

## Ausführungsfehler beim Mauerwerksbau im beruflichen Kontext

Stefan Flick

### Abstract

Der Neubau von Wohngebäuden erfolgt in Deutschland überwiegend in der Bauweise des (Ingenieur-) Mauerwerksbau. Aufgrund des steigenden Bedarfs an Wohnraum ist ein Trend zu kürzeren Bauzeiten zu beobachten. Dies wirft die Frage auf, ob kürzere Bauzeiten zu mehr Ausführungsfehlern führen. In einer Befragung wurden Ausführungsfehler im Mauerwerksbau auf der Basis einer Befragung von 28 Sachverständigen systematisch erfasst. Die Ergebnisse verdeutlichen häufig auftretende Ausführungsfehler und betonen die Notwendigkeit einer präzisen Planung sowie einer umfassenden Überwachung während des Bauprozesses. Die Ergebnisse der Studie lassen sich unmittelbar auch als Inhalte beruflichen Lernens in der Erstausbildung von Baugewerken einsetzen.

**Schlagwörter:** Ausführungsfehler, Bautechnik, Mauerwerksbau, Berufsausbildung

### 1 Einordnung

Die Herstellung von Mauerwerk ist Bestandteil beruflicher Arbeitstätigkeiten im Bauwesen, der sowohl technische Präzision als auch ästhetisches Gespür erfordert. In der praktischen Umsetzung können jedoch vielfältige Fehlerquellen auftreten, die von konstruktiven Mängeln bis hin zu ästhetischen Beeinträchtigungen reichen. Für Lehrende an berufsbildenden Schulen ist es entscheidend, diese Herausforderungen zu identifizieren und gezielte Strategien zu entwickeln, um sie effektiv im Unterricht zu adressieren. Ausführungsfehler sollten aus der Perspektive des Arbeitens und Lernens nicht länger als bloße Nachteile betrachtet werden (vgl. Weingard 2004). Vielmehr können sie als wertvolle Lernchancen erkannt und aktiv genutzt werden. Der Beitrag hat eine Umfrage als Grundlage und eine Darstellung der häufigsten Ausführungsfehler im Mauerwerksbau zum Inhalt. Um ein fundiertes Verständnis der Problematik zu erlangen, wurden Experten und Expertinnen aus verschiedenen Bundesländern befragt, wobei die regionalen Unterschiede in der Fehlerhäufigkeit berücksichtigt wurden. Insgesamt konnten 28 Gutachter:innen für die bundesweite Befragung gewonnen werden, darunter zwei Gutachter:innen, die auf nationaler Ebene tätig sind (vgl. Abb. 1). Die Auswertung der Ergebnisse zielt darauf ab, nicht nur Erkenntnisse zu gewinnen, die die Qualität im Mauerwerksbau nachhaltig verbessern, sondern auch gezielte Maßnahmen zur Identifikation und Vermeidung der häufigsten Fehlerquellen zu entwickeln. Dies trägt nicht nur zu einer höheren Bauqualität und einer gesteigerten Zufriedenheit der Bauherren bei, sondern hat auch eine erhebliche Relevanz für die Lehrenden, die in der Ausbildung von Fachkräften eine zentrale Rolle spielen.

Die Analyse der Fehlerquellen hilft, Wissenslücken und Missverständnisse in der Ausbildung zu identifizieren und bildet die Grundlage für gezielte Strategien, die das Lernen aus Fehlern fördern. Durch die Verknüpfung von Theorie und Praxis kann die Qualität der bautechnischen Ausbildung nachhaltig verbessert und die zukünftigen Fachkräfte optimal auf die Herausforderungen im Mauerwerksbau vorbereitet werden.



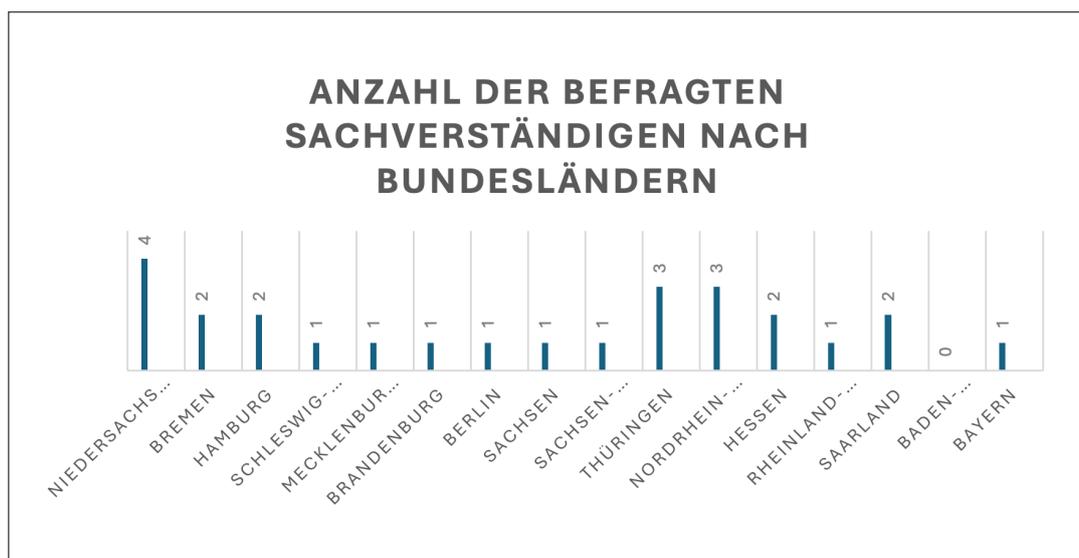


Abb. 1: Anzahl der befragten Sachverständigen nach Bundesländern (Quelle: eigene Darstellung)

## 2 Was ist ein Mangel?

Zunächst wird der Begriff „Mangel“ definiert, um ein fundiertes Verständnis der Fehlervermeidung und ihrer Auswirkungen zu fördern. Ein Mangel liegt vor, wenn der Ist-Zustand vom vereinbarten Soll-Zustand abweicht. Die Auftragnehmer\*in ist verpflichtet, die vereinbarte Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln zu erbringen (vgl. VOB/HOAI: VOB/B §13 Mängelansprüche, 2018). Während der Bauphase treten häufig Mängel auf, die oft erst nach der Abnahme durch die Auftraggeber\*innen festgestellt werden. Die Auftragnehmer\*innen haben die Leistungen nach den anerkannten Regeln der Technik und den gesetzlichen Bestimmungen auszuführen und Bedenken gegen die Ausführung oder gelieferte Baustoffe unverzüglich schriftlich anzuzeigen (vgl. VOB Teil B §4 - Ausführung Nr. 2 Abs. 1). Bauschäden sind unbeabsichtigte Veränderungen, die während der Herstellung und Nutzung auftreten (vgl. Stahr 1999). Für die mangelfreie Ausführung gelten die DIN-Normen und die allgemein anerkannten Regeln der Technik, die im Baurecht als fachlich richtig anerkannt sind. DIN-Normen haben keinen rechtsverbindlichen Charakter und stellen ausschließlich Empfehlungen dar. Daher kann eine Ausführung trotz Einhaltung der DIN-Normen als mangelhaft angesehen werden, während eine Leistung auch dann mangelfrei sein kann, wenn die Normen nicht vollständig eingehalten wurden.

## 3 Auswertung

Um Lernprozesse im Zusammenhang mit Ausführungsfehlern im Mauerwerksbau systematisch zu gestalten, sind didaktisch-methodische Überlegungen unerlässlich. Da Ausführungsfehler häufig aus komplexen Wechselwirkungen resultieren, ist ein analytisches Vorgehen sinnvoll. Der Autor empfiehlt, den Einsatz erst ab der Fachstufe zu planen und einzusetzen, da für die Bewertung der Ausführungsfehler grundlegendes Vorwissen der Lernenden erforderlich ist.

### 3.1 Wandarten und ihre Aufgaben

Nach Aussagen der befragten Experten\*innen treten Ausführungsfehler am häufigsten bei der Errichtung von tragenden Wänden auf. Zu den häufigsten Ausführungsfehlern gehören die Fugenausbildung sowie unsachgemäß ausgeführte Schlitz- und Ausfachungen in der Wand.

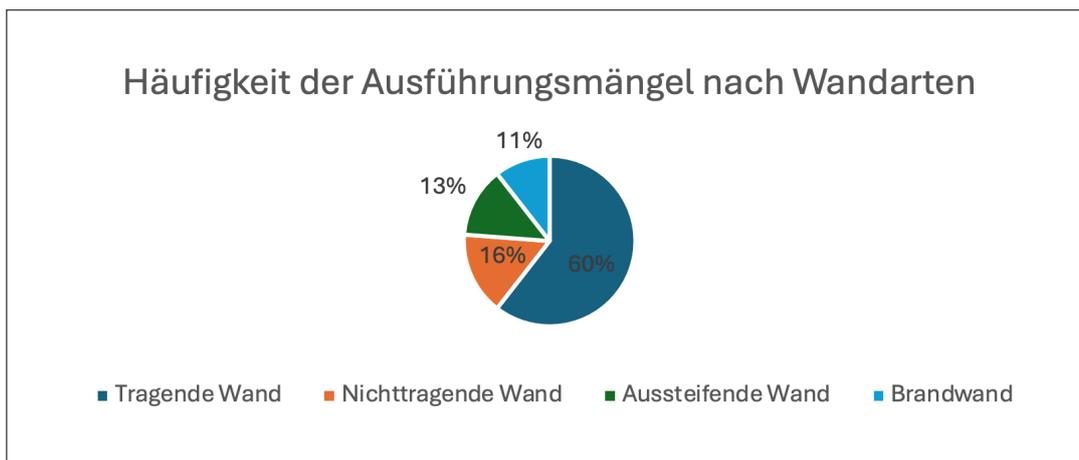


Abb. 2: Häufigkeiten der Ausführungsmängel nach Wandarten (Quelle: eigene Darstellung)

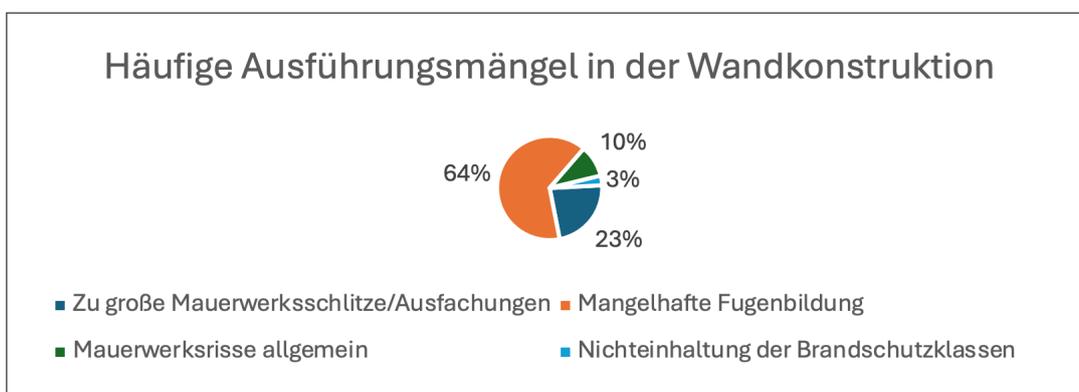


Abb. 3: Häufige Ausführungsmängel in der Wandkonstruktion (Quelle: eigene Darstellung)

#### Beschreibung des Fehlers aus der Umfrage

Der planmäßige Zwischenraum zwischen zwei Bauteilen wird als Fuge bezeichnet und gilt als die schwächste Stelle eines Baukörpers. An Fugen werden besondere Anforderungen hinsichtlich Schall-, Wärme-, Feuchte- und Brandschutz gestellt, weshalb eine fachgerechte Ausführung unerlässlich ist. Sie werden in „starre Fugen“ und „Dehnfugen“ unterteilt (vgl. Stahr 2011).

Starre Fugen werden vermörtelt, da hier keine nennenswerten Formänderungen zu erwarten sind. Im Mauerwerksbau wird die vertikale Fuge als Stoßfuge und die horizontale Fuge als Lagerfuge bezeichnet. Durch die Mauerwerksfugen können Maßabweichungen der Mauersteine ausgeglichen werden. Um den Normen zu entsprechen, muss der Mörtel vollflächig aufgetragen werden. Bei Dünnbettmörtel mit einer Lagerfugendicke von 1 bis 3 mm ist ein Höhenausgleich nicht möglich. Der Höhenausgleich der Betondecke erfolgt in der Kimmschicht mit Normalmauermörtel, wobei die Lagerfuge nach DIN max. 5 cm dick sein darf. Der Mörtelauftrag muss vollflächig erfolgen, um die Tragfähigkeit des Mauerwerks zu gewährleisten. Die Verwendung von Mauerwerkskeilen zum Ausrichten ist nicht zulässig, da bei unsachgemäßem Ausrichten der Verbund zwischen Stein und Mörtel unterbrochen werden kann und es zu Rissbildungen im Mauerwerk kommen kann.



Abb. 4: Keile in der Lagerfuge (Quelle: eigene Darstellung)

Die Fugendicke ist abhängig vom Fugenmörtel: Bei Dünnbettmörtel beträgt sie 1-3 mm, bei Normalmauermörtel bis zu 12 mm (vgl. Kalksandstein 2015). Stoßfugen, die breiter als 5 cm sind, müssen ausschließlich mit Mauersteinen und Mauermörtel geschlossen werden. Aufgrund der Volumenverminderung beim „Schwinden“ kann die Stoßfuge nicht nur mit Mörtel geschlossen werden (vgl. Moro, J.L. 2009).



Abb. 5: Nicht fachgerechtes Verschließen der Fugen (Quelle: anonymisierter Sachverständiger)

Die Tragfähigkeit einer Mauerwerkswand wird durch den Verband der Steine gewährleistet. Der Abstand der übereinander liegenden Fugen, das „Überbindemaß“, ergibt sich aus der Steinhöhe mal 0,4 und darf ohne statischen Nachweis nicht unterschritten werden.

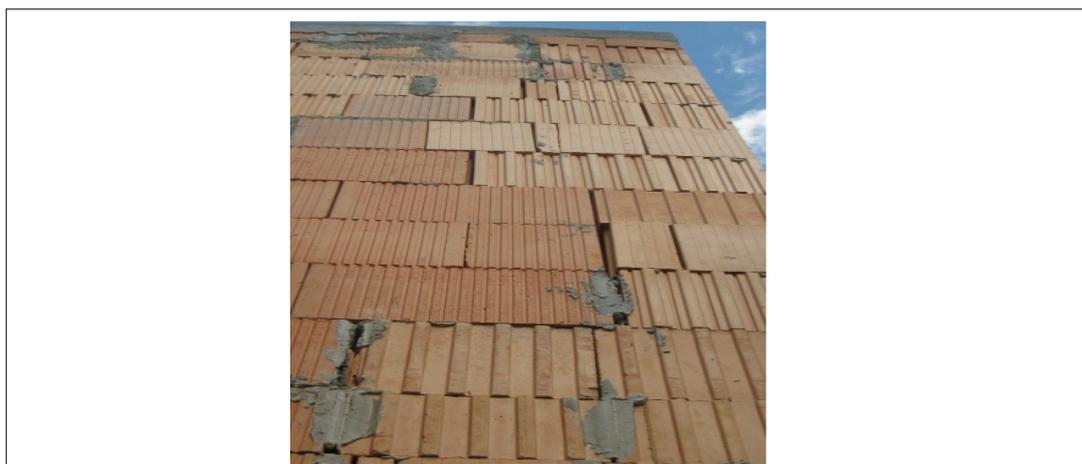


Abb. 6: Nichteinhaltung des Verbandes (Quelle: anonymisierter Sachverständiger)

Weitere häufige Ausführungsfehler sind überdimensionierte Schlitze und Aussparungen im Mauerwerk. Bei tragenden- oder aussteifenden Wänden sind solche Öffnungen nur zulässig, wenn die Standsicherheit nicht beeinträchtigt wird (vgl. Hestermann et al., 2005). Schlitze und Aussparungen schwächen nicht nur das Tragverhalten, sondern auch den Wärme- und Schallschutz. Nachträgliche Wandschlitze dürfen maximal 3 cm tief und 20 cm breit sein (DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05), wobei diese Richtlinie auch für nichttragende Wände empfohlen wird. Bei Überschreitung dieser Maße ist ein rechnerischer Nachweis erforderlich. Schlitze sollten mit einer Fräsmaschine hergestellt werden, um Beschädigungen der Steine zu vermeiden (vgl. DGfM 2015). Schlitze in Wänden beeinträchtigen die Tragfähigkeit und die Schallschutzeigenschaften, da sie häufig für Elektro- und Sanitärinstallationen genutzt werden.



Abb. 7: Wandschlitze (Quelle: eigene Darstellung)

### Umgang mit den Fehlern in den Lernsituationen

Diese Thematik ist im Lernfeld 7: Mauern einer einschaligen Wand verankert. Die Lernenden planen u. a. die Errichtung einer Mauer aus großformatigen Steinen und setzen sich mit Aspekten wie z. B. Überbindemaßen sowie Aussparungen und Schlitzen auseinander (vgl. KMK 1999). Die Auseinandersetzung mit häufigen Ausführungsfehlern gibt

den Lernenden die Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen der Herstellung einer einschaligen Wand und der Entstehung möglicher Mauerwerksrisse eingehend zu analysieren. Durch diese Analyse entwickeln sie ein Bewusstsein für die Bedeutung präziser und maßgenauer Arbeit auf der Baustelle, die entscheidend für die Qualität des Endproduktes ist. Je nach Lerngruppe kann der Schwerpunkt dieser Auseinandersetzung variieren. Es bietet sich an, eine Lernsituation zum Thema „Mauerwerksrisse“ zu integrieren, um das theoretische Wissen in die praktische Anwendung zu überführen. Diese Verknüpfung fördert nicht nur das Verständnis für die Ursachen von Mauerwerksrissen, sondern auch die Fähigkeit der Lernenden, vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen und damit die Qualität ihrer Arbeit zu steigern.

### 3.2 Mischmauerwerk

Als häufiger Ausführungsfehler innerhalb der Mauerscheibe wurde in der Befragung das Mischmauerwerk genannt.

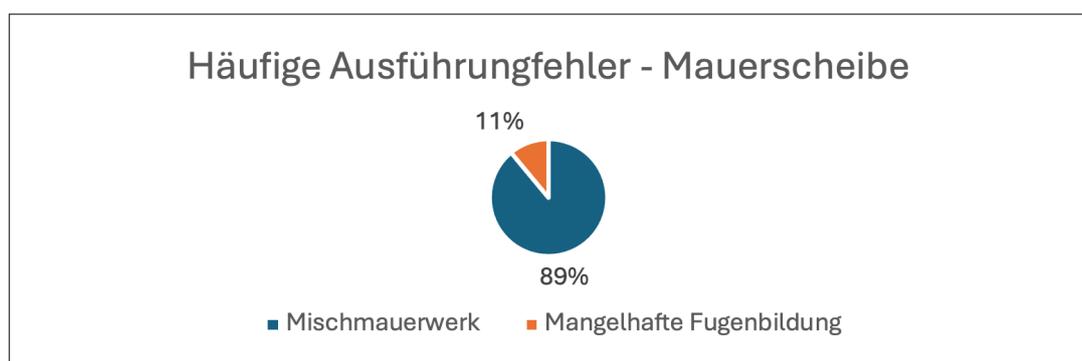


Abb. 8: Häufige Ausführungsfehler – Mauerscheibe (Quelle: eigene Darstellung)

#### Beschreibung des Fehlers aus der Umfrage

Das Mischmauerwerk bezeichnet eine Bauweise, bei der verschiedene Steinarten wie Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton und Naturstein in einer Wandkonstruktion kombiniert werden. Diese Bauweise ist häufig bei älteren Gebäuden anzutreffen, die aufgrund historischer Techniken oder späterer Ergänzungen einen Materialmix aufweisen. Die Verwendung unterschiedlicher Materialien kann jedoch zu erheblichen Problemen führen, da sie unterschiedliche physikalische und mechanische Eigenschaften aufweisen. Signifikante Unterschiede in Schwinden, Quellen und linearer thermischer Ausdehnung können die strukturelle Integrität und Dauerhaftigkeit des Mauerwerks beeinträchtigen (vgl. Fouad A. Nabil 2013). Materialveränderungen können zu Rissen führen, die durch elastische Verformung, Kriechen sowie Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse verursacht werden (ebd.).

Während einige Materialien elastisch sind, können andere bleibende Verformungen aufweisen, die zu Spannungen und Rissen führen. Eine sorgfältige Planung bei der Materialauswahl ist entscheidend, um Wärmebrücken zu vermeiden, die zu Feuchte- und Schimmelbildung führen können. Moderne Projekte erfordern eine detaillierte Analyse der wärmetechnischen Eigenschaften und geeignete Maßnahmen wie Dämmstoffe und thermische Trennlagen, um Wärmeverluste und Schwachstellen an den Übergängen zwischen den Baustoffen zu minimieren. Die Randausbildung von Betondecken kann beispielsweise durch spezielle Systeme erfolgen, die die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes verbessern.



Abb. 9: Randdämmstreifen (Quelle: eigene Darstellung)

### Umgang mit den Fehlern in den Lernsituationen

Im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Thema „Wärmebrücken“ erhalten die Lernenden die Möglichkeit, deren spezifische Eigenschaften und Funktionen umfassend zu erkennen. Diese Auseinandersetzung fördert nicht nur das Verständnis für wärmetechnische Aspekte von Gebäuden, sondern versetzt die Lernenden auch in die Lage, mögliche Ausführungsfehler zu erkennen und detailliert zu analysieren. Darüber hinaus können die Lernenden verschiedene Verformungen und deren Zusammenhang mit daraus resultierenden Bauschäden erkennen.

Das Mischmauerwerk lässt sich sowohl dem Lernfeld 7: Mauern einer einschaligen Wand als auch dem Lernfeld 8: Mauern einer zweischaligen Wand zuordnen. Im Lernfeld 7 wählen die Lernenden unter Berücksichtigung bauphysikalischer und ökonomischer Aspekte die geeigneten Baustoffe aus (vgl. KMK 1999). Im Lernfeld 8 hingegen erkennen die Lernenden die konstruktiven und bauphysikalischen Unterschiede zwischen ein- und zweischaligem Mauerwerk (ebd.) Je nach didaktischer Schwerpunktsetzung im Unterricht kann der Fokus ebenfalls auf die Entstehung und Vermeidung von Wärmebrücken im Mauerwerksbau gelegt werden. Dabei können verschiedene Strategien zur Minimierung von Wärmebrücken bearbeitet werden, einschließlich der Auswahl geeigneter Materialien, der Planung des Wandaufbaus und der Berücksichtigung konstruktiver Details. Diese umfassende Betrachtung ermöglicht es den Lernenden, nicht nur theoretisches Wissen zu erwerben, sondern auch praktische Lösungen zu entwickeln, die für zukünftige Bauprojekte von Bedeutung sind.

### 3.3 Ausführungsmängel im Wandaufbau

Das Diagramm zeigt deutlich auf, welche Ausführungsfehler am häufigsten innerhalb der Wandbauarten entstehen. Insbesondere die „Ausblühungen“, die als optischer Mangel gelten, werden von den befragten Sachverständigen aufgelistet. Bei den konstruktiven Ausführungsmängeln gilt insbesondere die Abdichtung des Sockelbereichs als Ausführungsfehler.

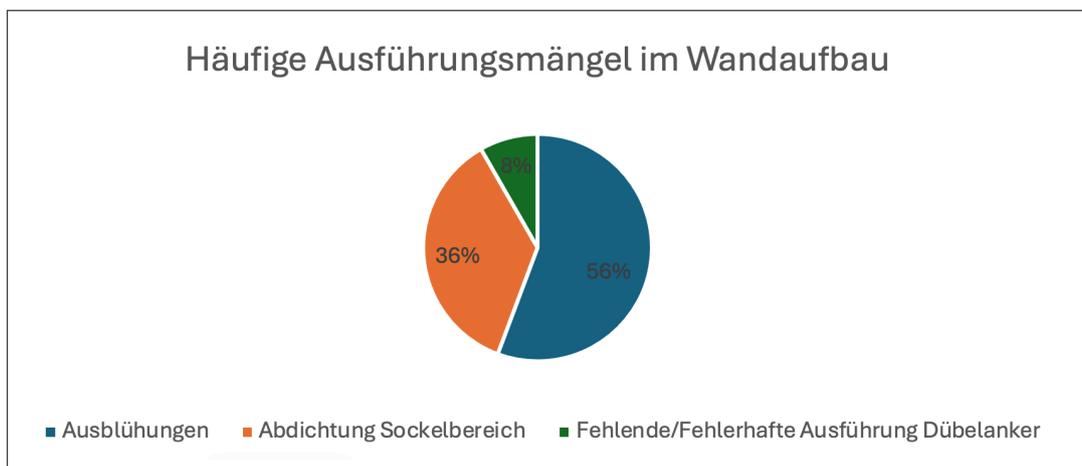


Abb. 10: Häufige Ausführungsmängel im Wandaufbau (Quelle: eigene Darstellung)

#### 3.3.1 Ausblühungen

##### Beschreibung des Fehlers aus der Umfrage

Unter Ausblühungen versteht man Salzablagerungen auf einer Baustoffoberfläche, die in Form von einer dünnen, weißen Ablagerung an der Oberfläche von trockenen Baustoffen sichtbar werden (vgl. Benedix 2011).

Ausblühungen beeinträchtigen die optischen Eigenschaften des Sichtmauerwerks, welche häufig zu Beschwerden seitens der Auftraggeber\*in führen. Ausblühungen stellen einen rein optischen Mangel dar und beeinflussen nicht die Tragfähigkeit eines Gebäudes.



Abb. 11: Ausblühungen (Quelle: eigene Darstellung)

Ausblühungen entstehen durch das Zusammenwirken von drei Faktoren: Erstens muss der Baustoff porös sein, damit Wasser eindringen kann. Klinker sind ausblühungsresistent, da sie bis zur Sintergrenze gebrannt werden und kaum Poren aufweisen. Zweitens müssen im Baustoff ausblühfähige Salze wie Sulfate, Carbonate, Chloride und Nitrate vorhanden sein, die häufig aus Mauermörteln oder Umwelteinflüssen stammen (vgl. Benedix 2011). Diese Salze werden durch Wasser aus der Bodenfeuchte oder durch Niederschläge an die Oberfläche transportiert. Wenn das Wasser verdunstet, bleiben die Salze als sichtbare Ausblühungen zurück. Die chemische Reaktion von Calciumhydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), das bei der Reaktion von Zement mit Wasser entsteht, mit Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) führt an der Oberfläche zur Bildung von Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (vgl. Neroth, G./Vollenschaar D. 2011). Während Carbonate in der Regel mit groben Bürsten entfernt werden können, sollte der Einsatz von Salzsäure vermieden werden, da dies zu erneuten Ausblühungen führen kann. Um das Risiko von Ausblühungen zu minimieren, ist die Auswahl reiner Baustoffe entscheidend. Auch eine unsachgemäße Bauausführung, insbesondere bei Sichtmauerwerk, kann zu Ausblühungen führen. Die DIN 18330 fordert, dass Sichtmauerwerk mit einem Fugenglattstrich auszuführen ist, um nachträgliche Verfugungen zu vermeiden (vgl. VOB Teil C Art. 3.2.6). Zur Vermeidung von Ausblühungen sind säurehaltige Reinigungsmittel zu vermeiden und das Mauerwerk vor Witterungseinflüssen zu schützen. Leichte Ausblühungen können durch natürliche Bewitterung entfernt werden. Zusätzlich kann das Mauerwerk durch Imprägnierungen vor Feuchtigkeit geschützt werden, wobei es vorher trocken sein muss, um die Wasserdampfdiffusion zu erhalten (vgl. Hesterman et al. 2005). Grobe Strukturen und Risse in der Beschichtung können die Wirksamkeit der Imprägnierung beeinträchtigen und zu Frostschäden führen.

### Umgang mit den Fehlern in den Lernsituationen

Im derzeit gültigen Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft der KMK (1999) werden Ausblühungen nicht explizit erwähnt, was den Lehrkräften einen gewissen didaktischen Freiraum bei der Integration dieser Thematik in den Unterricht bietet. Im Lernfeld 8: Mauern einer zweischaligen Wand könnte das Thema Ausblühungen sinnvoll im Zusammenhang mit Verblendmauerwerk behandelt werden. Dabei könnten die Lernenden die Ursachen und Auswirkungen von Ausblühungen auf die Ästhetik und Funktionalität von Mauerwerk erforschen und so ein tieferes Verständnis für die Bedeutung von Materialwahl und Verarbeitung entwickeln. Darüber hinaus bietet das Lernfeld 17: Instandsetzen und Sanieren eines Bauteils die Möglichkeit, das Thema Ausblühungen weiter zu vertiefen. In diesem Kontext kann der Zusammenhang zwischen Ausblühungen und Mauerwerkssanierung aufgezeigt werden. Die Lernenden haben die Möglichkeit zu erkennen, wie Ausblühungen die Integrität von Mauerwerk beeinträchtigen können und welche Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind, um die langfristige Stabilität und Ästhetik von Bauwerken zu gewährleisten. Es ist jedoch zu beachten, dass das Lernfeld 17 erst gegen Ende der Ausbildung behandelt wird. Es könnte daher sinnvoll sein, bereits in früheren Lernfeldern Grundkenntnisse über Ausblühungen zu vermitteln, um eine solide Basis für die spätere Vertiefung im Rahmen der Instandsetzung zu schaffen. Ein solches Vorgehen würde nicht nur das Verständnis der Lernenden für die Ausblühungsproblematik fördern, sondern auch ihre Fähigkeit stärken, vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen und geeignete Sanierungstechniken anzuwenden.

### 3.3.2 Abdichtung Sockelbereich

#### Beschreibung des Fehlers aus der Umfrage

Alle Gebäude müssen wirksam gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Während bei feuchtigkeitsabweisenden Bauteilen oberhalb der Geländeoberkante auf zusätzliche Abdichtungen verzichtet werden kann, ist bei erdberührten Wänden eine fachgerechte Abdichtung unerlässlich, um Feuchtigkeitseindringen zu verhindern. Dies gilt auch für die Bodenplatte, die geeignete Abdichtungsmaterialien erfordert, um die strukturelle Integrität zu gewährleisten. Besonders im unteren Bereich des Mauerwerks treten häufig Ausführungsfehler auf, die Standsicherheit und Wärmeschutz beeinträchtigen können.

Zweischalige Außenwandkonstruktionen sind oft von unsachgemäßer Abdichtung betroffen. Eine dauerhafte, wartungsfreie Schutzschicht ist notwendig, wobei eine lückenlose Abdichtung im Sockelbereich entscheidend für die langfristige Integrität und Energieeffizienz des Gebäudes ist. Erdberührte Wände müssen mindestens 30 cm über der Geländeoberkante abgedichtet werden (DGfM 2016). Die Anschlusshöhe der Abdichtung im Endzustand sollte mindestens 15 cm betragen. Bei bodentiefen Elementen, die der Barrierefreiheit dienen, kann diese Höhe jedoch unterschritten werden, weshalb alternative Schutzmaßnahmen wie Entwässerungsrinnen erforderlich sind, um das Eindringen von Wasser zu verhindern.



Abb. 12: Anschluss bodentiefes Element (Quelle: Wetzel 2013, S. 28)

In der Praxis hat sich für die Abdichtung im Sockelbereich die Ausführung mit einer Bitumendickbeschichtung bewährt. Die Schichtdicke muss mindestens 0,3 cm betragen und in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten erfolgen (vgl. Kettler 2017). Je nach Wassereinwirkungsklasse kann die Ausführung der Abdichtung variieren. Eine fachgerechte Ausführung bietet dem Gebäude eine hohe Sicherheit gegen die Feuchtigkeit. Bei der Dickbeschichtung handelt es sich um eine dickflüssige Masse. Nachdem das Wasser der Emulsion verdunstet ist, entsteht auf der Oberfläche des Baukörpers ein wasserundurchlässiger Bitumenfilm. Da die Emulsion unter anderem stark vom Feuchtegehalt des Baukörpers abhängig ist, kann sich die Trocknungszeit je nach Untergrund und Klimabedingungen unterscheiden (vgl. DGfM 2016). Der abzudichtende Untergrund muss frei von Staub und Schmutz sein, Löcher und Mauerschlitze die eine Tiefe von mehr als 0,5 cm aufweisen, müssen vermörtelt werden. Zudem müssen die allgemeinen Anforderungen, wie z.B. Frostsicherheit gewährleistet sein. Eine Alternative zur Dickbeschichtung kann eine Abdichtung mit einer genormten Abdichtungsbahn aus Bitumen oder Kunststoff erfolgen. Im Übergangsbereich zwischen Wand und Bodenplatte ist die Ausbildung einer Hohlkehle von entscheidender Bedeutung.

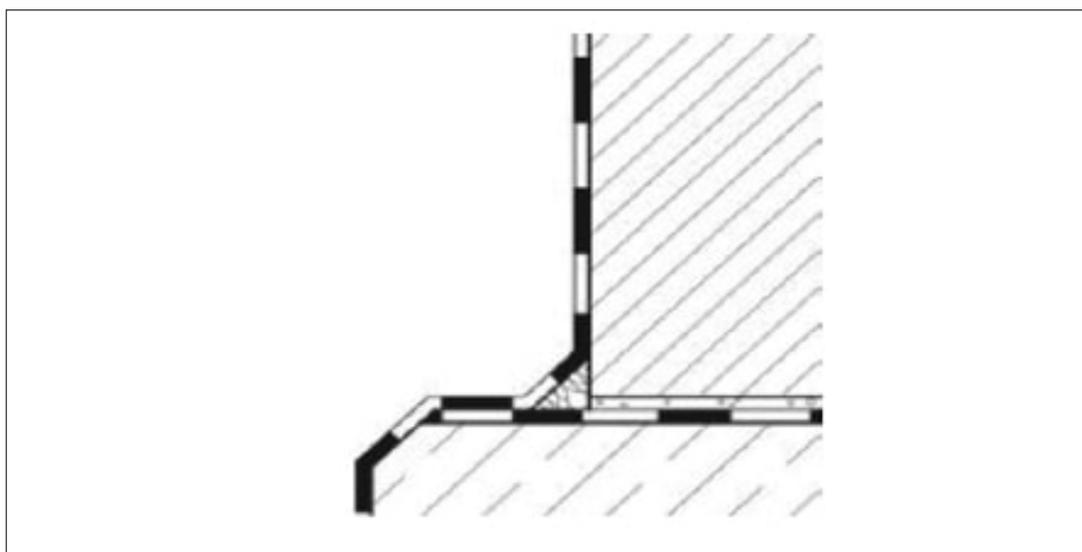


Abb. 13: Detailausbildung Fußpunkt (Quelle: DGfM Merkblatt zur Abdichtung von Mauerwerk 2016, S.17)

Diese Hohlkehle dient der gezielten Wasserableitung und der Minimierung von Spannungen, die durch Bewegungen im Bauwerk entstehen können. Es wird jedoch davon abgeraten, die Hohlkehle aus Bitumen herzustellen, da die Aushärtung bei einem derart großen Querschnitt sehr lange dauert und somit die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der Abdichtung beeinträchtigt werden kann. Stattdessen sollten Materialien verwendet werden, die eine schnelle und sichere Aushärtung gewährleisten. Die fachgerechte Ausführung der Hohlkehle ist von entscheidender Bedeutung, um eine dauerhafte Abdichtung zu gewährleisten und das Eindringen von Feuchtigkeit in das Bauwerk zu verhindern. Hierbei ist auf die Auswahl geeigneter Materialien und eine präzise Verarbeitung zu achten, um eine bestmögliche Schutzwirkung zu erzielen (vgl. Bonk 2010). Damit Wände auftretende Lasten aufnehmen können, dürfen die Mauerwerksschichten durch die Feuchtigkeitsabdichtung nicht „gleiten“ (ebd.). Um dies gewährleisten zu können, dürfen nur besandete Dichtungsbahnen mit einer Rohfilzeinlage nach DIN 52128 und Dichtungsbahnen nach DIN 52130 verwendet werden. Dichtungsbahnen aus Polymer und Bitumenschweißbahnen sind demnach für die Abdichtung einer Außenwand nicht zulässig.

### Umgang mit den Fehlern in den Lernsituationen

Das Thema Sockelabdichtung im Zusammenhang mit der Herstellung einer zweischaligen Wand wird im Rahmen der Fachstufenausbildung nach dem gültigen Rahmenlehrplan der KMK nur oberflächlich behandelt und findet keine explizite Erwähnung. Im Lernfeld 7, welches sich mit dem Mauern einer einschaligen Wand beschäftigt, wird das Thema Abdichtung zwar angesprochen, aber nicht speziell auf die Sockelabdichtung eingegangen. Im Lernfeld 16 haben die Lernenden die Möglichkeit, eine Abdichtung gegen drückendes Wasser zu planen. Darüber hinaus wählen die Lernenden im Lernfeld 8, welches sich mit der Herstellung von Kelleraußenwänden befasst, geeignete Abdichtungsmaßnahmen entsprechend der Wasserbeanspruchungsklassen aus.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die bisherigen Regelungen zu den Wasserbeanspruchungsklassen mit der Einführung der DIN 18533 im Jahr 2017 aktualisiert wurden. In dieser Norm wird nicht mehr von Wasserbeanspruchungsklassen gesprochen, sondern das auftretende Wasser wird in verschiedene Wassereinwirkungsklassen klassifiziert. Diese Differenzierung ist im Rahmenlehrplan von 1999 nicht berücksichtigt, so dass eine Diskrepanz zwischen den Lehrinhalten und den aktuellen bautechnischen Standards besteht. Für eine umfassende didaktische Auseinandersetzung mit dem Thema Sockelab-

dichtung wäre es daher sinnvoll, die Lerninhalte entsprechend zu aktualisieren und die Lehrenden sowie Lernenden über die neuesten Normen und Vorschriften zu informieren. Dies würde ihnen nicht nur ein vertieftes Verständnis für die Bedeutung der Sockelabdichtung im Zusammenhang mit der zweischaligen Wand vermitteln, sondern sie auch in die Lage versetzen, die richtigen Abdichtungsmaßnahmen in der Praxis anzuwenden und damit die Qualität und Dauerhaftigkeit der Bauwerke zu gewährleisten.

#### 4 Diskussion der Ergebnisse

Ausführungsfehler im Mauerwerksbau können durch eine handwerkliche Qualität vermieden werden. Da das bestehende Regelwerk laufend aktualisiert wird, ist es wichtig, dass sich Betriebe, Führungskräfte, Mitarbeitende und Lehrpersonen mit diesen Problemstellungen auseinandersetzen. Ein zweifellos wichtiger Aspekt zur Sicherung der Bauqualität ist die Ausbildung sowohl im schulischen Kontext als auch an den anderen Lernorten. Ausführungsfehler haben für Lernende einen hohen Motivationswert und wecken die Neugier. Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Bildungseinrichtungen und Bauunternehmen könnte günstigenfalls ein praxisnaher Unterricht gewährleistet werden. Dazu bieten sich auch die berufsschulischen Lernfeldstrukturen an. Der Einsatz der Darstellung von Ausführungsfehlern im Unterricht als Unterrichtsmethode könnte eine mediale Möglichkeit darstellen, das fall- und problemorientierte Lernen im handlungsorientierten Unterricht zu fördern. Diese didaktische Herangehensweise ermöglicht es den Lernenden, komplexe Sachverhalte nicht nur theoretisch zu erfassen, sondern sie auch in praktischen Kontexten zu nachvollziehen. Durch die Darstellung von Ausführungsfehlern lassen sich konkrete Beispiele aus der Praxis kennenlernen, die ihnen helfen, die häufigsten Fehlerquellen im Mauerwerksbau zu identifizieren. Diese Fehler können dann als Ausgangspunkt für Diskussionen und die Suche nach Problemlösungsansätze dienen. Indem die Lernenden aktiv in den Prozess der Fehlersuche und -analyse eingebunden werden, entwickeln sie ein tieferes Verständnis für die zugrunde liegenden bautechnischen Prinzipien und Normen. Die didaktische Aufbereitung der Inhalte spielt dabei ganz klar eine entscheidende Rolle in diesem Lernprozess (vgl. Mersch/Ranke 2016). Lehrkräfte müssen dabei sicherstellen, dass die Beispiele von Ausführungsfehlern klar und nachvollziehbar präsentiert werden. Dies kann durch multimediale Materialien, wie Videos oder interaktive Präsentationen, unterstützt werden, die den Lernenden helfen, die Fehler visuell zu erfassen und deren Auswirkungen zu verstehen. Solche Ansätze können das Interesse und die Motivation der Lernenden steigern und einen aktiven Lernprozess fördern. Darüber hinaus ermöglicht die Beschäftigung mit Ausführungsfehlern den Lernenden, ihre kritischen Denkfähigkeiten zu erweitern. Die Lernenden werden nicht nur auf die praktischen Herausforderungen im Mauerwerksbau vorbereitet, sondern entwickeln auch eine proaktive Einstellung zur Qualitätssicherung und Fehlervermeidung in ihrem zukünftigen Berufsleben.

#### Literatur

Benedix, R. (2011). *Bauchemie: Einführung in die Chemie für Bauingenieure und Architekten*. Vieweg+Teubner Verlag; 5. Überarbeitete Auflage.

Bonk, M. (2010). *Lufsky Bauwerksabdichtung*. Vieweg+Teubner Verlag; 7. Auflage

DGfM (2015): *Merkblatt Schlitze und Aussparungen*

DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 (2013): *Nationaler Anhang. Bemessung und Konstruktion von*

Nabil, F. A. (2013) *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*. 4., Auflage. Springer Vieweg.

Hesterman, U. & Rongen L. (2015). *Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1*. Springer Verlag; 36. Auflage.

Kalksandstein (2015). Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung; 6. Auflage

Westermann Berufliche Bildung (Hg.). Grundwissen Bautechnik. Bildungsverlag EINS

Kultusministerkonferenz (1999). Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft.

Mersch, F. F. & Ranke, H. (2006). Bauberufliches Lernen aus Fehlern und Schäden. BAG Report, 02/2016.

Moro, J. L. (2009). Baukonstruktion – vom Prinzip zum Detail. SpringerVerlag

Neroth, Günther & Vollenschaar, Dieter (Hg.): Wendehorst Baustoffkunde: Grundlagen – Baustoffe – Oberflächenschutz. Vieweg+Teubner Verlag; 27. Auflage.

Stahr M. (Hg.) (1999). Praxiswissen Bausanierung: Erkennen und Beheben von Bauschäden. Vieweg+Teubner Verlag.

VOB/HOAI (2018): VOB/B §13 Mängelansprüche.

VOB Teil B §4 – Ausführung Nr.2 Abs.1.

VOB Teil C - DIN 18330 Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk.

Weingardt, M. (2005). Fehler zeichnen nuns aus. Transdisziplinäre Grundlagen zur Theorie und Produktivität des Fehlers in der Schule und Arbeitswelt. Bad Heilbrunn Verlag.

Wetzel, H.-H. (2013). Der vergessene Anschluss. Bausachverständige – Bauschäden, Bau- und Gebäudetechnik, Baurecht und gutachterliche Tätigkeit, 06-2013, S. 28

## Abbildungen

Abb. 1: Anzahl der befragten Sachverständigen nach Bundesländern, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 2: Häufigkeiten der Ausführungsmängel nach Wandarten, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Häufige Ausführungsmängel in der Wandkonstruktion, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 4: Keile in der Lagerfuge, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 5: Nicht fachgerechtes Verschließen der Fugen, Quelle: anonymisierter Sachverständiger

Abb. 6: Nichteinhaltung des Verbandes, Quelle: anonymisierter Sachverständiger

Abb. 7: Wandschlitze, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 8: Häufige Ausführungsfehler – Mauerscheibe, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 9: Randdämmstreifen, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 10: Häufige Ausführungsmängel im Wandaufbau, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 11: Ausblühungen, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 12: Anschluss bodentiefes Element, Quelle: Wetzels 2013, S. 28

Abb. 13: Detailausbildung Fußpunkt, Quelle: DGfM: Merkblatt zur Abdichtung von Mauerwerk 2016, S.17

## Autorenangaben

### **StR Stefan Flick**

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für das Maurer- und Betonbauerhandwerk  
flick.bautechnik@gmail.com