

# **Learning by teaching: ALPIN – Aktivierende Lehre in Praktika der Ingenieur- und Naturwissenschaften**

Michael Weinmann (1)

(1) Technische Universität Clausthal

## **Zusammenfassung**

Mit der Neugestaltung des klassischen ingenieurwissenschaftlichen Praktikums „Werkstofftechnik“ an der TU Clausthal wird eine deutliche Fokussierung auf berufsrelevante überfachliche Kompetenzen erreicht. Neben den praktikumsspezifischen Zielen, wie z.B. der Vertiefung und praktischen Anwendung von theoretischen Inhalten der zugehörigen Vorlesung, werden auch Kompetenzen wie Gruppenorganisation und Teamarbeit sowie Sozialkompetenz und Führungsqualitäten gefördert. Dies gelingt durch die weitestgehend selbstständige Mitgestaltung der Lehre durch die Studierenden im Modus „learning by teaching“. Im neu entwickelten ALPIN-Konzept betreut jede studentische Praktikumsgruppe einen Versuch als „Expertengruppe“. Diese übernimmt darin die Rolle eines\*r Praktikumsverantwortlichen für ihr Thema und führt eigenverantwortlich eine andere studentische „Laiengruppe“ durch den Versuch. Neben dem eigenen Expertenversuch werden alle anderen Versuche als Laiengruppe durchlaufen. Durch den integrierten Wettbewerbscharakter wurden außerdem eine deutliche Steigerung der Motivation und ein nachhaltigerer Lernerfolg bei den Studierenden erreicht. Stofflicher Inhalt, praktische Anteile und zeitlicher Aufwand für Studierende und Betreuer bleiben im Vergleich zur bisherigen Form nahezu identisch.

## **1. Ausgangssituation**

Abbildung 1 zeigt schematisch den Ablauf des bisherigen Praktikums „Werkstofftechnik“. Das Praktikum beginnt mit einer Einführungsveranstaltung, in der Rahmenbedingungen (Ablauf, Gruppeneinteilung, Themen und Bewertungskriterien) und eventuelle Fragen geklärt sowie eine Sicherheitsunterweisung für die Laborräume durchgeführt wird. Für alle Versuche gibt es je ein\*e Betreuer\*in und ein Skript, welches eine Versuchsbeschreibung und die grundlegende Theorie beinhaltet. Im wöchentlichen Rhythmus wird dann von jeder studentischen Gruppe parallel jeweils ein Praktikumsversuch durchgeführt, vor dessen

Durchführung ein Kurztest steht, von dem die Zulassung zum Versuchstag abhängt. Als Wissensbasis werden die Inhalte der Vorlesung „Materialwissenschaft II“ und des jeweiligen Versuchsskriptes vorausgesetzt. Anschließend wird der Versuch wie im Skript beschrieben praktisch durchgeführt. Zum Abschluss muss im Nachgang ein bewertetes Protokoll verfasst werden.

Abbildung 1: Ablaufplan des bisherigen Praktikums beispielhaft für eine Gruppe (blau: studentische Präsenzzeit, grau: studentische Heimarbeit, grün: Aufgaben der Betreuer\*innen)

Bei stichprobenartigen Befragungen in den Jahren 2011 bis 2017 wurden durch Studierende (S) und Betreuer\*innen (B) folgende Hauptkritikpunkte am bisherigen Ablauf genannt:

- Hoher Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung (S&B)
- Praktikumsdurchführung langweilig oder ohne wesentliche praktische Anteile (S)
- Relevanz der Praktikumsthemen nicht erkennbar (S)
- Nicht nachvollziehbare Bewertung der Kurztests und Protokolle (S)
- Mangelhafte Skripte (S)
- Mangelnde Motivation und Vorbereitung der Studierenden (B)
- Keine Vertiefung relevanter theoretischer Hintergründe sowie eine Erarbeitung von defizitären Anteilen möglich (B)

## 2. Theoretische Hintergründe zur Planung

Die dem ALPIN-Konzept zugrunde liegende Idee des Learning by teaching ist bereits seit den frühen 1980ern bekannt (Grzega 2008) und wird seit etwa 2006 auch in technischen Fächern an Hochschulen eingesetzt (Grzega 2007). Besonders die Lernendenzentrierung und eine intensivere Auseinandersetzung mit den Inhalten können als vorteilhaft für die Anwendung in ingenieurwissenschaftlichen Praktika angesehen werden.

Praktika können mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt werden. Eine Möglichkeit der Einteilung ist die vorrangige Orientierung, wobei die Übergänge weitestgehend fließend sind:

- *Handwerklich orientiert:* Vornehmlich wird der Umgang mit Gerätschaften fokussiert. Die Dokumentation des Vorgehens und der Ergebnisse wird in Form eines Berichts angestrebt.
- *Verständnisorientiert:* Eine oder mehrerer Theorien werden veranschaulicht und/oder hinterfragt. Oft wird auch versucht Limitierungen der Theorien aufzuzeigen.
- *Berufsweltorientiert:* Im Vordergrund steht die Entwicklung bzw. das Design von Produkten mittels bekannter Verfahren. Diese Praktika sind oft projektbasiert und

erstrecken sich i. a. R. über einen längeren Zeitraum.

- *Forschungsorientiert*: Der Fokus liegt auf der Lösung einer klar abgegrenzten Forschungsfrage, die auch für Dritte von Interesse ist. Auch dieses Format erstreckt sich i. a. R. über einen längeren Zeitraum und ist meist projektbasiert.

Aus zeitlichen Gründen werden berufswelt- und forschungsorientierte Punkte in Ingenieurspraktika kaum berücksichtigt. Mit dem ALPIN-Konzept wird dies nun möglich, was für die Studierenden einen zusätzlichen Kompetenzgewinn ermöglicht. In berufsweltorientierten Praktika wird projektbasiert gearbeitet und gelernt (Gotzen 2013). Die Lernenden widmen sich hier dem Ziel ein konkretes Produkt zu verwirklichen. Die Bearbeitung von der Aufgabenstellung bis zur Präsentation der Ergebnisse erfolgt weitestgehend eigenverantwortlich. Die Ergebnisse der Arbeit müssen innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne erarbeitet, dokumentiert und präsentiert werden. Anleitung erfolgt nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Aebli 1961, Zech 1977, Görts 2009). Durch die eigenständige Lösungsfindung wird ein nachhaltiger Lernerfolg erreicht (Doyle 2008). Die Nähe zu Projektmanagement- oder Produktdesignprozessen sind bewusst gewählt und schulen die Entwicklung berufsrelevanter Handlungskompetenzen.

Die Prozesse eines Forschungsvorhabens (v.a. Gestalten, Erfahren und Reflektieren) werden in forschungsorientierten Praktika durchlaufen (Huber 2009). Für die Abgrenzung zum berufsweltorientierten Lernen sind u. a. die folgenden Phasen der Forschungsarbeit von Bedeutung:

- Entwicklung der Fragen und Hypothesen
- Methodenwahl und Ausführung
- Prüfung und Ergebnisdarstellung

Das Praktikum ähnelt der gängigen Arbeitsweise im akademischen Umfeld und fördert die Entwicklung von forschungsrelevanten Handlungskompetenzen. Auch hier kommt das Prinzip der minimalen Hilfe zum Einsatz.

Bruchmüller und Haug (2001) nutzen für sog. Laborversuche abhängig von den Freiheitsgraden der Studierenden eine Einordnung in drei hierarchische Stufen. Die als „Übungs- und Praktikumsversuche“ bezeichnete erste Stufe lässt den geringsten Grad der Freiheit zu und ist charakterisiert durch einen Versuchsablauf, der nach einer fest vorgegebenen Vorschrift abläuft. In der zweiten Stufe („Hinführen zu selbstständiger Labor-Arbeit“) werden bereits kleinere Projektaufgaben bearbeitet, welche eine Variation der Methodenauswahl und verschiedene Lösungswege und damit auch die Möglichkeit eines offenen Ausgangs zulassen. Die dritte Stufe umfasst die „Selbstständige Labor-Arbeit“ und ermöglicht den Studierenden die maximale Freiheit der Lösungsfindung. Hier sind vor allem Projektarbeiten, Abschlussarbeiten, Forschungs- und Industriepraktika anzusiedeln.

Der bisherige Ablauf des Praktikums „Werkstofftechnik“ muss in die erste Stufe der Taxonomie nach Bruchmüller und Haug eingeordnet werden. Auf der inhaltlichen Seite liegt der Fokus ganz klar auf einer handwerklichen Orientierung. Je nach Versuch ist aber auch eine geringe Verständnis- oder Berufsweltorientierung zu erkennen. Im ALPIN-Konzept steht nun die Verständnis- und Berufsweltorientierung deutlicher im Vordergrund, wobei die handwerklichen Aspekte erhalten bleiben. In den Laienversuchen ändert sich für die Studierenden kaum etwas. Allerdings kann es von Jahr zu Jahr zu unterschiedlichen Lösungswegen kommen, die zwar für die „Laien“ vorgegeben sind, trotzdem aber schon eine Tendenz zur zweiten Stufe zeigen. Diese Aufwertung in die zweite Stufe der Laborarbeit wird in den Expertenversuchen deutlicher. Durch das selbstständige Erarbeiten einer Versuchsvorschrift wird ein Variantenreichtum in Methodenwahl, Ablauf und Ergebnisfindung angeregt und gefördert, der weit über das klassische Konzept hinausgeht.

### **3. Darstellung des Konzepts und angewendete Methoden**

Das ALPIN-Konzept wurde erarbeitet, um die Kritikpunkte aufzugreifen und weitestgehend Abhilfe zu schaffen ohne die Praktikumsinhalte zu verändern. Zu den allgemeinen Lernzielen der klassischen Praktikumsversuche zählt der sichere Umgang mit den jeweiligen Werkzeugen, Materialien und Maschinen sowie die Fähigkeit diese nach Vorgabe zu nutzen. Zusätzlich werden im ALPIN-Konzept aber auch verstärkt Softskills wie Gruppenorganisation und Teamwork geschult.

Studentische „Expertengruppen“ übernehmen darin die Rolle eines\*r Praktikumsverantwortliche\*n und betreuen eine andere studentische „Laiengruppe“ während des Versuchs. Die Expertengruppe kann ihren Versuch dabei eigenverantwortlich planen und durchführen, wohingegen für die Laiengruppe außer der Betreuung kein signifikanter Unterschied zum klassischen Praktikumsablauf besteht. Dies hat mehrere Vorteile:

- Eigenverantwortlichkeit wird in den Vordergrund gestellt
- Sensibilisierung für Aufwand von Vorbereitung und Durchführung von Versuchen und Praktika
- Vorbereitung auf Anforderungen in der Berufswelt durch Versuchsplanung, Durchführung und Anleitung Dritter „in sicherer Umgebung“
- Gesteigerte Motivation durch Wettbewerbscharakter
- Ermöglichung eines berufsbezogenen Kompetenzgewinns und Weiterentwicklung der Führungsqualitäten und Sozialkompetenzen

- Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung für Studierende nur zu Beginn des Semesters hoch, danach deutlich geringer
- Zeitaufwand für Betreuer geringer
- Inhaltlicher Umfang und praktische Anteile des klassischen Ablaufs bleiben erhalten
- Fokussierung auf „Expertenthema“ mit tieferem Einblick in die Materie und nachhaltigem Lernerfolg
- Überblick über weitere „Laienthemen“ mit unveränderter Tiefe
- Senkung der Hemmschwelle für Fragen während des Praktikums

Abbildung 2: Ablaufplan des ALPIN-Praktikums beispielhaft für eine Gruppe (blau: studentische Präsenzzeit, grau: studentische Heimarbeit, grün: Aufgaben der Betreuer\*innen)

Abbildung 2 zeigt schematisch den Ablaufplan des ALPIN-Konzepts. Der erste Unterschied zum bisherigen Konzept besteht darin, dass während der Einführungsveranstaltung die Themen des Themenpools durch die jeweiligen Betreuer\*innen per Kurzvortrag vorgestellt werden, und die Studierenden sich dann jeweils ihr Wunschthema auswählen. Nachdem sich möglichst ausgeglichene große Themengruppen zusammengefunden haben, werden Literaturvorschläge zum Thema gegeben, Beispielgliederungen einer Praktikumsplanung erläutert und Unklarheiten beseitigt.

In der Folgezeit arbeiten die Gruppen jeweils ein Praktikumsskript für ihr Thema aus, welches spätestens 2 Tage vor Beginn des Expertenpraktikums an die jeweiligen Betreuer\*innen gegeben wird. Das Expertenpraktikum findet für alle Gruppen parallel 2 Wochen nach der Einführungsveranstaltung statt und dient den Studierenden dazu, mit Hilfe der eigenen Anleitungen das Praktikum zu ihrem Thema durchzuführen. Gegliedert ist das Expertenpraktikum in die Abschnitte Begrüßung, mündliches Expertengespräch, praktische Durchführung, Abgleich der Eindrücke und Verabschiedung.

Die Begrüßung und Verabschiedung sind zur Schaffung einer angenehmen Lernumgebung gedacht. Das mündliche Expertengespräch wird als Plenumsdiskussion durchgeführt. Ziel ist es den theoretischen Hintergrund zu vertiefen sowie bisher defizitäre Anteile zu erarbeiten. Es folgt die praktische Umsetzung des theoretisch erarbeiteten Versuchs. Der\*die jeweilige Betreuer\*in steht nur als Ansprechpartner\*in für Fragen zur Verfügung. Somit liegt der Fokus auf dem Erkennen von Schwachstellen und des Optimierungspotentials der eigenen Ausarbeitung und dem Erlernen der praktischen Fertigkeiten. Abschließend erfolgt in einer erneuten Plenumsdiskussion ein Abgleich der Eindrücke zwischen den Gruppenmitgliedern und des\*der Betreuers\*in des Praktikumsversuchs. Mit Hilfe von Mitschriften und einer stichpunktartig kommentierten Version der abgegebenen Anleitung werden das Optimierungspotential und etwaige Mängel der Anleitung und der praktischen Ausführung besprochen.

Nach dem Expertenpraktikum haben die Gruppen eine Woche Zeit um ihre Planung zu überarbeiten und an ihre\*n Betreuer\*in weiterzugeben, welche\*r das Dokument an alle Praktikumssteilnehmer\*innen verteilt. Während der gesamten Zeit der Erstellung der Praktikumsplanung steht den Studierenden der\*die Betreuer\*in für Fragen und Diskussionen zur Verfügung.

Nach der Verteilung der Anleitungen haben die Studierenden eine Woche Zeit sich auf das erste Expert-Laien-Praktikum (ExLaP) vorzubereiten. Dabei bereiten sich einige Gruppen darauf vor, das Praktikum mit ihrem Thema als Expertengruppe zu leiten. Eine äquivalente Anzahl an Gruppen bereitet sich dagegen darauf vor einen Praktikumsversuch als Laiengruppe durchzuführen.

Das ExLaP gliedert sich ebenfalls in die Abschnitte Begrüßung, mündliches Expertengespräch, praktischen Durchführung, Feedbackrunde und Verabschiedung. Bis auf die Feedbackrunde läuft das ExLaP wie das Expertenpraktikum ab, mit dem Unterschied, dass das gesamte Praktikum durch die Expertengruppe geleitet wird und der\*die Betreuer\*in ausschließlich als Moderator\*in fungiert und nur bei dringendem Bedarf eingreift. In der Feedbackrunde erfolgt zusätzlich ein Abgleich der Eindrücke der beiden studentischen Gruppen.

Das ExLaP wird so oft durchlaufen, bis jede Gruppe den eigenen Expertenversuch für alle anderen Gruppen einmal geleitet und alle anderen Versuche als Laiengruppe durchlaufen hat. Die jeweiligen Laiengruppen erstellen zum Praktikum innerhalb einer Woche je ein Gruppenprotokoll. Ziel dieses Vorgehens ist u. a. das Erlernen und Festigen eines sicheren Umgangs mit Literatur, das Erkennen der Relevanz von Literatur, das Erlernen und Festigen von Grundfertigkeiten im Verfassen von Berichten und das Festigen der im Praktikum erlernten Fertigkeiten.

#### **4. Feedback und Evaluationsergebnisse**

Die Idee der Neugestaltung stieß bereits in der Planungsphase auf großes Interesse. Besonders der Gedanke der Expert\*innen- und Laiengruppen und die mögliche Fokussierung auf ein Lieblingsthema trafen auf große Resonanz bei den Studierenden. Im ersten Jahrgang des neu gestalteten Praktikums erschienen alle Studierenden überdurchschnittlich vorbereitet und motiviert. In den Feedbackrunden der Versuche wurden dem neuen Konzept ein Motivationsschub und ein nachhaltigerer Lernerfolg attestiert. Das Ziel das Praktikum für die Studierenden attraktiver zu gestalten ist daher aus Sicht der Betreuer\*innen und der Studierenden vollständig erreicht worden. Zum Ende des ALPIN-Praktikums wurde mit einem individuell angepassten

Evaluationsbogen ein zusätzliches Feedback eingeholt. Die Auswertung hat ergeben, dass durch das Expertenpraktikum ein zusätzlicher Arbeitsaufwand gesehen, das ALPIN-Konzept aber trotzdem bevorzugt wird. Als Hauptgründe hierfür werden deutlich tieferer Einblicke in die Materie und das Lehren der Inhalte genannt. Ebenfalls wird dem ALPIN-Konzept ein nachhaltigerer Lernerfolg zugeschrieben und die meisten Studierenden befürworten eine Ausweitung des ALPIN-Konzeptes auf weitere Praktika. Auch attestierten sich die Studierenden in den Laienversuchen eine bessere Betreuung als in einem klassischen Konzept.

Darüber hinaus fühlten sich 90% der Teilnehmer\*innen durch das neue Konzept besonders motiviert. Als Gründe wurden genannt, dass „man Dinge besser machen konnte, die einem sonst im Praktikum stören“ und „man sein Thema am besten erklären wollte“. Dies zeigt, dass die Studierenden dem Konzept „Studierende unterrichten Studierenden“ positiv gegenüberstehen, die Rolle des Lehrenden mit dessen Verantwortung und Möglichkeiten gerne annehmen und die Motivationssteigerung durch einen „Konkurrenzkampf“ unter den Studierenden funktioniert. Weiterhin wurde geäußert, dass die Möglichkeit in „sein“ Wunschthema tiefer einzusteigen sehr interessant sei und viel Spaß bringe.

Die meistgenannten Herausforderungen sind die ungewohnte Organisation und Kommunikation sowie die gerechte Aufgabenverteilung in der Gruppe. Handlungsbedarf besteht noch bei der Kommunikation des Ablaufplans und der Inhalte, da einige Studierende sich ungenügend vorbereitet fühlten.

Aus Sicht der Betreuer\*innen waren die Expertenskripte durchgängig sehr gut und vergleichbar mit den „alten“ Versuchsbeschreibungen. Das Niveau der Laienprotokolle war unverändert und vergleichbar mit den Vorjahren. Die Motivation der Expert\*innengruppen war durchweg äußerst hoch, in den Laiengruppen war sie ebenfalls etwas besser als in der Vergangenheit.

## **5. Weiterentwicklungsmöglichkeiten**

Eine mögliche Weiterentwicklung des Konzepts betrifft die Studierendenzahl. Das ursprüngliche ALPIN-Konzept ist für eine Anzahl von 12 und 24 Personen gedacht, lässt sich aber durch kleine Änderungen problemlos für bis zu 200 Studierende adaptieren. Daneben könnte es auch durch ein innovatives Prüfungs- und Bewertungssystem weiterentwickelt werden. Einen Ansatz könnte ein formatives Peer-Review bilden, bei dem die Laiengruppen die Betreuung durch die Expert\*innen bewerten, und so eine stetige Verbesserung animieren.

Eine weitere Möglichkeit bietet eine weiterentwickelte Evaluierungs- und Qualitätsstrategie zur Sicherung von Qualitätsstandards. Daneben gibt es auch weitergehende Konzeptideen wie beispielsweise ein Projektarbeits-Praktikums-Tandem. Dort wird in einer Projektarbeit im Masterstudium ein Praktikumsversuch theoretisch und praktisch ausgearbeitet und dann mit Bachelorstudierenden durchgeführt.

## 6. Literatur

- AEBLI, H. (1961). Grundformen des Lehrens. Ein Beitrag zur psychologischen Grundlegung der Unterrichtsmethode (9. erweiterte und umgearbeitete Aufl. 1976). Stuttgart.
- BRUCHMÜLLER, H.-G., HAUG, A. (2001) Labordidaktik für Hochschulen – Eine Hinführung zum Praxisorientierten Projekt-Labor. Alsbach: Leuchtturm-Verlag.
- DOYLE, T. (2008) Helping students learn in a learner-centered environment: A guide to facilitating learning in higher education. Sterling, VA: Stylus Publishing.
- GÖRTS, W. (2009) Projektveranstaltungen – und wie man sie richtig macht. Bielefeld: UniversitätsVerlagWebler [ZUW-Sign. 111.05/ 49]
- GOTZEN, S. Projektbasiertes Lernen. ZLE Zentrum für Lehrentwicklung TH Köln, online unter: [https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief\\_projektbasiertes\\_lernen.pdf](https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_projektbasiertes_lernen.pdf)
- GRZEGA, J., SCHÖNER, M. (2008) The didactic model LdL (Lernen durch Lehren) as a way of preparing students for communication in a knowledge society, *Journal of Education for Teaching*, 34:3
- GRZEGA, J., WALDHERR, F. (2007) Lernen durch Lehren (LdL) in technischen und anderen Fächern an Fachhochschulen: Ein Kochbuch in *Didaktiknachrichten* 11:1–17
- HUBER, L.: Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Huber L, ed. *Forschendes Lernen im Studium : aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Motivierendes Lehren und Lernen in Hochschulen*. Vol 10. Bielefeld: UVW; 2009: 9-35.
- ISAAC, S., HARDEBOLLE, C., TORMEY, R. (Mai 2017) *Micro-Skills Triads for Training STEM Teaching Assistants to Support Active Learning*. ETALEE 2017, Odense, Dänemark.
- MAZUR, E. (2013) *Pearson New International Edition: Peer Instruction: A User's Manual*. Pearson Education.
- ZECH, F. (1977). *Grundkurs Mathematikdidaktik: theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen im Fach Mathematik*. Weinheim: Beltz [ZUW-Sign.111.01/ 112]



## **7. Angaben zu dem Autor**

Studium der Werkstofftechnik in Nürnberg, anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Kunststofftechnik an der TU Clausthal (TUC). Parallel in der Erwachsenenbildung als Dozent an einer Fachschule und TUC tätig. Seit 2019 am Zentrum für Hochschuldidaktik der TUC fachdidaktischer Berater für Ingenieurwissenschaften.