

Punktwolkenbasierte 3D-Vermessung für KMU in Handwerk und Bauwesen

VERENA HÄNDLER¹, OLIVER REUß¹, JONAS ROTH¹, JÜRGEN SELENSKI¹ & ANSGAR BRUNN¹

Zusammenfassung: Hochschulen für angewandte Wissenschaften entwickeln beständig die Lehre nicht nur für die eigenen Studierenden, sondern auch die Methoden für den Wissenstransfer in die Unternehmen weiter. Neue didaktische Konzepte werden für anstehende Fachthemen ausprobiert. Im Rahmen des Projekts „Frühe Digitalisierung technischer Planungsprozesse im Bauwesen und Handwerk für kleine und mittlere Unternehmen“ (DiTeP4KMU) sollen daher aktuelle Methoden der Wissensvermittlung (Online-Lehrangebote, Blended Learning sowie hybride Lehrveranstaltungsformen) in die berufsbegleitende Weiterbildung übertragen und realisiert werden. Das Projekt ist eine Fortsetzung und Erweiterung der bereits an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt umgesetzten Projekte „Digitale Photogrammetrie und Bildverarbeitung für kleine und mittlere Unternehmen (DiPhoBi4KMU)“ und „Mobile 3D Vermessung für kleine und mittlere Unternehmen“ (MV-3D4KMU). Ziel des aktuellen Projekts ist die Prozessoptimierung in KMU durch mobile 3D-Vermessung anhand hybrider Wissensvermittlung in Form von E-Learning Angeboten sowie Präsenzveranstaltungen in Form von Netzwerktreffen und Aktionen. Der fachliche Fokus liegt dabei auf der stärkeren Verbreitung der 3D-Daten für alltägliche Aufgaben - insbesondere der schnell zu generierenden 3D-Punktwolken durch moderne Messsysteme - in die Arbeitsprozesse im Bauwesen und Handwerk, in Zusammenarbeit mit den beteiligten Unternehmen. Die Erfahrungen in dem Projekt zeigen bereits nach ca. sechs Monaten ein großes Interesse und bestätigen die Konzeption des Projektentwurfs.

1 Einleitung

Die punktwolkenbasierte 3D-Vermessung hat sich in den letzten Jahren zu einem Standardverfahren der Bauaufnahme und Baustandsdokumentation entwickelt (KICKLER 2021). Dennoch ist die Handhabung und Weiterverarbeitung der entstehenden 3D-Daten für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) im Handwerk und Bauwesen aufgrund der Datenmengen sowie der notwendigen Spezialsoftware immer noch problematisch, was zu einer Begrenzung des Marktwachstums der 3D-Vermessung wie auch der Möglichkeiten der Nutzer (Unternehmen) führt. Gleichzeitig erkennen viele Nutzer die Entwicklungen im Umfeld ihres Unternehmens. Der technische Fortschritt erfordert immer wieder die Anpassung von Prozessketten im Unternehmen, beginnend beim Auftrag bis zur Umsetzung (Abb. 1). Die Optimierung von Prozessabläufen insbesondere durch frühzeitige Digitalisierung ist dabei eines der Hauptanliegen der Unternehmen, unabhängig von der Branche (LASINGER 2011). Dabei können Großunternehmen meist schnell auf Veränderungen der Umwelt reagieren, da sie die finanziellen Möglichkeiten besitzen, in neue Techniken und Methoden zu investieren, um diese auszuprobieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Fachkräfte einzustellen, um diese Techniken und Methoden

¹ Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Röntgenring 8, D-97070 Würzburg, E-Mail: [verena.haendler, oliver.reuss, jonas.roth, juergen.selenski, ansgar.brunn]@fhws.de

schnell und gewinnbringend für das Unternehmen einzusetzen. Kleine und mittlere Unternehmen sind hier im Nachteil.



Abb. 1: Prozesskette für 3D-Vermessung in einem Unternehmen

Informations- und Visualisierungstechnologien wie Building Information Modeling (BIM), Augmented- oder Virtual-Reality sind zeitgemäße Mittel, um z.B. für Unternehmen aus dem Bauwesen und Handwerk einen virtuellen Zwilling des Auftragsobjektes zu erstellen, der unabhängig vom Auftragsort bearbeitet werden kann. Die Datengrundlage hierfür liefern 3D-Daten, welche durch modernes Messequipment schnell erfasst werden können. Durch den Einsatz moderner Messverfahren zur Erfassung von 3D-Daten sowie die Verwendung aktueller Software zur Aufbereitung und Weiterverarbeitung der 3D-Daten besteht bei vielen KMU das Potenzial, Arbeitsprozesse effizienter und ökologischer zu gestalten. Dennoch werden diese modernen Möglichkeiten gerade von KMU nur selten genutzt, da der Umgang mit der Erfassung von 3D-Daten sowie deren Verarbeitung nicht vertraut ist.

2 Motivation

Aufgrund der gerade für KMU im Vergleich zu Großunternehmen speziellen Situation bedarf es neuer Methoden, das notwendige Wissen in diese Unternehmen zu bringen. Aus diesem Grund wurde das Projekt „Frühe Digitalisierung technischer Planungsprozesse kleiner und mittlerer Unternehmen im Bauwesen und Handwerk (DiTeP4KMU)“ initiiert.

Ziel des Projektes ist es, neue Technologien zur schnellen 3D-Datenerfassung und –verarbeitung durch moderne didaktische Methoden in die Unternehmen einzubringen und dadurch die Prozesse in den einzelnen Unternehmen zu optimieren. Dabei soll gleichzeitig ein Netzwerk für einen stetigen Wissenstransfer sowohl zwischen den teilnehmenden KMU untereinander als auch zwischen Hochschule und Unternehmen aufgebaut werden, welches über die Projektlaufzeit hinaus besteht. Anhand von E-Learning-Angeboten, Netzwerktreffen und der Analyse einzelner Prozessabläufe soll den KMU Zugang zu den neuen Methoden verschafft und sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche Methoden im jeweiligen Unternehmen sinnvoll eingesetzt werden können. Darüber hinaus sollen die KMU auch in die Möglichkeiten der Nutzung von 3D-Daten über das eigene Unternehmen hinaus, also auch in Kooperation mit anderen KMU sowie Vermessern, eingeführt werden.

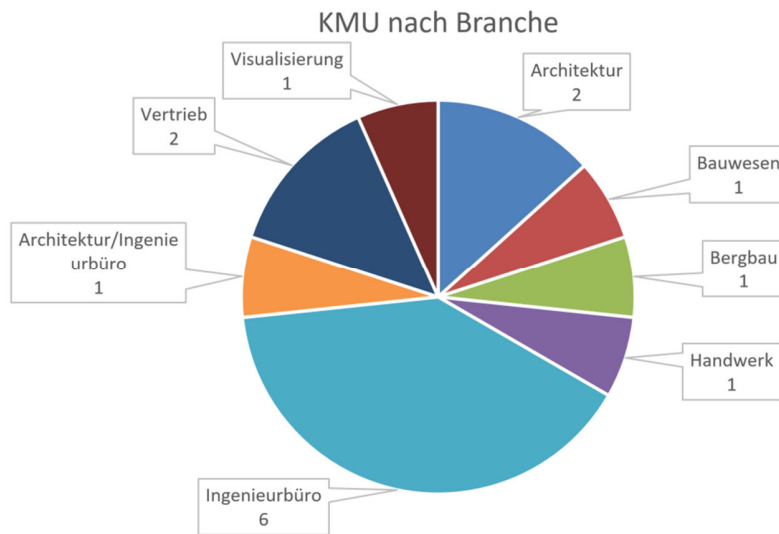


Abb. 2: Teilnehmende KMU nach Branche

Das wissenschaftliche Ziel der Hochschule ist die Erweiterung der modernen Lernvermittlungsmethoden und deren Bewertung durch die praktische Umsetzung. Dazu ist die Interaktion mit und unter den Projektteilnehmenden von großer Bedeutung.

Das Projekt konzentriert sich beispielhaft auf den Umgang mit 3D-Daten innerhalb von KMU. In dem Projekt sind z. Z. 15 Unternehmen aus verschiedenen Branchen (Abb. 2) mit in der Regel weniger als 250 Beschäftigten, vorwiegend aus den strukturschwachen bayerischen Regionen aktiv. Insgesamt nehmen 32 Personen an dem Projekt teil, davon sind 5 Frauen.

3 Handlungskontext

Die fachlich inhaltliche Weiterentwicklung von Unternehmen ist gesellschaftlich als absolut notwendig angesehen und seit den 1970er Jahren mit dem Begriff „Lebenslanges Lernen“ verbunden (BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG 1973). Die Unternehmen unterstützen hier vorwiegend die Berufsverbände und die Industrie- und Handelskammern sowie kommerzielle Anbieter, i. d. R. verknüpft mit dem langfristigen Angebot von Hardware, Software und Support. Die Hochschulen für angewandte Wissenschaften widmen sich neben der angewandten Forschung, zukunftsorientierter Lehre dem Wissens- und Technologietransfer in die Praxis, über die eigentliche Lehre der Studierenden hinaus. Unterschiedliche Formate werden hier verfolgt: kooperative Abschlussarbeiten, gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte, Studien mit vertiefter Praxis sowie seminaristische Weiterbildung. Diese Angebote sind i. d. R. von zeitlich kurzer Dauer und behandeln Themen und Fragestellungen sehr fokussiert. Der hier beschriebene neue Ansatz der Unternehmensentwicklung geht darüber hinaus.

Wichtig für diesen Ansatz ist die hybride Informationsvermittlung. Eine anerkannte Methode ist das „Blended Learning“ (z.B. HORN & STAKER 2011, OSGUTHORPE & GRAHAM 2003). An der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (FHWS) wurde das Blended

Learning für KMU bereits in zwei Projekten erfolgreich umgesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt. In „Digitale Photogrammetrie und Bildverarbeitung für kleine und mittlere Unternehmen - DiPhoBi4KMU“ entstand ein Online-Lernangebot für Photogrammetrie und Bildverarbeitung. Präsenzveranstaltungen wie Projekttreffen oder Workshops ergänzten die Wissensvermittlung zu einem Blended Learning-Modell (MEYER & BRUNN 2016). Gleichzeitig wurde Netzbildung durch Zusammenspiel von realen Treffen und Online-Angeboten im Rahmen eines Blended Networking praktiziert (BRUNN 2018). Das Folgeprojekt „Mobile Vermessung für kleine und mittlere Unternehmen - MV-3D4KMU“ mit dem Fokus auf die mobile 3D Vermessung, erweiterte die Onlinelehre um das Medium Video und das spielerische Lernen (Gamification) (WICH & BRUNN 2019). Die Realisierung einer Prozesskette zur Erstellung von E-Learning Modulen für Blended Learning wird in SELENSKI et al. (2020) beschrieben.

Ein vergleichbares, auch langfristiges Projekt innerhalb der geowissenschaftlichen Hochschullehre ist „Prolearn“ (TEUCHER et al. 2018). Hier wird der Fokus auf das Online-Lernangebot und den Lernfortschritt gelegt. In „Prolearn“ sind jedoch Studierende die Zielgruppe.

In „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) wird die digitale Lehre für Schüler langfristig an Schulen etabliert. Dabei werden Werkzeuge für eine bedarfsorientierte Wissensvermittlung, Monitoring des Lernfortschritts und Evaluation der Lernmaterialien (HODAM et al. 2020) angeboten.

Eine Langfristigkeit und hohe Intensität, bei einem gleichzeitig breiten Anwendungsspektrum erreicht keines der genannten Projekte. Hier setzt die Kernidee unseres erweiterten Ansatzes in DiTeP4KMU an.

4 Methode

Die Umsetzung des Projektes erfolgt anhand der fachlichen Impulse aller Beteiligten unter Anwendung moderner didaktischer Methoden wie Blended Learning und Flipped Classroom sowie hybrider Veranstaltungen und praktischen Aktionen. Im Projektdesign sind fünf Komponenten wichtig, die in den folgenden Abschnitten kurz ausgeführt werden.

4.1 Rollenspezifisches Projektkonzept

In dem Projekt werden drei Funktionsgruppen zusammengebracht. Die Leitung sowie die Steuerung des Projekts obliegen der Hochschule. Bei der Wahl der Kooperationspartner wurde darauf geachtet, dass sich verstärkt Unternehmen aus dem Bauwesen und dem Handwerk und aber auch Spezialisten der Vermessung und des Systemvertriebs beteiligen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass punktwolkenbasierte Vermessung mit breitem geodätischen Fachwissen und unter Verfügbarkeit modernster Technik für einen möglichst breiten Anwendungsbereich umgesetzt werden kann. Alle Beteiligten können von dem Projekt profitieren. Auf der Anwenderseite können Prozesse optimiert werden. Für die Vermesser bedeutet das Interesse der Anwender eine Erweiterung ihres Tätigkeitsfeldes unter Einsatz modernster Messsysteme. Der Systemvertrieb hat hier die Möglichkeit, neueste Technik für konkrete Anwendungsfälle vorzustellen und somit neue Anwendungsfelder zu bedienen. Die Hochschule wird dabei ihrer Aufgabe gerecht, Wissen und Technologie für ein vielfältiges Anwendungsspektrum in die Praxis zu transferieren. Die Grundlagen werden seitens der Hochschule vermittelt. Konkrete gemeinsam behandelte

Anwendungsfälle stellen die Anwender vor. Die Innovationen werden systemtechnisch durch den Vertrieb sowie methodisch durch die Hochschule eingebracht.

4.2 Blended Learning

Um das Wissen für den Umgang mit 3D-Daten zu den KMU zu bringen, wird mit dem Ansatz des Blended Learning gearbeitet (SEIFERT & PAPE 2014). Das Blended Learning kombiniert Präsenzveranstaltungen mit Online-Angeboten. Es werden sowohl die Vorteile der klassischen Lehre in Präsenz als auch die der virtuellen Lehre genutzt. Durch Online-Kurse können Lernende zeit- und ortsungebunden Wissen aufnehmen. Somit können gerade Berufstätige sich ihre Lernphasen flexibel einteilen und in ihren Arbeitsalltag integrieren. Präsenzveranstaltungen ergänzen diesen Aspekt mit den sozialen Vorzügen der face-to-face-Kommunikation (MEYER & BRUNN 2016). Die Lehrinhalte werden sowohl in Netzwerktreffen in Präsenz vorgetragen als auch auf einer Online-Lehrplattform zur Verfügung gestellt. Präsenz- und Online - Lehrinhalte werden nach einer bestimmten Gliederung abgearbeitet und sind aufeinander abgestimmt.

Blended Learning Präsenzanteil: Durch Präsenzveranstaltungen für die geschlossene Gruppe der KMU findet ein regelmäßiger, persönlicher Austausch und Verbindlichkeit der Teilnehmenden zu dem Projekt statt. Bei den KMU herrscht häufig großer Zeitdruck im Arbeitsalltag und feste Termine neben der Arbeit sind oft nur schwer wahrzunehmen. Daher finden ausführliche Veranstaltungen in Präsenz in größeren Zeitabständen, alle 1-2 Monate statt, was in etwa 10 Präsenzterminen entspricht.

Die Präsenzveranstaltungen in Form von Netzwerktreffen sind ein wesentlicher Bestandteil des Projekts. Inhalte der Netzwerktreffen sind neben Lehreinheiten auch eigene Beiträge der Unternehmen. Die Firmen haben hier die Möglichkeit, sich selber und ihre Projekte allgemein vorzustellen. Außerdem können sie den Ist-Zustand, konkrete Projekte oder Problemfälle bezüglich des Umgangs mit 3D-Daten darlegen. Anschließende Diskussionen der Teilnehmenden sind hier wünschenswert und sollen dazu dienen, verschiedene Fragestellungen und Probleme durch die Expertise und Erfahrungen der anderen Unternehmen beantworten zu können. Die unterschiedlichen Themen und Problematiken werden gesammelt und im Laufe der Projektlaufzeit in engem Austausch mit den KMU bearbeitet. Um die regelmäßige Teilnahme aller kooperierenden Unternehmen zu ermöglichen, finden die Netzwerktreffen in hybrider Form statt.

Blended Learning – Onlineanteil: Der Online-Kurs ist in die E-Learning-Plattform der FHWS eingebunden. Es handelt sich hierbei um die Open-Source-Lehrplattform „Moodle“. Für die Unternehmen werden hier externe Zugänge zur Verfügung gestellt, da im Normalfall nur Studenten und Dozenten Zugriff auf das E-Learning haben. Genauere Informationen zum Aufbau eines solchen Kurses werden in MEYER & BRUNN (2016) gegeben.

Der Kurs baut auf einer einfachen Gliederung der Lehrinhalte auf, die von Anfang an auf der Kursseite abgerufen werden kann. Das gewährleistet eine gewisse Übersichtlichkeit, da der Lernende bei einem unstrukturierten Kurs womöglich schnell das Interesse und die Motivation verliert. Die hierarchisch strukturierten Kurse werden in regelmäßigem Abstand zwischen den Netzwerktreffen hochgeladen.

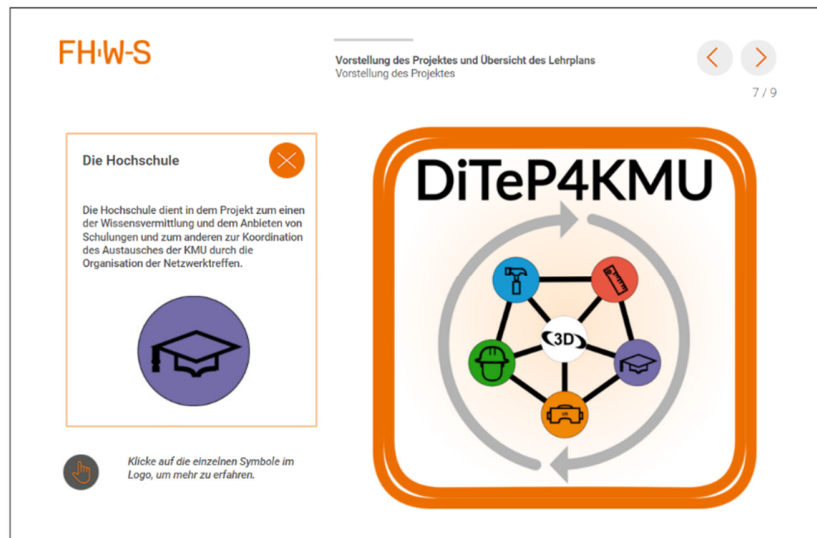


Abb. 3: Die Oberfläche eines Lectora-Kurses

Ein Großteil der theoretischen Lehrinhalte wird durch didaktisch ansprechende, etwa 30minütige E-Learning-Einheiten, die jederzeit unterbrochen werden können, vermittelt. Die Kurse werden mit der Software Lectora erstellt (Abb. 3). Lectora ermöglicht das Erstellen von interaktiven Kursen ohne einen großen Einarbeitungsaufwand. Hier können interaktive, unterhaltsame Elemente wie Drag&Drop-Quizze, Memorys oder Buttons immer wieder problemlos in einen Kurs eingebaut und visualisiert werden. Dazu können selbst erstellte Videos, die ein bestimmtes Themengebiet behandeln, in die Kurseinheit eingebunden werden. Da viel Text oft ungern gelesen wird, dienen solche Videos dazu, die Aufmerksamkeit und Motivation hochzuhalten. Des Weiteren können mit Hilfe von Videos komplizierte Sachverhalte leicht und verständlich beschrieben werden. Evaluationen am Ende der Kurse sollen deren Gestaltung und Inhalt im Laufe des Projektes verbessern. Der exportierte Kurs kann nach einer automatischen Fehlerüberprüfung in E-Learning-Management-Systeme eingebunden werden. Um eine Einheitlichkeit in den Kursen beizubehalten, sind der Aufbau und die Gestaltung der Lectora-Kurse durch hochschuleigene Gestaltungsvorlagen vorgegeben.



Abb. 4: Oberfläche H5P Software

Auch die in Präsenz vorgestellten Lehrinhalte werden nachträglich im E-Learning als Video zur Verfügung gestellt. Das soll zum einen bewirken, dass Lernende, die nicht an einem Netzwerktreffen teilnehmen konnten, sich auch zeitungebunden die Vorlesung zu den Lehreinheiten ansehen können. Zum anderen können Lernende die Inhalte bei Interesse mehrmals ansehen. Die Videos werden mit der Software H5P eingebunden. Mit H5P können Videos interaktiv gestaltet werden. Das Ziel ist es, durch verschiedene Fragestellungen in den Videos, die Aufmerksamkeit und Motivation des Lernenden hoch zu halten. Die Möglichkeiten dieser Software sollen auch im weiteren Verlauf des Projekts in den Kurs eingebunden werden. Durch Interaktionen wie „Drag the Words“, „Fill in the Blanks“ oder „Drag&Drop“ kann der Kurs interessanter gestaltet werden (Abb. 4).

Die Online-Lehrangebote sollen den Wünschen der KMU angepasst werden. Vor allem in den Netzwerktreffen können unterschiedliche Thematiken, Wünsche und Vorschläge diskutiert werden. Online-Befragungen im weiteren Verlauf des Projekts dienen der Evaluierung des Kurses sowie der Projekttreffen und sollen dazu genutzt werden, den Kurs bzw. die Treffen zu verbessern.

4.3 Flipped Classroom

„Flipped Classroom“ bzw. „Inverted Classroom“ wird eine Unterrichtsmethode bezeichnet, in der die üblichen Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hörsaals oder Klassenzimmers „umgedreht“ werden (E-TEACHING.ORG 2021).

Das bedeutet, die Lehrinhalte eignen sich der Lernende zunächst durch online zur Verfügung gestelltes Lehrmaterial (z.B. in Form von Videos) eigenständig an. In anschließenden Präsenzveranstaltungen wird dieses Wissen dann vertieft und Verständnisfragen geklärt.

In diesem Projekt wird besonders auf die in den Online-Kursen gestellten Quizze eingegangen. Die Fragen bzw. die möglichen Probleme bei der Bearbeitung der Quizze können somit besprochen und diskutiert werden. Da die Netzwerktreffen in dem Projekt nur alle 1-2 Monate stattfinden, muss die Bereitstellung der Online-Kurse zeitlich und thematisch mit den Präsenzveranstaltungen abgestimmt werden.

Zum einen sollten die Kurse nicht zu früh hochgeladen werden, da der Lernende dadurch mögliche Probleme und Fragen bis zum nächsten Treffen vergessen hat. Zum anderen kann ein verspätetes Hochladen des Kurses dazu führen, dass der Lernende zu wenig Zeit zum Vorbereiten hat.

4.4 Hybride Veranstaltungen

Für den Aufbau eines etablierten Netzwerkes zwischen KMU und Hochschule sind Netzwerktreffen in Form von Präsenzveranstaltungen mit einer möglichst vollständigen Teilnehmerzahl unabdingbar. Daher gibt der Projektträger eine Mindestanzahl von Netzwerktreffen sowie eine Mindestanzahl an Teilnehmenden pro Veranstaltung vor. Die ursprünglich ausschließlich in Präsenz angedachten Veranstaltungen werden im Rahmen des Projekts in hybrider Form angeboten. Dies bedeutet, dass die Treffen mit einem Videokonferenzsystem zusätzlich online zugänglich sind. Für dieses Zusatzangebot spricht, dass auch Projektmitglieder, die nicht persönlich anwesend sein können, trotzdem die Möglichkeit haben, aktiv an dem Treffen teilzunehmen und sich in die Diskussionen miteinzubringen. Dagegen, die Veranstaltung ausschließlich online anzubieten spricht, dass der Austausch zwischen den Teilnehmenden ein bedeutendes Element des Projektes ist. Bei einer Präsenzveranstaltung ist

die Hürde niedriger in ein Gespräch zu kommen, da sich die Teilnehmenden vor oder nach der Veranstaltung sowie in den Pausen für gewöhnlich unterhalten.

4.5 Aktionen

Ein wesentliches Mittel für einen praxisorientierten Wissenstransfer ist die Durchführung von durch das Netzwerk abgestimmten gemeinsamen Aktionen. Bei einer Aktion handelt es sich gemäß Projektträger um ein aus den Erkenntnissen der Netzwerktreffen entstandenes gemeinsames Unterprojekt. Zur Bearbeitung des Unterprojekts werden Arbeitskreise aus Hochschule und Unternehmensvertretern aus den KMU gebildet. Die in den Netzwerktreffen angesprochenen Anwendungsfälle können innerhalb der Arbeitskreise detailliert analysiert und Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung seitens der Hochschule entwickelt und vorgeschlagen werden. Dadurch kann speziell auf die Bedürfnisse einzelner KMU eingegangen werden. Die Ergebnisse werden im Rahmen von sogenannten Aktionsveranstaltungen allen interessierten Teilnehmenden präsentiert.

Durch die Aktionen kann das vermittelte Wissen direkt für praktische Anwendungsfälle genutzt sowie mögliche Problemstellungen gelöst werden. Dadurch wird die Motivation für die Umsetzung der neuen Methoden gesteigert.

5 Umsetzung und Ergebnisse

5.1 Erstellung Curriculum

Zu Beginn der Projektlaufzeit wurde eingehend der Bedarf an Aus- und Weiterbildung in den beteiligten Unternehmen durch eine Umfrage analysiert. Hierfür wurde mit Hilfe eines Online-Umfragetools ein Katalog angelegt, der Fragen zum Unternehmen und dessen Tätigkeitsschwerpunkt, zum fachlichen Hintergrund der Teilnehmenden und Erfahrungen sowie Wünsche bezüglich der Online-Lehre beinhaltet.

Wieviel Prozent Ihrer Arbeitszeit verbringen Sie mit Fragestellungen, die das Thema „Vermessung“ betreffen?

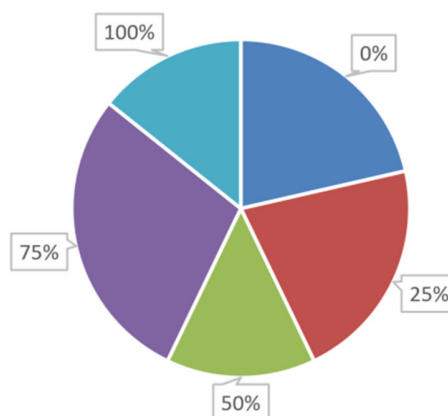


Abb. 5: Teilnehmende beschäftigen sich unterschiedlich stark mit der Vermessung im Arbeitsalltag (in Prozent der täglichen Arbeitszeit)

Die Umfrageergebnisse haben gezeigt, dass die Teilnehmenden verschiedene Wissensstände zur 3D-Vermessung besitzen und sich unterschiedlich stark damit im Berufsalltag beschäftigen (Abb. 5). Außerdem gaben die befragten Personen an, dass theoretische Grundlagen in der 3D-Vermessung für sie wichtig sind. Es war also notwendig, im Curriculum auf die Grundlagen der Verfahren zur Erstellung von 3D-Vermessungsdaten einzugehen, damit alle Beteiligten das gleiche Basiswissen haben.

Die Angabe der im Unternehmen für die Vermessung verwendeten Hard- und Software ist für das Kapitel zur Datenaufbereitung und -weiterverarbeitung hilfreich. Hier bietet es sich an, Theorie und Praxis zu einer Software zu vermitteln, die mit dem bereits in den Unternehmen vorhandenen Equipment und genutzten Dateiformaten kompatibel ist.

Auf die Gestaltung des zuvor genannten Kapitels hatten auch die Antworten auf die Frage “Für welche Aufgaben könnte 3D-Vermessung in ihrem Unternehmen möglicherweise verwendet werden?” einen Einfluss. Entsprechend der Angaben der Teilnehmenden wurden die Inhalte zur Datenverarbeitung gewählt. Weiterhin zeigten die Befragten Interesse an der Kombination von verschiedenen Vermessungsverfahren. Insbesondere die Antworten zu der Frage nach den Erwartungen an das Projekt haben zur Erstellung des Curriculums beigetragen.

Die Erkenntnisse aus der Umfrage hatten den größten Einfluss auf die Gestaltung des Lehrplans. Ein weiterer Einfluss auf den Aufbau des Curriculums hatten die Präsentationen während dem zweiten Netzwerktreffen. Hier hatten die Unternehmen die Möglichkeit, beispielhaft Anwendungsfälle vorzustellen, für die 3D-Daten genutzt werden sollen. Hierbei wurde unter anderem auch auf Schwierigkeiten beim Workflow im jeweiligen Projekt verwiesen.

Insgesamt besteht das Curriculum aus vier Kapiteln, welche die grobe Struktur des Lehrplans vorgeben und nicht mehr verändert werden. Sie sollen chronologisch möglichst nah am Workflow der Arbeit mit 3D-Daten stehen. Für die Unterkapitel wird zunächst ein Entwurf erstellt, der über die Projektlaufzeit entsprechend den Wünschen und Bedürfnissen der Projektteilnehmenden flexibel angepasst werden kann. Außerdem wurde für die Unterkapitel geplant, welche nur online oder auch in Präsenz (bei einem Netzwerktreffen) behandelt werden (Abb. 6).

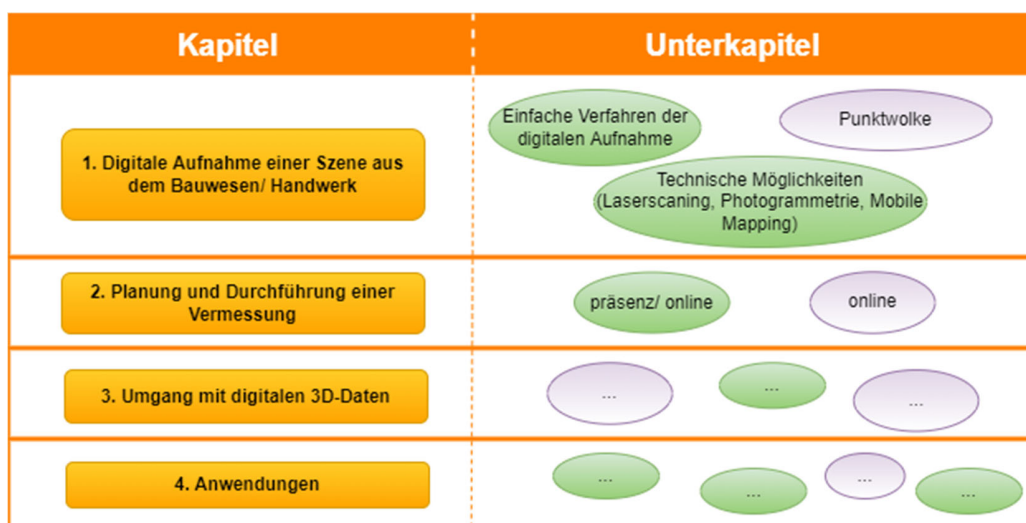


Abb. 6: Aufbau des Curriculums (lila Ellipse = Lehrinheit ausschließlich online, grüne Ellipse = Lehrinheit sowohl in Präsenz als auch online)

Eine Einheit, die beschreibt was man unter einer Punktwolke versteht wurde beispielsweise nur Online zur Verfügung gestellt, weil die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass dies nur für sehr wenige Teilnehmende komplett neues Wissen ist. Alle anderen können so diese bereits bekannten Themen überspringen. Kapitel, die für einen größeren Teil der Lernenden interessant sind, werden dagegen eher in Präsenz vermittelt und anschließend als Video in den Online-Kurs hochgeladen. Im Verlauf des Projekts soll die Möglichkeit bestehen, einzelne Unterkapitel des aktuellen Curriculums zu streichen oder neue hinzuzufügen, allerdings nur, falls sich Themen ergeben, die für alle Teilnehmenden relevant sind.

5.2 Netzwerktreffen

Im Rahmen des 1. Netzwerktreffens hatten alle teilnehmenden Unternehmen die Möglichkeit sich vorzustellen. Bereits bei dieser Kurzvorstellung ergaben sich Fragestellungen zu einzelnen Anwendungsfällen und Themen, die bestimmte Branchen der KMU besonders interessieren: Zum einen sind mobile Systeme zur Erfassung von 3D-Daten, ihre Handhabung und die mit diesen Systemen erreichbaren Genauigkeiten ein wichtiges Thema, zum anderen der Umgang mit dreidimensionalen Punktwolken. Durch die detaillierte Vorstellung verschiedener Anwendungsfälle im 2. Netzwerktreffen konnten in der Diskussion bereits einzelne Best Practice Beispiele unternehmensgetrieben identifiziert werden. Durch die Hochschule wurden diese aufgegriffen und entsprechend zu den Themenfeldern sortiert und in Hintergrundvorträgen (praxisbezogene Lehre) verarbeitet. Aktuell erfolgt neben der Aufbereitung der Themen in den Lehreinheiten die Einbindung aufgezeigter Best Practice Beispiele in einzelne Unternehmensprozesse.

Für die KMU wird eine Marktübersicht über aktuell vorhandene mobile Systeme zur Erfassung von 3D-Daten erstellt und den KMU zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden Anbieter (teilnehmende KMU) diverse Systeme im Rahmen der Netzwerktreffen vorstellen. Ingenieurbüros (teilnehmende KMU) geben anhand von Vorträgen Einblicke in ihre Arbeit mit der Erfassung von 3D-Daten und zeigen somit die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Messsysteme auf.

5.3 Aktionen

Im Rahmen der ersten Aktion erfolgte eine Bedarfsanalyse anhand einer Online-Umfrage unter den Projektteilnehmenden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse für das weitere Vorgehen wurden im Rahmen des ersten Netzwerktreffens vorgestellt. Exemplarische Anwendungsfälle wurden so identifiziert und präsentiert. Die dargestellten Anwendungsfälle werden im nächsten Schritt i. w. durch die FHWS bearbeitet.

In der ersten Anwendung erfolgte der Besuch eines Gips-Abbau-Unternehmens. Aus der Dokumentation des aktuellen Messszenarios im Untertagebau zur Abtragung von Gestein sowie über Tage zur Halden- und Haufvermessung werden Lösungsansätze zum Einsatz von 3D-Vermessung zur Prozessoptimierung entwickelt und im weiteren Verlauf anhand von Testmessungen auf ihre Eignung und Praktikabilität geprüft. Ein zweiter Anwendungsfall umfasst die generelle Umstellung eines Unternehmens von 2D- auf 3D-Vermessung. Das Unternehmen möchte herausfinden, wie groß der Mehraufwand einer 3D-Datenerfassung ist und welchen Mehrwert die erzeugten 3D-Bestandspläne als Datengrundlage bieten. Im Bereich Architektur und Visualisierung wurde innerhalb der bisherigen Netzwerktreffen die Weiterverarbeitung und -nutzung von 3D-Punktwolken als Problematik identifiziert. Teilweise stellt die Übertragung der

Punktwolkenformate in die verfügbare CAD-Software sowie das Extrahieren geeigneter Informationen aus den 3D-Punktwolken eine Herausforderung für die Unternehmen dar. Geplant ist hier, den aktuellen Prozessablauf zu analysieren und alternative Prozesse und Softwareprodukte im Rahmen des Projekts zu evaluieren.

Die Ergebnisse der Umsetzung der Prozessoptimierung für die genannten Anwendungsfälle werden im Rahmen von Netzwerktreffen allen interessierten teilnehmenden KMU präsentiert. Die Präsentationen sind für die zweite Hälfte der Projektlaufzeit geplant. Sie umfassen aktuell die Umstellung auf punktwolkenbasierte 3D-Datenerfassung in einem Unternehmen, den Umgang mit 3D-Punktwolken hinsichtlich der Datenformate und des Arbeitens in 3D-Punktwolken, die Konzeption eines Messsystems/Messaufbaus zur 3D-Erfassung für ein immer wiederkehrendes Messszenario sowie die Präsentation von Vergleichsmessungen mit unterschiedlichen Systemen.

6 Diskussion aktueller Ergebnisse und Ausblick

Bereits im ersten Netzwerktreffen wurde von den Beteiligten großes Interesse für das Thema mobiler 3D-Datenerfassung und Einbringen der 3D-Daten in die bestehenden Arbeitsprozesse bekundet. Dies bestätigen auch die nahezu vollständige Teilnahme aller Projektmitglieder und der rege Austausch im ersten Treffen. Durch die hybride Form der Netzwerktreffen ist es bis jetzt gelungen, die Teilnahmequote hoch zu halten.

Die Bedarfsanalyse anhand der umfangreichen Online-Umfrage im Vorfeld hat eine gute Datengrundlage für die Erstellung des Curriculums geliefert und wird auch im weiteren Verlauf bei der Aufbereitung der Projektthemen berücksichtigt. Jedes Unternehmen wurde berücksichtigt. Allerdings hätten noch mehr Mitarbeitende den Fragebogen ausfüllen können, da meist mehr als eine Person pro Unternehmen am Projekt teilnimmt. Dadurch könnten die Bedürfnisse der einzelnen Personen, die meist auch die direkten Anwender der neuen Methoden sind, besser berücksichtigt werden.

Bis jetzt wurde das erste Kapitel des Curriculums behandelt und die Lehreinheiten online zur Verfügung gestellt. Erste Erfahrungen zeigen, dass die Prinzipien des „Flipped Classroom“ hier nicht eins zu eins übernommen werden können, da die Ausgangssituation der Projektteilnehmenden nicht wie bei Studierenden oder Schülerinnen und Schülern ist. Es handelt sich bei dem Projekt um eine Weiterbildung der Teilnehmenden während der täglichen Arbeit, d.h. das Zeitkontingent für die Online-Lehreinheiten ist begrenzt. Die aktive Teilnahme kann nur erreicht werden, wenn die Lehrinhalte konkret auf die Bedürfnisse der KMU angepasst sind und didaktisch gut aufbereitet werden, d.h. kurzweilig und mit praktischen Beispielen.

Im weiteren Verlauf sollen die Online-Lehreinheiten in den Netzwerktreffen nochmals aufgegriffen und besprochen werden und so der direkte Zusammenhang mit den Themen der Netzwerktreffen verdeutlicht werden. Außerdem wird noch mehr darauf geachtet, die Online-Lehreinheiten zeitlich und inhaltlich auf die aktuellen Themen der Netzwerktreffen und auch Aktionen abzustimmen.

Betrachtet man die Gewichtung der Anbieter und Anwender im Projekt (Abb. 2) wird klar, dass ein großer Anteil der Beteiligten bereits Fachkenntnisse auf dem Gebiet mobiler 3D-Vermessung hat. Eine Herausforderung bei der Erstellung der Lehrinhalte liegt darin, trotz der bereits

vorhandenen Fachkenntnisse einzelner Personen, allen Beteiligten die Grundlagen der 3D-Vermessung zu vermitteln.

Das Projekt DiTeP4KMU richtet sich an KMU aus dem Bereich des Bauwesens und des Handwerks. Die Prozessoptimierung mittels moderner Formen der didaktischen Aufbereitung wird hier am Beispiel der Erfassung und Verarbeitung von 3D-Daten gezeigt. Die Vorgehensweise, d.h. die Einbindung der Hochschule (Koordination, didaktische Aufbereitung von Lehrinhalten durch Blended Learning etc.), der Austausch der Unternehmen über hybride Netzwerkveranstaltungen und die Prozessanalyse in einzelnen Unternehmen kann so aber auch auf andere Branchen und andere Prozesse von Unternehmen übertragen werden.

Danksagung: Dieser Beitrag wurde innerhalb des Projekts „Frühe Digitalisierung technischer Planungsprozesse im Bauwesen und Handwerk (DiTeP4KMU)“ durch den Europäischen Sozialfond (ESF) und das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert.

7 Literaturverzeichnis

- BRUNN, A., 2018: Blended Learning in Photogrammetrie und Bildverarbeitung für regionale KMUs–Ein Erfahrungsbericht. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 27, 450-460.
- BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG 1973: Bildungsgesamtplan 1973. Unterrichtung durch die Bundesregierung, 36-41.
- E-TEACHING.ORG 2021: Inverted Classroom. e-teaching.org.
- HODAM, H., RIENOW, A. & JÜRGENS, C., 2020: Bringing Earth Observation to Schools with Digital Integrated Learning Environments. Remote Sensing, 12 (3), 345, <https://doi.org/10.3390/rs12030345>.
- HORN, M.B. & STAKER, H., 2011: The rise of K-12 blended learning. Innosight Institute, 5, 1-17.
- KICKLER, J., 2021: Punktwolken in der Praxis – Einsatz von der Denkmalpflege bis zum Neubau. In: 21. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2021. Weinold, T. (Hrsg.), Berlin, Wichmann, 71-81.
- LASINGER, D., 2011: Die Leistung vor der Innovation: Ermittlung und Nutzung schwacher Signale von Chancen. Zugl.: Linz, Univ., Diss., 2010.
- MEYER, T. & BRUNN, A., 2016: Digitale Photogrammetrie und Bildverarbeitung für kleine und mittlere Unternehmen durch „Blended Learning“. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 25, 436-448.
- SEIFERT, C. & C. PAPE 2014: Didactics of teaching networking courses with blended learning aspects. Unpublished, 13.
- SELENSKI, J., WICH, V. & BRUNN, A., 2020: Erfahrungen mit einem Regelbetrieb der Erstellung von E-Learning-Angeboten für Photogrammetrie und Mobile 3D-Vermessung. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 29, 411-421.
- TEUCHER, M., GLÄBER, C. & SCHREINER, V., 2018: E-Learning und Learning Analytics in der universitären Ausbildung der Geowissenschaften. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 27, 465-470.

OSGUTHORPE, R. & GRAHAM, C., 2003: Blended Learning Environments: Definitions and Directions. *Quarterly Review of Distance Education*, **4** (3), 227-233.

WICH, V. & BRUNN, A., 2019: Methodik des Blended Learnings im Bereich der Aus- und Weiterbildung der mobilen 3D Vermessung. *Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V.*, Band **28**, 270-281.