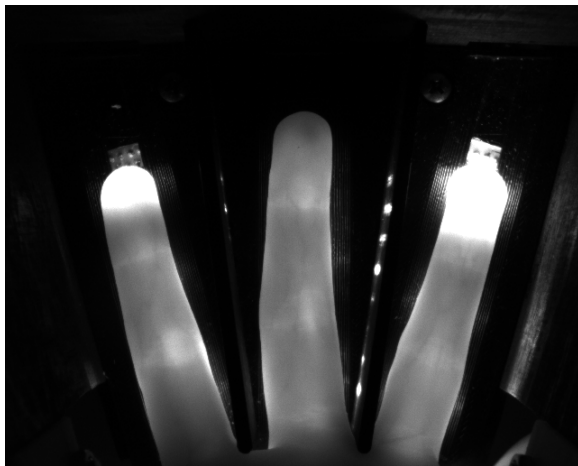
Abbildung 8.3: Auswertung: Nahinfrarotlicht

Im unteren Drittel der Finger ist eine deutliche Überbelichtung zu sehen. Die Lampe wurde bei den Aufnahmen absichtlich so positioniert, um eine Überbelichtung der ganzen Finger zu vermeiden. Dies würde die Aufnahmen mit dem Scanner unbrauchbar machen, da keine Daten mehr aus den Aufnahmen extrahiert werden können. Bei den Fingerabdrucksensoren konnten bei diesem Setting keine Verschlechterung festgestellt werden.

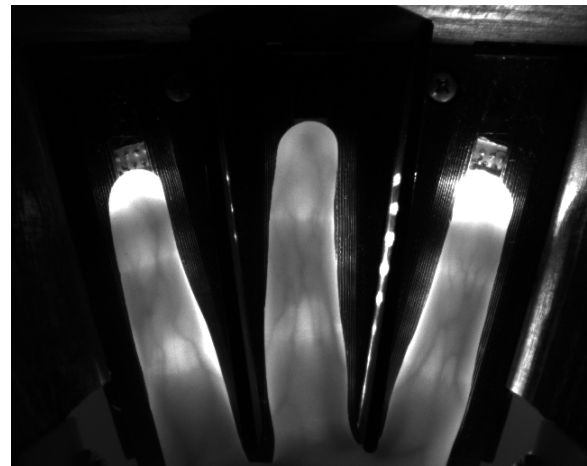
8.1.4 Wärme

Durch die Erwärmung der Hand sollten sich die Blutgefäße weiten. Die Durchblutung steigt, somit sind kontrastreichere Aufnahmen möglich. Theoretisch muss dieses Setting die Qua-

lität der Aufnahmen verbessern.



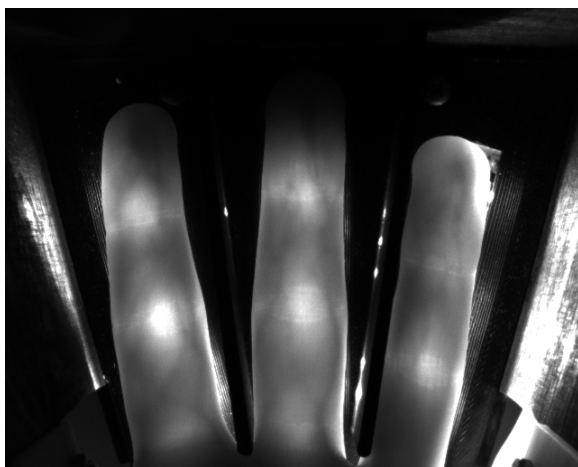
(a) Referenz: dünne Finger



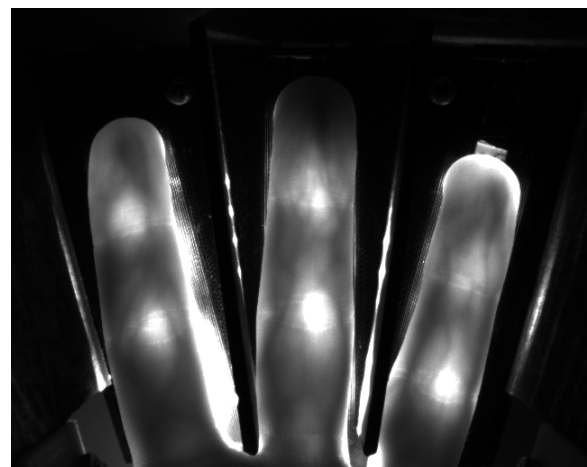
(b) Wärme: besser Durchblutung

Abbildung 8.4: Auswertung: Wärme

Wie vermutet wirkt sich Wärme, zumindest bei dünnen Finger, positiv auf das Ergebnis aus. Bei der Referenzaufnahme mit normaler Körpertemperatur sind nur wenige bis gar keine Blutgefäße erkennbar. Bereits nach wenigen Minuten im Wasserbad sind deutliche Konturen der Venen und Arterien ersichtlich.



(a) Referenz: dicke Finger



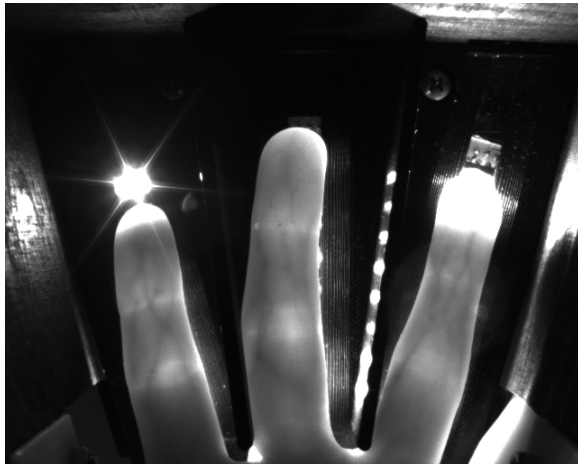
(b) Wärme: kleine Details werden sichtbar

Abbildung 8.5: Auswertung: Wärme

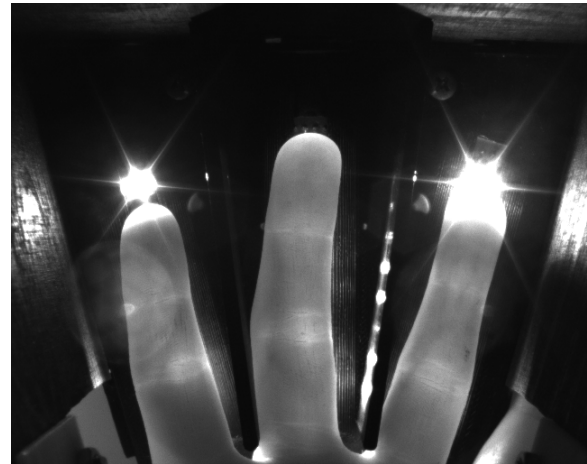
Bei dicken Fingern ist ebenfalls eine Verbesserung der Qualität erkennbar. Die großen Blutgefäße treten deutlich hervor, kleinere werden durch die gesteigerte Durchblutung erst richtig sichtbar.

8.1.5 Make-Up

Make-Up wird verwendet um der Haut einen gleichmäßigen Teint zu verleihen, dazu legt es sich wie eine zweite Hautschicht auf die Oberfläche des Gesichts. Bei unseren Tests hat sich Make-Up negativ auf das generierte Bild ausgewirkt.



(a) Referenzbild



(b) Make-Up: schlechterer Kontrast

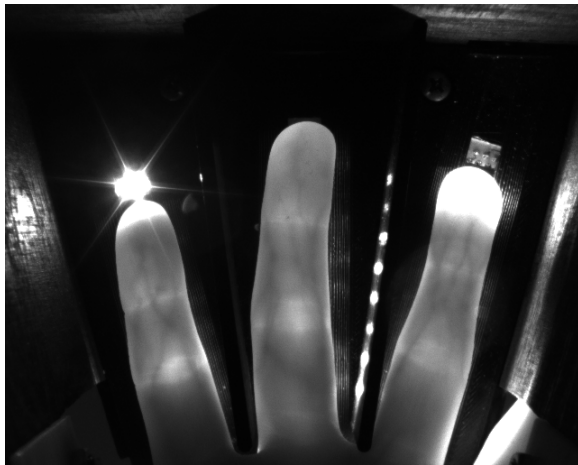
Abbildung 8.6: Auswertung: Make-Up

Beim Vergleich der beiden Bilder wird der deutlich geringere Kontrast bei der Aufnahme mit Make-Up sichtbar. Da dieser Test mit normaler Temperatur der Hände durchgeführt wurde und die Blutgefäße somit genügend Blut führen, sollte bei den Aufnahmen ein deutliches Venenmuster erkennbar sein. Dies ist bei unseren Aufnahmen nicht der Fall. Die verminderte Qualität ist somit auf das aufgetragene Make-Up rückzuschließen, welches die Infrarotstrahlen entweder streut oder reflektiert.

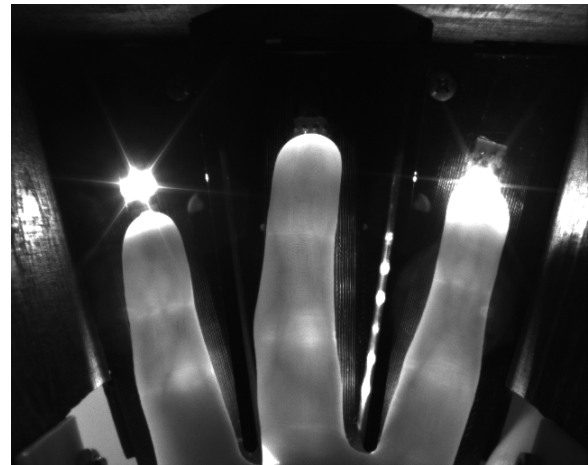
8.1.6 Sonnencreme

Die mineralische Sonnencreme, die verwendet wurde, enthält mineralische Nanopartikel, die UV-Strahlen und möglicherweise auch Infrarotstrahlen reflektieren. Aber nach nur wenigen Aufnahmen war uns klar, dass diese Creme nicht die erwünschten Ergebnisse liefert.

Anstatt das Infrarotlicht zu reflektieren, wurde es, wie in der Abbildung ersichtlich, nur leicht abgeschwächt. Auch eine Erhöhung der Helligkeit LEDs brachte keine nennenswerten Verbesserungen. Das Aufbringen von mehr Sonnencreme auf die Hände wäre die einzige Möglichkeit gewesen, unsere Theorie zu beweisen. Da diese Menge an Creme aber die



(a) Referenzbild



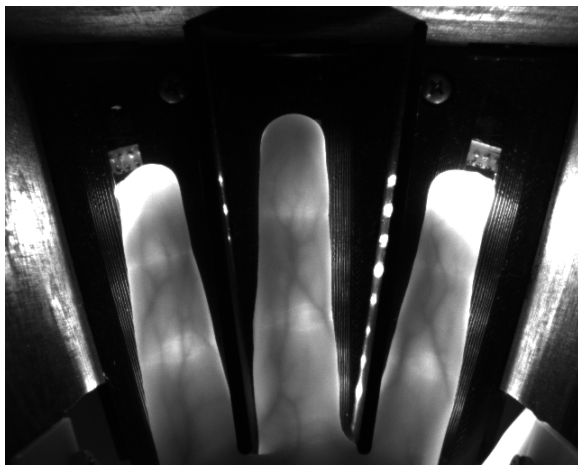
(b) Sonnencreme: kein nennenswerter Unterschied

Abbildung 8.7: Auswertung: Sonnencreme

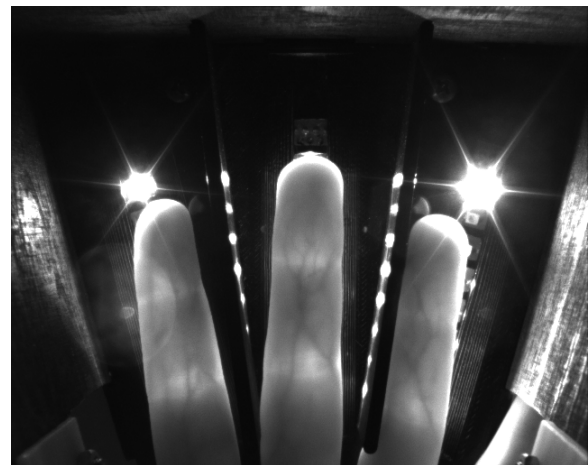
Sensoren schädigen könnte, wurde dies Idee unterlassen.

8.1.7 Sport

Bei sportlicher Aktivität wird der Blutfluss in den Gefäßen, durch den erhöhten Sauerstoffbedarf in den Muskeln, gesteigert. Bei unseren Aufnahmen sollte dadurch der Kontrast der Venen und Arterien verbessert werden.



(a) Referenzbild



(b) Sport: kein Unterschied erkennbar

Abbildung 8.8: Auswertung: Sport

Leider zeigte sich bei keinem unserer Probanden eine Besserung. Sportliche Aktivität wirkt sich, nach Vergleich der Bilder, nicht auf die Venenstruktur aus.

8.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nach der Durchführung der Aufnahmen mit den 19 Probanden der 5AHBG, können bereits Aussagen über die Auswirkung der Testszenarien auf die Struktur der Venen bzw. Qualität der Bilder getätigt werden:

- Kälte: negative Auswirkung
- Schrumpelfinger: negative Auswirkung
- Nahinfrarotlicht: negative Auswirkung
- Wärme: positive Auswirkung
- Make-Up: negative Auswirkung
- Sonnencreme: negative Auswirkung
- Sport: keine Auswirkung

Alle getesteten Personen waren zwischen 18 und 20 Jahren alt, ob sich die gleichen Auswirkungen auch bei älteren Personen zeigen, wird sich bei den späteren Tests im April und Mai zeigen.

9 | **Protokoll**

Das Aufnahmeprotokoll gibt eine Übersicht über den Ablauf der Messungen. Außerdem gilt es als Richtlinie und beinhaltet eine systematische Auflistung der ausgewählten Faktoren.

9.1 Aufbau

In der Titelleiste wird die Gruppe angegeben. Danach folgt eine kurze Zusammenfassung über die Anzahl und Alter der Probanden, sowie Hinweise zur Aufnahme. Unter dem Strich beginnt das eigentliche Protokoll. Zuerst wird der Fragebogen ausgefüllt. Dabei werden die Vitalparameter als Referenzwert aufgenommen und der grundsätzliche Testablauf erklärt. Ab Punkt 4 beginnt die Aufnahme der Daten. Je Session werden hierbei die Voraussetzungen und zu beachtenden Parameter angegeben. Zusätzlich wird entsprechend der Session eine geschätzte Dauer am rechten Rand erwähnt, dieser Wert kann aber stark variieren und sollte nur ein Richtwert sein.

Die fertigen Protokolle sind im Anhang einsehbar.

9.2 Aufnahmeprotokoll Gruppe 1

Insgesamt umfasst die Aufnahme acht Sessions. Da allerdings Sessions sechs bis acht sehr zeitaufwendig sind und die zeitliche Verfügbarkeit der Probanden sehr begrenzt ist, werden diese drei Aufnahmen ausgelassen.

Es sollen ungefähr 30 Probanden im Altersbereich von 25 bis 85 Jahren teilnehmen.

9.3 Aufnahmeprotokoll Gruppe 2

Gruppe 2 nimmt alle acht Sessions mit ebenfalls circa 30 freiwilligen Personen durch. Diese Gruppe besteht aus Schülern der HTBLuVA Salzburg und Studenten der Paris Lodron Universität Salzburg. Die Tests werden in den jeweiligen Gebäuden durchgeführt.

10 | Fragebogen

Der Fragebogen wird nach der Einverständnis- und Datenschutzerklärung ausgehändigt. Die gestellten Fragen ermöglichen es den aktuellen Gesundheitszustand eruieren. Der zweiseitige Fragebogen ist in drei Minuten ausgefüllt und im Anhang einsehbar.

10.1 Aufbau

Rechts oben wird jedem Proband zuerst eine eigene ID zugewiesen. Diese soll einen direkten Rückschluss zu den Probanden mittels der Daten vermeiden.

Der Fragebogen ist in folgende drei Teile gegliedert:

- **Allgemeine Daten:** Mit diesen Daten kann der BMI berechnet werden, ein wichtiger Indikator des Gesundheitszustandes.
- **Gesundheit und Lebensstil:** Leidet der Proband an einer der aufgelisteten oder anderen Krankheiten, kann er diese hier angeben.
Blutverdünnende Medikamente haben einen großen Einfluss auf die Venen und sind bei Einnahme unbedingt anzugeben. Weiterhin wird nach mehr als täglichem, weniger als täglichem oder gar keinem Alkoholgenuss und Zigarettenkonsum gefragt.
- **Messbare Einflussfaktoren:** Der Zeigefingerdurchmesser der drei Glieder kann eventuell später in die Auswertung einfließen. Vitalparameter wie Blutdruck, Ruhepuls und Handflächentemperatur haben starke Auswirkungen auf die Sichtbarkeit der Venen und spiegeln die aktuelle Auslastung des Körpers wider.

11 | **Datenschutz-Grundverordnung**

Seit Mitte 2018 gilt in der europäischen Union die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Diese erfordert eine schriftliche Einwilligung der betroffenen Person. Somit muss jeder Proband vor Beginn des ersten Tests seine Teilnahme und die wissenschaftliche Verwendung der aufgezeichneten Daten mit seiner Unterschrift bestätigen. Dazu bekommt er ein Informationsblatt und eine Einverständniserklärung ausgehändigt.

Die im Rahmen der Studie aufgenommenen Daten werden natürlich streng anonymisiert und gemäß dem geltenden Datenschutzgesetz behandelt. Beide Dokumente sind im Anhand einsehbar.

11.1 Informationsblatt

Das Informationsblatt klärt den Teilnehmer über das Ziel der Studie sowie seine Rechte und Pflichten auf. Der Ansprechpartner auf Fragen ist während der Aufnahmen Dipl.-Ing. Robert Vogl. Nach Abschluss der Datenaufnahme wird die wissenschaftliche Auswertung von PhD Studenten der VISEL-Arbeitsgruppe übernommen. Während dieser Zeit steht Univ.-Prof. Dr. Andreas Uhl für etwaige Fragen zur Verfügung.

Eine Teilnahme ist erst ab 18 Jahren möglich und wird nicht entschädigt.

11.2 Einverständniserklärung

Nachdem sich der Proband über alle Details informiert hat und zur Teilnahme an der Studie bereit ist, wird er gebeten die Einverständniserklärung zu unterschreiben.

Mit der ersten Unterschrift unterzeichnet er die Erlaubnis, dass seine Daten für die angeführte

Studie verwendet werden darf. Die zweite Unterschrift erlaubt die Weiterverwendung der Daten für weiterführende wissenschaftliche Publikationen. Diese Unterschrift ist aber nicht zur Teilnahme an diesem Projekt notwendig.

Beide Zettel werden sicher verstaut und abschließend an die Arbeitsgruppe für die spätere Auswertung übergeben.

Literatur

projektorganisatorische Quellen

- [1] Barry W. Boehm. *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*. Mai 1988. URL: https://web.archive.org/web/20091007032104/http://www.computer.org/portal/cms_docs_computer/computer/homepage/misc/Boehm/r5061.pdf (besucht am 15.02.2019).
- [2] Andreas De Stefani. *SpiralModel - Überblick. fit2002*. 2002. URL: <http://cartoon.iguw.tuwien.ac.at/fit/fit01/spiral/welcome.html> (besucht am 15.02.2019).
- [4] *Waterfall Software Development Model. Oxagile*. 5. Feb. 2014. URL: <https://www.oxagile.com/company/blog/the-waterfall-model/> (besucht am 15.02.2019).
- [7] ABET. *ABET Definition of Design*. URL: <http://www.me.unlv.edu/Undergraduate/coursenotes/meg497/ABETdefinition.htm> (besucht am 15.02.2019).
- [8] Alexander Kriegisch. *Scrum-Einführung. Scrum-Master.de*. URL: https://scrum-master.de/Was_ist_Scrum (besucht am 15.02.2019).

technische Quellen

- [5] Luca Debiasi, Christof Kauba, Simon Kirchgasser u. a. *Pervasive and UseR Focused BiomeTrics BordEr ProjeCT. D5.2 Scenario Specific Sensor Solutions*. 13. Nov. 2018. URL: <https://emdesk.eu/shared/5beeb177aa324-b167c9f6f0b667931fb6280b4bc0c691>.
- [6] Christof Kauba. *Focussing the Beam. A New Laser Illumination Based Data Set Providing Insights to Finger-Vein Recognition*. 2018. URL: <http://wavelab.at/papers/Kauba18c.pdf>.

medizinische Quellen

- [3] Tom V. Smulders Kyriacos Kareklas Daniel Nettle. *Water-induced finger wrinkles improve handling of wet objects. Subchapter 30C - Bradykinin*. 23. Apr. 2013. URL:<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2012.0999> (besucht am 09. 03. 2019).

Abbildungsverzeichnis

2.1	Stufen des Wasserfallmodells	6
2.2	Phasen des Spiralmodells	8
3.1	Die Standardansicht des PLUS-Sensor-CapturingGUIs	13
3.2	Schema des CommercialSensorsGUI	15
3.3	Hauptansicht	16
3.4	Capture-Ansicht	16
3.5	Python-Downloadseite für Windows	17
4.1	Das Schema des PLUS FV3 (ursprünglich in [6] veröffentlicht, © 2018 IEEE)	25
4.2	Typische Aufnahmen des PLUS FV3	27
4.3	Der FVA-U4ST und dessen bluetooth-fähiges Nachfolgemodell FVA-U4BT. .	29
4.4	Die Oberfläche des QT-Creators, zu sehen ist die projektdefinierende .pro - Datei	30
4.5	Das Programm Zadig - laut Entwicklerwebsite "USB driver installation made easy"	31
4.6	Typische Aufnahme des PalmSecure V2	31

4.7	Die sehr simple, doch von der Bibliothek geforderte, grafische Benutzeroberfläche	38
5.1	Manhattan Cosmetics MakeUp und Avene mineralische Sonnencreme)	45
6.1	Positionierung der Finger	51
6.2	richtige Position der Finger	52
6.3	Platzierung bei Handvenensensoren	52
6.4	Messen der Fingerdicke	54
6.5	Richtige Platzierung der Lampe	60
6.6	TestszENARIO: Make-Up	61
7.1	Vollständiges Aufnahmeprotokoll	64
8.1	Auswertung: Kälte	66
8.2	Auswertung: Schrumpelfinger	66
8.3	Auswertung: Nahinfrarotlicht	67
8.4	Auswertung: Wärme	68
8.5	Auswertung: Wärme	68
8.6	Auswertung: Make-Up	69
8.7	Auswertung: Sonnencreme	70
8.8	Auswertung: Sport	70

Code-Listings

3.1	Der Command zur Installation des Package-Managers “brew”	18
3.2	Die installierten Abhängigkeiten des CommercialSensorsGUIs	19
3.3	Die nicht funktionierende Version der Uni	20
3.4	Die korrigierte Version	20
3.5	Die Konfigurationsdatei des Sensors M2SYS M2-FINGERVEIN	22
3.6	Die Konfigurationsdatei des Sensors ZKTeco FV1000	22
3.7	Die Konfigurationsdatei des Sensors Fujitsu PalmSecure V2	23
4.1	Überprüfen der Konsolenparameter	33
4.2	Initialisieren der Verbindung	33
4.3	Auslesen der Buffergrößen	34
4.4	Die eigentliche Aufnahme	35
4.5	Speichern der Bilder	35
4.6	Erteilung des Aufnahmeauftrages	37
4.7	Event-Handler für erfolgte Aufnahmen	38
4.8	Anpassungen im Initialisierungscode	38

APPENDIX



- **Probanden:** ca. 30 (Eltern, Großeltern, Verwandte, Lehrer, ...)
 - **Alter:** 25 - 85
 - Durchführung in mehreren Sitzungen
 - Alle Schritte mit der anderen Hand wiederholen!
 - Aufnahme unter künstlichen Lichtverhältnissen (kein Sonnenlicht) abzüglich Session 5
-

- | | | |
|----|---|----------------------|
| 1. | Testablauf erklären | 00:05 – 00:10 |
| 2. | Fragebogen ausfüllen | 00:05 – 00:10 |
| 3. | Vitalparameter messen | 00:05 – 00:10 |
| | <ul style="list-style-type: none">● Blutdruck● Puls● Fingerdicke● Handtemperatur | |
| 4. | Aufnahme der Referenzbilder [Session 1] | 00:20 |
| | <ul style="list-style-type: none">● zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen● selbstgebauter Scanner<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)● Fujitsu PalmSecure<ul style="list-style-type: none">■ Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand● Sensometrics<ul style="list-style-type: none">■ Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand● Mofiria-FVA-U4ST<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● Lumidigm V311<ul style="list-style-type: none">■ Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● Suprema RealScan-G1<ul style="list-style-type: none">■ Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● M2Sys<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger | |



5. **Einflussfaktor Kälte - kaltes Wasser [Session 2]** **00:30**
- Hände für 2 - 5 min ins Eiswasser (~ 10 °C)
 - Hände abtrocknen
 - nach jedem Scanner Hände runterkühlen und Temperatur messen
 - bei 15 °C ($\pm 1^\circ$) → Test starten
 - > 15 °C → 30 sek in Eiswasser und erneut messen
 - **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
 - **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
6. **Einflussfaktor Feuchtigkeit/Schweiß - Schrumpelfinger [Session 3]** **00:30**
- Hände für 10 min in körperwarmes Wasser (~ 37 °C)
 - Hände leicht abtrocknen
 - Sensor nach jeder Aufnahme gründlich reinigen!
 - **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
 - **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Lumidigm V311**



- Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

Pause

00:05

7. Einflussfaktor NIR - Nahinfrarot Licht [Session 4]

00:20

- konstanter Winkel und Abstand der Lichtquelle
- kein künstliches Licht
- zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

8. Einflussfaktor Wärme - warmes Wasser [Session 5]

00:30

- Hände für 2 - 5 min in warmes Wasser (~ 45 °C)
- Hände abtrocknen
- nach jedem Scanner Hände runterkühlen und Temperatur messen
 - bei 40 °C ($\pm 1^\circ$) → Test starten
 - < 39 °C → 30 sek in Eiswasser und erneut messen
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**



- Zeige-, *Mittel*- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger



- **Probanden:** ca. 30 (Schüler, Studenten, ...)
 - **Alter:** 18 - 30
 - Durchführung in mehreren Sitzungen
 - Alle Schritte mit der anderen Hand wiederholen!
 - Aufnahme unter künstlichen Lichtverhältnissen (kein Sonnenlicht) abzüglich Session 5
-

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Testablauf erklären | 00:05 – 00:10 |
| 2. Fragebogen ausfüllen | 00:05 – 00:10 |
| 3. Vitalparameter messen | 00:05 – 00:10 |
| <ul style="list-style-type: none">● Blutdruck● Puls● Fingerdicke● Handtemperatur | |
| 4. Aufnahme der Referenzbilder [Session 1] | 00:20 |
| <ul style="list-style-type: none">● zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen● selbstgebauter Scanner<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)● Fujitsu PalmSecure<ul style="list-style-type: none">■ Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand● Sensometrics<ul style="list-style-type: none">■ Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand● Mofiria-FVA-U4ST<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● Lumidigm V311<ul style="list-style-type: none">■ Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● Suprema RealScan-G1<ul style="list-style-type: none">■ Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger● M2Sys<ul style="list-style-type: none">■ Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger | |



5. **Einflussfaktor Kälte - kaltes Wasser [Session 2]** **00:30**
- Hände für 2 - 5 min ins Eiswasser (~ 10 °C)
 - Hände abtrocknen
 - nach jedem Scanner Hände runterkühlen und Temperatur messen
 - bei 15 °C ($\pm 1^\circ$) → Test starten
 - > 15 °C → 30 sek in Eiswasser und erneut messen
 - **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
 - **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
6. **Einflussfaktor Feuchtigkeit/Schweiß - Schrumpelfinger [Session 3]** **00:30**
- Hände für 10 min in körperwarmes Wasser (~ 37 °C)
 - Hände leicht abtrocknen
 - Sensor nach jeder Aufnahme gründlich reinigen!
 - **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
 - **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
 - **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
 - **Lumidigm V311**



- Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

Pause

00:05

7. Einflussfaktor NIR - Nahinfrarot Licht [Session 4]

00:20

- konstanter Winkel und Abstand der Lichtquelle
- kein künstliches Licht
- zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

8. Einflussfaktor Wärme - warmes Wasser [Session 5]

00:30

- Hände für 2 - 5 min in warmes Wasser (~ 45 °C)
- Hände abtrocknen
- nach jedem Scanner Hände runterkühlen und Temperatur messen
 - bei 40 °C ($\pm 1^\circ$) → Test starten
 - < 39 °C → 30 sek in Eiswasser und erneut messen
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**



- Zeige-, *Mittel*- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

9. **Verschmutzung - Make-Up (Foundation) [Session 6]**

00:30

- Foundation auf Finger und Handinnenflächen auftragen
- zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen
- Sensor nach jeder Aufnahme gründlich reinigen!
- Hände nach dem Test gründlich reinigen!
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

10. **Verschmutzung - mineralische Sonnencreme [Session 7]**

00:30

- Sonnencreme auf Finger und Handinnenflächen auftragen
- zu Beginn Handinnenflächentemperatur messen
- Sensor nach jeder Aufnahme gründlich reinigen!
- Hände nach dem Test gründlich reinigen!
- **selbstgebauter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand



- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

11. Einflussfaktor Sport - Treppenlauf [Session 8]

00:45

- 4 Stockwerke und 20 Liegestütze
- Puls und Blutdruck messen
- nach jedem Lauf Handinnenflächentemperatur messen
- **selbstgebafter Scanner**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 6 Aufnahmen pro Hand (palmar/dorsal)
- **Fujitsu PalmSecure**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand

weitere 5 min laufen
- **Sensometrics**
 - Handvenen (palmar) - 3 Aufnahmen pro Hand
- **Mofiria-FVA-U4ST**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

weitere 5 min laufen
- **Lumidigm V311**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger
- **Suprema RealScan-G1**
 - Fingerabdruck - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger

weitere 3 min laufen
- **M2Sys**
 - Zeige-, Mittel- und Ringfinger - 3 Aufnahmen pro Finger



1) Allgemeine Daten:

Geschlecht: weiblich männlich

Geburtsjahr: _____

Größe: _____ cm

Gewicht: _____ kg

2) Gesundheit und Lebensstil:

Leiden Sie an einer der folgenden Krankheiten:

- Rheuma
- Bluthochdruck
- niedriger Blutdruck
- hoher Cholesterinspiegel
- Diabetes
- Gefäßerkrankungen
- Andere: _____

Nehmen Sie blutverdünnende oder schmerzlindernde Medikamente?

- Nein
- Ja, welche: _____

Wie viel Alkohol trinken Sie durchschnittlich?

- mehr als 1 Bier / Glas Wein o.Ä. pro Tag
- weniger als 1 Bier / Glas Wein o.Ä. pro Tag
- Nie

Wie viel Rauchen Sie durchschnittlich?

- mehr als 5 Zigaretten pro Tag
- weniger als 5 Zigaretten pro Tag
- Nie

Universität Salzburg
Fachbereich Computerwissenschaften
Visual Computing & Security Lab

Univ.-Prof. Dr. Andreas Uhl
uhl@cs.sbg.ac.at
Tel.: +43 / (0) 662 /8044 - 6303
Fax.: +43 / (0) 662 / 8044 – 172

Jakob-Haringer-Str. 2
A-5020 Salzburg – Austria

**Höhere Technische Bundeslehr- und
Versuchsanstalt Salzburg**

Dipl.-Ing. Robert Vogl
robert.vogl@htl-salzburg.at
+43 / (0) 662 /453610 - 520
+43 / (0) 662 /453610 - 9

Itzlinger Hauptstraße 30
A-5020 Salzburg - Austria

Informationen für TeilnehmerInnen zur Studie „Einfluss von diversen Aufnahmebedingungen in automatisierten Hand- und Fingerbiometrischen Authentifizierungssystemen“

Diese Studie wird im Rahmen eines Maturaprojektes der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt (HTL) Salzburg in Kooperation mit dem Visual Computing & Security Lab (VISEL) des Fachbereichs Computerwissenschaften der Universität Salzburg durchgeführt.

Ziel der Studie:

Die Verwendung von biometrischen Authentifizierungssystemen (z.B. Fingerabdrücke oder Aufnahmen von Gesichtern) ist eine praktikable Alternative zu klassischen Authentifizierungssystemen, wie z.B. Passwörter, Schlüssel oder Unterschriften. Diese biometrischen Systeme sind in unserer Gesellschaft bereits sehr gut integriert und werden in manigfaltigen Bereichen eingesetzt (z.B. Fingerabdruck zum Login beim eigenen Notebook-PCs oder Smartphone, oder Gesichtserkennung an Flughäfen).

Abgesehen von diversen sehr weit verbreitet genutzten biometrischen Merkmalen, gibt es in den letzten Jahren den Trend biologische Strukturen innerhalb des menschlichen Körpers als biometrisches Merkmal zu verwenden. Zu diesen Strukturen gehören auch die Blutgefäße (im Speziellen die Venen) in den Fingern und Händen. Der Grund für das Interesse an diesen lässt sich anhand von mehreren Eigenschaften gut erklären: 1) Die Struktur und Anordnung der Venen ist bei jedem Menschen einzigartig – so wie auch das Muster in der Haut unserer Fingerspitzen. 2) Die Aufnahme dieser Daten kann nur mit Hilfe spezieller nah-infrarot basierten Sensoren aufgenommen werden. 3) Da die Venen unterhalb der Haut liegen ist es viel schwerer diese zu fälschen. Außerdem beeinflussen oberflächliche Verletzungen, die häufig an den Händen vorkommen – z.B. oberflächliche Schnittwunden, oder Abrieb durch körperliche Arbeit - die Aufnahme des biometrischen Merkmals nur unwesentlich. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass diverse Aufnahmebedingungen trotzdem die Verwendung von z.B. Fingervenen in automatisierten Authentifizierungssystemen beeinflussen können. Dieser Umstand ist aber bisher nur sehr oberflächlich untersucht worden.

Diese Studie soll dazu dienen verschiedenste Fingervenensbilder unter variierenden Aufnahmebedingungen aufzunehmen und in weiterer Folge hinsichtlich ihres Einflusses auf den Authentifizierungsprozess zu untersuchen. Die Aufnahme der

Salzburg, am 17.12.2018

Daten wird hierbei im Rahmen eines Maturaprojektes der HTL Salzburg vorgenommen, während eine genauere wissenschaftliche Auswertung im Hinblick auf die Erkennungsgenauigkeit in der Folge im Visual Computing & Security Lab (VISEL) erfolgen wird.

Ihr Anteil an der Studie:

Im Rahmen der Studie nehmen wir Finger- und Handvenenbilder mit verschiedenen Sensoren auf. Insgesamt ist geplant hierbei 2 Handvenensensoren, 4 Finger- und Handvenensensoren und zusätzlich 1 Fingerabdrucksensor zu verwenden, um außerdem die Erkennungsgenauigkeit zwischen Fingerabdrücken und Finger- und Handvenen zu vergleichen. Somit werden mit Hilfe von 7 Sensoren die biometrischen Bilder aufgenommen. Diese werden dann in einer Datenbank gespeichert und hinsichtlich den verschiedenen Aufnahmebedingungen untersucht. Die ausgewählten Aufnahmeszenarien sollen hierbei diverse Anwendungsbereiche repräsentieren. Prominente Beispiele in diesem Zusammenhang wären der Einfluss von variierenden Lichtbedingungen oder unterschiedliche Witterungsbedingungen bei der biometrischen Authentifizierung an Bankomaten, welche außerhalb eines Bankgebäudes positioniert wurden.

Um die verschiedenen Szenarien zu testen benötigen wir möglichst viele Testpersonen die sich bereiterklären, ihre Finger- und Handvenen- sowie Fingerabdruckdaten für die Studie zur Verfügung zu stellen. Ihre Unterstützung als Testperson ermöglicht es eine Datenbank aufzubauen um die notwendigen Untersuchungen durchführen zu können.

Ausschlusskriterien

Leider können wir Sie nicht in die Studie aufnehmen, wenn Sie jünger als 18 Jahre sind.

Rechte

Ihre Teilnahme an der Studie erfolgt freiwillig und sie können sich jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, von der Studie zurückziehen und/ oder eine Löschung der erfassten Daten verlangen, ohne dass Ihnen daraus Nachteile irgendwelcher Art entstehen.

Pflichten

Als Teilnehmer bzw. Teilnehmerin sind Sie verpflichtet, über obige Ausschlusskriterien Auskunft zu geben. Um einen reibungslosen Ablauf der Studie zu gewährleisten, sind wir auf Ihre Mitarbeit angewiesen. Das bedeutet, dass es sehr wichtig ist, dass Sie den vorgesehenen Ablauf einhalten, die Instruktionen genau lesen und wahrheitsgetreu bzw. nach bestem Wissen und Gewissen antworten.

Nutzen

Ihre Teilnahme hat keinen persönlichen Nutzen für Sie selbst. Die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dieser Studie tragen dazu bei, die Funktionsweise und damit verbundene altersbedingten Einschränkungen von hand- und fingerspezifischer Biometrie besser zu verstehen und die Ergebnisse international zu publizieren.

Risiken und Unannehmlichkeiten

Die beschriebenen Prozeduren des Aufnahmeprozesses sind nicht gesundheitsschädlich und entsprechen internationalen wissenschaftlichen Standards. Da in der Studie keinerlei Eingriffe an der körperlichen Integrität vorgenommen werden (Bildgebung unter Beleuchtung im nah-infraroten Bereich, der auch im Tageslicht enthalten ist), ist ein physiologisches oder psychisches Risiko bezogen auf die Aufnahme der Daten vollkommen auszuschließen.

Sie können sich während der Studiendurchführung jederzeit bei der Studienleitung melden, um dieser mitzuteilen, dass Sie die Studie abbrechen möchten, ohne dass Ihnen dadurch Nachteile irgendwelcher Art entstehen.

Vertraulichkeit der Daten

Alle Daten, die wir von Ihnen aufzeichnen, werden in streng anonymisierter Form weiterverwendet. Dies bedeutet, dass keine Namen in Zusammenhang mit den aufgezeichneten Daten gespeichert werden. Ihr Name oder Informationen, die Dritten erlauben könnten, Ihre aufgenommenen biometrischen Daten und Ihre Identität zu ermitteln, treten an keiner Stelle auf. Die Resultate der Studie werden anonymisiert ausgewertet und anonymisiert an andere Wissenschaftler oder die Öffentlichkeit kommuniziert.

Sollten Sie zu irgendeinem Zeitpunkt während des Studienverlaufes Ihre Daten aus der Studien entfernen wollen, ist dies ohne Angabe von Gründen möglich. Für eine Löschung Ihrer Daten ist jedoch ein persönliches Erscheinen erforderlich, da die Daten vollständig anonymisiert worden sind, und nur durch Abgleich mit Ihren biometrischen Daten für eine Löschung identifiziert werden können.

Aufwandsentschädigung

Für Ihre Teilnahme erhalten Sie keine Aufwandsentschädigung.

Salzburg, am 17.12.2018

Wer sind Ihre Kontaktpersonen bzw. Wer wird die Studie durchführen?

Die Aufnahme der Daten wird von Maturanten der HTL Salzburg durchgeführt, während dieser Zeit ist der Ansprechpartner der Betreuer der Schüler, Dipl.-Ing. Robert Vogl (robert.vogl@htl-salzburg.at). Nach Abschluss der Datenaufnahme und somit während der wissenschaftlichen Auswertung steht Univ.-Prof. Dr. Andreas Uhl (uhl@cs.sbg.ac.at) für etwaige Fragen zu Verfügung, da die Auswertung von PhD Studenten der VISEL-Arbeitsgruppe am Fachbereich Computerwissenschaften vorgenommen wird.

Mit Ihrer Unterstützung helfen Sie uns wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen und möchten uns im Voraus für Ihre Teilnahme herzlichst bedanken!

Mit freundlichen Grüßen,

Maturanten der HTL Salzburg
PhD Studenten der VISEL-Arbeitsgruppe am Fachbereich Computerwissenschaften der Universität Salzburg

Salzburg, am 17.12.2018

Einverständniserklärung

Für die im Informationsbrief beschriebene Studie ist die Aufnahme Ihrer Fingervenensbilder durch insgesamt 7 verschiedene Fingervenensensoren und 1 Fingerabdrucksensor notwendig. Dies wird unter Umständen zu unterschiedlichen Zeitpunkten stattfinden, die wir Ihnen stets rechtzeitig mitteilen werden. Abgesehen von den Fingervenensbildern werden ebenso Ihr Alter und Geschlecht sowie diverse medizinische Informationen vermerkt, um etwaige Abhängigkeiten der Daten analysieren zu können.

Es werden keine weiteren Informationen von Ihnen aufgenommen oder gespeichert. Die von Ihnen erhobenen Daten werden wie im Informationsbrief bereits angeführt natürlich streng anonymisiert sowie gemäß dem geltenden Datenschutzgesetz behandelt.

Sollten Sie sich dazu bereit erklären an der Fingervenensstudie teilzunehmen, so bitten wir Sie die unterhalb stehende Einverständniserklärung sorgfältig zu lesen und zu unterschreiben!

Ich, _____ (Name in Blockbuchstaben)

erkläre hiermit mein Einverständnis, dass die im Zuge der vorliegenden Studie, durchgeführt von der Universität Salzburg, aufgenommenen biometrischen Daten (Fingervenensbilder) in vollständig anonymisierter Form im Rahmen der wissenschaftlichen Forschung bezüglich der Verwendung von Fingervenens als biometrisches Merkmal verwendet werden können und dabei erzielte Resultate in weiterer Folge publiziert werden dürfen.

Des Weiteren bestätige ich, dass ich den Informationsbrief gelesen und verstanden habe und in angemessener Art und Weise über die Studie informiert wurde.

Die HTL Salzburg und in weiterer Folge die Universität Salzburg sichert bei der Speicherung und Handhabung der aufgenommenen Daten die Einhaltung sämtlicher relevanter rechtlicher Rahmenbedingungen zu.

Ich nehme hiermit zur Kenntnis, dass weder mein Name noch meine biometrische Identität in Verbindung zueinander abgespeichert werden oder in irgendeiner Form in einer Publikation aufscheinen werden. Außerdem habe ich verstanden, dass aufgenommene Fingervenensbilder möglicherweise in einer Publikation enthalten sein können, solange kein Widerruf vor dem Erscheinen des wissenschaftlichen Artikels geltend gemacht wird. Dasselbe gilt für eine etwaige Veröffentlichung der anonymisierten Daten in Form einer Datenbank auf die kein freier Zugang besteht. Auf diese Datenbank können jedoch Personen/Entitäten die ein Forschungsinteresse plausibel darlegen Zugang erhalten.

Ich gebe hiermit die Erlaubnis meine Fingervenensdaten für die angeführte Studie zu verwenden.

Salzburg, am 17.12.2018

Salzburg, am

(Unterschrift)

Ich gebe hiermit die Erlaubnis meine Fingervenendaten für weiterführende wissenschaftliche Forschung bzw. Publikationen (wie oben beschreiben) zur Verfügung zu stellen.

Salzburg, am

(Unterschrift)

Name VersuchsleiterIn: _____

Unterschrift VersuchsleiterIn: _____

Salzburg, am 17.12.2018