

Einfluss von Eigenschaften der Innovation auf den Transfer in die Schulpraxis

Nils Haverkamp*, Alexander Pusch*, Stefan Heusler*

*Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster
Nils.Haverkamp@uni-muenster.de

Kurzfassung

Während einige wenige Innovationen aus der didaktischen Forschung und Entwicklung, großflächig und regelmäßig in der Schulpraxis eingesetzt werden, gestaltet sich die Implementation vieler anderer Innovationen in der Schulpraxis schwerer.

In diesem Beitrag wird ein theoriebasierter Überblick darüber gegeben, wieso Implementation in unserem Bildungssystem häufig schwerfällt. Dazu werden sowohl allgemeine als auch schulspezifische Modellierungen von Implementation vorgestellt, diskutiert und auf Forschungsergebnisse aus der Schultransferforschung bezogen. Unter anderem wird dabei darauf eingegangen, welchen Einfluss die Wahrnehmung der Innovation auf den Transferprozess hat, welche Entscheidungsschritte Lehrkräfte bei der Implementation von Innovationen typischerweise durchlaufen und mit welchen Anforderungen sie sich konfrontiert sehen.

Auf Basis dieser theoretischen Modellierungen wird anschließend ein Vorschlag gemacht, wie vorgegangen werden kann, um Implementationsunterstützung für Lehrkräfte anzubieten. Zuletzt wird diese Strategie auf die Implementation der Low-Cost Experimente zur Wellenoptik, die im Rahmen des O3Q-Projektes entwickelt wurden, übertragen.

1. Einleitung: Die Low-Cost Experimente zur Wellenoptik aus dem O3Q-Projekt

Im Rahmen des Projektes Open3 Quantum (O3Q) wurde seit 2020 ein Low-Cost-Experimentierset zur Wellenoptik entwickelt (Haverkamp et al., 2023; Haverkamp et al., 2022). Mit diesem Experimentierset können u.a. verschiedene Interferometer aufgebaut werden und schultypische Experimente mit Gittern, Spalten und auch zum Thema Polarisierung durchgeführt werden. Das Experimentierset basiert auf einem 3D-gedruckten modularen System (ebd.). Die Dateien und ausführlichen Bauanleitungen stehen unter [O3Q.de](https://o3q.de) kostenlos zur Verfügung, sodass das Experimentierset günstig mit einem 3D-Drucker und gut zu verfügbaren Komponenten selbst nachgebaut werden kann.

Neben der Entwicklung des Experimentiersets ist ein weiteres Ziel des Projektes, dass die Experimente in Schulen eingesetzt werden können. Dazu wurde das Material bereits auf verschiedenen Fortbildungen und Tagungen vorgestellt. Das Experimentierset wird aktuell auch bereits von Lehrkräften im Unterricht eingesetzt.

Um Lehrkräfte bei der Implementation der Experimente im Unterricht bestmöglich zu unterstützen, soll der prinzipielle Implementationsprozess genauer untersucht werden. Dazu wird nachfolgend beschrieben, wie sich die Implementation in der Schule theoriebasiert modellieren lässt.

2. Was macht den Implementationsprozess in der Schule so besonders?

Implementationsforschung und verwandte Forschungszweige haben eine lange Tradition in unterschiedlichen Kontexten. Bereits in den 1960 Jahren fasst Rogers in seiner Theorie „Diffusion of Innovations“ viele Ergebnisse zu einer allgemeinen Beschreibung zusammen. Auch wenn diese Theorie nicht spezifisch für Implementationsprozesse in der Schule ist, bildet sie eine wichtige und allgemeine Grundlage für die Beforschung von Implementation.

Ein Teil dieser Beschreibung ist eine Modellierung davon, welcher Anteil der möglichen NutzerInnen die Innovation im Verlauf der Verbreitung auch wirklich nutzen. Dieser typische Verlauf ist auf Abbildung 1 dargestellt.

Die Modellierung von Rogers legt nahe, dass sich Innovationen dann erfolgreich verbreiten, wenn sie die „Take-Off“-Phase erreicht haben.

Demgegenüber stehen Ergebnisse der Schultransferforschung, die erfolgreiche Implementation im schulischen Kontext als äußerst schwierig und selten einordnen (z.B. Coburn & Talbert, 2006; Sumfleth, 2017; Schrader & Hasselhorn, 2020). Besonders eine nachhaltige Implementation über die Laufzeit einer direkten Betreuung beispielsweise im Rahmen eines Forschungsprojektes hinaus konnte im Schulkontext nur selten dokumentiert werden (Fishman et al., 2013). Ohne Zweifel ist eins der seltenen positiven Beispiele der letzten Jahre die Verbreitung der App Phyphox.

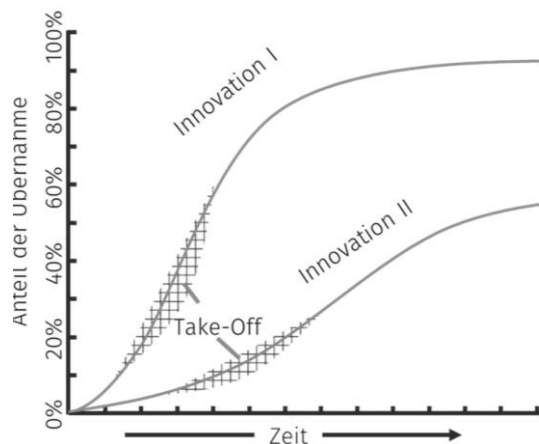


Abb. 1: Typische Übernahmerate von erfolgreichen Innovationen. Eigene Abbildung in Anlehnung an Rogers (2003, S. 170).

Dies scheint zunächst ein Widerspruch zur Modellierung der Verbreitung nach Rogers zu sein, diese lässt sich aber leicht auflösen, wenn man berücksichtigt, dass Rogers Modellierung sich nur auf erfolgreiche Innovationen bezieht und anfängliche, erste Nutzung von Innovationen noch keine erfolgreiche Verbreitung impliziert.

Um zu verstehen, wieso Implementation im Schulkontext häufig nicht erfolgreich ist, wird in den folgenden Kapiteln genauer darauf eingegangen, wie der Implementationsprozess für potenzielle NutzerInnen im Allgemeinen und spezifisch für Lehrkräfte aussieht. Damit soll auch die Frage beantwortet werden, wieso in der Schule scheinbar eine besonders enge und lange Betreuung erforderlich ist, um eine erfolgreiche Implementation zu ermöglichen. Außerdem sollen die vorgestellten Modellierungen als Grundlage dienen, um genauer zu beforschen, wie Lehrkräfte bestmöglich bei der Implementation der Low-Cost Experimente aus dem O3Q-Projekt unterstützt werden können.

3. Der individuelle Entscheidungsprozess nach Rogers

Ein weiterer Teil von Rogers (2003) Theoriekonstrukt aus den 60er Jahren ist eine Modellierung des

individuellen Entscheidungsprozesses den potenzielle NutzerInnen vor der Übernahme oder Ablehnung einer Innovation durchlaufen. Wie auch die Modellierung aus Abbildung 1 hat diese Modellierung den Anspruch, möglichst allgemeingültig zu sein. Sie ist also nicht schulspezifisch.

Den Entscheidungsprozess unterteilt Rogers in fünf Stadien, die auf Abbildung 2 dargestellt sind und nachfolgend zusammengefasst werden (2003, S. 168–192):

3.1. Wissen

Im ersten Stadium „Wissen“ kommen potenzielle NutzerInnen zum ersten Mal mit der Innovation in Kontakt. Dies kann entweder aktiv aufgrund eigener Informationensuche oder passiv z.B. im Austausch mit Peers passieren. Wie wahrscheinlich eine Exposition mit der Innovation ist, hängt typischerweise von den Charakteristika der potenziellen NutzerInnen an. Diese schließen das Kommunikationsverhalten und die Art des sozialen Systems ein, in dem agiert wird.

3.2. Überzeugung

Im zweiten Schritt des Entscheidungsprozesses, der „Überzeugung“, bilden sich potenzielle NutzerInnen auf Basis des Wissens aus dem vorherigen Schritt eine Meinung zur Innovation. Für diese Meinung ist ausschlaggebend, wie potenzielle NutzerInnen die Innovation in Bezug auf bestimmte Eigenschaften wahrnehmen. Hier wurden von Rogers fünf Eigenschaften identifiziert, deren Wahrnehmung als besonders relevant gilt.

3.2.1. Relativer Vorteil

Der relative Vorteil beschreibt, wie sehr die Innovation eine Verbesserung gegenüber der aktuell genutzten Alternative darstellt. Damit ist der Vorteil sehr stark von den aktuellen Möglichkeiten des meinungsbildenden Individuums abhängig. Ein großer relativer Vorteil macht eine positive Meinung von der Innovation wahrscheinlicher.

3.2.2. Kompatibilität

Die Kompatibilität beschreibt, wie gut sich eine Innovation in den aktuellen Arbeitsablauf integrieren lässt, beziehungsweise, wie sehr der aktuelle

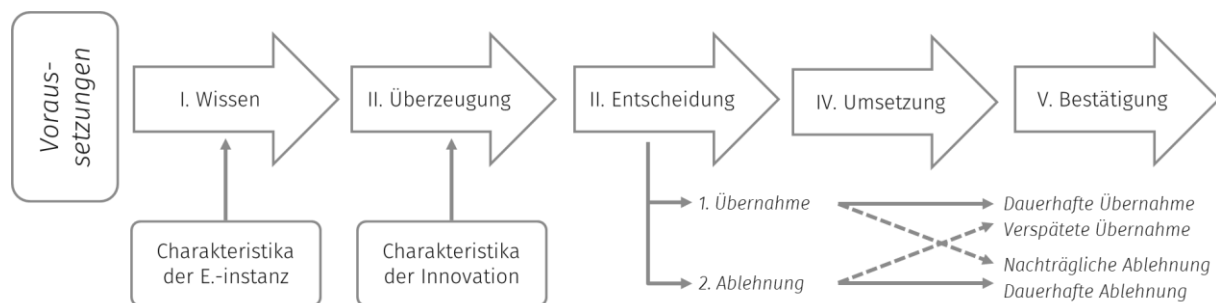


Abb. 2: Fünf Stadien im individuellen Innovations-Entscheidungsprozess (Eigene Darstellung in Anlehnung an Rogers (2003, S. 170))

Arbeitsablauf für die Implementation der Innovation angepasst werden müsste. Sie ist sehr stark von den individuellen Rahmenbedingungen bzw. dem aktuellen Arbeitsablauf abhängig.

Wie auch der relative Vorteil macht eine hohe Kompatibilität eine positive Meinung zur Innovation wahrscheinlicher.

3.2.3. Komplexität

Die Komplexität ist ein Maß dafür, wie schwierig die Innovation (für potenzielle NutzerInnen) zu Verstehen und einzusetzen ist. Eine hohe Komplexität vergrößert u.a. das mit einer Übernahme verbundene Risiko und macht sie aus dem Grund unwahrscheinlicher.

3.2.4. Testbarkeit

Die Testbarkeit beschreibt, inwiefern eine Innovation vor der Implementation unverbindlich getestet werden kann, ohne viele Ressourcen zu investieren. Auch hier geht es darum, dass das Risiko für eine Fehlinvestition von Ressourcen minimiert werden kann. Im Gegensatz zur Komplexität steigert eine hohe Testbarkeit die Wahrscheinlichkeit einer positiven Meinung.

3.2.5. Beobachtbarkeit der Auswirkungen

Bei der Beobachtbarkeit der Auswirkungen geht es darum, wie einfach die positiven Effekte der Innovation von potenziellen Übernehmenden wahrgenommen und kommuniziert werden können. Positive Auswirkungen, die einfach zu beobachten sind, sorgen typischerweise auch dafür, dass schnell eine positive Meinung zu einer Innovation gebildet wird.

3.3. Entscheidung

Basierend auf der Meinung, die in der zweiten Phase gebildet wurde, wird eine Entscheidung zur Übernahme oder zur Ablehnung der Innovation getroffen. Falls dies möglich ist, wird die Innovation in der Regel außerdem in kleinem Rahmen auf ihre Wirksamkeit getestet. Wenn in dieser Testphase ein relativer Vorteil festgestellt wird, ist die Übernahme sehr wahrscheinlich.

3.4. Umsetzung

Die Umsetzungsphase, in der die eigentliche Implementation stattfindet, folgt typischerweise direkt nach einer positiven Entscheidung, wenn dies nicht durch logistische Gründe verhindert wird. Typisch für diese Phase ist, dass aktiv weitere Informationen gesucht werden, weil während des Einsatzes Fragen zur konkreten Umsetzung aufkommen. Im Verlauf der Umsetzungsphase verliert die Innovation ihre „fremde, neuartige“ Identität und wird Teil der internen Abläufe.

Im Verlauf der Umsetzung werden nicht nur die internen Prozesse reorganisiert, auch die Innovation wird an die internen Prozesse angepasst. Diese Anpassung, die Rogers „Re-Invention“ nennt, wird von

Innovatoren häufig als störend wahrgenommen, führt aber typischerweise zu einer schnelleren und nachhaltigeren Übernahme von Innovationen. Um dafür zu sorgen, dass der positive Effekt der Innovation nicht durch die „Re-Invention“ verringert wird, ist es wichtig, dass ändernde NutzerInnen die Funktionsprinzipien verstehen, die der Innovation zugrunde liegen.

3.5. Bestätigung

Am Ende des Implementationsprozesses steht die Bestätigung. Mit dieser Phase endet die aktive Suche nach Informationen zur Innovation. Wenn die ursprüngliche Entscheidung beibehalten wird, ist die Innovation jetzt entweder vollständig in die internen Prozesse integriert oder eine Übernahme wird nicht mehr in Betracht gezogen. Die ursprüngliche Entscheidung kann aber auch verworfen werden, wenn im Laufe des Einsatzes und der damit verbundenen Suche nach Informationen Schwierigkeiten auftauchen, die eine vollständige Integration weniger sinnvoll wirken lassen.

4. Was sind die speziellen Rahmenbedingungen in der Schule?

Das im vorherigen Kapitel vorgestellte Modell beschreibt Entscheidungsprozesse im Allgemeinen und verweist an vielen Stellen darauf, dass die Rahmenbedingungen ausschlaggebend für den Ablauf des Implementationsprozesses sind. Schulen haben aber ganz besondere Rahmenbedingungen, die sie deutlich von vergleichbaren Implementationsprozessen in bspw. wirtschaftlichen Settings unterscheiden. Auf diese besonderen Rahmenbedingungen wird in diesem Kapitel eingegangen.

4.1. Selbstreferenzielle und operativ geschlossene Systeme

Um zu erklären, wieso überhaupt Innovationen in der Schulpraxis implementiert werden, modellieren Gräsel et al. (2006, S. 450–455) Lehrkräfte bzw. Schulen als soziale Systeme, die im Allgemeinen aus Elementen, Strukturen und Prozessen bestehen. Sie zeichnen sich nach Luhmann (2002) unter anderem dadurch aus, dass sie selbstreferenziell und operative geschlossen sind. Das heißt, dass sich alle Elemente, Strukturen und Prozesse aus dem System wieder auf ebendiese Komponenten aus dem eigenen System beziehen. Dies führt zu einer zirkulären Vernetzung, die dazu dient, das „System Schule“ zu erhalten und zu reproduzieren.

Wenn diesem System Erweiterungen und Innovationen hinzugefügt werden sollen, muss zunächst sichergestellt werden, dass diese sich in das System integrieren lassen, und gegebenenfalls muss zunächst die Erweiterung bzw. Innovation angepasst werden. Anpassungen des Systems sind durch die Selbsterhaltende Struktur umständlich und unwahrscheinlich, aber bei einer ausreichenden Notwendigkeit auch nicht unmöglich.

Diese Eigenschaften, die Innovation im Schulkontext zu einem unwahrscheinlichen Prozess machen, sind aber keinesfalls als per se negativ anzusehen, sondern stellen sicher, dass das eigene System erhalten wird und sich somit vor Überforderung und Dysfunktionalität schützen kann. So ist bspw. leicht ersichtlich, dass ein Schulsystem oder eine Lehrkraft schon von der enormen Menge an neuen Informationen maßlos überfordert wäre, wenn auch nur ein kleiner Anteil, der auf Fortbildungen oder Fachzeitschriften vorgestellten Innovationen umgesetzt werden sollte.

4.2. Charakteristika von Lehrkräften

Gräsel (2010) fasst darüber hinaus einige wichtige Charakteristika von Lehrkräften und von Schulen, die einen Einfluss auf den Implementationsprozess haben, zusammen. Dabei nennt sie mehrere Faktoren, die die Motivation der Lehrkraft, eine neue Innovation einzusetzen, bedingen: (1) Die Überzeugung, dass durch die Innovation das Lernen der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflusst wird, (2) das Vertrauen in die eigene Kompetenz den Ansprüchen der Umsetzung der Innovation gerecht zu werden und (3) außerdem eine ausreichende Autonomie, die von der Innovation gewährt wird. Hier zeigt sich ein starker Bezug zum relativen Vorteil (1), der Komplexität (2) und der Re-Invention (3) nach Rogers (siehe Abs. 3.2.1, 3.2.3 und 3.4).

Auffällig ist hier, dass seitens der Schule (in der Regel) kein wirtschaftliches Interesse im Vordergrund steht. Der relative Vorteil ergibt sich aus dem Vorteil für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler und ggf. auch durch eine Arbeitserleichterung für die Lehrkräfte.

4.3. Kopplung von Innovationen an Inhalte und das Curriculum

Eine weitere Besonderheit, die Schule von anderen Implementationskontexten unterscheidet, ist die notwendige Kopplung von Innovationen an den Unterrichtsablauf. Während Innovationen in anderen Systemen zum Teil täglich eingesetzt werden kann, sind viele Innovationen in der Schulpraxis an konkrete Unterrichtsinhalte gebunden. Das führt dazu, dass Lehrkräfte teilweise nur ein- bis zweimal im Schuljahr (oder seltener) die Gelegenheit haben, eine Innovation einzusetzen.

5. Das Concerns-Based Adoption Model

Basierend auf den Besonderheiten, die das System Schule ausmachen, wurde das „Concerns-Based Adoption Model“ (CBAM) von Hall (1974) entwickelt. In diesem Modell wird der Implementationsprozess für die Schule genauer beschrieben und ein Fokus daraufgelegt, mit welchen Problematiken sich Lehrkräfte in den einzelnen Phasen des Prozesses auseinandersetzen.

5.1. Levels of Use

Der Prozess ist im CBAM unterteilt in sieben „Levels of Use“, die die Lehrkräfte nacheinander durchlaufen. Sie können den Stufen im Entscheidungsprozess nach Rogers zugeordnet werden, spiegeln den Prozess aber gerade im Bereich der Umsetzung kleinschrittiger wider.

Die „Levels of Use“ und ihre Zuordnung zu Rogers sind in Tabelle 1 zu aufgelistet und werden nachfolgend jeweils kurz vorgestellt.

Tab. 1: Levels of Use im CBAM und Zuordnung zu den Schritten im Innovations-Entscheidungsprozess nach Rogers (2003).

Level of Use	Zuordnung zu Rogers
0. Nicht-Nutzung (Non Use)	-
I. Orientierung (Orientation)	Wissen & Überzeugung
II. Erste Einübung (Initial Training)	Umsetzung
III. Mechanische Nutzung (Mechanical)	Umsetzung
IV. Unabhängige Nutzung (Independent)	Umsetzung
V. Integrierte Nutzung (Integrated)	Umsetzung (& Bestätigung)
VI. Erneuerung (Renewing)	Umsetzung & Bestätigung

5.1.1. Nicht-Nutzung (Non Use)

Die nullte Stufe beschreibt die Zeit bevor die Lehrkraft mit der Innovation in Kontakt gekommen ist und höchstens weiß, dass Entwicklungen in dem Bereich stattfinden. Auf dieser Stufe finden typischerweise keine Innovationsbezogenen Handlungen bei Lehrkräften statt.

5.1.2. Orientierung (Orientation)

Die erste Stufe beschreibt die Phase der Informationsbeschaffung. Die Lehrkraft kommt hier in Kontakt mit der Innovation, setzt sich mit den Materialien, den Ansprüchen und den Alternativen auseinander und trifft eine Entscheidung über die Nutzung bzw. Nicht-Nutzung.

5.1.3. Erste Einübung (Initial Training)

Auf der zweiten Stufe setzt sich die Lehrkraft mit den logistischen Anforderungen der Innovation auseinander und übt den grundlegenden Umgang mit der Innovation ein, um eine erste Testung im Unterricht durchführen zu können.

5.1.4. Mechanische Nutzung (Mechanical)

Während der dritten Stufe nutzen die Lehrkräfte die Innovation im Rahmen einer Pilotierung. Aufgrund der neuen Anforderung zeichnet sich diese Phase dadurch aus, dass die Lehrkräfte Schritt für Schritt an einzelne Aspekte der Innovation nutzen. Die Lehrkraft hat aber keinen vollständigen Überblick, kann noch nicht weit vorausplanen und das Potential bestmöglich nutzen.

5.1.5. Unabhängige Nutzung (Independent)

Während der vierten Stufe sind Lehrkräfte in der Lage, die Innovation sicher und selbstständig so zu nutzen, dass die Innovation für die Lernenden einen Vorteil bringt. Ihnen fallen die positiven Effekte auf und sie experimentieren mit unterschiedlichen Variationen der Innovation, um den Lernerfolg für die Schülerinnen und Schüler zu maximieren.

5.1.6. Integrierte Nutzung (Integrated)

Die fünfte Stufe beschreibt eine integrierte Nutzung der Innovation, in deren Rahmen Lehrkräfte mit ihren Kollegen kooperieren und die Innovation beispielsweise jahrgangsstufen- oder fachübergreifend nutzen. Sie setzen die Innovation so ein, dass sie auch im Rahmen der Kooperation den bestmöglichen Lernerfolg verspricht.

5.1.7. Erneuerung (Renewing)

Während der sechsten und letzten Stufe evaluieren Lehrkräfte die Nutzung neu. Dazu setzen sie sich erneut mit möglichen Alternativen auseinander oder haben bereits Erfahrungen mit unterschiedlichen Alternativen gesammelt. Sie schätzen die Innovationen gegeneinander ab oder erforschen systematisch die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Innovationen. Gegebenenfalls werden Innovationen miteinander kombiniert oder weiterentwickelt und so eine neue Innovation entwickelt.

5.2. Stages of Concern

Neben den „Levels of Use“ identifiziert Hall (1979) auch typische Bedenken (engl.: „Concerns“), die bei den Lehrkräften auftreten. Diese „Concerns“ sind hier allerdings nicht im Sinne von Sorgen zu verstehen, sondern im Sinne einer Entwicklungsaufgabe, mit der Lehrkräfte sich auseinandersetzen. Die sieben „Stages of Concern“ können den sieben „Levels of Use“ zugeordnet werden. Die Zuordnung impliziert jedoch nicht, dass die entsprechenden Bedenken automatisch auftreten, wenn die entsprechende Stufe erreicht ist. Stattdessen stellt Hall die Theorie auf, dass die Auseinandersetzung mit den „Concerns“, die etwa dem eigenen „Level of Use“ entsprechen Voraussetzung für einen erfolgreichen Implementationsprozess gesehen werden kann und eine zu starke Abweichung zwischen „Level of Use“ und „Stage of Concern“ Probleme hervorruft. Die einzelnen „Stages of Concern“ werden nachfolgend kurz vorgestellt.

5.2.1. Bewusstsein (Awareness)

Parallel zur nullten Stufe des „Level of Use“ sind bei der nullten Stufe keine Innovationsbezogenen Concerns vorhanden.

5.2.2. Informierend (Informational)

Auf der ersten Stufe betreffen die Concerns eine allgemeine Auseinandersetzung der Lehrkräfte mit der Innovation, ihren möglichen Effekten und ihren (u.a. materiellen) Anforderungen.

5.2.3. Persönlich (Personal)

Auf der zweiten Stufe beschäftigen sich die Lehrkräfte mit den Anforderungen der Innovation an die eigene Rolle. Sie wägt ab, inwiefern Sie den Anforderungen genügen kann und ob der Mehrwert den Aufwand rechtfertigt. Außerdem wird über die Kompatibilität mit den aktuellen Strukturen von Schule und Unterricht nachgedacht.

5.2.4. Management (Management)

Auf der dritten Stufe geht es bei den „Concerns“ darum, ob und wie die organisatorischen Herausforderungen der Innovation bewältigt werden können. Im Vordergrund steht dabei ein effektives Ressourcen- und Zeitmanagement.

5.2.5. Auswirkungen (Consequence)

Auf der vierten Stufe beschäftigen sich Lehrkräfte damit, welche Auswirkungen die Innovation tatsächlich auf die eignen Schülerinnen und Schüler hat. Auswertungen der Performanz der Lernenden dienen als Grundlage, um sich mit einer Optimierung des Einsatzes der Innovation zu beschäftigen.

5.2.6. Kollaboration (Collaboration)

Im Rahmen der fünften Stufe beschäftigen sich die Lehrkräfte damit, wie die Innovation sinnvoll im Rahmen einer Kollaboration genutzt werden kann. Dies kann bspw. auch einen Fächer- oder Jahrgangsstufen übergreifenden Einsatz umfassen.

5.2.7. Neuausrichtung (Refocusing)

In der letzten Stufe beschäftigen sich Lehrkräfte noch einmal grundlegend mit dem Einsatz der Innovation. Dabei überdenken Sie, ob sich die Idee der Innovation vielleicht verallgemeinern lässt, um auch positive Effekte für verwandte Bereiche zu bezwecken. Außerdem werden möglichen Alternativen überdacht, die die Innovation ergänzen oder ablösen könnten.

5.3. Implikationen des CBAM

In Halls Modell setzen sich Lehrkräfte immer wieder mit neuen „Concerns“ auseinander und die Stufen der Auseinandersetzung sind von unterschiedlichen Handlungsaspekten geprägt. Daran zeigt sich, dass hier ein starker Prozesscharakter betont wird, der sogar als Entwicklungsprozess der Lehrkräfte in Bezug auf die Innovation interpretiert werden kann. Dieser Entwicklungsprozess impliziert dadurch aber auch,

dass Lehrkräfte spezifische Unterstützung in Abhängigkeit ihres Fortschrittes im Projekt benötigen.

6. Welche Konsequenzen lassen sich für Implementation in der Schule ableiten?

In den vorherigen Abschnitten wurde dargestellt, wie eine Implementation neuer Innovationen in der Schule modelliert werden kann und wieso sie schwierig ist. In diesem Kapitel werden daraus Implikationen für die Unterstützung von Implementationsprozessen abgeleitet.

6.1. Fazits aus den vorgestellten Modellierungen

Die Modellierungen aus den vorherigen Abschnitten lassen sich zu drei Fazits zusammenfassen:

6.1.1. Fazit 1: Der Transfer ist zurecht schwierig und träge.

Dass Innovationen nur selten in Betracht gezogen werden, liegt in einem Schutzprinzip begründet, das Lehrkräfte und Schule vor Überforderung und struktureller Dysfunktion schützt und die schuleigene Identität erhält.

6.1.2. Fazit 2: Erfolgreiche Implementation in der Schule erfordert, dass Lehrkräfte einen zeitaufwendigen Prozess durchlaufen.

Der hohe Zeitaufwand resultiert daraus, dass Lehrkräfte Innovationen im Kontext verschiedener Bedenken („Concerns“) testen müssen. Dies ist aber häufig nur im entsprechenden Unterricht möglich und erfordert dann mehrere Schuljahre, um mehrere Stufen durchlaufen zu können.

6.1.3. Fazit 3: Lehrkräfte können in unterschiedlichen Abschnitten des Implementationsprozesses durch spezifische Hilfestellungen unterstützt werden.

Die Unterstützung muss dabei jeweils auf die entsprechenden Bedenken („Concerns“) zugeschnitten und zur richtigen Zeit verfügbar sein, um optimal zu unterstützen.

6.2. Wieso ist in der Schule eine besondere Betreuung von Innovationen notwendig?

Auf Basis der Fazits 2 und 3 lässt sich auch eine mögliche Antwort auf die Frage finden, wieso Implementation in der Schule besonders lange betreut werden muss: Implementation scheint häufig daran zu scheitern, dass die Betreuung wegfällt, wenn Lehrkräfte sich erst am Beginn oder in der Mitte des Implementationsprozesses befinden. Dies führt dazu, dass wichtige und notwendige Unterstützung in späteren Schritten des Prozesses wegfällt und der Prozess deshalb abgebrochen wird. In der Darstellungsweise von Abbildung 1 würde der typische Verbreitungsgrad einer nicht erfolgreichen Innovation wie in Abbildung 3 durch die rot gestrichelte Kurve dargestellt werden. Dabei würde sich der Hochpunkt der Kurve an dem Zeitpunkt befinden, an dem die Betreuung wegfallen würde.

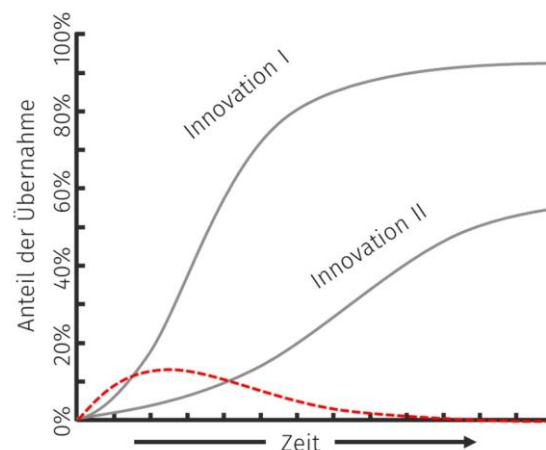


Abb. 3: Typische Übernahmerate von erfolgreichen Innovationen in Anlehnung an Rogers (2003, S. 170; eigene Darstellung) ergänzt um eine Modellierung einer nicht erfolgreichen Innovation (rot).

Das CBAM lässt vermuten, dass eine langfristige Betreuung, die auf die Bedürfnisse der Lehrkräfte eingeht, dabei unterstützen würde, dass Innovationen weiter übernommen und eingesetzt werden.

6.3. Bedeutung für weitere Forschung zur Implementation der Low-Cost Experimente

Diese theoretische Beschreibung soll als Grundlage für die Beforschung der Implementation der Low-Cost Experimente aus dem O3Q-Projekt dienen. Im Beitrag wurde dargestellt, dass adäquate Unterstützung für Lehrkräfte in unterschiedlichen Stadien des Implementationsprozesses notwendig ist.

Um dies ressourcenschonend zu ermöglichen, werden in Zukunft Interviews mit Lehrkräften geführt, die sich in unterschiedlichen Stadien des Implementationsprozesses befinden. In diesen Interviews sollen Unterstützungsbedarfe identifiziert werden, um darauf aufbauend entsprechende Hilfestellungen anzubieten. Im Idealfall können diese entwickelten Hilfestellungen dann unkompliziert online zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise haben Lehrkräfte die Möglichkeit, sich flexibel damit auseinanderzusetzen und können auch über die Projektlaufzeit hinaus bei der Implementation unterstützt werden. Es bleibt jedoch herauszufinden, ob wirklich alle nötigen Hilfestellungen in einem Onlineformat adäquat zur Verfügung gestellt werden können.

7. Literaturverzeichnis

- Coburn, C. E. & Talbert, J. E. (2006). Conceptions of Evidence Use in School Districts: Mapping the Terrain. *American Journal of Education*, 112(4), 469–495.
<https://doi.org/10.1086/505056>
- Fishman, B. J., Penuel, W. R., Allen, A.-R., Cheng, B. H. & Sabelli, N. (2013). Design-Based Implementation Research: An Emerging Model for Transforming the Relationship of Research and Practice.

- Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 115(14), 136–156.
<https://doi.org/10.1177/016146811311501415>
- Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13(1), 7–20.
<https://doi.org/10.1007/s11618-010-0109-8>
- Gräsel, C., Jäger, M. & Wilke, H. (2006). Konzeption einer übergreifenden Transferforschung und Einbeziehung des aktuellen Forschungsstandes: Expertise II zum Transferforschungsprogramm. In R. Nickolaus & C. Gräsel (Hrsg.), *Innovation und Transfer: Expertisen zur Transferforschung* (S. 445–566). Schneider-Verl.
- Hall, G. E. (1974). *The Concerns-Based Adoption Model: A Developmental Conceptualization of the Adoption Process Within Educational Institutions*. Communication Services Division, Research and Development Center for Teacher Education, Education Annex 3.205, University of Texas at Austin 78712.
- Hall, G. E. (1979). The concerns-based approach to facilitating change. *Educational Horizons*(Vol. 57, No. 4), 202–208.
<https://www.jstor.org/stable/42924345>
- Haverkamp, N., Pusch, A., Gregor, M. & Heusler, S. (2023). Low-Cost Schülerexperimente zur Wellenoptik: Ein modulares 3D-gedrucktes Experimentierset. *Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht*(05), 413–420.
- Haverkamp, N., Pusch, A., Heusler, S. & Gregor, M. (2022). A simple modular kit for various wave optic experiments using 3D printed cubes for education. *Physics Education*, 57(2), Artikel 025019.
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac4106>
- Luhmann, N. (2002). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie* (1. Aufl., 10 [Nachdr.]. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Bd. 666. Suhrkamp.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (Fifth edition, Free Press trade paperback edition). Social science. Free Press.
- Schrader, J. & Hasselhorn, M. (2020). Implementationsforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11618-020-00929-x>
- Sumfleth, E. (2017). Diagnose – Intervention – Implementation im Spannungsfeld zwischen fachdidaktischer Forschung und unterrichtlicher Praxis. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 5–18). Universität Regensburg.

Danksagung

Die Entwicklung der Low-Cost Experimente wurde im Rahmen der Drittmittelprojekte „Open3 Quantum (O3Q)“ (Fkz: 13N15388) und „Quantenphysik verstehen und erleben - eine skalierbare, offene und preiswerte Experimentalumgebung für alle (QuantumMiniLabs)“ (Fkz: 13N16714) von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unterstützt.