

Vorlauf- forschung

2024

Vorwort Vorlaufforschung 2024



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

als wir 2013 Technische Hochschule wurden und seitdem einen Teil unseres Haushalts als „TH-Mittel“ vom Ministerium zugewiesen bekommen, haben wir aus diesen Mitteln mit der Vorlaufforschung eine interne Förderlinie etabliert. Diese hat das Ziel, neue Forschungsaktivitäten an unserer Hochschule zu initiieren und somit die Forschung zu stärken. Die jährliche Ausschreibung richtet sich dabei sowohl an Neuberufene oder bislang erst wenig in der Forschung aktive Professorinnen und Professoren als auch an bereits vergleichsweise gut etablierte Forschende, die teilweise schon in Instituten unserer Hochschule organisiert sind. Die Vorlaufforschung soll es Professorinnen und Professoren der Ohm ermöglichen, ein neues Forschungsthema so weit zu bearbeiten, dass die Aktivitäten in einem öffentlich geförderten Projekt weitergeführt werden können.

Für das Jahr 2024 sind insgesamt 25 Anträge auf Förderung eines Vorlaufforschungsprojektes eingegangen. Erfreulicherweise konnten die zur Verfügung stehenden Vorlaufforschungsmittel 2024 durch Drittmittel aufgestockt werden, die im Rahmen eines Projekts unseres Zentrums für Künstliche Intelligenz (KIZ) zur Verfügung standen. Dadurch war es möglich, 2024 mehr Projekte zu fördern als üblicherweise in den letzten Jahren. Wie in den vergangenen Jahren bewertete eine interdisziplinär aus Mitgliedern des Sachverständigenausschusses Wissens- und Technologietransfer sowie weiteren Professorinnen und Professoren zusammengesetzte Begutachtungsgruppe die eingegangenen Anträge und wählte für 2024 zwölf Projekte für eine Förderung aus. Die Projekte wurden mit insgesamt 410.830 Euro unterstützt.

Die im Berichtsjahr behandelten Themen zeigen wieder das breite Forschungsspektrum und verteilten sich 2024 gleichmäßig auf die vier großen Forschungsschwerpunkte unserer Hochschule. Jeweils drei Projekte können den Forschungsschwerpunkten „Digitalisierung und Künstliche Intelligenz“, „Energie und Ressourcen“, „Materialien und Produktionstechnik“ und „Soziale und ökonomische Transformation“ zugeordnet werden. Fragestellungen aus der Chemie oder der Elektrotechnik sind genauso dabei, wie solche aus den Fakultäten Architektur oder Sozialwissenschaften, aus denen 2024 gleich zwei beziehungsweise vier Projektgruppen kamen.

Allen Projekten gemein ist die Anwendungsnähe, die die Forschung an der Ohm ganz allgemein kennzeichnet und auf deren Basis mit dem vor Ihnen liegenden Band beziehungsweise dem geöffneten Dokument einmal mehr beeindruckende wissenschaftliche Ergebnisse entstanden sind, zu denen den beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu gratulieren ist und die dazu beitragen, das Forschungsprofil unserer Hochschule weiter zu schärfen.

Neue Möglichkeiten und neue Betätigungsfelder für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Hochschule entstanden in den letzten Monaten sowohl westlich als auch östlich von unserem Stammgelände am Keßlerplatz. Im Westen von Nürnberg, „Auf AEG“, werden nun alle Forschenden der Ohm in unserem neu entstandenen Ohm Innovation Center die Möglichkeit haben, Laborflächen für Drittmittelprojekte belegen zu können und sich in dem modernen Gebäude interdisziplinär mit Kolleginnen und Kollegen aus anderen Fachgebieten zu vernetzen. Östlich von uns in Lauf im Landkreis Nürnberger Land konnten wir im Juni unser Technologietransferzentrum (TTZ) „smart people | smart production“ eröffnen. Dort beschäftigt sich eine ganze Gruppe von Professorinnen, Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitenden mit Fragestellungen aus den regionalen Unternehmen und Institutionen und kommt so unserer Dienstaufgabe des Transfers nach.

Hoffentlich werden auch die in diesem Band zusammengefassten Untersuchungen ihre Fortsetzung in interessanten Forschungs- oder Transferprojekten finden. Dass die gezeigten Ergebnisse hochspannend sind und eine Weiterverfolgung der Ideen aussichtsreich erscheint, werden Sie beim Lesen sicherlich selbst feststellen. Ich wünsche Ihnen Erkenntnisgewinn und viel Freude beim Studium der Berichte. Tauchen Sie ein in einen kleinen Ausschnitt der vielfältigen Aktivitäten der Forschenden unserer Hochschule.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tilman Botsch'.

Inhalt

Vorlaufforschung 2024

Vorwort Vorlaufforschung 2024	3
Prof. Dr. Tilman Botsch Vizepräsident für Forschung und Transfer	
ConstantTorque – Voruntersuchung von asymmetrischen Rotorstrukturen der Synchron-Reluktanzmaschine zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit	6
Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz Michael Schmidt, M. Eng. Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik / Institut für leistungselektronische Systeme ELSYS	
Evidenzbasierte Drogennotfallhilfe (EviDroN) – Etablierung von „Geschützten Räumen“ für Konsument*innen	33
Prof. Dr. Christian Ghanem Tamara Wild, B. A. Fakultät Sozialwissenschaften	
L4BatteryLife – Anwenderabhängige Optimierung des Batteriemanagements beim hochautomatisierten Fahren	47
Prof. Dr. Timo Götzelmann Fakultät Informatik / Nuremberg Campus of Technology (NCT)	
GreenFaCe – Einsatz von Robotik zur Automatisierung von Pflegearbeiten bei wandgebundener Fassadenbegrünung	55
Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner Fakultät Architektur Prof. Dr.-Ing. Michael Koch Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP) Prof. Dr. Ronald Schmidt-Vollus Nuremberg Campus of Technology / Automatisierungstechnik (NCT OHM AUT)	
HolzREGIO	72
Prof. Frank Lattke Fakultät Architektur / Professur für Baukonstruktion und Digitale Fabrikation mit Schwerpunkt Holzarchitektur	

„Sind Insta(gram)moms die modernen Erziehungsberater*innen?“	82
Prof. Dr. Robert Lehmann Aleksandra Poltermann, M. A. Jelena Scheider, M. Sc. Fakultät Sozialwissenschaften / Institut für E-Beratung	
Implementation von Gewaltschutzkonzepten – Schutzkonzepte in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe: Stand der Umsetzung und Unterstützungsbedarf im Praxistransfer (ImSchutz)	121
Prof. Dr. Simone Pfeffer Prof. Dr. Christina Storck Teresa Wagner, M. A. Franziska Simon-Erhardt, M. A. Fakultät Sozialwissenschaften	
Ehrenamt in der Gemeinde. Die Sicht der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister. Chancen und Grenzen aus Sicht der kommunal Verantwortlichen in Bayern.	143
Prof. Dr. Doris Rosenkranz Enya Buchner, M. A. Edmund Görtler, Dipl.-Pol. Fakultät Sozialwissenschaften	
IF4D – Designer-freundliches Entwicklungssystem für interaktive Geschichten	158
Prof. Dr. Bartosz von Rymon Lipinski Senta Mandutz, M. Sc. Fakultät Informatik / Interactive Media Technology Research Lab	
Trimpa – Realisierung von Vorarbeiten zur Stellung eines Forschungsantrages zur Analyse des Tropfenimpakts	162
Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer Fakultät für Angewandte Chemie	
Umweltabbaubare Silicontenside	175
Prof. Dr. Dennis Troegel Jennifer Kowohl, M. Sc. Fakultät Angewandte Chemie / Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP)	

ConstantTorque – Voruntersuchung von asymmetrischen Rotorstrukturen der Synchron-Reluktanzmaschine zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit

Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz

Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik / Institut für leistungselektronische Systeme ELSYS

Michael Schmidt, M. Eng.

Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik / Institut für leistungselektronische Systeme ELSYS

Zusammenfassung:

Im Projekt „ConstantTorque“ wurde die Optimierung der Rotorgeometrie von Synchron-Reluktanzmaschinen (SynRM) mit asymmetrischen Rotorstrukturen untersucht, mit dem Ziel die Drehmomentwelligkeit zu reduzieren. Hierfür wurde analysiert, ob analytische Ansätze genutzt werden können, um den Parameterraum für eine nachfolgende FEM-Simulationen effektiv zu reduzieren. Die FEM-Analyse ermöglicht eine detaillierte Untersuchung der magnetischen Flussverteilung und deren Einfluss auf die Drehmomentwelligkeit. Durch gezielte Anpassungen des Öffnungswinkels der Flussbarrieren im Rotor kann die Drehmomentwelligkeit minimiert werden, ohne das mittlere Drehmoment zu stark zu beeinträchtigen. Die Verwendung von asymmetrischen Flussbarrieren zeigt das Potenzial für eine effiziente Optimierung einer SynRM.

1. Projektdaten

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Juni bis November 2024
Fakultät/Einrichtung	Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik / Institut für leistungselektronische Systeme ELSYS
Projektleitung	Prof. Dr.-Ing. Armin Dietz
Projektteam	Michael Schmidt, M. Eng.
Kontakt Daten Projektleitung	armin.dietz@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Die Synchron-Reluktanzmaschine (SynRM) stellt einen zukunftsweisenden und nachhaltigen Elektroantrieb dar. Der Antrieb wird aktuell vor allem in Anwendungen wie Lüftern und Pumpen eingesetzt. Grund hierfür ist die ausgeprägte Drehmomentwelligkeit (Drehmomentschwankung bezogen auf das Nennmoment, vgl. Abbildung 2), die ein Hindernis für eine Etablierung in weiteren Anwendungen darstellt. Der Maschinentyp bietet zahlreiche Vorteile, darunter der Verzicht auf Seltene-Erden-Magnete (NdFeB-Magnete), was die SynRM nachhaltiger und unabhängiger von geopolitischen und wirtschaftlichen Schwankungen macht [1]. Des Weiteren besitzen Synchron-Reluktanzmaschinen im Teillastbereich einen höheren Wirkungsgrad als etablierte Asynchronmaschinen (ASM), da im Rotor nahezu keine Ummagnetisierungs-Verluste und keine Stromwärmeverluste entstehen. Angesichts der stetig steigenden Anforderungen an die Energieeffizienz ist der Einsatz dieser Maschinenart fast unumgänglich.

Der innere Aufbau der Maschine ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Stator der Maschine unterscheidet sich nicht von anderen elektrischen Maschinentypen. Durch den Verzicht auf Permanentmagneten bestehen die magnetisch aktiven Teile im Rotor lediglich aus Elektroblech.

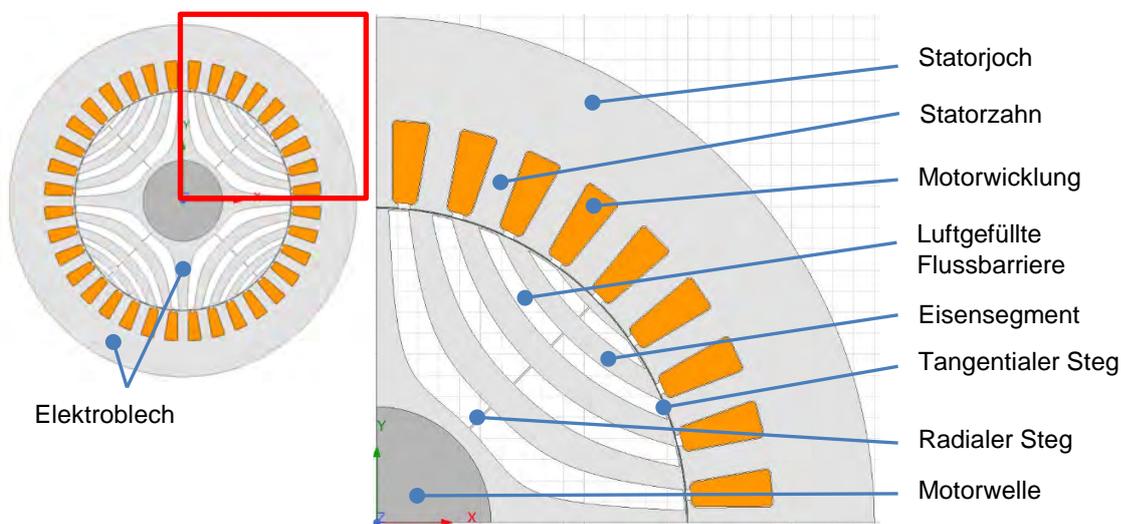


Abbildung 1: Innerer Aufbau einer Synchron-Reluktanzmaschine. Bild: Michael Schmidt

Aus dem abgeschlossenen Forschungsprojekt SynchronBlow sind weitergehende Erkenntnisse sowohl zur magnetischen als auch zur mechanischen Auslegung einer Synchron-Reluktanzmaschine entstanden. Ein noch nicht vollständig gelöstes Problem bei diesem Maschinentyp ist die deutlich ausgeprägte Drehmomentwelligkeit. Ein beispielhafter Verlauf des Drehmomentes ist in Abbildung 2 zu sehen.

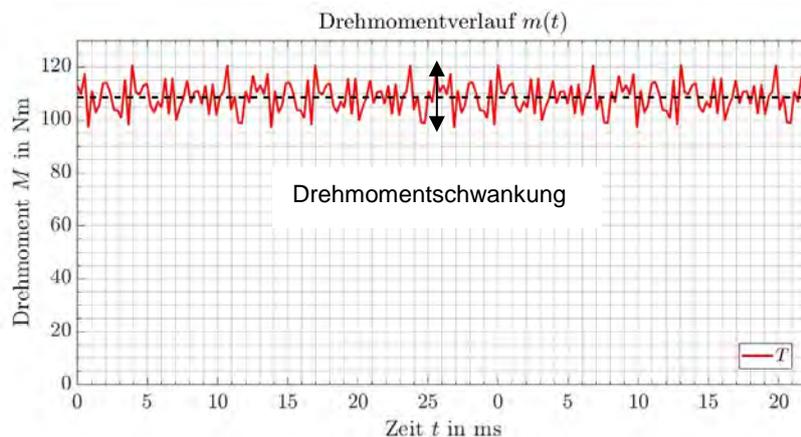


Abbildung 2: Drehmomentverlauf einer optimierten Synchron-Reluktanzmaschine. Bild: Michael Schmidt

Das Drehmoment einer elektrischen Maschine entsteht als Folge der elektromagnetischen Kraft. Diese Kraft wird häufig mit der Lorentzkraft, als Wechselwirkung zwischen einem magnetischen Feld und einem stromdurchflossenen Leiter, beschrieben. Ursache für die auftretenden Kraftschwankungen sind unter anderem magnetische Feldeinbrüche innerhalb der Maschine. Auf diese Tatsache wird im Rahmen dieses Sachberichtes noch im Detail eingegangen.

Die Folgen dieser Drehmomentschwankungen sind zusätzliche Geräusche sowie Kraftstöße, die auf die antreibende Anwendung übertragen werden. Dies kann zu vorzeitigem Verschleiß und im schlimmsten Fall zu Schäden an der Anwendung führen. Eine zusätzliche Geräuschentwicklung kann ebenfalls störend sein. Aus diesem Grund ist der Einsatzbereich dieses Maschinentyps vor allem auf den Antrieb von Ventilatoren und Pumpen beschränkt. Hier können die Kraftstöße und auch die Geräuschentwicklungen meist toleriert werden und sind daher nicht betriebskritisch.

Die Vorteile des langlebigen Antriebs ohne Permanentmagneten sowie der höhere Wirkungsgrad gerade im Teillastbereich, wären für viele Anwendungen wünschenswert, sind aber aufgrund der ausgeprägten Drehmomentwelligkeit derzeit nicht realisierbar. Somit steht die wissenschaftliche Frage offen, wie in Hinblick auf höchste Energieeffizienz die Reduktion der Drehmomentwelligkeit herbeigeführt werden soll, um damit eine Etablierung der Maschinenart für weitere Anwendungsgebiete zu ermöglichen und ressourcenschonende Antriebe weiterzuentwickeln.

Nach dem aktuellen Stand der Technik, wird zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit der Stator oder Rotor der Maschine geschrägt oder gestaffelt. Eine beispielhafte Staffelung des Rotors ist in folgender Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: CAD-Darstellung einer V-förmigen Staffelung des Rotors einer vierpoligen SynRM. Abbildung des gesamten Rotors (links), vergrößerte Darstellung der verdrehten Flussbarrieren und Eisensegmente (rechts). Bild: Michael Schmidt

Bei der Staffelung wird der Rotor in mehrere Teilsegmente unterteilt, die wiederum um einen definierten Winkel zueinander verdreht werden. Dieses Vorgehen ist meist ein zusätzlicher und gerade bei der feinen Rotorstruktur der Synchron-Reluktanzmaschine, aufwändiger Fertigungsschritt und reduziert zudem das mittlere Drehmoment beziehungsweise die Energieeffizienz bei gleichem Bauraum.

In dem Forschungsvorhaben hat sich gezeigt, dass ohne diese Maßnahmen die Synchron-Reluktanzmaschine eine erhebliche Drehmomentwelligkeit aufweist (siehe Abbildung 2). Die Welligkeit kann bei einer Spitze-zu-Spitze-Betrachtung auch in der Größenordnung des Nennmomentes der Maschine liegen. Somit ist ohne weitere Optimierung eine Drehmomentwelligkeit von bis zu 100 Prozent möglich [2].

Nachdem die Ausgangslage beschrieben wurde, werden im Folgenden alternative Möglichkeiten zur Staffelung vorgestellt.

Alternative Rotorblechschnitte

Wie im vorherigen Abschnitt bereits erwähnt, wird nach aktuellem Stand der Technik das Stator- oder Rotorblechpaket geschrägt oder diskret gestaffelt ausgeführt. Dieser Schritt stellt einen zusätzlichen und auch aufwändigen Fertigungsschritt dar. Das Drehmoment einer elektrischen Maschine setzt sich nach [3] aus folgenden drei Anteilen zusammen:

- Lorentzkraft
- Kraft durch variable Reluktanz (variable magnetische Leitfähigkeit)
- Kraft durch Magnetostriktion

Wird der Anteil der Magnetostriktion, der den Einfluss einer Längenänderung aufgrund des magnetischen Kräfteintrags beschreibt, vernachlässigt und nur der Anteil der Lorentzkraft sowie der variablen magnetischen Leitfähigkeit berücksichtigt, so kann mit folgender Gleichung in Abhängigkeit des Strombelags A , der magnetischen Flussdichte B_s und der Ableitung des magnetischen Leitwertes χ das Drehmoment berechnet werden.

$$m(t) = -\frac{D_s}{2} \cdot I_m \cdot \left[\frac{D_s}{2} \cdot \int_0^{2\pi} B_\varphi(t, x) \cdot A(t, x) dx + \frac{1}{2} \cdot \int_0^{2\pi} \chi \cdot B_\varphi(t, x) dx \right]$$

Die Staffelung von Maschinenteilen hat einen Einfluss auf die ortsabhängige magnetische Leitfähigkeit des Stators beziehungsweise des Rotors. Die magnetische Leitfähigkeit des Rotors ist abhängig von der Rotorblechgeometrie. In [4] werden alternative Rotorschnitte einer permanentmagnetunterstützten Synchron-Reluktanzmaschine vorgestellt. Hier wird ein Rotorkonzept mit zwei verschiedenen Rotorblechschnitten vorgestellt. Dieser Rotor wird als „Romeo und Julia-Rotor“ bezeichnet. Die Rotorschnitte besitzen beide die gleiche Anzahl an Flussbarrieren, unterscheiden sich aber in dem Öffnungswinkel der Flussbarrieren. Der Romeo-Schnitt hat einen Öffnungswinkel kleiner 45° und der Julia-Schnitt einen Öffnungswinkel größer 45° bezogen auf die q-Achse des rotorseitigen Koordinatensystems. Ein Beispiel in Anlehnung an [4] ist in Abbildung 4 dargestellt.

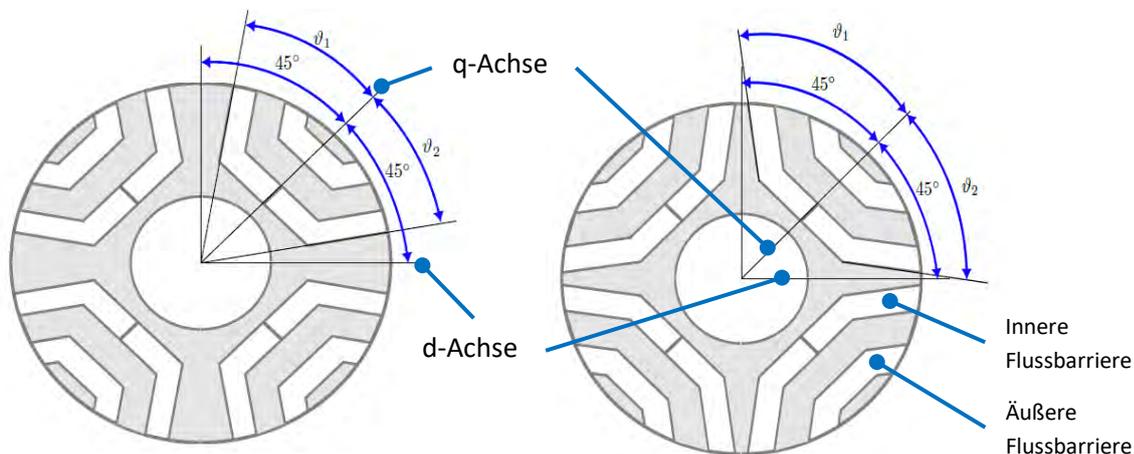


Abbildung 4: Blechschnitt mit kleinem Öffnungswinkel „Romeo“ (links), Blechschnitt mit großem Öffnungswinkel „Julia“ (rechts). Bild: Michael Schmidt in Anlehnung an [4]

Aus diesen beiden Blechschnitten werden einzelne Blechpakete hergestellt und axial abwechselnd auf der Rotorwelle montiert. Der Winkel, der hier im Beispiel gezeigten inneren und äußeren Flussbarriere kann unterschiedlich ausfallen. Es entstehen hierdurch zur q-Achse symmetrische Anordnungen der Flussbarrieren. Nachteil dieser Methode ist, dass für die Herstellung der Maschine zwei verschiedene Rotorbleche benötigt werden, die jeweils ausgelegt werden müssen. Eine Weiterentwicklung und auch Vereinfachung für die Maschinenfertigung ist der in Abbildung 5 dargestellte Machaon-Schnitt. Diese Variante wird ebenfalls in [4] vorgestellt. Er vereint den „Romeo und Julia“ Schnitt in einem Blechschnitt.

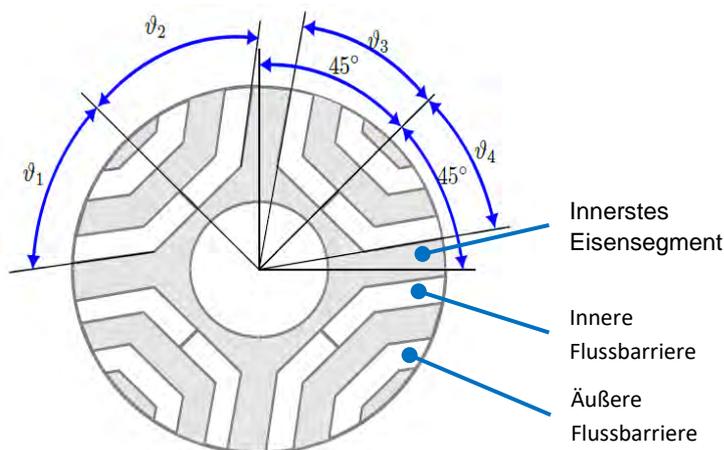


Abbildung 5: Machao-Schnitt. Bild: Michael Schmidt in Anlehnung an [4]

Die magnetischen Pole des Rotorschnittes werden abwechselnd mit einem kleineren und einem größeren Öffnungswinkel (vgl. ϑ_1 bis ϑ_4) entworfen. Auch hier können die Winkel zwischen der inneren und äußeren Flussbarriere zusätzlich variieren. Wie in Abbildung 5 zu erkennen ist, kann hierdurch eine Verschiebung des innersten Eisensegmentes entstehen.

Durch die Verschiebung der Rotorzahnposition wird die magnetische Leitfähigkeit am Umfang des Rotors beeinflusst. Das durch die stromdurchflossenen Spulen generierte Magnetfeld breitet sich nach dem kürzesten und energetisch günstigsten und damit magnetisch leitfähigsten Weg aus. Die magnetische Leitfähigkeit am Umfang des Rotors beeinflusst somit die Ausbreitung des resultierenden Magnetfeldes im Luftspalt sowie im Rotorblech. Dies hat nach der bereits vorgestellten Drehmomentgleichung einen Einfluss auf den zeitlichen Drehmomentverlauf der Maschine. Durch eine gezielte Schrägung oder Änderung des Öffnungswinkels der Flussbarrieren können so zusätzlich auftretende Drehmomentschwingungen reduziert werden und so die Drehmomentwelligkeit reduziert werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht nun darin, den Öffnungswinkel der Flussbarrieren asymmetrisch auszuführen. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 6 dargestellt.

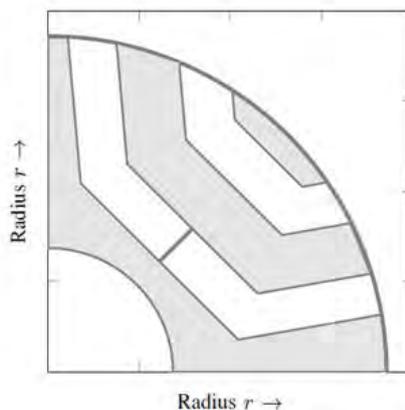


Abbildung 6: Ausschnitt eines magnetischen Rotorpoles mit asymmetrischen Flussbarrieren. Bild: Michael Schmidt in Anlehnung an [5]

Mit dieser Erweiterung können die Flussbarrieren asymmetrisch zur q-Achse ausgerichtet werden. Es entsteht damit ein weiterer Freiheitsgrad im Rotordesign. Außerdem wird weiterhin nur ein Blechschnitt für den Rotor benötigt. In [5] wird bei einer asymmetrischen Flussbarrierenform angeführt, dass der Rotor axial in diskrete Blechpakete aufgeteilt wird und diese um 180° zueinander gedreht auf der Motorwelle montiert werden. Exemplarisch ist dieses Vorgehen in folgender Abbildung 7 zu sehen.



Abbildung 7: Verdrehung und Montage der Blechpakete auf der Motorwelle. Bild: Michael Schmidt

Durch die Verdrehung um 180° wird auch eine drehrichtungsabhängige Drehmomentwelligkeit verhindert. In [6] wird nach einem vergleichbaren Vorgehen eine Synchron-Reluktanzmaschine als Traktionsantrieb ausgelegt und hinsichtlich der Drehmomentwelligkeit optimiert. Weiter wird angeführt, dass auf eine Verdrehung um 180° verzichtet werden kann, da in der Anwendung als Traktionsantrieb eine dominante Drehrichtung für das Vorwärtsfahren benötigt wird. Beim Zurücksetzen des Fahrzeuges bei eher niedrigen Geschwindigkeiten wird daher die etwas erhöhte Drehmomentwelligkeit akzeptiert.

Weiterführend wird in [5] der Designprozess zur asymmetrischen Flussbarrierenstruktur vorgestellt, die auf einer FEM-basierten Optimierung beruht. Bei den hier vorgestellten alternativen Rotorschnitten muss im Auslegungsprozess der optimale Flussbarrierenwinkel gefunden werden. Hierfür wurde im Rahmen der Vorlauforschung ein analytischer Ansatz zum Abschätzen des optimalen Flussbarrierenwinkels untersucht, um den Parameterraum möglichst einzugrenzen.

3. Ziele des Forschungsprojekts

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, werden für die Ermittlung eines optimalen Flussbarrierenwinkels aktuell eine FEM-Studie und eine FEM-Optimierung durchgeführt. Im Rahmen der Vorlauforschung „ConstantTorque“ wurde ein analytischer Ansatz untersucht, mit dem ebenfalls der optimale Flussbarrierenwinkel berechnet werden soll. Weiterführend wurde mit Hilfe der analytischen Beschreibung der Einfluss des Leitwertverlaufes auf die Drehmomentwelligkeit beschrieben und modelliert.

Ein weiteres Ziel ist zu untersuchen, wie weit die Drehmomentwelligkeit mit asymmetrischen Rotorstrukturen, im Vergleich zur Rotorstaffelung, reduziert werden kann und wie sich diese Methode auf die Höhe des mittleren Drehmomentes auswirkt.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Herangehensweise und die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt. Zuerst wird der analytische Ansatz zur Berechnung des magnetischen Luftspaltfeldes sowie der Berechnung des Drehmomentes erläutert. Weiterführend werden der zu untersuchende Parameterraum definiert und die Ergebnisse der analytischen Berechnung vorgestellt. Anschließend werden die Optimierung durch eine FEM-basierte Parameterstudie durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert.

Als Grundlage der Untersuchung dient eine Synchron-Reluktanzmaschine mit dem in Abbildung 8 dargestellten Maschinenschnitt.

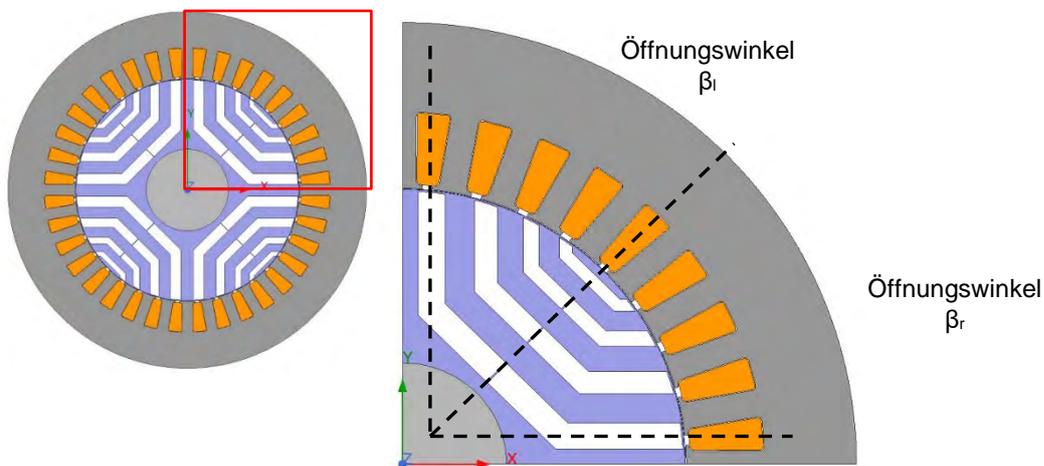


Abbildung 8: Maschinenschnitt der zu untersuchenden Synchron-Reluktanzmaschine. Bild: Michael Schmidt

Analytische Beschreibung des magnetischen Flussdichteverlaufes im Luftspalt der Synchron-Reluktanzmaschine

Im Rahmen der analytischen Betrachtung wird die magnetische Flussdichte im Luftspalt zwischen dem stehenden Stator und dem sich rotierenden Rotor modelliert. Für die Stromverteilung längs des Maschinenumfangs x wird der Strombelag A je Maschinenstrang mit Hilfe einer Fourier-Reihe in Abhängigkeit der vorgegebenen Ordnungen ν beschrieben. Der Strombelag tritt hierbei innerhalb der Statornut auf. Der Abstand der Statornuten wird durch die Nutteilung τ_Q berücksichtigt.

$$A_{\text{str.}}(t, x) = \sum_{|\nu|=1,2,3,\dots}^{\infty} \hat{A} \cdot i(t) \cdot e^{j\nu\tau_Q} \cdot e^{j\nu x}$$

Der Strombelag A beschreibt die magnetische Durchflutung Θ je Längeneinheit x am Umfang des Luftspaltes [7]. Für die Fourier-Reihe wird die Amplitude des Strombelages in Abhängigkeit der Windungszahl N , der Nutschlitzbreite s_Q und der Ordnungszahl ν , wie folgt berechnet:

$$\hat{A} = \frac{N}{2\pi} \cdot \frac{\sin\left(\nu \cdot \frac{s_Q}{2}\right)}{\nu \cdot \frac{s_Q}{2}}$$

Der Strombelag aller Maschinenstränge m wird anschließend addiert und man erhält den gesamten Strombelag der elektrischen Maschine:

$$A = \sum_1^m A_{\text{str.}}(t, x)$$

Der Strombelag für eine Stromamplitude von 66,5 A zum Zeitpunkt $t = 0$ s eines dreisträngigen Systems ist in Abbildung 9 dargestellt.

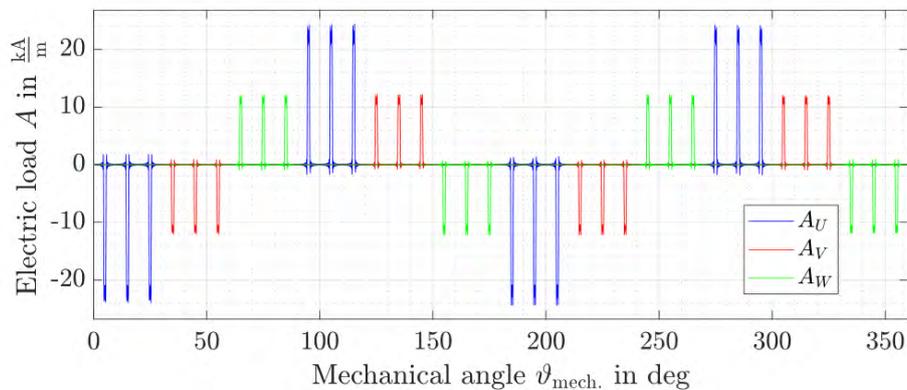


Abbildung 9: Strombelag zum Zeitpunkt $t = 0$ s für eine Stromamplitude von 66,5 A. Bild: Michael Schmidt

Durch die Integration des Strombelags über die Umfangskoordinate x kann die magnetische Durchflutung Θ und die dazugehörige Grundwelle bestimmt werden (siehe Abbildung 10).

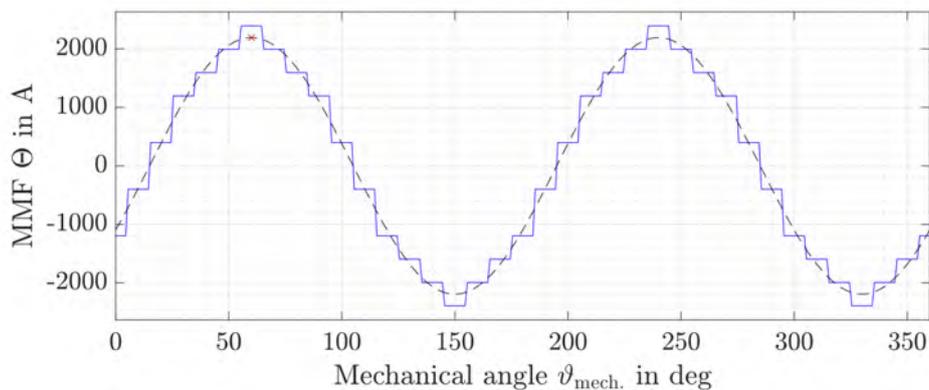


Abbildung 10: Magnetische Durchflutung (MMF) Θ (blau), Grundwelle (schwarz), α -Achse des Stators (roter Stern). Bild: Michael Schmidt

Wie bereits erwähnt hat der magnetische Leitwertverlauf des Stators und des Rotors einen Einfluss auf den entstehenden Drehmomentverlauf sowie auf die Drehmomentwelligkeit. Die magnetischen Feldlinien breiten sich nach dem energetisch günstigsten Pfad in der Maschine aus. Da das verwendete Elektroblech eine deutlich höhere Leitfähigkeit als Luft aufweist, werden die Feldlinien sich vor allem entlang des Elektrobleches (Statorjoch, Statorzahn sowie die Eisensegmente im Rotor) ausbreiten. Betrachtet man den Feldlinienverlauf entlang des Umfangs, so ist festzustellen, dass im Bereich der Statornut das magnetische Feld im Vergleich zu den benachbarten Statorzähnen abfällt. Dieser Effekt ist auf eine Verringerung der magnetischen Leitfähigkeit zurückzuführen und wird als Nutungseinfluss bezeichnet. Da dieser Feldeinbruch auch Auswirkungen auf den Verlauf des zeitlichen Drehmomentes hat, wurde in der Modellierung der Nutungseinfluss mitberücksichtigt.

Zur Bestimmung des Nutungseinflusses sind bereits viele Berechnungsvorschriften und Ansätze bekannt. Sie bauen auf den Ansatz von Carter [8, 9] auf, der die Berücksichtigung des Feldeinbruches über eine fiktive Vergrößerung der Luftspaltbreite beschreibt. Für die Modellierung des statorseitigen Nutungseinflusses wurde der Ansatz nach Kolbe [10] und für den rotorseitigen Nutungseinfluss der Ansatz nach Heller, Hamata [11] gewählt. Das Vorgehen nach den gewählten Ansätzen wird im Folgenden vorgestellt.

Nach Richter [12] wird für die Modellierung die Annahme einer unendlich tiefen Nut getroffen. Die magnetische Flussdichte ist in der Mitte des Statorzahnes maximal und in der Mitte der Nut minimal. Es wird für die Berechnung folgendes Verhältnis β mit der Variablen u eingeführt.

$$\beta = \frac{B_{\max} - B_{\min}}{2 \cdot B_{\max}} = \frac{1 + u^2 - 2u}{2 \cdot (1 + u^2)}$$

Die Variable u ist nach [12] wie folgt definiert.

$$u = \frac{s}{2\delta} + \sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\delta}\right)^2}$$

Nach Einsetzen von u in β und einer anschließenden Umformung kann β wie folgt in Abhängigkeit von der Nutbreite s und der Luftspaltbreite δ berechnet werden.

$$\beta = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\delta}\right)^2}} \right)$$

In den folgenden Ansätzen von Kolbe und Heller, Hamata wird anhand von numerischen Feldberechnungen der Feldeinbruch durch eine cos-Funktion nachgebildet. Es wird hiermit der normierte Leitwertverlauf berechnet. Innerhalb des Stator- oder Rotorzahns wird der normierte Leitwert auf 1 gesetzt. Im Bereich der Nut wird dieser dann mit der cos-Funktion berechnet. Die folgenden Gleichungen sind zum Teil aus Studien mit konformen Abbildungen entstanden. Nach dem Ansatz von Kolbe [10, S. 111f.] gilt folgende Gleichung zur Berechnung des normierten Leitwertes:

$$\lambda(\vartheta) = 1 \text{ außerhalb der Nut}$$

$$\lambda(\vartheta) = 1 - \beta - \beta \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{b_0} \cdot \vartheta\right) \text{ für } \frac{b_z}{2} \leq \vartheta \leq \frac{b_z}{2} + b_0$$

Mit dem von Kolbe empirisch ermittelten Winkelmaß b_0 , welches vom Bohrungsradius R_s , der Nutschlitzbreite s und der Luftspaltweite δ abhängt:

$$b_0 = \frac{s}{R_s} \cdot \left\{ 1 + \left[0,8 + 10^{-4} \cdot \left(\frac{s}{\delta} - 6\right)^4 \right] \cdot e^{\left[\frac{-1}{8,5} \left(\frac{s}{\delta} - 0,9\right)\right]} \right\}$$

Die Zusammensetzung der einzelnen Teilbereiche der abschnittsweisen definierten Funktion ist in Abbildung 11 dargestellt.

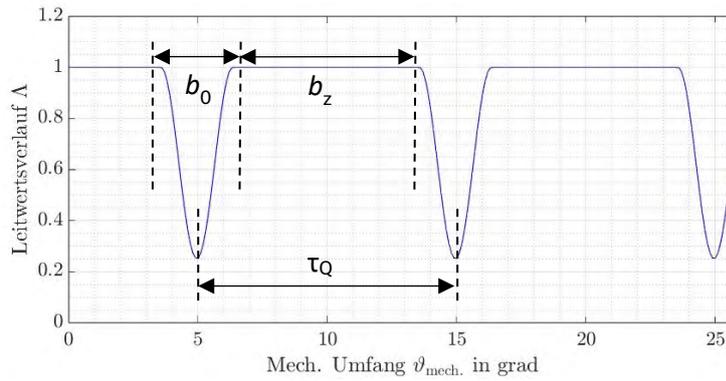


Abbildung 11: Zusammensetzung des statorseitigen normierten Leitwertverlauf. Bild: Michael Schmidt

In Abbildung 12 ist der normierte Leitwertverlauf des Stators über einen mechanischen Umfang abgebildet. Ergänzend kann die Sättigung der Statorzähne mit einem Sättigungsfaktor berücksichtigt werden. Hierbei

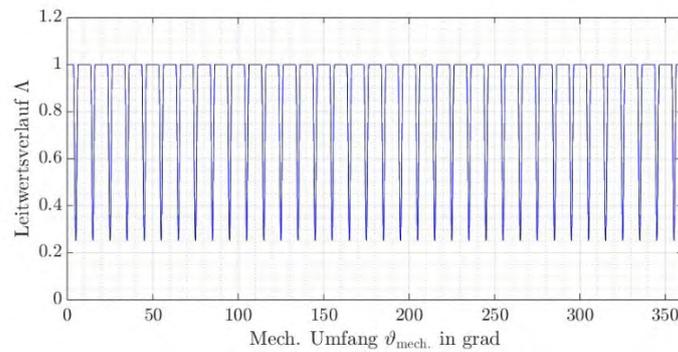


Abbildung 12: Normierter Leitwertverlauf des Stators. Bild: Michael Schmidt

wird in Abhängigkeit der magnetischen Durchflutung (siehe Abbildung 10) über die materialabhängige BH-Kennlinie die relative Permeabilität ermittelt.

$$\mu_r(t, x) = \frac{B(t, x)}{\mu_0 \cdot H(t, x)}$$

Über den Umfang verändert sich die relative Permeabilität, sodass lokale Maxima und lokale Minima zu finden sind. Die positions- und durchflutungsabhängige relative Permeabilität wird anschließend ins Verhältnis zur maximalen auftretenden relativen Permeabilität gesetzt. Hierdurch ergibt sich eine normierte Permeabilität, die mit dem vorhandenen normierten Leitwertverlauf multipliziert werden kann. Das Ergebnis des sättigungsabhängigen normierten Leitwertverlaufes des Stators ist in Abbildung 13 zu sehen.

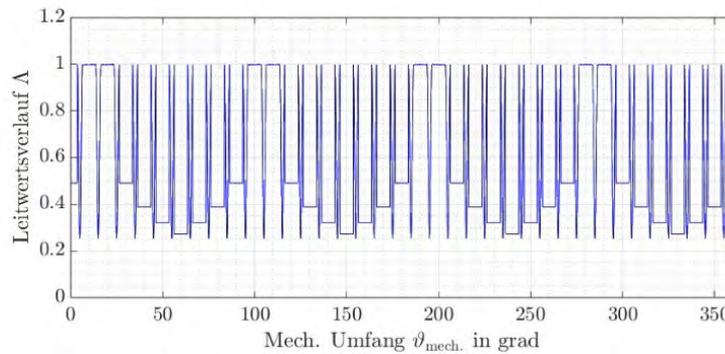


Abbildung 13: Normierter Leitwertverlauf des Stators mit Berücksichtigung der Zahnsättigung. Bild: Michael Schmidt

Im Weiteren wird die Modellierung des rotorseitigen normierten Leitwertverlaufes nach dem Ansatz von Heller und Hamata [11, S. 60] vorgestellt. Wie bereits beschrieben, baut der Ansatz ebenfalls auf der Berechnung von Carter auf. Ähnlich dem Ansatz von Kolbe wird der Feldeinbruch über der Nut durch eine cos-Funktion nachgebildet. Es wird dargelegt, dass im Gegensatz zu dem Ansatz nach Weber [13] sich der Feldeinbruch nicht auf die gesamte Nut ausbreitet, sondern, ausgehend von der Mitte der Nut, auf das 0,8-fache [11, S. 58 f.]. Dies wird durch den Zusatz $\vartheta_0 = 0,8$ realisiert.

$$\lambda(\vartheta) = 1 \text{ außerhalb der Nut}$$

$$\lambda(\vartheta) = 1 - \beta + \beta \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{2 \cdot \vartheta_Q \cdot s_Q} (\vartheta - \vartheta_1)\right) \text{ für } \vartheta_1 \leq \vartheta \leq \vartheta_2$$

In der folgenden Abbildung 14 ist der normierte Leitwertverlauf des Rotors über den Rotorumfang dargestellt. Hervorzuheben ist, dass aufgrund nicht äquidistanter Nutabstände (vgl. Rotorschnitt in Abbildung 8) sich der Leitwertverlauf im Vergleich zum Stator verändert.

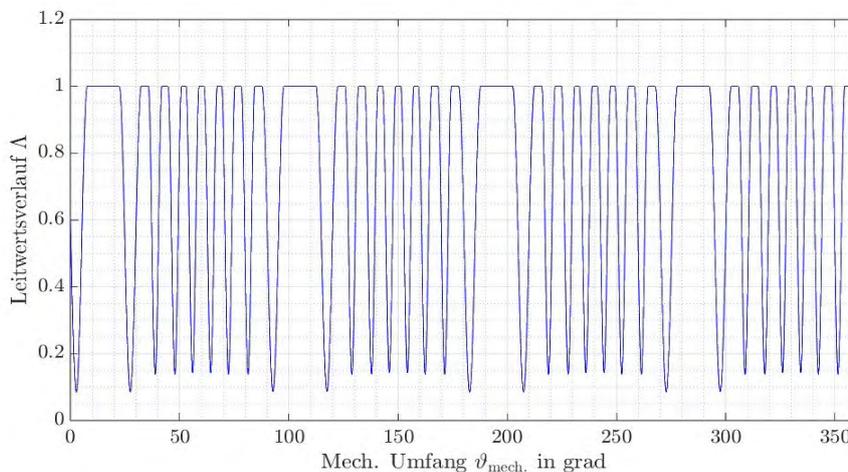


Abbildung 14: Normierter Leitwertverlauf des Rotors. Bild: Michael Schmidt

In [7, S. 214] wird die Berechnung des elektromagnetischen Drehmomentes mit variablem Luftspalt vorgestellt. Hierbei wird zur Realisierung des Reluktanzunterschiedes ein variabler Luftspalt mit folgender Gleichung modelliert:

$$\frac{1}{\delta(t,x)} = \frac{1}{\delta} \cdot \left(1 + \lambda \cdot \sin\left(\frac{2x\pi}{\tau_p} - 2\omega t - \varphi_i\right) \right)$$

Hierbei ist die sinus-förmige Luftspaltmodellierung von dem Reluktanzparameter λ abhängig, der wiederum von der Schenkeligkeit zwischen der d- und q-Achse abhängig ist. Dieser Ansatz wurde für die Leitwertmodellierung mit herangezogen und wie folgt angepasst:

$$\lambda_1 = \hat{\lambda} \cdot \sin(2px - \varphi) + \lambda_0$$

Mit der dargestellten Gleichung wird die Grundwelle der rotorseitigen Leitwertswelle berechnet. Hierbei sind die Amplitude und der Mittelwert zunächst frei wählbar und stellen bei der Modellierung zwei Freiheitsgrade dar. Wird der Mittelwert auf 0,4 und die Amplitude auf 0,1 gesetzt und auf den normierten Leitwertverlauf aus Abbildung 14 mit aufmodelliert, so erhält man den vollständigen normierten Leitwertverlauf des Rotors, der in folgender Abbildung 15 dargestellt ist.

Nachdem die normierten Leitwertverläufe des Stators und des Rotors berechnet wurden, kann der resultierende Leitwertverlauf der Maschine nach [11, S. 62] wie folgt bestimmt werden:

$$\lambda_{s,r} = \frac{\lambda_s \cdot \lambda_r}{\lambda_s + \lambda_r - \delta \cdot \lambda_s \cdot \lambda_r}$$

Dieser ist in Abbildung 16 dargestellt.

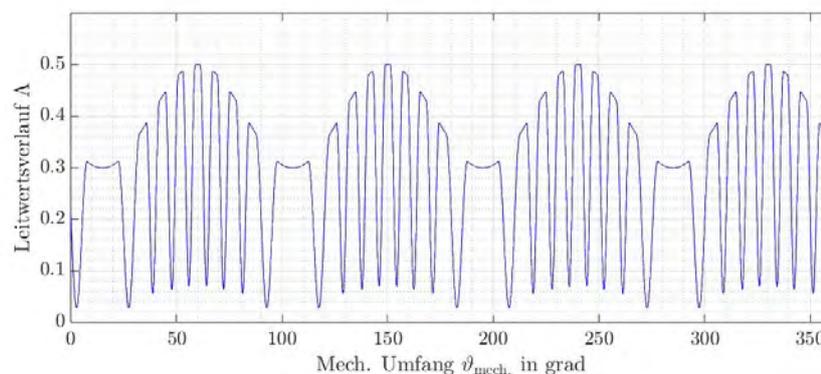


Abbildung 14: Normierter Leitwertverlauf des Rotors mit aufmodellierter Grundwelle. Bild: Michael Schmidt

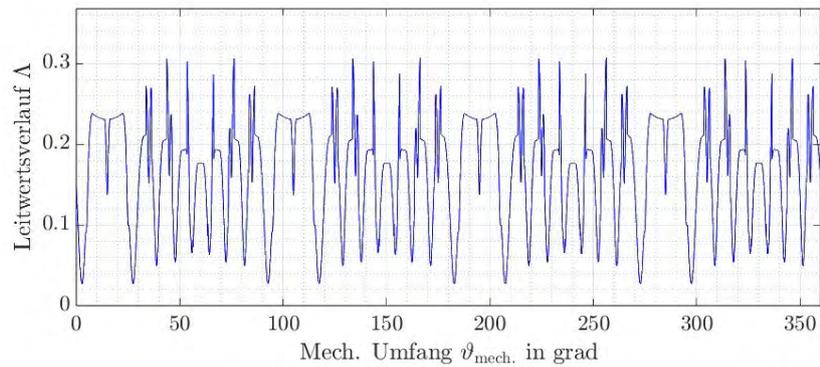


Abbildung 15: Normierter Leitwertverlauf unter Berücksichtigung der beidseitigen Nutung. Bild: Michael Schmidt

Aus der magnetischen Durchflutung Θ , dem ermittelten normierten Leitwertverlauf $\lambda_{s,r}$ der Maschine sowie der Luftspaltweite δ kann der Verlauf der magnetischen Flussdichte im Luftspalt wie folgt berechnet werden:

$$B_{\delta}(t, x) = \mu_0 \cdot \frac{\Theta(t, x)}{\delta} \cdot \lambda_{s,r}$$

In folgender Abbildung 17 ist dieser Verlauf abgebildet.

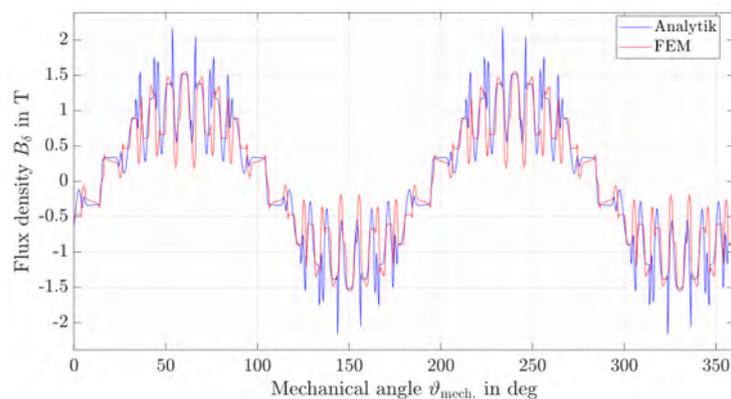


Abbildung 16: Berechnete Flussdichte (blau) im Vergleich zur FEM-berechneten Flussdichte im Luftspalt (rot). Bild: Michael Schmidt

Wie zu erkennen ist, kann die magnetische Flussdichte im Luftspalt der Maschine im Vergleich zur einer magnetostatischen FEM-Simulation in guter Näherung berechnet werden. Die lokalen Peaks im Verlauf der Flussdichte sind auf die Unstetigkeiten des statorseitigen Leitwertverlaufes zurückzuführen. Diese sind vorhanden, da der vorgestellte Sättigungsfaktor nur auf die Statorzähne einen Einfluss hat. Beim Übergang

von einem gesättigten Zahn in eine Nut kommt es daher zu einem Sprung auf fast den Leitwert von 1, da in der Nut die vorgestellten Näherungsgleichungen von Kolbe angewendet werden. Im Folgenden wurde dieses Ergebnis für die weitere Berechnung verwendet.

Nachdem die magnetischen Feldgrößen berechnet wurden und die Methode der Modellierung vorgestellt wurde, kann im Folgenden das innere Drehmoment der Maschine berechnet werden. Hierfür wurde der Ansatz von Ponik aus [3] verwendet. Die magnetische Kraftdichte f_v kann auf Basis der Drehfeldtheorie wie folgt in Abhängigkeit der Stromdichte J , der magnetischen Flussdichte B , der magnetischen Feldstärke H und der materialabhängigen Stoffdichte δ_s bestimmt werden.

$$\vec{f}_v = \vec{J} \times \vec{B} - \frac{1}{2} \vec{H}^2 \text{grad}(\mu) + \frac{1}{2} \text{grad} \left(\vec{H}^2 \delta_s \cdot \frac{\partial \mu}{\partial \delta_s} \right)$$

Die Kraftdichte und damit auch das innere Drehmoment teilt sich in die drei Anteile der Lorentzkraft, der Kraft durch variable Reluktanz und der Kraft durch Magnetostriktion auf. Im Rahmen der Untersuchung wurde der Kraftanteil durch Magnetostriktion vernachlässigt und nur die Lorentzkraft sowie die entstehenden Kräfte durch eine variable Reluktanz berücksichtigt. Die Lorentzkraft lässt sich auf das Kreuzprodukt zwischen der Stromdichte J und der magnetischen Flussdichte B zurückführen. Das hieraus entstehende Drehmoment kann durch folgende Gleichung berechnet werden:

$$m_1(t) = \left(\frac{D_{si}}{2} \right)^2 \cdot l_m \cdot \int_0^{2\pi} B_\delta(t, x) \cdot A(t, x) dx$$

Im Summanden des Kraftanteils durch eine variable Reluktanz werden durch den Gradienten der Permeabilität die Schwankungen des Luftspaltleitwertes berücksichtigt. Somit kann dieser Drehmomentanteil wie folgt beschrieben und berechnet werden:

$$m_2(t) = -\frac{D_{si}}{4} \cdot l_m \cdot \int_0^{2\pi} \frac{B_\delta^2(t, x)}{\lambda_{s,r}^2(x)} \cdot \frac{d\lambda_{s,r}}{dx} dx$$

Für die Übersichtlichkeit wird χ eingeführt:

$$\chi = \frac{1}{\lambda_{s,r}^2(x)} \frac{d\lambda_{s,r}}{dx}$$

Gesamt betrachtet, kann aus der Summe der einzelnen Anteile das gesamte Drehmoment wie folgt beschrieben und berechnet werden:

$$m(t) = m_1(t) + m_2(t)$$

$$m(t) = -\frac{D_s}{2} \cdot l_m \cdot \left[\frac{D_s}{2} \cdot \int_0^{2\pi} B_\delta(t, x) \cdot A(t, x) dx + \frac{1}{2} \cdot \int_0^{2\pi} \chi \cdot B_\delta(t, x) dx \right]$$

Folglich wurde in Abhängigkeit der Zeit das Drehmoment für diskrete Zeitschritte berechnet und so der Drehmomentverlauf bestimmt.

Nachdem die analytische Methode vorgestellt wurde, wird diese für die Ermittlung eines optimalen Öffnungswinkels herangezogen. Für diese Parameterstudie wurde der folgende Parameterraum gewählt. Der rechte und linke Öffnungswinkel β_r und β_l wird im Bereich von 5° bis 50° in $2,5^\circ$ -Schritten variiert. Somit ergeben sich pro Seite 19 verschiedene Winkelpositionen und in der Kombination zueinander insgesamt 361 Flussbarrierenformen. Diese werden jeweils im Zeitbereich berechnet und der sich ergebene Drehmomentverlauf ausgewertet. Bei der Auswertung wurde die Aneinanderreihung der einzelnen Pakete nachgebildet. Für die Untersuchung wurde die Verdrehung einer Rotorpakethälfte um 180° vorgenommen. Dieses Vorgehen wurde in Kapitel 2 des Sachberichtes beschrieben. Der prinzipielle Aufbau ist in Abbildung 7 zu sehen. Um im Postprozess die Verdrehung durchzuführen, sind die berechneten Drehmomentverläufe gleicher Winkelpaarungen verwendet worden. In der folgenden Abbildung 18 sind die mittleren Drehmomente über den Parameterbereich des Öffnungswinkels aufgetragen.

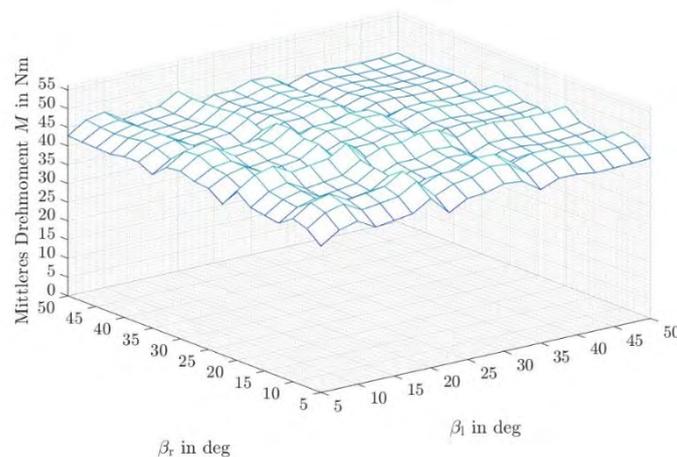


Abbildung 17: Analytisches Ergebnis des mittleren Drehmoments bei der Variation des Öffnungswinkels. Bild: Michael Schmidt

Wie zu erkennen ist, fällt das mittlere Drehmoment nicht über die Winkelvariation ab. Dieser Umstand ist nicht zu erwarten und kritisch zu hinterfragen. Wie bereits beschrieben, wurde die Arbeitswelle im Leitwertverlauf mit modelliert. Diese ist von der Schenkeligkeit der Maschine abhängig und würde sich bei einer Veränderung der Flussbarrieren ebenfalls ändern. Dieser Umstand kann zwar modelliert werden, die Höhe der Veränderung ist aber nicht im vornherein vorhersehbar. In der aktuellen Methode wurde die Arbeitswelle nicht verändert, was zur Folge hat, dass das mittlere Drehmoment nahezu konstant gehalten wird. Bei der Verwendung der Finite-Elemente-Methode wird deutlich, dass die Schenkeligkeit bei der Geometrieveränderung ebenfalls variiert.

In Abbildung 19 ist die absolute Drehmomentschwankung je Zeitverlauf und Öffnungswinkel dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Veränderung des Öffnungswinkels und damit die Veränderung des magnetischen Leitwertes einen Einfluss auf die Drehmomentwelligkeit hat.

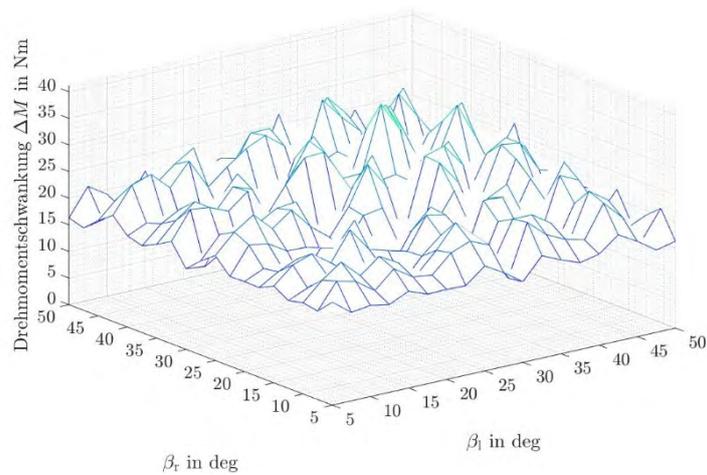


Abbildung 18: Analytisches Ergebnis der maximalen Drehmomentschwankung bei der Variation des Öffnungswinkels. Bild: Michael Schmidt

Im folgenden Konturplot (Abbildung 20) ist zu sehen, dass Bereiche nahe der symmetrischen Ausgangssituation (roter Rahmen) vorhanden sind, in denen die Drehmomentwelligkeit deutlich reduziert wird. Dieser Bereich wird bevorzugt, da zu erwarten ist, dass im Winkelbereich von 5° bis 30° das mittlere Drehmoment deutlich reduziert wird. Diese Annahme wurde im Folgenden auch bei der Finite-Elemente-Methode näher untersucht.

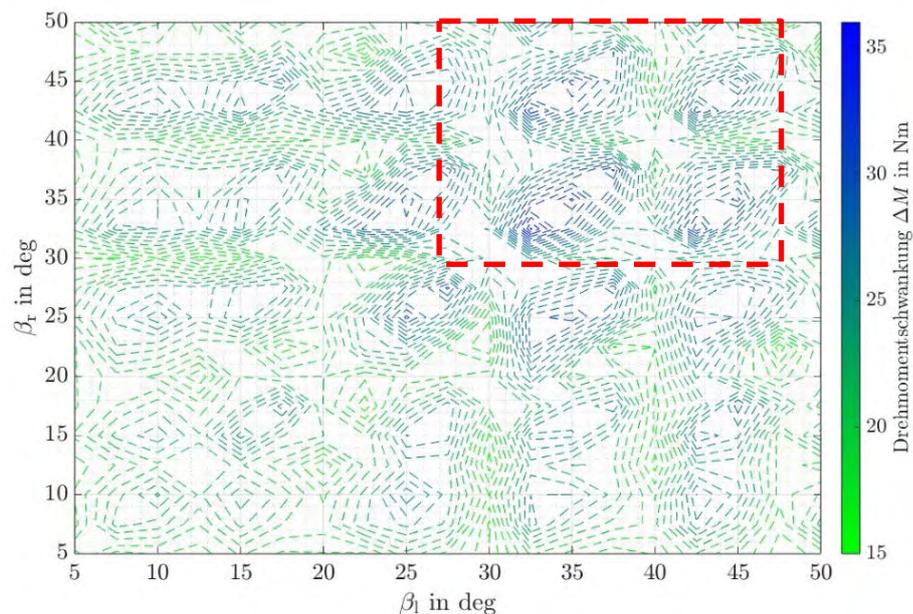


Abbildung 19: Kontur der Drehmomentschwankung in Abhängigkeit des Öffnungswinkels. Bild Michael Schmidt

Aus dem analytischen Ansatz kann zunächst entnommen werden, dass ein Optimum im Winkelbereich von 30° bis 50° zu finden ist. Wenn sich dieser Winkelbereich mit der Finite-Elemente-Methode ebenfalls bestätigt, so kann mit der analytischen Abschätzung der Parameterraum verkleinert werden.

Nachdem der analytische Ansatz vorgestellt wurde, folgt die Untersuchung mit der Finite-Elemente-Methode.

Validierung der Methode mit der Finite-Elemente-Methode

Nachdem die analytische Modellierung vorgestellt wurde, wird in diesem Unterkapitel auf die Designoptimierung mit der Finite-Elemente-Methode eingegangen. Als Grundlage der Untersuchung dient die vierpolige Synchron-Reluktanzmaschine aus Abbildung 8. Für die Untersuchung wird folgendes in Abbildung 21 dargestellte FEM-Modell erstellt:

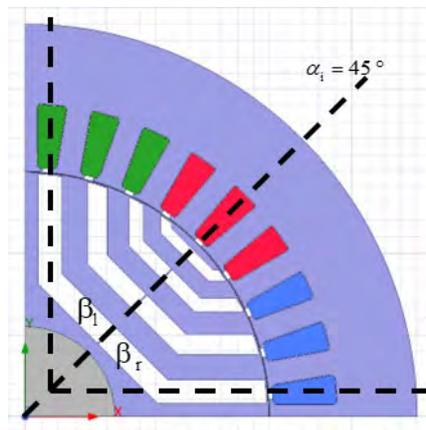


Abbildung 20: Viertelmodell der zu untersuchenden Synchron-Reluktanzmaschine. Bild: Michael Schmidt

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, wurden die Flussbarrieren in einer eckigen Ausführung verwendet. Diese Geometrievariante hat den Vorteil der Modellierung durch Geradengleichungen. Hierdurch ist der parametrische Aufbau in der FEM-Software einfacher realisierbar. In Abbildung 22 ist der im Zeitbereich simulierter Drehmomentverlauf des Bemessungspunktes der Maschine dargestellt. Die maximale absolute Drehmomentwelligkeit beträgt in diesem Fall $\Delta M = 55 \text{ Nm}$.

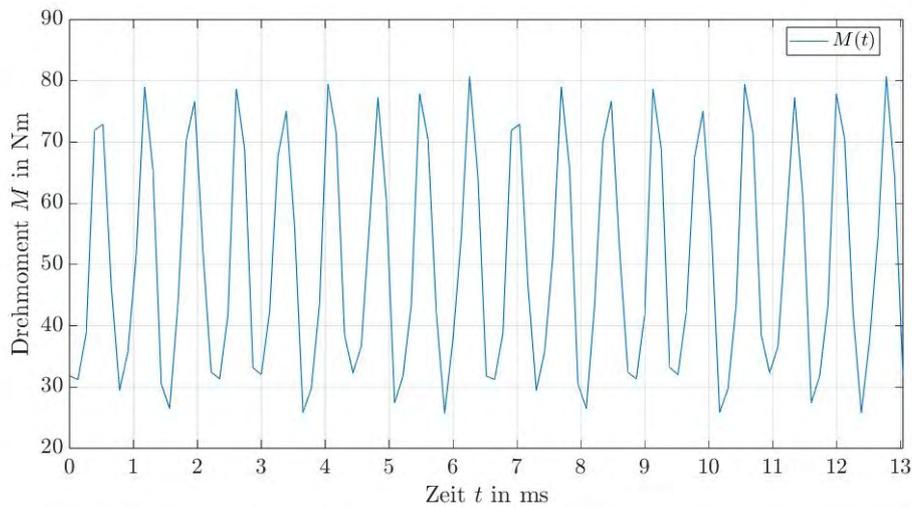


Abbildung 21: Drehmomentverlauf des Ausgangsmodells mit symmetrischen Flussbarrieren und einem Öffnungswinkel von 45° . Bild: Michael Schmidt

Eine FFT über das Drehmomentsignal schlüsselt die einzelnen Drehmomentordnungen und ihre jeweilige Amplitude auf. Das Ergebnis hierzu ist in Abbildung 23 dargestellt.

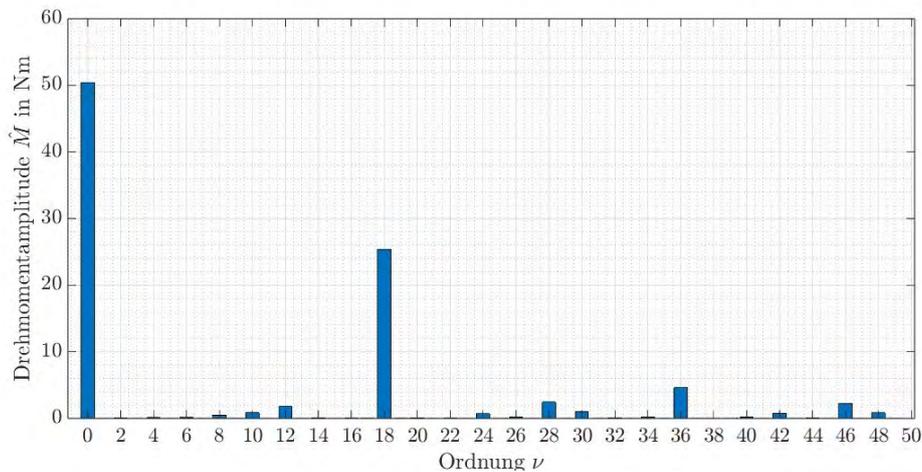


Abbildung 22: Ordnungen der Drehmomentwelligkeit bei einem symmetrischen Öffnungswinkel von 45° . Bild: Michael Schmidt

Neben dem Gleichanteil von $M_{\text{avg.}} = 50 \text{ Nm}$, ist die 18. Ordnung die dominanteste Schwingung mit einer Amplitude $M_{\nu=18} = 25,4 \text{ Nm}$ im Drehmomentverlauf. Diese gilt es mit einer asymmetrischen Anordnung zu minimieren.

In einer Parameterstudie wurden die Flussbarrierenwinkel der von der Winkelhalbierenden aus betrachtet rechten und linken Seite (β_r und β_l) verändert und im Zeitbereich eine elektrische Periode simuliert. Es wurde somit eine halbe mechanische Umdrehung betrachtet. Das generierte Drehmoment einer

vollständigen mechanischen Umdrehung ist hierbei periodisch zur elektrischen Periode, sodass eine elektrische Periode hierbei als Simulationszeitraum genügt.

Für die Parameterstudie wurde der gleiche Parameterraum wie bei der analytischen Berechnung gewählt. Der rechte und der linke Öffnungswinkel β_r und β_l wurden im Bereich von 5° bis 50° in $2,5^\circ$ -Schritten variiert. Somit ergeben sich pro Seite 19 verschiedene Winkelpositionen und in der Kombination zueinander insgesamt 361 Flussbarrierenformen und Rotoren. Die Variationen wurden einzeln im Zeitbereich simuliert.

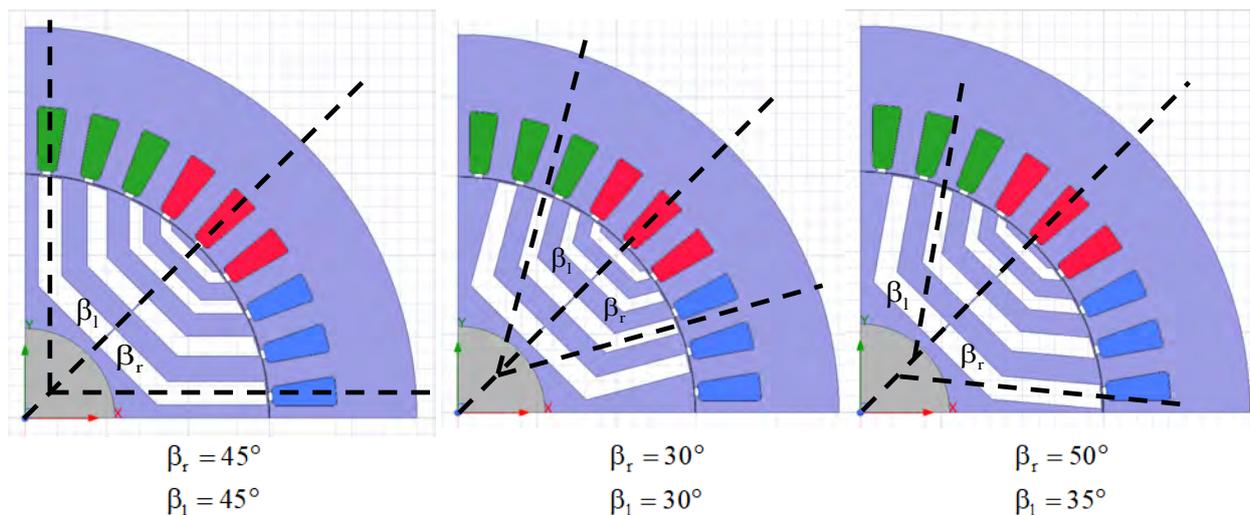


Abbildung 23: Beispiel zweier symmetrischer und einer asymmetrischen simulierten Rotorstruktur. Bild: Michael Schmidt

In Abbildung 24 sind drei Beispiele von Rotormodellen dargestellt. Hier sind zwei symmetrische mit einem Öffnungswinkel von 30° und 45° sowie eine asymmetrische Anordnung mit einem rechten Öffnungswinkel von 50° sowie linken Öffnungswinkel von 35° zu sehen.

Nachdem die Simulation aller Geometrievarianten durchgeführt wurde, wird im Anschluss die Aneinanderreihung der einzelnen Pakete nachgebildet. Für die Untersuchung wurde die Verdrehung einer Rotorpakethälfte um 180° vorgenommen. Dieses Vorgehen wurde in Kapitel 2 des Sachberichtes beschrieben. Der prinzipielle Aufbau ist in Abbildung 7 zu sehen. Um im Postprozess die Verdrehung durchzuführen, wurden zunächst die Drehmomentverläufe gleicher Winkelpaarungen herangezogen.

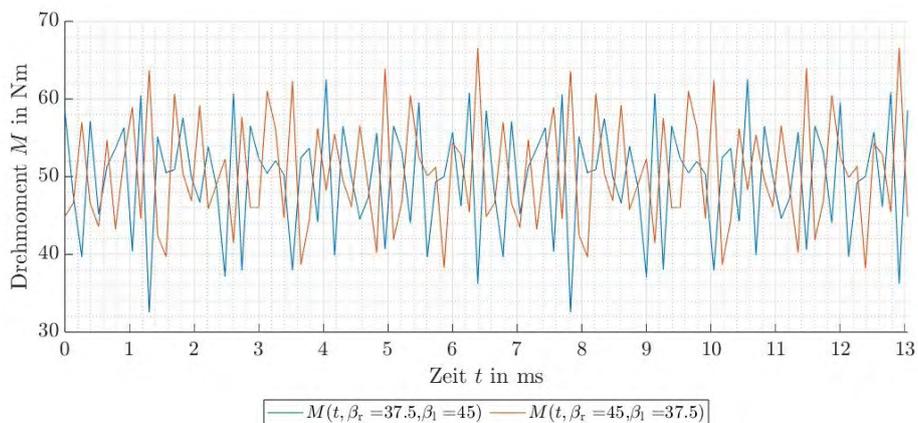


Abbildung 24: Drehmomentverlauf zweier gespiegelter Rotorgeometrien mit gleicher Winkelpaarung. Bild: Michael Schmidt

In Abbildung 25 sind beispielhaft zwei Drehmomentverläufe zweier Rotorgeometrien mit einem Öffnungswinkel von $\beta_l = 45^\circ$ und $\beta_r = 37,5^\circ$ (blau) sowie invers mit $\beta_l = 37,5^\circ$ und $\beta_r = 45^\circ$ (orange) dargestellt. Die jeweiligen Verläufe überlagern sich bei einer Gesamtbetrachtung des Rotors. Somit kann durch eine Mittelwertbildung der Verläufe der resultierende Drehmomentverlauf bestimmt werden.

$$m_{\text{res.}}(t) = \frac{m_{\beta_r=37,5^\circ, \beta_l=45^\circ}(t) + m_{\beta_r=45^\circ, \beta_l=37,5^\circ}(t)}{2}$$

Der resultierende Drehmomentverlauf ist in folgender Abbildung 26 dargestellt. Die Drehmomentwelligkeit durch die asymmetrische Anordnung und Überlagerung beträgt in diesem Fall $\Delta M = 12 \text{ Nm}$.

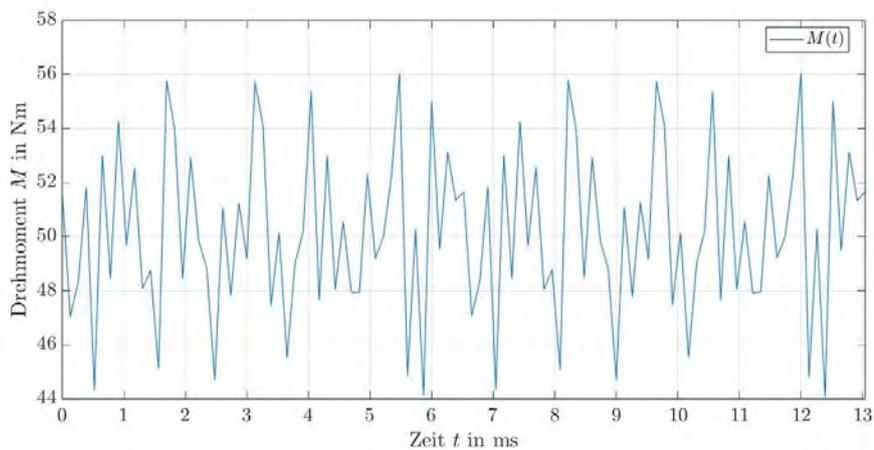


Abbildung 25: Resultierender Drehmomentverlauf bei Überlagerung zweier asymmetrisch ausgeführter Rotorgeometrien, Bild: Michael Schmidt

Eine Aufteilung der einzelnen Schwingungsanteile ist in Abbildung 27 gegeben.

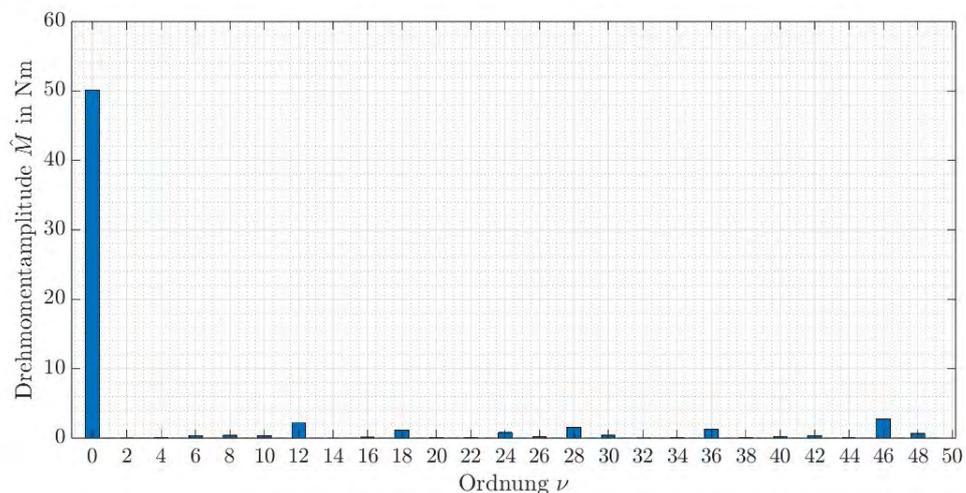


Abbildung 26: Ordnungen der Drehmomentwelligkeit bei einem asymmetrischen Öffnungswinkel, Bild: Michael Schmidt

Im Vergleich zur Ausgangslage in Abbildung 23 ist eine deutliche Reduzierung der Amplituden der Oberschwingungen zu erkennen. Die Nutharmonische mit der Ordnung 18 konnte auf einen Absolutwert von 1,15 Nm reduziert werden. Dies entspricht einer prozentualen Reduzierung der Amplitude um 95,5 Prozent. Die gesamte Drehmomentwelligkeit konnte von 55 Nm auf 12 Nm reduziert werden. Dies entspricht einer prozentualen Schwingungsreduzierung von 78 Prozent.

Was hier für einen konkreten und auch in der Untersuchung optimalen Fall präsentiert wurde, kann für jede Geometrievariante durchgeführt werden. Der Verlauf des mittleren Drehmomentes sowie der absoluten Drehmomentwelligkeit über die Winkelvariation ist in folgender Abbildung 28 zu sehen.

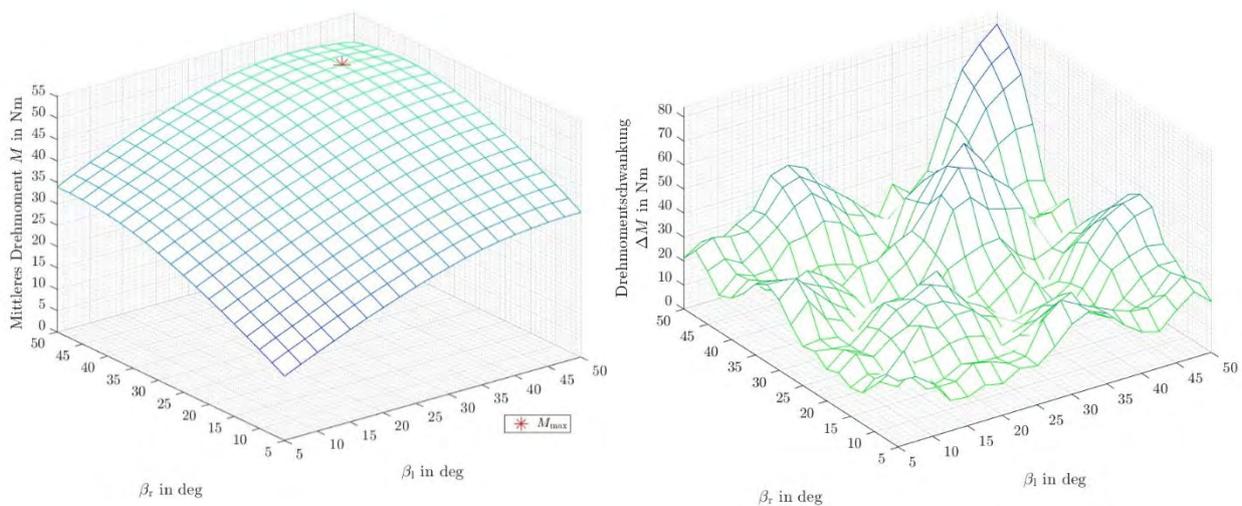


Abbildung 27: Mittleres Drehmoment (links) und absolute Drehmomentschwankung (rechts) über die Winkelvariationen. Bild: Michael Schmidt

Aus der Abbildung 28 ist zu erkennen, dass das mittlere Drehmoment in einer symmetrischen Anordnung seinen maximalen Wert erreicht. Eine zu starke Winkelveränderung hat eine deutliche Reduzierung des mittleren Drehmomentes zur Folge. Dies wurde bereits bei der analytischen Methode erwähnt und ist auch so zu erwarten. Ebenfalls ist zu erkennen, dass die Drehmomentwelligkeit je nach Wahl des Öffnungswinkels steigt aber auch deutlich reduziert werden kann.

In folgender Abbildung 29 ist, ausgehend vom maximalen mittleren Drehmoment bei einer symmetrischen Anordnung, sowohl die prozentuale Reduzierung des mittleren Drehmomentes (links) als auch die prozentuale Reduzierung der Drehmomentschwankung (rechts) dargestellt.

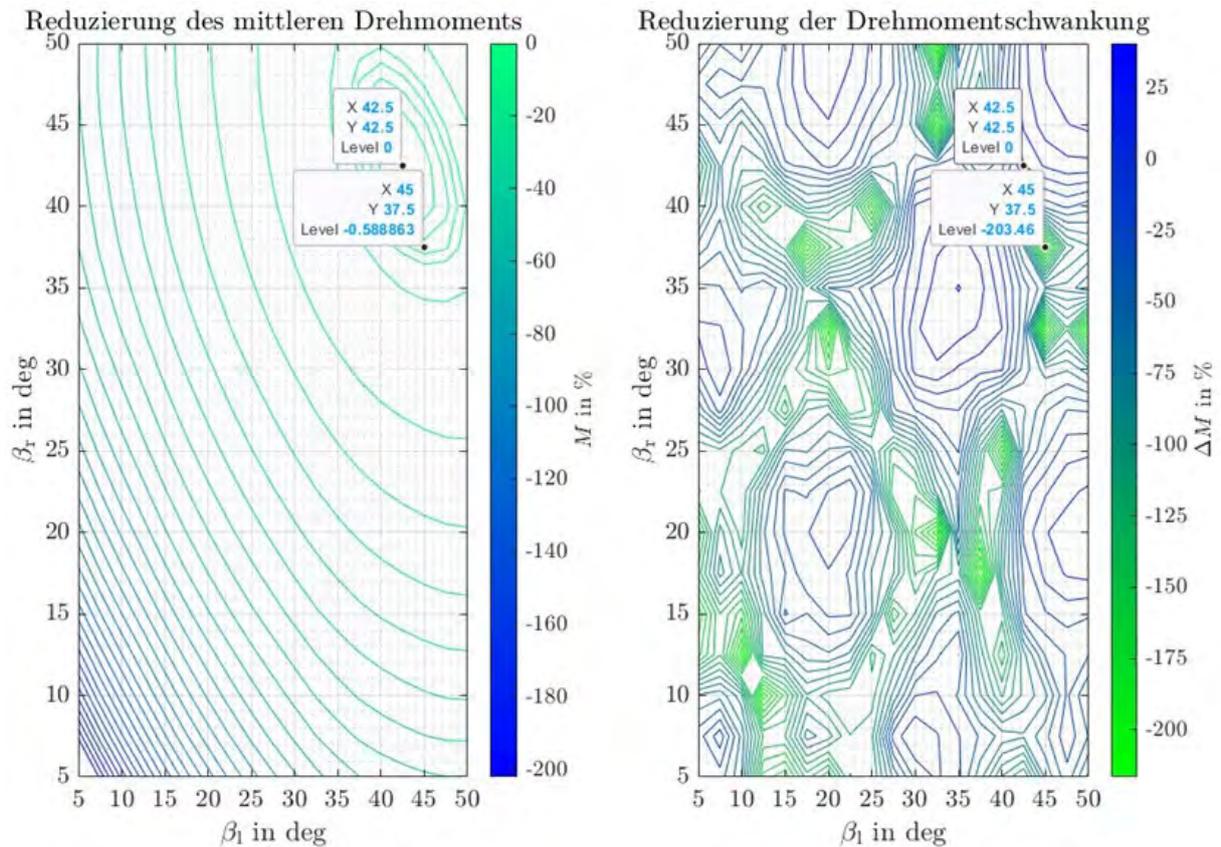


Abbildung 28: Übersicht der prozentualen Reduzierung des mittleren Drehmoments und der Drehmomentwelligkeit. Bild: Michael Schmidt

Ausgehend von der symmetrischen Anordnung mit einem symmetrischen Öffnungswinkel von $42,5^\circ$ liegt bei einer asymmetrischen Anordnung mit $\beta_l = 45^\circ$ und $\beta_r = 37,5^\circ$ die Reduzierung des mittleren Drehmoments bei 0,59 Prozent. Die Drehmomentwelligkeit kann mit dieser Anordnung um 203 Prozent reduziert werden.

Aus dieser Analyse ist deutlich zu erkennen, dass die asymmetrische Flussbarrieren-Anordnung Potential zur Drehmomentwelligkeits-Reduzierung hat. Es konnten damit die Ziele und Nachweise im Rahmen der Vorlauforschung erfolgreich bearbeitet werden.

Weiterer Forschungsbedarf besteht noch bei der analytischen Modellierung. Hier konnte das mittlere Drehmoment zwar im Betriebspunkt mit guter Näherung berechnet werden. Der Verlauf bei einer Geometrievariation wird aufgrund der zuvor nicht bekannten Änderung der Grundwelle des Leitwertes noch nicht in guter Näherung vorausberechnet.

In weiteren Schritten muss auch ein Prototyp entwickelt werden, um die Berechnungen der FEM auf dem Motorprüfstand zu validieren.

Zusammenfassung und kritische Betrachtung der Ergebnisse

Es wurde gezeigt, dass durch eine asymmetrische Ausrichtung der Flussbarrieren die Drehmomentwelligkeit der Synchron-Reluktanzmaschine reduziert werden kann. Im Rahmen der Untersuchung wurde auch gezeigt, dass die Wahl des geeigneten Flussbarrierenwinkels eine Herausforderung in der Optimierung darstellt. Hierfür wurde ein analytischer Ansatz vorgestellt, der den Leitwertverlauf der elektrischen Maschine modelliert. Unter Berücksichtigung des Leitwertverlaufes kann der Verlauf der Flussdichte im Luftspalt der Maschine berechnet werden. Aus der Luftspaltflussdichte, dem Strombelag und dem magnetischen Leitwertverlauf kann im Folgenden der Drehmomentverlauf bestimmt werden.

Vergleicht man die Ergebnisse des berechneten mittleren Drehmomentes aus der Analytik mit der Finite-Elemente-Methode (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 28), so fällt deutlich auf, dass sich das Drehmoment bei einer starken asymmetrischen Ausprägung deutlich reduziert. Dieses Verhalten kann durch die Analytik derzeit nicht abgedeckt werden, da die Arbeitswelle fest im Leitwertverlauf des Rotors modelliert ist. Die Vorhersage der Änderung in der Schenkeligkeit der Maschine stellt daher noch eine Herausforderung dar. Somit besteht hier noch weiterer Forschungsbedarf, um die Arbeitswelle ebenfalls in Abhängigkeit der Rotorgeometrie zu bestimmen und die sich variierende Schenkeligkeit in der Berechnung zu berücksichtigen.

Dennoch konnte mit der analytischen Methode ein Bereich aufgezeigt werden, in dem die Drehmomentwelligkeit reduziert werden kann. Es ist daher denkbar, den Parameterraum für die FEM-Analyse zu reduzieren. Ausgehend von einer symmetrischen Anordnung mit einem Öffnungswinkel von 45° kann eine Handlungsempfehlung sein, dass es genügt, den Winkelraum $45^\circ \pm 10^\circ$ zu simulieren. Eine stärkere Veränderung des Öffnungswinkels hat eine deutliche Reduzierung des mittleren Drehmomentes zur Folge.

Das Potential der Drehmoment-Reduzierung kann weiter gesteigert werden, indem die Form der Rotorzähne verändert wird. Eine Abrundung der Flussbarrieren-Enden kann hier eine weitere deutliche Verbesserung darstellen.

Darüber hinaus muss bei der nun gefundenen optimierten Rotorgeometrie die MTPA-Kennlinie erneut bestimmt werden, um zu untersuchen, wie sich die Steuertrajektorie verändert.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Wie in dem Sachbericht herausgearbeitet wurde, kann als Alternative zur Staffelung des Rotors mit einer asymmetrischen Flussbarrierenform eine Reduzierung der Drehmomentwelligkeit herbeigeführt werden. Wie gezeigt, stellt die analytische Beschreibung des mechanischen Drehmomentverlaufes eine Herausforderung dar. Eine erste Abschätzung, gerade in der Auslegung von elektrischen Maschinen, ist entscheidend, bevor ein FEM-Modell erstellt wird. Daher besteht an dieser Stelle noch Forschungsbedarf, um das analytische Modell weiter zu verbessern.

Auf Grundlage der Vorarbeiten in der Vorlaufforschung ist ein Förderantrag zur Optimierung der Synchron-Reluktanzmaschine eingereicht worden, der den Fokus der Reduzierung der Schwingungen durch die hier gezeigte Geometrie-Optimierung weiter untersucht. Der Ansatz wird hier zur Validierung in einem Prototyp umgesetzt. Darüber hinaus ist ein Forschungsprojekt geplant, in dem die Schwingungsreduzierung durch Reinforcement-Learning-basierte Regelungsansätze untersucht wird. Dieses geplante Vorhaben soll die Kombinationsmöglichkeiten aus optimiertem Antrieb und Regelung für verschiedene Maschinenarten untersuchen. Durch diese Vorlaufforschung sind die Grundsteine der Geometrie-Optimierung sowie analytische Ansätze entstanden.

Die detaillierte Untersuchung von magnetischen Kräften in elektrischen Maschinen erweitert das Forschungsgebiet des Institutes ELSYS und damit auch der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Mechanische Schwingungen, die durch magnetische Kraftschwankungen entstehen, haben Maschinengeräusche zur Folge. Die Akustik eines elektrischen Antriebs wird gerade im Traktionsantrieb der Elektro-Mobilität im Fokus stehen. Detaillierte multiphysikalische Untersuchungen (mechanisch, elektromagnetisch und thermisch) können das Optimierungsproblem zwischen einem hocheffizienten, aber oft geräuschintensiven Antrieb und einem geräuscharmen, aber im Vergleich ineffizienten Antrieb beherrschbarer machen.

Aufbauend auf den Voruntersuchungen wird im Rahmen einer derzeit laufenden Masterarbeit die mechanische Festigkeit des Rotors mit asymmetrischer Flussbarrierenform untersucht. Ausgehend der in dieser Vorlaufforschung erarbeiteten Designvorschläge wird die Kopplung zwischen der Elektromagnetik und der Mechanik realisiert. Weiterführende Abschlussarbeiten auf dem Gebiet der Akustiksimulation und NVH sind ebenfalls geplant.

6. Literatur

- [1] F. Müller, „Seltene Erden in Permanentmagneten“, Factsheet des Umwelt Bundesamtes, Dessau-Roßlau, 2019
- [2] G. Bacco, N. Bianchi: „Asymmetric Synchronous Reluctance Rotor Geometry Design: A Practical Approach“, IEEE Energy Conversion congress and Exposition (ECCE), Portland, OR, USA 2018, DOI: 10.1109/ECCE.2018.8558213
- [3] B. Ponick, „Das Luftspaltpmoment elektrischer Maschinen unter Berücksichtigung parametrischer Effekte“, Electrical Engineering Band 81, Springer-Verlag, DOI:10.1007/s002020050053
- [4] N. Bianchi, S. Bolognani, D. Bon, M. Dai Pré: „Rotor flux-barrier design for torque ripple reduction in synchronous reluctance motors“, IEEE Transactions on Energy Conversion, June 2008, DOI: 10.1109/IAS.2006.256683
- [5] T. Lange, B. Kerdsup, C. Weiss, R. W. De Doncker: „Torque Ripple Reduction in Relcutance Synchronous Machines using an Asymmetric Rotor Structure“, 7th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD), Manchester, UK 2014, DOI: 10.1049/cp.2014.0426
- [6] A. Credo, M. Villani, M. Popescu, N. Riviere: “Synchronous reluctance motors with asymmetric rotor shapes and epoxy resin for electric vehicles”, 2019 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Baltimore, MD, USA, DOI: 10.1109/ECCE.2019.8912668
- [7] A. Binder: “Elektrische Maschinen und Antriebe: Grundlagen, Betriebsverhalten“, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2017, DOI: 10.1007/978-3-662-53241-6
- [8] F.W. Carter: „Note on air-gap and interpolar induction“, Journal of the Institution of Electrical Engineers, vol 29, no. 146, pp. 925-933, 1900
- [9] F.W. Carter: „Air-Gap Induction“, Electrical World and Engineer, vol 38, no. 22, pp. 848-888, 1901
- [10] J. Kolbe: „Analytische Nachbildung der numerisch ermittelten Feldverteilungen von mehrsträngigen Wicklungen in Asynchronmaschinen“, Archiv für Elektrotechnik, 1982, DOI: 10.1007/BF01476701
- [11] B. Heller, V. Hamata: “Harmonic Field Effects in Induction Machines”, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1977, ISBN: 978-0-444-99856-9
- [12] R. Richter: “Elektrische Maschinen, Band1, Allgemeine Berechnungselemente, Die Gleichstrommaschine“, 3. Auflage, Springer Basel, 1967, DOI: 10.1007/978-3-0348-4140-5
- [13] W. Weber: „Der Nutungsfaktor in elektrischen Maschinen“, Elektrotechnische Zeitschrift, 1928, pp. 858-861

Evidenzbasierte Drogennotfallhilfe (EviDroN) – Etablierung von „Geschützten Räumen“ für Konsument*innen

Prof. Dr. Christian Ghanem
Fakultät Sozialwissenschaften

Tamara Wild, B. A.
Fakultät Sozialwissenschaften

Zusammenfassung:

Nürnberg weist bundesweit eine der höchsten Raten an Drogentoten auf. Es gibt eine Reihe von evidenzbasierten Ansätzen, die nachweislich zur Lösung dieses Problems beitragen. Einer dieser bewährten Ansätze ist die Implementierung von Drogenkonsumräumen, die als „Geschützte Räume“ sichere Konsumbedingungen schaffen und das Überleben drogenkonsumierender Menschen sichern. Die Entwicklung und die nachhaltige Umsetzung von „Geschützten Räumen“ müssen jedoch an die Bedarfe lokaler Akteur*innen angepasst werden. Ziel des Projekts war es deshalb, die Perspektiven dieser Akteur*innen auf die Rahmenbedingungen zur Implementierung von Drogenkonsumräumen in Nürnberg zusammenzutragen. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer gesicherten Finanzierung, der interdisziplinären Zusammenarbeit und einer frühzeitigen Einbindung relevanter Stakeholder. Darüber hinaus liefern sie die Datengrundlage für die kooperative Erstellung eines Konzepts für „Geschützte Räume“ in Nürnberg.

1. Projektdaten

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät/Einrichtung	Sozialwissenschaften
Projektleitung	Prof. Dr. Christian Ghanem
Projektteam	Tamara Wild, B. A.
Kontaktdaten Projektleitung	christian.ghanem@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Nürnberg nimmt immer wieder die traurige Spitzenposition bei Hospitalisierungen und Drogentoten ein (Brock, 2019). Zurückzuführen ist dies auf unterschiedliche Ursachen. Als ein wesentlicher Grund kann der Mangel an schadensmindernden Gesundheitsmaßnahmen identifiziert werden (Hofman & Wehner, 2020, S. 233 ff.), der zu einer erhöhten Intoxikationsquote mit notfallmedizinischem Behandlungsbedarf führt, die wiederum die Arbeitsabläufe in den ohnehin mit nur knappen personellen Ressourcen ausgestatteten Notaufnahmen Nürnbergs massiv beeinträchtigt. Diese prekäre Situation betrifft schlussendlich alle Notfallpatient*innen, indem die Behandlung nur verzögert geleistet werden kann (Welker, 2022, S. 78). Eine Veränderung dieser Situation ließe sich mit der Etablierung von sogenannten „Geschützten Räumen“ (Drogenkonsumräumen) erreichen. In Drogenkonsumräumen können drogenkonsumierende Menschen in Begleitung von professionellem, medizinisch geschultem Personal Substanzen unter hygienischen und sicheren Bedingungen gebrauchen (Hedrich, 2020, S. 202). Ergebnisse nationaler und internationaler Forschung bekräftigen die Wirksamkeit solcher Geschützten Räume in Bezug auf den Rückgang drogenbedingter Todesfälle und die Reduzierung von riskantem Konsumverhalten (Bergmann et al., 2024; EMCDDA & C-EHRN, 2023, S. 34). Ein Drogenkonsumraum in Nürnberg kann die Anzahl intoxikierter Patient*innen verringern, indem Nutzende zum einen im Sinne der Harm Reduction aufgeklärt werden und zum anderen im Falle einer Überdosis vom Personal vor Ort erstversorgt werden können. Zudem zeichnen sich Drogenkonsumräume durch das Potenzial aus, den Konsum vom öffentlichen Raum in den Drogenkonsumraum zu verlagern. Die verringerte Sichtbarkeit von Drogenkonsum und die sachgerechte Entsorgung der im Drogenkonsumraum genutzten und potenziell infektiösen Konsumutensilien können den öffentlichen Raum entlasten (Shorter et al., 2023, S. 43 ff.). Die Implementierung von Drogenkonsumräumen ist allerdings vielerorts mit gesellschaftlichen und politischen Widerständen konfrontiert. Diesen Widerständen liegen häufig moralische Vorbehalte zugrunde, die den Blick auf die evidenten Vorteile versperren (Jauffret-Roustide & Cailbault, 2018, S. 213 ff.). Ergebnisse aus Belgien legen nahe, dass die wissenschaftliche Überprüfung der Machbarkeit die moralische Ablehnung des abstrakten Konzepts von Drogenkonsumräumen dank konkreter lokaler Lösungsansätze verringern und den entscheidenden Anstoß zur Implementierung geben kann (Smith et al., 2019, S. 6).

3. Ziele des Forschungsprojekts

Ziel des Forschungsprojekts war es, unter Einbezug vorliegender studentischer Forschungsarbeiten im Rahmen des „Nürnberger Modells der Drogenhilfe“ und einer eigenen empirischen Erhebung, eine

Bestandsaufnahme der Perspektiven unterschiedlicher lokaler Akteur*innen auf die Implementierung eines Drogenkonsumraums vorzunehmen. In Abgrenzung zu anderen Forschungsvorhaben in Bezug auf einen Drogenkonsumraum in Nürnberg sollte in diesem Projekt der Schwerpunkt weniger auf der Haltung der einzelnen Akteur*innen liegen, sondern Rahmenbedingungen für eine mögliche Umsetzung in den Mittelpunkt stellen. Auf diese Weise kann die internationale Evidenz mit den Einschätzungen der Expert*innen vor Ort verknüpft werden, um eine Datengrundlage zu schaffen, die für die Entwicklung eines Konzepts sowie für die Implementierung nötig ist.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Der Leitfaden für die sieben Expert*inneninterviews wurde auf der Grundlage einer Machbarkeitsstudie aus Belgien entwickelt (Laenen et al., 2018, S. 248 ff.). Der holländische Leitfaden wurde übersetzt und anschließend in einigen Punkten auf die lokalen Verhältnisse und Wissensbestände in Nürnberg angepasst. Die Interviewpartner*innen, Stakeholder aus den Bereichen Medizin, Soziale Arbeit und Politik, wurden aufgrund ihrer Rolle im regionalen Diskurs um Drogenkonsum und aufgrund ihres Expert*innenwissens direkt kontaktiert (Helfferich, 2022, S. 876 f.). Die Interviews fanden vorwiegend vor Ort statt, zwei Interviews wurden auf Wunsch der Interviewpartner*innen per Zoom durchgeführt. Im Anschluss wurden die Interviews mithilfe des kostenlosen und datenschutzkonformen Open-Source-KI-Tools [noScribe](#) (Dröge, 2024) transkribiert, manuell überarbeitet und mit der Analysesoftware MAXQDA kodiert. Die ursprünglich geplanten Gruppendiskussionen mit potenziellen Anwohner*innen konnten aufgrund ausbleibender Rückmeldungen nicht durchgeführt werden.

Mithilfe des Consolidated Framework for Implementation Research (CFIR) wurden die transkribierten Interviews nach der systematischen und regelgeleiteten Vorgehensweise der qualitativen Inhaltsanalyse deduktiv kodiert (Mayring, 2015, S. 50 f.). Darüber hinaus wurde eine induktive Kategorie zu den Gegebenheiten der Drogenszene in Nürnberg gebildet. So wurde das vorliegende Datenmaterial auf der Grundlage des CFIR klassifiziert. Diese, das Material strukturierende, Analyse dient der empirisch fundierten Bereitstellung von Handlungsoptionen für die Praxis (Mayring, 2015, S. 24 f.).

Die Grundlage des herangezogenen CFIR bildet eine Analyse bestehender Theorien zur Durchführung erfolgreicher Implementierungen. Dadurch lassen sich mit dem CFIR Idealbedingungen identifizieren, die die Wahrscheinlichkeit einer gelingenden Umsetzung erhöhen. Entsprechend kann die Anwendung des CFIR als wissenschaftliche Vorbereitung einer Implementierung einer Innovation verstanden werden (Damschroder et al., 2009, S. 2). Der CFIR umfasst die fünf Dimensionen (1) *Charakteristika einer Innovation*, (2) *Äußeres Setting*, (3) *Inneres Setting*, (4) *Charakteristika der beteiligten Individuen* und (5) *Implementierungsprozess*. Damit können alle zur Innovation notwendigen Strategien und Prozesse systematisch dargestellt werden (Damschroder et al., 2022, S. 5 ff.).

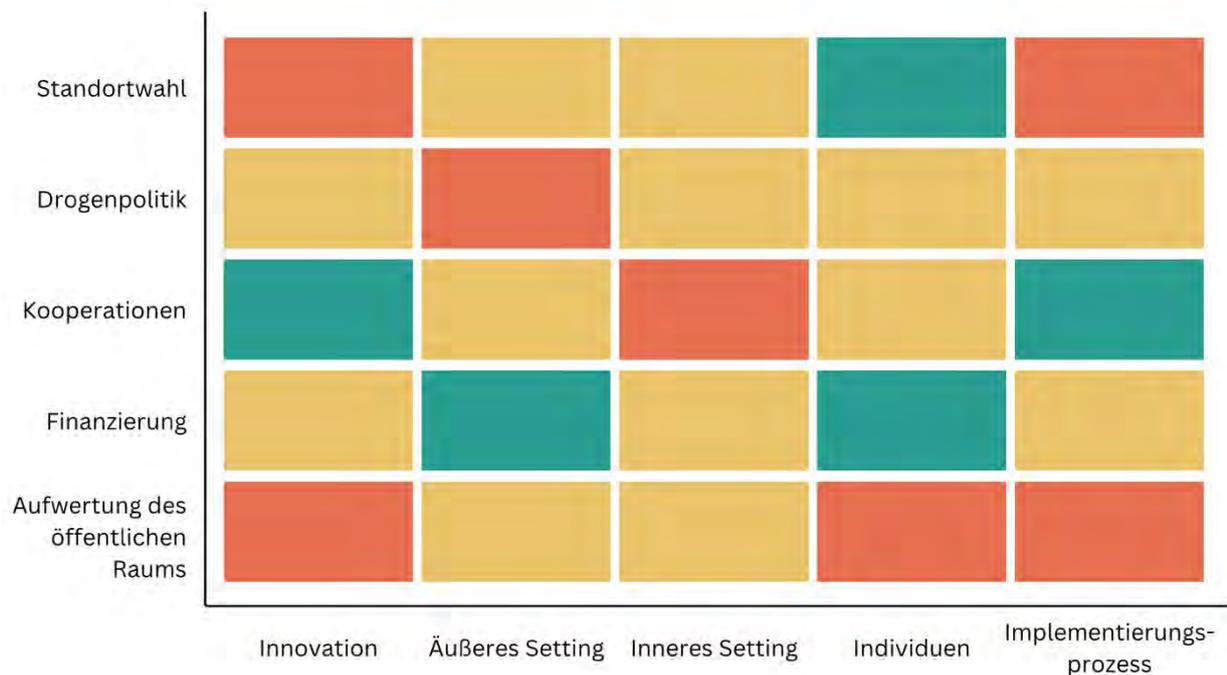


Abbildung 1: Heatmap zur Darstellung der Überschneidungen von als relevant identifizierten Themen (y-Achse) mit den fünf Dimensionen des CFIR (x-Achse). Dabei stellt ein oranger Kasten eine hohe, ein gelber Kasten eine mittlere und ein türkiser Kasten eine niedrige Überschneidung dar. (Quelle: Eigene Darstellung)

In Abbildung 1 werden zentrale Ergebnisse entlang der fünf Dimensionen des CFIR zusammengefasst. Dadurch lassen sich Themen identifizieren, die für verschiedene Aspekte der Implementierung eines Geschützten Raums als besonders relevant erachtet werden. Beispielsweise zeigt sich, dass hinsichtlich des Äußeren Settings, innerhalb dessen das zu entwickelnde Drogenhilfeangebot implementiert werden müsste, Drogenpolitik am häufigsten benannt wird. Hinsichtlich der internen Ausgestaltung des Angebots („Inneres Setting“) erscheint hingegen die Gestaltung von Kooperationen (zum Beispiel zwischen den Berufsgruppen und Trägern) als wesentliche Gelingensbedingung. Entsprechend kann Abbildung 1 einen ersten Überblick über die Relevanz einzelner Themen bei der Implementierung geben. Interessanter erscheint jedoch die qualitative Ausprägung: Wie genau muss hinsichtlich der identifizierten Themen gehandelt werden, um einen Geschützten Raum in Nürnberg erfolgreich zu implementieren? Entsprechend werden im Folgenden die gewonnenen Erkenntnisse entlang der fünf Dimensionen des CFIR komprimiert dargestellt.

Die erste Dimension stellt die Perspektive der Teilnehmenden auf die **(1) Spezifika der Innovation**, einen Geschützten Raum für Konsumierende in Nürnberg, dar. Mit einer Ausnahme sind sich die Interviewpartner*innen einig, dass ein Drogenkonsumraum in Nürnberg die Möglichkeit bietet, Überdosierungen zu verhindern, die öffentliche Sauberkeit zu verbessern und drogenkonsumierende Menschen in weiterführende Hilfsangebote zu integrieren. Die Ausnahme bildet eine interviewte Person, die als Mitglied einer, die Implementierung von Drogenkonsumräumen ablehnenden, politischen Partei auftritt:

„Ich halte die Effektivität von einem Drogenkonsumraum für überschaubar, wenn ich ehrlich bin, deshalb kann ich Ihnen die Frage schließlich gar nicht beantworten.“
(Interview 6, Pos. 13)

Entgegen der Ergebnisse international durchgeführter Übersichtsarbeiten, die die Effektivität von Drogenkonsumräumen unterstreichen (Kennedy et al., 2017; Potier et al., 2014), geht diese interviewte

Person als einzige*r Teilnehmer*in von einer geringen Effektivität eines Drogenkonsumraums in Nürnberg aus. Diese Meinung scheint insbesondere einer Skepsis gegenüber bereits publizierten Ergebnissen zu entspringen, da diese als befangen wahrgenommen werden:

„Die werden immer sagen, dass es super ist. Es wird keine Institution sagen, da haben wir daneben gelegen. Genauso wie sie das ja auch nicht messen können, ob es nicht erfolgreich ist. Da schwimmt man völlig.“ (Interview 6, Pos. 134)

Diese Skepsis unterstreicht die Notwendigkeit sorgsamer und verständlicher Wissenschaftskommunikation, insbesondere in Feldern, die medial vielfältig diskutiert werden.

Mehrheitlich erkennen die Teilnehmenden jedoch in der Implementierung eines Drogenkonsumraums in Nürnberg nicht nur eine direkte Form der Unterstützung der Konsumierenden, sondern auch eine gesellschaftlich relevante Entlastung des öffentlichen Raums und des Gesundheitssystems. Auf der Grundlage internationaler Forschungsergebnisse lassen sich diese Vorteile eines Drogenkonsumraums bestätigen (Roux et al., 2023, S. 566 ff.; Tran et al., 2021, S. 4642 ff.). Im Sinne einer inklusiven Gesundheitsversorgung können Drogenkonsumräume darüber hinaus dazu beitragen, die besonders vulnerable Zielgruppe der drogenkonsumierenden Personen mit ihren komplexen gesundheitlichen Bedürfnissen nachhaltig in das Gesundheitssystem zu integrieren (Scher et al., 2024, S. 3 ff.).

In den Schilderungen der interviewten Personen wird die Komplexität der Implementierung aufgrund der Vielzahl der zu berücksichtigenden Faktoren deutlich. Die Verknüpfung geschlechtsspezifischer Bedürfnisse der potenziellen Nutzer*innen, die möglichst szenenahe Standortwahl und die Vermeidung von Konflikten mit potenziellen Anwohner*innen erfordert intensive Planung und Kommunikation der Stakeholder. Die meisten Interviewten orientieren sich bei ihren Überlegungen zur Planung und Kommunikation in erster Linie an den Erfahrungen anderer deutscher Städte und den international, national und regional gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Die Dimension des **(2) Äußeren Settings** stellt die politischen, gesellschaftlichen und finanziellen Rahmenbedingungen der Implementierung eines Drogenkonsumraums in Nürnberg in den Mittelpunkt. Deutlich wird, dass die Teilnehmenden einen breiten Konsens über die Notwendigkeit eines Drogenkonsumraums auf kommunaler und fachlicher Ebene erkennen, während auf der, für eine Landesverordnung ausschlaggebenden, Landesebene Vorbehalte zu dominieren scheinen:

„Die Bezirke stehen geschlossen dahinter. Wir haben die gesamten Fachverbände, von medizinischen Fachverbänden bis Hochschulverbänden, bis eben Drogenhilfeverbänden, Ärztekammern, alle wollen dieses Angebot in Bayern haben. Und wir haben dieses kleine gallische Dorf am Nockherberg oben, das dem Ganzen widersteht bis dato. Und das ist natürlich schwer zu akzeptieren, dass hier so eine kleine, verortete, aber leider eben zentrale und letztlich auch Zulassungsbehörde dem dagegen steht.“ (Interview 1, Pos. 45)

Obwohl die bayerische Landesregierung bisher keine Landesverordnung zu Drogenkonsumräumen plant, eröffnet das föderale System der Bundesrepublik Möglichkeiten zur lokalen Bündelung politischer Kräfte (Lloyd et al., 2016, S. 69). Eine belgische Studie suggeriert, dass zur endgültigen Überzeugung politischer Entscheidungsträger*innen hinsichtlich der Notwendigkeit eines Drogenkonsumraums der ideale Zeitpunkt erkannt und im Anschluss konsequent und gegebenenfalls trotz einer unsicheren Gesetzeslage genutzt werden müsse (Smith et al., 2019, S. 6 f.). Die interviewten Personen, die sich für die Implementierung eines Drogenkonsumraums in Nürnberg aussprechen, tendieren jedoch dazu, die behutsame Vorgehensweise der Verständigung mit politischen Entscheidungsträger*innen fortzusetzen, um ein langfristiges Verständnis zu erreichen.

So heben die Interviewpartner*innen in großen Teilen einen Bedarf an sicheren Konsumorten hervor, um die hohe Zahl der Drogentoten in Nürnberg zu verringern und die Bevölkerung und den öffentlichen Raum Nürnbergs zu entlasten. Sie bekräftigen wiederholt, dass die Implementierung eines Drogenkonsumraums nicht nur vom Äußeren Setting abhängig ist, sondern im Gegenzug auch das Potenzial beinhaltet, dieses Äußere Setting nachhaltig positiv zu beeinflussen. Besonders deutlich wird dabei die Verantwortung politischer Entscheidungsträger*innen, drogenkonsumierenden Menschen im Rahmen der politischen und gesellschaftlichen Verantwortung eine angemessene Gesundheitsversorgung zukommen zu lassen:

„Und wenn man das schafft, zu sagen, guck, die sind auch krank, die können auch, wie die Oma, die Diabetes hat, weil sie ihr Leben lang drei Tafeln Schokolade am Tag isst. So ist das der Drogenpatient, der leider auch mit ein Stück weit selbstverantwortet in den Suchtanfang hereingerutscht ist und dem wollen wir genauso helfen wie der Oma. Und während die Oma ja in die Diabetespraxis kann und der Opa in die Fettleibigkeitsklinik, wo er eine Magen-Bypass-OP bekommt, brauchen wir für die Drogen-User halt geschützte Räume, wo die ihre Suchterkrankungen überleben können.“ (Interview 7, Pos. 58)

Dass eine evidenzbasierte Versorgung von drogenkonsumierenden Menschen analog zu gängigen diagnostizierten Krankheitsbildern bisher keine gesellschaftliche Anerkennung erlangt hat, wirkt sich auf die Finanzierungsstruktur der Drogenhilfen aus: In einer bundesweiten Umfrage unter ambulanten Einrichtungen der Drogenhilfe äußerten sich Teilnehmende dahingehend, dass finanzielle Mittel gekürzt würden, da die Arbeit mit drogenkonsumierenden Menschen eine freiwillige Leistung der Kommunen darstelle und viele Leistungen der Suchtberatung aktuell nicht mehr gedeckt seien (Rummel, 2024, S. 17). Die Finanzierung eines Geschützten Raums erfordert laut den Teilnehmenden eine tragfähige Struktur, die aus Mitteln der Stadt Nürnberg, dem Bezirk Mittelfranken, der Landesregierung und der Bundesregierung zusammengesetzt sein könnte. Ein*e Interviewpartner*in formuliert:

„Und da müsste man natürlich kreativ werden und aktiv werden, aber Möglichkeiten sehe ich auch an der Stelle.“ (Interview 1, Pos. 41).

Die von einigen Teilnehmenden angesprochene Notwendigkeit der Flexibilität in der Finanzierung eines Geschützten Raums spiegelt die Finanzierungsstruktur der Drogenhilfe in Bayern wider. In der bundesweiten Umfrage unter Einrichtungen der ambulanten Sucht- und Drogenberatung wird Bayern nach Rheinland-Pfalz als das Bundesland mit dem größten Anteil an nicht kostendeckender Finanzierung in der Drogenhilfe ausgewiesen (Rummel, 2024, S. 8). Die in den Interviews signalisierte Kreativität kann demnach als eine notgedrungene gedeutet werden. Sie entspringt Strukturen, die eine klare und verlässliche Finanzierung eines Geschützten Raums in Nürnberg kurz- und mittelfristig als unwahrscheinlich erscheinen lässt. Um die Wirksamkeit eines Drogenkonsumraums für die Nutzer*innen und die Gesamtbevölkerung trotz komplexer Einflussfaktoren (beispielsweise Aufkommen neuer Substanzen oder neuer Konsumformen) sichtbar zu machen, benötigen die potenziellen Betreiber*innen jedoch eine zumindest mittelfristig gesicherte Finanzierung.

Die Finanzierung eines Geschützten Raums steht in direktem Zusammenhang mit den Kosten, die durch eine Implementierung eingespart werden können:

„Das ist aber auch natürlich eben die Besserung der Gesundheit der Patienten sehr, sehr wichtig, weil das natürlich Folgekosten sind. Und wenn ich es schaffe, Folgekosten zu reduzieren, dann ist das eben einfach was sehr, sehr Wichtiges. Oder sowas wie zum Beispiel die Belastung der Notaufnahmen durch Überdosierungen in

einem Krankenhaussystem, das eh letztendlich irgendwie schon mit seiner Existenzfähigkeit ringt aufgrund des Fachkräftemangels, ist natürlich ein Gut, das nach meiner Meinung wirklich auch eine ganze Ecke unterschätzt ist momentan.“
(Interview 3, Pos. 6)

Durch den weitreichend erforschten Effekt, wonach Drogenkonsumräume zu einer deutlichen Reduktion von Drogennotfällen führen, erscheint diese Einschätzung plausibel, wenngleich die konkreten Effekte für Nürnberg in einer wissenschaftlichen Begleitung überprüft werden müssten. In einer aktuellen Modellierungsstudie aus Frankreich kommen die Forschenden zu dem Ergebnis, dass sich die medizinischen Kosten von drogenkonsumierenden Personen, die in einem Zeitraum von zehn Jahren einen Drogenkonsumraum nutzen, signifikant verringern. So könnten sowohl die Behandlungen von Abszessen und (dem selteneren, aber kostspieligen Fall) von infektiöser Endokarditis als auch die Anzahl der Aufenthalte in der Notaufnahme und Überdosen verringert werden. Aufgrund dieser und weiterer Einsparungen kommen die Forschenden zu dem Schluss, dass innerhalb von zehn Jahren 6,6 Millionen Euro medizinischer Kosten in Paris und 5,8 Millionen Euro in Strasbourg durch die Implementierung von Drogenkonsumräumen in diesen Städten eingespart werden können (Cousien et al., 2024, S. 7 ff.). Eine weitere Komponente des Äußeren Settings stellen die potenziellen Anwohner*innen eines Drogenkonsumraums dar. Eine transparente Kommunikation und ein früher Einbezug der Anwohner*innen ist für die Interviewteilnehmenden essenziell, um Vorbehalte abzubauen und Akzeptanz für die Implementierung eines Drogenkonsumraums zu schaffen:

„Aber es ist ja auch so, man muss sich natürlich auch wirklich anschauen, mit welchen Ängsten ist das verbunden, mit welchen Sorgen. Also wenn ich jetzt zum Beispiel einfach einen Konsumraum in einem Wohngebiet platziere und niemanden informiere, dann ist es klar, dass das von Anfang an eine schlechte Perspektive hat. Auch die Bedürfnisse und Belange der Anwohner, der Anwohnerinnen, muss ich mir auch anhören, die muss ich auch entsprechend integrieren. Also es geht nur, wenn wir noch mehr miteinander reden, alle Beteiligten.“ (Interview 2, Pos. 44)

Im Kontext internationaler Forschungsergebnisse trifft diese Analyse der interviewten Person zu und eröffnet verschiedene Handlungsoptionen. Zum einen ist es notwendig, Anwohner*innen verständliche Informationen zur Evidenz von Geschützten Räumen für Konsumierende zur Verfügung zu stellen und diese gegebenenfalls mit ihnen zu diskutieren, um Sorgen adäquat zu adressieren (Kolla et al., 2017, S. 8 ff.). Zum anderen ist es erforderlich, die Haltung von Politik und den Betreiber*innen der Räume klar zu kommunizieren. Sorgen von Anwohner*innen, mit einer Implementierung den Drogenkonsum in der Nachbarschaft zu befeuern (Strike et al., 2015, S. 3) oder Drogenkonsum per se zu legitimieren (Kolla et al., 2017, S. 13) sollten bereits bei der Planung offen angesprochen werden. Eine interviewte Person formuliert dahingehend einen passenden Vorschlag:

„Aber ich glaube, das Wichtigste ist eigentlich die Nachbarschaft rund um ein Drogenhilfezentrum, dass man die mitnimmt und immer wieder über Infoveranstaltungen, Tag der Offenen Tür, Leute vor Ort ansprechen, so nach dem Motto, wisst ihr eigentlich, was wir hier machen? Gibt es irgendetwas, was euch stört? Was können wir tun? Weil nur so können die darauf reagieren, denke ich.“
(Interview 5, Pos. 61)

Als weiteren grundlegenden Faktor für eine gelingende Implementierung und die Akzeptanz eines Drogenkonsumraums erkennen die Interviewpartner*innen die produktive Zusammenarbeit mit den

Strafverfolgungsbehörden. Die Bedeutung dieser Zusammenarbeit findet sich ebenfalls in internationalen Forschungsarbeiten wieder. So trägt ein Rapid Review Evidenzen dazu zusammen, dass ein frühzeitiger und regelmäßiger persönlicher Austausch mit der Polizei die erfolgreiche Implementierung eines Drogenkonsumraums nachhaltig beeinflusst (Shorter et al., 2023, S. 83 ff.). Aufgrund jahrelanger Zusammenarbeit der Polizeibeamt*innen mit den Drogenhilfeeinrichtungen ist der Grundstein für diesen Austausch bereits gelegt:

„Ja, ich würde da auch tatsächlich auf unser gutes Verhältnis mit den Sicherheitsorganen bauen, das wir auch in Nürnberg haben. Auch da sind wir, glaube ich, im Vergleich zu anderen Städten, auch zu anderen bayerischen Städten, wirklich in einer Komfortzone, dadurch, dass wir seit vielen Jahren sehr vertrauensvoll miteinander arbeiten, in einer gegenseitigen Achtung unserer unterschiedlichen Arbeitsaufträge, die wir auch haben und uns hier nicht bekriegen oder als Gegner verstehen, sondern als Teil von einem System verstehen. Das ist besonders. Und das schätze ich sehr an unserer Kommune und das schätze ich sehr an den Kollegen von der Polizei.“ (Interview 1, Pos. 37)

Die dritte Dimension, das **(3) Innere Setting**, umfasst die organisatorischen und personellen Voraussetzungen für die Implementierung eines Drogenkonsumraums in Nürnberg. Nürnberg verfügt bereits über ein starkes Netzwerk in der Drogenhilfe. Diese bestehende Infrastruktur bietet eine solide Basis für die Implementierung von Drogenkonsumräumen, bedürfte allerdings eines breiteren Fundaments, da sie bisher vorwiegend von einzelnen Akteur*innen getragen wird:

„Weil momentan eigentlich die Zusammenarbeit und die Hilfsangebote hier in Nürnberg eigentlich sehr gut sind. Allerdings, und das muss man sagen, immer von einzelnen Playern abhängen. Und wenn diese Player ausgetauscht werden, dann kann das auch sein, dass manche Angebote von heute auf morgen zusammenbrechen.“ (Interview 3, Pos. 56)

Im Sinne einer Institutionalisierung erfordert daher die erfolgreiche Implementierung eines Drogenkonsumraums eine personenunabhängige Zuweisung von Verantwortlichkeiten an Organisationen und Institutionen im Rahmen der Drogenhilfe. Insbesondere die interdisziplinäre Kooperation im „Nürnberger Modell der Drogenhilfe“ könnte durch eine derartige Festigung der etablierten Strukturen profitieren.

Die Standortwahl eines Geschützten Raums stellt einen zentralen Faktor für den Erfolg der Innovation dar, da dieser die Akzeptanz der Zielgruppe maßgeblich beeinflusst. Die Teilnehmenden verorten einen passenden Standort in Nürnberg mehrheitlich in der Nähe des Hauptbahnhofs in Richtung Südstadt, dort, wo die Drogenszene in Nürnberg auch für Außenstehende sichtbar wird, um die Erreichbarkeit für drogenkonsumierende Personen sicherzustellen und diese öffentlichen Räume auch effektiv zu entlasten. Anhand des Sicherheitsberichts der Polizei Mittelfranken lässt sich nachvollziehen, dass der Großteil der Betäubungsmitteldelikte um den Hauptbahnhof, den Plärrer und in der Südstadt lokalisiert ist (Polizeipräsidium Mittelfranken, 2024, S. 55). Die Erhebungen einer amerikanischen Studie legen nahe, dass sich drogenkonsumierende Menschen vorwiegend im Umkreis des Ortes aufhalten, an dem sie Drogen erwerben können (Lin et al., 2023, S. 10). Ein zielgruppenorientierter Standort des Geschützten Raums müsste deshalb in dem von den meisten Teilnehmenden benannten Gegenden liegen.

Bedenken ergeben sich dabei vorwiegend in Bezug auf die nachhaltige Veränderung der Südstadt:

„Das geht ja dann erstmal am Nelson-Mandela-Platz vorbei und dann die Straßen runter, der Aufseßplatz ist eh schon ein Problemgebiet, also da setzen Sie noch mehr Probleme mit zusätzlich rein. Und wir arbeiten hier heftig dran, dass wir das irgendwo auflockern. Also alles, was südlich des Hauptbahnhofes ist, der Aufseßplatz mit diesem künstlichen Schwimmbad da drin, das ist jetzt auch wieder so eine Angelegenheit.“ (Interview 6, Pos. 31)

Diese Sorge einer interviewten Person, das Mitglied einer die Implementierung eines Drogenkonsumraums ablehnenden Partei ist, wird ebenfalls in einer französischen Studie formuliert. Die Anwohner*innen in der Nähe des Drogenkonsumraums sahen mit dessen Implementierung ihren Eindruck bestätigt, in einer problembehafteten Nachbarschaft zu leben (Jauffret-Roustide & Cailbault, 2018, S. 214). Eine entgegengesetzte Überlegung formuliert die bereits bestehende Akzeptanz von Anwohner*innen im Umfeld der Drogenhilfen, die sich ebenfalls rund um den Hauptbahnhof befinden:

„(...) von Nürnberg eine Umgebung hätte, wo man die Leute eh schon erreicht, wo man aber auch in der Nachbarschaft nicht unbedingt Familien, Gewerbetreibende normalen Couleurs hat, sondern eine spezielle Klientel in der Nachbarschaft auch hat, die schon erprobt ist, was den Umgang mit unserer Klientel betrifft. Durch unseren Drogenkonsumraum würde da jetzt kein neues Belastungsmomentum entstehen.“ (Interview 1, Pos. 15)

Diese Überlegung schließt an Forschungsergebnisse zur Teilhabe drogenkonsumierender Personen am öffentlichen Raum an. Im Vergleich zweier dänischer Städte konnte herausgestellt werden, dass die Anerkennung drogenkonsumierender Personen als Teil des Zusammenlebens und entsprechende Unterstützungsleistungen für die Zielgruppe Nachbarschaften befrieden und aufwerten können (Kammersgaard, 2020, S. 7 f.). Die Auswirkungen der Standortwahl stehen deshalb in engem Zusammenhang mit der bereits ausgeführten Partizipation der Anwohner*innen.

Bezüglich der Integration eines Geschützten Raums in bereits bestehende Standorte der Drogenhilfen werden Bedenken formuliert, die bei einer Implementierung berücksichtigt werden müssen. Bei einer Integration könnten sich zwar personelle und organisatorische Synergieeffekte ergeben, doch die Sorge um bereits abstinente oder substituierte Klientinnen und Klienten, die Angebote der Drogenhilfen zur Stabilisierung nutzen und dabei mit einem Drogenkonsumraum konfrontiert sind, wird wiederholt deutlich. Um für drogenkonsumierende Frauen einen tatsächlich geschützten Konsumort zu schaffen, sehen einige Teilnehmende die Notwendigkeit, einen separaten Drogenkonsumraum in einem räumlichen Abstand zum Rotlichtmilieu zu etablieren. Dies steht in engem Zusammenhang mit kanadischen Forschungsergebnissen zur wahrgenommenen Sicherheit drogenkonsumierender Frauen, die die gängigen Orte der Drogenszene aus Angst vor geschlechtsspezifischer Gewalt nicht aufsuchen und damit von den dort etablierten Hilfsangeboten ausgeschlossen bleiben (McNeil et al., 2014, S. 611). Die Nähe zu Schulen, Kindergärten oder Spielplätzen soll vermieden werden. Die Wahl eines Standorts ist außerdem stets von der begrenzten Verfügbarkeit geeigneter Immobilien in zentraler Lage geprägt.

Die Gestaltung der Öffnungszeiten eines Geschützten Raums stellt einen zentralen Faktor für dessen Erfolg dar, da diese maßgeblich die Erreichbarkeit und die Nutzung des Angebots beeinflussen. Die Teilnehmenden formulieren, dass die Öffnungszeiten sich idealerweise an den Bedürfnissen der Zielgruppe orientieren und sich deshalb bis in die Abend- und Nachtstunden erstrecken sollten. Eine australische Studie konnte einen erheblichen Rückgang der Krankenwageneinsätze während der Öffnungszeiten des dort etablierten Drogenkonsumraums feststellen (Salmon et al., 2010, S. 678 ff.). Diese Ergebnisse eröffnen Möglichkeiten einer interdisziplinären Zusammenarbeit: Die Öffnungszeiten eines Drogenkonsumraums

könnten sich sowohl an den Bedürfnissen der Zielgruppe orientieren als auch in Kooperation mit notärztlichem Personal erarbeitet werden.

Die Umsetzung solch umfassender Öffnungszeiten birgt jedoch einige Herausforderungen. Der Betrieb während der Abend- und Nachtstunden führt zu erhöhten Personalkosten, was die Finanzierung des Drogenkonsumraums zusätzlich belastet. Eine Möglichkeit zur personellen Organisation wird in der Etablierung eines Mehrschichtmodells gesehen:

„Das bedeutet, man müsste dann auch versuchen, möglichst den Tag mit dieser Möglichkeit zum überwachten Konsum aufzumachen. Das wäre natürlich wahnsinnig teuer, wenn man 24-Stunden-Betrieb hätte, sodass wir uns gedacht haben, wir würden vielleicht mit zwei bis drei Schichten denken. Dass wir am Vormittag, am Nachmittag und am Abend, am späteren Abend, noch mal ein Angebot machen würden, wo der Drogenkonsumraum zugänglich ist. Sodass wir im Prinzip auch auf eine Öffnungszeit von rund 8-9 Stunden im Tagesverlauf kommen, aber das eben aufgeteilt über drei Schichten.“ (Interview 1, Pos. 19)

Eine dieser Schichten könnte ausschließlich für drogenkonsumierende Frauen reserviert sein, insbesondere dann, wenn ein separater Drogenkonsumraum für Frauen in naher Zukunft nicht realisierbar ist.

Die erfolgreiche Implementierung eines Geschützten Raums in Nürnberg ist neben dem passenden Standort und bedarfsorientierten Öffnungszeiten auch von geeignetem Personal abhängig. Die Teilnehmenden formulieren die Notwendigkeit eines interdisziplinären Teams aus Fachkräften der Drogenhilfe (Sozialarbeitende) und medizinischem oder medizinisch geschultem Personal, um den Betrieb effektiv zu gestalten. Regelmäßige Fortbildungen und Supervision gelten als unverzichtbar, um die komplexen Anforderungen, unterschiedliche Konsummuster und die emotionalen Belastungen im Arbeitsalltag zu bewältigen.

„Es ist aber in jedem Fall notwendig, dass man nicht alleine in dem Konsumraum steht. Das ist ganz, ganz wichtig und vor allen Dingen braucht das Personal auch noch mal ordentlich Support und Supervision etc. und natürlich auch eine entsprechende Ausbildung neben dem Studium, weil es ist schon auch ein noch belastender Arbeitsplatz für viele als jetzt zum Beispiel eine Beratungsstelle oder ein Café aus verschiedensten Gründen.“ (Interview 2, Pos. 30)

Innovative Ansätze wie digitale Terminvergabesysteme könnten dazu beitragen, personelle und finanzielle Ressourcen effizient zu nutzen. Die Rekrutierung von qualifiziertem Personal aufgrund des bestehenden Fachkräftemangels kann dabei eine zentrale Herausforderung darstellen.

Die Dimension der **(4) Spezifika der Individuen** rückt die Akteur*innen ins Zentrum, die direkt von der Implementierung eines Drogenkonsumraums betroffen sind. Die Bedürfnisse drogenkonsumierender Menschen stehen für die meisten Interviewpartner*innen dabei im Mittelpunkt. Diese sind vielfältig und spiegeln so die Heterogenität der Zielgruppe und deren Lebensrealität wider.

„Wir haben zum Beispiel hier Berufsgruppen wie Gerüstbauer, die sagen, das ist auf Termin, das ist mit einem wahnsinnigen Zeitdruck, das ist unheimlich körperlich anstrengend, da kommt man mit einem 12-Stunden-Tag eventuell nicht hin, weil Ausstellungszeit in der Messe ist teuer. Natürlich sind dort alle auf Crystal. Und wenn ich sowas toleriere, ich meine natürlich toleriere ich es eigentlich nicht, ich

schaffe aber prekäre Arbeitssituationen, die letztendlich fast nur mit Drogen überstehbar sind, dann kriege ich die Drogen, die ich verdiene als Gesellschaft.“
(Interview 3, Pos. 46)

Die zentralen Bedürfnisse, die von den meisten Interviewpartner*innen angenommen werden, sind die Möglichkeit, sicher, hygienisch und medizinisch begleitet konsumieren zu können und der sich daraus ergebende Schutz vor versehentlichen Überdosierungen und Infektionskrankheiten. Internationale Forschungsergebnisse machen deutlich, dass diese Bedürfnisse mithilfe eines Drogenkonsumraums nachhaltig adressiert werden können (Kappel et al., 2016, S. 6 ff.; Tran et al., 2021, S. 4642 ff.). Besonders vulnerable Gruppen wie Frauen oder ältere Personen benötigen Geschützte Räume, die sie vor Gewalt und Übergriffen schützen. Darüber hinaus zeigt sich ein wachsender Bedarf an Angeboten für den inhalativen Konsum. Die Teilnehmenden halten die Möglichkeit des niedrigschwelligen Zugangs ohne bürokratische Hürden für notwendig. Muttersprachliche und kultursensible Angebote sind essenziell, um die Vielfalt der Zielgruppe abzudecken. Einige Teilnehmenden sprechen sich für die Beteiligung der Zielgruppe an der Konzipierung des Geschützten Raums aus, während vereinzelte Stimmen die Fähigkeit drogenkonsumierender Menschen zur Partizipation in Frage stellen.

Ein weiteres zentrales Bedürfnis stellt der Zugang zu weiterführenden Hilfsangeboten dar, wie zum Beispiel Substitutionstherapie oder sozialpädagogische Beratung. Eine umfassende medizinische Versorgung wird von den Interviewpartner*innen ebenfalls als Bedürfnis der häufig nicht klassisch krankenversicherten Zielgruppe aufgefasst:

„Also neben dem Konsumakt würden wir dann anbieten können, allgemeine Gesundheitsfürsorge, dass sie letztendlich allgemein ärztlich angebunden sind für Impfungen, mal ein Rezept, mal eine Krankschreibung. Dass man das in irgendeiner Form mit anbindet. (...) Dann eben spezialmedizinische Sachen, wie zum Beispiel eine gynäkologische Sprechstunde in diesem Frauenkonsumraum, weil das natürlich noch mal schwieriger ist, als betroffene Frauen einen Gynäkologen zu finden.“
(Interview 7, Pos. 33)

Die Notwendigkeit einer medizinischen Behandlung vor Ort, in dem Drogenkonsumraum, wird ebenfalls in internationalen Forschungsergebnissen thematisiert. Da eine erfolgreiche Weiterleitung von Nutzer*innen mit Verletzungen oder Infektionen zu externen medizinischen Diensten nicht durch das Personal des Drogenkonsumraums gewährleistet werden kann, plädieren beispielsweise Angestellte eines dänischen Drogenkonsumraums für eine unkomplizierte Behandlung vor Ort (Kappel et al., 2016, S. 10).

Die letzte Dimension widmet sich dem **(5) Implementierungsprozess** und hebt die Bedeutung einer strategischen und kooperativen Herangehensweise hervor. Die Wahl eines szenenahen Standorts, die Einbindung aller relevanten Akteur*innen und die Entwicklung eines tragfähigen Finanzierungskonzepts stellen zentrale Schritte dar. Transparente Kommunikation und der frühzeitige Einbezug von Anwohner*innen und lokalen Stakeholdern können die Akzeptanz des Drogenkonsumraums fördern. Ein iterativer Ansatz datenbasierter Anpassungen und kontinuierlicher Evaluation kann eine flexible Reaktion des Geschützten Raums auf sich ändernde Bedingungen der Drogenszene ermöglichen.

Der erste Schritt hin zu einer Implementierung besteht jedoch in der strategischen Kommunikation mit politischen Entscheidungsträger*innen auf Landesebene mit dem Ziel, eine Landesverordnung für Drogenkonsumräume zu erreichen.

„Dass die Entscheidungen, die die als Politiker am grünen Tisch entstehen, in der echten Welt dazu führen, dass Menschen leben oder sterben. Und die Verantwortung muss dahin, wo die Entscheidungen getroffen werden. Was nicht geht, ist, dass man an einer Stelle Entscheidungen trifft und 300 Kilometer weiter stirbt jemand an seiner Kotze auf der Bahnhofstoilette.“ (Interview 7, Pos. 56)

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Auf Grundlage der zusammengetragenen Erkenntnisse lässt sich in Zusammenarbeit mit zentralen Akteur*innen ein umfassendes Konzept zur Implementierung eines Geschützten Raums in Nürnberg erstellen. Aus diesem Grund werden die ausführlichen Ergebnisse in Verbindung mit den bereits vorliegenden Abschlussarbeiten von Studierenden aus Medizin (Paracelsus Medizinische Privatuniversität), Psychologie (Hochschule Ansbach) und Sozialer Arbeit (Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm) im ersten Quartal 2025 in einem an die Öffentlichkeit gerichteten und visuell ansprechenden Bericht vorgelegt. Ein erster Termin zur Ergebnispräsentation mit dem Stadtrat wurde bereits im März 2025 durchgeführt. Damit wurde eine breite Grundlage an lokaler Evidenz direkt in den politischen Diskurs eingebracht, um die Lebenssituation drogenkonsumierender Menschen in Nürnberg nachhaltig zu verbessern. Auch fällt auf, dass ein großes Interesse der Presse besteht. Dieses Interesse wird genutzt, um zentrale Erkenntnisse auch in der Zivilgesellschaft zu verbreiten.

Darüber hinaus werden die Ergebnisse in Form eines wissenschaftlichen Artikels zusammengefasst und bei einer Fachzeitschrift eingereicht („Suchttherapie“). Im Rahmen des im Dezember 2024 gestarteten Anschlussprojektes „Gesundheitsförderung durch Evidenzbasiertes Drug-Checking in Nürnberg“ wird es möglich sein, die Ergebnisse des abgeschlossenen Projektes weiterhin zu kommunizieren (zum Beispiel im Rahmen von Konferenzreisen).

6. Literatur

- Bergmann, H., Neumeier, E., Schäffer, D., Kuban, M. (2024). Drogenkonsumräume in Deutschland 2023. DBDD: München & DAH: Berlin.
- Brock, A. (2019, November 7). *Drogentote: Nürnberg ist bundesweit trauriger Spitzenreiter*. nordbayern.de. <https://www.nordbayern.de/franken/nuernberg/drogentote-nuernberg-ist-bundesweit-traurigerspitzenreiter-1.9505137>
- Cousien, A., Donadille, C., Madrid, L. B., Maradan, G., Jauffret-Roustide, M., Lalanne, L., Auriacombe, M., Roux, P., & Boyer, S. (2024). Cost-effectiveness of drug consumption rooms in France: A modelling study. *BMC Public Health*, 24(1), 1426. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18909-9>
- Damschroder, L. J., Aron, D. C., Keith, R. E., Kirsh, S. R., Alexander, J. A., & Lowery, J. C. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice: A consolidated framework for advancing implementation science. *Implementation Science*, 4(1), 50. <https://doi.org/10.1186/17485908-4-50>
- Damschroder, L. J., Reardon, C. M., Widerquist, M. A. O., & Lowery, J. (2022). The updated Consolidated Framework for Implementation Research based on user feedback. *Implementation Science*, 17(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s13012-022-01245-0>
- Dröge, K. (2024, Juni 13). *noScribe*. github. <https://github.com/kaixxx/noScribe>
- EMCDDA & C-EHRN. (2023). *Drug consumption rooms*. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction & Correlation - European Harm Reduction Network. <https://data.europa.eu/doi/10.2810/2574>

- Hedrich, D. (2020). Drogenkonsumräume: Verbreitung und Wirksamkeit. *rausch - Wiener Zeitschrift für Suchttherapie*, 8./9. Jahrgang (4-2019/1-2020), 202–211.
- Helfferrich, C. (2022). Leitfaden- und Experteninterviews. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 875–892). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_55
- Hofmann, M., & Wehner, B. (2020). Warum gibt es keine Drogenkonsumräume in Bayern? *rausch - Wiener Zeitschrift für Suchttherapie*, 8./9. Jahrgang, 229–236.
- Jauffret-Roustide, M., & Cailbault, I. (2018). Drug consumption rooms: Comparing times, spaces and actors in issues of social acceptability in French public debate. *International Journal of Drug Policy*, 56, 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2018.04.014>
- Kammersgaard, T. (2020). Being ‘in place’, being ‘out of place’: Problematising marginalised drug users in two cities. *International Journal of Drug Policy*, 75, 102589. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2019.10.014>
- Kappel, N., Toth, E., Tegner, J., & Lauridsen, S. (2016). A qualitative study of how Danish drug consumption rooms influence health and well-being among people who use drugs. *Harm Reduction Journal*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s12954-016-0109-y>
- Kennedy, M. C., Karamouzian, M., & Kerr, T. (2017). Public Health and Public Order Outcomes Associated with Supervised Drug Consumption Facilities: A Systematic Review. *Current HIV/AIDS Reports*, 14(5), 161–183. <https://doi.org/10.1007/s11904-017-0363-y>
- Kolla, G., Strike, C., Watson, T. M., Jairam, J., Fischer, B., & Bayoumi, A. M. (2017). Risk creating and risk reducing: Community perceptions of supervised consumption facilities for illicit drug use. *Health, Risk & Society*, 19(1–2), 91–111. <https://doi.org/10.1080/13698575.2017.1291918>
- Laenen, F. V., Nicaise, P., Decorte, T., Maeyer, J. D., Ruyver, B. D., Smith, P., van Puyenbroeck, L., & Favril, L. (2018). *Feasibility study on drug consumption rooms in Belgium*. Belgian Science Policy Office (BELSPO).
- Lin, Q., Aguilera, J. A. R., Williams, L. D., Mackesy-Amiti, M. E., Latkin, C., Pineros, J., Kolak, M., & Boodram, B. (2023). Social-spatial network structures among young urban and suburban persons who inject drugs in a large metropolitan area. *International Journal of Drug Policy*, 122, 104217. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2023.104217>
- Lloyd, C., Stöver, H., Zurhold, H., & Hunt, N. (2016). Similar problems, divergent responses: Drug consumption room policies in the UK and Germany. *Journal of Substance Use*, 22(1), 66–70. <https://doi.org/10.3109/14659891.2016.1143049>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Beltz.
- McNeil, R., Shannon, K., Shaver, L., Kerr, T., & Small, W. (2014). Negotiating place and gendered violence in Canada’s largest open drug scene. *International Journal of Drug Policy*, 25(3), 608–615. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2013.11.006>
- Polizeipräsidium Mittelfranken. (2024). *Sicherheitsbericht 2023*. Polizeipräsidium Mittelfranken.
- Potier, C., Laprévotte, V., Dubois-Arber, F., Cottencin, O., & Rolland, B. (2014). Supervised injection services: What has been demonstrated? A systematic literature review. *Drug and Alcohol Dependence*, 145, 48–68. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2014.10.012>
- Roux, P., Jauffret-Roustide, M., Donadille, C., Briand Madrid, L., Denis, C., Célérier, I., Chauvin, C., Hamelin, N., Maradan, G., Carrieri, M. P., Protopopescu, C., Lalanne, L., Auriacombe, M., the COSINUS Study Group, Auriacombe, M., Berenger, C., Bertoia, G., Madrid, L. B., Carrieri, M. P., & Vilotitch, A. (2023). Impact of drug consumption rooms on non-fatal overdoses, abscesses and emergency department

- visits in people who inject drugs in France: Results from the COSINUS cohort. *International Journal of Epidemiology*, 52(2), 562–576. <https://doi.org/10.1093/ije/dyac120>
- Rummel, C. (2024). *Finanzierung der Suchtberatungsstellen in Deutschland. Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage der Deutschen Hauptstelle für Suchtfragen e.V. (DHS)*. Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V. (DHS).
- Salmon, A. M., Van Beek, I., Amin, J., Kaldor, J., & Maher, L. (2010). The impact of a supervised injecting facility on ambulance call-outs in Sydney, Australia. *Addiction*, 105(4), 676–683. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2009.02837.x>
- Scher, B. D., Chrisinger, B. W., Humphreys, D. K., & Shorter, G. W. (2024). Exploring drug consumption rooms as ‘inclusion health interventions’: Policy implications for Europe. *Harm Reduction Journal*, 21(1), 216. <https://doi.org/10.1186/s12954-024-01099-3>
- Shorter, G. W., McKenna-Plumley, P. E., Campbell, K. B. D., Keemink, J. R., Scher, B. D., Cutter, S., Khadjesari, Z., Stevens, A., Artenie, A., Vickerman, P., Boland, P., Miller, N. M., & Campbell, A. O. (2023). *Overdose Prevention Centres, Safe Consumption Sites, and Drug Consumption Rooms: A Rapid Evidence Review*. Drug Science.
- Smith, P., Favril, L., Delhauteur, D., Vander Laenen, F., & Nicaise, P. (2019). How to overcome political and legal barriers to the implementation of a drug consumption room: An application of the policy agenda framework to the Belgian situation. *Addiction Science & Clinical Practice*, 14(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s13722-019-0169-x>
- Strike, C., Watson, T. M., Kolla, G., Penn, R., & Bayoumi, A. M. (2015). Ambivalence about supervised injection facilities among community stakeholders. *Harm Reduction Journal*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12954-015-0060-3>
- Tran, V., Reid, S. E., Roxburgh, A., & Day, C. A. (2021). Assessing Drug Consumption Rooms and Longer Term (5 Year) Impacts on Community and Clients. *Risk Management and Healthcare Policy*, Volume 14, 4639–4647. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S244720>
- Welker, J. (2022). Nürnberger Modell – gemeinsam weg vom Abgrund. In N. Wittmann & C. Gilch (Hrsg.), *Mudra Jahresbericht 2022* (S. 78–81).

L4BatteryLife – Anwenderabhängige Optimierung des Batteriemagements beim hochautomatisierten Fahren

Prof. Dr. Timo Götzelmann

Fakultät Informatik / Nuremberg Campus of Technology (NCT)

Zusammenfassung:

Das Forschungsprojekt untersucht das Fahrerverhalten beim teilautomatisierten Fahren in schweren Nutzfahrzeugen, um schädliches Fahrverhalten zu identifizieren und zu minimieren. Ziel ist es, durch intelligente Steuerung das Lade- und Entlademanagement zu optimieren, um die Lebensdauer der Batteriezellen zu verlängern. Eine realistische Simulationsumgebung wurde entwickelt, um verschiedene Fahrprofile zu analysieren und die Interaktion zwischen realen LKW-Fahrenden und Fahrzeug über mehrere Strecken und Bedingungen zu messen. Die Fahrparameter wurden statistisch ausgewertet, dabei ergaben sich bereits erste Schlüsse über das Fahrverhalten unter verschiedenen Bedingungen. Die gewonnenen Daten bieten eine Grundlage für zukünftige Ansätze im Motor- und Lademanagement, um die Batterielebensdauer zu optimieren.

1. Projektdaten

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät/Einrichtung	Informatik / Nuremberg Campus of Technology (NCT)
Projektleitung	Prof. Dr. Timo Götzelmann
Kontakt Daten Projektleitung	timo.goetzelmann@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Auf Nutzfahrzeuge, Stadt- und Reisebusse entfallen rund 6 Prozent der gesamten Treibhausgas-Emissionen in der EU und über 25 Prozent der Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr allein. Neue, schwere Nutzfahrzeuge sollen bereits ab dem Jahr 2030 45 Prozent weniger CO₂-Emissionen ausstoßen. Um dieses Ziel erreichen zu können, müssen emissionsfreie Antriebssysteme entwickelt werden. Die Elektromobilität mit batterieelektrischen Antriebssystemen und hybride Systeme mit Brennstoffzellen und Batterien stehen derzeit im Fokus bei den Fahrzeugherstellern. Durch das hohe Gewicht der Batterien ist deren Kapazität in schweren Nutzfahrzeugen allerdings begrenzt. Aktuell geht man davon aus, dass damit zwar Reichweiten von mehr als 300 Kilometern möglich sein werden, aber die Batterien dabei besonders hohen Belastungen durch hohe Ladeleistungen beim Schnellladen und bei der Rekuperation sowie hohen Leistungsanforderungen beim Beschleunigen ausgesetzt sein werden.

Die Lebensdauer der Batteriezellen in diesen Fahrzeugen spielt eine entscheidende Rolle für deren wirtschaftliche Effizienz und Nachhaltigkeit. Das Lademanagement der Batteriespeicher hat dabei einen wesentlichen Einfluss auf die Alterung der Batteriezellen. Die Einflussfaktoren auf die Alterung von Batteriezellen sind vielfältig (Höhe und Anzahl von Strom- und Spannungsspitzen, tiefe und hohe Temperaturen, Ladezustand (SoC State of Charge) und Gesundheitszustand (SoH State of Health) der Zellen). Ziel eines Batterie-Management-Systems ist der Schutz der Zellen vor Überlast und damit auch die Gewährleistung der Betriebssicherheit solcher Systeme. Neben dem Fahrzeug (Gewicht, Leistung) und der Fahrbahn (Steigungen, Umgebungstemperatur) haben insbesondere die Fahrenden durch ihr Fahrverhalten einen erheblichen Einfluss auf die Dynamik der Schädigungsmechanismen.

Demgegenüber kann beim autonomen Fahren (Level 5) das Fahrverhalten und damit die Schädigungsprozesse in der Batterie vollständig durch Algorithmen kontrolliert werden. Es wird jedoch noch einige Zeit dauern, bis Fahrzeuge ohne Fahrenden in den Verkehr gebracht werden können. Bis dahin werden hoch- und teilautomatisierte Konzepte zur Anwendung kommen, welche noch den Eingriff der Fahrenden erfordern. Auch bei solchen spielen die Fahrenden des LKW eine wesentliche Rolle bei der Alterung der Batteriezellen. Auch der gelegentliche Einfluss der Fahrenden, das heißt die vom Menschen verursachte Dynamik der Entladevorgänge, kann noch erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer der Batterie haben. Aggressives Fahren mit häufigem, starkem Beschleunigen und Bremsen kann zu einer erhöhten Belastung der Batteriezellen führen. Ein weiterer großer Einflussfaktor ist die Energierückgewinnung durch Rekuperation, die zur Effizienzsteigerung des Antriebes unerlässlich ist, insbesondere während des Bremsvorgangs. Es treten hier je nach Dynamik große Ströme auf, welche

entweder einen schädlichen Einfluss auf Batteriezellen haben oder abgeregelt werden müssen, so dass die kinetische Energie nicht effizient rekuperiert werden kann.

3. Ziele des Forschungsprojekts

In diesem Vorhaben sollen im Sinne einer Vorlaufforschung Untersuchungen zum Fahrerverhalten beim teilautomatisierten Fahren (Level 2 – 4) in schweren Nutzfahrzeugen in einem simulierten, aber anwendungsnahen Fahrbetrieb durchgeführt werden. Ziel ist es, die Forschungsfrage zu bearbeiten, welches schädigungsrelevante Fahrverhalten für eine Traktionsbatterie beim teilautomatisierten Fahren zu beobachten ist und welche Ansätze an der Schnittstelle Mensch/Maschine prinzipiell dazu geeignet sind, um schädigungsrelevantes Fahrverhalten im teilautomatisierten Fahren zu reduzieren.

Durch eine intelligente Steuerung kann das Lade/Entlademanagement beeinflusst werden, indem Fahrbefehle optimiert an den Antrieb und das Batteriemangement weitergegeben werden. Basierend auf Expertenwissen zu den Einflussparametern auf die Batterielebensdauer sollen mehrere Fahrprofile von Fahrenden untersucht werden. Es soll mittelfristig möglich sein, dass LKW-Fahrenden damit batteriefreundlich beschleunigen und bergabwärts fahren können, ohne sich mit den komplexen Eigenschaften der Batterien auskennen zu müssen. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen dazu wichtige Erkenntnisse über den Einfluss des Lademanagements auf die Lebensdauer der Batteriezellen unter Einfluss der Fahrenden liefern. Es wird erwartet, dass eine optimierte Ladestrategie, die eine korrekte Ladespannung und einen angemessenen Ladestrom gewährleistet, die Lebensdauer der Batteriezellen deutlich verlängern kann.

Dies hat nicht nur wirtschaftliche Vorteile für Betreibende von LKW-Flotten (zum Beispiel Total Cost of Ownership), sondern trägt auch zur Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit des Transportsektors bei, indem Emissionen reduziert und Ressourcen optimal genutzt werden.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Expertenbefragung zu Schädigungsparametern

Zu Beginn des Projekts wurde die relevante Literatur gesichtet und schließlich eine Expertenbefragung durchgeführt, um relevante Schädigungsparameter für Brennstoffzellen in Kombination mit Batterieantrieben zu identifizieren (zum Beispiel [4]). Diese Informationen waren entscheidend für die Entwicklung des Simulators, da sie die Anforderungen an die Simulationstechnik und die zu messenden Parameter beeinflussten.

Im ersten Schritt wurden verschiedene Möglichkeiten zur Ermittlung repräsentativer Fahrprofile analysiert. Ziel war es, einen realistischen Fahrsimulator zu entwickeln, der den Fahrenden das Gefühl vermittelt, in einem echten LKW zu fahren. Hierbei wurden verschiedene wissenschaftliche Arbeiten von anderen Plattformen zur Datenakquisition für die Analyse von Fahrverhalten (zum Beispiel [2, 6]) und eine Dissertation zu Fahrverhaltensmodellen [7] als Grundlage herangezogen.

Entwicklung einer Testumgebung

Im Prinzip können Fahrdaten mittels realer Fahrzeuge erhoben werden (zum Beispiel [2]). Eingriffe in das Fahrverhalten des LKW können jedoch aus Sicherheitsgründen in realen Umgebungen nicht untersucht werden. Daher ist die Untersuchung unter Laborbedingungen notwendig. Hierfür wird eine realitätsnahe Simulationsumgebung benötigt, um die Auswirkungen auf die Fahrenden sowie die komplexe Interaktion der Fahrenden mit den angepassten Fahrprofilen messen zu können. Vergleichende Arbeiten zwischen realen und simulierten Umgebungen existieren bereits [9]. In dieser Simulationsumgebung wird ein Mockup

eines LKW-Cockpit mit der virtuellen Realität angereichert, mit der verschiedene Fahrbedingungen dargestellt werden.

Drei Softwarelösungen für die LKW-Simulation wurden evaluiert:

1. *TruckSim*

- Vorteile: Hohe Genauigkeit in der Fahrzeugmodellierung und -physik, detaillierte Datenerfassung.
- Nachteile: Hohe Lizenzkosten und erheblicher Einarbeitungsaufwand; realistische Fahrstrecken müssten manuell implementiert werden.

2. *Carla*

- Vorteile: Freies, flexibles Programmier-Framework, gute Möglichkeiten zur Datenerfassung.
- Nachteile: Hoher Implementierungsaufwand für Fahrzeugmodelle und Fahrstrecken.

3. *Euro Truck Simulator 2*

- Vorteile: Realistische Fahrmodelle, Fahrphysik und Strecken.
- Nachteile: Eingeschränktere Möglichkeiten zur Datenerfassung und Individualisierbarkeit.

Aufgrund der Rahmenbedingungen des Projekts fiel die Wahl auf den Euro Truck Simulator 2. Dieser wurde auch schon für zahlreiche weitere wissenschaftlichen Arbeiten (zum Beispiel [1, 5, 8]) verwendet.

Hardwareentwicklung

Es wurden Möglichkeiten geprüft, auf vorhandene Simulationsumgebungen beziehungsweise -hardware zurückzugreifen. Um den zeitlichen, organisatorischen und wissenschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht zu werden, erwies es sich schließlich als sinnvoll eine eigene Plattform zu entwickeln. Die Hardwareplattform wurde mit dem Fokus entwickelt, die Studie mit den gegebenen Mitteln unter möglichst realistischen Bedingungen durchzuführen. Diese bestand aus einem leistungsfähigen Computer mit einer entsprechenden Grafikkarte. Wie sich bereits in vergangenen Studien gezeigt hatte, sind Virtual-Reality-Lösungen potenziell für einige Testpersonen ungeeignet oder können mitunter zu unerwünschten Artefakten bei der Messung führen. Daher wurden vier großformatige Displays im Hochformat nebeneinander angeordnet. Dies schaffte eine darstellbare Fläche, welche einer echten LKW-Fahrerkabine entsprach.

Ein elektronisches LKW-Lenkrad erlaubte unter anderem die Einstellbarkeit des maximalen Lenkwinkels und des Lenkwiderstandes. Weiterhin wurden steuerbare Gas- und Bremspedale integriert, welche softwaretechnisch angepasst und ausgelesen werden konnten. Schließlich wurde ein echter Fahrersitz mit einer Motion-Plattform in die Simulation integriert, welcher Vibrationen und Sitzneigungen wiedergeben konnte, um Beschleunigungs-, Bremsvorgänge sowie Kurvenverhalten realistisch darstellen zu können. Ein für elektrische Antriebe passender Fahrzeug-Sound wurde über Lautsprecher ausgegeben. In Abbildung 1 ist eine Fahrscene dargestellt.



Abbildung 1: Aufgebautes Setup des Simulators mit großflächigen Displays und einem adaptierbaren Cockpit. Bild: Timo Götzelmann

Entwicklung der Test-Szenarien

Drei verschiedene Strecken wurden entwickelt, die jeweils in zwei Modi (lineare versus verminderte Gasannahme) und zwei Gewichtsklassen (wenig versus viel Gewicht) unterteilt waren. Die Strecken umfassten:

- Innenstadt von Nürnberg (3,7 km, hohes Verkehrsaufkommen, relativ unübersichtliche Strecke, viele Be- und Entschleunigungsvorgänge),
- Landstraße (17,5 km, mittleres Verkehrsaufkommen, höhere Fahrgeschwindigkeit, übersichtliche Strecke),
- Bergstrecke Großglockner (3,4 km, geringes Verkehrsaufkommen, weniger übersichtliche Strecke, viele Kurven, wesentliche Steigungen/Gefälle).

Jede Fahrt war auf eine Dauer von etwa 5 Minuten ausgelegt. Die Testpersonen erhielten neben dem grundlegenden Instrument für die Geschwindigkeit eine Einblendung der Fahrstrecke.

Software-Integration und Logging

Die Simulations-Software wurde in die Hardware integriert und eine Softwarelösung wurde entwickelt, die ein einfaches Umschalten zwischen den Szenarien ermöglichte, um eine störungsfreie Durchführung der Studie zu gewährleisten.

Daneben wurde eine Software entwickelt, um das fortwährende Mitschneiden (Logging) der Fahrinteraktion sowie die Simulation zu gewährleisten. So wurden grundlegende Fahrinteraktionen (zum Beispiel Lenkeinschlag, Brems- und Gaspedal) sowie daraus abgeleitete Parameter, wie zum Beispiel Koordinaten, Geschwindigkeit, Be- und Entschleunigung, Seitenkräfte et cetera, direkt von der Benutzerschnittstelle mitgeloggt. Dazu wurden Metadaten zu den einzelnen Szenen gespeichert, um eine Wiederholbarkeit zu gewährleisten.

Probandenakquise

Die Akquise der Testpersonen erwies sich als herausfordernd. Es wurden dazu eine Vielzahl von Firmen gezielt angeschrieben beziehungsweise telefonisch kontaktiert. Dazu wurde Aushänge zu Studien in Speditionen gemacht. Bei vielen möglichen Testpersonen erwies sich die Sprachbarriere als wesentliches Problem. Selbst mit Einsatz eines Dolmetschenden hätte dies potenziell Schwierigkeiten bei der Kommunikation und damit mit der Validität der Studie zur Folge gehabt, daher konnten diese Fahrerinnen nicht mit einbezogen werden. Schließlich konnten 9 Testpersonen an der Studie teilnehmen. Die Testpersonen waren im Durchschnitt 37,8 Jahre alt, hatten 10,8 Jahre Fahrerfahrung und durchschnittlich 636.000 zurückgelegte LKW-Kilometer.

Ein detaillierter Testplan wurde entwickelt, um den möglichen Lerneffekt der Testpersonen zu berücksichtigen. Die Reihenfolge der Durchführung wurde für jede Testperson randomisiert. Vor Beginn der Tests wurden die Testpersonen in das Projekt eingeführt und konnten sich in einem Testlauf mit der Simulationsumgebung vertraut machen und offene Fragen klären. Sie unterzeichneten eine Einverständniserklärung, um sicherzustellen, dass sie über die Studie informiert waren und ihre Zustimmung zur Teilnahme gaben.

Durchführung der Studie

Die Durchführung der Studie verlief planmäßig. Die Testpersonen durchliefen die festgelegten Testszenarien, wobei jede Testperson die verschiedenen Strecken unter den unterschiedlichen Bedingungen absolvierte. Während der Simulationen wurden alle relevanten Daten kontinuierlich erfasst. Ein unerwartetes Ereignis trat bei einer der Testpersonen auf: Diese erlebte die sogenannte „Simulator Sickness“, ein Zustand, der durch Unwohlsein und Schwindel während der Nutzung von Simulatoren gekennzeichnet ist. Diese Testperson entschied sich, den Test vorzeitig abzubrechen. Um die Validität der Studie zu gewährleisten, wurden die Daten dieser Testperson nicht in die endgültige Analyse einbezogen. Insgesamt wurden 100 Streckenabschnitte erfasst, was einer gefahrenen Strecke von etwa 830 km und einer Fahrzeit von ca. 500 Minuten entspricht. Die anonymisierten Daten wurden zunächst statistisch ausgewertet und für eine bessere Vergleichbarkeit visualisiert (siehe Abbildung 2) und transformiert.

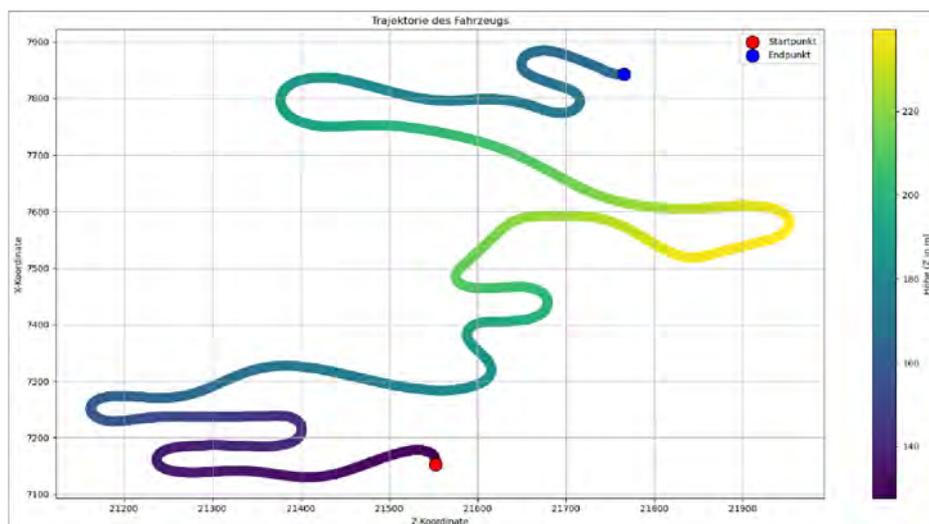


Abbildung 2: Beispielhafte Visualisierung der von einem der Probanden gefahrenen Bergstrecke am Großglockner. Bild: Timo Götzelmann

Die erhobenen Daten schaffen eine Datenbasis für vielfältige statistische Auswertungen. Neben deskriptiven Statistiken zur Berechnung von Mittelwerten, Medianen und Standardabweichungen für die gemessenen Fahrparameter (ähnlich [10]) waren nun vergleichende Analysen (beispielsweise um Unterschiede zwischen den verschiedenen Testbedingungen zu identifizieren) und die Untersuchung von Korrelationen (beispielsweise um zu verstehen, wie sich das Fahrverhalten unter unterschiedlichen Bedingungen verändert) möglich.

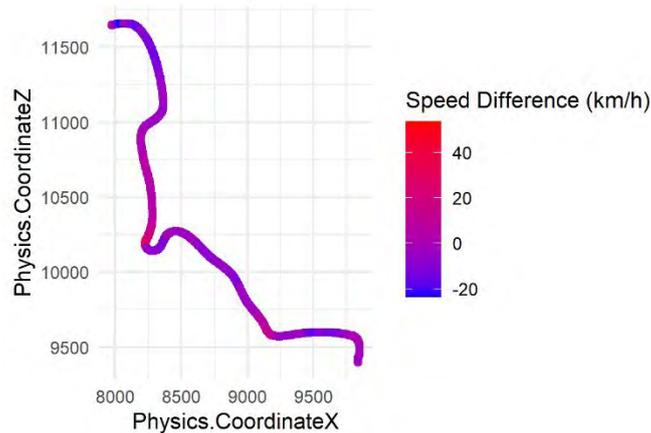


Abbildung 3: Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei Fahrprofilen auf der gleichen Strecke (Landstraße) mit unterschiedlichen Modi (leichte/schwere Last). Bild: Timo Götzelmann

Die Analyse der gemessenen Modi „lineare und verminderte Gasannahme“ ergab erste Hinweise darauf, dass Eingriffe in die Fahrdynamik zum Teil von dem Fahrenden kompensiert werden. Ein möglicher Schluss wäre, dass der Fahrende bei der Schonung des Fahrzeuges direkt mit einbezogen werden sollten, da ansonsten Umgehungsstrategien angewandt werden. Dies kann durch Schulungen, aber auch Anreizsysteme wie Nudging und Gamification unterstützt werden.

In der Literatur existieren bereits einige Studien, die Convolutional Neural Networks (CNN) im Rahmen von Fahrprofilen einsetzen (zum Beispiel [3]). In der Studie wurden so genannte Long Short Term Memory Networks (LSTM) trainiert, um das Fahrverhalten von Fahrenden klassifizieren zu können. Das Training lief erfolgreich, aufgrund der noch begrenzten Anzahl von Testpersonen ist eine Verallgemeinerung hier bisher allerdings nicht möglich. Mit der in diesem Projekt erhobenen Datenbasis können zukünftige Ansätze für das Motor- und Lademanagement individueller auf Fahrende eingehen.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Während der Laufzeit des Projektes wurde bereits ein Antrag zu einer Initiative „Künstliche Intelligenz – Data Science“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi) gestellt. Das Konsortium bestand aus zwei Arbeitsgruppen der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm) sowie drei Industriepartnern, darunter ein großer, lokal ansässiger LKW-Hersteller.

Derzeit ist ein gemeinsamer Förderantrag mit der Arbeitsgruppe für dezentrale Energiewandlung und Speicherung sowie einem regionalen LKW-Hersteller auf Basis der gewonnenen Daten in Planung. Von Seiten der Industrie besteht Interesse, Fahrzeugdaten, wie sie in diesem Vorlaufforschungsprojekt erhoben wurden, zu benutzen, um Simulationen damit durchzuführen. Mithilfe bereits frei verfügbarer Softwarekomponenten, um beispielsweise die Fahrzeugphysik abzubilden, soll eine Plattform geschaffen werden, mit der Fahrprofile von echten Fahrenden mit neuen Fragestellungen evaluiert werden können.

Passende Förderformate werden derzeit recherchiert. Zu den Ergebnissen dieses Vorlauforschungsprojektes soll im Nachgang ein Paper auf einer begutachteten Konferenz präsentiert werden, um Kooperierende für einen Antrag zu gewinnen.

6. Literatur

1. Shehab Alsanwy, Houshyar Asadi, Mohammad Reza Chalak Qazani, Shady Mohamed, and Saeid Nahavandi. 2023. A CNN-LSTM Based Model to Predict Trajectory of Human-Driven Vehicle. In *2023 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 3097–3103. <https://doi.org/10.1109/SMC53992.2023.10394243>
2. G. Andria, F. Attivissimo, A. Di Nisio, A. M. L. Lanzolla, and A. Pellegrino. 2016. Development of an automotive data acquisition platform for analysis of driving behavior. *Measurement* 93: 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.07.035>
3. Yingfeng Cai, Ruidong Zhao, Hai Wang, Long Chen, Yubo Lian, and Yilin Zhong. 2023. CNN-LSTM Driving Style Classification Model Based on Driver Operation Time Series Data. *IEEE Access* 11: 16203–16212. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3245146>
4. Tanja Gewalt and Markus Lienkamp. 2019. A systematic method for accelerated aging characterization of lithium-Ion cells in automotive applications. *Forschung im Ingenieurwesen* 83, 4: 831–841. <https://doi.org/10.1007/s10010-01900318-9>
5. Myoung-jae Lee and Young-guk Ha. 2020. Autonomous Driving Control Using End-to-End Deep Learning. In *2020 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)*, 470–473. <https://doi.org/10.1109/BigComp48618.2020.00-23>
6. Na Lin, Changfu Zong, Masayoshi Tomizuka, Pan Song, Zexing Zhang, and Gang Li. 2014. An Overview on Study of Identification of Driver Behavior Characteristics for Automotive Control. *Mathematical Problems in Engineering* 2014, 1: 569109. <https://doi.org/10.1155/2014/569109>
7. Gustav Markkula. 2015. Driver behavior models for evaluating automotive active safety. PhD Thesis. Department of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
8. Stefan Stavrev and Dimitar Ginchev. 2024. Detection and analysis of commercial drivers' focus and attention using sensors and simulators. 050003. <https://doi.org/10.1063/5.0198827>
9. Ziran Wang, Xishun Liao, Chao Wang, David Oswald, Guoyuan Wu, Kanok Boriboonsomsin, Matthew J. Barth, Kyungtae Han, BaekGyu Kim, and Prashant Tiwari. 2020. Driver Behavior Modeling Using Game Engine and Real Vehicle: A Learning-Based Approach. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles* 5, 4: 738–749. <https://doi.org/10.1109/TIV.2020.2991948>
10. Chen Zhang, Andrew Kotz, Kenneth Kelly, and Luke Rippelmeyer. 2021. Development of heavy-duty vehicle representative driving cycles via decision tree regression. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 95: 102843. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102843>

GreenFaCe – Einsatz von Robotik zur Automatisierung von Pflegearbeiten bei wandgebundener Fassadenbegrünung

Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner

Fakultät Architektur

Prof. Dr.-Ing. Michael Koch

Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP)

Prof. Dr. Ronald Schmidt-Vollus

Nuremberg Campus of Technology / Automatisierungstechnik (NCT OHM|AUT)

Zusammenfassung:

Das Forschungsvorhaben „GreenFaCe“ beschäftigt sich mit Strategien von Kontrolle, Pflege und Wartung von Fassadenbegrünungen mit Hilfe von Robotik und Automatisierungstechnik. Das Projekt gliedert sich in zwei Bereiche: Grundlagen- sowie Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten. Zunächst wurden marktübliche Serviceroboter und Drohnen im Bereich von Gebäudereinigung, Logistik und Landwirtschaft recherchiert, analysiert und dokumentiert. In weiteren Schritten erfolgten eine Typologie von Grünfassaden sowie eine erste Systematisierung der Schnittstelle Gebäude/-Grünfassade und Roboter. Daran anknüpfend wurde beispielhaft eine Konzeptstudie erarbeitet. Für diese ist zunächst eine Eingrenzung des Funktionsumfangs (Greifen und Kamera) vorgenommen worden. Der Roboter besteht aus einer geschweißten Edelstahl-Konstruktion aus Vierkant-Rohren. An dieses Grundgerüst werden über angeschweißte Verbindungsplatten die mechanischen Komponenten verschraubt. Als Basis für Fallstudien dient eine Grünfassade mit eingerückter Teilfläche, an der zwei verschiedene Konstruktionsvarianten, „Portalbauweise“ und „Traversensystem“, untersucht wurden. Mit der Konzeptstudie „GreenFaCe“-Roboter liegt ein Low-Tech-Ansatz vor, der prinzipiell sowohl für verschiedene Begrünungsvarianten als auch unterschiedliche Fassadentypen einsetzbar ist.

1. Projektdaten

Fördersumme	34.700 Euro
Laufzeit	Juni bis Dezember 2024
Fakultät	Architektur
Projektleitung	Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner
Projektteam	Prof. Dr.-Ing. Michael Koch (Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP), Prof. Dr. Ronald Schmidt-Vollus (NCT OHM AUT), Markus Schilcher, M.A., Janik Dervedde (beide Fakultät Architektur), Aaron Link, B.Sc. (Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik)
Kontaktdaten Projektleitung	roland.krippner@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Angesichts der auch in Mitteleuropa bereits spürbaren Klimaveränderungen, die insbesondere in den verdichteten, urbanen Bereichen zu einer starken Aufheizung führen, kommen im Zuge von Begrünungsstrategien zunehmend auch Pflanzen in der Vertikalen zum Einsatz. Dabei leisten gerade Grünfassaden, neben dem Einsatz von Bäumen, im Straßenraum und zur Platzbegrenzung, einen wirkungsvollen Beitrag zur Reduktion urbaner Hitzeinseln. [vergleiche Lang, 05.10.2022]

Auf diese Entwicklung reagiert auch der Zehn-Punkte-Plan der Bayerischen Klimaschutzoffensive. Unter Punkt 10 „Klimaneutralität – Staat und Kommunen“ wird den Fassaden im Kontext von Klimaschutzmaßnahmen eine hohe Bedeutung eingeräumt, denn mit der Ausweitung auch auf „Fassadenbegrünung des staatlichen Gebäudebestands“ kann hier der Freistaat eine wichtige Vorbildfunktion leisten. [vergleiche Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz STMUV, 15.11.2021, S. 5]

Trotzdem zögern Kommunen und private Bauherrinnen und Bauherren häufig bei der Umsetzung insbesondere von wandgebundener Fassadenbegrünung. Neben hohen Erstinvestitionen entstehen regelmäßig erhebliche Folgekosten für Pflege und Wartung. Diese resultieren vor allem aus erschwerter Zugänglichkeit oberhalb der Erdgeschosszone, besonders bei hohen Häusern, weshalb auf kostenintensive Hilfsmittel wie Hubsteiger oder Fassadenkletterinnen und Fassadenkletterer zurückgegriffen werden muss. Ein Grund, warum der Einsatz von boden- und wandgebundener Fassadenbegrünung sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestands nicht in der dringend erforderlichen größeren Breite erfolgt.

Sofern kein Wartungsvertrag abgeschlossen wird, geht mit der Fertigstellung der Fassadenbegrünung die Verantwortung für deren Vitalität auf die Bauherrin und Bauherren über. Häufig verfügen diese jedoch weder über das Knowhow noch die Zeit für eine regelmäßige, flächendeckende Kontrolle.

Neben regelmäßiger Überwachung fallen mindestens zwei Mal pro Jahr Pflegearbeiten bei bodengebundenen Systemen an, wandgebundenen Begrünungen erfordern meist zwei bis vier Maßnahmen pro Jahr. Diese bestehen vor allem aus Rückschnitt und Entfernung von vertrocknetem Pflanzmaterial (auch aus Brandschutzgründen) im Herbst sowie Neupflanzungen im Frühjahr.

Mit Hilfe von Robotik und Automatisierungstechnik kann entscheidende Hilfestellung für die Nachhaltigkeit insbesondere von wandgebundenen Begrünungssystemen geleistet werden. Das Forschungsprojekt „DRoB“ [vergleiche Atzberger et al., 2020, S. 24] zeigt bereits sehr breit gefächerte Möglichkeiten, die Robotik „für effizientes Monitoring und Pflegemanagement von Gebäudebegrünungen“ bietet.

Im Vorfeld der Projektarbeiten wurden ebenfalls Gespräche mit Begrünungsfirmen geführt, in denen man den Bedarf an Forschung zur Automatisierung der Instandhaltung (Pflege und Wartung) von Grünfassaden bestätigte und als sehr zukunftsweisend einstufte. Großes Potential besteht dabei in der Überwachung einer optimalen Durchfeuchtung des Substrats als Kontrollfunktion der bestehenden Bewässerung.

Das Thema ist noch recht neu, gleichwohl gibt es bereits eine Reihe von Forschungsvorhaben und Projektansätzen. So wurde bei „DRoB“ neben einer Sensorevaluierung und Untersuchungen zum Einsatz von Drohnen beim „Monitoring und Pflegemanagement von Gebäudebegrünungen“ auch ein „schienegeführte(r) Schneidroboter“ zur Pflege von Kletterpflanzen (Wilder Wein - *Parthenocissus tricuspidata*) schematisch konzipiert. Hierbei handelt es sich um einen Roboter, der mit einem Schneidewerkzeug ausgeführt ist und zum Beispiel unterhalb von Fensterbänken an der Fassade auf einer horizontalen Schiene geführt wird, um den Höhenwuchs der Pflanzen zu begrenzen. [vergleiche Atzberger et al., 2020, S. 61f.] Allerdings wurden in dem Projekt keine weiteren konstruktiven und insbesondere gestalterischen Untersuchungen dieser Schnittstelle durchgeführt.

In einem weiteren Projekt erarbeiteten Forschende vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und von der Universität Stuttgart einen Ansatz, bei dem ein „Green Wall Robot“ wesentlicher Teil eines modularen Konzepts von „automatisierte(r) Fassadenbegrünung“ ist. Ebenfalls schienegeführt, kann dieser Roboter die jeweiligen Pflanzenmodule (in diesem Fall eine wandgebundene Begrünung) in einer vorgestellten Tragstruktur sowohl vertikal als auch horizontal anfahren. Geplant ist die Übernahme „sämtliche(r) Pflanz-, Pflege- sowie Instandhaltungsarbeiten“. [vergleiche IPA Medien-Dienst, 03/2018, S. 11ff.] Allerdings bleiben neben den Funktionsfähigkeiten und Eigenschaften des Roboters auch hier viele Fragen bezüglich der konstruktiven und gestalterischen Integration in den Fassadenaufbau zunächst offen.

Mitte Juni 2020 veröffentlichte das Nantong Polytechnic College (NPC) in China eine Patentschrift über ein „Greening maintenance system for smart city“. [vergleiche NPC, 15.06.2020] Bei diesem Ansatz ist der Roboter ebenfalls Teil eines Begrünungssystems und übernimmt die Installation und den Austausch sowie Wartung und Pflege der Pflanzenmodule (wandgebundene Begrünung). Hierbei kann eine Kletterstruktur in Breite der Pflanzenmodule, in der der Roboter vertikal verfahren wird, im Bereich der Attika feldweise versetzt werden. Allerdings deckt auch dieser Ansatz die Bandbreite von Fassadenbegrünungen nur unzureichend ab und lässt sich vor allem auf bestehende Begrünungen nicht adaptieren.

Das Forschungsprojekt „MoVe Green - Bewegliches Grünfassadensystem“ (2022 bis 2025, unter anderem bearbeitet vom Center for Applied Energy Research (CAE), Würzburg und der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), Veitshöchheim) [vergleiche MoVe Green, 2022] thematisiert ein „automatisches System zur wirtschaftlichen Pflege/ Wartung von Grünfassadenelementen“. Das Konzept sieht eine der Fassade vorgestellte, am Boden gegründete Konstruktion vor, in der Begrünungsmodule zum Beispiel im Brüstungsbereich befestigt sind. Vorgesetzt ist ein Rahmen mit vertikal verfahrbaren Roboter, der selbst schienegeführt horizontal feldweise bewegt werden kann. Das Vorhaben ergänzt die Untersuchungen des Weiteren um Bewässerungssteuerung mit Grauwasseraufbereitung.

3. Ziele des Forschungsprojekts

„GreenFaCe“ setzt im Kontext dieser Arbeiten an, um die Einsatzmöglichkeiten moderner automatisierter Systeme im Bereich von Fassadenbegrünungen in größerer Breite zu untersuchen und zu systematisieren. Die Arbeiten sind Teil der Forschungsaktivitäten der Fakultät Architektur im Bereich Fassadenbegrünung. Unter dem Oberbegriff „Grünfassaden plus“ [Krippner, 2024] wurden in zwei Forschungsprojekten – neben zahlreichen positiven Eigenschaften begrünter Fassadenoberflächen für die lokalen Umweltbedingungen im Außenraum – die Auswirkungen einer Kombination mit haustechnischen Anlagen, zum Beispiel einer dezentralen Fassadenlüftung (DFV) [EnOB: GreenFaBS (02/2019-07/2021)] und der Einsatz von Pho-

tovoltaik (PV) in der Vertikalen [GreenPV (04/2021-08/2022)] untersucht. „GreenFaCe“ erweitert dieses Arbeitsfeld nun um automatisierte Kontrolle, Wartung und Pflege von Fassadenbegrünungen.

Im Unterschied zu den oben kurz beschriebenen Forschungsprojekten thematisieren die Arbeiten im „GreenFaCe“-Projekt vor allem zwei Schwerpunkte. Der Ansatz soll möglichst auf die wesentlichen am Markt eingesetzten Begrünungssysteme adaptierbar sein. Das heißt es werden gleichermaßen bodengebundene (Kletterpflanzen) (Abbildung 1) und wandgebundene Begrünungen (Mischsysteme sowie modulare Systeme und flächige Konstruktionen) (Abbildung 2 und Abbildung 3) berücksichtigt; in einem ersten Schritt zunächst im Bereich der opaken Wand. Hier ist das verbindende konstruktive Element die Bauart der vorgehängten hinterlüfteten Fassade (VHF). Diese ermöglicht in der Planung moderner multifunktionaler Fassaden neben einem bauphysikalisch wirkungsvollen und gestalterisch hochwertigen Witterungsschutz auch die Integration von Pflanzensystemen und Photovoltaikmodulen (Stromerzeugung). Damit zielen die Forschungsarbeiten auf praxisnahe Anwendungen und dienen gleichzeitig als Planungsgrundlage für weiterführende experimentelle Studien.



Abbildung 1: Bodengebundene Begrünung (Kletterpflanze / Jakob Rope Systems).
Bild: Fakultät Architektur



Abbildung 2: Wandgebundene Begrünung (Mischsystem / Kramer, München).
Bild: Fakultät Architektur



Abbildung 3: (flächige Konstruktion / Vertiko GmbH, Buchenbach).
Bild: Fakultät Architektur

„GreenFaCe“ eröffnet den Einstieg in tiefergehende Untersuchungen bezüglich der Pflege und Wartung von Pflanzensystemen in der Fassade mit Hilfe von Robotik und Automatisierungstechnik, mit der Zielsetzung, diese Arbeiten zu vereinfachen und einen sicheren, robusten und nachhaltigen Einsatz und Betrieb von Begrünungen in der Vertikalen zu ermöglichen.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Das Projekt gliedert sich in zwei Bereiche: Grundlagenarbeiten sowie Entwurfs- und Konstruktionsstudien an einem Roboter für Fassadenbegrünungen. Zunächst wurden marktübliche Serviceroboter und Drohnen im Bereich von Gebäudereinigung, Logistik und Landwirtschaft recherchiert, analysiert und dokumentiert. In einem zweiten Schritt erfolgte eine Typologie von Grünfassaden. Abschließend wurde eine erste Systematisierung der Schnittstelle Fassade und Roboter erarbeitet.

Daran anknüpfend wurde beispielhaft eine Konzeptstudie entwickelt als Basis, um in einem geplanten anschließenden Folgeprojekt ein praxistaugliches Funktionsmodell für einen Roboter im Maßstab 1:1 zu erstellen und am Fassadenversuchsstand der Fakultät Architektur im Außenbereich des OHM-Technikums der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm in Rednitzhembach zu testen, sowie um auch öffentlich sichtbar Machbarkeit und Mehrwert darzustellen.

Dokumentation marktüblicher Serviceroboter

Ausgangspunkt der Untersuchungen zur automatisierten Kontrolle, Wartung und Pflege von Fassadenbegrünungen bildeten Reinigungsgeräte von Glasfassaden und sogenannte „FarmBots“.

Fassadenreinigungssysteme arbeiten unter anderem mit Seilzugtechniken und Gondeln, die jeweils über Ausleger vom Dach abgelassen werden. Vereinzelt findet sich auch eine Art „Leitersystem“, beispielweise ein über mehrere Geschosse hoher Viereck-Gitterträger aus Stahl, der an zwei horizontalen Schienen fixiert ist und entlang der Fassade verfahren werden kann. FarmBots dagegen wurden entwickelt, um Lebensmittel auf Hochbeeten anzubauen. Dabei handelt es sich ebenfalls um ein schienenbasiertes System; der Roboter ist an einem Bügel befestigt, der über seitliche Abstandshalter in Schienen an der Längsseite der Pflanzgefäße geführt wird. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Breisgau erweiterte den Ansatz zu einer „energieautarken“ Variante.

Damit bildeten zwei praxisnahe und durchführbare Beispiele den Referenzrahmen der Entwicklungs- und Konstruktionsstudien.

Darüber hinaus erschien es zum Einstieg indessen notwendig den Blick auf das Arbeitsfeld zu erweitern. Betrachtet man am Markt befindliche maschinelle und automatisierte Geräte und Maschinen insbesondere in der Landwirtschaft, einschließlich dem Einsatz von Drohnen, zeigt sich eine große Bandbreite von Ausführungen. Unabhängig von Einsatzbereich und Aufbau sowie Größe lassen sich nachfolgende Systeme unterscheiden:

- Radbasiert/ fahrend
- Schienengeführt
- Seilgeführt
- Fliegend (Drohnen)

Dabei sind auch Kombinationen möglich, wie beim Flying Autonomous Robot (2021) der Firma Tevel Aeronautics Technologies Ltd.

Insgesamt wurden 17 Produkte plus 4 Entwicklungen aus Forschungsarbeiten erfasst, analysiert und dokumentiert. Dabei sind mit 10 in der Praxis bereits eingesetzter Beispiele über die Hälfte aus dem Bereich Landwirtschaft; ergänzt man diese mit Geräten zur Gartenarbeit sind es bereits mehr als 76 Prozent. Die restlichen 5 Produkte verteilen sich auf die Segmente Fassadenreinigung, Bauindustrie und Lagerlogistik. Neben einer Kurzbeschreibung wurden verschiedene Parameter festgelegt, um für die eigene Entwicklungsarbeit erste Anhaltspunkte bezüglich der Anforderungen zu ermitteln. Diese umfassen:

- Konstruktionsweise
- Verwendungszweck
- Fähigkeiten
- Werkzeuge
- Sensoren
- Steuerung
- Abmessungen
- Gewicht
- Arbeitsraum
- Freiheitsgrade (Achsen)
- Arbeitsgeschwindigkeit
- Energiequelle
- Stromverbrauch
- Kosten
- Modularität

- Besonderheiten

Darüber hinaus erfolgte eine erste überschlägige Einordnung und Abschätzung nach sechs Kriterien:

- Effizienz
- Kompaktheit
- Wirtschaftlichkeit
- Funktionsvielfalt
- Arbeitsbereichseffizienz
- Flexibilität / Anpassungsfähigkeit

Die Bewertung wurde in einer Skala von 0 (sehr gering) bis 5 (sehr hoch) durchgeführt und zum orientierenden Vergleich mit einfachen Netzdiagrammen visualisiert.

Allerdings zeigte sich, dass für eine Vielzahl der erfassten Produkte, insbesondere aber bei den Forschungsarbeiten, die zum Teil noch nicht abgeschlossen sind, im Rahmen einer Internetrecherche oftmals kaum aussagekräftige Informationen zu ermitteln waren. Gleichwohl leistet die Dokumentation einen ersten Überblick zum Automatisierungsstand im Bereich Kontrolle, Wartung und Pflege von Pflanzen. Darüber hinaus liefern die Beispiele Fassadenreinigung, Bauindustrie und Lagerlogistik wichtige Anregungen hinsichtlich Bewegungsart, Kompaktheit, Sensor- und Werkzeugtechnik.

Die Abbildung 4 auf Seite 61 zeigt beispielhaft eine Doppelseite der Dokumentation mit der Drohne Agras T30 (2006) der chinesischen Firma SZ DJI Technology Co. Ltd.

Zur Typologie von Grünfassaden

Die Vielfalt an begrünten Fassaden ist groß. Pflanzen lassen sich in den beiden grundlegenden Begrünerungsarten an verschiedenste Außenwandkonstruktionen anbringen. Deren Aufbau bestimmt die Ausführung von Unterkonstruktion und den Einsatz von Befestigungstechnik. Für die Arbeiten im „GreenFaCe“-Projekt erschien es sinnvoll, auch als Grundlage für eine bessere Einordnung der Forschungen zu „Grünfassaden plus“, die Art von Flächenbelegungen und der Lage der Begrünerungsebenen näher zu betrachten.

Grünfassaden kann man in diverse geometrische Anordnungen unterteilen, mit jeweils unterschiedlichen Flächenausbildungen. Um die Vielfalt an Ausprägungen systematisch zu gruppieren und gemeinsame Merkmale zu identifizieren, wurde eine typologische Einordnung vorgenommen. Die Ausführungsformen, es wird hierbei nicht zwischen boden- und wandgebundenen sowie Mischsystemen unterschieden, bestimmen durch Lagebeziehung (Bezug zu den Fassadenrändern) und Flächengröße (Abmessungen, Proportionen) maßgeblich den Einsatz von Robotik und Automatisierungstechnik bei Pflege und Wartung.

SZ DJI Technology Co. Ltd., Agrab T30, 2006



Abb. 1 Einsatz von Drohne in der Landwirtschaft



Abb. 2 Transport auf Pickup



Abb. 3 Einsatz über Feld ...



Abb. 4 ... mit Sprühfunktion

Die Agras T30¹ der chinesischen Firma SZ DJI Technology Co. Ltd. ist eine landwirtschaftliche Drohne, die für das präzise Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln, Dünger und Saatgut entwickelt wurde. Mit einem 30 Liter Sprühbehälter oder einem 40 Kilogramm Feststoffbehälter und einer Leistung von 40 Hektar pro Stunde spart sie Zeit und Arbeitsaufwand. Eine Kamera an Vorder- und Rückseite sorgen in Kombination mit einem Radarsystem für einen stabilen Flug über unebenem Gelände. Die Drohne ist mit einem leistungsstarken Motor für den Betrieb auch bei sehr anspruchsvollem Terrain zu ermöglichen. Die Akkus sind austauschbar und werden in einem Schnelladesystem geladen.²

Die Drohne weist eine hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit auf. Es können zugleich auch mehrere Drohnen mittels Fernbedienung überwacht werden und parallel arbeiten. Somit lassen sich große Flächen mit relativ geringem Arbeitsaufwand bewirtschaften. Durch die Möglichkeit des Zusammenklappens in Verbindung mit einem geringen Gewicht ist das Cockpit leichter zu transportieren oder zu lagern. Die Drohne ist für zwei Düsenanstellungen, entweder Sprühen oder Verteilen von Feststoffen, beschränkt.³

Unternehmen SZ DJI Technology Co. Ltd.
 Unternehmenssitz: 14th Floor, West Wing, Skyworth Semiconductor Design Building, No.18
 Gaixin South 4th Ave, Nanshan District, Shenzhen, China, 518057
 Europat. Zell 106, 60313 Frankfurt am Main

¹ Quelle: Abbildungen 1 bis 4: SZ DJI Technology Co. Ltd.
² https://www.dji.com/agras-t30
³ https://eprotonic.com (17.11.2024)

SZ DJI Technology Co. Ltd., Agrab T30, 2006

Konstruktionsweise	Kohlenstofffaser (Verbundwerkstoffe), hochfest
Vwendungszweck	Sprühen von Flüssigkeiten, Verteilen von Feststoffen, Kartenerstellung
Fähigkeiten	Fliegen, Sprühen (30 l), Verteilen (40 kg), Ausweichen von Hindernissen
Werkzeuge	16 Magnetelektroden (max. 9 m), Feststoffstreuer, 2 FPV Kameras, Scheinwerfer
Sensoren	Radarsystem, 2 FPV Kamera, Flüssigkeits-, Feststoffmehrfacherkennung
Steuerung	Automatisiert / per Fernbedienung (5-7 km), Positionierung mit RTK-Modul
Abmessungen	2.888 m x 2.885 m x 0.78 m; klappbar auf 80%: 1,17 m x 0.67 m x 0.657 m
Gewicht	26,3 kg + 9,4 kg (AKKU) + max. 40 kg Nutzlast = max. 75,7 kg
Arbeitsraum	Felder, Obstpflanzlagen
Freiheitsgrade (Achsen)	Frei, 5-7 km Reichweite Fernbedienung
Arbeitgeschwindigkeit	max. 40 hah
Energiequelle	Akku 29.000 mAh, Schnellladegerät (10-12 min) Betrieb mit Generator
Stromverbrauch	z. B. 20,5 min bei 38,5 kg, 7,8 min bei 66,5 kg
Kosten	ab 10.990 € ¹
Modularität	2 Sprühpositionen, Flüssigkeitsbehälter und Feststoffbehälter
Besonderheiten	Anwendung von KI, Steuerung mehrerer Drohnen, IP67 staub-/wasserdicht

Bewertungskriterien:

Effizienz	5 (Zuarbeiten notwendig; bei mehreren Geräten zeitgleich effizienter)
Kompaktheit	4 (wenig Gewicht, geringe Größe, für Transport zusammenklappbar)
Wirtschaftlichkeit	3 (bei einem Gerät), hoch (bei mehreren Geräten zeitgleich)
Funktionsvielfalt	3 (verschiedene Flüssigkeiten und Feststoffe, Kartierung)
Arbeitsbereichseffizienz	5 (0 hah, präzises Sprühen/Verteilen, Arbeitsaufwand gering)
Flexibilität / Anpassungsfähigkeit	2 (schwieriges Terrain möglich, 2 Sprühpositionen)

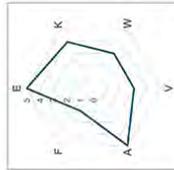


Abb. 5 Bewertungsdiagramm

- E Effizienz
 - K Kompaktheit
 - W Wirtschaftlichkeit
 - V Funktionsvielfalt
 - A Arbeitsbereichseffizienz
 - F Flexibilität / Anpassungsfähigkeit
- 0 = nicht vorhanden; 1 = sehr gering; 2 = gering; 3 = mittel; 4 = hoch; 5 = sehr hoch

¹ https://eprotonic.com (17.11.2024)

Abbildung 4: Beispielseite aus der Dokumentation marktüblicher Serviceroboter. Bild (Beispielseite): Fakultät Architektur; Bilder (Dokumentation): SZ DJI Technology Co. Ltd., Shenzhen/CN

Unterscheidungskriterien sind in einer ersten Betrachtungsebene

- Vollflächen
- Teilflächen

Vollflächig begrünte Fassaden zeichnen sich durch eine Begrünung ohne Unterbrechungen oder Durchdringungen aus, während bei den Teilflächen nur kleinere Fassadenbereiche durchgehend bepflanzt sind. Hier können sich die Flächen in ihrer Größe unterscheiden: Während große Teilflächen meist separat auftreten, werden kleinere Begrünungen oftmals als wiederkehrendes Gestaltungselement in der Fassade eingesetzt.

Beide Ausführungsformen sind in der Praxis oftmals mit Öffnungen, beispielsweise Fenster, Verglasungen oder Loggien, in der Fläche durchsetzt.

Bei den Teilflächen sind hinsichtlich der Fassadenbelegung

- Horizontale
- Vertikale

Anordnungen zu unterscheiden, die in der Regel Bezug zu den strukturellen Rändern des Gebäudes (Sockel, Attika/Traufe, Ecken, Vor- und Rücksprünge) nehmen und sowohl einflächig als auch mehrflächig ausgeführt werden können.

Horizontale Begrünungen verlaufen hauptsächlich über die gesamte Breite der Fassade, während in der Höhe nur ein Teil bedeckt ist. Die beiden Ausführungen lassen sich noch differenzieren in der Lage zum Boden (unten) und zur Dachkante (oben). Bei horizontal gegliederten Fassaden sind die Begrünungselemente als (schmale) Bänder über die Fassadenbreite angeordnet, zum Beispiel im Bereich von Geschossdecke oder Brüstung, und wiederholen sich oftmals stockwerksweise.

Vertikale Begrünungen erstrecken sich primär über die gesamte Fassadenhöhe, während in der Breite lediglich ein Teil der Fassade mit Pflanzen belegt ist. Auch hier lassen sich gegliederte Strukturen unterscheiden, wenn sich die Teilflächen in regelmäßigen Abständen wiederholen, wodurch vertikal gliedernde Strukturen entstehen.

Bei den Teilflächen treten vielfach auch Sonderformen aus Kombinationen auf und insbesondere Einrückungen von den Fassadenrändern. In diesem Fall befindet sich die Begrünung auf Abstand zu den strukturellen Rändern oder Öffnungen.

Auf dieser Ebene erfolgt keine weitere Differenzierung hinsichtlich zusätzlicher Öffnungen oder Durchbrüche innerhalb der begrünten Flächen.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Lage der Begrünung zur Fassadenebene. Hier kann man bei allen vorgenannten Ausführungsvarianten unterscheiden zwischen

- in Fassaden-/Bekleidungsebene
- vorgesetzt angeordnet

Vorgesetzte Pflanzensysteme adaptieren die vorgenannten Varianten, sind jedoch mit einem Abstand zur eigentlichen Fassadenebene positioniert. Der Raum zwischen Bekleidung oder Fassadenaußenseite und der versetzt angeordneten Begrünung wird häufig für Erschließungswege, Loggien oder Wartungsgänge genutzt.

Die Abbildungen 5 und 6 auf Seite 63 zeigen beispielhaft Auszüge aus der Typologie von Grünfassaden.

Bei der Analyse der Grünfassaden wird deutlich, dass es wiederkehrende Elemente gibt, die für Montage und Betrieb eines Roboters geeignet sind. Bei vollflächigen Anordnungen spielt auch die Begrünungsart eine Rolle. Modulare Systeme (beispielsweise mit Fließtaschen oder Töpfen) bieten die Möglichkeit, die Befestigung horizontal und vertikal zwischen den Begrünungsfeldern, sowohl vor als auch hinter der Bekleidung zu positionieren. Dabei erfolgt die kraftschlüssige Verbindung über den Fugenraum.

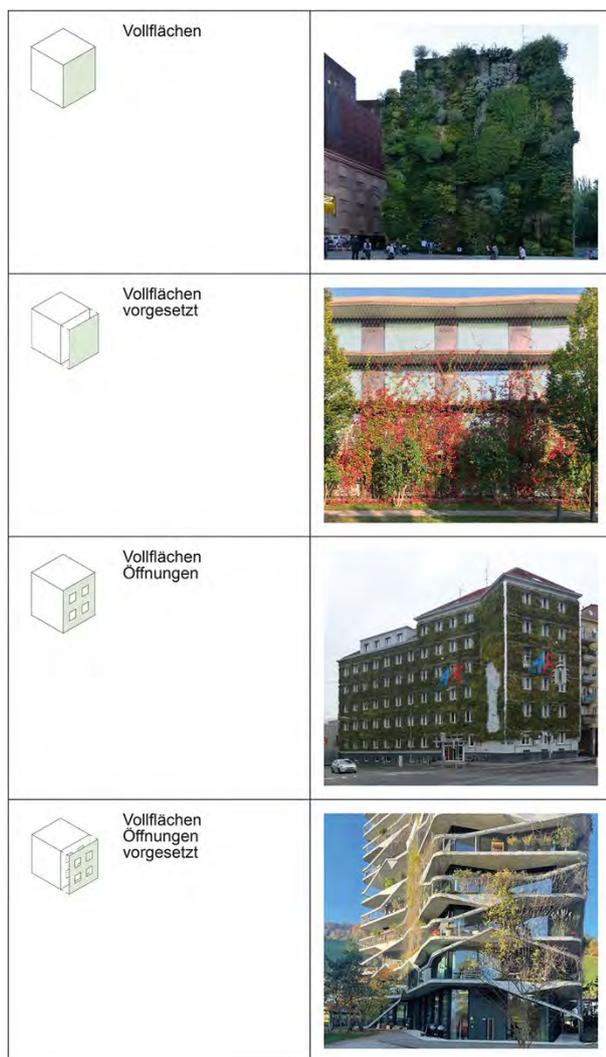


Abbildung 5: Auszüge Typologie von Grünfassaden mit vollflächigen Begrünungen, Kombinationen mit Öffnungen und jeweils vorge­setzte Varianten.

Bauten (von oben nach unten):

- Madrid, Caixa Forum (2008)
- Garching, Studentenwohnheim (2005)
- Wien, Magistratsabteilung 48 (2010)
- Bern/ Wabern, "Garden Tower" (2016).

Bilder: Fakultät Architektur

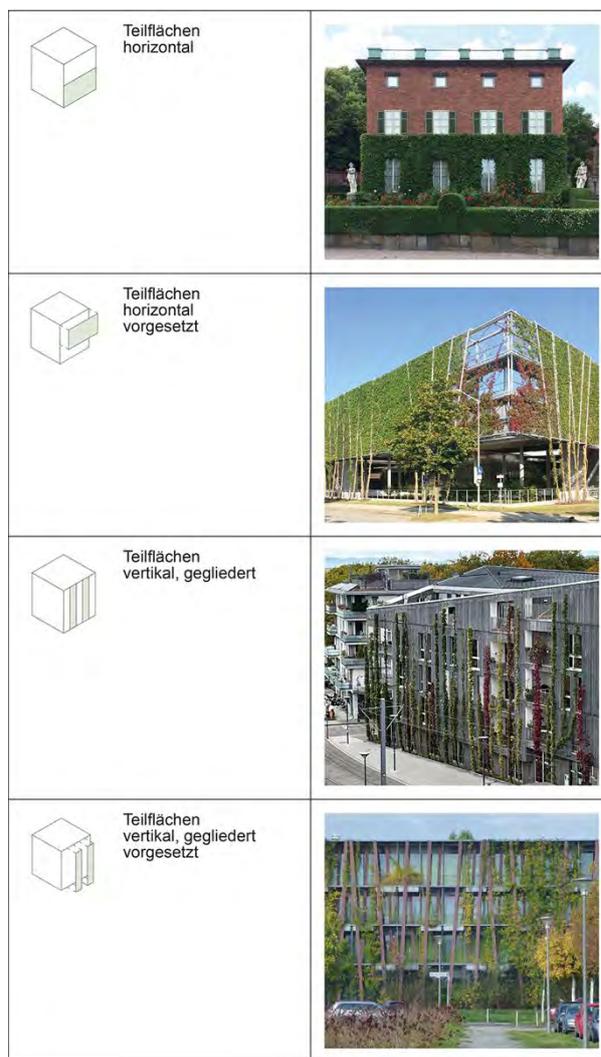


Abbildung 6: Typologie von Grünfassaden mit teilflächigen Begrünungen, verschiedene horizontale und vertikale sowie vorge­setzte Ausführungen.

Bauten (von oben nach unten):

- Stockholm-Diplomatstaden, Villa Bonnier (1927)
- München/ Unterföhring, "Swiss RE" (2001)
- Freiburg i.Br., Green City Hotel (2013)
- Berlin, Physik-Institut HU Berlin (2003).

Bilder: Fakultät Architektur

Bei flächigen Rankhilfen, wie etwa Netzen, bei denen die Pflanzen keine definierte Wuchsrichtung haben, sind Unterteilungen vorzunehmen oder es ist die Maschenweite des Gewebes entsprechend anzupassen, um eine Befestigung von Konstruktion mit Roboter am Tragwerk zu ermöglichen.

Bei den verschiedenen Ausführungsformen bei Teilflächen von Begrünungen, die einen großen, durchgängigen Anteil der Fassade einnehmen, lassen sich vergleichbare Befestigungsstrategien wie bei vollflächigen Belegungen nutzen. Hier, wie auch bei vertikal und horizontal gegliederten Varianten ermöglichen jeweils auch die Ränder der begrüneten Fläche Schnittstellen zur Anordnung von Konstruktionen mit Roboter.

Zur Lasteinleitung der vorge­setzten Tragstruktur eignen sich insbesondere die Geschossdecken. Im Wandfeld ist gegebenenfalls der Verankerungsgrund gesondert zu prüfen. Bei bodengebundenen Systemen oder Flächen, bei denen die Begrünungen bis auf den Boden oder Sockelhöhe geführt sind, lässt sich prinzipiell die Konstruktion auch als selbsttragende Struktur ausführen, die nur mehr an wenigen Stellen an der Fassade zur Lagesicherung fixiert ist.

Vorgesetzte Begrünungen haben den Vorteil, dass die Befestigung an den auskragenden Bauteilen wie Wartungsgängen angeordnet werden kann, ohne die thermische Hülle des Gebäudes zu durchdringen.

Zur Schnittstelle Gebäude/ Grünfassade und Roboter

Als weitere Grundlage für die Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten der Konzeptstudie dient eine Systematisierung, die die Zusammenhänge zwischen Gebäude/ Grünfassade und Roboter aufzeigt (Abbildung 7, Seite 65). Das Ziel dieser Einordnung ist es, ein Verständnis der räumlichen und technischen Möglichkeiten sowie Abhängigkeiten zu schaffen, um geeignete Lösungen für das Einsatzszenario entwickeln und auswählen zu können.

Die vorgeschlagene Systematisierung wird in fünf Ebenen unterteilt: Bindungen, Flächen, Ortsbezug, Lage und Arbeitsbewegung. Jede dieser Ebenen beschreibt spezifische Eigenschaften, die sich auf Position, Mobilität und Interaktion des Roboters (Arbeitseinheit) mit der Arbeitsumgebung (begrünte Fassadenfläche) auswirken.

1. Bindungen:

Zunächst wird zwischen gebundenen und ungebundenen Ausführungen unterschieden. Bei ersteren ist die Tragstruktur des Serviceroboters in der Regel mit der Primärkonstruktion des Gebäudes verbunden. Beim Einsatz von beispielsweise fliegenden Geräten (Drohnen) bestehen keine derartigen konstruktiven Verbindungen, das heißt Kontrolle, Pflege und Wartung können ungebunden vom Gebäude durchgeführt werden, wodurch diese Variante ein hohes Maß an Flexibilität ermöglicht.

2. Flächen

Im Hinblick auf die Flächen, die ein System bearbeiten kann, wird zwischen einflächigen und mehrflächigen Anordnungen unterschieden. Einflächige Varianten sind auf eine Fassadenseite beschränkt und Pflegearbeiten können nur innerhalb dieser Fläche ausgeführt werden. Mehrflächige Varianten hingegen sind in der Lage, zwei und mehrere Fassadenseiten zu bearbeiten. Mit Zunahme der Flächen erhöht sich der konstruktive Aufwand. Prinzipiell könnte man auch multiflächige Ausführungen unterscheiden, wenn die Systeme ungebunden agieren und sowohl zwischen verschiedenen Flächen als auch Gebäuden wechseln können (ist in Abbildung 7, Seite 65 nicht dargestellt).

3. Ortsbezug

Der Bezug zum Gebäude lässt sich in ortsbezogenen und ortsunabhängig gliedern. Bei ortsbezogenen Systemen sind weiter permanente und temporäre Varianten möglich. Permanente Systeme sind fest mit der Fassade verbunden und verbleiben dauerhaft an ihrem Einsatzort. Temporäre Systeme können mithilfe bauseits vorhandener Tragstrukturen flexibel an verschiedenen Stellen der Fassaden eingesetzt werden, wodurch ein Wechsel zwischen Fassaden möglich wird. Ortsunabhängige Systeme sind weder an Gebäude, noch an eine feste Position gebunden und können sich frei im Raum bewegen.

4. Lage

Es erfolgt die Beschreibung von Ausgangspunkt des Systems und dessen Hauptposition, von der aus operiert wird. Zudem lässt sich die Hauptverfahrtrichtung entlang der Startposition unterscheiden. Einige Systeme beginnen direkt im Fassadenfeld, während andere sich außerhalb des Arbeitsbereichs befinden und von dort aus starten. In diesem Fall müssen entsprechende Fassadenflächen verfügbar sein, wie beispielsweise bei Begrünungen mit (ingerückten) Teilflächen.

5. Arbeitsbewegung

Die Bewegungsmöglichkeiten auf der Arbeitsfläche lassen sich in vertikal, horizontal, gerichtet, ungerichtet und frei operierende Systeme unterteilen. Vertikale und horizontale Systeme sind auf Bewegungen in

jeweils einer bestimmten Achse (einachsig) beschränkt. Gerichtete Systeme können sich zweiachsig sowohl horizontal als auch vertikal in einer orthogonalen Struktur bewegen, entlang festgelegter Bahnen, wie beispielsweise einem Schienennetz. Ungerichtete Systeme ermöglichen durch ihre Mechanik flexible Bewegungen in alle Richtungen innerhalb der Arbeitsfläche. Freie Systeme arbeiten unabhängig von mechanischer Bindung und bewegen sich uneingeschränkt dreidimensional im Raum.

Diese Systematisierung ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der räumlichen und lagebezogenen Beziehungen sowie Abhängigkeiten des Roboters zu Gebäude/ Grünfassade. Damit besteht eine neuartige Grundlage, um die jeweiligen bauseitigen Anforderungen und technischen Möglichkeiten gezielt vorab zu klären. So können Lösungen entwickelt werden, die die spezifischen Gegebenheiten verschiedener Gebäude- und Fassadentypen berücksichtigen.

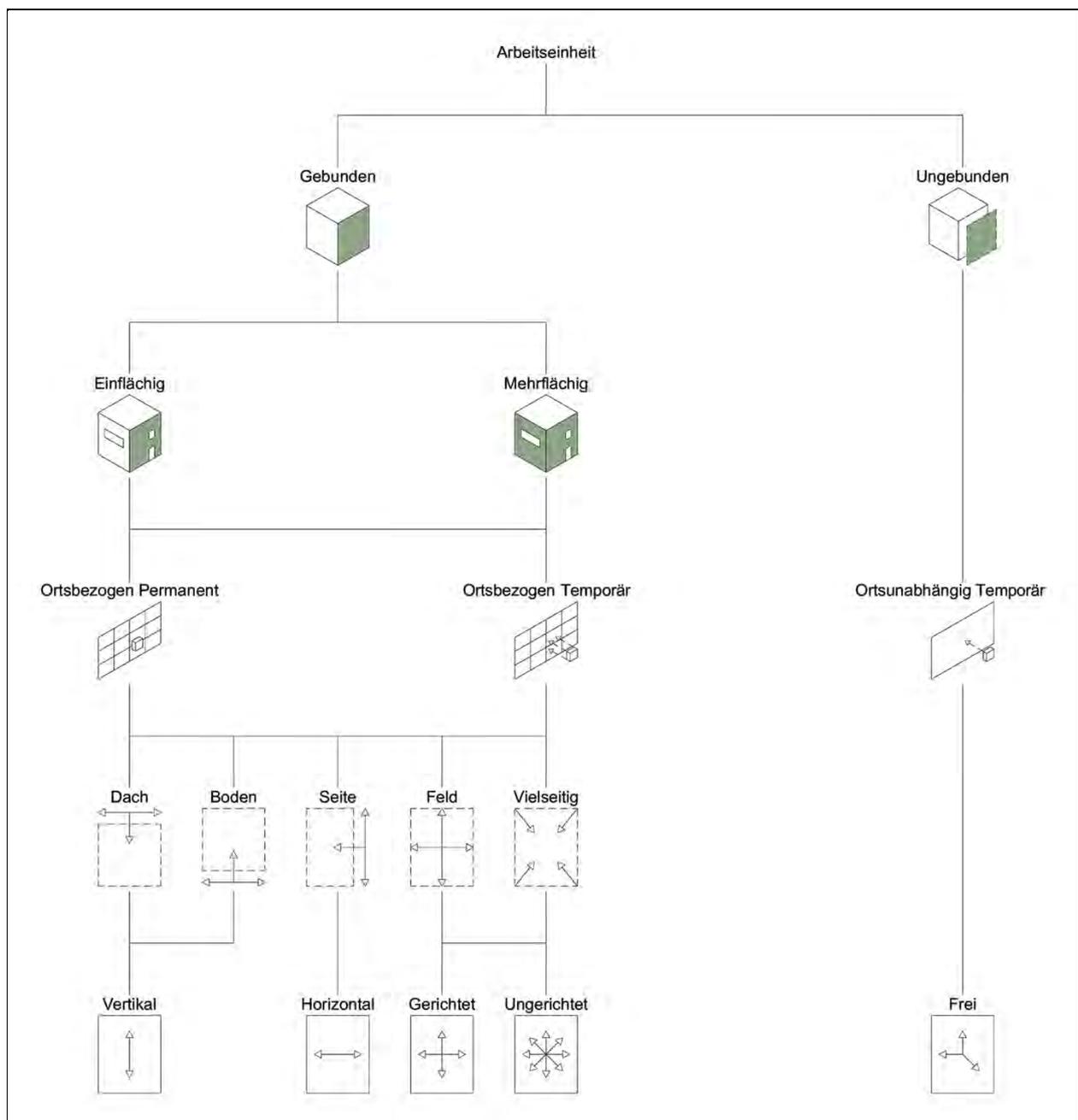


Abbildung 7: Systematisierung der Schnittstelle Gebäude/ Fassadenbegrünung und Arbeitseinheit (Serviceroboter). Bild: Fakultät Architektur

„GreenFaCe“-Roboter

Konzeptstudie

In einem ersten Schritt erfolgte die Klärung möglicher Parameter in Bezug auf Einzel- und Gesamtfunktion (unter anderem Automatik, Werkzeuge, Sensorik, Kamera) sowie die Untersuchung von potenziellen Eigenschaften und Kompetenzen des Roboters, die für Pflege und Wartung von Grünfassaden relevant sind. Diese wurden in die Kategorien: Fähigkeiten, Analyse, Konstruktion sowie Sicherheit unterteilt und anhand von Kriterien der Betriebsgrundlage (essenziell, erweitert und zukunftsorientiert) gewichtet.

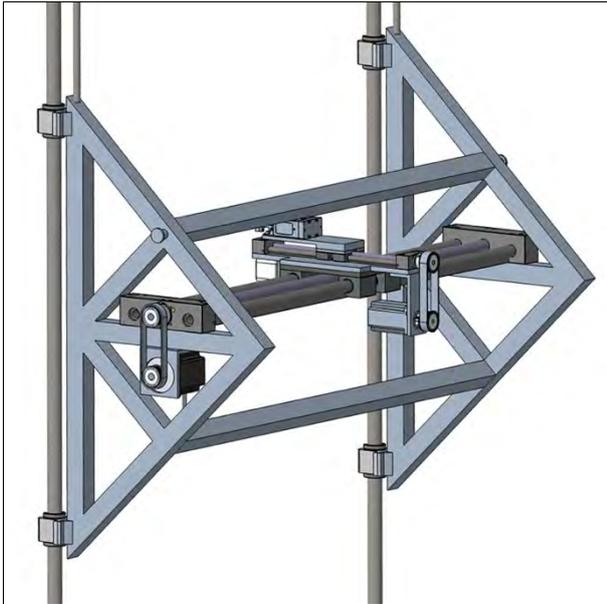


Abb. 8: Konzeptstudie „GreenFaCe“-Roboter. Variante Portalbauweise. Rahmen Edelstahlkonstruktion aus Vierkantrohren. Bild: OHM-CMP

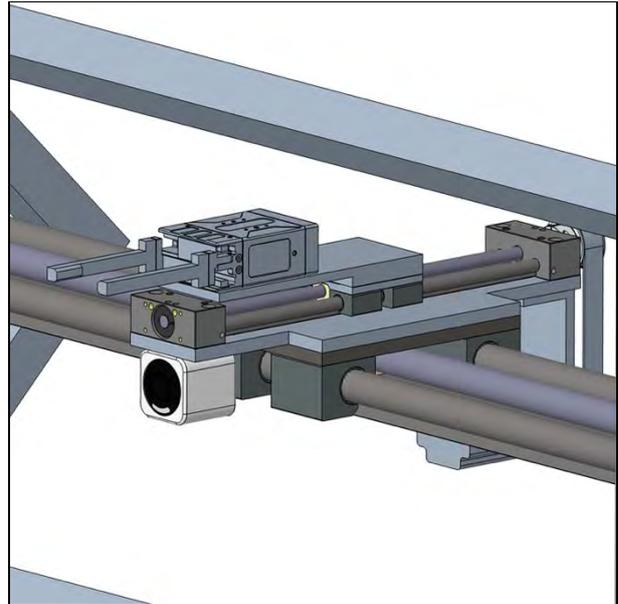


Abb. 9: Greifwerkzeug und Kamera auf Schlitten über Linearachse mit jeweils Spindeltrieb. Bild: OHM-CMP

- Fähigkeiten umfasst praktische Aufgaben wie Hindernisbewältigung, Greifen, Schneiden, Gießen, Düngen, Pflanzen- und Materialtransport, mit potenziellen Erweiterungen wie einer Selbstinstandsetzung.
- Analyse beinhaltet die visuelle Identifizierung relevanter Faktoren, darunter Pflanzengesundheit und Witterungsverhältnisse, sowie zukunftsorientierte Funktionen wie Wachstumsdokumentation und 3D-Kartierung.
- Konstruktion berücksichtigt Aspekte wie Skalierbarkeit, kommerzielle Verfügbarkeit mechanischer Komponenten, geringe Kosten sowie Wartungsfreundlichkeit und hohe Reichweite.
- Sicherheit erfasst einerseits funktionale Sicherheit (Safety – Schutz von Menschen und Umwelt), darunter fällt Schutz der Infrastruktur, zum Beispiel von Gebäude, Fassade und Roboter; andererseits Ausfallsicherheit (Fail Safety – Verfügbarkeit des Systems), die Sicherheit gegenüber Ausfälle/ Versagen sowie Folgeschäden beim Versagen berücksichtigt.

Auf Basis von Dokumentation marktüblicher Serviceroboter, Typologie von Fassadenbegrünungen und Systematisierung der Schnittstelle Gebäude/ Grünfassade und Roboter werden erste Fallstudien durchgeführt. Die Konzepte wurden anhand von 2D- und 3D-(Fassaden-)Modellen zeichnerisch entwickelt und visualisiert.

Erste Designstudien umfassten Bauweisen wie Portalkran und eine FarmBot-Variante; es wurden autonome Fahrzeuge und Seilroboter untersucht sowie auch Ansätze mit Drohnen diskutiert.

Nach Auswertung der verschiedenen Entwürfe wurde als zielführende Variante für die Konzeptstudie eine schienenbasierte Variante ausgewählt. Es handelt sich um ein gebundenes, einflächiges System, bei dem der Roboter ortsbezogen/ permanent ausgeführt ist. Dessen Ausgangspunkt und Hauptposition sind Dach beziehungsweise (Begrünungs-)Seite, die Bewegungsmöglichkeit ist einachsig gerichtet (in einem Fall horizontal, im anderen vertikal).

Maßgebliche Kriterien waren ein weitgehender Low-Tech-Ansatz und insbesondere Sicherheitsaspekte, da davon ausgegangen wird, dass der Roboter auch im, beziehungsweise über dem öffentlichen Raum eingesetzt wird. [Vergleiche Maier, 2/2019, S. 29].

Anschließend wurde ein Konzept für den „GreenFaCe“-Roboter entwickelt, ausgearbeitet in zwei verschiedenen Konstruktionsvarianten:

- Portalbauweise,
- Traversensystem.

„GreenFaCe“-Roboter

Für die Konzeptstudie erfolgte zunächst eine Eingrenzung des Funktionsumfangs auf das Greifen. Der Ansatz Pflanzen und Gießen zu integrieren, wurde angesichts der knappen Bearbeitungszeit verworfen, da insbesondere die Führung der Wasserleitung aufwendig und komplex ist. Allerdings ist denkbar, dass die vorgesehene (multi- bis hyperspektrale) Kamera auch Kontrollfunktionen wie Analyse einzelner Pflanzenarten, Entwicklung von Biomasse, Vitalitätsgrad sowie Nährstoff- und Wasserversorgung wahrnehmen kann.

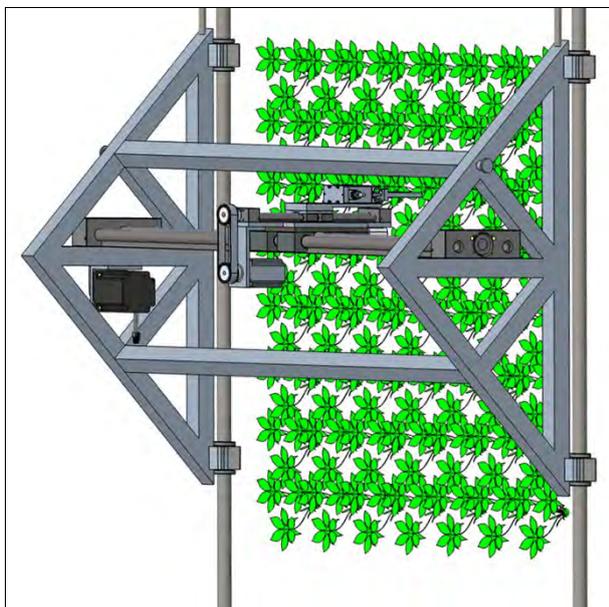


Abbildung 10: Linearachse mit Greifwerkzeug zur Entfernung von Pflanzenteilen. Antriebe erfolgen über Zahnriemen. Bild: OHM-CMP

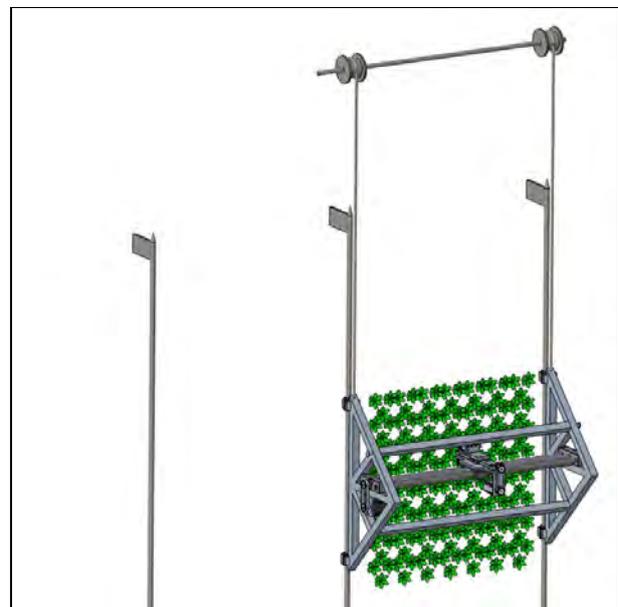


Abbildung 11: Vertikale Führung in Edelstahlrohren. Oberhalb verfahrbare Krananlage mit zwei Seilwinden. Bild: OHM-CMP

Der Roboter soll aus einer geschweißten Edelstahl-Konstruktion aus Vierkant-Rohren aufgebaut werden. An dieses Grundgerüst werden über angeschweißte Verbindungsplatten die mechanischen Komponenten des Roboters verschraubt. (Abbildung 8)

Die realisierte Funktion der Konzeptstudie ist das Bearbeiten der Fassadenbegrünung mit einem Greifwerkzeug (Abbildung 9), mit dem zum Beispiel abgestorbene Teile der Pflanzen oder Fremdkörper entfernt werden können. Die Haupt-Bewegungsrichtung des Greifwerkzeugs ist entlang der Fassade (x1-Richtung). Hierfür wurde eine kommerziell verfügbare Linearachse mit einem Spindelantrieb ausgewählt,

da ein Riemenantrieb zu anfällig für eingezogene Blätter oder andere Teile der Begrünung wäre. Die Spindel kann entweder über eine Trapez- oder eine Kugelumlaufspindel realisiert werden. Für die hier geforderte Positionier-Genauigkeit wird eine Trapezspindel vorgeschlagen, da diese wartungsfrei und sehr robust gegenüber Umwelteinflüssen ist.

Auf dem durch die Linearachse angetriebenen Schlitten (Lagerung über wartungsfreie Rundstabführungen mit PTFE-Einsätzen) befindet sich eine weitere Linearachse mit Spindeltrieb und Rundstabführung. Diese ist um 90 Grad versetzt angeordnet, senkrecht zur Fassade (y-Achse). Da hier ein kleinerer Verfahrensweg notwendig ist und auch kleinere Kräfte und Momente auftreten, konnte eine kleinere Achse verwendet werden. Auf dem Schlitten dieser Achse befindet sich ein elektromechanisch angetriebener Greifer, der die Bearbeitung der Fassadenbegrünung letztendlich übernimmt. Unterhalb des Greifers befindet sich auf dem zweiten Schlitten eine Weitwinkel-Kamera, über die mit Hilfe von künstlicher Intelligenz die Positionierung der Linearachsen erfolgt und der Greifvorgang ausgeführt wird. (Abbildung 9, Seite 66)

Die Antriebe der beiden Achsen können über einen Riementrieb (hier Übersetzung 1:1) mit einem Zahnriemen realisiert werden. Als Antriebe kommen Servoantriebe oder Schrittmotoren in Frage. Da angestrebt wird, die gesamte Steuerung des Fassadenroboters direkt in die oben beschriebene Schweißkonstruktion zu integrieren, sind gegebenenfalls Schrittmotoren zu bevorzugen, da diese mit kleineren Steuerungsbausteinen auskommen. (Abbildung 10) Die beiden letzten Bewegungsrichtungen (z-Richtung und x2-Richtung) erfolgen von außerhalb des eigentlichen Roboters.

5. Fallstudien

Als Basis für die Fallstudien wird eine Grünfassade mit eingerückter Teilfläche gewählt. Das Begrünungssystem ist ein wandgebundenes System (flächige Konstruktion) mit einer Ausführung in vorgehängter hinterlüfteter Fassade (VHF).

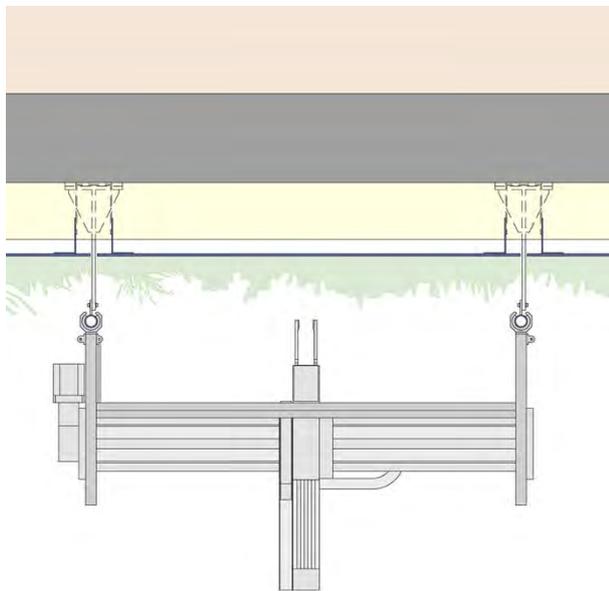


Abb. 12: Fallstudie Grünfassade mit eingerückter Teilfläche, Begrünung wandgebundenes System (flächige Konstruktion, Ausführung VHF. Portalbauweise (Horizontalschnitt Fassade M 1:50 / Verkleinerung). Bild: Fakultät Architektur

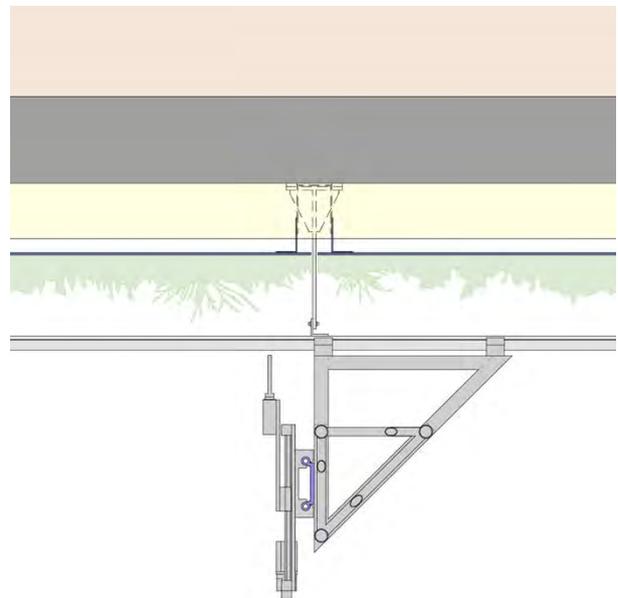


Abb. 13: Travensystem (Dreieck-Gitterträger) (Horizontalschnitt Fassade M 1:50 / Verkleinerung). Bild: Fakultät Architektur

Da in Folgearbeiten eine Übertragbarkeit des Konzeptes auf den Fassadenversuchsstand in Rednitzhembach vorgesehen ist, wird für den Aufbau der begrünten Flächen ein Raster für die Pflanzenmodule von 1,20 m festgelegt. Das Pflanzenfeld erstreckt sich über drei Geschosse mit einer auf das Grundraster bezogenen Höhe von 10,80 m.

Portalbauweise (Einfeld-Variante)

Der Portalrahmen, auf dem die Roboter-Baugruppen montiert sind, besitzt eine Spannweite von 1,20 m und ist mit einem Versetzmechanismus in Form einer verfahrbaren Kran-Einheit im Bereich der Dachkante ausgestattet. Die primäre Bewegungsrichtung des Systems erfolgt in der z-Richtung, also vertikal entlang der Fassade. Diese Bewegung wird durch zwei Seilwinden realisiert, an denen der Roboter aufgehängt ist und die an dem oben genannten Trägersystem befestigt sind (Abbildung 11, Seite 67). Geführt wird der Roboter dabei entlang zweier schienenartig an der Fassade montierter Edelstahlrohre, die von insgesamt vier 270-Grad-PTFE-Buchsen als Gleitlager umschlossen werden. Die horizontale Verlagerung in x2-Richtung erfolgt über die verfahrbare Kran-Einheit, welche den Portalrahmen abschnittsweise entlang der Dachkante positioniert. Das Umsetzen in benachbarte Felder geschieht durch Aus- und Wiedereinfädeln des Roboters in die angrenzenden Edelstahlrohre. Zur Unterstützung dieses Vorgangs sind deren obere Enden angespitzt und dienen als Einfädelhilfen. Die Bewegung entlang der Fassade basiert somit auf einem kombinierten Verfahrinterprinzip aus vertikaler Seilwindensteuerung und horizontalem Positionswechsel über das mobile Tragsystem (Abbildungen 12 und 14, Seiten 68 und 70).

Traversensystem (Mehrfeld-Variante)

Die Tragstruktur bildet ein Dreieck-Gitterträger, der – je nach Größe des begrünnten Fassadenfeldes – an zwei oder drei horizontalen Schienen fixiert ist und entlang der Fassade horizontal verfahren werden kann. Dabei ist die Linearachse mit dem Roboter in diesem Fall senkrecht zur Fassadenebene angeordnet und kann vertikal verfahren werden. (Abbildung 13 und 15, Seiten 68 und 70)

Beide Ansätze eignen sich prinzipiell sowohl für verschiedene Begrünungsvarianten als auch unterschiedliche Fassadentypen. Vorteil bei der „Portalbauweise“ ist ein relativ einfacher Aufbau und Betrieb. Allerdings sind feldweise vertikale Führungsschienen anzuordnen, die jedoch auch ein zusätzliches gestalterisches Element zur Strukturierung der Grünfläche darstellen können. Für den Umsetzmechanismus ist eine nicht begrünte Zone im Bereich von Traufe oder Attika vorzuhalten. Das schränkt den Einsatz bei voll- und manchen teilflächigen Fassadenbegrünungen ein. Dieser Ansatz ist auf die Einbaubedingungen und Befestigungstechnik des Fassadenversuchsstands in Rednitzhembach abgestimmt. Das „Traversensystem“ kann bei großen Flächen den Anteil der Unterkonstruktion reduzieren und ermöglicht eine Bearbeitung der begrünten Fassade weitgehend über die gesamte Fläche. Jedoch ist eine Skalierbarkeit in der Höhe bezüglich der Anzahl der Antriebe und robuster Verfahrbarkeit in der Horizontalen zu prüfen.

Mit der Konzeptstudie „GreenFaCe“-Roboter liegt ein robuster Low-Tech-Ansatz vor, um das Thema der Pflege und Wartung von Begrünungssystemen in der Fassade mit Hilfe von Robotik und Automatisierungstechnik zu vereinfachen.

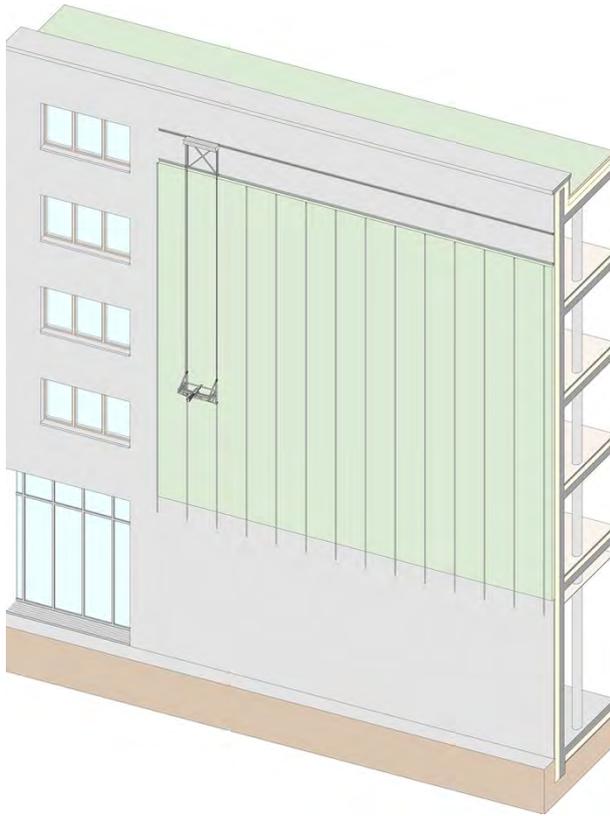


Abb. 14: Fallstudie Grünfassade mit eingerückter Teilfläche, Begrünung wandgebundenes System (flächige Konstruktion, Ausführung VHF, Portalbauweise (Axonometrie). Bild: Fakultät Architektur

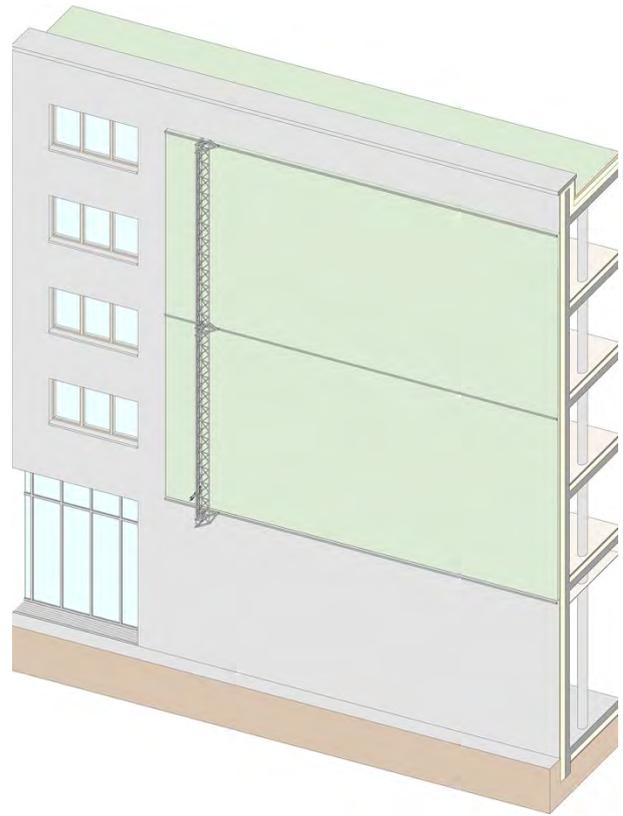


Abb. 15: Travensystem (Dreieck-Gitterträger) (Axonometrie). Bild: Fakultät Architektur

6. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Auszüge der Grundlagenarbeiten wurden bereits beim „BuGG-Tag der Forschung und Lehre Gebäudegrün 2024“ am 26. September 2024 im Leipziger KUBUS des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung vorgestellt. Ferner ist geplant den aktuellen Stand der Konzeptstudie im Rahmen eines Vortrages über den Projektarbeiten „Grünfassaden plus“ beim „Weltkongress Dach- und Fassadenbegrünung“ in Basel/Schweiz am 5. und 6. Juni 2025 zu präsentieren.

Des Weiteren ist es Ziel, in einem avisierten Folgeprojekt den „GreenFaCe“-Roboter zu einem Funktionsmodell im Maßstab 1:1 auszuarbeiten und am Fassadenversuchsstand praxisnah zu testen. (Abbildung 17, Seite 71). Dazu sind bereits konstruktive Vorgespräche mit Firmen aus dem Fassadenbau und der Begrünungstechnik erfolgt; aktuell werden Arbeitszusammenhänge mit weiteren Akteurinnen und Akteuren aus dem Bereich Gebäudebegrünung abgestimmt, für den Aufbau eines erweiterten Projektteams.

Die Arbeiten in dem „GreenFaCe“-Projekt sind Teil des Forschungsschwerpunktes „Grünfassaden plus“ der Fakultät Architektur und stärken die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP) sowie dem Nuremberg Campus of Technology / Automatisierungstechnik (NCT OHM|AUT).



Abbildung 17: Rednitzhembach, Technikum / Fassaden-Versuchsstand. Die Variante Portalbauweise des „GreenFaCe“-Roboter als Demonstrator für Tests vor Fassadenbegrünung mit Kletterpflanze. Bild: Fakultät Architektur

7. Literatur

- Atzberger et al., DRoB - Drohnen und Robotik für effizientes Monitoring und Pflegemanagement von Gebäudebegrünungen. Wien 2020
- EnOB: GreenFaBS (02/2019 – 07/2021). <https://www.th-nuernberg.de/fakultaeten/ar/> [Forschung/ Konstruktion und Technik] <10.12.2024>
- GreenPV (04/2021 – 08/2022). <https://www.th-nuernberg.de/fakultaeten/ar/> [Forschung/ Konstruktion und Technik] <10.12.2024>
- IPA Mediendienst (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA). Stuttgart, März 2018, Thema 4, S. 11-13
- Krippner, Roland: Green facades plus. In: Barbara Widera, et al. (Eds.): PLEA 2024. (Re)thinking resilience. 26-28 June 2024 Wrocław, Poland. The Book of Proceedings. Wrocław, June/2024, S. 207–212.
- Lang, Werner: Grün Blau Grau verbinden: Pfade zur Klimaanpassung im Wohnungsbau – Vortrag im Rahmen von „Lebenswerte Stadt der Zukunft – klimagerechtes Planen und Bauen“. München, Munich Urban Colab, 05.10.2022
- Maier, Helmut: Grundlagen der Robotik. Berlin: VDE Verlag, 2/2019.
- MoVe Green - Mobile Vertikale Fassadenbegrünung (2022-2025; BMWK). Center for Applied Energy Research e.V. (CAE), Würzburg. <https://cae-zeroarbon.de/Projekte.html> <11.12.2024> [2022]
- NPC - Nantong Polytechnic College, Nantong/CN: Greening maintenance system for smart city. Patentschrift: CN111802119A, 15.06.2020
- Pfoser, Nicole: Grüne Fassaden. Detail Praxis. München, 2023
- Pfoser, Nicole et al., Gebäude Begrünung Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Darmstadt 2013, S. 16-19.
- STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München: Maßnahmenpaket – Klimaschutzoffensive (Stand: 15.11.2021). <https://www.stmuv.bayern.de> [Klimaschutz/ Klimaschutzgesetz] <10.12.2024>

HolzREGIO

Prof. Frank Lattke

Fakultät Architektur / Professur für Baukonstruktion und Digitale Fabrikation mit Schwerpunkt Holzarchitektur

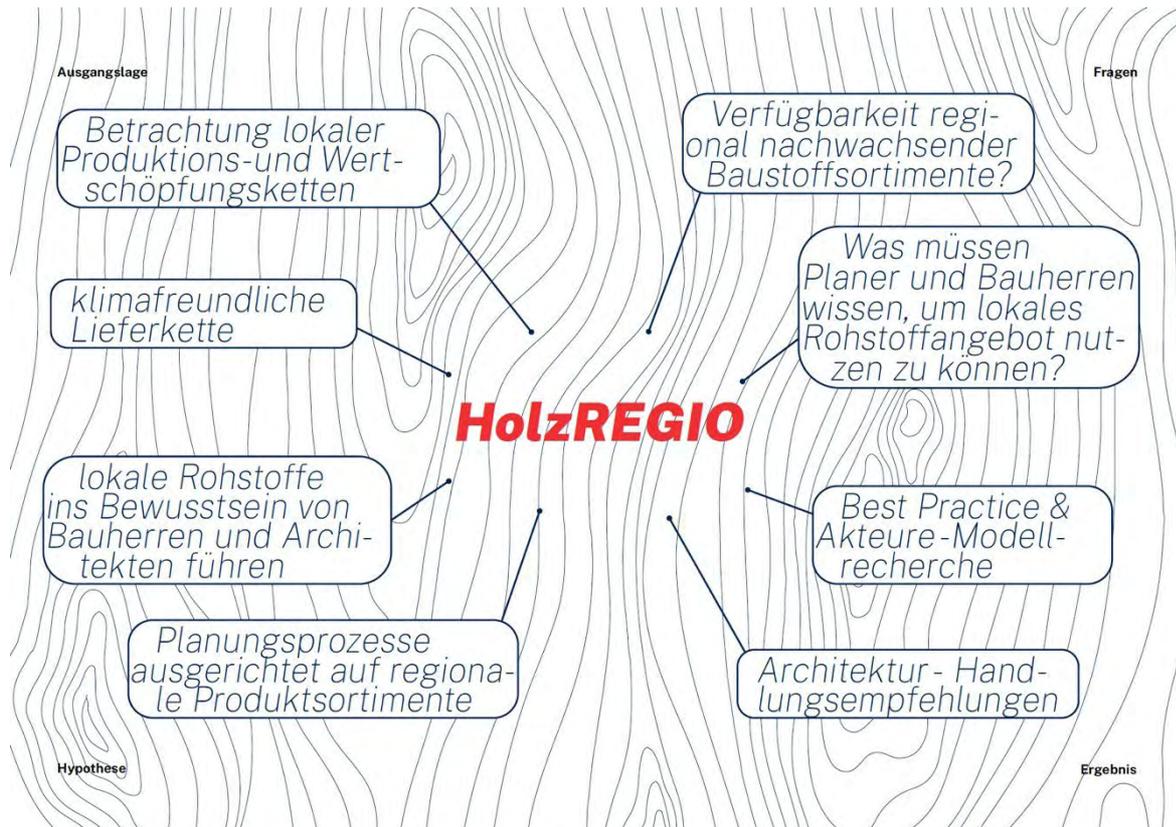


Abbildung 1: Konzept HolzREGIO. Grafik: Benedikt Buchmüller

Zusammenfassung:

Das Vorlaufforschungsprojekt „HolzREGIO“ untersucht lokale Produktions- und Lieferketten und erforscht innovative regionale Biobaustoffe. Im Verlauf der Forschung wurden die drei Ursprungsregionen auf die komplette Region Bayern ausgedehnt. Die Produzierenden wurden über persönliche Netzwerke, Online-Recherchen und Branchenverbände identifiziert. Dies geschah durch Online-Umfragen und persönliche Firmenbesuche im Rahmen des Masterseminars „HolzREGIO“. Neben dem Fokus auf Baustoffe wurden auch wichtige Branchenverbände, größere Holzbauunternehmen und Pilotprojekte identifiziert, befragt und dokumentiert. Während des Projektverlaufs wurden zwei Musterwagen mit Baustoffen und Produkten aus der Region in einem Masterseminar entwickelt. Diese werden in der Fakultät öffentlich zugänglich sein und die Sichtbarkeit regionaler Biobaustoffe fördern sowie deren Einsatz in der innovativen Lehre ermöglichen. Die Erkenntnisse wurden Anfang 2025 evaluiert, um Forschungsfragen abzuleiten und zukünftige Vorhaben auf den gewonnenen Erkenntnissen aufzubauen.

1. Projektdaten

Fördersumme	34.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät/Einrichtung	Fakultät Architektur / Professur für Baukonstruktion und digitale Fabrikation mit dem Schwerpunkt Holzarchitektur
Projektleitung	Prof. Frank Lattke
Projektteam	Benedikt Buchmüller, M. A. Johannes Hübner, M. Sc. Shuhan Li, M. A.
Kontakt- daten Projektleitung	frank.lattke@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Starke Preisanstiege bei Schnittholz und Holzwerkstoffen Anfang des Jahres 2021 haben die wirtschaftliche Abhängigkeit und Anfälligkeit der industriellen Holzindustrie verdeutlicht. Ausgelöst wurden die regionalen Probleme der Bauwirtschaft durch Störungen der globalen Wirtschaftskreisläufe, die unter anderem auf die Covid-19-Pandemie und die sprunghaft erhöhte Holznachfrage in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) zurückgehen. Auf einmal standen dezentrale kleinteilige Betriebs- und Handwerkstrukturen im Stress einer international agierenden Bauwirtschaft. Durch die wirtschaftliche Abhängigkeit von den führenden Holzwerkstoffproduzierenden, wie zum Beispiel Brettsperrholz, und durch eine Verknappung von Material, ausgelöst durch eine plötzlich gesteigerte internationale Nachfrage, haben Baustoffpreise ungeahnte Höhen erreicht und gleichzeitig Lieferschwierigkeiten Engpässe bei der Materialversorgung ausgelöst.

Regionale und vernakuläre Bauweisen rücken dadurch zunehmend in den Fokus architektonischer Diskurse und Fachpublikationen. Insbesondere kleinere Bauprojekte greifen verstärkt auf traditionelle Methoden zurück, die an lokale Gegebenheiten angepasst sind. Dabei zeigt sich ein wachsendes Interesse, diese historischen Techniken weiterzuentwickeln und in innovative Bauprodukte zu überführen, die sich durch Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz auszeichnen. Allerdings bleibt die Anwendung dieser Ansätze in größeren Bauprojekten bisher die Ausnahme. Ein wesentlicher Hemmschuh liegt in den strengen Anforderungen an Zulassungen und Ausschreibungen, die den Einsatz regionaler Produkte erschweren. Häufig entsprechen diese nicht den standardisierten Vorgaben oder benötigen aufwendige Prüfverfahren, bevor sie in den regulären Bauprozess integriert werden können. Hinzu kommt, dass bei diesen Produkten oft ein Mangel an Bekanntheit und Akzeptanz seitens der Anwendenden besteht. Zudem fehlen etablierte Netzwerke, die eine breitere Anwendung und Verbreitung fördern könnten. Dieser Umstand steht im Kontrast zu den Anforderungen der Bauwirtschaft, die zunehmend nach resilienten und ökologisch verträglichen Lösungen sucht, um den Herausforderungen globaler Lieferketten und Rohstoffverknappungen entgegenzuwirken.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die Beachtung lokaler Produktions- und Lieferketten eine neue Bedeutung. „Von hier für uns“ kann eine Strategie sein, die wirtschaftlichen Abhängigkeiten industriell ausgerichteter Stoffströme zu überwinden und durch Nutzung regionaler Ressourcen die eigene Resilienz zu stärken. Die Versorgung der Baubranche mit dem Rohstoff Holz war im Waldland Bayern seit jeher regional und lokal durch kleine Sägereien und Hobelwerke gesichert. Regionale Akteurinnen und Akteure sind grundsätzlich in der Lage, den Materialbedarf auf lokaler Ebene und somit in einer klimafreundlichen

Lieferkette¹ bereitzustellen. Die Rückbesinnung auf die vorhandenen Strukturen und das Handeln mit lokaler Verantwortung stärkt die kleinteilig organisierten Produzierenden vor Ort.

3. Ziele des Forschungsprojekts

Um die Nutzung nachwachsender Rohstoffe aus regionaler Herstellung und vorhandene kleinstrukturierte Säge- und Holzwerkstoffprodukte in der Architektur und dem Bauwesen zu aktivieren und auszuschöpfen, bedarf es eines Bewusstseinswandels bei Bauherrinnen und Bauherren, Architektinnen und Architekten sowie Handwerkerinnen und Handwerkern. Vereinzelt Initiativen, wie CarboRegio² des Holzforums Allgäu oder der Starkholzplatte³ von ARS aus Roßhaupten belegen das Potenzial der verstärkten Verwendung von regionalem Holz und Holzprodukten. Die virulente Frage ist, welche Sortimente an nachwachsenden Baustoffen, Holz und Holzwerkstoffen regional in Bayern zur Verfügung stehen und was Bauherrinnen und Bauherren, Planerinnen und Planer wissen müssen, um das lokale Angebot bereits im Entwurf und der Planung neuer Bauwerke zu berücksichtigen. Wie können die gewohnten Planungs- und Konstruktionsprinzipien und Holzbauweisen adaptiert werden, um darauf materialgerecht zu antworten? HolzREGIO geht diesen Fragen nach und schafft den Zugang, die Potenziale regional typischer Holzbaustoffe zu aktivieren und lokale Anbieterinnen und Anbieter von nachwachsenden Bauprodukten, Bauherrinnen und Bauherren und Architektinnen und Architekten zusammenzuführen. Neben der Nutzung von Holz sollen auch bisher seltener genutzte Baustoffe, wie zum Beispiel Stroh, Lehm oder Typha (Rohrkolben) untersucht werden. HolzREGIO betrachtet die Region Bayern, um regionale Akteurinnen und Akteure und Produzierende zu identifizieren, Qualitäten vorhandener regionaler Produktarten zu erfassen und anschließend die sich daraus ergebenden Material- und Werkstoffarten sowie deren Verarbeitung in einem Kataster abzubilden. Der Blick geht dabei immer in zwei Richtungen: Wie lassen sich lokale Produktsortimente in der Architektur nutzen und wie können Impulse eines bewusst auf eine regionale kreislaufgerechte Wertschöpfung setzenden Entwurfsprozesses die Produzierenden stärken? Es werden in zwei Schritten Forschungsansätze identifiziert, die dazu beitragen, das Potenzial regionaler Holzbauprodukte und lokaler Akteurinnen und Akteure in einer digitalisierten Wertschöpfungskette zu verstehen und voranzubringen. Der Fokus liegt dabei auf der Erfassung von nachwachsenden Baustoffen und Bauelementen für geeignete Bautypen unter Berücksichtigung kurzer Wege und kreislauffähiger Produktionstechnologie. Daraus resultiert ein Statusbericht und ein Konzept mit Fragestellungen und Lösungsansätzen für einen Folgeforschungsantrag.

Folgende Forschungsziele wurden festgelegt:

- Identifizierung regionaler Biobaustoffe in der Region Bayern mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung,
- Identifizierung regionaler Biobaustoffe in der Region Bayern im Entwicklungsstadium,
- Identifizierung sonstiger regionaler Biobaustoffe,
- Kategorisierung und Zusammenstellung der gewonnenen Ergebnisse als Produktliste,
- Kombination des Forschungsprojektes mit einem Masterseminar,
- Firmeninterviews durch Studierende des Masterseminars HolzREGIO,
- Zusammenstellung einer Mustersammlung mit Produktinformationen zur freien Verwendung in der Fakultät Architektur,
- Aufbereitung der Ergebnisse für die integrative Lehre,
- Entwicklung neuer Forschungsfragen für Folgeanträge.

¹ CarboRegio Kooperationsprojekt des Holzforum Allgäu und der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Weihenstephan, 2020-2023

² <https://www.holzforum-allgaeu.de/projekte/carbo-regio-regionales-holz/> (besucht am 03.04.2024)

³ Starkholzplatte, Fa. ARS Roßhaupten <https://starkholzplatten.de/> (bes. 22.05.2024)



Abbildung 2: Vortrag Firma Penzkofer, Regen.
Bild: Johannes Hübner



Abbildung 3: Besichtigung Produktion Firma Penzkofer.
Bild: Johannes Hübner

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Identifizierung von Produkten:

Die regional verfügbaren Säge- und Holzwerkstoffprodukte wurden durch eine breit angelegte Recherche im Internet und über Branchenverbände ermittelt. Als Auswahlkriterien wurden einerseits die Regionalität des Baustoffes sowie die Verwendung nachwachsender Rohstoffe festgesetzt. In diesem Stadium der Forschung erfolgte aus Gründen einer breiten Informationsbeschaffung noch keine genauere Definition von Regionalität als Produktattribut. Sowohl regionale Rohstoffe als auch regional ansässige oder vermarktende Produktionsfirmen wurden in Betracht gezogen. Berücksichtigt wurden:

- Onlinerecherche (Stichwortrecherche),
- Kommunikation mit Branchenverbänden (Holzbauverbände, Zimmererinnung, Nachhaltigkeits-, Produktions- und Produktlabels),
- Literaturrecherche von Publikationen diverser Referenzprojekte mit regionalem Anspruch,
- Berufliches Netzwerk (Architekturbüros, Holzbauunternehmen, Holzhandel),
- Akademisches Netzwerk (TUM.wood (Technische Universität München), Technische Hochschule Rosenheim),
- Messen und Netzwerktreffen in der Region.



Abbildung 4: Relevante Akteurinnen und Akteure, die zu einem Besuch ausgewählt wurden. Grafik: Johannes Hübner

Kategorisierung der Produkte und Informationssammlung zu regionalen Biobaustoffen

Die Ergebnisse der Recherche wurden in einer Übersicht katalogisiert und nach Akteurinnen und Akteuren, Standorten, Produkteinsatzgebieten, Rohstoff- und Produktarten kategorisiert. Um einen größtmöglichen Einblick in die Lieferketten, Herstellung und Produktion von Biobaustoffen gewinnen zu können, wurde in einem zweiten Schritt das Masterseminar Holz**REGIO** im Sommersemester 2024 durchgeführt. Die Hauptaufgabe des Masterseminars bestand in der Analyse der Produkte und einer Untersuchung in-situ. Dazu besuchten Studierende ausgewählte Firmen, dokumentierten den Produktionsprozess und erhielten Informationen zu den Endprodukten und deren Einsatz in Bauprojekten. Die Firmen wurden so ausgewählt, dass eine möglichst breite Anzahl an Rohstoffen und Einsatzmöglichkeiten in allen Regionen Bayerns abgedeckt wurde. Weitere Firmen wurden über einen Onlinefragebogen zur Mithilfe am Forschungsprojekt aufgefordert.

- Es wurden insgesamt 14 Firmen besucht und interviewt,
- Es wurden 2 Firmen im Rahmen einer gemeinsamen Exkursion besucht und interviewt,
- Es wurden 52 Firmen zu einer Onlineumfrage eingeladen,
- Von den Onlineumfragen (versendet: 52) sind insgesamt 5 verwertbare Fragebögen eingegangen.



Abb. 5: ARS-Starkholzplatte.
Bild: Masterseminar HolzREGIO



Abb. 6: Holzwerke Pröbstl.
Bild: Masterseminar HolzREGIO



Abb. 7: Naturheld, Herstellung Holzwolledämmung.
Bild: Masterseminar HolzREGIO



Abb. 8: Hart-Keramik-Lemix-Platte.
Bild: Masterseminar HolzREGIO



Abb. 9 Holzwerke Ströbla,
Hobelprozess.
Bild: Masterseminar HolzREGIO



Abb. 10: Holzwerke Ströbla, Herstellung BSH.
Bild: Masterseminar HolzREGIO

Forschungsergebnisse:

Die Bearbeitung des Vorlaufforschungsprojektes liefert wichtige Erkenntnisse und Impulse für die weitere Bearbeitung. Die Forschungsergebnisse können in „direkt verwertbare Forschungsergebnisse“ sowie „Forschungsansätze für zukünftige Projekte“ unterteilt werden.

Direkt verwertbare Forschungsergebnisse

Im Rahmen des Vorlaufforschungsprojektes ist eine rollende Baustoffsammlung entstanden, die für die anschauliche Lehre zur Verfügung steht. Eine Liste an aktuell verfügbaren Biobaustoffen in der Region Bayern zeigt ein breites Spektrum an regionalen Produzierenden von Holzwerkstoffen sowie einige innovative Produkte im Bereich Wand und Deckenaufbauten aus Holz. Als weiteren Innovationsbereich wurden innovative Dämmstoffe aus Naturprodukten wie, Stroh, Hanf, Lehm oder Rohrkolben entdeckt. Folgende Ergebnisse sind nach Abschluss des Vorlaufforschungsprojektes verfügbar:

- Identifikation regionaler Akteurinnen und Akteure und Aufbau eines Netzwerks mit interessierten Ansprechpartnerinnen und -partnern,
- Liste identifizierter regionaler Biobaustoffe der Region Bayern,
- Musterwagen mit ausgewählten Materialmustern und Produktinformationen der identifizierten Produkte (frei zugänglich für Studierende sowie als Unterstützung zu Lehrveranstaltungen und Seminaren),
- Forschungsbericht mit aktuellen Brancheninformationen (Veröffentlichung Januar 2025).

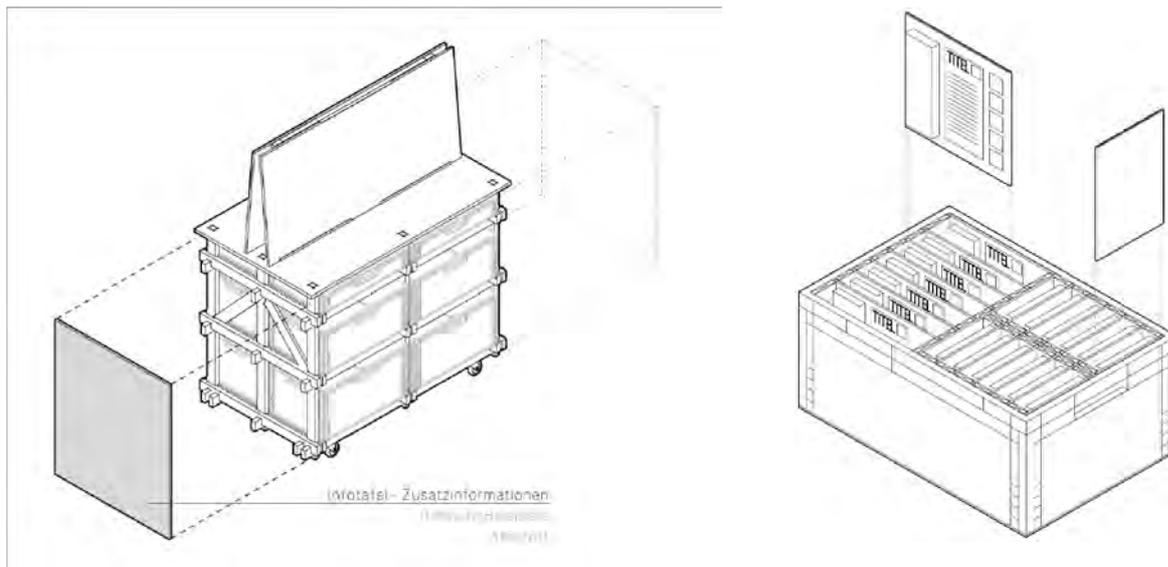


Abbildung 11: Konstruktionszeichnung Musterwagen. Bild: Masterseminar HolzREGIO

Die rollende Baustoffsammlung besteht aus zwei Musterwagen, die mit Informationen und Handmustern zu regionalen Baustoffen bestückt sind. Die Baustoffe sind systematisch nach Produktkategorien sortiert und in beschrifteten Boxen gelagert. Die Wagen dienen als Anschauungs- und Recherchebibliothek. Zu Lehrzwecken können einzelne Boxen und Muster entnommen werden.

Das Grundgestell der Wagen mit den Maßen 1,35 m x 87 cm x (1,12m) ist aus Fichtenholzleisten ohne Verbindungsmittel gefügt. Die gesteckte, formschlüssige Konstruktion wurde mit der fakultätseigenen CNC-Fräse hergestellt.

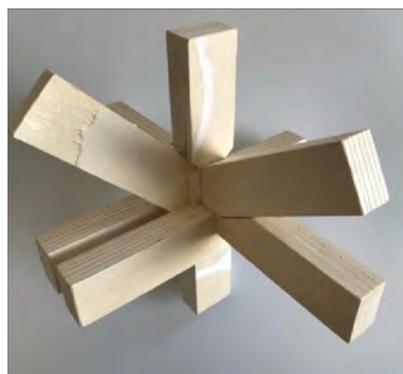


Abb. 12: Knotenpunkt ohne Schraubverbindungen. Bild: Benedikt Buchmüller



Abb. 13: Fertigung in CNC-Fräse. Bild: Benedikt Buchmüller



Abb. 14: Fertiger Musterwagen, unbestückt. Bild: Benedikt Buchmüller

Forschungsansätze für zukünftige Projekte

Die Verfügbarkeit und Unabhängigkeit regionaler nachwachsender Baustoffe vom globalen Marktpreis konnten in diesem Vorlauforschungsprojekt nicht endgültig geklärt werden. Die Ergebnisse bieten jedoch eine Ausgangslage für weitere diesbezügliche Untersuchungen. Weiterhin werden Projektvorschläge im Bereich der Lehrforschung und Materialforschung ausgearbeitet. Folgende Themen werden in der Zukunft betrachtet:

- Definition von sinnhaften geografischen Regionen sowie differenzierte Ermittlung von Liefergrenzen in der Wertschöpfungskette,
- Vergleich von Verfügbarkeit von regionalen Holzbaustoffen in Vergleich zum Bedarf der Holzbauprojekte innerhalb einer Region,

- Lehrforschungsprojekt zu Möglichkeiten von Erstellung kleinerer Bauprojekte unter der ausschließlichen Verwendung regionaler Bauprodukte aus Biobaustoffen,
- Handlungsanweisungen für die Ausschreibung von regionalen Produkten in der öffentlichen Ausschreibung,
- Errichtung von Versuchsständen zur Entwicklung verschiedenen Materials und Konstruktionsstudien,
- Konstruktive und gestalterische Unterschiede durch die Verwendung von regionalen Baustoffen,
- Auswirkung des Klimawandels auf Rohstoffverfügbarkeit.



Abbildung 15: Musterwagen mit regionalen Baustoffen. Bild: Shuhan Li



Abb. 16: Musterwagen mit regionalen Baustoffen.
Bild: Shuhan Li



Abb. 17: Musterwagen mit regionalen Baustoffen.
Bild: Shuhan Li

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Abschluss Forschungsprojekt

Das Vorlaufforschungsprojekt HolzREGIO wurde im Dezember 2024 abgeschlossen. Eine Veröffentlichung des Forschungsberichts erfolgte im Januar 2025. Eine Weiterführung auf Grundlage der Forschungsergebnisse ist geplant.

- Abschluss aller Forschungsleistungen - Ende Dezember 2024,
- Veröffentlichung des Forschungsberichtes - Januar 2025,
- Zusendung des Forschungsberichtes an alle Teilnehmenden, Firmen, Branchenverbänden, Partnerinnen und Partner im Januar 2025,
- Geplante Veröffentlichung des Forschungsprojektes im Ohm-Journal - Mai 2025.

Nachhaltigkeit:

Die Forschung hat sich als äußerst gewinnbringend für die Fakultät erwiesen. Ein zentraler Aspekt ist die Analyse und Darstellung aktueller Entwicklungen der regionalen Holzbranche, die nicht nur wichtige Einblicke in bestehende Strukturen, sondern auch Anknüpfungspunkte für aktuelle und zukünftige Forschungsprojekte bietet. Diese Erkenntnisse dienen als Grundlage, um innovative Lösungen zu entwickeln, die auf regionalen Besonderheiten basieren und gleichzeitig den globalen Anforderungen an nachhaltiges Bauen gerecht werden. Ein wesentlicher Erfolg der Arbeit liegt in der Etablierung neuer Kontakte und Kooperationen. So konnte ein Austausch mit Prof. Dr. Markus Lemberger, Professor für Volkswirtschaftslehre und Regionalmanagement an der Hochschule für angewandtes Management, Forschungsprojekt zur Entwicklung lokaler Baustoffe im Landkreis Cham initiiert werden. Dieser Dialog bietet Potenzial für den Wissensaustausch und die Entwicklung gemeinsamer Ansätze. Auch Verbände wie „Holz von hier“ haben ihre Bereitschaft zur Zusammenarbeit bekundet, was die Verankerung der Forschung in der Praxis weiter stärkt. Darüber hinaus haben sich mehrere regionale Unternehmen für eine potenzielle Teilnahme an der Forschung ausgesprochen. Firmen aus dem Holz-, Stroh- und Lehm-Bau haben nicht nur Interesse an der inhaltlichen Mitgestaltung geäußert, sondern bieten sich auch für Vorträge und Workshops an, die an der Fakultät durchgeführt werden können. Diese Form des Wissenstransfers ist besonders wertvoll, da sie die Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis schlägt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Integration der Forschungsergebnisse in die Lehre. Die geplanten Musterwagen, die Materialinformationen sowie einen Überblick über in der Region verfügbare Baustoffe präsentieren, bieten Studierenden eine einzigartige Möglichkeit, sich mit nachhaltigen Materialien und Bauweisen vertraut zu machen. Dies fördert nicht nur das Verständnis für regionale Ressourcen, sondern sensibilisiert auch für die Bedeutung ökologischer und regionaler Wertschöpfungsketten im Bauwesen. Langfristig trägt das Projekt erheblich zur Netzwerkbildung und zur Außenwirkung der Professur für Baukonstruktion und Digitale Fabrikation mit Schwerpunkt Holzarchitektur bei. Die Kombination aus praxisnaher Forschung, starkem regionalen Bezug und interdisziplinärer Lehre unterstreicht die Bedeutung dieser Professur als innovativen Knotenpunkt für nachhaltige Architektur.

Verwertung:

Die Verwertung der Forschungsergebnisse und Erkenntnisse steht im Zentrum weiterer Entwicklungen und Anwendungen. Ein internes Monitoring der aktuellen Entwicklungen bei Baustoffen ermöglicht in Zukunft ein klares Bild der dynamischen Veränderungen und Trends in der Branche. Dieses Monitoring ermöglicht es, gezielt auf neue Herausforderungen zu reagieren und Chancen zu identifizieren. Zudem hat sich ein umfassendes Netzwerk mit den relevanten Akteurinnen und Akteuren etabliert, das von den produzierenden Firmen über Interessenverbände bis hin zu den ausführenden und bearbeitenden Unternehmen reicht. Dieses Netzwerk erleichtert nicht nur den Wissensaustausch, sondern auch die

Umsetzung neuer Ideen und Projekte in die Praxis. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der stärkeren Präsenz regionaler Baustoffe in der Lehre, insbesondere in der Baukonstruktion. Diese Materialien werden durch praktische Ansätze „zum Anfassen“ für Studierende greifbarer gemacht. Solche Ansätze tragen nicht nur zur Wissensvermittlung bei, sondern fördern auch das Verständnis für nachhaltige Materialwahl und die Bedeutung regionaler Wertschöpfungsketten. Die Vorlaufforschung hat zudem neue Fragen aufgeworfen, die als Grundlage für zukünftige Projekte dienen können. Themen wie die Definition sinnvoller Regionalgrenzen, Lehrforschungsprojekte mit regionalen Biobaustoffen oder die Optimierung von Lebenszyklen regionaler Baustoffe bieten zahlreiche Anknüpfungspunkte. Das erworbene Wissen wird bereits jetzt erfolgreich für aktuelle Fragestellungen in der Architektur und im Bauwesen angewandt. Es fließt sowohl in die Entwicklung innovativer Bauweisen als auch in die Verbesserung bestehender Prozesse ein.

Insgesamt tragen die Ergebnisse der Vorlaufforschung nicht nur zur Weiterentwicklung der Lehre bei, sondern stärken auch die Verbindung zwischen Wissenschaft, Praxis und regionaler Bauwirtschaft. Durch die zielgerichtete Verwertung des Wissens werden Synergien geschaffen, die langfristig einen positiven Einfluss auf nachhaltiges Bauen und regionale Wertschöpfung haben.

6. Literatur

- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) und Holzforum Allgäu. *Einfluss von Regionalität auf die CO2-Bilanz von Holzprodukten: Forschungsprojekt CarboRegio*. Immenstadt/Freising, 2023
- Deutsche Umwelthilfe. *Mythen Naturdämmstoffe*. Informationsbroschüre. Abrufbar unter www.umweltbewusst-bauen.de (zuletzt abgerufen am 16.05.2024)
- Fraunhofer IPK. *Studie zur Stärkung der Holzbauwirtschaft in der Metropolregion Berlin-Brandenburg*. Berlin: Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), 2020
- Herzog, T. N., Natterer, J., Schweitzer, R., Volz, M., & Winter, W. (2003). *Holzbau Atlas*. Birkhäuser.
- Holzforum Allgäu. *Einfluss von Regionalität auf die CO2-Bilanz von Holzprodukten*. Abgerufen von [Holzforum AllgäuWebsite](http://HolzforumAllgäuWebsite) am [15.03.2024]
- Holzforum Allgäu. *Regionale Holzströme im Allgäu: Möglichkeiten und Grenzen regionaler Holzprodukte*. Holzforum Allgäu, 2023
- Miletzky, F. *Holzbasierte Bioökonomie*. Springer Professional, 2020 Informationsdienst Holz. *Holzfaserdämmstoffe*. Abgerufen von [Informationsdienst Holz](http://InformationsdienstHolz) am [06.04.2024]
- Zentrum für Baukultur Sachsen. *Marktreif regionale Baustoffe für eine nachhaltige Bauweise*. Dresden: Zentrum für Baukultur, 2020
- Zapico Perez, B. A. (2016). *Regionale Transformationsstrategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz: Über die Potentiale der Kreislaufwirtschaft* (Diplomarbeit). Technische Universität Wien

„Sind Insta(gram)moms die modernen Erziehungsberater*innen?“¹

Prof. Dr. Robert Lehmann

Fakultät Sozialwissenschaften / Institut für E-Beratung

Aleksandra Poltermann, M. A.

Fakultät Sozialwissenschaften / Institut für E-Beratung

Jelena Scheider, M. Sc.

Fakultät Sozialwissenschaften / Institut für E-Beratung

Zusammenfassung:

Während das allgemeine Phänomen „Influencerinnen und Influencer“, insbesondere im Feld von Social-Media-Marketing, diskutiert und untersucht wird, verhält sich die Datenlage zu den Instamoms, welche Einfluss auf die Erziehung nehmen können, anders. Vereinzelt Zeitschriftenartikel oder Reportagen liegen vor, allerdings ist keine empirische Untersuchung im deutschsprachigen Raum bekannt.

Im Rahmen dieses Vorlaufforschungsprojektes wurden daher Influencerinnen und Influencer und ihre Accounts analysiert, die in ihren Social-Media-Tätigkeiten Themen rund um die Erziehungsberatung aufgreifen. Hierzu wurde eine umfangreiche Datenmatrix erstellt, die verschiedene Charakteristika und Merkmale von diesen Social-Media-Kanälen unterschiedlicher Reichweite umfasst. Anhand dieser Datenmatrix und tiefergehender Interviews wurden detailliert die fachlich-pädagogische Qualität, die erreichte Zielgruppe sowie die finanziellen Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren der Tätigkeit dieser Influencerinnen und Influencer betrachtet. Als zentrales Ergebnis ging hervor, dass sich eine feingranularere Unterscheidung der Begrifflichkeiten zur besseren Fassung und Abgrenzung herauskristallisierte: Momfluencerin und Momfluencer, Erziehungsinfluencerin und Erziehungsinfluencer sowie Erziehungscoaches (mit Beratungsangeboten außerhalb von Instagram). Von Momfluencerinnen und Momfluencern unterscheiden sich die beiden Untergruppen der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer sowie Erziehungscoaches hinsichtlich ihrer Inhalte und deren Qualität(srisiken), Reichweite und Finanzstruktur. Erziehungsinfluencerinnen und -influencer sowie Erziehungscoaches erfüllen einzelne Qualitätsmerkmale der Elternbildung und Erziehungsberatung, bewegen sich jedoch im Spannungsfeld zwischen Qualität und Kommerzialisierung.

Somit konnten erste Handlungsweisen für Organisationen klassischer Erziehungsberatungsangebote und vorläufige Erkenntnisse für ein bislang kaum bearbeitetes Forschungsfeld identifiziert werden, welche weiterer Forschung bedürfen.

¹ Die Förderung für das Projekt wurde vor dem Gender-Verbot der Bayerischen Staatsregierung genehmigt. Um den Projekttitle nicht zu verfälschen, steht er hier daher noch mit Gendersternchen. Im Fließtext wurde entsprechend des Genderleitfadens der Technischen Hochschule Nürnberg gegendert.

1. Projektdaten

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät/Einrichtung	Sozialwissenschaften / Institut für E-Beratung
Projektleitung	Prof. Dr. Robert Lehmann
Projektkoordination	Aleksandra Poltermann, M. A.
Assoziierte Projektmitarbeitende	Jelena Scheider, M. Sc. Studentische Hilfskräfte und eine Masterandin Soziale Arbeit
Kontakt Daten Projektleitung	robert.lehmann@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage und Stand der Forschung

Alltag und Lebensrealität sind immer stärker mit dem Internet und internetfähigen Geräten verwoben. In diesem Kontext wird auch von der Mediatisierung gesprochen (Birkner, 2023). Menschen suchen und empfangen Informationen, pflegen soziale Kontakte und interagieren über das Internet sowie soziale Netzwerke. Die sozialen Medien haben nicht nur Auswirkungen auf das Kaufverhalten (Duffner-Korbee et al., 2023), sondern auch auf politische Ansichten ihrer Rezipientinnen und Rezipienten (Stark et al., 2022). Besonders für die jüngere Generation stellen sie eine wichtige Quelle für Informationen zu Gesundheit, Sport und Lifestyle (Lim et al., 2022) sowie aktuelle Nachrichten (Hasebrink et al., 2021) dar. Die Hauptfunktionen sozialer Medien lassen sich in Wissens-, Beziehungs- sowie Identitätsmanagement zusammenfassen und adressieren unterschiedliche Motive der Nutzenden (Schmidt & Taddicken, 2016).

Wissensmanagement & Informationssuche

Viele Nutzende suchen und erfahren über soziale Medien aktuelle Informationen und Wissen (Lim et al., 2022; Hasebrink et al., 2021). Die Vorteile sozialer Medien sind vielfältig. Beispielsweise vereinfacht die Plattform die Bildung interessensspezifischer Gruppen. Informationssuchen sind anonym und zu unterschiedlichen Zeitpunkten möglich. Die Mixed-Methods-Studie von Anter und Kümpel (Anter & Kümpel, 2023) untersucht die Informationsnutzung junger Erwachsener auf Instagram und zeigt auf, dass viele Nutzende Inhalte als informativ wahrnehmen, auch wenn sie nicht aktiv danach suchen. Sie lassen sich von den angezeigten Inhalten leiten. In diesem Zusammenhang wird auch von der Serendipität² gesprochen, also der ausgelösten Stimulierung durch anregende und doch unerwartete Entdeckungen.

Beziehungen: Soziales Kapital

In den sozialen Medien pflegen Menschen Beziehungen (Schmidt & Taddicken, 2016). Daraus resultiert auf verschiedenen Ebenen und in unterschiedlicher Intensität soziales Kapital: Sowohl Bonding (soziale Bindung) durch exklusive Interaktion in kleinen, eher homogenen Gruppen, Bridging, also der inklusive Informationsgewinn in eher heterogenen Gruppen als auch Linking, das heißt, das Vernetzen von Gruppen und staatlichen Organisationen werden ermöglicht (Naseri, 2017; Huang, 2019). Diese Dynamiken fördern Selbstermächtigung und Zugehörigkeitsgefühl (Borkert et al., 2018).

Identitätsmanagement & Identitätsbildung

Social-Media-Plattformen wie Facebook und Instagram zeichnen sich neben den Vernetzungsmöglichkeiten insbesondere durch Selbstdarstellung und Imagepflege aus (Schmidt & Taddicken, 2016). Neben der Selbstbestätigung kommt der Aspekt der bewussten Beeinflussung der

² „One area that has seen particular attention in information-seeking tasks is *Serendipity*, which has been defined by researchers in different ways but boils down to stimulation of exciting yet unexpected discoveries.“ (Jasim et al., 2023)

Fremdwahrnehmung hinzu. Rekurrierend auf Goffmans Techniken der Imagepflege und Eindrucksmanipulation (Döbler, 2022) bieten Instagram und Facebook die Aufrechterhaltung eines kommunizierten Images an, was als sinnstiftend empfunden wird.

Social-Media-Plattformen sind schon seit mehreren Jahren ein wichtiger Teil der Lebenswelt großer Teile der Bevölkerung. Immer mehr Altersklassen sind auf Social-Media-Plattformen aktiv und nutzen diese (Müller, 2024). In Deutschland nutzt insbesondere die Altersklasse zwischen 14 bis 49 Jahren das Internet am intensivsten. In der Gruppe der 14- bis 29-Jährigen liegt die Nutzungsdauer bei 257 Minuten pro Tag, in der Gruppe von 30 bis 49 Jahren bei 180 Minuten pro Tag. Die Nutzung sozialer Medien ist ebenfalls signifikant. Jüngere Menschen verwenden Plattformen wie Instagram regelmäßig (insbesondere bei der Altersgruppe 14 bis 29 Jahre) (Müller, 2024).

Aktuelle Statistiken (Dolff Gonzalez, 2023; Rohleder, 2023) zur Nutzung von sozialen Medien zeigen, dass in Deutschland 57 Prozent der Internetnutzenden aktiv Beiträge posten, Inhalte hochladen oder Kommentare schreiben. Im Gegensatz dazu nutzen 32 Prozent die Plattformen ausschließlich passiv, indem sie Beiträge lesen oder Videos anschauen, ohne eigene Inhalte zu veröffentlichen. Diese Daten stammen aus einer repräsentativen Befragung des Digitalverbands Bitkom (Datenbasis: Internetnutzende ab 16 Jahren (Anzahl (n) = 1.032)) aus dem Jahr 2023. Sie zeigen zudem, dass 70 Prozent der Nutzenden soziale Netzwerke regelmäßig in ihren Alltag integrieren (Rohleder, 2023).

Wie steht es um die themenspezifische Nutzung von Social Media zu Alltagsthemen wie Mutterschaft und Erziehung?

Von den Momblogs zu den Momfluencerinnen und Momfluencern

Momblogs entstanden in den frühen 2000er Jahren, als immer mehr Mütter begannen, ihre Erfahrungen und Herausforderungen im Elternsein online zu teilen. Diese Blogs wurden schnell zu Plattformen für den Austausch von Ratschlägen, persönlichen Geschichten und Unterstützung unter Müttern. Die ersten Momblogs waren oft persönliche Tagebücher, die sich auf Themen wie Schwangerschaft, Erziehung und Familienleben konzentrierten. Mit dem Aufkommen von Social Media, insbesondere Plattformen wie Facebook und Instagram, erlebten Momblogs einen Aufschwung. Mütter konnten ihre Inhalte einfacher verbreiten und eine breitere Leserschaft erreichen. Der Begriff „Momfluencer“ entstand, um Mütter zu beschreiben, die durch ihre Blogs und soziale Medien Einfluss auf andere ausüben und oft auch für Produkte werben. Dieser Trend ist nicht auf einen bestimmten geografischen Raum beschränkt. Momblogs sind weltweit populär geworden (Duebel & Phelan, 2024). In Deutschland nahm die Popularität von Momblogs in den 2010er Jahren zu. Heute gibt es schätzungsweise 2.000 solcher Blogs im Land. Die Themen reichen von Alltagsbewältigung bis hin zu spezifischen Erziehungsthemen. Viele Bloggerinnen nutzen ihre Plattformen nicht nur zum Teilen von Tipps, sondern auch zur Gründung einer eigenen Community, in der sich Mütter gegenseitig unterstützen können. Ein Beispiel für die Entwicklung ist der Blog „Echtemamas.de“, der aus einer Facebook-Seite hervorging und mittlerweile ein Startup ist. Solche Blogs bieten nicht nur persönliche Einblicke in das Leben als Mutter, sondern auch professionelle Inhalte und mögliche Kooperationen mit Unternehmen. Die Kombination aus persönlichem Erlebnis und professionellem Inhalt hat dazu geführt, dass Momblogs in Deutschland zu einem wichtigen Teil der Online-Elterncommunity geworden sind.

Mit der zunehmenden Bedeutung von Social Media entwickelte sich auch die Blogkultur weiter, nämlich zu einer Influencerinnen- und Influencerkultur: Personen, die zuvor eingeschränkte Reichweite auf beispielsweise Webseiten hatten, verlagerten ihre Arbeit auf Social Media und vergrößerten dadurch ihre Reichweite und somit auch ihre Zielgruppe (Angelone, 2023). Diese Richtungsänderung bewirkte, dass es heute auch mehr Momfluencerinnen und Momfluencer auf sozialen Medien gibt.

Trotz der zunehmenden Präsenz wird das Phänomen „Momfluencerin und Momfluencer“ in der psychosozialen Fachpraxis und Wissenschaft vor allem unter den Perspektiven Medienkompetenz, Nutzung und Gefahren sowie als Kanal zur Öffentlichkeitsarbeit/Selbstdarstellung behandelt:

Medienkompetenz, Nutzung und Gefahren:

In diesem Bereich werden umfangreich die Besonderheiten und Gefahren der Informationen, die in sozialen Medien bereitgestellt werden, diskutiert und analysiert (Schmit, 2021). Weiterhin werden Handreichungen entwickelt, wie sich Zielgruppen sicher und positiv mit den sozialen Medien auseinandersetzen können (Götz et al., 2021). Insgesamt steht dieser Zugang in der klassischen Tradition der Medienpädagogik und rezipiert das Geschehen in Social Media als neue Form der Unterhaltungsmedien.

Kanal zur Öffentlichkeitsarbeit/Selbstdarstellung:

Die psychosoziale Fachwelt akzeptiert die sozialen Medien inzwischen als Ort der Öffentlichkeitsarbeit und teilweise auch als Raum, in dem aktiv auf Ratsuchende zugegangen wird (Hey et al., 2022; Stix, 2022). Dabei wird die Öffentlichkeitsarbeit noch häufig nach den strukturellen Mechanismen von klassischer Public Relations (PR) großer Wohlfahrtsverbände betrieben. In der aufsuchenden Arbeit werden gerade in Pilotprojekten Prinzipien der aufsuchenden Jugendarbeit in den Raum der sozialen Medien übertragen, auch hier jedoch von klassischen Verbänden der freien Wohlfahrtspflege beziehungsweise Projekten von Hochschulen et cetera. Die Rezeption aus dieser Perspektive sieht Social Media in Tradition des öffentlichen Raums.

Das Vorlaufforschungsprojekt nahm nun einen neuen Blickwinkel ein: Unterschiedliche Studien (Döring & Lehmann, 2022) zeigen, dass in sozialen Medien Information zu Themen vermittelt wird, die für die klassische Klientel sozialer Arbeit relevant ist. Allerdings sind solche Accounts, die zu den verschiedenen Themen eine besonders hohe Reichweite, also Anzahl an Followerinnen und Follower aufweisen, eben nicht von herkömmlichen Akteurinnen und Akteuren des Sozialstaats, wie Behörden oder freien Trägerinnen und Trägern, verantwortet, sondern werden meist individuell von Influencerinnen und Influencern betrieben. In der bisherigen wissenschaftlichen Auseinandersetzung werden diese Personen nur vereinzelt beachtet (Knauf & Mierau, 2021). Die Rolle als freiberufliche Erziehungsberaterinnen und -berater und das dazugehörige fachliche Selbstkonzept wurde bisher kaum untersucht. Die wenigen Studien die vorliegen deuten auf Risiken problematischer Fachlichkeit hin (Allert, 2021). Dies gilt es zu überprüfen.

3. Ziel- und Fragestellung des Forschungsprojekts

Ziel des Vorlaufforschungsprojektes war es, diese Forschungslücke aufzuboahren. Hierzu wurden nachfolgende Kernfragen thematisiert und analysiert:

Qualität:

Welche Qualitätsmerkmale lassen sich für Social-Media-Kanäle für einen Vergleich zu herkömmlichen Erziehungsberatungsthemen heranziehen?
Welche Qualitätsmerkmale weisen reichweitenstarke Social-Media-Kanäle im Vergleich zu herkömmlichen Erziehungsberatungsthemen auf?
Wann entsteht hier fachlich-politischer Handlungsbedarf (Stichwort Kindeswohlgefährdung)? Verbergen sich auf Instagram Kooperationspartnerinnen und -partner für Erziehungsberatungsstellen und unter welchen Aspekten ist eine Kooperation denkbar?

Zielgruppe:

Welche Merkmale zeichnen die erreichte Zielgruppe, also Followerschaft aus?
In welchen Merkmalen unterscheidet sich die erreichte Zielgruppe zu den Zielgruppen herkömmlicher Erziehungsberatung?

Erfolgsfaktoren & finanzielle Rahmenbedingungen:

Welche Erfolgsfaktoren sind bei Influencerinnen und Influencern im Bereich der Erziehungsberatung auffindbar?
Welche Finanzierungsmodelle sind überhaupt auffindbar?
Und welche Rolle spielen dabei kostenpflichtige Beratungsangebote oder Coachings?

4. Herangehensweise und Erhebungsmethodik

4.1 Evaluationskonzept

Die Fragestellungen wurden in unterschiedlichen Projektschritten mit verschiedenen Methoden untersucht mit Hilfe des Mixed-Method-Ansatzes im Triangulationsdesign: Einer Kombination aus qualitativen und quantitativen Daten zur Validierung der Ergebnisse (vergleiche Bans-Akutey & Tiimub, 2021). Übergreifend wurde der aktuelle Stand der Forschung mit einer tiefgehenden Literaturrecherche analysiert. Im Anschluss wurde eine umfassende Datensammlung von reichweitenstarken Accounts vorgenommen. Die Hauptergebnisse fokussieren sich auf die Analysen auf Basis dieser Datensammlung und werden ergänzt und angereichert durch deskriptive Ergebnisse aus halbstandardisierten Interviews. Daneben wurden auf Instagram verwendete Hashtags und ausgewählte Beiträge analysiert.

Eine Übersicht über die verschiedenen methodischen Herangehensweisen zu den in Kapitel 3 benannten Fragestellungen findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Überblick über Methoden und Fragestellungen.

Fragestellungen	Literaturrecherche	Screening			Interviews
		Hashtaganalyse	Accountanalyse	Qualitätsanalyse	
Überblick über Reichweite, allgemeine Merkmale und Tätigkeitsbereiche	X	X	X		X
Qualität	X		X	X	X
Zielgruppe	X				X
Erfolgsfaktoren	X		X		X
Finanzielle Rahmenbedingungen	X		X		X

Begonnen wurde mit einem allgemeinen Überblick über das Phänomen „Instamoms“ mittels Literaturanalysen, Screening und Hashtaganalysen. Ergänzend dazu dienen die Interviews als punktuelle Einblicke in die Tätigkeiten von Influencerinnen und Influencern im Bereich der Erziehungsberatung. Verschiedene Qualitätsmerkmale wurden mit bestehenden Konzepten der Onlineberatung, Elternbildung und Erziehungsberatung verglichen und hinsichtlich ihrer Struktur, ihres Prozesses aber auch ihrer Ergebnisqualität betrachtet. Merkmale der Zielgruppe wurden deskriptiv über die Literatur und Interviews zusammengetragen.

4.2 Literaturrecherche

Eine umfassende Literaturrecherche zu Beginn der Vorlauforschung verschaffte einen ersten Überblick zu den in den Kernfragen (Kapitel 3) erwähnten Forschungsgegenständen und angrenzenden Randthemen. Die Literaturrecherche ist in vier Themenblöcke untergliedert: Begrifflichkeiten Momfluencerinnen und Momfluencer / Expertinnen und Experten, Qualität, Erfolgsfaktoren und finanzielle Rahmenbedingungen.

Begrifflichkeiten: Momfluencerin und Momfluencer, Expertinnen und Experten



Abbildung 1: Influencerin und Influencer, Momfluencer und Momfluencer, Instamom. Quelle: eigene Darstellung

Zunächst werden die Begrifflichkeiten Influencerin und Influencer sowie Instamom, Momfluencerin und Momfluencer genauer definiert und von anderen Beschreibungen, wie Expertinnen und Experten, abgegrenzt.

Als Überbegriff wird der Begriff Influencerin und Influencer verwendet. Dieser Begriff ist entlehnt vom englischen Wort „to influence“ (jemanden beeinflussen) und beschreibt, welche mit ihren Beiträgen auf sozialen Netzwerken viele Menschen anziehen und diese so in ihren Einstellungen und dem Verhalten sowie der Produktwahl beeinflussen können (Han & Balabanis, 2023). Als Beiträge fungieren dabei auf Instagram Videos, Fotos und Text, welche sie selbst erstellt haben. Sie präsentieren sich dabei oft als „authentisch“ und geben Einblicke in ihren Alltag, machen aber auch Produktwerbung in ihren Beiträgen (Riedl & Schwemmer, 2022). Die genaue Anzahl an Personen, welche die Beiträge der Influencerinnen und Influencer regelmäßig anschauen (= Followerinnen und Follower), ist variabel. Neben sogenannten Makro-Influencerinnen und -Influencer mit mehr als 100.000 Followerinnen und Follower existieren auch kleinere Accounts mit wenigen Tausend Followerinnen und Followern, sogenannte Micro- beziehungsweise Nano-Influencerinnen und -Influencer (Gong & Holiday, 2023; Riedl & Schwemmer, 2022). In den letzten Jahren entwickelte sich auf sozialen Medien Mutterschaft zu einem beliebten Thema (Jage-D'Aprile, ohne Datum). Dementsprechend entstanden auch Accounts auf den sozialen Netzwerken, die das Alltagsleben als Familie, Vater und insbesondere als Mutter darstellen und so zum Beispiel Bilder von Kindern oder Elterngeschichten teilen. Diesen sogenannten Momfluencerinnen und Momfluencer wird zum Teil ebenso eine große Reichweite zugesprochen, wie auch ein Einfluss auf Personen, die ihre Beiträge lesen und ihnen folgen (Rangka et al., 2023). Da insbesondere auf Instagram die Thematisierung der Mutterschaft beliebter ist (Jage-D'Aprile, ohne Datum), wird für die Beschreibung von Müttern, welche auf Instagram ihre Familienrolle und ihren Alltag darstellen, häufig der Begriff Instamoms verwendet (siehe zum Beispiel Nagels, 2019). Studien aus dem englischsprachigen Raum zeigen, dass in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) hauptsächlich weiße Frauen sich als Instamoms beziehungsweise Momfluencerinnen präsentieren und bei Accounts zur Schwangerschaft typischerweise Beiträge zum allgemeinen Wohlbefinden, Stillen und körperlichen Veränderungen veröffentlicht werden. Andere Themen zu Gesundheit oder auch zu postpartalen Depressionen werden dort jedoch kaum thematisiert (George et al., 2023).

Im deutschsprachigen Raum untersuchte eine sozialwissenschaftliche Arbeit das Phänomen der Momfluencerinnen und Momfluencer und unterschied dabei sogenannte selbsternannte Expertinnen und Experten von Momfluencerinnen und Momfluencern (Menzel, 2023). Letztere grenzen sich von Momfluencerinnen und Momfluencern nach Menzel (2023) durch einen anderen Inhalt der Beiträge und geringere Followeranzahlen ab. Sie bieten dazu meist keine oder wenig Werbung, sondern fokussieren sich auf Beratungsangebote. Sie sind laut Menzel größtenteils weiblich und stellen sich selbst als Erziehungs- und Familienexpertinnen und -experten dar. Inhaltlich bieten sie Informationen, Tipps und Beratungsangebote zur Erziehung (Menzel, 2023).

Erziehungshaltung: bedürfnis- und beziehungsorientiert

Im Zentrum moderner Erziehungshaltungen steht nach Auffassung von Jäde (2024) eine „Kindzentrierung“ sowie das Bild der „verantworteten Elternschaft“. Im Hinblick auf soziale Medien betont Menzel, dass die Accounts diese Haltung als bedürfnis- und beziehungsorientierten Erziehungsstil vermitteln (Menzel, 2023), in gleicher Weise betonen weitere Publikationen, dass soziale Netzwerke und Blogs das Paradigma einer „intensiven Elternschaft“ transportieren (Knauf, 2019; Knauf & Mierau, 2021). Der bedürfnis- und beziehungsorientierte Erziehungsstil geht auf die Bindungstheorie des amerikanischen Kinderpsychiaters Bowlby zurück. Dieser und darauffolgende Forschende postulieren, dass verschiedene Aspekte wie Stillen, Beachten des Weinens, Vertrauen auf die eigenen Haltungen, Körpernähe zum Bindungsverhalten und damit essentiell zur späteren Entwicklung des Kindes beitragen (Bowlby, 1999; La Rosa & Commodari, 2024). Daraus entstand die Haltung, die Bedürfnisse des Kindes sowie die Beziehung zwischen Kind und Erziehungsperson in den Fokus zu rücken. Hier wird also das Bild einer „verantworteten Elternschaft“ mit der Vermittlung von Erziehung als „intensive Elternschaft“ verknüpft (Knauf, 2019; Knauf & Mierau, 2021). Knauf und Mierau beschreiben, dass insbesondere auf sozialen Netzwerken, aber auch auf Blogs und in der Ratgeberliteratur Eltern vermittelt wird, dass Kinder sich nur durch die intensive, bedürfnisorientierte Begleitung durch die Eltern, insbesondere durch die Mütter, entwickeln (Jäde, 2024; Knauf, 2019; Knauf & Mierau, 2021).

Die bestehenden Publikationen bieten damit eine Ausgangsbasis für die Analysen, allerdings mangelt es noch an einer umfassenden Analyse bestehender Accounts (Menzel, 2023).

Zielgruppe

Klassische Angebote der Familien- und Elternbildung leiden häufig unter einem „Präventionsdilemma“: Zielgruppen, an die Präventionsarbeit gerichtet ist, werden selten erreicht. Die Angebote werden meist von

Eltern aus der Mittelschicht mit hohem Bildungsniveau besucht. Andere Gruppen sind schwierig zu erreichen (Hartung, 2022). Ursachen hierfür könnten in der Bekanntheit und Erreichbarkeit der Angebote liegen. So sind die meisten Programme kostenpflichtig und basieren auf einer sogenannten „Kommstruktur“, was für Zielgruppen mögliche Hürden darstellen kann (Hartung, 2022).

Einen Zusammenhang von Bekanntheit von herkömmlichen Beratungs- und Bildungsangeboten und Bildungsniveaus sowie der Familiensituation zeigte auch eine Studie in Nordrhein-Westfalen (NRW). Weniger als die Hälfte aller befragten Elternteile gaben an, Beratungsangebote speziell für Familien zu kennen (Juncke et al., 2020). Besonders niedrig war der Bekanntheitsgrad bei Eltern mit einem Hauptschulabschluss. Hier kannten weniger als die Hälfte aller befragten Eltern Familienberatungsangebote. Auch weniger als die Hälfte aller befragten Alleinerziehenden kannten Beratungsangebote im Vergleich zu 60 Prozent aller befragten Berufstätigen. Zudem kannten Eltern mit älteren Kindern die Angebote eher. Aus diesem Grund gibt es einen Bedarf an zielgruppengerichteten Programmen und einer Zunahme an sogenannten „Gehstrukturen“, wobei Familien in ihren sozialen Lebenswelten erreicht werden sollen (Hartung, 2022).

Auch soziale Medien bieten aufgrund ihrer weiten Verbreitung das Potential, Familien niedrigschwellig Zugang zu Bildungsangeboten zu verschaffen. Unter den sozialen Medien wird Instagram mit 37 Prozent am häufigsten in Deutschland genutzt, gefolgt von Facebook (33 Prozent) und Tiktok (18 Prozent) (Müller, 2024). Die Hauptnutzungsgruppe sind dabei Jüngere: Instagram nutzen 82 Prozent aller 14- bis 29-Jährigen mindestens wöchentlich, unter den 30- bis 49-Jährigen sind es bereits nur noch 50 Prozent (Müller, 2024). Diese verbringen auch mehr Zeit: Während 14- bis 29-Jährige im Durchschnitt 67 min/Tag in sozialen Netzwerken verbrachten, waren es in der Gruppe der 30 bis 49-Jährigen 38 min/Tag (Müller, 2024). TikTok hat im Vergleich zu Instagram eine jüngere Nutzungsgruppe: Rund 52 Prozent aller 14- bis 29-Jährigen nutzen wöchentlich TikTok, während unter den 30- bis 49-Jährigen nur 18 Prozent TikTok wöchentlich nutzen (Müller, 2024).

Hier wird ersichtlich, dass soziale Medien umfassend von Personen genutzt werden, welche grundsätzlich im Zielgruppenalter von Elternberatung lägen. Im deutschsprachigen Raum ergaben Umfragen, dass informelle Unterstützungsnetzwerke eine höhere Bedeutung für Eltern haben als professionelle Beratung und Bildungsangebote. Am häufigsten informieren sich Eltern über die Google-Suche (74 Prozent) und über pädagogische Fachkräfte wie Erzieherinnen und Erzieher und Lehrerinnen und Lehrer (72 Prozent aller Befragten). Nur ein Drittel aller Befragten beschrieb eine Beratungsstelle aufzusuchen (Hartung, 2022). In einzelnen Projekten hat sich Instagram bereits als hilfreiche Plattform für Psychoedukation für Familien erwiesen (George et al., 2023). Zur genaueren Eingrenzung der Zielgruppe von Momfluencerinnen und Momfluencer ist bislang jedoch keine umfassende Arbeit veröffentlicht worden.

Qualität

Der Frage, welche Qualitätsmerkmale Informationen reichweitenstarker Social-Media-Kanäle zu Erziehungsberatungsthemen aufweisen, wurde in mehreren Schritten nachgegangen.

Da bislang noch keine Qualitätskriterien und -standards für die psychosoziale Beratungsarbeit mit Social Media existieren, wurden in einem ersten Schritt definierte Qualitätsleitfäden für die Onlineberatung und angrenzende Themenbereiche wie für Erziehungsberatung oder Digital Streetwork herangezogen. Diese wurden durch in der Literatur diskutierte Risiken der Social-Media-Arbeit von sogenannten Momfluencerinnen und Momfluencer ergänzt. Hieraus wurden für den vorliegenden Forschungsgegenstand relevante Qualitätskriterien herausgearbeitet und in einem Qualitätsraster zusammengefasst.

Sowohl in den Medien als auch in der Fachwelt wurden bereits mehrfach Gefahren durch Influencerinnen und Influencer sowie durch sogenannte Instamoms herausgestellt (Küppers et al., 2024) und eine Überprüfung der Qualität der Beiträge von Personen, welche sich auf sozialen Netzwerken zum Thema Erziehung äußern, betont (Menzel, 2023). So wurde auf eine problematische Fachlichkeit hingewiesen, welche durch die Rolle als freiberufliche Erziehungsberaterin beziehungsweise -berater entstehen kann (Allert, 2021). Besonders diskutiert wurden auch die Auswirkungen für Kinder der Eltern beziehungsweise Mütter, welche als Influencerinnen und Influencer arbeiten und ihre Kinder auf ihren Accounts zeigen. Die vermehrte Präsentation der Kinder in Bildern und Videos der Accounts birgt laut einem Bericht der *Terre des Hommes* die Gefahr einer Monetarisierung und Ausbeutung der Kinder (Küppers et al., 2024). Weitere Facetten der Qualität solcher Accounts sowie Qualitätsstandards für Instamoms wurden jedoch bislang noch nicht thematisiert.

Nichtdestotrotz existieren Qualitätskriterien und -standards in angrenzenden Bereichen. So wurden für Erziehungsberatungsstellen durch die Bundeskonferenz für Erziehungsberatung Qualitätsstandards definiert (Bundeskonferenz für Erziehungsberatung e. V. (BKE), 2022). Neben den Leitlinien für Online- und

Erziehungsberatung sind auch Leitlinien für Elternbildung relevant. Hierzu dienen Leitlinien und Qualitätsstandards der Elternbildung, welche spezifisch für bestimmte Bundesländer entwickelt wurden (siehe zum Beispiel Amt für soziale Arbeit Wiesbaden, ohne Datum).

Darüber hinaus fassten Engelhardt (2013) und Reindl (2015) auf Basis von Kühne (2012) Qualitätsstandards für Onlineberatung zusammen. Diese werden für ein Qualitätsraster herangezogen, im nächsten Schritt (siehe Kapitel 4.5) wird allerdings geprüft, ob sie noch haltbar sind und sie sich auf Onlineberatung mit Social Media transferieren lassen. Ergänzt werden sie durch aktuelle Qualitätsleitfäden aus dem Bereich Digital Streetwork (Bayrischer Jugendring (BjR), 2024).

Meist werden angelehnt an Donabedian (2005) verschiedene Ebenen im Qualitätsmanagement unterschieden: Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität. Strukturqualität umfasst alle organisatorischen, materiellen und personalen Voraussetzungen für Qualität (Donabedian, 2005; Kühne, Stefan, 2012). Prozessqualität bezieht sich in der psychosozialen Beratungsarbeit auf alle Faktoren, welche direkt im Beratungsprozess die Qualität sichern (Donabedian, 2005; Kühne, 2012). Ergebnisqualität beschreibt alle Elemente, welche sicherstellen, dass das Ergebnis des Angebots messbar ist und die Erkenntnisse daraus zur Weiterentwicklung genutzt werden.

Eine Zusammenfassung der Qualitätskriterien aus den Bereichen findet sich nachfolgend:

Strukturqualität

- **Qualifikation, Ausbildung und Fortbildung:**

Hier wird eine grundlegende Qualifizierung zur Beratung (Bundeskonzferenz für Erziehungsberatung e. V., 2022) und dazu eine spezifische Qualifizierung zur Onlineberatung vorausgesetzt (Reindl, 2015). Als zusätzliches Qualitätsmerkmal wäre auch eine gesonderte Qualifizierung für Social Media denkbar. Speziell in der Erziehungsberatung ist ein multidisziplinäres Team wichtig (Bundeskonzferenz für Erziehungsberatung e. V., 2022)
- **Technische Ausstattung:**

Zur technischen Ausstattung sind eine passende Hardware, Serververfügbarkeit, eine unterbrechungsfreie Internetverbindung sowie eine passende Onlineberatungssoftware wichtig (Reindl, 2015). Letztere sollte Zugänglichkeit, Benutzerfreundlichkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit garantieren und beispielsweise für verschiedene Endgeräte optimiert sein (Engelhardt, 2014; Reindl, 2015).
- **Datenschutz- und IT-Sicherheit:**

Zum Datenschutz- und der IT-Sicherheit sollten Vorkehrungen für vertrauliche und datensichere Kommunikation (zum Beispiel E-Mail mit Secure-Sockets-Layer (SSL)-Verschlüsselung) sowie für eine datensichere Onlineberatungssoftware getroffen werden (Engelhardt, 2014; Reindl, 2015).
- **Organisation & Planung:**
 - Konzeption: Festgelegte Antwortzeit (in der Regel 48 Stunden), Vertretungsregelungen.
 - Schriftliches Beratungskonzept.
 - Datenschutz- und Sicherheitskonzept.
 - Speziell bei der Erziehungsberatung: Konzept im Fall von Kindeswohlgefährdung (BKE 2022).
- **Zielgruppenorientierung (Bayrischer Jugendring (BjR), 2024; Engelhardt, 2014):**
 - Bei der Gestaltung des Internetauftritts wie bei der Ansprache:
 - Zugänglichkeit, Niedrigschwelligkeit (auch barrierefreier Zugang, Optimierung für verschiedene Endgeräte).
- **Transparenz über Qualifizierung, Erreichbarkeit, Kosten, Leistungen, Grenzen und Datenschutz (Reindl, 2015).**
- **Kooperation & Vernetzung (Bundeskonzferenz für Erziehungsberatung e. V., 2022; Reindl, 2015) - präventive Arbeit.**
 - Vernetzung mit Fachstellen und anderen Beratungsstellen.
 - Zusätzlich bei Erziehungsberatungsstellen: Kooperation mit Jugendamt und Sozialdienst.

Prozessqualität

Beratung (Bundeskonzferenz für Erziehungsberatung e. V., 2022; Reindl, 2015):

- Wertschätzende Haltung und vertrauensvolle Beziehung.
- Dokumentation der Beratung.
- Fallbesprechungen, Super- und/oder Intervision.
- Wartezeiten und Durchführung schnellstmöglich.
- Fachliche Unabhängigkeit bei Durchführung der Aufgaben.

Elternbildung (Amt für soziale Arbeit Wiesbaden, ohne Datum):

- Gestaltung der Angebote mit partizipativem und ressourcenorientiertem Ansatz.
- Vermittlung wichtiger Erziehungsgrundsätze (gewaltfreie Kommunikation, Grenzen setzen, Eigenverantwortung der Kinder, Gleichberechtigung, sichere Bindung).
- Eintreten für Toleranz.

Ergebnisqualität

- Formulierung von Mindeststandards (Reindl, 2015).
- Anonyme Feedback- und Beschwerdemöglichkeiten (Reindl, 2015).
- Auswertung des Feedbacks sowie anderer Statistiken (Engelhardt, 2014).
- Erfassung der Ergebnisqualität.
- Schritte zur Qualitätsentwicklung (Reindl, 2015).

Abbildung 2: Qualitätsmerkmale Struktur, Prozess und Ergebnis. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an (Donabedian, 2005; Kühne 2012).

Neben diesen Aspekten betont Reindl (2015) zusätzlich ethische Gesichtspunkte wie eine ausschließliche Verlinkung des Angebots auf Seiten, die den jeweiligen ethischen Standards entsprechen. Die Plattform Instagram widerspricht dabei den von Reindl (2015) definierten Standards, weswegen dieses Qualitätsmerkmal als nicht mehr aktuell eingestuft wird.

Dazu beschreiben Reindl und die Bundeskonferenz für Erziehungsberatung verschiedene Qualitätsmerkmale, welche sich auf die Struktur von Organisationen beziehen (zum Beispiel Anzahl der Beratenden und klar verteilte Beratungsaufgaben; klare Finanzierung, klare Rollenverteilung, Festlegung der Anzahl der Beratenden und zugehörige Verwaltung, Aufklärung über Besonderheiten der Social-Media-Arbeit wie Auseinandersetzung mit Hass-Kommentaren et cetera). Diese werden ebenso nicht berücksichtigt, da die betrachteten Instamoms meist keine organisationale Struktur vorweisen, sondern als Einzelpersonen agieren.

Erfolgsfaktoren und finanzielle Rahmenbedingungen

Zur Betrachtung von Erfolgsfaktoren wurden Studien aus dem Bereich des Influencermarketings herangezogen, die sich sowohl auf Social-Media-Marketing als auch auf den Themenzuschnitt Erziehung und/oder Mutterschaft stützen. Eine Metaanalyse von Han und Balabanis (2023) hebt hervor, dass die Wirkung von Influencerinnen und Influencern durch verschiedene Wirkmechanismen vermittelt wird. Dazu gehören die **Source Credibility**, die **Parasocial Relationships** und die **Congruity Theory**.

Source Credibility

Die Glaubwürdigkeit einer Quelle ist entscheidend für die Überzeugungskraft. Die Überzeugung wird erleichtert, wenn eine Person der Quelle vertraut (vergleiche Hovland (1953) in: (Han & Balabanis, 2024); Bonfig, 2023). Hierbei spielen Faktoren wie Erfahrung, Genauigkeit der Informationen und das wahrgenommene Wohlwollen der Influencerinnen und Influencer eine Rolle. Insbesondere bei Erziehungsinfluencerinnen und -influencern wird oft beobachtet, dass Beratung und Erziehungstipps als Marketingstrategie genutzt werden. Eine Analyse türkischer Instagram-Accounts zeigte, dass Instamoms, die ihr Wissen teilten, als professioneller wahrgenommen wurden und einen nachhaltigeren Eindruck hinterließen (Güzel, 2023). Zudem wurde festgestellt, dass längere Texte das Vertrauen der Lesenden erhöhen, wobei Vertrauen in diesem Kontext wichtiger ist als der parasoziale Einfluss (Canduela et al., 2024).

Parasocial Relationships

Das Konzept der *Parasocial Relationships*, eingeführt von Horton und Wohl (1956), beschreibt eine einseitige Beziehung zwischen einer Followerin beziehungsweise einem Follower und einer Influencerin beziehungsweise einem Influencer. Plattformen wie YouTube und Instagram ermöglichen durch ihren persönlichen Ansatz intensivere parasoziale Beziehungen, was das Vertrauen in die Influencerin und den Influencer beeinflusst (Han & Balabanis, 2023). Besonders „Mobile-First“-Plattformen fördern diese Beziehungen durch wahrgenommene Authentizität und Intimität, unterstützt durch visuelle Elemente wie Videos oder Fotos (Han & Balabanis, 2023).

Zusätzlich zeigen parasoziale Attribute wie Nahaufnahmen und eine intensive, direkte Adressierung und eine persönliche Narrative einen viel stärkeren Einfluss auf die wahrgenommene Authentizität als zum Beispiel die Anzahl der Followerinnen und Follower (Gong & Holiday, 2023). Bei Instamoms korrelieren dargestellte Emotionen in Text oder Bild mit höheren Engagement- und Interaktionsraten der Nutzenden (Holiday et al., 2023). Es wurde auch festgestellt, dass Kinderfotos hohe Klickzahlen generieren können; jedoch besteht hier das Risiko auch Followerinnen und Follower abzuschrecken, wenn zu viele solcher Bilder gepostet werden (Klucarova & Hasford, 2023). Des Weiteren spielen eine hohe Obstrusivität (die Aufdringlichkeit der „Medienfigur“ in der medialen Darstellung, Betrachtende müssen sich mit dieser befassen) und Persistenz (Dauer des „Auftritts“) eine ausschlaggebende Rolle (Bonfig, 2023).

Congruity Theory

Die *Congruity Theory* von Osgood & Tannenbaum (1955) betont die Bedeutung der Übereinstimmung zwischen Influencerinnen und Influencern und Konsumierenden sowie zwischen Influencerinnen und Influencern und Produkten. Die Passung von Influencerin und Influencer zu Marken und Konsumierenden ist auch bei der Vermarktung von Produkten durch Momfluencerinnen und Momfluencer relevant, wie Beuckels et al. (2022) feststellen. Diese Kongruenz könnte dazu auch im Bereich von Instamoms relevant sein, welche als Produkt verschiedene Beratungsangebote anbieten und durch eine Passung zu ihren Kundinnen und Kunden und zu ihrem Produkt eine höhere Verkaufschance erzielen könnten.

Ergänzend dazu zählt Bonfig (2023) noch die **Reziprozität**, also den dauerhaften Unterhaltungsfaktor, den Expertenstatus, das eigene **Corporate Design** sowie **Sympathie** und **Commitment** (einheitliche Wertevorstellung). Authentizität wird als Schlüsselfaktor verstanden. Diese Faktoren, welche bei Influencerinnen und Influencer gelten, treffen ebenso auf Erziehungsinfluencerinnen und -influencer zu. In einem kommerziellen Kontext nutzen Influencerinnen und Influencer verschiedene Formen der narrativen Kommunikation, um ihre Followerinnen und Follower zum Kauf zu bewegen. Sie schaffen Authentizität durch persönliche Erzählungen über ihre Erfahrungen als Mütter (Mertens & Beuckels, 2023). Diese Erzählungen sind nicht nur ansprechend, sondern fördern auch eine tiefere Verbindung zur Zielgruppe. In Anlehnung an die Sozialpsychologen (Kernis & Goldman, 2006) ist Authentizität nochmals in vier weitere Komponenten aufteilbar: „Bewusstsein / Achtsamkeit („awareness“), unverzerrte Wahrnehmung von selbstbezogenen Informationen („unbiased processing of self-relevant information“), Verhalten („behavior“) und Beziehungsorientierung („relational orientation““ (Bonfig, 2023).

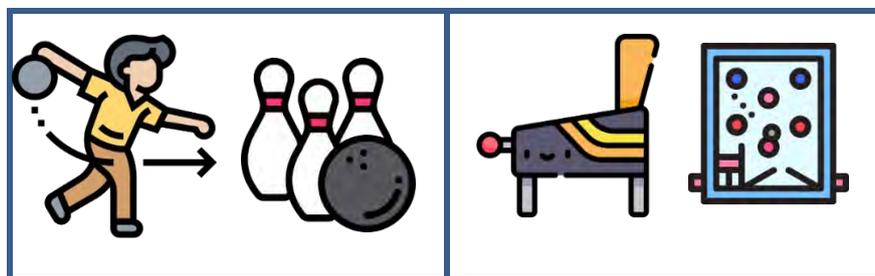


Abbildung 3: Social-Media-Marketing - Bowling versus Flipper. Quelle: Eigene Darstellung, Icons: Freepik, Eucalyp - Flaticon

Während Massenmedien eine lineare Kommunikationsführung auslösen, die zielgerichtet auf die Zielgruppe erfolgt und Einzelreaktionen zwischen Unternehmen und Kundinnen und Kunden bedeutet, wofür das Bild des Bowlings steht, ist es bei sozialen Medien keine lineare, sondern eine Echtzeit- oder parallel laufende Kommunikation. Es braucht nur einen oder wenige Stimuli, die zum Beispiel auf den „slingshot“ (Steinschleuder), einen Auslöser zielen und dann eine Vielzahl an Reaktionen untereinander erwirken, ehe die Kugel wieder in ihre Ausgangssituation zurückkehrt. Im Gegensatz zum Bowling wird in Social Media die Botschaft von einem zum nächsten Kunden gespielt, bevor sie zum Unternehmen zurückgeht. Damit sind

die Reaktionsketten einerseits multifaktoriell bedingt, andererseits auch nicht vorhersehbar (Opresnik & Yilmaz, 2016).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Kombination aus Glaubwürdigkeit und Vertrautheit, parasozialen Beziehungen, persönlicher Narrative, aber auch strategischer Kommunikation entscheidend für den Erfolg von Momfluencerinnen und Momfluencern ist. Insbesondere bei Eltern ist es wichtig, diese Faktoren zu berücksichtigen, um eine effektive Ansprache zu gewährleisten, da sie Einfluss auf das wahrgenommene Vertrauen und die Authentizität haben.

4.3 Hashtaganalyse

Im Anschluss an die Literaturanalyse wurde eine Datensammlung (= Screening) mit Hashtag-, Account- und Qualitätsanalyse vorgenommen. Dabei lag der Fokus auf der wichtigsten Social-Media-Plattform Instagram: 37 Prozent aller Deutschen nutzen Instagram wöchentlich (Müller, 2024). Neben Instagram gewinnt auch TikTok zunehmend Nutzende, insbesondere bei unter 29-Jährigen, 52 Prozent nutzen TikTok mindestens wöchentlich (Müller, 2024). TikTok wurde daher im Screening ebenso mitbetrachtet, aber nicht weiter fokussiert.

Zunächst wurden verwendete Hashtags auf der Plattform gesammelt. Ein Hashtag ist ein Schlagwort oder eine Phrase, die in Social-Media-Kanälen mit dem Rautezeichen (#) versehen ist. Dieser wird von den Accounts verwendet, um ihre erstellten Inhalte zu kategorisieren und überhaupt auffindbar zu machen. Hashtags ermöglichen es Nutzenden, themenbezogene Beiträge leicht zu finden, sich an Diskussionen zu beteiligen (vergleiche Ta’amneh & Al-Ghazo, 2021; Marcelo & Marcelo, 2021). Die Analyse dient dazu, die Verwendung von Hashtags in sozialen Medien zu untersuchen und zu verstehen, wie sie die Sichtbarkeit und Reichweite von Inhalten beeinflussen. Dadurch können Trends identifiziert, Zielgruppen besser erreicht und die Effektivität von Marketingstrategien optimiert werden. Hashtags wie #mamablogger oder auch #lebenmitkindern erreichen auf Instagram eine Reichweite von über 2,5 Millionen (siehe Tabelle 2) und sind im Feld „Leben als Mutter“ die beliebtesten. Der Hashtag #erziehung wurde über 250.000-mal verwendet, andere Hashtags, welche allgemein auf Erziehungsberatung und -tipps hinweisen, wurden bis zu 58.000-mal verwendet. Bei den Erziehungsstilen konnte ein deutlicher Fokus auf Hashtags aus dem Bereich bedürfnisorientierte, beziehungsorientierte Erziehung beobachtet werden. Der am häufigsten verwendete Hashtag war #bedürfnisorientiert mit über 300.000 Beiträgen.

Tabelle 2: Verwendete Hashtags zu Mutterschaft/Familie/Erziehung nach Themencluster und Häufigkeit.

Leben als Mutter (Stand 15.08.2024)	
<u>Hashtag</u>	<u>Häufigkeit</u>
#mamaglück	239.026
#mamastyle	343.510
#elternsein	403.828
#mamafit	430.403
#mamaliebe	615.564
#mamaalltag	940.034
#mamasein	1.238.591
#mamablogger_de	1.305.326
#familienleben	1.458.605
#mamaleben	2.593.779
#lebenmitkindern	3.034.785
#mamablogger	3.863.528

Erziehung (Stand 15.08.2024)	
<u>Hashtag</u>	<u>Häufigkeit</u>
#erziehungsberatung	16.225
#elterncoaching	35.425
#elternberatung	42.463
#familienberatung	42.954
#mamatipps	57.066
#erziehungstipps	54.672
#kindererziehung	66.920
#elternstipps	79.794
#erziehung	280.401

Erziehungsstile (Stand 15.08.2024)	
<u>Hashtag</u>	<u>Häufigkeit</u>
#autoritäreerziehung	88
#strengeregeln	92

Erziehungs-/Familienberatungsthemen (Stand 15.08.2024)	
<u>Hashtag</u>	<u>Häufigkeit</u>
#sensiblekinder	1.051
#elternwut	1.171

#demokratischeerziehung	127
#strengeeltern	144
#freiheitfürkinder	170
#montessorierziehung	173
#kindermitbestimmung	211
#autonomieentwicklung	228
#gewaltfreieerziehung	11.644
#achtsameelternschaft	13.156
#beziehungstatterziehung	82.613
#bedürfnisse	108.419
#bindungsorientiert	208.099

#willensstarkekinder	1.559
#kitaeingewöhnung	6.022
#kinderbesserverstehen	9.365
#gewaltfreieerziehung	11.661
#gefühlsstarkekinder	15.708
#windelfrei	25.045
#autonomiephase	26.012
#eingewöhnung	33.994
#pubertät	52.207
#geborgenwachsen	57.910
#babyschlaf	113.837

4.4 Accountanalyse

Im Rahmen des Screenings wurden verschiedene Merkmale einzelner Accounts in einer großen Datenmatrix erfasst. Die gesammelten Accounts wurden im Rahmen einer Accountanalyse hinsichtlich verschiedener Merkmale untersucht und in einer Qualitätsanalyse auf entsprechende Qualitätskriterien überprüft (vergleiche Kapitel 4.2 „Qualität“).

Eine systematische Analyse verschiedener Merkmale, wie die in früheren Studien untersuchten Key Performance Indicators (KPIs), welche den Erfolg von einzelnen Instagramaccounts erfassen, sind aufgrund der veränderten Nutzungsbedingungen des Meta-Konzerns nicht mehr untersuchbar. Grundsätzlich hängt der Aufwand bei dieser Methode, dem sogenannten „Web-Scraping“, stark vom Aufbau und den programmiertechnischen Eigenschaften der untersuchten Zielseite ab. Einfach strukturierte und wenig komplexe HyperText-Markup-Language (HTML)-Seiten, wie die Seiten von öffentlichen Beratungsforen, sind automatisch auslesbar (Lehmann et al., 2020). Für komplexe Anwendungen (beispielsweise mit dynamisch nachgeladenem Content, modernen Animationen et cetera) sind darauf angepasste, individualisierte Systeme notwendig. Des Weiteren ist das Scraping laut der Meta-Konzern-Regularien verboten und nur mit einer Genehmigung gestattet (Clark, 2021; Peters et al., 2023).

Für das erwähnte Screening wurden n (Anzahl) = 67 Accounts in Betracht gezogen, welche sich zu Erziehungsthemen äußern und eine Reichweite von mehr als 1.000 Followerinnen und Followern auf Instagram besitzen. Daneben wurden weitere $n = 21$ Accounts als Vergleich in die Screeningliste aufgenommen, welche auf Instagram Beiträge zu ihrer Mutterschaft teilen, jedoch keine Erziehungsfragen behandeln. Bei der Sammlung und Auswahl der Accounts wurde zur Verminderung eines Selektionsbiases auf eine differenzierte Suche (über Hashtags, Vorschläge von anderen Accounts) von unterschiedlichen Suchaccounts geachtet. Mit Selektionsbias ist eine Verzerrung gemeint, die durch eine ungleiche Zusammensetzung der Vergleichsgruppen entsteht (Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, ohne Datum).

Tabelle 3: Schematischer Auszug der Kategorien der Datenmatrix.

Fragestellung	Erhobene Merkmale
Einordnung Instamoms	Followeranzahl Instagram, Followeranzahl TikTok, Häufigkeit von persönlichen Details, Bezeichnung auf Instagram, Art der Beratungsangebote.
Zielgruppe	/
Erfolgsfaktoren und finanzielle Rahmenbedingungen	Werbekooperationen im Rahmen von Produktplatzierungen, Amazonlinks, Rabattcodes; Anzahl und Kosten der Beratungsangebote, eigene Produkte.

Bei den gesammelten Accounts zeigten sich einige relevante Unterschiede in der Reichweite, den Inhalten und Beratungsangeboten (siehe auch Tabelle 3). Basierend darauf konnten verschiedene Typen unterschieden werden, die fortan in diesen Gruppen unterteilt sind und wie folgt definiert wurden:

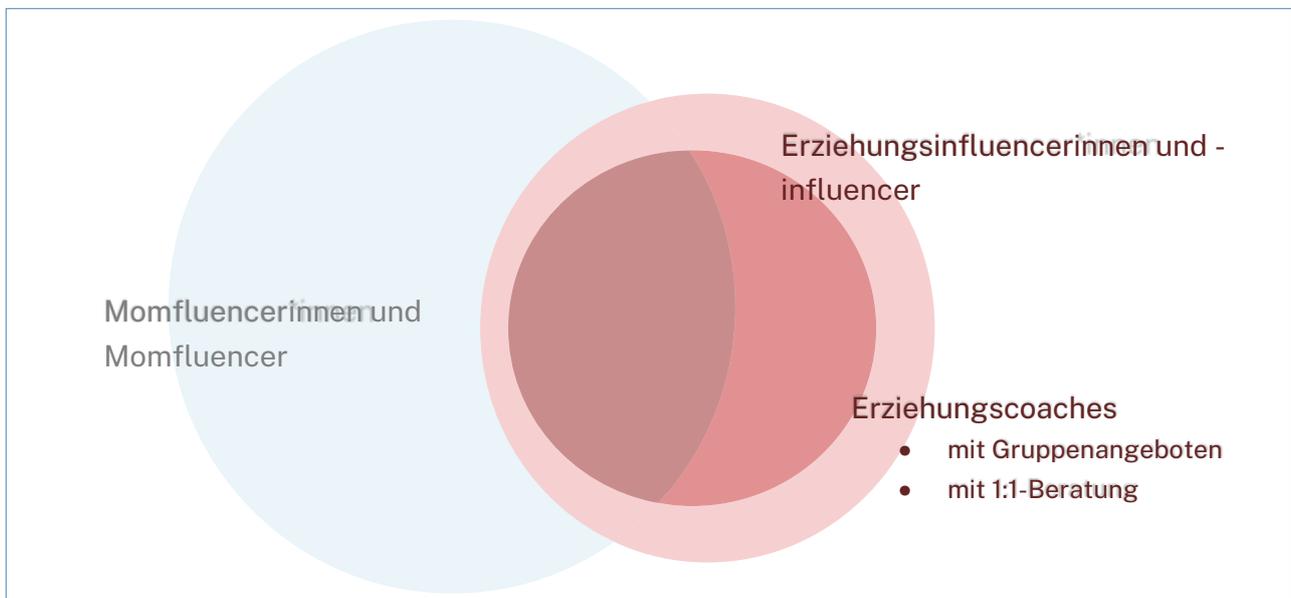


Abbildung 4: Untergliederung der Accounts nach Typen.. Quelle: eigene Darstellung

1. **Momfluencerin und Momfluencer:** Personen, welche keine Erziehungstipps geben, und
2. **Erziehungsinfluencerin und -influencer:** Personen, welche zwar Erziehungstipps geben. Innerhalb dieser zweiten Gruppe wurde des Weiteren eine feingranulare Unterscheidung vorgenommen:
 - reine Erziehungsinfluencerinnen und -influencer ohne Beratungsangebote und
 - **Erziehungscoaches** nur mit Gruppenangeboten und/oder mit 1:1-Beratungsangeboten. Bei diesen drei Typen sind die Grenzen fließend beziehungsweise zeigen sich in den Folgeanalysen immer wieder Überschneidungen, wie Abbildung 4 veranschaulicht.

Die Gruppe der Momfluencerinnen und Momfluencer zeichnet sich dadurch aus, dass sie aus ihrem Familienleben und der Mutterschaft berichtet. Hier finden sich einige Accounts, die auch private Details sowie zum Teil auch Kinderbilder teilen und verschiedenste Ereignisse aus dem Leben, wie beispielsweise Familiengeburtstage, in ihren Bild- und Videobeiträgen darstellen. Dazu sind in dieser Gruppe häufig Werbekooperationen, teils auch mit großen Marken vorzufinden (siehe nachfolgenden Abschnitt „Finanzielle Rahmenbedingungen“). Die Auswahl der Accounts von $n = 20$ bildet dabei nur einen kleinen Ausschnitt einer Vielzahl von Accounts, welche als Momfluencerinnen und Momfluencer eingeordnet werden können.

Unter den Erziehungsinfluencerinnen und -influencern finden sich dazu drei weitere verschiedene Gruppen. Zum einen reine Erziehungsinfluencerinnen und -influencern, welche keine Angebote für Beratungen anbieten. Diese näherten sich in verschiedenen Merkmalen der Gruppe der Momfluencerinnen und Momfluencer an. So teilen sie beispielsweise nicht nur Inhalte zu Erziehungsfragen, sondern ebenso private Details oder sogenannte „Mumhacks“, also Tipps zur Anwendung bei verschiedenen Alltagsproblemen, die überwiegend Müttern vorbehalten sind. Die 10 reichweitenstärksten Accounts der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer besaßen zum letzten Screeningzeitpunkt (Stichtag 26.09.2024) eine Reichweite von 110.000 bis 308.000 Followerinnen und Follower.

Die weitere Gruppe sind Erziehungscoaches, welche auf ihren Accounts konkrete Angebote anbieten. Hier finden sich zum einen eine kleine Anzahl an Accounts, welche nur Angebote im Gruppenformat (Workshops, Kurse, et cetera) anbieten, und zum anderen eine große Anzahl an Accounts, welche Beratungen im 1:1-Format verkaufen.

Neben diesen Themen unterschieden sich die Gruppen auch in weiteren Merkmalen. Eine deskriptive Übersicht über verschiedene Merkmale der Accounts und Unterschiede der Typen findet sich unten.

Tabelle 4: Übersicht über Charakteristika verschiedener Instamoms (N = 88).

	Momfluencerinnen und Momfluencer <i>n</i> = 21	Erziehungsinfluencerinnen und -influencer		
		Reine Erziehungsinfluencerinnen und -influencer <i>n</i> = 6	Erziehungscoaches	
			mit Gruppenangeboten <i>n</i> = 7	mit 1:1 Beratungen <i>n</i> = 54
Maximale Followerinnen und Follower (Instagram)	3.200.000	308.000	268.000	238.000
Reel ³ mit den höchsten Viewzahlen (Instagram)	11.900.000	17.900.000	3.000.000	6.500.000
Maximale Followerinnen und Follower (TikTok)	1.200.000	910.200	4.060	81.200
Bezeichnung⁴ laut Bio	Digital Creator	Video Creator, Digital Creator, Autor/in, Bildung, Kinder & Kindererziehung, Blogger/In	Pädagogischer Berater, Digital Creator, Bildung <small>(<i>n</i> = 3 fehlende Bezeichnungen)</small>	Unter anderem: (Pädagogische(r) Berater, Psychologe, Bildung, Persönlicher Blog <small>(<i>n</i> = 23 fehlende Bezeichnungen)</small>)
Persönliche Details	Viele persönliche Details	<i>n</i> = 4 (66,7 Prozent) viele, <i>n</i> = 2 (33,3 Prozent) wenig	<i>n</i> = 5 (71,4 Prozent) viele, <i>n</i> = 2 (28,6 Prozent) wenig	<i>n</i> = 24 (44,4 Prozent) viele <i>n</i> = 14 (25,9 Prozent) wenig <i>n</i> = 16 (29,6 Prozent) kaum-keine
Beratungsangebote	Keine	Keine	Workshops, Webinare, PDFs	Workshops, Webinare, PDFs

³ Reel: Kurzvideo von maximal 90 sec auf Instagram

⁴ Bezeichnung auf Instagram

				+ 1:1- Coachings
Werbe- Kooperationen	<i>n</i> = 21 (100Prozent)	<i>n</i> = 5 (83,3 Prozent)	<i>n</i> = 2 (28,6 Prozent)	<i>n</i> = 18 (33,3 Prozent)
Bücher	/	<i>n</i> = 1 (16,7 Prozent)	<i>n</i> = 1 (14,3 Prozent)	<i>n</i> = 8 (14,8 Prozent)

Zusammenhang mit Reichweite

Wie bereits in Tabelle 4 erkennbar, nimmt die maximale Followerzahl der einzelnen Typen sukzessive ab. Momfluencerinnen und Momfluencer haben dabei die größte Reichweite, Erziehungscoaches mit 1:1-Angeboten erreichen eine geringere maximale Followerzahl. Abbildung 5 verdeutlicht diese sinkende Followerzahl nochmals anhand der Zahlen zur maximalen Reichweite.

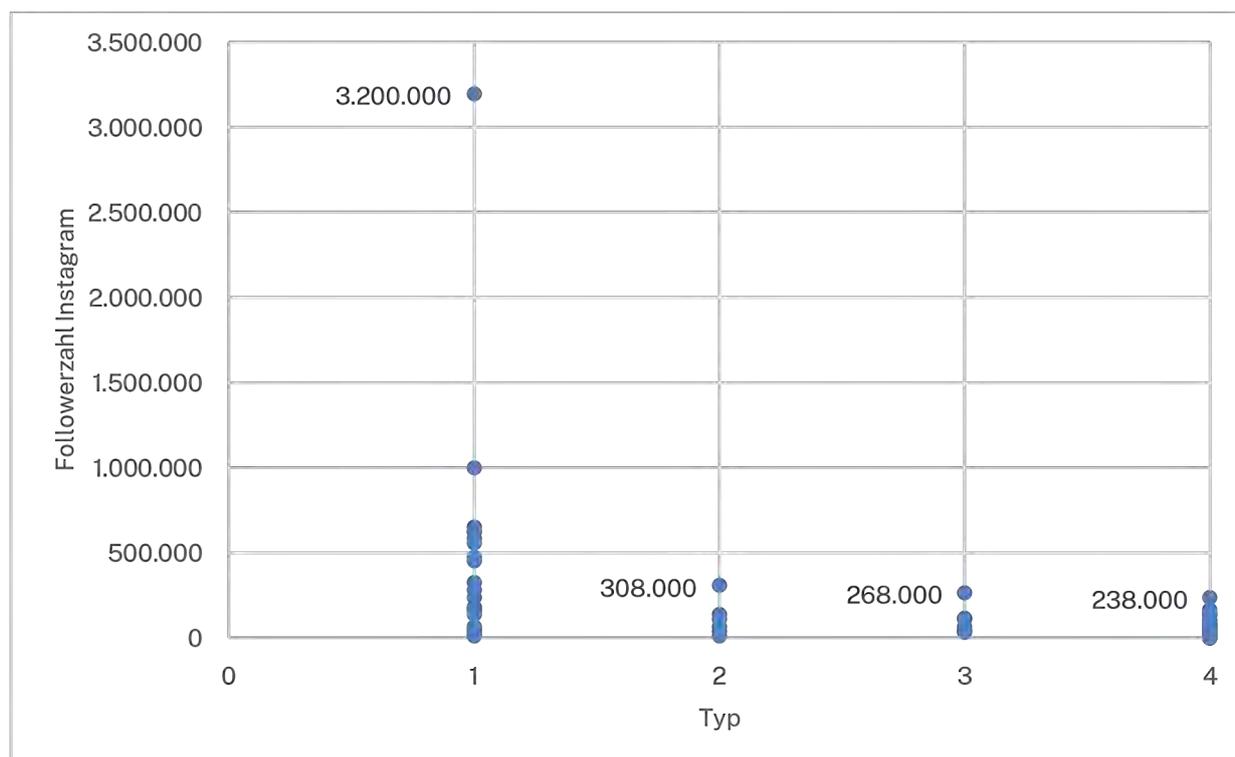


Abbildung 5: Darstellung der Maximalen Reichweite nach Typ auf Instagram (*n* = 88). . Quelle: eigene Darstellung

Anmerkung 1 = Momfluencerin und Momfluencer; 2 = Erziehungsinfluencerin und -influencer (nur Tipps); 3 = Erziehungsinfluencerin und -influencer (mit Gruppenangeboten); 4 = Erziehungsinfluencerin und -influencer (mit 1:1-Beratung).

Erziehungsstil bei Erziehungsinfluencerinnen und -influencern

Wie bereits in der Hashtaganalyse, zeigte sich auch in den Beiträgen ein starker Fokus auf Themen der bedürfnisorientierten Erziehung. Dabei waren häufige Themen die Emotionsregulation des Kindes, Grenzen setzen, Verständnis für kindliches Verhalten, Alternativen zu Strafen, eigene Emotions- und Stressregulation. Vereinzelt fokussierten sich Erziehungsinfluencerinnen und -influencer auf Themen wie Scheidung, Trennung oder auch Umgang mit hochbegabten Kindern, Stressmanagement für Mütter et cetera.

Erziehungscoaches mit Gruppenangeboten

Unter den Erziehungsinfluencerinnen und -influencern hatten *n* = 10 zum Stand der Forschung ein eigenes Buch veröffentlicht, *n* = 35 stellten ein E-Book, PDF oder Workbook zum Verkauf oder auch kostenfrei zur

Verfügung. Dazu boten $n = 45$ Erziehungsinfluencerinnen und -influencer spezielle Beratungsbeziehungswise Bildungsangebote im Gruppenformat an. Die Formate reichten dabei von Webinaren (meist Online-Vortrag mit Aufzeichnung), Gruppenworkshops, Kursen und Selbstlernprogrammen bis hin zu Mitgliedschaften für besondere Inhalte (zum Beispiel über die Plattform Instagram, aber auch für eigene Newsletter). Das häufigste Format waren Kurse, beispielsweise als Selbstlernprogramm mit unterschiedlichen Lernmodulen, Audio- oder Videokurse oder in Kombination mit Videogesprächen. Diese boten $n = 22$ Erziehungsinfluencerinnen und -influencer an. Des Weiteren wurden auch Webinare beziehungsweise Live-Vorträge angeboten ($n = 15$). Gruppenworkshops mit kleinen Gruppen von Eltern und mehreren Videogesprächen mit Müttern wurden von $n = 9$ Erziehungsinfluencerinnen und -influencern angeboten.

Zusätzlich dazu wurden in $n = 3$ Fällen Abonnements/Mitgliedschaften für gesonderte Inhalte auf Instagram angeboten sowie einmalig ein Wochenendseminar. Insgesamt boten $n = 7$ nur Gruppenangebote an, jedoch keine 1:1-Beratungen, weswegen sie als einzelne Gruppe gezählt wurden. Diese Erziehungsinfluencerinnen und -influencer mit Gruppenangeboten ordnen sich auf der Plattform Instagram den Berufsbezeichnungen Pädagogischer Berater, Digital Creator oder Bildung zu.

Erziehungscoaches mit 1:1-Beratungen

Unter den Erziehungsinfluencerinnen und -influencern boten $n = 54$ persönliche Beratungsgespräche an. Soweit auf Webseiten und Instagram ersichtlich, wird häufig ein kostenloses Erstgespräch zum Kennenlernen angeboten ($n = 33$). Ihre Berufsbezeichnungen wie in Abbildung 6 beschrieben reichen von Therapeutin und Therapeut bis Unternehmerin und Unternehmer, wobei $n = 23$ keine Bezeichnung auswählten.

Die Preise sowie weiteren Faktoren dieser Beratungsangebote finden sich unter dem Aspekt Finanzielle Rahmenbedingungen.

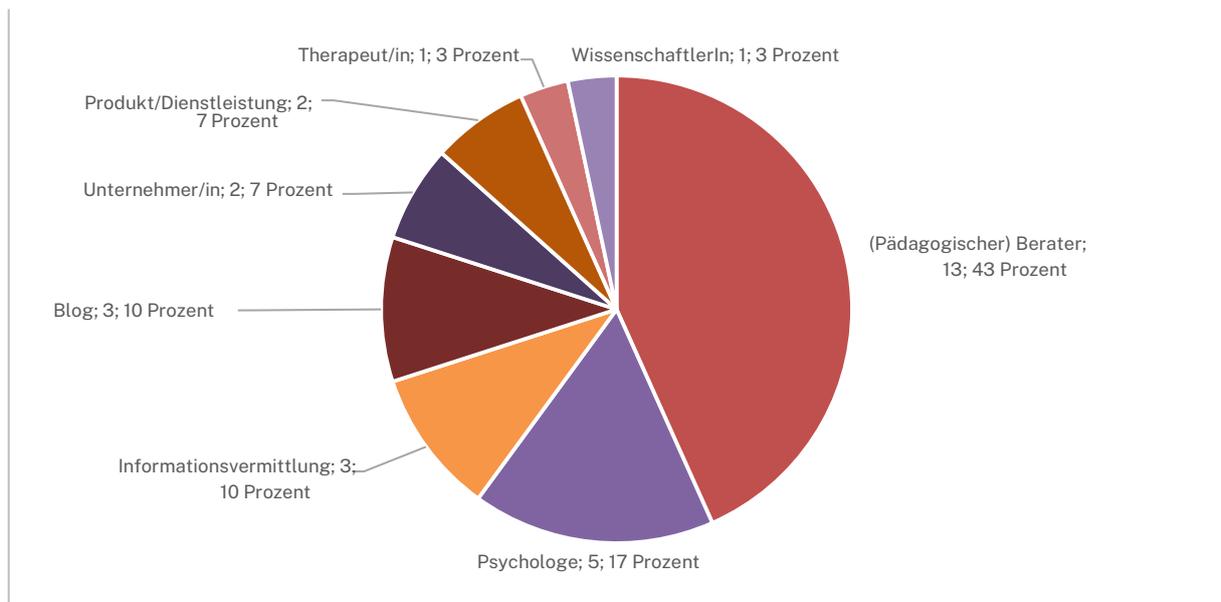


Abbildung 7: Überblick über die Berufsbezeichnungen bei Erziehungscoaches mit 1:1-Angeboten ($n = 54$). Bild: eigene Darstellung

Plattformübergreifend: Über Instagram hinaus

Insgesamt zeigte sich über alle Gruppen hinweg, dass die Personen nicht nur auf Instagram öffentlich auftreten, sondern auch auf anderen sozialen Netzwerken wie TikTok sowie vereinzelt auch auf Youtube und Facebook vertreten sind oder eigene Podcasts haben.

Unter den Momfluencerinnen und Momfluencern wurde deutlich, dass manche Momfluencerinnen und Momfluencer mit großer Reichweite ebenfalls in Reality-TV-Shows mitgemacht hatten.

Marketingagenturen im Hintergrund

Stichprobenartig wurde anhand öffentlicher Informationen unterschiedlicher Profile eine Zusammenarbeit von Erziehungsinfluencerinnen und -influencern mit Agenturen untersucht. Bei verschiedenen Accounts mit höherer Reichweite wurde eine Zusammenarbeit mit Agenturen ersichtlich. Auf den Webseiten der Agenturen (wie zum Beispiel lionfence.com, sinnfluencemedia.com) werden verschiedene Aufgabenfelder dieser beschrieben:

- Unterstützung bei Kooperationen: Unterstützung bei Verträgen, Kooperationsanfragen.
- Unterstützung im Marketing: Designerstellung, Visualisierung, Weiterentwicklung des Auftritts, Entwicklung von Marketingstrategien.
- Unterstützung bei Recht- und Steuerangelegenheiten, Buchhaltung.

Finanzielle Rahmenbedingungen

Die allgemeinen Finanzierungswege der untersuchten Personengruppen sind in Tabelle 7 dargestellt. Es zeigt sich, dass diese sich kaum voneinander unterscheiden. Hier sind keine Unterschiede der unterschiedlichen Typen erkennbar.

Tabelle 5: Finanzierungswege der Instamoms nach Typen (n = 88).

	Momfluencerin n und Momfluencer n= 21	Erziehungsinfluencerinnen und -influencer		
		Reine Erziehungsinfluencerin n und -influencer n = 6	Erziehungscoaches	
			mit Gruppenangebote n n= 7	mit 1:1 Beratun g n= 54
Rabattcodes und Produkt- platzierungen	alle	n = 5 (83,3 Prozent)	n = 2 (28,6 Prozent)	n = 18 (33,3 Prozent)
Amazonempfehlun gen	n = 5 (23,8 Prozent)	n = 2 (33,3 Prozent)	n = 1 (14,3 Prozent)	n = 9 (16,7 Prozent)
Eigene Bera- tungsangebote	n = 1 ¹ (4,8 Prozent)	/	Alle (100 Prozent)	Alle (100 Prozent)
Bücher	n = 3 (14,3 Prozent)	n = 1 (16,7 Prozent)	n = 2 (28,6 Prozent)	n = 12 (22,2 Prozent)
Sonstige eigene Produkte (Merch, et cetera)	n = 6 (28,6 Prozent)	n = 1 (16,7 Prozent)	n = 1 (14,3 Prozent)	n = 6 (11,1 Prozent)

¹nicht zu Erziehungsthemen

Rolle von bezahltem Coaching

Bezahlte Beratungsangebote zu Erziehungs- und Familienthemen sind potentielle Einnahmequellen bei n = 61 Personen aus der Stichprobe und untergliedern sich in Gruppen- und 1:1-Angebote. Häufig werden unterschiedliche Formate angeboten.

Die **Gruppenformate**, welche von $n = 45$ angeboten werden, sind divers und werden mit verschiedenen Preisen ausgezeichnet. Der Fokus liegt hier auf Webinaren und Kursen:

- Webinare: $n = 17$, bei allen transparente Kosten.

Kosten: bei $n = 5$ kostenlos, aber mit Anmeldung zum Newsletter verknüpft; von 9 bis 129 Euro; $M = 44,36$

- Kurse mit Selbstlernmodulen: $n = 23$, bei $n = 21$ Kosten transparent. Kosten: 4,99 Euro (Audiokurs) bis 999 Euro (sechsmonatiger „Bindungskurs“).

Ein weiteres Format sind Gruppencoachings, welche ebenso sehr variabel in der Anzahl der Stunden und den Kosten sind:

- Gruppencoaching: $n = 9$. Bei $n = 8$ Kosten transparent.

Kosten: von 330 Euro (5 Treffen à 60 min, Telegramgruppe, Workbook) bis zu 577 Euro (6 Treffen in Gruppe); Online-Workshop zu 399 Euro (4 Treffen à 90 min + 1:1-Beratung); 1050 Euro (12 Treffen in Gruppe, 3 Monate).

Darüber hinaus werden vereinzelt weitere Formate angeboten, wie Mitgliedschaften ($n = 3$), welche von 4,75 Euro/Monat bis zu 39 Euro/Monat kosten sowie Austauschmöglichkeiten mit anderen Eltern (zum Beispiel in Form eines Elterncafés für 17,85 Euro) und Präsenzwochenenden zur Erholung (unter anderem für drei Tage 449 Euro, aber auch für ein Wochenende 1.175 Euro). Weitere Formate sind zum Beispiel auch buchbare Ausbildungen ($n = 9$). Hier waren die Kosten ebenso nicht durchgängig transparent; genannte Preise lagen aber bei 1.400 Euro sowie 4.500 Euro.

Eine weitere Einnahmequelle können **1:1-Coachings** sein ($n = 42$). Hierbei wird häufig ein kostenloses Erstgespräch angeboten ($n = 33$). In $n = 12$ Fällen ist ein Einzelgespräch buchbar, in den anderen Fällen ist der Ablauf nicht transparent oder die Coachings lassen sich nur als Paket mit mehreren Gesprächen oder Zusatzangeboten buchen. Die Pakete variieren dabei von zwei Gesprächen (zum Preis von 249 Euro), bis hin zu 1.997 Euro für eine dreimonatige Unterstützung und zehn 90-minütigen Coachingstunden Messengersupport und 2.450 Euro für eine sechsmonatige Unterstützung mit 24 Coachingstunden und Messengersupport. Bei vielen Paketen wird dabei mit Rabatten oder Zusatzangeboten geworben. So enthalten manche Pakete zum Beispiel ebenso ein Arbeitsbuch oder es gibt eine zusätzliche Kontaktmöglichkeit über die Messengerdienste WhatsApp oder Telegram ($n = 10$) oder auch E-Mail ($n = 1$). Die Preise für eine 60-minütige Beratung kosten umgerechnet 60 Euro bis 200 Euro, im Durchschnitt werden 126,38 Euro für 60 min ($SD = 39,84$ Euro) und somit 105,32 Euro für 50 min verlangt. Bei $n = 10$ werden die Kosten nicht transparent dargestellt.

Insgesamt wird deutlich, dass eine Vielzahl an unterschiedlichen Formaten und Konzepten genutzt werden, um die Angebote einerseits attraktiver zu machen und ihren Gewinn zu erhöhen, andererseits ebenso eine finanzielle Sicherheit zu gewährleisten. Bei der Recherche ist außerdem aufgefallen, dass drei Personen ihre Einzelberatung im Verlauf des Projektzeitraums aufgelöst haben und fortan lediglich Gruppenangebote anbieten. Dies legt die Vermutung nahe, dass ab einer bestimmten Reichweite Gruppenangebote lukrativer sein könnten.

4.5 Qualitätsanalyse

Um sich den Forschungsfragen aus Kapitel 3 rund um identifizierbare Qualitätsmerkmale anzunähern, wurden Vergleichsraster aus der Elternbildung und Onlineelternberatung herangezogen (vergleiche Abbildung 2). Hier wurden zum einen Erziehungsinfluencerinnen und -influencer mit Kriterien der Elternbildung verglichen und zum anderen Erziehungsinfluencerinnen und -influencer, welche auch persönliche Beratungsgespräche anbieten, mit Elternberatungsangeboten verglichen.

Evaluation der Accounts im Rahmen von „Elternbildung“

Im Rahmen der **Strukturqualität** lassen sich bei den gesammelten Accounts die Qualifizierung beziehungsweise die Transparenz über Qualifizierung und die Zielgruppenorientierung überprüfen.

Hierbei zeigt sich, dass der Großteil der Personen eine staatlich anerkannte pädagogisch-psychologische Ausbildung absolviert hat und diese transparent darstellt (siehe Abbildung 8). Meist wird diese jedoch nicht direkt in der Accountbeschreibung (kurz: Bio) dargestellt, sondern auf den Webseiten oder in zusätzlichen Beiträgen (fehlende Beschreibung der Weiterbildung, Qualifikation $n = 3$, 4,5 Prozent).

Auch die Zielgruppenorientierung kann durch das Medium Instagram gefördert werden. Nur wenn Beiträge ansprechend gestaltet sind, werden sie häufiger gesehen, geteilt oder geliked. Die Accounts werden damit nur erfolgreich und können sich finanzieren, wenn sie unterhaltende oder informative, aber auch visuell ansprechende Beiträge teilen. Dazu sind die sozialen Medien bei vielen Menschen natürlicher Bestandteil des Alltags, sodass auch der Zugang zu Informationen der Elternbildung über soziale Medien niedrigschwelliger ist.

Nicht überprüfbar ist das Wissen der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer über Kindeswohlgefährdungen sowie damit zusammenhängende Konzepte zu Datenschutz und Sicherheit. Auch die Kooperation und Vernetzung mit Fachstellen wird über die Instagram-Auftritte nicht ersichtlich.

Zusätzlich zu den klassischen Merkmalen von Strukturqualität wurden die Profile hinsichtlich kommerzieller Nutzung und hinsichtlich des Datenschutzes untersucht. Wie bereits in Tabelle 6 erkennbar, bieten alle Accounts kostenpflichtige Beratungsangebote im 1:1- oder Gruppenformat an und bewerben zusätzlich oder stattdessen Produkte oder auch eigene Bücher. Somit lässt sich bei allen Accounts eine kommerzielle Nutzung erahnen. Hinsichtlich des Datenschutzes im Sinne des Schutzes des Bildes der eigenen Kinder sind große Unterschiede zwischen den Accounts und Typen erkennbar. Während unter Momfluencerinnen und Momfluencern die eigenen Kinder sehr häufig gezeigt werden, präsentieren die meisten Erziehungsinfluencerinnen und -influencer ihre Kinder nie ganz, sondern mit verdeckten oder unerkennlichen Gesichtern oder von hinten. In Einzelfällen waren sogar gar keine eigenen Kinder auf den Profilen zu sehen (siehe Tabelle 7). Es gab jedoch auch 10 Personen, welche ihre Kinder zeigten, insbesondere unter den Personen ohne 1:1-Angebote.

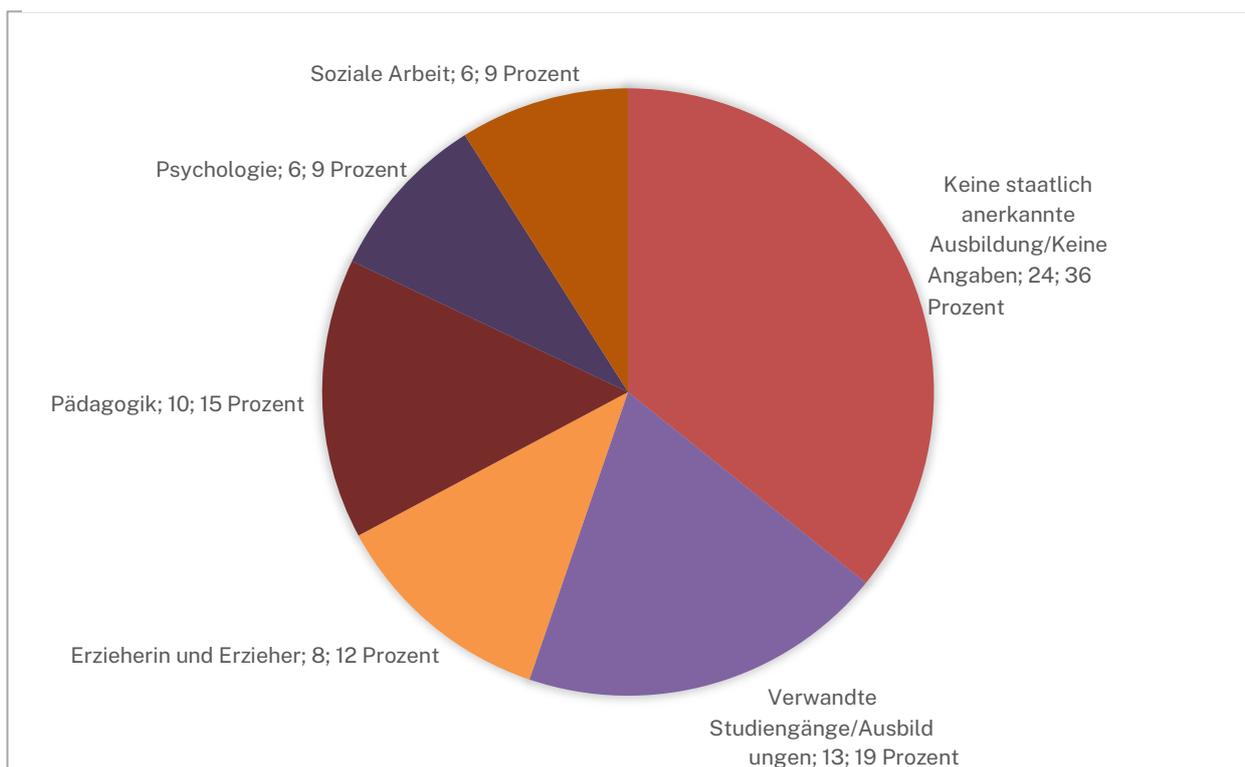


Abbildung 8: Anteil an staatlich anerkannten pädagogischen Ausbildungen bei Erziehungsinfluencerinnen und -influencern (n = 67). .
Quelle: eigene Darstellung

Im Rahmen der **Prozessqualität** lässt sich überprüfen, inwieweit die Gestaltung der Angebote Standards und Empfehlungen der Elternbildung entspricht. Aufgrund der Vielzahl der Beiträge war hier jedoch keine umfassende Analyse möglich. Deskriptiv konnte beobachtet werden, dass die Vermittlung wichtiger Erziehungsgrundsätze bei vielen Accounts gegeben ist, da die empfohlenen Themen wie beispielsweise gewaltfreie Kommunikation, das Setzen von Grenzen und sichere Bindung thematisiert werden. Auch scheint ein partizipativer Ansatz gewählt zu werden, durch zum Beispiel interaktive Fragen in Stories, um Followerinnen und Follower stärker zu involvieren. Die Umsetzung von weiteren Empfehlungen wie beispielsweise einer Bereitstellung von Informationen zur Weitervermittlung sowie einem aktiven Eintreten für Toleranz konnte nicht beobachtet werden. Auch Quellen oder Literaturhinweise zu den Erziehungsinhalten und Tipps werden kaum bis sehr selten angegeben.

Die **Ergebnisqualität** kann nur durch die Interaktion und Reichweite auf der Plattform überprüft werden. Hierzu kann beobachtet werden, dass die Erziehungscoaches in einem ständigen Austausch mit ihren

Ratsuchenden stehen. Sie fragen so zum Beispiel explizit ihre Followerinnen und Follower vorab nach Themenwünsche, welche für sie relevant sind, bekommen so Kommentare auf Beiträge oder Likes, mit welchen die Followerinnen und Follower ihre Zustimmung ausdrücken. Im nächsten Schritt erfolgen dann themenspezifische Beratungsangebote für die Gruppenangebote oder die 1:1-Beratungen.

Tabelle 8: Qualität im Rahmen von Elternbildung bei Erziehungsinfluencerinnen und -influencern (n = 67).

	Ohne Beratungsangebote n = 6	Erziehungscoaches		Gesamt n = 67
		Mit Gruppen- angeboten n = 7	Mit 1:1-Bera- tung n = 54	
Qualifikation				
Staatlich anerkannte Profession	n = 3 (50 Prozent)	n = 5 (71,4 Prozent)	n = 38 (70,4 Prozent)	n = 46 (68,7 Prozent)
Transparenz über Qualifizierung in Instagram Beschreibung	n = 1 (16,7 Prozent)	/	n = 6 (11,1 Prozent)	n = 7 (10,4 Prozent)
Verifizierung mit Blauem Haken ¹	n = 3 (50 Prozent)	n = 6 (85,7 Prozent)	n = 17 (31,5 Prozent)	n = 23 (34,3 Prozent)
Kinderschutz				
Beiträge auf Instagram: Bilder der eigenen Kinder	n = 2 (33,3 Prozent), n = 4 (66,7 Prozent) verdeckt	n = 2 (28,6 Prozent), n = 2 (28,6 Prozent) verdeckt	n = 6 (11,1 Prozent), n = 19 (35,2 Prozent) verdeckt	n = 10 (14,9 Prozent)
Kooperation mit Fachstellen oder Verweis auf Krisenstellen	Nicht angegeben	Nicht angegeben	Nicht angegeben	

¹Der blaue Haken dient auf Instagram der Verifizierung von Accounts in Abgrenzung zu Fake-Accounts. Dieser kann mittels eines kostenpflichtigen Abonnements und eines Ausweisdokuments erfolgen (siehe auch <https://onlinemarketing.de/social-media-marketing/studie-blauer-hakenmeta-verified-instagram-deutschland-laender-staedte>)

Evaluation der Accounts im Rahmen von „Erziehungsberatung“

Bei Erziehungsinfluencerinnen und -influencern mit 1:1-Beratungsangeboten lassen sich im Screening verschiedene Merkmale der **Strukturqualität** erkennen.

So wurden

- 1) die Qualifikationen, insbesondere staatlich-anerkannten Ausbildungen sowie Onlineberatungsqualifikationen und die Transparenz über diese,
- 2) der Datenschutz und IT-Sicherheit, insbesondere die Tools, welche zur Beratung eingesetzt werden sowie die Transparenz über diese,
- 3) die Transparenz über Grenzen und Verweise an Krisendienste,
- 4) die Transparenz über Kosten erfasst.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt. Es zeigt sich, dass Erziehungscoaches mit 1:1-Beratung mehrheitlich für das Durchführen von Beratungen qualifiziert sind. Eine genaue Differenzierung der staatlich anerkannten Professionen wie in Abbildung 9 verdeutlicht, dass die Mehrheit eine grundständige pädagogisch-psychologische Ausbildung besitzt. Hinzu zählen auch einige Erzieherinnen und Erzieher. Neben der Hauptausbildung geben die Erziehungscoaches auch verschiedenste Zertifikate und Weiterbildungen an, welche größtenteils jedoch nicht vereinheitlich und geprüft sind. Nur bei einem Account konnte eine Qualifikation zur Onlineberaterin festgestellt werden, eine spezifische Weiterbildung für Bildung und Beratung mit Social Media legte keine der Erziehungscoaches vor.

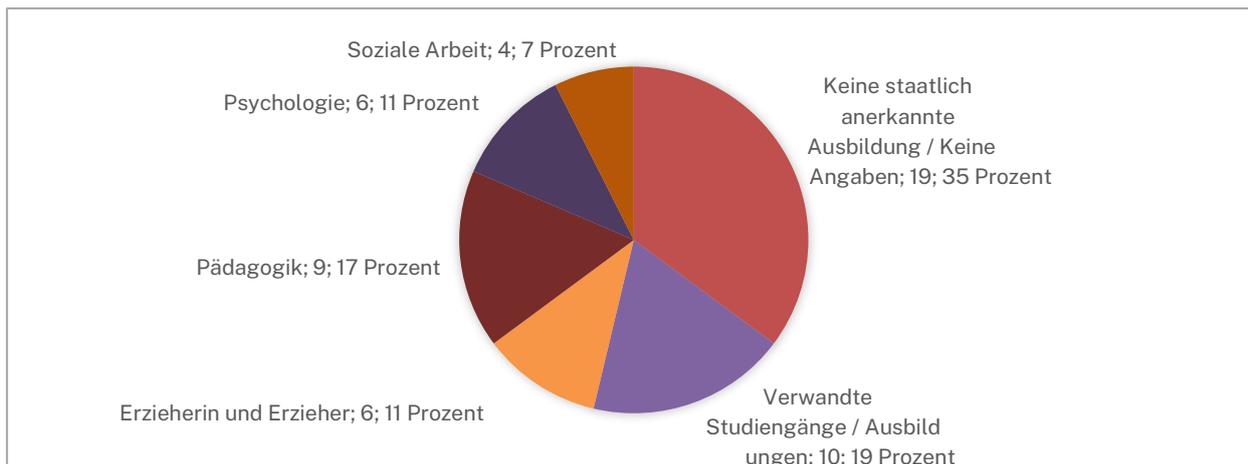


Abbildung 9: Anteil an staatlich anerkannten Ausbildungen bei Erziehungscoaches mit 1:1-Angeboten (n = 54). . Quelle: eigene Darstellung

Die meisten Accounts boten ihre Beratungen als Einzelperson an. Hinsichtlich des Datenschutzes und der IT-Sicherheit zeigt sich, dass die Mehrheit der Erziehungscoaches vor einer Beratung nicht transparent darstellt, welche Software verwendet wird. Falls jedoch erwähnt, verwendet die Mehrheit die Videosoftware „Zoom“. Lediglich ein Account verwendet eine spezifische, als sicher beworbene Beratungssoftware „Coachingspace“. Ob Erziehungscoaches vor der Beratung Datenschutzaspekte adressieren, ist nicht bekannt. Allerdings gaben auch die Interviews darauf keine expliziten Hinweise. Des Weiteren gehen nur aus wenigen Accounts Preisstrukturen zur Beratung hervor. Auch eine Kooperation mit Fachstellen wird nicht ersichtlich ebenso wenig wie Hinweise auf Krisendienste, welche vor allem vor dem Hintergrund einer möglichen Kindeswohlgefährdung als kritisch zu beurteilen sind.

Tabelle 9: Qualität im Rahmen von Erziehungsberatung (n = 54).

Allgemein	
Staatlich anerkannte Profession	n = 38 (70,4 Prozent)
Onlineberatungs- Qualifikation	n = 1 (1,9 Prozent)
Transparenz über Qualifizierung in Instagramprofil	n = 6 (11,1 Prozent)
Info: Keine Beratung über Messenger	/
Blauer Haken	n = 17 (31,5 Prozent)
Beiträge: Bilder von eigenen Kindern	n = 13 (24,1 Prozent)
Webseite	
Info: Tool für Videoberatung	n = 14 (25,9 Prozent) Beratung über „Zoom“, bei n = 1 (1,9 Prozent) zusätzlich über Skype möglich, n = 1 (1,9 Prozent) „Coachingspace“ (sichere Onlineberatungsplattform)
Transparenz über Kosten	n = 14 (25,9 Prozent)
Kooperation mit Fachstellen	Bei n = 4 (7,4 Prozent) Haftungsausschluss: Hinweis, dass Coaching keine medizinische oder psychotherapeutische Behandlung ersetzt; keine Verweise auf Krisenhotlines oder ähnliches auf Internetauftritten

Negativbeispiele

Besonders unter englischsprachigen Accounts, welche zu Familien- und Erziehungsthemen veröffentlichen, wurde ein Negativbeispiel der Momfluencerin Ruby Franke diskutiert, welche insbesondere auf Youtube ihr Leben als Mutter teilte und nun wegen Misshandlung ihrer Kinder zu einer langen Haftstrafe verurteilt wurde (Piccotti, 2024).

Unter den betrachteten deutschsprachigen Accounts aus dem Bereich der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer konnte kein Account identifiziert werden, welcher Erziehungsmethoden propagiert, die deutlich als schädlich einzuordnen wären. Allerdings wurden einzelne Accounts gefunden, welche über die allgemein erhobenen Merkmale hinaus geringe Qualitätsmerkmale aufweisen. So wurde bei einem Account eine Irreleitung der Ratsuchenden deutlich: Diese wurden bei einem Link zu Beratungsangeboten auf eine Webseite zu einem vermeintlichen Gesundheits- oder Medizinprodukt (dem sogenannten „healy“) fehlgeleitet, welches über Frequenzen zum Wohlbefinden beitragen soll und vor welchem bereits Verbraucherzentralen warnten (Stand August 2024; Verbraucherzentrale, 2024).

4.6 Interviews

Als Teil der Forschung entstand ebenso eine Masterarbeit aus der sozialen Arbeit mit dem Titel: „Influencerin als neues Berufsbild in der sozialen Arbeit? Eine explorative Interviewstudie über Elterncoaches auf Instagram.“ von Amber Arnold. Diese bildet eine relevante Basisanalyse zu den Tätigkeiten von Instamoms. Im Verlauf dieses Projekts fanden weitere Interviews statt, welche die Analysen der benannten Masterarbeit mit einem an diese Forschung angepassten Interviewleitfaden vertieften.

Die Interviewakquise gestaltete sich als äußerst schwierig. Diese Schwierigkeiten lassen sich potentiell auf das Medium Instagram, keine Möglichkeit (monetärer) Anreize sowie die geringe Grundgesamtheit an Instamoms zurückführen lassen. Der Zeitraum der Akquise war ursprünglich auf drei Monate ausgelegt. Inklusive Vor- und Nachbereitung erstreckte sich diese jedoch auf fünf Monate. Wie in Abbildung 10 erkennbar, gab es eine positive Antwortquote von 11 Prozent ($n = 7$). Als Gründe für die Absage nannten angeschriebene Personen einen Mangel an zeitlichen Kapazitäten. Weitere wichtige Erkenntnisse aus der Interviewakquise für zukünftige Forschung werden unter Punkt 5 diskutiert. Insgesamt konnten somit Interviews mit vier Personen durchgeführt werden.

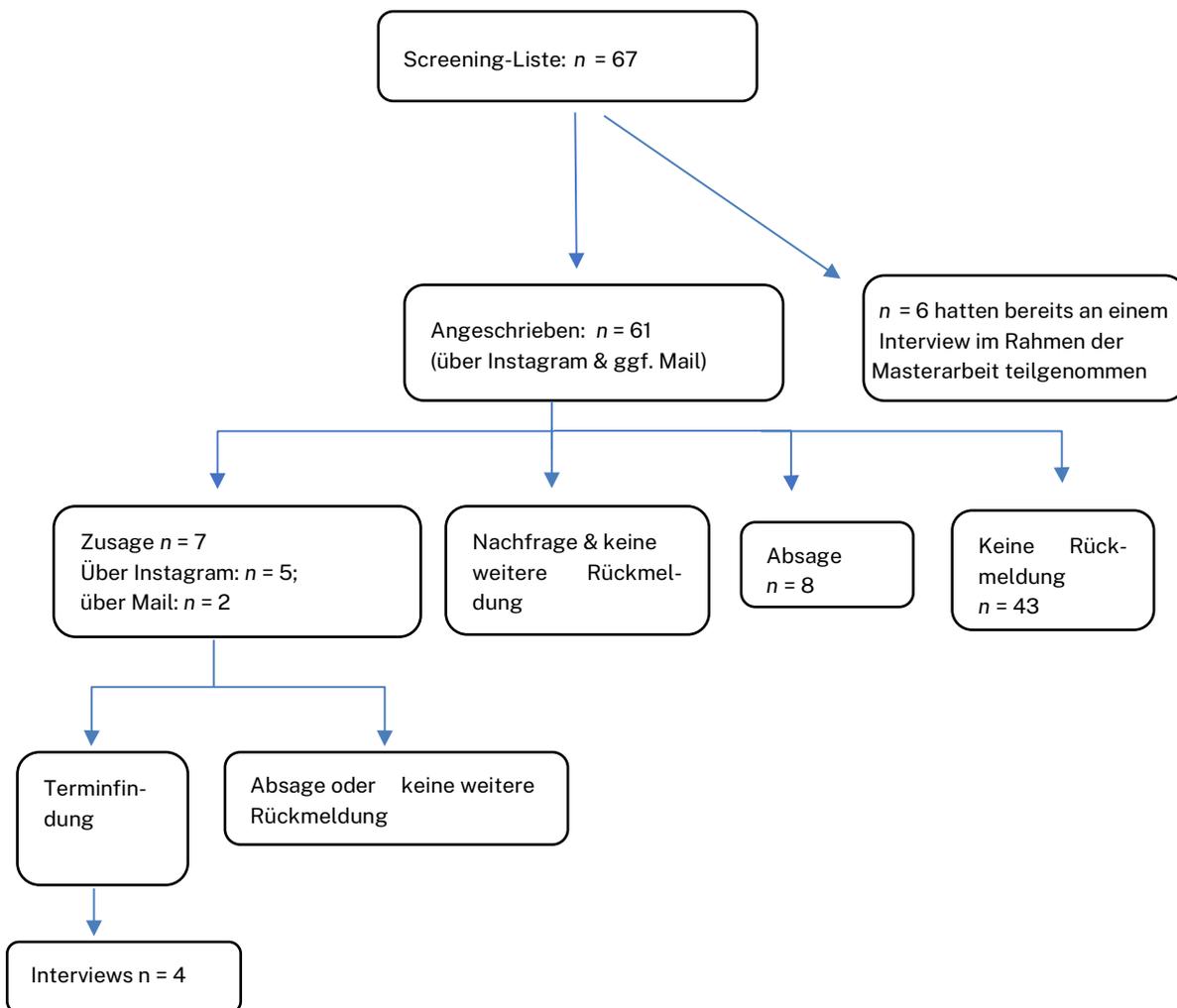


Abbildung 10: Überblick über Interviewrekrutierung.. Quelle: eigene Darstellung

Die Interviews wurde mittels eines halbstandardisierten Leitfadens und online (Deutsches Forschungsnetz-Konferenztool) durchgeführt und lediglich zu Auswertungszwecken und nach erfolgter Einverständniserklärung der Interviewten aufgezeichnet. Die Interviewtranskripte wurden in Form einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse (Mayring & Fenzl, 2019) analysiert und mithilfe von MAXQDA kategorisiert und ausgewertet. Die Themenblöcke der Interviews waren: (finanzielle) Rahmenbedingungen der Tätigkeit auf Instagram, die Entwicklung beziehungsweise der Weg zur Instamom und Erfolgsfaktoren, die erreichten Zielgruppen, die eigene fachlich-pädagogische Haltung und die Beratungsangebote. Zur Wahrung des Schutzes aller personenbezogener Daten erfolgt die Darlegung der zentralen Ergebnisse anonym und Zitate werden keinen Befragten zugeordnet.

Allgemeines

Insgesamt wurden mit $n = 4$ Personen, welche auf Instagram Beiträge zu Erziehungsthemen teilen, Interviews durchgeführt. Sie sind alle weiblich. Die Interviewten hatten eine Reichweite von 1.000 bis 5.000, 5.000 bis 10.000, 10.000 bis 15.000 sowie 50.000 bis 100.000 Followerinnen und Follower. Drei der Interviewten hatten zudem einen pädagogisch-psychologischen Abschluss und zwei bereits Berufserfahrung vor Start ihrer Tätigkeit auf Instagram. Ebenso boten drei der Interviewten Beratungsangebote an.

Die Interviewten gehen auf Fragen zu ihrem Rollenverständnis, zu den Voraussetzungen ihrer Tätigkeit sowie den Tätigkeitsbereichen auf Instagram und auf die damit einhergehenden Schwierigkeiten ein.

Berufs- und Rollenverständnis

Die Aussagen der Befragten zu ihren Rollen lassen sich drei Bereichen zuordnen, der Rolle als 1) Erziehungsberaterin, 2) Dozentin für Elternbildung, wobei Instagram als Aufklärungs- und Informationsplattform dient sowie als 3) Unternehmerin, wobei Instagram eine Werbeplattform bildet.

Alle Befragten verstehen ihre Tätigkeit als beratend. Zwei Personen bezeichnen sich selbst beispielsweise als „Familienberaterin“ und „Elternberaterin“, eine andere gibt an, sie betreibe mit ihrem Account „niedrigschwellige Elternberatung“.

Darüber hinaus betonen drei Befragte auch die Bildungsfunktion ihrer Tätigkeit. Eine Person sieht sich nicht nur als „Familienberaterin“, sondern auch als „Dozentin“. Drei Interviewte bekräftigen, dass sie mit ihren Beiträgen auf Instagram informieren und aufklären sowie Impulse geben:

„[...]informieren als auch aufklären und vielleicht auch hier den einen oder anderen Lösungsansatz, Lösungsimpuls mit[zu]geben“;

„[...]aufklären, dass sich so ein Wandel in der Erziehungshaltung, in den Methoden vollzogen hat“. Daneben berichten die Befragten, die auch Beratungsangebote anbieten, dass Instagram ihnen als Werbeplattform für ihre Beratungen diene. So gibt eine Person bei der Beschreibung ihrer Tätigkeit auf Instagram an, dass sie „über diese Plattform [...] eben auch Werbung für [s]ich [...] Elternberaterin mache“ und eine weitere sieht Instagram als „Werbeplattform für die eigene Person“.

Konkrete Tätigkeitsbereiche und Arbeitszeit

Die Befragten benennen unterschiedliche Arbeitszeiten: Eine Befragte ohne Beratungen schätzt ihre Wochenarbeitszeit auf 10 bis 15 Stunden in der Woche, zwei mit Beratungen schätzen ihre Wochenarbeitszeit auf 20 bis 30 Stunden, eine andere Person mit Beratungen gibt an, 25 bis 30 Stunden zu arbeiten.

Die Tätigkeitsbereiche, welche die Befragten angeben, gliedern sich auf in die Erstellung der Inhalte für den Instagramaccount, Marketing, Administration, Konzepterstellung und Weiterbildung, Durchführung der Beratungsgespräche, Beantwortung von Nachrichten.

Alle Befragten geben an, Zeit mit Instagram und der Erstellung der Inhalte zu verbringen. Der Zeitaufwand und das Vorgehen bei der Erstellung der Inhalte war dabei jedoch unterschiedlich. Eine Person berichtete beispielsweise, durchschnittlich nur eine Stunde für die Aufnahme und das Schneiden eines Videos zu benötigen, welches aus eigenen spontanen Ideen entsteht. Eine andere Person berichtete, sich einen genauen Plan zu erstellen, welche Beiträge sie die nächsten Wochen vorbereite und veröffentliche.

Ebenso beschreiben alle Befragten die Beantwortung von privaten, also an sie persönlich gerichtete Nachrichten. Auch hier geben sie keine Angaben zum genauen Zeitaufwand an. Eine Person beschreibt beispielsweise, sie beantworte Nachrichten dann, wenn sie „... Zeit und Lust habe“, eine andere Person versucht alle Nachrichten innerhalb von 24 Stunden zu beantworten. Eine Person schätzt ihre gesamte Arbeitszeit für Instagram auf 3 Stunden pro Woche.

Zwei Befragte nennen explizit Marketing als ihre Tätigkeiten. Hier erwähnen sie insbesondere die Pflege von E-Mail-Listen, eine Befragte ergänzt die Gestaltung von Landing-Pages. Damit sind zentrale (Link-)Seiten gemeint, welche die Followerinnen und Follower auf die verschiedenen Angebote verweisen.

Auch beschreiben die Interviewten, mit Beratungsangeboten Zeit für die Durchführung der Beratungen und Workshops aufzuwenden. In diesem Zusammenhang erwähnt eine Person auch die Erstellung der Konzepte für die Angebote, eine andere Person beschreibt, sich dafür nochmal konstant weiterzubilden. Drei Personen erwähnen, ein Buch oder Workbook veröffentlicht zu haben oder veröffentlichen zu wollen. Diese Tätigkeiten wiederum zählen sie nicht zu ihren regelmäßigen Tätigkeiten.

Als Unterstützung bei ihren Tätigkeiten berichten drei Befragte, mit einem Team zusammenzuarbeiten. Eine Befragte gibt so an mit einem Management zur Kommunikation mit Werbepartnern zusammenzuarbeiten, zwei Befragte sprechen von „Virtual Assistants“, welche ihnen bei der Erstellung von Beiträgen helfen. Eine Befragte hat zusätzlich noch weitere Beraterinnen im Team, die andere Mütter zu Familien- und Erziehungsthemen beraten, während eine andere Befragte keinerlei weitere Unterstützung in Anspruch nimmt.

Erziehungsstil

Drei Befragte geben an einen bedürfnis-/bindungsorientierten Erziehungsstil zu verfolgen. Die Erklärungen für den Erziehungsstil ähneln sich dabei stark. Die Personen betonen beispielsweise den respektvollen, wertschätzenden Umgang mit den Kindern sowie eine Anerkennung der eigenen Bedürfnisse sowie der Bedürfnisse der Kinder.

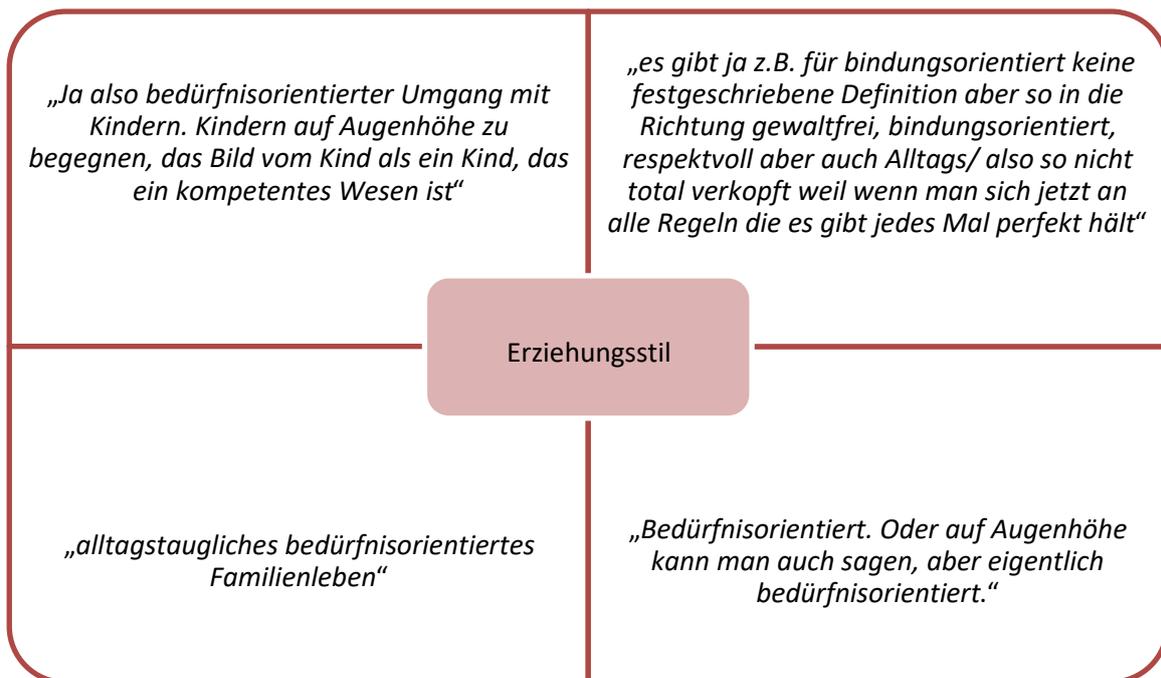


Abbildung 11: Zitate zur Einordnung des Erziehungsstils. . Quelle: eigene Darstellung

Voraussetzungen für die Tätigkeit

Das Berufsverständnis und die Tätigkeiten spiegeln sich auch in den Voraussetzungen wider, die die Befragten für die Tätigkeit benennen. Zum einen benennen sie Voraussetzungen wie fachliche Qualifikationen und Erfahrung in der Arbeit mit Kindern, welche sich klar der Rolle als Beraterin und Dozentin zuordnen lassen, zum anderen nennen sie persönliche Voraussetzungen und Marketingwissen.

Drei sehen fachliches Wissen und die Ausbildung als relevant, wobei die meisten eine pädagogisch-psychologische Ausbildung für relevant halten. Eine Befragte betont zum Beispiel:

„Wir alle haben da eine persönliche und fachliche Verantwortung und man sollte sich dessen auch bewusst sein, wenn man Beratungen anbietet, dass man eine qualitativ hochwertige Ausbildung verfügt und nicht einfach nur ein Seminar irgendwo gemacht hat, wenn überhaupt.“

Eine weitere Befragte beschreibt:

„Da ist wichtig viel Wissen zu haben über die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen, aber auch viel methodisches Wissen“.

Die Befragte, welche über keine pädagogisch-psychologische Ausbildung verfügt, beschreibt, dass es wichtig sei, inhaltlich zu vermitteln und betont ihre konstante Weiterbildung in dem Bereich.

Die Erfahrung als Mutter erwähnt keine der Befragten explizit als Voraussetzung. Allerdings äußert eine Befragte, dass es wichtig sei eine Erfahrung in der Arbeit mit Kindern zu haben und eine weitere Interviewte stellt die Vorteile der bisherigen Erfahrung in den Vordergrund.

Die Befragten nennen dazu auch persönliche Voraussetzungen. Eine Befragte äußert, dass ihre Kreativität wichtig sei, um die Beiträge passend zu gestalten. Alle Befragten behaupten, dass Empathie oder auch Einfühlungsvermögen in die Followerinnen und Follower, aber auch Kundinnen und Kunden wichtig sei. Zudem betonen drei Personen die Authentizität, welche auch zum Vertrauensaufbau helfe:

„Ich versuche halt jetzt nicht so total von oben herab und belehrend herüberzukommen, sondern wirklich so ja hey ich mache selber Fehler.“

„Also ich versuche, [...] dass ich nicht irgendwie die [sic!] bin, die alles besser weiß und die da jetzt irgendwie so sagt so und so sollst du es machen, sondern dass ich eher eben auf gleicher Ebene stehe.“

Zwei Befragte sehen die Haltung speziell als Beraterin relevant. Eine Befragte beschreibt so auch das Erkennen der eigenen fachlichen Grenzen in der Onlineberatung und Beratung im Allgemeinen als wichtige Voraussetzung. Konkret sagt sie:

„[...] als Voraussetzung in der Arbeit generell ist auch die eigenen fachlichen Grenzen zu kennen. Also auch zu erkennen, wo bin ich vielleicht nicht mehr die richtige Ansprechperson, wo kommen wir jetzt schon in das Therapeutische hinein, wo muss da eigentlich nochmal jemand anders drauf [sic!] und wo erreicht auch Onlineberatung ihre Grenze.“

Eine weitere Befragte betont die Bedeutung einer wertschätzenden und ressourcenorientierten Haltung. Eine Interviewte betrachtet Marketingwissen sowie unternehmerische Fähigkeiten wie Teamführung als relevante Voraussetzung. Eine weitere Befragte erwähnt außerdem eine technische Ausstattung als Grundlage, wie zum Beispiel ein gut funktionierendes Handy und Internetzugang. Eine andere Befragte erwähnt neben der Hardware auch technisches Wissen als Voraussetzung.

Herausforderung der Tätigkeit

Die Herausforderungen der Tätigkeiten gliedern sich in Marketing, in die dynamische Entwicklung der Plattform, die Trennung von Berufs- und Privatleben sowie den Umgang mit negativen Kommentaren.

Zwei Personen beschreiben, dass die Marketingaufgaben für sie herausfordernd seien. So sagte eine Befragte es sei schwierig, *„[...] dass man für das Marketing so selber zuständig ist und immer wieder eigentlich am Ball bleiben muss und liefern muss, um immer wieder Kunden zu kriegen“*.

Eine andere Person behauptet, es sei schwierig, sich das technische und Marketingwissen anzueignen: *„Also tatsächlich ist das umfangreicher, als ich erwartet hatte, auch dieses ganze technische Know-how. Dann erstellt man ja auch Emaillisten und da komme ich tatsächlich immer wieder auch an so Herausforderungen, wo ich dann selbst erstmal ganz viel lernen muss.“*

Außerdem sehen zwei Befragte die dynamische Entwicklung der Plattformen und die daraus resultierende Unvorhersagbarkeit der Reichweite als Schwierigkeit. Eine Person äußert beispielsweise, dass es nicht so leicht sei, ein Video zu produzieren, das dann „viral“ gehe, das heißt innerhalb eines kurzen Zeitraums einen sprunghaften Anstieg an Beliebtheit zu erlangen. Auch die Trennung von Berufs- und Privatleben wird von einigen Personen als herausfordernd erlebt. Dies beziehen die Befragten vor allem auf ihre Zeiteinteilung. Eine andere Person berichtet, das private Leben ungern explizit darstellen zu wollen, aber dadurch auf eine Reichweite verzichten zu müssen. Die Befragte mit den meisten Followerinnen und Followern äußert zudem, dass sie auch außerhalb von Social Media erkannt werde und dieser Verlust der Anonymität für sie belastend sei. Darüber hinaus äußerten alle, auch negative Kommentare über Social Media bekommen zu haben. Dies beschreibt eine Person vor allem beim Start mit Social Media als belastend erlebt zu haben: *„Am Anfang war es echt so, dass ein oder zwei, drei blöde Kommentare haben mich dann die 100 guten Kommentare ausblenden lassen“*.

Zielgruppe

Alle Befragten beschreiben Mütter als ihre Hauptzielgruppe. Das Alter der Followerinnen und Follower und Ratsuchenden liege zwischen 30 und 40 Jahren, bei einer Person auch zwischen 25 und 35 Jahren. Die Kinder seien meist im Kindergartenalter oder teils in der Grundschule. Zwei Befragte ordnen ihre Followerinnen und Follower der Mittelschicht zu und erklären dies dadurch, dass die ihre angebotenen Beratungen kostenpflichtig seien. Eine Befragte führt hier noch weiter aus, dass die Ratsuchenden meist keine Alleinerziehenden seien, berufstätig oder aktuell in Elternzeit.

Daneben berichten drei Befragte, dass auch vereinzelt andere Personengruppen bei ihnen Beratung in Anspruch nehmen oder ihnen folgen: So äußert eine Person, dass auch *„[...] Pädagogen, Erziehungskräfte und so“* ihr folgen würden. Je nach Plattform würden sie auch andere Zielgruppen antreffen, insbesondere auf TikTok seien Jüngere unterwegs, wie eine Interviewte behauptet. Eine Befragte mit einer höheren Reichweite berichtet zudem, dass auch Personen aus *„[...]prekären Verhältnissen kommen“*. Ihnen fehle es dann an einfachen Informationen und ihnen fehle es oftmals auch an Medienkompetenz, *„[...] und die vielleicht nicht dazu in der Lage sind sinnvoll im Internet zu recherchieren, weil sie es auch nie gelernt haben.“* Hier biete Social Media die Möglichkeit interessensgeleitete Informationen zu erhalten, erklärt die Befragte.

Nur eine Person berichtet, dass die Zielgruppe in der Beratung auch schon herkömmliche Erziehungsberatungsangebote in Anspruch genommen hat (*„viele waren auch schon jetzt irgendwie bei der Diakonie“*). Alle Befragten beschreiben, dass die Followerinnen und Follower und Ratsuchenden meist schon Vorwissen zu bedürfnisorientierter Erziehung mitbrächten und sich bereits zur bedürfnisorientierten Erziehung informiert hätten. Dadurch seien sie allerdings, so beschreiben es die vier Befragten, auch verunsichert in ihrem Erziehungsverhalten. Über die Zugangswege zu ihrem Account und den Beratungen berichten die Befragten zum Teil, dass die Followerinnen und Follower über Weiterempfehlungen zu ihnen kommen, zum Teil auch, dass sie durch Videos, die aufgrund großer Reichweiten auf der Startseite der Followerinnen und Follower dargestellt werden, auf diese aufmerksam werden. Eine Person gibt zudem an

über bezahlte Werbung neue Followerinnen und Follower und Beratungskundinnen und -kunden zu gewinnen. Mehrere Personen betonen dabei insgesamt die Bedeutung der Niedrigschwelligkeit ihrer Angebote.

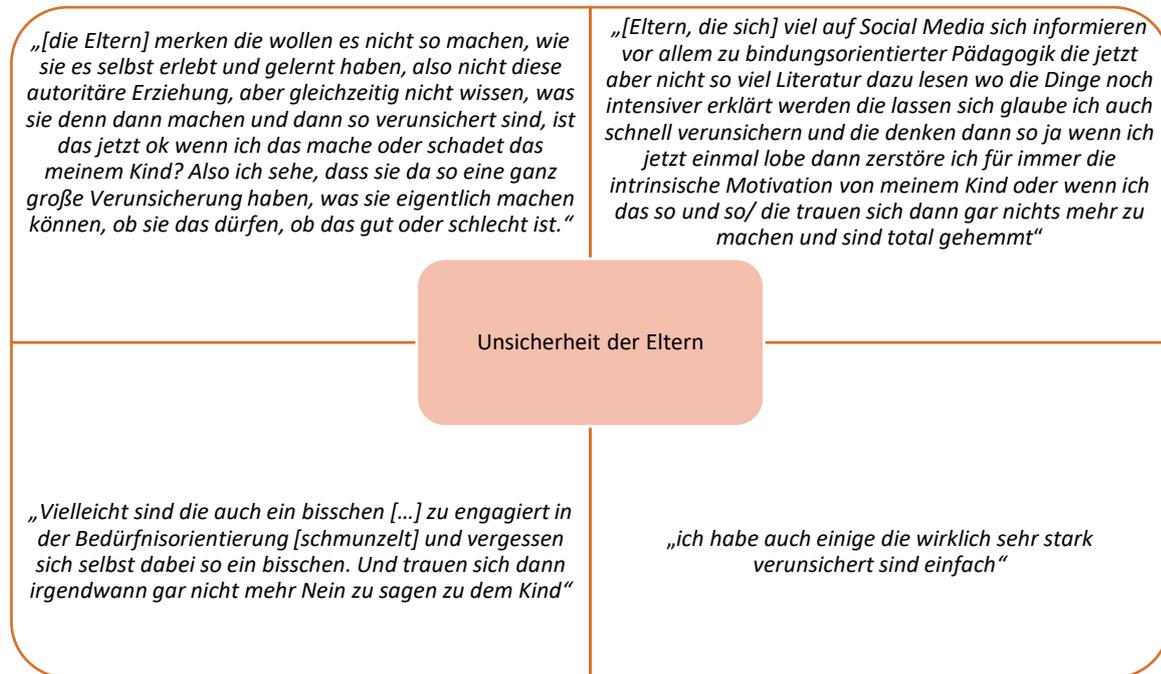


Abbildung 12: Zitate der Befragten zur Zielgruppe. . Quelle: eigene Darstellung

Qualität

Die Befragten beschreiben unterschiedliche Faktoren, anhand derer sich die Qualität beurteilen lässt. Die Strukturqualität spiegelt sich in Aussagen der Befragten zu ihren Qualifikationen, zu den Vorkehrungen des Datenschutzes, zu ihrem Beratungskonzept, zur Transparenz sowie ihrer fachlich-pädagogischen Haltung wider.

Zu ihren Qualifikationen gaben drei Befragte an, über eine pädagogisch-psychologische Ausbildung zu verfügen sowie sich dazu eigenes Wissen angeeignet zu haben oder Weiterbildungen besucht zu haben. Eine weitere Befragte betrachtet dazu ihre eigene Erfahrung als Klientin eines Coachings sowie angeeignetes Wissen als Qualifikation.

Zum Datenschutz beschreiben die Befragten unterschiedliche Umgangsweisen. Alle erachten Datenschutz im Allgemeinen als wichtig. Bezüglich des Schutzes der eigenen Kinder geben zwei Befragte an, dass es ihnen sehr wichtig sei, weder Bilder von den Kindern noch viele Informationen über sie preiszugeben. Auch eine dritte Befragte zeige die Kinder nicht direkt auf ihrem Instagramprofil. Die vierte Befragte zeigt ihr Kind, da es für sie zur Familie dazugehöre. Zwei Personen äußern sich explizit dazu, dass sie darauf achten ihre Privatsphäre und die Privatsphäre der Kinder zu schützen, auch wenn sie dadurch weniger Reichweite haben.

Auf die Frage hinsichtlich des Datenschutzes für ihre Kundinnen und Kunden oder Klientinnen und Klienten im Speziellen gehen die Antworten ebenfalls auseinander. Eine Person erwähnte, dass sie bereits bei privaten Nachrichten auf den Datenschutz achte: „Es kommt vor, dass Leute mir in der Instagram-Nachricht schon sehr viele Informationen mitteilen, wo ich dann aber auch sage, so das ist jetzt ein bisschen zu weit.“

Zwei Befragte mit Beratungsangeboten geben an, eine Datenschutzerklärung beziehungsweise einen Beratungsvertrag, in dem die Vertraulichkeit und der Datenschutz gesichert werden, den Kundinnen und Kunden vor dem Start der Beratung zu geben. Eine andere erwähnt Datenschutzerklärungen nur im Zusammenhang mit Testimonials, welche sie nach Einverständnis mit Namen teilt.

Die Beantwortung der Nachrichten wird durch die Befragten unterschiedlich gehandhabt. Eine Befragte berichtet zum Beispiel, immer innerhalb von 24 Stunden zu antworten, eine andere Person behauptet auch: „so die Regel ist, dass ich alles beantworten kann und die die wirklich sehr aktiv sind mit denen tausche ich mich dann auch gerne so aus, also dann ist es auch so dass sie mir zum Beispiel erzählt haben, sie sind hochschwanger und dann frage ich nach wie ist denn jetzt die erste Zeit zu dritt oder so.“

Eine weitere Befragte mit größerer Reichweite hingegen äußert kaum alle Nachrichten beantworten zu können:

„da kommen ja auch immer Nachrichten rein, da versuche ich halt stichpunktartig welche zu beantworten aber dabei gehen dann trotzdem noch 100 andere halt [...] das sind einfach viel zu viele und ich könnte dann keine Ahnung 20 Stunden die Woche nur Nachrichten beantworten und wär trotzdem nicht fertig“.

Ein Konzept zum Vorgehen bei einer Kindeswohlgefährdung wird nie erwähnt, hierzu wurden die Interviewten aber auch nicht explizit befragt.

Bezüglich der Darstellung der Beiträge erwähnen zwei Befragte die Bedeutung, darauf hinzuweisen, dass die Beiträge nur Beispiele darstellen und eine individuelle Beratung nötig ist. So äußert eine Interviewte, dass es ihr wichtig sei, dass man *„da auch eine gewisse Verantwortung hat, dass den Personen auch immer wieder mitzuteilen, die das lesen. Es gibt keine kausalen Zusammenhänge und wenn, das sind nur Impulse und Anregungen und man kann keinen konkreten Rückschluss auf die eigene Situation ziehen“*. Außerdem betonen zwei Personen die Bedeutung Beiträge unmissverständlich zu gestalten. Eine Person behauptet:

“...[so] wars bei Instagram, man hat ja immer nur diese 220 Zeichen da in irgendwelchen Beiträgen oder Reels, kann halt alles immer nur sehr verkürzt darstellen. Das geht über den Podcast dann anders, da kann man ein bisschen tiefer ins Thema reingehen. Ich finde halt wichtig zu unterscheiden, dass man halt bei dem ganzen Content, also da sehr auf der Sachebene bleibt“.

Auch die Transparenz von Grenzen wird von zwei Befragten betont. Eine Interviewte ohne Beratungsangebote verweist an Beratungsstellen, zwei weitere Befragte mit Beratungsstellen verweisen an Therapiestellen oder weitere Stellen zur Diagnostik für Kinder. Eine Befragte betont jedoch, sie verweise zwar an die Diagnostik, aber eben nicht an Erziehungsberatungsstellen, da sie sich selbst als Erziehungsberatungsstelle verstehe.

Zwei Befragte beziehen ebenso klar Haltung und haben klare Grundsätze. So äußert eine Befragte sich bei negativen Kommentaren ihre Haltung deutlich zu erklären. Eine andere Befragte sagt:

„[ich möchte] meiner Linie und meinen Ansichten treu bleiben und nicht irgendwann irgendeinen Content machen, den ich so moralisch gar nicht vertreten kann, Hauptsache er bringt viele Klicks oder so, das will ich auf jeden Fall vermeiden.“

Die Beratungsansätze der Interviewten mit Beratungsangeboten sind divers und zusammengesetzt aus verschiedenen Schulen. Sie beschreiben eine Orientierung 1) an der systemischen Beratung, 2) an der Tiefenpsychologie, systemischen Beratung und der der systemischen Familientherapie 3) an dem neurolinguistischen Programmieren (NLP) sowie zusätzlich , der Strategie Gewaltfreie Kommunikation, der Hypnose-Therapie, Arbeit mit dem inneren Kind, der Energiearbeit.

Die Prozessqualität zeigt sich in Aussagen der Befragten zu der Darstellung von Beiträgen auf zur Inanspruchnahme von Supervision/Intervision. Eine Person beklagt einen Mangel an Intervision und war bereits einmal in Supervision. Die anderen Personen mit Beratungsangeboten hatten noch keine Supervision in Anspruch genommen, eine habe jedoch regelmäßig eine Intervision.

Die Ergebnisqualität wird bei den Befragten auf unterschiedliche Art und Weise gemessen. Zum einen geben sie an sowohl positive als auch negative Rückmeldungen auf ihre Beiträge in Form von Nachrichten oder Kommentaren zu erhalten, wobei die positiven dominieren würden. Positive Rückmeldungen seien zum Beispiel: *„Ganz viele die schreiben, durch deine Videos unter anderem kann ich jetzt viel feinfühler auf mein Kind eingehen, wir haben eine viel bessere Beziehung dadurch gewonnen und das sehe ich als totalen Erfolg.“* Oder es gäbe welche, *„die [mir] schreiben, dass allein das Anschauen von den Videos ihnen total geholfen hat, das ist für mich der Erfolg“* oder *„Die sagen schon anhand dessen, was sie von mir lesen, was ich an kostenlosen Content von mir gebe, dass sie viel verändern konnten und viel verstanden haben“*.

Bei den Beratungen geben alle Befragten mit Beratungsangeboten an, positives Feedback zu bekommen. Zur Erfassung der Ergebnisqualität setzen sie unterschiedliche Tools ein. Eine Befragte nutzt so beispielsweise Feedbackrunden sowie eine Erhebung des Stresslevels vor und nach der Befragung, eine andere Befragte nutzt ebenso Feedback und Umfragebögen. Verbesserungen bei negativen Rückmeldungen geben zwei Personen an. Eine Befragte beschreibt als Reaktion auf das negative Feedback das Format der Beiträge daraufhin verändert zu haben, eine weitere Person gibt an, dieses Feedback einzubauen.

Erfolgsfaktoren

Hinsichtlich der Erfolgsfaktoren betonen die Interviewten, dass die genauen Erfolgsstrategien undurchsichtig seien und sie die Erhöhung der Reichweite als langwierig empfänden. Auch die Befragte mit den meisten Followerinnen und Follower bezeichnet ihren Erfolg als zufällig.

„Das ist wie gesagt eher ein schleichender Prozess gewesen/ und wo ich halt gemerkt habe, okay bekomme viele Anfragen von Firmen und kann da echt viel Geld verdienen jetzt im Vergleich zu dem, was ich sonst verdienen würde, da habe ich auch gemerkt okay finanziell ist es natürlich auch erfolgreich. Glaube [...] nach zweieinhalb drei Jahren hat es so richtig angefangen“.

Die meistgenannten Faktoren, welche in der Vergangenheit erfolgreich waren oder sein könnten, waren Authentizität, eine Darstellung von persönlichen Details und eine transparente Darstellung der Haltung. Als weitere Erfolgsfaktoren betonen zwei Befragte auch das Format und den Inhalt der Beiträge. So seien laut zwei Befragten Beiträge wichtig, welche emotional seien und die Eltern berühren würden (*„immer wieder die Emotionen der Eltern aufgreifen“*). Ebenso sieht eine Befragte humorvolle Beiträge als reichweitengenerierend. Zwei Befragte ergänzen in diesem Zusammenhang, dass als Format oft Perspektivwechsel mehr Menschen ansprechen würden. Inhaltlich seien ein Lösungsvorschlag zum Umgang mit bestimmten Situationen oder konkrete Tipps ein erfolgreiches Thema für Beiträge.

Weitere Erfolgsfaktoren, welche von einzelnen Befragten genannt wurden, war der Beginn auf anderen Plattformen und die Kontinuität der Beiträge.

Für die Kundenakquise bei Beratungen profitieren zwei Befragte davon, dass die Followerinnen und Follower durch die Beiträge Vertrauen aufbauen würden und eine Passung zur Haltung der Beratenden herstellen können. Sie erwähnen dazu aber auch Weiterempfehlungen, Werbung und kostenlose Lockangebote als Erfolgswege.

Finanzielle Rahmenbedingungen

Die Befragten beschreiben verschiedene Einnahmequellen: Eine Befragte beispielsweise bietet neben den Beratungen auch weitere Fortbildungen und Kurse an. Zwei andere haben neben Beratungen auch Workbooks. Eine der Befragten verdient ihr Geld ausschließlich durch Werbekooperationen, wobei sie angibt, dass Instagram dabei lukrativer sei als TikTok. Außerdem hatte sie zusätzlich einmal Geld durch Beiträge auf Snapchat verdient, das aber nicht weiterverfolgt.

Die Ausgaben gliedern sich in Team, Marketing, Technik. Für eine Agentur zahlt eine Befragte beispielsweise 20 Prozent der Einnahmen aus einer Werbekooperation, eine andere Befragte zahlt für Werbung auf Instagram, zwei beschäftigen virtuelle Assistenten ohne festen Stundensatz. Als Technikausgaben zählen ein gutes Smartphone und die Ausleuchtung (für zum Beispiel Reels).

Alle Befragten sprechen von Schwankungen im Gehalt und von ihrem Partner als finanzielle Stütze. Eine Befragte mit Werbekooperation gibt beispielsweise an, dass sie zum Ende des Jahres mehr Aufträge bekäme und damit insgesamt mehr verdiene als in einer Erziehungsberatungsstelle, jedoch in anderen Monaten deutlich weniger verdiene. Auch die Befragte mit der höchsten Arbeitszeit von 25 bis 30 Wochenstunden beschreibt ihren Verdienst als schwankend: *„Also war es jetzt tatsächlich gerade, [...] ein Minusgeschäft[...]. Und da bin ich natürlich auch froh und dankbar, dass ich da meinen Mann habe und dass wir da genug Rücklagen haben.“*

Die Einnahmen der Befragten sind teils sehr unterschiedlich. Eine Befragte gibt an, für eine Story⁵ 300 bis 500 Euro zu verdienen, für ein Video als Reel zwischen 1.000 und 3.500 Euro, wobei Stories häufiger in Auftrag gegeben werden. Sie gibt an 45.000 bis 50.000 Euro in den ersten acht Monaten eingenommen zu haben. Eine weitere Person gab an im letzten Jahr 150.000 Euro (brutto) durch Gruppenangebote und Beratungen eingenommen zu haben. Eine weitere schätzt ihre Einnahmen im Durchschnitt auf 4.000 bis 6.000 Euro monatlich (brutto), wobei hier der Hauptverdienst auf Gruppenangeboten liegt. Durch Beratungen verdient sie nur 1.000 Euro im Monat. Wieder eine andere Person mit 1:1-Beratungen beschreibt ihren Verdienst als unzureichend mit etwa 1.000 Euro im Monat.

Persönliche 1:1-Beratungen nehmen laut den Befragten nur einen geringen Teil der Einnahmen ein:

„Also, wenn ich nur Beratungen anbieten würde, dann würde sich das nicht lohnen. Weil die Zeit, die man in so einen Account, in so ein Profil reinsteckt mit der ganzen Content-Erstellung ist viel, viel höher als das, was man [...] dann mit den Beratungen erwirtschaftet.“

Einen Zusammenhang mit der Reichweite kann lediglich eine Interviewte direkt herstellen. Sie gibt an, dass ab 30.000 Followerinnen und Follower Werbekooperationen lukrativ waren. Weitere Zusammenhänge

⁵ Instagram-Stories sind temporäre Inhalte, die aus Bildern oder kurzen Videos bestehen und nach 24 Stunden automatisch verschwinden. Sie erscheinen in einem vertikalen Vollbildformat und sind über einen farbigen Ring um das Profilbild sichtbar. Nutzende können ihre Stories mit verschiedenen Funktionen anpassen, darunter Filter, Sticker, Text und interaktive Elemente wie Umfragen oder Fragen. Diese Funktion wurde 2016 eingeführt und hat sich schnell zu einem beliebten Format entwickelt, das von über 500 Millionen Nutzenden täglich verwendet wird, um spontane Einblicke in ihr Leben zu teilen oder Markenbotschaften zu kommunizieren. (vergleiche <https://www.growthmentor.com/glossary/instagramstories/>, <https://blog.hubspot.de/marketing/instagram-stories-einfuehrung>, Aufruf: 25.11.2024)

würden nicht von der Reichweite, sondern den View-Zahlen, das heißt, der Anzahl der Personen, die Beiträge sehen, und den Auftraggebenden der Werbung abhängen.

Bezug zu Erziehungsberatungsstellen

Die Befragten nannten einige Vorteile ihrer Arbeit im Vergleich zu einer Tätigkeit in herkömmlichen Erziehungsberatungsstellen. Überwiegend gaben sie an, dass die Flexibilität in der Zeiteinteilung sie entlaste. Gleichzeitig sahen sie das Team in Erziehungsberatungsstellen auch als einen Vorteil zum Austausch an sowie die Möglichkeit, Marketingaufgaben abzugeben.

Für Ratsuchende sahen sie einen Vorteil in der Niedrigschwelligkeit ihrer Angebote im Vergleich zu einer Erziehungsberatung in Präsenz, da sie Menschen unabhängig vom Standort erreichen können und diese anonym bleiben können. Dazu betrachtete eine Person ihre Sichtbarkeit als größer im Vergleich zu einer herkömmlichen Erziehungsberatungsstelle, eine andere betonte das Vertrauen, welches die Ratsuchenden über Social Media bereits aufgebaut haben, ehe sie in die Beratung kommen. Nichtsdestotrotz erkennt eine Befragte an, dass die Kosten der Beratung ihre Zielgruppe für die Beratungsangebote einschränken. Eine andere sah in dem persönlichen Kontakt einen Vorteil von Präsenzberatung. Eine Befragte sah dazu auch ihr innovatives Konzept als Vorteil im Vergleich zu Erziehungsberatungsstellen.

Zwei Befragte konnten sich zudem vorstellen, mit Erziehungsberatungsstellen zu kooperieren, eine weitere Befragte, zweifelte, inwieweit das sinnvoll sei mit einer lokalen Beratungsstelle zu kooperieren. Als Kooperationsform erwähnte eine Befragte das Bewerben von Erziehungsberatungsstellen und deren Angeboten auf ihrem Account.

5. Darstellung der wesentlichen Projektergebnisse

Ein erstes Projektergebnis ist die notwendige Einordnung und Abgrenzung von Social-Media-Accounts, welche sich zu Erziehungsthemen äußern von anderen Social-Media-Phänomenen. Mithilfe des Screenings konnte die bislang noch nicht systematisch überprüfte Hypothese aus der Literatur bestätigt werden, dass **Momfluencerinnen** und **Momfluencer** von anderen Accounts, welche sich zu Erziehungsthemen äußern, zu unterscheiden sind (Menzel, 2023). Erstmals wurden diese in der Literatur als „sogenannte Expertinnen und Experten“ beschriebenen Accounts begrifflich als **Erziehungsinfluencerinnen** und **-influencer** gefasst und von Momfluencerinnen und Momfluencern abgegrenzt. Zudem wurden sie noch feingliedriger unterteilt, da auch eine dynamische Grenze zwischen Momfluencerinnen und Momfluencern und Erziehungsinfluencerinnen und -influencern deutlich wurde. Weitere Personen, die als Erziehungsinfluencerinnen und -influencern einzuordnen sind, aber darüber hinaus Beratungsangebote anbieten, wurden erstmals als **Erziehungskoaches** definiert. Die Unterschiede der einzelnen Gruppen manifestieren sich in den Bereichen Inhalt, Reichweite, Qualitätsrisiken und Finanzstrukturen, auch wenn die Abgrenzungen nicht immer trennscharf sind.

Die Ergebnisse zeigten zudem, dass Erziehungsinfluencerinnen und -influencern im Rahmen von **Elternbildung** und insbesondere Erziehungskoaches als **Erziehungsberatung** einzuordnen sind, aber gleichzeitig auch kommerzielle Angebote sind. Dies verdeutlichen die Accountanalysen und Aussagen der Befragten in den Interviews. Instagram scheint für Erziehungsinfluencerinnen und -influencer eine Marketingplattform zu sein. In vielen Beiträgen wird entweder Werbung für eigene Produkte betrieben oder Werbung für andere Produkte gemacht. Die Erziehungsinfluencerinnen und -influencer sehen sich selbst nicht nur als Unternehmerinnen und Unternehmer, sondern auch als Beratende und Dozentinnen und Dozenten, wie die Berufsbezeichnungen der untersuchten Instagramaccounts und die Aussagen der Interviewten zeigen. Sie versuchen auch Informationen und Ressourcen bereitzustellen, die für viele Eltern von Bedeutung sind, was wiederum der Selbstvermarktung dient. Plattformen wie Instagram nutzen sie somit nicht nur als Marketinginstrument, sondern erfüllen gleichzeitig auch wichtige **Kriterien der Elternbildung** und bieten kostenpflichtige **Erziehungsberatung**. Gleichzeitig versuchen sie als **Influencerinnen** und **Influencer** insbesondere durch authentische, nahbare Einblicke und Perspektivwechsel auf die Erziehungseinstellung und das Verhalten ihrer Followerinnen und Follower einzuwirken. Damit könnte sich auch die Möglichkeit ergeben, dass sie gesellschaftliche Wahrnehmung von Elternschaft beziehungsweise Mutterschaft und Identität beeinflussen (Kirkpatrick & Lee, 2022; Knauf & Mierau, 2021).

Ein weiterer zentraler Aspekt ist der **Fokus auf bedürfnisorientierte Erziehung**. Dies machte die Hashtaganalyse deutlich und konnte in den Interviews bestätigt werden. Während Momfluencerinnen und

Momfluencer oft persönliche Erlebnisse und Alltagsmomente teilen, setzen Erziehungsinfluencerinnen und -influencer gezielt auf Inhalte, die andere Eltern in ihrer Erziehungsarbeit unterstützen.

Welche Qualitätsmerkmale lassen sich für Social-Media-Kanäle für einen Vergleich zu herkömmlichen Erziehungsberatungsthemen heranziehen?
Welche Qualitätsmerkmale weisen reichweitenstarke Social-Media-Kanäle im Vergleich zu herkömmlichen Erziehungsberatungsthemen auf?
Wann entsteht hier fachlich-politischer Handlungsbedarf (Stichwort Kindeswohlgefährdung)?
Verbergen sich auf Instagram Kooperationspartnerinnen und -partner für Erziehungsberatungsstellen und unter welchen Aspekten ist eine Kooperation denkbar?

Um sich diesen Fragestellungen zu nähern wurde ein Qualitätsraster erstellt, das sich an den Merkmalen der Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität der Elternbildung, Erziehungs- und Onlineberatung sowie an Qualitätskriterien von Digital Streetwork orientiert. Diese Qualitätsanalyse (vergleiche Kapitel 4.5) zeigte zunächst, wie ein solches Werkzeug sinnvoll eingesetzt werden kann, um die Qualität von psychosozialen Coaches in der Social-Media-Welt zu beurteilen und welche Schritte für eine weitere Anwendung nötig sind. Die Qualität der untersuchten Accounts konnte mithilfe dieses Rasters umfassend beurteilt werden. Hierbei zeigte sich, dass Erziehungsinfluencerinnen und -influencer vereinzelt Qualitätsmerkmale der Elternberatung und Erziehungsberatung erfüllen. Die Qualität zeigte sich besonders bei der Zielgruppenorientierung. Erziehungsinfluencerinnen und -influencer können durch eine zielgruppengerechte Ansprache und Niedrigschwelligkeit bedeutende Präventionsarbeit leisten. Dadurch dass ihr (finanzieller) Erfolg direkt von den Rückmeldungen der Followerinnen und Follower abhängt, werden die Inhalte und Beiträge insbesondere bei erfolgreichen Accounts mit großer Reichweite zielgruppengerecht dargestellt. Dennoch gibt es hier auch Herausforderungen: Es können datenschutzrechtliche Bedenken festgestellt werden. Allein die Präsenz auf Plattformen wie Instagram, wo die Verschlüsselung der Nachrichten von Followerinnen und Followern nicht sichergestellt ist, ist ein Qualitätsmangel. Dazu scheint es keine Konzepte für das Erkennen von Kindeswohlgefährdung zu geben sowie keinerlei öffentliche Verweise an Krisendienste. Auch die Beantwortung von Nachrichten scheint nicht sichergestellt zu sein. Daraus lässt sich schließen, dass Erziehungsinfluencerinnen und -influencer und Erziehungscoaches keineswegs von Ratsuchenden als verlässliche oder akute Hilfe gesehen werden können.

Darüber hinaus wird ein deutlicher Mangel an Kontrollinstanzen, Gütesiegeln oder Berufsstandards für Erziehungscoaches deutlich. Es gibt eine große Varianz in der Qualität von Erziehungscoaches. Während manche Erziehungscoaches über verschiedenste Qualifizierungen verfügen, mit welchen sie auch in einer herkömmlichen Erziehungsberatungsstelle arbeiten, berufen sich andere auf ungeprüfte Kompetenzen und selbstangelesenes Wissen. Auch hinsichtlich der Beratungsansätze variierte die Qualität. Während die Mehrheit der Befragten sich auf systemische Beratungsansätze beruft, gab auch eine Befragte an, Ansätze wie das Neurolinguistische Programmieren (NLP) und die Energiearbeit zu verfolgen. Besonders die NLP-Praktiken wurden kritisch diskutiert und deren Wirksamkeit in Frage gestellt (Passmore & Rowson, 2019; Witkowski, 2010), für die Wirksamkeit von Energiearbeit gibt es ebenso keine wissenschaftliche Evidenz. Ein genauer Einblick in die Beratungsarbeit konnte jedoch nicht erfolgen. Ein Erkennen von Qualität ist ebenso für Ratsuchende oft nicht einfach möglich, da die Beschreibungen und Berufsbezeichnungen selten akkurat sind und Beratungskonzepte nicht immer transparent dargestellt sind.

Insgesamt muss immer wieder der durch Social Media kommerziell gesetzte Rahmen berücksichtigt werden, der wiederum Aspekte der Reichweite, des Marketings, der Persönlichkeit und der kommerziellen Inszenierung aufwirft. Akuter fachlich-politischer Handlungsbedarf konnte im Kontext der bedürfnisorientierten Erziehung auf Instagram im deutschsprachigen Raum nicht identifiziert werden. Im internationalen Kontext fiel das Beispiel der Momfluencerin Ruby Franke aus Amerika negativ ins Gewicht (vergleiche Kapitel 4.4). Weiterhin in der Kritik und zur Diskussion stehen die aktive oder auch passive Involvierung von Kindern in Form von Fotos oder Videos. Darüber hinaus ist auch die Aufklärung von Ratsuchenden über Möglichkeiten und Standards von Erziehungsberatung, Datenschutz und Qualitätsmerkmalen und die Vermittlung von Medienkompetenz notwendig. Erziehungsinfluencerinnen und -influencer könnten dann als wertvolle Kooperationspartnerinnen und -partner für Erziehungsberatungsstellen fungieren, wenn sich ein Weg findet, einerseits die kommerziellen Interessen der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer und andererseits die professionellen Standards der klassischen Erziehungsberatung zu verbinden.

Welche Merkmale zeichnen die erreichte Zielgruppe, also Followerschaft aus?

In welchen Merkmalen unterscheidet sich die erreichte Zielgruppe zu den Zielgruppen herkömmlicher Erziehungsberatung?

Zu berücksichtigen ist, dass Erziehungsinfluencerinnen und -influencer andere Zielgruppen erreichen: Erziehungsinfluencerinnen und -influencer / Erziehungscoaches tendieren dazu, eine Klientel mit einem höheren Bildungsgrad und Einkommen zu erreichen. Diese Differenzierung in der Zielgruppenansprache hat Auswirkungen auf die Reichweite und die Art der Inhalte, die vermittelt werden. Insgesamt zeigt sich, dass trotz einiger Überschneidungen zwischen Momfluencerinnen und Momfluencer und Erziehungsinfluencerinnen und -influencer signifikante Unterschiede bestehen. Diese Unterschiede beeinflussen nicht nur die Art der Kommunikation, sondern auch die Möglichkeiten zur Unterstützung von Eltern in ihrer Erziehungsarbeit. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die Zielgruppe von Erziehungsinfluencerinnen und -influencer auf **Mütter mit Kindern im Kindergarten- oder Grundschulalter**, welche über ein höheres Einkommen verfügen, fokussiert. Deutliche Hinweise darauf, dass andere Gruppen wie Menschen mit Migrationshintergrund oder bildungsarme und einkommensschwache Familien gezielt von Erziehungsinfluencerinnen und -influencer angesprochen werden, gibt es nicht. Hierbei zeigt sich ein deutlicher Unterschied zu herkömmlichen Erziehungsberatungsstellen, welche auch gezielt andere Gruppen beispielsweise mit anderen Sprachen, kostenlosen Angeboten oder Kinderbetreuung anzusprechen versuchen. Dies ist vermutlich auf die kommerzielle Ausrichtung der Erziehungsinfluencerinnen und -influencer zurückzuführen, welche auf eine zahlungskräftige Zielgruppe angewiesen sind. Lediglich einzelne Accounts, welche sich durch Werbeeinnahmen finanzieren, haben möglicherweise auch andere Zielgruppen wie Menschen aus prekären Verhältnissen. Dazu scheint das Alter der Kinder bei herkömmlichen Erziehungsberatungsstellen deutlich diverser zu sein. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass die Erziehungsinfluencerinnen und -influencer während ihrer Elternzeit ihre Social-Media-Tätigkeit aufnehmen und damit Erziehungstipps zu Themen, welche sie selbst mit ihren noch jüngeren Kindern betreffen, geben.

Trotz der begrenzteren Zielgruppe zeichnen sich Erziehungsinfluencerinnen und -influencer durch ihre Niedrigschwelligkeit aus und können ihre Followerschaft adäquat ansprechen beziehungsweise auch über Inhalte entscheiden lassen.

Auffallend war zudem in den Interviews, dass die Zielgruppe von Erziehungscoaches und Erziehungsinfluencerinnen und -influencer einerseits über ein großes Wissen über bedürfnisorientierte Erziehung verfügt, aber gleichzeitig verunsichert ist hinsichtlich ihres eigenen Erziehungsverhaltens. Daraus lässt sich vermuten, dass die Eltern durch die Inanspruchnahme von Angeboten, aber auch den Kontakt mit Erziehungsinfluencerinnen und -influencer eine Bestätigung und Rückversicherung suchen.

Erfolgsfaktoren & finanzielle Rahmenbedingungen:

Welche Erfolgsfaktoren sind bei Influencerinnen und Influencern im Bereich der Erziehungsberatung auffindbar?

Welche Finanzierungsmodelle sind überhaupt auffindbar?

Und welche Rolle spielen dabei kostenpflichtige Beratungsangebote oder Coachings?

Die Untersuchung der Wirkmechanismen und Erfolgsfaktoren von Influencerinnen und Influencern, insbesondere im Kontext von Erziehungsinfluencerinnen und -influencern, zeigt mehrere entscheidende Aspekte auf. Die Analyse deutscher Influencerinnen und Influencer hat ergeben, dass **Glaubwürdigkeit und Vertrautheit, Kongruenz und Authentizität, parasoziale Beziehungen, die damit zusammenhängenden Interaktionen** als zentrale Erfolgsfaktoren identifiziert werden können (vergleiche Kapitel 4.2 „Erfolgsfaktoren & finanzielle Rahmenbedingungen“). Ergänzend dazu zählt Bonfig (2023) noch die **Reziprozität**, also den dauerhaften Unterhaltungsfaktor, den Expertenstatus, das eigene **Corporate Design** sowie **Sympathie und Commitment** (einheitliche Wertevorstellung). Authentizität wird als Schlüsselfaktor verstanden. Diese Faktoren, welche bei Influencerinnen und Influencern gelten, treffen ebenso auf Erziehungsinfluencerinnen und -influencer zu. Besonders in den Interviews zeigte sich, dass Authentizität für den Vertrauensaufbau und schließlich für die Wirkung und das Kaufverhalten der Followerinnen und Follower wichtig ist.

Obwohl diese Faktoren identifiziert werden konnten, zeigten die Analysen auch, dass Social-Media-Marketing von verschiedenen Faktoren abhängig, also multifaktoriell ist. Es gibt nicht das eine

Erfolgsrezept, sondern unzählige Möglichkeiten, die positiven Einfluss auf den Erfolg haben können – in jedem Fall, da ist sich die Literatur einig, sind Authentizität, Offenheit, Relevanz, Kontinuität, Vertrauen und Beziehungspflege von besonderer Bedeutung, Faktoren, die Ressourcen für ihre Umsetzung bedürfen. Ein genaues Erfolgsrezept kannten jedoch auch die befragten Erziehungsinfluencerinnen und -influencer nicht, selbst Personen mit mehr Reichweite betonten hier den Zufall ihres Erfolgs und die dynamische Entwicklung der Plattformen. Darüber hinaus wird in den Interviews deutlich, dass sich mehrere Erziehungsinfluencerinnen und -influencer im Dilemma befinden zwischen einer Vergrößerung der Reichweite durch das Preisgeben persönlicher Details und dem Schutz eigener Privatsphäre, moralischer Prinzipien und dem Schutz der Kinder.

Finanzierungsmodelle von Influencerinnen und Influencern

Über die Finanzierung von Influencerinnen und Influencern ist im Allgemeinen bekannt, dass diese sich größtenteils durch Werbekooperationen finanzieren (Arriagada & Ibáñez, 2020; Dahm & Heydenreich, 2024; Haenlein et al., 2020). Hierbei werden je nach Firma und Reichweite einzelne Verträge geschlossen. Die konkreten Zahlen sind dabei unklar. Followerinnen und Follower bauen wie oben beschrieben Vertrauen und Nähe zu den Influencerinnen und Influencern auf, wodurch auch Produktwerbung höhere Kaufzahlen erreichen kann (Duffner-Korbee et al., 2023). Wie in der Accountanalyse ersichtlich wird, finanzieren sich auch Erziehungsinfluencerinnen und -influencer mittels Rabattcodes, Amazonempfehlungen, Produktplatzierungen et cetera. In diesen Finanzierungsstrukturen ähneln sie dem Typ Momfluencerin und Momfluencer. Eine Befragte gibt an, für eine Story 300 bis 500 Euro zu verdienen, für ein Video als Reel zwischen 1.000 und 3.500 Euro, wobei Stories häufiger von Unternehmen in Auftrag gegeben werden.

Auch typische Marketingprinzipien werden angewandt: Der sogenannte Call-to-Action, also der Aufruf zum Beispiel zur Newsletteranmeldung oder zum Kommentieren spielen eine entscheidende Rolle für die Reichweite. Damit wird das Prinzip der dauerhaften Unterhaltung angesprochen (Bonfig, 2023). Dazu werden Personen auch im Sinne des Reziprozitätsprinzips kostenlose Angebote gemacht, womit sie zum Kauf von kostenpflichtigen Angeboten angeregt werden können (Bonfig, 2023; Cialdini, 2001).

Die Einnahmen bezahlter Coachings variieren stark. Die Stundensätze, welche Erziehungscoaches für ihre Beratung aufwenden, sind dabei im Durchschnitt zwar niedriger als beispielsweise Sätze, welche in der Gebührenordnung für Psychotherapeuten (GOP) festgeschrieben sind (131,15 Euro für 50 min Gespräch GOP versus durchschnittlich 105,32 Euro für 50 min Erziehungscoaching), aber variieren sehr zwischen Erziehungscoaches. Dazu stehen die Kosten bei Erziehungscoaches in starkem Gegensatz zu kostenfreien herkömmlichen Beratungsstellen.

Trotz der Kosten deuten die Ergebnisse darauf hin, dass kostenpflichtige Beratungsangebote oder Coachings innerhalb der Finanzierungsmodelle einen geringeren Einfluss haben. Ähnlich wie in der im Laufe des Projekts entstandenen Masterarbeit (Arnold, 2024) gaben die Befragten an, dass 1:1-Beratungsangebote nur einen geringen Teil der Einnahmen bilden. Keine der befragten Erziehungsinfluencerinnen kann dadurch ausreichende Einnahmen generieren. Passive Einnahmequellen wie Workbooks, E-Books und Selbstlernkurse, wie sie von vielen Erziehungscoaches angeboten werden, scheinen dabei eine lukrativere, wenn auch ergänzende Einnahmequelle zu sein. Potentielle Kundinnen und Kunden werden dazu mit Paketen gelockt, in welchen sie ihren Erziehungscoach rund um die Uhr über Messengerdienste erreichen können. Somit lässt sich vermuten, dass bei ausreichender Reichweite passive Einnahmequellen sowie Werbekooperationen finanziell rentabler sind als individuelle Beratungsgespräche. Des Weiteren äußerten alle Befragten, dass sie auf die Unterstützung durch Familie und Partnerinnen und Partner angewiesen seien.

6. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Vor dem Hintergrund der bestehenden Forschungslücke ist bereits die deskriptive Analyse der Inhalte und Geschäftsmodelle von Influencerinnen und Influencern ein wertvoller Beitrag zum fachlichen Diskurs. Diese Studie schafft eine Grundlage für die strategische Ausrichtung der Akteurinnen und Akteure in der freien Wohlfahrtspflege, insbesondere wenn es um die Intervention bei fachlich problematischen Inhalten geht.

Die ersten Ergebnisse des Projekts wurden auf dem Fachforum 2024 präsentiert und in Fachkreisen der Onlineberatung diskutiert. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse auf Tagungen vorgestellt, die sich mit

dem Thema der digitalen Beratung beschäftigen, einem zentralen Schwerpunktthema des Instituts für E-Beratung in den Bereichen Evaluation und KI-Entwicklung. So zum Beispiel im Mai 2024 beim Fachtag des Instituts für E-Beratung. Eine weitere Dissemination ist auch über das Projektende hinaus geplant.

Dieses Projekt schafft eine wichtige Erfahrungsgrundlage für die Beantragung von weiteren Fördermitteln in dem noch wenig untersuchten Bereich Social Media. Das Projekt fokussierte sich nur auf einen Teilbereich der sozialen Arbeit innerhalb deutschsprachiger Social-Media-Angebote. Es ist zu erwarten, dass sowohl die Angebots- als auch die Nutzungsstrukturen in anderen Themenbereichen der psychosozialen Arbeit oder sprachlichen Communities erheblich variieren. Folglich könnten weitere Studien zu diesem Themenkomplex bei unterschiedlichen Fördergebern beantragt werden. Die Aussicht auf Fördermittel für eine vertiefte Bearbeitung dieser Themen in speziellen Beratungsdomänen ist gegeben, insbesondere bei den zuständigen Landes- und Bundesministerien im Bereich Soziales, Arbeit und Gesundheit.

Die Kooperation mit Beratungsanbieterinnen und -anbietern, die Social-Media-Angebote betreiben oder planen, stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar. Die Forschungsergebnisse können auch Impulse für das Weiterbildungsangebot des Instituts für E-Beratung liefern. Besonders für freiberufliche Coaches könnten die Erfolgsfaktoren im Setting von Social-Media-Marketing wertvolle Hinweise auf erfolgreiche und vor allem seriöse Influencer-Modelle liefern und somit ein attraktives Weiterbildungsangebot schaffen.

Die wichtigsten Erkenntnisse des Projekts umfassen eine differenzierte Einordnung des Phänomens Influencerinnen und Influencer im Kontext der sozialen Arbeit. Es ist wesentlich, verschiedene Typen zu unterscheiden und Überschneidungen mit Peer-to-Peer-Counseling sowie präventiver Erziehungsberatung (siehe auch Beschreibung der BKE in (Bundeskonferenz für Erziehungsberatung e. V., 2022)) zu betrachten. Die Qualität der Inhalte variiert stark; daher wäre ein Ansatz zur Vergabe von Qualitätsmerkmalen auf Social-Media-Plattformen wie Instagram und TikTok von Bedeutung (zum Beispiel eine Art TÜV für Instamoms) ähnlich wie auch eine Entwicklung von Berufsrichtlinien. Hier könnten Kriterien entwickelt werden, um Qualitätssiegel zu definieren und Empfehlungen auszusprechen. Ein wichtiges Referenzinstrument hierfür lieferte das im Rahmen dieser Vorlaufforschung entwickelte Qualitätsraster, das ein Novum darstellt. Mit dieser Qualitätsmethode ließen sich auch weitere, noch weniger untersuchte Phänomene untersuchen wie zum Beispiel Dadfluencerinnen und Dadfluencer oder andere psychosoziale Coaches.

Zukünftige Forschungsfragen ergeben sich aus den identifizierten Lücken und Herausforderungen in der Social-Media-Forschung. Das Projekt hat viele relevante Fragen aufgeworfen, die in weiteren Studien untersucht werden sollten. Dazu gehört insbesondere das Vorgehen bei zukünftigen Social-Media-Analysen sowie die Notwendigkeit finanzieller Anreize für Interviews. Die schwierige Interviewakquise machte deutlich, dass zeitliche Puffer eingeplant werden müssen. Auch noch ungeklärte Fragen nach Gelingensfaktoren für qualitative, professionelle Social-Media-Auftritte und Fragen nach Auswirkungen von Social-Media-Informationen auf ratsuchende Personen zeichneten sich ab.

Insgesamt wird deutlich, dass die Projektergebnisse nicht nur für die wissenschaftliche Community von Bedeutung sind, sondern auch für die Akteure der freien Wohlfahrtspflege und zur Weiterbildung von freiberuflichen Coaches genutzt werden können. Die Integration von Qualitätsstandards könnte dabei helfen, die Professionalität von freiberuflichen Coaches im Bereich Social Media zu fördern und somit einen nachhaltigen Beitrag zur Entwicklung dieser Branche zu leisten.

7. Literatur

Allert, H. (2021). Optimierung als digital-kapitalistisch. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 42, 301–326. <https://doi.org/10.21240/mpaed/42/2021.06.24.X>

Amt für soziale Arbeit Wiesbaden. (ohne Datum). *Qualitätsstandards der Elternbildung und frühen Hilfen in Wiesbaden*. https://www.wiesbaden.de/medien-zentral/dok/leben/gesellschaft-soziales/Qualitätsstandards_end.pdf

Angelone, R. (2023). Die Entwicklung des Blogger- und Influencertums. In R. Angelone, *Blogger- und In-*

- fluencer-Marketing in der Praxis* (S. 3–24). Springer Fachmedien Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-42090-1_1
- Anter, L., & Kümpel, A. S. (2023). Young Adults' Information Needs, Use, and Understanding in the Context of Instagram: A Multi-Method Study. *Digital Journalism*, 1–19.
<https://doi.org/10.1080/21670811.2023.2211635>
- Arnold, Amber (im Erscheinen, 2024): „Influencerin als neues Berufsbild in der Sozialen Arbeit? Eine explorative Interviewstudie über Elterncoaches auf Instagram.“ Masterarbeit. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm.
- Arriagada, A., & Ibáñez, F. (2020). “You Need At Least One Picture Daily, if Not, You’re Dead”: Content Creators and Platform Evolution in the Social Media Ecology. *Social Media + Society*, 6(3), 205630512094462. <https://doi.org/10.1177/2056305120944624>
- Bans-Akutey, A., & Tiimub, B. M. (2021). Triangulation in Research. *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/AL3392>
- Bayrischer Jugendring (BjR). (2024). *Qualitätsstandards für Digital Streetwork* (nur Download). https://shop.bjr.de/media/pdf/91/a9/ef/2024-01-10-Qualitätsstandards-Digital-Streetwork_final.pdf
- Birkner, T. (2023). *Medialisierung und Mediatisierung*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783748932710>
- Bonfig, A. (2023). Influencer-Marketing als Potenzial für eine sozioökonomische Bildung – auch in inklusiven Lehr-Lern-Settings. *GW-Unterricht*, 1, 34–45. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht169s34>
- Borkert, M., Fisher, K. E., & Yafi, E. (2018). The Best, the Worst, and the Hardest to Find: How People, Mobiles, and Social Media Connect Migrants In(to) Europe. *Social Media + Society*, 4(1), 205630511876442. <https://doi.org/10.1177/2056305118764428>
- Bowlby, J. (1999). *Attachment and loss* (2nd ed). Basic Books.
- Bundeskonferenz für Erziehungsberatung e.V. (2022). *QS EB - Qualitätsstandards für die Erziehungs-, Familien- und Jugendberatung*. Bundeskonferenz für Erziehungsberatung e.V.
- Canduela, J., Gdanska-Ast, M., Marshall, K., Lindsay, C., & Raeside, R. (2024). Intention to Purchase through Parent Blogs: Evidence from Poland. *Journal of Internet Commerce*, 23(1), 1–25. <https://doi.org/10.1080/15332861.2023.2234121>
- Cialdini, R. B. (2001). *The power of persuasion*. Stanford Video.
- Clark, M. (2021, April 15). *So gehen wir gegen Scraping vor*. <https://about.fb.com/de/news/2021/04/so-gehen-wir-gegen-scraping-vor/>
- Dahm, M. H., & Heydenreich, J. (2024). Creator Economy. In M. H. Dahm & J. Heydenreich, *Co-Creation in der Creator Economy* (S. 3–14). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-44657-4_2
- Döbler, M.-K. (2022). The presentation of self in everyday life: Von Erving Goffman (1956)*. In R. Spiller, C. Rudeloff, & T. Döbler (Hrsg.), *Schlüsselwerke: Theorien (in) der Kommunikationswissenschaft* (S. 131–149). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37354-2_9
- Dolff Gonzalez, M. (2023, Juni 7). *Die Social-Media-Nutzung von Jugendlichen in Deutschland: Trends und Gewohnheit*. <https://blog.digimind.com/de/social-media-nutzung-von-jugendlichen-in-deutschland>

- Donabedian, A. (2005). Evaluating the Quality of Medical Care. *The Milbank Quarterly*, 83(4), 691–729. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2005.00397.x>
- Döring, N., & Lehmann, R. (2022, Januar). *Verhütungsinformationen in Sozialen Medien: TikTok überholt Instagram und YouTube*. https://www.sexualaufklaerung.de/fileadmin/user_upload/02_FORUM/FORUM_deutsch/2022/Ausgabe_1/FORUM_1-2022_Beitrag_2_Verhütungsinformationen_in_Sozialen_Medien.pdf
- Duebel, E., & Phelan, S. K. (2024). You're doing it wrong: The governance of motherhood through mommy blogs. *Feminist Media Studies*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/14680777.2024.2400477>
- Duffner-Korbee, D., Vogel, T., & Marksteiner, T. (2023). *Förderung adoleszenter Influencer:innen-Resilienz*. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.
- Emily Engelhardt. (2014, August 1). Artikel zu den Qualitätsmerkmalen guter Onlineberatung. Der Dreh: Online-Beratung-Digital. <https://www.der-dreh.net/2014/08/01/artikel-zu-den-qualitatsmerkmalenguter-onlineberatung/>
- George, N., De Long, R., Ahmed, R., Kacica, M., & Manganello, J. A. (2023). Maternal health posts shared on Instagram: A content analysis of popular birthing and parenting accounts. *Frontiers in Communication*, 8, 1190689. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1190689>
- Gong, Z. H., & Holiday, S. (2023). Parasocial Interaction Message Elements and Disclosure Timing in Nano- and Microinfluencers' Sponsored Content As Alternative Explanations for Follower Count's Influence on Engagement. *Journal of Interactive Advertising*, 23(4), 374–387. <https://doi.org/10.1080/15252019.2023.2236093>
- Götz, R., Haydn, F., & ÖSB Studien & Beratung. (2021, Dezember). *Das GIVE Textbuch. Bildungs- und Berufsberatung für Beschäftigte in Neuen Formen der Arbeit. Herausforderungen – Lösungen*. https://www.oesb-socialinnovation.at/wp-content/uploads/IOI1_GIVE_Textbuch_BIB_fu_r_Bescha_ftigte_in_Neuen_Formen_der_Arbeit_2021.pdf
- Güzel, E. (2023). Beautiful, Sexy, and Happy Celebrities: Perfect Mothers or Instamoms. *Journal of International Women's Studies*, 25(3). <https://vc.bridgew.edu/jiws/vol25/iss3/8/>
- Haenlein, M., Anadol, E., Farnsworth, T., Hugo, H., Hunichen, J., & Welte, D. (2020). Navigating the New Era of Influencer Marketing: How to be Successful on Instagram, TikTok, & Co. *California Management Review*, 63(1), 5–25. <https://doi.org/10.1177/0008125620958166>
- Han, J., & Balabanis, G. (2023). Meta-analysis of social media influencer impact: Key antecedents and theoretical foundations. *Psychology & Marketing*, 41(2), 394–426. <https://doi.org/10.1002/mar.21927>
- Han, J., & Balabanis, G. (2024). Meta-analysis of social media influencer impact: Key antecedents and theoretical foundations. *Psychology & Marketing*, 41(2), 394–426. <https://doi.org/10.1002/mar.21927>
- Hartung, S. (2022). Familienbildung und Elternbildungsprogramme. In U. Bauer, U. H. Bittlingmayer, & A. Scherr (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie* (S. 1311–1324). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-30903-9_72
- Hasebrink, U., Hölig, S., & Wunderlich, L. (2021). #UseTheNews: Studie zur Nachrichtenkompetenz Jugendlicher und junger Erwachsener in der digitalen Medienwelt. *Arbeitspapiere des Hans-Bredow-Instituts*. <https://doi.org/10.21241/SSOAR.72822>
- Hey, P., Schüürmann, S., Stieler, M., & Lehmann, R. (2022). *Erfolgsfaktoren des Projektes Streetwork im Netz – Erste Ergebnisse des Modellprojekts zur Qualitätssicherung der webbasierten aufsuchenden Sozialarbeit von Condrops e.V.* s-0042-1756092. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1756092>

- Holiday, S., Hayes, J. L., Park, H., Lyu, Y., & Zhou, Y. (2023). A Multimodal Emotion Perspective on Social Media Influencer Marketing: The Effectiveness of Influencer Emotions, Network Size, and Branding on Consumer Brand Engagement Using Facial Expression and Linguistic Analysis. *Journal of Interactive Marketing*, 58(4), 414–439. <https://doi.org/10.1177/10949968231171104>
- Huang, X. (2019). Understanding Bourdieu – Cultural Capital and Habitus. *Review of European Studies*, 11(3), 45. <https://doi.org/10.5539/res.v11n3p45>
- Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. (ohne Datum). *Biasarten*. <https://www.iqwig.de/sonstiges/glossar/biasarten.html>
- Jäde, S. (2024). Forschungsstand und theoretische Rahmung: Familie, Erziehung und der Übergang zur Elternschaft heute – Zwischen Kontinuität und Wandel. In S. Jäde, *Werdende Eltern* (S. 21–145). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-46483-7_2
- Jage-D'Aprile, F. (n.d.). *Instamoms – Feminismus oder Retraditionalisierung?* netzforma e.V. - Verein für feministische Netzpolitik. <https://netzforma.org/instamoms-feminismus-oder-retraditionalisierung>
- Jasim, M., Fatima, M., Sonni, S. R., & Mahyar, N. (2023). Bridging the Divide: Promoting Serendipitous Discovery of Opposing Viewpoints with Visual Analytics in Social Media. *2023 IEEE Workshop on Visualization for Social Good (VIS4Good)*, 26–30. <https://doi.org/10.1109/VIS4Good60218.2023.00012>
- Juncke, D., Weßler-Poßberg, D., Mohr, S., Nicodemus, J., Stoll, E., Vogel, Y., Arnold, J., & Schmollinger, T. (2020, November). *Abschlussbericht. Evaluation der Familienberatung in Nordrhein-Westfalen*. https://www.mkjfgfi.nrw/sites/default/files/documents/abschlussbericht_familienberatung_final.pdf
- Kernis, M. H., & Goldman, B. M. (2006). A Multicomponent Conceptualization of Authenticity: Theory and Research. In *Advances in Experimental Social Psychology* (Bd. 38, S. 283–357). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(06\)38006-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(06)38006-9)
- Kirkpatrick, C. E., & Lee, S. (2022). Comparisons to picture-perfect motherhood: How Instagram's idealized portrayals of motherhood affect new mothers' well-being. *Computers in Human Behavior*, 137, 107417. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107417>
- Klucarova, S., & Hasford, J. (2023). The oversharenting paradox: When frequent parental sharing negatively affects observers' desire to affiliate with parents. *Current Psychology*, 42(8), 6419–6428. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01986-z>
- Knauf, H. (2019). Die intensive Elternschaft als neues Paradigma für die Erziehung in Familien?: Eine empirische Studie zu Familienblogs im Internet. *Soziale Passagen*, 11(1), 175–190. <https://doi.org/10.1007/s12592-019-00315-3>
- Knauf, H., & Mierau, S. (2021). Instamoms: Visuelle Inszenierungen intensiver Mütterlichkeit in Social Media. *ZSE Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 3, 283–300. <https://doi.org/10.3262/ZSE2103283>
- Kühne, Stefan. (2012). Qualitätsmanagement in der psychosozialen Onlineberatung. *e-beratungsjournal.net: Fachzeitschrift für Onlineberatung und computervermittelte Kommunikation*, 8. Jahrgang, Heft 2, Artikel 3, 1–14.
- Küppers, B., Ruhmann, A., Gerbig, S., & Tegtmeyer, U. (2024). *Monetarisierung von Kindern: Familieninfluencer*innen* (Kinderarbeit? In Deutschland? Kinderarbeitsreport 2024, S. 36–46). Terre des Hommes Deutschland e. V. https://www.tdh.de/fileadmin/user_upload/in-

halte/04_Was_wir_tun/Themen/Kinderarbeit/Kinderarbeitsreport_2024/TDH_Kinderarbeitsreport-2024.pdf

- La Rosa, V. L., & Commodari, E. (2024). Mother–Child Attachment Relationship in Pregnancy, Postpartum, and Early Childhood: Current Status and New Research Perspectives. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 14(8), 2226–2229. <https://doi.org/10.3390/ejihpe14080148>
- Lehmann, R., Albrecht, J., Zauter, S., & Institut Für E-Beratung. (2020). CaSoTex, Computerunterstützte Analyse Sozialwissenschaftlicher Texte. In *E-Beratung* (Bd. 2020, S. 770 KB, 10 pages) [Application/pdf]. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. <https://doi.org/10.34646/THN/OHMDOK-619>
- Lim, M. S. C., Molenaar, A., Brennan, L., Reid, M., & McCaffrey, T. (2022). Young Adults' Use of Different Social Media Platforms for Health Information: Insights From Web-Based Conversations. *Journal of Medical Internet Research*, 24(1), e23656. <https://doi.org/10.2196/23656>
- Marcelo, C., & Marcelo, P. (2021). Educational influencers on Twitter. Analysis of hashtags and relationship structure. *Comunicar*, 29(68), 73–83. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-06>
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 633–648). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42
- Menzel, T.-M. (2023). #bedürfnisorientiert und #bindungsorientiert: Ein Erziehungstrend in den Sozialen Medien. *Sozial Extra*, 47(6), 363–367. <https://doi.org/10.1007/s12054-023-00639-8>
- Mertens, E., & Beuckels, E. (2023). Momfluencers als entertaineducators ter promotie van borstvoeding: Een conceptueel model. *Tijdschrift voor Communicatiewetenschap*, 51(3), 303–322. <https://doi.org/10.5117/TCW2023.3.005.MERT>
- Müller, T. (2024, September). *Ergebnisse der ARD/ZDF - Medienstudie 2024. Zahl der Social-Media-Nutzenden steigt auf 60 Prozent*. https://www.ard-media.de/fileadmin/user_upload/media-perspektiven/pdf/2024/MP_28_2024_ARD_ZDF-Medienstudie_2024._Zahl_der_Social-Media-Nutzenden_steigt_auf_60_Prozent.pdf
- Nagels, P. (2019, Oktober 5). *Wie Influencerinnen ein neues Bild der „perfekten Hausfrau“ kreieren*. <https://www.welt.de/kmpkt/article201403420/Instamoms-Wie-Influencerinnen-ein-neues-Bildder-perfekten-Hausfrau-kreieren.html>
- Naseri, S. (2017). Online Social Network Sites and Social Capital: A Case of Facebook. *Journal of Applied Sociology*, 7. <https://doi.org/10.5923/j.ijas.20170701.02>
- Opresnik, M. O., & Yilmaz, O. (2016). *Die Geheimnisse erfolgreichen YouTube-Marketings: Von YouTubern lernen und Social Media Chancen nutzen*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50317-1>
- Passmore, J., & Rowson, T. S. (2019). Neuro-linguistic-programming: A critical review of NLP research and the application of NLP in coaching. *International Coaching Psychology Review*, 14(1), 57–69.
- Peters, Y., Nehls, P., & Thimm, C. (2023, Juni 28). *Plattformforschung mit Instagram-Daten – Eine Übersicht über analytische Zugänge, digitale Erhebungsverfahren und forschungsethische Perspektiven in Zeiten der APICalypse*. Springer Nature Link. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11616-023-00786-8#Sec5%20https://about.fb.com/de/news/2021/04/so-gehen-wir-gegen-scraping-vor/>
- Piccotti, T. (2024, Oktober 29). *The Story of Ruby Franke's Chilling Spiral from Popular „Momfluencer“ to convicted Felon*. Biography. <https://www.biography.com/crime/a60319774/ruby-franke-story>

- Rangka, I. B., Hidayah, N., Ramli, M., & Aminah, S. (2023). The exposure of mom-influencers on social media: A potential threat to public health awareness. *Journal of Public Health*, 45(4), e797–e798. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad081>
- Richard Reindl. (2015). Psychosoziale Onlineberatung – von der praktischen zur geprüften Qualität. *e-beratungsjournal.net: Fachzeitschrift für Onlineberatung und computervermittelte Kommunikation*, 11. Jahrgang, Heft 1, Artikel 6, 55–65.
- Riedl, M., & Schwemmer, C. (2022, September 6). *Influencer*. bidt. <https://www.bidt.digital/glossar/influencer/>
- Rohleder, B. (2023, Februar). *Bitkom Research*. Bitkom. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Mehr-als-50-Millionen-Deutsche-nutzen-soziale-Medien>
- Schmidt, J.-H., & Taddicken, M. (2016). Soziale Medien: Funktionen, Praktiken, Formationen. In J.-H. Schmidt & M. Taddicken (Hrsg.), *Handbuch Soziale Medien* (S. 1–15). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-03895-3_2-2
- Schmit, C. (2021). Soziale Netzwerke als Räume der Identitätsarbeit. *Medienimpulse*, 61 Seiten Seiten. <https://doi.org/10.21243/MI-02-21-19>
- Stark, B., Magin, M., & Geiß, S. (2022). Meinungsbildung in und mit sozialen Medien. In J.-H. Schmidt & M. Taddicken (Hrsg.), *Handbuch Soziale Medien* (S. 213–231). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25995-2_23
- Stix, D. C. (2022). *Praxishandbuch Beraten mit Social Media: Digitale Soziale Arbeit mit Jugendlichen* (1. Auflage). Beltz Juventa.
- Ta'amneh, I. M., & Al-Ghazo, A. (2021). The Importance of Using Hashtags on Raising Awareness about Social Issues. *International Journal of Learning and Development*, 11(4), 10. <https://doi.org/10.5296/ijld.v11i4.19139>
- Verbraucherzentrale. (2024, November 29). *Healy: Vorsicht vor falschen Gesundheitsversprechen*. <https://www.verbraucherzentrale.de/aktuelle-meldungen/gesundheit-pflege/healy-vorsicht-vorfalschen-gesundheitsversprechen-93768>
- Witkowski, T. (2010). Thirty-five years of research on neuro-linguistic programming. NLP research data base. State of the art or pseudoscientific decoration? *Polish Psychological Bulletin*, 41(2), 58–66.

Implementation von Gewaltschutzkonzepten – Schutzkonzepte in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe: Stand der Umsetzung und Unterstützungsbedarf im Praxistransfer (ImSchutz)

Prof. Dr. Simone Pfeffer

Fakultät Sozialwissenschaften

Prof. Dr. Christina Storck

Fakultät Sozialwissenschaften

Teresa Wagner, M. A.

Fakultät Sozialwissenschaften

Franziska Simon-Erhardt, M. A.

Fakultät Sozialwissenschaften

Zusammenfassung:

Das Forschungsprojekt untersucht den Stand der Umsetzung von Schutzkonzepten in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe (KJH). Es werden Hindernisse ermittelt und Ressourcen identifiziert, die zu einem erfolgreichen Praxistransfer beitragen. Zudem wird der spezifische Unterstützungsbedarf von Fachkräften erfasst. Auf Basis des Forschungsstands wurden eine schriftliche Befragung von Fachkräften und vertiefende Interviews durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, wie Einrichtungen der KJH gezielt in der Fortschreibung und kontinuierlichen Verbesserung ihrer Schutzkonzepte unterstützt werden können. Die Ergebnisse können dazu beitragen, spezifische Unterstützungs- und Weiterbildungsangebote zu entwickeln und somit den Gewaltschutz in KJH-Einrichtungen zu stärken.

1. Projektdaten ImSchutz

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät	Sozialwissenschaften
Projektleitung	Prof. Dr. Simone Pfeffer, Prof. Dr. Christina Storck
Projektteam	Teresa Wagner, M. A., Franziska Simon-Erhardt, M. A., Yara Minou Haas
Kontakt Daten Projektleitung	simone.pfeffer@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Schutzkonzepte sind in Deutschland seit 2022 eine gesetzliche Verpflichtung für Einrichtungen im Bereich der Kinder- und Jugendhilfe. Die gesetzliche Grundlage für die Implementierung von Schutzkonzepten bildet der Paragraph 45 Absatz 2 Nummer 4 Sozialgesetzbuch (SGB) VIII. Dieser Paragraph schreibt vor, dass jede Kindertageseinrichtung sowie andere betriebserlaubnispflichtige Einrichtungen ein Konzept zum Schutz der Kinder vor Gewalt entwickeln, anwenden und fortlaufend überprüfen müssen. Neben dieser bundesweiten Regelung gibt es in den einzelnen Bundesländern spezifische Gesetze und Verordnungen, die die Anforderungen an Schutzkonzepte weiter präzisieren. So verlangt beispielsweise das Bayerische Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz (BayKiBiG) in Artikel 9b eine detaillierte Gefährdungseinschätzung der Fachkräfte bei Bekanntwerden gewichtiger Anhaltspunkte für die Gefährdung eines von ihnen betreuten Kindes oder Jugendlichen. Trägerinnen und Träger von Einrichtungen müssen bei der Erstellung eines Schutzkonzepts daher nicht nur die bundesgesetzlichen Anforderungen, sondern auch die länderspezifischen Regelungen berücksichtigen. Die unterschiedlichen Regelungen führen dazu, dass die Ausgestaltung und Umsetzung von Schutzkonzepten in Deutschland je nach Bundesland variieren können. Der gesetzlichen Neuregelung in Deutschland sind diverse Forschungsarbeiten und Projekte zum Schutz von Kindern in den letzten 15 Jahren vorausgegangen. Sie wurden wesentlich in Gang gesetzt durch die Einrichtung des Amtes einer/eines Unabhängigen Beauftragten für Fragen des sexuellen Kindesmissbrauchs (UBSKM) im Jahr 2010 und mehrere Förderlinien des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zu sexualisierter Gewalt seit 2011. Ausgelöst wurde diese verstärkte öffentliche Aufmerksamkeit und die Ausstattung des Themenbereichs mit Amt und Forschungsmitteln auf Bundesebene mit der Aufdeckung einer erheblichen Anzahl von Missbrauchsfällen in verschiedenen pädagogischen Einrichtungen. Weithin bekannte Beispiele hierfür sind die Odenwaldschule in Heppenheim oder das Canisius-Kolleg in Berlin.

Im Zuge der öffentlichen Sensibilisierung für die Themen Kinderschutz und Gewaltprävention haben sich diverse Studien und Projekte mit Gewaltbetroffenheit und Schutz von Kindern und Jugendlichen in verschiedenen pädagogischen Einrichtungen auseinandergesetzt. Neben Hintergrundwissen und spezifischen Aspekten zu sexualisierter Gewalt wurden auch Grundlagen zu Inhalten und Gelingensbedingungen von Schutzkonzepten sowie Leitfäden, Praxiskonzepte und Handreichungen für spezifische Bereiche erarbeitet. Zentrale Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst. Auf Basis dieser Arbeiten gelten heute folgende Punkte als zentrale Bestandteile eines Schutzkonzepts (Allroggen et al. 2022, Andresen et al. 2018, Fegert et al. 2018, Henningsen et al. 2021, Kappler et al. 2019, Kavemann & Nagel 2018, Pooch & Tremel 2016, USBKM (ohne Datum), Wazlawik et al. 2019, Wolff et al. 2017):

- **Leitbild der Einrichtung:** Das Leitbild legt die Werte und Prinzipien fest, die den Schutz der betreuten Personen gewährleisten und dient als Orientierung für alle Beteiligten. Gewaltschutz ist als Kinderrecht hier verankert.
- **Risikoanalyse und Analyse der Potentiale:** Zu Beginn der Entwicklung eines einrichtungsbezogenen Schutzkonzepts steht die Analyse der vorhandenen Risiko- und Schutzbedingungen in der Einrichtung. Sie bildet die Basis für das weitere Vorgehen.
- **Verhaltenskodex:** Der Kodex definiert angemessenes Verhalten gegenüber Kindern und Jugendlichen. Er gibt Regeln vor, setzt klare Grenzen und schafft dadurch ein sicheres Umfeld.
- **Institutionelle Strukturen und Personalverantwortung:** Transparente Hierarchien sowie klare Aufgabenbereiche und Zuständigkeiten unterstützen den Kinderschutz. Zur Personalverantwortung zählt eine sensible Personalauswahl, bei der Kinderschutz von Beginn an beachtet wird, zum Beispiel durch eine Thematisierung im Bewerbungsgespräch und die Unterzeichnung einer Selbstverpflichtungserklärung durch die Mitarbeitenden der Einrichtung.
- **Fortbildung der Fachkräfte:** Regelmäßige Weiterqualifizierung durch Fortbildungen zu Kinderschutz und Gewaltprävention halten das Wissen auf dem aktuellen Stand und schärfen das Bewusstsein und die Handlungskompetenz der Fachkräfte.
- **Partizipation:** Kinder und Jugendliche werden aktiv in die Entwicklung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen eingebunden, was Akzeptanz und Selbstbestimmung unterstützt. Auch Eltern werden in diesen Prozess einbezogen.
- **Beschwerdeverfahren:** Es gibt niedrigschwellige Möglichkeiten, sich zu beschweren und Probleme rückzumelden. Klare Abläufe und Ansprechpersonen sind eingeführt und bekannt. Leitungen werden über funktionierende Beschwerdeverfahren frühzeitig auf Schwierigkeiten und problematische Verhaltensweisen aufmerksam und können entsprechend handeln.
- **Notfall- und Interventionsplan:** Dieser Plan gibt konkrete Anweisungen für Verdachts- oder Übergriffs-Situationen. Die für diese Situationen grundlegenden Schritte und Zuständigkeiten, auch für die Kooperation mit spezifischen Fachkräften, müssen den Mitarbeitenden bekannt sein. Der Notfallplan sollte auch ein Rehabilitationsverfahren bei nicht bestätigtem Verdacht beinhalten.
- **Präventionsangebote:** Altersgerechte resilienzfördernde Präventionskonzepte können Kinder und Jugendliche in Bezug auf die Wahrnehmung ihrer Bedürfnisse und Grenzen, des Bewusstseins ihrer Rechte sowie hinsichtlich ihres Wissens und der Fähigkeiten, sich Hilfe zu holen, unterstützen. Sie beinhalten weiterhin altersentsprechende sexual- und medienpädagogische Angebote sowie den Einbezug von Eltern und weiteren Bezugspersonen.
- **Vernetzung mit Fachstellen:** Externe Beratungsstellen bieten zusätzliche Expertise und Unterstützung im Ernstfall und können qualifizierte Beratungen und Fortbildungen durchführen.

Vor dem Hintergrund der derzeitigen Befunde sollte ein Schutzkonzept also aus mehreren aufeinander abgestimmten Komponenten bestehen, die zusammenwirken und das Ziel verfolgen, Kinder und Jugendliche zu schützen. Im Idealfall wird es in einem gemeinsamen Prozess in der Einrichtung partizipativ entwickelt. Ein Schutzkonzept sollte regelmäßig fortgeschrieben, das heißt überprüft und an neue Entwicklungen angepasst werden.

Schutzkonzepte sind bereits in unterschiedlichen Handlungsfeldern der Kinder- und Jugendhilfe verankert, aber keinesfalls flächendeckend umgesetzt (Henningsen et al. 2021). In Einrichtungen der KJH, die eine Betriebserlaubnis des Jugendamts benötigen, ist ein Schutzkonzept seit 2022 verpflichtend und muss daher seit Ende 2022 vorliegen. Empfehlungen für ein Schutzkonzept gelten inzwischen weithin in der Kinder- und Jugendarbeit, eine Verpflichtung besteht aber nicht in allen Bereichen. Erste Ergebnisse aus dem bis Ende 2024 laufenden Forschungsprojekt SchutzJu zu Kinder- und Jugendarbeit und Jugendsozialarbeit zeigen, dass bei der Befragung von hauptamtlich und ehrenamtlich Mitarbeitenden je nach Bereich gut ein Drittel bis die Hälfte der Mitarbeitenden davon berichten, dass in ihrem Tätigkeitsbereich ein Schutzkonzept vorliegt (offene Kinder- und Jugendarbeit 52,9 Prozent,

Jugendverbandsarbeit 53,5 Prozent, Jugendsozialarbeit 44,1 Prozent und Internationale Jugendarbeit 37,8 Prozent). Ein weiterer großer Teil gibt jeweils an, dass ein Schutzkonzept in Planung ist und 8 bis knapp 15 Prozent der Mitarbeitenden geben an, es nicht zu wissen (Birke et al. 2024). Das bedeutet zugleich, dass die Hälfte oder mehr der Einrichtungen aus diesen Bereichen der Kinder- und Jugendarbeit noch kein Konzept zum Schutz vor Gewalt eingeführt haben.

Förderlich für die Implementation von Schutzkonzepten ist eine breite Unterstützung durch übergeordnete Ebenen wie Jugendamt, Trägerinnen und Träger und Leitungspersonen. Bisherige Erhebungen weisen darauf hin, „dass der Prozess der Schutzkonzeptentwicklung oftmals stark durch die Unterstützung der Dachorganisationen und Leitungsebenen profitiert“ (Kappler et al. 2019, S. 201). Weiterhin als förderlich bei der Entwicklung von Schutzkonzepten sind die Einbindung in Netzwerke und eine partizipative Grundorientierung (ebenda, S. 12). In der oben bereits genannten Befragung zur Kinder- und Jugendarbeit und Jugendsozialarbeit wird das Recht auf Beteiligung in allen Feldern als besonders relevant eingeschätzt. Es zeigt sich allerdings, dass junge Menschen hauptsächlich bei Alltagsfragen wie Programmgestaltung oder Alltagsregeln Mitsprache haben, aber in Zusammenhang mit Schutzkonzepten deutlich weniger beteiligt werden (Birke et al. 2024). Es gibt Hinweise für einen positiven Zusammenhang zwischen Umsetzungsstand und Akzeptanz des Schutzkonzepts in der Belegschaft (Kappler et al. 2019), wobei nicht klar ist, ob diese bereits im Vorfeld gegeben war und daher ein guter Umsetzungsstand erreicht wurde oder ob sich durch die Auseinandersetzung mit dem Schutzkonzept die Akzeptanz für dieses Themenfeld erhöht hat. Ein zentraler Sicherheitsfaktor für Kinder und Jugendliche sind Beziehungen zu Vertrauenspersonen (Kampert 2017). Es erscheint sinnvoll, diesen Faktor besonders bei der Personalentwicklung und bei Inhalten von Präventionsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Zugleich bestehen auch erhebliche Herausforderungen bei der Implementierung von Schutzkonzepten. Zunächst können Situationen und Bedingungen, in denen die oben positiv beschriebenen Faktoren nicht vorhanden sind, wie beispielsweise fehlende Unterstützung durch übergeordnete Stellen, fehlende Partizipation oder Vernetzung, Hindernisse darstellen. Dazu zählt auch eine fehlende Verankerung von Schutzkonzepten in Organisationskulturen und wenig förderliche strukturelle Bedingungen zur Umsetzung. Darüber hinaus wurde es als herausfordernd beschrieben, im Alltag auch mit dem Schutzkonzept zu arbeiten, nachdem es für die Erteilung einer Betriebserlaubnis formal eingeführt wurde. In einigen Fällen „bleibe dies in der Schublade liegen und habe keinen Einfluss auf den Alltag“ (Pooch & Tremel 2016, S. 15). Ebenfalls herausfordernd für die Fachkräfte kann auch die Auseinandersetzung mit belastenden Themen sein. „Gerade in Bezug auf heikle und belastende Themen wie sexualisierte Gewalt und sexualpädagogische Konzepte wurde von den Teilnehmenden an der Fokusgruppe eine unterschiedliche Bereitschaft von Kolleginnen und Kollegen berichtet, sich diesen Themen anzunähern“ (ebenda, S. 19). Hier stellt sich die Frage, was es Fachkräften erleichtern würde, sich auseinanderzusetzen und eine entsprechende Motivation und Akzeptanz zu entwickeln. Zur persönlichen Auseinandersetzung, zu individuellen Berührungspunkten und Unsicherheiten gibt es nur wenig Daten, obgleich Unsicherheit oder persönliche Betroffenheit Barrieren in der Auseinandersetzung mit dem Thema Gewaltschutz darstellen können.

Zur Wirkung von Schutzkonzepten sind noch kaum belastbare Daten vorhanden. Eine am DJI und der Hochschule Hannover angesiedelte Längsschnittstudie zur Wirkung von Schutzkonzepten an Schulen (Laufzeit 2021 bis 2025) konnte im Zwischenfazit zeigen, dass sich die Viktimisierungsraten verringern, wenn eine Schule in die Umsetzung des Schutzkonzepts investiert (Kindler et al. 2024).

In zusammenfassender Sicht besteht inzwischen ein guter Wissensbestand zu Bestandteilen von Schutzkonzepten, sie sind heute in vielen pädagogischen Einrichtungen verankert und werden zunehmend als zentrale Instrumente zur Prävention von Gewalt und Missbrauch anerkannt. Gesetzliche Regelungen wie der Paragraf 45 SGB VIII haben dazu beigetragen, dass Schutzkonzepte in bestimmten Feldern verpflichtend eingeführt wurden. Zugleich zeigt sich, dass die Umsetzung in die Praxis und die alltägliche Integration mit erheblichen Herausforderungen verbunden sind. Die konkrete Ausgestaltung und Implementierung eines solchen Konzepts muss sich an den spezifischen Bedingungen des jeweiligen

Handlungsfeldes, den normativen Strukturen der Träger sowie den regionalen und einrichtungsspezifischen Gegebenheiten orientieren. Auch Bereiche wie die Prävention sexualisierter Gewalt bei Kindern, die Handlungssicherheit in Verdachtsfällen sowie häusliche Gewalt stellen Fachkräfte vor erhebliche Herausforderungen.

Es bleibt daher von Relevanz, weiter zu untersuchen, welche Faktoren die Implementation in den Einrichtungsalltag unterstützen. Dies gilt auch für die Überprüfung und Fortschreibung von Schutzkonzepten, denn diese Phasen beginnen gerade erst.

3. Ziele des Forschungsprojekts

Das vorliegende Forschungsvorhaben zielt darauf ab, den aktuellen Stand der Entwicklung, Umsetzung und Fortschreibung von Schutzkonzepten in ausgewählten Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe aus Sicht der Fachkräfte zu beleuchten. Dabei sollen Hindernisse und Ressourcen ermittelt werden, die bei der Anwendung, Überprüfung und Fortschreibung dieser Konzepte auftreten sowie Aspekte identifiziert werden, die zu einem erfolgreichen Transfer von Schutzkonzepten in der Praxis beitragen können. Zudem wird der spezifische Unterstützungsbedarf von Einrichtungen im Rahmen dieses Prozesses erfasst. Dadurch soll das Projekt einen Beitrag zur Stärkung des Kinderschutzes in Einrichtungen der KJH leisten und eine Grundlage für weitere Forschungsarbeiten in diesem aktuellen und bislang wenig untersuchten Bereich schaffen.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Nach der Ermittlung des aktuellen Forschungsstands wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dem Fachkräfte der KJH zum Stand der Einführung und Fortschreibung der Schutzkonzepte, zu Schwierigkeiten und förderlichen Faktoren, zu partizipativen Prozessen sowie zum Bedarf an Weiterbildung befragt wurden. Im Anschluss wurden aufbauend auf den Ergebnissen der schriftlichen Befragung leitfadengestützte Experteninterviews durchgeführt, um einen vertieften Einblick in die Perspektive der Fachkräfte auf die konkrete Umsetzung von Gewaltkonzepten in ihrer Einrichtung zu gewinnen und damit in Zusammenhang stehende Herausforderungen und Bedarfe zu ermitteln.

4.1 Schriftliche Befragung zur Einführung, Umsetzung und Fortschreibung von Schutzkonzepten

Prozedur der Datenerhebung

Die Befragung wurde im Zeitraum vom 01.05. bis 01.07.2024 online durchgeführt. Ein Link zur SoSciSurveyPlattform, auf der die Befragung angelegt war, wurde an verschiedene Verteilernetzwerke versandt. Hierüber wurden vor allem frankenweit Landratsämter, Kommunen und Träger von Kinder- und Jugendeinrichtungen angeschrieben. Zusätzlich wurden Studierende der Fakultät Sozialwissenschaften der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm) einbezogen, da einige Studierende des Bachelorstudiengangs „Soziale Arbeit“ und alle Studierenden des berufsbegleitenden Studiengangs „Soziale Arbeit: Erziehung und Bildung im Lebenslauf“ neben ihrem Studium in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe tätig sind. Zudem erfolgte eine Vorstellung der Studie mit Weitergabe des Links im Rahmen einer Lehrveranstaltung am 27.06.2024 im Studiengang „Erziehung und Bildung im Lebenslauf“ an der Ohm (25 Studierende).

Die Teilnehmenden wurden zur Anonymität und Freiwilligkeit sowie über den Datenschutz umfassend informiert. Dazu gehörte eine ausführliche Beschreibung des Forschungsvorhabens, der Ziele der Studie

und der zu erhebenden Daten. Zudem wurden sie über die Analyse der Daten, deren Lagerung, Speicherung, Rechtsgrundlagen, ihre Möglichkeiten zum Widerruf sowie über die Kontaktdaten informiert. Sie erteilten eine schriftliche Einwilligung in die Erhebung und die Verarbeitung personenbezogener Daten. Vier Wochen nach dem Versand des Links wurde nochmals an die Befragung erinnert. Es gab keine monetären oder nicht-monetären Anreize.

Stichprobe

172 Fragebögen wurden fristgerecht bis zum 01.07.2024 ausgefüllt. Fragebögen ohne sinnhafte Angaben sowie Fragebögen, bei denen verneint wurde, dass in der Einrichtung, in der die Befragten tätig sind, ein Schutzkonzept existiert, wurden aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen (Anzahl (n) = 35). Datengrundlage für die Auswertungen bildeten somit 137 Fragebögen.

98 Teilnehmende machten Angaben zu ihrem Alter und ihrem Geschlecht: 92 Fachkräfte sind weiblich, 6 männlich. Die Altersangaben zeigt die folgende Tabelle 1:

Tab. 1: Alter der Teilnehmenden [n = 98].

Altersbereich	Anzahl	Anteil an den gültigen Antworten (Prozent)
18-25 Jahre	5	3,6 Prozent
26-35 Jahre	25	18,2 Prozent
36-45 Jahre	22	16,1 Prozent
46-55 Jahre	27	19,7 Prozent
> 55 Jahre	19	13,9 Prozent

100 Teilnehmende gaben ihren Bildungsabschluss an: 78 verfügen über einen Abschluss in einem staatlich anerkannten Ausbildungsberuf, wie Kinderpfleger/Kinderpflegerin, Erzieher/Erzieherin, Heilpädagogik und Ergotherapie. 19 Teilnehmende haben ein Studium absolviert (Bachelor- oder Masterabschluss in Heilpädagogik, Kindheitspädagogik, Soziale Arbeit und Sozialpädagogik). 2 Teilnehmende kreuzten „Sonstiges“ an und 37 Fachkräfte machten keine Angabe. 78 Fachkräfte (80,4 Prozent) gaben an, in einer Leitungsfunktion tätig zu sein, 19 (19,6 Prozent) verneinten dies, 40 machten dazu keine Angabe.

Die Rückläufe stammen aus unterschiedlichen Einrichtungen der KJH und bilden somit eine gute Grundlage, um Aussagen über den Stand und die Herausforderung bei der Umsetzung von Gewaltschutzkonzepten in verschiedenen Institutionen treffen zu können:

Ein Großteil der Fachkräfte sind in Kindertageseinrichtungen (Krippe und Kindergarten) oder im Kindergarten tätig (zusammen 71,4 Prozent der gültigen Antworten). Eine detaillierte Übersicht der genannten Einrichtungsarten zeigt die Tab. 2:

Tab. 2: Art der Einrichtung [n = 98].

Einrichtung	Anzahl	Anteil an den gültigen Antworten (Prozent)
Kita (Krippe und Kindergarten)	45	45,9 Prozent
Kindergarten	25	25,5 Prozent
Andere Einrichtungen KJH	8	8,2 Prozent
Kita (Krippe, Kindergarten und Hort)	7	7,1 Prozent
Krippe	4	4,1 Prozent
Fachaufsicht, -beratung	4	4,1 Prozent
Hort	3	3,1 Prozent
Kita (Kindergarten und Hort)	2	2 Prozent

Fragebogen

Der Fragebogen wurde in einem Pretest (vom 01.02. bis zum 28.02.2024) mit 35 Erzieherinnen und Erziehern aus dem berufsbegleitenden Studiengang „Soziale Arbeit: Erziehung und Bildung im Lebenslauf“ an der Ohm überprüft. Im Nachgang wurden einzelne Formulierungen präzisiert und die Reihenfolge der Fragen verändert. Das in der Untersuchung eingesetzte Befragungsinstrument umfasst Fragen zu demografischen Daten (Geschlecht, Alter, Bildungsabschluss), zur Einrichtungsart und zu Leitungsfunktionen. Die Fragen zu Gewaltschutzkonzepten beziehen sich auf die folgenden Themen:

1. Zeitpunkt und Anlass der Einführung des Gewaltschutzkonzepts sowie zentrale Inhalte,
2. Partizipation, Herausforderungen und Hilfestellungen bei der Entwicklung des Gewaltschutzkonzepts,
3. Berührungspunkte mit Gewalt im beruflichen Kontext und
4. Fortbildungsbedarf im Bereich Gewaltschutz.

Ergebnisse

Die deskriptive Datenanalyse umfasst absolute und relative Häufigkeiten sowie Mittelwerte und Standardabweichungen. Die Auswertung wurde mit dem Programm SPSS (Version 28) durchgeführt.

Zeitpunkt und Anlass der Einführung des Gewaltschutzkonzepts

Auf die Frage, wann das Gewaltschutzkonzept in der Einrichtung eingeführt wurde, gaben 34 Fachkräfte an, dass das Schutzkonzept bis Ende 2021 entwickelt wurde, 68 nannten den Zeitraum von 2022 bis 2023 und 2 gaben an, dass das Gewaltschutzkonzept erst seit 2024 (1,92 Prozent) vorläge (104 gültige Antworten). Die Frage „Welchen Anlass gab es für die Erstellung eines Gewaltschutzkonzepts?“ wurden von 127 Teilnehmenden beantwortet, wobei es möglich war, mehrere Gründe zu benennen. In 101 Fällen wurde angegeben, dass die gesetzliche Vorgabe ein Hauptanlass für die Entwicklung des Schutzkonzepts darstellte (79,5 Prozent der Antwortenden). 51 Teilnehmende nannten die Vorgabe der Trägerin und des Trägers (40,2 Prozent), 24 Fachkräfte führten Initiativen der Mitarbeitenden an (18,9 Prozent), 3 eine Fallaufarbeitung (2,4 Prozent) und 11 nannten sonstige Gründe (8,7 Prozent, zum Beispiel pädagogisches Selbstverständnis oder Einführung durch Wissenschaft und Forschung) (vergleiche Abbildung 1).

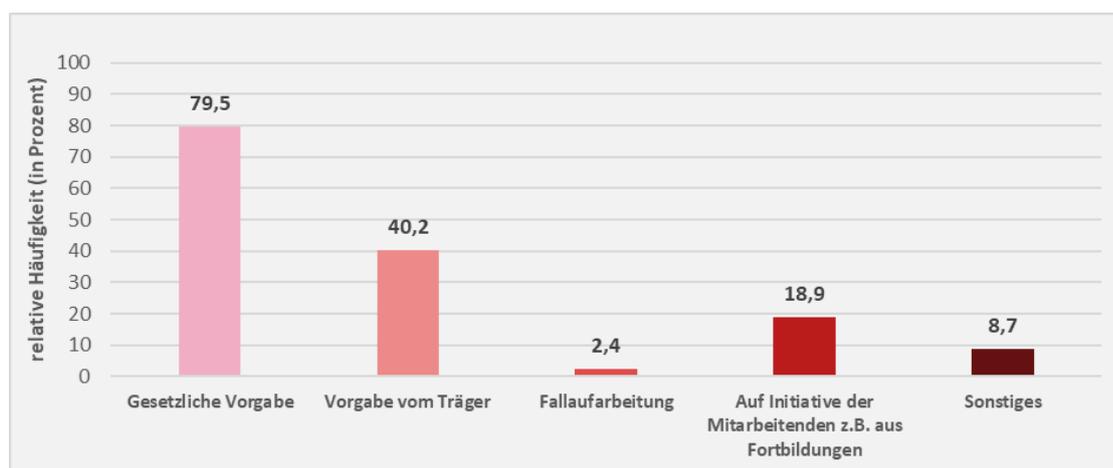


Abbildung 1: „Welchen Anlass gab es für die Erstellung eines Gewaltschutzkonzepts?“ [n = 127]. Bild: Eigene Darstellung

Zentrale Inhalte des Gewaltschutzkonzepts

Die Frage, welche Bestandteile das Schutzkonzept umfasst, wurde von 116 Teilnehmenden beantwortet. Insgesamt sahen 106 der Teilnehmenden den Krisen- und Notfallplan (91,4 Prozent der gültigen Antworten) sowie 108 (93,1 Prozent) den Verhaltenskodex als wesentliche Bestandteile des Schutzkonzepts an. 94 (81 Prozent) gaben an, dass ihr Schutzkonzept ein Leitbild enthält, 102 nannten Maßnahmen zur Einstellung des Personals (87,9 Prozent), wie beispielsweise die Vorlage eines polizeilichen Führungszeugnisses. Als

weitere Bestandteile des Schutzkonzepts wurden eine Potenzial- und Risikoanalyse (n = 86; 74,1 Prozent), die Selbstverpflichtungserklärung (n = 86; 74,1 Prozent), die Partizipation (n = 80; 69 Prozent) und ein Beschwerdestrukturmanagement (n = 88; 75,9 Prozent) angegeben. 69 der Befragten (59,5 Prozent) verwiesen auf die Bedeutung einer klaren Organisationskultur und 39 (33,6 Prozent) gaben an, Schulungspläne für das Personal zur Sicherstellung ihrer Handlungsfähigkeit in ihr Schutzkonzept integriert zu haben. 75 (64,7 Prozent) der Antwortenden führten an, dass eine Person als Kinderschutzbeauftragte beziehungsweise Kinderschutzbeauftragter im Gewaltschutzkonzept benannt wurde, während 24 (20,7 Prozent) spezifische Präventionsangebote als Bestandteil ihres Konzepts nannten. 9 Fachkräfte (7,6 Prozent) betonten einzelne Bestandteile nochmals unter der Kategorie „Sonstiges“: Prävention, Aufarbeitung, Weiterbildung und Aufklärung.

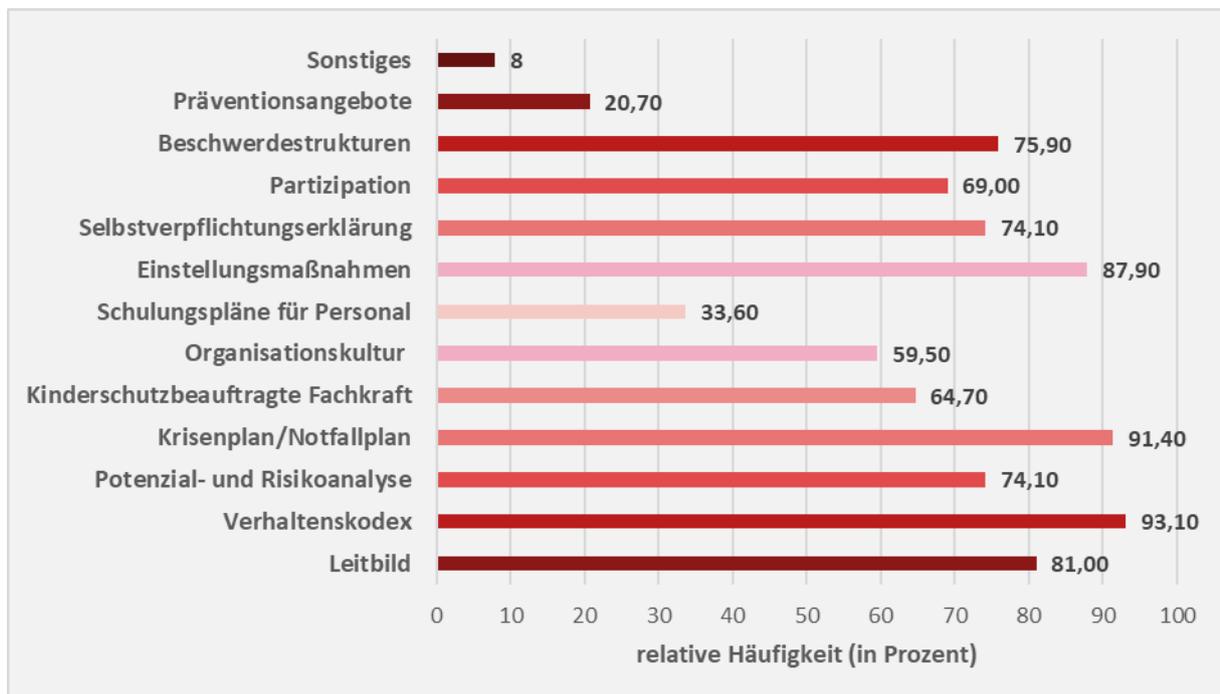


Abbildung 2: „Was ist bei Ihnen im Schutzkonzept vorhanden?“ [n = 116]. Bild: Eigene Darstellung

Die Frage „Wurde Ihr eigener Schutz als Fachkraft im Schutzkonzept thematisiert?“ wurde von 108 der Teilnehmenden beantwortet. 63 Fachkräfte (58,3 Prozent der Antwortenden) bejahten diese Frage und nannten folgende Aspekte zum eigenen Schutz: Handlungsschemata (zum Beispiel Prävention, Umgang mit Verdachtsmomenten und Vorfällen), organisatorische Maßnahmen (zum Beispiel Beschwerdemanagement) sowie Schutz vor Sorgeberechtigten und Kindern. 13 Personen (12 Prozent) waren sich in der Beantwortung der Frage unsicher („weiß nicht“). In 32 Fällen (29,6 Prozent der Antwortenden) wurde angegeben, dass der Schutz der Fachkräfte kein konkreter Bestandteil des Konzepts sei.

Partizipation, Herausforderungen und Hilfestellungen bei der Entwicklung des Gewaltschutzkonzepts

Auf die Frage „Wer wurde partizipativ in die Entwicklung des Gewaltschutzkonzepts einbezogen?“ gaben 99 Fachkräfte an, dass sie selbst maßgeblich am partizipativen Entwicklungsprozess des Schutzkonzepts beteiligt waren (89,2 Prozent der gültigen Antworten). Auch die Einrichtung (90 Nennungen, 81,1 Prozent) und die Trägerin und der Träger (73 Nennungen; 65,8 Prozent) wurden von den Teilnehmenden als mitwirkende Kräfte aufgezählt. 39 (35,1 Prozent) der Befragten führten regionale Fachstellen als unterstützende Mitwirkende an, während 22 (19,8 Prozent) angaben, dass auch Kinder partizipativ

eingebunden wurden. Weitere 21 der Befragten (18,9 Prozent) gaben an, dass die Sorgeberechtigten in die Entwicklung des Schutzkonzepts einbezogen wurden und 2 (1,8 Prozent) nannten sonstige Parteien als Mitwirkende.

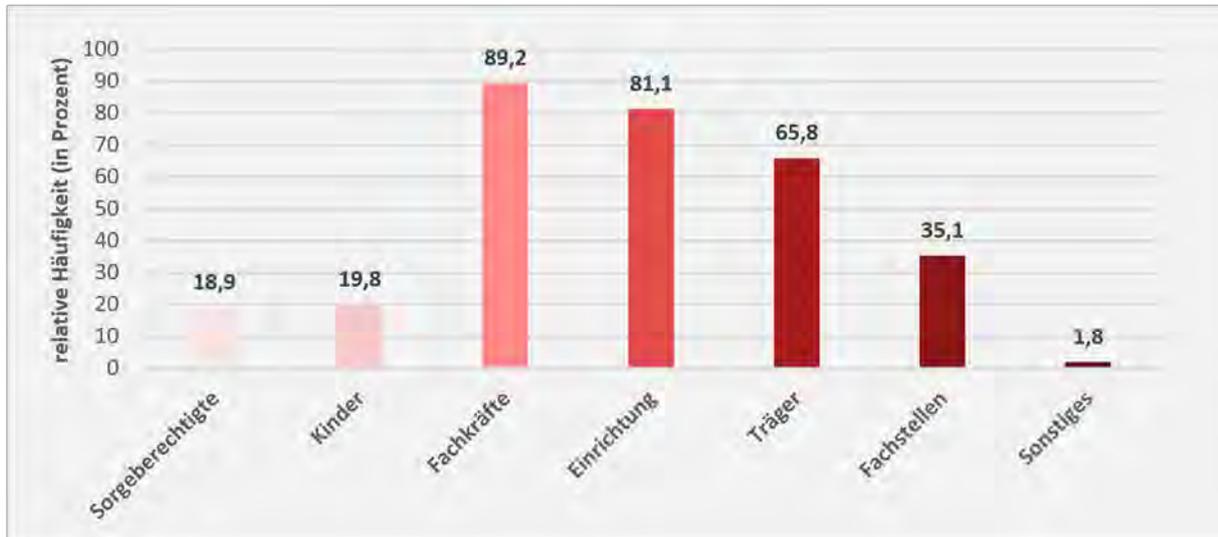


Abbildung 3: „Wer wurde partizipativ in die Entwicklung des Gewaltschutzkonzept einbezogen?“ [n = 111]. Bild: Eigene Darstellung

Herausforderungen und Probleme bei der Entwicklung des Gewaltschutzkonzepts sahen die meisten Fachkräfte beim Faktor Zeit. Die größte Herausforderung sei der Mangel an zeitlichen Ressourcen (38 Nennungen; 48,10 Prozent der gültigen Antworten). Kommunikation und Teamdynamik wurden von 20 Teilnehmenden (25,32 Prozent) ebenfalls als wichtige Themen genannt, gefolgt von der Notwendigkeit zur kontinuierlichen Aktualisierung und Fortschreibung des Schutzkonzepts (16 Nennungen, 20,25 Prozent). Vereinzelt Nennungen betrafen die stärkere Berücksichtigung von Beschwerden, den Personalmangel sowie den Einbezug von Sorgeberechtigten und Kindern.

Handreichungen und Arbeitshilfen wurden als besonders hilfreich für die Entwicklung von Schutzkonzepten eingestuft (77 Nennungen, entspricht 79,4 Prozent der gültigen Antworten). Auch Vorgaben von Trägerinnen und Trägern, dem Jugendamt, von Kommune, Land und Bund wurden als unterstützend empfunden (60 Nennungen, 61,9 Prozent). Die Verfügbarkeit von Materialien zum Gewaltschutz in der Einrichtung wurde von 57 Fachkräften (58,8 Prozent) als hilfreich erachtet, ebenso die Kooperationen mit anderen Einrichtungen, Fachstellen oder speziell geschulten Fachkräften (53 Nennungen, 54,6 Prozent). Bestimmte Rahmenbedingungen, wie beispielsweise ein strukturierter Zeitplan oder Fortbildungsangebote, empfanden 42 Teilnehmende (43,3 Prozent) als hilfreich. 6 Personen (6,2 Prozent) nannten sonstige Aspekte.

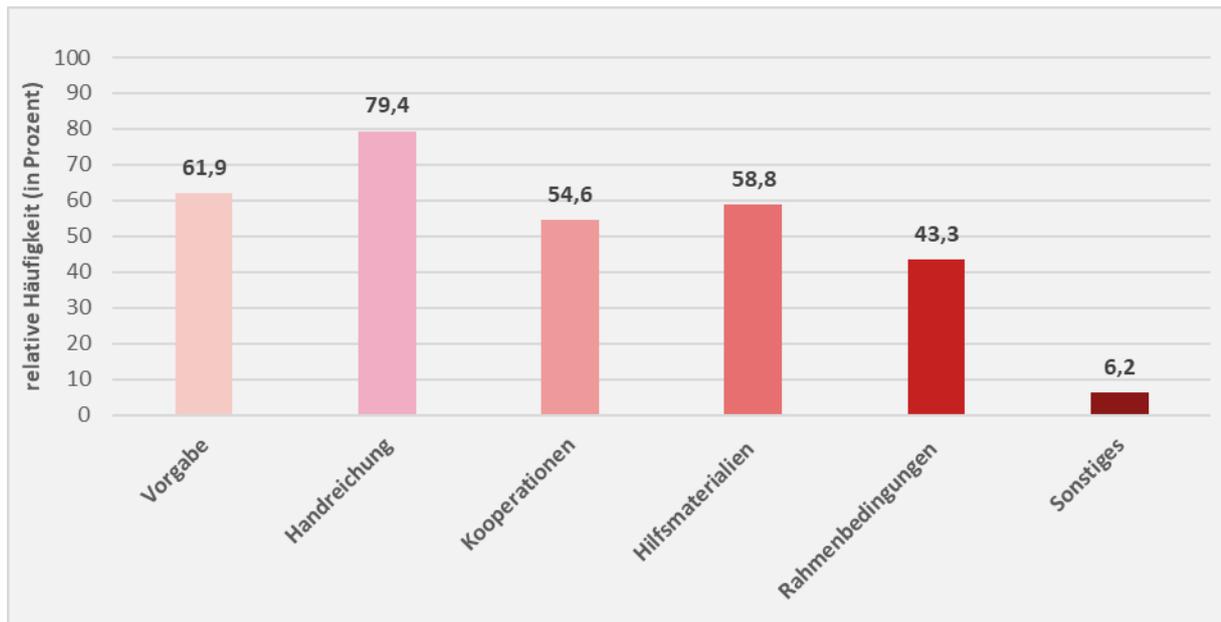


Abbildung 4: „Was haben Sie bei der Entwicklung eines Schutzkonzepts aus Ihrer Perspektive als hilfreich empfunden?“ [n = 97]. Bild: Eigene Darstellung

Berührungspunkte mit Gewalt im beruflichen Kontext

Insgesamt gaben 98 der 137 Fachkräfte an, dass sie in ihrer beruflichen Praxis in mindestens einem Bereich mit Gewalt konfrontiert wurden. Die folgende Abbildung 5 zeigt, welche Erfahrungen angegeben wurden. Der angegebene Prozentsatz entspricht dem Anteil der Nennungen an der Gesamtzahl der Fachkräfte, die mindestens eine Gewalterfahrung berichteten.

Am häufigsten wurden Fälle von Gewalt unter Kindern berichtet (78 Nennungen, 79,6 Prozent), gefolgt von Situationen, in denen Eltern/Sorgeberechtigte Gewalt gegenüber ihren Kindern ausübten (77 Nennungen, 78,6 Prozent) und Kinder gegenüber Fachkräften Gewalt ausübten (65 Nennungen, 66,3 Prozent). Mehr als ein Drittel der Fachkräfte, die Berührungspunkte mit Gewalt berichteten, nannten Gewalt von Kolleginnen und Kollegen gegenüber Kindern oder Jugendlichen (40 Nennungen; 40,8 Prozent) und von Kindern/Jugendlichen gegenüber ihren Eltern (35 Nennungen, 35,7 Prozent). 14 Fachkräfte (14,3 Prozent) berichteten, selbst Opfer von Gewalt in ihrer beruflichen Tätigkeit geworden zu sein. Auch Fällen von Gewalt im Kollegium (18 Nennungen, 18,9 Prozent), der Leitung gegenüber Kolleginnen und Kollegen (16 Nennungen, 16,3 Prozent) und des Kollegiums gegenüber der Leitung (13 Nennungen, 13,3 Prozent) wurden angegeben.

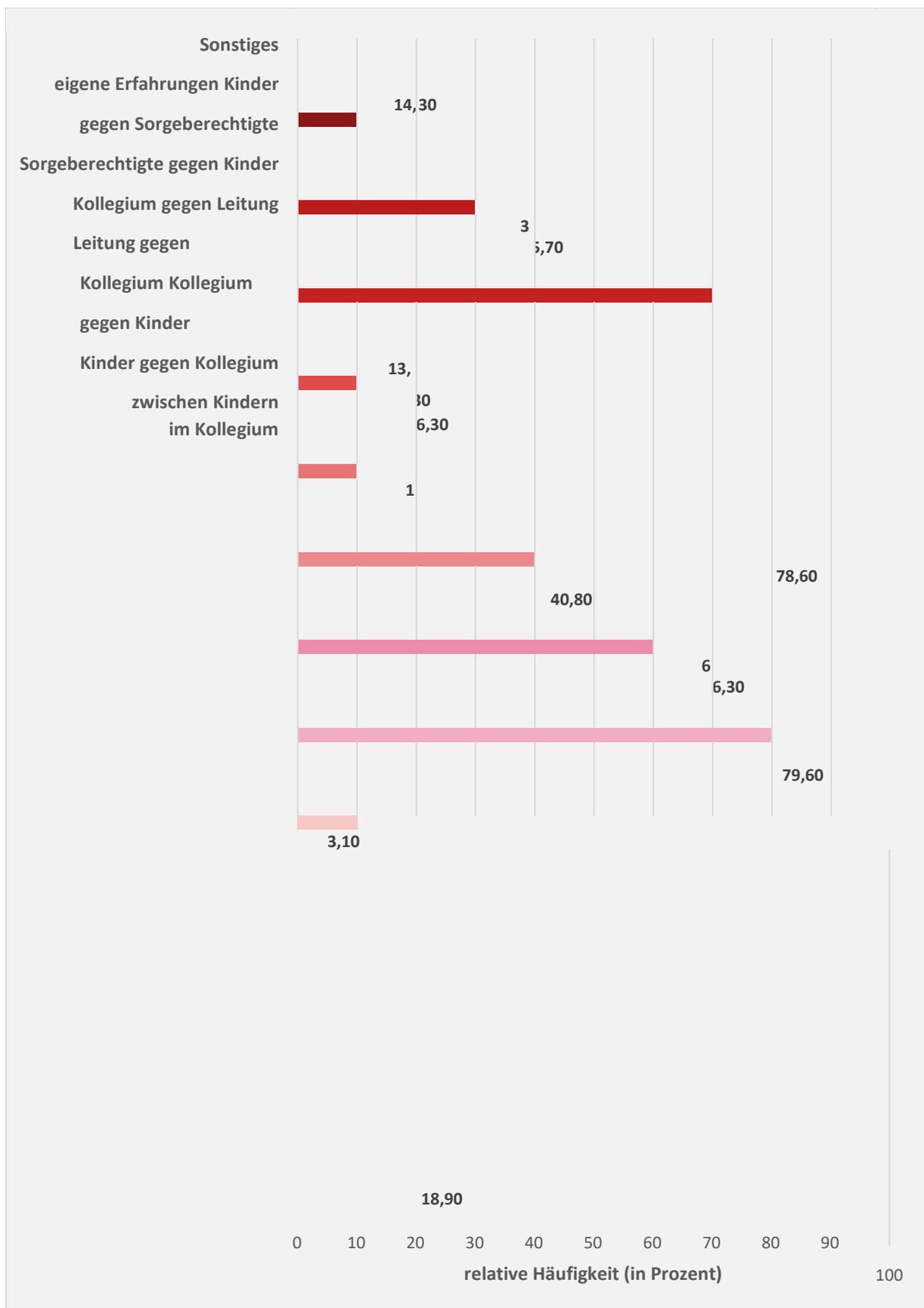


Abbildung 5: „Welche Berührungspunkte hatten Sie mit Gewalt im beruflichen Kontext?“ [n = 98]. Bild: Eigene Darstellung

Fortbildungsbedarf im Bereich Gewaltschutz

Die meisten Fachkräfte gaben an, weitere Fortbildungen zu Schutzkonzepten als hilfreich zu empfinden (n = 92, entspricht 90,2 Prozent der gültigen Antworten). 99 Teilnehmende machten Angaben zu gewünschten Inhalten (vergleiche Abbildung 6): Am häufigsten wurden die eigene Handlungssicherheit und Möglichkeiten der Prävention genannt, doch auch die Themen Grenzsetzung und Vertiefung von Fachwissen zum Thema Gewaltschutz erzielten hohe Zustimmungswerte.

Der Wunsch, über Fortbildungen die eigene Handlungssicherheit zu stärken, korrespondiert mit Einschätzung der eigenen Handlungssicherheit im Hinblick auf zukünftige Grenzüberschreitungen. Diese wurde auf einer 5-stufigen Skala von 1 („extrem sicher“) bis 5 („gar nicht sicher“) im Mittel mit 2,85 eingestuft (102 gültige Antworten, Standardabweichung = 0,86).

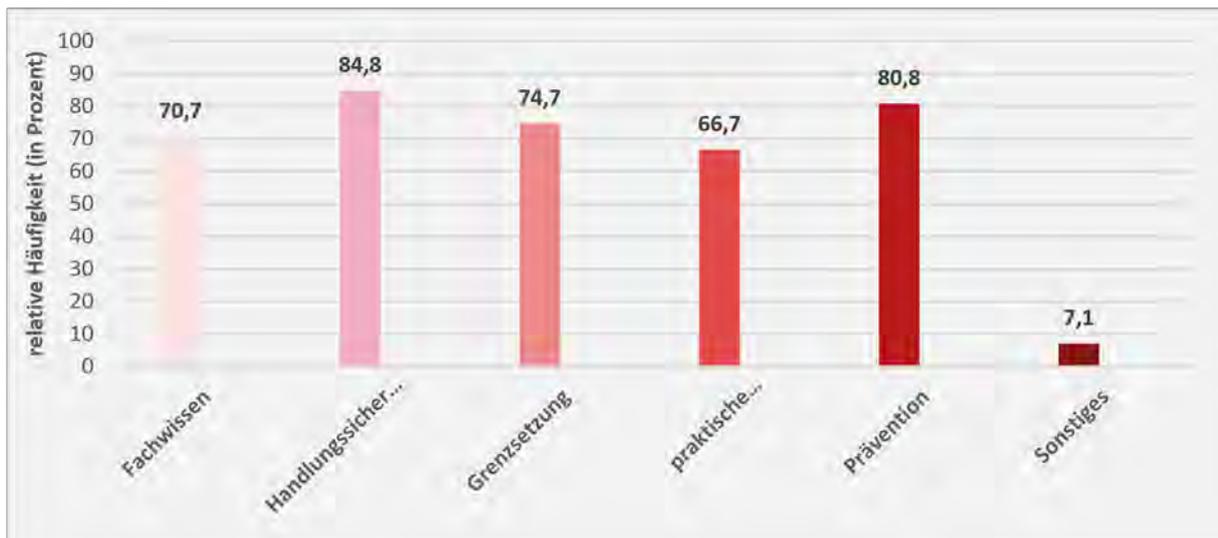


Abbildung 6: „Zu welchen Inhalten wäre eine Fortbildung zum Gewaltschutzkonzept aus Ihrer Sicht hilfreich?“ [n = 99]. Bild: Eigene Darstellung

4.2 Leitfadengestützte Interviews mit Expertinnen und Experten

Ergänzend zur standardisierten Befragung wurden leitfadengestützte Interviews mit Expertinnen und Experten aus dem Bereich der KJH durchgeführt. Die Fragestellungen zielten darauf ab, vertiefende Informationen und konkrete Beispiele zu Erfahrungen von Personen zu erhalten, die federführend mit der Entwicklung, Umsetzung und Fortschreibung von Schutzkonzepten in der pädagogischen Praxis betraut waren. Die Identifizierung von Herausforderungen und unterstützenden Faktoren, Bedarfen der Einrichtungen sowie möglicherweise noch nicht beachteten Aspekten soll als Grundlage für weitere Forschungen und Entwicklungen in dem Feld dienen und in längerfristiger Perspektive dazu beitragen, den Kinderschutz weiter zu verbessern.

Das Sample umfasste sieben Expertinnen und Experten, die in Leitungspositionen innerhalb von Krippen, Kitas oder Horten tätig sind und über Erfahrungen mit der Implementation von Schutzkonzepten in die pädagogische Praxis verfügen (sechs Einrichtungsleitungen, eine Gruppenleitung). Das Vorhaben, ein weiteres Interview mit der Leitung eines Jugendhauses zu führen, musste aufgegeben werden, da die vereinbarten Termine nicht zustande kamen. Die Interviews wurden im Oktober 2024 geführt und fanden teilweise in den Einrichtungen und teilweise über Zoom statt.

Die Daten wurden transkribiert und in Anlehnung an Kuckartz und Mayring inhaltsanalytisch ausgewertet (Kuckartz 2018, Mayring 2022). Entlang der Fragestellung wurde aus den Daten ein Kategoriensystem mit Haupt- und Subkategorien entwickelt.

Die Aussagen der Interviewpartnerinnen und -partner wurden in folgendem Kategoriensystem geordnet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht Hauptkategorien und Subkategorien der Interviewauswertung.

Hauptkategorien	a) Herausforderungen und Ressourcen bei der Implementierung	b) Auswirkungen der Auseinandersetzung mit Schutzkonzepten	c) Gewalt und Schutz: Unberücksichtigte Aspekte	d) Bedarfe, Verbesserungsvorschläge
Subkategorien	Herausfordernde Faktoren <ul style="list-style-type: none"> • Druck durch Zeitknappheit, Fristen und mögliche Konsequenzen • Belastung durch konkurrierende Anforderungen • Überforderung durch unklare oder unbekannte Aufgaben und mangelnde Unterstützung 	Problematisch bewertete Auswirkungen <ul style="list-style-type: none"> • Angst und Unsicherheit im Handeln • Unsicherheit über den Gewaltbegriff • Aufwendige Abstimmungsprozesse durch unterschiedliche Gefahreinschätzungen 	Mitarbeitende <ul style="list-style-type: none"> • Bedrohungslagen • Psychische Gesundheit der Mitarbeitenden • Persönliche Betroffenheit und Grenzen der Fachkräfte 	<ul style="list-style-type: none"> • Externe Unterstützung und Prozessbegleitung • Handlungsanleitungen, Leitfäden und Fortbildung • Trägerübergreifender Austausch • Integration von Eltern • Persönliche Entwicklung der Mitarbeitenden
	Unterstützende Faktoren <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit • Zeitgewinn durch Corona-Schließungen oder Fristverlängerung • Fortbildungen • Vernetzung und Austausch • Hilfestellung durch den Träger und Fachberatungen • Jugendamt als Ansprechpartner • Einsatz bestehender Präventionsprogramme 	Positiv bewertete Auswirkungen <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisierung für Kinderschutz • Geschlechtssensible Arbeit • Aktualisierung des Wissensstands im Team • Reflexion und Anpassung alltäglicher Handlungen • Partizipation der Kinder • Team gewinnt an Sicherheit 	Kinder <ul style="list-style-type: none"> • Schutz der Kinder untereinander • Schutz vor Fachkräften • Individuelle Bedürfnisse der Kinder vs. Schutzmaßnahmen 	
			Eltern <ul style="list-style-type: none"> • (unbeabsichtigte) Regelübertretungen durch Eltern • Kulturelle Differenzen 	

4.2.1 Herausforderungen und Ressourcen bei der Implementierung

Die Einführung von Schutzkonzepten in der Kinder- und Jugendhilfe in den untersuchten Einrichtungen war durch verschiedene Herausforderungen gekennzeichnet. Gleichzeitig konnten unterstützende Faktoren identifiziert werden, die die Implementierung erleichterten.

Herausfordernde Faktoren

- **Druck durch Zeitknappheit, Fristen und mögliche Konsequenzen**

Sechs der sieben befragten Expertinnen und Experten empfanden Druck und Belastung durch die engen zeitlichen Vorgaben für die fristgerechte Fertigstellung des Schutzkonzepts. Die zeitliche Anforderung wurde teilweise kurzfristig kommuniziert. „Mir war nicht klar, dass es so eine zeitliche Vorgabe gibt bis eben vier Monate vorher.“ (Interview 1 00:20:46). In einem Fall erhöhte die Koppelung der fristgerechten Abgabe an zukünftige Fördergelder den Druck zusätzlich. „... am 21. und 22. Dezember mitgeteilt, dass am 31.12. das Schutzkonzept für die Einrichtung stehen muss, ansonsten kann es Fördergelder-Kürzungen geben.“ (Interview 3 00:29:28).

- **Belastung durch konkurrierende Anforderungen**

Die Arbeit an den Schutzkonzepten stand in Konkurrenz zu vielen anderen Aufgaben im Alltag der Fachkräfte. Fünf Interviewpartnerinnen und -partner berichteten, dass die ohnehin begrenzten zeitlichen und personellen Ressourcen dadurch noch stärker beansprucht wurden. Der Umgang damit war unterschiedlich, drei der Expertinnen und Experten gaben an, das Schutzkonzept deshalb später oder langsamer bearbeitet zu haben, während zwei andere Fachkräfte die anderen Aufgaben neben der Erstellung des Schutzkonzepts weniger priorisierten. „Wir haben zeitliche Ressourcen genutzt, die standen uns vielleicht nicht unbedingt zur Verfügung, aber wir haben dann

einfach andere Sachen nicht gemacht oder schneller gemacht.“ (Interview 1 00:07:09) beziehungsweise „Und es war keine Einarbeitungszeit da. Also es wurde, wie im Alltag, erstmal zur Seite gelegt.“ (Interview 2 00:02:27).

- **Überforderung durch unklare oder unbekannte Aufgaben und mangelnde Unterstützung**
Fehlende oder unklare Vorgaben und mangelnde Unterstützung führten zu überfordernden Situationen. „Ich habe mich ein bisschen allein gelassen gefühlt, was die Rahmenbedingungen angeht, wie das Schutzkonzept aufgebaut sein soll.“ (Interview 4 00:45:57). Eine Expertin gab an, dass die Erstellung eines Schutzkonzepts für sie eine völlig neue herausfordernde Aufgabe darstellte. „Ich habe in meinem Leben noch nie eine Schutzkonzeption geschrieben, die dann auch Bestand haben soll.“ (Interview 6 00:10:10).

Unterstützende Faktoren

- **Teamarbeit**
In allen Interviews wurde berichtet, dass das Team – in verschiedener Form und Intensität - in die Entwicklung einbezogen wurde. In zwei Interviews wurde beschrieben, dass an dafür bereitgestellten Planungstagen im gesamten Team am Schutzkonzept gearbeitet wurde. „Wir haben das große Glück, dass wir sehr viele Planungstage bei uns in der Einrichtung haben [...], wo eben unter anderem dann auch immer am Schutzkonzept mit dem ganzen Team gearbeitet wird.“ (Interview 5 00:04:20). In anderen Einrichtungen wurden Aufgaben verteilt und delegiert. „Dann haben die Kollegen von mir Aufgaben bekommen, die sie abarbeiten mussten.“ (Interview 3 00:05:45).
- **Zeitgewinn durch Corona-Schließungen oder Fristverlängerung**
Zwei Einrichtungen konnten während der Corona-Pandemie von geschlossenen Betreuungseinrichtungen profitieren, da diese Zeit für die Entwicklung und Umsetzung des Schutzkonzepts genutzt wurde. „Unser Glück war, das war dann auch während Corona der große Punkt, wo wir es dann erarbeiten mussten. Da hatten wir dann die Zeit.“ (Interview 3 00:05:08). Eine Expertin berichtete davon, dass in ihrer Einrichtung aufgrund des hohen Krankenstandes während der Erarbeitung des Schutzkonzepts eine Fristverlängerung beantragt und genehmigt wurde.
- **Fortbildungen**
In fünf Interviews wurde die Teilnahme an Fortbildungen als wesentlich für die Erstellung von Schutzkonzepten angesehen. Sie halfen den Mitarbeitenden, ihr Wissen zu aktualisieren und auf einem einheitlichen Stand zu halten. „Wir hatten noch mal eine Schulung zum Paragraf 8a, einfach um die Basics, die wir schon kennen, noch mal aufzufrischen.“ (Interview 1 00:08:01). Ein Experte betonte, dass Fortbildungen nicht nur inhaltlich hilfreich, sondern auch für den Teamzusammenhalt wichtig seien.
- **Vernetzung und Austausch**
Die Möglichkeit, sich mit anderen Einrichtungen auszutauschen, wurde von einer Leitung als wertvoll empfunden. Dies betraf sowohl praktische Tipps als auch moralische Unterstützung.
- **Hilfestellung durch die Trägerin und den Träger und Fachberatungen**
Die Träger übernahmen überwiegend eine unterstützende Rolle bei der Entwicklung. Eine Leitung wurde vom Träger freigestellt, um sich auf die Aufgabe des Schutzkonzepts fokussieren zu können. Alle Interviewpartnerinnen und -partner berichteten von Feedback und Unterstützung durch ihre Trägerin und ihren Träger, beispielsweise indem Konzepte Korrektur gelesen oder Schulungen angeboten wurden. Drei Leitungen berichteten von unterstützenden Strukturen und Vorgaben, die

vom Träger zur Verfügung gestellt wurden. „Unterstützung haben wir erfahren von der Fachberatung des Landesverbands H und die haben auch von der Struktur zur Erstellung des Schutzkonzepts ganz viel für uns im Vorfeld erarbeitet, das wir dann nutzen konnten, wo wir uns daran orientiert haben.“ (Interview 5 00:05:23). Drei Befragte berichteten von Angeboten kontinuierlicher Unterstützung und Weiterbildung durch Fachstellen beziehungsweise einer insofern erfahrenen Fachkraft, die mit dem Träger in Zusammenhang standen. Eine weitere Leitung berichtete von einem erfahrenen Sozialpädagogen, der unterstützend den Prozess begleitete. „Im praktischen Alltag waren wir sehr dankbar für den Sozialpädagogen, der so was schon mal gemacht hat, der uns dann einfach da durchgeleitet hat, muss ich gestehen.“ (Interview 6 00:09:40).

- **Jugendamt als Ansprechpartner**

In fünf von sieben Interviews wurde das Jugendamt als unterstützender Akteur in der Entwicklung des Schutzkonzepts genannt. Die Art der Unterstützung reichte von der Funktion als Ansprechpartner bei Fragen bis zu ausführlichen Rückmeldungen. „Dann hab ich es dem Jugendamt geschickt und sie hat mir noch mal ein sehr detailliertes Feedback gegeben, das fand ich sehr, sehr schön und das hat uns auch weitergeholfen.“ (Interview 1 00:10:49).

- **Einsatz bestehender Präventionsprogramme**

Die Verwendung bestehender Präventionsprogramme wie „Mein Körper“ oder „ReSi“ wurde in zwei Interviews als konkrete Unterstützung für den Aspekt der Prävention im Schutzkonzept genannt.

4.2.2 Auswirkungen der Auseinandersetzung mit Schutzkonzepten

Die Auseinandersetzung mit Schutzkonzepten hatte in den untersuchten Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe vielfältige Auswirkungen auf die Mitarbeitenden und die tägliche Arbeit. Es wurden problematische und positiv bewertete Auswirkungen benannt.

Problematisch bewertete Auswirkungen

- **Angst und Unsicherheit im Handeln**

In drei der sieben Interviews wurde über Unsicherheiten berichtet, die mit der Implementierung des Schutzkonzepts einhergingen. Diese Ängste bezogen sich häufig auf mögliche Konsequenzen oder Fehler im Umgang der Fachkräfte mit den Vorgaben und mit den Kindern. „Jetzt schwingt irgendwie bei den Mitarbeitern das Damoklesschwert drüber [...] schaue ich das Kind falsch an, berühre ich es falsch, kommt dann gleich Paragraf 8a.“ (Interview 3 00:24:30). Eine Leitung beschrieb, dass diese Unsicherheiten in Teamsitzungen thematisiert und durch Fallbeispiele aus der Praxis bearbeitet wurden, um Klarheit zu schaffen. „Wir haben tatsächlich ganz offen darüber geredet. In einer Teamsitzung sage ich mal die Ängste von allen angehört.“ (Interview 7 00:15:42).

- **Unsicherheit über den Gewaltbegriff**

Vier der Befragten wiesen auf Unsicherheiten hin, was als Gewalt zu benennen ist und wie Grenzbereiche einzuschätzen sind. „Es ist schwierig, klare Worte zu finden, wann etwas übergriffig ist und wann es Grenzverletzungen sind.“ (Interview 4 00:39:39).

- **Aufwendige Abstimmungsprozesse durch unterschiedliche Gefahreneinschätzungen**

Herausfordernd bei der Risikoanalyse waren unterschiedliche Gefahreneinschätzungen darüber, was als Gefahr einzustufen sei, was den Abstimmungsprozess erschwerte: „... der Dritte wird schon ganz wahnsinnig, wenn die bloß in die Nähe vom Fenster kommen, weil es könnte ja.“ (Interview 6 00:08:52).

Positiv bewertete Auswirkungen

- **Sensibilisierung für Kinderschutz**

Als positiv hervorgehoben wurde die gestiegene Sensibilisierung für den Kinderschutz. Es wurde berichtet, dass der Prozess der Gefährdungsanalyse dazu beigetragen hat, Risiken systematisch zu identifizieren und zu bewerten. Fachkräfte beschrieben, dass die intensive Auseinandersetzung mit dem Thema das Bewusstsein im Team für Gefährdungsaspekte und den Schutz von Kindern geschärft hat. *„Ganz viele Situationen, die wir in der Gefährdungsanalyse uns noch mal genauer angeschaut haben, die waren, glaube ich, vorher nicht so als Gefährdungssituation bewusst.“ (Interview 1 00:21:48).*

- **Geschlechtssensible Arbeit**

In drei Interviews wurde explizit darauf hingewiesen, dass die Auseinandersetzung mit Schutzkonzepten auch die geschlechtssensible Arbeit bereichert hat. Eine Fachkraft berichtete von neuen Perspektiven, die im Team diskutiert wurden. *„... in Bezug zum Beispiel was, wie kann ein Junge fühlen, was belastet ihn oder wie äußert er sich.“ (Interview 2 00:12:49).*

- **Aktualisierung des Wissensstands im Team**

Drei Fachkräfte hoben hervor, dass die Auseinandersetzung mit dem Schutzkonzept dazu beitrug, alle Mitarbeitenden auf denselben Wissensstand zu bringen. Das wurde als hilfreiche Grundlage für die tägliche Arbeit empfunden.

- **Reflexion und Anpassung alltäglicher Handlungen**

In allen Interviews wurde beschrieben, wie die Auseinandersetzung mit dem Schutzkonzept zu einer Reflexion und Anpassung alltäglicher Handlungen führte. Ein Beispiel dafür ist die Sensibilisierung für räumliche Gegebenheiten und deren Einfluss auf den Kinderschutz. *„Zum Beispiel ich habe einen Jungen, der ist fünf Jahre alt und er hat gesehen, dass sich ein neues Kind in der Garderobe umgezogen hat. Und wir haben riesige Fensterfronten bei uns und das Gebäude nebenan hat direkten Blick zu uns. Und dieses Kind kam dann und hat gesagt. Hey, er zieht sich in der Garderobe um. Aber das ist nicht gut, weil jeder kann ihn nackt sehen. Und da ist uns auch erst mal so richtig bewusst geworden. Naja, er hat schon recht.“ (Interview 7 00:24:10).* In diesem Ausschnitt und folgenden Ausführungen wird darüber hinaus deutlich, dass Kinder hier bereits eine grenzwahrende Perspektive einnehmen und diese kommunizieren können. Die Äußerung des Kindes wird von den Fachkräften aufgenommen und führt zu Anpassungen in alltäglichen Handlungen und Abläufen. Reflexionen im Team und kinderschutzsensible Anpassungen wurden auch zu folgenden Themen geschildert: der Umgang mit einer offenen oder geschlossenen Badezimmertür, zu welchen Räumen Eltern Zugang haben sollten und zu welchen nicht; zum Probieren von Speisen beim Mittagessen und den Umgang mit Lebensmitteln sowie die Wickelsituation und Entscheidungen der Kinder darüber, wer sie wickelt. Schließlich wurden Regeln im Umgang mit Handys dahingehend geschildert, dass Handys nicht in Gruppenräume mitgenommen werden, unter anderem damit keine unbemerkten Fotos von Kindern gemacht werden können.

- **Partizipation der Kinder**

Das Zitat im oben genannten Punkt ist ebenso ein Beispiel für die Partizipation von Kindern bei der Entwicklung von Schutzkonzepten. Durch die Beteiligung von Kindern kommen neue Perspektiven ins Spiel, die zu positiven Veränderungen führen können. *„Na ja, also Kinder sind ja doch, finde ich immer recht schlau. Man unterschätzt sie oft und ich hatte schon ganz tolle Gespräche mit den Kindern, was man verändern kann auch, oder?“ (Interview 7 00:23:39 Teil 2).*

- **Team gewinnt an Sicherheit**

In drei Interviews wurde berichtet, dass die Erstellung und Auseinandersetzung mit dem Schutzkonzept das Team gestärkt und durch den gesteckten Rahmen Handlungssicherheit vermittelt haben. *„Das Schutzkonzept gibt allen Handlungssicherheit, weil klare Vorgaben bestehen.“ (Interview 4 00:04:35).*

4.2.3 Gewalt und Schutz: unberücksichtigte Aspekte

In den Interviews finden sich Aspekte zu Gewalt und Schutz in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe, die in den bestehenden Bestandteilen von Schutzkonzepten bisher zu wenig berücksichtigt werden. Sie beziehen sich auf Mitarbeitende, Kinder und Eltern.

Mitarbeitende

- **Bedrohungslagen**

In drei Interviews wurde berichtet, dass Bedrohungslagen, zum Beispiel durch Eltern, eine Belastung darstellen können und dies bislang in Schutzkonzepten wenig Beachtung findet. Eine Fachkraft schilderte eine konkrete Situation: *„Da hatten wir eine betrunkene Mutter, die ihre zwei Kinder abholen wollte und wir haben sie ihr nicht mitgegeben. Daraufhin hat sie bei uns in der Einrichtung randaliert.“ (Interview 5 00:02:23).* Eine Bedrohung für die eigene körperliche Unversehrtheit kann für die Fachkräfte auch durch gewalttätiges oder unkontrolliertes Verhalten einzelner Kinder und Jugendlicher entstehen.

- **Psychische Gesundheit der Mitarbeitenden**

Zwei Expertinnen und Experten beschrieben konkret die hohe psychische Belastung durch Grenzfälle in ihrer Arbeit. Sie betonten die Notwendigkeit, die psychische Gesundheit der Fachkräfte stärker zu berücksichtigen. *„Die psychische Belastung ist enorm. Und manchmal denke ich, wenn man da die Ressource nicht hat [...] bist du weg.“ (Interview 2 00:29:55).*

- **Persönliche Betroffenheit und Grenzen der Fachkräfte**

Zwei Fachkräfte berichteten, dass eine mögliche persönliche Betroffenheit und Grenzen im Team thematisiert würden. Durch das Wissen und die Thematisierung können persönliche Grenzen berücksichtigt und aufeinander geachtet werden. *„... ich glaube, es ist gut, um einander zu wissen, weil dann auch für gewisse Themen vielleicht die eine oder andere Mitarbeiterin nicht an der vordersten Front stehen muss, sondern vielleicht auch zwei Schritte zurücktreten kann und die andere Kollegin das Thema dann übernimmt.“ (Interview 5 00:19:00).* Eigene Betroffenheit kann auch eine Ressource darstellen und fachlich nutzbar sein. *„Also ich würde jetzt mal sagen, dadurch, dass ich als Kind auch ja Gewalt erlebt habe, war mir das schon wichtig, dass es kein Tabuthema gibt, sondern es passiert einfach auch bei den besten Familien. Und egal welchen Hintergrund man hat.“ (Interview 7 00:14:21).*

Kinder

- **Schutz der Kinder untereinander**

In zwei Interviews wurde der Aspekt angesprochen, dass manchmal Kinder voreinander geschützt werden müssen, was in Vorgaben zum Schutzkonzept bisher kaum explizit berücksichtigt wird. *„Und was natürlich auch wichtig ist, es gibt übergreifige Kinder, die an die Grenzen von anderen Kindern gehen, richtig an die Grenzen.“ (Interview 2 00: 51:22).*

- **Schutz vor Fachkräften**

In zwei Interviews wurde die Herausforderung diskutiert, wie Kinder vor unangemessenem Verhalten von Mitarbeitenden geschützt werden können. Eine Leitung beschrieb das folgendermaßen: „Das Schutzkonzept muss sicherstellen, dass Kinder nicht dem Gutwillen einzelner Mitarbeitender ausgeliefert sind.“ (Interview 4 01:00:59).

- **Individuelle Bedürfnisse der Kinder versus Schutzmaßnahmen**

In zwei Interviews wurde darauf hingewiesen, dass Kinder in ihren Bedürfnissen oft nicht ohne Weiteres mit standardisierten Schutzmaßnahmen in Einklang gebracht werden können. Beispielsweise kann das Vier-Augen-Prinzip beim Wickeln in Konflikt mit dem Bedürfnis des Kindes nach Privatsphäre stehen: „Vier-Augen-Prinzip, zum Beispiel, dass wir die Badezimmertür offen lassen, wenn wir wickeln, das machen wir schon in 99,8 Prozent der Fälle vermutlich, aber es gibt auch Kinder, die wollen das zum Beispiel nicht, und dann schließen wir die Tür. Aber dann ist keine zweite Person im Raum.“ (Interview 1 00:05:50).

Eltern

- **(Unbeabsichtigte) Regelübertretungen durch Eltern**

Zwei Fachkräfte nannten den Einbezug der Eltern als einen wichtigen, jedoch oft unterrepräsentierten Aspekt in Schutzkonzepten. Eine Leitung schilderte mögliche Grenzverletzungen der Eltern beispielsweise dadurch, dass sie die Regel, nicht mehr in die gesamte Einrichtung betreten zu dürfen, vergessen. Die Expertinnen und Experten betonten in den Interviews die Rolle der Eltern im Schutzprozess.

- **Kulturelle Differenzen**

Drei Expertinnen und Experten schilderten, wie unterschiedliche kulturelle Sichten der Eltern in Bezug auf Gewalt oder Schutzmaßnahmen Herausforderungen darstellen würden, die zu selten explizit in Vorgaben zu Schutzkonzepten einbezogen würden. „Wir hatten eine türkische Mama, die uns gebeten hat, darauf zu achten, dass ihre Tochter keine nackten Jungen sieht.“ (Interview 6 00:25:30). Unterschiedliche Vorstellungen zu Grenzen und Schutzbedürfnisse können sich auch auf Kulturen verschiedener Sozialschichten beziehen.

4.2.4 Bedarfe und Verbesserungsvorschläge

Die Expertinnen und Experten äußerten in den Interviews Bedarfe, die während des Prozesses hilfreich gewesen wären, sowie Verbesserungsvorschläge zur Weiterentwicklung von Schutzkonzepten in der Kinder- und Jugendhilfe.

- **Externe Unterstützung und Prozessbegleitung**

Wiederholt wurde der Wunsch nach einer intensiveren externen Begleitung geäußert, sowohl während der Erstellung als auch bei der Fortschreibung der Schutzkonzepte. Dies wurde als hilfreich für die Arbeit im Team im Erstellungsprozess und auch zukünftig für die Reflexion und Anpassung der Konzepte angesehen.

- **Handlungsanleitungen, Leitfäden und Fortbildung**

Der Bedarf an klaren Handlungsanleitungen wurde in drei Interviews hervorgehoben. Expertinnen und Experten wünschten sich konkrete Schritte oder Leitfäden, um die Erstellung und Anwendung der Schutzkonzepte zu erleichtern, sowie praktische Tipps für die Umsetzung im Team. „Was vielleicht geholfen hätte, wären mehr klare Vorgaben vom Jugendamt. So ein Leitfaden, an dem man sich durchhangeln kann.“ (Interview 7 00:29:10), „Eine Art Methodenkoffer: Wie kann ich Teile davon

ins Team transportieren? Was ist ein sinnvoller Schritt 1? Was wäre ein sinnvoller Schritt 2?“ (Interview 1 00:27:43).

Neben diesen Angeboten wünschten sich auch drei Interviewpartnerinnen und -partner Fortbildungen, um den Wissensstand aller Mitarbeitenden regelmäßig zu aktualisieren.

- **Trägerübergreifender Austausch**

Eine Expertin regte an, einen trägerübergreifenden Austausch zu etablieren, um von den Erfahrungen anderer Einrichtungen zu lernen. Dieser Austausch könne dazu beitragen, Herausforderungen besser zu meistern und innovative Ansätze zu entwickeln. *„Über so bestimmte Punkte im Schutzkonzept: Wie setzt ihr das um? Gibt es was, worüber ihr gestolpert seid, oder macht ihr Dinge jetzt anders?“ (Interview 1 00:29:57).*

- **Integration von Eltern**

Die Einbindung von Eltern in den Schutzprozess wurde in zwei Interviews angesprochen. Vorschläge reichten von Elternabenden bis hin zur Erstellung von Informationsmaterialien. *„Zum Beispiel auch einen Elternabend für die Eltern, damit sie wissen, wie läuft es bei uns ab.“ (Interview 7 00:30:09).*

- **Persönliche Entwicklung der Mitarbeitenden**

In zwei Interviews wurden die Bedeutung der Reflexion und Weiterentwicklung der Mitarbeitenden betont. Eine Fachkraft äußerte den Wunsch, dass Mitarbeitende sich aktiv mit ihrer Rolle und Verantwortung auseinandersetzen: *„Nur wenn ich selber reflektiert bin und mich hinterfragen darf und kann, ohne dass gleich unendliche Konsequenzen folgen, dann sind wir auch gute Vorbilder für die Kinder.“ (Interview 5 00:55:30).*

4.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die Befragung zum Zeitpunkt der Einführung des Schutzkonzepts konnte zeigen, dass sich der Prozess der Entwicklung bei vielen Einrichtungen verzögerte. Lediglich ein Drittel der Befragten gab an, dass in ihrer Einrichtung die gesetzliche Vorgabe, seit Januar 2022 ein Gewaltschutzkonzept vorzuhalten, eingehalten wurde. Dabei bildeten die gesetzlichen Vorgaben und/oder die Anweisungen der Trägerin und des Trägers den Hauptmotor für die Entwicklung.

Strukturelle Maßnahmen auf Einrichtungsebene, wie ein Krisen- und Notfallplan, Verhaltenskodex und Leitbilder, Maßnahmen bei der Personalgewinnung oder ein Beschwerdemanagement, sind in mehr als 75 Prozent der Einrichtungen der befragten Fachkräfte im Schutzkonzept verankert. Nur ein Drittel der Befragten gab an, dass Schulungen zur Handlungssicherheit des Fachpersonals im Schutzkonzept enthalten sind und lediglich in jeder fünften Einrichtung sind spezifische Präventionsangebote Bestandteil des Konzepts. Dies deutet darauf hin, dass ein erheblicher Anteil der befragten Fachkräfte konkrete Vorgaben und Handlungskompetenzen im Umgang mit Vorfällen und zur präventiven Arbeit mit den Kindern in den Schutzkonzepten vermisst. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass die Befragten einen hohen Bedarf an fachlicher Unterstützung und Weiterbildung zum Thema Gewaltschutz sehen.

Ein weiterer Bedarf, der sich anhand der Fragebogenstudie ablesen lässt, ist der Schutz der Fachkräfte selbst. Nur knapp 60 Prozent der Fachkräfte sahen den eigenen Schutz im Gewaltschutzkonzept integriert. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass Fachkräfte von verschiedenen Formen von Gewalt im beruflichen Kontext betroffen sind. Die genannten Erfahrungen reichen von Gewalt im Kollegium oder durch Leitungspersonen bis zu Erfahrungen von Gewalt durch Sorgeberechtigte und Jugendliche.

Vertiefend dazu wurde in den Interviews deutlich, dass es in Bezug auf Gewalt und Schutz weitere bedeutsame Aspekte auf der Ebene der Fachkräfte, der Kinder und der Eltern gibt, die in der Arbeit mit und

den Materialien zu Schutzkonzepten bisher wenig berücksichtigt werden. Dies betrifft neben dem Schutz der Mitarbeitenden vor Bedrohungen und psychischen Belastungen die Unsicherheit über den Gewaltbegriff, den Umgang mit eigener Gewaltbetroffenheit, den Schutz der Kinder untereinander sowie die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse von Kindern, die möglicherweise in Konflikt mit Schutzmaßnahmen stehen können. Auch der Einbezug der Eltern ist ein Bereich, der als noch ausbaufähig beschrieben wurde, sowohl dahingehend, dass Eltern Regeln mittragen und sich an sie halten als auch dass eine Auseinandersetzung mit den elterlichen Schutzbedürfnissen, die nicht immer zur alltäglichen Situation in Kitas passen, stattfinden sollte.

Sowohl in der Fragebogenerhebung als auch in den Interviews wurde als zentrale Belastung der Mangel an zeitlichen Ressourcen genannt. Weitere Barrieren stellten konkurrierende Anforderungen und unklare Vorgaben, ungünstige Kommunikation und Teamdynamik sowie mangelnde Unterstützung dar.

Als hilfreich beschrieben wurden die Bereitstellung zusätzlicher Zeitressourcen durch Corona-bedingte Schließungen, Fristverlängerung und Freistellung für die Erarbeitung des Schutzkonzepts. Ebenfalls hilfreich war die Arbeit im Team, Fortbildungen und Hilfestellungen durch die Trägerin und den Träger und Fachberatungen. Auch das Jugendamt wurde vorwiegend als unterstützend wahrgenommen, in einem Fall allerdings auch über Druck berichtet, der vom Jugendamt durch die Kopplung der Fertigstellung des Schutzkonzepts an Fördermittel ausgeübt wurde. Handreichungen und Arbeitshilfen wurden als besonders hilfreich für die Entwicklung von Schutzkonzepten eingestuft.

Die Aussagen der Interviewpartnerinnen und -partner weisen darauf hin, dass es neben vielen ähnlichen Aussagen auch deutliche Unterschiede bei der Einführung von Schutzkonzepten gab. Es wird von Freistellungen und enger Unterstützung durch die Trägerin und den Träger berichtet, aber auch angegeben, sich bei der Aufgabe überfordert und allein gelassen gefühlt zu haben.

Als Auswirkungen einer Auseinandersetzung mit Schutzkonzepten wurden Ängste und Unsicherheiten in Bezug auf das eigene Handeln und die Einschätzung von Gefahr und Gewalt geschildert, aber auch positive Effekte wie eine gestiegene Sensibilisierung für Kinderschutz, Handlungssicherheit und die Reflexion und Anpassung von Handlungen im pädagogischen Alltag berichtet.

Als Bedarfe und Vorschläge zur Verbesserung wurden eine externe Unterstützung im Prozess, klare Handlungsanleitungen und ein trägerübergreifender Austausch hervorgehoben. Darüber hinaus betonten die Expertinnen und Experten die Bedeutung der persönlichen Weiterentwicklung und Reflexion der Mitarbeitenden sowie die Einbindung von Eltern, teilweise auch vor dem Hintergrund kultureller Unterschiede.

In den Interviews wurde deutlich, dass insbesondere in Verbindung mit den Ressourcen Zeit (und damit personellen Ressourcen für die Arbeit) und inhaltlicher Unterstützung in den Teams eine Sensibilisierung für den Schutz von Kindern und eine Verankerung konkreter Handlungen und Maßnahmen zum Gewaltschutz stattgefunden hat. Fünf Einrichtungen berichteten, dass sich der Teamzusammenhalt und die Handlungssicherheit erhöht hat. Eine Auseinandersetzung mit dem oftmals als heikel empfundenen Thema Gewalt kann bei einigen Personen eigene Gewaltbetroffenheit bewusst machen und ist mit persönlichen und fachlichen Lernprozessen der Fachkräfte verbunden, die Zeit und eine passende fachliche Unterstützung benötigen.

Für die noch wenig berücksichtigten Aspekte, die in den beiden Erhebungen sichtbar wurden, wäre es sinnvoll, noch genaueres Wissen zu generieren und darauf aufbauend gezielte Konzepte für fachliche Begleitung zu entwickeln und die Themen in Leitfäden und Handreichungen zu integrieren. Dies betrifft insbesondere die Themen Unsicherheit, Bedrohungslagen und Gewaltbetroffenheit von Fachkräften und die (stärkere) Einbindung der Eltern. Eine aktive Einbindung aller könnte vermutlich die Akzeptanz und Wirksamkeit der Schutzkonzepte erhöhen, zeitliche und personelle Engpässe und eine fehlende Unterstützung von außen dagegen eine nachhaltige Implementierung erschweren.

Die Fortschreibung des Schutzkonzepts als Notwendigkeit, dieses regelmäßig zu überprüfen und weiterzuentwickeln, wurde angesprochen, aber nicht konkreter ausgeführt, was vermutlich damit

zusammenhängt, dass die meisten Einrichtungen erst vor kurzem den Prozess der Erstellung abgeschlossen haben. Das stellt zukünftig ein weiteres Untersuchungsfeld dar.

5. Nachhaltigkeit und Verwertungsaussichten

Aus den Ergebnissen lassen sich konkrete Forschungsdesiderate sowie spezifische Bedarfe für die Praxis ableiten. Zunächst ist es angesichts der Erkenntnisse zu Gewalterfahrungen pädagogischer Fachkräfte im beruflichen Kontext zentral, diese Gewalterfahrungen genauer zu untersuchen, deren Spektrum zu bestimmen und auf dieser Basis wirksame Maßnahmen zum Schutz der Fachkräfte selbst zu etablieren und in den Gewaltschutzkonzepten zu verankern. Im nächsten Schritt können daraus fallbezogene Arbeitsmaterialien und Weiterbildungen entwickelt werden, mit deren Hilfe Fachkräfte spezifisch und konkret Lösungen für den Umgang mit verschiedenen Typen von Gewaltsituationen entwickeln und trainieren können. Dies würde die Handlungssicherheit im konkreten pädagogischen Alltag unterstützen und nachhaltig zum Schutz von Kindern und von Fachkräften beitragen.

Ein weiterer Punkt, der sich direkt ableiten lässt, ist der Bedarf bezüglich des Einbezugs von Eltern. Hier würde sich eine Aktionsforschung anbieten, bei der jeweils in den Einrichtungen der Bedarf konkret ermittelt und anschließend partizipativ mit den Fachkräften zusammen für die spezifisch in der Einrichtung notwendige und passende Elternarbeit ein Handlungskonzept erstellt wird.

In eine direkte Verwertung überführt werden kann auch der Befund zur Unsicherheit hinsichtlich dessen, was unter Gewalt verstanden wird. Hierzu könnte ein Handlungskonzept für die Begleitung von pädagogischen Teams in der Auseinandersetzung mit dem Gewaltbegriff entwickelt und als Bestandteil in Schutzkonzepten und deren Fortschreibung integriert werden. Ziel dabei ist, dass Fachkräfte sich begrifflich mit Facetten von Gewalt, Übergriffen und Grenzverletzungen auseinandersetzen und diese auf einem Kontinuum einordnen können, was dabei hilft, Schwarz-Weiß-Denken zu vermeiden und Unsicherheiten abzubauen. Da eine Fortschreibung des Schutzkonzepts derzeit bei vielen Einrichtungen ansteht, wäre dieser und der vorherige Punkt der Elternarbeit von großer Aktualität.

Deutlich geworden ist in den Ergebnissen schließlich, dass eine strukturelle Unterstützung durch zeitliche und personelle Ressourcen sowie Weiterbildung, Begleitung/Beratung und Reflexionsmöglichkeiten zentrale Faktoren bei der Entwicklung von Schutzkonzepten und deren Nachhaltigkeit sind. Es ist davon auszugehen, dass dies ebenso für die Phasen der Fortschreibungen gilt. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse darauf hin, dass ebenso eine Investition in die Bereiche Vernetzung von Einrichtungen und psychische Gesundheit von Fachkräften nachhaltig den Schutz von Kindern und Fachkräften in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe unterstützen würden.

6. Literatur

- Allroggen, M., Fegert, J. M., König, E., Rassenhofer, M. & Hoffmann, S. (Hrsg.) (2022): Schutzkonzepte gegen sexualisierte Gewalt in medizinischen Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe. Berlin: Springer.
- Andresen, S. (Hrsg.) (2018): Sexuelle Gewalt in Kindheit und Jugend. Theoretische, empirische und konzeptionelle Erkenntnisse und Herausforderungen erziehungswissenschaftlicher Forschung. Sonderheft der Zeitschrift für Pädagogik. Weinheim: Beltz.
- Fegert, J. M., Hoffmann, U., König, E., Niehues, J. & Liebhardt, H. (Hrsg.) (2015): Sexueller Missbrauch von Kindern und Jugendlichen. Berlin: Springer.
- Birke, A., Birke, J., Riedl, S., Rusack, T., Schröer, W. & Wolff, M. (2024): Schutzkonzepte und persönliche Rechte in der Kinder- und Jugendarbeit und Jugendsozialarbeit. Factsheets „SchutzJu“.

<https://www.uni-kassel.de/fb05/fachgruppen-und-institute/soziologie/fachgebiete/soziologie-derdiversitaet/forschung/schutzju-bmbf> (9.12.2024)

- Henningsen, A., Herz, A., Fixemer, T., Kamper, M., Lips, A., Riedl, S., Rusack, T., Schilling, C., Schmitz, A., Schröder, W., Tüder, E., Winter, V. & Wolff, M. (2021): Qualitätsstandards für Schutzkonzepte in der Kinder- und Jugendarbeit. Universität Hildesheim. <https://hilpub.uni-hildesheim.de/handle/ubhi/15584> (08.12.2024)
- Kampert, M. (2017): Schutz und Sicherheit. In M. Wolff, W. Schröder & J. M. Fegert (Hrsg.). Schutzkonzepte in Theorie und Praxis. Ein Beteiligungsorientiertes Werkbuch. Weinheim: Beltz Juventa, S.172210.
- Kappler, S., Hornfeck, F., Pooch, M.-T., Kindler, H. & Tremel, I. (2019): Kinder und Jugendliche besser schützen – der Anfang ist gemacht. Schutzkonzepte gegen sexuelle Gewalt in den Bereichen Bildung und Erziehung, Gesundheit, Freizeit. Abschlussbericht des Monitorings zum Stand der Prävention sexualisierter Gewalt an Kindern und Jugendlichen in Deutschland (2015–2018). Berlin: UBSKM. <https://www.dji.de/veroeffentlichungen/literatursuche/detailansicht/literatur/28116-kinder-und-jugendliche-besser-schuetzen-der-anfang-ist-gemacht-schutzkonzepte-gegen-sexuelle-gewalt-inden-bereichen-bildung-und-erziehung-gesundheit-freizeit.html> (8.12.2024)
- Kavemann, B. & Nagel, B. (2018): Fortbildung als wesentlicher Bestandteil der Prävention von sexualisierter Gewalt in Kindheit und Jugend. Eine partizipative Erhebung über Gelingensbedingungen, Qualität und Nachhaltigkeit in Fortbildungen. Köln: BZgA.
- Kindler, H., Derr, R., Eppinger, S., Wazlawik, M., Grieser, F. & Rasp, J. (2024): (Wie) Wirken Schutzkonzepte an Schulen? „SchuLae“ – Entwicklung und Wirkung von Schutzkonzepten in Schulen im Längsschnitt, Projekt am DJI und der HS Hannover. Vortrag auf der BMBF-Transfertagung „Wege in die Praxis – Neue Konzepte zum Schutz vor sexualisierter Gewalt in der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen“, 18.-19.09.24, Berlin. <https://www.dji.de/ueber-uns/projekte/projekte/entwicklung-und-wirkung-vonschutzkonzepten-in-schulen-im-laengsschnitt.html> (9.12.2024)
- Kuckartz, U. (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim: Beltz Juventa.
- Mayring, P. (2022): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim, Basel: Verlag.
- Pooch, M.-T. & Tremel, I. (2016): So können Schutzkonzepte in Bildungs- und Erziehungseinrichtungen gelingen! Erkenntnisse der qualitativen Studien des Monitorings (2015–2018) zum Stand der Prävention sexualisierter Gewalt an Kindern und Jugendlichen in Deutschland in den Handlungsfeldern Kindertageseinrichtungen, Schulen, Heime und Internate - Teilbericht. Berlin: UBSKM. <https://www.dji.de/veroeffentlichungen/literatursuche/detailansicht/literatur/23096-so-koennenschutzkonzepte-in-bildungs-und-erziehungseinrichtungen-gelingen.html> (9.12.2024)
- Unabhängige Beauftragte für Fragen des sexuellen Kindesmissbrauchs (UBSKM) (o. D.): Schutzkonzepte. <https://beauftragte-missbrauch.de/themen/schutz-und-praevention/schutzkonzepte> (8.12.2024).
- Wazlawik, M., Voß, H.-J., Retkowski, A., Henningsen, A. & Dekker, A. (Hrsg.) (2019): Sexuelle Gewalt in pädagogischen Kontexten. Aktuelle Forschungen und Reflexionen. Wiesbaden: Springer VS.
- Wolff, M., Schröder, W. & Fegert, J. M. (Hrsg.) (2017): Schutzkonzepte in Theorie und Praxis. Ein Beteiligungsorientiertes Werkbuch. Weinheim: Beltz Juventa.

Ehrenamt in der Gemeinde. Die Sicht der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister. Chancen und Grenzen aus Sicht der kommunal Verantwortlichen in Bayern.

Prof. Dr. Doris Rosenkranz
Fakultät Sozialwissenschaften

Enya Buchner, M. A.
Fakultät Sozialwissenschaften

Edmund Görtler, Dipl.-Pol.
Fakultät Sozialwissenschaften

Zusammenfassung:

In den nächsten Jahren tritt die große Generation der Babyboomer in die Rentenphase ein und wird allmählich einen Bedarf an alltagsnahen Dienstleistungen entwickeln, der meist am eigenen Wohnort gedeckt werden soll (Einkaufshilfe, Mobilität etc.). Adressaten dieser Nachfrage an Sozialer Daseinsvorsorge, die oft ehrenamtlich praktiziert wird, sind daher künftig noch stärker als bisher die Verantwortlichen in den großen und kleinen Kommunen in Bayern – vor allem die gewählten Bürgermeisterinnen und Bürgermeister.

Doch die Perspektive dieser kommunal Verantwortlichen wurde bislang *nicht* systematisch untersucht. Wo ist Handlungsbedarf? Wo ist Unterstützungsbedarf? Welche Rolle übernimmt hierbei ehrenamtliches Engagement aus Sicht der kommunal Verantwortlichen in den Gemeinden?

Die Pilotstudie analysiert daher auf empirischer Basis den Beitrag, den Kommunen zur Gestaltung des Ehrenamts aus Sicht der Verantwortlichen konkret leisten (können).

1. Projektdaten

Fördersumme	35.000 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät	Sozialwissenschaften
Projektleitung	Prof. Dr. Doris Rosenkranz
Projektteam	Enya Buchner, M. A.; Edmund Görtler, Dipl.-Pol.
Kontakt Daten	doris.rosenkranz@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

In den nächsten Jahren tritt die große Generation der Babyboomer in die Rentenphase ein und wird allmählich einen Bedarf an alltagsnahen Dienstleistungen entwickeln (Einkaufshilfen, Pflege, Verkehrsinfrastruktur etc.), der meist am eigenen Wohnort gedeckt werden soll. Adressaten dieser Nachfrage an Sozialer Daseinsvorsorge sind künftig noch stärker als bisher die Verantwortlichen in den großen und kleinen Kommunen in Bayern – vor allem die gewählten Bürgermeisterinnen und Bürgermeister. *Doch die Perspektive der kommunal Verantwortlichen ist bislang nicht systematisch untersucht.* Die in diesem Projekt durchgeführte Situationsanalyse untersucht den Beitrag, den Kommunen *aus Sicht der Verantwortlichen* konkret für das Ehrenamt vor Ort und damit auch für die Soziale Daseinsvorsorge ihrer Bürger leisten (können).

Wo liegen die Chancen und Grenzen aus Sicht der Personen, die in den kommunalen Gremien verantwortlich sind und (mit-)entscheiden?

Kurzum: Was sagen die kommunal verantwortlichen Bürgermeisterinnen und Bürgermeister? Wo ist Handlungsbedarf? Wo ist Unterstützungsbedarf?

3. Ziele des Forschungsprojekts

Durch den demografischen Wandel wird der Bereich des ehrenamtlichen Engagements in Zukunft grundlegenden Veränderungen unterworfen sein. Wenn die geburtenstarken Jahrgänge in das Rentenalter kommen, wird der Anteil der Älteren deutlich zunehmen, gleichzeitig führt der Geburtenrückgang der letzten Jahrzehnte dazu, dass es immer weniger jüngere Personen gibt, die sich potenziell engagieren. Da das ehrenamtliche Engagement der älteren Menschen aus verschiedenen Gründen deutlich geringer ist als das der Jüngeren, wird das Potenzial an Ehrenamtlichen vermutlich aus diesem Grunde bereits in naher Zukunft zurückgehen.

Die Gemeinden sind vom demografischen Wandel mehr oder weniger stark betroffen, sie stellen sich dieser Zukunftsaufgabe in Bezug auf das Ehrenamt in unterschiedlicher Weise. Die Bedeutung des Ehrenamts für die Gemeinde ist jedoch unbestritten. Häufig ist das Ehrenamt vor Ort essenziell wichtig, zum Beispiel wenn die Freiwilligen Feuerwehren zur Daseinsvorsorge beitragen oder wenn lokale Sportvereine ein Hort der Begegnung der Generationen und Kulturen sind. Um die Bandbreite der Einstellungen und Möglichkeiten in den Gemeinden Bayerns abzubilden, ist es deshalb sinnvoll, die Protagonisten des ehrenamtlichen Engagements in den Gemeinden, die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, zu Wort kommen zu lassen. Was muss Daseinsvorsorge, die auch ehrenamtlich organisiert ist, vor Ort konkret leisten? Wie agiert eine Kommune, die sich den demografischen Entwicklungen gewappnet sieht? Wo liegen die Chancen und Grenzen aus Sicht der Personen, die verantwortlich sind und (mit-)entscheiden?

Das Forschungsdesign der Pilotstudie ist als Triangulation angelegt, als *Mixed-Methods-Design*, das qualitative und quantitative Forschungsmethoden kombiniert, um der komplexen Problemstellung gerecht zu werden.

Phase 1: Recherchen zum Forschungsstand zu kommunaler Daseinsvorsorge

Umfangreiche Literatur- und Internetrecherchen – Recherche des Forschungsstandes vor allem zur Rolle der kommunal Verantwortlichen und zu Chancen und Grenzen des eigenen Gestaltungsspielraums.

Phase 2: Entwicklung eines Indikatoren-Systems

Entwicklung von Forschungsfragen und Leitfäden für Befragungen.

Phase 3: Standardisierte Online-Befragung der Verantwortlichen der ca. 2.000 Gemeinden in Bayern („Befragung von Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern“).

Multivariate statistische Analysen der Daten, Ableitungen von Handlungsimpulsen.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Zur Teilnahme an einer Online-Befragung wurden alle 2.054 Bürgermeisterinnen und Bürgermeister in Bayern per E-Mail über die Zielsetzung informiert und gebeten, einige Fragen zu beantworten. Die Teilnahme an der Befragung konnte zwischen dem 24. September und dem 15. Oktober 2024 erfolgen. Die kommunalen Vertreterinnen und Vertreter von 331 Gemeinden füllten den Fragebogen aus, was einer Rücklaufquote von 16 Prozent entspricht.

Etwa 31 Prozent der teilnehmenden Gemeinden haben bis zu 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner, 36 Prozent von 2.000 bis unter 5.000 Einwohnerinnen und Einwohner, 20 Prozent zwischen 5.000 bis unter 10.000 und 13 Prozent ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner. Die teilnehmenden Bürgermeisterinnen und Bürgermeister waren zu etwas mehr als der Hälfte in ihrer ersten Amtszeit, 34 Prozent in ihrer zweiten und 16 Prozent in ihrer dritten Amtszeit. Etwa zwei Drittel der teilnehmenden Bürgermeisterinnen und Bürgermeister sind hauptamtlich, ein Drittel ehrenamtlich beschäftigt.

Die Fragen umfassten verschiedene Bereiche der ehrenamtlichen Aktivitäten in den Gemeinden. Zum aktuellen Stand wurde zum Beispiel gefragt, was in der Gemeinde so gut läuft, dass es für andere empfehlenswert wäre. Weitere Fragen betrafen die zukünftige Entwicklung des Ehrenamtes in der Gemeinde. So standen zukünftige Zielgruppen ehrenamtlicher Aktivitäten in der Gemeinde oder notwendige Bedingungen im Fokus, neben einigen Fragen zum Ehrenamt in der Bevölkerung und Strukturen des Ehrenamtes in der Gemeinde. Die Bitte um eine Einschätzung zu den drängendsten Fragen der Zukunft des Ehrenamtes in den Kommunen stand am Ende der Befragung.

Assoziierte Begriffe zum Ehrenamt in der Gemeinde

Zu Beginn der Befragung wurden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister gebeten, Begriffe zu nennen, mit denen sie das Ehrenamt in ihrer Gemeinde beschreiben würden. Sie konnten dabei bis zu drei Begriffe nennen. Der am häufigsten genannte Begriff war „Gemeinschaft“: Mehr als ein Drittel der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister bringen das gemeinschaftliche Erleben mit dem Ehrenamt in Verbindung. Als „unverzichtbar“ bezeichnen mehr als 31 Prozent das Ehrenamt in ihrer Gemeinde. Fast ebenso viele sehen im Ehrenamt gemeinwohlorientierte Aspekte. Allgemeine positive Begriffe, wie zum Beispiel „gut“, „bestens“, „ausgezeichnet“ oder „ausgeprägt“, werden zu 27 Prozent genannt. „Engagiert“ sagen 23 Prozent und knapp 21 Prozent nennen „Vielfalt“ als Begriff. Ebenfalls 21 Prozent nennen negative Begriffe, wie zum Beispiel „überaltert“, „rückgängig“ oder „zeitaufwändig“. Auch „Vereine“ werden noch zu knapp 20 Prozent mit dem Ehrenamt in Verbindung gebracht.

Mit knapp 10 Prozent werden „Feuerwehr und Rettungsdienste“ und mit etwas mehr als 8 Prozent „Hilfe und Unterstützung“ als Begriffe zur Charakterisierung der ehrenamtlichen Aktivitäten in den Gemeinden angegeben. Die Begriffe „freiwillig“ und „unentgeltlich“ sowie „aktiv“ werden zwischen 5 und 6 Prozent

genannt. Weitere Begriffe wie „jung und alt“, „Verantwortung“, „Tradition“ oder „Freude“ wurden mit einigen wenigen Prozent mit dem Ehrenamt in der Gemeinde verknüpft. Unter den sonstigen Nennungen befinden sich einzelne Funktionen oder Personen in der Gemeinde, Organisationen oder Einrichtungen bzw. auch neutrale Formulierungen, wie zum Beispiel „vorhanden“.

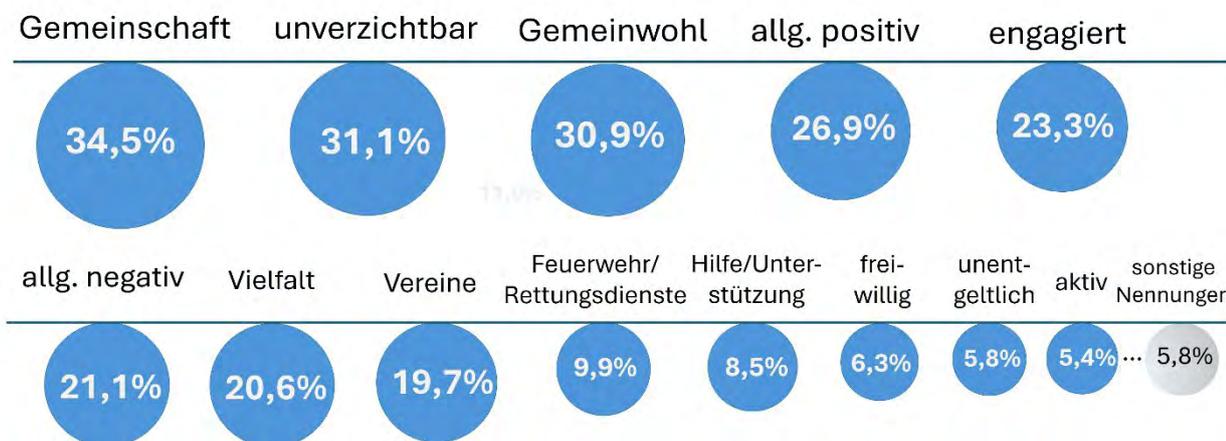


Abbildung 1: Assoziierte Begriffe zur Beschreibung des Ehrenamts in der Gemeinde. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Einstellungen zum Thema „Ehrenamt in der Gemeinde“

Um die *Einschätzung* und Meinung der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zum Ehrenamt in ihrer Gemeinde zu erfahren, wurden zwölf Aussagen aufgenommen, die jeweils mit großer („stimme voll und ganz zu“) oder eingeschränkter („stimme eher zu“) Zustimmung beziehungsweise mit großer („stimme gar nicht zu“) oder eingeschränkter („stimme eher nicht zu“) Ablehnung beantwortet werden konnten. Für die neutrale Position wurde die Ausprägung „teils/teils“ verwendet.

Um die *Rolle der Bevölkerung* im Ehrenamt zu beschreiben, wurden sechs Aussagen formuliert, ebenso viele zur *Struktur* des Ehrenamtes in der Gemeinde.

Rolle der Bevölkerung

Um die Rolle der Bevölkerung im Ehrenamt aus der Sicht der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zu erfahren, wurden Aussagen in den Fragebogen aufgenommen, die sich um alteingesessene Bürgerinnen und Bürger oder um Neu-Hinzugezogene drehten. Darüber hinaus sollte beantwortet werden, wie die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister einschätzen, ob bereits genügend zur Gewinnung neuer Ehrenamtlicher getan wird und ob das Ehrenamt in ihrer Gemeinde die Lebensqualität ihrer Bürgerinnen und Bürger verbessert. Am Schluss stand die Frage, wie sich die Bedeutung des Ehrenamts in Zukunft darstellen wird.

Die größte Zustimmung ist bei der Aussage zu finden, dass das Ehrenamt die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger verbessert. Hier stimmten mehr als 95 Prozent zu, davon 73 Prozent voll und ganz. Aber auch der Einschätzung, dass die Beschäftigung mit dem Ehrenamt in Zukunft immer wichtiger werden wird, stimmten 92 Prozent zu, davon 48 Prozent voll und ganz.

Betrachtet man die Zustimmung insgesamt, so sind auch jeweils mehr als die Hälfte der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Meinung, dass das Ehrenamt in ihrer Gemeinde im Wesentlichen von einigen alteingesessenen Bürgerinnen und Bürgern geleistet wird und dass es in ihrer Gemeinde wenige Personen gibt, die beim Ehrenamt Führungspositionen einnehmen wollen.

Deutlich weniger als die Hälfte der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister meinen, dass in ihrer Gemeinde bereits genügend für die Gewinnung neuer Ehrenamtlicher getan wird.

Die geringste Zustimmung mit knapp 15 Prozent zeigt sich bei der Einschätzung, dass Neu-Hinzugezogene in ihrer Gemeinde eine große Rolle spielen.

Aussagen der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zur Rolle der Bevölkerung, Angaben in Prozent	Stimme voll und ganz zu	Stimme eher zu	Teils/teils	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ehrenamt in unserer Gemeinde wird im Wesentlichen von einigen alteingesessenen Bürgerinnen und Bürgern geleistet.	13,0	37,1	34,5	12,1	3,3
Ehrenamt in unserer Gemeinde verbessert die Lebensqualität unserer Bürgerinnen und Bürger.	73,1	22,1	4,2	0,3	0,3
In unserer Gemeinde wird bereits genügend für die Gewinnung neuer Ehrenamtlicher getan.	5,8	33,5	40,3	19,0	1,3
In unserer Gemeinde gibt es wenige, die beim Ehrenamt Führungspositionen einnehmen wollen.	14,0	36,4	36,7	10,4	2,6
Neu-Hinzugezogene spielen im Ehrenamt unserer Gemeinde eine große Rolle.	1,3	13,5	38,1	43,5	3,5
Die Beschäftigung mit dem Ehrenamt wird in Zukunft immer wichtiger werden.	47,9	44,4	5,8	1,6	0,3

Abbildung 2: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zur Rolle der Bevölkerung im Ehrenamt in der Gemeinde. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Analysiert man die einzelnen Aussagen nach der Größe der Gemeinde, der Amtsperiode der Bürgermeisterin beziehungsweise des Bürgermeisters sowie nach deren haupt- oder ehrenamtlicher Funktion, zeigen sich kaum Unterschiede. Lediglich etwas mehr *ehrenamtliche* Bürgermeisterinnen und Bürgermeister geben an, dass in ihrer Gemeinde *genügend* für die Gewinnung neuer Ehrenamtlicher getan wird (55 gegenüber 45 Prozent bei den Hauptamtlichen).

Struktur des Ehrenamtes

Bei der Beurteilung der Aussagen zur Struktur des Ehrenamtes in ihrer Gemeinde sollten die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister angeben, ob das Ehrenamt durch die Gemeinde genügend Anerkennung bekommt, das Ehrenamt bei der Ansiedelung von Unternehmen eine Rolle spielt oder ob in der Gemeinde genügend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Auch die Zukunftsfähigkeit durch das Ehrenamt, die Zusammenarbeit der Engagementfelder und eine Zunahme der Bedeutung des Ehrenamtes bei einem Rückgang finanzieller Mittel sind Themen, die die Struktur des Ehrenamtes in der Gemeinde betreffen.

Die größte Zustimmung zeigt sich bei der Aussage, dass das Ehrenamt durch die Gemeinde genügend Anerkennung und Wertschätzung erfährt. Insgesamt stimmten 87 Prozent dieser Aussage zu, 36 Prozent davon voll und ganz. Auch bei der Aussage, dass das Ehrenamt die Gemeinde *zukunftsfähig* macht, gab es mit gesamt 82 Prozent hohe Zustimmung, davon 44 Prozent mit umfassender Zustimmung.

Knapp zwei Drittel der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister sind der Meinung, dass die verschiedenen Felder des Engagements in ihrer Gemeinde gut zusammenarbeiten. Ebenso hoch ist die Einschätzung, dass Ehrenamt umso mehr an Bedeutung gewinnen wird, je weniger Mittel zur Verfügung stehen. Mit 45 Prozent

Zustimmung sind knapp weniger als die Hälfte der Auffassung, dass in ihrer Gemeinde aktuell genügend finanzielle Mittel für das Ehrenamt zur Verfügung stehen. Dass eine Kultur des Ehrenamts in den Gemeinden auch bei der Ansiedlung von Wirtschaftsunternehmen eine Rolle spielt, bejahen 8 Prozent der Befragten. 28 Prozent stimmten dieser Aussage gar nicht zu.

Aussagen der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zur Struktur des Ehrenamts, Angaben in Prozent	Stimme voll und ganz zu	Stimme eher zu	Teils/teils	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ehrenamt in unserer Gemeinde bekommt durch die Gemeinde genügend Anerkennung und Wertschätzung.	36,2	50,8	11,7	1,3	0,0
Ehrenamt in unserer Gemeinde spielt bei der Ansiedlung von Unternehmen eine Rolle.	1,3	6,7	19,2	45,8	27,9
In unserer Gemeinde stehen für das Ehrenamt genügend finanzielle Mittel zur Verfügung.	11,5	33,8	29,9	18,2	6,7
Das Ehrenamt macht unsere Gemeinde zukunftsfähig.	43,7	38,0	13,0	3,2	2,2
Die Engagementfelder in unserer Gemeinde arbeiten gut zusammen.	18,2	46,5	27,0	6,9	1,3
Je weniger finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, desto mehr gewinnt das Ehrenamt an Bedeutung.	25,5	31,6	25,8	12,9	4,1

Abbildung 3: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zur Struktur des Ehrenamts in der Gemeinde. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Auch bei diesem Thema sind kaum Unterschiede nach der Größe der Gemeinde, der Amtsperiode der Bürgermeisterin und des Bürgermeisters sowie deren haupt- oder ehrenamtlicher Funktion festzustellen. Es stimmen etwas mehr *ehrenamtliche* als hauptamtliche Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Aussage voll und ganz zu, dass das Ehrenamt ihre Gemeinde *zukunftsfähig* macht (69 gegenüber 48 Prozent). Zudem wird die Kooperation der verschiedenen Engagementfelder in kleineren Gemeinden tendenziell eher besser bewertet als in größeren Gemeinden.

Zukunft des Ehrenamtes in der Gemeinde

Wie wird sich Ehrenamt künftig entwickeln? Dazu wurden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister gebeten, ihre Meinung zu verschiedenen Aspekten zu teilen.

Wichtig war dabei die Überlegung, welche Voraussetzungen es bräuchte, um das Ehrenamt in der Gemeinde zu erhalten und auszubauen.

Zum anderen wurde erfragt, welche Zielgruppen in Zukunft für das Ehrenamt in der Gemeinde stärker gewonnen werden könnten. Hier wurde eine „offene Frage“ eingesetzt, bei der keine Antworten vorgegeben waren, um unterschiedliche Ansätze der Gemeindepolitik, Differenzierungen und Ideen der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister adäquat abbilden zu können.

Grundlagen für die zukünftige Entwicklung

Eine künftig größere Offenheit der Bevölkerung für Ehrenamt wurde am häufigsten genannt bei der Frage, wie sich das Ehrenamt in der Gemeinde erhalten und auszubauen ließe (60 Prozent). Eine bessere finanzielle Ausstattung wünschten sich 45 Prozent. Bessere Infrastruktur (32 Prozent), Vernetzungsmöglichkeiten (29 Prozent), mehr Informationen zur Gewinnung von Ehrenamtlichen (27 Prozent) und eine zentrale Anlaufstelle für das Ehrenamt (21 Prozent) geben zwischen einem Viertel und einem Drittel der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister an, wenn es um die Erhaltung und den Ausbau des Ehrenamts in ihrer Gemeinde geht. Mehr Beratung zum Thema Engagement wünschen sich knapp neun Prozent.



Abbildung 4: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zu erforderlicher Unterstützung des Ehrenamts in der Gemeinde. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

In einer offenen Kategorie konnten die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister darüber hinaus weitere Bedarfe für einen zukünftigen Erhalt und Ausbau des ehrenamtlichen Bereichs in ihrer Gemeinde angeben. Hier dominiert eindeutig der Wunsch nach weniger Bürokratie sowie mehr Anerkennung und Wertschätzung der Ehrenamtlichen und ihrer Leistungen für die Gemeinde.

Betrachtet man die Unterschiede nach der Größe der Gemeinde, so zeigen sich einige Besonderheiten. In kleineren Gemeinden wird sehr viel häufiger eine größere Offenheit der Bevölkerung für ehrenamtliches Engagement gefordert als in größeren Gemeinden. In Gemeinden bis 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner geben 71 Prozent der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister an, dass es eine größere Offenheit der Bevölkerung für das Ehrenamt bräuchte. In mittleren Gemeinden zwischen 2.000 und 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner liegt der entsprechende Anteil etwas unter zwei Drittel. Ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner denken nur 44 Prozent der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, dass es eine größere Offenheit in der Bevölkerung bräuchte, um das Ehrenamt in ihrer Gemeinde zu erhalten und auszubauen.

Kleine Gemeinden bis 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner sind der Meinung, dass es eine bessere finanzielle Ausstattung bräuchte (55 Prozent, alle anderen Gemeindegrößenklassen 44 Prozent). Tendenziell bessere Infrastruktur (Räume etc.) bräuchte es insbesondere in Gemeinden ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner für den Erhalt und den Ausbau des Ehrenamtes. Die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Gemeinden ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner bräuchten ihrer Meinung nach

auch mehr Informationen zur Gewinnung von Ehrenamtlichen (44 Prozent, alle anderen Gemeindegrößenklassen zwischen 24 und 29 Prozent) sowie mehr Vernetzungsmöglichkeiten (44 Prozent, alle anderen Gemeindegrößenklassen zwischen 27 und 29 Prozent). Tendenziell häufiger wird in den größeren Gemeinden auch eine zentrale Anlaufstelle für Ehrenamtliche benötigt.

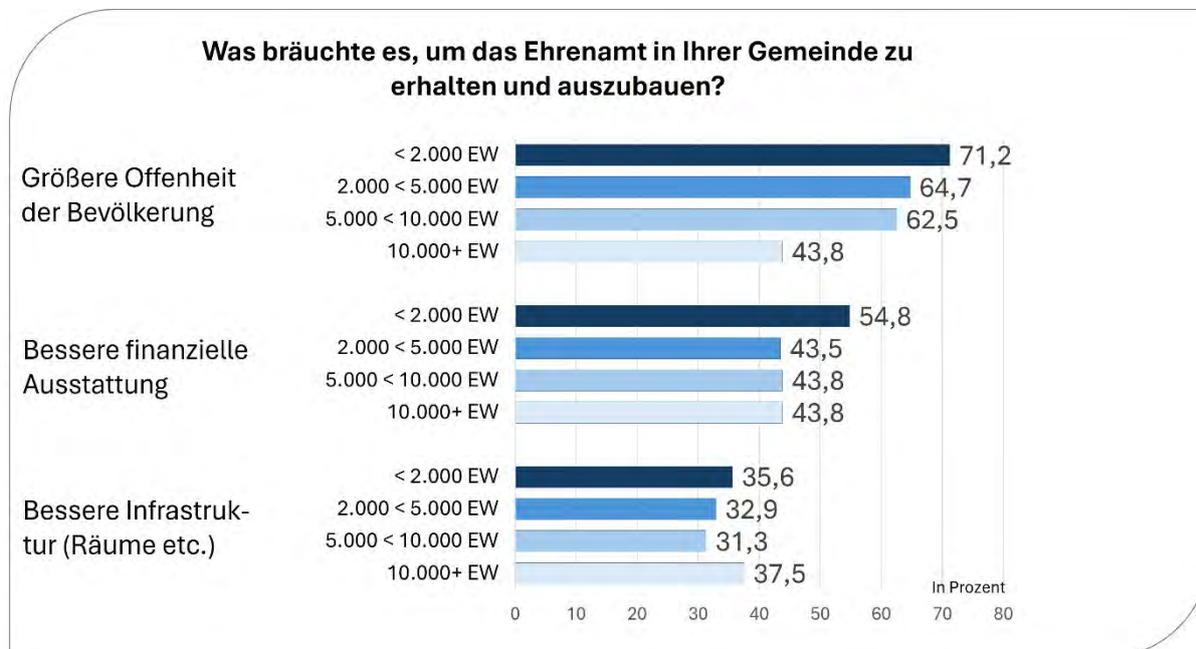


Abbildung 5: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zu Erhalt des Ehrenamts nach Gemeindegröße. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Nach der Anzahl der Amtsperioden der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zeigen sich Unterschiede bei der Einschätzung, welche Voraussetzungen notwendig wären, um das Ehrenamt in ihrer Gemeinde zu erhalten und auszubauen. Mit zunehmender Dauer der Amtszeit konnten offenbar bereits Voraussetzungen geschaffen werden. So wäre zu erklären, dass der prognostizierte Bedarf für eine bessere Infrastruktur (Räume etc.) von 40 Prozent in der ersten Amtszeit über 31 Prozent in der zweiten und 21 Prozent ab der dritten Amtszeit sinkt.

Diese Tendenz zeigt sich auch beim Bedarf an Vernetzungsmöglichkeiten. Liegt der entsprechende Anteil in der ersten Amtsperiode bei 34 Prozent, so sinkt er auf 18 Prozent ab der dritten Amtszeit. Dies könnte ebenfalls mit den in den Amtszeiten gewonnenen Kontakten und eigenen Verbindungen zu erklären sein. Eine zentrale Anlaufstelle für Ehrenamtliche sehen nur etwas mehr als 10 Prozent der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister ab der dritten Amtszeit als notwendig an, bei Verantwortlichen in der ersten oder zweiten Amtszeit sind es zwischen 24 und 25 Prozent.

Zukünftige Zielgruppen

Wichtig für die Entwicklung des Ehrenamtes in den Gemeinden ist auch die Frage, wer die Ehrenämter in der Zukunft ausüben soll. Dazu wurden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister um ihre Einschätzung gebeten, welche Zielgruppen aus ihrer Sicht in Zukunft für das Ehrenamt in ihrer Gemeinde stärker gewonnen werden sollten.

An erster Stelle stehen Jugendliche und junge Erwachsene als zukünftige Zielgruppe für ehrenamtliche Tätigkeiten. Dies gibt mehr als die Hälfte der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister an (57 Prozent). Mit großem Abstand folgen Neubürgerinnen und Neubürger (22 Prozent) sowie Seniorinnen und Senioren (21 Prozent). Weniger als 10 Prozent sehen die mittlere Altersgruppe von 25 bis unter 55 Jahren als zukünftig verstärkte Zielgruppe an, ebenso wie Familien (7 Prozent) oder Menschen mit Migrationshintergrund (5 Prozent). Alle Altersgruppen stehen bei 9 Prozent im Fokus zukünftiger Zielgruppen für das Ehrenamt.

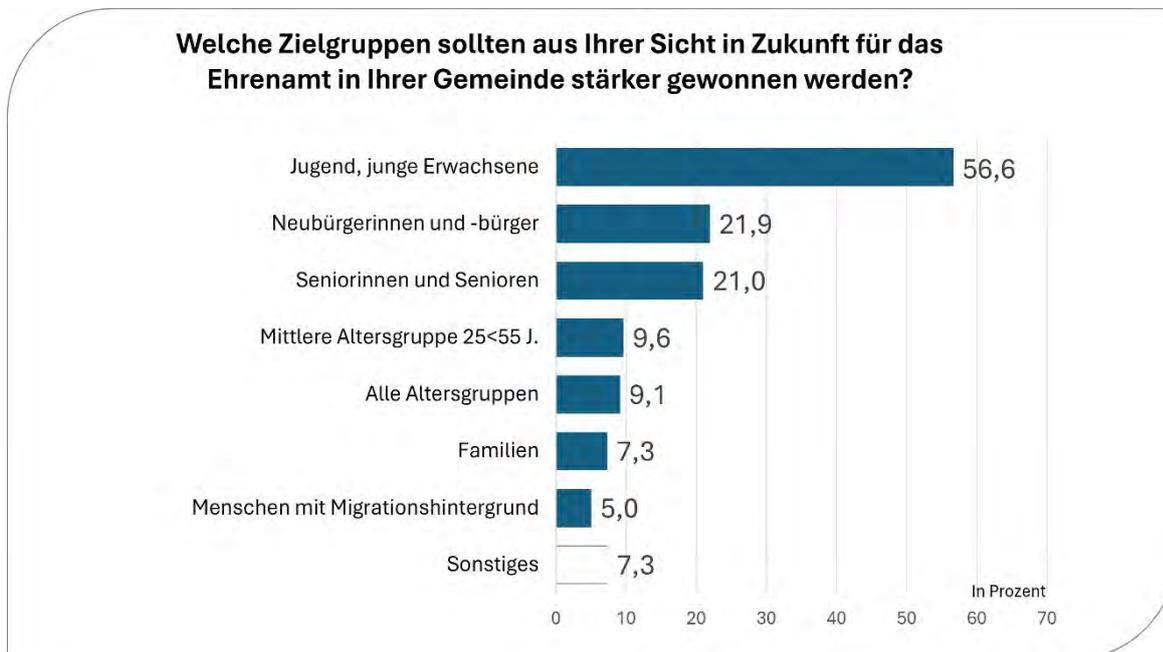


Abbildung 6: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zu künftigen Zielgruppen des Ehrenamts. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Unterscheidet man nach der Gemeindegröße sowie nach dem Profil der kommunal Verantwortlichen, zeigen sich bei der Einschätzung der zukünftigen Zielgruppe nach der haupt- oder ehrenamtlichen Tätigkeit kaum Unterschiede.

Auch in Bezug auf die bisherige Amtszeit der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister sind kaum systematische Unterschiede festzustellen. Lediglich die mittlere Altersgruppe zwischen 25 bis unter 55 Jahren wird bei Verantwortlichen in der ersten Amtszeit zu 12 Prozent, ab der dritten Amtszeit dann zu knapp 3 Prozent als zukünftige Zielgruppe angesehen. Hingegen sehen 4 Prozent der Verantwortlichen in der ersten Amtszeit und 14 Prozent ab der dritten Amtszeit Familien als künftige Zielgruppe zur Gewinnung von Ehrenamtlichen.

Die folgende Abbildung zeigt die Unterschiede der einzelnen Zielgruppen nach der Größe der Gemeinde. Mit zunehmender Größe der Gemeinde stehen Jugendliche und junge Erwachsene stärker im Fokus als zukünftig zu gewinnende Zielgruppe. Der Anteil steigt von 48 Prozent in Gemeinden unter 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner bis zu 68 Prozent in Gemeinden ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Für Neuzugezogene zeigt sich kein einheitliches Bild, hier sind Gemeinden unter 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner mit 27 Prozent und Gemeinden zwischen 5.000 und 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern mit 33 Prozent deutlich vor den anderen Gemeindegrößenklassen mit jeweils 14 Prozent. Seniorinnen und Senioren sehen vor allem die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister von größeren Gemeinden ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern als zukünftig verstärkt zu gewinnende Zielgruppe an (43 Prozent gegenüber 14 bis 19 Prozent in den kleineren Gemeinden). Weitere systematische Unterschiede sind nicht festzustellen, lediglich sehen die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister von Gemeinden bis unter 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner die mittlere Altersgruppe von 25 bis unter 55 Jahre als zukünftig zu gewinnende Zielgruppe an (13 Prozent gegenüber 4 bis 9 Prozent bei den anderen Gemeindegrößenklassen).

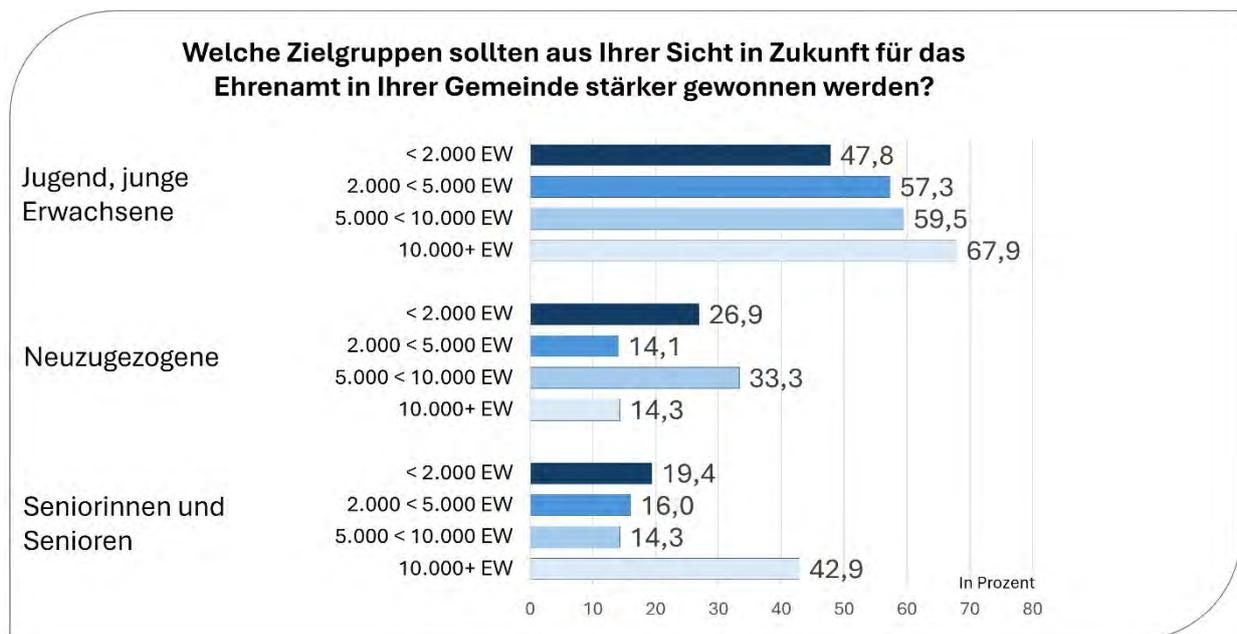


Abbildung 7: Aussagen der kommunal Verantwortlichen zu künftigen Zielgruppen des Ehrenamts nach Gemeindegröße. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Einschätzung zur zukünftigen Bereitschaft zum Engagement

Abschließend wurden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister um eine Einschätzung gebeten, wie sich die Bereitschaft der Bürgerinnen und Bürger in den nächsten fünf Jahren im Vergleich zum heutigen Engagement entwickeln wird.

Die Antworten zeigen eine große Praxisnähe und halten sich von Optimismus fern: Kaum vertreten wird die Auffassung, dass die Bereitschaft zur Ausübung eines Ehrenamtes in den nächsten fünf Jahren sehr viel größer oder größer sein wird. Lediglich etwas mehr als zwei Prozent sehen eine etwas größere Bereitschaft, niemand schätzt die Bereitschaft sehr viel größer ein. 39 Prozent sehen eine gleich hohe Bereitschaft und 59 Prozent meinen, dass die Bereitschaft in fünf Jahren geringer sein wird, 47 Prozent davon etwas geringer und 12 Prozent sehr viel geringer.

Unterschiede gibt es in der Einschätzung nach der Funktion der Verantwortlichen: die Hälfte der ehrenamtlich tätigen Bürgermeisterinnen und Bürgermeister sieht künftig eine geringere Bereitschaft zum Ehrenamt (51 Prozent), bei den hauptamtlichen Tätigen sind es mit 63 Prozent knapp zwei Drittel.

Unterschiede gibt es auch nach der Gemeindegröße: Die Verantwortlichen in Gemeinden zwischen 5.000 und 10.000 Einwohnern vermuten den stärksten Rückgang in der Bereitschaft, ein Ehrenamt auszuüben, (28 Prozent). Alle anderen Gemeindegrößenklassen liegen zwischen 3 Prozent (ab 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner) und 12 Prozent (unter 2.000 Einwohnerinnen und Einwohner).

Zentrale Themen für die Zukunft des Ehrenamtes in Kommunen

Zum Schluss der Befragung wurden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister gebeten, die aus ihrer Sicht drängendsten Themen für die künftige Gestaltung des Ehrenamtes anzugeben. Die Bandbreite der angesprochenen Themen ist sehr heterogen. Die folgende Abbildung zeigt eine Auswahl der Antworten, zusammengefasst nach Kategorien und illustriert mit einigen Beispielen in Form von Original-Zitaten.

Abbau von Bürokratie	„Weniger Bürokratie für Freiwillige, Vereine und sonstige Organisationen, wie auch für die Stadt.“; „Bürokratisierungswahnsinn und viele Vorschriften führen dazu, dass es immer schwieriger wird, ehrenamtlich tätig zu sein, man verliert den Spaß daran.“
Anerkennung und Wertschätzung	„Allgemeine Wertschätzung.“; „Wertschätzungs-/Anerkennungskultur; Monetarisierung – Altersarmut.“
Aufrechterhaltung des Vereinslebens	„Finden von Menschen, um den Fortbestand der Vereine zu sichern.“; „Vereine wie Krieger- und Soldatenkameradschaft und Gartenbauvereine werden sich in Zukunft schwer mit dem Nachwuchs in unserer Gemeinde tun.“
Besetzung von Führungspositionen	„Finden von ausreichend Menschen, die Ämter in den Vereinen übernehmen.“; „Das Besetzen von Vorstandsposten wird immer schwieriger.“
Bewältigung des demografischen Wandels	„Demografischer Wandel. Die Älteren werden immer mehr, die Jüngeren haben immer weniger Zeit.“; „Überalterung.“
Finanzielle Spielräume	„Genügend finanzielle Ausstattung, um ehrenamtliche Projekte und Bürgerliches Engagement zu fördern.“; „Bessere finanzielle Unterstützung oder Vorteile für ehrenamtlich Tätige (Steuervorteile).“
Geringere zeitliche Belastung	„Arbeitnehmer sind massiv in ihren jeweiligen Berufen eingespannt. Hier braucht es Freiräume.“
Integration von Personen mit Migrationshintergrund	„Migration und Integration.“; „Integration und Diversität.“
Jugend-, Seniorenförderung	„Jugendliche zum Ehrenamt motivieren.“; „Jugendförderung, Senioren.“
Nachwuchs- und Mitgliedergewinnung	„Nachwuchsgewinnung in erster Linie für Führungspositionen in den zahlreichen Vereinen.“; „Neue Mitglieder.“
Räumlichkeiten für Treffs, Gemeindegarbeit	„Räumlichkeiten zur Verfügung stellen.“; „Räumlichkeiten, Finanzen und Vernetzung.“
Sicherstellen der Daseinsvorsorge	„Brand- und Katastrophenschutz, Nachbarschaftshilfen.“; „Freiwillige Feuerwehr.“
Work-Life-Balance	„Zeitliche Belastung, berufliche Auslastung.“; „Freizeitstress und Work-Life-Balance reduzieren die Bereitschaft, ein Ehrenamt zu übernehmen.“
Zusammenhalt	„Der bürgerliche Zusammenhalt spielt eine nicht unerhebliche Rolle.“; „Stärkung des Zusammengehörigkeitsgefühls.“
Sonstiges	„Anlaufstellen schaffen in der Verwaltung.“; „Das Ehrenamt muss immer mehr Felder abdecken, wo sich Institutionen zurückziehen.“

Abbildung 8: Zentrale Themen für die Zukunft des Ehrenamts in den Gemeinden aus Sicht der kommunal Verantwortlichen. Quelle: Eigene Darstellung – Rosenkranz, Buchner & Görtler | Forschungsprojekt „Ehrenamt in der Gemeinde“ | Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm 2024

Vorschläge zum Umgang mit Engagement in den Gemeinden aus Sicht der kommunal Verantwortlichen

Zum Abschluss der Befragung konnten die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister angeben, was bei ihnen in der Gemeinde im Bereich Ehrenamt so gut läuft, dass sie es anderen Gemeinden empfehlen würden. Aus mehr als 140 Anregungen wurde die folgenden Beispiele entnommen, die die Bandbreite der Vorschläge zeigt.

- „Bei Unterstützungsbedarf geeignete Personen gezielt ansprechen.“
- „Bürgerbus, Mittagstisch, Bauprojekte (Dorfladen, Marktbuden).“
- „Bemühungen um Nachwuchs, viele tolle Einzelaktionen, Fokus auf Kinder, Aufstellen von "kleinen Kirchweihbäumen durch Kinder", Kindergruppen in Feuerwehr.“
- „Aktive Vereine mit Veranstaltungen, welche in der Bevölkerung hohen Anklang und Wertigkeit finden – stärkt das Ehrenamtsgefühl der handelnden Vereinsmitglieder.“
- „Der alljährliche stattfindende Neujahrsempfang für ehrenamtlich tätige Personen, wird sehr gut angenommen und trägt zur Motivation für das Ehrenamt bei.“
- „Die Gemeinde unterstützt den Sportverein mit jährlich 10.000 Euro für den Unterhalt der vereinseigenen Turnhalle, die von allen Vereinen und auch von der Gemeinde genutzt wird. Die anderen Vereine erhalten finanzielle Unterstützung und Unterstützung durch den Bauhof.“
- „Die Wertschätzung durch die Gemeinde bei der Unterstützung von großen Festen oder Organisation von jährlichen Treffen.“
- „Ehrenamtsempfang, kurze Dienstwege ins Bürgermeisterbüro.“
- „Faire und gerechte (finanzielle) Behandlung der Vereine und Organisationen.“
- „Gegenseitige Terminabsprachen unter Führung der Gemeinde.“
- „Gezielte Ansprache von Jugendlichen, starke Netzwerke und Kooperationen“.
- „Gute Zusammenarbeit der Vereine untereinander.“
- „Jährliches gemeinsames (großes) Bürgerfest, wo sich fast alle beteiligen und dadurch Zusammenhalt erfahren“.
- „Jährliche Versammlung aller Vereinsvorstände, um Termine abzustimmen und Anliegen zu besprechen.“
- „Kleine Ortsteile halten die größten Feste (Kirchweih) ab.“
- „Man muss räumliche Kapazitäten schaffen, damit sich Ehrenamt entfalten kann.“
- „Mitmachgemeinde; die Bürgerinnen und Bürger dürfen ihre Ideen selbst einbringen und umsetzen mit einer finanziellen Unterstützung der Gemeinde.“
- „Ehrenamtspreis: Bei uns bekommen Bürgerinnen und Bürger, die von der Bürgerschaft vorgeschlagen wurden, die Auszeichnung mit dem Ehrenamtspreis unserer Gemeinde (Urkunde, Anstecknadel).“
- „Ortskulturring als Dachorganisation.“
- „Regelmäßige Einladung zum Neujahrsempfang.“
- „Regelmäßiger Austausch mit der Vereinsführung, auch als Bürgermeister aktiv in den Vereinen mitwirken.“
- „Runder Tisch mit der Gemeinde.“
- „Sehr gute Betreuung der für die Kommune tätigen Ehrenamtlichen durch unser Quartiermanagement.“
- „Selbstverwaltung, die Vereine eigenverantwortlich handeln lassen, nicht von Seiten der Gemeinde bürokratische Hindernisse aufbauen.“
- „Seniorenbetreuung anbieten.“
- „Sportverein ist hochaktiv und interessant für Kinder und Jugendliche: Förderverein für das örtliche Freibad.“
- „Unsere Vereine unterstützen sich gegenseitig vorbildlich.“
- „Unterstützung durch Förderung über Anschubfinanzierung, die relativ frei ist, damit die Projekte zu ihren Projekten werden. Dadurch wird eine längere Bindung aller Ehrenamtler erreicht.“

- „Vereine mit komplett eigenständiger Festausstattung.“
- „Vereinsring mit den Terminabstimmungen, Zusammenhalt und untereinander Hilfe der Vereine.“
- „Verschiedene WhatsApp-Gruppen, in denen nur die angemeldet sind, die für den Bereich zuständig sind.“
- „Wertschätzung der Ehrenamtlichen durch Präsenz des Ersten Bürgermeisters bei den Versammlungen und Veranstaltungen.“
- „Wir haben in der Gemeinde einen Ehrenamtsbeauftragten.“
- „Wir haben einen Tag des Ehrenamtes, bei dem langjährig ehrenamtlich Aktive im Mittelpunkt stehen. In 2023 waren Aktive zu einem Festabend geladen. Bereichert wird der Tag des Ehrenamtes durch ein Schwerpunktthema.“
- „Wir haben Menschen einen Raum und Lobby gegeben, die sich außerhalb der Vereine und von Pflichtaufgaben (Elternbeirat, Verkehrshelfer) engagieren wollen.“
- „Zusammenarbeit zwischen Politik, Verwaltung vor Ort mit Vereinen, Ehrenamtlichen: Einbeziehung bei Themen und Entscheidungen.“

Die Beispiele zeigen das Engagement und die Bereitschaft der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister zur Mitwirkung bei der Gewinnung und Bindung von Ehrenamtlichen in ihrer Gemeinde sowie die Bereitschaft zum Engagement in der Bevölkerung. Sie zeigen aber auch, dass das Engagement sich wandelt, immer neu gedacht und angepasst werden muss – dass es im Idealfall Personen hat, die sich kümmern und organisieren und gemeinsam mit anderen das Ehrenamt lebendig gestalten.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Multiplikation und Fortführung der Ergebnisse:

Wichtig für die Weiterentwicklung der gewonnenen Ergebnisse sind Gespräche mit zentralen Stakeholdern der Freien und Öffentlichen Träger der Wohlfahrt in Bayern und Deutschland. Geplant sind daher nach Abschluss des Projektes: Fachgespräche zu Ergebnissen der Studie mit relevanten Kooperationspartnern, Multiplikation in Wissenschaft, Politik, Kommunen, Verbände, Artikel in Fachzeitschriften für kommunal Verantwortliche, Wissenschaft wie Nachrichtendienst des Deutschen Vereins, Deutscher Städtetag, Bayerischer Gemeindetag.

Themen der anschlussfähigen Forschung:

Das überwältigende Thema künftiger anwendungsorientierter wissenschaftlicher Forschung in diesem Bereich ist Soziale Daseinsvorsorge. Dazu zählt die Frage, welchen Beitrag kommunal Verantwortliche für das künftige Miteinander in unserer Gesellschaft leisten können. Konkret geht es um Aspekte der Teilhabe, der Gestaltung kommunaler Rahmenbedingungen für Pflegeunterstützung, für Nachbarschaftshilfe und um Optionen der Unternehmensgründung im Rahmen gemeinwohlorientierter Entrepreneurships zur Gestaltung notwendiger Hilfe-Strukturen, etwa im Bereich von Einkaufsläden und Verkehrs-Infrastruktur.

Anschlussfähige Drittmittelgeber:

Die Frage, wie Daseinsvorsorge vor Ort in Zukunft unterstützt und organisiert werden kann, gehört zu den großen gesellschaftlichen Fragen, denen sich Stiftungen, Landes- und Bundesministerien immer stärker auch durch eigene Projektförderungen und Förderlinien öffnen.

Eine Anschlussfinanzierung auf Basis der hier geleisteten Forschung wird angestrebt. Geplant ist ein anwendungsorientiertes Forschungsprojekt über einen Zeitraum von etwa drei Jahren.

Konkrete Förderoptionen zu diesem Thema sind das „Bundesprogramm Ländliche Entwicklung und regionale Wertschöpfung“ des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMEL), die Förderlinie „Forschung für die zivile Sicherheit“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), das Bayerische Staatsministerium für Familie, Arbeit und Soziales (StMAS) sowie thematisch geeignete Stiftungen.

6. Literatur

- Balleis, S., & Hill, J. (2007). Die Kommune als Moderator und Koordinator gesellschaftlicher Verantwortungsübernahme. *Politische Studien*, 58(2), 6.
- Berkemeier, K.-H. (1994). Kommunalpolitisches Engagement: Zwischen Ehrenamt und Profession. In R. Roth & H. Wollmann (Hrsg.), *Kommunalpolitik: Politisches Handeln in den Gemeinden* (S. 271–280). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bogumil, J., Gehne, D. H., & Süß, L. A. (2024). *Ehrenamtliche Bürgermeister in Deutschland: Das unbekannte Wesen*. Springer VS.
- Christner, A., Würz, S., & Vandamme, R. (2007). Ein neuer Welfare-Mix in der Lokalen Daseinsfürsorge. Freiwilliges Engagement fördern: Ein neues Aufgabenprofil für kommunale Fachkräfte. *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 20(2), 153–160.
- Fromm, S., & Rosenkranz, D. (2019). *Unterstützung in der Nachbarschaft. Struktur und Potenzial für gesellschaftliche Kohäsion*. Springer VS.
- Glaser, U. (2012). Engagementförderung und Freiwilligenmanagement im kommunalen Aufgabenfeld. In D. Rosenkranz & A. Weber (Hrsg.), *Freiwilligenarbeit. Einführung in das Management von Ehrenamtlichen in der Sozialen Arbeit* (2. Aufl., S. 191–213). Beltz Juventa.
- Helling, B., & Görtler, E. (2021). Daseinsvorsorge und demographischer Wandel im kommunalen Miteinander. *Blätter der Wohlfahrtspflege*, 168(6), 223–226. <https://doi.org/10.5771/0340-8574-2021-6-223>
- Herbst, M., Dünkel, F., & Stahl, B. (Hrsg.). (2016). *Daseinsvorsorge und Gemeinwesen im ländlichen Raum*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11769-6>
- Igl, G., Jachmann, M., & Eichenhofer, E. (2002). *Ehrenamt und bürgerschaftliches Engagement im Recht – ein Ratgeber*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Jakob, G. (2009). *Kommunen und bürgerschaftliches Engagement – Gegenwärtiger Stand, Probleme und Lösungsansätze*. https://www.wzb.eu/system/files/docs/sine/expertise_jakob.pdf
- Karl, F., Aner, K., Bettmer, F., & Olbermann, E. (2008). *Perspektiven einer neuen Engagementkultur: Praxisbuch zur kooperativen Entwicklung von Projekten*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Keupp, H. (2010). Kommunale Förderbedingungen für bürgerschaftliches Engagement. In A. Plich Ortega, A. Felbinger, R. Mikula, & R. Egger (Hrsg.), *Macht – Eigensinn – Engagement. Lernprozesse gesellschaftlicher Teilhabe* (Bd. 7, S. 137–150). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3531-92556-1_7
- Kleiner, T.-M., Klärner, A., & Thünen-Institut für Ländliche Räume. (2019). *Bürgerschaftliches Engagement in ländlichen Räumen: Politische Hoffnungen, empirische Befunde und Forschungsbedarf* (Thünen Working Paper, Nummer 129). https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn061365.pdf
- Köppen, B. (2008). Kommunen und demografischer Wandel in Deutschland – Regionale Muster. In H. Heinelt & A. Vetter (Hrsg.), *Lokale Politikforschung heute* (S. 271–281). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91111-3_11
- Lisakowski, A., Neu, M., Schultz, A., & Strohmeier, K. P. (2015). *Lebenswerte Kommune: Bevölkerungsentwicklung und Lebensqualität vor Ort: Zusammenhangsanalysen mit Städte- und Gemeindedaten des Portals Wegweiser Kommune*. Verlag Bertelsmann Stiftung.
- Loheide, M., Hoffmann, L., & Gillenberg, N. (2020). Freiwilliges Engagement für und von Geflüchteten: notwendige Rahmenbedingungen und Unterstützung. In T. Löhr (Hrsg.), *Kommunale Integrationspolitik: Strukturen, Akteure, Praxiserfahrungen* (S. 141–154). Verlag des Deutschen Vereins für öffentliche und private Fürsorge e.V.
- Rahmann, U. (1999). *Freiwilliges soziales Engagement im Wandel: Möglichkeiten und Grenzen der Förderung auf kommunaler Ebene*. Shaker.
- Rosenkranz, D., Görtler, E., & Buchner, E. (2024). *Pilotstudie Freiwilligenmanagement*. Sonderdruck-Schriftenreihe der Technischen Hochschule Nürnberg.
- Rosenkranz, D., Görtler, E., & Limbeck, B. (2014). *Woher kommen künftig die Freiwilligen? Engagementplanung als Zukunftsaufgabe für Kommunen und Verbände*. Beltz Juventa.

- Rosenkranz, D., & Weber, A. (Hrsg.) (2012). *Freiwilligenarbeit: Einführung in das Management von Ehrenamtlichen in der Sozialen Arbeit* (2. Aufl.). Beltz Juventa.
- Weber, U. (2020). *Bürgerschaftliches Engagement und Ehrenamt in der Sozialwirtschaft. Eine Einführung*. Springer VS.
- Winkel, R. (2006). Die Auswirkungen des demographischen Wandels auf die soziale Infrastruktur. In P. Gans & A. Schmitz-Veltin (Hrsg.), *Demographische Trends in Deutschland – Folgen für Städte und Regionen* (S. 172–191). Leibniz-Forum für Raumwissenschaften.
- Wolf, A. C., & Zimmer, A. (2010). Besetzung ehrenamtlicher Vereinsvorstände – Vorstände verzweifelt gesucht. *Verbands-Management*, 36(3), 28–37.
- Zimmer, A. (2005). Vom Ehrenamt zum Bürgerschaftlichen Engagement: Einführung in den Stand der Debatte. *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 18(3), 29–38.

IF4D – Designer-freundliches Entwicklungssystem für interaktive Geschichten

Prof. Dr. Bartosz von Rymon Lipinski

Fakultät Informatik / Interactive Media Technology Research Lab

Senta Mandutz, M. Sc.

Fakultät Informatik / Interactive Media Technology Research Lab

Zusammenfassung:

Das Vorlaufforschungsprojekt „IF4D“ des IMT Forschungslabors (ehemals GTL) verfolgte die Entwicklung eines „designer-freundlichen“ Systems für interaktive, textbasierte Geschichten auf Basis einer wissensbasierten Weltsimulation. Ziel war es, eine digitale Buchform zu schaffen, bei der Nutzende durch Gesten den Handlungsverlauf beeinflussen können. Es wurden zentrale Arbeitspakete (AP) erfolgreich umgesetzt, darunter die Entwicklung einer Schnittstelle für Storytelling, die Generierung einer Basiswelt sowie die Umsetzung erster Story-Fragmente. Das Projekt integrierte Ansätze für automatische Szenenbeschreibungen und eine Künstliche-Intelligenz (KI)-basierte Übersetzung interaktiver Textfragmente, um Sprachbarrieren zu überwinden und Kosten zu reduzieren. Zwar blieben einige Aufgaben, wie die vollständige Integration von Quest-Generatoren, vorerst nur technologische Ansätze, dennoch bilden die Ergebnisse eine solide Forschungsgrundlage und fördern zukünftige Entwicklungen. Die Zusammenarbeit mit dem „Department of Human-Centered AI“ (HCAI, unter anderem Dr. Węgrzyn – ehemals ZTG) der Jagiellonen-Universität in Krakau, Polen, wird fortgesetzt und die Projektarbeiten liefern wichtige Impulse für weiterführende Forschungsarbeiten sowie für die weitere Förderantragsplanung.

1. Projektdaten

Fördersumme	34.786,12 Euro
Laufzeit	März bis September 2024
Fakultät/Einrichtung	Fakultät Informatik / Interactive Media Technology Research Lab
Projektleitung	Prof. Dr. Bartosz von Rymon Lipinski
Projektteam (Ohm)	Senta Mandutz, M. Sc.
Kontaktdaten Projektleitung	bartosz.vonrymonlipinski@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Die Umsetzung interaktiver Geschichten und digitaler Bücher mit narrativ komplexen und spielmechanisch anspruchsvollen Weltsimulationen wird insbesondere durch technische Einschränkungen der zugrunde liegenden Entwicklungssysteme begrenzt. Vor allem die Entfaltung kreativer Ausdrucksmöglichkeiten sowie eine niedrigschwellige Zugänglichkeit stellen für Designerinnen und Designer ohne vertiefte Programmierkenntnisse eine Hürde dar. Diese Herausforderungen verschärfen sich bei komplexen Weltmodellen zusätzlich – wie im vorliegenden Projekt durch den Einsatz von Verfahren zur Wissensrepräsentation sowie zur maschinellen Verarbeitung und Generierung dynamischer Texte. Eine weitere Steigerung der Komplexität ergibt sich durch die angestrebte Multilingualität, die heute typischerweise mit dem Einsatz KI-gestützter Übersetzungssysteme verbunden ist.

3. Ziele des Forschungsprojekts

Die Hauptziele des Projekts IF4D war die Entwicklung einer technologischen Grundlage für ein benutzerfreundliches Entwicklungssystem für interaktive Geschichten, das auf einer wissensbasierten Weltsimulation beruht. Im Rahmen dieses Vorhabens lag der Fokus vorerst nur auf hypertextbasierten Anwendungen und einem gestenbasierenden Interaktionsmodell. Dabei wurden insbesondere solche Lösungen anvisiert, die es Menschen ohne tiefergehende Programmierkenntnisse ermöglichen sollen, narrativ und spielmechanisch komplexe Welten „wissensorientiert“ zu spezifizieren. Die daraus resultierenden wissensbasierten Weltmodelle sollten eine Grundlage für sich dynamisch entwickelnde interaktive Geschichten bilden. Ein weiteres Ziel war die Untersuchung sowie prototypische Integration KI-basierter Verfahren, einmal zur kontrollierten Generierung einzelner Szenenbeschreibungen und zusätzlich auch für automatische Übersetzungen. Ein wichtiger Teilaspekt war dabei – neben der erhöhten Zugänglichkeit durch die Unterstützung der Mehrsprachigkeit – die kreative Dominanz der menschlichen Designerin und des menschlichen Designers beziehungsweise der Geschichtenerzählerin und des -erzählers während des gesamten Entwicklungsprozesses zu sichern. Darüber hinaus stellt der Ausbau des Forschungsfundaments im Hinblick auf zukünftige wissenschaftliche Verwertungen und Förderanträge ein strategisches Projektziel dar.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Das durchgeführte Vorlaufforschungsprojekt basierte auf den folgenden Arbeitspaketen, die jeweils um eine Bewertung bezüglich des Erreichungsgrads ergänzt wurden:

- AP 1 – Entwicklung einer „Storytelling-Schnittstelle“ zur Wissensbasis: erfüllt.
- AP 2 – Implementierung „Basisweltwissen“ für interaktive Fiktion: erfüllt.
- AP 3 – Test-Integration des HCAI-Verfahrens zur Quest-/Rätselgenerierung: Ansatz.
- AP 4 – Umsetzung repräsentativer Story-Fragmente mittels der Wissensbasis: erfüllt.
- AP 5+ – Neurosymbolisches System zur Übersetzung dynamischer Textfragmente: erfüllt (neu).

- AP 6+ – Automatische Szenenbeschreibung aus Gameplay-Wissensfragmenten: Ansatz (neu).

Die Arbeitspakete 1, 2 und 4 wurden vollständig umgesetzt. Das Resultat ist ein interaktives Story-Fragment, das einen Teil der ersten Episode der Geschichte „The Walking Dead“ als digitales Spielbuch abbildet. Eine erste Version wurde im Rahmen der LEONARDO-Veranstaltung „kultur.digital.vermittlung“ am 24. Juli 2024 der Öffentlichkeit präsentiert. Als Storytelling-Schnittstelle wurde prototypisch eine Markdown-basierte Lösung (Teilprojekt „MD2KE“) im Rahmen der Masterabschlussarbeit von Maximilian Fieder mit dem Titel „Markdown for Human-Readable Specification of Knowledge-based Interactive Storytelling“ realisiert. Das „Basisweltwissen“ umfasst unter anderem den generellen Spielzustand, das Inventar und die Verwaltung von „Nicht-Spieler-Charakteren“. Das ursprünglich geplante Arbeitspaket 3 konnte nur ansatzweise bearbeitet werden, da die Übersetzung des Systems „StoryGraph“ zur Repräsentation und Generierung interaktiver Textgeschichten (vom Polnischen ins Englische) sich bei unserem Kooperationspartner HCAI aufwendiger als ursprünglich geplant herausgestellt hat. Erste Ergebnisse umfassen hier technische Konzeptskizzen und einzelne Machbarkeitsstudien.

Zur Kompensation wurden zwei neue Arbeitspakete „AP 5+“ und „AP 6+“ bearbeitet. Insbesondere diente der oben genannte Sachverhalt als Inspiration für diese zusätzlichen Arbeitspakete, bei dem ein System zur KI-Übersetzung interaktiver Textfragmente konzipiert und prototypisch umgesetzt wurde. Damit können nun dynamische Szenenbeschreibungen automatisch in eine beliebige Ausgabesprache übersetzt werden. Eine Besonderheit dieses Systems ist, dass bereits durchgeführte Übersetzungen einzelner Textfragmente in der Wissensbasis segmentiert, gespeichert und wiedererkannt werden können. Dies ermöglicht, die Übersetzung einzelner Textsegmente wiederzuverwenden, um somit die Kosten für wort- beziehungsweise token-basierte Bezahlmodelle von Online-Übersetzungsanbieterinnen und -anbietern zu reduzieren (in diesem Fall „DeepL“). Dieses System bildet auch eine Grundlage für eine wissenschaftliche Publikation, deren Veröffentlichung für die zweite Hälfte von 2025 anvisiert ist. Für die Umsetzung des zusätzlichen „AP 6+“, wurde ein freies Generative-Pre-Trained-Transformer-basiertes (GPT) Modell („WizardLM“) verwendet. Aufgrund der Herausforderungen bei der Antwortstabilität und -konsistenz solcher Large-Language-Modelle (LLMs) bedarf es hier noch weiterführender Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

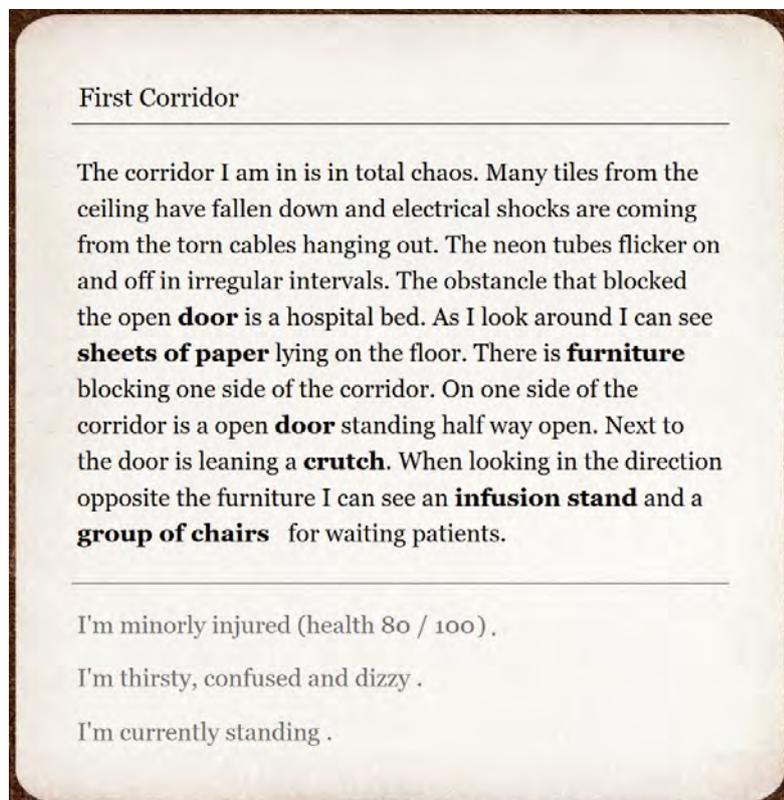


Abbildung 1: Screenshot des interaktiven Spielbuchprototyps. Der fettmarkierte Text stellt Schlüsselwörter für die gestenbasierte Interaktion dar. Im oberen Teil sieht man die aus der Wissensbasis dynamisch generierte Szenenbeschreibung. Im unteren Teil sieht man den szenenunabhängigen (ebenfalls generierten) Statustext des Protagonisten. Quelle: Eigener Screenshot eines interaktiven Spielbuchs, entwickelt von Senta Mandutz.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Trotz der oben genannten technischen Herausforderungen ist das Projekt als erfolgreich einzustufen. Die bearbeiteten Arbeitspakete bilden ein technisches Fundament sowie auch eine wissenschaftliche Inspiration für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Die Forschungsk Kooperation zwischen der Jagiellonen-Universität und dem IMT-Forschungslabor der Fakultät Informatik wird fortgesetzt. Aktuell intensivieren beide Partner die Vorplanungen hinsichtlich einer weiteren Antragstellung für ein drittmittelgefördertes Kooperationsprojekt. Dabei soll die Spezifikation von KI-Agenten und damit verbundener autonomer Entscheidungsfindungsprozesse wissenschaftlich im Vordergrund stehen.

6. Literatur und Internetquellen

- Bebbington, T.: *WRIT324: Writing Interactive Narrative*. University of Victoria Library, 2025. Online verfügbar unter: <https://libguides.uvic.ca/gaming> [Zugriff am 26.05.2025].
- DeepL SE: *DeepL Translator*. Online verfügbar unter: <https://www.deepl.com> [Zugriff am 26.05.2025].
- Dittmer, H.; Jia, X.: Code Generation based on Controlled Natural Language Input. In: *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, Bd. 13, Nr. 12, 2024, S. 1–14
- Good, J.; Howland, K.: *Programming Language, Natural Language? Supporting the Diverse Computational Activities of Novice Programmers*. In: *Journal of Visual Languages and Computing*, Jg. 39, 2017, S. 78–92.
- Microsoft Research AI: *WizardLM: Empowering Large Language Models to Follow Complex Instructions*. Online verfügbar unter: <https://github.com/nlpxucan/WizardLM> [Zugriff am 26.05.2025]
- Wang, Y.; Lin, J.; Yu, Z.; Hu, W.; Karlsson, B. F.: *Open-world Story Generation with Structured Knowledge Enhancement: A Comprehensive Survey*. In: *Neurocomputing*, Bd. 559, 2023, Art.-Nr. 126792

Trimpa – Realisierung von Vorarbeiten zur Stellung eines Forschungsantrages zur Analyse des Tropfenimpakts

Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer
Fakultät für Angewandte Chemie

Zusammenfassung:

Das Projekt Trimpa entwickelt eine Anlage zur Analyse des Tropfenimpakts, um den Einfluss physikochemischer Parameter auf das zeitaufgelöste Impaktverhalten von Flüssigkeitstropfen systematisch zu untersuchen. Eine eigens entwickelte Software ermöglicht intuitive Analysen und flexible Datenauswertung. Durch Experimente zu Fallhöhe, Viskosität und Elastizität wird das Tropfenverhalten unter verschiedenen Bedingungen analysiert. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen nachhaltige Innovationen in Drucktechnologien und Materialentwicklung und stärken die Forschungskompetenz der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm).

1. Projektdaten

Fördersumme	31.844 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät	Angewandte Chemie
Projektleitung	Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer
Kontakt Daten Projektleitung	dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Die Ausgangslage des Projekts „Trimpa – Realisierung von Vorarbeiten zur Stellung eines Forschungsantrages zur Analyse des Tropfenimpakts“ basiert auf den spezifischen Anforderungen und Herausforderungen des Continuous-Inkjet-Drucks (CIJ) in modernen Produktionsprozessen. Der CIJ ist ein zentraler Bestandteil industrieller Kennzeichnungstechnologien und bietet durch seine Flexibilität, Geschwindigkeit und Vielseitigkeit zahlreiche Vorteile. Insbesondere seine Fähigkeit, auch unebene, sensible oder bewegte Oberflächen zu bedrucken, macht ihn für nahezu alle Beschriftungsanwendungen geeignet. Mit einer Vielzahl von Tintenformulierungen lassen sich sowohl nichtsaugende als auch schwarze Oberflächen präzise markieren.

Ein wesentlicher Treiber für den Einsatz des CIJ ist die fortschreitende Digitalisierung der Produktion, die eine lückenlose Nachverfolgbarkeit von Produkten über die gesamte Prozesskette erfordert. Dies setzt eine eindeutige und maschinell lesbare Kennzeichnung voraus, die selbst unter aggressiven Prozessbedingungen wie Hochtemperaturbehandlungen oder dem Einsatz von Reinigungsmitteln zuverlässig bleibt. Gleichzeitig steigt der Bedarf an funktionalen Beschichtungen, beispielsweise in der gedruckten Elektronik, die eine präzise Steuerung von Schichtdicke und Materialeigenschaften erfordern.

Für eine zuverlässige Umsetzung dieser Anforderungen sind ein tiefes Verständnis und die gezielte Steuerung der Tropfenbildung und des Tropfenimpaktverhaltens entscheidend. Beide Prozesse beeinflussen maßgeblich die Schärfe des Druckbildes sowie die Funktionalität und Qualität der Endprodukte. Trotz ihrer zentralen Bedeutung für den Druckprozess sind insbesondere die physikalischen Mechanismen des Tropfenimpakts und ihr Zusammenhang mit den physikochemischen Eigenschaften der Tinten bisher unzureichend erforscht.

Die Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm hat in den vergangenen Jahren strategische Maßnahmen ergriffen, um die Forschung in diesem Bereich voranzutreiben. Mit der Berufung von Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer und der Gründung der Arbeitsgruppe „FluSys – Physikalische Chemie Fluidier Systeme“ wurde die Kompetenz im Fachbereich Rheologie deutlich gestärkt. Die Arbeitsgruppe verfügt über modern ausgestattete Labore und umfangreiche Expertise, insbesondere in der Untersuchung komplexer Flüssigkeiten und deren Wechselwirkung mit Oberflächen.

Die Bedeutung dieses Forschungsfeldes wird durch die steigende Nachfrage nach neuen Tintenformulierungen und optimierten Druckprozessen unterstrichen. Vor allem die Entwicklung nachhaltiger Tinten und die Anpassung an neue Einsatzgebiete, wie die Kennzeichnung unter extremen Bedingungen oder der Einsatz in gedruckter Elektronik, erfordern gezielte Vorarbeiten. Diese schaffen die wissenschaftliche Grundlage, um empirische Ansätze durch präzise Messmethoden zu ersetzen. Dadurch

können Prozesse effizienter gestaltet, der Chemikalieneinsatz reduziert und die Produktqualität gesteigert werden.

3. Ziele des Forschungsprojekts

Das Ziel des Projekts war es, eine umfassende Möglichkeit zur Analyse des Tropfenimpakts zu schaffen. Hierzu wurde eine speziell entwickelte Anlage aufgebaut, die durch maßgeschneiderte Software und experimentell realisierbare Parametervariation eine systematische Untersuchung ermöglicht. Die geplante Anlage ermöglicht die hochpräzise Analyse des Tropfenimpakts, um die dynamischen Prozesse beim Auftreffen von Tropfen auf verschiedene Substrate detailliert untersuchen zu können. Zudem sollen auf Basis der gewonnenen Ergebnisse Folgeprojekte initiiert werden, die zur weiteren Vertiefung und Erweiterung der Forschung in diesem Bereich beitragen. Darüber hinaus stärkt das Projekt die Kompetenz der Ohm in der Analyse komplexer physikalischer Prozesse und ihre Position als bedeutende Forschungseinrichtung in diesem Technologiefeld.

Eine der größten Herausforderungen lag hierbei in der Erfassung und Verarbeitung der extrem schnellen Prozesse, die beim Tropfenimpakt auftreten. Um diese zeitlich hochaufgelösten Phänomene zu dokumentieren, wurde eine Hochgeschwindigkeitskamera eingesetzt. Diese ermöglicht nicht nur schnelle und hochauflösende Aufnahmen, sondern ist auch flexibel auf verschiedene Szenarien anpassbar. Der Fokus lag auf der Kombination präziser optischer Systeme mit optimierten Lichtquellen, um die Bildqualität zu maximieren und zuverlässige Ergebnisse unter unterschiedlichsten Bedingungen sicherzustellen.

Bei der Analyse entstehen immense Datenmengen, die eine effiziente und automatisierte Auswertung erfordern. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, wurde die Entwicklung leistungsstarker maßgeschneiderter Softwarelösungen priorisiert. Diese ermöglicht eine schnelle Analyse und Visualisierung der aufgenommenen Bilder. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf einer benutzerfreundlichen Gestaltung der Software, die auch ohne tiefgehende Fachkenntnisse intuitiv bedienbar ist. Gleichzeitig wurde Wert auf eine effiziente Datenverarbeitung gelegt, um Ergebnisse in kürzester Zeit bereitzustellen.

Ein weiteres Ziel war eine systematische Analyse des Tropfenaufpralls auf festen Substraten, um den Einfluss von Substrat, Fallhöhe (kinetische Energie), Viskosität, Oberflächenspannung und Fluidelastizität zu erfassen. Mittels verschiedener Modellfluiden konnten Tropfen mit unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften realisiert werden, während Substrate mit unterschiedlicher Oberflächenenergie (Polytetrafluorethylen (PTFE), Polypropylen (PP), Polyurethan (PU), Polyethylenterephthalat (PET)) zum Einsatz kamen. Die Untersuchungen lieferten quantitative Erkenntnisse über die Ausbreitungs- und Retraktionsdynamik, etwa zur Amplitude und Dauer der Kontaktwinkelschwingungen.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

4.1. Aufbau des Tropfen-Impakt-Analysators (TIA)

Zur Untersuchung des Tropfenimpakts ist die Konstruktion einer hochpräzisen Apparatur (Tropfen-Impakt-Analysator, TIA) erforderlich. Dabei müssen essenzielle Parameter wie Tropfenvolumen, Aufprallstelle, Kameraeinstellungen, Belichtung und Fallhöhe streng konstant gehalten werden. Die Anlage wurde mithilfe hochflexibler optomechanischer Bauelemente von Thorlabs aufgebaut, die eine modulare Integration verschiedener optischer und mechanischer Komponenten ermöglichen. Die verwendeten Komponenten bieten dank ihrer Stabilität und Anpassungsfähigkeit ideale Voraussetzungen für die Realisierung der Versuchsanlage. Durch die Vielzahl an optionalen Zubehörteilen kann der Versuchsaufbau auch weiterhin optimiert oder für Folgeprojekte einfach erweitert und angepasst werden. Der in Abbildung 1 dargestellte Versuchsaufbau illustriert die im Rahmen dieses Projekts entwickelte Apparatur.

4.1.1. Beleuchtung

Die Apparatur ist mit einer telezentrischen Lichtquelle (TZB28-B450-P-24V, Vision & Control) ausgestattet, die durch ihre hohe Lichtintensität eine optimale Beleuchtung der Aufnahmen gewährleistet und hohe Aufnahmegeschwindigkeiten ermöglicht. Dies trägt entscheidend zu einer präzisen Bildaufnahme bei. Ein wesentlicher Vorteil der telezentrischen Beleuchtung ist die homogene Lichtverteilung, die Verzerrungen in der Bildgebung verhindert. Zusätzliche Vorteile sind die geringe Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen in der Arbeitsdistanz und die Möglichkeit, selbst kleinste Details scharf abzubilden, wodurch die Vielseitigkeit der Anwendung deutlich erhöht wird. Zudem bietet die telezentrische Lichtquelle eine verbesserte Effizienz bei der Bildverarbeitung, da sie die Kontraste zwischen Objekten und deren Hintergrund deutlich erhöht. Durch die stabile Lichtausgabe können außerdem unterschiedliche Materialien und Oberflächen mit gleichbleibender Präzision analysiert werden. Diese Kombination aus hoher Lichtintensität, Homogenität und Stabilität macht die telezentrische Beleuchtung zu einem unverzichtbaren Werkzeug, um verlässliche und reproduzierbare Ergebnisse sicherzustellen und die Anforderungen anspruchsvoller Anwendungen zu erfüllen.

4.1.2. Kamera und Optik

Zur Erfassung der Tropfen wurde eine Hochgeschwindigkeitskamera des Typs Quad 1.1S von Mikrotron eingesetzt. Mit einer Auflösung von 1280 × 864 Pixeln bei einer maximalen Bildfrequenz von 2500 frames per second (FPS) liefert sie die idealen technischen Voraussetzungen, um den Tropfenimpakt in seiner gesamten Dynamik präzise zu analysieren. Die außergewöhnlich hohe Bildrate ermöglicht eine lückenlose Erfassung schnellster Bewegungen, während die detailreiche Auflösung die Analyse kleiner Strukturen erlaubt. In Kombination mit einem telezentrischen Objektiv (T43/1.4, Vision & Control) wird eine exakte Vergrößerung des Tropfens erzielt, die kleinste geometrische und strukturelle Details klar und unverfälscht sichtbar macht. Durch die Korrektur perspektivischer Verzerrungen gewährleistet die telezentrische Optik eine akkurate geometrische Vermessung. Ergänzend sorgt die Synergie von Kamera und Optik für konsistente und reproduzierbare Messergebnisse, die den höchsten wissenschaftlichen Anforderungen genügen und in unterschiedlichsten Anwendungsfeldern eine robuste Grundlage für präzise Analysen bieten.

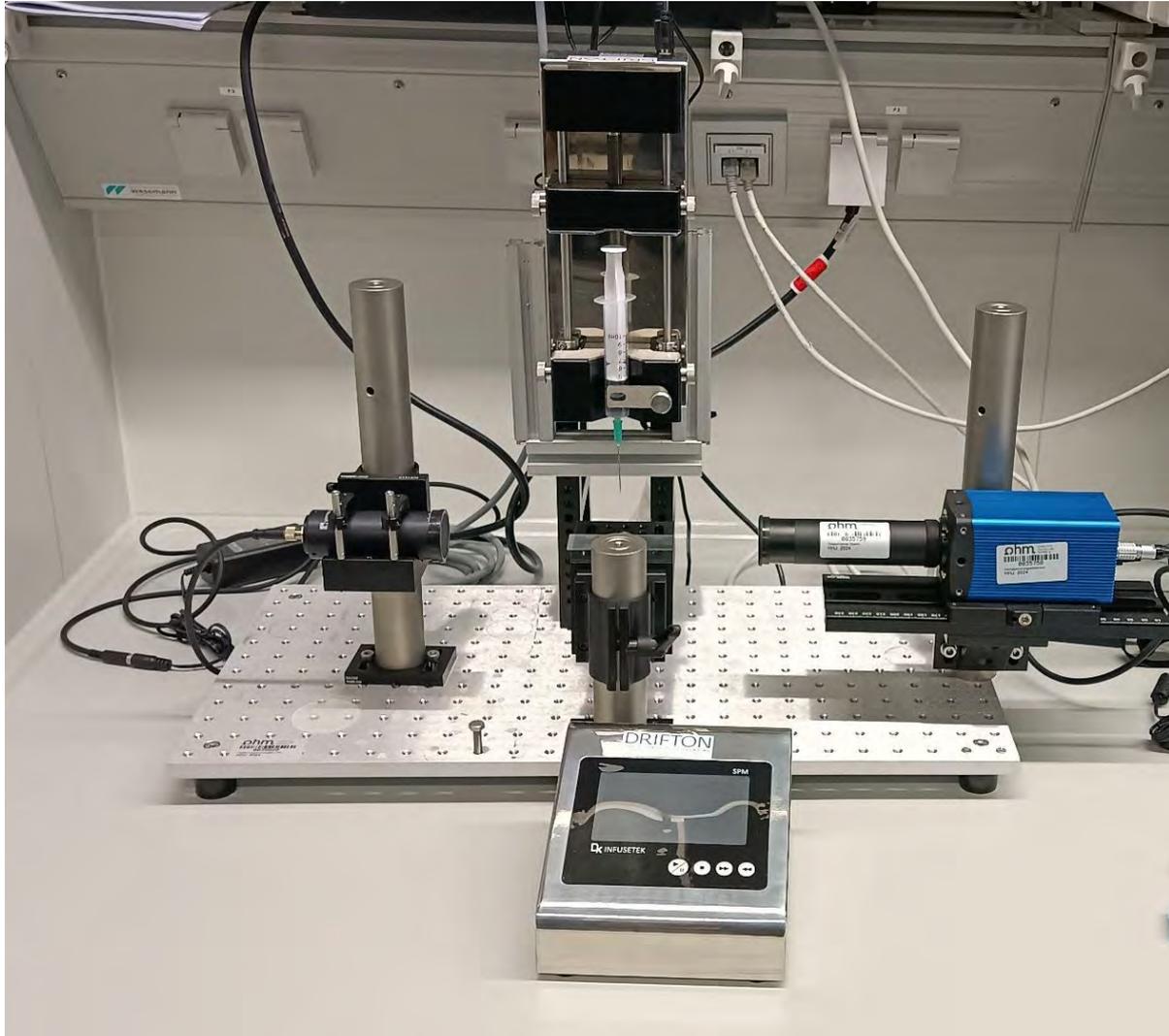


Abbildung 1: Realisierter Tropfen-Impakt-Analysator (TIA) zur Untersuchung des Tropfenimpakts. Bild: Dirk Sachsenheimer

4.1.3. Tropfenaufgabe

Die Tropfenaufgabe erfolgte mithilfe einer hochpräzisen Spritzenpumpe des Typs Drifton SPM Syringe Pump ZU-I. Dieses System ermöglicht die exakte Steuerung des Tropfenvolumens und stellt eine gleichbleibende Tropfengröße sicher. Die Pumpe zeichnet sich durch ihre hohe Dosiergenauigkeit aus und bietet eine reproduzierbare Tropfenerzeugung, was für die wissenschaftliche Untersuchung von Tropfenimpakten essenziell ist. Ein benutzerfreundlicher 4,3-Zoll-Touchscreen ermöglicht eine intuitive Bedienung. Der Aufbau umfasst weiterhin eine Halterung zur präzisen Positionierung der Kanüle und zur variablen Einstellung der Fallhöhe.

4.1.4. Kalibrierung des optischen Aufbaus

Die präzise Analyse der Bilddaten erfordert eine exakte Kalibrierung der Beziehung zwischen Pixelwerten und deren physikalischen Entsprechungen in Millimetern. Zu diesem Zweck wurden fünf Kanülen mit definierten Durchmessern herangezogen, deren exakte Maße mithilfe eines VHX-Digitalmikroskops von Keyence in Kombination mit der VH-Z100UR Universal-Zoom-Linse (Vergrößerungsbereich von 100 bis 1000) bestimmt wurden.

Im anschließenden Kalibrierungsschritt wurden die Kanülen im Versuchsaufbau aufgenommen, um die Pixelwerte der Durchmesser zu bestimmen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 2 visualisiert. Das Diagramm zeigt eine Gegenüberstellung der Kanüledurchmesser in Millimetern und deren entsprechenden Werte in Pixeln. Eine lineare Ausgleichsgerade beschreibt die Korrelation zwischen diesen beiden Größen. Die Steigung dieser Gerade repräsentiert den Umrechnungsfaktor von Pixel zu Millimeter und bildet somit die Grundlage für die Kalibrierung des Kamerasystems. Dabei ergibt sich ein Umrechnungsfaktor von 1 Pixel = 9,326 μm bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,9999$.

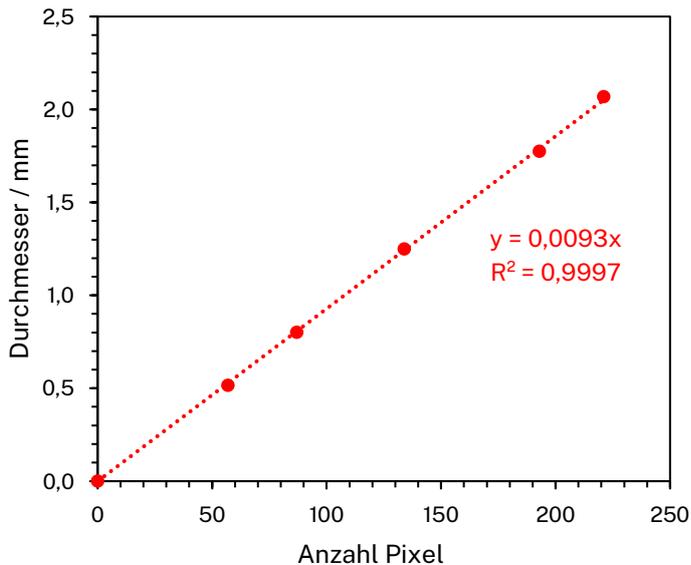


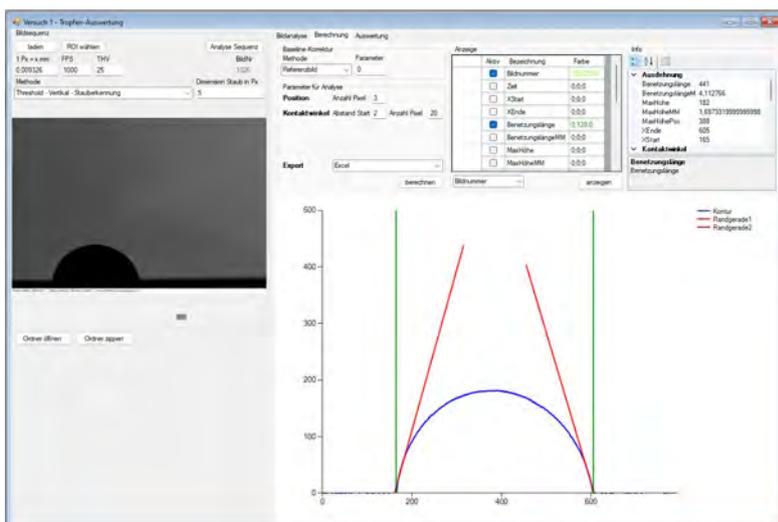
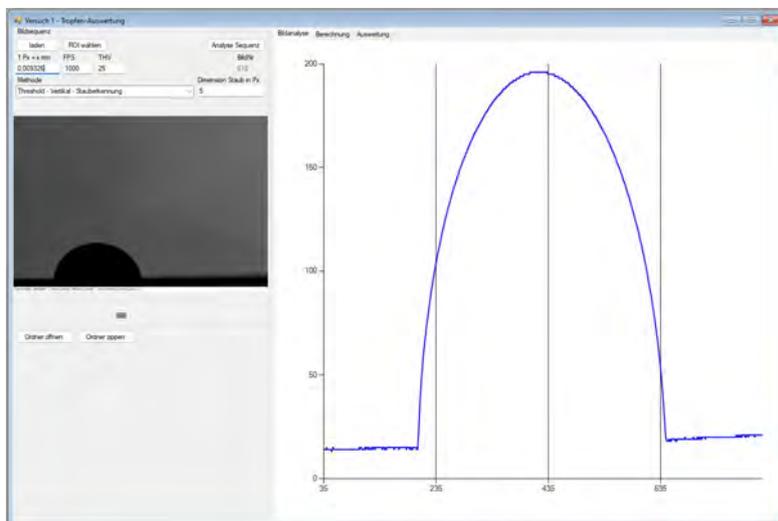
Abbildung 2: Kalibrierung der Kamera; Gegenüberstellung der Kanüledurchmesser in Millimetern und Pixeln mit linearer Ausgleichsgerade, die den Umrechnungsfaktor von 1 Pixel = 0,0093 mm darstellt. Bild: Dirk Sachsenheimer

4.2. Realisierung der Software

Die für dieses Projekt entwickelte Software wurde spezifisch auf die Anforderungen der Tropfenanalyse zugeschnitten und geht auf eine private Initiative des Antragstellers zurück, der dieses Programm im Rahmen eines Hobbyprojekts konzipiert hat. Die Wahl fiel dabei bewusst auf die Programmiersprache Visual Basic .NET (VB.NET), da sie sich durch ihre allgemeinverständliche Syntax und Benutzerfreundlichkeit optimal, insbesondere für Nutzende ohne formalen Informatikhintergrund, eignet. Die entwickelte Software kombiniert eine benutzerfreundliche grafische Oberfläche (siehe Abbildung 3) mit Algorithmen zur Bildverarbeitung und Datenanalyse. Diese sind gezielt auf die Anforderungen der Tropfenanalyse abgestimmt und erlauben eine robuste und schnelle Datenerhebung. Dank der Flexibilität und Leistungsfähigkeit von VB.NET war es möglich, eine Software zu schaffen, die sowohl den hohen wissenschaftlichen Anforderungen des Projekts genügt, aber zugleich einfach und intuitiv zu bedienen ist. Die Software ist durch eine benutzerzentrierte Bedienphilosophie gekennzeichnet, die eine interaktive und visuell ansprechende Steuerung ermöglicht. Durch die Integration von Schaltflächen, Dropdown-Menüs und interaktiven Diagrammen werden komplexe Analysefunktionen auf eine Weise präsentiert, die auch Anwendenden ohne tiefgehende technische Vorkenntnisse den Zugang erleichtert. Wichtige Funktionen, wie zum Beispiel die selektive Festlegung von Regionen im Bild (Region of Interest, ROI) mithilfe eines Fadenkreuzes direkt per Mausklick im Bild oder die direkte grafische Darstellung der Analyseergebnisse in Diagrammen, erleichtern nicht nur die Handhabung, sondern tragen auch maßgeblich zur Verbesserung der Effizienz der Analyse bei und machen die Software intuitiv wie auch effizient bedienbar.

Der Kern des Programms liegt in seiner hohen funktionalen Spezialisierung, die es erlaubt, spezifische wissenschaftliche Fragestellungen zu Tropfenstrukturen und deren Dynamiken zu adressieren. Die Kalibrierungsoptionen, darunter die Konfiguration des Pixel-zu-Millimeter-Verhältnisses und die

Einstellung der Bildrate (FPS), bieten eine hohe Flexibilität und Genauigkeit. Ein weiterer Fokus liegt auf der Adaptivität an moderne Arbeitsabläufe mit einem hohen Grad an Automatisierung. Die modulare Struktur der Benutzeroberfläche ermöglicht eine effiziente Navigation zwischen dem Laden von Bilddaten, der Festlegung von Analyseeinstellungen und der Visualisierung sowie dem automatischen Export der Ergebnisse als verschiedene Dateiformate (CSV, Excel, internes Format). Weiterhin ist eine Option zur automatischen Erstellung von ZIP-Archiven zur Archivierung implementiert. Die Gestaltung des Programmes erleichtern die Verarbeitung und Weitergabe der gewonnenen Daten somit erheblich. Insgesamt bietet die Software eine ausgewogene Kombination aus Benutzerfreundlichkeit und technischer Exzellenz, die sie zu einem unverzichtbaren Werkzeug für die Tropfenanalyse macht. Durch ihre Flexibilität und ihre präzisen Analysemöglichkeiten eignet sie sich sowohl für die akademische Forschung als auch für industrielle Fragestellungen, die höchste Standards an Genauigkeit und Effizienz erfordern. Erst dadurch ist eine systematische, effiziente und zielgerichtete Analyse des Tropfenimpakts möglich.



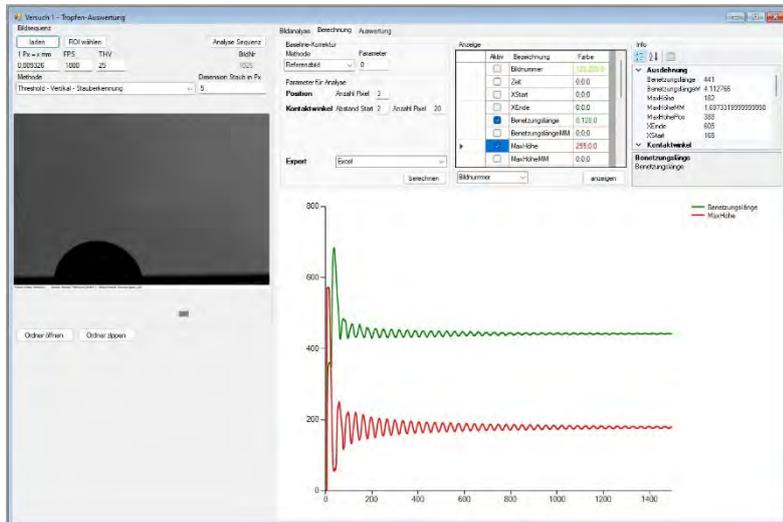


Abbildung 3: Graphische Oberfläche der Analysesoftware. Oben: Modul „Einzelbilderkennung“ zur Überprüfung der optimalen Parameter für die Konturerkennung. Mitte: Modul „Einzelbildanalyse“ zur Visualisierung und Kontrolle der bestimmten Randgeraden zur Ermittlung des Kontaktwinkels für das jeweils ausgewählte Bild. Unten: Modul „Zeitverlauf“ zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs ausgewählter Parameter. Bilder: Dirk Sachsenheimer

4.2.1. Implementierte Methoden zur Tropfenkonturerkennung

Die implementierte Software bietet drei verschiedene Analysemethoden zur Erkennung der Tropfenkontur:

1. Threshold - Vertikal:

Diese Methode basiert auf einem einfachen Schwellenwertverfahren, um die Tropfenkontur zu analysieren. Der Schwellenwert dient dabei als Trennkriterium, um Pixelwerte in relevante und irrelevante Bereiche zu klassifizieren. Während des Prozesses wird das Bild in ein Binärbild umgewandelt. Zusätzlich wird die Methode so optimiert, dass sie schnell und ressourcenschonend arbeitet, was eine Analyse ganzer Bildsequenzen ohne merklichen Zeitverlust ermöglicht. Diese Methode ist besonders geeignet für Tropfen, die keine Satellitentropfen aufweisen und deren Kontaktwinkel kleiner als 90° ist, da die Bilderkennung in vertikaler Richtung erfolgt.

2. Threshold - Vertikal mit Staubererkennung:

Diese Variante des Schwellenwertverfahrens erweitert die Funktionalität der Methode „Threshold – Vertikal“, indem sie Staubpartikel erkennt und berücksichtigt. Der Anwendende kann die maximale Dimension der Staubpartikel in Pixeln definieren, wodurch eine präzisere Analyse ermöglicht wird. Diese Methode eignet sich speziell für Anwendungen, bei denen das Vorhandensein von Artefakten die Genauigkeit beeinträchtigen könnte. Die Einschränkungen wie bei der Methode „Threshold – Vertikal“ bleiben jedoch erhalten.

3. Natürliche Koordinaten (Chain Code):

Diese Methode stellt einen fortschrittlichen Ansatz dar, der auf der exakten Beschreibung der Tropfenkontur basiert. Die Konturpunkte werden mittels eines sogenannten Chain-Code-Verfahrens dargestellt, bei dem die Bewegungsrichtungen entlang der Kontur als diskrete Sequenz kodiert werden. Der Analyseprozess beginnt mit der Segmentierung des Bildes, gefolgt von der Identifizierung der Tropfenkontur. Jeder Punkt der Kontur wird dann in Relation zu seinem Nachbarpunkt beschrieben, wodurch eine zusammenhängende Sequenz von Bewegungsrichtungen entsteht. Diese Methode zeichnet sich besonders durch ihre Fähigkeit aus, komplexe und irreguläre Tropfenformen detailliert zu analysieren. Sie ist zudem äußerst flexibel

und kann auch bei schwierigen Bildbedingungen, wie asymmetrischen Tropfen oder Kontaktwinkel größer 90° , präzise Ergebnisse liefern. Die Methode ermöglicht eine tiefere Untersuchung von Formparametern und ist ideal für wissenschaftliche Fragestellungen, die eine hohe Genauigkeit und Detailgenauigkeit erfordern.

4.2.2. Implementierte Analyseparameter

Der Kern des Programms liegt in seiner hohen funktionalen Spezialisierung, die sich insbesondere in den zahlreichen Analyseparametern widerspiegelt. Diese Parameter ermöglichen es, verschiedene Eigenschaften der Tropfenstruktur präzise zu berechnen und flexibel darzustellen. Dabei bietet die Software eine hohe Anpassungsfähigkeit, indem der Benutzende frei entscheiden kann, welche Parameter für die Analyse und Visualisierung relevant sind.

Die Parameter sind in einer übersichtlichen Struktur organisiert, die eine einfache Auswahl und Anpassung ermöglicht. Jeder Parameter kann individuell aktiviert oder deaktiviert werden und es ist möglich, die Darstellung durch spezifische Farbuweisungen an die eigenen Bedürfnisse anzupassen. Dadurch wird eine intuitive und effiziente Arbeitsweise gewährleistet, die sowohl für wissenschaftliche Studien als auch für praktische Anwendungen von großem Nutzen ist. Zu den implementierten Analysefunktionen gehören:

1. Grundlegende Parameter
 - *Bildnummer*: Der Index des analysierten Bildes in der Sequenz.
 - *Zeit*: Die Zeit, die aus der Bildnummer und der Bildrate (FPS) berechnet wird.

2. Geometrische Parameter
 - *XStart* und *XEnde*: Horizontaler Beginn und Ende des Tropfens in Pixeln.
 - *XStartID* und *XEndeID*: Die Indizes der Konturpunkte, die *XStart* und *XEnde* repräsentieren.
 - *Benetzungslänge* und *BenetzungslängeMM*: Die horizontale Ausdehnung des Tropfens in Pixeln beziehungsweise in Millimetern (nach Umrechnung).
 - *MaxHöhe* und *MaxHöheMM*: Die maximale vertikale Ausdehnung des Tropfens in Pixeln beziehungsweise in Millimetern.
 - *MaxHöhePos*: Die horizontale Position der maximalen Höhe.
 - *MaxHöheID*: Der Index der maximalen Höhe in der Kontur.

3. Randgeraden
 - *Randgerade1M* und *Randgerade2M*: Die Steigung der linken beziehungsweise der rechten Randgeraden des Tropfens.
 - *Randgerade1B* und *Randgerade2B*: Der Achsenabschnitt der Randgeraden.
 - *Randgerade1R* und *Randgerade2R*: Die Korrelation oder Güte der linearen Approximation der Randgeraden.
 - *Randgerade1Y0* und *Randgerade2Y0*: Die vertikale Position, bei der die Randgeraden die X-Achse schneiden.

4. Kontaktwinkel
 - *Kontaktwinkel1* und *Kontaktwinkel2*: Die gemessenen Kontaktwinkel an der linken und rechten Seite des Tropfens.
 - *DiffKontaktwinkel*: Die Differenz zwischen den beiden Kontaktwinkeln.
 - *DiffRandgeradeY0*: Die Differenz der vertikalen Achsenschnittpunkte der beiden Randgeraden.

4.3. Analyse des Tropfenimpakts

Um den Einfluss verschiedener physikochemischer Eigenschaften auf das Verhalten von Tropfen beim Aufprall zu analysieren, werden Proben mit gezielt variierenden Parametern erstellt. Zu den untersuchten Eigenschaften gehören die Viskosität, Elastizität und Oberflächenspannung.

Für die Experimente werden wässrige Lösungen aus Polyethylenglykol (PEG), Polyethylenoxid (PEO), Tween 80 sowie Cetylpyridiniumchlorid/Natriumsalicylat (CPC/NaSal) in unterschiedlichen Konzentrationen vorbereitet und im Anschluss auf die oben genannten Parameter charakterisiert. Für die experimentellen Untersuchungen wurden verschiedene Substrate ausgewählt, um die Auswirkungen der Oberflächenenergie auf den Tropfenaufprall zu analysieren. Dabei kamen die Materialien PTFE, PP, PU und PET zum Einsatz, die sich deutlich in ihrer Oberflächenenergie unterscheiden. Letztlich wurde für alle Kombinationen (Fluid/Substratmaterial) die Fallhöhe und damit die kinetische Energie des Tropfens beim Aufprall variiert. Abbildung 4 visualisiert exemplarisch den Aufprall eines Tropfens auf eine feste Oberfläche, der mit dem TIA aufgenommen wurde. Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Bildern beträgt 2 ms. Die Bilderserie repräsentiert nur den Beginn der Aufpralldynamik.

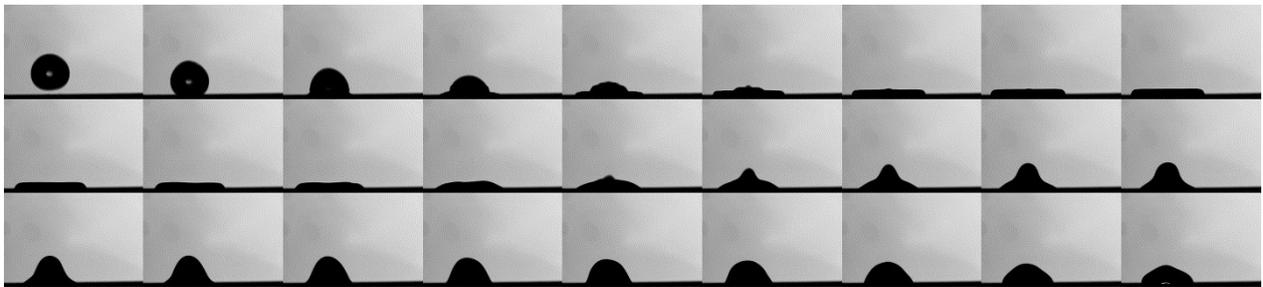


Abbildung 4: Aufprall eines Tropfens auf eine feste Oberfläche. Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Bildern beträgt 2 ms. Die Bilderserie repräsentiert nur den Beginn der Aufpralldynamik. Bild: Dirk Sachsenheimer

Diese Vielfalt an Proben ermöglicht es, systematisch den Einfluss spezifischer chemischer und physikalischer Eigenschaften auf das Tropfenverhalten zu untersuchen und umfassende Erkenntnisse über die zugrunde liegenden Mechanismen zu gewinnen. Ergebnisse werden im Folgenden anhand von drei exemplarischen Beispielen präsentiert.

4.3.1. Einfluss der Fallhöhe

Abbildung 5 illustriert den zeitlichen Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens aus einer wässrigen Lösung aus 6 Prozent Polyethylenglykol auf einer Polypropylen-Oberfläche. Die Fallhöhen des Tropfens wurden systematisch variiert und betragen 3 cm, 5 cm und 7 cm. Die zeitliche Entwicklung des Kontaktwinkels zeigt, wie sich die dynamischen Prozesse nach dem Aufprall des Tropfens abhängig von der Fallhöhe unterscheiden.

Bei allen Fallhöhen tritt eine oszillierende Bewegung im Kontaktwinkel auf, die im Verlauf der Zeit allmählich abklingen. Diese Schwingungen sind bei 3 cm Fallhöhe am stärksten ausgeprägt und nehmen mit zunehmender Fallhöhe ab. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass bei höheren Fallhöhen die stärkere kinetische Energie des Tropfens eine intensivere Ausbreitung verursacht, die die Retraktionsbewegung dämpft. Etwa nach 100 Millisekunden stabilisieren sich die Kontaktwinkel, wobei der statische Kontaktwinkel mit zunehmender Fallhöhe kleiner wird, was ebenfalls auf die größere Ausdehnung der Benetzungsfläche des Tropfens zurückzuführen ist. Diese Endwerte spiegeln die Gleichgewichtszustände wider, die durch die Wechselwirkung zwischen der Tropfenlösung und der Substratoberfläche bestimmt werden, jedoch einen signifikanten Einfluss von der Aufprallgeschwindigkeit zeigen. Zusammenfassend zeigt das Diagramm, wie die Fallhöhe die Dynamik des Tropfenverhaltens beeinflusst. Eine größere Fallhöhe führt zu einer stärkeren Ausbreitung und einer geringeren

Retraktionsbewegung, während die Tropfen bei geringeren Fallhöhen stärker schwingen und eine intensivere Rückstellbewegung zeigen.

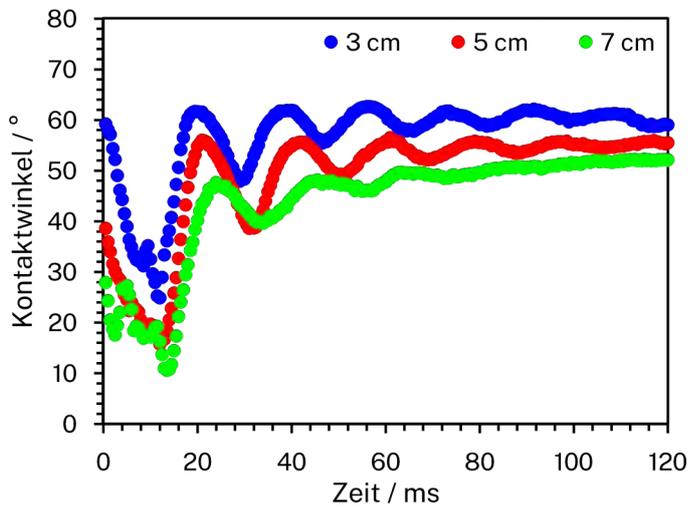


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens aus 6-prozentiger PEG-Lösung auf einer Polypropylen-Oberfläche bei Fallhöhen von 3 cm, 5 cm und 7 cm. Bild: Dirk Sachsenheimer

4.3.2. Einfluss der Viskosität

Abbildung 6 zeigt den zeitlichen Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens aus einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol mit Polymerkonzentrationen zwischen 2 Prozent und 10 Prozent auf einer Polyethylenterephthalat -Oberfläche bei einer Fallhöhe von 3 cm. Die eingesetzten Lösungen decken hierbei einen Viskositätsbereich von 1,67 mPas bis 5,13 mPas ab und zeigen im Rahmen der Messgenauigkeit identische Oberflächenspannungen. Die zeitliche Entwicklung des Kontaktwinkels zeigt, wie sich die dynamischen Prozesse nach dem Aufprall des Tropfens abhängig von der Viskosität unterscheiden.

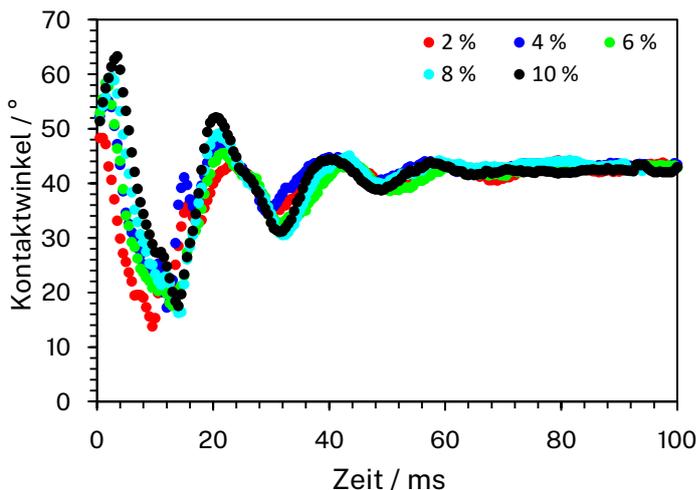


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens aus PEG-Lösungen unterschiedlicher Konzentration auf einer Polyethylenterephthalat -Oberfläche (PET) bei einer Fallhöhe von 3 cm. Bild: Dirk Sachsenheimer

Wie zuvor diskutiert, zeigt sich eine ausgeprägte Schwingung des Kontaktwinkels, deren grundlegendes Schwingungsverhalten durch die Viskosität nur wenig beeinflusst wird. Allerdings erhöht sich die Amplitude der Schwingung mit steigender Viskosität beziehungsweise Polymerkonzentration, da die durch größere innere Reibung hervorgerufene Verringerung der Tropfenausbreitung bei konstantem

Aufprallimpuls letztlich in einem größeren Kontaktwinkel resultiert. Nach dem vollständigen Abklingen der Schwingung lässt sich hingegen kein signifikanter Einfluss der Viskosität auf den statischen Kontaktwinkel feststellen, da innerhalb der untersuchten Probenbereiche ähnliche Endwerte beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass die Gleichgewichtskonfiguration des Tropfens primär von der chemischen und physikalischen Oberflächenbeschaffenheit abhängt, während die Viskosität nur einen geringfügigen Einfluss auf die Dynamik hat.

4.3.3. Einfluss der Fluidelastizität

Abbildung 7 zeigt den zeitlichen Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens auf einer Polypropylen-Oberfläche bei einer Fallhöhe von 3 cm. Der Tropfen besteht entweder aus einer wässrigen Polyethylenglykol-Lösung mit einer Polymerkonzentration von 6 Prozent oder aus einer wässrigen Polyethylenoxid-Lösung mit einer Konzentration von 0,25 Prozent. Beide Lösungen weisen nahezu identische Viskositäten und Oberflächenspannungen auf. Die PEO-Lösung unterscheidet sich jedoch durch ihre zusätzlichen elastischen Eigenschaften, die auf die hohe Molmasse des Polymers zurückzuführen sind. Die dargestellte zeitliche Entwicklung des Kontaktwinkels verdeutlicht, wie sich die dynamischen Prozesse nach dem Aufprall des Tropfens durch die Elastizität der Flüssigkeit beeinflussen lassen.

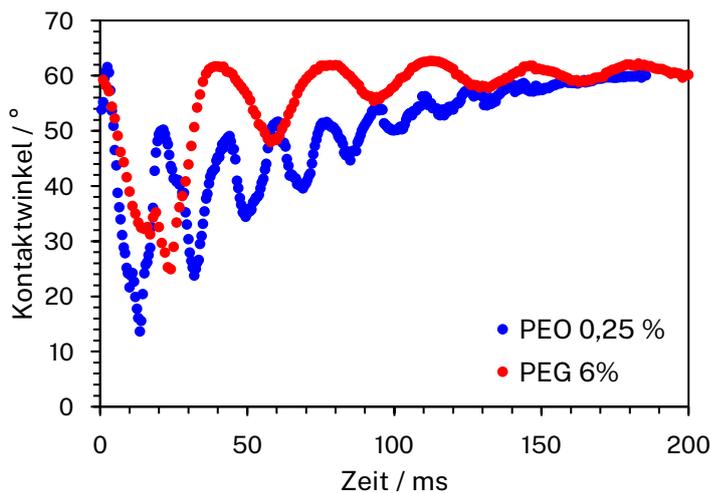


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf des Kontaktwinkels eines Tropfens aus 6 % PEG- bzw. 0,25 % PEO-Lösungen mit vergleichbarer Viskosität jedoch unterschiedlicher Elastizität auf eine Polypropylen-Oberfläche (PP) bei einer Fallhöhe von 3 cm. Bild: Dirk Sachsenheimer

Nach dem Aufprall zeigt sich eine charakteristische Abnahme des Kontaktwinkels, gefolgt von einer oszillierenden Bewegung. Die PEO-Lösung weist eine Oszillation des Kontaktwinkels mit einer höheren Frequenz als die PEG-Lösung auf und zeigt weiterhin während der Oszillation einen geringeren Kontaktwinkel als die PEG-Lösung. Im Langzeitverhalten konvergieren beide Lösungen auf ähnliche Kontaktwinkel, was darauf hinweist, dass die Elastizität insbesondere die initialen dynamischen Prozesse nach dem Aufprall beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, dass die elastischen Eigenschaften von PEO die Energiedissipation und Rückstellkräfte wesentlich beeinflussen, während PEG vornehmlich durch viskose Dämpfung charakterisiert ist.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in das Forschungsprojekt „RheTro: Einfluss der Dehnrheologie auf die Tropfenbildung kommerzieller Tinten am Beispiel des Continuous-Inkjet-Drucks“ ein. Zudem werden die Ergebnisse im Netzwerk nanoInk diskutiert, einem Kooperationsnetzwerk, das Unternehmen, wissenschaftliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen im Bereich Spezialtinten und

industrieller Druckverfahren zusammenbringt. Der fachliche Austausch mit Vertretern aus der Industrie wurde bereits initiiert, wobei ein großes Interesse an einer weiterführenden Zusammenarbeit besteht. Aktuell werden die Daten umfassend aufbereitet, mit besonderem Fokus auf die Korrelationen zwischen einzelnen Merkmalen, um sie für eine Veröffentlichung vorzubereiten.

Die langfristigen Perspektiven des Projekts umfassen nicht nur technologische Fortschritte, sondern auch die Erschließung neuer Anwendungsbereiche, etwa in der gedruckten Elektronik, biomedizinischen Anwendungen oder unter extremen Prozessbedingungen. Zudem wird durch die enge Zusammenarbeit mit industriellen Partnerinnen und Partnern sichergestellt, dass die entwickelten Lösungen praxisnah und wirtschaftlich umsetzbar sind. Dies stärkt die Innovationskraft der Ohm und leistet einen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Region.

Umweltabbaubare Silicontenside

Prof. Dr. Dennis Troegel

Fakultät Angewandte Chemie / Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP)

Jennifer Kowohl, M. Sc.

Fakultät Angewandte Chemie / Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP)

Zusammenfassung:

Silicontenside werden im Pflanzenschutz von der Landwirtschaft, als Emulgatoren in Kosmetika und zur Stabilisierung von Schaumstoffen eingesetzt. Durch ihre Anwendung gelangen große Mengen der Silicontenside in die Umwelt, wo sie nur sehr langsam und unvollständig abgebaut werden. Ziel dieses Projekts war es somit, die Eigenschaften von bereits etablierten Silicontensiden zu ermitteln, um auf dieser Basis neue Silicontenside zu entwickeln, welche weiterhin die für die genannten Anwendungen erforderlichen Materialeigenschaften haben, sich aber im Vergleich zu den etablierten Tensiden durch ein verbessertes Abbauverhalten in der Umwelt auszeichnen sollten. Dies sollte durch eine Veränderung der molekularen Struktur mittels Einbau einer „Sollbruchstelle“ erreicht werden, die während der Anwendung die Funktion gewährleistet, bei Eintrag in die Umwelt aber einen beschleunigten Abbau ermöglichen sollte.

1. Projektdaten

Fördersumme	30.500 Euro
Laufzeit	Januar bis Dezember 2024
Fakultät/Einrichtung	Angewandte Chemie / Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP)
Projektleitung	Prof. Dr. Dennis Troegel
Projektteam	Jennifer Kowohl, M. Sc. Marius Thoma, B. Sc.
Kontakt Daten Projektleitung	dennis.troegel@th-nuernberg.de

2. Ausgangslage

Anorganisch-organische Hybridmaterialien auf Basis von Organopolysiloxanen („Silicone“) besetzen aufgrund ihrer besonderen Materialeigenschaften wichtige Anwendungsfelder in allen Industrie- und Wirtschaftszweigen und werden weltweit im Millionen-Tonnen-Maßstab hergestellt, vertrieben und eingesetzt. Beispiele für die besonderen Eigenschaften von Siliconen sind ihre hohe chemische und thermische Stabilität, ihre dielektrischen Eigenschaften, ausgeprägte Oberflächenaktivität und physiologische Indifferenz [1–3].

Silicontenside (chemisch gesehen Copolymere aus Siliconen und Polyethern, siehe Abbildung 1) sind eine industriell und in der Landwirtschaft bedeutsame Stoffklasse, weil sie Kombinationen von wasserabweisenden (hydrophoben) und wasserträglchen (hydrophilen) Stoffen, Materialien und Oberflächen ermöglichen [4, 5]. Aufgrund dieser besonderen Eigenschaft werden Silicontenside sehr breit als Emulgatoren im Personal-Care-Bereich (Kosmetik, Shampoos, Seifen), zur Stabilisierung von Polyurethanschäumen oder als Benetzungsmittel im Pflanzenschutz eingesetzt [6]. Der Weltmarkt für Silicontenside wurde auf 2,23 Milliarden US-Dollar in 2023 geschätzt und ein Wachstum auf 3,46 Milliarden US-Dollar bis 2032 prognostiziert [7]. Ein Treiber dieser Entwicklung war auch die weltweite Covid-19-Pandemie, welche den Bedarf an Hygieneartikeln wie Seife oder Desinfektionsmittel massiv erhöht hat, welche auch oft Silicontenside enthalten.

Jährlich werden weltweit circa 200.000 bis 250.000 Tonnen Silicontenside verwendet, ein Großteil davon Polyethermethyilsiloxane (PEMS), wovon circa 30 Prozent über Abwässer und Landwirtschaft in Kläranlagen und die aquatische Umwelt gelangen [8]. Dort sind sie aufgrund ihrer guten Wasserverträglichkeit sehr mobil und gelangen so in den Wasserkreislauf. Beispielsweise werden sie als Benetzungsmittel im Pflanzenschutz auf die Felder gesprüht und anschließend durch Regen in die Böden und das Grundwasser gespült. Durch Anwendungen im Personal-Care-Bereich wie Shampoos gelangen Silicontenside in das Abwasser und somit in die Kläranlagen, wo vor allem der Silicon-basierte Teil der Verbindungen nicht vollständig abgebaut wird und somit weiter in die Umwelt gelangen kann [8]. Neben dem unvollständigen Abbau dieser Substanzen ist auch die damit verbundene Freisetzung persistenter oder schädigender siliciumhaltiger Spaltprodukte in der Umwelt ein schon seit 10 Jahren diskutiertes Thema, welches bis heute nicht gelöst ist [9]. Beispielsweise zeigt das bei der wässrigen Transformation (Hydrolyse) freigesetzte Trimethylsilanol eine im Vergleich zur analogen Kohlenstoffverbindung *tert*-Butanol eine erhöhte biozide Wirkung [10].

Dass Silicotenside nicht biologisch abbaubar sind, wurde in einer systematischen Studie über Struktur-Bioabbaubarkeits-Beziehungen verschiedener Organosiliciumverbindungen gezeigt: Bei drei kommerziell etablierten Produktbeispielen wurde im sogenannten *Closed-Bottle-Test* nach OECD-Norm 301 D (OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development) eine Elimination von deutlich weniger als 60 Prozent über einen Zeitraum von 28 Tagen ermittelt, womit diese Verbindungen als „nicht biologisch abbaubar“ einzustufen sind [11, 12]. Der somit extrem langsame biologische Abbau von Silicotensiden ist voraussichtlich hauptsächlich durch den Abbau der Polyetherkette bedingt, wogegen für die Siloxankette der vorherrschende Abbaupfad eine langsame Spaltung durch Wasser (Hydrolyse) ist, welche jedoch stark pH-abhängig ist und vor allem in sauren Medien mit $\text{pH} < 5$ verstärkt abläuft, welche man in der Umwelt jedoch nicht oft findet [8, 13]. Bei der Untersuchung der erhaltenen Spaltprodukte ist auffällig, dass die molekulare Verknüpfung zwischen der hydrophilen Polyethereinheit und der hydrophoben Siloxankette nicht gespalten wird, sondern die Silicium-Kohlenstoff-Bindung (Si-C-Bindung) als „Brückensegment“ bestehen bleibt. Für einen vollständigen Abbau zu den anorganischen Endprodukten Siliciumdioxid, Kohlenstoffdioxid und Wasser wäre aber vor allem auch eine Spaltung der Si-C-Bindung des Brückensegments zwingend erforderlich. Hier setzen die Ziele und die konzeptionellen Ansätze in dem vorliegenden Projekt an.

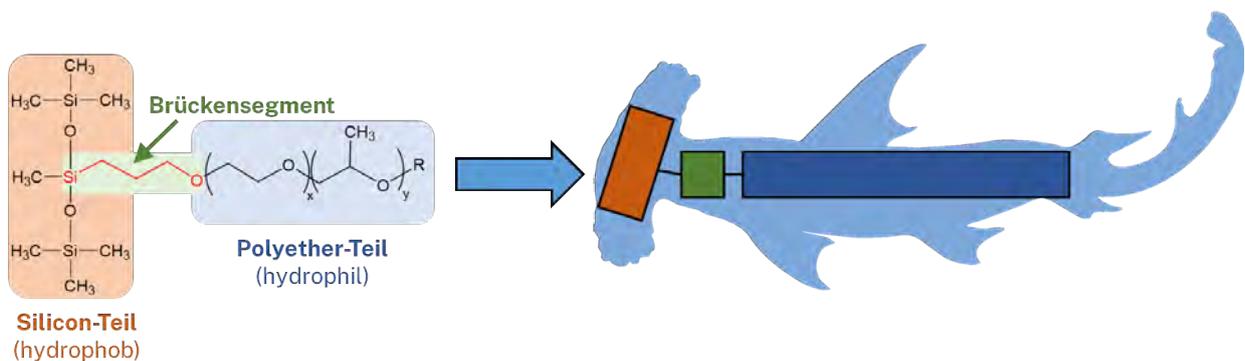


Abbildung 1: Allgemeiner molekularer Aufbau eines Silicotensids mit „Hammerhai-Struktur“: Kopf (rot) = Silicon-Teil (wasserabweisend); Hals (grün) = Brückensegment; Körper (blau) = Polyether-Teil (wasserverträglich) [14]. Die Polyether-Kettenlängen x und y können variieren; typische Werte sind $x = 6-8$; $y = 0$ [6]. Die Reste R sind typischerweise $R = \text{H}$, Me (thyl), Ac (etyl). Bild: Dennis Troegel

3. Ziele des Forschungsprojekts

Ziel dieses Projektes war die Entwicklung und Synthese von neuen, modifizierten Silicotensiden, welche die für die zahlreichen Einsatzgebiete notwendigen anwendungsrelevanten Eigenschaften aufweisen, sich aber im Vergleich zu etablierten, kommerziell eingesetzten Silicotensiden durch ein verbessertes Abbauverhalten in der Umwelt auszeichnen sollten. Auf diese Weise sollten die Silicotenside umweltverträglicher werden und somit einen Beitrag zur Nachhaltigkeit siliconbasierter Materialien und Produkte leisten.

Nachdem für industriell etablierte Produkte gezeigt wurde, dass diese nicht biologisch abbaubar sind, aber in geringem Umfang bereits einen hydrolytischen Abbau aufweisen [8, 11, 13], lag der Fokus dieser Arbeit auf einer gezielten Modifizierung der Molekülstruktur von Silicotensiden, um den Abbau durch verbesserte Spaltung durch Wasser (Hydrolyse) und gegebenenfalls Ultraviolettstrahlung (UV)/Sonnenlicht (Photolyse) zu ermöglichen (siehe Abbildung 2). Dazu sollten möglichst nur geringe Änderungen an der Molekülstruktur vorgenommen werden, um die für die Anwendung relevanten Eigenschaften (zum Beispiel Löslichkeitsverhalten, Oberflächenspannung, Benetzungsverhalten auf

verschiedenen Oberflächen et cetera) nach Möglichkeit weiterhin zu erhalten. Daher sollten weiterhin Silicontenside als Copolymere aus Siliconen und Polyethern gemäß Abbildung 2 A) betrachtet werden. Allerdings sollte durch strukturelle Variation des Brückensegments eine chemische „Sollbruchstelle“ eingebaut werden, welche die Stabilität des Silicontensids während des Einsatzes (zum Beispiel beim Besprühen von Pflanzen) weiterhin erhält, beim Eintrag in die Umwelt jedoch durch Wasser, pH-Änderungen und/oder Sonneneinstrahlung zu einer schnellen Spaltung des Moleküls und damit zu einem beschleunigten Abbau führen soll (Abbildung 2 B)). Neben dem strukturellen Design, der Synthese und der analytischen Charakterisierung der neuen Silicontenside sollten diese weiterhin sowohl in Hinblick auf ihre anwendungsrelevanten Eigenschaften als auch in Bezug auf ihr Abbauverhalten systematisch untersucht werden, vor allem im direkten Vergleich zu bereits etablierten kommerziellen Produkten. Auf diese Weise sollte sowohl die grundsätzliche Eignung als möglicher Ersatzstoff für bereits existierende Silicontenside bewertet als auch mögliche Vorteile der neuen Stoffe in Bezug auf das Abbauverhalten unter umweltnahen Bedingungen direkt demonstriert werden.

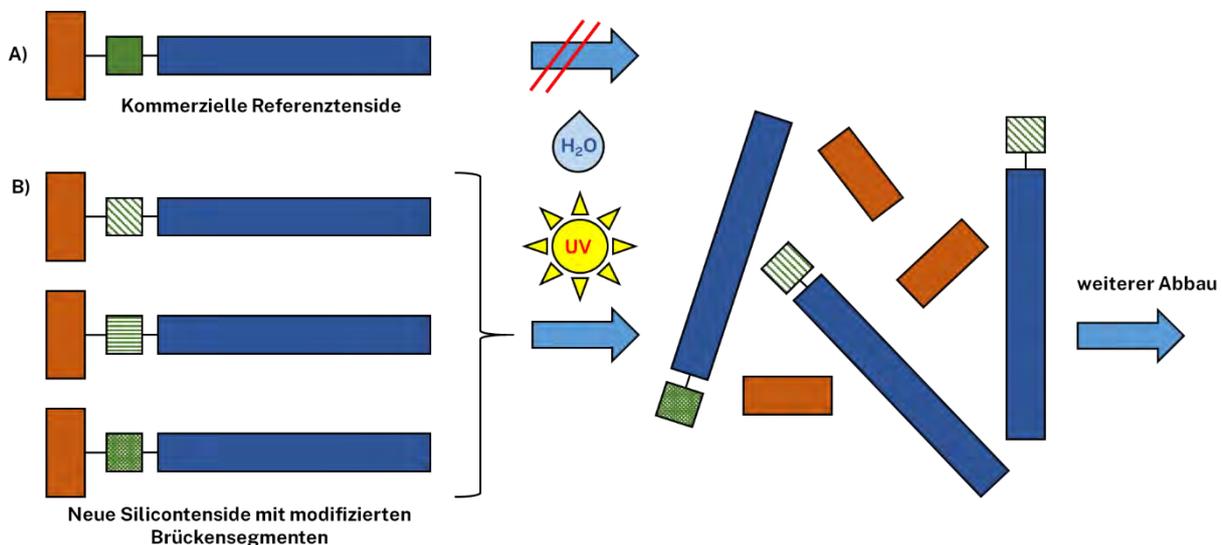


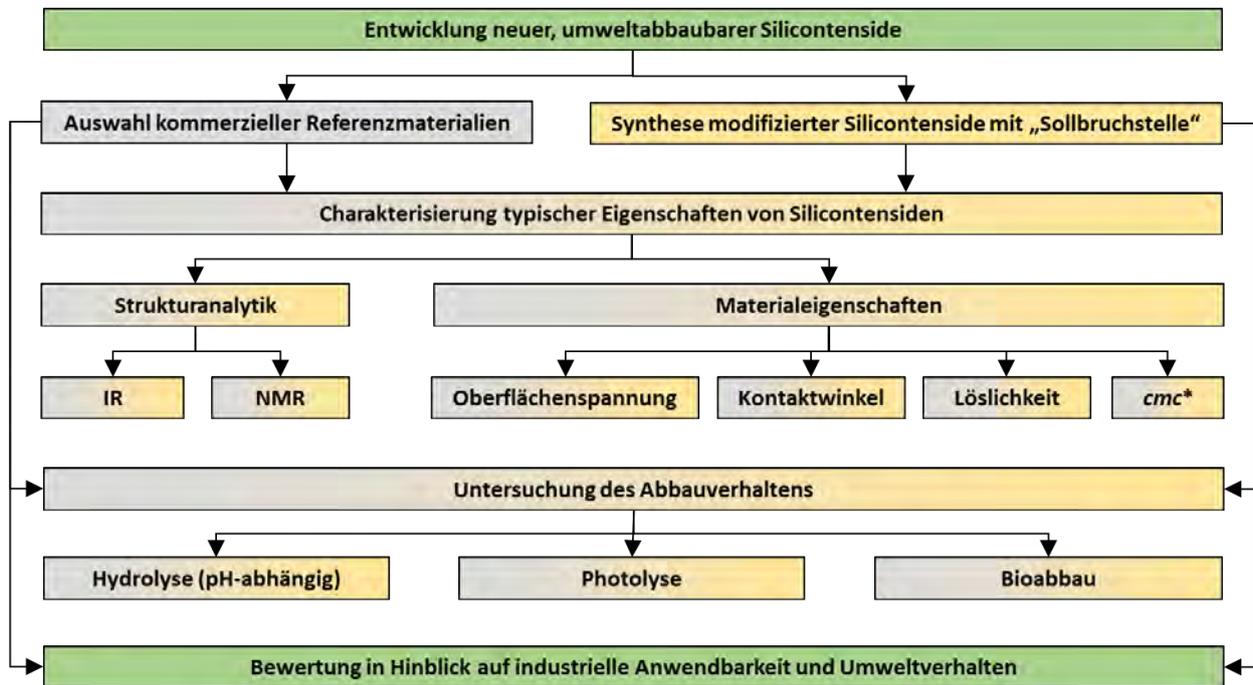
Abbildung 2: Konzeptioneller Lösungsansatz innerhalb des vorliegenden Projekts: A) Kommerzielle Silicontenside mit normalem Brückensegment gemäß Abbildung 1 sind unter umweltnahen Bedingungen nicht oder nur sehr langsam abbaubar. B) Neue Silicontenside mit veränderten Brückensegmenten als chemische „Sollbruchstellen“ sind beschleunigt durch Wasser (Hydrolyse) und/oder UV-Licht (Photolyse) spaltbar und sollten sich somit schneller in der Umwelt abbauen. Bild: Dennis Troegel

Die dazu notwendigen Vorgehensweisen und Arbeitsschritte sollten vor allem umfassen:

- Literatur-, Patent- und Produktrecherche: Industriell breit eingesetzte Silicontenside sollten erfasst werden, um eines oder mehrerer Referenzprodukte (Benchmark) für die hier geplanten Studien auswählen zu können (siehe Abbildung 2 A)) → hier wurden drei kommerzielle ausgewählt, welche häufig eingesetzte Silicontenside als Benetzungsmittel, vor allem in der Landwirtschaft, darstellen. Außerdem wurde für diese Produkte in der Literatur bereits gezeigt, dass sie sich nicht beziehungsweise sehr unvollständig abbauen [8, 11].
- Analytische Strukturaufklärung der Benchmarkprodukte, vor allem mittels Infrarotspektroskopie (IR) und Kernspinresonanzspektroskopie (NMR). Dies sollte vor allem der Ermittlung der Art und Länge der vorhandenen Polyether-Ketten (x, y) sowie der Reste R am Kettenende dienen (Abbildung 1). Weiterhin sollten wichtige anwendungsrelevante Eigenschaften (vor allem Oberflächenspannung, Benetzungsverhalten, Löslichkeit, kritische Mizellkonzentration) erfasst werden, welche mit Herstellerangaben abgeglichen werden sollten, um die hauseigenen Analysemethoden bewerten und bei Bedarf anpassen zu können.

- Chemische Synthese und Analyse neuer, chemisch modifizierter Silicontenside auf Basis von Siliconpolyethern mit molekularer „Sollbruchstelle“ für einen beschleunigten Abbau in der Umwelt (siehe Abbildung 2 B)). Hier sollten zur verbesserten Vergleichbarkeit die gleichen Silicon-Teile (auf Basis von Trisiloxanen) und Polyether (auf Basis von Polyethylenglycol mit $x \approx 10$) verwendet und nur die Brückensegmente variiert werden, um möglichst große Vergleichbarkeit der Silicontenside untereinander sowie mit den kommerziellen Benchmarks zu ermöglichen.
- Für die neuen, modifizierten Silicontenside sollten im Vergleich zum industriellen Benchmark die oben genannten Material- und anwendungsrelevanten Eigenschaften möglichst vollständig erfasst und vergleichend bewertet werden, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu ermitteln. Ziel dieser Untersuchungen sollte vor allem sein, die grundsätzliche Anwendbarkeit der neuen Silicontenside als mögliche Ersatzstoffe in technischen Applikationen zu demonstrieren.
- Testung des Abbauverhaltens (pH-gesteuerter hydrolytischer Abbau, Photoabbau sowie gegebenenfalls Bioabbaubarkeit) der eigens entwickelten Silicontenside im Vergleich zum Benchmark. Der hydrolytische Abbau sollte hier vor allem mittels Lagerung der neuen Tenside in wässrigen Lösungen bei verschiedenen pH-Werten im Bereich von 4 bis 9 und zeitlicher Verfolgung der Elimination mittels Flüssigchromatographie (HPLC) erfolgen. Der photolytische Abbau sollte analog bei gleichzeitiger Bestrahlung der wässrigen Proben mittels einer UV-Lampe verfolgt werden, gegebenenfalls mit Erfassung entstehender Abbauprodukte mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS). Für die Untersuchung der Bioabbaubarkeit sollten Substanzproben in Kooperation mit der Leuphana Universität Lüneburg (Prof. Dr. Klaus Kümmerer) mittels *Closed-Bottle-Test* nach OECD-Norm 301 D getestet werden.
- Bewertung der erhaltenen Ergebnisse in Bezug auf mögliche industrielle Eignung sowie Umweltbewertung.

Das geplante Vorgehen ist in Abbildung 3 zusammengefasst:



*: *cmc* = critical micelle concentration

Abbildung 3: Geplantes Vorgehen, Aufgaben und Lösungsstrategien innerhalb des Projektes. Bild: Dennis Troegel

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Um die Eigenschaften von kommerziell etablierten und neu synthetisierten Silicontensiden untersuchen und in Hinblick auf Anwendbarkeit und Abbaubarkeit unter Umweltbedingungen optimieren zu können, führte das Forschungsteam die in Abbildung 3 genannten Schritte nacheinander durch, optimierte und bewertete diese. Aufgrund der zeitlichen Limitierung des Projekts und unvorhergesehener Verzögerungen konnten im zeitlichen Rahmen vor allem Arbeiten zur Charakterisierung typischer Eigenschaften von Silicontensiden, inklusive der Strukturanalytik und der Bestimmung der Materialeigenschaften sowie zur Synthese modifizierter Silicontenside, durchgeführt werden. Weiterhin konnte auf erste Vorerfahrungen zur Abbaubarkeit zurückgegriffen werden, welche in die Arbeiten und Ergebnisse dieses Projekts anteilig mit eingeflossen sind.

a. Bestimmung der Struktur und Eigenschaften kommerzieller Silicontenside

Es wurden drei kommerzielle Produkte als Referenzmaterialien für die in diesem Projekt verfolgten Untersuchungen ausgewählt. Dabei waren bei der Auswahl vor allem folgende Faktoren entscheidend:

- Kommerzielle Verfügbarkeit.
- Vorbeschreibungen in der Literatur.
- Möglichst geringer Preis.
- Ähnlichkeit und somit gute Vergleichbarkeit.

Tensid **S** ist ein kommerziell verfügbares und häufig genutztes Silicontensid in der Agrarwirtschaft. Durch die leichte Zugänglichkeit, der geringen Kosten und der bereits umfassenden Beschreibung in der Literatur wurde sich als erstes für dieses Silicontensid entschieden [11, 15, 16]. Aufgrund bereits durchgeführter Tests zur biologischen Abbaubarkeit von Silicontensiden durch die Leuphana Universität Lüneburg wurden zusätzlich die Tenside **R** und **B** ausgewählt. Bei diesen Tensiden ist bereits bekannt, dass diese im *Closed-Bottle-Test* nach OECD-Norm 301 D nicht biologisch abbaubar sind [11]. Zudem handelt es sich bei diesen Tensiden ebenfalls um polyethermodifizierte Trisiloxane gemäß Abbildung 1, so dass zwischen allen drei Referenztensiden eine gute Vergleichbarkeit besteht.

Alle drei Referenztenside wurden mittels Infrarot- (IR) und ^1H -, ^{13}C - und ^{29}Si -Kernresonanzspektroskopie (NMR) untersucht, um die chemische Zusammensetzung, vor allem in Hinblick auf die Polyether-Kettenlängen (x und y in Abbildung 1) sowie die abschließenden Reste R , zu bestimmen. Eine Zusammenfassung der analytisch ermittelten wesentlichen Strukturmerkmale zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Mittels IR und NMR ermittelte Struktureigenschaften der kommerziellen Referenztenside **S**, **R** und **B**.

Referenzensid	x	y	R
S	~12	0	Me
R	~14	~3	H
B	~14	~3	H

Insgesamt sind die beiden Tenside **R** und **B** im Rahmen der durchgeführten Analysen strukturell identisch, weisen aber einige Unterschiede zum Tensid **S** auf. Während **S** ein Polyethersiloxan mit reinen

Polyethylenglycol-Einheiten ist ($y = 0$), enthalten die beiden Tenside **R** und **B** in geringem Umfang auch Polypropyleneinheiten ($y > 0$). Weiterhin unterscheiden sich die Tenside in der jeweiligen Endgruppe der Kette, welche bei Tensid **S** mit $R = \text{Me}$ eine größere Unverträglichkeit mit Wasser erwarten lässt, wogegen die Tenside **R** und **B** aufgrund der hydrophilen Endgruppe $R = \text{H}$ eine höhere Hydrophilie und somit bessere Löslichkeit haben sollten. Tatsächlich konnte dies auch experimentell bestätigt werden: während im normalen Anwendungsbereich von 0,05 bis 0,025 Prozent sich bei allen drei Tensiden in wässriger Lösung eine klare Lösung ohne Phasentrennung in einem Zeitraum von bis zu 9 Wochen bildete, waren bei höheren Konzentrationen von 5 Prozent nur die OH-terminierten Tenside **R** und **B** löslich, wogegen das MeO-terminierte Tensid **S** hier deutliche Trübungen zeigte (siehe Abbildung 4).

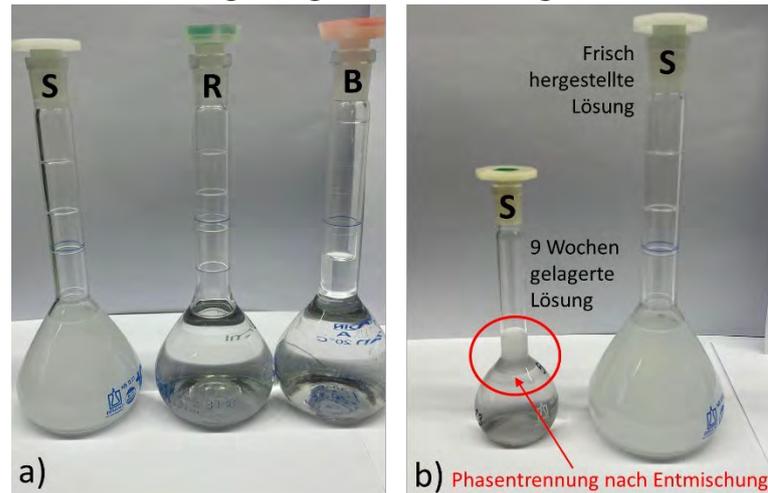


Abbildung 4: a) Lösungsverhalten der Silicontenside **S**, **R** und **B** einer jeweils 5-prozentigen wässrigen Lösung. b) Löslichkeitsverhalten einer frisch hergestellten und einer 9 Wochen alten 5-prozentigen wässrigen Lösung von **S**. Bild: Jennifer Kowohl und Dennis Troegel

Die Messung der Oberflächenspannung wurde mit Hilfe der Plattenmethode nach Wilhelmy mit einem Tensiometer K100 C der Firma Krüss an Lösungen der Konzentration $\beta = 0,5 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ durchgeführt [17]. Die gemessenen Oberflächenspannungen der Silicontenside zeigten hierbei für frisch hergestellte Lösungen geringere Werte als jene aus der Literatur beschriebenen. Beispielsweise zeigte Tensid **S** erst nach 2 Wochen eine Oberflächenspannung von $(21,20 \pm 0,045) \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$, welche mit der aus der Literatur mit $20,7 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ gut übereinstimmt [18] (zum Vergleich: Die Oberflächenspannung von entionisiertem Wasser betrug $72,76 \pm 0,013 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$). Insgesamt zeigte sich, dass die erhaltenen Werte sehr empfindlich vom Zeitpunkt der Messung abhängen, was Schwankungen und Abweichungen über längere Zeiträume verursacht (siehe Abbildung 5). Insgesamt konnten aber die in der Literatur beschriebenen Werte mit den hauseigenen Messmethoden relativ gut nachgestellt werden.

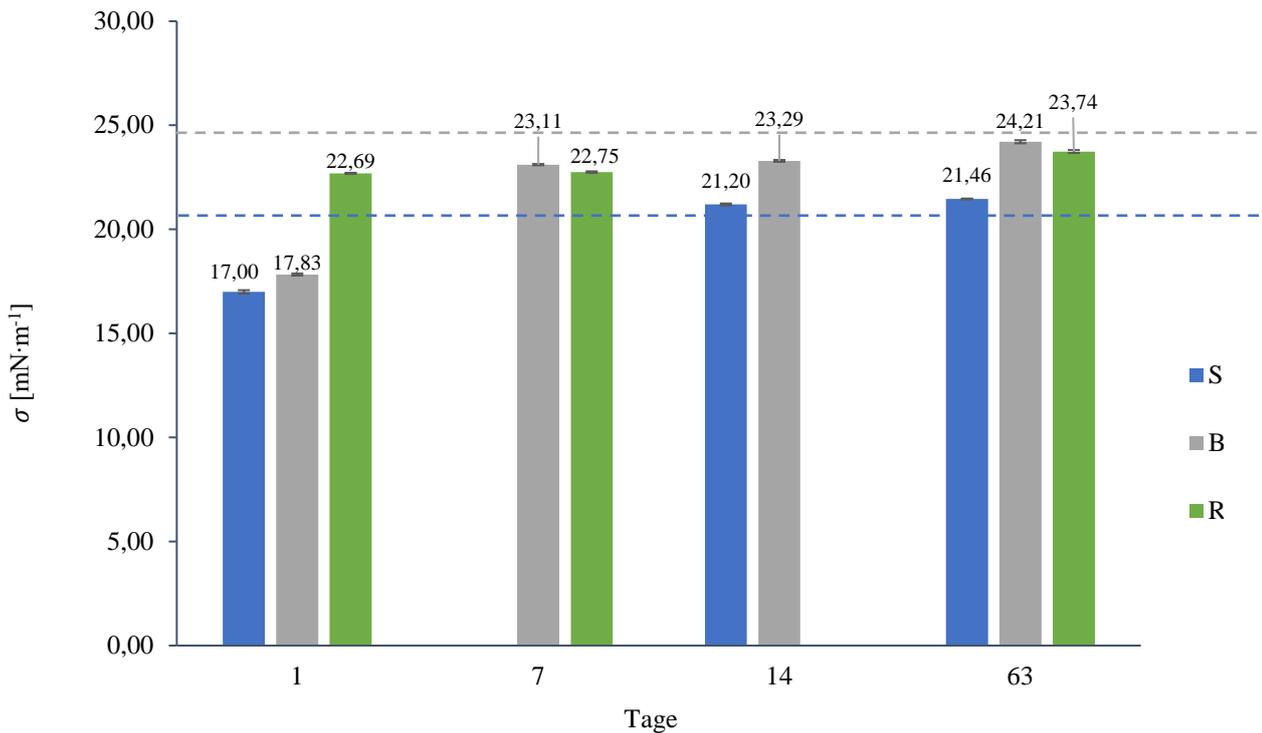


Abbildung 5: Graphische Darstellung der zeitabhängigen Oberflächenspannungsmessung von **S**, **B** und **R** (jeweilige Anzahl der Messungen: $n = 10$). Die gestrichelten Werte stellen den Bereich der bekannten Literaturwerte dar [18,19]. Bild: Jennifer Kowohl

Zur Bestimmung der kritischen Mizellkonzentration (cmc) wurden für die Tenside **S**, **R** und **B** Verdünnungsreihen im Konzentrationsbereich von 5 Prozent bis 0,0031 Prozent hergestellt und deren Oberflächenspannung gemessen. Für **S** konnte kein Wert für eine 5-prozentige Lösung ermittelt werden, da keine klare Lösung erhalten wurde. Die Bestimmung der cmc erfolgt ab jener Konzentration, bei welcher die Oberflächenspannung bei steigender Tensidkonzentration gleichbleibt. Der Literaturwert der cmc für Tensid **S** konnte mit 0,0125 Prozent ($\beta = 0,125 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$) sehr gut reproduziert werden [15], für Tensid **B** wurde eine cmc von $\beta = 0,10 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ermittelt. Insgesamt stimmten die Ergebnisse der hauseigenen Messmethoden auch hier gut mit den Angaben aus der Literatur überein, sofern diese vorhanden waren.

Für die Untersuchung des Benetzungsverhaltens wässriger Tensidlösungen auf verschiedenen unpolaren Oberflächen (Polytetrafluorethylen (PTFE), Silicon) als Modelloberflächen stellvertretend für die hydrophoben Oberflächen von Blättern musste zunächst eine geeignete Messmethode basierend auf der Messung von Kontaktwinkeln entwickelt werden. Dies wurde mit Hilfe einer optischen Tropfenkonturanalyse (Drop-Shape-Analysis, DAS) mit einem Drop-Shape-Analyzer (Firma Krüss) durchgeführt, wobei niedrige Kontaktwinkel eine gute Benetzung der Oberfläche aufzeigen, wogegen hohe Kontaktwinkel für ein stark abstoßendes Verhalten sprechen. Durch Hinzufügen einer definierten Wartezeit nach Tropfenaufgabe und Messung konnten verbesserte Werte für die Kontaktwinkel mit geringer Standardabweichung ermittelt werden. Die Unterschiede der Kontaktwinkel und des Benetzungsverhaltens von reinem Wasser und einer wässrigen Tensidlösung sind exemplarisch in Abbildung 6 gezeigt. Insgesamt konnten für Tensid **S** kleinere Kontaktwinkel von 35 bis 45° auf PTFE und Silicon ermittelt werden als bei den Tensiden **R** und **B** (45–55°), was in Übereinstimmung mit der hydrophoberen Endgruppe $R = \text{Me}$ (für **S**) im Vergleich zur hydrophileren Endgruppe $R = \text{H}$ (für **R** und **B**) ist. Die wässrigen Lösungen aller drei Tenside zeigen gegenüber reinem Wasser ein deutlich besseres Benetzungsverhalten auf Blattoberflächen (siehe Abbildung 7).

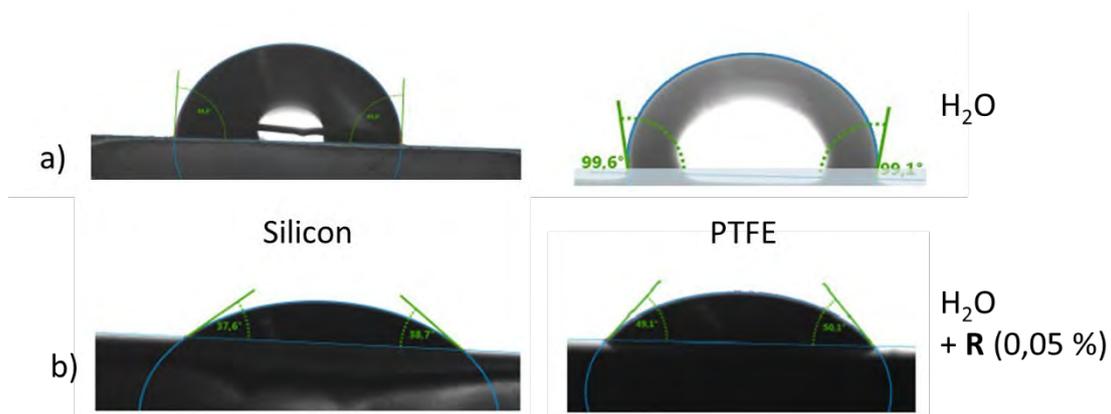


Abbildung 6: Momentaufnahmen der Kontaktwinkelmessung von a) reinem Wasser und b) einer wässrigen Lösung von Tensid **R**, jeweils auf einer Silicon-Oberfläche (links) und einer PTFE-Oberfläche (rechts) mit Anzahl (n) = 1 (von insgesamt n = 20). Bild: Jennifer Kowohl und Dennis Troegel

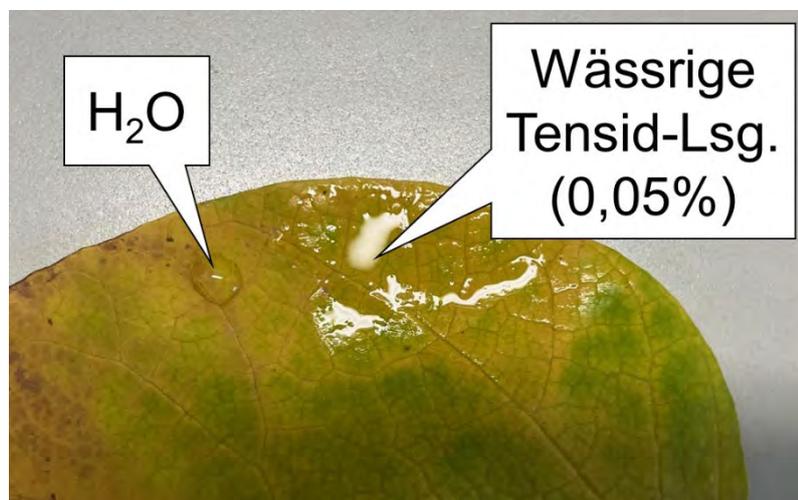


Abbildung 7: Demonstration der Spreiteigenschaft von Silicontensiden anhand eines Anwendungsbeispiels an einem Blatt. Bild: Jennifer Kowohl und Dennis Troegel

Das biologische Abbauverhalten der drei Tenside **S**, **B** und **R** mit dem *Closed-Bottle-Test* nach OECD-Norm 301D wurde bereits in der Literatur untersucht und beschrieben [11]. Alle drei Tenside zeigen unter den normierten Testbedingungen innerhalb von 28 Tagen einen Abbau von deutlich weniger als 60 Prozent und sind somit als „nicht biologisch abbaubar“ einzustufen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Biologischer Abbau der Tenside **S**, **B** und **R** nach OECD 301D ($n \geq 4$) [11].

Tensid	Bioabbau nach OECD 301D [Prozent]
B, R	8 ± 7
S	2 ± 0

Insgesamt konnten für die drei kommerziellen Referenzenside **S**, **R** und **B** mit den hauseigenen Messmethoden wichtige strukturelle und anwendungsrelevante Eigenschaften ermittelt und vergleichend bewertet werden, zum Teil auch in Abgleich mit den Angaben in der wissenschaftlichen Literatur. Die Eignung der jeweiligen analytischen Methoden wurde getestet und teilweise auch optimiert, um verbesserte, aussagekräftige Ergebnisse liefern zu können. Damit wurden wichtige Vergleichsdaten als Grundlage für die weiteren Arbeiten zur Entwicklung neuer, modifizierter Silicontenside erhoben, mit denen die Eigenschaften der zukünftigen, neuen Tenside verglichen werden können, um deren Eignung als Einsatz in realen Anwendungen demonstrieren und beurteilen zu können.

b. Arbeiten zur Synthese und Charakterisierung neuer, modifizierter Silicontenside mit „Sollbruchstelle“ zur Verbesserung des Abbauverhaltens

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene molekulare Strukturen für Silicontenside entworfen, welche sowohl im hydrophoben Siloxan-Teil als auch im hydrophilen Polyether-Teil identisch sein sollten, sich aber in der chemischen Natur des Brückensegments von den kommerziellen Referenztensiden unterscheiden. Nachdem in der Literatur bekannt ist, dass etablierte Silicontenside einer langsamen Hydrolyse bei sauren pH-Werten von < 5 unterliegen, die dabei erhaltenen Spaltprodukte aber immer noch das Propyl-basierte Brückensegment ($\text{Si-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-O}$, vergleiche Abbildung 1) enthalten, war hier der konzeptionelle Ansatz, dieses molekulare Bindeglied durch andere organische Gruppen X zu ersetzen ($\rightarrow \text{Si-X-O}$). Hierbei standen vor allem Baueinheiten mit einer instabileren Si-C-Bindung im Fokus, welches unter umweltnahen Bedingungen (Hydrolyse, Photolyse und/oder Bioabbau) einer beschleunigten Si-C-Bindungsspaltung unterliegen sollten, um somit eine schnelle Elimination und somit schnellen Abbau zu ermöglichen (vergleiche Abbildung 2 B)).

Aufgrund der in Abschnitt a) gemachten Erfahrungen, dass die in den kommerziellen Tensiden **S**, **B** und **R** enthaltenen Polyether-Einheiten überwiegend bis ausschließlich auf Polyethylenglycol basieren und die mittleren Kettenlängen in der Größenordnung von circa 10 bis 15 Wiederholungseinheiten liegen ($x \approx 12-14$, $y \approx 0-3$), wurde für die neuen, modifizierten Tenside als Zielmoleküle eine Polyethereinheit mit den Zielwerten $x \approx 10$ und $y = 0$ festgelegt, um hier möglichst nah an den industriellen Benchmarks zu sein. Hier spielte auch die kommerzielle Verfügbarkeit notwendiger Ausgangsstoffe eine wichtige Rolle. Weiterhin wurde für das Kettenende $R = \text{Me}$ festgelegt, wie es dem kommerziellen Tensid **S** entspricht. Dies hatte zum einen den Grund, dass man sich hier weniger Nebenreaktionen bei der Synthese und somit eine bessere Zugänglichkeit der Zielmoleküle erhoffte. Zum anderen zeigte das Tensid **S** in den literaturbekannten Abbautests nach OECD 301 D das vergleichsweise schlechteste Abbauverhalten von ~ 2 Prozent, welches im Rahmen des Projekts sichtbar verbessert werden sollte [11]. Zuletzt sollten aufgrund des beschränkten zeitlichen Rahmens des Projekts von 12 Monaten maximal zwei alternative Brückenelemente X^1 und X^2 realisiert werden, um die grundsätzlichen Überlegungen und Konzepte möglichst schnell exemplarisch überprüfen zu können. Insgesamt ergaben sich damit für dieses Projekt zunächst zwei prinzipielle Zielmoleküle **A** und **B**, welche zunächst aus kommerziell verfügbaren Ausgangssubstanzen chemisch synthetisiert, anschließend strukturell und in Hinblick auf wichtige anwendungsrelevante Eigenschaften analysiert und zuletzt in Hinblick auf ihr Abbauverhalten untersucht werden sollten. Der grundsätzliche Aufbau der beiden Zielmoleküle ist in Abbildung 8 gezeigt.

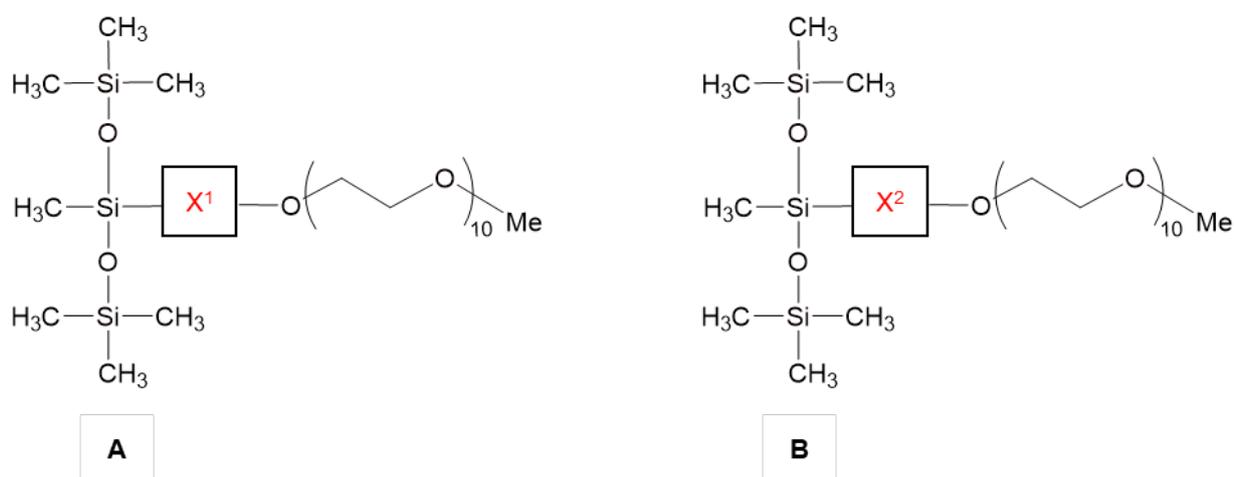


Abbildung 8: Allgemeiner molekularer Aufbau der beiden neuen Silicotenside **A** und **B** mit eingebauten „Sollbruchstellen“ X¹ und X². Die genaue chemische Natur der Brückenelemente X¹ und X² soll zum Zeitpunkt dieses Berichts nicht offengelegt werden, um eine mögliche Patentierbarkeit nicht zu gefährden. Bild: Dennis Troegel

Grundsätzlich wurde das Brückenelement X¹ so ausgewählt, um eine möglichst gute Verbesserung der Si-C-Bindungsspaltung durch Hydrolyse zu ermöglichen, wogegen der Schwerpunkt im Brückenelement X² eher in einer Steigerung des photochemischen Abbaus durch Sonnen-/UV-Strahlung liegen sollte (vergleiche auch Abbildung 2). Zusätzlich wurde sich erhofft, dass durch die jeweils labilere Si-C-Bindung auch die biologische Abbaubarkeit der neuen Tenside **A** und **B** verbessert werden könnte.

Zur Synthese des Silicotensids **A** wurden verschiedene Varianten probiert, die alle zum Berichtszeitpunkt noch nicht das gewünschte Zielmolekül in reiner Form geliefert haben. Der zielführendste Ansatz war eine Synthese in 3 Stufen, welche allgemein in Abbildung 9 exemplarisch dargestellt ist. Im ersten Schritt (Abbildung 9 A)) wurde an ein kommerziell erhältliches Trisiloxan das neue Brückenelement X¹ angebunden. In einer parallelen Synthese wurde ein kommerzieller Polyether (x = 10, y = 0, R = Me) mit einer Abgangsgruppe funktionalisiert (Abbildung 9 B)), welcher in der dritten Synthesestufe dann ebenfalls an das Brückenelement X¹ angebunden wurde, um das gewünschte Silicotensid **A** zu erhalten (Abbildung 9 C)). Die beiden Synthesen der Stufen A) und B) konnten die jeweils gewünschten Zwischenprodukte in hoher Reinheit und mäßigen bis guten Ausbeuten liefern. Lediglich die dritte Synthesestufe C) erwies sich als deutlich schwieriger als ursprünglich gedacht. Zwar wurde die Verbindung **A** mehrfach als Rohprodukt erhalten, welches vor allem mittels ¹H-, ¹³C- und ²⁹Si-NMR bestätigt werden konnte. Die Aufreinigung des Produkts durch Abtrennung von Nebenprodukten und restlichen Ausgangsstoffen führte jedoch mehrfach zu einer Spaltung des Moleküls. So wurden regelmäßig Polyether-haltige Produkte ohne Trisiloxan-Teil gefunden, was einen experimentellen Beleg dafür darstellt, dass die Si-C-Bindung zwischen dem Trisiloxan und dem Brückenelement tatsächlich sehr leicht einer Spaltung unterliegt. Offenbar scheint das Tensid **A** deutlich empfindlicher zu sein als ursprünglich vermutet. Dies erschwerte die Aufreinigung zusätzlich, da es durch verschiedene Laboroperationen zu einer ungewollten Spaltung kam, wodurch das Molekül abgebaut wurde, bevor es in reiner Form isoliert und analytisch untersucht werden konnte. Aus diesem Grund lagen zum Berichtszeitpunkt weder die analytischen Daten noch Ergebnisse zu anwendungsrelevanten Eigenschaften sowie das Abbauverhalten von Tensid **A** vor. Ob das Produkt aufgrund dieses Verhaltens für den Einsatz in realen technischen Anwendungen geeignet ist, konnte zum Berichtszeitpunkt noch nicht festgestellt werden. Es sind hier noch weitere Arbeiten notwendig, um das Tensid **A** in chemisch reiner Form zu erhalten, um dessen Eigenschaften und Abbauverhalten gezielt untersuchen und vergleichend mit den Ergebnissen zu den kommerziellen Referenz-tensiden **S**, **B** und **R** bewerten zu können.

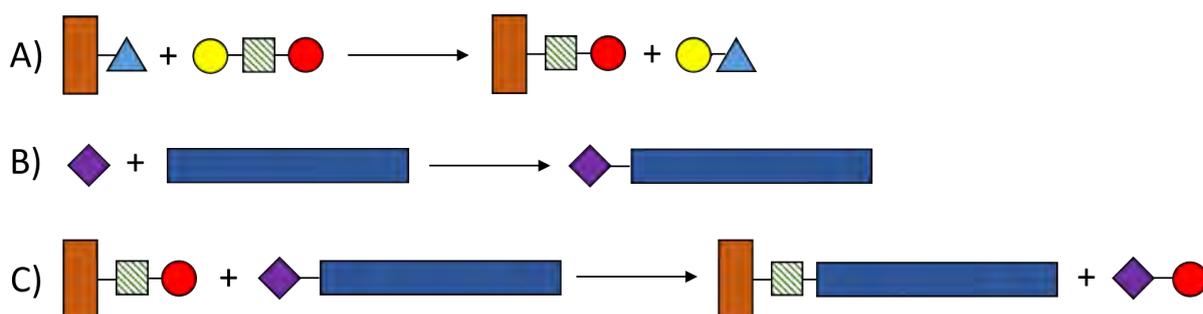


Abbildung 9: Schematischer Ablauf der Synthese des Silicotentisids **A** mit eingebauter „Sollbruchstelle“ X^1 in drei Stufen: A) Einbau des Brückensegments X^1 (= grün-weiß gestreiftes Quadrat) an ein kommerziell verfügbares Trisiloxan (= oranges Rechteck). B) Funktionalisierung eines kommerziellen Polyethers (= dunkelblaues Rechteck) mit einer Abgangsgruppe (= violette Raute). C) Verknüpfung des modifizierten Trisiloxans mit dem funktionalisierten Polyether zum Zielmolekül **A**. Alle anderen farbigen Formen stehen exemplarisch für verschiedene chemische funktionelle Gruppen beziehungsweise Abgangsgruppen. Bild: Dennis Troegel

Die Arbeiten zur Synthese von Silicotentisid **B** konnten zum Berichtszeitpunkt nur orientierend begonnen werden. Aufgrund der anderen chemischen Natur des Brückensegments war es erforderlich, einen anderen synthetischen Zugang zu wählen als bei Tensid **A**. Hier sah die Synthesesequenz vor, zunächst das Brückensegment X^2 mit dem Polyether-Teil zu verbinden, um dieses dann im Anschluss mit einem kommerziellen Trisiloxan zu verknüpfen. Dazu wurden verschiedene Metall-katalysierte Kupplungsreaktionen getestet, die aber in allen Fällen nicht zum gewünschten Molekül geführt haben. Vor allem wurden die nicht umgesetzten Ausgangsstoffe unverändert zurückerhalten. In manchen Fällen wurden anstelle des gewünschten Moleküls andere Verbindungen als Nebenprodukte erhalten. Ein alternativer Ansatz, in dem zuerst die Anbindung des Brückensegments X^2 an das Trisiloxan gemäß Abbildung 9 A) erfolgen sollte, war in der ersten Synthesestufe erfolgreich. Allerdings konnte bis zum Berichtszeitpunkt die Anbindung des Polyethersegments bisher nicht erfolgreich umgesetzt werden. Somit konnten die Arbeiten zur Synthese des Zielmoleküls **B** im zeitlichen Rahmen des Projekts noch nicht abgeschlossen werden.

Insgesamt hat dieses Vorlaufforschungsprojekt das eigentliche Ziel, neue modifizierte Silicotentiside mit verbessertem Abbauverhalten in der Umwelt zu realisieren, innerhalb des Projektzeitraums von 12 Monaten noch nicht erreicht. Es wurden jedoch wichtige vorbereitende Arbeiten durchgeführt, welche sowohl eine solide Datenbasis für weitere Entwicklungen auf dem Gebiet wie auch die methodischen Voraussetzungen für die Durchführung der geplanten Tests zur Bestimmung anwendungsrelevanter Eigenschaften von Silicotentisiden sowie deren Abbauverhalten geschaffen haben. Weiterhin wurden die Konzepte zum molekularen Design von Silicotentisiden mit eingebauter „Sollbruchstelle“ entwickelt und erste Schritte zu deren synthetischer Realisierung unternommen. Somit wurde ein Fundament geschaffen, um die begonnenen Arbeiten im Rahmen von Folgeprojekten, vorzugsweise zusammen mit industriellen Partnerinnen und Partnern, weiterzuführen und zu einem Abschluss zu führen.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Im Zuge dieses Vorlaufforschungsprojekts sowie dessen Vorbereitung führten Studierende mehrere studentische Abschluss- und Projektarbeiten durch, welche in folgender Tabelle 3 zusammengefasst sind:

Tabelle 3: Im Rahmen des Projekts „Umweltabbaubare Silicontenside“ durchgeführte studentische Abschluss- und Projektarbeiten.

Art	Autor	Titel	Zeitraum
Masterprojekt	Alexander Gettinger	Eigenschaften und Abbauverhalten von Silicontensiden	Oktober 2022 bis Februar 2023
Masterprojekt	Jennifer Kowohl	Eigenschaften und Abbauverhalten von Silicontensiden	Oktober 2023 bis Februar 2024
Masterarbeit	Jennifer Kowohl	Entwicklung von modifizierten Silicontensiden zur Verbesserung der Abbaubarkeit in der Umwelt	Mai 2024 bis Dezember 2024
Masterarbeit	Marius Thoma	Synthese eines umweltfreundlichen Silicontensids zur Untersuchung der verbesserten Abbaubarkeit.	November 2024 bis Mai 2025

Nach Abschluss des vorliegenden Projekts wurden ausgewählte Arbeiten in Form von zwei studentischen Masterprojekten im Sommersemester 2025 fortgeführt mit dem Ziel, das modifizierte Silicontensid **A** in reiner Form zu isolieren und Versuche zum hydrolytischen Abbauverhalten durchzuführen (siehe Tabelle 4):

Tabelle 4: Im Anschluss an das Projekt „Umweltabbaubare Silicontenside“ durchgeführte, aufbauende studentische Masterprojektarbeiten.

Art	Autor	Titel	Zeitraum
Masterprojekt	Franziska Kugler	Optimierung der Synthese von modifizierten Silicontensiden	März 2025 bis August 2025
Masterprojekt	Annabelle Walther	Untersuchung der Hydrolysestabilität von modifizierten Silicontensiden	März 2025 bis August 2025

Alle bisherigen und laufenden Arbeiten haben bereits vielversprechende Ergebnisse in Hinblick auf die Entwicklung nachhaltigerer Silicontenside geliefert sowie die grundlegende Funktionsfähigkeit der verfolgten Konzepte demonstriert. Da die Entwicklungsarbeiten im Sinne einer Vorlaufstudie aber noch nicht abgeschlossen sind, wurden bisher noch keine Ergebnisse veröffentlicht. Tatsächlich zeigen sowohl die verfolgten Konzepte als auch die bisher synthetisierten (Roh-)Produkte durchaus Potential für eine mögliche Patentierung, welche im Nachgang zu diesem Projekt weiter geprüft und verfolgt werden soll. Zusätzlich wäre im Anschluss eine Veröffentlichung der Ergebnisse in einem wissenschaftlichen *peer-reviewed*-Journal vorgesehen. Zuletzt ist eine Präsentation der Ergebnisse auf wissenschaftlichen Fachtagungen zur Siliciumchemie, vor allem dem *21th International Symposium on Silicon Chemistry* (voraussichtlich in 2027), angestrebt.

Durch ihre Masterarbeit wurde Jennifer Kowohl auf eine anschließende Promotion vorbereitet, welche sie im Jahr 2025 am Promotionszentrum für Materialien & Promotionstechnik der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm) auf einem Thema zum Recycling von Siliconen beginnen wird.

Im Rahmen dieses Projektes wurden nicht nur Methoden zur Synthese neuer funktionalisierter Silicon-basierter Materialien und Produkte erarbeitet, sondern auch wichtige Konzepte und Testmethoden zur

Verfolgung und Verbesserung des Abbaus von Siliconen unter umweltnahen Bedingungen erprobt. Diese Erkenntnisse fließen anteilig in andere laufende Forschungsprojekte an der Ohm ein, mit dem Fokus eines Recyclings von Siliconen. Hier sei vor allem das seit Januar 2024 an der Fakultät Angewandte Chemie und dem Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung (OHM-CMP) laufende Gemeinschaftsprojekt „Neue Materialien für lebensdauerbegrenzte Systeme“ (NeMeSys) zwischen den Arbeitsgruppen von Prof. Dr.-Ing. Dominik Söthje (Makromolekulare Chemie und Kunststofftechnik) und Prof. Dr. Dennis Troegel (Anorganische Chemie) genannt. In diesem Projekt geht es nicht nur um die Entwicklung eines Verfahrens, um vernetzte handelsübliche Siliconsysteme unter milden Bedingungen in Sekundärrohstoffe abzubauen, die erneut zur Herstellung neuer Siliconprodukte wiederverwendet werden können. Vor allem ist auch ein großes und wichtiges Ziel, neue Siliconmaterialien zu entwickeln, welche strukturelle chemische Sollbruchstellen besitzen, um die vernetzten Silicone gezielt spalten zu können, um ein noch spezifischeres Recycling zu ermöglichen. Mit diesem gemeinsamen konzeptionellen Ansatz der chemischen Sollbruchstelle gibt es enge Schnittpunkte zu dem vorliegenden Vorlaufforschungsprojekt, so dass sich beide Projekte inhaltlich und methodisch sinnvoll und synergistisch ergänzen.

Zuletzt ist die Beantragung einer Förderung für mögliche Anschlussprojekte, vorzugsweise mit industriellen Partnerinnen und Partnern aus der Siliconbranche, angestrebt, um die bisher eher grundlegenden Erkenntnisse in eine direkte anwendungsorientierte Entwicklung einfließen zu lassen. Aber auch intern lassen sich die Ergebnisse aus dem Projekt, zum Beispiel im Rahmen der Aktivitäten des OHM-CMP sowie des geplanten Instituts für nachhaltige Materialentwicklung (INaM), weiter wissenschaftlich und technisch verwerten.

6. Literatur

- [1] E. G. Rochow, „Silicium und Silicone“, Springer, Berlin/Heidelberg, **1987**.
- [2] B. Pachaly, F. Achenbach, Ch. Herzig, K. Mautner, „Silicone“, in: Winnacker/Küchler, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, Band 5: Organische Zwischenverbindungen, Polymere. Wiley-VCH, Weinheim, **2005**, S. 1095–1213.
- [3] F. Achenbach, K. Hock, *Chem. Unserer Zeit*, **2019**, 54, 2–13.
- [4] A. J. O’Lenick, Jr. Silicone Emulsions and Surfactants, *J. Surfact. Deterg.* **2000**, 3, 387–393.
- [5] R. M. Hill, Silicone surfactants – new developments. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **2002**, 7, 255–261.
- [6] P.J.G. Stevens, Organosilicone Surfactants as Adjuvants for Agrochemicals. *Pestic.Sci.* **1993**, 38, 103–122.
- [7] Silicone Surfactants Market Size, Share & Industry Analysis, By Application (Emulsifiers, Foaming Agents, Solubilizers, and Others), By End-Use (Refrigeration, Construction, Paints & Coatings, Personal Care, and Others), and Regional Forecast, 2024-2032. <https://www.fortunebusinessinsights.com/amp/industry-reports/silicone-surfactants-market-104900> (Abrufdatum 31.10.2024; 10:33 Uhr).

- [8] B. Laubie et al., Silicone-based surfactant degradation in aqueous media. *Sci. Total Environ.* **2013**, 454–455, 199–205.
- [9] C. Rücker, K. Kümmerer, Environmental chemistry of organosiloxanes. *Chem Rev.* **2015**, 115, 466–524.
- [10] Y. Kim, S. Farrah, R. H. Baney, Silanol - A novel class of antimicrobial agent. *Electr. J. Biotechnol.* **2006**, 9, 176–180.
- [11] E. Grabitz, O. Olsen, K. Kümmerer, Towards the design of organosilicon compounds for environmental degradation by using structure biodegradability relationships. *Chemosphere* **2021**, 279, 130442.
- [12] OECD, Test No. 301: Ready Biodegradability, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3, OECD Publishing, Paris, **1992**.
- [13] Y. Chen, W. Tan, H. Ji, Preparation, Characterization, and Properties of Alkali-Resistant and Hydrolysis-Resistant Silicone Surfactant. *Appl. Sci.* **2023**, 13, 5726.
- [14] Bildquelle “Hammerhai”: <https://pixabay.com/de/vectors/hammerhai-silhouette-hai-fische6381052/> (Abrufdatum 04.11.2024; 10:20 Uhr)
- [15] J. Radulovic, K. Sefiane, M. E. R. Shanahan: On the effect of pH on spreading of surfactant solutions on hydrophobic surfaces. *J. Colloid Interface Sci.* **2009**, 332, 497–504.
- [16] G. D. Humble, M. W. Kennedy, J. Simpelkamp: Use of non-spreading silicone surfactants in agrochemical compositions. AU 2002301504 B8 (Goldschmidt GmbH) **2003**.
- [17] Plattenmethode nach Wilhelmy. <https://www.kruss-scientific.com/de-DE/knowhow/glossar/plattenmethode-nach-wilhelmy> (18.11.2024; 12:57 Uhr).
- [18] X. Tang, J. Dong, X. Li: A comparison of spreading behaviors of Silwet L-77 on dry and wet lotus leaves. *J. Colloid Interface Sci.* **2008**, 325, 223–227.
- [19] A. A. Melo, M. Hunsche, J. V. C. Guedes, L. Hahn, N. M. Feltrin: Study of the effects of Adjuvants associated with insecticides on the physicochemical properties of the spray solution and characterization of deposits on wheat and maize leaves under simulated rain. *Eng. Agríc.* **2019**, 39, 315–322.

Impressum

Vorlaufforschung 2024

Herausgeber:

Der Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm
Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg

Redaktion und Layout:

Mario Kraußner, Barbara Jankowski
Hochschulkommunikation und -marketing
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Stand: Juli 2025

