



# Kreativität als Treiber beim Erlernen computergestützter Arbeitsmethoden in den Ingenieurwissenschaften

A. Naake\*

*Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten, Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik, Fakultät Maschinenwesen, Technische Universität Dresden*

## Abstract

Die geringe Effektivität bloßen Frontalunterrichts bei der Vermittlung von Software für computergestütztes Arbeiten ist eine Herausforderung für Lernende und Lehrende. In diesem Artikel wird vorgestellt, wie durch den bewusst geforderten kreativen Umgang mit der verwendeten Software aktive Beteiligung am Seminar und Selbststudium mit geringem Zusatzaufwand verbessert werden konnten.

The low effectiveness of mere frontal teaching when teaching software for computer-aided work is a challenge for learners and teachers. This article presents how active participation in the seminar and self-study could be improved with little additional effort through the consciously required creative use of the software used.

\*Corresponding author: [anselm.naake@tu-dresden.de](mailto:anselm.naake@tu-dresden.de)

## 1. Computerprogramme in der Lehre

Der souveräne Einsatz verschiedenster Computerprogramme gehört fest zum Profil der meisten akademischen Berufe. Insbesondere Absolvent\*innen der Ingenieurwissenschaften sollen nicht nur im Umgang mit Standardprogrammen geschult sein, sondern ebenfalls komplexere Spezialsoftware wie z.B. CAD-Programme sicher beherrschen, da ein großer Teil des praktischen Einsatzes der im Studium erworbenen Fähigkeiten mittlerweile softwaregestützt oder -basiert erfolgt. Damit tatsächlich ein berufsqualifizierender Abschluss zustande kommen kann, ist die Auseinandersetzung mit branchenüblicher Spezialsoftware bereits Teil des Studiums. Vielen Studierenden fällt diese Auseinandersetzung jedoch schwer.

Die „Digital Natives“ beherrschen zwar sicher den Umgang mit Programmen und Diensten, welche sie zu nutzen gewohnt sind. Der alltägliche Umgang mit digitalen Technologien kann jedoch nicht mit digitaler Kompetenz gleichgesetzt werden. [1] Die *ICDL Foundation* argumentierte in ihrem Bericht „Der Trugschluss des ‚Digital Native‘“, dass die Nutzung digitaler Medien durch die Digital Natives vor allem Lifestyle-bezogen erfolgt und die so erworbenen Kompetenzen keine nennenswerte Befähigung für den Arbeitsmarkt darstellt. [2]

## 2. Motivation beim Erlernen computergestützter Arbeitsmethoden

„Motivation“ umfasst das Setzen von Zielen und das folgende, zielgerichtete Handeln. Sie wird herangezogen um zu erklären, warum Handlungen begonnen, fortgesetzt, beendet oder auch unterlassen werden. [3, 4] Motivation bzw. Demotivation haben vielschichtige Ursachen. Eine mögliche Systematisierung dieser Ursachen ist die Unterteilung der Motivation extrinsische und intrinsische Motivation. Unter „extrinsischer Motivation“ werden die zur Motivation zu- bzw. abträglichen Faktoren subsummiert, die außerhalb des Individuums liegen. „Intrinsische Motivation“ umfasst im Gegensatz alle der Motivation zu- bzw. abträglichen Faktoren, die vom Individuum selbst ausgehen. [3–5]

Eine positive Motivation ist eine kritische Voraussetzung für einen erfolgreichen Lernprozess. [6, S. 109f.]

Beim Erlernen neuer Software fokussieren sich die Lernenden mehr auf die erreichten Ergebnisse und weniger auf den erreichten Lernfortschritt. Die Software ist ein Werkzeug und die Lernenden sind begierig es auszuprobieren und einzusetzen. Erfolgreich selbstständig Aktionen in der Software vorgenommen zu haben setzt die intrinsische Motivation herauf. Längere Erklärungen oder Demonstrationen über mehrere Aspekte der Software hinweg und ohne praktischen Einsatz der Software rufen hingegen Ungeduld hervor, da kein sichtbarer Lernerfolg besteht. Dies setzt die intrinsische Motivation herab. [7]

Dementsprechend ist ein selbstständiger, praktischer Einsatz des Programms während des Erlernens des Programms aus Sicht der Lernenden wünschenswert.

Der selbstständige praktische Einsatz der Software sollte so angeleitet werden, dass Lernerfolge *sichtbar* werden und gesetzte Ziele verhältnismäßig einfach erreicht werden können. Misserfolge können schnell dazu führen, dass sich die Lernenden überfordert und inkompetent fühlen. Empfundene Inkompetenz setzt die intrinsische Motivation beim Lernen herab, was sich wiederum unmittelbar negativ auf den Lernerfolg auswirkt [7–9].

## 3. Möglichkeiten zur Verbesserung der Motivation

Durch Zwischentests oder Zusatzleistungen kann durch die Lehrenden extrinsische Motivation geschaffen werden. [5] Positive Rückkopplung und Unterstützung, sowie das Setzen von Lernzielen und Sichtbarmachen von Erfolgen können die intrinsische Motivation fördern. [5, 6, S. 133]

Bei der Vorbereitung und Durchführung von Lehrveranstaltungen sind die Lehrenden jedoch zeitlichen, finanziellen und personellen Grenzen unterworfen, welche es erschweren, Zusatzaufwand zur Motivation der Lernenden aufzubringen.

Dies wirft die Frage auf, welche Möglichkeiten Lehrende haben, mit geringem Zusatzaufwand die extrinsische oder intrinsische Motivation der Studierenden zu steigern. Nachfolgend wird beschrieben, wie die besonderen Charakteristika computergestützter Arbeitsmethoden in einem Blockseminar ausgenutzt bzw. adressiert wurden, um durch Kreativität und Autonomie die Motivation der Studierenden beim Erlernen derselben zu steigern.

#### 4. Lehrveranstaltung

WE-TEAM ist ein zweijähriges Erasmus Mundus Joint Master Degree-Programm zur Ausbildung der nächsten Generation von Textilingenieur\*innen. Der Studiengang richtet sich an Personen mit Bachelorgrad in einem ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Studiengang und ist stark international ausgerichtet. Dies äußert sich zum einen in einer heterogenen Verteilung der Staatsangehörigkeiten (Jahrgang 2023/2024: 20 Studierende aus insgesamt 15 verschiedenen Nationen) und zum anderen darin, dass die Studierenden jedes Semester an einer anderen Universität in einem anderen Land studieren. Die beteiligten Universitäten liegen in der EU und in Japan.

Zu diesem Programm trägt der Lehrstuhl für Entwicklung und Montage von textilen Produkten unter anderem ein viertägiges Blockseminar über Modellierung und Simulation von textilen Produkten bei. Dies ist eines der Standardthemen des Lehrstuhls, welches ob seines Umfangs üblicherweise in verschiedenen, Lehrveranstaltungen behandelt wird, die ein ganzes Semester andauern.

Ziel des Blockseminars ist die Vermittlung theoretischer Kenntnisse und praktischer Fähigkeiten auf den Gebieten der Modellierung und Simulation von textilen Produkten, welche die Studierenden eigenständig weiterentwickeln und anwenden können. Vorkenntnisse auf diesen Gebieten werden zu Beginn des Seminars abgefragt. In der Regel bestehen diese in begrenztem Umfang bei einem bis zwei Teilnehmenden. Das Blockseminar findet im ersten Semester des Masterstudienganges statt und wird an der Universität Gent gehalten.

#### 5. Bisherige Vorgehensweise

Sie Gestaltung des Seminars erfolgte in den ersten drei Jahren als klassischer Frontalunterricht. Die Dozierenden demonstrierten verschiedene Programme für die Simulation von Textilien und vermittelten grundlegendes Hintergrundwissen im Vorlesungsformat.

Da die Studierenden sich nicht in Dresden aufhalten, können sie den PC-Pool der Professur nicht nutzen. Stattdessen müssen sie ihre eigenen Laptops nutzen. Da der Zugriff auf einen Windows-Laptop eine der Aufnahmebedingungen für den Studiengang ist, kann bei der Vorbereitung des Seminars davon ausgegangen werden, dass alle Studierenden am Seminar mit einem eigenen Laptop teilnehmen können. Dennoch ergeben sich zwei wesentliche Beschränkungen: Die Softwareprogramme dürfen keine zu hohen Ansprüche an die PC-Ressourcen stellen und keine Lizenzen erfordern, die aufgrund geringer Verfügbarkeit am Lehrstuhl nicht bereitgestellt werden können. Daher werden vorzugsweise Softwareprogramme während des Seminars behandelt, welche die Studierende lizenzfrei nutzen können und die auch auf weniger gut ausgestatteten PCs noch läuft (z.B. Texgen [10], Blender [11], Python [12]). Es werden jedoch auch lizenzbasierte Programme (z.B. TexMind Braider [13], VStitcher [14]) eingesetzt, für die eine Lizenz von Seiten des Lehrstuhls bereitgestellt werden kann.

Die erlernten Fähigkeiten wurden in Form eines Take-Home-Exam geprüft, bei welchem die Studierenden definierte Aufgaben mit der erlernten Software erledigen und die Lösungen einreichen mussten. Für die Erledigung der Aufgaben hatten die Studierenden mehrere Wochen Zeit. Eine Zusammenarbeit bei der Erbringung der Leistungen unter den Studierenden kann in diesem Format nicht ausgeschlossen werden und ist, im Sinne gegenseitiger Hilfeleistung, auch nicht unerwünscht. Die Studierenden erhalten jedoch individualisierte Aufgabenstellungen; beispielsweise unterschiedliche Gewebebindungen die sie modellieren sollen oder unterschiedliche Körper, die in einer Simulation enthalten sein sollen.

Die längere Bearbeitungszeit der Aufgaben soll den Studierenden ermöglichen, ihre Fertigkeiten selbstständig weiterzuentwickeln. Gleichzeitig soll in der Aufgabenstellung nicht wesentlich mehr abgefordert werden, als in der Veranstaltung vermittelt wurde.

Die dabei entstandenen Artefakte orientierten sich eng am Minimum der Aufgabenstellung, ähnelten einander stark und die verwendeten Funktionen beschränkten sich fast ausschließlich auf solche, die während der Veranstaltung explizit demonstriert worden waren. Das Ziel, grundsätzliche Fertigkeiten auf den Gebieten der Modellierung und Simulation von Textilien zu vermitteln, wurde damit zwar erreicht. Ob die Studierenden ihre Fähigkeiten jedoch auch selbstständig weiterentwickelt hatten bzw. es könnten und ob sie erworbenes Wissen souverän einsetzen oder Demonstrationen aus der Lehrveranstaltung replizierten, war aus den Ergebnissen nicht ersichtlich. Insgesamt schienen sie zu selbstständigem Lernen durch die Veranstaltung nicht motiviert worden zu sein.

## 6. Modifizierte Vorgehensweise

Mit den Zielen, die Studierenden zu mehr eigenständiger Auseinandersetzung mit dem Stoff zu motivieren und ihren Lernprozess und ihre Lernerfolge transparenter zu machen, wurde das Seminar in der vierten Ausgabe modifiziert.

(1) Um während der ersten Auseinandersetzung mit den Programmen mehr Erfolgserlebnisse zu erreichen, wurde der Fokus zu Beginn mehr auf Abläufe und Funktionen gelegt, die **schnell sichtbare Ergebnisse** liefern. Anstelle z.B. ausführlich die Funktionen des *TexMind Braiding Machine Configurator* und die zugrunde liegende Theorie zu Geflechtes zu erklären, wurde zunächst lediglich eine einfache Flechtmaschine modelliert und ein 3D-Geflecht erzeugt. Diese Arbeitsschritte lassen sich in der Software mit wenigen Klicks umsetzen.

(2) Um die Studierenden zu einem souveränen Einsatz der Software anzuregen, wurden die Studierenden nach Vermittlung der Grundkonzepte in einer Freiarbeitsphase aufgefordert, die weiteren Funktionen der Programme

selbst zu ergründen und vordergründig **kreativ** zu arbeiten und dabei z.B. auch persönlich gefärbte oder komische Szenen zu erschaffen. Die mögliche Selbstverwirklichung bzw. Selbstwirksamkeit soll die intrinsische Motivation erhöhen. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel aus einer ähnlichen Aufgabe mit dem *TexMind Braiding Machine Configurator*: Die Studentin hat eine Flechtmaschine gebaut, die ein herzförmiges Geflecht erzeugt und dieses rosarot gefärbt. Um zu diesem Ergebnis zu gelangen, musste sie den Funktionsumfang des Programms be-



Abbildung 1: 3D-Modell eines herzförmigen 3D-Geflechts

deutend weiter ausschöpfen, als es durch den Dozenten demonstriert worden war.

Durch den Dozenten und die anwesenden Kommilitonen konnte während dieser freien Phase schnell Hilfestellung geleistet werden, um die Motivation der Studierenden aufrecht zu erhalten.

(3) Um einen Anreiz zu setzen, kreative Ideen auch in die Tat umzusetzen, konnten die erreichten Ergebnisse **freiwillig geteilt** werden und wurden nach Abschluss der Lektion gemeinsam besprochen. Dies geschah in der Absicht, die Anerkennung der Seminargruppe als extrinsische Motivation zu nutzen.

(4) Das Take Home Exam wurde um ein auf Vollständigkeit, Ausdruck, Form und Gestaltung hin bewertetes Lerntagebuch ergänzt, in welchem die Studierenden ihren Lernfortschritt festhalten und selbst reflektieren sollten, um diesen bei der Bewertung besser nachvollziehen zu können.

(5) Soweit möglich wurden den Studierenden in der Aufgabenstellung Bonuspunkte für Kreativität in Aussicht gestellt. Die Aufgabenstel-

lung wurde hierfür nach Punkten aufgeschlüsselt, sodass das Zustandekommen der Bewertung für die Studierenden von vorn herein transparent war. Den Aufgaben, die kreatives Engagement erlaubten (z.B. Modellierung eines Gewebes, Simulation eines Tuchs, Modellierung eines Armbands und Simulation einer Produktpäsentation) wurden je ein Bonuspunkt für Kreativität zugeordnet. Der Punkt wurde vergeben, wenn eine Gestaltung der Artefakte z.B. durch Farb- oder Formgebung erfolgte (s. z.B. Abbildung 2).

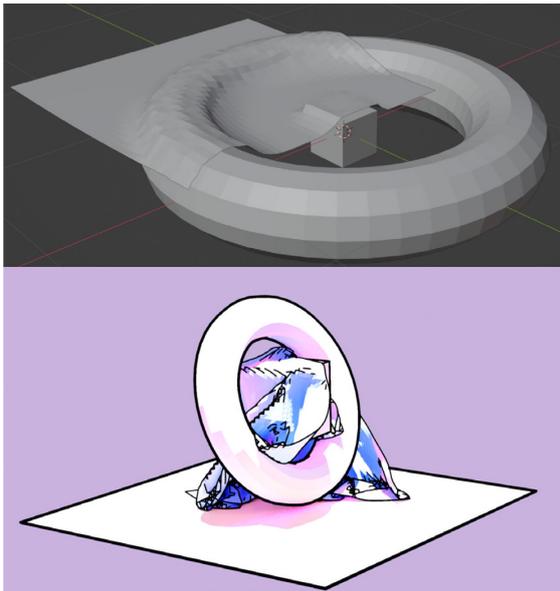


Abbildung 2: Screenshots aus zwei Drapiersimulationen. Oben: Umsetzung der minimalen Aufgabenstellung (Nachstellung durch den Autor) Unten: Umsetzung durch die Studentin. Die Oberflächen sind durch den kreativen Einsatz von Shader-Effekten verändert, die Materialparameter des Tuches sind Modifiziert, der Würfel rotiert um sich selbst, der Torus rotiert um den Würfel.

## 7. Ergebnisse

Die Beteiligung und das Engagement der Studierenden während der vorgestellten Ausgabe des Blockseminars ging nach Eindruck des Dozenten merklich über das der vorangegangenen Ausgaben hinaus. Die Studierenden beteiligten sich schnell rege an der Lehrveranstaltung und waren motiviert, die Möglichkeiten und Grenzen der Programme auszureizen. Die gemeinsame Nachbesprechung der Ergebnisse wurde von Seiten der Studierenden sehr positiv aufgenommen und erfreute sich reger Beteiligung. Beides zeigte sich darin, dass in

den Freiarbeitsphasen von den meisten Studierenden mindestens ein, meistens mehrere verschiedene Artefakte zur gemeinsamen Besprechung eingereicht wurden, in denen nicht nur die vorher demonstrierten Programmfunktionen ausgetestet wurden, sondern auch neue Funktionen genutzt wurden, welche die Studierenden aus eigener Initiative genutzt hatten.

Bei der Erbringung der Prüfungsleistungen, d.h. der Erstellung der Artefakte gemäß der Aufgabenstellung, wandten die Prüflinge die erlernten Programme experimentierfreudig und souverän in einem Maß an, welches weit über das in der Lehrveranstaltung vermittelte Niveau hinausging. In einigen Fällen wurden sogar die Lerntagebücher kreativ gestaltet.

Die Studierenden waren nicht nur in der Lage, das während des Seminars vermittelte Wissen anzuwenden, sondern hatten selbstständig neues Wissen erworben und umgesetzt. Trotz fehlender Vorkenntnisse bei der Anwendung der vorgestellten Programme bauten die Studierenden schnell Kompetenzen in den Bereichen Modellierung und Simulation auf. Dies war überwiegend auf ein erfolgreiches Selbststudium zurückzuführen. Dies war auch in den Lerntagebüchern bei der Bewertung nachvollziehbar. Die Studierenden schätzen in diesen ihren persönlichen Lernfortschritt und die Lehrveranstaltung als solche sehr positiv ein.

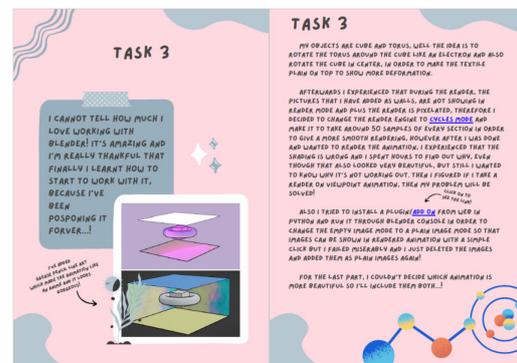


Abbildung 3: Kreativ gestaltete Seite aus einem Lerntagebuch

## 8. Diskussion

In der vorgestellten Lehrveranstaltung wurden die Studierenden zur Vermittlung praktischer

Fertigkeiten im Umgang mit Computerprogrammen nach kurzen Einarbeitungs bzw. Demonstrationsphasen aufgefordert, die demonstrierten und ggf. auch weitere Funktionen der Software in einer Freiarbeitsphase selbst zu erkunden. Dies geschah mit dem Ziel, die Studierenden zu motivieren und zu mehr Eigenständigkeit beim Lernen zu bringen. Während der Freiarbeitsphasen wurden sie angeregt, nach Möglichkeit kreative Ideen umzusetzen. Die entstandenen Ergebnisse wurden im Anschluss gemeinsam nachbesprochen. Während die eigenständige Umsetzung eigener Ideen die intrinsische Motivation der Studierenden steigern sollte, sollte durch den gemeinsamen Vergleich die extrinsische Motivation durch die Anerkennung der Gruppe erreicht werden. Bei der Erbringung der Prüfungsleistung zeigte sich, dass die Studierenden ihr Wissen im Anschluss an die Lehrveranstaltung selbst vertieft und neue Fähigkeiten erlernt hatten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Studierenden durch die genannten Maßnahmen dazu motiviert wurden.

Die Prüfungsleistung wurde in Form eines Take-Home-Exam erbracht, in dessen Rahmen die Studierenden ihren Lernfortschritt selbst festhielten und reflektierten. Dadurch war bei der Bewertung nachvollziehbarer, wie die Leistungen zustande gekommen waren.

## 9. Literatur

- [1] L. Reid, D. Button und M. Brommeyer, "Challenging the Myth of the Digital Native: A Narrative Review," *Nursing reports* (Pavia, Italy), Early Access. doi: 10.3390/nursrep13020052.
- [2] ICDL Foundation, "The fallacy of the 'digital native'," ICD Foundation, 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.icdleurope.org/policy-and-publications/the-fallacy-of-the-digital-native/>
- [3] W. Harlen und R. Deakin Crick, "Testing and Motivation for Learning," *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, Jg. 10, Nr. 2, S. 169–207, 2003, doi: 10.1080/0969594032000121270.
- [4] D. A. Cook und A. R. Artino, "Motivation to learn: an overview of contemporary theories," *Medical Education*, Jg. 50, Nr. 10, S. 997–1014, 2016, doi: 10.1111/medu.13074.
- [5] W. Edelmann, "Intrinsische und extrinsische Motivation," *Grundschule*, Nr. 35, S. 30–32, 2003.
- [6] How People Learn: Learners, Contexts, and Cultures. Washington, D.C.: Natl Academy Pr, 2017.
- [7] J. Carroll und M. B. Rosson, "Paradox of the active user," in 1987, S. 80–111.
- [8] S. Rodríguez, I. Estévez, I. Piñeiro, A. Valle, T. Vieites und B. Regueiro, "Perceived Competence and Intrinsic Motivation in Mathematics: Exploring Latent Profiles," *Sustainability*, Jg. 13, Nr. 16, S. 8707, 2021, doi: 10.3390/su13168707.
- [9] R. J. Vallerand und G. Reid, "On the causal effects of perceived competence on intrinsic motivation: A test of cognitive evaluation theory," *Journal of Sport Psychology*, Jg. 6, Nr. 1, S. 94–102, 1984.
- [10] Louise Brown, mike-matveev und georges-packman, *louisepb/TexGen: TexGen v3.13.1* (2023). Zenodo.
- [11] Blender Online Community, Blender - a 3D modelling and rendering package. Stichting Blender Foundation, Amsterdam. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.blender.org/>
- [12] G. van Rossum und F. L. Drake, *Python 3 Reference Manual*. Scotts Valley, CA: CreateSpace, 2009.
- [13] Y. K. Kyosev, *TexMind Braider* (2007). *TexMind*. [Online]. Verfügbar unter: <http://texmind.com/wp/products/braider/>
- [14] Browzwear Inc., *VStitcher*. [Online]. Verfügbar unter: <https://browzwear.com/products/v-stitcher>