

Hochschule Merseburg
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften und Informationswissenschaften

Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschafts- kommunikation

- eine systematische Literaturübersicht

3. SEPTEMBER 2024

JONAS PFENNIG (24072)

Masterarbeit Informationsdesign und Medienmanagement

Erstbetreuer: Prof. Dr. Michael Meng

Zweitbetreuer: Dr. Norman Bedtke

Abstract:

Diese Arbeit bietet eine systematische Literaturübersicht zur Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation, durchgeführt nach der PRISMA-Methode. Die Untersuchung beleuchtet die unterschiedlichen methodischen Ansätze zur Messung der kognitiven, affektiven, behavioralen, motivationalen und sozialen Wirkungen von Serious Games. Die Ergebnisse zeigen, dass Serious Games wirksame Mittel zur Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte darstellen, indem sie das Verständnis und das Interesse der Spielenden fördern und Verhaltensänderungen begünstigen. Dabei identifiziert die Analyse quantitative Methoden, wie standardisierte Tests und Umfragen, als häufig verwendete Ansätze zur Messung von Wissenserwerb und Verhaltensmodifikationen, während qualitative Methoden, wie Interviews und Beobachtungen, tiefere Einblicke in die emotionalen und motivationalen Dimensionen bieten. Mixed-Methods-Ansätze werden als besonders geeignet bewertet, da sie eine umfassende Erfassung der vielfältigen Wirkungen ermöglichen. Die Arbeit deckt zudem Forschungslücken auf, darunter die fehlende Langzeitbetrachtung der Wirkungen und die Notwendigkeit einer stärkeren Standardisierung der Messinstrumente. Die Ergebnisse führen zu konkreten Empfehlungen für zukünftige Studien und die Entwicklung von Methodiken zur Verbesserung der Wirkungserfassung, um das Potenzial von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation effektiver auszuschöpfen.

Serious Games, Wissenschaftskommunikation, Wirkungserfassung, Methoden der Medienwirkungsforschung, Systematische Literaturübersicht

Summary:

This paper provides a systematic literature review on the impact assessment of serious games in science communication, conducted according to the PRISMA method. The study sheds light on the different methodological approaches for measuring the cognitive, affective, behavioural, motivational and social effects of serious games. The results show that serious games are effective means of communicating scientific content by promoting players' understanding and interest and encouraging behavioural change. The analysis identifies quantitative methods, such as standardised tests and surveys, as commonly used approaches to measure knowledge acquisition and behaviour modification, while qualitative methods, such as interviews and observations, provide deeper insights into the emotional and motivational dimensions. Mixed-methods approaches are considered to be particularly suitable, as they enable a comprehensive recording of the diverse effects. The study also reveals gaps in the research, including the lack of long-term observation of the effects and the need for greater standardisation of the measurement instruments. The results lead to

concrete recommendations for future studies and the development of methodologies to improve the recording of effects in order to utilise the potential of serious games in science communication more effectively.

Serious games, science communication, impact assessment, methods of media impact research, systematic literature review

Inhalt

1 Einleitung	1
2 Serious Games	4
2.1 Definition von Serious Game.....	4
2.2 Historische Entwicklung bei Serious Games	5
2.3 Eigenschaften von Serious Games	6
2.4 Bereiche und Einsatzgebiete von Serious Games	8
3 Wissenschaftskommunikation	12
3.1 Definition von Wissenschaftskommunikation	12
3.2 Konzepte und Modelle der Wissenschaftskommunikation	13
3.3 Zielgruppen und Kommunikationskanäle	15
4 Wirkung und Wirkungserfassung	18
4.1 Definition von Wirkungserfassung	18
4.2 Modelle der Medienwirkungsforschung	20
4.3 Vergleich der Modelle und deren Anwendung auf Serious Games	21
4.4 Wirkungsdimensionen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation.....	23
4.5 Ansätze zur Wirkungserfassung bei Serious Games	24
5 Methodische Ansätze der Wirkungserfassung	27
5.1 Quantitative Methoden	27
5.2 Qualitative Methoden	28
5.3 Mixed-Methods-Ansätze	30
6 Stand der Forschung.....	33
6.1 Historische Entwicklung der Wirkungserfassung bei Serious Games	33
6.2 Bisherige Studien und Forschungsergebnisse	35
7 Methodik	38
7.1 Die PRISMA-Methode	38
7.2 Vorgehen und Auswahl der Kriterien	42
8 Ergebnisse.....	52
8.1 Einordnung nach methodischen Ansätzen der Wirkungserfassung	52
8.2 Untersuchte Arten und Dimensionen von Wirkung	56
8.3 Einordnung nach Bereichen	59
9 Detaillierte Vorstellung einzelner Studien.....	66
9.1 CZ Investigator	66
9.2 Reduce Your Juice	68
9.3 YoungRes	70
10 Diskussion.....	73

10.1 Kritische Betrachtung der Literaturübersicht	73
10.2 Synthese der Literaturergebnisse.....	74
10.3 Identifikation von Forschungslücken und zukünftigen Forschungsbedarfen.....	76
10.4 Empfehlungen für die Wirkungserfassung von Serious Games	77
11 Fazit.....	79
Literatur:	83

1 Einleitung

In einer zunehmend digitalisierten Welt, in der traditionelle Formen der Wissenschaftskommunikation oft an ihre Grenzen stoßen, eröffnen Serious Games neue, faszinierende Möglichkeiten. Diese interaktiven und spielerischen Ansätze zur Vermittlung komplexer wissenschaftlicher Inhalte haben das Potenzial, Menschen nicht nur zu informieren, sondern sie auch nachhaltig zu beeinflussen. Doch trotz der wachsenden Popularität von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation bleibt eine zentrale Frage oft unbeantwortet: Wie kann die Wirkung dieser Spiele präzise und verlässlich erfasst und bewertet werden?

Die Untersuchung der Wirkung von Serious Games ist von herausragender Relevanz, da diese Spiele auf vielfältige Weise wirken können – sei es kurzfristig oder langfristig, auf kognitiver, emotionaler oder verhaltensbezogener Ebene. Diese Dimensionen der Wirkung sind entscheidend für das Verständnis, wie und warum Serious Games in der Lage sind, nachhaltige Lernerfolge zu erzielen. Um das volle Potenzial dieser interaktiven Medien zu entfalten, ist es unerlässlich, die bestehenden Methodiken zur Wirkungserfassung kritisch zu analysieren und zu bewerten.

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, durch eine systematische Literaturübersicht eine umfassende Analyse der in der wissenschaftlichen Literatur beschriebenen Methodiken, Konstrukte und Kategorien zur Wirkungserfassung von Serious Games vorzunehmen. Dabei wird insbesondere untersucht, welche Arten von Wirkung – ob kurzfristig oder langfristig – im Mittelpunkt der Forschung stehen und ob sich bestimmte Methodiken als besonders geeignet oder dominierend erweisen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Frage, welche Empfehlungen aus den vorhandenen Studien für die zukünftige Praxis der Wirkungserfassung abgeleitet werden können.

Die Methodik dieser Untersuchung basiert auf der PRISMA-Methode (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), einem bewährten und anerkannten Ansatz zur Durchführung systematischer Literaturübersichten. Durch die Anwendung dieser Methode wird gewährleistet, dass die Auswahl, Analyse und Synthese der relevanten Studien systematisch und transparent erfolgt. Die PRISMA-Methode ermöglicht es, die Qualität und Relevanz der eingeschlossenen Studien zu bewerten und bietet eine solide Grundlage für die Ableitung fundierter Schlussfolgerungen.

Besondere Aufmerksamkeit wird in dieser Arbeit den verschiedenen Dimensionen der Wirkung gewidmet. Dabei wird untersucht, wie Serious Games kurzfristige kognitive

Effekte, wie das unmittelbare Verständnis von Konzepten, oder langfristige kognitive Effekte, wie die dauerhafte Veränderung von Wissensbeständen, beeinflussen. Ebenso werden emotionale und verhaltensbezogene Dimensionen der Wirkung analysiert, um ein umfassendes Bild davon zu erhalten, wie diese Spiele in der Praxis wirken.

Die Relevanz dieser Untersuchung ergibt sich aus der zunehmenden Bedeutung von Serious Games als Mittel der Wissenschaftskommunikation. In einer Zeit, in der innovative Ansätze zur Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte immer wichtiger werden, ist eine fundierte Wirkungserfassung unverzichtbar. Nur durch eine präzise und differenzierte Analyse kann sichergestellt werden, dass Serious Games nicht nur unterhaltsam sind, sondern auch wirkungsvolle Werkzeuge zur Wissenschaftsvermittlung darstellen. Diese Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die Methodiken zur Wirkungserfassung weiterzuentwickeln und die Anwendung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu optimieren.

Der Aufbau dieser Arbeit folgt einer klar strukturierten Gliederung, die den Leser schrittweise durch die verschiedenen Aspekte des Themas führt. Nach der Einleitung wird in Kapitel 2 zunächst eine grundlegende Einführung in das Thema „Serious Games“ gegeben. Hier werden die Definition, die historische Entwicklung sowie die charakteristischen Eigenschaften und die verschiedenen Einsatzgebiete von Serious Games detailliert erläutert. Dieses Kapitel schafft eine fundierte Basis, um die Besonderheiten und Potenziale von Serious Games in unterschiedlichen Kontexten, insbesondere in der Wissenschaftskommunikation, zu verstehen.

Kapitel 3 widmet sich der Wissenschaftskommunikation. Es wird definiert, was unter Wissenschaftskommunikation zu verstehen ist, und es werden die zentralen Konzepte und Modelle dieses Feldes beleuchtet. Darüber hinaus wird auf die verschiedenen Zielgruppen und Kommunikationskanäle eingegangen, die in der Wissenschaftskommunikation eine Rolle spielen. Dieses Kapitel ist essenziell, um die Rahmenbedingungen zu verstehen, in denen Serious Games eingesetzt werden und wie sie zur Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte beitragen können.

In Kapitel 4 wird das Thema der Wirkung und Wirkungserfassung von Serious Games behandelt. Hier werden die verschiedenen Dimensionen von Wirkung – wie kognitive, affektive, behaviorale und soziale Aspekte – und deren Bedeutung für die Wissenschaftskommunikation erläutert. Zudem wird die Definition der Wirkungserfassung sowie die relevanten Modelle der Medienwirkungsforschung und deren Anwendung auf Serious Games thematisiert. Ein Vergleich dieser Modelle verdeutlicht die Komplexität der Wirkungserfassung und stellt die methodischen Herausforderungen in den Vordergrund.

Kapitel 5 konzentriert sich auf die methodischen Ansätze zur Wirkungserfassung. Hierbei werden quantitative, qualitative und Mixed-Methods-Ansätze detailliert erläutert. Dieses Kapitel erklärt, welche methodischen Ansätze geeignet sind, um die Wirkung von Serious Games fundiert zu erfassen, und wie diese Methoden in der Praxis angewendet werden können. Es wird deutlich, dass eine differenzierte Methodik notwendig ist, um die vielfältigen Wirkungen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erfassen.

Kapitel 6 bietet eine Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung zur Wirkungserfassung bei Serious Games. Hier werden die historische Entwicklung und die bisherigen Studien in diesem Bereich analysiert. Dieses Kapitel gibt einen umfassenden Überblick über die bereits erzielten Forschungsergebnisse und identifiziert bestehende Forschungslücken, die in der vorliegenden Arbeit weiter untersucht werden.

Kapitel 7 beschreibt die Methodik der Arbeit, wobei der Fokus auf der Anwendung der PRISMA-Methode liegt. Diese systematische Vorgehensweise wird detailliert beschrieben, einschließlich der Auswahlkriterien und des Vorgehens bei der Literaturanalyse. Dieses Kapitel legt die methodischen Grundlagen für die anschließende Analyse der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der systematischen Literaturübersicht werden in Kapitel 8 vorgestellt. Hier erfolgt eine Einordnung der gefundenen Studien nach den methodischen Ansätzen der Wirkungserfassung, den untersuchten Wirkungsarten und -dimensionen sowie nach den spezifischen Anwendungsbereichen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation.

Schließlich werden in Kapitel 9 einzelne Studien detailliert vorgestellt, um spezifische Beispiele für die Wirkungserfassung bei Serious Games zu geben. Diese Fallstudien veranschaulichen, wie die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Konzepte und Methoden in der Praxis angewendet werden.

2 Serious Games

2.1 Definition von Serious Game

Serious Games sind Spiele, die weit über den reinen Unterhaltungswert hinausgehen und für Bildungs- sowie andere ernsthafte Zwecke genutzt werden. Diese Spiele finden Anwendung in vielfältigen Bereichen wie Bildung, Gesundheit, Militär, Kunst und Politik und zeichnen sich durch ihre flexible und kontextabhängige Definition und Nutzung aus (Breuer & Bente, 2010). Sie haben sich sowohl zu einem bedeutenden Markt innerhalb der Videospielindustrie als auch zu einem wichtigen Forschungsfeld entwickelt.

Die ersten Überlegungen zur Nutzung von Spielen für ernsthafte Zwecke wurden von Clark C. Abt (1975) in seinem Buch "Serious Games" formuliert. Er definierte Serious Games als Spiele mit einem expliziten und durchdachten Bildungszweck, die nicht primär zur Unterhaltung gedacht sind. Diese Definition betont, dass der Bildungszweck nicht unbedingt im Design des Spiels liegen muss, sondern auch durch den Kontext, in dem das Spiel genutzt wird, bestimmt werden kann. Beispielsweise kann ein ursprünglich zur Unterhaltung gedachtes Brettspiel in einem militärischen Training genutzt werden, um strategisches Denken zu fördern.

Der Begriff "Serious Game" im Kontext digitaler Spiele wurde erstmals von Ben Sawyer (2003) in einem Paper über das Potenzial digitaler Spiele für die Politikgestaltung verwendet. Michael und Chen (2006) definieren Serious Games als Spiele, bei denen Bildung das primäre Ziel ist, was eine sehr breite Auffassung von Bildung impliziert. Diese Definition schließt auch Spiele ein, die keinen direkten Bildungsfokus haben, aber dennoch als Serious Games betrachtet werden können, wie z. B. Kunstspiele oder Spiele zur Ablenkung von Patienten bei schmerzhaften Therapien.

Eine weiter gefasste Definition bieten Zyda (2005), der betont, dass Serious Games neben Handlung, Kunst und Software auch Pädagogik beinhalten, d. h. Aktivitäten, die Wissen oder Fähigkeiten vermitteln. Diese flexible Definition lässt zu, dass jegliche Form von Veränderung im Wissen oder Verhalten durch externe Maßnahmen, wie Bildungs- oder Serious Games, als pädagogisch betrachtet werden kann.

Eine noch umfassendere Definition präsentieren Ratan und Ritterfeld (2009). Sie fassen alle digitalen Spiele, die neben Unterhaltung auch einen weiteren Zweck verfolgen, unter den Begriff Serious Games. Sie grenzen sich dabei von den sogenannten "Edutainment"-Spielen ab, die spezifische Fähigkeiten innerhalb eines unterhaltsamen Rahmens

vermitteln. Ein zentraler Aspekt ihrer Definition ist, dass die Ziele der Serious Games nicht nur auf die Absichten der Entwickler, sondern auch auf die tatsächliche Erfahrung und Wahrnehmung der Spielenden abgestimmt sein müssen. Damit betonen sie die Vielschichtigkeit und die oft subjektiv bestimmte Klassifikation von Serious Games.

2.2 Historische Entwicklung bei Serious Games

Die historische Entwicklung von Serious Games lässt sich bis in die Antike zurückverfolgen, als Spiele bereits für ernsthafte Zwecke eingesetzt wurden. Zum Beispiel wurde das Mancala-Spiel um 1400 v. Chr. zur Buchführung im Handel genutzt (Laamarti et al., 2014). Ein weiteres frühes Beispiel ist das Spiel „Chaturanga“, das im 7. Jahrhundert in Indien entstand und militärische Strategien simulierte, was es zum Vorläufer des Schachspiels macht (Wilkinson, 2024).

Im 19. Jahrhundert erkannte der Entwicklungspsychologe Jean Piaget die Bedeutung des Spiels für die kindliche Entwicklung und postulierte, dass „Spiel die Arbeit der Kinder ist“ (Wilkinson, 2024). Diese Perspektive ist in der modernen Entwicklung von Serious Games deutlich sichtbar, da diese oft pädagogische Ziele verfolgen. Während des Zweiten Weltkriegs nutzte das US-Militär Kriegsspiele, um strategisches Denken zu fördern und ihr Image in der Bevölkerung zu verbessern (Laamarti et al., 2014).

Ein bedeutender Schritt in der Entwicklung von Serious Games war die Einführung des Spiels „The Landlord’s Game“ im Jahr 1902, das die Gefahren des Kapitalismus aufzeigte und später zu „Monopoly“ wurde (Wilkinson, 2024). In den 1980er Jahren etablierte sich der Einsatz von Serious Games in der militärischen Ausbildung, insbesondere durch Computersimulationen, die realistische und kostengünstige Trainingsmöglichkeiten boten (Mayer et al., 2013).

Die moderne Ära der Serious Games begann in den 1970er Jahren mit der im vorangegangenen Kapitel erwähnten Begriffsprägungen durch Clark C. Abt (1975). Diese Ideen wurden später von John Duke weiterentwickelt, der Simulation und Spiel als zentrale Methoden zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen und Lernen hervorhob (Mayer et al., 2013).

Mit dem Aufkommen des Internets und fortschrittlicher Grafiktechnologien in den frühen 2000er Jahren erlebten Serious Games eine bedeutende Weiterentwicklung. Spiele wurden interaktiver und immersiver, was die Möglichkeit bot, komplexe Szenarien und Problemlösungen zu simulieren. Organisationen wie die 2003 gegründete Digital Games

Research Association (DiGRA) und die 2005 ins Leben gerufene Serious Games Association (SGA) förderten die Forschung und Verbreitung von Serious (Mayer et al., 2013).

In den frühen 2000er Jahren gewann die „Gamification“, die Anwendung spieltypischer Elemente in nicht-spielerischen Kontexten, an Bedeutung. Serious Games wurden entwickelt, um Bildungs- und Lernelemente zu integrieren und nicht nur der Unterhaltung zu dienen (de Freitas & Liarokapis, 2012). Diese Spiele finden heute in verschiedenen Bereichen Anwendung, darunter Bildung, Training und soziale Bewusstseinsbildung.

Ein prominentes Beispiel für die Anwendung von Serious Games ist „America’s Army“, das 2002 eingeführt wurde und sowohl militärisches Training simulierte als auch als Rekrutierungsinstrument diente (Susi et al., 2007). Weitere bedeutende Spiele sind „The Oregon Trail“ und „Lemonade Stand“ aus den 1970er Jahren sowie „The Bradley Trainer“ aus den 1980er Jahren (Laamarti et al., 2014).

Die Forschung und Entwicklung von Serious Games hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt. Es wurden standardisierte Evaluationsmethoden entwickelt und umfangreiche Datensätze gesammelt, die als Grundlage für weitere Studien und Verbesserungen dienen (Mayer et al., 2013). Studien haben gezeigt, dass Serious Games positive Ergebnisse in verschiedenen Bildungs- und Trainingskontexten erzielen können (de Freitas & Liarokapis, 2012).

Serious Games haben eine lange Tradition und haben sich kontinuierlich weiterentwickelt, um vielfältige und tiefgreifende pädagogische sowie praktische Anwendungen zu unterstützen. Diese bemerkenswerte Entwicklung reicht von einfachen Trainingssimulatoren bis hin zu komplexen, interaktiven Lernumgebungen, die in zahlreichen Bereichen eingesetzt werden. Diese Fortschritte verdeutlichen die wachsende Anerkennung des Potenzials von Spielen, über reine Unterhaltung hinauszugehen und einen bedeutenden Beitrag zur Bildung und zum Training zu leisten (Susi et al., 2007).

2.3 Eigenschaften von Serious Games

Serious Games sind durch eine Vielzahl spezifischer Merkmale gekennzeichnet. Diese Merkmale sind entscheidend für das Verständnis und die Bewertung ihrer Wirksamkeit in der Wissenschaftskommunikation. Ein hervorstechendes Merkmal von Serious Games ist der Schwerpunkt auf Bildungs- und Lerninhalte. Diese Spiele sind so gestaltet, dass sie Wissen vermitteln und den Lernenden ermöglichen, komplexe Inhalte zu verstehen und

anzuwenden. Sie werden häufig in formalen Bildungskontexten verwendet und decken sowohl curriculare als auch extracurriculare Themen ab. Beispiele hierfür sind Spiele, die mathematische Fähigkeiten fördern oder historische Ereignisse nachstellen (Ratan & Ritterfeld, 2009).

Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die hohe Interaktivität und Spielerzentrierung dieser Spiele. Spielende werden aktiv in den Lernprozess eingebunden, was zu einem intensiveren und nachhaltigeren Lernerlebnis führt. Die Interaktivität fördert das Lernen durch eigenes Handeln und Experimentieren (Stapleton, 2004).

Zudem zeichnen sich Serious Games durch ihre Fähigkeit aus, die Motivation der Spiele zu steigern. Durch die Integration spielerischer Elemente wie Herausforderungen, Belohnungen und Fortschrittsanzeigen werden die Spielenden kontinuierlich dazu angeregt, sich mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen. Dies ist besonders in Bereichen von Vorteil, die als schwierig oder langweilig wahrgenommen werden (Susi et al., 2007).

Ein wesentliches Merkmal von Serious Games sind auch realitätsnahe Simulationen. Diese nutzen oft lebensnahe Szenarien, um den Spielern praxisrelevante Erfahrungen zu ermöglichen. Solche Simulationen können beispielsweise komplexe Entscheidungsprozesse nachbilden und helfen den Spielern, theoretisches Wissen in praktischen Kontexten anzuwenden und zu vertiefen (Laamarti et al., 2014).

Das Design von Serious Games ist stark auf die Bedürfnisse und Interessen der Spielenden ausgerichtet. Dies umfasst nicht nur die Gestaltung ansprechender und motivierender Spielumgebungen, sondern auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Lernstile und -geschwindigkeiten. Ein gut gestaltetes Serious Game passt sich den Fähigkeiten und Fortschritten der Spielenden an und bietet differenzierte Lernpfade (Stapleton, 2004).

Eine weitere zentrale Eigenschaft von Serious Games ist die Kombination von unterhaltsamen und lehrreichen Elementen. Diese Mischung ist entscheidend, um die Spielenden zu fesseln und gleichzeitig Lernziele zu erreichen. Durch die Integration von Bildungselementen in unterhaltsame Spielkontexte wird das Lernen als weniger belastend und natürlicher empfunden (Ratan & Ritterfeld, 2009).

Nicht zuletzt verfügen Serious Games über integrierte Evaluations- und Feedbackmechanismen. Diese ermöglichen es den Spielern, ihren Lernfortschritt kontinuierlich zu überwachen und gezielt an ihren Schwächen zu arbeiten. Solche Mechanismen sind essenziell, um die Effektivität des Spiels als Lernwerkzeug zu maximieren und den Lernerfolg sicherzustellen (Bellotti et al., 2013).

Ergänzend betonen Breuer und Bente (2010) die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von Serious Games. Diese Spiele zeichnen sich nicht nur durch geplante Bildungsinhalte aus, sondern auch durch ihre Fähigkeit, in verschiedene Lernkontexte eingebettet zu werden. Diese Flexibilität ermöglicht es, sowohl kommerziell verfügbare Spiele als auch speziell entwickelte Bildungs- und Lernspiele für ernsthafte Zwecke zu nutzen. Durch die Verwendung von Labels anstelle fester Genres wird eine differenzierte und flexible Klassifikation der Spiele unterstützt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Serious Games durch ihre interaktiven, motivierenden und praxisnahen Merkmale eine effektive Methode darstellen, um komplexe wissenschaftliche Inhalte zu vermitteln und Lernprozesse zu unterstützen. Diese Eigenschaften tragen dazu bei, dass Serious Games eine bedeutende Rolle in der modernen Wissenschaftskommunikation spielen können, da sie nicht nur Wissen auf innovative Weise zugänglich machen, sondern auch durch ihre flexible Anwendung in verschiedenen Kontexten – wie von Zyda (2005) und Ratan und Ritterfeld (2009) hervorgehoben – auf die spezifischen Bedürfnisse und Interessen unterschiedlicher Zielgruppen eingehen. Die Struktur der Arbeit ist daher so gestaltet, dass sie diese vielfältigen Ansätze und Definitionen beleuchtet und das volle Potenzial von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation umfassend darstellt.

2.4 Bereiche und Einsatzgebiete von Serious Games

Serious Games finden in einer Vielzahl von Bereichen Anwendung, wobei ihre Vielseitigkeit es ermöglicht, spezifische Bildungs- und Trainingsbedürfnisse zu adressieren. Basierend auf der vorliegenden Literatur lassen sich die Einsatzgebiete in mehrere Hauptkategorien unterteilen: Medizin, Lehre, Industrie, Wissenschaftskommunikation und andere Bereiche. Diese Kategorisierung bildet die Grundlage für eine systematische Einteilung der in dieser Arbeit untersuchten Studien.

Medizin

Im medizinischen Bereich werden Serious Games häufig zur Schulung von medizinischem Fachpersonal und zur Patientenaufklärung eingesetzt. Diese Spiele ermöglichen es den Spielenden, in einer sicheren und kontrollierten Umgebung praktische Fähigkeiten zu erlernen und zu üben. Beispielsweise unterstützen Spiele wie „Re-Mission“ Krebspatienten dabei, ihre Krankheit besser zu verstehen und zu bewältigen. In diesem Spiel schlüpfen die Spielenden in die Rolle von Nano-Robotern, die im Körper Krebszellen bekämpfen, was ihnen ein tieferes Verständnis ihrer Erkrankung und der Behandlungsmöglichkeiten

vermittelt (Ratan & Ritterfeld, 2009). Ein weiteres Beispiel ist "VR Phobias", ein Virtual Reality-Spiel, das zur Behandlung von Phobien eingesetzt wird. Patienten können in einer kontrollierten Umgebung ihren Ängsten begegnen, wie der Angst vor Höhen oder Spinnen, und lernen, diese zu überwinden. Diese Methode hat sich als sehr effektiv erwiesen und bietet eine spielerische und weniger bedrohliche Alternative zu herkömmlichen Therapieansätzen (Stapleton, 2004). Auch die Rehabilitation nach Verletzungen kann durch Spiele unterstützt werden, die spezifische Übungen und Therapien auf spielerische Weise integrieren (Laamarti et al., 2014).

Lehre

Der Bildungsbereich ist einer der größten Nutzenden von Serious Games. Diese Spiele werden verwendet, um komplexe Konzepte auf ansprechende und interaktive Weise zu vermitteln. Ein Beispiel ist "Supercharged!", ein Spiel, das zur Vermittlung von Elektromagnetismus in der Physik entwickelt wurde. Die Spielenden müssen physikalische Gesetze anwenden, um ein Raumschiff durch verschiedene Herausforderungen zu steuern. Dies fördert ein tiefes Verständnis der Materie und macht das Lernen spannender und interaktiver (Stapleton, 2004). Ein weiteres Beispiel ist "River City", ein Spiel, das Schüler in eine historische Simulation versetzt, in der sie wissenschaftliche Methoden anwenden müssen, um Gesundheitsprobleme im 19. Jahrhundert zu lösen. Solche Spiele unterstützen das Lernen durch aktive Teilnahme und Problemlösung, was zu einer besseren Behaltensleistung führt (Ratan & Ritterfeld, 2008). In der Hochschulbildung werden Serious Games ebenfalls immer häufiger eingesetzt. Spiele wie "Foldit" ermöglichen es Studenten und Forschern, komplexe biologische Prozesse wie die Proteinfaltung spielerisch zu erkunden. Dies nicht nur zu einer tieferen Einsicht in die Materie führt, sondern auch zu echten wissenschaftlichen Entdeckungen beigetragen hat (Laamarti et al., 2014).

Industrie

In der Industrie werden Serious Games zur Schulung von Mitarbeitern und zur Simulation von Arbeitsprozessen eingesetzt. Diese Spiele helfen, spezifische Fähigkeiten zu entwickeln und das Wissen in einem risikofreien Umfeld anzuwenden. Ein Beispiel ist "The Business Game", das Spielende in die Lage versetzt, ein Unternehmen zu führen und dabei wichtige betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu treffen. Dies fördert ein besseres Verständnis der Marktmechanismen und Geschäftsstrategien (Ratan & Ritterfeld, 2008). Ein weiteres Beispiel ist "Biohazard", ein Spiel, das für das Training von Feuerwehrleuten entwickelt wurde. In diesem Spiel müssen die Spielenden in einer simulierten Umgebung auf verschiedene Notfallszenarien reagieren, was ihnen hilft, ihre Fähigkeiten und ihr

Wissen unter realistischen Bedingungen zu testen und zu verbessern (Stapleton, 2004). Weitere Beispiele aus der Industrie umfassen Trainingssimulatoren wie „CityOne“ von IBM, das die Spielenden herausfordert, städtische Probleme durch strategische Planung und Entscheidungsfindung zu lösen (Laamarti et al., 2014). Auch „The Enterprise Game“ von PIXELearning hilft Unternehmen, ihre Mitarbeiter in Bereichen wie Geschäftsführung, Marketing und strategische Planung zu schulen, indem es reale Geschäftsszenarien simuliert (Ratan & Ritterfeld, 2009).

Wissenschaftskommunikation

In der Wissenschaftskommunikation dienen Serious Games dazu, komplexe wissenschaftliche Themen einem breiten Publikum zugänglich zu machen. Diese Spiele kombinieren unterhaltsame Elemente mit lehrreichen Inhalten, um das Interesse der Öffentlichkeit zu wecken und das Verständnis für wissenschaftliche Konzepte zu fördern. Ein Beispiel ist „Waterbusters!“, ein Spiel, das auf Umweltthemen wie Wasserverschwendung aufmerksam macht und den Spielern zeigt, wie sie im Alltag Wasser sparen können (Ratan & Ritterfeld, 2009). Ein weiteres Beispiel ist „EyeWire“, ein Spiel, das von der Princeton University entwickelt wurde, um die Struktur von Neuronen im Gehirn zu kartieren. EyeWire hat nicht nur ein breites Publikum für neuronale Wissenschaften sensibilisiert und interessiert, sondern auch zur wissenschaftlichen Forschung beigetragen. Spielende helfen dabei, die Verbindungen zwischen Neuronen zu rekonstruieren, indem sie durch ein interaktives 3D-Interface navigieren und Neuronen visuell nachzeichnen (Kim et al., 2014). Serious Games in der Wissenschaftskommunikation dienen nicht nur dem Wissenstransfer, sondern können auch aktiv zur Erweiterung des wissenschaftlichen Wissens beitragen.

Gesellschaft

Serious Games können auch soziale Ziele verfolgen, indem sie das Bewusstsein für gesellschaftliche Probleme schärfen und zu Verhaltensänderungen anregen. Spiele wie "Darfur is Dying" sensibilisieren die Spielenden für die Herausforderungen von Flüchtlingen in Krisengebieten und fördern das Verständnis und die Empathie für die Betroffenen (Ratan & Ritterfeld, 2008). In diesem Spiel übernehmen die Spielenden die Rolle von Darfur-Flüchtlingen und müssen überleben, indem sie Wasser sammeln und sich vor Milizen verstecken. Dies vermittelt auf eindrucksvolle Weise die schwierigen Lebensbedingungen und Herausforderungen, denen Flüchtlinge gegenüberstehen. Ein weiteres Beispiel ist „PeaceMaker“, ein Spiel, das die Spielenden in die Rollen des israelischen Premierministers oder des palästinensischen Präsidenten versetzt, um eine friedliche Lösung des Konflikts zu finden (Burak et al., 2005). Das Spiel zeigt, wie Computerspiele

aktuelle und ernste politische Themen behandeln können und fördert das Verständnis und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen sozialen Gruppen.

Andere

Neben den oben genannten Bereichen gibt es eine Vielzahl weiterer Einsatzgebiete für Serious Games. Militärische Anwendungen sind ein prominentes Beispiel, wo Spiele wie "America's Army" sowohl zur Rekrutierung als auch zum Training von Soldaten eingesetzt werden. Diese Spiele simulieren realistische Kampfszenarien und helfen Soldaten, ihre Fähigkeiten und Strategien in einer sicheren Umgebung zu verbessern (Ratan & Ritterfeld, 2008). Auch in der Werbung finden Serious Games Anwendung. "The Arcade Wire: Xtreme Xmas Shopping" ist ein Beispiel für ein Spiel, das entwickelt wurde, um die Marke und die Produkte eines Unternehmens zu bewerben. Diese sogenannten Advergames kombinieren Unterhaltung mit Werbung und schaffen so ein positives Markenbewusstsein bei den Spielern (Ratan & Ritterfeld, 2008).

Die Vielfalt der Einsatzgebiete zeigt das breite Potenzial dieser Spiele, über den bloßen Unterhaltungswert hinauszugehen und wertvolle Bildungs- und Trainingsfunktionen zu erfüllen. Wichtig ist hierbei zu betonen, dass Serious Games nicht immer in nur eine Kategorie fallen. Ein Beispiel, das die Vielseitigkeit von Serious Games verdeutlicht, ist das Spiel "Foldit". Ursprünglich für den medizinischen Bereich entwickelt, fällt es auch in die Kategorie der Wissenschaftskommunikation. Dieses Spiel wurde entwickelt, um die wissenschaftliche Forschung zu unterstützen, indem es die kollektive Intelligenz und Problemlösungsfähigkeiten von Spielern nutzt, um die dreidimensionale Struktur von Proteinen zu bestimmen. Foldit hat bedeutende wissenschaftliche Ergebnisse hervorgebracht, darunter die Lösung der Struktur eines Retrovirus-Proteins, das über Jahre hinweg Wissenschaftlern Rätsel aufgab (Curtis, 2005). Diese Einteilung in verschiedene Kategorien bietet eine Grundlage für die weitere systematische Erforschung und Entwicklung von Serious Games und trägt dazu bei, deren Wirksamkeit und Nutzen in den jeweiligen Bereichen besser zu verstehen und zu optimieren.

3 Wissenschaftskommunikation

3.1 Definition von Wissenschaftskommunikation

Wissenschaftskommunikation ist ein facettenreiches Feld, das sich mit der Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte und Erkenntnisse an unterschiedliche Zielgruppen beschäftigt. Es umfasst eine breite Palette von Aktivitäten und Methoden, die darauf abzielen, die Öffentlichkeit, politische Entscheidungsträger und andere Interessengruppen über wissenschaftliche Themen zu informieren und einen Dialog über diese Themen zu fördern (Burns et al., 2003).

Fischhoff (2013) erweitert diese Definition, indem er betont, dass Wissenschaftskommunikation nicht nur die Verbreitung von Fakten umfasst, sondern auch das Ziel verfolgt, ein tieferes Verständnis und eine kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Themen zu fördern. Dabei wird zwischen interner und externer Wissenschaftskommunikation unterschieden. Interne Wissenschaftskommunikation bezieht sich auf den Austausch von Informationen und Ideen innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Dies umfasst wissenschaftliche Publikationen, Konferenzen, Workshops und andere Formen der akademischen Kommunikation, die darauf abzielen, den Wissensaustausch und die Zusammenarbeit zwischen Forschern zu fördern (Bruine de Bruin & Bostrom, 2013).

Externe Wissenschaftskommunikation hingegen richtet sich an ein breiteres Publikum außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Dies schließt die Kommunikation mit der allgemeinen Öffentlichkeit, politischen Entscheidungsträgern, Medien und anderen Interessengruppen ein. Ziel der externen Wissenschaftskommunikation ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse verständlich und zugänglich zu machen, das Interesse und Verständnis für Wissenschaft zu fördern und eine informierte öffentliche Meinung zu unterstützen (Burns et al., 2003).

Darüber hinaus ist Wissenschaftskommunikation zunehmend als ein interaktiver Prozess zu verstehen, der sowohl für die Forschung als auch für politische Erwartungen von entscheidender Bedeutung ist. Laut der #FactoryWisskomm - einer strategischen Diskursplattform der Bundesregierung für die zukunftsorientierte Weiterentwicklung von Wissenschaftskommunikation in Deutschland - müssen zukünftige Strategien der Wissenschaftskommunikation stärker auf die Prinzipien des Dialogs und der Partizipation ausgerichtet sein, um den Anforderungen großer gesellschaftlicher Transformationen gerecht zu werden. Dies bedeutet, dass Wissenschaftskommunikation nicht nur die

Vermittlung von Ergebnissen sein sollte, sondern auch einen offenen Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft fördern muss, um die demokratische Teilhabe zu stärken und gesellschaftliches Vertrauen zu gewinnen (FactoryWisskomm, 2022).

Laut Bauernschmidt (2017) ist Wissenschaftskommunikation ein kontinuierlicher Prozess, der klare und angemessene Ziele verfolgen muss, um effektiv zu sein. Es geht nicht nur um die direkte Vermittlung wissenschaftlicher Fakten, sondern auch darum, Bewusstsein und Interesse für wissenschaftliche Themen zu schaffen und ein tieferes Verständnis der Wissenschaft und ihrer sozialen Implikationen zu fördern.

Bruine de Bruin und Bostrom (2013) fokussieren sich auf die Herausforderungen der Wissenschaftskommunikation, insbesondere auf die Komplexität wissenschaftlicher Informationen und die Notwendigkeit, diese in einer verständlichen und relevanten Weise zu präsentieren. Sie betonen, dass Wissenschaftskommunikation oft mit Unsicherheiten und Risiken verbunden ist, die klar und transparent kommuniziert werden müssen, um Vertrauen und Verständnis zu fördern.

Zusammenfassend lässt sich Wissenschaftskommunikation als ein dynamischer und interaktiver Prozess beschreiben, der darauf abzielt, wissenschaftliches Wissen zu verbreiten, Verständnis zu fördern und den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu stärken. Dies erfordert eine Kombination aus traditionellen Informationsvermittlungsansätzen und modernen dialogischen Methoden, um den unterschiedlichen Bedürfnissen und Erwartungen der Zielgruppen gerecht zu werden (Burns et al., 2003; Fischhoff, 2013; FactoryWisskomm, 2022).

3.2 Konzepte und Modelle der Wissenschaftskommunikation

Wissenschaftskommunikation hat sich in den letzten Jahrzehnten von einer einseitigen, top-down Informationsvermittlung zu einer vielfältigeren und interaktiveren Praxis entwickelt. Diese Entwicklung wird oft durch die verschiedenen Modelle der Wissenschaftskommunikation dargestellt, die in der Literatur diskutiert werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Konzepte und Modelle der Wissenschaftskommunikation vorgestellt und in einen logischen Zusammenhang gebracht.

Das Defizitmodell ist eines der ältesten und am weitesten verbreiteten Modelle in der Wissenschaftskommunikation. Es basiert auf der Annahme, dass die Öffentlichkeit über unzureichende Kenntnisse in wissenschaftlichen Fragen verfügt und dass diese Wissenslücke durch die einseitige Vermittlung wissenschaftlicher Informationen

geschlossen werden kann. Wissenschaftler agieren in diesem Modell als Experten, die ihr Wissen an eine unwissende Öffentlichkeit weitergeben (Burns et al., 2003).

Kritiker des Defizitmodells argumentieren, dass diese Herangehensweise die Komplexität der Kommunikation und das Vorwissen des Publikums unterschätzt. Zudem wird oft übersehen, dass reine Wissensvermittlung nicht automatisch zu einer positiven Einstellung gegenüber Wissenschaft führt. Wynne (1991) und Ziman (1991) haben in ihren Arbeiten darauf hingewiesen, dass das Defizitmodell häufig die sozialen und kulturellen Kontexte ignoriert, in denen wissenschaftliche Informationen aufgenommen werden (Burns et al., 2003).

Im Gegensatz zum Defizitmodell betont das Dialogmodell die Bedeutung des wechselseitigen Austauschs zwischen Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit. Dieses Modell entstand als Reaktion auf die Erkenntnis, dass einseitige Informationsvermittlung oft nicht ausreicht, um das Vertrauen und das Verständnis der Öffentlichkeit für wissenschaftliche Themen zu fördern. Das Dialogmodell fördert den Austausch von Wissen, Erfahrungen und Perspektiven und zielt darauf ab, eine gemeinsame Basis für das Verständnis wissenschaftlicher Themen zu schaffen (Trench, 2008).

Das Dialogmodell wird oft mit dem Konzept der „Public Engagement“ verbunden, das darauf abzielt, die Öffentlichkeit aktiv in den wissenschaftlichen Diskurs einzubeziehen und ihre Beiträge ernst zu nehmen. Beispiele für solche Ansätze sind Konsensuskonferenzen und Bürgerforen, bei denen Bürger und Wissenschaftler gemeinsam über wissenschaftliche und technologische Entwicklungen diskutieren (Wilsdon & Willis, 2004).

Das Partizipationsmodell geht einen Schritt weiter als das Dialogmodell, indem es die aktive Beteiligung der Öffentlichkeit in den gesamten Prozess der wissenschaftlichen Forschung und Entscheidungsfindung fördert. Dieses Modell erkennt an, dass die Öffentlichkeit nicht nur passive Empfänger wissenschaftlicher Informationen sind, sondern auch wertvolle Beiträge zur Gestaltung und Bewertung wissenschaftlicher Projekte leisten können. Dabei wird die Kommunikation als multidirektionaler Prozess verstanden, bei dem alle Beteiligten gleichberechtigt sind und gemeinsam über die Bedeutung und Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse entscheiden (Gibbons et al., 1994).

Ein prominentes Beispiel für das Partizipationsmodell ist die „Mode 2“-Wissenschaft, bei der Forschung nicht nur innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, sondern auch im Austausch mit verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren durchgeführt wird. Diese Form der Wissenschaft ist reflexiv und kontextabhängig und zielt darauf ab, sozial robuste und anwendungsorientierte Erkenntnisse zu generieren (Gibbons, 1999).

Obwohl die Modelle des Defizits, des Dialogs und der Partizipation oft als gegensätzlich dargestellt werden, zeigen neuere Analysen, dass diese Modelle in der Praxis koexistieren und sich ergänzen können. Trench (2008) argumentiert, dass es in der Wissenschaftskommunikation keinen linearen Übergang von einem Modell zum anderen gibt, sondern dass je nach Kontext und Zielgruppe unterschiedliche Ansätze sinnvoll sein können.

In der Praxis bedeutet dies, dass Wissenschaftskommunikatoren flexibel zwischen verschiedenen Modellen wechseln und Elemente aus verschiedenen Ansätzen kombinieren müssen, um effektiv zu kommunizieren. Diese hybride Herangehensweise ermöglicht es, die Stärken der einzelnen Modelle zu nutzen und deren Schwächen zu minimieren (Einsiedel, 2007).

Letztlich lässt sich feststellen, dass der Wandel der Wissenschaftskommunikation von einer einseitigen Wissensvermittlung hin zu einem vielschichtigen und partizipativen Prozess eine wesentliche Grundlage für eine effektive und nachhaltige Kommunikation darstellt. Dabei hängt die Wahl des geeigneten Modells von den spezifischen Zielen, dem Kontext und den Bedürfnissen der Zielgruppen ab (Trench, 2008).

3.3 Zielgruppen und Kommunikationskanäle

In der Wissenschaftskommunikation ist es entscheidend, verschiedene Zielgruppen gezielt anzusprechen und geeignete Kommunikationskanäle zu nutzen, um wissenschaftliche Inhalte effektiv zu vermitteln. Zielgruppen können nach ihrem Vorwissen, ihrem Interesse, ihrer Motivation und ihrem Grad der Betroffenheit unterschieden werden (Könneker, 2017). Die Hauptzielgruppen in der Wissenschaftskommunikation umfassen die allgemeine Öffentlichkeit, politische Entscheidungsträger, Wissenschaftler anderer Disziplinen und Medienvertreter.

Die allgemeine Öffentlichkeit umfasst Laien ohne spezielles Vorwissen in einem wissenschaftlichen Bereich. Für diese Zielgruppe ist es wichtig, wissenschaftliche Inhalte verständlich und ansprechend zu gestalten. Dies kann durch populärwissenschaftliche Artikel, Blogs, Social Media Posts und Fernsehdokumentationen erreicht werden. Formate wie Kinderunis und Science Slams bieten interaktive und unterhaltsame Zugänge zu wissenschaftlichen Themen und fördern das Interesse an der Wissenschaft bereits in jungen Jahren (Könneker, 2017).

Politische Entscheidungsträger benötigen präzise und evidenzbasierte Informationen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Hierbei spielen Positionspapiere, Berichte und Fachvorträge eine zentrale Rolle. Die Wissenschaftskommunikation muss in diesem Kontext die politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen berücksichtigen und die Relevanz wissenschaftlicher Erkenntnisse für politische Entscheidungen hervorheben (Burns et al., 2003).

Wissenschaftler, die nicht in dem spezifischen Forschungsgebiet tätig sind, aber dennoch relevante Informationen benötigen, stellen eine weitere wichtige Zielgruppe dar. Wissenschaftliche Konferenzen, interdisziplinäre Workshops und fachspezifische Publikationen dienen als geeignete Kanäle, um den interdisziplinären Austausch zu fördern. Open Access-Plattformen und Dokumentenserver wie arXiv oder Datenbanken wie ResearchGate ermöglichen einen schnellen und breiten Zugang zu neuen Forschungsergebnissen (Könneker, 2017).

Medienvertreter spielen eine zentrale Rolle in der Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte an die breite Öffentlichkeit. Pressemitteilungen, Hintergrundgespräche und Pressekonferenzen sind klassische Instrumente, um Journalisten mit Informationen zu versorgen. Darüber hinaus gewinnen Kooperationen mit Wissenschaftsjournalisten, die wissenschaftliche Themen für ein breites Publikum aufbereiten, zunehmend an Bedeutung. Die Ausbildung von Wissenschaftlern in externer Wissenschaftskommunikation kann hier helfen, Missverständnisse zu vermeiden und die Qualität der Berichterstattung zu erhöhen (Könneker, 2017).

Traditionelle Medien wie Printzeitungen, Zeitschriften, Radio und Fernsehen bleiben trotz der digitalen Transformation wichtige Kanäle der Wissenschaftskommunikation. Sie erreichen breite Bevölkerungsschichten und bieten eine Plattform für tiefgehende Berichte und Dokumentationen. Besonders in Printmedien sind ausführliche Artikel und Hintergrundberichte beliebt, während das Fernsehen Formate wie Dokumentationen und Wissenschaftssendungen bietet (Burns et al., 2003).

Digitale Medien haben die Wissenschaftskommunikation revolutioniert und bieten zahlreiche neue Möglichkeiten, Zielgruppen zu erreichen. Wissenschaftsblogs, soziale Medien, Podcasts und Videos auf Plattformen wie YouTube und Vimeo ermöglichen eine direkte und interaktive Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Diese Kanäle sind besonders effektiv, um junge Zielgruppen und digital affine Personen anzusprechen. Plattformen wie ScienceBlogs.de und SciLogs.de bieten Wissenschaftlern die Möglichkeit, ihre Forschung einem breiten Publikum zugänglich zu machen und in den direkten Dialog zu treten (Könneker, 2017).

Interaktive Formate wie Bürgerdialoge, Science Cafés und Mitmachausstellungen fördern den direkten Austausch zwischen Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit. Solche Formate ermöglichen es den Teilnehmenden, Fragen zu stellen und aktiv an Diskussionen teilzunehmen, was das Verständnis und das Interesse an wissenschaftlichen Themen erhöhen kann. Veranstaltungen wie die Lange Nacht der Wissenschaften oder Tage der offenen Tür in Forschungseinrichtungen bieten ebenfalls die Möglichkeit, Wissenschaft hautnah zu erleben (Könneker, 2017).

Im Ergebnis wird deutlich, dass eine zielgerichtete und effektive Wissenschaftskommunikation darauf abzielt, verschiedene Zielgruppen zu identifizieren und auf deren spezifische Bedürfnisse einzugehen. Die Auswahl geeigneter Kommunikationskanäle ist dabei von großer Bedeutung, um wissenschaftliche Inhalte verständlich und ansprechend zu vermitteln und somit das allgemeine Verständnis und Interesse an wissenschaftlichen Themen in der Gesellschaft zu erhöhen.

4 Wirkung und Wirkungserfassung

4.1 Definition von Wirkungserfassung

Die W.K. Kellogg Foundation (1998) definiert in ihrem *Evaluation Handbook* Wirkungserfassung als einen systematischen Prozess zur Sammlung und Analyse von Daten, um den Erfolg und die Effektivität von Programmen zu bewerten. Wirkungserfassung dient dazu, Projekte zu verbessern und fundierte Entscheidungen zu treffen, indem sie Informationen über den Fortschritt und die Ergebnisse der Projekte bereitstellt. Dabei wird betont, dass Evaluation nicht nur dazu dient, die Wirksamkeit zu beweisen, sondern auch die Funktionsweise der Projekte zu optimieren. Es werden drei zentrale Komponenten der Wirkungserfassung beschrieben: Kontextevaluation, Implementierungsevaluation und Ergebnisevaluation. Kontextevaluation untersucht, wie Projekte innerhalb ihres sozialen, ökonomischen und politischen Umfelds agieren. Implementierungsevaluation analysiert die Durchführung und Entwicklung der Projekte, während Ergebnisevaluation die kurz- und langfristigen Auswirkungen der Projekte bewertet. Die Kellogg Foundation betont, dass effektive Evaluationsmethoden eine Kombination aus verschiedenen Techniken und Ansätzen sein sollten, um ein umfassendes Verständnis der Programme und ihrer Auswirkungen zu ermöglichen. Die Evaluation sollte flexibel und partizipativ sein, um den realen Bedürfnissen und Bedingungen der jeweiligen Gemeinschaften gerecht zu werden.

Auf die Definition der Kellogg Foundation bezieht sich auch der Bericht *Report on the Impact of Science* des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) von Bühner et. al (2023). In diesem wird die Wirkungserfassung als ein komplexer und vielschichtiger Prozess beschrieben, der die Identifizierung, Messung und Bewertung der Auswirkungen wissenschaftlicher Aktivitäten auf die Gesellschaft umfasst. Die Definition und Herangehensweise an die Wirkungserfassung sind entscheidend, da sie nicht nur die Methoden und Instrumente, sondern auch die Ziele und Perspektiven der Evaluierung prägen. Die Wirkungserfassung wird als ein mehrstufiger Prozess dargestellt, der Inputs, Outputs, Outcomes und Impacts umfasst. Inputs beziehen sich auf die Ressourcen und Aktivitäten, die in wissenschaftliche Projekte investiert werden. Outputs sind die direkten Produkte dieser Aktivitäten, wie Publikationen oder Patente. Outcomes umfassen die mittel- bis langfristigen Effekte, die sich aus diesen Outputs ergeben, während Impacts die umfassenderen und langfristigen Veränderungen in der Gesellschaft darstellen, die durch die wissenschaftliche Arbeit bewirkt werden.

Ein zentrales Problem bei der Wirkungserfassung ist das Attributionsproblem, das darin besteht, die spezifischen Effekte einer Intervention eindeutig zu bestimmen. Aufgrund der

Vielzahl an Einflussfaktoren und der komplexen Wechselwirkungen ist es oft schwierig, klare Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu identifizieren. Zudem wird die Messung und Bewertung durch zeitliche Verzögerungen erschwert, da Wirkungen häufig erst lange nach den initialen Aktivitäten sichtbar werden. Der Bericht betont die Bedeutung einer systemischen Perspektive, die über einfache lineare Modelle hinausgeht und die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Faktoren berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Methoden zu verwenden, um ein umfassendes Bild der Wirkungen zu erhalten. Qualitative Ansätze, wie Fallstudien und formative Bewertungen, ergänzen dabei die traditionellen indikatorbasierten Methoden.

Weiterhin wird im Bericht hervorgehoben, dass die Wirkungserfassung nicht nur die Erfassung der erzielten Ergebnisse, sondern auch die Prozesse und Mechanismen, die zu diesen Ergebnissen führen, umfassen sollte. Dies schließt die Analyse der „produktiven Interaktionen“ ein, die den Austausch zwischen Wissenschaftlern und verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren beschreibt und als zentraler Mechanismus für die Entstehung sozialer Wirkungen betrachtet wird. Abschließend wird die Notwendigkeit betont, spezifische Ziele für die Wirkungserfassung im Vorfeld festzulegen und das Engagement der wissenschaftlichen Organisationen zur Erreichung dieser Ziele zu bewerten. Dabei sollten die definierten Wirkungsziele an den gesellschaftlichen Herausforderungen und Bedürfnissen ausgerichtet sein, um eine maximale Relevanz und Wirksamkeit zu gewährleisten.

Daldrup et al. (2022) haben, ebenfalls auf Grundlage der Definition der Kellogg Foundation, einen Wissens- und Technologietransfer (WTT) Impact Canvas für die Wirkungsevaluation bei Transferaktivitäten erstellt. In diesem Zusammenhang werden die Begriffe Outcome und Impact präzisiert. Outcome beschreibt die direkten Wirkungen einer Aktivität, wie beispielsweise neu erlernte Fähigkeiten oder unmittelbar erzielte Ergebnisse für die Zielgruppe. Impact hingegen bezieht sich auf die indirekten Wirkungen, die langfristigen Veränderungen und Nutzen, die durch eine Aktivität in der Gesellschaft entstehen. Direkte Wirkungen sind somit kurzfristige und messbare Ergebnisse, während indirekte Wirkungen umfassendere und oft erst nach längerer Zeit sichtbare Veränderungen darstellen. Diese Unterscheidung ist wichtig, um die vielfältigen Einflüsse und potenziellen Langzeiteffekte von Transfermaßnahmen angemessen bewerten zu können

4.2 Modelle der Medienwirkungsforschung

Die Medienwirkungsforschung beschäftigt sich intensiv mit den Effekten und Einflüssen, die Medien auf ihre Rezipienten und die Gesellschaft haben. Verschiedene theoretische Modelle haben sich im Laufe der Zeit entwickelt, um diese komplexen Phänomene zu erklären. Diese Modelle sind grundlegend für das Verständnis der Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation.

Eines der frühesten Modelle in der Medienwirkungsforschung ist das Stimulus-Response-Modell, auch bekannt als Hypodermic Needle Theory oder Magic Bullet Theory. Dieses Modell geht davon aus, dass Medienbotschaften direkte und unmittelbare Effekte auf die Rezipienten haben. Diese Theorie war insbesondere in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts weit verbreitet und wurde durch die Beobachtungen während der Weltkriege und der Propaganda gestützt. Sie nimmt an, dass die Rezipienten passiv sind und Medieninhalte unkritisch aufnehmen (Bonfadelli & Friemel, 2020; Jäckel et al., 2019).

Im Gegensatz dazu steht das Zwei-Stufen-Modell der Kommunikation von Paul Lazarsfeld und Elihu Katz, das besagt, dass Medienbotschaften zunächst Meinungsführer erreichen, die dann als Vermittler die Informationen an eine breitere Bevölkerung weitergeben. Dieses Modell betont die Bedeutung der interpersonalen Kommunikation und sozialer Netzwerke bei der Verbreitung von Medienbotschaften und relativiert die direkte Wirkung der Medien (Jäckel et al., 2019).

Ein weiteres bedeutendes Modell ist das Agenda-Setting-Modell, entwickelt von Maxwell McCombs und Donald Shaw. Es besagt, dass Medien nicht bestimmen, was Menschen denken sollen, sondern worüber sie nachdenken. Durch die Auswahl und Betonung bestimmter Themen beeinflussen Medien die öffentliche Agenda und lenken die Aufmerksamkeit der Rezipienten auf spezifische Probleme. Dieses Modell zeigt die Macht der Medien, die öffentliche Wahrnehmung und Diskussion zu strukturieren (Jäckel et al., 2019).

Ergänzend zum Agenda-Setting-Modell untersuchen die Konzepte des Primings und Framings, wie Medien die Wahrnehmung und Interpretation von Themen beeinflussen. Priming bezieht sich auf die Fähigkeit der Medien, durch die Hervorhebung bestimmter Themen nachfolgende Urteile und Handlungen der Rezipienten zu beeinflussen. Framing hingegen beschäftigt sich damit, wie Medien durch die Präsentation und Kontextualisierung von Informationen die Bedeutung und Interpretation von Themen lenken (Jäckel et al., 2019).

Die Kultivierungstheorie von George Gerbner untersucht die langfristigen Effekte des Fernsehkonsums auf die Wahrnehmung der sozialen Realität. Gerbner argumentiert, dass Menschen, die viel fernsehen, die Welt in Übereinstimmung mit den oft verzerrten und übermäßig gewalttätigen Darstellungen der Medien sehen. Diese Theorie betont die Rolle des Fernsehens bei der schrittweisen Kultivierung bestimmter Ansichten und Überzeugungen (Jäckel et al., 2019).

Der Uses-and-Gratifications-Ansatz untersucht, warum und wie Menschen Medien nutzen. Im Gegensatz zu anderen Modellen, die sich auf die Wirkungen von Medien konzentrieren, fragt dieser Ansatz nach den Motiven der Mediennutzung und den Bedürfnissen, die durch Medien befriedigt werden. Er geht davon aus, dass Rezipienten aktive Akteure sind, die bewusst Medieninhalte auswählen, um spezifische Bedürfnisse zu erfüllen (Jäckel et al., 2019).

Die verschiedenen Modelle der Medienwirkungsforschung bieten unterschiedliche Perspektiven auf die Art und Weise, wie Medien auf Rezipienten wirken. Während das Stimulus-Response-Modell von direkten und starken Medienwirkungen ausgeht, betonen das Zwei-Stufen-Modell und das Agenda-Setting-Modell die komplexeren und oft indirekten Wege, durch die Medien Einfluss nehmen. Priming und Framing zeigen, wie die Präsentation von Informationen die Wahrnehmung beeinflusst, während die Kultivierungstheorie langfristige Effekte auf die Weltanschauung der Menschen untersucht. Der Uses-and-Gratifications-Ansatz schließlich hebt die aktive Rolle der Rezipienten bei der Mediennutzung hervor.

Diese theoretischen Modelle und Ansätze sind grundlegend für die Untersuchung der Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation. Sie zeigen, dass Medienwirkungen vielfältig und komplex sind und dass die Erfassung dieser Wirkungen differenzierte und vielschichtige Ansätze erfordert.

4.3 Vergleich der Modelle und deren Anwendung auf Serious Games

Die Anwendung der verschiedenen Modelle der Medienwirkungsforschung auf Serious Games zeigt, dass die Erfassung der Wirkung dieser Spiele komplex und multidimensional ist. Bei der Untersuchung der Wirkung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation erweist sich das Stimulus-Response-Modell als weniger geeignet, da es von einer direkten und unmittelbaren Wirkung auf die Rezipienten ausgeht,

während Serious Games durch ihre interaktiven Elemente und die aktive Beteiligung der Spielenden eine weitaus dynamischere Interaktion bieten.

Das Zwei-Stufen-Modell der Kommunikation bietet hingegen eine wertvolle Perspektive, da es die Bedeutung von Meinungsführern hervorhebt, die wissenschaftliche Inhalte aus Serious Games aufnehmen und diese innerhalb ihrer sozialen Netzwerke weitervermitteln. In der Praxis könnten beispielsweise Lehrer oder Wissenschaftskommunikatoren als solche Meinungsführer fungieren, indem sie die Spiele in Bildungs- oder Outreach-Programmen einsetzen und die gewonnenen Erkenntnisse an eine breitere Zielgruppe weitergeben.

Das Agenda-Setting-Modell und die Konzepte des Primings und Framings sind ebenfalls relevant, da sie zeigen, wie Serious Games durch die Auswahl und Betonung bestimmter wissenschaftlicher Themen die öffentliche Wahrnehmung und Diskussion beeinflussen können. Indem Serious Games spezifische wissenschaftliche Fragestellungen interaktiv und spielerisch behandeln, können sie das Interesse der Spielenden auf diese Themen lenken und deren Bedeutung im Bewusstsein der Öffentlichkeit erhöhen. Gleichzeitig können durch geschicktes Framing bestimmte Interpretationen und Handlungsanreize vermittelt werden, die den Lernprozess unterstützen.

Die Kultivierungstheorie, obwohl ursprünglich auf die langfristigen Effekte des Fernsehkonsums fokussiert, bietet Einblicke in die potenziellen Langzeiteffekte von Serious Games auf die Wahrnehmung wissenschaftlicher Themen. Durch wiederholtes Spielen können bestimmte wissenschaftliche Konzepte und Werte nachhaltig in das Weltbild der Spielenden integriert werden, ähnlich wie Fernsehinhalte die Wahrnehmung der sozialen Realität beeinflussen.

Der Uses-and-Gratifications-Ansatz, der die aktive Rolle der Rezipienten bei der Mediennutzung betont, ist besonders relevant für Serious Games. Spielende wählen diese Spiele gezielt aus, um spezifische Bedürfnisse zu erfüllen, sei es zur Wissensaneignung, Problemlösung oder einfach zur Unterhaltung. Die Motivationen und Bedürfnisse der Spielenden zu verstehen, ist entscheidend, um die Wirksamkeit von Serious Games zu maximieren und sicherzustellen, dass die Spiele ihre Bildungs- und Kommunikationsziele erreichen.

Insgesamt zeigt der Vergleich der Modelle der Medienwirkungsforschung, dass die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation einen vielschichtigen und integrierten Ansatz erfordert. Die verschiedenen Modelle liefern wertvolle Perspektiven, die dazu beitragen können, die komplexen Interaktionen und

Effekte dieser innovativen Kommunikationswerkzeuge besser zu verstehen und zu evaluieren.

4.4 Wirkungsdimensionen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation

Die Untersuchung der Wirkungsdimensionen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation umfasst mehrere zentrale Kategorien, die zur Einordnung der Studien und zur Bewertung der Effekte dienen. Diese Kategorien sind: kognitive, affektive, behaviorale, soziale, motivationale Wirkungen sowie eine Kategorie für sonstige Effekte. Im Folgenden werden diese Dimensionen näher erläutert:

Kognitive Wirkungsdimensionen

Die kognitiven Wirkungsdimensionen beziehen sich auf Denkprozesse und die Verarbeitung von Informationen. In der Literatur wird betont, dass diese Dimensionen zentral sind für das Verstehen und die Anwendung wissenschaftlicher Inhalte, was besonders relevant für Serious Games ist, die Wissen auf interaktive Weise vermitteln sollen. Kognitive Prozesse beinhalten Wahrnehmung, Erinnerung, Problemlösung und Urteilsbildung. Serious Games fördern diese Prozesse, indem sie Spielende vor Herausforderungen stellen, die strategisches Denken und kreatives Problemlösen erfordern (Boeger & Lüdmann, 2022).

Affektive Wirkungsdimensionen

Affektive Wirkungsdimensionen betreffen emotionale Zustände und Reaktionen. Emotionen spielen eine entscheidende Rolle im Lernprozess, indem sie die Motivation und das Engagement der Spielenden beeinflussen. Serious Games, die emotionale Reaktionen hervorrufen, können die Lernerfahrung intensivieren und zu einem tieferen Verständnis führen. Emotionale Selbstregulation, die Fähigkeit, eigene Gefühle zu steuern, ist ebenfalls wichtig und kann durch spielerische Elemente in Serious Games gefördert werden (Boeger & Lüdmann, 2022).

Behaviorale Wirkungsdimensionen

Behaviorale Wirkungsdimensionen umfassen beobachtbare Verhaltensweisen und Handlungen. Serious Games können Verhaltensänderungen herbeiführen, indem sie Spielende dazu bringen, neue Fähigkeiten zu erlernen und anzuwenden. Motivation ist ein zentraler Faktor, da sie das Verhalten aktiviert und aufrechterhält. Intrinsische Motivation,

die aus dem Spiel selbst erwächst, und extrinsische Motivation, die durch externe Anreize entsteht, sind beide wichtig für das Erreichen der Lernziele in Serious Games (Boeger & Lüdmann, 2022).

Soziale Wirkungsdimensionen

Die sozialen Wirkungsdimensionen betreffen zwischenmenschliche Interaktionen und Beziehungen. Serious Games fördern oft Kooperation und Kommunikation zwischen den Spielern, was zu einer stärkeren sozialen Eingebundenheit führen kann. Die Selbstbestimmungstheorie betont die Bedeutung sozialer Eingebundenheit für die Motivation und das Wohlbefinden. Spiele, die soziale Interaktionen erfordern, können das Gemeinschaftsgefühl stärken und soziale Kompetenzen fördern (Boeger & Lüdmann, 2022).

Motivationale Wirkungsdimensionen

Motivationale Wirkungsdimensionen beziehen sich auf die Beweggründe und Anreize, die Verhalten steuern. Die Theorie der Kausalattributionen, die beschreibt, wie Menschen die Ursachen ihrer Erfolge und Misserfolge wahrnehmen, ist hierbei relevant. Serious Games, die ein Gefühl von Autonomie und Kompetenz vermitteln, können die intrinsische Motivation der Spielenden steigern. Langfristige Frustration dieser Bedürfnisse kann hingegen zu Motivationsdefiziten führen, weshalb die Gestaltung von Serious Games darauf abzielen sollte, diese Bedürfnisse zu erfüllen (Boeger & Lüdmann, 2022).

Andere Wirkungsdimensionen

Zusätzlich zu den genannten Dimensionen gibt es weitere Wirkungsdimensionen, die spezifische Aspekte des individuellen Erlebens betreffen. Die Emotionsregulation, also die Fähigkeit, emotionale Zustände zu steuern, ist eine solche Dimension. Unterschiede in der Stressanfälligkeit und die Veränderung der emotionalen Erregbarkeit durch äußere Einflüsse sind weitere Faktoren, die durch Serious Games beeinflusst werden können. Diese Dimensionen sind wichtig, um ein umfassendes Bild der Wirkungen von Serious Games zu zeichnen (Boeger & Lüdmann, 2022).

4.5 Ansätze zur Wirkungserfassung bei Serious Games

Die Wirkungserfassung bei Serious Games ist ein komplexes und vielfältiges Feld, das verschiedene methodische Ansätze umfasst. Die systematische Scoping-Übersicht von Andrew et al. (2023) bietet eine detaillierte Analyse der Verwendung von Serious Games

zur Gesundheitsförderung bei Jugendlichen und untersucht verschiedene methodische Ansätze zur Wirkungserfassung dieser Spiele. Ebenso beleuchten Mohaqeqian et al. (2023) und Connolly et al. (2012) in ihren Arbeiten unterschiedliche methodische Ansätze und deren Herausforderungen.

Quantitative Methoden zur Wirkungserfassung sind in der Forschung zu Serious Games weit verbreitet. Diese Methoden beinhalten standardisierte Tests und Befragungen, um messbare Ergebnisse wie Wissenszuwächse und Verhaltensänderungen zu quantifizieren. Studien verwenden häufig prä- und post-tests, um die Effekte der Serious Games auf das Wissen und die Problemlösungsfähigkeiten der Teilnehmenden zu bewerten. Beispielsweise zeigten mehrere Studien signifikante Verbesserungen im Gesundheitswissen der Teilnehmenden nach dem Spielen von Serious Games (Andrew et al., 2023; Mohaqeqian et al., 2023).

Qualitative Methoden bieten tiefere Einblicke in die subjektiven Erfahrungen und Wahrnehmungen der Spielenden. Diese Methoden umfassen Interviews, Fokusgruppen und Beobachtungen, die es ermöglichen, die Motivationen, Einstellungen und das Verhalten der Spielenden detailliert zu erfassen und zu interpretieren. Diese Ansätze sind besonders wertvoll, um die affektiven und motivationalen Auswirkungen des Spielens zu verstehen und die Komplexität der Spielerfahrungen zu analysieren (Andrew et al., 2023; Mohaqeqian et al., 2023).

Mixed-Methods-Ansätze kombinieren quantitative und qualitative Methoden und bieten dadurch ein umfassenderes Bild der Wirkungen von Serious Games. Diese Ansätze ermöglichen es, sowohl die objektiven Lernergebnisse als auch die subjektiven Spielerfahrungen zu erfassen und zu analysieren, was zu einer tiefergehenden und holistischeren Bewertung der Spiele führt. Die Kombination dieser Methoden bietet eine breitere Perspektive und trägt dazu bei, die Stärken und Schwächen der einzelnen Ansätze auszugleichen (Andrew et al., 2023; Mohaqeqian et al., 2023; Connolly et al., 2012).

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Wirkungserfassung ist die Bewertung des Engagements und der Akzeptanz der Spiele durch die Teilnehmenden. Einige Studien verwendeten Skalen zur Messung des Engagements und der Zufriedenheit der Spielenden, um die pädagogische Wirksamkeit und die Attraktivität der Spiele zu bewerten. Diese Evaluierungen sind entscheidend, um sicherzustellen, dass die Spiele nicht nur informativ, sondern auch ansprechend und unterhaltsam sind (Andrew et al., 2023; Mohaqeqian et al., 2023).

Spezifische Messinstrumente sind essenziell, um die vielfältigen Dimensionen der Spielerfahrungen adäquat zu erfassen. Mohaqeqian et al. (2023) betonen die Bedeutung solcher Instrumente, wie die Flow State Scale und die User Engagement Scale (UES), die entwickelt und validiert wurden, um das Engagement und das Flow-Erlebnis der Spielenden präzise zu messen (Mohaqeqian et al., 2023; Connolly et al., 2012).

Die Erfassung der Wirkungen von Serious Games steht vor verschiedenen methodologischen Herausforderungen. Dazu gehört die Notwendigkeit, interdisziplinäre Ansätze zu entwickeln, die pädagogische, technische und verhaltenswissenschaftliche Perspektiven integrieren. Dies ist entscheidend, um eine ganzheitliche Wirkungserfassung zu gewährleisten und die Entwicklung effektiverer Serious Games zu fördern (Mohaqeqian et al., 2023).

Ein vorherrschender Ansatz zur Wirkungserfassung ist das quasi-experimentelle Design. Diese Methode wurde besonders häufig bei Studien zu Serious Games und Lernspielen angewendet. Randomisierte Kontrollstudien (RCTs) gelten als Goldstandard für die Bewertung der Effektivität von Interventionen, wurden jedoch relativ selten durchgeführt, was auf die Herausforderungen bei der Identifizierung geeigneter Kontrollbedingungen hinweist. RCTs bieten jedoch die striktesten Belege für die Wirkungen von Serious Games und werden daher für zukünftige Forschungsarbeiten empfohlen (Connolly et al., 2012).

Insgesamt zeigt die Literatur, dass die Wirkungserfassung bei Serious Games eine Vielzahl methodischer Ansätze erfordert. Durch die Kombination verschiedener Methoden können umfassende und aussagekräftige Erkenntnisse über die Wirkungen von Serious Games gewonnen werden, die sowohl für die Forschung als auch für die Praxis wertvoll sind (Andrew et al., 2023; Mohaqeqian et al., 2023; Connolly et al., 2012).

5 Methodische Ansätze der Wirkungserfassung

5.1 Quantitative Methoden

Quantitative Methoden sind in der Forschung weit verbreitet und essenziell, um objektive und messbare Daten zu generieren. Diese Methoden ermöglichen es, Hypothesen zu testen, Korrelationen und Kausalitäten zu untersuchen und generalisierbare Aussagen über größere Populationen zu treffen. Zu den häufigsten quantitativen Methoden gehören Umfragen, Experimente und Sekundärdatenanalysen (Bryman, 2016; Creswell, 2009; Döring, 2023).

Umfragen sind eine der am häufigsten verwendeten Methoden zur Datenerhebung in der quantitativen Forschung. Sie ermöglichen es Forschern, eine große Anzahl von Teilnehmenden zu erreichen und Daten zu einer Vielzahl von Variablen zu sammeln. Umfragen können in verschiedenen Formaten durchgeführt werden, einschließlich Fragebögen, Interviews und Online-Umfragen. Standardisierte Fragebögen enthalten oft Likert-Skalen, Multiple-Choice-Fragen und andere geschlossene Fragetechniken, die eine hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglichen (Bryman, 2016; Creswell, 2009; Döring, 2023).

Experimente sind eine weitere zentrale Methode der quantitativen Forschung. Sie beinhalten die Manipulation einer oder mehrerer unabhängiger Variablen und die Messung der Auswirkungen auf abhängige Variablen. Durch Vorher-Nachher-Messungen und die Nutzung von Kontrollgruppen können kausale Zusammenhänge untersucht werden. Experimente werden oft in kontrollierten Umgebungen durchgeführt, um externe Einflüsse zu minimieren und die Signifikanz der beobachteten Effekte zu bestimmen (Bryman, 2016; Creswell, 2009; Döring, 2023).

Sekundärdatenanalyse bezieht sich auf die Nutzung bereits vorhandener Daten, die ursprünglich für andere Zwecke gesammelt wurden. Diese Methode kann kosteneffektiv und zeitsparend sein, da sie den Aufwand für die Datenerhebung reduziert. Sekundärdaten können aus verschiedenen Quellen stammen, wie nationalen Statistiken, Verwaltungsdaten oder Datenbanken von früheren Forschungsstudien. Die Analyse dieser Daten erfordert oft komplexe statistische Techniken, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen (Bryman, 2016; Creswell, 2009).

Die statistische Analyse spielt eine zentrale Rolle bei der Auswertung quantitativer Daten. Deskriptivstatistiken beschreiben grundlegende Merkmale der Daten, wie Mittelwerte und

Standardabweichungen. Inferentielle Statistik ermöglicht es, auf Basis der Stichprobendaten Schlussfolgerungen über die Population zu ziehen und Hypothesen zu testen. Zu den gängigen Verfahren gehören T-Tests, ANOVA, Regressionsanalysen und Strukturgleichungsmodelle (Bryman, 2016; Döring, 2023).

Quantitative Methoden bieten mehrere Vorteile. Sie gewährleisten Objektivität, Reliabilität und Validität der erhobenen Daten. Standardisierte Methoden und Werkzeuge ermöglichen die Replizierbarkeit der Studien und die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf eine breitere Population. Quantitative Daten sind präzise und erlauben klare Aussagen über den Einfluss von Variablen auf spezifische Ergebnisse (Bryman, 2016; Döring, 2023).

Trotz ihrer Vorteile haben quantitative Methoden auch Herausforderungen. Sie erfassen oft nicht die Tiefe und Komplexität individueller Erfahrungen und können durch ihre Standardisierung wichtige Nuancen übersehen. Die Erhebung und Analyse großer Datenmengen erfordert signifikante Ressourcen und methodische Expertise (Bryman, 2016).

In der Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation sind quantitative Methoden besonders nützlich, um objektive und messbare Daten zu den Auswirkungen dieser Spiele zu generieren. Durch die Anwendung standardisierter Methoden können Forschende beispielsweise den Lernzuwachs, Verhaltensänderungen oder die Einstellung der Spielenden messen und analysieren. Dies ermöglicht es, verlässliche und verallgemeinerbare Ergebnisse zu erzielen, die entscheidend für die Bewertung der Effektivität von Serious Games sind (Bryman, 2016; Döring, 2023).

Zusammenfassend bieten quantitative Methoden eine robuste Grundlage für die systematische Erfassung und Analyse der Wirkung von Serious Games. Durch die Anwendung standardisierter Messverfahren und statistischer Analysen können eindeutige Aussagen über die Wirksamkeit und die potenziellen Bildungsgewinne dieser innovativen Kommunikationsmittel gemacht werden. Dies ist besonders wichtig, da Serious Games ein relativ neues Forschungsfeld darstellen und es entscheidend ist, deren Nutzen systematisch zu bewerten und zu verbessern (Creswell, 2009; Döring, 2023).

5.2 Qualitative Methoden

Qualitative Methoden sind ein zentraler Bestandteil der empirischen Sozialforschung und zeichnen sich durch ihren Fokus auf das Verstehen und Interpretieren sozialer Phänomene aus (Döring, 2023). Im Gegensatz zu quantitativen Methoden, die Phänomene

quantifizieren und statistische Beziehungen analysieren, zielt die qualitative Forschung darauf ab, die Komplexität sozialer Phänomene durch die Erfassung der Vielfalt menschlicher Erfahrungen und Kontexte zu erfassen (Hancock et al., 2009). Diese Methoden sind besonders wertvoll, wenn es darum geht, neue Bereiche zu erkunden, in denen die Themen noch nicht gut verstanden oder definiert sind, insbesondere im Gesundheits- und Sozialwesen (Hancock et al., 2009).

Ein wesentliches Merkmal der qualitativen Forschung ist die Nutzung offener und flexibler Methoden zur Datenerhebung. Zu den gängigen Methoden zählen das qualitative Interview, die teilnehmende Beobachtung, die Dokumentenanalyse sowie Gruppendiskussionen (Döring, 2023). Interviews können teilstrukturiert oder unstrukturiert sein und bieten tiefgehende Einblicke in die Perspektiven der Befragten, indem sie diesen Raum geben, ihre Erfahrungen und Meinungen frei zu äußern (Hancock et al., 2009). Fokusgruppen ermöglichen es, dynamische Interaktionen zwischen Teilnehmenden zu beobachten, was zusätzliche Einblicke in kollektive Ansichten und Verhaltensweisen geben kann (Creswell, 2023).

Beobachtungen, sowohl teilnehmend als auch nicht-teilnehmend, sind weitere wichtige Methoden der qualitativen Forschung. Sie helfen, die durch andere Mittel gesammelten Daten zu validieren, indem sie einen realen Kontext bieten (Hancock et al., 2009). Die Analyse bestehender Dokumente wie Berichte und Tagebücher kann Einblicke in den historischen und kontextuellen Hintergrund des Forschungsthemas geben (Hancock et al., 2009).

Die Analyse qualitativer Daten erfolgt typischerweise durch Verfahren wie die Grounded Theory, die thematische Analyse oder die narrative Analyse. Die Grounded Theory zielt darauf ab, Theorien direkt aus den erhobenen Daten zu entwickeln (Döring, 2023). Die thematische Analyse bietet eine strukturierte Möglichkeit, qualitative Daten zu organisieren und zu interpretieren, wobei der Fokus auf wiederkehrenden Themen und Bedeutungen liegt (Döring, 2023). Narrative Methoden konzentrieren sich auf das Sammeln und Analysieren von Geschichten der Teilnehmenden, um zu zeigen, wie Individuen ihre Erfahrungen im Laufe der Zeit verstehen (Hancock et al., 2009).

In der Wissenschaftskommunikation sind qualitative Methoden besonders wertvoll, um die subjektiven Erfahrungen und Wahrnehmungen der Zielgruppen zu erfassen. Dies ist relevant für Serious Games, da hier oft die Interaktion der Nutzenden mit den Spielen und deren Einfluss auf das Verständnis und die Wahrnehmung wissenschaftlicher Inhalte im Mittelpunkt stehen (Döring, 2023). Interviews mit Spielern können deren Wahrnehmungen des Bildungsinhalts und des Engagements aufdecken. Fokusgruppen könnten aufzeigen,

wie soziale Interaktionen innerhalb des Spiels die Lernergebnisse beeinflussen. Beobachtungsstudien können Einblicke darin bieten, wie Spielende in Echtzeit durch die Spiele navigieren und deren Funktionen nutzen (Hancock et al., 2009).

Durch den Einsatz qualitativer Methoden können Forschende reichhaltige, detaillierte Daten sammeln, die nicht nur erklären, ob Serious Games in der Wissenschaftskommunikation effektiv sind, sondern auch, wie und warum sie funktionieren. Dies führt zu einem tieferen Verständnis ihrer Wirkung und liefert wertvolle Hinweise für die Entwicklung effektiverer Bildungswerkzeuge (Hancock et al., 2009; Creswell, 2023). Qualitative Methoden ermöglichen es, die vielfältigen und komplexen Wirkungen dieser interaktiven Medienform umfassend zu erfassen und zu interpretieren, was entscheidend ist, um die Gestaltung und Evaluation von Serious Games zu optimieren (Döring, 2023).

5.3 Mixed-Methods-Ansätze

Mixed-Methods-Forschung kombiniert quantitative und qualitative Forschungsansätze, um die Stärken beider Methoden zu nutzen und die Schwächen jeder einzelnen zu minimieren (Creswell & Plano Clark, 2011; Döring, 2023). Diese Methodik ist besonders nützlich, wenn ein einzelner Datensatz nicht ausreicht, um eine Forschungsfrage umfassend zu beantworten, oder wenn es notwendig ist, initiale Ergebnisse zu erklären oder explorative Befunde zu verallgemeinern (Creswell & Plano Clark, 2011). Mixed-Methods-Ansätze haben sich als eigenständiger Forschungsansatz in den Sozial- und Humanwissenschaften etabliert und bieten eine robuste Methodologie zur Untersuchung komplexer Forschungsfragen (Creswell, 2009). Ein zentraler Vorteil der Mixed-Methods-Forschung liegt in der Fähigkeit, komplexe Phänomene aus mehreren Perspektiven zu untersuchen. Quantitative Methoden ermöglichen die Identifikation generalisierbarer Muster und statistische Analysen, während qualitative Methoden tiefere Einblicke in individuelle Erfahrungen und kontextuelle Faktoren bieten (Döring, 2023). Durch die Integration dieser Datenquellen entsteht ein umfassenderes Bild des Forschungsgegenstands, das sowohl die Breite als auch die Tiefe eines Phänomens beleuchtet (Creswell & Plano Clark, 2011; Döring, 2023).

Es gibt verschiedene Designansätze innerhalb der Mixed-Methods-Forschung, die je nach Forschungsfrage und Ziel der Studie ausgewählt werden können. Zu den häufig verwendeten Designs gehören: Das konvergente Parallel-Design, bei dem quantitative und qualitative Daten gleichzeitig gesammelt und analysiert werden, um die Ergebnisse zu vergleichen und zu kombinieren. Diese Methode eignet sich besonders, wenn beide Datensätze gleichwertig sind und direkt miteinander verglichen werden sollen (Creswell &

Plano Clark, 2011; Döring, 2023). Beim erklärenden sequentiellen Design folgt die qualitative Datensammlung auf die quantitative, um die Ergebnisse der quantitativen Analyse tiefergehend zu erklären. Dieser Ansatz ist nützlich, wenn quantitative Ergebnisse zusätzliche qualitative Erklärungen benötigen (Creswell & Plano Clark, 2011; Creswell, 2009). Im explorativen sequenziellen Design wird zunächst qualitative Forschung betrieben, um Hypothesen oder Fragen zu generieren, die anschließend quantitativ getestet werden. Dies ist hilfreich, wenn die Forschungsfrage zunächst eine explorative Untersuchung erfordert, bevor verallgemeinerbare Ergebnisse erzielt werden können (Creswell & Plano Clark, 2011; Döring, 2023). Ein weiteres Design ist das eingebettete Design, bei dem qualitative Daten innerhalb einer primär quantitativen Studie (oder umgekehrt) integriert werden, um spezifische Fragestellungen zu beantworten, die allein durch die primäre Methode nicht adressiert werden können (Creswell & Plano Clark, 2011; Creswell, 2009). Der Multi Phase Designansatz umfasst mehrere Phasen der Datensammlung und -analyse, oft in einer längeren Forschungslinie, um ein umfassendes Verständnis eines komplexen Problems zu entwickeln (Creswell & Plano Clark, 2011).

Trotz ihrer Vorteile bringt die Anwendung von Mixed-Methods-Forschung auch Herausforderungen mit sich. Dazu gehören erhöhte Anforderungen an Zeit und Ressourcen sowie ein hohes Maß an methodischer Kompetenz zur kohärenten Integration und Interpretation unterschiedlicher Datenarten (Creswell & Plano Clark, 2011). Ein wichtiger Aspekt der Mixed-Methods-Forschung ist die Sicherstellung der Validität und Zuverlässigkeit der Daten. Dies erfordert eine sorgfältige Planung und Durchführung der Studien sowie die Berücksichtigung spezifischer Gütekriterien für beide Methodenarten, wie beispielsweise die Triangulation, bei der verschiedene Datenquellen oder Methoden verwendet werden, um die Ergebnisse zu bestätigen und die Glaubwürdigkeit zu erhöhen (Döring, 2023).

Im Kontext der Wissenschaftskommunikation kann Mixed-Methods-Forschung besonders wertvoll sein, um die Effektivität von Serious Games zu bewerten. Quantitative Daten können Aufschluss darüber geben, wie viele Menschen ein Spiel nutzen und welche Wissenszuwächse messbar sind. Qualitative Daten liefern hingegen tiefere Einsichten, wie die Nutzenden die Spiele erleben und welche spezifischen Elemente besonders wirkungsvoll sind (Creswell & Plano Clark, 2011; Döring, 2023).

Mixed-Methods-Forschung stellt somit eine wertvolle Methodik dar, um komplexe und multidimensionale Forschungsfragen zu untersuchen. Durch die Kombination von quantitativen und qualitativen Ansätzen können Forschende umfassendere und tiefere Einblicke in Forschungsphänomene gewinnen, was in der Wissenschaftskommunikation

von großem Nutzen ist. Die sorgfältige Auswahl des passenden Designansatzes sowie die Sicherstellung der Validität und Zuverlässigkeit der Daten sind dabei entscheidende Faktoren für den Erfolg von Mixed-Methods-Studien.

6 Stand der Forschung

6.1 Historische Entwicklung der Wirkungserfassung bei Serious Games

Die Untersuchung der Wirkung von Serious Games hat sich im Laufe der Zeit signifikant weiterentwickelt. Bereits in den 1960er Jahren begannen erste umfassende Bemühungen zur Bewertung von Serious Games. Ein bemerkenswertes Beispiel ist das Academic Games Project der Johns Hopkins University unter der Leitung des Soziologen James Coleman. Dieses Projekt untersuchte die Auswirkungen der Teilnahme an verschiedenen gamifizierten Simulationen auf kognitive und affektive Lernziele der Schüler. Die frühen Studien zeigten, dass gamifizierte Simulationen effektiv sein können, um faktisches Wissen zu vermitteln und die Einstellungen der Spielenden zu verändern, obwohl diese Effekte oft nur von kurzer Dauer waren (Chin et al., 2009).

In den 1970er und 1980er Jahren konzentrierten sich die frühesten Studien zur Wirkung von Serious Games auf Simulationen und deren Potenzial, Fähigkeiten und Einstellungen sicher und kostengünstig zu vermitteln. Diese frühen Untersuchungen legten den Grundstein für die heutige Forschung und Entwicklung in diesem Bereich. Eine der ersten umfassenden Übersichten zur Effektivität von Serious Games wurde von Livingston et al. (1973) durchgeführt, die sieben Jahre Forschung und über 150 Studien analysierten. Diese Ergebnisse wurden später von Chin et al. (2009) bestätigt, die feststellten, dass Simulationen in der Lage sind, Faktenwissen zu vermitteln, obwohl sie nicht unbedingt effektiver sind als andere Unterrichtsmethoden (Bellotti et al., 2013).

Zahlreiche Artikel und Meta-Studien in den 1970er und 1980er Jahren versuchten, die Bildungswirksamkeit von Simulationen und Spielen zu belegen. Forschende wie Pierfy (1977) oder und Bredemeier und Greenblat (1981) kamen zu dem Schluss, dass Simulationen in Bezug auf das Lernen von Inhalten ebenso effektiv sein können wie traditionelle Lehrmethoden und in einigen Bereichen, wie der Behaltensleistung und der Einstellungsänderung, sogar überlegen sind. Allerdings waren viele dieser frühen Studien durch methodologische Probleme gekennzeichnet, was die Ergebnisse weniger eindeutig machte (Chin et al., 2009).

Ein weiterer Meilenstein in der Forschung zu Serious Games war die Erkenntnis, dass diese Spiele das Potenzial haben, nicht nur informelles und formelles Lernen zu unterstützen, sondern auch höhere kognitive Fähigkeiten zu fördern und die Motivation in kompetenzbasiertem Lernen zu stärken. Diese Erkenntnisse führten zu einer wachsenden

Nachfrage nach interaktiven und simulationsbasierten Lerninhalten sowohl bei Lernenden als auch bei Arbeitgebern und Ausbildungseinrichtungen, die die potenziellen Kosteneinsparungen und neuen Kommunikationsmöglichkeiten erkannten (de Freitas & Oliver, 2006).

Die Entwicklung von Evaluationsmethoden hat sich über die Jahre hinweg von einfachen, ad-hoc basierten Ansätzen hin zu komplexeren und strukturierteren Frameworks entwickelt. In den 1980er Jahren lag der Fokus zunächst auf der Benutzerfreundlichkeit. Später erweiterten sich die Evaluationsrahmen, um auch pädagogische Aspekte zu berücksichtigen. Ein frühes Beispiel ist Malone's Heuristiken für die Gestaltung von unterhaltsamen Benutzeroberflächen aus dem Jahr 1982, die als Grundlage für die Bewertung der Spielbarkeit und des Lernpotenzials dienten (Mohamed & Jaafar, 2010).

In den 1990er und frühen 2000er Jahren wurde die Forschung weiter verfeinert, wobei verstärkt heuristische Evaluationsmethoden angewendet wurden, um die Benutzerfreundlichkeit und die pädagogischen Inhalte von Bildungsspielen zu beurteilen. Nielsen und Molich (1994) trugen maßgeblich zur Entwicklung von Heuristiken bei, die auch für die Bewertung von Bildungsspielen adaptiert wurden. Federoff (2002) entwickelte Leitlinien für die Erstellung und Bewertung von spaßigen Videospiele, die die Grundlage für die spätere Entwicklung von spezifischen Heuristiken für Bildungsspiele bildeten (Mohamed & Jaafar, 2010).

In den darauffolgenden Jahrzehnten entwickelte sich eine Vielzahl von Modellen und Frameworks zur Evaluierung von Game-Based Learning (GBL). Ein prominentes Beispiel ist das Game Object Model Version II (GOM II), das theoretische Konstrukte und zeitgenössische pädagogische Praktiken integriert. Dieses Modell dient sowohl der Spielentwicklung als auch der Evaluierung und betont die Bedeutung der sozialen Interaktion und der Online-Communities (Wang et al., 2011). Ein weiteres wichtiges Framework ist Kirkpatrick's Four-Level Framework, das ursprünglich zur Evaluierung von Trainings entwickelt wurde und später auf Business-Simulationen und Bildungsspiele angewendet wurde. Es umfasst vier Ebenen: Reaktion, Lernen, Verhalten und Ergebnisse. Ebenso bedeutend ist das CRESST-Modell von Baker und Mayer, das fünf Familien kognitiver Anforderungen umfasst und zur Bewertung von Spielen und Simulationen aus einer motivatorischen Perspektive verwendet werden kann (Wang et al., 2011).

In den letzten Jahren hat die Forschung zur Wirkung von Serious Games erheblich zugenommen, insbesondere durch die Entwicklung von Messmethoden und Technologien, die eine detaillierte Bewertung der Spielerleistung ermöglichen. Ein systematischer Ansatz, der auf etablierten Prinzipien und Richtlinien basiert, ist notwendig, um die Gestaltung von

Serious Games zu verbessern. Viele Studien zur Wirksamkeit von Serious Games fehlen jedoch eine strenge Bewertung. Ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung von Serious Games ist die Leistungsmessung der Nutzenden. Dies ist entscheidend, da Serious Games sowohl den Lernfortschritt als auch die Lernergebnisse bewerten sollen. Die Leistungsmessung ermöglicht zudem die Anpassung und Personalisierung, um individuellen Bedürfnissen gerecht zu werden, wie beispielsweise Lernstile und Feedback (Bellotti et al., 2013).

Dondi & Moretti (2007) stellen ebenso eine Intensivierung der Forschung zur Evaluation von Bildungsspielen seit den frühen 2000er Jahren fest. Zahlreiche Konferenzen, Papers und Bücher dokumentieren die Bemühungen, die Vorteile des spielerischen Lernens aufzuzeigen und zu nutzen. Projekte wie Uni-Game und Sig-Glue, die seit 2002 von der Europäischen Kommission gefördert werden, untersuchen die Qualitätsaspekte von Lernspielen und entwickeln Werkzeuge zur Auswahl und Bewertung geeigneter Lernspiele (Dondi & Moretti, 2007).

Insgesamt zeigt die historische Entwicklung der Wirkungserfassung bei Serious Games eine Transformation von anfänglichen, unsystematischen Ansätzen hin zu komplexeren und strukturierteren Evaluationsmethoden. Diese Entwicklung verdeutlicht das zunehmende Verständnis für die Notwendigkeit wissenschaftlich fundierter und standardisierter Evaluationskriterien, um das volle Potenzial von Serious Games im Bildungsbereich zu nutzen. Trotzdem besteht weiterhin ein Bedarf an umfassenderen empirischen Untersuchungen, um die Validität und den Nutzen von Serious Games endgültig bewerten zu können (Kara, 2021).

6.2 Bisherige Studien und Forschungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die bisherigen Studien und Forschungsergebnisse zur Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation vorgestellt und analysiert. Verschiedene systematische Literaturübersichten und Metaanalysen bieten einen wertvollen Einblick in die aktuellen Erkenntnisse und identifizieren zugleich bestehende Defizite und Forschungslücken. Durch die kritische Betrachtung dieser Übersichtsarbeiten wird deutlich, dass trotz zahlreicher positiver Befunde weiterhin Bedarf an methodischer Strenge und umfassender Evaluierung besteht.

Die systematische Literaturübersicht von Bellotti et al. (2013) bietet eine umfassende Bewertung der Forschung zu Serious Games und deren Bildungswirksamkeit. Die Autoren weisen darauf hin, dass Serious Games ein signifikantes Potenzial als Bildungswerkzeug

haben, jedoch deren Effektivität hinsichtlich Lernresultaten aufgrund der Komplexität der Bewertung immaterieller Maßnahmen noch unzureichend erforscht ist. Bellotti et al. identifizieren zwei Hauptbereiche der Bewertung: die Bewertung der Serious Games selbst und die Bewertung der Spielerleistung. Sie betonen die Notwendigkeit eines systematischen Ansatzes zur Verbesserung des Designs von Serious Games und bemängeln, dass viele Studien keine strenge Bewertung beinhalten. Darüber hinaus fehlt es an adäquaten Messinstrumenten für die Bewertung höherer kognitiver Fähigkeiten und sozialer Kompetenzen.

Eine umfassende systematische Literaturübersicht zur Effektivität von Serious Games in der Bildung wird von Backlund und Hendrix (2013) präsentiert. Diese Metaanalyse beleuchtet die empirischen Belege für die Wirksamkeit von Serious Games im formalen Bildungskontext der letzten Dekade. Ein zentraler Befund dieser Übersicht ist, dass Serious Games in der Mehrheit der Studien positive Lerneffekte aufweisen. Allerdings zeigt die Analyse auch methodische Grenzen auf, wie die potenzielle Verzerrung der Ergebnisse durch Entwickler, die ihre eigenen Spiele evaluieren, und das Fehlen von Langzeitstudien zur nachhaltigen Wirkung von Serious Games.

Petri und von Wangenheim (2016) liefern in ihrer systematischen Literaturübersicht Erkenntnisse darüber, wie Bildungs- oder Serious Games bewertet werden können. Aus einer initialen Auswahl von 21.291 Artikeln identifizierten sie 11 relevante Artikel, die sieben verschiedene Ansätze zur systematischen Bewertung von Bildungs- und Serious Games beschreiben. Die meisten bisherigen Ansätze sind ad-hoc und mangeln an systematischer Definition und Operationalisierung. Ihre Untersuchung zeigt, dass es keine klaren Muster bei der Definition und Operationalisierung der Qualitätsfaktoren gibt, was die Vergleichbarkeit und Validität der Ergebnisse erschwert. Es besteht somit eine Notwendigkeit zur Entwicklung und Implementierung systematischer Bewertungsansätze.

Die systematische Literaturübersicht von Kara (2021) untersucht die Nutzung von Serious Games in der naturwissenschaftlichen Bildung zwischen 2016 und 2020. Basierend auf 39 Artikeln aus verschiedenen Veröffentlichungen aus der Web of Science Datenbank, hebt diese Arbeit wichtige Trends und Lücken in der aktuellen Forschung hervor. Die Übersicht zeigt, dass Serious Games in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen Anwendung finden und dass das Lernen und der akademische Erfolg die am häufigsten untersuchten Themen sind. Gleichzeitig wird deutlich, dass andere wichtige Themen wie Motivation und kognitive Attribute weniger häufig untersucht wurden. Zudem dominiert in der Forschung das quantitative Design, insbesondere quasi-experimentelle Studien, was auf eine Notwendigkeit für mehr qualitative und gemischte Methoden hinweist.

In der Literaturübersicht von Tahir und Wang (2017) wird ein umfassender Überblick über den Stand der Forschung im Bereich Game-Based Learning (GBL) gegeben. Die Autoren analysieren aktuelle Trends und Praktiken der Evaluierung von Bildungsspielen und identifizieren verschiedene Dimensionen, die bei der Bewertung dieser Spiele berücksichtigt werden müssen. Ein zentrales Ergebnis ist, dass viele Studien nur eine oder zwei Dimensionen der GBL-Evaluierung betrachten und eine umfassende Evaluierung selten durchgeführt wird. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer systematischeren und umfassenderen Evaluierungsrahmen, der alle wesentlichen Dimensionen des GBL abdeckt.

Boyle et al. (2016) liefern in ihrer systematischen Literaturübersicht eine umfassende Analyse der empirischen Evidenz zu den Auswirkungen und Ergebnissen von Computer- und Serious Games. Sie analysieren 143 qualitativ hochwertige Studien aus dem Zeitraum von 2009 bis 2014 und bieten wertvolle Erkenntnisse über die positiven Ergebnisse von Spielen. Sie betonen das erhebliche Potenzial von Serious Games in der wissenschaftlichen Kommunikation, weisen jedoch auf mehrere Grenzen und Lücken in der bestehenden Forschung hin, wie die Heterogenität der Forschung, den Mangel an experimenteller Forschung, die begrenzte Untersuchung von Langzeiteffekten und das Fehlen spezifischer und standardisierter Messinstrumente.

Zusammengefasst zeigen diese systematischen Literaturübersichten, dass zahlreiche Studien die positiven Effekte von Serious Games aufzeigen. Dennoch bestehen methodische und thematische Defizite in den Übersichtsarbeiten selbst. Diese Defizite umfassen die Heterogenität der untersuchten Themen, das Fehlen langzeitiger Perspektiven, die begrenzte Berücksichtigung verschiedener Evaluierungsdimensionen und das Fehlen einheitlicher Bewertungsansätze. Diese Lücken in den systematischen Übersichtsarbeiten unterstreichen die Notwendigkeit einer umfassenden Literaturübersicht, die diese Defizite adressiert, konsolidierte Erkenntnisse bietet und fundierte Empfehlungen für die Praxis ableitet. Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, diese Lücke zu schließen und einen detaillierten Überblick über die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu bieten.

7 Methodik

7.1 Die PRISMA-Methode

Zum Erstellen der systematischen Literatur Übersicht in dieser Arbeit wurde sich an der PRISMA-Methode (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) orientiert. Die Entwicklung des PRISMA-Statements erfolgte durch eine internationale Arbeitsgruppe, die sich im Juni 2005 in Ottawa, Kanada, traf. An diesem Treffen nahmen 29 Experten teil, darunter Autoren von Übersichtsarbeiten, Methodiker, Kliniker, medizinische Herausgeber und Endnutzer:innen. Das Ziel war es, die bestehende QUOROM-Checkliste zu überarbeiten und zu erweitern, um den Fortschritten und Anforderungen bei systematischen Übersichten besser gerecht zu werden. Ein wesentliches Ergebnis dieses Treffens war die Erstellung einer 27-Punkte-Checkliste sowie eines Flussdiagramms, das den Prozess der Erstellung und Berichterstattung systematischer Übersichten in vier Phasen darstellt (Moher et al., 2011).

Die vier Phasen des PRISMA-Flussdiagramms, die im Rahmen der Erstellung und Berichterstattung von systematischen Übersichten und Meta-Analysen beschrieben werden, umfassen die Identifikation, das Screening, die Eignung und den Einschluss. In der Identifikationsphase wird eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, um potenziell relevante Studien zu identifizieren. Dies schließt die Suche in verschiedenen Datenbanken sowie andere Quellen ein, um eine möglichst vollständige Sammlung von Studien zu gewährleisten. Im nächsten Schritt, der Selektion, werden die in der Identifikationsphase gefundenen Studien daraufhin geprüft, ob sie den festgelegten Einschlusskriterien entsprechen. Studien, die diese Kriterien nicht erfüllen, werden ausgeschlossen, was hilft, die Menge an zu bewertendem Material zu reduzieren und sich auf die relevanten Studien zu konzentrieren (Moher et al., 2011). In der darauffolgenden Eignungsphase werden die Studien, die nach der Selektion als potenziell geeignet identifiziert wurden, einer detaillierteren Bewertung unterzogen. Hierbei wird geprüft, ob sie alle methodischen Anforderungen erfüllen und relevante Daten zur Fragestellung liefern. Studien, die in dieser Phase ausgeschlossen werden, sind solche, die bei genauerer Prüfung die Einschlusskriterien doch nicht erfüllen. Schließlich umfasst die Einschlussphase die verbleibenden Studien, die in die systematische Übersicht oder Meta-Analyse aufgenommen werden. Die endgültige Auswahl der Studien wird dokumentiert, und es wird erklärt, warum bestimmte Studien ausgeschlossen wurden. Diese Phase endet mit der Synthese und Analyse der Daten aus den eingeschlossenen Studien. Diese Phasen werden im PRISMA-Flussdiagramm grafisch dargestellt und sollen den gesamten Prozess

der systematischen Übersichtsarbeit transparent und nachvollziehbar machen (Moher et al., 2011).

Die Durchführung eines systematischen Reviews mit der PRISMA-Methode folgt mehreren klar definierten Schritten, die sicherstellen, dass alle relevanten Studien identifiziert, bewertet und analysiert werden. Zu Beginn des Reviews steht die klare Formulierung einer Forschungsfrage, die oft mithilfe des PICO-Modells (Population, Intervention, Comparison, Outcome) strukturiert wird. Ein detailliertes Protokoll wird erstellt, das die Methodik des Reviews beschreibt. Dieses Protokoll sollte öffentlich registriert werden, um Transparenz zu gewährleisten und potenzielle Verzerrungen zu minimieren (Page et al., 2021). In den Methoden sollte angegeben werden, ob ein Studienprotokoll existiert und wo es zugänglich ist. Falls vorhanden, sollten auch Informationen zur Registrierung der systematischen Übersicht angegeben werden. Die Merkmale der Studien und Berichte, die als Auswahlkriterien dienen, müssen klar beschrieben und begründet werden. Alle Informationsquellen und die Suchstrategie sollten detailliert dokumentiert werden, um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Die Methoden der Datenextraktion und -synthese müssen ausführlich beschrieben werden, einschließlich der Maßnahmen zur Beurteilung des Verzerrungsrisikos innerhalb und zwischen den Studien (Moher et al., 2011).

Die Auswahl der Studien erfolgt durch unabhängiges Screening der Titel und Abstracts sowie der Volltexte. Kriterien für Ein- und Ausschluss werden klar definiert und angewendet. Die relevanten Daten aus den eingeschlossenen Studien werden systematisch extrahiert. (Page et al., 2021). In den Ergebnissen sollte die Anzahl der ausgewählten, geprüften und eingeschlossenen Studien klar dargestellt und begründet werden, idealerweise unter Verwendung eines Flussdiagramms. Die Merkmale und Ergebnisse jeder Studie sowie die Synthese der Meta-Analyse sollten detailliert berichtet werden. In der Diskussion werden die Hauptbefunde und deren Relevanz für verschiedene Zielgruppen zusammengefasst. Zudem sollten die Einschränkungen sowohl auf Studienebene als auch auf Ebene der systematischen Übersicht diskutiert werden. Abschließend sollten die Ergebnisse im Kontext der bestehenden Forschung interpretiert und Empfehlungen für weitere Forschung formuliert werden (Moher et al., 2011).

Die Ergebnisse werden gemäß der PRISMA-Checkliste berichtet. Dazu gehören die Charakteristika der eingeschlossenen Studien, Ergebnisse der Meta-Analysen und Bewertungen der Evidenzqualität. Die PRISMA 2020 Checkliste besteht aus 27 Hauptpunkten, die sicherstellen, dass alle wichtigen Aspekte eines systematischen Reviews abgedeckt sind. Diese Punkte sind in mehrere Kategorien unterteilt: Der Titel sollte klar angeben, dass es sich um einen systematischen Review handelt. Das Abstract sollte

eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Aspekte des Reviews bieten, einschließlich der Ziele, Methoden, Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Die Einleitung sollte die Gründe für den Review und die spezifischen Forschungsfragen oder Hypothesen klar darlegen. Dieser Abschnitt umfasst detaillierte Beschreibungen der Einschluss- und Ausschlusskriterien, der Suchstrategie, des Auswahlprozesses, der Datenextraktion, der Bewertungsmethoden für das Verzerrungsrisiko und der statistischen Analysemethoden. Die Ergebnisse sollten eine klare Darstellung der Anzahl und Eigenschaften der eingeschlossenen Studien, der Ergebnisse der Datenanalysen und der Bewertungen des Verzerrungsrisikos umfassen. In der Diskussion sollten die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und im Kontext der bestehenden Literatur interpretiert werden. Zudem sollten die Stärken und Schwächen des Reviews sowie Implikationen für Praxis und Forschung diskutiert werden. Dies umfasst Informationen zur Finanzierung, Interessenkonflikten und Datenverfügbarkeit (Page et al., 2021).

Die PRISMA-Methode bietet mehrere Vorteile für die Erstellung und Berichterstattung von systematischen Reviews und Meta-Analysen. Durch klare Richtlinien zur Berichterstattung erhöht PRISMA die Transparenz und ermöglicht die Reproduzierbarkeit systematischer Übersichten. Die Verwendung der Checkliste stellt sicher, dass alle relevanten Informationen berichtet werden, was die Vollständigkeit und Verständlichkeit der Reviews verbessert. Die detaillierte Dokumentation der Suchstrategien, Auswahlkriterien und Synthesemethoden trägt zur Nachvollziehbarkeit bei und erleichtert die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Studien (Moher et al., 2011).

Ein weiterer Vorteil der PRISMA-Methode ist die systematische Bewertung des Verzerrungsrisikos und die detaillierte Dokumentation der Methodik, was zur höheren Qualität der Reviews beiträgt. Durch die Standardisierung der Berichtsstruktur wird die Qualität der Berichterstattung erhöht und die Vergleichbarkeit zwischen Studien erleichtert. Diese standardisierte Struktur fördert die Anwendung evidenzbasierter Praktiken, indem sie klare Berichtsstandards setzt (Page et al., 2021).

Page et al. (2021) erkennen auch potenzielle Nachteile und Herausforderungen an. Die umfassende Natur der PRISMA-Richtlinien kann den Aufwand für die Erstellung eines systematischen Reviews erhöhen, was zeitaufwändig und ressourcenintensiv sein kann. Besonders für unerfahrene Autoren kann die Anwendung der PRISMA-Checkliste und die detaillierte Dokumentation komplex und herausfordernd sein. Es ist wichtig zu beachten, dass PRISMA ein Instrument zur Verbesserung der Berichterstattung und nicht zur Beurteilung der Qualität der systematischen Übersicht selbst ist. Es bleibt die

Herausforderung, die methodische Qualität der eingeschlossenen Studien kritisch zu bewerten und zu interpretieren.

Zusammenfassend bietet die PRISMA-Methode einen umfassenden Leitfaden zur Erstellung und Berichterstattung von systematischen Übersichten und Meta-Analysen. Durch die Standardisierung der Berichtsstruktur und die detaillierte Dokumentation der methodischen Schritte trägt PRISMA wesentlich zur Verbesserung der Transparenz und Qualität in der Forschung bei. Trotz der Vorteile müssen auch die Komplexität und der Aufwand der Methode berücksichtigt werden, um ihre effektive Anwendung sicherzustellen (Page et al., 2021).

Aufgrund begrenzter Mittel und begrenzter Zeit wurde die PRISMA-Methode in dieser Masterarbeit an einigen Stellen vereinfacht angewendet. Da die Arbeit von nur einer Person in einem begrenzten Zeitrahmen durchgeführt wurde, war es nicht möglich, alle Standards der PRISMA-Methode vollständig zu erfüllen. Im Einzelnen wurden keine speziellen Verfahren zur Messung und Bewertung möglicher Verzerrungen (Bias) innerhalb der eingeschlossenen Studien durchgeführt. Dies bedeutet, dass potenzielle systematische Fehler, die die Ergebnisse beeinflussen könnten, nicht systematisch identifiziert und bewertet wurden.

Das Protokoll dieser systematischen Überprüfung wurde nicht in einer öffentlichen Datenbank registriert. Die Registrierung eines Protokolls dient normalerweise der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Methodik, was hier aufgrund der genannten Einschränkungen nicht umgesetzt wurde. Darüber hinaus wurde die Qualität der Evidenz der eingeschlossenen Studien nicht formell bewertet. In systematischen Übersichtsarbeiten wird häufig ein Bewertungsrahmen wie GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) verwendet, um die Vertrauenswürdigkeit der Evidenz zu bewerten. Diese Bewertung ist in der vorliegenden Arbeit nicht erfolgt.

Trotz dieser Vereinfachungen bietet die vorliegende systematische Überprüfung einen wertvollen Überblick über die bestehende Literatur zu dem untersuchten Thema. Es ist jedoch wichtig, die genannten Einschränkungen bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Zusammenfassend bleibt die Anwendung der PRISMA-Methode ein nützliches Instrument, um die Literatur systematisch zu überprüfen, auch wenn einige methodische Kompromisse aufgrund externer Begrenzungen eingegangen werden mussten.

7.2 Vorgehen und Auswahl der Kriterien

Das Vorgehen bei der systematischen Literaturübersicht zur Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation umfasst mehrere methodische Schritte, die sorgfältig geplant und dokumentiert werden. Das Ziel dieses Abschnitts ist es, die detaillierten Schritte und die Auswahl der Kriterien zu erläutern, die bei der Literaturrecherche und -analyse verwendet werden. Dabei stehen folgende Forschungsfragen im Zentrum der Untersuchung: Welche Methodiken, Konstrukte und Kategorien der Wirkungserfassung bei Serious Games finden sich in der Literatur wieder? Gibt es dominierende Forschungsansätze und welche Arten von Wirkung stehen bei den Untersuchungen im Mittelpunkt? Welche Empfehlungen werden für die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation daraus abgeleitet?

Um diese Fragen zu beantworten, wird eine systematische Literaturrecherche in wissenschaftlichen Datenbanken und Bibliotheken durchgeführt und die vier Phasen der PRISMA-Methode durchgeführt (siehe Abbildung 1). Diese umfassen die Identifikation relevanter Studien, die Selektion nach Einschlusskriterien, die Beurteilung der Volltexte auf Eignung und Einschließung der gefundenen Studien. Auf die vier Phasen folgt die kritische Analyse und Synthese der Studien. Die Auswahl der Kriterien für die Literaturanalyse zielt darauf ab, einen umfassenden Überblick über die bestehenden Methoden und deren Effektivität zu bieten.

Schritt 1: Identifikation relevanter Studien

Die Literaturrecherche beginnt mit der umfassenden Identifikation relevanter Studien. Dabei wurde die Datenbank Scopus durchsucht. Scopus, eine von Elsevier im Jahr 2004 eingeführte Datenbank, gilt als eine der umfangreichsten kuratierten Datenbanken für wissenschaftliche Literatur. Sie umfasst eine breite Palette von Publikationen, darunter wissenschaftliche Zeitschriften, Bücher und Konferenzberichte, die durch einen sorgfältigen Auswahlprozess und kontinuierliche Neubewertungen ausgewählt werden. Scopus deckt Veröffentlichungen ab dem Jahr 1788 ab und fügt jährlich etwa drei Millionen neue Datensätze hinzu. Die Datenbank enthält derzeit etwa 23.452 aktive Zeitschriftentitel, 120.000 Konferenzbeiträge und 206.000 Bücher von über 5.000 internationalen Verlagen. Ein bedeutendes Merkmal von Scopus ist seine Funktionalität zur Datenanalyse, die es Nutzenden ermöglicht, Forschungsk Kooperationen zu identifizieren, Forschungsergebnisse nach verschiedenen Kriterien zu analysieren und Zitationsmetriken zu verfolgen (Singh et al., 2021). Aufgrund des beschränkten Umfangs der Masterarbeit und der zeitlichen Limitationen bezüglich der Sichtung der Artikel wurde sich auf diese Datenbank beschränkt.

Scopus bietet mit seiner Größe einen ausreichenden Suchbereich, um eine umfassende systematische Literaturübersicht zu ermöglichen.

Die Suchstrategie beinhaltet spezifische Suchbegriffe und -phrasen, die auf die zentralen Themen *Serious Games* und *Wirkungserfassung* abzielen. Für die Wirkungserfassung wurden auch Synonyme und verwandte Begriffe berücksichtigt. Darunter finden sich die Begriffe *Wirkung*, *Wirkungsmessung*, *Impact*, *Impact assessment* und *Impact measurement*. In einer ersten Suche ist auch der Begriff und Synonyme für *Wissenschaftskommunikation* miteingeschlossen. Aufgrund der geringen Trefferzahl wird sich dafür entschieden den Begriff wegzulassen und auch andere Bereiche der Serious Games mit einzubeziehen. Erkenntnisse aus diesen Bereichen zur Wirkungserfassung lassen sich auf Serious Games aus der Wissenschaftskommunikation übertragen, da dieselben Werkzeuge, Methoden und Kategorien der Wirkungserfassung verwendet werden.

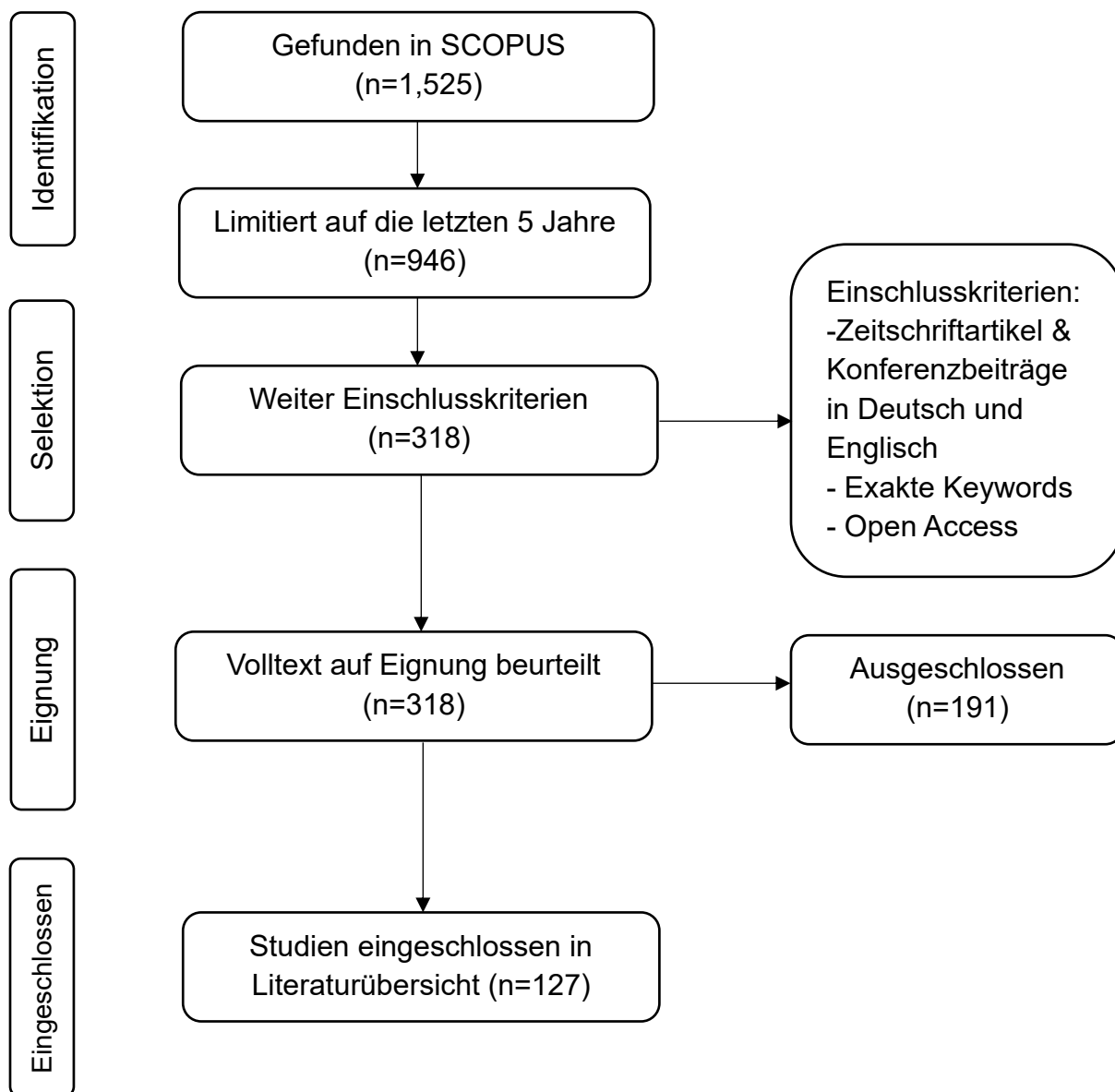


Abbildung 1: PRISMA-Flussdiagramm zur Recherche

Schritt 2: Selektion und Auswahl der Studien

Die in der Identifikationsphase gefundenen Studien werden nach weiteren Einschlusskriterien selektiert, um ihre Relevanz zu bestimmen (siehe Abbildung 2). Es wurden nur Studien der letzten 5 Jahre eingeschlossen, um die Aktualität der Veröffentlichungen zu gewährleisten. Diese Entscheidung basiert auf der Tatsache, dass die Forschung zu Serious Games und deren Wirkungserfassung ein schnell wachsendes und sich kontinuierlich entwickelndes Feld ist. Neue technologische Entwicklungen und theoretische Ansätze werden ständig eingeführt, was dazu führt, dass ältere Studien

möglicherweise nicht mehr die neuesten Erkenntnisse und Methoden widerspiegeln. Durch die Fokussierung auf die jüngsten Veröffentlichungen kann sichergestellt werden, dass die in dieser Arbeit verwendeten Daten und Analysen den aktuellen Stand der Forschung darstellen und somit eine zeitgemäße und relevante Grundlage bieten. Zudem ermöglicht diese zeitliche Beschränkung eine fundierte Auseinandersetzung mit den neuesten Trends und Entwicklungen in der Wissenschaftskommunikation und den damit verbundenen digitalen Medien.

Ein weiteres Einschlusskriterium war die Sprache der Veröffentlichung in Deutsch oder Englisch. Diese Entscheidung wurde getroffen, da eine Analyse von Studien in anderen Sprachen die Komplexität erheblich erhöhen würde und den Rahmen dieser Arbeit überschreiten könnte. Englisch ist die am weitesten verbreitete Wissenschaftssprache und deckt einen Großteil der relevanten Literatur im Bereich der Serious Games ab. Das Einschließen von Studien in anderen Sprachen würde nicht nur zusätzliche Zeit und Ressourcen für die Übersetzung und Interpretation erfordern, sondern könnte auch zu Missverständnissen und Inkonsistenzen in der Analyse führen. Durch die Fokussierung auf diese beiden Sprachen wird sichergestellt, dass die Literatur effizient und präzise ausgewertet werden kann, während gleichzeitig eine breite und repräsentative Auswahl an Studien berücksichtigt wird.

Außerdem wurden nur Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge miteingeschlossen. Diese Entscheidung beruht auf mehreren methodischen und inhaltlichen Überlegungen. Zum einen durchlaufen diese Publikationen in der Regel einen strengen Peer-Review-Prozess. Dies gewährleistet, dass die aufgenommenen Studien eine hohe methodische Qualität und wissenschaftliche Relevanz aufweisen. Der Peer-Review-Prozess dient als Qualitätskontrolle, durch die methodische Schwächen und inhaltliche Ungenauigkeiten identifiziert und korrigiert werden können. Zum anderen spiegeln sie den aktuellen Stand der Forschung wieder. Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge enthalten die neuesten Entwicklungen und Diskussionen im Forschungsfeld und bieten somit einen zeitnahen Überblick über den Forschungsstand. Dies ist besonders wichtig, um die aktuellen Erkenntnisse und Methodiken zur Wirkungserfassung bei Serious Games zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind diese Publikationen die primären Mittel des wissenschaftlichen Diskurses. Sie ermöglichen es, Forschungsergebnisse und -methoden in einem formalisierten Rahmen zu präsentieren und zu diskutieren. Dies trägt zur Bildung einer kohärenten und fundierten wissenschaftlichen Grundlage bei. Ein weiterer Grund ist die gute Zugänglichkeit in wissenschaftlichen Datenbanken wie Scopus. Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge sind oft systematisch kategorisiert und indexiert, was die Recherche und Identifikation relevanter Studien erleichtert. Andere Publikationsformen, wie Bücher

oder graue Literatur, sind oft schwerer zugänglich und weniger systematisch dokumentiert. Durch die Beschränkung auf diese Publikationstypen wird sichergestellt, dass die in dieser Arbeit verwendeten Quellen eine hohe wissenschaftliche Qualität haben und den aktuellen Stand der Forschung repräsentieren. Diese Fokussierung unterstützt die Zielsetzung der Arbeit, eine fundierte und methodisch robuste systematische Literaturübersicht zur Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erstellen.

Um sicherzustellen, dass die Studien tatsächlich Serious Games betreffen und nicht Videospiele im Allgemeinen oder nur Gamification-Ansätze behandeln, wurden die exakten Keywords "Serious Games" und "Serious Game" ausgewählt. Diese spezifische Keyword-Auswahl dient dazu, die Suche auf relevante Studien zu fokussieren, die sich mit dem Einsatz von Serious Games für Bildungs-, Trainings- oder Kommunikationszwecke beschäftigen. Videospiele und Gamification-Ansätze sind zwar verwandte Bereiche, unterscheiden sich jedoch in ihrer Zielsetzung und Anwendung. Videospiele dienen primär der Unterhaltung, während Gamification die Anwendung spieltypischer Elemente in einem spielfremden Kontext beschreibt. Serious Games hingegen kombinieren spielerische Elemente mit ernsthaften Zielen wie Bildung, Training oder Aufklärung. Durch die präzise Auswahl der Keywords wird sichergestellt, dass die recherchierten Studien den spezifischen Anforderungen und Zielen dieser Arbeit entsprechen und eine klare Abgrenzung zu anderen Spielformen gewährleistet ist. Dies trägt zur Genauigkeit und Relevanz der systematischen Literaturübersicht bei.

Das letzte Einschlusskriterium ist die Auswahl von Studien mit Open Access. Diese Entscheidung basiert auf mehreren Überlegungen, die sowohl die Zugänglichkeit der Forschungsergebnisse als auch die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Analyse betreffen. Open-Access-Studien sind frei zugänglich und können von jedem ohne finanzielle oder rechtliche Barrieren eingesehen werden. Dies fördert die Transparenz und Reproduzierbarkeit der Forschung, da alle interessierten Parteien die Möglichkeit haben, die zugrunde liegenden Daten und Methoden zu überprüfen. Zudem erleichtert Open Access die Verbreitung und den Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft und darüber hinaus.

Darüber hinaus trägt die Auswahl von Open-Access-Studien dazu bei, die Aktualität und Relevanz der Literatur sicherzustellen, da viele Open-Access-Journale eine schnellere Veröffentlichungszeit haben und häufig neueste Forschungsergebnisse enthalten. Schließlich ermöglicht diese Auswahl eine breitere Nutzung und Verwertung der in dieser Arbeit gesammelten Erkenntnisse, da sie für ein globales Publikum ohne Zugangsbeschränkungen verfügbar sind. Dies ist besonders wichtig für die Förderung der

Wissenschaftskommunikation und den Einsatz von Serious Games, deren Nutzen und Anwendungen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden sollen.

Versuche	Suchstrang	Anzahl (Stand 01.07.24)
1. Erste Recherche inklusive Wissenschaftskommunikation	TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement") AND (wissenschaftskommunikation OR "science communication" OR "scientific communication"))	5
1. Recherche ohne Wissenschaftskommunikation	TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement"))	1,525
2. Limitiert auf die letzten 5 Jahre (2019-2024)	TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025	1,248
3. Limitiert auf die letzten 5 Jahre und auf Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge, nur Deutsch und Englisch	TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "German")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp"))	772
4. Limitiert auf die letzten 5 Jahre und auf Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge, nur Deutsch und Englisch, exakten Keywords „serious game“ und „serious games“	TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "German")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Serious Games") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Serious Game"))	663

<p>5. Limitiert auf die letzten 5 Jahre und auf Zeitschriftartikel und Konferenzbeiträge, nur Deutsch und Englisch, exakten Keywords „serious game“ und „serious games, und Open Access</p>	<p>TITLE-ABS-KEY ("serious game" AND (wirkung OR wirkungserfassung OR wirkungsmessung OR impact OR "Impact assessment" OR "Impact measurement")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "German")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Serious Games") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Serious Game")) AND (LIMIT-TO (OA , "all"))</p>	<p>318</p>
---	---	------------

Abbildung 2: Selektion der Studien

Schritt 3: Volltextanalyse und Bewertung der Eignung

In der Volltextanalyse werden die 318 ausgewählten Studien weiter evaluiert, um sicherzustellen, dass sie den festgelegten Einschlusskriterien entsprechen. Diese Kriterien umfassen methodische Qualität, Relevanz der Ergebnisse zur Forschungsfrage und die Vollständigkeit der berichteten Daten. Bei der Auswahl der relevanten Studien für die systematische Literaturübersicht zur Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation wurden spezifische Ausschlusskriterien definiert, um die Relevanz und Qualität der eingeschlossenen Studien zu gewährleisten.

Physische Messungen bei medizinischen Games wurden ausgeschlossen, da sich diese Studien auf physische Veränderungen und Messungen wie Blutdruck oder Herzfrequenz konzentrieren, die für die wissenschaftliche Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation nicht relevant sind.

Serious Games als Messung/Bewertung/Analysetool wurden ebenfalls ausgeschlossen. Diese Studien verwenden Serious Games hauptsächlich zur Messung oder Analyse, ohne den eigentlichen Einfluss oder die Wirkung des Spiels auf die Benutzenden zu untersuchen, was für die Fragestellung irrelevant ist. Gamification-Ansätze wurden nicht berücksichtigt, da sie sich mit der Anwendung von spielerischen Elementen in nicht-spielerischen Kontexten beschäftigen und nicht mit vollwertigen Serious Games. Gamification verfolgt andere Zielsetzungen und Wirkungsmechanismen.

Machbarkeitsstudien wurden ausgeschlossen, da sie lediglich die Durchführbarkeit von Serious Games evaluieren und nicht deren tatsächliche Wirkung auf die Nutzenden. Akzeptanz-Studien wurden ebenfalls ausgeschlossen, da sie sich auf die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft von Serious Games konzentrieren, aber keine tatsächliche Wirkungserfassung durchführen und somit für die Fragestellung irrelevant sind. Studien zur Nutzung wurden ausgeschlossen, wenn sie lediglich das Nutzungsverhalten der Spielenden analysieren, aber keine Aussagen zur Wirkung des Spiels auf die Nutzenden machen, da sie für die Wirkungserfassung nicht ausreichend sind. Usability-Tests wurden ebenfalls ausgeschlossen, da diese die Benutzerfreundlichkeit und Handhabung des Spiels bewerten, nicht aber dessen tatsächliche Wirkung.

Reine Bewertungen eines Spiels ohne Wirkungserfassung wurden ausgeschlossen, da diese Studien sich ausschließlich auf subjektive Einschätzungen der Spielqualität oder des Spielerlebnisses fokussieren und keine quantitativen oder qualitativen Daten zur Wirkungserfassung liefern. Untersuchung von Faktoren, die das Lernen mit Serious Games beeinflussen, wurden nicht berücksichtigt, da diese Studien lediglich untersuchen, welche Bedingungen das Lernen mit Serious Games beeinflussen, nicht aber die tatsächlichen Auswirkungen des Spiels.

Designprozesse wurden ebenfalls ausgeschlossen. Untersuchungen, die sich hauptsächlich mit der Entwicklung und dem Design von Serious Games befassen, bieten keine Informationen über die Wirkung der fertigen Spiele. Studien zu den Designoptionen wurden ausgeschlossen, wenn sie sich darauf konzentrieren, welche Designoptionen besser funktionieren, ohne jedoch die Gesamtauswirkung des Spiels auf die Benutzenden zu untersuchen.

Serious Games als Teil mehrerer verwendeter Tools wurden ausgeschlossen, da solche Studien Serious Games nur als Teil eines umfassenderen Interventionsansatzes betrachten, wodurch es schwierig wird, die spezifischen Wirkungen der Serious Games isoliert zu betrachten. Vergleiche von In-Game-Tools wurden ebenfalls ausgeschlossen, wenn sie sich nur auf den Vergleich verschiedener In-Game-Tools konzentrieren, ohne die Auswirkungen des gesamten Spiels zu betrachten.

Studien mit Kontrollgruppen wurden ausgeschlossen, wenn sie ausschließlich Daten von Kontrollgruppen analysieren, ohne die Ergebnisse der eigentlichen Spielgruppe zu präsentieren, da diese für die Bewertung der Wirkung von Serious Games nicht geeignet sind. Beobachtungsstudien wurden ausgeschlossen, wenn sie sich ausschließlich auf Beobachtungen stützen, ohne weitere methodische Ansätze zur Wirkungserfassung zu nutzen, da sie oft unzureichende Daten zur Wirkung von Serious Games liefern.

Diese Ausschlusskriterien wurden festgelegt, um sicherzustellen, dass die eingeschlossenen Studien spezifisch und direkt die Wirkungen von Serious Games auf die Nutzenden untersuchen. Ziel ist es, eine klare und präzise Übersicht über die tatsächlichen Auswirkungen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erhalten. Die genannten Kriterien helfen, Studien zu identifizieren, die relevante Daten zur Wirkungserfassung liefern, und solche auszuschließen, die diese Anforderungen nicht erfüllen. So wird sichergestellt, dass die analysierten Daten verlässliche und umfassende Informationen zur Beantwortung der Forschungsfragen bieten. Letztendlich wurden 126 Studien ausgewählt, die den festgelegten Kriterien entsprachen und somit für die Analyse berücksichtigt wurden.

Schritt 4: Datenextraktion

Im vierten Schritt der systematischen Literaturübersicht zur Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation erfolgt die Datenextraktion und Synthese der identifizierten und ausgewählten Studien. Dieser Schritt ist entscheidend, um die relevanten Informationen aus den Studien systematisch zu sammeln und anschließend zu analysieren.

Zunächst wird die Identifikation relevanter Informationen für jede eingeschlossene Studie durchgeführt. Hierbei werden Studienmerkmale wie Autor:innen, Veröffentlichungsjahr und Titel festgehalten. Außerdem werden die in Kapitel 5 beschriebenen Methodenansätze (qualitativ, quantitativ, Mixed-Methods) und die dazugehörigen speziellen Methoden (z.B. Interviews, Beobachtungen, Vor-/Nachher-Fragebögen, Vor-/Nachher-Tests, Vergleich Kontrollgruppe, Workshops, quantitative Inhaltsanalyse, systematische Literaturrecherche, heuristische Evaluierungen, qualitative Inhaltsanalyse, Fokusgruppen) erfasst. Des Weiteren werden die Studien in die in Kapitel 2.4 erarbeiteten Bereiche des Einsatzes (Medizin, Lehre, Industrie, Wissenschaftskommunikation, Gesellschaft) eingeordnet. Besonders wichtig ist, dass die Daten zu den Wirkungsarten (kurzfristig, langfristig) und in Kapitel 4.4 vorgestellten Wirkungsdimensionen (kognitiv, affektiv, verhaltensbezogen, sozial-motivational) umfassend dokumentiert werden, um die vielfältigen Facetten der Wirkung von Serious Games abzubilden. Diese Kategorisierung erleichtert die Identifikation spezifischer Muster und Trends in der Wirkung von Serious Games.

Um die Daten konsistent und strukturiert zu erfassen, wird ein standardisiertes Datenextraktionsformular verwendet. Dieses Formular ermöglicht eine systematische und einheitliche Erfassung aller relevanten Informationen und erleichtert die anschließende Analyse.

Schritt 5: Synthese der Ergebnisse

In der Synthese der Ergebnisse erfolgt eine narrative Synthese, um die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien zusammenzufassen und in einen Kontext zu setzen. Basierend auf den synthetisierten Ergebnissen werden Schlussfolgerungen über die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation gezogen. Diese umfassen die Identifikation von Best Practices und effektiven Ansätzen zur Wirkungserfassung. Darüber hinaus werden Empfehlungen für zukünftige Forschung formuliert, die auf den identifizierten Forschungslücken und methodischen Herausforderungen basieren. Ziel ist es, die Methodiken zur Wirkungserfassung bei Serious Games weiterzuentwickeln und ihre Anwendung in der Wissenschaftskommunikation zu optimieren. Basierend auf der Synthese der Literatur werden Empfehlungen für die Praxis abgeleitet

Dieses systematische Vorgehen stellt sicher, dass die Literaturübersicht umfassend, transparent und methodisch fundiert ist. Die Auswahl und Anwendung klar definierter Kriterien bei jedem Schritt der Literaturliteraturarbeit gewährleistet die Qualität und Relevanz der erfassten Daten und der daraus abgeleiteten Erkenntnisse.

8 Ergebnisse

8.1 Einordnung nach methodischen Ansätzen der Wirkungserfassung

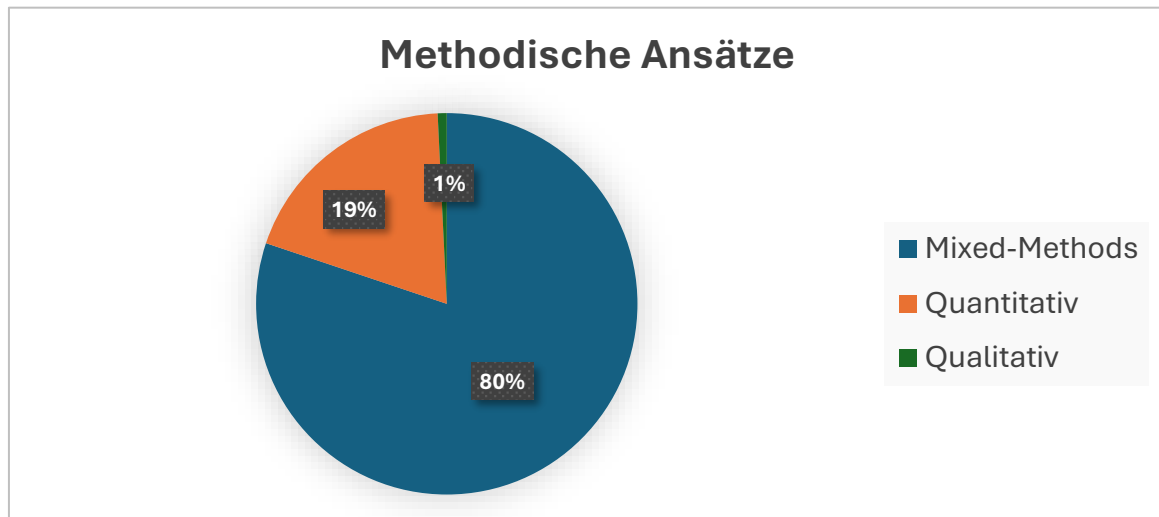


Abbildung 3: Methodische Ansätze

Die Untersuchung der Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zeigt eine deutliche Präferenz für den Einsatz von Mixed-Methods-Ansätzen. Von den 126 ausgewählten Studien nutzten 105 Studien Mixed-Methods, während nur 20 Studien rein quantitative und lediglich eine Studie einen rein qualitativen Ansatz verfolgten (siehe Abbildung 3). Diese Verteilung weist auf die Notwendigkeit hin, sowohl quantitative als auch qualitative Daten zu kombinieren, um ein umfassendes Bild der Wirkung von Serious Games zu erhalten. Der dominierende Einsatz von Mixed-Methods reflektiert den aktuellen Stand der Forschung, bei dem die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden als notwendig erachtet wird, um die vielfältigen Wirkungen von Serious Games abzubilden. Mixed-Methods-Ansätze erlauben es, die Stärken beider Methodiken zu kombinieren: Während quantitative Methoden präzise, messbare Daten liefern, ermöglichen qualitative Methoden tiefere Einblicke in subjektive Erfahrungen und Kontextfaktoren. Beispielsweise kann eine quantitative Analyse von Testergebnissen durch qualitative Interviews ergänzt werden, um zu verstehen, wie und warum bestimmte Lernprozesse oder Verhaltensänderungen auftreten. Diese Methodenvielfalt bietet eine umfassendere Perspektive und ermöglicht es, sowohl die breiten Trends als auch die tiefen Einblicke zu erfassen, was zu fundierteren und robusteren Erkenntnissen führt.

Quantitative Methoden, die in 20 Studien zur Anwendung kamen, konzentrieren sich häufig auf messbare Resultate wie Lernfortschritte, Verhaltensänderungen und andere direkt quantifizierbare Effekte. Diese Methoden umfassen standardisierte Tests, statistische Analysen und Fragebögen, die vor und nach der Anwendung des Serious Games durchgeführt werden, um Veränderungen zu dokumentieren. Die geringere Anzahl rein quantitativer Studien könnte darauf hinweisen, dass allein quantitative Methoden nicht ausreichen, um die komplexen Wirkungen von Serious Games vollständig zu erfassen. Sie liefern zwar wertvolle objektive Daten, können aber die subjektiven und kontextuellen Faktoren, die das Nutzer:innenerlebnis prägen, nur unzureichend abbilden.

Qualitative Methoden, die in nur einer der untersuchten Studien primär verwendet wurden, zielen darauf ab, tiefere Einblicke in die subjektiven Erlebnisse und Perspektiven der Nutzenden zu gewinnen. Diese Methoden beinhalten Interviews, Fokusgruppen und Beobachtungen, die es ermöglichen, detaillierte Beschreibungen der individuellen Erfahrungen und der zugrunde liegenden Motivationen und Emotionen zu erfassen. Die geringe Anzahl rein qualitativer Studien deutet darauf hin, dass qualitative Methoden zwar wichtige Einblicke bieten, aber in Kombination mit quantitativen Daten stärker zur Geltung kommen, um ein ganzheitliches Bild der Wirkung zu vermitteln.

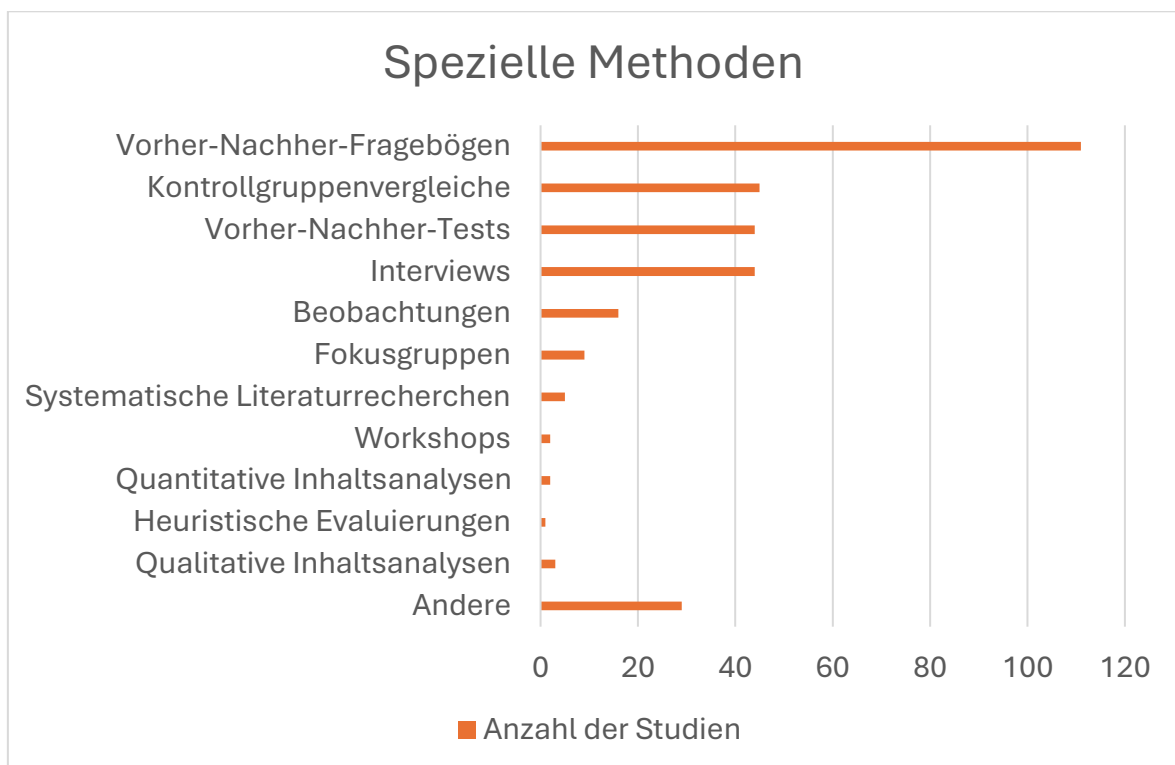


Abbildung 4: Spezielle Methoden

Bei den spezifischen Methoden zur Wirkungserfassung dominierten Vorher-Nachher-Fragebögen, die in 111 Studien eingesetzt wurden (siehe Abbildung 4). Diese Fragebögen

sind eine gängige Methode, um Veränderungen in Wissen, Einstellungen oder Verhalten der Teilnehmenden vor und nach der Nutzung des Serious Games zu messen. Sie bieten eine direkte Möglichkeit, den Impact des Spiels auf die Teilnehmenden zu quantifizieren und ermöglichen es, statistisch signifikante Unterschiede festzustellen. Der häufige Einsatz dieser Methode zeigt, dass sie als zuverlässig und effektiv zur Messung von Veränderungen wahrgenommen wird. Fragebögen sind zudem relativ einfach zu administrieren und auszuwerten, was ihre Popularität in der Forschung erklärt.

Der Vergleich mit Kontrollgruppen wurde in 45 Studien durchgeführt. Diese Methode ist besonders wertvoll, da sie ermöglicht, die Wirkung des Serious Games isoliert zu betrachten, indem eine Gruppe von Teilnehmenden, die das Spiel genutzt hat, mit einer ähnlichen Gruppe verglichen wird, die das Spiel nicht genutzt hat. Diese Vergleichsgruppe dient als Referenz, um festzustellen, welche Veränderungen spezifisch auf das Serious Game zurückzuführen sind. Die hohe Anzahl an Studien, die Kontrollgruppen verwenden, unterstreicht die Bedeutung dieser Methode zur Erhöhung der Validität und Zuverlässigkeit der Forschungsergebnisse.

Vorher-Nachher-Tests wurden in 44 Studien eingesetzt, ähnlich wie die Fragebögen, jedoch mit einem stärkeren Fokus auf objektive Leistungstests. Diese Tests messen spezifische Fähigkeiten oder Wissen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten und erlauben eine direkte Quantifizierung der Lernfortschritte oder Verhaltensänderungen. Diese Methode bietet eine präzise Messung von Veränderungen und ist besonders nützlich zur Bewertung des Wissenserwerbs und der Fähigkeiten Entwicklung durch Serious Games.

Interviews, ebenfalls in 44 Studien genutzt, bieten qualitative Einblicke in die subjektiven Erfahrungen der Nutzenden. Diese Methode ist besonders wertvoll, um die Tiefe und Nuancen der Nutzer:innenerfahrungen zu verstehen und kontextuelle Faktoren zu identifizieren, die quantitative Methoden möglicherweise übersehen. Interviews ermöglichen es, detaillierte narrative Daten zu sammeln, die helfen, die Mechanismen zu verstehen, durch die Serious Games wirken.

Andere spezifische Methoden umfassen Beobachtungen (16 Studien), bei denen das Verhalten der Teilnehmenden direkt beobachtet und dokumentiert wird, um nonverbale Hinweise und Interaktionen zu erfassen, die in standardisierten Tests oder Fragebögen nicht erfasst werden können. Fokusgruppen (9 Studien) ermöglichen eine dynamische Diskussion unter den Teilnehmenden und können kollektive Erfahrungen und Meinungen zu Serious Games hervorbringen. Systematische Literaturrecherchen (5 Studien) und qualitative Inhaltsanalysen (3 Studien) dienen dazu, bestehende Forschung zu konsolidieren und Muster oder Trends in den Daten zu identifizieren. Diese Methoden sind

besonders hilfreich, um die Breite der bisherigen Forschung zu erfassen und Forschungslücken zu identifizieren. Workshops (2 Studien) und quantitative Inhaltsanalysen (2 Studien) wurden ebenfalls verwendet, um praktische Einblicke und detaillierte Daten zu spezifischen Aspekten der Wirkungserfassung zu gewinnen. Workshops bieten interaktive Umgebungen, in denen Teilnehmende aktiv in den Prozess der Wirkungserfassung eingebunden werden können, während quantitative Inhaltsanalysen systematische, numerische Daten zu spezifischen Inhalten liefern. Heuristische Evaluierungen, in einer Studie genutzt, bieten eine strukturierte Methode zur Bewertung von Serious Games basierend auf festgelegten Kriterien und Erfahrungswerten. Diese Methode kann helfen, die Benutzerfreundlichkeit und Effektivität von Serious Games systematisch zu bewerten und Schwachstellen zu identifizieren.

Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen mit den Erkenntnissen aus den bisherigen Studien überein, die ebenfalls eine Vielfalt an Methoden zur Wirkungserfassung aufzeigen. Bellotti et al. (2013) und Backlund und Hendrix (2013) haben bereits die Notwendigkeit einer systematischen Bewertung der Wirkung von Serious Games betont. Unsere Ergebnisse zeigen, dass strukturierte Methoden wie Vorher-Nachher-Fragebögen und Kontrollgruppenvergleiche als zentrale Ansätze zur Wirkungserfassung weit verbreitet sind, was auf eine Weiterentwicklung und Systematisierung der Forschung hinweist.

Die systematische Literaturübersicht von Kara (2021) betonte die Dominanz quantitativer Designs, insbesondere quasi-experimenteller Studien. Unsere Ergebnisse spiegeln diese Tendenz wider, zeigen jedoch auch eine starke Präsenz von Mixed-Methods-Ansätzen, was auf eine Weiterentwicklung der Methodik in der jüngeren Forschung hindeutet. Boyle et al. (2016) wiesen auf die Notwendigkeit spezifischer und standardisierter Messinstrumente hin, ein Punkt, der auch in unseren Ergebnissen durch die häufige Verwendung strukturierter Methoden wie Vorher-Nachher-Fragebögen und Kontrollgruppenvergleiche bekräftigt wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die aktuelle Forschung zur Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation eine klare Präferenz für Mixed-Methods-Ansätze und strukturierte Methoden zeigt. Diese Herangehensweisen ermöglichen es, die vielfältigen und komplexen Wirkungen von Serious Games umfassend zu erfassen und zu bewerten. Die Ergebnisse unserer systematischen Literaturübersicht bestätigen die Erkenntnisse aus früheren Studien und bieten eine konsolidierte Grundlage für die Entwicklung von Best Practices und Empfehlungen für die Praxis. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass eine sorgfältige Kombination verschiedener Methoden notwendig ist, um die umfassenden und komplexen Wirkungen von Serious Games zu erfassen und zu

bewerten. Dies führt zu fundierteren und robusteren Erkenntnissen, die für die Weiterentwicklung der Wissenschaftskommunikation von großer Bedeutung sind.

8.2 Untersuchte Arten und Dimensionen von Wirkung

Die systematische Analyse der Literatur zeigt deutliche Schwerpunkte in den untersuchten Wirkungsdimensionen und -arten bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation. Es wird ersichtlich, dass kognitive und behaviorale Wirkungen besonders häufig untersucht wurden, was die Priorität dieser Dimensionen in der aktuellen Forschung widerspiegelt.

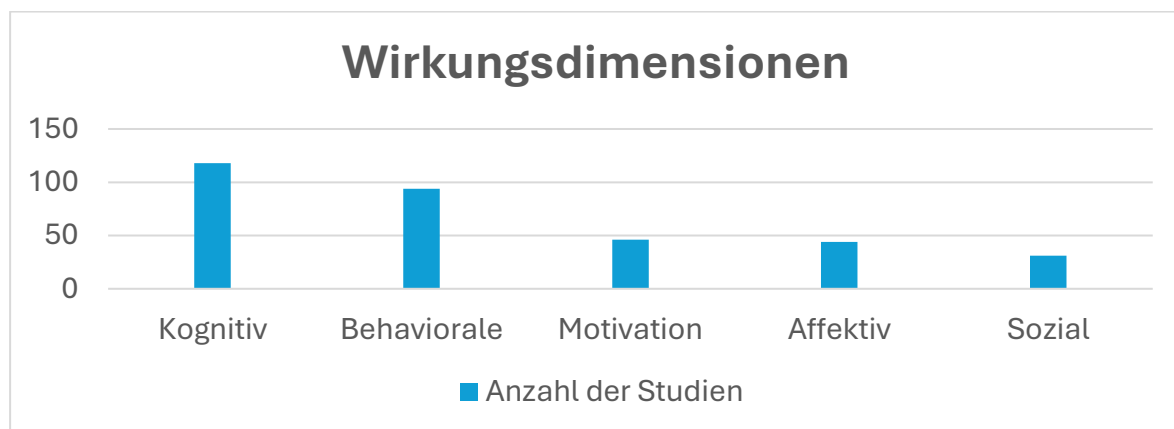


Abbildung 5: Wirkungsdimensionen

Kognitive und behaviorale Wirkungen dominieren die Literatur mit 118 bzw. 94 Nennungen (siehe Abbildung 5). Dies unterstreicht die zentrale Rolle von Serious Games in der Wissensvermittlung und Verhaltensänderung. Die hohe Zahl an Studien, die diese Dimensionen untersuchen, deutet darauf hin, dass Serious Games effektiv eingesetzt werden können, um Wissen zu vermitteln und spezifische Verhaltensweisen zu fördern. Dieser Fokus auf kognitive und behaviorale Wirkungen spiegelt die Hauptziele vieler Serious Games wider: Bildung und Training.

Motivationale Wirkungen (46) kommen häufig vor und unterstreichen die zentrale Rolle der Motivation im Lernprozess. Serious Games erweisen sich als äußerst effektiv darin, die Motivation der Spielenden zu steigern. Diese erhöhte Motivation führt zu einem intensiveren Engagement mit den Lerninhalten, was bessere Lernergebnisse begünstigt. Motivierte Spielende sind eher bereit, sich intensiv mit den Themen auseinanderzusetzen und das Gelernte nachhaltig zu verinnerlichen. Auch affektive Wirkungen (44) spielen eine wichtige Rolle, da sie das emotionale Erleben der Spielenden beeinflussen. Positive Emotionen fördern die Lernbereitschaft und tragen dazu bei, dass Lerninhalte besser aufgenommen und verarbeitet werden. Soziale Wirkungen (31) wurden seltener untersucht, was darauf hinweist, dass dieser Aspekt in der bisherigen Forschung möglicherweise weniger im Fokus

stand. Dennoch sollte man den Einfluss des sozialen Erlebens nicht unterschätzen, da auch zwischenmenschliche Interaktionen das Lernen unterstützen können.

Die überwiegende Mehrheit der untersuchten Wirkungen sind kurzfristige Wirkungen (120). Dies zeigt, dass die meisten Studien darauf abzielen, unmittelbare Effekte von Serious Games zu messen. Diese Ergebnisse sind leichter zu quantifizieren und zu analysieren, was die Präferenz für kurzfristige und direkte Wirkungen erklärt. Gleichzeitig könnte der Fokus auf kurzfristige Wirkungen darauf hinweisen, dass soziale Wirkungen seltener erfasst werden. Soziale Wirkungen sind komplexer und erfordern eine längere Beobachtungszeit, da sie auf Interaktionen zwischen Spielern und deren langfristigen Auswirkungen basieren. Daher wäre es sinnvoll, in zukünftigen Studien verstärkt die langfristigen sozialen Wirkungen zu untersuchen, um ein umfassenderes Verständnis für den Einfluss von Serious Games zu gewinnen.

Langfristige Wirkungen (6) wurden deutlich seltener untersucht. Dies könnte auf die methodischen Herausforderungen hinweisen, die mit der Erfassung langfristiger Veränderungen verbunden sind. Langfristige Wirkungen erfordern längere Beobachtungszeiträume und komplexere Evaluationsdesigns, was ihre Untersuchung aufwendiger und ressourcenintensiver macht. Indirekte Wirkungen, die nicht sofort sichtbar sind, erfordern ebenfalls spezifische und oft aufwändige Methoden zur Identifikation der Kausalitäten und Messung. Das Fehlen dieser Untersuchungen bedeutet, dass wir nur begrenzte Erkenntnisse darüber haben, wie nachhaltig die durch Serious Games induzierten Lern- und Verhaltensänderungen sind und wie sie langfristig im Alltag der Spielenden verankert werden. Dies betrifft insbesondere die langfristigen affektiven Wirkungen und, vor allem, die sozialen Wirkungen, da diese Dimensionen bislang kaum erforscht wurden. Die mangelnde Berücksichtigung dieser Aspekte lässt eine wesentliche Forschungslücke bestehen, die das Verständnis der umfassenden Wirkung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation einschränkt.

Die Präferenz für kognitive und behaviorale Wirkungen zeigt sich besonders in Studien mit quantitativen und Mixed-Methods-Ansätzen. Quantitative Methoden bieten klare, messbare Daten, die sich gut für die Analyse von Wissen und Verhalten eignen. Mixed-Methods-Ansätze kombinieren diese objektiven Daten mit qualitativen Einblicken, um ein umfassenderes Verständnis der Wirkungen zu ermöglichen. Motivationale und affektive Wirkungen werden häufig durch qualitative Methoden erfasst, die einen tiefergehenden Einblick in die subjektiven Erlebnisse und Anreize der Spielenden bieten. Diese Methoden sind besonders geeignet, um die komplexen motivationalen und emotionalen Prozesse zu verstehen, die durch Serious Games angeregt werden. Die seltenere Untersuchung

sozialer Wirkungen könnte auf eine geringere Priorität dieser Dimensionen in der bisherigen Forschung hinweisen oder auf methodische Herausforderungen bei ihrer Erfassung. Qualitative Methoden, wie Interviews und Fokusgruppen, sind hier besonders wertvoll, da sie die emotionalen und zwischenmenschlichen Aspekte der Spielerfahrungen detailliert erfassen können.

Im Vergleich zu den Ergebnissen früherer Studien (Kapitel 6.2) zeigt sich, dass die aktuelle Forschung stärker strukturierte und systematische Methoden zur Wirkungserfassung verwendet. Dies spiegelt die Erkenntnisse von Bellotti et al. (2013) und Backlund und Hendrix (2013) wider, die bereits die Notwendigkeit einer systematischen Bewertung betonten. Die häufige Verwendung von Vorher-Nachher-Fragebögen und Kontrollgruppen in den aktuellen Studien bestätigt diese Tendenz. Kara (2021) und Boyle et al. (2016) wiesen auf die Notwendigkeit spezifischer und standardisierter Messinstrumente hin, was durch die in dieser Arbeit identifizierten Methoden unterstützt wird. Die Dominanz der quantitativen und Mixed-Methods-Ansätze zeigt, dass die Forschung bestrebt ist, robuste und verlässliche Daten zu generieren, um die Wirkung von Serious Games umfassend zu bewerten.

Das Fehlen von Untersuchungen zu langfristigen Wirkungen wird auch in früheren Studien thematisiert. Bellotti et al. (2013) und Backlund und Hendrix (2013) wiesen darauf hin, dass viele Studien sich auf kurzfristige Effekte konzentrieren und es an Langzeitstudien mangelt, die die Nachhaltigkeit und den langfristigen Einfluss von Serious Games untersuchen. Boyle et al. (2016) betonen ebenfalls die Wichtigkeit von experimentellen Designs und Langzeitstudien, um die langfristigen Wirkungen umfassend zu erfassen. Die geringe Anzahl solcher Studien in der aktuellen Analyse zeigt, dass diese Forderungen bisher nicht ausreichend umgesetzt wurden. Diese Forschungslücke bleibt auch in der aktuellen Literatur bestehen und deutet darauf hin, dass es notwendig ist, längerfristige Evaluationsstrategien zu entwickeln, um die dauerhaften Auswirkungen von Serious Games besser zu verstehen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, zukünftige Forschungsprojekte gezielt auf die Erfassung langfristiger Effekte auszurichten, um ein umfassenderes Bild der Wirksamkeit von Serious Games zu erhalten.

Die vorliegenden Ergebnisse machen deutlich, dass Serious Games eine Vielzahl an Wirkungen entfalten können. Die gegenwärtige Forschung legt einen starken Schwerpunkt auf kurzfristige, kognitive und behaviorale Wirkungen, was die aktuellen methodischen Präferenzen und Prioritäten widerspiegelt. Gleichzeitig zeigt die seltenere Betrachtung langfristiger und indirekter Effekte auf bestehende Forschungslücken hin, die in zukünftigen Untersuchungen adressiert werden sollten. Um die umfassenden und komplexen

Wirkungen von Serious Games vollständig zu verstehen und deren Potenzial in der Wissenschaftskommunikation auszuschöpfen, ist die Kombination verschiedener Methoden und die systematische Erfassung unterschiedlicher Wirkungsdimensionen von entscheidender Bedeutung.

8.3 Einordnung nach Bereichen

Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen, dass die Wirkungserfassung von Serious Games je nach Einsatzbereich stark variiert. Insgesamt wurden Serious Games am häufigsten im Bildungsbereich (74) untersucht (siehe Abbildung 6), gefolgt von der Wissenschaftskommunikation (23), dem medizinischen Bereich (22), gesellschaftlichen Kontexten (20), der Industrie (7) und anderen Bereichen (2). Wenn mehrere Bereiche für eine Studie zutreffen, wurde es jeweils in beiden Bereichen einmal gezählt. In diesem Kapitel werden die spezifischen Methodenansätze, Wirkungsdimensionen und besonderen Methoden in diesen Hauptbereichen analysiert und interpretiert. Der Fokus liegt dabei auf den hervorstechenden Aspekten und ihrer Bedeutung für die jeweiligen Anwendungsgebiete. Diese Ergebnisse werden mit den bisherigen Studien und Forschungsergebnissen verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten.

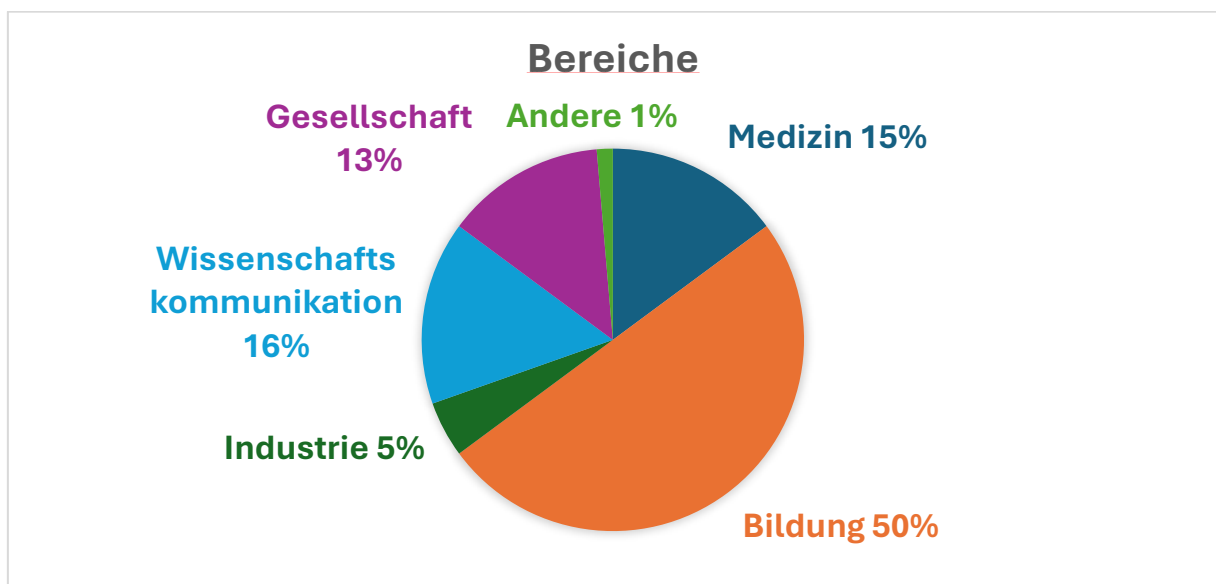


Abbildung 6: Bereiche

Medizin

Im medizinischen Bereich (22) sind gemischte Methodenansätze (12) und quantitative Ansätze (10) weit verbreitet. Hervorzuheben ist die häufige Erfassung kognitiver (16) und behavioraler Wirkungen (15). Dies zeigt, dass Serious Games in der Medizin primär dazu

genutzt werden, Wissen zu vermitteln und Verhaltensänderungen zu fördern. Besonders die häufige Nutzung von Vor-/Nachher-Fragebögen der Intervention (19) und Vor-/Nachher-Tests (5) betont die Notwendigkeit, objektiv messbare Lernfortschritte und Verhaltensänderungen zu erfassen. Diese Methoden entsprechen den Anforderungen in der medizinischen Ausbildung und Patientenaufklärung, wo es wichtig ist, dass die Lerninhalte nicht nur verstanden, sondern auch angewendet werden können.

Im Vergleich zu den bisherigen Studien, wie beispielsweise der systematischen Literaturübersicht von Bellotti et al. (2013), wird deutlich, dass die Effektivität von Serious Games in der Medizin ähnlich gut dokumentiert ist. Auch Bellotti et al. betonen die Notwendigkeit eines systematischen Ansatzes zur Bewertung der Effektivität, was durch die häufige Nutzung von Tests und Fragebögen in der aktuellen Analyse bestätigt wird.

Bildung

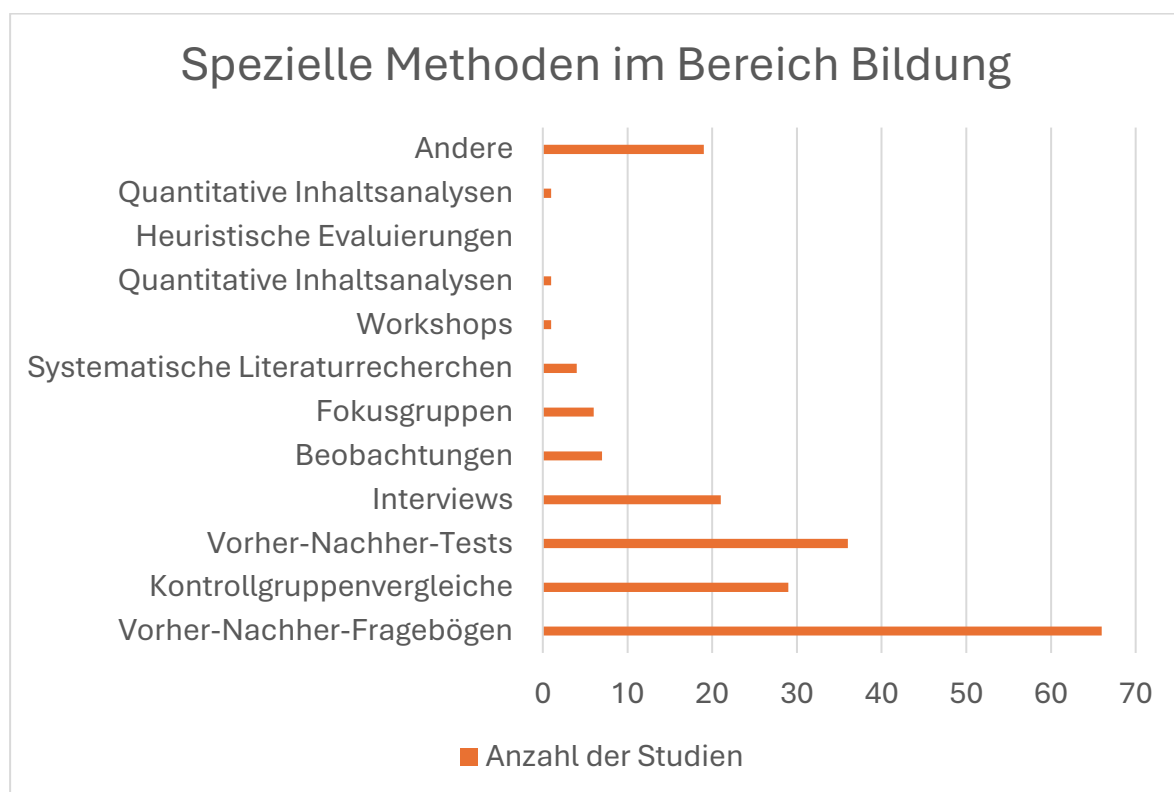


Abbildung 7: Spezielle Methoden im Bereich Bildung

Im Bildungsbereich (74) dominieren gemischte Methodenansätze (66) und quantitative Methoden (8), was die Vielseitigkeit der Untersuchungsmethoden unterstreicht. Besonders auffällig ist die hohe Zahl kognitiver Wirkungen (73) und behavioraler Wirkungen (53), gefolgt von motivationalen Wirkungen (37). Dies reflektiert die Zielsetzung, tiefgehendes Wissen und Problemlösungsfähigkeiten zu vermitteln (siehe Abbildung 7). Die umfangreiche Nutzung von Vor-/Nachher-Fragebögen (66) und Vor-/Nachher-Tests (36)

zeigt den Fokus auf die Messung von Lernergebnissen. Dies unterstreicht die methodische Rigorosität im Bildungsbereich, um die Effektivität von Serious Games nachzuweisen. Die Anwendung von Vergleichskontrollgruppen (29) verdeutlicht zudem den Anspruch, die Ergebnisse durch wissenschaftlich fundierte Methoden zu validieren.

Diese Ergebnisse stimmen mit der Metaanalyse von Backlund und Hendrix (2013) überein, die ebenfalls die positiven Lerneffekte von Serious Games im Bildungskontext hervorheben. Beide Analysen zeigen jedoch auch methodische Grenzen auf, wie die potenzielle Verzerrung der Ergebnisse und das Fehlen von Langzeitstudien.

Industrie

In der Industrie (7) werden überwiegend gemischte Methodenansätze (6) und vereinzelt quantitative Methoden (1) verwendet. Besonders hervorzuheben sind die behavioralen Wirkungen (7), die in allen 7 Studien im Bereich Industrie untersucht wurden und darauf hinweisen, dass Serious Games vor allem zur Verbesserung praktischer Fähigkeiten und Verhaltensänderungen eingesetzt werden. Die häufige Nutzung von Interviews (4) und Beobachtungen (4) zeigt, dass qualitative Methoden zur tiefgehenden Analyse von Verhaltensweisen und Interaktionen bevorzugt werden. Dies spiegelt den Bedarf wider, praxisnahe und situationsbezogene Trainingsmethoden zu entwickeln, die direkt in den Arbeitsalltag integriert werden können.

Verglichen mit den systematischen Übersichten zeigt sich hier eine stärkere Betonung auf die praktischen Anwendungen und Verhaltensänderungen, während in der Literatur oft die methodischen Herausforderungen und die Notwendigkeit systematischer Bewertungsansätze betont werden (Petri & von Wangenheim, 2016).

Wissenschaftskommunikation

Im Bereich der Wissenschaftskommunikation (23) sind Mixed-Methods-Ansätze (22) vorherrschend. Besonders auffällig ist der Fokus auf kognitive Wirkungen (23) und behaviorale Wirkungen (18), was zeigt, dass Serious Games sowohl Wissen vermitteln als auch Verhaltensänderungen anstoßen sollen. Die häufige Anwendung von Interviews (12) und Vor-/Nachher-Fragebögen (22) unterstützt die umfassende Evaluation der kognitiven und affektiven Effekte (siehe Abbildung 8). Dies spiegelt das Ziel wider, wissenschaftliche Inhalte auf verständliche und engagierende Weise zu kommunizieren. Die Betonung auf soziale (10), affektive (12) und motivationale Wirkungen (10) zeigt, dass Serious Games in der Wissenschaftskommunikation, wie im Kapitel 3.1 dargelegt, nicht nur darauf abzielen, das Interesse und Verständnis für wissenschaftliche Themen zu fördern und eine

informierte öffentliche Meinung zu unterstützen. Sie konzentrieren sich auch verstärkt auf Verhaltensänderungen und fördern einen bidirektionalen Wissenstransfer, der die Beteiligung und Partizipation der Öffentlichkeit an Forschungsprojekten und -aktivitäten unterstützt.

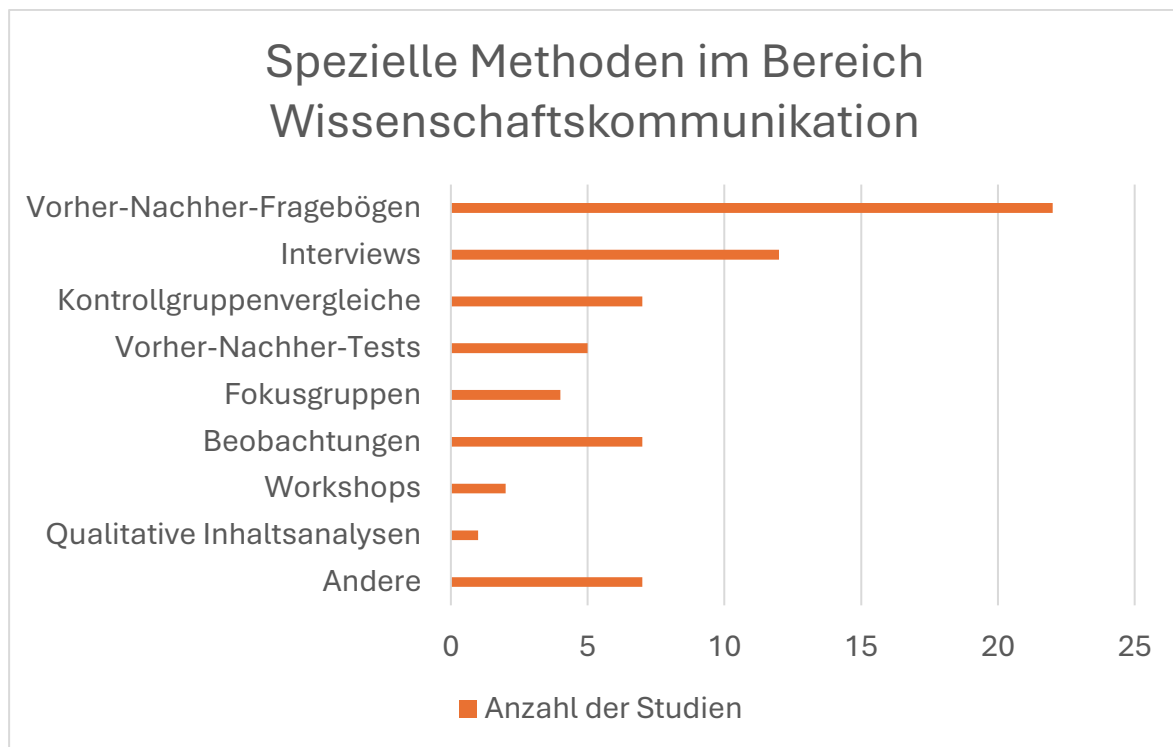


Abbildung 8: Spezielle Methoden im Bereich Wissenschaftskommunikation

Diese Ergebnisse stimmen mit den Erkenntnissen von Boyle et al. (2016) überein, die das Potenzial von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation betonen, aber auch auf methodische Defizite hinweisen. Besonders die Heterogenität der Forschung und der Mangel an standardisierten Messinstrumenten werden als Herausforderungen genannt, die auch in der aktuellen Analyse erkennbar sind.

Wissenschaftskommunikation ist ein komplexer Prozess, der nicht nur die Verbreitung von Fakten, sondern auch das Ziel verfolgt, ein tieferes Verständnis und eine kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Themen zu fördern. Die Anwendung von Serious Games in diesem Bereich nutzt die interaktiven und spielerischen Elemente, um die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit zu gewinnen und wissenschaftliche Konzepte auf eine zugängliche Weise zu präsentieren. Dies wird durch die häufige Nutzung von Interviews und Beobachtungen unterstützt, die tiefere Einblicke in die subjektiven Erfahrungen und Wahrnehmungen der Spielenden ermöglichen. Dadurch können Wissenschaftskommunikatoren besser verstehen, wie wissenschaftliche Inhalte am effektivsten vermittelt werden können.

Gesellschaft

In gesellschaftlichen Kontexten (20) sind gemischte Methodenansätze (18) vorherrschend, gefolgt von qualitativen (1) und quantitativen (1) Ansätzen. Hervorzuheben sind die kognitiven (19) und behavioralen Wirkungen (17). Dies zeigt, dass Serious Games häufig zur Sensibilisierung und Verhaltensänderung in Bezug auf gesellschaftliche Themen eingesetzt werden. Die Anwendung von Vor-/Nachher-Fragebögen (18) und Vergleichskontrollgruppen (9) unterstreicht den Fokus auf messbare Veränderungen in Wissen und Verhalten. Dies spiegelt das Ziel wider, gesellschaftliche Probleme durch spielerische und interaktive Methoden zu adressieren und das Bewusstsein sowie das Verständnis für diese Themen zu fördern.

Im Vergleich zu den bisherigen Studien, wie der von Kara (2021), zeigt sich, dass Serious Games in gesellschaftlichen Kontexten vielseitig eingesetzt werden, wobei die Forschung oft auf quantitative Designs fokussiert ist. Die aktuelle Analyse bestätigt diesen Trend und zeigt die Notwendigkeit für mehr qualitative und gemischte Methoden, um die komplexen Wirkungen besser zu erfassen.

Andere

In anderen Kontexten (2) werden gemischte Methodenansätze (2) verwendet. Hier dominieren kognitive (2) und behaviorale Wirkungen (2), gefolgt von motivationalen Wirkungen (1). Die häufige Nutzung von Interviews (2) und Vor-/Nachher-Fragebögen (2) zeigt den Fokus auf qualitative und quantitative Erhebungsmethoden zur Erfassung von Wissens- und Verhaltensänderungen. Dies spiegelt die Flexibilität und Vielseitigkeit von Serious Games in verschiedenen Anwendungskontexten wider.

Interpretation und Fazit

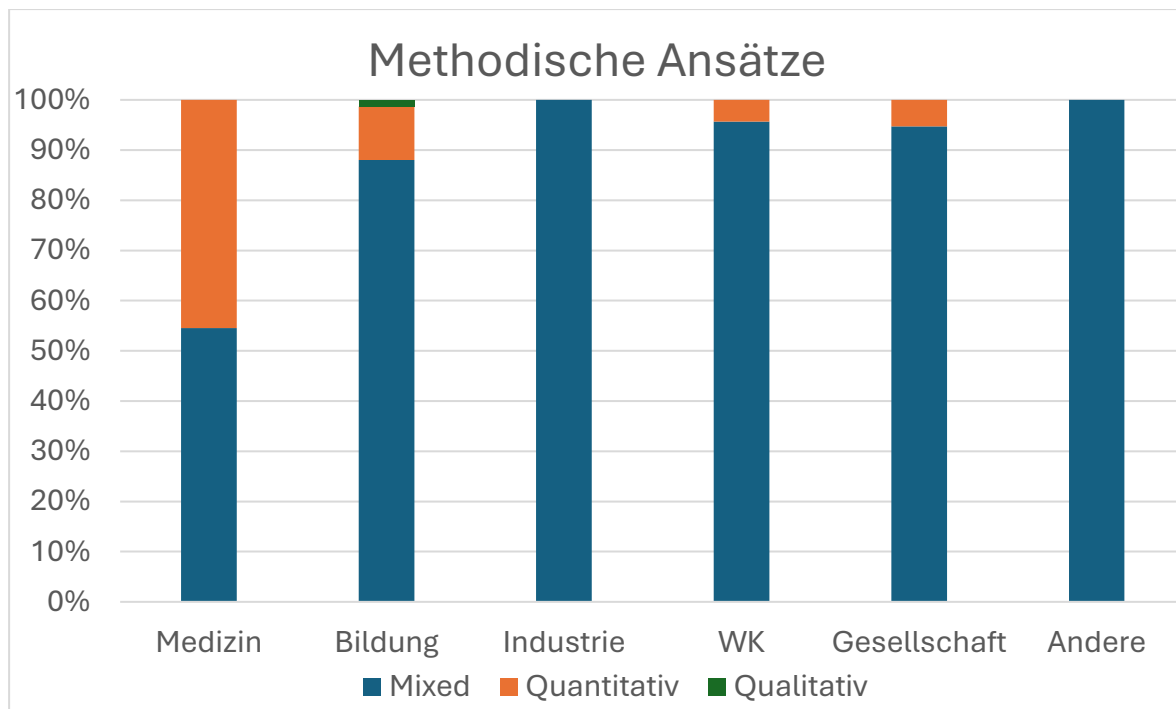


Abbildung 9: Methodische Ansätze

Die Einordnung der Wirkungserfassung von Serious Games nach Bereichen zeigt deutliche Unterschiede in den verwendeten Methodenansätzen (siehe Abbildung 9), Wirkungsdimensionen (siehe Abbildung 10) und Wirkungsarten. Während in der Medizin und im Bildungsbereich gemischte Methodenansätze und objektiv messbare Wirkungen dominieren, liegt der Fokus in der Industrie und Wissenschaftskommunikation auf qualitativen Methoden zur tiefgehenden Analyse von Verhaltens- und Wissensänderungen. Im gesellschaftlichen Bereich sind die Methodenansätze vielfältig, wobei kognitive und behaviorale Wirkungen im Vordergrund stehen.

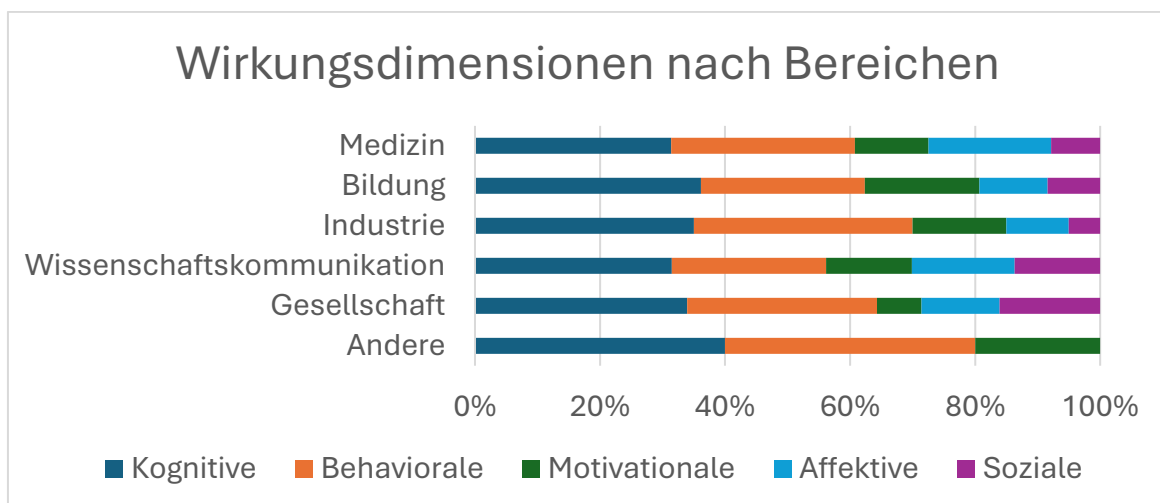


Abbildung 10: Wirkungsdimensionen nach Bereichen

Eine wesentliche Erkenntnis der Analyse ist die Identifikation einer signifikanten Forschungslücke in Bezug auf langfristige Wirkungen von Serious Games. Langfristige Wirkungen wurden nur selten untersucht, was insbesondere in den Bereichen Bildung (6), Medizin (1), Wissenschaftskommunikation (4) und Gesellschaft (3) deutlich wird. Diese geringe Anzahl an Studien, die langfristige Effekte betrachten, zeigt, dass es einen dringenden Bedarf an Langzeitstudien gibt, um die nachhaltigen Effekte von Serious Games umfassend zu verstehen und zu bewerten. Der Fokus auf kurzfristige und direkte Wirkungen in der Mehrheit der Studien legt nahe, dass die aktuellen Forschungsmethoden möglicherweise nicht ausreichen, um die vollen Potenziale und langfristigen Vorteile von Serious Games zu erfassen.

Die Analyse verdeutlicht die Notwendigkeit, Evaluierungsmethoden an die spezifischen Anforderungen und Ziele der jeweiligen Einsatzbereiche anzupassen. Die Ergebnisse bieten eine wertvolle Grundlage für die Entwicklung von Best Practices zur Wirkungserfassung von Serious Games und unterstreichen die Vielseitigkeit und Effektivität dieser innovativen Werkzeuge in verschiedenen Kontexten. Besonders in der Wissenschaftskommunikation können Serious Games als Mittel zur Förderung des öffentlichen Verständnisses und Interesses an wissenschaftlichen Themen eine herausragende Rolle spielen.

9 Detaillierte Vorstellung einzelner Studien

9.1 CZ Investigator

In der Studie „Promoting systems thinking and pro-environmental policy support through serious games“ von Sajjadi et al. (2022) wird untersucht, wie das Serious Game „CZ Investigator“ das Systemdenken und die Unterstützung umweltpolitischer Maßnahmen fördern kann. Das Spiel kann dem in Kapitel 2.4 eingeführten Bereich der Wissenschaftskommunikation zugeordnet werden. Die Studie fokussiert sich auf die Vermittlung von Wissen über die „Critical Zone“ (CZ), einer zentralen Erdschicht, die das Leben auf unserem Planeten ermöglicht und wie menschliche Aktivitäten diese Zone beeinflussen. Insgesamt wurden 152 Teilnehmende berücksichtigt, nachdem verschiedene Ausschlusskriterien angewendet wurden, um die Qualität der Daten zu gewährleisten. Diese Teilnehmenden wurden in zwei Gruppen aufgeteilt: 80 Teilnehmende in der Kontrollgruppe, die eine statische Webseite nutzte, und 72 Teilnehmende in der Experimentalgruppe, die das Serious Game „CZ Investigator“ spielten. Die Studie verwendete einen Mixed-Methods-Ansatz, der sowohl quantitative als auch qualitative Methoden umfasste, um die Wirkung des Spiels umfassend zu erfassen. Dieser Ansatz spiegelt den in dieser Arbeit hervorgehobenen Trend wider, komplexe Wirkungen von Serious Games durch eine Kombination verschiedener methodischer Zugänge zu bewerten.

Zunächst wurden Vorher-Nachher-Tests durchgeführt, bei denen die Teilnehmenden vor und nach der Nutzung des Serious Games hinsichtlich ihres Systemdenkens und ihrer Bereitschaft zur Unterstützung umweltpolitischer Maßnahmen getestet wurden. Dabei kamen standardisierte Fragebögen zum Einsatz, die sowohl das Verständnis der kausalen Zusammenhänge innerhalb des Food-Energy-Water (FEW) Nexus als auch die Bereitschaft zur Unterstützung spezifischer umweltpolitischer Maßnahmen erfassten. Diese Fragebögen spielen in der Studie eine zentrale Rolle, da sie eine direkte Messung der durch das Spiel vermittelten Lerninhalte ermöglichen. Die quantitative Analyse ergab, dass das Serious Game signifikante Verbesserungen im Systemdenken insbesondere bei Teilnehmenden mit geringerer wissenschaftlicher Vorbildung bewirkte. Diese kognitiven Wirkungen beziehen sich direkt auf die Förderung des Systemdenkens der Teilnehmenden. Durch die Interaktion mit dem Serious Game konnten die Spielenden komplexe Zusammenhänge im FEW Nexus besser verstehen und kausale Verbindungen zwischen menschlichen Handlungen und ihren Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft herstellen. Diese kognitiven Prozesse umfassen unter anderem das Verstehen, Erinnern

und Problemlösen, was im Einklang mit den theoretischen Ansätzen dieser Arbeit steht, die die zentrale Bedeutung von kognitiven Wirkungen in der Wissenschaftskommunikation betonen. Darüber hinaus wurde eine erhöhte Bereitschaft zur Unterstützung von Umweltmaßnahmen nachgewiesen. Diese behavioralen Wirkungen verdeutlichen, dass das Serious Game nicht nur Wissen vermittelt, sondern auch Verhaltensänderungen fördert, insbesondere in Bezug auf die Unterstützung umweltpolitischer Maßnahmen. Diese Ergebnisse unterstreichen die Fähigkeit von Serious Games, nicht nur Wissen zu vermitteln, sondern auch Verhalten zu beeinflussen.

Um die Wirkung des Serious Games isoliert betrachten zu können, wurde eine Kontrollgruppe eingesetzt, die eine statische Webseite mit ähnlichen Inhalten wie das Spiel, jedoch ohne interaktive Elemente, nutzte. Der Vergleich mit dieser Kontrollgruppe, der in der Studie als essenziell für die Validierung der Ergebnisse beschrieben wird, zeigte, dass die Spielenden des Serious Games im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant bessere Ergebnisse erzielten, sowohl im Hinblick auf das Systemdenken als auch auf die Bereitschaft zur Unterstützung von Umweltpolitik.

Zusätzlich zu den quantitativen Tests wurden qualitative Methoden angewendet, um die subjektiven Erfahrungen der Teilnehmenden zu erfassen. Die Spielenden reflektierten über ihre Erlebnisse und beschrieben, wie das Spiel ihre Perspektiven und Emotionen beeinflusste. Diese Interviews und qualitativen Reflexionen lieferten tiefere Einblicke in die motivationalen und affektiven Wirkungen des Serious Games. Die motivationale Dimension der Wirkung wurde insbesondere durch die Erhebung der Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung mit umweltpolitischen Themen nach dem Spiel adressiert. Die Teilnehmenden zeigten erhöhte Motivation, was auf die Wirkung des Spiels zurückzuführen ist, die intrinsische und extrinsische Motivation der Spielenden zu steigern. In dieser Literaturübersicht wird diese Dimension ebenfalls als entscheidend für den langfristigen Lernerfolg und die aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Diskursen dargestellt. Die Reflexionen zeigten auch, dass das Spiel besonders starke Emotionen wie Ehrfurcht und Neugier weckte, was als wesentlicher Faktor für die Verstärkung des Systemdenkens identifiziert wurde. Diese affektiven Wirkungen, die Emotionen wie Ehrfurcht und Neugier umfassen, wurden in der Studie als wichtig für das Engagement der Spielenden und ihre Lernbereitschaft beschrieben. Diese emotionalen Erlebnisse dienten als Mediatoren für die kognitiven und verhaltensbezogenen Wirkungen des Spiels.

Der in der Studie verwendete Mixed-Methods-Ansatz, der sowohl quantitative als auch qualitative Methoden kombiniert, ermöglichte eine umfassende Erfassung der Wirkungen des Serious Games. Die Studie zeigte, dass die gemessenen kognitiven, behavioralen,

motivationalen und affektiven Wirkungen des Spiels durch die enge Verknüpfung der verwendeten Methoden besser verstanden und interpretiert werden konnten. Dieser Ansatz reflektiert den in Kapitel 8 beschriebenen Bedarf, vielfältige Methoden zu kombinieren, um ein vollständigeres Bild der Wirkungen von Serious Games zu erhalten.

Die meisten in der Studie gemessenen Wirkungen können als kurzfristige und direkte Wirkungen kategorisiert werden. Diese umfassen unmittelbare Veränderungen im Wissen, Verhalten und emotionalen Zustand der Teilnehmenden, die direkt nach dem Spielen des Serious Games erfasst wurden. Diese Art der Wirkungserfassung erlaubt es, schnell Rückschlüsse auf die Effektivität des Spiels zu ziehen, was den Fokus der aktuellen Forschung widerspiegelt. Langfristige Wirkungen, wie sie in Kapitel 8 als oft vernachlässigte, aber wichtige Dimension beschrieben werden, wurden in der Studie von Sajjadi et al. (2022) nicht untersucht. Die fehlende Betrachtung langfristiger Effekte weist auf eine Forschungslücke hin, die in zukünftigen Studien adressiert werden sollte. Diese langfristigen Wirkungen sind entscheidend, um die nachhaltigen Effekte von Serious Games auf das Wissen und Verhalten der Spielenden zu verstehen und die Integration der vermittelten Inhalte in das Alltagsleben zu fördern.

9.2 Reduce Your Juice

Die Studie „Reward-based or meaningful gaming? A field study on game mechanics and serious games for sustainability“ von Whittaker et al. (2021) untersuchte die Auswirkungen unterschiedlicher Spielmechaniken in dem Serious Game "Reduce Your Juice“ auf das Verhalten im Bereich der Nachhaltigkeit. Der Fokus lag dabei auf der Evaluierung, wie belohnungsbasierte Mechaniken im Vergleich zu bedeutungsvollen Mechaniken das Nachhaltigkeitswissen, die Verhaltensabsichten und die Motivation der Spielenden beeinflussen können. Auch dieses Spiel fällt in den in Kapitel 2.4 erläuterten Bereich der Wissenschaftskommunikation. Diese Forschung bietet daher wichtige Erkenntnisse für die Wissenschaftskommunikation, indem sie aufzeigt, wie spezifische Mechaniken unterschiedliche Wirkungsdimensionen ansprechen können.

"Reduce Your Juice“ wurde entwickelt, um das Bewusstsein und Verhalten im Zusammenhang mit Energieeinsparung zu fördern. Die Studie rekrutierte ihre Teilnehmenden durch eine Convenience-Sampling-Strategie, hauptsächlich über soziale Medien. Insgesamt nahmen 576 Personen an der Voruntersuchung teil, von denen 447 das Spiel tatsächlich starteten. Die finale Stichprobe bestand aus 387 Teilnehmenden, die sowohl an der Vor- als auch an der Nachuntersuchung teilnahmen. Die Stichprobe war

überwiegend weiblich (78,6 %), und der Großteil der Teilnehmenden war zwischen 21 und 29 Jahre alt, was der Zielgruppe der zugehörigen Social-Marketing-Kampagne entsprach

Bei den belohnungsbasierten Mechaniken handelte es sich um Punkte, Abzeichen und Trophäen. Diese Mechaniken wurden eingesetzt, um den Spielenden sofortige Rückmeldungen und Anreize für das Erreichen bestimmter Ziele im Spiel zu geben. Punkte wurden beispielsweise für das erfolgreiche Abschalten von Lichtern vergeben, Abzeichen für das Erreichen bestimmter Meilensteine, wie das Abschalten mehrerer Lichter in kurzer Zeit, und Trophäen für besonders herausragende Leistungen im Spiel.

Auf der anderen Seite beinhalteten die bedeutungsvollen Mechaniken edukative Nachrichten, die den Spielenden während des Spiels vermittelt wurden. Diese Nachrichten sollten den Spielenden helfen, die realen Auswirkungen ihres Verhaltens im Spiel auf die Umwelt besser zu verstehen. Beispielsweise erhielten die Spielenden Hinweise darauf, wie das Abschalten von Lichtern im Alltag dazu beitragen kann, Energie zu sparen und die Umwelt zu schonen.

Der Versuchsaufbau der Studie folgte einem quasi-experimentellen Design mit Vorher-Nachher-Tests, um die Veränderungen in den Wirkungsdimensionen kognitiv, behavioral und motivational zu erfassen. Die Teilnehmenden wurden zufällig einer von zwei Gruppen zugewiesen: Die eine Gruppe spielte eine Version des Spiels mit belohnungsbasierten Mechaniken, die andere erlebte bedeutungsvolle, edukative Inhalte.

Die kognitive Dimension, wurde vor und nach dem Spiel mithilfe standardisierter Fragebögen gemessen, um direkte Veränderungen im Wissen der Teilnehmenden zu erfassen. Die behaviorale Dimension, wurde sowohl durch Selbstauskunft in Fragebögen als auch durch die Analyse des Spielverhaltens erfasst, wobei beispielsweise das symbolische Abschalten von Lichtern im Spiel als Indikator für Energiesparverhalten diente. Die motivationale Dimension wurde durch qualitative Methoden wie offene Fragen und Beobachtungen untersucht, um die intrinsische und extrinsische Motivation der Teilnehmenden besser zu verstehen.

Die Studie ergab, dass belohnungsbasierte Mechaniken das Nachhaltigkeitswissen signifikant erhöhten, während bedeutungsvolle Mechaniken eine stärkere Wirkung auf die Verhaltensabsichten der Teilnehmenden hatten. Dies verdeutlicht die Bedeutung einer gezielten Förderung der kognitiven Dimension bei der Wissensvermittlung durch Serious Games, um langfristige Verhaltensänderungen zu unterstützen. Dabei eignen sich belohnungsbasierte Mechaniken besonders zur Steigerung der extrinsischen Motivation, während bedeutungsvolle Mechaniken die intrinsische Motivation ansprechen. Beide

Mechaniken steigerten die Motivation der Teilnehmenden, jedoch auf unterschiedliche Weise.

Die Studie von Whittaker et al. (2021) verdeutlicht somit, dass eine differenzierte Betrachtung der Wirkungsdimensionen - kognitiv, behavioral und motivational - entscheidend für die Bewertung der Wirksamkeit von Serious Games ist. Diese Erkenntnis ist besonders relevant für die Wissenschaftskommunikation, da sie aufzeigt, wie verschiedene Spielmechaniken gezielt eingesetzt werden können, um unterschiedliche Wirkungen zu erzielen. Für die Praxis bedeutet dies, dass Entwickler und Wissenschaftskommunikatoren bei der Gestaltung von Serious Games genau überlegen sollten, welche Mechaniken für die gewünschten Wirkungen am besten geeignet sind. Während belohnungsbasierte Mechaniken sich gut für die kurzfristige Wissensvermittlung und Verhaltensänderung eignen, sollten bedeutungsvolle Mechaniken bevorzugt werden, wenn es darum geht, langfristige Verhaltensänderungen und die intrinsische Motivation zu fördern.

Abschließend betont die Studie die Notwendigkeit, bei der Wirkungserfassung von Serious Games nicht nur auf unmittelbare Effekte zu achten, sondern auch langfristige und indirekte Wirkungen zu berücksichtigen. Dies entspricht den in Kapitel 8 aufgezeigten Empfehlungen, zukünftige Forschungsprojekte stärker auf die Erfassung langfristiger Effekte auszurichten, um ein umfassendes Bild der Wirksamkeit von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erhalten.

9.3 YoungRes

Die Studie „YoungRes: A Serious Game-Based Intervention to Increase Youngsters Resilience Against Extremist Ideologies“ von Panizo-Lledot et al. (2022) untersucht die Wirksamkeit des Serious Games „YoungRes“, das entwickelt wurde, um die Resilienz von Jugendlichen gegenüber extremistischen Ideologien zu stärken. Die Studie ist in die in Kapitel 2.4 eingeführten Bereiche Wissenschaftskommunikation und Gesellschaft einzuordnen. In der Studie wurden insgesamt 36 Schüler:innen aus zwei verschiedenen Schulen in Spanien als Teilnehmende rekrutiert. Diese Teilnehmendengruppe, die gezielt ausgewählt wurde, um die Wirksamkeit des Spiels zu testen, war altersmäßig homogen, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erleichtert. Dabei handelte es sich um Schüler:innen im Sekundarschulalter, die eine besonders anfällige Altersgruppe für Einflüsse wie Peer Pressure und soziale Medien darstellen, was die Relevanz der untersuchten Themen weiter verstärkt.

Das Spiel „YoungRes“ ist als interaktive dramatische Erzählung konzipiert, in der die Spielenden in die Rolle eines Charakters schlüpfen, der sich mit einem muslimischen Mitschüler auseinandersetzt, der an der Schule gemobbt wird. Die Teilnehmenden durchliefen insgesamt elf einstündige Sitzungen, in denen sie das Spiel spielten und theoretische Einheiten absolvierten, die auf den im Spiel behandelten Themen aufbauten. Ziel der Studie war es, ein traditionelles Programm zur Förderung emotionaler Intelligenz, das Fortius-Programm, in eine spielbasierte Intervention zu überführen und deren Wirksamkeit durch detaillierte Verhaltensmessungen zu evaluieren.

Besonderer Wert wurde daraufgelegt, dass die Teilnehmenden nicht nur repräsentativ für die Zielgruppe des Spiels waren, sondern auch ein breites Spektrum an sozialen und kulturellen Hintergründen abdeckten. Dies war entscheidend, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse der Studie auf eine größere Population junger Menschen übertragbar sind und dass die im Spiel vermittelten Botschaften eine breite Relevanz besitzen.

In der Studie wurde ein Mixed-Methods-Ansatz verwendet, um die verschiedenen Dimensionen der zu erfassen. Wie in Kapitel 5.3 beschrieben, ermöglicht der Mixed-Methods-Ansatz, der sowohl quantitative als auch qualitative Methoden kombiniert, eine umfassende Beurteilung der unmittelbaren und potenziell langfristigen Effekte des Spiels.

Im Rahmen der quantitativen Methoden wurden spezifische Tests und Vorher-Nachher-Befragungen eingesetzt, um die kognitiven und behavioralen Wirkungen des Serious Games zu messen. Zu den kognitiven Wirkungen zählen die Fähigkeit der Schüler:innen, Emotionen korrekt zu identifizieren, sowie ihr Verständnis für interkulturelle Fakten. Diese wurden durch standardisierte Tests vor und nach der Intervention gemessen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Fähigkeit zur Emotionserkennung nach der Intervention leicht abnahm, was darauf hinweist, dass es Herausforderungen bei der Vermittlung dieser Inhalte gab. Die behavioralen Wirkungen, die die Fähigkeit zum aktiven Zuhören und zur Atemkontrolle umfassen, wurden ebenfalls mithilfe standardisierter Tests erfasst. Die signifikante Verbesserung in diesen Bereichen deutet darauf hin, dass das Spiel kurzfristige Verhaltensänderungen bewirken konnte.

Die statistische Analyse dieser Daten erfolgte durch den Wilcoxon-Rangtest, der zur Bewertung von Veränderungen zwischen den Zeitpunkten vor und nach der Intervention geeignet ist. Dieser Ansatz ermöglicht es, konkrete, messbare Verbesserungen in den kognitiven und behavioralen Fähigkeiten der Teilnehmenden zu dokumentieren und kurzfristige Wirkungen des Spiels zu identifizieren.

Ergänzend zu den quantitativen Erhebungen wurden qualitative Methoden eingesetzt, um die affektiven Wirkungen des Spiels zu untersuchen. Diese wurden durch Interviews und offene Fragen erfasst, die den Schüler:innen die Möglichkeit gaben, ihre subjektiven Erfahrungen und emotionalen Reaktionen auf das Spiel zu beschreiben. Affektive Wirkungen wie das Verständnis für interkulturelle Sensibilität und emotionale Kompetenzen wurden durch diese qualitativen Daten erfasst, die tiefere Einblicke in die emotionale und soziale Wirkung des Spiels bieten.

Die qualitative Forschung in der YoungRes-Studie orientierte sich an den in Kapitel 5.2 beschriebenen Methoden zur Erfassung affektiver und sozialer Wirkungen, insbesondere in Bezug auf emotionale Selbstregulation und die Entwicklung sozialer Kompetenzen. Diese Methode ergänzt die quantitativen Befunde und bietet ein umfassenderes Bild der Wirkungen, indem sie die subjektiven Erlebnisse der Teilnehmenden in den Vordergrund stellt.

Der Mixed-Methods-Ansatz ermöglichte es, die verschiedenen Dimensionen der Wirkung umfassend zu erfassen und sowohl die unmittelbaren, kurzfristigen Wirkungen als auch Hinweise auf mittelfristige Effekte zu dokumentieren. Die Kombination von standardisierten Tests, Vorher-Nachher-Befragungen und qualitativen Interviews liefert ein differenziertes Verständnis der kognitiven, behavioralen und affektiven Wirkungen des Spiels. Diese integrative Herangehensweise stellt sicher, dass die Wirkungen des Serious Games sowohl auf einer breiten, quantitativen Ebene als auch durch detaillierte, qualitative Einsichten erfasst werden.

Zusammenfassend zeigt die Studie, dass der Mixed-Methods-Ansatz eine effektive Methode ist, um die komplexen Wirkungen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erfassen. Durch die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden konnte ein vollständiges Bild der kurzfristigen Wirkungen des Spiels gezeichnet werden, das nicht nur die kognitiven und behavioralen, sondern auch die affektiven Dimensionen berücksichtigt. Für eine vollständige Bewertung der nachhaltigen Effekte des Spiels wäre es jedoch wichtig, auch langfristige Wirkungen in zukünftigen Studien zu untersuchen, um die langfristige Integration der vermittelten Inhalte in den Alltag der Schüler:innen zu fördern.

10 Diskussion

10.1 Kritische Betrachtung der Literaturübersicht

Dieses Kapitel befasst sich kritisch mit der Methodik der vorliegenden Arbeit, insbesondere hinsichtlich der Entscheidungen, die den Umfang und die Ausrichtung der Literaturübersicht betreffen. Ein wesentlicher Kritikpunkt ist die Entscheidung, nicht ausschließlich Studien aus dem Bereich der Wissenschaftskommunikation zu berücksichtigen, sondern auch Studien aus angrenzenden Bereichen wie Bildung, Medizin und Gesellschaft einzubeziehen. Diese Entscheidung wurde getroffen, um ein breiteres Spektrum an Erkenntnissen zu gewinnen und potenzielle methodische Ansätze aus anderen Disziplinen zu identifizieren, die auf die Wissenschaftskommunikation übertragbar sein könnten. Allerdings führt diese Wahl zu einer gewissen Heterogenität der Datenbasis, die die Vergleichbarkeit der Studien erschwert und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die spezifischen Anforderungen der Wissenschaftskommunikation einschränken könnte.

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die zeitliche Eingrenzung auf die letzten fünf Jahre. Diese Entscheidung sollte sicherstellen, dass nur die aktuellen und methodisch fortschrittlichsten Studien berücksichtigt werden. Während diese Vorgehensweise dazu beiträgt, ein zeitgemäßes Bild der Forschung zu zeichnen, könnte sie gleichzeitig dazu führen, dass wichtige frühere Studien und theoretische Entwicklungen, die nach wie vor relevant sind, nicht in die Analyse einbezogen wurden. Dies könnte die historische Perspektive einschränken und die Möglichkeit verringern, langfristige Entwicklungen und Trends in der Forschung zur Wirkungserfassung bei Serious Games zu identifizieren.

Darüber hinaus wurde die Literaturrecherche auf wissenschaftliche Artikel und Konferenzbeiträge beschränkt, die in der Datenbank Scopus indiziert sind. Diese Entscheidung hat zur Folge, dass hauptsächlich Peer-Review-Inhalte in die Analyse einfließen. Scopus fokussiert sich auf die Indizierung von qualitativ hochwertigen Inhalten aus anerkannten, peer-reviewed Zeitschriften und hochkarätigen Konferenzen. Daher sind die meisten Zeitschriftenartikel, die über diese Datenbank gefunden wurden, peer-reviewed, selbst wenn sie als Open Access verfügbar sind. Konferenzbeiträge können ebenfalls peer-reviewed sein, allerdings hängt dies von der jeweiligen Konferenz ab. Während viele renommierte Konferenzen ein formales Peer-Review-Verfahren anwenden, ist dies nicht immer der Fall, weshalb ein kleiner Teil der Konferenzbeiträge möglicherweise nicht peer-reviewed ist.

Diese Entscheidung zur Fokussierung auf Peer-Review-Artikel hat die Qualität der einbezogenen Studien zwar gesichert, aber gleichzeitig potenziell wertvolle graue Literatur ausgeschlossen. Graue Literatur, wie Berichte von Forschungsprojekten, Dissertationen oder nicht peer-reviewed Konferenzbeiträge, kann zusätzliche Einsichten und Perspektiven bieten, insbesondere in Bereichen, die noch nicht umfassend erforscht sind oder wo innovative Ansätze entwickelt werden. Die Einschränkung auf Scopus und die Konzentration auf Peer-Review-Quellen könnte daher dazu geführt haben, dass solche ergänzenden Informationen unberücksichtigt blieben.

Die Wahl der Datenbanken und Suchstrategien könnte ebenfalls kritisch betrachtet werden. Die Fokussierung auf eine einzelne Datenbank könnte dazu führen, dass relevante Studien übersehen werden, die in weniger bekannten, aber dennoch wichtigen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Zudem könnte die Festlegung spezifischer Suchbegriffe die Identifikation relevanter Studien eingeschränkt haben, insbesondere wenn diese Begriffe in der Literatur uneinheitlich verwendet werden.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Methodik dieser Literaturübersicht trotz ihrer systematischen Herangehensweise einige Einschränkungen aufweist, die die Generalisierbarkeit der Ergebnisse beeinflussen könnten. Künftige Forschung könnte davon profitieren, wenn eine breitere Palette von Quellen, Zeiträumen und methodischen Ansätzen berücksichtigt wird, um ein noch umfassenderes und differenzierteres Bild der Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu zeichnen.

10.2 Synthese der Literaturergebnisse

Die systematische Literaturübersicht zeigt, dass Serious Games ein zunehmend wichtiges Instrument in der Wissenschaftskommunikation darstellen, insbesondere aufgrund ihrer Fähigkeit, komplexe wissenschaftliche Inhalte auf eine interaktive und ansprechende Weise zu vermitteln. Diese Spiele finden breite Anwendung, da sie in der Lage sind, sowohl kognitive als auch behaviorale Wirkungen zu erzielen. Dabei zielt die Mehrheit der Studien darauf ab, Wissenszuwachs und Verhaltensänderungen zu messen – Effekte, die in der Wissenschaftskommunikation besonders relevant sind. Diese Fokussierung auf kognitive und behaviorale Wirkungen spiegelt sich auch in den verwendeten Methodiken wider.

Die in der Literatur identifizierten Ansätze zur Wirkungserfassung variieren stark, doch es zeigt sich eine deutliche Präferenz für Mixed-Methods-Studien. Quantitative Methoden wie Vorher-Nachher-Tests dominieren die Forschung, da sie präzise, messbare Ergebnisse liefern, insbesondere in Bezug auf kognitive Wirkungen wie Wissenszuwachs. Qualitative

Methoden, darunter Interviews und Fokusgruppen, bieten tiefgehende Einblicke in die subjektiven Spielerfahrungen und die emotionalen Reaktionen, die durch Serious Games ausgelöst werden. Diese Methodenkombination zeigt, dass die Forschenden bestrebt sind, die Stärken beider Ansätze zu nutzen, um die Wirkungen von Serious Games umfassend zu erfassen. Dadurch gelingt es, sowohl messbare Effekte als auch subjektive Spielerfahrungen zu erfassen, was zu einem umfassenderen Verständnis der Wirkungen von Serious Games führt. Diese integrativen Ansätze werden als besonders wertvoll angesehen, da sie die Komplexität der Wirkungsmechanismen abbilden und so differenzierte und robuste Erkenntnisse ermöglichen. Studien, die rein quantitative oder rein qualitative Methoden verwenden, sind in ihrer Aussagekraft eingeschränkter, da sie entweder die Breite oder die Tiefe der Spielwirkungen nicht vollständig erfassen können.

Die Literaturübersicht zeigt, dass kognitive Wirkungen – insbesondere die Verbesserung des Wissens und Verständnisses – im Zentrum vieler Studien stehen. Dies spiegelt die grundlegende Zielsetzung vieler Serious Games wider, die darauf abzielen, wissenschaftliche Inhalte auf eine Weise zu vermitteln, die das Lernen und die Informationsaufnahme fördert. Behaviorale Wirkungen, die sich auf die Förderung bestimmter Verhaltensweisen konzentrieren, sind ebenfalls ein häufiger Forschungsschwerpunkt, was darauf hindeutet, dass Serious Games auch in der Lage sind, längerfristige Verhaltensänderungen zu bewirken.

Motivationale Effekte spielen in der Forschung zu Serious Games eine wichtige Rolle, da sie eng mit dem Engagement und der Lernbereitschaft der Spielenden verknüpft sind. Spiele, die erfolgreich die Motivation der Spielenden steigern, tragen maßgeblich zum Lernerfolg bei, da motivierte Spielende eher dazu bereit sind, sich intensiv mit den vermittelten Inhalten auseinanderzusetzen. Diese motivationale Wirkung ist daher ein zentraler Erfolgsfaktor für Serious Games in der Wissenschaftskommunikation.

Neben diesen motivationalen Effekten zeigt die Forschung jedoch, dass affektive und soziale Wirkungen bisher weniger intensiv untersucht wurden. Affektive Wirkungen beziehen sich auf die emotionalen Reaktionen der Spielenden, wie Freude, Frustration oder Interesse, die durch das Spielen ausgelöst werden können. Soziale Wirkungen umfassen die Interaktionen zwischen den Spielern, die Zusammenarbeit in Teams und die Bildung sozialer Bindungen, die ebenfalls einen wichtigen Einfluss auf den Lernprozess haben können. Diese affektiven und sozialen Dimensionen sind entscheidend, da sie das emotionale und soziale Erleben der Spielenden betreffen, welches einen erheblichen Einfluss auf die Lern- und Kommunikationsprozesse hat.

Eine besondere Herausforderung in der Forschung stellt das Attributionsproblem dar, das es schwierig macht, die Wirkungen eindeutig den Serious Games zuzuschreiben. Oftmals können externe Faktoren, wie das soziale Umfeld oder die spezifischen Bedingungen der Spielnutzung, die Ergebnisse beeinflussen. Diese Unsicherheit führt zu Inkonsistenzen in den Studienergebnissen: Während einige Studien signifikante positive Effekte dokumentieren, berichten andere von geringen oder gar keinen Wirkungen. Dabei ist nicht eindeutig, ob die untersuchten Spiele oder andere Faktoren die Ursache dafür sind. Diese Diskrepanzen machen deutlich, dass die Methodik zur Wirkungserfassung weiter verfeinert werden muss, um verlässliche und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Ein weiteres Problem ist die unzureichende Berücksichtigung langfristiger Wirkungen in der aktuellen Forschung. Viele Studien konzentrieren sich auf unmittelbare Effekte, während die nachhaltigen Auswirkungen von Serious Games auf Wissen, Verhalten und Einstellungen oft vernachlässigt werden. Diese Lücke deutet darauf hin, dass weitere Forschung erforderlich ist, um die langfristige Wirksamkeit von Serious Games zu beurteilen und fundierte Empfehlungen für deren Einsatz in der Wissenschaftskommunikation zu entwickeln.

10.3 Identifikation von Forschungslücken und zukünftigen Forschungsbedarfen

Die systematische Literaturübersicht hat mehrere Forschungslücken identifiziert, die in zukünftigen Studien adressiert werden sollten. Ein zentrales Desiderat besteht darin, dass viele der untersuchten Serious Games aus anderen Kontexten stammen und nicht spezifisch für die Wissenschaftskommunikation entwickelt wurden. Zukünftige Forschung sollte sich stärker auf Spiele konzentrieren, die explizit für die Wissenschaftskommunikation konzipiert wurden, um die spezifischen Wirkmechanismen in diesem Bereich besser zu verstehen und geeignete Wirkungsmodelle zu entwickeln.

Ein weiterer Forschungsbedarf besteht in der differenzierten Betrachtung affektiver und sozialer Wirkungen von Serious Games. Diese Dimensionen sind bisher in der Literatur weniger intensiv untersucht worden, obwohl sie entscheidend für das Verständnis sind, wie Spielende wissenschaftliche Inhalte emotional erleben und in sozialen Kontexten verarbeiten. Zukünftige Studien sollten daher verstärkt auf diese Wirkungen eingehen und entsprechende Messinstrumente entwickeln und validieren.

Die nachhaltigen Wirkungen von Serious Games sind ebenfalls ein Bereich, der bislang zu wenig Beachtung gefunden hat. Langzeitstudien sind notwendig, um zu verstehen, ob und

wie diese Spiele zu dauerhaften Veränderungen beitragen können. Dabei sollte auch die Entwicklung neuer theoretischer Modelle in Betracht gezogen werden, die den spezifischen Anforderungen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation gerecht werden und die Interaktivität und Partizipation der Spielenden stärker berücksichtigen.

Interdisziplinäre Ansätze zur Wirkungserfassung sollten verstärkt entwickelt werden, um die komplexen Phänomene, die Serious Games hervorrufen können, ganzheitlich zu erfassen. Diese Ansätze könnten pädagogische, psychologische, medienwissenschaftliche und technische Perspektiven integrieren und so zu einer umfassenderen und differenzierteren Bewertung der Wirkungen von Serious Games beitragen.

Die theoretischen Modelle, die zur Analyse der Wirkungen herangezogen werden, bieten zwar wertvolle Einsichten, sind jedoch oft nicht ausreichend auf die spezifischen Anforderungen von Serious Games abgestimmt. Modelle, die in der traditionellen Medienwirkungsforschung entwickelt wurden, wie das Stimulus-Response-Modell, greifen zu kurz, wenn es darum geht, die komplexen, interaktiven Wirkungsprozesse von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erklären. Es besteht daher ein Bedarf an der Weiterentwicklung und Anpassung dieser Modelle, um den besonderen Charakter von Serious Games besser zu erfassen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation ein vielversprechendes, aber auch herausforderndes Forschungsfeld ist, das durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung von Methoden und Modellen weiter erschlossen werden muss. Die Berücksichtigung der langfristigen Wirkungen und die Integration der Wirkungserfassung in die Spielentwicklung sind dabei zentrale Elemente, die für eine fundierte und nachhaltige Evaluation dieser innovativen Kommunikationswerkzeuge unerlässlich sind.

10.4 Empfehlungen für die Wirkungserfassung von Serious Games

Basierend auf der kritischen Analyse der Literatur und den identifizierten Herausforderungen lassen sich mehrere Empfehlungen für die Praxis der Wirkungserfassung von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation ableiten. Ein zentraler Aspekt dabei ist, dass die Wirkungserfassung bereits bei der Entwicklung von Serious Games mitgedacht werden sollte.

Integration der Wirkungserfassung in die Spielentwicklung

Die Wirkungserfassung sollte ein integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses von Serious Games sein. Dies bedeutet, dass Entwickler:innen und Wissenschaftskommunikator:innen gemeinsam bereits in der Planungsphase darüber nachdenken sollten, welche Wirkungen das Spiel erzielen soll und wie diese gemessen werden können. Dies könnte durch die frühzeitige Festlegung von spezifischen Lernzielen, Verhaltensänderungen und emotionalen Reaktionen geschehen, die das Spiel auslösen soll. Auf dieser Grundlage können dann geeignete Messinstrumente entwickelt und validiert werden, die im Spiel integriert werden.

Ein konkreter Ansatz könnte darin bestehen, Feedback-Mechanismen direkt in das Spiel zu integrieren, die den Fortschritt der Spielenden kontinuierlich erfassen und Rückmeldungen zu ihrem Lernfortschritt geben. Solche Mechanismen könnten nicht nur das Engagement der Spielenden fördern, sondern auch wertvolle Daten für die Wirkungserfassung liefern. Diese Daten könnten in Echtzeit analysiert werden, um Anpassungen und Optimierungen am Spiel vorzunehmen, die auf den individuellen Fortschritt und die spezifischen Bedürfnisse der Spielenden abgestimmt sind.

Langfristige Wirkungserfassung und Nachhaltigkeit

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Notwendigkeit einer langfristigen Wirkungserfassung. Wie bereits in Kapitel 4.2 ausgeführt, umfasst die Wirkungserfassung nicht nur die unmittelbaren Effekte, sondern auch die langfristigen Auswirkungen einer Intervention. Diese langfristige Perspektive ist besonders relevant für Serious Games, da deren Wirkungen oft erst nach einer gewissen Zeit vollständig sichtbar werden.

Um die nachhaltigen Wirkungen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erfassen, sollten Langzeitstudien durchgeführt werden, die über den Zeitraum der unmittelbaren Nutzung hinausgehen. Solche Studien könnten beispielsweise die Teilnehmenden nach mehreren Monaten oder Jahren erneut befragen, um zu überprüfen, ob und wie sich die durch das Spiel vermittelten Kenntnisse und Einstellungen gefestigt haben und ob es zu dauerhaften Verhaltensänderungen gekommen ist. Hier könnten auch qualitative Methoden wie Tiefeninterviews oder Tagebuchstudien eingesetzt werden, um ein detaillierteres Bild von den langfristigen Wirkungen zu erhalten.

Zudem sollten diese Langzeitstudien interdisziplinär angelegt sein, um die vielfältigen Dimensionen der Wirkungserfassung – kognitive, affektive, behaviorale und soziale – umfassend zu beleuchten. Eine Kombination aus quantitativen Methoden zur Messung von Wissenszuwächsen und Verhaltensänderungen sowie qualitativen Ansätzen zur Erfassung der emotionalen und sozialen Wirkungen könnte hier besonders wertvoll sein.

11 Fazit

In dieser Arbeit wurde die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation untersucht. Aufgrund einer geringen Anzahl an Veröffentlichungen im Bereich Wissenschaftskommunikation wurden auch andere Bereiche mit einbezogen. Die gewonnenen Erkenntnisse können so auch auf die Wirkungserfassung bei Serious Games in der Wissenschaftskommunikation übertragen werden. Ein besonderer Fokus wurde auf die unterschiedlichen Wirkungsdimensionen und -arten gelegt. Die systematische Literaturübersicht ermöglichte eine tiefgehende Analyse der verschiedenen Methoden zur Erfassung von kognitiven, affektiven, motivationalen, behavioralen und sozialen Wirkungen. Zudem wurde zwischen kurzfristigen und langfristigen Wirkungen unterschieden, um ein umfassenderes Verständnis der Wirksamkeit von Serious Games zu erhalten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Forschung zur Wirkungserfassung bei Serious Games stark auf kognitive und behaviorale Wirkungen fokussiert ist. Von den 126 analysierten Studien behandelten 118 kognitive Wirkungen, die das Verständnis und die Verarbeitung wissenschaftlicher Inhalte betreffen. Diese Wirkungen wurden hauptsächlich in kurzfristiger Perspektive, etwa durch den unmittelbaren Wissenszuwachs, und selten auch in langfristiger Hinsicht, wie durch die nachhaltige Wissensspeicherung und -anwendung, untersucht. Ebenso haben 94 Studien behaviorale Wirkungen betrachtet, wobei der Fokus auf der Förderung von Verhaltensänderungen und praktischen Fertigkeiten durch Serious Games lag. Diese Forschung unterstreicht, dass Serious Games in der nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch dazu beitragen können, das Verhalten der Spielenden nachhaltig zu beeinflussen.

Affektive und motivationale Wirkungen wurden in 44 beziehungsweise 46 Studien untersucht und sind von besonderer Bedeutung, wenn es darum geht, das Engagement der Spielenden zu steigern. Affektive Wirkungen, wie positive emotionale Reaktionen, intensivieren die Lernerfahrung und fördern die Motivation, sich längerfristig mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen. Motivation, sowohl intrinsisch als auch extrinsisch, erwies sich als Schlüsselfaktor für den Lernerfolg, da sie die Bereitschaft der Spielenden erhöht, aktiv am Lernprozess teilzunehmen und das Gelernte zu verinnerlichen.

Soziale Wirkungen, die in 37 Studien thematisiert wurden, zeigten, dass Serious Games das Potenzial haben, soziale Interaktionen zu fördern und das Gemeinschaftsgefühl zu stärken. Besonders in kooperativen Spielumgebungen tragen diese Spiele zur Entwicklung

sozialer Kompetenzen bei, indem sie den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen den Spielern unterstützen.

Die Untersuchung der Wirkungsarten ergab, dass die meisten Studien sich auf kurzfristige und direkte Wirkungen konzentrieren. Diese Wirkungen sind leichter zu messen und zu analysieren, da sie unmittelbar nach der Intervention beobachtet werden können. Kurzfristige kognitive und behaviorale Wirkungen wurden in vielen Studien nachgewiesen, was die unmittelbare Effektivität von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation unterstreicht. Diese Wirkungen bieten eine solide Grundlage für die Optimierung von Spielmechaniken und die Weiterentwicklung von Lernstrategien.

Langfristige Wirkungen, die nachhaltige Veränderungen im Wissen, Verhalten oder in den Einstellungen der Spielenden betreffen, wurden deutlich seltener untersucht. Dies ist auf die methodischen Herausforderungen zurückzuführen, die mit der Erfassung langfristiger Effekte verbunden sind, wie etwa längere Beobachtungszeiträume und komplexe Evaluationsdesigns. Die wenigen Studien, die sich mit langfristigen Wirkungen befassen, zeigen jedoch, dass Serious Games das Potenzial haben, dauerhafte Verhaltensänderungen zu bewirken und nachhaltiges Lernen zu fördern. Langfristige behaviorale Wirkungen, wie die kontinuierliche Anwendung von im Spiel erlernten Fähigkeiten, sind besonders wertvoll, um den Erfolg von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu bewerten .

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit, welche Methodiken, Konstrukte und Kategorien der Wirkungserfassung bei Serious Games existieren und welche davon dominieren, konnte klar beantwortet werden. Es zeigte sich, dass quantitative Methoden, wie standardisierte Tests und Fragebögen, in der Forschung dominieren, insbesondere zur Messung kognitiver und behavioraler Effekte. Qualitative Ansätze, wie Interviews und Fokusgruppen, werden eingesetzt, um affektive und motivationale Wirkungen zu erfassen und bieten tiefere Einblicke in die subjektiven Erfahrungen der Spielenden. Mixed-Methods-Ansätze, die beide Methodiken kombinieren, erwiesen sich als besonders geeignet, um die vielfältigen Wirkungen von Serious Games umfassend zu erfassen und ein vollständigeres Bild der Wirksamkeit zu erhalten.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wird empfohlen, den Einsatz von Mixed-Methods-Ansätzen zu verstärken, um die unterschiedlichen Wirkungsdimensionen umfassender abzubilden und ein vollständiges Bild der Wirksamkeit von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation zu erhalten. Es ist notwendig, zukünftige Forschungen vermehrt auf langfristige Wirkungen zu fokussieren, um die Nachhaltigkeit von Verhaltensänderungen und Wissensspeicherung besser zu verstehen. Dabei wird

unterstrichen, dass die Wirkungserfassung bereits in der Entwicklungsphase systematisch integriert werden sollte. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Entwickler:innen und Wissenschaftskommunikator:innen, um spezifische Lernziele, Verhaltensänderungen und emotionale Reaktionen frühzeitig zu definieren und geeignete Methoden zur Messung dieser Wirkungen festzulegen. Die Empfehlung, Feedback-Mechanismen direkt ins Spiel zu integrieren, ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung basierend auf den erfassten Daten. Eine tiefere Untersuchung der affektiven, motivationalen und sozialen Wirkungen könnte ebenfalls dazu beitragen, das Potenzial von Serious Games vollständig zu erschließen. Zudem wird betont, dass langfristige, interdisziplinäre Studien unerlässlich sind, um die nachhaltigen Wirkungen umfassend zu analysieren. Diese Ansätze unterstreichen die Notwendigkeit, die Wirkungserfassung gezielt und umfassend in die Entwicklung und Evaluierung von Serious Games zu integrieren, um deren volles Potenzial auszuschöpfen.

Im Vergleich zum aktuellen Forschungsstand wird deutlich, dass Serious Games zunehmend als effektives Mittel der Wissenschaftskommunikation anerkannt werden. Diese Arbeit trägt zur Erweiterung des Forschungsfeldes bei, indem sie eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Wirkungsdimensionen und der methodischen Herausforderungen bietet. Besonders die Betonung auf affektive, motivationale und soziale Wirkungen zeigt, dass diese Dimensionen in der bisherigen Forschung oft vernachlässigt wurden und eine stärkere Beachtung verdienen. Die Arbeit knüpft an bestehende Studien an, erweitert jedoch deren Perspektive durch die systematische Einbeziehung langfristiger Effekte und der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Wirkungsarten.

Zukünftige Forschung sollte verstärkt auf die langfristige Wirkung von Serious Games fokussieren, insbesondere auf die Nachhaltigkeit von Lern- und Verhaltensänderungen. Es wäre wünschenswert, die Forschung auf interdisziplinäre Ansätze auszudehnen, die psychologische, pädagogische und technologische Aspekte integrieren, um ein ganzheitliches Verständnis der Wirkungen zu entwickeln. Zudem sollten qualitative Methoden weiter vertieft und mit quantitativen Ansätzen systematisch kombiniert werden, um die vielfältigen Dimensionen der Spielerfahrungen und deren Auswirkungen auf das wissenschaftliche Verständnis umfassend zu erfassen. Besonders vielversprechend ist die Entwicklung neuer methodischer Ansätze, die es ermöglichen, die motivationalen und sozialen Effekte von Serious Games präziser zu messen und zu analysieren. Langzeitstudien, die die dauerhaften Auswirkungen dieser Spiele untersuchen, könnten wertvolle Erkenntnisse über die langfristige Wirksamkeit und den nachhaltigen Nutzen von Serious Games in der Wissenschaftskommunikation liefern.

Insgesamt zeigt diese Masterarbeit, dass Serious Games ein großes Potenzial in der Wissenschaftskommunikation besitzen, das durch präzise und umfassende Wirkungserfassung weiter optimiert werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten eine solide Basis für zukünftige Untersuchungen und praktische Anwendungen in der Entwicklung und Bewertung von Serious Games. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Methoden zur Wirkungserfassung können diese Spiele zukünftig noch effektiver zur Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte und zur Förderung von Bildung und gesellschaftlichem Engagement eingesetzt werden.

Literatur:

Abt, C. C. (1970). *Serious games*. Viking Press.

Asplund, T. (2020). Credibility aspects of research-based gaming in science communication — the case of The Maladaptation Game. *JCOM* 19(01), A01.

Baaden, M., Delalande, O., Ferey, N., Pasquali, S., Waldispühl, J., & Taly, A. (2018). Ten simple rules to create a serious game, illustrated with examples from structural biology. *PLOS Computational Biology*, 14(3)

Ball, R. (2020). *Wissenschaftskommunikation im Wandel*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. korrigierte Publikation.

Bauernschmidt, S. (2018). Öffentliche Wissenschaft, Wissenschaftskommunikation & Co. Zur Kartierung zentraler Begriffe in der Wissenschaftskommunikationswissenschaft. Öffentliche Gesellschaftswissenschaften: Grundlagen, Anwendungsfelder und neue Perspektiven, 21-42.

Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: An overview. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2013(1), 136864.

Bonfadelli, H., & Friemel, T. N. (2017). *Medienwirkungsforschung* (Vol. 3451). utb.

Bopp, M. (2009). *Serious Games: Ein Literaturbericht*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Bredemeier, M. E., & Greenblat, C. S. (1981). The educational effectiveness of simulation games: A synthesis of findings. *Simulation & Games*, 12(3), 307-332.

Breuer, J., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7-24.

Bruine de Bruin, W., & Bostrom, A. (2013). Assessing what to address in science communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (supplement_3), 14062-14068.

Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

Boeger, A., & Lüdmann, M. (2023). Allgemeine Psychologie (Kognition, Emotion, Motivation). In *Psychologie für die Gesundheitswissenschaften* (pp. 55-128). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Burak, A., Keylor, E., & Sweeney, T. (2005). PeaceMaker: A video game to teach peace. In *Intelligent Technologies for Interactive Entertainment: First International Conference, INTETAIN 2005, Madonna di Campiglio, Italy, November 30–December 2, 2005. Proceedings 1* (pp. 307-310). Springer Berlin Heidelberg.

Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stockmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public understanding of science*, 12(2), 183-202.

Bührer, S.; Feidenheimer, A.; Frietsch, R.; Karaulova, M.; Lindner, R.; Schubert, T. (2023): Report on the Impact of Science - Current challenges, concepts, and state of the art in impact assessment. Berlin/Karlsruhe: BMBF/Fraunhofer ISI.

Cheng, M.-T., Chen, J.-H., Chu, S.-J., & Chen, S.-Y. (2015). The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. *Journal of Computer Education*, 2(3), 353-375.

Chin, J., Dukes, R., & Gamson, W. (2009). Assessment in simulation and gaming: A review of the last 40 years. *Simulation & Gaming*, 40(4), 553-568.

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, 59(2), 661-686.

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2. Aufl.). Sage.

Curtis, V. (2015). *Online citizen science projects: an exploration of motivation, contribution and participation*. Open University (United Kingdom).

Daldrup, V., Madina, I., Pomp, C., Schmidt, S., & Stadermann, J. (2022). Whitepaper WTT Impact Canvas: Entwicklung und Pilotierung eines Canvas zur Darstellung der Wirkung von Transfermaßnahmen. Technische Hochschule Wildau; Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.

- De Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education*, 46(3), 249-264.
- De Freitas, S., & Liarakapis, F. (2012). Serious Games: A New Paradigm for Education? In *Proceedings of the Serious Games Institute* (pp. 1-15). Coventry University.
- Dondi, C., & Moretti, M. (2007). A methodological proposal for learning games selection and quality assessment. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 502-512.
- Döring, N., & Bortz, J. (2023). *Forschungsmethoden und evaluation* (6. Aufl.). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Einsiedel, E. (2007). Of publics and science. *Public Understanding of Science*, 16(1), 5-6.
- Federoff, M. A. (2002). Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games.
- Fischhoff, B. (2013). The sciences of science communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(supplement_3), 14033-14039.
- Gibbons, M., Limoges, C., Scott, P., Schwartzman, S., & Nowotny, H. (1994). The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies.
- Gibbons, M. (1999). Science's new social contract with society. *Nature*, 402 (Suppl 6761), C81-C84.
- Hancock, B., Ockleford, E., & Windridge, K. (2009). *Einführung in die qualitative Forschung*. The NIHR RDS für East Midlands / Yorkshire & the Humber.
- Jäckel, M. (2011). *Medienwirkungen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kara, N. (2021). A Systematic Review of the Use of Serious Games in Science Education. *Contemporary Educational Technology*, 13(2), ep295.
- Kim, J. S., Greene, M. J., Zlateski, A., Lee, K., Richardson, M., Turaga, S. C., ... & EyeWriters. (2014). Space-time wiring specificity supports direction selectivity in the retina. *Nature*, 509(7500), 331-336.
- Könneker, C. (2017). Wissenschaftskommunikation in vernetzten Öffentlichkeiten. In *Forschungsfeld Wissenschaftskommunikation*, 453-476.

Laamarti, F., Eid, M., & El Saddik, A. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*.

Livingston, S., Fennessey, G., Coleman, J., Edwards, K., & Kidder, S. (1973). The Hopkins games program: final report on seven years of research. *Baltimore, Md.: The Johns Hopkins University*.

Lüthje, C. (2017). Interne informelle Wissenschaftskommunikation. *Forschungsfeld Wissenschaftskommunikation*, 109-124.

Mayer, I., Bekebrede, G., Harteveld, C., Warmelink, H., Zhou, Q., van Ruijven, T., Lo, J., Kortmann, R., & Wenzler, I. (2013). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 502-527.

Mettler, T., & Pinto, R. (2015). Serious games as a means for scientific knowledge transfer—A case from engineering management education. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(2), 256-264.

Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Thompson Course Technology.

Mohamed, H., & Jaafar, A. (2010, June). Challenges in the evaluation of educational computer games. In *2010 International Symposium on Information Technology* (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2011). Bevorzugte report items für systematische übersichten und meta-analysen: das PRISMA-statement. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136(08), e9-e15.

Nielsen, J., & Molich, R. (1990, March). Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256).

Ninaus, M., Greitemeyer, T., & Weiss, E. M. (2022). Potenziale von Videospiele (Serious Games) für gesundheitliche und psychotherapeutische Maßnahmen. In *Digitale Lernwelten—Serious Games und Gamification: Didaktik, Anwendungen und Erfahrungen in der Beruflichen Bildung* (pp. 249-267). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.

Panizo-Lledot, Á., Torregrosa, J., Menéndez-Ferreira, R., López-Fernández, D., Alarcón, P. P., & Camacho, D. (2022). Youngres: A serious game-based intervention to increase youngsters resilience against extremist ideologies. *IEEE Access*, 10, 28564-28578.

Pierfy, D. A. (1977). Comparative simulation game research: Stumbling blocks and steppingstones. *Simulation & Games*, 8(2), 255-268.

Ratan, R., & Ritterfeld, U. (2009). Classifying Serious Games. In U. Ritterfeld, M. Cody, & P. Vorderer (Eds.), *Serious Games: Mechanisms and Effects* (S. 19-24). Routledge.

Raup, J. (2017). Strategische Wissenschaftskommunikation. In H. Bonfadelli et al. (Hrsg.), *Forschungsfeld Wissenschaftskommunikation* (S. 143-150). Springer Fachmedien Wiesbaden.

Sajjadi, P., Bagher, M. M., Myrick, J. G., Guerriero, J. G., White, T. S., Klippel, A., & Swim, J. K. (2022). Promoting systems thinking and pro-environmental policy support through serious games. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 957204.

Sawyer, B. (2003). *Serious Games: Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation*. Woodrow Wilson International Center for Scholars.

Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(5113–5142).

Stapleton, A. J. (2004). Serious games: Serious opportunities. In *Australian Game Developers' Conference, Academic Summit, Melbourne*.

Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.

Trench, B. (2008). Internet: Turning science communication inside-out?. *Handbook of public communication of science and technology*, 199-212.

Wang, Y., Liu, X., Lin, X., & Xiang, G. (2011). An evaluation framework for game-based learning. In *Dibentang di The 15th Global Chinese Conference on Computers in Education. Pada* (Vol. 29).

Whittaker, L., Russell-Bennett, R., & Mulcahy, R. (2021). Reward-based or meaningful gaming? A field study on game mechanics and serious games for sustainability. *Psychology & Marketing*, 38(6), 981-1000.

Wilkinson, P. (2024). *A Brief History of Serious Games*. The Centre for Excellence in Media Practice, Bournemouth University.

Wilsdon, J., & Willis, R. (2004). *See-through science: Why public engagement needs to move upstream*. Demos.

Wisskomm, F. (2021). Handlungsperspektiven für die Wissenschaftskommunikation.

W.K. Kellogg Foundation. (1998). *Evaluation handbook*. W.K. Kellogg Foundation.

Wynne, B. (1991). Knowledges in context. *Science, technology, & human values*, 16(1), 111-121.

Ziman, J. (1991). Public understanding of science. *Science, Technology, & Human Values*, 16(1), 99-105.

Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.