



theHiveLAB

# Betriebskonzept

---

## Das HIVE-Lab stellt sich vor

**Céline Gressel, Robin Neuhaus,  
Laurin Gerhard & Steeven Villa**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Förderkennzeichen: 16SV8182

# Inhaltsverzeichnis

- 5 Leseanleitung
- 7 **Das HIVE-Lab**
- 9 Voraussetzungen für die Zusammenarbeit mit HIVE-Lab

## 10 Aufbau und Infrastruktur

- 10 **Aufbau eines neuen Labs**
- 10 Workshop: How to set up a lab
- 11 Ethische und rechtliche Fragestellungen gleich zu Beginn adressieren
- 11 **Erste Schritte**
- 11 Workshop: Onboarding the labs

## 12 Konzeption, Gestaltung und Rahmenbedingungen

- 12 **Unterstützung im Innovationsprozess**
- 12 User-Centered-Design
- 13 XR-Erlebnisentwicklung
- 13 Workshop: Mapping des Anwendungskontexts
- 13 Barrierefreiheit und Inklusion
- 14 **Co-Design**
- 14 SuperPowersLab
- 15 Workshop: SuperPowersLab
- 15 Ästhetik der Interaktion
- 16 Workshop: Ästhetik der Interaktion in VR
- 16 Erlebnis- und wohlbefindensorientierte Gestaltung
- 17 Workshops zu wohlbefindensorientierter Gestaltung
- 17 Workshop: Die Erweiterung d. Konzeptes d. Subjektiven Wohlbefindens u. eine ethische Perspektive

## 17 ELSI

- 18 Ethische Prinzipien und sozialwissenschaftliche Aspekte
- 18 Forschung
- 19 Workshops
- 19 Workshop: Die Auseinandersetzung mit dem Begriff der Sicherheit
- 19 Workshop: Design-Fiction-Rollenspiel
- 20 Workshop: Integrationsimpulse
- 20 Weitere Angebote
- 20 Rechtsgutachten
- 21 Ethische Leitlinien

## 22 Technik, Hardware und Visualisierung

- 22 Full-Stack-Service für die XR-Innovationsentwicklung
- 23 Motion Capturing / Trackingsysteme
- 23 Softwareentwicklung: Middleware-Lösung MireviMotionHub (MMH)
- 24 Workshop: Trackingsysteme
- 24 Workshop: Privacy in VR
- 24 Workshop: Privacy in Eye-Tracking
- 24 Lokomotion in XR

- 25 Technische Entwicklungen
- 25 Digital Humans
- 26 Workshop: Avatar-Design
- 26 Photogrammetrie

## 28 Verbindungen zu weiteren XR-Anwendungsgebieten

- 28 Kunst, Kultur & Technologie
- 28 Auseinandersetzung mit der Kunst
- 29 XR für Lernen und Training
- 29 Workshop: Journalistische Arbeit in VR

## 30 Evaluation, Studien und Dissemination

- 30 Quantitative Forschungsmethoden
- 31 **Qualitative Forschungsmethoden**
- 31 Workshops: Arbeiten mit der Grounded Theory und Einführung in die Methode des Mappings
- 31 Videoproduktion
- 32 Fotoproduktion
- 32 **Body of Knowledge**

## 33 Standorte und Ausstattung

- 33 **HSD**
- 33 VR
- 34 AR
- 34 Motion Tracking Systeme
- 34 Eye Tracking Systeme
- 34 Simulatoren
- 35 **LMU**
- 35 VR Headsets
- 35 AR Headsets
- 35 Simulatoren
- 36 XR Zubehör und Tracking

## 37 Das Konsortium

### 37 Hochschule Düsseldorf (Koordinator)

- 37 Kontakt

### 38 Universität Siegen

- 38 Kontakt

### 39 Ludwig-Maximilians-Universität München

- 39 Kontakt

### 40 Universität Tübingen

- 40 Kontakt

## 42 Literaturverzeichnis

# Warum Sie mit HIVE-Lab zusammenarbeiten sollten



Schon seit einigen Jahren sind Extended Realities (XR) in verschiedensten speziellen Einsatzbereichen im Gebrauch. Nicht nur durch die aktuellere Entwicklung der Preisgestaltung von **Head Mounted Displays** (HMDs) für Endanwender\*innen verbreiten sich XR zunehmend. Auch neue technische Entwicklungen machen XR für die breite Masse immer interessanter. Auch wenn diese Technologie noch nicht Teil unseres Alltags geworden ist, birgt sie das Potenzial, pervasiv zu werden. Aktuell ist sie im Begriff, zu einer Technologie heranzuwachsen, die nicht mehr nur in Nischen von laborierten Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder Gamer\*innen genutzt wird, sondern Einzug in das alltägliche Leben der Menschen finden kann.

Während die Verbreitung von XR immer weiter vorangetrieben wird, wird bislang die Erforschung der Potenziale dieser Technologie, aber auch die der mit ihr verbundenen Risiken, nicht vollständig ausgeschöpft. Zudem weisen auch spezifische Optionen, die Eigenschaften von XR wie **Multimodalität** und **Immersion** mit sich bringen, noch unerforschte Innovationsmöglichkeiten auf.

Ein Sektor, in dem XR schon heute angewendet werden, ist das weit gefasste Feld des Gesundheitswesens. Hier gibt es innovative Ansätze, wie die technischen Spezifika von XR gewinnbringend genutzt werden können. Aktuelle Entwicklungen wecken große Hoffnungen in bislang ungelösten Problembereichen - wie den Auswirkungen des demographischen Wandels auf Pflegesituationen, dem Pflegekräftemangel, der schlechten medizinischen Versorgung im ländlichen Raum und anderen strukturellen Problemen - denen durch den Einsatz neuer XR-Systeme entgegengewirkt werden soll.

Indes steht die Erforschung dieser Problembereiche noch ganz am Anfang. Und auch Problemfelder, die erst durch den Einsatz von XR entstehen, sind noch als weiße Flecken auf der Landkarte rund um XR zu verzeichnen. Wenn in diesen Kontexten Fragen nach adäquaten Interaktionsszenarien mit möglichst realistischen Avataren oder nach den Folgen eines Einsatzes von XR in der Medizin für den Pflegekräftemangel in Deutschland aufkommen, können diese nicht ad hoc und auch nicht von einer Fachdisziplin allein beantwortet werden. Das Aufsuchen von ausgewiesenen Expert\*innen wird unerlässlich. Doch wer ist die\*der richtige Ansprechpartner\*in bei Fragen, die sich nicht eindeutig einer bestimmten Disziplin zuordnen lassen? Gerade im Bereich der XR sind neben technischen und gestalterischen Themen auch ethische, sozialwissenschaftliche, rechtliche, methodische und andere Fragen in den Mittelpunkt zu stellen. Dies kann nur ein interdisziplinäres



HMDs sind visuelle Ausgabegeräte, die - in der Regel in Form einer Brille - am Kopf getragen werden.



Aktuelle Entwicklungen gehen dahin in XR nicht nur visuelle und akustische Ausgaben zu nutzen, sondern auch weitere Sinne wie Geruch, Geschmack und Haptik anzusprechen.

Mit Immersion wird der Effekt des Eintauchens in virtuelle Welten bezeichnet. Dabei rückt das Bewusstsein der Anwendenden, simulierten Stimuli ausgesetzt zu sein, so weit in den Hintergrund, dass das Erleben in der virtuellen Umgebung wie real empfunden wird.

Team mit spezifischen Fachkenntnissen und Expertise im Umgang mit XR leisten.

Ein solches Team bietet HIVE-Lab. In dieser Broschüre stellt das Projekt sich selbst sowie seine Arbeiten und Angebote vor, um Projekte bei der Planung einer möglichen Kollaboration zu unterstützen.

## Leseanleitung

Wenn Sie in einem XR-Projekt arbeiten, ein neues Projekt beantragen möchten oder sich aus anderen Gründen für eine Kooperation mit HIVE-Lab interessieren, finden Sie hier alle nötigen Informationen zu unseren Angeboten, zu den Voraussetzungen für die Zusammenarbeit bis hin zu unsere Kontaktdaten. Sie können das Betriebskonzept in jeder Phase Ihres Projekts als Anregung zur Hand nehmen oder direkt die Zusammenarbeit initiieren.

So wie HIVE-Lab Projekte in jeder Phase unmittelbar und niederschwellig unterstützen kann, ist auch dieses Betriebskonzept darauf ausgelegt, schnelle und unkomplizierte Hilfe anzubieten. Die Kapitelstruktur folgt der üblichen Struktur der Chronologie eines Projektes. Je nachdem, in welcher Projektphase sich Ihr Projekt gerade befindet, können Sie direkt in das passende Kapitel springen. Dabei ist dieser Text nicht so zu verstehen, dass er am Stück gelesen werden sollte, vielmehr können Sie sich direkt über die Angebote in den einzelnen Projektphasen informieren. Es lohnt sich aber in jedem Fall, zuerst das Kapitel Das HIVE-Lab (siehe **S. 7**) zu lesen. Dort wird die Projektstruktur vorgestellt, was die Einordnung der einzelnen Angebote erleichtert.

Um im Text zu navigieren, können Sie sich an diesen Kapiteln orientieren:

Aufbau und Infrastruktur (ab **S.10**),  
Konzeption, Gestaltung und Rahmenbedingungen (ab **S.12**),  
Technik, Hardware und Visualisierung (ab **S. 22**),  
Verbindungen zu weiteren XR-Anwendungsgebieten (ab **S. 28**) und  
Evaluation, Studien und Dissemination (ab **S. 30**).

Das letzte Kapitel widmet sich dem Konsortium des HIVE-Lab. Hier finden Sie weiterführende Informationen über unsere Partner\*innen und unsere Kontaktdaten (ab **S. 37**).

Jedes Kapitel ist einer Projektphase gewidmet und beinhaltet darauf bezogene relevante Themenfelder, die den Bedarfen der Projekte nachkommen. Alle Informationen zu den jeweiligen Angeboten, die HIVE-Lab in den einzelnen für XR-Projekte relevanten Themen erarbeitet hat, wie technische Entwicklungen, Forschung, erste Ergebnisse, Leitlinien zum Ausdrucken sowie Workshops und Schulungen finden Sie immer den jeweiligen Themenfeldern zugeordnet.

Benötigt Ihr Projekt beispielsweise einen Workshop zur Einführung in die Technik des Motion-Capturing, finden Sie unter diesem Thema alle Angebote,

die HIVE-Lab derzeit dazu anbietet, darunter neben der Übersicht über das Thema, die Software-Entwicklungen und die passenden technischen und ELSI-Workshops.

In Zusammenarbeit mit den Projekten wird das Angebot ständig erweitert. Eine Übersicht über aktuelle und bereits durchgeführte Angebote ist unter [hive-lab.org/blog/](https://hive-lab.org/blog/) in Form eines Blogs aufbereitet.



In der Randspalte finden Sie weiterführende Informationen und Links zu den genannten Angeboten.



# Das HIVE-Lab



Link zur Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung:



Die Arbeiten in HIVE-Lab beziehen sich sowohl auf Anwendungen in virtueller Realität (virtual Reality = VR) als auch auf Formen augmentierter (augmented Reality = AR) und anderer gemischter Realitäten (Mixed Reality = MR). Um alle möglichen Formen gemischter Realitäten mit einzubeziehen, sprechen wir im Folgenden von XR.



Als "Living Lab" verfolgt HIVE-Lab ein Forschungskonzept, das partizipativ, iterativ und offen Innovationsprozesse unterstützt. Die Forschungsergebnisse werden niederschwellig und offen zugänglich mit der Öffentlichkeit geteilt.



ELSI = Ethical, Legal and Social Implications.

Das Projekt HIVE-Lab - Health Immersive Virtual Environment Lab - wird innerhalb der Bekanntmachung "Interaktive Systeme in virtuellen und realen Räumen - Innovative Technologien für ein gesundes Leben" vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und steht in enger Verbindung und Zusammenarbeit mit den Technikentwicklungsprojekten dieser **Bekanntmachung**. Alle Projekte, die im Rahmen dieser Ausschreibung gefördert werden, verfolgen das zentrale Ziel, die Lebensqualität und die Gesundheit der Anwendenden durch Bewegung und Steigerung des Wohlbefindens mittels XR positiv zu beeinflussen. In all diesen Projekten wird die Mensch-Technik-Interaktion um multimodale und immersive Erfahrungen angereichert, um so die intuitive Nutzbarkeit zu maximieren, die Funktionalität zu erhöhen und innovative Erlebnisse zu schaffen, die auf Akzeptanz bei den Anwendenden stoßen. HIVE-Lab unterstützt die Projekte bei den einzelnen Schritten der Entwicklung solcher **immersiver digitaler Technologien** für ein gesundes Leben. Zu diesem Zweck bietet HIVE-Lab von Projektbeginn bis zum Abschluss methodische, gestalterische, technische und fachliche Unterstützung im Innovationsprozess.

In HIVE-Lab liegt dabei der Fokus auf Anwendungen aus den Kontexten "Gesundes Leben" und "Sport", die in den Lebensräumen "Häuslichkeit" und/oder "öffentlicher Raum" verortet werden können. Dabei erstreckt sich das Feld der Anwendungen über die Bereiche Ausbildung, Prävention, Diagnostik und Therapie - sowohl die körperliche als auch die psychische Gesundheit betreffend.

Angelehnt an den Modus eines **Living-Lab** hilft HIVE-Lab den Projekten - unter Einbezug aller relevanten Aspekte - ihre Forschung und Entwicklung zu realisieren. Damit wird das übergeordnete Ziel verfolgt, Technologien hervorzubringen, die ein gesundes Leben fördern sollen. Umgesetzt wird dies durch dynamische Unterstützung. HIVE-Lab hat zu diesem Zweck zwei Living-Labs mit Hardware vor Ort, aber auch zum Ausleihen, aufgebaut. Abgerundet wird das Konzept durch die entsprechende fachliche Expertise, in den Bereichen Technik, Co-Design und **ELSI**. Diese wird eingesetzt um die Projekte zu beraten und zu unterstützen.

Das erste Living-Lab mit dem Fokus auf Bewegung, Tanzen, Klettern und Sport befindet sich in Düsseldorf (HSD). Das zweite mit dem Fokus auf Mobilität - insbesondere im Straßenverkehr - ist in München (LMU) verortet. Der Schwerpunkt der Arbeit in diesen beiden Living-Labs ist es, Technologie für die Projekte nutzbar zu machen. Dies geschieht, indem der Zugang zur

benötigten Technologie und dem damit verknüpften Wissen von HIVE-Lab systematisch begleitet wird. In diesem Kontext bietet HIVE-Lab Projekten Unterstützung auf drei Ebenen:

- materiell, z.B. durch Bereitstellen eines breiten Spektrums an XR-Technologien (z.B. Brillen, Displays, Tracking),
- praktisch und theoretisch, z.B. durch Know-How rund um XR, aus Perspektive unterschiedlicher Disziplinen, und
- strukturell, z.B. durch das Angebot und die Instandhaltung der nötigen Infrastruktur.

Neben den beiden Living-Labs setzt sich HIVE-Lab aus zwei weiteren Teilprojekten zusammen. Das Projekt *Methoden und Prozesse zur Gestaltung immersiver Technologien für ein gesundes Leben* (Uni Siegen) bietet Unterstützung im Co-Design-Prozess; das Teilprojekt *Gesellschaftliche, ethische und rechtliche Aspekte von Mixed Reality im Kontext von Gesundheitstechnologien und die Möglichkeiten partizipativer Technikentwicklung* (IZEW) begleitet HIVE-Lab in allen ELSI-Fragen. So kann HIVE-Lab nicht nur in der Thematik Technologie unterstützen, sondern auch in allen anderen Bereichen der Projektdurchführung helfen.

HIVE-Lab bietet somit:

- Zwei moderne, leicht zugängliche, mit einer großen Auswahl an Hardware ausgestattete Living-Labs, z.B. für die Durchführung von Studien mit einer repräsentativen Anzahl von Teilnehmenden.
- Support bei der Nutzung von Hardware - insbesondere für Trackingsysteme und Extended Reality - und die jeweils passende Infrastruktur, wie den MireviMotionHub (MMH).
- Unterstützung bei der Planung und der Durchführung von Co-Design-Prozessen.
- Identifikation und Analyse von ELSI-Fragen. Beratung und Unterstützung bei der gemeinsamen Integration von ELSI-Themen auch für Projekte mit eigenen ELSI-Partner\*innen.
- Unterstützung und Beratung bei der Erstellung von Studiendesigns und der Durchführung von Studien.
- Unterstützung im „How-to“, mit case-studies / best practices, die z.B. durch Workshops und Schulungen vermittelt werden.
- Aufbereitete Projektergebnisse und Dokumentation über Aktivitäten und Angebote von HIVE-Lab auf unserer Website, um Synergien herstellen und nutzen zu können.

Darüber hinaus verfügt HIVE-Lab über Zugang zu Netzwerken innerhalb der XR-, Co-Design- und ELSI-Communities. So kann HIVE-Lab Wissen bündeln, kontinuierlich weiter ausbauen und sowohl selbst auf die Netzwerke zurückgreifen als sie auch für andere verfügbar machen. Aus der so gestärkten Zusammenarbeit und dem Austausch mit anderen Forschungsprojekten im Bereich XR entsteht eine einzigartige Form des Wissensaustauschs. Von den damit verbundenen Synergien können alle Projekte im Netzwerk profitieren.

Systematisiert man alle Arbeiten und Angebote in HIVE-Lab inhaltlich, lassen

sich diese primär vier Schwerpunktbereichen zuordnen, die wie folgt mit den einzelnen Partner\*innen assoziiert sind:

- Mobilität, z.B. im Straßenverkehr (LMU München, siehe **S. 39**)
- Bewegung, z.B. Tanzen, Klettern, Sport, Kunst und Kultur (HS Düsseldorf, siehe **S. 37**)
- Co-Design, SuperPowersLab, Ästhetik der Interaktion, Wohlbefinden, Evaluation (Uni Siegen, siehe **S. 38**)
- ELSI: Erforschung und Vermittlung ethischer, rechtlicher und sozialwissenschaftlicher Aspekte von XR und deren Kontexte (IZEW Tübingen, siehe **S. 40**)



Link zur VAR2-Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung:



Link zur Website des HIVE-Lab:



Künftig werden die Angebote von HIVE-Lab auch den Projekten der Bekanntmachung **Interaktive Systeme in virtuellen und realen Räumen – Innovative Technologien für die digitale Gesellschaft** (VAR2) zur Verfügung stehen und damit auch den inhaltlichen Fokus um die Aspekte Förderung der sozialen Teilhabe und Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation und des Kompetenzerwerbs erweitern. Da diese Kooperation jedoch noch in der Zukunft liegt, werden in diesem Betriebskonzept zunächst die bisherigen Arbeiten und Angebote des HIVE-Lab vorgestellt. Diese Auszüge sind jedoch exemplarisch zu verstehen und können in Absprache mit dem HIVE-Lab-Team auf die Anforderungen unterschiedlicher Projektkontexte zugeschnitten werden. Aktuelle Entwicklungen und Angebote werden laufend auf der **Website** dokumentiert und können zudem über den Newsletter, der über die Website abonniert werden kann, bezogen werden.

Im Detail bietet HIVE-Lab sehr unterschiedliche Unterstützungsformate für XR-Projekte an. Diese werden im Folgenden (wie in der Leseanleitung beschrieben) themenspezifisch und anhand der Chronologie von Projektphasen vorgestellt.

## Voraussetzungen für die Zusammenarbeit mit HIVE-Lab

Wenn Sie eine Anwendung in XR entwickeln und mit HIVE-Lab zusammenarbeiten wollen, gibt es mehrere Wege. Wird Ihr Projekt im Rahmen der VAR1 oder VAR2 Förderlinie gefördert, ist eine Kooperation mit HIVE-Lab für Sie vorgesehen. Sie können direkt auf uns zukommen. Arbeiten Sie in einem Projekt, das nicht in diesen Förderlinien zu verorten ist, ist eine Zusammenarbeit ebenfalls möglich. Dann müssen wir gemeinsam analysieren, welchen Mehrwert die Zusammenarbeit auf beiden Seiten generieren kann.

Für alle Projekte gilt jedoch, dass HIVE-Lab gewisse Voraussetzungen an Sie stellt. HIVE-Lab hat sich und den mit ihm assoziierten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten einen rechtlichen und ethischen Rahmen gesteckt, der verbindlich eingehalten werden muss. Informationen über die Anforderungen finden Sie unter Rechtsgutachten (siehe **S. 20**) und Ethische Leitlinien (siehe **S. 21**).



# Aufbau und Infrastruktur



Zu Beginn eines XR-Projekts stehen Teams vor der schwierigen Aufgabe, richtungsweisende Entscheidungen zu treffen, deren Folgen zu Beginn eines Projektes kaum zu antizipieren sind. Dies gilt sowohl für die Auswahl der richtigen Hardware, des Aufbaus der Infrastruktur, die strategische Ausrichtung als auch für Entscheidungen darüber, welche Kooperationen man eingehen möchte. HIVE-Lab unterstützt Projekte bei solchen Entscheidungen schon in dieser frühen Phase, damit ein guter Projektstart gelingen kann.

In diesem Kapitel finden Sie Angebote, die Sie dabei unterstützen,

- ein neues Lab zu konzipieren (technisch, personell und infrastrukturell)  
▶ *Aufbau eines neuen Labs*,
- die ersten praktischen Schritte im Feld der XR zu gehen, ▶ *Erste Schritte*
- sowie dabei, individuelle Anforderungen technisch zu implementieren.

## Aufbau eines neuen Labs

HIVE-Lab kann durch die enge Zusammenarbeit mit Partner\*innen die Einrichtung von neuen XR-Laboren in umfassender Reichweite unterstützen. Ein Fokus, den das Living-Lab München in die Konzeption Ihres Projekts einbringen kann, ist der Blick auf die aktuellsten technischen Anforderungen. HIVE-Lab unterstützt Projekte dabei, sich einen Überblick über technische Entwicklungen und deren Möglichkeiten und Voraussetzungen zu verschaffen. Dadurch kann die technische Konzeption des Lab so umgesetzt werden, dass Ihr Lab möglichst langfristig genutzt werden kann.



### Workshop: How to set up a lab

Der Workshop *How to set up a lab* führt in die wichtigsten Konzepte und Überlegungen beim Aufbau eines neuen Labors ein. Dieser Workshop beinhaltet unter anderem Diskussionen mit erfahrenen XR-Akteur\*innen aus der Forschung und einen Besuch im Living-Lab München. Hier können alle Teilnehmenden die verfügbaren Geräte und Demos ausprobieren und sich einen ersten Eindruck über aktuelle Technologien verschaffen.



Link zum Download der Leitlinien:



### Ethische und rechtliche Fragestellungen gleich zu Beginn adressieren

Nicht nur technische Entscheidungen müssen gleich zu Beginn eines neuen Projektes getroffen werden. Auch rechtliche, soziale und ethische Aspekte spielen schon beim Aufbau eines neuen Projekts eine wichtige Rolle. Um der Konzeption Ihres Projekts einen guten Rahmen zu geben, bietet HIVE-Lab rechtliche und ethische Leitlinien an (weitere Informationen ab **S. 21**). Diese können auf unserer **Website** heruntergeladen werden. Zusätzlich bietet HIVE-Lab an, die Diskussion rechtlicher und ethischer Leitlinien und ihrer Umsetzung für ein konkretes Projekt in einem ELSI-Workshop zu adressieren.

## Erste Schritte

Der Einstieg in die XR-Entwicklung und die Durchführung von erfolgreichen Forschungsprojekten bringt neuartige Hürden und Herausforderungen mit sich. Die rasche Aneignung grundlegender XR-Konzepte und die Unterstützung durch Expert\*innen kann dabei helfen, ungewollte Problematiken im Voraus auszuschließen.



### Workshop: Onboarding the labs

Mit dem Workshop *Onboarding the labs* unterstützt HIVE-Lab BMBF-Projekte in voller Bandbreite. Insbesondere bietet dieser eine Auseinandersetzung mit (1) den aktuellen AR/VR/Tracking-Technologien, (2) den Hauptakteuren auf dem Feld der XR, (3) anderen Forscher\*innen mit ähnlichem Interesse, (4) Anbietern von XR-Technologien und (5) den führenden Konferenzen aus dem Feld sowie (6) mit den Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit HIVE-Lab.

Ergänzend bietet HIVE-Lab über das IZEW einen ELSI-Baustein zu diesem Workshop an. Dieser fokussiert die Themen *Das Initiieren einer integrierten interdisziplinären Zusammenarbeit* und *Die Erarbeitung geeigneter Kommunikationsstrukturen*.

# Konzeption, Gestaltung und Rahmenbedingungen



Nachdem die Hardware angeschafft, Kooperationen eingegangen und die Infrastruktur um ein neues Projekt aufgebaut wurde, beginnen die Auseinandersetzung mit den Inhalten der XR-Erlebnisse. Die Vorstellungen über die herzustellenden XR-Erlebnisse sind zu Projektbeginn per se noch vage und können zwischen den Konsortialpartner\*innen stark differieren. Deshalb sind Aushandlungsprozesse nötig, bei denen HIVE-Lab beratend unterstützen kann. Diese beziehen sich sowohl auf

- die Rahmenbedingungen der Erlebnissentwicklung und das Abstecken des Anwendungskontextes Ihres Projektes ▶ *Unterstützung im Innovationsprozess*,
- als auch auf den Einbezug von Partizipierenden in die Entwicklung ▶ *Co-Design*,
- sowie auf die ethischen, rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen ▶ *ELSI*.

## Unterstützung im Innovationsprozess

Wenn ein neues XR-Projekt startet, können eine Reihe typischer Probleme auftreten. Dadurch, dass Teams interdisziplinär zusammengestellt sind, teilen sie nicht per se das selbe Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen aktueller Mixed-Reality-Technologien. Dies stellt sich dann als besonders problematisch dar, wenn die Teams sich dessen nicht explizit bewusst sind. Zu Beginn eines Projekts muss folglich zunächst an den gemeinsamen Verständnissen, Zielen und Anforderungen gearbeitet werden. Zudem müssen mögliche Optionen in der Gestaltung und der Zusammenarbeit offengelegt und diskutiert werden. Dies sind zeitaufwendige und schwierige, aber essentiell wichtige Aufgaben, die von einem projektexternen Einfluss profitieren können. HIVE-Lab kann dabei aus verschiedenen Perspektiven unterstützen.



### User-Centered-Design

Der Start interdisziplinärer Mixed-Reality-Projekte ist, wenn verschiedene Disziplinen zunächst ein gemeinsames Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen aktueller Mixed-Reality-Technologien entwickeln müssen, schwierig. Hier bieten neben innovativen methodischen Mixed-Reality-Ansätzen (z.B. Speklatives Design, Design Thinking, Positive Future Design) auch das schnelle Prototyping immersiver Anwender\*innenerfahrungen,

eine Grundlage, um eine gemeinsame Sprache zu finden. Das Living-Lab Düsseldorf bietet Unterstützung des anwender\*innenzentrierten Entwurfs in allen Projektphasen an. Auf der einen Seite ist eine individuelle Beratung auf methodischer, gestalterische oder technischer Ebene möglich. Auf der anderen Seite können in enger Zusammenarbeit Prototypen und Demonstratoren entwickelt und implementiert werden.



### XR-Erlebnissentwicklung

Der Einstieg in eine neue XR-Entwicklung eröffnet Entwickler\*innen zahlreiche und unübersichtliche Optionen. Gleichzeitig sind zu diesem Zeitpunkt wichtige Entscheidungen bezüglich des Projekts noch nicht getroffen und können auch noch nicht vorhergesehen werden. Dies macht es für Projekte schwierig, die für sie passenden Optionen zu wählen. Aus diesem Grund bietet das Living-Lab München Beratungsleistungen in den konzeptionellen und technischen Phasen der Entwicklung von XR-Erlebnissen an. Unser Team besteht aus Expert\*innen für Game Design, Immersion, Haptik und Interaktionsdesign, die unsere Partner\*innen auf dem Weg zur Konzeption eines innovativen immersiven Erlebnisses begleiten können.



### Workshop: Mapping des Anwendungskontexts

Vor allem zu Beginn, aber auch sukzessive im Verlauf eines Projekts, stellen sich unterschiedlichste Fragen, die wichtige Richtungsentscheidungen erfordern. Um diese fundiert treffen zu können, kann es hilfreich sein, einen Überblick über den **Anwendungskontext** der zu entwickelnden Technologie zu erstellen. HIVE-Lab kann mit dem Workshop *Mapping des Anwendungskontexts*, der sich an den Methoden der Situationsanalyse nach Adele Clarke [Clarke, Keller 2012] orientiert, dabei unterstützen, herauszuarbeiten, welche menschlichen Akteur\*innen, nichtmenschlichen Aktanten und anderen Elemente im jeweiligen Kontext betrachtet werden müssen. Die im Zuge des Workshops erstellte Map des Anwendungskontexts kann im Projektverlauf stetig weiter bearbeitet und genutzt werden. Mithilfe der Map können auch Fragestellungen zu ganz konkreten Themen adressiert werden, was ebenfalls in diesem Workshop erprobt werden kann. Auch wenn der Workshop zu Projektbeginn besonders sinnvoll erscheint, ist er nicht ausschließlich in frühen Projektphasen hilfreich, sondern wird über die gesamte Laufzeit eines Projektes hinweg angeboten.



Link zum Beitrag über den Workshop auf der Website des HIVE-Lab:



### Barrierefreiheit und Inklusion

Nicht selten rücken bei technologischen Innovationen die Aspekte Barrierefreiheit und Inklusion erst in späten Stadien der Entwicklung oder gar nach Abschluss des Projektes in den Fokus. Häufig führt dies zur Notwendigkeit kostspieliger und dabei nicht immer optimaler post-factum-Adaptationen oder aber zum Ausschluss ganzer Gruppen potentiell interessierter Nutzer\*innen. Gleichzeitig gebietet sich aus ethischer und

auch rechtlicher Sicht (BITV 2.0) allen Menschen gleichwertig Zugang zu neuen Technologien zu ermöglichen. Daher bietet HIVE-Lab Beratung bei Fragen zu Barrierefreiheit und Inklusion. Dafür können gemeinsam frühzeitig im Projektverlauf Anforderungen an die Barrierefreiheit erarbeitet werden ebenso wie projektspezifische Vorgehensweisen, welche der Teilhabe eines breiten Spektrums an Nutzern förderlich ist („diversity“). Weiterhin kann geprüft werden, inwieweit Anforderungen an Barrierefreiheit und Inklusion durch gängige off-the-shelf Soft- und Hardware-Lösungen erfüllt werden können. Gegebenfalls können Alternativen in Zusammenarbeit mit dem Prototyping-Labor der LMU in Form von konkreten Technologieadaptationen umgesetzt werden.

## Co-Design

Die konzeptionelle Gestaltung neuer Technologie und Anwendungen ist eine große Herausforderung. Besonders im Bereich Gesundheit und Wohlbefinden treffen zukünftige Anwendungen auf eine Vielzahl verschiedener Stakeholder mit ganz unterschiedlichen Anforderungen, Perspektiven und Bedürfnissen. Dadurch ist es besonders wichtig, Anwendende zu jedem Zeitpunkt eng in die Entwicklung einzubeziehen. Neue XR-Anwendungen müssen sich außerdem dem Anspruch stellen, innovativ zu sein, und die besonderen Möglichkeiten des Mediums kontextgerecht auszunutzen. Für all diese Aspekte wurden in HIVE-Lab Methoden und Werkzeuge entwickelt und angepasst, um Entwickelnde neuer XR-Anwendungen zu unterstützen und den Gestaltungsprozess zu begleiten. Dies gilt sowohl für die konzeptionelle Gestaltung, als auch die genauere Ausgestaltung einer Anwendung. Zusätzlich beraten und begleiten wir partizipative Entwicklungsprozesse flexibel.



### SuperPowersLab

Professionelle VR-Anwendungen, die keine Spiele sind, konzentrieren sich auf die Spezifikation der Umgebung, Aufgaben und Interaktionstechniken, die der Realität ähnelnde Erfahrungen ermöglichen. Virtuelle Anwendungen ermöglichen es Anwendenden jedoch, ihre Fähigkeiten zu erweitern und Erfahrungen zu machen, die in der realen Welt unmöglich sind. Unter anderem ist es möglich, die Wahrnehmung wie auch die physischen und kognitiven Fähigkeiten von Anwendenden zu erweitern. Bei einer hohen Immersion können so VR-Anwendungen entstehen, in denen sich die erweiterten Fähigkeiten wie die eigenen anfühlen. So werden neue Erlebnisse möglich und die Potenziale von VR effizienter ausgeschöpft.

Diese Art von einzigartigen Erweiterungen in der virtuellen Realität nennen wir VR Superpowers. Die Nutzung dieser Möglichkeiten kann bei der Konzeption und Gestaltung von VR-Anwendungen inspirieren und zu neuen, positiven Interaktionen und Erlebnissen

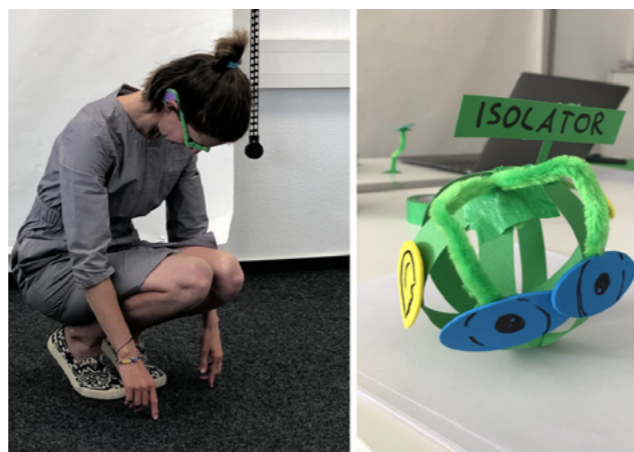


Abbildung: Eindrücke aus einem SuperPowersLab Workshop. Eine Teilnehmerin zeigt ein Konzept in einem Enactment.



Weitere Informationen zu diesem Ansatz in der zugehörigen Publikation:



führen, die nur in VR möglich sind. Um Konzepte auch einfach und schnell prototypisch umsetzen und ausprobieren zu können, haben wir außerdem ein Toolkit für Unity3D entwickelt, welches ebenfalls zur Verfügung steht.

Das VR Superpowers Design Toolkit für Unity3D kann in der Konzeption und Entwicklung von VR-Anwendungen dabei helfen, Erweiterungen, die in der Realität nicht möglich sind, mitzudenken und gezielt einzusetzen. Entwickler\*innen und Designer\*innen, die VR-Anwendungen in Unity3D gestalten und entwickeln, können Avataren in VR auf unkomplizierte Weise übermenschliche Fähigkeiten hinzufügen. Mit dem Toolkit wollen wir dazu inspirieren, diese Möglichkeiten auch in professionellen VR-Anwendungen zu nutzen: Es sollen Konzepte entwickelt und rasch ausprobiert werden, die sich diese Erweiterungen zunutze machen. Die verschiedenen Fähigkeiten sind im Paket vorbereitet und angelegt, um rasche Tests in VR-Anwendungen zu ermöglichen. In der aktuellen Version gibt es insgesamt neun Superpowers, verteilt auf die Kategorien Wahrnehmung, kognitive Erweiterungen und physische Kräfte. Für jede Superpower lassen sich zudem einige Einstellungen vornehmen, wie z.B. das Anpassen der Geschwindigkeit.



### Workshop: SuperPowersLab

Mit Hilfe von Workshops unterstützt HIVE-Lab Forschungs- und Entwicklungsprojekte bei dem Verständnis der VR-Superpowers und bei der Konzeption VR-spezifischer, kontextbezogener Erlebnisse, welche die besonderen Möglichkeiten von virtueller Realität - insbesondere die Erweiterung der eigenen Fähigkeiten - einsetzen. Die von HIVE-Lab entwickelten Tools zur Gestaltung mit Superpowers werden den Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Verfügung gestellt und sollen diese dabei unterstützen, die VR-Superpowers eigenständig auch über den Workshop hinaus anwenden zu können. In einem eintägigen Workshop, der sich besonders zu Beginn eines Entwicklungsprozesses anbietet, führt HIVE-Lab in die Methode ein, entwickelt gemeinsam mit Ihnen Konzepte und erarbeitet, wie diese Impulse ihren Weg in den Entwicklungsprozess finden können. Workshops können sowohl in Präsenz als auch in einem Online-Format stattfinden.



### Ästhetik der Interaktion

VR-Anwendungen im Bereich Gesundheit und Wohlbefinden haben ein konkretes Ziel (z.B. Entspannung, Abbau von Höhenangst) und versuchen, eine entsprechende Erfahrung durch eine Anwendung zu erzeugen. Dabei wird Interaktion auf eine sehr funktionale Art und Weise betrachtet. Der Fokus liegt auf Aspekten wie Usability und der Frage, ob ein definiertes Ziel erreicht werden kann. Weniger wird betrachtet, wie die spezifischen ästhetischen Interaktionsqualitäten gestaltet sind, welche die hervorgerufene Erfahrung grundlegend formen. Mit dem Ansatz der Ästhetik der Interaktion wird dies genauer betrachtet. *“An interaction that „fits“ the intended experience is able to intensify the actual experience.”* [Lenz et al. 2014]



Es ist wichtig, genau zu explorieren und zu definieren, wie die konkreten Interaktionen gestaltet sind und wie sie sich anfühlen. Dabei muss immer analysiert werden, welche Qualitäten von Interaktionen an welchen Stellen zum Konzept und Ziel der Anwendung passen. Besonders wichtig ist dabei auch der Einbezug von Anwendenden, welche die Anwendung letztlich einsetzen sollen. Dadurch können Erfahrungen aus erster Hand einbezogen werden.



### Workshop: Ästhetik der Interaktion in VR

HIVE-Lab unterstützt Forschungs- und Entwicklungsprojekte bei der Gestaltung von VR-Anwendungen durch Interaktionsqualitäten, die zu einer gewünschten Erfahrung führen. In Workshops werden hierfür passende Methoden vorgestellt und erläutert, um sie gemeinsam einzusetzen. Auf der einen Seite sollen Erkenntnisse und Konzepte für detaillierte, passende Interaktionen im Workshop selbst erarbeitet werden. Auf der anderen Seite sollen Teilnehmende befähigt werden, das zentrale Tool - das **Interaktionsvokabular** - auch selbst einzusetzen. Diese Methode erlaubt es, die Qualitäten der Interaktionen mit einem System unabhängig von seinen technologischen Details zu definieren. Es ist daher möglich, diese Methode in jeder Phase der Produktentwicklung anzuwenden. Die Workshops können in verschiedenem Umfang und unterschiedlichen Teilnehmer\*innenkonstellationen sowohl online als auch (wenn möglich) in Präsenz stattfinden.



### Erlebnis- und wohlbefindensorientierte Gestaltung

Damit Technik sowohl von Anwendenden akzeptiert wird als auch zu einem bereichernden und positiven Erlebnis führt, erfordert die Gestaltung von Technik einen beteiligenden und wohlbefindensorientierten Gestaltungsprozess. Anwendende sollten im Sinne des Co-Designs stetig in den Entwicklungs- und Gestaltungsprozess mit eingebunden werden und so im kontinuierlichen Austausch mit Gestaltenden und Entwickler\*innen stehen. In diesem kooperativen Prozess werden Lösungen immer wieder gemeinsam reflektiert und iteriert. Dabei steht allerdings nicht nur das technische und inhaltliche Funktionieren im Vordergrund, sondern auch die eigentliche Aktivität der Anwendenden, die durch die Technik geformt wird. Sie hat den Anspruch, von Anwendenden bei der Interaktion als freud- und bedeutungsvoll erlebt zu werden. Gerade im Bereich der gesundheitsrelevanten Anwendungen ist dies eine große Herausforderung. Technik kann dazu beitragen, Alltagspraktiken zu etablieren, die psychologische Grundbedürfnisse erfüllen. Dadurch kann sie als dauerhaft freudvoll empfunden werden und sich positiv auf das Wohlbefinden auswirken. Um solche Praktiken durch neue Technik zu gestalten und zu vermitteln, bedarf es detaillierter Einsichten in die Erlebniswelt möglicher Anwendender, um deren Wünsche, Ziele und Bedürfnisse zu verstehen und diese entsprechend mit Entwürfen zu adressieren.



Abbildung:  
Das Interaktionsvokabular als  
Kartenset.



Blogbeitrag über die Ästhetik der  
Interaktion als Workshop:



Link zum Beitrag über den Workshop  
auf der Website des HIVE-Lab:



Die Grundidee integrierter Forschung  
besagt, dass ethische, rechtliche und  
soziale Aspekte nicht nur begleitend  
erforscht, sondern von Projektbeginn  
an integriert und transformativ  
mitgestaltet werden.



### Workshops zu wohlbefindensorientierter Gestaltung

Neben der Unterstützung bei diesem qualitativen Einfühlen in den Alltag und den damit zusammenhängenden Bedürfnissen der Anwendenden begleiten wir den Gestaltungsprozesse unter Zuhilfenahme verschiedener von HIVE-Lab entwickelter Tools. HIVE-Lab kann Workshops anbieten, um die Grundlagen wohlbefindensorientierter Gestaltung zu vermitteln und die Arbeit mit Tools wie dem *Positive Practice Canvas* oder Gestaltung nach psychologischen Bedürfnissen zu zeigen. Dies bietet sich besonders zu Beginn eines Entwicklungsprozesses an, kann aber auch später immer wieder als Impuls eingesetzt werden.



### Workshop: Die Erweiterung des Konzeptes des Subjektiven Wohlbefindens um eine ethische Perspektive

Projekte, die sich mit User-Centered Design befassen, aber auch andere aktuelle Ansätze, verfolgen das Ziel, das Wohlbefinden der zukünftig Anwendenden zu erhöhen. Ein gängiges Konzept, das diesen Ansätzen zu Grunde liegt, ist das des subjektiven Wohlbefindens, wie es in der Psychologie z.B. von Ed Diener et al. 2000 beschrieben wird [Diener et al. 2000]. Aus ethischer Sicht, greift dieses Konzept für sich allein genommen jedoch zu kurz, da es gesellschaftliche Aspekte, aber auch die Frage nach dem weiter gefassten guten Leben, vernachlässigt. Im Workshop *die Erweiterung des Konzeptes des Subjektiven Wohlbefindens um eine ethische Perspektive*, wird das psychologisch begründete Konzept aufgebrochen und um zusätzliche relevante Aspekte erweitert.

### ELSI

Werden neue Technologien in innovativen Feldern entwickelt, stellen sich in diesem Zuge einerseits Fragen nach den Voraussetzungen für eine gelungene Entwicklung, andererseits jedoch auch nach den Folgen des Einsatzes der neuen Technologie für die Anwendenden. Zur Beantwortung dieser Fragen müssen ethische, rechtliche und sozialwissenschaftliche Aspekte (ELSI) benannt, analysiert und in die Entwicklung integriert werden. In HIVE-Lab erfolgt dies kontinuierlich und in enger Zusammenarbeit mit den Projekten. Diese Art der Beforschung und Integration von ELSI-Themen wird unter dem Begriff der **integrierten Forschung** verhandelt.

Kennzeichnend für diesen Forschungsmodus ist, dass ELSI-Aspekte in zeitlicher Parallelität und enger Verknüpfung zwischen allen am Innovationsprozess beteiligten Disziplinen, mit allen relevanten Akteursgruppen, wie Anwendenden und Praxispartner\*innen, dialogisch erforscht und partnerschaftlich integriert werden. Deshalb ist es von besonderem Wert, ELSI-Fragen schon früh im Projektverlauf anzugehen und die kontinuierliche Zusammenarbeit in die Projektplanung mit einzubeziehen.



## Ethische Prinzipien und sozialwissenschaftliche Aspekte

Das **Internationale Zentrum für Ethik in den Wissenschaften der Universität Tübingen (IZEW)** führt in HIVE-Lab, dem Forschungsmodus der integrierten Forschung folgend, die ethische und sozialwissenschaftliche Begleitforschung durch. Insbesondere der Ethik kommt hierbei die Rolle zu, normative Prämissen und Implikationen von Technologieentwicklungen zu reflektieren. Dabei spielen ethische Prinzipien wie Freiheit, Autonomie, Privatheit, Würde oder Sicherheit eine zentrale Rolle. HIVE-Lab unterstützt Projekte nicht nur dabei, diese Prinzipien zu verstehen und daraus Implikationen für die Technikentwicklung abzuleiten, sondern entwickelt gemeinsam mit den beteiligten Projekten Konzepte zur Integration dieser Implikationen. Die Sozialwissenschaften können vor allem dazu beitragen, die vielfältigen sozialen Aspekte der Mensch-Technik-Interaktion zu analysieren und gesellschaftliche Einflüsse abzuschätzen. Gleichermäßen werden dabei sowohl die Auswirkungen gesellschaftlicher Entwicklungen auf die Anforderungen an Technologien als auch die Auswirkungen der Einführung innovativer Technologien auf gesellschaftliche Bereiche betrachtet. Um die Begleitforschung für die Projekte anschlussfähig zu machen, werden aus den vielfältigen Themen, die XR bieten, bislang vornehmlich diejenigen adressiert, deren Implikationen Relevanz für alle Projekte in der Ausschreibung haben.

Die konsistente Verbindung deskriptiver Analysen der Sozialwissenschaften mit normativen Prämissen der Ethik und deren sensible Integration in die Projekte kommt in HIVE-Lab aus einer Hand. So kann das Ziel, Technikentwicklungsprojekte positiv zu beeinflussen, bestmöglich verfolgt werden.



## Forschung

Neben der praktischen Unterstützung der Projekte führt HIVE-Lab auch eigene ELSI-Forschung im Bereich XR durch. Bedingt durch den Gegenstand von HIVE-Lab forscht das IZEW unter anderem zu den folgenden Themenbereichen:

- Ethische und sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Begriff des Wohlbefindens und der Akzeptanz
- Ethische und sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Begriff der Privacy und der Sicherheit im Kontext von XR
- Ethische und sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Begriff der (gemischten) Realität und dessen Bedeutung für **Immersive Health**

Des Weiteren befasst sich das IZEW mit Themen, die aus der Zusammenarbeit mit den assoziierten Projekten entstanden sind und laufend neu entstehen. Die Ergebnisse der Forschung werden unter anderem im **HIVE-Lab Blog** aufbereitet und offen zugänglich zur Verfügung gestellt. Des Weiteren fließen die Forschungsergebnisse unmittelbar in die Konzeption der Workshops, die das IZEW durchführt, mit ein.



Link zur Website des IZEW:



Abbildung:  
Workshops können flexibel auch online durchgeführt werden.



Link zum Beitrag über den Workshop auf der Website des HIVE-Lab:



Immersive Health bezeichnet das Feld der XR Anwendungen, die für ein gesundes Leben nutzbar gemacht werden sollen.



Link zur Website mit Angeboten des HIVE-Lab zum scannen:



## Workshops

Damit die Projekte möglichst niedrigschwellig und individuell von den Ergebnissen der Begleitforschung profitieren können, werden diese in Workshops vermittelt. In den interaktiven Workshops - die sowohl in Präsenz als auch online durchgeführt werden können - kann einerseits auf die Gegebenheiten und Bedarfe der Projekte eingegangen werden; andererseits fließen die Erkenntnisse aus den Projekten zurück in das HIVE-Lab und werden dadurch für die gesamte Community zugänglich.

HIVE-Lab bietet sowohl integrierte Workshops an, in denen technische Aspekte gemeinsam mit der Reflexion durch ELSI bearbeitet werden, als auch explizite ELSI-Workshops, die sich z.B. mit einzelnen ethischen Prinzipien aber auch anderen ELSI-Aspekten befassen.



## Workshop: Die Auseinandersetzung mit dem Begriff der Sicherheit

In heterogenen Forschungsverbänden treffen unterschiedlichste Perspektiven und Fachsprachen aufeinander. Dies kann zu Differenzen führen - ganz besonders dann, wenn den einzelnen Partner\*innen nicht bewusst ist, dass sie zwar die gleichen Begriffe verwenden, nicht aber dasselbe meinen. Im Workshop **Die Auseinandersetzung mit dem Begriff der Sicherheit** wird den verschiedenen Bedeutungen dieses Begriffes auf den Grund gegangen und im Team erarbeitet, welche Aspekte von Sicherheit für das jeweilige Projekt relevant sind und weiterverfolgt werden sollen. Der Begriff der Sicherheit ist dabei als Beispiel für die Ambiguität von Begriffen zu verstehen. Der Workshop kann entsprechend auch für andere Begriffe konzipiert werden.



## Workshop: Design-Fiction-Rollenspiel

Eine übliche Vorgehensweise in Technikentwicklungsprojekten ist das Erstellen von Nutzungsszenarien. Diese bieten viele Möglichkeiten, können aber auch allzu leicht zu früh zum Einsatz kommen, nämlich dann, wenn sie noch zu unspezifisch oder unausgereift für den eigentlichen Bedarf sind. Eine solche Ungenauigkeit zieht sich schnell unbemerkt durch das Projekt und führt immer wieder zu Konflikten. Um Hürden dieser Art erkennen und damit proaktiv umgehen zu können, bietet HIVE-Lab ein Design-Fiction-Rollenspiel an, das Nutzungsszenarien auf den Prüfstand stellt, den Fokus schärft und die bedürfnisorientierte Weiterentwicklung der Szenarien vorantreibt. Dieser Workshop sollte in Präsenz durchgeführt werden.



## Workshop: Integrationsimpulse

Wie sich zeigt, erweist sich integrierte Forschung in der Praxis z.B. aufgrund der Zusammensetzung der Konsortien, der Planung des Vorhabens und der Machtasymmetrien zwischen Techniker\*innen und ELSI-Partner\*innen als schwieriges Unterfangen. HIVE-Lab bietet deshalb auch für ELSI-Partner\*innen Unterstützung und ermöglicht Integrationsimpulse. Diese können von HIVE-Lab in Form von Workshops durchgeführt werden. Zusätzlich stellt HIVE-Lab auch Workshopkonzepte zur Verfügung, die projektintern - ohne eine aktive Beteiligung von HIVE-Lab - durchgeführt werden können. Diese sollen ELSI-Partner\*innen dabei unterstützen, relevante Aspekte aus ihrer Forschung gewinnbringend in die Technikentwicklung zu integrieren. Neben diesen klassischen ELSI-Workshops bietet HIVE-Lab integrierte Workshops an. Das heißt, dass technische und ELSI-Aspekte in enger Verbindung miteinander bearbeitet werden. Die Workshopbeschreibungen sind den jeweiligen Themen dieser Broschüre zugeordnet :

- Mapping des Anwendungskontextes. Siehe unter: Unterstützung im Innovationsprozess (siehe **S. 12**)
- Die Erweiterung des Konzeptes des Subjektiven Wohlbefindens um eine ethische Perspektive. Siehe unter: Erlebnis- und wohlbefindensorientierte Gestaltung (siehe **S. 16**)
- Privacy in VR oder Privacy in Eye-Tracking. Siehe unter: Motion Capturing / Trackingsysteme (siehe **S. 23**)
- Avatar-Design. Siehe unter: Digital Humans (siehe **S. 25**)
- Arbeiten mit der Grounded Theory und Einführung in die Methode des Mappings. Siehe unter: Qualitative Forschungsmethoden (siehe **S.31**)



## Weitere Angebote

Sowohl die Arbeit in HIVE-Lab, die Nutzung der Living-Labs wie auch die Arbeit in den Projekten eröffnen Fragen bezüglich rechtlicher Gegebenheiten und ethischer Empfehlungen. Diese Fragen wurden zu Projektbeginn von HIVE-Lab antizipiert und anhand ausgewählter Aspekte proaktiv bearbeitet. Um sicherzustellen, dass diese Aspekte direkt in den Projekten ankommen und dort umgesetzt werden, legt HIVE-Lab leicht verständliche Rahmenbedingungen für die Zusammenarbeit fest, die auch in den Projekten für sich genutzt werden können. Diese lassen sich den beiden Bereichen Recht und Ethik zuordnen.



## Rechtsgutachten

Im Rahmen der rechtlichen Begleitforschung zu HIVE-Lab wurde ein Rechtsgutachten von Prof. Dr. Gerrit Hornung und Helmut Lurtz (Universität Kassel) erstellt. Dafür wurde aufgrund der thematischen Nähe zum Projekt **IDeA** eine Kooperation geschlossen. So konnten beide Projekte in einem Rechtsgutachten behandelt werden. Das daraus entstandene Dokument eröffnet demnach sowohl einen Blick auf forschungsrechtliche Fragestellungen (aus der Perspektive von HIVE-Lab) als auch auf rechtliche



Link zum Download der Leitlinien:



Fragen der späteren Anwendung (aus der Perspektive von IDeA). Darüber hinaus wurde es bewusst so formuliert, dass die dort diskutierten Aspekte auch auf andere Projektkontexte übertragen werden können.

In dem Dokument finden sich neben einem Executive Summary auch detaillierte Erklärungen zu verschiedenen Fallbeispielen. In einem ergänzenden Dokument wurde eine Checkliste zu Grundsätzen der Datenverarbeitung zusammengestellt. Beide Dokumente können auf unserer **Website** heruntergeladen werden und stehen allen XR-Projekten zur Verfügung.



## Ethische Leitlinien

Bei der Konzeption eines XR-Projektes werden, genau wie bei der Entwicklung einer XR-Technologie, Fragen aufkommen, die sich dem Bereich der Ethik zuordnen lassen. Diese Fragen sind nicht immer leicht zu erkennen und anspruchsvoll zu beantworten. HIVE-Lab kann Projekten dabei helfen, sich mit ethischen Aspekten in XR vertraut zu machen. Zum ersten Einstieg in diesen Themenbereich hat HIVE-Lab einen Katalog ethischer Reflexionsfragen, die in Verbindung mit XR zu stellen sind, zusammengestellt und die Antworten auf diese Fragen zu ethischen Leitlinien weiterentwickelt.

Auf der Website können die - aus zwei Teilen bestehenden - Leitlinien heruntergeladen werden. Im ersten Teil finden sich übersichtliche Reflexionsfragen, die den Einstieg in ethische Themenkomplexe erleichtern. Der zweite Teil, der zur Beantwortung der Fragen verwendet werden soll, stellt die in den Reflexionsfragen benannten ethischen Prinzipien ausführlicher vor und diskutiert diese hinsichtlich des XR-Anwendungskontextes.



Das Projekt IDeA (Integriertes Diagnose- und e-Assistenzsystem für Patienten mit altersbedingter Makula-Degeneration) entwickelt auf VR- und AR-Technologie basierende Assistenzfunktionen die Menschen mit altersbedingter Makula-Degeneration bei der Bewältigung ihres Alltags unterstützen und ihnen ermöglichen, länger selbständig und selbstbestimmt zu leben.







Die Ausführung der konzipierten XR-Erlebnisse stellt Projektteams in erster Linie vor technische Herausforderungen. Um interaktive Szenarien in XR erstellen zu können, müssen die Bewegungen der handelnden Personen getrackt und übersetzt werden. HIVE-Lab hilft Projekten sowohl beim Tracking einzelner Körperteile und Personen als auch bei der Umsetzung von Mobilität in und mit XR.

Die Darstellung der so erzeugten Bewegungsdaten erfolgt in den XR mittels Avataren. Diese müssen ebenfalls von den Entwickler\*innen erzeugt werden. Dabei gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Die erste ist es, Avatare komplett digital zu erstellen, die zweite basiert auf Fotografien von Personen. Beide Varianten werden von HIVE-Lab erforscht und weiterentwickelt. Konkret finden Sie in diesem Kapitel Informationen über:

- das Aufzeichnen und Übertragen von Bewegungen in XR ▶ *Motion Capturing / Trackingsysteme*,
- die Ermöglichung von neuen Bewegungsformen in XR ▶ *Lokomotion in XR*,
- die Erzeugung von Avataren ▶ *Digital Humans*,
- und die Erzeugung von digitalen Inhalten auf Grundlage von physisch existierenden Entitäten ▶ *Photogrammetrie*.

HSD

## Full-Stack-Service für die XR-Innovationsentwicklung

Das Living-Lab der Hochschule Düsseldorf stellt methodische, gestalterische und technische Unterstützung für Mixed-Reality-Projekte zur Verfügung. Dabei stehen die spezifischen Möglichkeiten bewegungsbasierter Interfaces (Full-Body Tracking, Motion Capturing) und die kreative Produktion von Inhalten (3D-Charakterproduktion, Animation, 3D-Visualisierung, VR-Filmproduktion) im Mittelpunkt. Es werden technische und kreative Workshopformate (z.B. Hybrides Tracking, Photogrammetrie, Motion Capturing, 3D-Avatare, Digital Storytelling), Forschungs- und Entwicklungs-Beratungsleistungen bei der Konzeption und Durchführung von Mixed-Reality-Projektaktivitäten für Gesundheit, Kultur & Kunst, Bildung sowie Zugriff auf Trackingtechnologien (Middleware MotionHub), Mixed Reality Devices (Bewegungsplattform, HMD-Devices, multimodale Input / Output-Geräte) und Motion Capturing-Know How angeboten. Das Living-Lab unterstützt alle Phasen des Produktionsprozesses: von Konzeption und Storytelling über Prävisualisierung bis zur Realisierung und Dokumentation.

HSD

## Motion Capturing / Trackingsysteme

Mit der breiten Verfügbarkeit immersiver Hardware (i. W. VR/AR-Brillen) steigt auch der Bedarf, mehrere Anwendende gleichzeitig zu verfolgen (tracking) und komplexe Bewegungen der Anwendenden auf digitale 3D-Charaktere zu übertragen. Dabei müssen Bewegungen des ganzen Körpers (Full Body Tracking) exakt und schnell aufgenommen werden und auf einer großen Anzahl verschiedener Mixed Reality-Systemkonfigurationen effizient dargestellt werden. Hierfür stehen im Living-Lab Düsseldorf eine große Anzahl an Trackingtechnologien (Full Body, Face, Eye) zur Verfügung. Systeme wie Optitrack, Captury, Perception Neuron, XSENS, Kinect, Tobii, Dynamixyz, iPads oder iPhones, RealSense, Azure Kinect und Leap Motion befinden sich im Repertoire des Living-Lab. Das gesamte Spektrum von Tracking System - ob markerbasierte, markerlose, über körpernahe Sensorik oder mobile Systeme - wird somit bereitgestellt. Neben der Hardware stehen im Living-Lab Düsseldorf geschulte Mitarbeiter\*innen zur Verfügung um Full-Body-Motion-Tracking-Aufnahmen vor Ort anzufertigen. Darüber hinaus werden Tutorials oder Beratungsleistungen angeboten.

HSD

## Softwareentwicklung: Middleware-Lösung MireviMotionHub (MMH)

Es gibt eine beträchtliche Anzahl von Body-Tracking-Systemen (BTS), die eine große Bandbreite an unterschiedlicher Technik, Qualität und Preisklasse für Charakteranimation, Tanzen oder Gaming abdecken. Zum Nachteil von Entwickler\*innen und Künstler\*innen strömt fast jedes BTS unterschiedliche Protokolle und Tracking-Daten aus. Sie unterscheiden sich nicht nur in Bezug auf Skalierung und Offset. Auch ihre Skelettdaten unterscheiden sich in den Rotationsoffsets zwischen den Gelenken und in der Gesamtzahl der **Bones**. Aufgrund dieses Umstandes sind BTS nicht ohne weiteres austauschbar. Normalerweise ist Software, die ein BTS verwendet, starr an dieses gebunden, und ein Wechsel zu einem anderen System kann ein komplexer Vorgang sein.

Um die Arbeit mit unterschiedlichen BTS zu erleichtern, entwickelt das Düsseldorfer Living-Lab die Middleware-Lösung **MotionHub**, die Daten verschiedener BTS-Technologien empfangen und verarbeiten kann. Sie konvertiert sowohl die räumlichen als auch die skelettalen Tracking-Daten in Echtzeit in ein standardisiertes Format und streamt sie an einen Client (z.B. eine Game Engine). Auf diese Weise stellt MotionHub sicher, dass ein Client immer die gleiche Skelettdatenstruktur erhält, unabhängig vom verwendeten BTS. Als einfache Schnittstelle, die es den Benutzer\*innen ermöglicht, verschiedene Tracking-Systeme einfach zu ändern, einzurichten, zu kalibrieren, zu bedienen und zu benchmarken, richtet sich die Software an Künstler\*innen und Techniker\*innen. MotionHub ist Open Source und andere Entwickler\*innen sind willkommen, zu diesem Projekt beizutragen.



Um 3D-Objekte oder Charaktere besser animieren zu können, wird im Prozess des "Riggings" ein 3D-Objekt mit Bones (Knochen) und Joints (Gelenken) konstruiert. Dieses Rig, erlaubt es, das 3D-Objekt, bzw. das Mesh zu animieren.



Link zur Middleware auf GitHub:





Weitere Informationen sowie ein wissenschaftlicher Beitrag können unter folgender Webseite eingesehen werden: <https://mirevi.de/publications/motionhub/>



### Workshop: Trackingsysteme

In diesem Workshop wird den Teilnehmenden Basiswissen über verschiedene Trackingsysteme und deren Einsatzmöglichkeiten vermittelt. Unterschiede, Eigenschaften, sowie Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme werden behandelt. Teilnehmende nutzen in einer Praxisphase Trackingsysteme wie OptiTrack, Captury, XSens, Perception Neuron und Azure Kinect. Die Kombinationsmöglichkeiten der Trackingsysteme werden ebenfalls aufgezeigt. Zusätzlich wird der eigens von HIVE-Lab entwickelte MMH vorgestellt und dessen Nutzung erklärt.



### Workshop: Privacy in VR

Motion Capturing und Tracking bedeuten immer, dass Daten über die Anwendenden erzeugt werden müssen. In diesem Kontext stellen sich nicht nur rechtliche Fragen bezüglich des Datenschutzes, sondern auch ethische Fragen zur Bedeutung von Privatsphäre und ihrem Schutz. Der halbtägige Workshop *Privacy in VR* führt in die ethische Sichtweise auf das Konzept Privacy ein und lädt Teilnehmende ein, ihre Projekte durch Konzepte wie Privacy by design weiterzudenken.



### Workshop: Privacy in Eye-Tracking

Eine relevante Technologie im Bereich Tracking ist das Eye-Tracking. Anhand dieser Technologie kann exemplarisch gezeigt werden, welche umfassenden Rückschlüsse auf Personen aus Tracking-Daten ermittelt werden können. Diese und der Umgang mit ihnen werfen weitreichende ethische und sozialwissenschaftliche Fragen auf. HIVE-Lab bietet deshalb einen halbtägigen Workshop an, der im Speziellen in das Thema **Privacy in Eye-Tracking** aus ethischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive einführt.



### Lokomotion in XR

Aktuelle XR-Technologien ermöglichen die Erweiterung der wahrnehmbaren Realität oder sogar die Erzeugung von imaginären Realitäten. Bei der Simulation von XR-Szenarien gibt es jedoch immer noch Einschränkungen in Bezug auf Lokomotion. XR sind räumlich verankert. Szenarien müssen jedoch die Bewegung der Anwendenden berücksichtigen und adäquat widerspiegeln. Die Überwindung des Problems der Lokomotion bei XR-Erlebnissen ist



Link zur MIREVI-Website zum scannen:



Abbildung: Privacy in Eye-Tracking.



Link zum Beitrag über den Workshop auf der Website des HIVE-Lab:



von grundlegender Bedeutung für die Erweiterung der Bandbreite an Erlebnissen. Den Anwendenden die Möglichkeit zu geben, sich in der virtuellen Umgebung frei zu bewegen, kann die Immersion erhöhen und eine der wesentlichen Einschränkungen der aktuellen VR überwinden. HIVE-Lab kann seinen Partner\*innen eine Lösung hierfür anbieten.

Dazu geht HIVE-Lab das Thema der Lokomotion und Mobilität in XR mit mehreren Ansätzen an. Wir unterteilen Mobilität in zwei primäre Kontexte: (1) Mobilität im Sinne der Fortbewegung im alltäglichen Leben, u.A. Transport, Autofahren, Radfahren, Skaten, lange Strecken gehen, Laufen, Fliegen, und (2) Bewegung im Sinne von Sport mit begrenztem Bewegungsradius, u.A. Tanzen, Bouldern. Das Living-Lab München verfügt insbesondere über Einrichtungen und Geräte, um Mobilität des Kontextes (1) zu simulieren.



### Technische Entwicklungen

Der Einsatz von Simulatoren kann für Entwickler\*innen, die virtuelle Erlebnisse prototypisch umsetzen möchten, wichtig sein und gleichzeitig eine große Schwierigkeit darstellen, da diese einen großen Raum benötigen und somit kostenintensiv sind. In HIVE-Lab unterstützen wir die technische Entwicklung von mobilitätsbezogenen XR-Erlebnissen, indem wir unsere Simulatoren und Einrichtungen zur Verfügung stellen, z.B.:

**Medizinisches Laufband:** Das Laufband ist ein aktives therapeutisches und diagnostisches Medizinprodukt und ermöglicht stufenloses Gehen in verschiedenen Geschwindigkeiten und Neigungen; dieses Gerät kann bis zu 60 km/h erreichen. Es ist robust genug, um den Einsatz von Inlineskates, Skateboards, E-Scootern oder Fahrrädern zu ermöglichen.

**Omnidirektionales Laufband:** Durch den Einsatz des Virtualizer 2 kann in kleinen Räumen das Laufen in beliebige Richtungen simuliert werden. Die Hardware- und Software-Architektur dieses Geräts erlaubt eine einfache Integration in bestehende VR-Erlebnisse.

**Fahrsimulator und Lenkräder:** Die Fahrsimulation ist ein Bereich mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten - von der Ausbildung bis hin zu neuen Interaktionsparadigmen mit autonomen Autos. Unser Fahrsimulator bietet ein immersives Erlebnis ohne die Notwendigkeit eines Head-Mounted-Displays; dennoch kann er bei Bedarf mit AR- und VR-Geräten erweitert werden.



### Digital Humans

Der Einsatz von digitalen Menschen mit fotorealem Aussehen wird im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion immer relevanter und findet viele Anwendungsgebiete. Die Erstellung dieser Avatare stellt jedoch eine Herausforderung dar, denn der Prozess ist sowohl zeitaufwendig als auch technisch anspruchsvoll. Um diesen Prozess zu erleichtern, hat das Living-Lab Düsseldorf umfangreiches Know-How in diesem Bereich akkumuliert



Motion Capture

Maya Arnold

Unreal

Unity AR

und bietet die Erstellung solcher digitaler Abbilder als Service an. Neben einem Einsatz dieser Avatare in Programmen wie Blender oder Maya, ist es ebenfalls möglich, die Avatare in Echtzeitanwendungen wie Unreal oder Unity zu nutzen.

Neben dem Serviceangebot der Erstellung von Digital Humans bietet das Living-Lab Düsseldorf verschiedene Formate zur Wissensvermittlung in diesem Bereich. Videotutorials, Workshops und eine individuelle Beratung zum Workflow und Tools zur Erstellung, zu gestalterischen Optionen sowie zum Einsatz von Digital Humans werden angeboten.



### Workshop: Avatar-Design

Im Workshop Avatar-Design zeigen Mitarbeitende des HIVE-Lab, welche technischen Möglichkeiten des Avatar-Designs es gibt. Die einzelnen Prozessschritte werden erklärt und durchgeführt.

Dabei werden auch die sozialen und ethischen Aspekte des Avatar-Designs - wie Fragen nach den Auswirkungen der Darstellung von Körpern und Gesichtern auf Individuen und die Gesellschaft - vorgestellt, beleuchtet und zur Diskussion gestellt.



### Photogrammetrie

Mithilfe von Photogrammetrie-Verfahren können hochauflösende 3D-Modelle von realen Objekten oder Räumen erstellt werden. Im Living-Lab Düsseldorf werden verschiedene technische Lösungen genutzt.

Neben einem erprobten Workflow mit der Software RealityCapture steht



Link zum Beitrag über den Workshop auf der Website des HIVE-Lab:



qualitativ hochwertige Hardware in Form von verschiedenen Kameras und Laserscannern von Leica zur Verfügung.

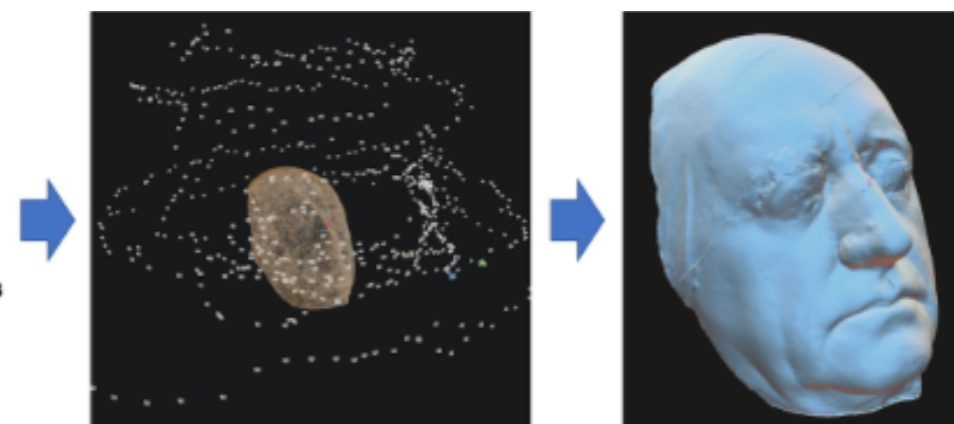
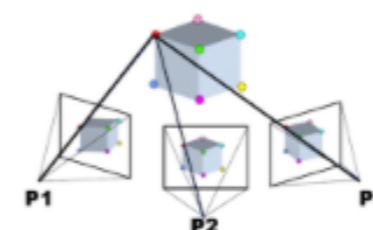


Abbildung: Digitaler Photogrammetrie-Prozess: Von der Theorie zum fertigen 3D-Mesh.

# Verbindungen zu weiteren XR-Anwendungsgebieten



HSD  LMU 

Das HIVE-Lab bietet seine Dienste auch über den Bereich Immersive Health hinaus an. Das akkumulierte Know-How, Kompetenzen sowie Soft- und Hardware finden auch in anderen Domänen Anwendung. Im Folgenden werden einige Anwendungsgebiete aufgezählt. Über diese Anwendungsfelder hinaus können Sie sich mit Ihren individuellen Anfragen gerne an HIVE-Lab wenden.

HSD

## Kunst, Kultur & Technologie

Durch digitale und kreative Partnerschaften mit zahlreichen kulturellen Institutionen und ausgewählten Künstler\*innen auf nationaler und internationaler Ebene ist das Living-Lab Düsseldorf an den neuesten digitalen Entwicklungen im weiten Feld Kunst und Kultur beteiligt. Dabei konzentriert sich das Living-Lab sowohl auf die Entwicklung von Werkzeugen, die die Interpretation und den Transfer bestehender kultureller Inhalte unterstützen, als auch auf die Schaffung und Vermittlung neuer Kunstwerke in Zusammenarbeit mit Künstler\*innen. Im Zentrum des Interesses steht dabei die Erforschung des Potenzials, das Mixed-Reality-Technologien für künstlerische und kulturelle Produktionen und umgekehrt bieten - indem wir künstlerische und interdisziplinäre Forschung nutzen, um neue Perspektiven auf Technologie zu eröffnen.

LMU

## Auseinandersetzung mit der Kunst

Was macht ein Werk zur Kunst? Sehr oft ist die Grenze zwischen Künstler\*innen und Designer\*innen nicht eindeutig. VR ist sehr visuell und/oder auditiv geprägt und die Erstellung von VR-Erlebnissen erfordert multimediale Fähigkeiten. HIVE-Lab bietet einen Workshop an, um VR-Entwickler\*innen dabei zu helfen, zu erkennen, welche Kriterien ein VR-Erlebnis zu einem künstlerischen Erlebnis machen. Zudem wird diskutiert, wie zielgerichtet künstlerische Inhalte geschaffen werden können. In diesem Workshop werden die Teilnehmenden in direktem Kontakt mit erfahrenen VR-Künstler\*innen arbeiten und VR-Kunstbeurteilung durchführen. Zudem wird im Rahmen des Workshops die Rolle von Designer\*innen und Künstler\*innen in immersiven Erlebnissen diskutiert.

LMU

## XR für Lernen und Training

Das aktuell gängigste Medium zur Wissensvermittlung ist das Buch. Dort erfolgt die Wissensvermittlung von abstrakten Konzepten rein textbasiert oder bebildert. Des Weiteren ist die mündliche Vermittlung von Wissen weit verbreitet. Beide Wege verwenden Sprache als Medium der Wissensvermittlung. Auch wenn gesprochene Sprache und Lehrbücher eine robuste Wissensbasis bilden können, brauchen komplexe Konzepte mehr Zeit, um vermittelt und erfasst zu werden. Die Fortschritte verschiedener Technologien ermöglichen heute die Erstellung von multimedialen Bildungsinhalten. Aktuelle XR-Technologien lösen das Paradigma von 2D-Bildschirmdarstellungen zugunsten immersiver 3D-Welten ab. Eine direkte Interaktion mit den Lerninhalten wird ermöglicht, da realistische Umgebungen eine starke Immersion der Anwendenden bieten.

Die Forschungsgruppe des Living-Lab München verfügt über Expertise in der Entwicklung und Nutzung von VR/AR-Technologien für das Lernen und Trainieren. Dieses schließt den Einsatz von HoloLens-Geräten sowie projektionsbasierten Setups ein. Hierdurch wird ein breites Publikum angesprochen.

LMU

## Workshop: Journalistische Arbeit in VR

Journalismus ist das Tor der Öffentlichkeit zu aktuellem und relevantem Wissen. Mit dem Bedeutungszuwachs von VR-Technologien kommt die Verantwortung, journalistische Praktiken für VR und aus VR heraus zu adaptieren. HIVE-Lab stellt sich dieser Herausforderung und bietet einen Workshop *Journalistische Arbeit und VR* an. In dem Workshop diskutieren die Teilnehmenden die Rolle des Journalismus bei der Entwicklung und Einführung von VR, wie die Öffentlichkeit VR wahrnimmt und wie man Nachrichten über VR-Technologien zu Verfügung stellen kann. Eine Sensibilisierung in diesem Bereich kann die Einführung von immersiven Technologien wie AR und VR unterstützen und die allgemeine Öffentlichkeit schneller mit solchen Technologien vertraut machen.





Wenn die Konzeption eines Projekts abgeschlossen ist, die Ziele und Anforderungen ausgehandelt sind und die Inhalte der Anwendungen bestimmt wurden, beginnt die Arbeit des Forschens. Nachdem die ersten Schritte gegangen sind gilt es, Studien zu konzipieren und durchzuführen. Zur Erzeugung von Evidenz gibt es unterschiedlichste Methoden. HIVE-Lab kann Sie dabei beraten, die Methoden auszuwählen, die zu Ihrem Projekt und den damit verbundenen Forschungsfragen passen. Die Expertise in HIVE-Lab umfasst dabei beides:

- Quantitative Forschungsmethoden und
- Qualitative Forschungsmethoden.

Nach der Durchführung der Studien müssen die Ergebnisse veröffentlicht werden. Auch dabei kann HIVE-Lab beratend unterstützen. Neben den in den Wissenschaften bewährten Arten der Dokumentation und Dissemination von Forschungsergebnissen, gewinnt die Wissenschaftskommunikation mittels digitaler Medien zunehmend an Bedeutung. Deshalb fokussiert dieses Kapitel ausschließlich auf die Erzeugung und Verbreitung von digitalen Inhalten. Da diese vornehmlich visuell vermittelt werden, unterstützt HIVE-Lab insbesondere bei der Erzeugung von

- Videos,
- Fotos
- und Websites,

wobei HIVE-Lab sowohl eine eigene Website als Form eines Wissensspeichers und zur Wissensverbreitung anbietet, deren Infrastruktur und Inhalte die Projekte nutzen können, als auch dabei unterstützt Projektwebsites zu konzipieren. Dies entspricht dem Konzept des *Body of Knowledge*, welches am Ende dieses Kapitels vorgestellt wird.



## Quantitative Forschungsmethoden

Zusätzlich zu den Methoden und Tools für Co-Design unterstützt HIVE-Lab Forschungs- und Entwicklungsprojekte auch bei der Evaluation von gesundheitsorientierten AR- und VR-Anwendungen. Konzepte und Anwendungen sollten möglichst früh und in verschiedenen Entwicklungsstadien durch Anwendende bewertet werden, um sie iterativ weiterentwickeln zu können. Dabei können verschiedene Aspekte betrachtet werden. HIVE-Lab begleiten den Einsatz verschiedener qualitativer und

quantitativer Evaluationstools, welche im Detail die Qualitäten verschiedener Interaktionen messen - den Einfluss einer Anwendung auf das subjektive Wohlbefinden, aber auch, im Sinne der VR-Superpowers, das Erlebnis durch unterschiedliche Formen der Erweiterung in einer VR-Anwendung. Der von uns entwickelte Fragebogen zur Messung des Befähigungserlebnisses einer VR-Anwendung (*Empowerment Questionnaire*) soll den Forschungs- und Entwicklungsprojekten zukünftig online zur Verfügung stehen.

Insbesondere möchten wir Konzepte mit Evaluationen begleiten, die gemeinsam mit uns in Co-Design-Prozessen unter Anwendung der von uns entwickelten und angebotenen Methoden entstanden sind. Das leistet einen Mehrwert für die entstehenden Anwendungen, die durch Erkenntnisse aus der Evaluation iterativ weiterentwickelt werden können. Außerdem können so die Methoden validiert und verbessert werden.

## Qualitative Forschungsmethoden

Die qualitative Sozialforschung bietet die Möglichkeit, explorativ Themen zu beforschen, zu denen es noch wenig oder keine Vorarbeiten gibt. Gerade im Feld der XR betreten Projekte immer wieder Neuland und können so nicht auf hypothesenprüfende Verfahren zurückgreifen. Mit Hilfe von HIVE-Lab können sich Projekte über geeignete alternative Forschungsmethoden informieren.



### Workshops: Arbeiten mit der Grounded Theory und Einführung in die Methode des Mappings

HIVE-Lab verfügt über besondere Expertise im Umgang mit der **Grounded Theory** [Strauss, Corbin 1997] und entwickelte daraus den Workshop *Arbeiten mit der Grounded Theory*. Auch eine *Einführung in die Methode des Mappings*, das auf Adele Clarkes Situationsanalyse [Clarke, Keller 2012] basiert, wird von HIVE-Lab angeboten. In den gemeinsamen Workshops werden die Methoden, ihre Grundlagen und Voraussetzungen vorgestellt und diskutiert. In kleineren Übungen werden die Methoden vermittelt und ausprobiert. Im Anschluss wird gemeinsam eruiert, ob und wie diese Forschungsstile für Ihr Projekt nutzbar gemacht werden können.



### Videoproduktion

Eine weitere wichtige Dienstleistung ist die Produktion von Demonstrationsvideos von Mixed Reality-Projekten. Hierzu wurde eine geeignete Greenscreen-Umgebung entwickelt, die die Integration von 3D-Inhalten (Unity / Unreal) in Echtzeit ermöglicht. Für die Entwicklung von Projektvideos steht ein Filmteam zur Verfügung, das ebenfalls vor Ort ein Video produzieren kann. Die Erstellung von Konzepten für Drehbücher, Skripte und Videos wird durch gemeinsame Workshops unterstützt. In enger Zusammenarbeit werden die Schlüsselaspekte der zu vermittelnden Inhalte gemeinsam erarbeitet und anschließend umgesetzt.



Die Grounded Theory ist ein sozialwissenschaftlicher pragmatistischer Forschungsstil zur systematischen Sammlung und Auswertung vor allem qualitativer Daten (z.B. Interviewtranskripte, Beobachtungsprotokolle aber auch vieles mehr) mit dem Ziel der Theoriegenerierung. Sie stellt dabei keine einzelne Methode dar, sondern eine Reihe ineinandergreifender Verfahren (wie das Kodieren).

Link zum Blog-Beitrag über den Workshop *Arbeiten mit der Grounded Theory*:



Link zum Blog-Beitrag über den Workshop *Einführung in die Methode des Mappings*:





## Fotoproduktion

Qualitativ hochwertige Fotos von Prototypen, Exponaten oder sonstigen projektrelevanten (Zwischen-)Ergebnissen eignen sich sehr gut für Kommunikation und Dokumentation. Das Living-Lab Düsseldorf stellt hierfür Kameraequipment bereit: Verschiedene hochwertige Kameras, Stative, Blenden, Lichter und Reflektoren können genutzt werden. Darüber hinaus wird das Erstellen von Fotos als Service angeboten: Von der Bildkomposition über das Fotoshooting bis hin zur Nachbearbeitung steht ein Team vor Ort bereit.

## Body of Knowledge

Der Body of Knowledge (BoK) stellt eine Sammlung strukturierter Wissens dar, das von den Projektpartner\*innen genutzt werden soll, um ihre Arbeitsprozesse zu begleiten. Der BoK umfasst insbesondere Projekte aus dem Bereich "Immersive Health & User Experience". Um standortübergreifend Wissen zu jeder Zeit teilen und abrufen zu können, soll der BoK durch die verschiedenen Projektbeteiligten stetig erweitert werden. Dadurch kann eine direkte Kommunikation über die erzielten Ergebnisse durch forschungsorientierte Aktivitäten erfolgen und die Problematik der räumlichen und zeitlichen Distanz umgehen.

Der BoK bietet die Möglichkeit, das gesammelte Wissen zu einem Thema festzuhalten, zu strukturieren und nach Bedarf abzurufen. Dieses gesammelte Wissen ermöglicht es Außenstehenden - wie Stakeholdern und anderen Projektinteressierten - die Abläufe besser zu beobachten und nachzuvollziehen sowie einen verstehenden Einblick in die Prozesse zu erlangen. Zusätzlich gewährleistet der BoK die Möglichkeit zu einem besseren internen Austausch, Reflektion und eine ausführlichere Dokumentation der eigenen Arbeit. Einen weiteren Vorteil bietet der BoK bei der Einarbeitung neuer Projektmitarbeiter\*innen, wodurch die Teams agiler arbeiten können.

Im Fokus des BoK steht jedoch die Wissensaufbereitung für alle Projektbeteiligten und Interessierten. Innovations- und Arbeitsprozesse werden nachhaltig dokumentiert und können auch nach Beendigung der Vorhabens abgerufen werden. Dadurch sind neben den konkreten Projektergebnissen auch die Methoden, Herangehensweisen und Entstehungsprozesse weiterhin verfügbar.

Das bedeutet: Mit dem BoK entsteht eine Art Framework aus Handlungs- und Faktenwissen, Werkzeugen und Komponententechnologie, das anderen Projekten zur Verfügung gestellt und von ihnen genutzt werden kann.



Beispiel für die Produktion eines Videos:



# Standorte und Ausstattung

Im Projektverlauf kann sich zeigen, dass Hardware von Nöten ist, die noch nicht angeschafft wurde oder nicht finanziert werden kann. Um diesem Problem entgegenzuwirken, bietet HIVE-Lab unterschiedliche Hardware zum Verleih an. HIVE-Lab betreibt zwei Living-Labs. Das Living-Lab Düsseldorf mit dem Schwerpunkt Bewegung, was z.B. Tanzen, Klettern und Sport mit einbezieht. Daneben kann das Living-Lab Düsseldorf Projekte, die sich mit Kunst und Kultur befassen, mit Hardware und Know-How unterstützen. Das zweite Living-Lab befindet sich in München. Dort liegt der Fokus auf Mobilität, vor allem im Straßenverkehr.

Beide Labs verfügen über eine umfassende Auswahl an neuester Hardware, für

- VR,
- AR und
- Tracking,

die von externen Projekten verwendet und geliehen werden kann.

## HSD

Die folgende Auflistung umfasst nur einen Teil der zur Verfügung stehenden Hardware des Living-Lab in Düsseldorf. Neben weiteren Systemen im Kontext von Mixed Reality steht diverse Hardware wie 3D-Drucker, Roboterarme, interaktive Roboter, Photogrammetrie Hardware (Faro Laserscanner), Insta360Pro, Video und Foto Equipment, Looking Glasses und Workstations ebenfalls bereit. Individuelle Hardware-Anfragen können über das große Netzwerk und die Laborausstattung meist beantwortet werden.

Aufgrund der großen Anzahl an zur Verfügung stehenden Ein- und Ausgabegeräten für XR-Anwendungen wird individuell auf die Bedürfnisse eingegangen und eine passende Hardware-Lösung gefunden. Die folgende Aufzählung soll lediglich einen groben Überblick über die zur Verfügung stehenden Systeme geben.

## VR

- **Varjo VR Pro 2:** <https://varjo.com/>
- **Pimax 8K:** <https://pimax.com/>
- **HTC Vive Pro inkl. Wireless Adapter und Tracker:** <https://www.vive.com/de/product/vive-pro/>
- **HTC Vive Pro Eye-Tracking:** <https://www.vive.com/de/product/vive-pro-eye/overview/>

- **HTC Vive inkl. TP-Cast und Tracker:** <https://www.vive.com/de/>
- **HTC Vive Cosmo:** <https://www.vive.com/de/product/vive-cosmos/features/>
- **Oculus Rift:** [https://www.oculus.com/experiences/rift/?locale=de\\_DE](https://www.oculus.com/experiences/rift/?locale=de_DE)
- **Oculus Rift S:** [https://www.oculus.com/rift-s/?locale=de\\_DE](https://www.oculus.com/rift-s/?locale=de_DE)
- **Oculus Quest:** [https://www.oculus.com/quest/?locale=de\\_DE](https://www.oculus.com/quest/?locale=de_DE)
- **Oculus Quest 2:** <https://www.oculus.com/quest-2/>
- **Reverb 2:** <https://www.hp.com/de-de/vr/reverb-g2-vr-headset.html>
- **Samsung Odysse**

## AR

- **Varjo XR:** <https://varjo.com/>
- **HoloLens:** <https://www.microsoft.com/de-de/hololens>
- **HoloLens2:** <https://www.microsoft.com/de-de/hololens/buy>
- **Diverse Smartphones und Tablets von Apple, Samsung, Google und Co.**

## Motion Tracking Systeme

- **OptiTrack:** <https://optitrack.com/>
- **Captury:** <https://captury.com/>
- **Perception Neuron Studio:** <https://neuronmocap.com/perception-neuron-studio-system>
- **Perception Neuron:** <https://neuronmocap.com/>
- **Xsense:** <https://www.xsens.com/>
- **Azure Kinect und ältere Kinect Systeme:** <https://azure.microsoft.com/de-de/services/kinect-dk/#features>
- **RealSense:** <https://www.intel.de/content/www/de/de/architecture-and-technology/realsense-overview.html>
- **Leap Motion:** <https://www.ultraleap.com/>
- **iPhone/iPads:** <https://www.apple.com/de/iphone/>
- **Dynamixyz:** <https://www.dynamixyz.com/>

## Eye Tracking Systeme

- **Pupils Lab:** <https://pupil-labs.com/>
- **Tobii:** <https://www.tobii.com/>
- **RexOs:** <https://www.rexos.org/>

## Simulatoren

- **Bewegungsplattformen:** <https://motionsystems.eu/product/motion-platforms/ps-6tm-550/> und <https://motionsystems.eu/product/motion-platforms/ps-3tm-200/>
- **Endlos Kletterwand:** <https://www.climbstation.com/>
- **Icaros Pro:** <https://www.icaros.com/de/produkte/icaros-pro/>

## LMU

Um die Entwicklungsphase von Versuchsdemonstratoren der Projekte der VAR1 und VAR2 Förderlinie zu beschleunigen, bietet das Living-Lab München eine breite Palette von AR/VR-Technologien an. Die vorrätigen Geräte stehen den interessierten Partner\*innen zum Ausleihen zur Verfügung, damit diese ihre Anwendungen testen und umsetzen können. Das Living-Lab München aktualisiert und erwirbt ständig neueste Technologien, um den möglichen Anforderungen der angeschlossenen Projekte gerecht zu werden. Der aktuelle Bestand umfasst unter anderem die folgenden Geräte.

## VR Headsets

- **VIVE PRO Headsets:** Hochauflösende AMOLED-Headsets, die sich ideal für die Entwicklung von VR-Erlebnissen eignen; sie verfügen über Spatial Audio und externes Tracking, was die Integration mit externen getrackten Geräten erleichtert.
- **VIVE PRO EYE-Headsets:** VIVE Pro Headset mit integriertem Tobii Eye-Tracking.
- **VALVE INDEX Headsets:** Eines der neuen Releases von VALVE. Dieses Headset ist kompatibel mit den VIVE Tracking-Stationen und Controllern; die neue Generation von Controllern erlaubt zusätzlich Open-Hand-Interaktionen.
- **OCULUS QUEST 2-Headsets:** Inside-Out-Tracking und Stand-alone-Lösung machen dieses Gerät ideal für schnelle Entwicklungen und in-the-wild Studien.

## AR Headsets

- **Microsoft HoloLens:** Optisch durchsichtiges AR-Headset für das Prototyping von AR-Erlebnissen.
- **Microsoft HoloLens 2:** Zweite Generation der Microsoft HoloLens; mit vergrößertem Sichtfeld, besserer Ergonomie und neuem Interaktionskonzept.
- **Varjo XR-1:** Video-See-Through-Headset für das Prototyping von AR/VR-Erlebnissen. Video See-through bietet eine detaillierte Darstellung und lebendigere Farben.

## Simulatoren

- **Omnidirektionales-Laufband:** Der Virtualizer ELITE 2 unterstützt das Laufen in VR, hat eine Neigungssteuerung und lässt sich leicht in VR-Headsets und Grafik-Engines integrieren.
- **Medizinisches Laufband:** Das Laufband Cosmos Saturn ist ein professionelles aktives therapeutisches und diagnostisches Medizinprodukt. Es ermöglicht auf einer Laufläche von 300 cm x 100 cm präzise Kontrolle der Geschwindigkeit und Neigung.

- **Fahrsimulator:** Der Fahrsimulator FOERST F12PT-3L42 verfügt über haptisches Feedback und einen Drei-Bildschirm, um Entwickler\*innen die Möglichkeit zu geben, immersive Fahrerlebnisse zu schaffen, ohne dass Head-Mounted-Displays erforderlich sind. Dieser Fahrsimulator ist zertifiziert und wird für Fahrtrainings eingesetzt.

### XR Zubehör und Tracking

- **VIVE Tracker:** Diese Geräte ermöglichen das Tracking zusätzlicher Geräte/Elemente in den VR-Szenen für VIVE und VALVE Headsets.
- **OPTITRACK TRIO Kameras:** Hochgeschwindigkeitskameras für die genaue Verfolgung von Körpern, Händen und Objekten in VR.
- **360-Grad-Kameras:** Vuze Plus, GoPro Fusion und Insta360 Pro-Kameras
- **XR-fähige Laptops:** DELL G5 und Acer Predator Laptops



# Das Konsortium



Link zur Kontakt-Seite auf der Website des HIVE-Lab:



HIVE-Lab setzt sich aus vier Teilprojekten an vier Standorten zusammen. Jedes Teilprojekt verfügt über Expertise in einem bestimmten Bereich. Wenn Sie mit HIVE-Lab zusammenarbeiten möchten, können sie einzelne Partner\*innen ansprechen, mehrere Teilprojekte oder das ganze Konsortium in Ihr Projekt einbeziehen. Zur besseren Übersicht stellen sich die einzelnen Projekte hier kurz und übersichtlich vor.



## Hochschule Düsseldorf (Kordinator)

MIREVI (Mixed Reality and Visualization) an der Hochschule Düsseldorf im Fachbereich Medien ist ein Team aus Expert\*innen in digitalen Medien, Informatiker\*innen, Designer\*innen und Künstler\*innen – alle mit dem gemeinsamen Interesse, die bestmögliche Anwender\*innenerfahrung für verschiedenste Kontexte zu entwickeln und umzusetzen. Wir arbeiten hart daran, innovative Interfaces zwischen Mensch und Technik zu kreieren, die neuartig, nützlich und nachhaltig sind.

Unsere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten umfassen Mixed-Reality-Nutzererfahrung, Creative Engineering, Digital Art und Cognitive Computing. Im Bereich Digital Creative Health arbeiten wir an Forschungs- und Entwicklungsprojekten, durch die mittels digitaler Medientechnologie soziotechnische Systeme unterstützt werden können, die ein gesundes Leben ermöglichen. Zu diesen Projekten gehören innovative Lösungen für Menschen mit kognitiven Einschränkungen sowie für Rehabilitation oder die Kommunikation zwischen Patient\*innen, medizinischen Expert\*innen und Familienmitgliedern.

### Kontakt

FB Medien, Mixed Reality & Visualisierung  
Münsterstr 156  
40476 Düsseldorf  
hs-duesseldorf.de, www.mirevi.de

Leitung: Christian Geiger  
+49 211 4351 3265  
geiger@hs-duesseldorf.de

Ansprechpartner: Laurin Gerhardt  
laurin.gerhardt@hs-duesseldorf.de



Link zur MIREVI-Website:



## Universität Siegen

Die Arbeitsgruppe Ubiquitous Design/Erlebnis und Interaktion an der Universität Siegen beschäftigt sich sowohl wissenschaftlich als auch praktisch mit der Gestaltung interaktiver Produkte und Dienstleistungen. Dies umfasst den vollständigen Entwicklungsprozess, also sowohl methodische Aspekte der anwender\*innenzentrierten Analyse und Evaluation (sozialwissenschaftlich fundierte Durchführung und Analyse von Befragungen/ Beobachtungen) als auch konkretes Erlebnis- und Interaktionsdesign. Geleitet von Prof. Dr. Marc Hassenzahl, liegt im Projekt HIVE-Lab der Fokus auf der Entwicklung von Co-Design Methoden und Evaluationstools. Teilbereiche des von ihm mit entwickelten *Experience Designs* und des wohlbefindensorientierten Gestaltungsansatzes [Hassenzahl, Diefenbach. 2017] werden in mehreren BMBF-Projekten gefördert, z.B. GAMOR (gesunde Schichtarbeit), KOLA (Kooperation im Straßenverkehr), MEEGAHSTIM (Neuartige Hörgeräte), SYMPARTNER (Assistenz- und soziale Robotik), GINA (Assistenz- und soziale Robotik) und NOSTRESS (Entspannung und VR/AR). Die Arbeitsgruppe veröffentlicht kontinuierlich auf führenden Konferenzen und in entsprechenden Journals (h-index laut Google Scholar: 45).

Im Rahmen vom HIVE-Lab setzt sich die Arbeitsgruppe Erlebnis und Interaktion der Universität Siegen mit gestaltungsorientierten Methoden zur partizipativen Entwicklung und Bewertung von gesundheitsorientierten AR- und VR-Anwendungen auseinander. Zudem entwickelt sie Co-Design-Prozesse, die dabei unterstützen sollen, nutzer\*innengerechte und bedeutungsvolle Anwendungen zu entwickeln und zu evaluieren, die zum subjektiven Wohlbefinden beitragen. Die entwickelten Methoden und Tools sollen Forschungs- und Entwicklungsprojekte bei der Gestaltung und Evaluation eigener Anwendungen unterstützen und stetig dafür sorgen, Nutzer\*innen und deren Perspektiven mit einzubeziehen.

### Kontakt

Ubiquitous Design, Wirtschaftsinformatik, Fakultät III  
Kohlbettstraße 15; 57072 Siegen  
<http://www.experienceandinteraction.com>

Leitung: Marc Hassenzahl  
0271 740-5205  
[marc.hassenzahl@uni-siegen.de](mailto:marc.hassenzahl@uni-siegen.de)

Ansprechpartner: Robin Neuhaus  
[robin.neuhaus@uni-siegen.de](mailto:robin.neuhaus@uni-siegen.de)



Link zur E+ID-Website:



Link zur Website des Lehrstuhls  
Human-Centered Ubiquitous Media  
an der LMU:



## Ludwig-Maximilians-Universität München

Im Living-Lab der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) arbeiten Expert\*innen des Lehrstuhls Human-Centered Ubiquitous Media mit Kernkompetenzen in experimenteller Psychologie und Informatik zusammen. Das Lab bringt die notwendigen Werkzeuge und das Wissen mit, um XR-Erlebnisse erfolgreich zu entwickeln und zu evaluieren. Das Hauptziel dieses Living-Lab ist es, die Entwicklung von XR-Erlebnissen für alle Partner\*innen so reibungslos wie möglich zu gestalten. Wir empfehlen Methoden, Techniken, Hardware, Software und Design-Strategien, um ein qualitativ hochwertiges XR-Erlebnis auf Basis unserer Expertise zu gewährleisten. Wir unterstützen unsere Partner\*innen bei der Aufgabe, komplexe Ideen zu verfolgen und in VR/AR zu realisieren. Dies beinhaltet unter anderem die Wahl der richtigen Hardware, Toolkits und Frameworks sowie die Integration der bestmöglichen Konzepte.

Die Mitarbeiter\*innen der LMU München decken die wichtigsten Wissensgebiete - von der theoretischen Perspektive bis zur technischen Umsetzung der VR/AR-Entwicklung - ab. Das Living-Lab bietet modernste Hard- und Software, die es ermöglicht, zukunftsweisende Anwendungen zu entwickeln: Die vorhandene Ausstattung reicht von AR bis VR, einschließlich haptischer Geräte und Simulatoren für mobile Szenarien.

Die Rolle der Ludwig-Maximilians-Universität in HIVE-Lab besteht darin, als Berater\*innen für unsere Partner\*innen zu fungieren und die Entwicklung von VR- und AR-Erlebnissen zu beschleunigen. Wir versuchen einerseits, immersive Technologien denjenigen näher zu bringen, die über wenig bis mittlere Erfahrung in der Entwicklung virtueller Umgebungen verfügen und unterstützen andererseits die Entwicklungspipeline derjenigen, die Erfahrung mit solchen Technologien haben.

### Kontakt

Human-Centered Ubiquitous Media  
Frauenlobstraße 7a 80337 München  
[www.um.ifi.uni-muenchen.de](http://www.um.ifi.uni-muenchen.de)

Leitung: Albrecht Schmidt  
089 218 072 331  
[albrecht.schmidt@ifi.lmu.de](mailto:albrecht.schmidt@ifi.lmu.de)

Ansprechpartner: Steeven Villa  
[steeven.villa@um.ifi.lmu.de](mailto:steeven.villa@um.ifi.lmu.de)



# Universität Tübingen



Das Internationale Zentrum für Ethik in den Wissenschaften (IZEW) ist ein interdisziplinäres Forschungszentrum, das es sich zur Aufgabe gemacht hat, Ethik in den Wissenschaften nicht nur zu beforschen, sondern auch aktiv zu betreiben. Dieses Programm hat sich in nun schon mehr als 25 Jahren in der Praxis von Forschung, Lehre und öffentlicher Kommunikation bewährt und eignet sich besonders gut zur Förderung des Dialogs zwischen Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften mit Blick auf ein breites Spektrum ethischer Fragen. Durch den Fokus auf die Zusammenarbeit von Forscher\*innen über disziplinäre Grenzen hinweg, auch am eigenen Institut, verfügt das IZEW über einen reichen Erfahrungsschatz, was interdisziplinäres Arbeiten angeht.

Thematisch erstreckt sich das Programm des IZEW auf unterschiedliche Bereiche der wissenschaftsethischen Forschung und lässt sich in drei Arbeitsbereiche gliedern:

- Ethik und Bildung
- Gesellschaft, Kultur und technischer Wandel
- Natur und Nachhaltige Entwicklung

In HIVE-Lab ist das IZEW vertreten, um ELSI-Fragen in den Fokus zu rücken. Ziel der kontinuierlichen Integration ethischer, rechtlicher und sozialwissenschaftlicher Aspekte ist es, die Projekte von Anfang dabei zu unterstützen, Technologien zu entwickeln, die diese Aspekte in besonderer Weise berücksichtigen. Dadurch soll deren Entwicklung positiv beeinflusst werden.

Der Schwerpunkt des IZEW liegt dabei auf Fragen der Forschungsethik, der Technikfolgenabschätzung, ausgewählten sozialwissenschaftlich-ethischen Aspekten (siehe ELSI ab **S. 17**) und auf der Integration von ELSI-Themen in interdisziplinäre Forschungsverbünde.

## Kontakt

Internationales Zentrum für Ethik in den Wissenschaften  
Wilhelmstraße 19  
72024 Tübingen  
[www.izew.uni-tuebingen.de](http://www.izew.uni-tuebingen.de)

Leitung: Regina Ammicht Quinn  
07071 29 77 983  
[regina.ammicht-quinn@uni-tuebingen.de](mailto:regina.ammicht-quinn@uni-tuebingen.de)

Ansprechpartnerin: Céline Gressel  
07071 29 75680  
[celine.gressel@izew.uni-tuebingen.de](mailto:celine.gressel@izew.uni-tuebingen.de)



Link zur Website des IZEW:



# Literaturverzeichnis

Clarke, Adele E.; Keller, Reiner [Hrsg.] (2012): Situationsanalyse. Grounded Theory nach dem Postmodern Turn, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Diener, Ed (2000): Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index, in: American psychologist 55 (1), S. 34-43.

Diefenbach, Sarah; Hassenzahl, Marc (2017): Psychologie in der nutzerzentrierten Produktgestaltung. Mensch-Technik-Interaktion-Erlebnis. Berlin: Springer-Verlag.

Lenz, Eva; Diefenbach, Sarah; Hassenzahl, Marc (2014): Aesthetics of interaction: a literature synthesis. In Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational (NordiCHI '14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 628–637. DOI:<https://doi.org/10.1145/2639189.2639198>

Strauss, Anselm; Corbin, Juliet M. [Hrsg.] (1997): Grounded theory in practice. Thousand Oaks: Sage.



theHiveLAB