

PETER GUST (Bergische Universität Wuppertal)

ALINA SERSCH (Bergische Universität Wuppertal)

NICLAS GRAFEN (Bergische Universität Wuppertal)

**Praxisbericht: Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Eine
Analyse der Anwendungssituation an technischen Berufskollegs in
NRW**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

PETER GUST / ALINA SERSCH / NICLAS GRAFEN

Praxisbericht: Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Eine Analyse der Anwendungssituation an technischen Berufskollegs in NRW

ZUSAMMENFASSUNG: Der vorliegende Beitrag fokussiert sich auf die Ergebnisse einer Online-Befragung mit dem Ziel, die Verbreitung des Normensystems der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) in der Lehre an technischen Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen, die Beurteilung der Relevanz für den Unterricht in verschiedenen Berufs- und Bildungsgängen seitens der Lehrenden und deren Interesse an der Weiterentwicklung sowie standortspezifische Unterschiede zu analysieren. Bei der Auswertung der 58 Antworten von Lehrkräften für Auszubildende in relevanten Berufen zeigten sich erhebliche Lücken im Kenntnisstand (nur 32,8 % kannten das System) und in der Vermittlung. Trotzdem gaben Lehrkräfte verstärkt die Antwort, dass das GPS-System nicht relevant für den auszuführenden Beruf sei.

Schlüsselwörter: Geometrische Produktspezifikation (GPS), Anwendungssituation, Technisches Berufskolleg

Practice report: Geometrical Product Specifications (GPS) – Analysis of the Application Situation at Technical Vocational Colleges in NRW

ABSTRACT: This article focuses on presenting the results of an online survey. The aim of the survey was to analyse the dissemination of the Geometric Product Specifications (GPS) standards system in teaching at technical vocational colleges in North Rhine-Westphalia, the teachers' assessment of its relevance for teaching in various vocational and educational courses, their interest in further development, and site-specific differences. During the analysis of the 58 responses from teachers for trainees in relevant occupations, considerable gaps in the level of knowledge (only 32.8 % knew the system) and in the teaching were revealed. Nevertheless, teachers increasingly responded that the GPS system is not relevant to the profession.

Keywords: Geometrical Product Specifications (GPS), application situation, technical vocational college

1 Einleitung

Ein konstruiertes Bauteil ist als geometrisch ideale Form anzusehen. Aufgrund von unterschiedlichen Eigenschaften der Herstellprozesse ist dieser Idealfall bereits am Anfang einer Produktionskette unerfüllbar (vgl. Srinivasan 2007). Geometrische Eigenschaften und damit auch die Abweichungen des Werkstücks vom Ideal können mithilfe des Normensystems der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) funktionsorientiert beschrieben werden. In Zeiten von Globalisierung, steigenden Anforderungen an die Produktqualität und technologischen Weiterentwicklungen sind vollständige und eindeutige Technische Produktspezifikationen (TPS) zur einheitlichen Kommunikation unerlässlich. Eindeutige technische Zeichnungen über GPS, die die Interpretationsspielräume minimieren, bieten neben der Vermeidung von Missverständnissen die Vorteile der rechtlichen Absicherung und des wirtschaftlichen Potenzials.

2 Theoretischer Hintergrund

Mit der Darstellung des theoretischen Hintergrunds wird in die Grundlagen des GPS-Normensystems eingeführt. Die bei der Anwendung auftretenden Herausforderungen werden erläutert und in den Forschungsstand eingebettet.

2.1 Normensystem der Geometrischen Produktspezifikation (GPS)

Das GPS-Normensystem, das vom im Jahre 1996 gegründeten Technischen Komitee ISO/ TC 213 entwickelt und veröffentlicht wird, ist komplex und dynamisch. Die aktuelle Zahl von 151 veröffentlichten ISO-GPS-Normen (vgl. ISO 2021, Stand Oktober 2021) und 22 Normen, die sich in der Entwicklung befinden, spiegelt dies wider. Auch die Einführung der DIN EN ISO 8015 stellt ein einschneidendes Ereignis in der Bemaßung und Tolerierung von Bauteilen dar. Der Wechsel des Standards innerhalb des Tolerierungsprinzips, vom Hüll- zum Unabhängigkeitsprinzip, wird nur zögerlich in der Industrie aufgenommen und hat technische Zeichnungen zur Folge, in denen unbewusst ein veränderter Standard gilt (vgl. Sersch & Gust, 2018).

Zusammenfassend ergeben sich für jeden, der technische Zeichnungen erstellt, anwendet oder Kenntnisse dazu vermittelt, permanente Veränderungen bei der Anwendung des GPS-Normensystems. Dennoch kann es als Stand der Technik im Bereich der Spezifikation von Bauteilen und der damit in Verbindung stehenden Verifikation gesehen werden.

2.2 Forschungsstand und Herausforderungen

Das Normensystem der Geometrischen Produktspezifikation entwickelt sich weiter, vorangetrieben von der zunehmenden Digitalisierung und der damit einhergehenden Forderung nach mathematischer Eindeutigkeit. Der mögliche Einsatz zusätzlicher Modifikatoren macht die Beschreibung mithilfe von GPS präziser. Doch welche Herausforderungen ergeben sich gleichzeitig?

Herausforderungen in der Industrie

Die Herausforderungen, die sich in Zusammenhang mit dem ISO-GPS-Normensystem in der Industrie zeigen, wurden in einer Umfrage von Sersch und Gust (2018) erläutert. In diesem Zusammenhang fand eine Befragung von Mitarbeitenden in Maschinenbauunternehmen in Deutschland statt. Der Großteil der Befragten (35 Mitarbeitende aus 29 Unternehmen) gab fehlendes Know-how und fehlende Fähigkeiten als Hauptprobleme bei der Anwendung von GPS an.

Didaktische Ansätze zur Vermittlung von GPS

Gemessen an der Aktualität des Themas GPS gibt es nur wenige Ansätze zur Vermittlung in der Industrie und im Bildungssystem (vgl. Gust & Sersch 2020). Die Fachliteratur kann losgelöst oder in Kombination mit Normen verwendet werden und gibt einen Überblick über die Geometrischen Produktspezifikationen (vgl. Jorden & Schütte 2020; Brabec, Reißler & Stenzel 2021). Basierend auf den Erkenntnissen von Gust und Sersch (2020) sollen hier drei weitere internationale Beispiele für didaktische Ansätze erwähnt werden: Ein Ansatz, der Grafiken sowie 3D-Animationen beinhaltet und somit einen multimedialen Zugang zu geometrischen Toleranzen ermöglicht, wurde von Humienny und Berta (2013) entwickelt. Ein weiterer Lernansatz, der Augmented und Virtual Reality (AR/VR) mit Animationen bzw. Simulationen kombiniert, um Verständnis im Bereich GPS zu schaffen, ist das Ergebnis eines europäischen Förderprojekts (vgl. Huerta et al. 2019). Garland et al. (2017) präsentieren ein für die Hochschulbildung entwickeltes, mehrwöchiges Programm, in dem auf Grundlage einer 3D-gedruckten Baugruppe funktionsorientiert GPS-Inhalte vermittelt werden.

Nicht nur in der Hochschulbildung, sondern auch in der Berufsausbildung und in der Weiterbildung können Inhalte im Themenbereich GPS vermittelt werden. Dabei sind die Berufsausbildung und die Industrie eng verwoben, wie Abbildung 1 verdeutlicht. Bilden Mitarbeitende in Unternehmen oder auch Lehrkräfte an Berufskollegs aus, geben sie Kenntnisse weiter, die wiederum an Hochschulen und/oder Berufskollegs erlangt wurden. Bei einer Vermittlung von Inhalten, die sich nicht am Stand der Technik orientieren, werden Lehrkräfte und Mitarbeitende mit fehlenden Kenntnissen ausgebildet. Dies führt im Ergebnis zu einem optimierbaren Bildungssystem und finanziellen Nachteilen für die Industrie.

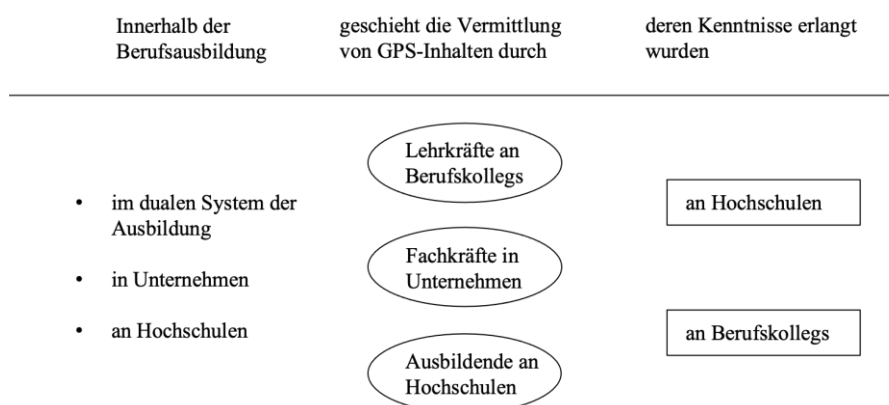


Abbildung 1: Wirkungskette der Vermittlung von Inhalten zu GPS innerhalb der Berufsausbildung

Für den Ausbildungsberuf des technischen Produktdesigners und der technischen Produktdesignerin zeigt der Leitfaden, der von der Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle (PAL) 2019 herausgegeben wurde, welche Anforderungen an diese Auszubildenden gestellt werden. Welche GPS-Inhalte für unterschiedliche Ausbildungsberufe vermittelt werden müssen, ist diskussionswürdig. Können Inhalte angepasst an die Berufe reduziert werden? Reichen Grundlagenkenntnisse des GPS-Normensystems für eine Mehrzahl an Anwendungsfällen aus und kann die Implementierung des GPS-Systems, wie in der Arbeitsgruppe WG 17 in der ISO/ TC 213 (vgl. ISO 2021) angestrebt, mittels struktureller Verbesserungen, Verfeinerungen der Normen und Bereitstellung eines Leitfadens erleichtert werden? Wie können die in diesem Kapitel beschriebenen Herausforderungen bewältigt werden? Ist dazu eine Detaillierung der Ausgangssituation notwendig?

3 Studie und Untersuchungsdesign

Mit der Erläuterung der Studie und des Untersuchungsdesigns wird zum einen deren Zielsetzung mit den zugrundeliegenden Forschungsfragen und entwickelten Hypothesen vorgestellt, zum anderen werden die Stichprobe, die Forschungsmethode und die Umsetzung unter Berücksichtigung von Gütekriterien beschrieben.

3.1 Zielsetzung der Studie

Wie in der Einleitung zum Forschungsstand erläutert, befindet sich die Integration des GPS-Systems in die Industrie und das Hochschul- und Berufsbildungssystem aktuell im Umstieg hin zur Anwendung der aktuellen Normen. Mithilfe der Studie soll ein empirisch wertvolles Ergebnis für folgende Aufklärungsarbeiten geschaffen und somit ein Grundstein für Weiterbildungen der Lehrkräfte an NRWs Berufskollegs gesetzt werden. Daraus ergibt sich als Forschungsziel die Beantwortung der Frage: Wie ist die aktuelle Anwendungssituation des GPS-Normensystems und welches Potenzial besitzt es an technischen Berufskollegs in NRW? Um die übergeordnete Forschungsfrage aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten, wurde sie in die vier Forschungsfragen unterteilt:

1. Wie ist der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem am Berufskolleg?
2. Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?
3. Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?
4. Wie groß ist das Interesse der Lehrkräfte, sich im GPS-Normensystem weiterzuentwickeln?

In einem weiteren Schritt entstanden Hypothesen zu den einzelnen Forschungsfragen. In Tabelle 1 sind alle 19 Hypothesen, die im Rahmen der Studie zu den vier Forschungsfragen gebildet wurden, aufgelistet.

Tabelle 1: Zuordnung von Hypothesen zu den Forschungsfragen (vgl. Flick 2016)

Forschungsfragen	Hypothesen
1. Wie ist der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem am Berufskolleg?	H1.1 Viele Lehrkräfte kennen das GPS-Normensystem nicht.
	H1.2 Quereinsteiger/-innen kennen das GPS-Normensystem eher als Lehramtsstudierende.
	H1.3 Jüngere Lehrkräfte kennen das GPS-Normensystem eher als ältere Lehrkräfte.
	H1.4 Die Lehrkräfte kennen Form- und Lagetoleranzen.
	H1.5 Die Lehrkräfte kennen das Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip.
	H1.6 Der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem ist über NRW gleichmäßig verteilt.
2. Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?	H2.1 Viele Lehrkräfte wenden das GPS-Normensystem im Unterricht nicht an.
	H2.2 In mehr als 50 % der Berufsausbildungen und den damit verbundenen auszuübenden Berufen hat das GPS-Normensystem keine relevante Bedeutung.
	H2.3 Lehrkräfte, die das GPS-Normensystem kennen, wenden es auch im Unterricht an.
	H2.4 Lehrkräfte vermitteln Form- und Lagetoleranzen.
	H2.5 Lehrkräfte vermitteln das Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip.
3. Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?	H3.1 Lehrkräfte nehmen regelmäßig an Schulungen teil.
	H3.2 Jüngere Lehrkräfte kennen das GPS-System aus dem Studium.
	H3.3 Es hat einen Einfluss auf die Kenntnisse über das GPS-Normensystem, wenn Lehrkräfte eine abgeschlossene technische Berufsausbildung haben.
4. Wie groß ist das Interesse der Lehrkräfte, sich im GPS-Normensystem weiterzuentwickeln?	H4.1 Das Interesse zur Vermittlung des GPS-Normensystems ist für den Unterrichtsalltag nicht vorhanden.
	H4.2 Lehrkräfte würden gerne Lehrgänge besuchen, um sich über das GPS-Normensystem zu informieren.
	H4.3 Lehrkräfte haben verschiedene Gründe, um einen Lehrgang über das GPS-Normensystem zu besuchen.
	H4.4 Lehrkräfte haben unterschiedliche Probleme und Hürden bei der Umsetzung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Für die Stichprobe wurden Lehrkräfte an Berufskollegs in Betracht gezogen, die Auszubildende unterrichten. Dabei waren die Schulen auf Standorte in Nordrhein-Westfalen beschränkt. Eine weitere Limitation ergab sich daraus, dass nur Berufsgruppen und Bildungsgänge Berücksichtigung fanden, die für das GPS-Normensystem potenziell relevant sind. Zur Identifizierung potenziell relevanter Berufe und Bildungsgänge wurde eine Recherche mithilfe der Datensätze des Bundesinstituts für Berufsbildung (vgl. BiBB 2021) und des Ministeriums für Schule und Bildung (vgl. QUA-LiS NRW 2021), der Datenbank zur Barrierefreiheit von Berufskollegs in NRW (vgl. Westdeutscher Handwerkskammertag e. V. 2021) sowie der Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz (vgl. KMK 2021) realisiert.

Dabei fand eine Filterung der anfangs ca. 330 Ausbildungsberufe in Deutschland nach technischen Berufen statt, die in den KMK-Rahmenlehrplänen ebenfalls mit den GPS-Normen, der DIN EN ISO 8015, dem technischen Zeichnen, Toleranzen, Passungen und CNC- und CAD-Techniken verknüpft sind. Hierbei stellte sich heraus, dass nicht alle Ausbildungsberufe, die Berüh-

rungspunkte mit dem technischen Zeichnen aufweisen, für die Forschung relevant sind. Als Ausbildungsberufe mit einem relevanten Bezug zur GPS-Normung wurden die folgenden Berufe identifiziert: Anlagenmechaniker/-in, Behälter- und Apparatebauer/-in, Büchsenmacher/-in, Chirurgiemechaniker/-in, Fachkraft für Metalltechnik, Fahrzeuginterieur, Feinwerkmechaniker/-in, Fertigungsmechaniker/-in, Graveur/-in, Industriemechaniker/-in, Konstruktionsmechaniker/-in, Maschinen- und Anlagenführer/-in, Mechatroniker/-in, Metallbauer/-in, Metallbildner/-in, Präzisionswerkzeugmechaniker/-in, Produktionstechnologe und Produktionstechnologin, Technische/-r Produktdesigner/-in, Uhrmacher/-in, Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik, Werkzeugmechaniker/-in und Zerspanungsmechaniker/-in. Die Ermittlung der Berufsschulen, an denen diese Ausbildungsberufe unterrichtet werden, ergab eine Gesamtzahl von 114 Schulen, die im Weiteren die Stichprobe des Forschungsprojekts darstellen.

3.3 Methode und Umsetzung

Die Untersuchung erfolgte einmalig über einen festgelegten Zeitraum im März 2021 in Form einer Feldstudie. Sie kann sowohl der deskriptiven als auch explanativen Forschung zugeordnet werden, die besonders davon profitieren, wenn sie der klaren Struktur eines linearen Forschungsverlaufs folgen (vgl. Naderer & Balzer 2011). Deshalb wurden die Planung, die Formulierung der Hypothesen, die Auswahl der Erhebungsmethode und der Stichprobe, die Datenerhebung und -auswertung, die Annahme/Ablehnung der Hypothesen sowie die Datenpräsentation für die vorliegende Untersuchung linear im Forschungsdesign festgelegt. Die empirische Datengewinnung fand über eine Online-Befragung statt, deren Freiheitsgrad anhand einer gewissenhaften Formulierung der Fragen im Fragebogen bestimmt wurde. Dabei kamen neben geschlossenen Fragen auch offene und halboffene Fragen zum Einsatz. Die halboffenen Fragen verfügten neben den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten über eine offene Kategorie „Sonstiges“ bzw. über einen individuell wählbaren Wert. Auch Likert-Skalen fanden Anwendung, insbesondere um das Potenzial des GPS-Normensystems auswerten zu können (vgl. Kuß, Eisend & Kreis 2014).

Zur Qualitätssicherung der Ergebnisse einer Messung sind die Hauptgütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität zur Beurteilung definiert (vgl. Lienert & Raatz 1994). Auf welche Weise die Kriterien innerhalb der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt und sichergestellt wurden, wird im Folgenden beschrieben.

Unter Berücksichtigung des Kriteriums der Objektivität soll die Forschungsumgebung ein ähnliches Umfeld der Versuchspersonen bereitstellen. Mit der Messung in allen relevanten technisch-gewerblichen Schulen in NRW wurde dies gewährleistet. Das äußere Erscheinungsbild der Untersuchung ist ein weiterer wichtiger Faktor der Objektivität. Es beinhaltet die Durchführung und Erklärung einer neutralen Person, sodass eine Einflussnahme auf die Antworten der Fragebogenteilnehmenden so gering wie möglich gehalten wird. Indem zu Beginn des Fragebogens die Online-Umfrage und ein neutraler Erklärungstext erstellt wurden, wurde der äußere Einfluss der Umfrage geringgehalten. Auch die individuellen Einstellungen der am Forschungsprozess beteiligten Personen müssen beachtet werden. In der Untersuchung stand die auswertende Person in keinem Zusammenhang mit den Teilnehmenden.

Für das Kriterium der Reliabilität (Zuverlässigkeit) ist die Situation des Ortes und des Zeitpunktes der erste entscheidende Faktor. Wenn Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten und an unterschiedlichen Orten durchgeführt werden, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit unterschiedliche Ergebnisse die Folge. Die Umfrage wurde in Nordrhein-Westfalen in einem Zeitraum von zwei

Wochen durchgeführt. Ebenso sollte die soziale Erwünschtheit die Befragten dazu bringen, wahrheitsgemäß zu antworten und Angst oder Scham vor keinen bzw. falschen Antworten vermeiden. Aus diesem Grund wurden mit dem anonymisierten Fragebogen keine Einstellungen und Meinungen nur auf Basis von Freiwilligkeit gemessen. Für die Fragestellung ist eine von den Befragten unabhängige, eindeutige Formulierung notwendig, die keinen Interpretationsspielraum lässt. Die Erstellung der Online-Umfrage und vorher sorgfältig formulierter Fragen gewährleisteten dies.

Die Auswahl des Untersuchungsgegenstandes ist für die Repräsentativität und Validität (Gültigkeit) von hoher Wichtigkeit. Es wurden alle relevanten Schulen, die mit dem GPS-Normsystem im Zusammenhang stehen, ausgewählt. Zudem gab es keine Beschränkung auf einen Bezirk, sondern Schulen aus ganz NRW wurden befragt. Auch die Rahmenbedingungen sind entscheidend, wie schon zuvor bei dem Gütekriterium der Reliabilität. Die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen wurde über den im Untersuchungsdesign genau festgelegten Ablauf sichergestellt. Der Verlust von Daten oder der Absprung von Befragten konnte aufgrund der Bandbreite der Studie und der Teilnehmendenauswahl am Anfang der Studie abgedeckt werden. Ein ebenso wichtiger Faktor der Validität ist die Mehrdeutigkeit. Mit ihm werden der konkrete Ausdruck der aufgestellten Hypothesen und die eindeutige Messbarkeit beschrieben. Dafür fand in der Untersuchung eine Operationalisierung der Hypothesen mittels Indikatoren statt, die später zur Datenauswertung herangezogen wurden.

4 Ergebnisse

Im Rahmen der Überprüfung und Aufbereitung der erlangten Rohdaten fand zunächst eine Bereinigung statt. Von den insgesamt 60 Datensätzen wurden zwei Datensätze aufgrund von unseriösen Antworten aus der Auswertung entfernt. Die restlichen 58 beantworteten Fragebögen konnten nun in der Auswertung berücksichtigt und mithilfe von verschiedenen Auswertungsmethoden analysiert werden. Dabei ergaben sich die jeweilig eingesetzten Methoden aus der Hypothese, ihren Indikatoren und deren Skalenniveaus. Sie halfen, die Hypothesen zu bestätigen oder abzulehnen. Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Ergebnisse vier Unterkapiteln zugeordnet, die sich inhaltlich an den Forschungsfragen orientieren.

4.1 Ergebnisse zur Forschungsfrage 1. Wie ist der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem am Berufskolleg?

Die einzelnen Hypothesen zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage, wie der aktuelle Kenntnisstand über GPS an technischen Berufskollegs in NRW einzuordnen ist, finden sich in Tabelle 2. Weitere Bestandteile der Tabelle sind die verwendete Skalierung, die ausgewählten Testverfahren und das Testergebnis, die als Grundlage der Erläuterungen dienen.

Tabelle 2: Testverfahren und Auswertung zur ersten Forschungsfrage

1. Wie ist der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem am Berufskolleg?				
	Hypothesen	Skalierung	Testverfahren	Bestätigt/ abgelehnt
H1.1	Viele Lehrkräfte kennen das GPS-Normensystem nicht.	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H1.2	Quereinsteiger/-innen kennen das GPS-Normensystem eher als Lehramtsstudierende.	Nominal-skala	Chi-Quadrat-Test	Abgelehnt
H1.3	Jüngere Lehrkräfte kennen das GPS-Normensystem eher als ältere Lehrkräfte.	Intervall-skala	Chi-Quadrat-Test	Abgelehnt
H1.4	Die Lehrkräfte kennen Form- und Lagetoleranzen.	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H1.5	Die Lehrkräfte kennen das Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Abgelehnt
H1.6	Der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem ist über NRW gleichmäßig verteilt.	Nominal-skala	Chi-Quadrat-Test	Nicht bestimmbar

Die Einstiegsfrage des Fragebogens nach der Kenntnis des GPS-Normensystems wurde von insgesamt 32,8 % bejaht. Die Antwortmöglichkeit „Ich habe schon einmal davon gehört.“ gaben 13,8 %. Die Mehrheit (53,3 %) der teilnehmenden Lehrenden an technischen Berufskollegs in NRW kannte das Normensystem jedoch nicht.

Werden diese Lehrkräfte in vollzeitstudierte Lehrkräfte und Quereinsteiger unterschieden, ergeben sich Prozentzahlen von 44,45 % (vollzeitstudierte Lehrkräfte) und 48,39 % (Quereinsteiger) für die Kenntnis des Normensystems. Ein durchgeführter Chi-Quadrat-Test bestätigte, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Quereinsteiger/-innen oder vollzeitstudierten Lehrkräften und dem Kennen des GPS-Normensystems besteht.

Die Altersspanne der Befragten lag im Hauptbereich bei 31-40 Jahren (39,3 %) und 51-60 Jahren (46,6 %). 10,3 % der Befragten war zwischen 41 und 50 Jahre und 10,3 % waren über 60 Jahre alt. Nur einzelne Teilnehmende wiesen ein Alter unter 20 Jahren oder zwischen 21-30 Jahren auf. Der Chi-Quadrat-Test zeigte auch bei der dritten Hypothese, dass es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und GPS-Kenntnis gibt. Das Kennen der Probandinnen und Probanden belief sich im Schnitt bei allen 31- bis 60-Jährigen auf etwa 35 % und das Nichtkennen auf circa 50 %.

Innerhalb der Überprüfung der Hypothesen H1.4 und H1.5 konnte ein Unterschied in den Kenntnissen von Form- und Lagetoleranzen und dem Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip nachgewiesen werden. Die Form- und Lagetolerierung war 98,28 % der Befragten bekannt, wohingegen beim Tolerierungsprinzip im GPS-System die Nichtkenntnis mit 70,69 % überwog.

Aufgrund des Falschbeantwortens oder des willkürlichen Eintippens einer Postleitzahl einiger Probandinnen und Probanden kann die sechste Hypothese nicht beantwortet werden. Ob der Kenntnisstand in NRW gleichmäßig verteilt ist, steht somit weiterhin zur Beantwortung offen.

4.2 Ergebnisse zur Forschungsfrage 2. Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?

Die Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage „Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?“ sind in Tabelle 3 zusammengefasst und werden nun detailliert vorgestellt.

Tabelle 3: Testverfahren und Auswertung zur zweiten Forschungsfrage

2. Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?				
	Hypothesen	Skalierung	Testverfahren	Bestätigt/ abgelehnt
H2.1	Viele Lehrkräfte wenden das GPS-Normensystem im Unterricht nicht an.	Ordinal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H2.2	In mehr als 50 % der Berufsausbildungen und den damit verbundenen auszuübenden Berufen hat das GPS-Normensystem keine relevante Bedeutung.	Nominal-skala	Chi-Quadrat-Test	Abgelehnt
H2.3	Lehrkräfte, die das GPS-Normensystem kennen, wenden es auch im Unterricht an.	Nominal-skala	Erweiterte relative Häufigkeitsverteilung	Abgelehnt
H2.4	Lehrkräfte vermitteln Form- und Lagetoleranzen.	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H2.5	Lehrkräfte vermitteln das Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip.	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt

Zur Analyse der Situation in der Vermittlung des GPS-Normensystems an technischen Berufskollegs in NRW wurden lediglich die Teilnehmenden befragt, die angaben, das GPS-Normensystem zu kennen oder schon einmal davon gehört zu haben. Hiervon gaben 51,85 % an, dass sie das GPS-Normensystem nicht vermitteln, und 7,4 % wissen es nicht.

In Hypothese 2.2 wird behauptet, dass das GPS-Normensystem in mehr als 50 % der Berufsausbildungen keine relevante Bedeutung hat. Für die Prüfung der Hypothese mussten zunächst die Rohdaten aufbereitet werden. Im Anschluss wurden alle Ausbildungsberufe, die pro Ausbildungsberuf weniger als zehn Antworten aufwiesen zu einer Kategorie „Sonstige“ zusammengefasst. Darunter sind die Berufe: Fertigungsmechaniker/-in (4), Gießereimechaniker/-in (2), Technische/-r Systemplaner/-in (2), Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik (8), Verfahrenstechnolog/-innen Hütten- und Halbzeugtechnik (1), Verfahrenstechnolog/-innen Metall (3) und Werkzeugmechaniker/-innen (7). Diese kommen zusammen auf insgesamt 28 Beantwortungen. Die relativen Häufigkeitsverteilungen der Beantwortungen bezüglich der eingeschätzten Relevanz für den Ausbildungsberuf sind die Folgenden: Insgesamt haben 43 % der Stimmen, ob das GPS-Normensystem relevant für den Ausbildungsberuf ist, mit „Ja“ geantwortet, 38 % wissen es nicht und 19 % antworteten mit „Nein“. Damit wird die Hypothese verworfen. Die am meisten unterrichteten Berufe nach den Sonstigen (15 %) sind die Industriemechaniker/-innen mit 14 %. Dabei kreuzten 30 % der Lehrkräfte eine Relevanz für den Ausbildungsberuf an, 52 % waren sich nicht sicher und 17 % sagten aus, dass keine Relevanz vorhanden ist. Der am zweithäufigsten vertretene Beruf waren Anlagenmechaniker/-innen mit 11 %. Hier haben 14 % mit „Ja“ und jeweils 43 % mit „Nein“ und „Ich weiß nicht“ geantwortet. Mit 10 % waren die Lehrkräfte der Metallbauer präsent, wobei 23 % mit „Ja“ und jeweils 38 % mit „Nein“ und „Ich weiß nicht“ geantwortet haben. Die Technischen Produktdesigner waren mit 5 % vertreten und haben zu 90 % mit

„Ja“ geantwortet und lediglich 10 % antworteten mit „Ich weiß nicht“. Mit dem Chi-Quadrat-Test wurde die Abhängigkeit der beiden Variablen als statistisch signifikant nachgewiesen.

Die Anwendung von GPS im Unterricht wurde von 40,47 % bestätigt. Die zwei Teilnehmende (7,41 %), die angaben, dass sie schon einmal davon gehört haben, wussten nicht, ob sie es auch vermitteln. Damit ist Hypothese H2.3 nicht bestätigt.

Wird die Vermittlung auf die Form- und Lagetolerierung beschränkt, gaben 84,21 % der Lehrenden an, sie zu unterrichten. Bestandteile von Inhalten zur Form- und Lagetolerierung vermitteln 8,77 % (nur Lagetoleranzen) und 5,26 % (nur Formtoleranzen).

Bei der Frage, ob das Hüll- und Unabhängigkeitsprinzip im Unterricht vermittelt wird, haben 46,15% der Befragten mit Kenntnissen zu den Tolerierungsprinzipien mit „Ja“ und 38,46% mit „Nein“ geantwortet. Zudem unterrichten 15,38 % nur das Hüllprinzip.

4.3 Ergebnisse zur Forschungsfrage 3. Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?

Die Ergebnisse, die im Zusammenhang mit der dritten Forschungsfrage „Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?“ herausgestellt wurden, sind in Tabelle 4 gesammelt.

Tabelle 4: Testverfahren und Auswertung zur dritten Forschungsfrage

3. Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?				
	Hypothesen	Skalierung	Testverfahren	Bestätigt/ abgelehnt
H3.1	Lehrkräfte nehmen regelmäßig an Schulungen teil.	Intervallskala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H3.2	Jüngere Lehrkräfte kennen das GPS-System aus dem Studium.	Nominalskala	Chi-Quadrat-Test	Nicht bestimmbar
H3.3	Es hat einen Einfluss auf die Kenntnisse über das GPS-Normensystem, wenn Lehrkräfte eine abgeschlossene technische Berufsausbildung haben.	Nominalskala	Chi-Quadrat-Test	Abgelehnt

Ob Lehrkräfte regelmäßig an Schulungen teilnehmen, wurde hier auf ein Schuljahr bezogen. Wenn eine Lehrkraft pro Schuljahr einmal an einer Schulung teilnimmt, gilt dies als regelmäßig. Dabei nehmen 84,48 % der Befragten regelmäßig an Schulungen teil. 34,5 % einmal, 31 % zweimal, 10,3 % dreimal, 5,2 % viermal und jeweils einer fünfmal oder häufiger. 15,52 % nehmen nicht an Schulungen teil.

In der zweiten Hypothese wird die These aufgestellt, dass jüngere Lehrkräfte das GPS-Normensystem aus dem Studium kennen. Eine Bestätigung oder Ablehnung der Hypothese war mit den vorhandenen Daten nicht möglich. Immerhin konnte festgehalten werden, dass 63 % der zehn Teilnehmende die das GPS-Normensystem aus dem Studium kennen, 31- 40 Jahre alt sind. 17 % befinden sich in der Altersspanne der 41-50-Jährigen und 20 % sind 51-60 Jahre alt.

Um die dritte Hypothese beantworten zu können, mussten die Datensätze erneut aufbereitet werden. Im Anschluss wurde festgestellt, dass 53,45 % eine Berufsausbildung abgeschlossen haben. Davon kennen 32,26 % das GPS-Normensystem, 12,90 % haben es schon einmal gehört und 54,84 % kennen es nicht. Bei den Lehrkräften, die keine Berufsausbildung im Voraus absolviert haben, kennen 33,33 % das GPS-Normensystem, 51,85 % kennen es nicht und 14,81 % haben

schon einmal davon gehört. Wegen der nahezu identischen Verteilung der relativen Häufigkeit wurde die Hypothese verworfen.

4.4 Ergebnisse zur Forschungsfrage 4. Wie groß ist das Interesse der Lehrkräfte, sich im GPS-Normensystem weiterzuentwickeln?

Im Rahmen der vierten Forschungsfrage, die das Interesse der Lehrkräfte an Weiterentwicklung im Bereich GPS fokussiert (siehe Tabelle 5), wurde zuallererst untersucht, ob Interesse für den Unterrichtsalltag am GPS-Normensystem besteht.

Tabelle 5: Testverfahren und Auswertung zur vierten Forschungsfrage

4. Wie groß ist das Interesse der Lehrkräfte, sich im GPS-Normensystem weiterzuentwickeln?				
	Hypothesen	Skalierung	Testverfahren	Bestätigt/ abgelehnt
H4.1	Das Interesse zur Vermittlung des GPS-Normensystems ist für den Unterrichtsalltag nicht vorhanden.	Ordinal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Abgelehnt
H4.2	Lehrkräfte würden gerne Lehrgänge besuchen, um sich über das GPS-Normensystem zu informieren.	Ordinal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H4.3	Lehrkräfte haben verschiedene Gründe, um einen Lehrgang über das GPS-Normensystem zu besuchen.	Intervall-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt
H4.4	Lehrkräfte haben unterschiedliche Probleme und Hürden bei der Umsetzung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag.	Nominal-skala	Relative Häufigkeitsverteilung	Bestätigt

Dazu wurden die Antwortmöglichkeiten (mittelmäßig 25,9 %, groß 12,1 % und sehr groß 15,5 %) unter Interesse, die Antwortmöglichkeiten (nicht vorhanden 15,5 %, sehr gering 13,8 % und gering 17,2 %) hingegen unter Desinteresse eingeteilt. Mit Anteilen von insgesamt 53,45 % bei Interesse und 46,55 % bei Desinteresse für den Unterrichtsalltag wurde die Hypothese widerlegt.

Die zweite Hypothese, die den Wunsch der Lehrkräfte nach Lehrgängen zu GPS thematisiert, hat sich bestätigt. Hier wurden die Antwortmöglichkeiten „eventuell“ (17,2 %), „möglich“ (8,6 %), „wahrscheinlich“ (20,7 %) und „sehr wahrscheinlich“ (12,1 %) als positiv gewertet und ergaben eine Summe von 58,62 %.

Aufgrund der Mehrfachauswahl der Optionen, warum nicht oder warum Lehrkräfte einen Lehrgang zum GPS-Normensystem besuchen würden, war es notwendig, die Datensätze erneut aufzubereiten. Es wurden 68 Antworten von 34 Teilnehmenden abgegeben. 79,41 % der Lehrkräfte würden Schulungen besuchen, um die Schülerinnen und Schüler optimal zu fördern, 50 % wollen etwas Neues lernen und 34,29 % möchten dem Rahmenlehrplan gerecht werden. 29,41 % würden an Schulungen aus persönlichem Interesse teilnehmen und lediglich 5,88 % die Mindestschulungen abdecken. Die individuellen Antworten unter dem Feld der „sonstigen Bemerkungen“ waren bei sehr wahrscheinlich: „Vertiefung der Kenntnisse; Austausch unter Kollegen; Praxisbeispiele für den Unterricht sammeln“ und „Update des eigenen Know-how“, bei wahrscheinlich: „um mein Verständnis der ISO-GPS-Normen zu verbessern“ und „um auf dem Stand der Technik zu bleiben“. 24 Lehrkräfte (41,4 %) gaben an, kein Interesse an einer Schulung zu haben. Für 50 % der Befragten ist das Thema zu unwichtig. 41,67 % gaben an, dass es für die unterrichteten Berufsausbildungen nicht wichtig ist und 37,50 %, dass es wichtigere Themen gibt. Dass das Thema

nicht wichtig für die Schülerinnen und Schüler (SuS) ist, führten 29,17 % der Lehrenden an. Keiner der Teilnehmenden sagte aus, dass er keine Zeit für Lehrgänge habe. Die individuellen Antworten waren beispielsweise „*Metallbau: Toleranzen meist im oberen Zehntelmillimeterbereich*“.

Die vierte Hypothese „Lehrkräfte haben unterschiedliche Probleme und Hürden bei der Umsetzung des GPS-Normensystem im Unterrichtsalltag.“ wurde auf die relative Häufigkeitsverteilung überprüft. Die Probleme und Hürden sind in Abbildung 2 nach den Häufigkeiten der Nennung dargestellt.

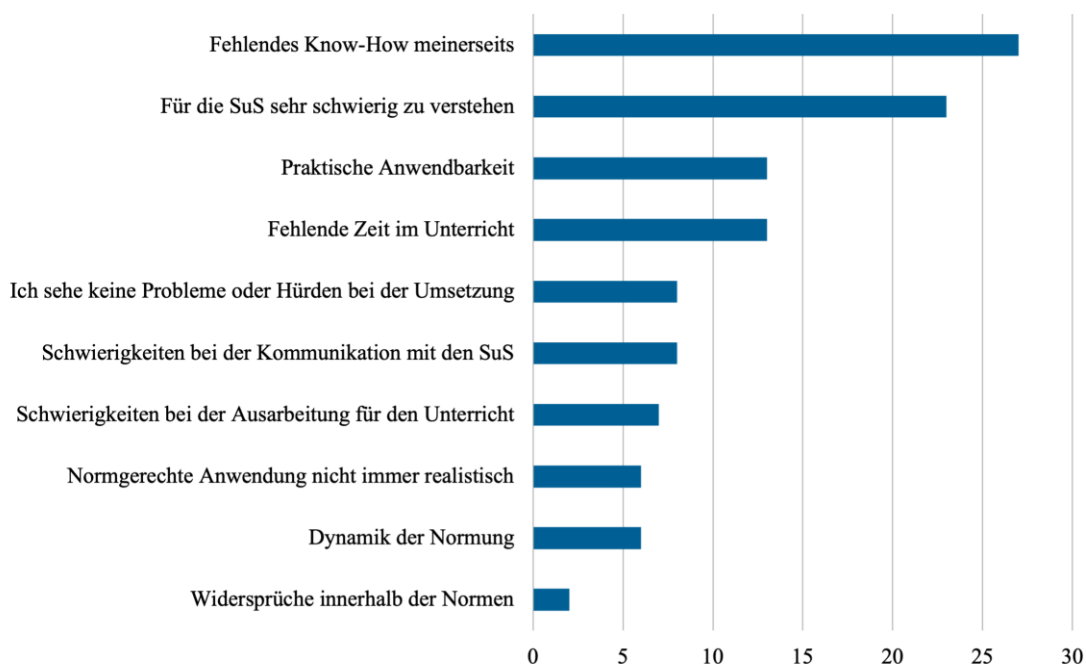


Abbildung 2: Probleme und Hürden bei der Umsetzung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag

Hier gab die Mehrheit (27 Lehrkräfte) an, dass ihnen das Know-how fehlt. 23 der Befragten erklärten, dass die Thematik für die SuS zu schwer zu verstehen ist, und jeweils 13, dass die praktische Anwendbarkeit und die fehlende Zeit im Unterricht ein Problem sind. Acht Teilnehmende sehen Schwierigkeiten bei der Kommunikation mit den SuS. Jeweils sechs sehen die Dynamik der Normung und die Widersprüche innerhalb der Normen als problematisch an. Acht Lehrkräfte sehen hingegen keine Probleme oder Hürden für die Umsetzung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag.

4.5 Ergebnisse des offenen Bemerkungsfeldes

Der Fragebogen bot am Ende eine Option der offenen Meinungs- oder Wunschkäußerung. Eine Lehrkraft äußerte, dass die Integration von Lehrinhalten wegen des Nichtauftretens im Lehrplan für sie uninteressant sei. Des Weiteren wurde gesagt, dass mit dem rasanten Voranschreiten der Technik immer wieder wichtige Lehrinhalte in immer kürzeren Abständen zum Alltag hinzukämen. Dabei bliebe die Unterrichtszeit zur Vermittlung der Lehrinhalte jedoch dieselbe. Als Wunsch wurde mehrfach der Einsatz von Fachliteratur genannt, in der die Thematik für Berufsschulen reduziert und anschaulich thematisiert wird. Auch bei der praxisgerechten Aufarbeitung

von Beispielen baten Lehrkräfte um Support, wobei hier Regionalkonferenzen als potenziell hilfreich angesehen wurden.

5 Beantwortung der Forschungsfragen und Limitationen

Die in Kapitel 4 aufgeführten Ergebnisse zu den einzelnen Hypothesen wurden im Anschluss zusammengeführt, um die vier Forschungsfragen zu beantworten.

Bei der ersten Forschungsfrage „Wie ist der Kenntnisstand über das GPS-Normensystem am Berufskolleg?“ kann zusammenfassend festgehalten werden, dass Lehrkräfte an technischen Berufskollegs in NRW das GPS-Normensystem nicht kennen. Dabei macht es keinen signifikanten Unterschied, ob die Lehrkräfte Quereinsteiger oder Vollzeitstudierte waren. Das Alter hatte ebenso keinen Einfluss auf das Kennen des GPS-Normensystems. Hier ist sogar eine gleichmäßige Verteilung der Kenntnisse in den Altersstufen von 31- bis 60-Jährigen Lehrpersonen zu erkennen. Es zeigt sich, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Ausbildungsberufen in Bezug auf GPS-Kenntnisse gibt. Fast alle Lehrkräfte für Technische Produktdesigner kennen das GPS-Normensystem, wohingegen lediglich ein Viertel der Lehrkräfte für Metallbauer GPS-Kenntnisse besitzt. Bei den Industriemechaniker/-innen weiß die Hälfte der Lehrkräfte nicht, ob sie das GPS-Normensystem kennt, ein Fünftel kennt es nicht. Bei der Frage nach Kenntnissen über die Form- und Lagetoleranzen zeigen die Befragten einen deutlich höheren Kenntnisstand von 98,28 %. Bei den Tolerierungsprinzipien sagt über die Hälfte der Lehrpersonen aus, dass sie diese nicht kennt. Die Kenntnisverteilung in NRW kann aufgrund der vielen falschen Angaben bei der Postleitzahl nicht ermittelt werden.

Die zweite Forschungsfrage beschäftigte sich mit der Relevanz der GPS-Normen in Bezug auf den Unterricht am Berufskolleg: „Wie relevant ist das GPS-Normensystem für den Unterricht am Berufskolleg?“. Etwa die Hälfte der Lehrenden, die das GPS-Normensystem kennen oder schon einmal davon gehört haben, vermittelt es nicht. Form- und Lagetoleranzen werden von über vier Fünftel der Teilnehmenden im Unterricht vermittelt. Knapp ein Zehntel unterrichtet keine der beiden Toleranzarten. Etwa die Hälfte der 26 Lehrkräfte vermittelt das Hüll- und das Unabhängigkeitsprinzip, circa 40 % unterrichten keines der beiden Prinzipien. Allgemein lässt sich aus den Hypothesen für die zweite Forschungsfrage ableiten, dass die Relevanz eher als niedrig eingestuft wird. Außerdem sollte Folgendes beachtet werden: Die erhobenen Daten geben zwar Aufschluss über den Anteil der Lehrkräfte, die das GPS-Normensystem vermitteln, allerdings nicht darüber, in welchem Umfang und in welcher Form sie die Thematik umsetzen.

Wie Lehrkräfte an Kenntnisse zur Abbildung des aktuellen Stands der Technik gelangen, wurde mit der dritten Forschungsfrage „Wie erlangen Lehrkräfte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik?“ analysiert. Es zeigt sich, dass Lehrkräfte regelmäßig an Schulungen teilnehmen, die meisten einmal pro Schuljahr. Viele Teilnehmende bezogen ihre Kenntnisse aus der Internet-Recherche oder aus Fachliteratur. Beim Vergleich der Kenntnisse von Lehrkräften mit und ohne abgeschlossene Berufsausbildung wurde eine Gleichverteilung festgestellt. Daher scheint die Praxiserfahrung keinen großen Einfluss auf die Kenntnisse über das GPS-Normensystem zu besitzen. Ob das Studium ein entscheidender Faktor ist – insbesondere bei Lehrkräften, deren Studium erst wenige Jahre her ist – lässt sich auf Basis der vorliegenden Daten nicht ermitteln.

Wie groß das Interesse der Lehrkräfte in Bezug auf die eigene Weiterentwicklung im Bereich der GPS ist, wurde mit der Forschungsfrage: „Wie groß ist das Interesse der Lehrkräfte, sich im GPS-Normensystem weiterzuentwickeln?“ ermittelt. Es wird deutlich, dass es verschiedene

Gründe gibt, aus denen Lehrkräfte eine Weiterentwicklung anstreben. Das Interesse an Schulungen ist vorhanden. Etwas mehr als die Hälfte der Lehrkräfte sagt aus, es sei wahrscheinlich, dass sie einen Lehrgang besuchten. Etwas weniger als die Hälfte lehnt Schulungen im Themenbereich GPS ab, was damit begründet wurde, dass das Thema zu unwichtig sei, es keinen relevanten Bezug zu den unterrichteten Ausbildungsberufen aufweise oder es wichtigere Themen gebe. Ein generelles Desinteresse für die Vermittlung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag ist nicht vorhanden. Jedoch wurde auf unterschiedliche Probleme und Hürden bei der Umsetzung des GPS-Normensystems im Unterrichtsalltag verwiesen. Einem großen Teil der Probandinnen und Probanden fehlt das Know-how für die Umsetzung. Auch die Probleme im Verständnis der SuS, die praktische Anwendbarkeit und die fehlende Zeit im Unterricht wurden als Hürden genannt.

Im Bereich des Fragebogens, in dem die offene Äußerung von Meinungen oder Wünschen möglich war, wurde wiederholt das Interesse an im Umfang reduzierten, praxisnahen und anschaulichen Erläuterungen, ggf. auch mit Lehrfilmen, zum GPS-Normensystem ausgedrückt. Hierzu wäre jedoch Support bei der Aufarbeitung von praktischen Beispielen ein dringendes Anliegen der Lehrkräfte.

Limitationen innerhalb der quantitativen Untersuchung sind zum einen in der Größe der Stichprobe mit 58 Probandinnen und Probanden zu sehen. Sie steht im Verhältnis zu den 115 angeschriebenen Schulen in NRW, in denen es mindestens eine Lehrkraft geben sollte, die in den auszubildenden Berufsklassen arbeitet. Zum anderen befindet sich die Vermittlung des GPS-Normensystems noch am Anfang. Daraus resultierend wurden viele der Fragen mit „Ich weiß nicht“ beantwortet.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund fehlender Kenntnisse im Bereich des GPS-Normensystems entstehen in Unternehmen weltweit finanzielle Schäden (vgl. Jorden & Schütte 2020). Sie werden letztlich von Fachkräften verursacht, die sich nicht am aktuellen Stand der Technik orientieren. Doch an welcher Stelle kann die Problematik aufgelöst werden? Das nachhaltigste Potenzial bietet eine Problemlösung am Anfang – sie sollte daher in der Ausbildung eines Berufes beginnen.

Mit dem Ziel, die aktuelle Ausgangssituation aufzuzeigen, wurden Lehrkräfte in Nordrhein-Westfalens Berufsschulen über ihren Kenntnisstand des GPS-Normensystems befragt. Dafür wurden 115 Berufsschulen, die ausgewählte technischen Berufe unterrichten, zur Teilnahme an einem Fragebogen gebeten. Dieser hat die Kenntnisstände der Lehrkräfte in Bezug auf das GPS-Normensystem ermittelt und einen Einblick in die Relevanz gegeben, die das GPS-Normensystem für die Lehrkräfte im Unterricht hat. Zudem wurde erfragt, auf welche Weise Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik erlangt werden und ob ein Interesse an der persönlichen Weiterentwicklung in Bezug auf das GPS-Normensystem besteht.

Unter allen erlangten Ergebnissen der 58 auswertbaren Fragebögen sind die folgenden drei Aspekte von besonderer Bedeutung und weisen eine potenzielle Richtung für den Umgang mit GPS an technischen Berufskollegs in NRW: 35 % der Lehrkräfte möchten dem KMK-Rahmenlehrplan gerecht werden, jedoch ist eine hohe Unsicherheit bei der Frage nach der Relevanz für den jeweiligen Ausbildungsberuf vorhanden. Die Lehrkräfte für die Auszubildenden des technischen Produktdesigns sind sich der Relevanz mit 90 % Übereinstimmung bewusst. Allerdings gaben auch circa 40 % der Lehrenden an, dass sie nicht wissen, ob das GPS-Normensystem eine relevante Bedeutung für ihren Ausbildungsberuf hat. Dies verdeutlicht, inwiefern die Aufklärung

über die Existenz des Themas ein wichtiger Faktor ist, um es in weiteren Schritten dann in den Unterrichtsalltag zu integrieren.

Auf dem Weg der Integration wünschen sich Lehrkräfte Unterstützung in Form von Lehrgängen und der Bereitstellung von inhaltlich reduzierter und anschaulicher Fachliteratur bzw. Erklärvideos. Da im Bereich der Ansätze zur Vermittlung von GPS noch grundsätzlich Potenzial erkennbar ist (siehe Kapitel 2), sollten hier nicht nur Expertinnen und Experten aus Normungsgremien, sondern auch die Forschung an Hochschulen berücksichtigt werden. So wäre die Entwicklung von praxisnahen Beispielen im Kontext neuer Technologien wie Augmented/Virtual Reality (AR/VR), E-Learning oder 3D-Druck einfacher zu bewältigen.

Des Weiteren wurde von einem Teilnehmenden die Option des regelmäßigen Austausches vorgeschlagen, der auf Regionalkonferenzen stattfinden könnte. Dort könnten neue, kurze Impulse für Lehrkräfte gegeben werden, die flächendeckend die Einführung des GPS-Normensystem erleichtern würden.

Schließlich ist der Kenntnisstand der Lehrkräfte, insbesondere die Nichtkenntnis des GPS-Normensystems und der Tolerierungsprinzipien, an den technischen Berufskollegs Nordrhein-Westfalens nicht ausreichend und es liegt ein großes Potenzial an Aufklärungs- und Vermittlungsarbeit vor.

Literatur

- BiBB. Bundesinstitut für Berufsbildung (2021). Informationen zu Aus- und Fortbildungsberufen – online. <https://www.bibb.de/de/informationen-zu-aus-und-fortbildungsberufen.php>, Stand vom 12.03.2021.
- Brabec, D., Reißler, L. & Stenzel, A. (2021). Einführung in die geometrische Produktspezifikation – ISO GPS. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel.
- DIN EN ISO 8015:2011-09. Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Grundlagen - Konzepte, Prinzipien und Regeln. Berlin: Beuth Verlag.
- Flick, U. (2016). Qualitative Sozialforschung – Eine Einführung. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Garland, N., Glithro, R. & Wade, R. (2017). The challenges facing education in engineering drawing practice. Proceedings of the 19th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE), 254-259.
- Gust, P. & Sersch, A. (2020). Geometrical Product Specifications (GPS): A Review of Teaching Approaches. Procedia CIRP, 92, 123-128.
- Huerta, O., Unver, E., Aslan, R. et al. (2019). Application of VR and AR Tools for Technical Drawing Education. Proceedings of CAD'19. 363-366.
- Humienny, Z. & Berta, M. (2013). New multimedia geometrical tolerancing course. Procedia CIRP, 75, 312-316.
- ISO. International Organization for Standardization (2021). ISO/ TC 213 – Dimensional and geometrical product specifications and verification - online. <https://www.iso.org/committee/54924.html>, Stand vom 21.10.2021.
- Jorden, W. & Schütte, W. (2020). Form- und Lagetoleranzen - Geometrische Produktspezifikationen (ISO GPS) in Studium und Praxis. München: Carl Hanser Verlag.
- KMK. Kultusminister Konferenz (2021). Rahmenlehrpläne und Ausbildungsordnungen – online. <https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-%20berufsausbildung/rahmenlehrplaene-und-ausbildungsordnungen.html>, Stand 02.03.2021.
- Kuß, A., Eisend, M. & Kreis, H. (2014). Marktforschung – Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Lienert, G.A. & Raatz, U. (1994). Testaufbau und Testanalyse. Weinheim: Beltz Verlag
- Naderer, G. & Balzer, E. (2011). Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis - Grundlagen - Methoden - Anwendungen. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- QUA-LiS NRW. Qualitäts- und UnterstützungsAgentur – Landesinstitut für Schule (2021). Schulstandorte: Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen – online. <https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/das-berufskolleg-in-nordrhein-%20westfalen/schulstandorte/index.html>, Stand vom 12.03.2021.

- Sersch, A. & Gust, P. (2018). Empirische Untersuchung zur Überprüfung des Anwendungsgrades der Geometrischen Produktspezifikation (GPS). 8. Workshop Arbeitsgemeinschaft Toleranzmanagement (ATOL).
- Srinivasan, V. (2007). Computational Metrology for the Design and Manufacture of Product Geometry: A Classification and Synthesis. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 7(1), 3-9.
- Westdeutscher Handwerkskammertag e. V. (2021). Datenbank zur Barrierefreiheit von Berufskollegs in NRW - online. <https://www.whkt.de/bfbkdb/suche.php>, Stand vom 13.03.2021.

PROF. DR.-ING. PETER GUST

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik, Lehrstuhl Konstruktion
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
peter.gust@uni-wuppertal.de

ALINA SERSCH

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik, Lehrstuhl Konstruktion
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
alina.sersch@uni-wuppertal.de

NICLAS GRAFEN

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik, Lehrstuhl Konstruktion
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
niclas.grafen@uni-wuppertal.de

Zitieren dieses Beitrags:

Gust, P., Sersch, A. & Grafen, N. (2022). Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Analyse der Anwendungssituation an technischen Berufskollegs in NRW. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 10(1), 72–87.