

Handlungsfehler als Lerngegenstände in Bauberufen

Joel-Nikolas Suhlmann

Abstract

Ausführungsfehler im Bauwesen sind mit beträchtlichen wirtschaftlichen Verlusten verbunden und bieten zugleich ein erhebliches Potenzial für die berufliche Bildung. Obwohl sie von großer Bedeutung sind, werden sie in den Berufsschulen bislang unzureichend berücksichtigt. Die Förderung erfahrungsbasierten Lernens sowie die Etablierung einer offenen Fehlerkultur könnten dazu beitragen, Bauschäden zu verringern und die ganzheitliche Kompetenzentwicklung von Baufachkräften zu fördern.

Schlagwörter: Bauschäden, Ausführungsfehler, berufliche Bildung, Fehlerkompetenz, Lernprozesse

1 Hintergrund und Einleitung

Schäden sind ein fortdauerndes Diskussionsthema im Bauwesen. Die durch Bauschäden entstandenen ökonomischen Verluste¹ sind weiterhin beträchtlich. Vor allem ist festzustellen, dass ausführungsbedingte Schäden nach wie vor einen bedeutenden Anteil der Gesamtbaukosten ausmachen. In der einschlägigen Literatur finden sich hierzu zahlreiche Beispiele, wobei die Ursachen vornehmlich nur aus ingenieurtechnischer Sicht betrachtet werden. Naturgemäß finden sich dabei häufig lediglich randständige Berücksichtigungen des Arbeitshandelns von Fachkräften am Bau. Gerade diese Perspektive erlaubt es jedoch, Bauschäden zum Gegenstand des beruflichen Lehrens und Lernens zu erheben.

Unterrichtserfahrene Lehrkräfte berücksichtigen schon heute vielfach auch Aspekte von Schäden und Mängeln am Bau – verbunden beispielsweise mit der Absicht, detektivische Neugierde und intrinsische Motivation von Lernenden anzuregen. Zugleich werden deren berufliche Wahrnehmungen und Erfahrungen in den Unterricht mit eingebunden. Für einen systematischen Ansatz zur berufsdidaktischen Nutzung bauberuflicher Handlungsfehler fehlen dennoch tiefere Erkenntnisse.

Im Folgenden werden Überlegungen zum bauberuflichen Lernen aus Schäden aufgezeigt, die an bisherige Erörterungen anschließen. Zunächst findet eine Darstellung der Ursachen typischer Bauschäden statt, bevor ein Einblick in die Ergebnisse einer Studie gewährt wird, die sich aus berufswissenschaftlicher Perspektive mit Ausführungsfehlern und Schäden in der Holztechnik befasst. In diesem Kontext wird zudem die Frage erörtert, ob und inwieweit aus berufsbildender Sicht das Konstrukt einer *beruflichen Fehlerkompetenz* sinnvoll erscheint. Dazu werden Ausführungsfehler und ihr Lernpotenzial im Kontext der beruflichen Bildung betrachtet.

2 Mängel, Schäden und Fehler

Die Vielzahl möglicher Definitionen zu Begriffen wie „Mängel“, „Schäden“ und „Fehler“ sorgt in den unterschiedlichen Baubereichen häufig für Verwirrung. Insbesondere im Spannungsfeld zwischen Baurecht und Bautechnik kommt es auch in der einschlägigen Literatur teilweise zu uneinheitlichen Begriffsverwendungen. In der allgemeinen Sprachpraxis scheint sich dennoch die Auffassung durchgesetzt zu haben, einen Baumangel als Vorstufe eines Bauschadens zu betrachten (vgl. hierzu auch Mersch & Ranke 2018, S. 255).

1 Im Jahr 2020 wurden in Deutschland gesamtwirtschaftliche Verluste in einer Höhe von rund 102 Millionen Euro durch Bauschäden verursacht (Böhmer et al. 2022, S. 113).



Daneben lässt sich der Begriff „Schaden“ auch kontextspezifisch als schwerwiegende Zerstörung von Bauobjekten verstehen (Aschenbrenner 2005, S. 14). Ingenieurwissenschaftlich liegt ein Mangel grundsätzlich vor, wenn der Ist-Zustand der ausgeführten Bauleistung vom vereinbarten Soll-Zustand abweicht (Oswald & Abel 2005, S. 12). Der Fehlerbegriff hingegen wird als „eine die Toleranz übersteigende Abweichung zwischen Ziel und entsprechendem Ergebnis“ (Matousek & Schneider 1976, S. 8) definiert. Gleichwohl ist bei diesen und anderen Begriffsauslegungen häufig ein Interpretationsspielraum zu berücksichtigen, der eine berufswissenschaftliche Einordnung erschwert.

Eine solche Terminologie, die „ihre bautechnischen und baujuristischen Bedeutungen aufeinander“ (Mersch & Ranke 2018, S. 256) bezieht, lieferte Wapenhans bereits 1996 (s. Abb. 1). Diese Begriffsauslegungen sind unabhängig von den Phasen des Produktlebenszyklus zu sehen, was eine Erweiterung des Deutungshorizonts auch im berufswissenschaftlichen Sinne ermöglicht.²

Baumangel (Sammelbegriff) Differenz Ist-/Soll-Zustand unabhängig von der Zeit	
Handlungs- bzw. Baufehler Differenz Ist-/Soll-Zustand im Herstellungsprozess – häufig Prognoseaussagen für Bauschaden	Bauschaden Differenz Ist-/Soll-Zustand infolge eines Bau- oder Nutzungsfehlers

Abb. 1: Mangel, Fehler und Schaden im bautechnischen und -juristischen Kontext (Quelle: Wapenhans 1996, S. 14 sowie Mersch & Ranke 2016, S. 36)

Auf der Grundlage terminologischer Überlegungen erscheint aus berufswissenschaftlicher Sicht das Verorten von Handlungsfehlern in den jeweiligen Phasen des Produktlebenszyklus sinnvoll. Einige kennzeichnende Ursachen von Handlungsfehlern in einzelnen Bauphasen sind bereits bekannt und lassen sich beispielhaft skizzieren:

Als häufigere Ursache etwa für Planungsfehler kommen unzureichende oder gar fehlende Voruntersuchungen von Baugeschehnissen in Frage (Böhmer, Brinkmann & Simon 2011, S. 13). Auch Fehler in Planungsvorgaben können zu Ausführungsfehlern führen (ebd., S. 18).

Ein oft genanntes Beispiel für Fehler in der Ausführung ist die unsachgemäße Verwendung und Verarbeitung von Materialien (ebd., S. 19), was mit Blick vor allem auf den Wärme- und Feuchteschutz von Bauwerken zu einer großen Bandbreite an Schadensbildern führen kann. Auch fehlerhaft ausgeführte Abdichtungsarbeiten zählen zu den typischen Handlungsfehlern, die sich in einer Vielzahl von Schadensbildern äußern können (ebd.). In der Nutzungsphase treten Schadensbilder auf, die in ihrer Erscheinungsform homogen wirken, jedoch auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sind. So zeigen sich auch hier Feuchteschäden an Außenwänden in Gestalt von Schimmelpilzbefall, was vielfach auf ein fehlerhaftes Heiz- und Lüftungsverhalten der Nutzer:innen zurückzuführen ist (Helmus & Offergeld 2012, S. 102).

Im Rahmen von Instandhaltungstätigkeiten, etwa bei der energetischen Sanierung, ist häufiger eine unzureichende Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung relevanter Bauteile zu beobachten, was mitunter weitere Feuchteschäden nach sich zieht (Böhmer et al. 2022, S. 149ff.). In der Praxis zeigt sich ferner, dass bei Rückbauarbeiten häufig die Statik angrenzender Bauwerke nicht ausreichend berücksichtigt wird und diese Schaden nehmen (ebd., S. 188ff.).

² Hierzu finden sich auch in der englischsprachigen Literatur hilfreiche Auslegungen. So definiert etwa Norman (1981, S. 1f.) „Slip“ als eine von der ursprünglichen Intention abweichende Ausführung einer Handlung, während er „Error“ mit den bewussten kognitiven Prozessen in Verbindung bringt, die der Ausführung einer Handlung vorausgehen.

Fehler schließlich, die in der Recycling- bzw. Verwertungsphase auftreten, sind oft auf Baustellen bei der Entsorgung von Gewerbeabfällen zu beobachten.

Diese erste, überblickhafte Betrachtung liefert Baufehler in allen Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden. Nach ihrer Häufigkeit lassen sie sich unterschiedlich wichten (s. Abb. 2).

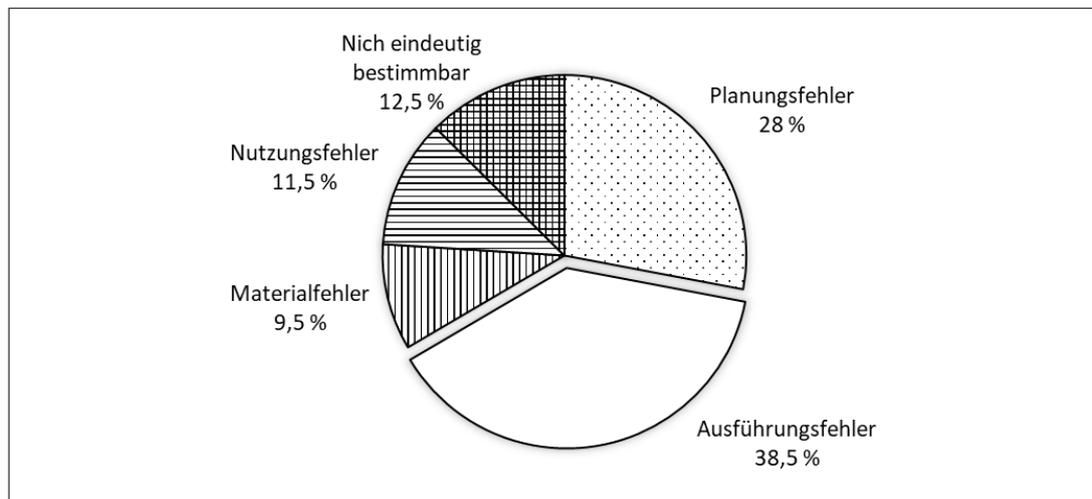


Abb. 2: Schadensursachen bezogen auf die Bauphasen (Quelle: Balak, Rosenberger & Steinbrecher 2005, S. 23 sowie Mersch & Ranke 2018, S. 256)

Die Erkenntnis, dass Ausführungsfehler die Hauptursache für Bauschäden darstellen, ist keineswegs neu. Eine Vielzahl von Studien weist darauf hin, jedoch häufig ohne mögliche Wege zu den Ursachen dieser Baufehler zu beleuchten. In dieser Konsequenz erscheint eine weiterführende Betrachtung der Fehlerursachen in der Bauausführung aus berufswissenschaftlicher Sicht besonders interessant.

3 Annäherungen an Ursachen von Handlungsfehlern am Bau

Die Untersuchungen von Handlungsfehlern lassen sich auch im Bauwesen zumeist auf zwei Hauptbereiche begrenzen. Die Forschung ist darauf ausgerichtet, mögliche Auslöser zu identifizieren und die daraus resultierenden Auswirkungen zu analysieren.

Zur empirischen Untermauerung bisheriger Aussagen stand in einer Studie am Institut für Angewandte Bautechnik der Technischen Universität Hamburg das themenspezifische Arbeitsprozesswissen von Fachkräften und Ingenieuren im Bereich der Holztechnik hinsichtlich möglicher Ausführungsfehler im Fokus (Suhlmann 2023). Das spezifische, erfahrungsgestützte Wissen in diesem Tätigkeitsfeld wurde hier mit Hilfe von leitfadengestützten Experteninterviews erhoben und anschließend im Rahmen qualitativer Inhaltsanalysen ausgewertet. Die Ergebnisse gestatten einen ersten Einblick in fehlerrelevante Arbeitsabläufe und Herausforderungen in der Bauausführung. Zudem erlaubt die Auswertung die Identifikation grundlegender und typischer Ausführungsfelder, deren Ursachen aufgezeigt wurden, wodurch mögliche Strategien zur Fehlervermeidung und -bewältigung dargelegt werden konnten.

Charakteristische Ausführungsfelder im Bereich der Baustellenarbeit ließen sich zunächst anhand einiger Montagebeispiele analysieren. So fiel etwa bei Fenstermontagen eine Häufung von Nennungen im Bereich des Baukörperanschlusses und insbesondere bei der Ausführung der Dichtungsebenen auf. Damit verbundene Baufelder ließen sich auf Probleme der Ausführenden bei der Verarbeitung von Ortschäumen zurückführen. Auch die Auswahl unzulänglicher Befestigungsmittel wurde von Befragten oft kritisch bewertet. Baufelder können zudem bereits während der Fensterfertigung im Betrieb

auftreten und den anschließenden Montageprozess beeinträchtigen. So wurde von den Befragten etwa die unzureichende Verklebung von Rahmenecken bei Massivholzfenstern bemängelt, wodurch Regenwasser in die Gehrung eindringen konnte.

Aussagen wie diese erharteten im Kontext einer sehr guten Auftragslage die Vermutung, dass in Fertigungsbetrieben hoher Zeitdruck zu Fehlern in der Fensterproduktion führen kann. Auffälligkeiten zeigten sich ferner in Aufgabenstellungen (z. B. in Planungsunterlagen), die scheinbar oftmals zu abstrakt formuliert waren oder bei denen Informationen fehlten.

Aufhorchen ließen zudem Aussagen zu teilweise kaum verständlichen Formulierungen in Regelwerken wie DIN-Normen sowie fehlende Praxisbezüge darin. Regelwerke wie etwa das aktuelle Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) erschienen Ausführungsverantwortlichen oft zu weit gefasst und zu wenig explizit, was ihrer Ansicht nach zu unterschiedlichen und auch falschen Interpretationen führen kann. Hier fehlt es häufig an einer klaren Übersetzung oder Exemplifizierungen der Anforderungen.

Als weiterer Grund für Ausführungsfehler ließ sich die mangelnde Motivation von Fachkräften identifizieren. Gleichgültigkeit bei der Arbeit und insbesondere eine mangelnde Bereitschaft oder Fähigkeit zur Weiterbildung, wird als potenzielle Ursache genannt. Auch ein unzureichendes fachliches Grundlagenwissen schien als Fehlerursache zu Schäden beizutragen. In einer Vielzahl von Fällen sind es zudem eher Auszubildende, die aufgrund mangelnder Erfahrung Fehler machen. Insbesondere aber die Ursachen, die sich hinter solchen Beobachtungen vermuten lassen, stellen in diesem Zusammenhang ein Forschungsdesiderat dar.

Um Herausforderungen dieser Art begegnen zu können, verspricht eine systematische Untersuchung der Ursachen typischer Ausführungsfehler in einem berufs(bildungs)wissenschaftlichen Kontext einen Gewinn. Bisherige Darlegungen zu Ursachen von Handlungsfehlern in der Bauausführung sind stark verallgemeinernd und bieten nur wenige systematische Erklärungsansätze für mögliche Anlässe oder auslösende Momente. Diese Tatsache lässt sich zweifelsfrei auf die hohe Komplexität und Kompliziertheit des Untersuchungsfeldes und seiner Gegenstände zurückführen. Des Weiteren ist einzubeziehen, dass menschliches Handeln nicht monokausal sein kann und Handlungsfehler auch zufällige Komponenten beinhalten können (Mersch & Ranke 2018, S. 262f.).

Berufswissenschaftliche Vorüberlegungen haben in diesem Zusammenhang auch Aussagen aus anderen wissenschaftlichen Domänen zu berücksichtigen. So lassen sich menschliche Fehler etwa in der Arbeitspsychologie zumeist auf der Grundlage verschiedener Handlungstheorien, situativer Umgebungsfaktoren, kognitionspsychologischer Modelle sowie Kategorisierungssysteme erklären. Sie basieren auf der Annahme, dass menschliche Verhaltensweisen aus einer Reihe sukzessiv verlaufender, überwiegend bewusster Schritte bestehen. Unerwartete Ereignisse und/oder eine fehlerhafte Ausführung einzelner Schritte können dabei zur Wiederholung bereits erfolgter Schritte oder zum Abbruch der Handlung führen.

Von hoher Bedeutung sind jeweilige Umstände und Bedingungen, unter denen (baubefugte) Handlungen ausgeführt werden. Das betrifft nicht nur die unmittelbar dingliche Arbeitsumgebung bei Bautätigkeiten. Vielmehr stehen Fehler auch hier „in Koexistenz zu vorangegangenen und nachfolgenden Denk-, Sprach- oder Handlungssequenzen. Sie sind nicht nur Teil eines Ganzen, sondern weisen zusätzlich auch eine Tendenz zum intendierten Handlungsziel auf“ (Wehner 1987, S. 43f.). Zu den jeweiligen Bedingungen oder Umständen auch in Bausituationen gehören deshalb physische, soziale und organisatorische Einflussfaktoren, die das Verhalten von Fachkräften determinieren. Ein Beispiel hierfür wäre ein komplexes Arbeitsumfeld, in dem eine hohe Arbeitsbelastung oder unklare Anweisungen zu Fehlern führen können.

Kognitionspsychologische Modelle hingegen dienen der Untersuchung mentaler Prozesse, die dem menschlichen Denken und Verhalten zugrunde liegen. Im Rahmen einer psychologischen Fehlerforschung erlauben sie ein Verständnis der Verarbeitung von Informationen, der Entscheidungsfindung sowie der Funktionsweise des Gedächtnisses. Zudem ermöglichen sie die Erklärung der Ursachen kognitiver Verzerrungen, Gedächtnisfehler und unzureichender Aufmerksamkeit, die zu Handlungsfehlern führen können. Zu den bekanntesten Modellen zählt hier das „activation-trigger-schema system“ (ATS) von Norman (1981, S. 3f.). Die ihm zugrundeliegende Intention liegt in der Formulierung einer Handlungstheorie, die Fehlhandlungen anhand spezifischer Charakteristika in Kategorien systematisiert, um auf dieser Grundlage Rückschlüsse auf potenzielle Fehlerquellen zu ziehen. Im ATS-Modell geht man davon aus, dass Handlungssequenzen durch das Zusammenspiel sensorischer und motorischer Wissensstrukturen kontrolliert und gesteuert werden. Diese auch als Schemata bezeichneten Strukturen lassen sich als organisierte mentale Gedächtniseinheiten beschreiben, die sowohl Wissens- als auch prozedurale Anteile umfassen und den Kontrollfluss motorischer Aktivitäten regulieren (ebd.).

Die Vielzahl möglicher Fehler und die divergierenden Implikationen ihres Umgangs erfordern eine differenzierte Betrachtung und Kategorisierung. Hierbei haben sich wiederum Taxonomien als hilfreich erwiesen, die psychologische Entstehungsbedingungen von Fehlern berücksichtigen (Zapf, Frese & Brodbeck 1999, S. 400). Fehler können demnach handlungstheoretisch nach Schritten im Handlungsprozess oder nach Stufen der Handlungsregulation unterschieden werden (ebd.; vgl. auch Abb. 3).

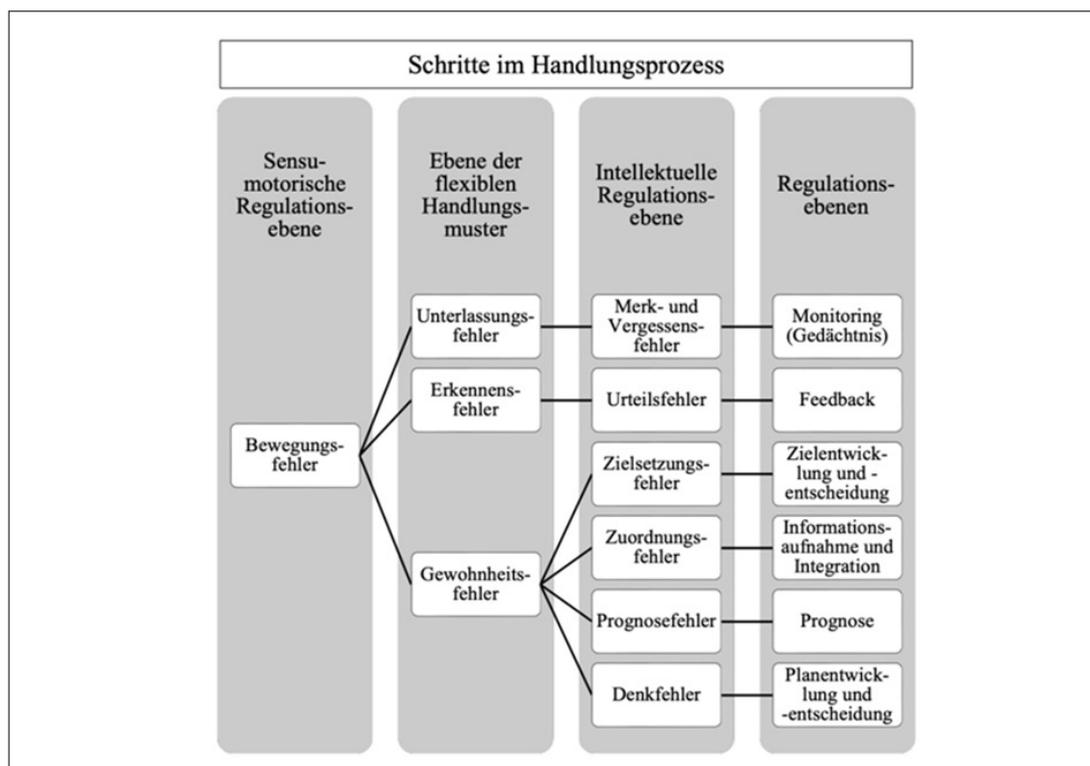


Abb. 3: Beispiel einer Fehlertaxonomie für Bauberufe (Quelle: Suhlmann 2023, S. 18 sowie in Anlehnung an Zapf, Frese & Brodbeck 1999, S. 402)

Die Zuordnung typischer Ausführungsfehler von Bauchfachkräften zu den einzelnen Ebenen solcher Taxonomien stellt zweifellos einen notwendigen Schritt für die Entwicklung valider Messinstrumente auch in einem berufswissenschaftlichen Kontext dar.

4 Handlungsfehler und Bauschäden aus der Berufsbildungsperspektive

In weiteren Schritten der Untersuchung wurden die Befunde aus der berufswissenschaftlichen Forschung zum Umgang mit Handlungsfehlern und Baumängeln im Kontext der Berufsbildung mit hermeneutischen Mitteln beleuchtet. Geht man zunächst davon aus, dass das Lernen an Ausführungsfehlern zur Weiterentwicklung insbesondere einer (bau-) beruflichen Handlungskompetenz beitragen kann, sind hierzu berufstypische Handlungsfehler zu identifizieren. Dies umfasst die Analyse von Merkmalen, Besonderheiten und Entstehungsbedingungen von Ausführungsfehlern sowie der dadurch resultierenden Bauschäden. In diesem Zusammenhang erscheint zweifelsfrei auch ein erfahrungsgeleitetes, fehlersensibilisiertes und antizipierendes berufliches Handeln von hoher Bedeutung.

Interviews im Rahmen der bereits skizzierten Befragung ergaben, dass Fachkräfte in die Lage versetzt werden müssen, Schäden und vor allem deren Ursachen zu erkennen, um Ausführungsfehler im Vorfeld vermeiden zu können. Dazu benötigen sie Kenntnisse sowie Wissen, das über bisherige Ausbildungsinhalte hinausgeht und andere Gegenstandsbereiche betrifft, die bisher didaktisch noch nicht erschlossen sind. Eine Chance sehen die Befragten in einer stärkeren Feedbackkultur am Arbeitsplatz. Entscheidend ist auch das Lernen durch Beobachtung von Arbeitsprozessen in Bauberufen.

Die Analyse fehlerbegünstigender Faktoren und eine offene Kommunikation darüber können nur in einem Umfeld erfolgen, in dem eine sachliche Bewertung ohne vorschnelle, meist negativ konnotierte Bewertungen gewährleistet ist. Eine nachvollziehbare Dokumentation der Schäden sowie ein fachlicher Austausch über die zuvor getätigten Fehler sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung.

Nach der Auslegung von Musahl lernt ein Mensch, indem er sich an „von anderen übernommener Erfahrung orientiert“ (1999, S. 328). Darauf aufbauend ist es interessant zu überlegen, wie sich dies auf Baumängel auswirken könnte. Zu untersuchen wäre dabei weiter, ob etwa im Rahmen eines systematischen Fehlerlernens für den Erwerb analytischer Fähigkeiten auch der Erwerb beruflicher Fachkenntnisse Voraussetzung ist und wie diese aussehen könnten. Auch affine Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren wie die Fehler- oder Schadensanalyse³ wären dabei einer entsprechenden Überprüfung zu unterziehen. Die Ergebnisse solcher und weiterer berufsbildender Lernverfahren weisen neben berufsfachlicher und ökonomischer Relevanz auch Ansprüche an Ökologie und Arbeitssicherheit im Bauwesen auf.

Solche Überlegungen kommen in einem weiteren Sinne auch dem berufsschulischen Bildungsauftrag entgegen, wonach Lernende „zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung“ (KMK 2006, S. 3) befähigt werden sollen.

In einem solchen berufsbildenden Zusammenhang wäre vermutlich auch zu überprüfen, ob die Kategorie einer Fehlerkompetenz im berufswissenschaftlichen Sinne einen Gewinn für die berufsdidaktische Diskussion darstellen könnte. Diese scheint nach bisherigen Überlegungen Aspekte aus ganzheitlichem Denken und übergewerklicher Kommunikation zu beinhalten. Dabei zählen nicht nur Absprachen bei der Planung und Ausführung, sondern insbesondere wohl auch eine Fähigkeit des Antizipierens von Tätigkeitsschritten in beruflichen Arbeitsaufgaben, um frühzeitig etwa Engpässe oder Fehlerrisiken aufspüren zu können. Zu untersuchen ist dabei, wann der Erwerb solcher Fähigkeiten bei Lernenden im Bauwesen auch allgemeinbildende Bedeutung aufweist. Durch ein kritisch-gestalterisches Bewusstsein, als mögliches Resultat des bauberuflichen Fehlerlernens, könnten individuelle Handlungsstrategien zur Vermeidung von Ausführungsfehlern entwickelt werden.

³ Siehe dazu: „Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb“ (Pahl & Pahl 2021, S. 427ff.).

5 Fazit und Ausblick

Obgleich eine Vielzahl von Studien belegt, dass Ausführungsfehler einen erheblichen Anteil an den Gesamtschäden im Bauwesen ausmachen und zu hohen wirtschaftlichen Verlusten führen, wird ihnen insbesondere im Bereich der beruflichen Bildung bisher nur unzureichend Aufmerksamkeit geschenkt.

Baufehler stellen nicht nur in ihrer ökonomischen Bedeutung einen Ansatzpunkt für berufliche Lernprozesse dar. Die Vernetzung vielfältiger Wissens- und Kenntnisbereiche kann auch als Ausgangspunkt für die (Weiter-)Entwicklung passender Lern- und Ausbildungsmethoden dienen, die über eine fachliche Dimension hinausreichen und einen Beitrag zur ganzheitlichen Kompetenzentwicklung angehender Baufachkräfte versprechen.

Gefordert scheint dazu ein erfahrungsbasiertes und reflexives Lernen, das Baufachkräfte befähigt, Handlungsfehler im Vorfeld zu identifizieren und zu vermeiden. Die Etablierung einer Fehlerkultur, die eine offene Kommunikation sowie eine sachliche Bewertung von Fehlern fördert, dürfte dabei eine zweifelsfrei bedeutsame Rolle spielen.

Von solchen ersten Überlegungen ausgehend, besteht weiterhin erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um das zugrundeliegende berufsbildende Potenzial von Handlungsfehlern am Bau zu erschließen.

6 Literatur

- Aschenbrenner, H. (2005). *Baumängel und Bauschäden erkennen und erfolgreich reklamieren*. Haufe-Mediengruppe.
- Böhmer, H., Brinkmann, T. & Simon, J. (2011). *Feuchteschäden durch fehlerhafte Bauwerksabdichtungen*. Fraunhofer IRB Verlag.
- Böhmer, H., Brinkmann-Wicke, T., Sell, S., Simon, J. & Tebben, C. (2022). *VHV-Bauschadenbericht Hochbau 2021/22. Qualität und Kommunikation*. Fraunhofer IRB Verlag.
- Helmus, M. & Offergeld, B. (2011). *Studie zur Bauqualität und Wahrnehmung von Bauqualität aus der Sicht von privaten und öffentlichen Bauherren sowie Bauunternehmen*. Bergische Universität Wuppertal.
- Helmus, M. & Offergeld, B. (2012). *Qualität des Bauens. Eine Studie über den Begriff und die Wahrnehmung von Bauqualität bei privaten und öffentlichen Bauherren und Bauunternehmen*. INQA-Bauen.
- KMK (2006). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Tischler/Tischlerin*. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.01.2006). Online: <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Tischler.pdf> (03.03.2022).
- Matousek, M. & Schneider, J. (1976). *Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken*. Birkhäuser Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-0348-5890-8>.
- Mersch, F. F. & Ranke, H. (2016). *Bauberufliches Lernen aus Fehlern und Schäden*. BAG Bau, Holz, Farbe 18(2), 36-46.
- Mersch, F. F. & Ranke, H. (2018). *Handlungsfehler und Baumängel im Kontext beruflichen Lernens*. In Baabe-Meijer, S., Kuhlmeier, W. & Meyser, J. (Hg.), *Trends beruflicher Arbeit - Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Heterogenität: Ergebnisse der Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2017*, 255-274. publQation Academic Publishing.
- Musahl, H.-P. (1999). *Lernen*. In C. Graf Hoyos & D. Frey (Hg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie. Ein Lehrbuch*, 328-343. Psychologie Verlags Union.

Norman, D. (1981). *Categorization of Action Slips*. *Psychological Review*, 88(1), 1-15. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.1.1>.

Oswald, R. & Abel, R. (2005). *Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Typische Erscheinungsbilder – Beurteilungskriterien – Grenzwerte*. Vieweg und Teubner Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-10304-2>.

Reason, J. (1995). *Understanding adverse events: human factors*. In *Quality and Safety in Health Care*, 4(2), 80-89. <https://doi.org/10.1136/qshc.4.2.80>.

Suhlmann, J.-N. (2023). *Mängelkompetenz von Fachkräften in der Holztechnik (unveröffentlichte Masterarbeit)*, Institut für Angewandte Bautechnik der Technische Universität Hamburg.

Wapenhans, W. (1996). *Baumangel, Baufehler, Bauschaden*. In *Der Sachverständige. Fachzeitschrift für Sachverständige, Kammern, Gerichte*. 12(23), 12-14.

Wehner, T. (1987). *Der Handlungsfehler als Indikator für dysfunktionale Handlungsabläufe*. In L: Deitmer, A. Grützmann & K. Ruth (Hg.), *Arbeit und Technik*. 2. Bremer Symposium „Arbeit und Technik“ vom 10. bis 13. Juni 1987; Tagungsband, 37-49. Milde Multiprint GmbH.

Zapf, D., Frese, M. & Brodbeck, F. C. (1999). *Fehler und Fehlermanagement*. In C. Graf Hoyos & D. Frey (Hg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie. Ein Lehrbuch*, 398-411. Beltz Psychologie Verlags Union.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mangel, Fehler und Schaden im bautechnischen und -juristischen Kontext, Quelle: In Anlehnung an Wapenhans (1996, S. 14) sowie Mersch & Ranke (2016, S. 36)

Abb. 2: Schadensursachen bezogen auf die Bauphasen, Quelle: In Anlehnung an Balak, Rosenberger & Steinbrecher (2005, S. 23) sowie Mersch & Ranke (2018, S. 256)

Abb. 3: Beispiel einer Fehlertaxonomie für Bauberufe, Quelle: Suhlmann (2023, S. 18) sowie in Anlehnung an Zapf, Frese & Brodbeck (1999, S. 402)

Autorenangaben

M.Ed.

Joel-Nikolas Suhlmann

Technische Universität Hamburg

Institut für Angewandte Bautechnik

joel.suhlmann@tuhh.de