Praktische Anwendung der Messtechnik in kooperativen Projektgruppen

Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. CC-BY-SA

DOI: 10.55310/jfhead.69

Mathias Rudolph[1], Elena Richter[2] und Tobias Korth[3]

Abstract

Das Lernen und Lehren von morgen muss sich an die rasanten technologischen Fortschritte und gesellschaftlichen Veränderungen anpassen. Alternative Lernformate sollten die notwendige Flexibilität bieten, um unterschiedliche Lernbedürfnisse zu berücksichtigen, praxisnah und relevant sein sowie Schlüsselkompetenzen in fachlicher, individueller und zwischenmenschlicher Hinsicht fördern. Die möglichen positiven Lernerfolge durch das Arbeiten in kooperativen Gruppen an praktischen Versuchsständen im Bereich nachhaltiger Technologien wurden im Rahmen des Projekts „PAMKOP“ untersucht.

Keywords

kooperative Projektgruppen; alternative Lernformate; Ingenieurwissenschaften; Nachhaltigkeit

1 Prof. Dr.-Ing. Mathias Rudolph
mathias.rudolph@htwk-leipzig.de

2 B. Eng. Elena Richter
elena.richter@htwk-leipzig.de

3 Dipl.-Ing. Tobias Korth
korth.tobias@gmail.com

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig, Institut für Technologie und Produktion im Maschinenbau, Professur für Industrielle Messtechnik

1. Einleitung

In Zeiten rasanter technologischer Fortschritte und gesellschaftlicher Veränderungen steht das Bildungssystem vor der Herausforderung, sich stetig anzupassen und weiterzuentwickeln. Traditionelle Lehr- und Lernmethoden, wie Vorlesungen und Frontalunterricht, stoßen zunehmend an ihre Grenzen, wenn es darum geht, den vielfältigen Anforderungen der modernen Welt gerecht zu werden. Alternative Lernformate gewinnen daher an Bedeutung, da sie die notwendige Flexibilität bieten, um unterschiedliche Lernbedürfnisse zu berücksichtigen, praxisnah und relevant sind sowie Schlüsselkompetenzen in fachlicher, individueller und zwischenmenschlicher Hinsicht fördern. An der Professur für Messtechnik der HTWK Leipzig konnten bereits positive Erfahrungen mit der Erprobung solcher alternativer Lernformate gesammelt werden, die auch weiterhin den herkömmlichen Lehrbetrieb ergänzen sollen.

Das Projekt „PAMKOP: Praktische Anwendung der Messtechnik in kooperativen Projektgruppen“ untersucht die Wirkung eines solchen alternativen Lernformats, bei dem vor allem auf die Methoden „Lernen durch Lehren“ sowie „Lernen durch Erfahrung“ gesetzt wird, auf den Lernerfolg. Eine Wirkung auf den Lernerfolg ist nachgewiesen, wenn ein tieferes Verständnis für die behandelten Technologien entwickelt werden konnte. Zusätzlich steigern lässt sich der Lernerfolg, in unserem Verständnis, wenn die Lernenden Interesse für die behandelten Themen entwickeln. Bei Interesse steigt die Wahrscheinlichkeit für die den Lernerfolg fördernde intrinsische Motivation. Das alternative Lernformat umfasst zudem die Bildung kooperativer Projektgruppen. In diesen Gruppen arbeiten Studierende, Schüler*innen und Auszubildende gemeinsam an praktischen Versuchsständen im Bereich nachhaltiger Technologien. Ziel des Projekts war es, nicht nur das Verständnis für diese nachhaltigen Technologien zu vertiefen, sondern auch die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch zwischen verschiedenen Bildungsstufen, Altersklassen und Fachgebieten zu fördern. Im Rahmen dieses Projekts standen neben den fachlichen auch die organisatorischen und teambezogenen Lernerfolge im Fokus der Betrachtung.

2. Umsetzung eines alternativen Lernformats mit kooperativen Projektgruppen

2.1 Konzeption

Das Grundkonzept des Projektvorhabens bestand in der Erweiterung der bisherigen Lehrformen im Modul Messtechnik (Vorlesungen, Seminare und Praktika) um eine semesterbegleitende Projektarbeit, bei der Gruppen von Studierenden gemeinsam mit Schüler*innen und, wenn möglich, Auszubildenden Problemstellungen von realen technischen Systemen und Anlagen bearbeiten.

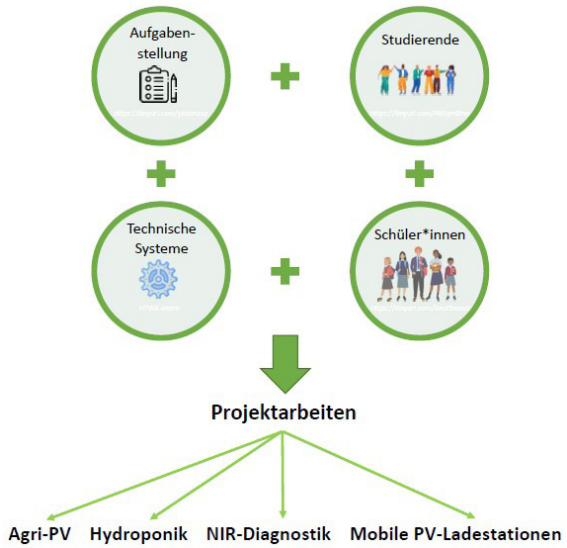

Abb. 1: Grundkonzept

Konkret wurden die Themen Agri-Photovoltaik (Agri-PV), Hydroponik, Nahinfrarot (NIR)-Diagnostik und Mobiles Laden mittels Photovoltaik behandelt. Agri-PV beschreibt die parallele Nutzung von Flächen für Landwirtschaft und Stromproduktion. Hydroponik beschäftigt sich mit dem ressourcensparenden Anbau von Pflanzen, indem eine erdlose Kultivierung in einer Wasser-Nährstoff-Lösung stattfindet. Die NIR-Diagnostik wird für die Forschung im Bereich

der Messung von Pflanzengesundheit genutzt sowie zur Erkennung von Defekten in Solarzellen. Das Mobile Laden erfolgt mittels eines tragbaren Solarfaltmoduls. Messtechnik wurde eingesetzt, um sowohl die positiven als auch negativen Folgen der neuartigen Technologien qualitativ zu erfassen. Die Aufgaben des Themas Agri-PV beschäftigten sich mit den Auswirkungen der hochaufgeständerten Solarmodule auf das Pflanzenwachstum. Innerhalb des Themengebiets der Hydroponik sollten automatisierte Formen der Bewässerung und Düngemittelversorgung erprobt und bewertet sowie ein Vergleich mit dem konventionellen Anbau von Pflanzen in Erde gezogen werden. Im Themengebiet der NIR-Diagnostik beschäftigten sich die Projektgruppen mit den genannten Forschungsthemen. Innerhalb des zuletzt gennannten Themas sollte u.a. das Potenzial der nachhaltigen und flexiblen Lademöglichkeit untersucht werden. Die Entwicklung der Versuchsaufbauten und die praktische Arbeit daran fand an der HTWK statt.

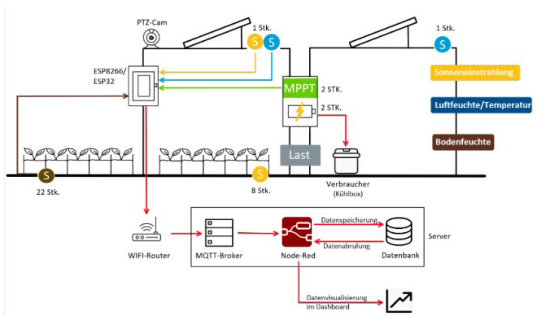

Abb. 2: Agri-PV-Anlage

2.1 Methodik

Die Methodik des Projekts basierte auf den Ansätzen „Lernen durch Lehren“ und „Lernen durch Erfahrung“. „Lernen durch Lehren“ ist ein Konzept, bei dem die Lernenden die Rolle der Lehrenden einnehmen. Dadurch sollen die Lernerfolge und die sozialen Kompetenzen gesteigert werden.[1] Im hier vorgestellten Projekt nahmen in erster Linie die Studierenden die Rolle der Lehrenden ein und erklärten den Schüler*innen die theoretischen Grundlagen über die im Versuch genutzte Messtechnik. Neben der Vertiefung des inhaltlichen Verständnisses der Studierenden sollten dadurch ebenso die Kommunikationskompetenzen gefördert werden. Gleichzeitig sollten die Schüler*innen von dem Wissenstransfer durch die Studierenden profitieren. Die Auszubildenden brachten spezielle Fachkenntnisse mit, die für die erfolgreiche Bearbeitung der Projektarbeit äußerst hilfreich waren, v.a. im Bereich des Pflanzenanbaus. Im Gegenzug erhielten sie Einblicke in andere Themenbereiche (z.B. Messtechnik), die sie in ihrem späteren Berufsleben nutzen können. Grundlage des „Lernens durch Erfahrung“ ist die reale, handelnde Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand. Die direkte Erfahrung ist Ausgangspunkt für Reflexion und Bewertung, was zu stetig komplexer und flexibler werdenden Handlungsoptionen führen soll.[2] Umgesetzt wurde das Konzept „Lernen durch Erfahrung“ durch die praktische Arbeit an den Versuchsständen. Die Teilnehmenden sollten durch eigenständiges Experimentieren und Beobachten wertvolle Erkenntnisse erlangen und das theoretische Wissen durch die realen Anwendungsszenarien festigen.

Die Ansätze wurden in einem strukturierten Rahmen implementiert. Dieser Rahmen umfasste die Bildung kooperativer Projektgruppen, den Einsatz von Messtechnik zur Datenerhebung und -auswertung sowie eine Evaluation und die Auswertung dieser. Für die Bildung kooperativer Projektgruppen mussten Schüler*innen und Auszubildende akquiriert werden. Dafür wurden bestehende Kooperationen und öffentliche Veranstaltungen genutzt, wie bspw. der Berufswahltag und Schulhoffeste. Es wurden Flyer und Plakate gestaltet, um in farbenfroher Kürze die wichtigsten Informationen zum Projekt zu vermitteln. Geplant war eine Gruppenzusammensetzung aus vier bis sieben Studierenden und ein bis drei Schüler*innen. Im Verlauf der Umsetzung konnten jedoch genügend Themen und Aufgaben gesammelt und entwickelt werden, sodass die Gruppengröße auf zwei bis drei Studierende und ein bis drei Schüler*innen reduziert wurde. Durch die geringere Gruppengröße erhofften sich die Mitarbeitenden der Professur für Messtechnik eine stärkere Zusammenarbeit von Studierenden und Schüler*innen. Im Wintersemester 2023/2024 umfasste das neue Lernformat ca. 90 Teilnehmende. Zur Erfassung der Auswirkungen der neuartigen Technologien wurde umfangreiche Messtechnik eingesetzt, welche verschiedene Parameter wie Bodenfeuchte, Tempera-

1 Kolbe, S. W.; Martin, J.-P. (2024).
2 Harder, S. (2017).

tur, Sonneneinstrahlung und vieles mehr erfasste. Diese Messdaten wurden von den Teilnehmenden ausgewertet, wodurch Rückschlüsse auf positive Wirkungen, aber auch auf noch vorhandene Hemmnisse gezogen werden konnten. In Zusammenarbeit mit dem Qualitätsmanagement an der HTWK wurde eine Evaluation aus offenen und geschlossenen Fragen erstellt. Somit konnte der Lernerfolg durch die Qualität der erarbeiteten Projektarbeiten, aber v.a. durch das persönliche Feedback der Teilnehmenden evaluiert werden.

3. Ergebnisse

3.1 Lernerfolg

3.1.1 Quantitative Ergebnisse

Innerhalb der Projektlaufzeit wurde das alternative Lernformat zweimalig durchgeführt. Im Folgenden werden die Evaluationsergebnisse des zweiten Durchlaufs aufgezeigt.

Grundvoraussetzung für einen gesteigerten Lernerfolg durch die Anwendung eines alternativen Lernformats, welches auf die Methoden „Lernen durch Lehren“ und „Lernen durch Erfahrung“ setzt, ist die Akzeptanz dieser Methoden. Die Frage, ob die Teilnehmenden das Lernkonzept „Lernen durch Lehren“ weiterempfehlen würden, erzielte bei den Studierenden eine Zustimmungsrate von 50 %. Dabei ist zu beachten, dass nicht alle Studierenden mit Schüler*innen zusammengearbeitet haben. Lediglich 14 % würden das Konzept eher ablehnen, kein Studierender stand dem Konzept vollständig ablehnend gegenüber. Die o.g. Grundvoraussetzung wird demnach in Bezug auf die Methode „Lernen durch Lehren“ als erfüllt angesehen.

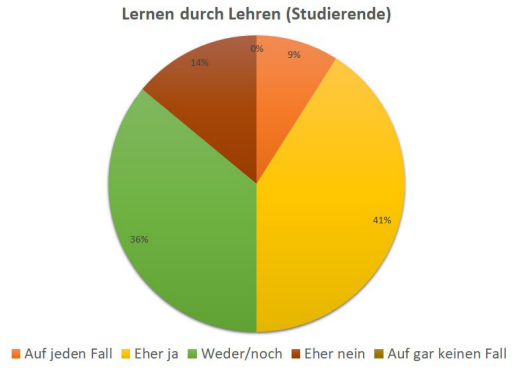

Abb. 3: Lernen durch Lehren (Studierende)

Das Lernkonzept „Lernen durch Erfahrung“ erlebten 64 % der Studierenden positiv. Keine/r der Studierenden lehnte das Konzept eher oder gar vollständig ab. Das Konzept „Lernen durch Erfahrung“ findet somit noch deutlich mehr Anklang bei den Studierenden als das Konzept „Lernen durch Lehren“. Bei den Schüler*innen betrug die Zustimmungsrate zum Konzept „Lernen durch Erfahrung“ 60 %. Niemand lehnte es vollständig ab. Die Schüler*innen bewerteten das Konzept „Lernen durch Erfahrung“ insgesamt schlechter als die Studierenden. Dies führen wir darauf zurück, dass sich die Studierenden der HTWK bereits für ein eher praktisch ausgerichtetes Lernen, insbesondere im Vergleich zu Universität, entschieden haben, was bei den Schüler*innen nicht der Fall ist. Auch in Bezug auf die Methode „Lernen durch Erfahrung“ war die grundlegende Voraussetzung (s.o.) gegeben.

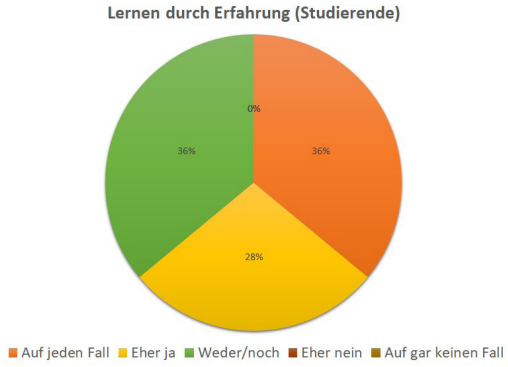

Abb. 4: Lernen durch Erfahrung (Studierende)

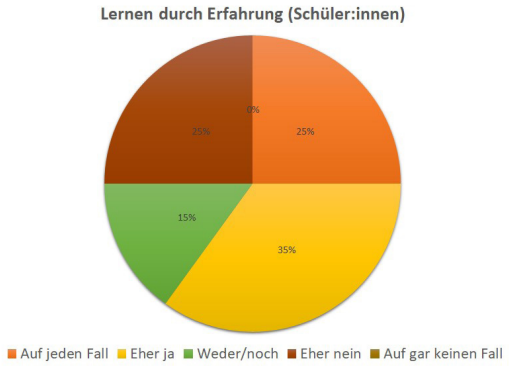

Abb. 5: Lernen durch Erfahrung (Schüler*innen)

Die Konzepte „Lernen durch Lehren“ und „Lernen durch Erfahrung“ sollten ein tieferes Verständnis für die Lerninhalte erzeugen. Der Aussage, dass die Aufgabeninhalte zu einem tieferen Verständnis beigetragen haben, stimmten 56 % der Studierenden und nur 20 % der Schüler*innen „in eher hohem Maße“ zu. 32 % der Studierenden und 60 % der Schüler*innen antworteten auf die Frage mit „im mittleren Maße“. 20 % der Schüler*innen antworteten sogar mit „überhaupt nicht“. Das schlechtere Ergebnis bei den Schüler*innen lässt sich dadurch erklären, dass das Messtechnik-Team der HTWK mehr Erfahrungen in der Lehre von Studierenden als in der Lehre von Schüler*innen mitbringt. Das alternative Lernformat zeigt dennoch eine positive Wirkung auf den Lernerfolg. Es wird davon ausgegangen, dass die Höhe der positiven Wirkung bei wiederholter Durchführung und Optimierung des alternativen Lernformats zunimmt (siehe 3.2).

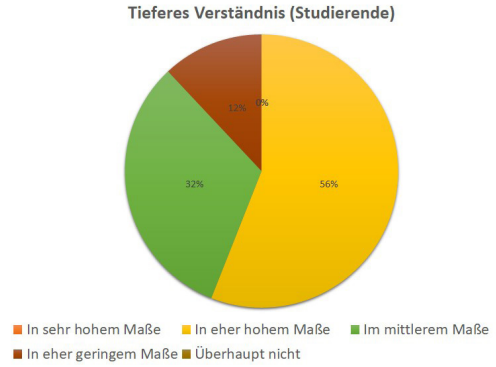

Abb. 6: Tieferes Verständnis (Studierende)

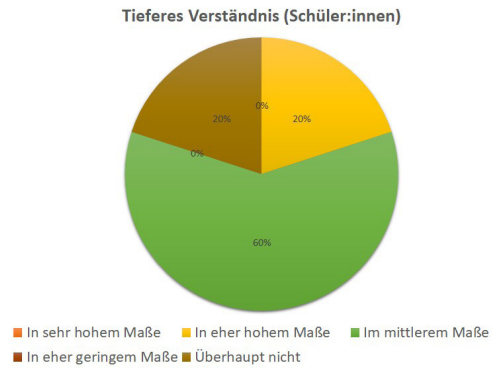

Abb. 7: Tieferes Verständnis (Schüler*innen)

Das Konzept „Lernen durch Erfahrung“ sollte in einen stärkeren Praxisbezug sowohl für die Studierenden als auch die Schüler*innen münden. Bei den Studierenden konnte bei der Frage nach der Erhöhung des Praxisbezugs im Vergleich zu herkömmlichen Lernformaten eine Zustimmungsrate von 84 % erzielt werden. 16 % stellten keinen Unterschied fest. Niemand sprach infolge des neuen Lernformats von einer Herabsenkung des Praxisbezugs. Die Schüler*innen beantworteten die Frage zu 50 % mit „Ja“. 5 % gaben eine Reduzierung des Praxisbezugs im Vergleich zu herkömmlichen Lernformaten an. Die Studierenden verzeichneten somit eine größere Steigerung des Praxisbezugs als die Schüler*innen. Dieses Ergebnis ist als unerwartet zu vermerken und kann nur auf einen durch die Lehrer*innen des Projekts bereits sehr praxisnah ausgeführten Unterricht zurückgeführt werden.

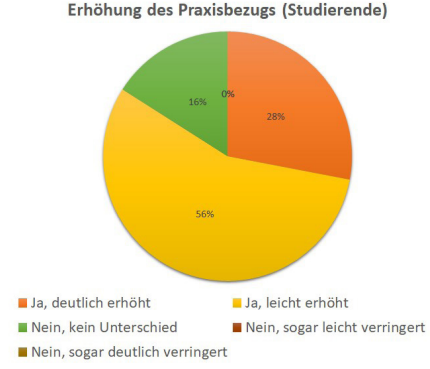

Abb. 8: Erhöhung des Praxisbezugs (Studierende)

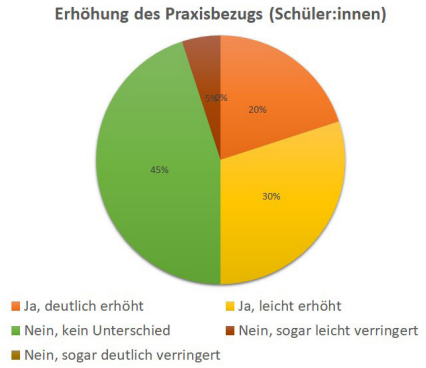

Abb. 9: Erhöhung des Praxisbezugs (Schüler*innen)

Durch den verstärkten Praxisbezug sollte den Teilnehmenden eine aktivere Rolle ermöglicht werden, um dadurch unter anderem ihre intrinsische Motivation und ihr Interesse zu steigern. Der Aussage, ob die Inhalte der Aufgaben das Interesse bei den Studierenden wecken konnten, stimmte die Mehrheit (44 %) „in eher hohem Maße“ zu. Negativ zu vermerken ist jedoch, dass bei 24 % der Studierenden geringes bzw. kein Interesse geweckt wurde. Der Lernerfolg konnte somit durch die erzielte Interessensentwicklung für einen großen Teil der Studierenden gesteigert werden. Auch hinsichtlich dieser Ergebnisse ist zu vermerken, dass bei wiederholter Durchführung und Optimierung mit einem noch besseren Ergebnis gerechnet wird (siehe 3.2). Die Schüler*innen wurden nach ihrem Interesse an MINT-Studiengängen gefragt, was jedoch nicht zwingend einen Rückschluss auf das Interesse an den behandelten Themen ermöglicht, weshalb die Auswertung dessen außen vorgelassen wird.

Zusätzlich zu den fachlichen Inhalten sollte durch die Zusammenarbeit in kooperativen Projektgruppen eine Wirkung auf organisatorische und teambezogene Lernerfolge erzielt werden. Die Studierenden gaben mehrheitlich an, dass keine signifikante Verbesserung in Bezug auf diese Fähigkeiten festgestellt wurde. 56 % stellten hinsichtlich ihrer Teamfähigkeit keine Veränderung fest sowie 80 % hinsichtlich ihrer organisatorischen Fähigkeiten. Dennoch deutet die Tendenz auf eine leichte Zunahme der Fähigkeiten hin. 44 % sprachen von einer Zunahme der Teamfähigkeiten und 16 % von einer Zunahme der organisatorischen Fähigkeiten. Auch die Mehrheit der Schüler*innen (70 % bei der Frage nach der Teamfähigkeit und 50 % bei der Frage nach den organisatorischen Fähigkeiten) stellte keine Veränderung fest. Anders als bei den Studierenden wurde eher eine positive Tendenz bezogen auf die organisatorischen Fähigkeiten anstelle der Teamfähigkeiten festgestellt. 45 % der Schüler*innen vermerkten einen Anstieg der organisatorischen Fähigkeiten und 40 % einen Anstieg der Teamfähigkeiten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Studierenden im Schnitt im Rahmen der Ausbildung bereits mehr organisatorische Fähigkeiten entwickeln mussten als die Schüler*innen. Hierbei handelt es sich natürlich nicht um eine verallgemeinernde Aussage. Das alternative Lernformat hat eine geringfügige Wirkung auf die organisatorischen und teambezogenen Lernerfolge bewirken können. Auch in diesem Fall wird erneut auf eine erwartete positive Entwicklung bei erneuter Durchführung und Optimierung des alternativen Lernformats hingewiesen (siehe 3.2).

Abschließend wurde abgefragt, ob die Teilnehmenden die Fortführung des Projektansatzes befürworten. 60 % der Studierenden und 55 % der Schüler*innen stimmten dem zu.

3.1.2 Qualitative Ergebnisse

Es zeigte sich, dass Gruppen mit einer geringeren Anzahl an Teilnehmenden effektiver gearbeitet haben. Die Aufgaben waren fairer verteilt und die zeitliche Planung aus Sicht der versuchsbetreuenden Personen angemessener.

Bei der Durchführung fiel zudem überraschend auf, dass Studierende und Schüler*innen eine eigenständige Geschlechtertrennung vornahmen, das heißt die Gruppen bestanden meist aus nur männlichen bzw. nur weiblichen Teilnehmenden.

3.2 Erkenntnisse über die Hürden einer erfolgreichen Umsetzung

Es wurde festgestellt, dass sich die Evaluationsergebnisse im zweiten Durchlauf des Lernformats im Vergleich zum ersten Durchlauf deutlich verbessert haben. Das lässt sich auf ein systematisches Notieren von im ersten Durchlauf aufgetretenen Problemen und eine dementsprechende Optimierung des Lernformats zurückführen, z. B. durch Ausformulieren der Aufgabenstellungen oder Anpassen der Aufgaben an die zur Verfügung stehende Bearbeitungszeit. Eine Hürde für die erfolgreiche Umsetzung ist der zumeist limitierte zeitliche Rahmen.

Der Abstimmungsaufwand mit den beteiligten Kooperationspartnern ist sehr hoch. Da jede Bildungseinrichtung bestimmten Vorgaben wie Lehrplänen und Vorlesungszeiten folgen muss, besteht kaum zeitliche und weniger inhaltliche Flexibilität. Dadurch reduziert sich die Anzahl der möglichen Teilnehmenden drastisch.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Allgemein lässt sich aus den quantitativen und qualitativen Ergebnissen ein positives Fazit zu dem erprobten Lernformat ziehen. Befragte aller Statusgruppen waren mehrheitlich überzeugt von den im Projekt genutzten Lernansätzen und sprechen sich für eine Fortsetzung aus.

Hinsichtlich der Gruppengröße empfiehlt es sich, insbesondere die Anzahl an Schüler*innen im Vergleich zur Studierendenanzahl je Gruppe gering zu halten, damit der Lehrauftrag der Studierenden beherrschbar bleibt. Um eine von den Teilnehmenden selbst vorgenommene Trennung der Geschlechter zu vermeiden, wäre es ratsam, auf den Wunsch nach einer Geschlechterdurchmischung bei der Gruppenbildung hinzuweisen. Um das Maß an Eigenständigkeit nicht einzuschränken, sollte die endgültige Entscheidung über die Gruppenaufteilung jedoch weiterhin den Studierenden und Schüler*innen überlassen werden.

Da der Abstimmungsaufwand mit den kooperierenden Bildungseinrichtungen sehr hoch ist, ist eine angemessene Vorlaufzeit für die Integration von Projektarbeiten in den naturwissenschaftlichen Unterricht erforderlich. Es empfiehlt sich zudem, einen Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin gezielt mit der Aufgabe der Akquise und Organisation der Zusammenarbeit zu betrauen. Ist die Vorlaufzeit ausreichend lang, wäre es möglich, die Aufgabeninhalte im umfangreicheren Maße mit den Lehrer*innen abzusprechen, um den – im Vergleich zu den Ergebnissen der Studierendenbefragung – schlechteren Ergebnissen der Schüler*innenbefragung entgegenzuwirken.

Die deutlich besseren Evaluationsergebnisse im zweiten Durchlauf im Vergleich zum Ersten verdeutlichen, dass die Entwicklung eines neuen, innovativen und qualitativ hochwertigen Lernformats nicht innerhalb eines Jahres – geschweige denn eines halben Jahres – abgeschlossen werden kann. Die Zustimmungsrate unter den Studierenden zur Fortführung des Projekts betrug im ersten Durchlauf lediglich 33 %. Im zweiten Durchlauf konnte diese fast verdoppelt werden. Es werden verbesserte Evaluationsergebnisse mit jedem Durchlauf erwartet. Möglichkeiten für nachhaltige Verstetigungen werden deshalb als sinnvoll erachtet.

Literatur

Kolbe, S. W. & Martin, J.-P. (2024). Praxishandbuch Lernen durch Lehren. Kompendium eines didaktischen Prinzips. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim

Harder, S. (2017). Konzept zum Erfahrungslernen und zum problemlöseorientierten Lehren und Lernen. Universität Rostock.

Zitiervorschlag:

Rudolph, M., Richter, E., Korth, T. (2025). Praktische Anwendung der Messtechnik in kooperativen Projektgruppen. In: Perspektiven auf Lehre. Journal for Higher Education and Academic Development, 4(1), 1-7.

DOI: 10.55310/jfhead.69

CC BY SA