Naturwerksteinforum
FORUM 2016

Autoren:

Dr. Karl-Heinz Kerstjens
RA Winfried Rohden
RA Winfried Rohden
Dr. Thomas Grunenberg
Prof. Dr. Alfred Stein
Dr. Richard Stein
Hans-Joachim Mehmcke
Dipl.-Ing. Holger Tebbe

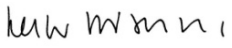
In Zusammenarbeit mit dem Land Rheinland-Pfalz

		Seite
	Vorworte	**4**
2	**Zeitgemäße Friedhofsgebühren Kalkulation** Dr. Karl-Heinz Kerstjens	**25**
1	**Technische Formulierungen in der Friedhofssatzung** **Konsequenzen für Steinmetzbetriebe und Friedhofsverwaltungen** Dr. Richard Stein	**15**
2	**Zum Einsatz von Naturstein in historischen Bauwerken** Dr. Thomas Grunenberg	**120**
3	**Innenfassaden vor Luftspalt** Prof. Dr. Alfred Stein	**75**
4	**Braunverfärbung von Pflastersteinen aus Beton** Dr. Thomas Grunenberg	**125**
6	**Der juristische Mangel und die Rechtsfolgen der Abnahme** **Betrifft Steinmetzbetriebe und Friedhofsverwaltungen** RA, Dipl.-Ing. (FH) Patrick Berberich RA Winfried Rohden	**50**
7	**Fassadenreinigung** **Was ist sauber? Was ist dreckig? Möglichkeiten, Grenzen und technische Rahmenbedingungen** Dipl.-Ing. Holger Tebbe	**100**
8	**Neue ATV DIN 18332 Naturwerksteinarbeiten** **Wesentliche Änderungen zur Ausgabe September 2012** Hans-Joachim Mehmcke	**140**

Für den Inhalt der einzelnen Beiträge einschließlich der Abbildungen sind jeweiligen Autoren verantwortlich

Sehr geehrte Damen und Herren,

zum 8. Naturwerkstein-Forum am 17.11. 2016 in Kaisersesch heiße ich Sie herzlich willkommen.
Ich freue mich, dass so viele Teilnehmer aus Deutschland, der Schweiz und Österreich den Weg zur DENAK nach Kaisersesch gefunden haben. Ich wünsche Ihnen anregende Gespräche und dass Sie viele nützliche Informationen für Ihren betrieblichen Alltag mit nach Hause nehmen können.
Bereits seit vierzehn Jahren bietet die Deutsche Natursteinakademie in zweijährigem Rhythmus ihr Bildungs- und Weiterbildungsangebot für in der Naturwerksteinbranche tätige Firmen und Mitarbeiter, Architekten und öffentliche Verwaltungen an – was in dieser Form bundesweit einmalig ist.
In dieser Zeit haben sich die Naturwerksteinforen der DENAK zu einem wichtigen Vermittler zwischen Theorie und Praxis entwickelt, der den Unternehmen vielfältige Anregungen und Impulse für den betrieblichen Alltag geben kann. Das ist Wissens- und Technologietransfer im besten Sinne des Wortes.
Den Veranstaltern der DENAK danke ich sehr herzlich dafür, dass es Ihnen immer wieder gelingt, den Teilnehmern der Naturwerkstein-Foren ein interessantes, abwechslungsreiches und praxisbezogenes Informationspaket anzubieten.
Ich wünsche Ihnen ein ertragreiches Symposium und einen angenehmen Aufenthalt im schönen Kaisersesch!



Dr. Volker Wissing
Minister für Wirtschaft, Verkehr,
Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz

1 Friedhofsgebühren-Kalkulation – eine vielschichtige Aufgabe

Dr. Karl-Heinz Kerstjens

Sachverhalt

Die Friedhofsgebührenkalkulation alter Prägung besteht in der periodischen Anhebung aller Einzelgebühren gemäß der Kostensteigerung. Hinterlegte Kalkulationsgrundsätze sind dabei in der Regel gar nicht vorhanden; entscheidend ist, dass der „Gebühren-Generationenvertrag“ funktioniert.

Damit ist gemeint, dass die vereinnahmten Gebühren stets aktuell in Gänze verbraucht werden, um das System Friedhof aufrecht zu erhalten bzw. , bei Einnahmeüberschuss, noch durch manches angenehme Detail zu ergänzen. Dies geschieht in der Hoffnung, dass die Gebühreneinnahmen nie sinken werden und somit der „Generationenvertrag“ funktioniert.

Diese Annahme ist inzwischen Illusion. Die sich wandelnde Friedhofskultur mit dem Trend zu kleinen, pflegefreien Beisetzungsstätten (selbst die Bezeichnung „Grab“ kommt einem nur widerstrebend in den Sinn) hat diese Automatik von Einnahmen = Ausgaben zunichte gemacht. Dabei sinken die Einnahmen, berechnet nach alten Kalkulationsschemen, dramatisch, während die Kosten durch die Überhang-, Frei- und Rückgabeflächen eher überproportional steigen.

Gebührenanhebungen dürfen marktpolitisch nicht ausufern, denn der klassische Friedhof ist kein Monopolist mehr, weil mit Friedwäldern, Seebeisetzungen, Grabeskirchen und Privatfriedhöfen in formal Körperschafts-Trägerschaft allerorts Alternativen zum klassischen Flächenfriedhof zur Verfügung stehen.

Grundsätze

Gleichfalls sind bei Kalkulation von Gebühren Grundsätze zu beachten, welche die Rechtmäßigkeit des Ergebnisses garantieren sollen:

- Das Kostendeckungsgebot verpflichtet gebührenrechnende Leistungseinheiten, wie z.B. den Friedhof oder die Abfallentsorgung, alle tatsächlich entstehenden Kosten auch mittels Gebühren gegenzufinanzieren. Oft dient diese Rechtsvorgabe auch als Quell des Ideenreichtums, welche allgemeinen Kosten man, über welch` verschlungene Verbindung auch immer, den Gebühren noch anlasten kann.
- Das Kostenüberschreitungsverbot diszipliniert dagegen die Gebühren-Rechner, nicht über das Ziel hinaus zu schießen, um ggf. Defizite in anderen Bereichen auszugleichen oder Rücklagen zu bilden.

- Das Kostenentsprechungs-Gebot schließlich will verhindern, dass eine Gebührensatzung zwar in der Summe stimmig ist, dass aber einzelne Gebühren andere Leistungen derselben Einheit subventionieren (Quersubventionierung). Die Verlockung zur Missachtung dieser Regel ist natürlich immer dann groß, wenn der Gebührenzahler bei der Wahl unter mehreren Leistungen sich nicht „wunschgemäß" verhält; dann, so lautet die menschlich verständliche, aber rechtsabwegige Überlegung, soll er eben für seine Wunschleistung entsprechend mehr bezahlen, so dass der Gesamthaushalt wieder stimmt!?

Diese drei Grundsätze der Gebührenkalkulation machen gleichzeitig deutlich, dass es Spielraum zu geben scheint, denn Interpretationen, Detailtreue und örtliche Gegebenheiten scheinen doch eine gewisse Bandbreite zuzulassen in der Gebührenhöhe für vergleichbare Leistungen.
Hier tritt nun das Rechts- und/oder Gerechtigkeitsbewusstsein der Bürger als Gebührenzahler auf den Plan. In unserer inzwischen ansehnlich entwickelten Streithanselkultur wird eben auch gerne einmal gegen Friedhofsgebühren geklagt und sei es durch selbsternannte Interessenvertreter der Verbraucher.
Grundsätzlich bedarf es natürlich bei Geschäftsverhältnissen, auch mit hoheitlichem Partner, dieses Regulativs. Es zwingt auch zur Abkehr von tradierten Kalkulationsschemata. Ob letztendlich jedoch für den Gebührenzahler ein in der Summe gleiches Ergebnis dabei herauskommt, darf oft bezweifelt werden.

Prinzipiell zwei Kalkulationsmethoden

Tradition in der Friedhofsgebührenkalkulation hat die **Äquivalanzmethode.** Der Grundgedanke ist, dass die Größe der individuellen Grabstätte im Verhältnis der rechte Maßstab für den Anteil an allen anfallenden Kosten ist.
Hat, sehr vereinfacht angenommen, ein Friedhof zwei Grabstätten, wovon die eine 6 m² groß ist und die andere 2 m², so teilen sich die Gebührenzahler die Kosten der Nutzungszeit im Verhältnis 3 : 1. Für dieses Prinzip spricht einiges. Die unterschiedliche Grabgröße mit den daraus folgenden unterschiedlichen Grundstückskosten ist unstreitig. Wahlgrabanlagen haben in der Regel auch proportional mehr allgemeine Grünfläche in den Grabfeldern, sie haben breitere Wege, zur Pflege bedarf es mehr Wasser und es entsteht auf der größeren Fläche mehr Abfall an organischem Material und an Restmüll. Ein Verhältnis der Gebühren von 3 : 1 in unserem Beispiel scheint also gerechtfertigt.

Dem gegenüber steht in der Gebührenkalkulation die **Fallmethode.** Denkansatz ist, dass jedes Grab dem Friedhofsträger zunächst einmal gleich hohe Kosten verursacht. Denkt man an die Abwicklung eines Trauerfalles vom Erstkontakt bis zum Inkasso, dann ist das sicherlich so. Denkt man an kostenproduzierende Friedhofseinrichtungen wie Parkplatz, Einfriedung, Schließdienst, Sanitäranlagen, allgemeine Wege, gärtnerisch gestaltete Allgemeinflächen und die zugehörigen Overheadkosten in der Friedhofs- und Gesamtverwaltung, dann ist dieses Prinzip nachvollziehbar.
In der Praxis würde das bedeuten, dass die Nutzungsrechte der beiden Gräber aus unserer Annahme gleichmäßig belastet würden, also die gleiche Gebührenhöhe haben.

Unverzichtbare Kalkulationsbasis – Zahlenmaterial

Unabhängig von der Kalkulationsmethode ist zunächst einmal eine exakte Kostenermittlung unverzichtbar. Dabei stellen unterschiedliche Kostenblöcke differenzierte Anforderungen an ihre Erhebung und Bemessung.

- **Personalkosten** lassen sich aus der Lohnbuchhaltung leicht in ihrer Gesamthöhe ermitteln. Aufwändig ist die Verteilung auf die Leistungen, welche der Friedhof anbietet. Hier helfen grundsätzlich nur möglichst differenzierte, sprich produktbezogene, Zeitaufschreibungen. Das gilt sowohl für die exekutiven Mitarbeiter „an der Schüppe“ wie auch für die Verwaltungsmitarbeiter. Ein Großteil der Arbeitszeit, wie z.B. die Bürgerberatung, die Pflege der Wege und allgemeinen Grünfläche, den Putzdienst der Sanitärräume und den Schließdienst, kann man direkt nicht einzelnen Leistungen zuordnen, da diese Arbeiten der allgemeinen Leistungserstellung dienen. Hierzu wird über eine Verteilung nachzudenken sein.
- **Sachkosten** liefert ebenfalls zuverlässig die Buchhaltung. Neue Laufroste, die Reparatur der Beleuchtung in der Trauerhalle oder Schmiermittel für den Grabbagger sind direkt zuzuordnen. Halt! Der Grabbagger leert aber auch die Abfallkörbe, er „hilft“ bei Wegereparaturen und hält mit einem Schneeschild im Winter den Hauptweg frei. So entstehen auch hier übergreifende Kostenpositionen, die hinterher verteilt werden müssen.
- **Kalkulatorische Kosten** entstehen für das Friedhofsgrundstück (Verzinsung eines imaginären Grundstückswertes) sowie der Abschreibung auf alle bilanzierten Immobilien und Mobilien. Hier dürfen die Vorgaben aus der Kämmerei natürlich nicht die Entwicklung der Marktzinsen missachten. Abschreibungen sind laufend zu reinvestieren, um den Werterhalt sicher zu stellen.
- **Allgemeine Verwaltungskosten** bilden das Engagement des Verwaltungs-Überbaus außerhalb des Friedhofes ab. Das Friedhofsamt, die erwähnte Kämmerei, die Lohnbuchhaltung, die Personalvertretung und alle „Beauftragten“

arbeiten anteilig für den Friedhof und dessen Leistungen und müssen dementsprechend auch anteilig finanziert werden.

Alle **Kostenarten** werden gewissenhaft ermittelt und in einem sogenannten **Betriebsabrechnungsbogen** den einzelnen Leistungen, den sog. **Kostenstellen**, zugeordnet. Vielfach sind Kostenpositionen aber gemeinschaftlich für mehrere Leistungen entstanden, wie z.B. alle Aufwändungen für unseren Bagger, der Grabaushub, Abfallentsorgung, Wegebau und Wegepflege leistet. Dann liegen sog. Umlagekosten vor, die nach einem nachvollziehbaren Schlüssel auf die Kostenstellen verteilt werden müssen.
Auch die Abfallentsorgung, als Beispiel, kann aber dem Gebührenzahler nicht separat in Rechnung gestellt werden. Im nächsten Schritt sind übergreifende Kostenstellen - Abfall, Wegepflege, Grünflächenpflege, Friedhofsverwaltung etc. – auf die tatsächlichen **Kostenträger**, nämlich die gebührenbegründenden Leistungen, zu verteilen.
Das Ergebnis ist eine Kostensumme jeweils für die gebührenpflichtigen Leistungen wie Nutzungsrecht, Grabaushub, Nutzung der Trauerhalle oder Grabmalgenehmigung.

Gebührenbemessung

Und jetzt sind wir wieder am Ausgangspunkt. Die Betriebsabrechnung hat beispielsweise Kosten in Höhe von 100.000,- € pro Jahr für die Nutzungsrechte ergeben. Wie sind die nun auf die zu erwartenden (!) Nutzungsrechte zu verteilen?
Die Äquivalenzmethode ist rechtlich unstrittig, führt jedoch bei der aktuellen Tendenz zu immer kleineren Grabstätten unweigerlich ins Defizit.
Die Fallmethode besticht durch ihre Einfachheit, ist in der absoluten Form rechtlich jedoch nicht haltbar, weil die Nutzungsberechtigten von Wahlgräbern und Aschestreufeldern eben doch unterschiedliche Leistungen mit unterschiedlichen Kosten in Anspruch nehmen! Diese Methode ist natürlich gegen alle Wandlungen in der Bestattungskultur gefeit.
Die Lösung sollte eine Mischform aus beiden Methoden sein. Dabei stellt sich die Gebührenrechnung die Frage, welche Leistungen unstreitig fallbezogen sind. Parkplatz, Wegenetz, allgemeine Grünflächen, Sanitärräume und Verwaltung waren schon genannt. Andererseits gibt es je nach Grabart auch unterschiedliche Ressourcenbeanspruchung durch die Nutzungsberechtigten, Wasser, Abfall, Mahnung zur Grabpflege fallen einem dazu ein. Vorsicht ist z.B. bei anonymen Aschestreufeldern geboten. Die Rechtsprechung stellt jegliche Wegenutzung infrage- wohin sollte der Besucher denn auch gehen?!
So wird sich als Ergebnis ein realistischer Mix aus beiden Kalkulationsmethoden ergeben, z.B. 80% Fall- und 20 % Äquivalenz-Kostenverteilung.
Weitere Kalkulationsgrößen wie Kostenentwicklung, Fallzahlen, Bestattungsverhalten und Alternativennutzung bleiben im Risiko!

Zusammenfassung

Friedhofs-Gebührenkalkulation ist in Zeiten sich stark wandelnder Leistungsnachfrage der Verbraucher ein Vabanquespiel. Unabdingbar ist zunächst eine exakte Kostenerfassung und - verteilung auf die Gebührentatbestände. Es schließt sich die Einzelgebührenkalkulation an. Stets kleiner werdende Grabflächen lassen bei den Nutzungsrechten eine Abkehr von grabgrößen-bezogenen Verfahren sinnvoll erscheinen. Alle Überlegungen müssen rechtlich nachvollziehbar sein.

2 Technische Formulierungen in der Friedhofssatzung. Konsequenzen für Steinmetzbetriebe und Friedhofsverwaltungen

Richard Stein

In fast allen Friedhofssatzungen wird das technische Regelwerk, entweder die Richtlinie des Bundesinnungsverbandes oder die Technische Anleitung für die Standsicherheit von Grabmalanlagen, genannt, das die Anforderungen an die Standsicherheit von Grabmalanlagen beschreibt und vorgibt.
In den Friedhofssatzungen gibt es drei Bereiche, in denen Vorgraben, entweder indirekt oder direkt, zu technischen Ausführungen gemacht werden. Diese sind

- Der Paragraph, in dem die Anforderungen an die Gewerbetreibenden gestellt werden.
- Der Paragraph mit den Gestaltungsvorgaben für Grabmalanlagen, in dem die Vorgaben Einfluss auf die Planung und Ausführung von Grabmalanlagen haben.
- Der Paragraph zur Standsicherheit, in dem das Regelwerk für die Befestigung und Gründung von Grabmalanlagen genannt wird.

An ausgewählten Texten aus gültigen Friedhofssatzungen sollen die Konsequenzen der Formulierungen für die Sicherheit auf dem Friedhof aufgezeigt werden.

2.1 Gewerbetreibende

Durch die Festlegung des zugelassenen Gewerbetreibenden legt man die Personengruppe fest, die die technischen Vorgaben durch die Regeln der Baukunst umsetzen sollen. Was nützt der technisch vorgeschriebene Standard, wenn der Gewerbetreibende diesen Standard nicht versteht bzw. umsetzen kann. Hinzu kommt noch, dass die Mitarbeiter von Friedhofsverwaltungen im Regelfall Verwaltungsfachangestellte sind, die mit der Gründungs- und Befestigungstechnik nicht vertraut sind. Somit können die geforderten Eigenschaften des Gewerbetreibenden nicht kontrolliert werden.

2.1.1 Zuverlässigkeit

> Auf ihren Antrag werden nur solche Gewerbetreibende -, die in fachlicher, betrieblicher und persönlicher Hinsicht zuverlässig sind und die Friedhofssatzung sowie die Grabmal- und Bepflanzungssatzung schriftlich anerkennen.

Die Forderung der Zuverlässigkeit des Gewerbetreibenden ist berechtigt jedoch schwierig zu kontrollieren. Hierzu muss man sich die Frage stellen, was man unter der Zuverlässigkeit

versteht. Diese Problematik ist auch bei anderen Branchen vorhanden und wurde dort thematisiert und beschrieben.

In §24 (1) Versicherungsaufsichtsgesetz-VAG wird die fachliche Eignung und Zuverlässigkeit genauer beschrieben:
„(1) Personen, die ein Versicherungsunternehmen tatsächlich leiten oder andere Schlüsselaufgaben wahrnehmen, müssen zuverlässig und fachlich geeignet sein. Fachliche Eignung setzt berufliche Qualifikationen, Kenntnisse und Erfahrungen voraus, die eine solide und umsichtige Leitung des Unternehmens gewährleisten. Dies erfordert angemessene theoretische und praktische Kenntnisse in Versicherungsgeschäften sowie im Fall der Wahrnehmung von Leitungsaufgaben ausreichende Leitungserfahrung. Eine ausreichende Leitungserfahrung ist in der Regel anzunehmen, wenn eine dreijährige leitende Tätigkeit bei einem Versicherungsunternehmen von vergleichbarer Größe und Geschäftsart nachgewiesen wird.“

Ersetzt man das Wort Versicherung durch Gewerbe, so erhält man eine genauere Definition der fachlichen Eignung und Zuverlässigkeit für die Gewerbetreibenden auf dem Friedhof. Letztendlich definiert sich die fachliche Eignung über berufliche Qualifikation, Kenntnisse und Erfahrungen. Es stellt sich die Frage, welche Qualifikation für die Tätigkeit auf dem Friedhof erforderlich ist.

2.1.2 Nachweis der Qualifikation

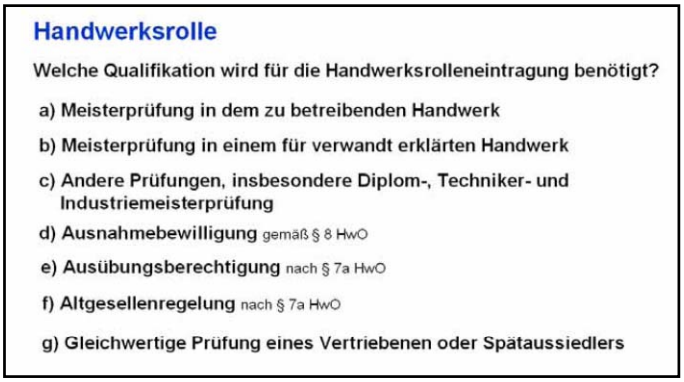
> Die Stadtverwaltung kann für die Prüfung der Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit geeignete Nachweise verlangen. ... Die Zulassung erhält auch, wer einen Mitarbeiter hat, der diese Voraussetzungen erfüllt. Die Stadtverwaltung kann weitere Ausnahmen zulassen.

Die Kann-Bestimmung für den Nachweis der Fachkunde ist nicht hilfreich. Entweder müssen alle Gewerbetreibenden den Nachweis erbringen oder es entsteht der Eindruck der Willkürlichkeit. Weiterhin stellt sich die Frage, welche Dokumente bzw. Bescheinigungen als Nachweis akzeptiert werden. Mitarbeiter von Friedhofsverwaltungen sind nicht qualifiziert in Bildungsfragen und technische Anforderungen von Bildungsabschlüsse zu kontrollieren, zu vergleichen und zu hinterfragen. Selbst Bildungsexperten haben Schwierigkeiten die Gleichwertigkeit von Bildungsabschlüssen festzustellen.

2.1.3 Meisterqualifikation und Eintragung in die Handwerksrolle

Bildhauer und Bildhauerinnen, Steinmetze und Steinmetzinnen, Gärtner und Gärtnerinnen und deren fachliche Vertreter sollen darüber hinaus die Meisterprüfung in ihrem Beruf abgelegt oder eine anderweitig gleichwertige fachliche Qualifikation erworben haben. Bildhauer und Bildhauerinnen, Steinmetze und Steinmetzinnen sollen entsprechend ihrem Berufsbild in die Handwerksrolle eingetragen sein.

Seit dem 11. Juli 2008 ist eine neue Verordnung über die Ausbildung zum Steinmetz- und Steinbildhauermeister in Kraft. So hat der künftige Steinmetzmeister im Teil II der Meisterprüfung in dem Handlungsfeld „1. Natursteintechnik und –gestaltung“ mindestens eine Aufgabe zu bearbeiten, die fallorientiert sein muss. Bei der Aufgabenstellung im Handlungsfeld 1 sollen mehrere der Qualifikationen a bis h verknüpft werden. Die Qualifikation e beinhaltet die Standsicherheit von Grabmalanlagen. Da die Qualifikation e nicht verpflichtend geprüft wird, ist nicht mehr sichergestellt, dass die Standsicherheit von Grabsteinen Bestandteil der abgeschlossenen Meisterprüfung ist. Diese Qualifikation obliegt wahrscheinlich der Wahl durch den Prüfling bzw. die Meisterprüfungskommission. Es gibt somit nicht mehr die Gewähr, dass ein Steinmetzmeister Befestigungsmittel und Grabsteinfundamente berechnen kann.
Alternativ zur Meisterqualifikation wird die Eintragung in die Handwerksrolle gefordert. Um diesen „Qualifikationsmaßstab“ zu erfassen, muss man in der Handwerksordnung nachlesen. So können folgende Personen in die Handwerksrolle eingetragen werden:



Abgesehen von Punkt a) haben alle übrigen Eintragungskriterien nichts mit der Qualifikation des Steinmetzmeisters zu tun. Hier kann man ermessen, welche Bedeutung die Eintragung in die Handwerksrolle für die Sicherheit auf dem Friedhof besitzt.

Das Steinmetzhandwerk gehört zu denen in der Anlage A aufgeführten Berufen und ist ein zulassungspflichtiges Handwerk mit geforderter Meisterprüfung. Die Zulassungspflicht ist nicht erforderlich, wenn keine wesentlichen Tätigkeiten des Steinmetzhandwerks ausgeübt werden. Das Fundamentieren von Grabsteinen ist ein Teilbereich des Steinmetzhandwerks.

§1 (2) Handwerksordnung:

„Ein Gewerbetrieb ist ein Betrieb eines zulassungspflichtigen Handwerks, wenn er handwerksmäßig betrieben wird und ein Gewerbe vollständig umfaßt, das in der Anlage A aufgeführt ist, oder Tätigkeiten ausgeübt werden, die für dieses Gewerbe wesentlich sind (wesentliche Tätigkeiten).

1. *Keine wesentlichen Tätigkeiten sind insbesondere solche, die in einem Zeitraum von bis zu 3 Monaten erlernt werden können.“*

Betrachtet man die Ausbildungsordnung zum Steinmetz und Steinbildhauer, so wird dort aufgezeigt, dass man die Tätigkeit des Fundamentierens in bis zu drei Monaten erlernt. Folglich ist das Fundamentieren und Befestigen eines Grabsteins im Sinne der Handwerksordnung keine wesentliche Tätigkeit des Steinmetzhandwerks und bedarf somit keiner Zulassungspflicht. Dies bestätigen auch Gerichtsurteile (z.B.: OVG Lüneburg, Az. 8 LB 9/08 vom 11. März 2010 und VG Stuttgart Az. 4 K 1846/15 vom 21 Sept. 2015), die die Versetztätigkeit nicht dem Kernbereich des Steinmetzhandwerks zuordnen. Dieser Tätigkeitsbereich kann die Grundlage für einen Reisegewerbeschein bilden, da diese Tätigkeit nicht an einen Betrieb gebunden ist. Weiterhin können auch Personen mit Reisegewerbeschein eine Betriebshaftpflichtversicherung abschließen, so dass die Forderung der meisten Friedhofssatzungen erfüllt wird.
Weiterhin hat bereits eine Handwerkskammer schriftlich bestätigt, dass das Versetzen von Grabsteinen keinen Eintrag in die Handwerksrolle erfordert.

Einem Gewerbetreibenden mit Niederlassung in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union kommt eine besondere Stellung zu. Sobald er nur vorübergehend in Deutschland tätig ist, braucht er seine Tätigkeit nur anzuzeigen. Dieser Gewerbetreibende braucht nicht die Gebühren für die Zwangsmitgliedschaft in einer Handwerkskammer, keine Beiträge für die Berufsgenossenschaft usw. zu zahlen und hat die günstigen Löhne seines Herkunftslandes. Weiterhin unterliegt er einem vereinfachten Verfahren bei der Friedhofsverwaltung. Kurzum er hat einen Preisvorteil, mit dem der Inländer nicht mithalten kann.

2.1.4 Definition der fachlichen Eignung

Zur Errichtung / Änderung von Grabmalen und Einfassungen fachlich geeignet ist eine Person, die aufgrund ihrer Ausbildung in der Lage ist, unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten des Friedhofs, die angemessene Gründungsart zu wählen und nach dem in der Satzung aufgeführten Regelwerk die erforderlichen Fundamentabmessungen und Befestigungsmodalitäten zu berechnen. Sie muss in der Lage sein, für die Befestigung der Grabmalteile das richtige Befestigungsmittel auszuwählen, zu dimensionieren und zu montieren. Weiterhin muss sie die Standsicherheit von Grabanlagen beurteilen und mit Hilfe von Messgeräten die Standsicherheit kontrollieren und dokumentieren können.

Statt den Nachweis von Qualifikationen zu fordern und zu kontrollieren, sollte man die fachliche Eignung definieren, die erforderlich ist um Grabsteine sicher zu gründen. Diese beschriebene Qualifikation ist Bestandteil der Steinmetzmeisterausbildung aber auch der Maurermeisterausbildung. Alle, die diese Meisterqualifikation nicht besitzen, können diese Definition entnehmen, welche Anforderungen an einen Gewerbetreibenden für das sichere Gründen und Befestigen von Grabmalanlagen gestellt werden. Somit müsste der Gewerbetreibende nur versichern und falls von der Friedhofsverwaltung gewünscht durch Nachweis belegen, dass diese fachliche Eignung vorhanden ist.

2.1.5 Definition der Zuverlässigkeit

Personen, die unvollständige Anzeigen bzw. nicht korrekt dimensionierte Abmessungen von sicherheitsrelevanten Bauteilen bei der Anzeige benennen oder sich bei der Ausführung der Fundamentierung und der Befestigung der Grabmalteile nicht an die in der Anzeige genannten Daten halten, werden als unzuverlässig eingestuft.

Für die Errichtung einer Grabmalanlage haben sowohl der Nutzungsberechtigte als auch der in seinem Auftrag arbeitende Gewerbetreibende gewisse Formalien zu erfüllen. So wird in vielen Friedhofssatzungen das Antragswesen geregelt. Die geforderten Unterlagen für die Genehmigung der Grabmalanlage nach Satzung bzw. zur Beurteilung der Standsicherheit werden von einigen Gewerbetreibenden nicht rechtzeitig oder erst nach mehreren Aufforderungen eingereicht. Obwohl der Gewerbetreibende oftmals fachkundig ist, werden unvollständige oder bewusst falsche Angaben zum Antrag gemacht. Bei unzuverlässigen

Gewerbetreibenden besteht die Möglichkeit sie von der Tätigkeit auf dem Friedhof für einen Zeitraum auszuschließen. Um dem Gewerbetreibenden zu verdeutlichen, was eine Friedhofsverwaltung unter Unzuverlässigkeit versteht, und um das Ausschlussverfahren zu vereinfachen, sollte man die Tatbestände auflisten, die zu Beanstandungen im Genehmigungsverfahren und bei der Ausführung der Arbeiten auf dem Friedhof führen.

2.2 Gestaltungsvorgaben

Mit den Gestaltungsvorgaben beeinflusst eine Friedhofsverwaltung das Erscheinungsbild des Friedhofes. Was viele Friedhofsverwaltungen nicht bedenken ist, dass sie mit diesen Gestaltungsvorgaben die Standsicherheit der Grabmalanlagen beinträchtigen und es dem Steinmetzbetrieb oftmals nicht ermöglichen, die Grabsteine sicher zu gründen. Folglich kann der Steinmetzbetrieb die Vorgaben des technischen Regelwerkes nicht einhalten. Entsprechend dem Regelwerk müsste der Steinmetzbetrieb vor Beginn der Baumaßnahme schriftlich Bedenken bei der Friedhofsverwaltung anmelden.

2.2.1 Grababstände

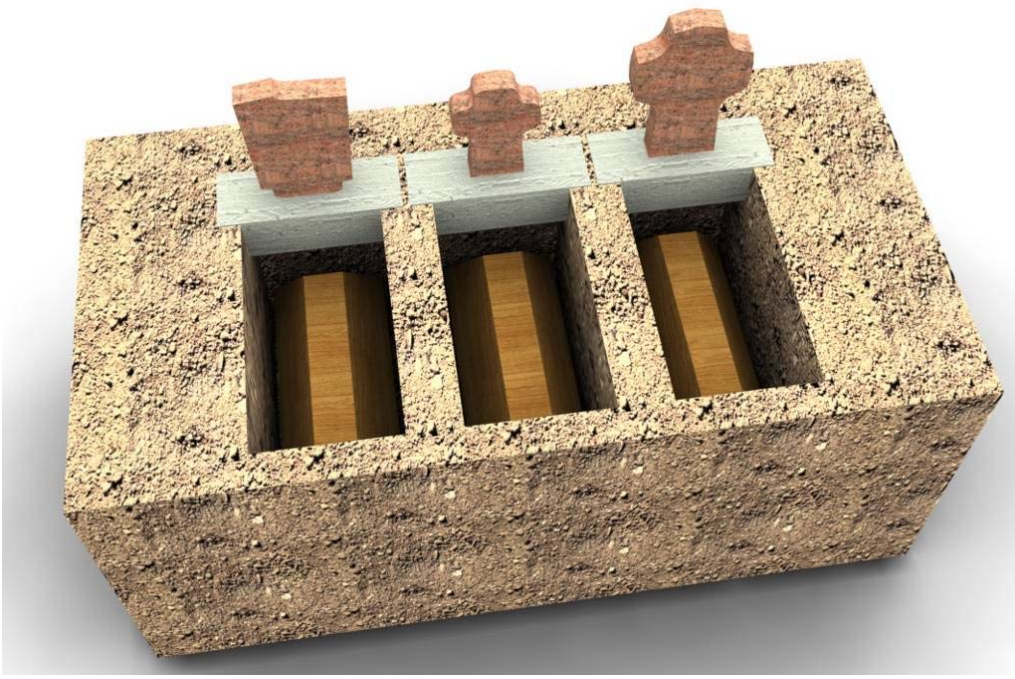
Auf den meisten Friedhöfen kommen Einzelfundamente für die Gründung des Grabsteins zur Anwendung. Die sichere Gründung setzt jedoch voraus, dass auf gewachsenem Boden das Fundament erstellt werden kann.

Aufgrund des zu erwartenden Platzmangels für Erdbestattungen, wurden bei einigen Friedhöfen die Grababstände derart verringert, so dass eine Zweitbelegung von Beeinträchtigung der Nachbargräber nicht möglich ist.

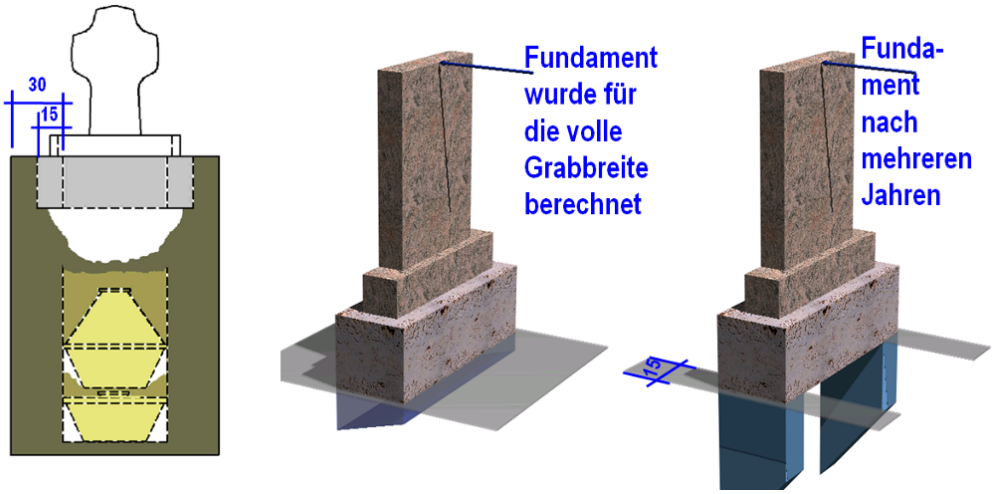
Wahlgräber (mehrstellig):
Friedhofsteil I:
Personen im Alter über 6 Jahren
Länge 2,20 m, Breite 2 m, **Grababstand 0,30 m**

Der Grababstand gibt an, wie viel Erdreich zwischen den ausgehobenen Gräber stehen bleibt und somit zum gewachsenen Erdreich gehört, soweit nicht vorher in diesem Bereich eine Bestattung vorgenommen wurde. Entsprechend dem Wortlaut der meisten Friedhofssatzungen sind die Fundamente so zu gründen, dass es zu keinen Setzungen auch beim Aushub benachbarter Gräber kommen kann. Folglich muss der Steinmetz versuchen, das Fundament auf gewachsenem Boden zu gründen. Da Setzungsschäden an der Grabmalanlage oftmals erst nach mehr als 5 Jahren auftreten, müssen sich die Friedhofverwaltung und der Nutzungsberechtigt mit den Folgen des Setzungsschadens auseinandersetzen.

Ist der Steinmetz gezwungen den Grababstand für die Fundamentierung zu nutzen, so bleiben ihm beispielsweise bei 30 cm Grababstand nur 15 cm links und rechts vom Grab übrig um Setzungen zu vermeiden.



Bei der Berechnung des Einzelfundamentes wird davon ausgegangen, dass die komplette Gründungsfläche des Fundamentes für die Lastabtragung genutzt werden kann. In der Realität ist es jedoch oft der Fall, dass sich im Bereich des Grabes das Erdreich setzt und somit das Fundament nur noch an den Rändern des Grabes halt findet.



Gehen bei 130 cm Läng 100 cm durch Setzungen als Gründungsfläche verloren, so hat das Fundament nur noch ca. ¼ seiner Tragfähigkeit.
Selbst wenn die Grababstände aus gewachsenem Erdreich sind, brechen sie im Laufe der Zeit weg, da sich das Erdreich im Grab setzt und die Seitenwände durch die Hohlräume wegbrechen können.

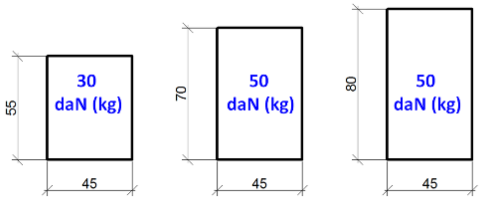
Werden jedoch beim Grabaushub auch die Seitenwände weggebaggert, so hat der Steinmetz ein Problem die Grabmalanlage sicher zu gründen. Man sollte seitens der Friedhofsverwaltung prüfen, in wie weit der Weg zur Gründung (Längsstreifenfundamente) mit genutzt werden kann.

2.2.2 Mindestdicken von Grabsteinen

Früher wurde von der Richtlinie des Bundesinnungsverbandes eine Mindestdicke vorgeschrieben. In der aktuellen Richtlinie wird eine Mindestdicke von 12 cm nur noch empfohlen. De facto sind sowohl nach der Richtlinie als auch nach der TA Grabmal keine Mindestdicken vorgegeben und somit alle Dicken zulässig, sofern man den Nachweis erbringt, dass die Grabsteine die vorgeschriebene Horizontallast aushält. Sowohl die Richtlinie als auch die TA Grabmal bieten Rechenhilfen zur Berechnung der Dübellänge an. Diese Rechenhilfen können nicht mehr angewendet werden, wenn eine Dicke von 12 cm unterschritten wird. Dies bedingt zumindest durch Regelwerke eine „Mindestdicke“ von 12 cm. Die TA Grabmal schreibt vor, dass bei einer Grabsteindicke von weniger als 12 cm eine statische Berechnung des Dübels vorzunehmen ist.

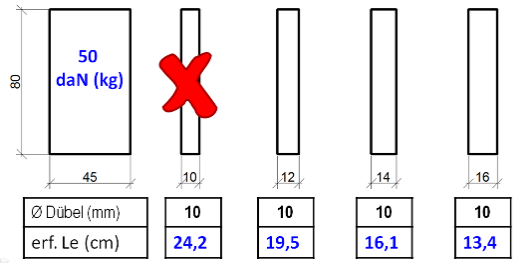
Reihengrabstätten für Verstorbene bis zu 5 Jahren:
Stehende Grabmale:
Höhe: 0,55 m bis 0,80 m, Breite bis 0,45 m, **Mindeststärke 0,10 m**
Reihengrabstätten für Verstorbene über 5 Jahre:
Stehende Grabmale:

Daher ist es seitens der Friedhofsverwaltung sinnvoll, in der Satzung keine geringeren Dicken als 12 cm zuzulassen. Bei einer Dicke von beispielsweise 10 cm obliegt es der Friedhofsverwaltung sicher zu stellen, dass eine korrekte Verdübelung stattfindet. Bei Grabsteindicken von weniger als 12 cm kann man davon ausgehen, dass eine Vielzahl von Dübeln nicht korrekt bemessen worden sind und somit bei der jährlichen Standsicherheitskontrolle früher oder später zu Beanstandungen führen.
Die Höhenbegrenzungen bedingen entsprechend den Regelwerken unterschiedliche Horizontallasten zur Bemessung von Dübel und Fundament. Der ungünstigste Fall ist der Grabstein mit 80 cm Höhe und 10 cm Dicke und einer Horizontallast von 50 daN(kg).



Berechnet man für diesen Fall die Dübelabmessungen bei einem Dübel mit 10 mm Durchmesser, so ist eine Einbindelänge von 24,2 cm erforderlich. Berechnet man die

Einbindelänge des Dübels für verschiedene Grabsteindicken, so kann man erkennen, welche Abhänigkeit zwischen Dübellänge und Grabsteindicke besteht.



Ø Dübel (mm)	10	10	10	10
erf. Le (cm)	24,2	19,5	16,1	13,4

Da die Regelwerke keine Bemessungshilfen für Grabsteine mit weniger als 12 cm Dicke zur Verfügung stellen, sollte man eine Mindestdicke von 12 cm in der Satzung festschreiben.

2.2.3 Sichtfläche zur Begrenzung der Grabsteingröße

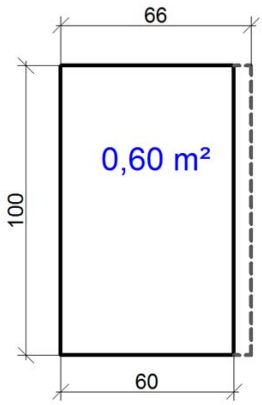
	einfach-breite Gräber	doppel-breite Gräber	Urnen-gräber	Familien-urnengrab 5 Urnen	Familien-urnengrab 10 Urnen	Familien-urnengrab 15 Urnen	Kinder-gräber
Größte Ansichts-fläche	0,6 qm	1,50 qm	0,30 qm				0,3 qm
größte Grund-fläche				0,16 qm	0,21 qm	0,25 qm	
Mindest-stärke	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m
Größte Höhe bzw. Länge	1,00 m	1,00 m	0,70 m	1,20 m	1,30 m	1,40 m	0,70 m

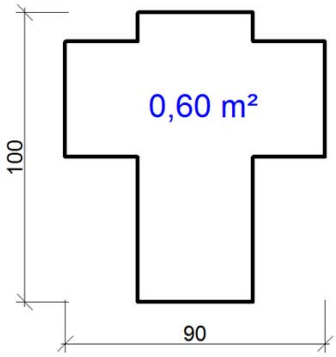
Bei besonders gestalteten Grabmalen dürfen Höhe und Ansichtsfläche um 10% abweichen.

Um dem Steinmetz in der Gestaltung der Grabsteine einen möglichst großen Spielraum zu ermöglichen, werden über eine Tabelle dem Steinmetzen Grenzen vorgegeben. Ergänzend zur maximaler Grabsteinhöhe und Grabsteinbreite kommt die Sichtfläche als Begrenzung hinzu. An einer Spalte der Tabelle soll aufgezeigt werden, welche Fragestellungen sich aus der Tabelle ergeben.

	einfach-breite Gräber
Größte Ansichts-fläche	0,6 qm
größte Grund-fläche	
Mindest-stärke	0,15 m
Größte Höhe bzw. Länge	1,00 m

Bei besonders gestalte chen.





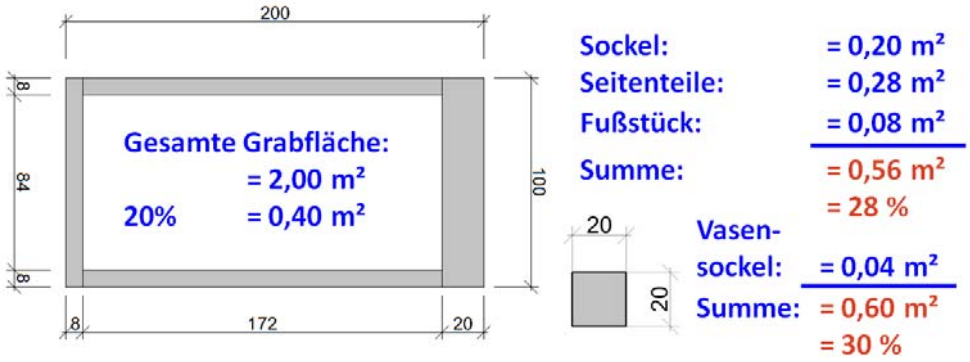
Bei Grabmalgeometrien, die aus einem Rechtecken bestehen bzw. zusammengesetzt sind, ist die Kontrolle der Tabellenvorgabe noch unproblematisch. Wenn jedoch der Grabstein aus Freiformflächen besteht, ist faktisch kaum eine Kontrolle seitens der Friedhofsverwaltung möglich. Erschwerend kommt hinzu, dass bei „besonders gestalteten" Grabmalen eine Abweichung von 10% möglich ist. Es stellt sich die Frage, was unter einer besonderen Gestaltung zu verstehen ist.
An den beiden einfachen Beispielen kann man erkennen, welche Probleme die Festlegung der Grabsteinabmessungen über die Ansichtsfläche mit sich bringen. Das Kreuz hat den gleichen Flächeninhalt und die gleiche Grabsteinhöhe wie das Rechteck. Dennoch ergeben sich unterschiedliche Breiten der Grabsteine. Es stellt sich die Frage, welche Breite bei diesen Vorgaben zulässig ist.

In der DIN 18332 für die Abrechnung von Naturwerksteinarbeiten wird die Berechnung der Sichtfläche folgenderweise geregelt:
„Bei nicht rechtwinkeligen und ausgeklinkten Flächen von Einzelstücken wird das kleinste umschriebene Rechteck gemessen. Ausnehmungen und Öffnungen an Einzelplatten und Einzelwerkstücken werden übermessen."
Entsprechend dieser Norm würde die Sichtfläche definiert über das Produkt aus Länge mal Breite unabhängig wie viele Ausklinkungen und Öffnungen in der Fläche vorhanden sind. Diese Definition der Sichtfläche macht es allen am Grabmalantrag beteiligten Personen einfach die Vorgaben einzuhalten bzw. zu kontrollieren.
Wenn eine Regelung der Grabsteinabmessungen über die Sichtfläche von der Verwaltung schwierig zu kontrollieren ist, sollte man sich entweder vom Antragsteller den rechnerischen Nachweis nachvollziehbar einfordern oder sich nur auf die maximale Höhe in Kombination mit der maximalen Breite beschränken.

2.2.4 Größe von Grababdeckungen

> Die Grabstätten, die mit einer teilweisen Grababdeckung / Grabplatte versehen werden, sollen in ihrer gesamten Restfläche bepflanzt werden. Für die Bepflanzung gelten die Vorschriften der §§ 28 und 29 dieser Satzung. Die Abdeckung darf einen Anteil von 20 % der gesamten Grabfläche nicht überschreiten.

Wenn man solche Forderungen in die Satzung aufnimmt, so muss eindeutig sein, was als Grabfläche zu betrachten ist. Ist dies nur die Fläche des Grabaushubes oder ist dies die Fläche des Grabaushubes mit dem Grababstand?
Der Text in der Satzung erweckt den Eindruck, dass Grababdeckplatten zugelassen sind. Die Grabfläche wird jedoch nicht nur von Grababdeckplatten abgedeckt. Vielmehr tragen Grabeinfassung, Fundamente, Lampen mit Sockel und wasserdichte Folie mit Kiesschüttung zur Abdeckung des Grabes mit bei. Man sollte folglich mit in der Satzung aufnehmen, was unter einer Abdeckung zu verstehen ist.



An einer Grabeinfassung soll aufgezeigt werden, wie problematisch Formulierungen in der Satzung sein können. Betrachtet man die Außenabmessungen der Einfassung als Grabfläche, so sind dies genau 2,00 m². Folglich dürfen nur 20%, das entspricht 0,40 m², abgedeckt sein. Rechnet man die Flächen von Sockel, Seitenteilen und Fußstück aus, so kommt man bereits auf 0,56 m² und dies entspricht 28%. Folglich hätten bereits beim Antrag die Abmessungen der Einfassung beanstandet werden müssen. Weiterhin müsste das Aufstellen einer Vase mit Sockel verboten werden, da durch die Fläche des Sockels die abgedeckte Fläche auf 30% erhöht wird. Das Aufbringen von Abdeckplatten ist faktisch unmöglich.

2.2.5 Grababdeckung und Ruhezeit

In den Fällen einer Teil- bzw. Ganzgrababdeckung auf dem „neuen“ Friedhofsteil unterhalb der Friedhofskapelle wird in künftigen Belegungsfällen bei 30- bis 60-prozentiger Abdeckung die Ruhezeit um 10 Jahre auf 30 Jahre und bei 61- bis 100 prozentiger Abdeckung um 15 Jahre auf 35 Jahre verlängert.

Problemtisch wird es für die Friedhofsverwaltung, wenn die Ruhezeit in Abhängigkeit mit der Größe der Abdeckung ergibt. So kann 1 cm² entscheidend sein für die Verlängerung der Ruhezeit um 10 Jahre.
Betrachtet man die nachfolgend dargestellten Abdeckplatten, so kann man erkennen, wie problematisch es für eine Friedhofsverwaltung ist, die Öffnungsfläche der Abdeckplatte zu kontrollieren. Die Öffnungsgeometrie ist so komplex, dass eine exakte Berechnung der Fläche einen großen Aufwand erfordert und kaum zu kontrollieren ist.

So kann es sein, dass angrenzende Gräber unterschiedliche Ruhezeiten aufgrund unterschiedlicher Öffnungen bei der Abdeckplatte haben und somit langfristige Planungen für den Friedhof erschweren. Um Streitigkeiten vorzubeugen, sollte man folgende Vorgaben machen:

1. Festlegen der Fläche auf die sich die Berechnung der Öffnung bezieht.
2. Alle Teile (z..B: Abdeckplatte, Einfassung, wasserdichte Abdeckfolie mit Kiesschüttung und Fundament) festlegen, die bei der Berechnung der Öffnung zu berücksichtigen sind.
3. Einen nachvollziehbaren rechnerischen Nachweis der Öffnung verlangen, auf dessen Basis die Entscheidung für die Länge der Ruhezeit getroffen wurde.

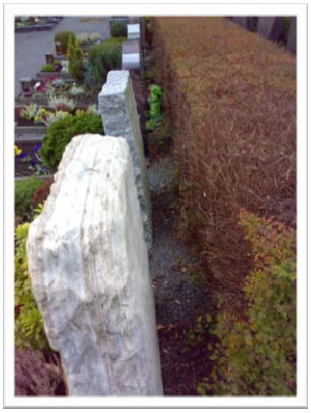
2.3 Standsicherheit der Grabmale

Im Paragraphen zur Standsicherheit der Grabmalanlagen werden die Vorgaben für die Gründung und Befestigung des Grabsteins durch Nennung des Technischen Regelwerkes gemacht.

2.3.1 Setzungen und Schiefstellungen

> Die Grabmale sind ihrer Größe entsprechend nach den allgemein anerkannten Regeln des Handwerks zu fundamentieren und so zu befestigen, dass sie dauernd standsicher sind und auch beim Öffnen benachbarter Gräber nicht umstürzen oder sich senken können.

Wenn Bauwerke auf dem Erdreich gegründet werden, sind Setzungen nicht auszuschließen. Entscheidend ist, dass die Setzungen gering sind und es zu keinen Schiefstellungen kommt. Ziel ist es, dass Setzungen optisch nicht wahrgenommen werden.
In fast allen Satzungen steht der Hinweis, dass Gräber sich nicht senken dürfen. Somit dürften bei Einhaltung der Satzungsvorgaben keine Senkungen und Schiefstellungen auf dem Friedhof vorhanden sein.



Dies ist bei den meisten Friedhöfen jedoch nicht der Fall. Diese Vorgabe der Satzung widerspricht jedoch den Vorgaben des Regelwerkes. So wird in den Regelwerken gefordert, dass Grabsteine auch bei einer planmäßigen Schiefstellung von 5% noch standsicher sein müssen. Somit ist eine Schiefstellung von 5% kein technischer sondern nur ein optischer Mangel. Weiterhin heißt es in beiden Regelwerken, dass es bei Flachgründungen zu Setzungen kommen kann und der Nutzungsberechtigte darüber schriftlich zu informieren

ist. Also sind auch Setzungen, wenn der Nutzungsberechtigte diesem schriftlichen Hinweis nicht widersprochen hat, kein technischer Mangel. Soll jedoch eine Setzung ausgeschlossen werden, so schreiben beide Regelwerke eine Tiefgründung vor. Eine Tiefgründung ist beispielsweise eine Stahlbetonpfahlgründung, die mindestens 20 cm unter der Grabsohle in den gewachsenen Boden reicht. Das oben genannte Satzungsziel, keine Setzungen, kann nicht erreicht werden. Sollen die Setzungen jedoch so gering sein, dass sie nicht wahrnehmbar sind, darf die Friedhofsverwaltung ausschließlich nur Tiefgründungen zulassen. Weiterhin muss die Planung der Gräberanordnung so erfolgen, dass auch Pfahlgründungen ausgeführt werden können. An den auf vielen Friedhöfen sichtbaren Setzungen von Gräbern, trotz dieses Hinweises in der Satzung, kann man erkennen, dass dieser Vorgabe keine Konsequenzen folgen. In einem Streitfall kann der Friedhofsverwaltung ein Mitverschulden der Setzungen leicht zugewiesen werden. Daher sollte auf diesen Hinweis in der Satzung verzichtet werden.

2.2.3 Schiefstellung und Lastausmitte

Ungünstig wirkende exzentrische Lasten sind beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.
Bei Gründungen auf bzw. in nicht gewachsenem Boden ist eine Schiefstellung von 5% zu berücksichtigen.

Bei Flachgründungen ist der Auftraggeber darauf hinzuweisen, dass es durch Setzungen im Grab und durch Frosteinwirkung zum Absenken und/oder Schiefstellen der Grabmalanlage kommen kann. Sollen Schiefstellungen und Setzungen ausgeschlossen werden, ist eine Tiefgründung erforderlich.

Es macht keinen Sinn den Ausschluss von Setzung bei Grabmalanlagen zu fordern, wenn Regelwerke planmäßig Schiefstellungen zulassen und seitens der Friedhofsverwaltung keine Konsequenzen bei Schiefstellungen gezogen werden.

2.3.2 Untermauerungen

Alle Grabmale über 1 m Höhe erhalten aus Sicherheitsgründen zweckmäßige Untermauerungen bis auf Frosttiefe (1m), größere Grabmale bis auf Grabsohlentiefe, während bei Grabsteinen unter 1 m eine Fundamentplatte genügt.

Traditionell gibt es auf einigen Friedhöfen die Untermauerung zur Gründung von Grabsteinen. Dies war dann möglich, als die Grabsteine solche Dicken besaßen, dass das Kippmoment kleiner ist als das Standmoment und somit keine Zugkräfte auftreten konnten.

Bei den gebräuchlichen Grabsteindicken ist das Kippmoment größer als das Standmoment. Somit treten Zugkräfte in den Fugen auf. Die Untermauerung als Gründung von Grabsteinen ist aus folgenden Gründen nicht geeignet:

1. Die großen Zugkräfte des Dübels können nicht ins Mauerwerk übertragen werden.
2. Die Mörtelfugen können keine Zugkräfte übertragen.
3. Das Mauerwerk befindet sich im Erdreich und ist nicht gegen den chemischen Angriff und der Bodenfeuchtigkeit sowie dem Frost- Tauwechsel geschützt.
4. Diese Gründung ist weder nach der Richtlinie des Bundesinnungsverbandes noch nach der TA Grabmal als Gründungsart geregelt.

Aus den oben genannten Gründen sollte man diese Gründungart nicht vorschreiben. Es stellt sich die Frage nach der Planungshaftung für die Friedhofsverwaltung.

2.3.3 Anforderungen an Fundamente

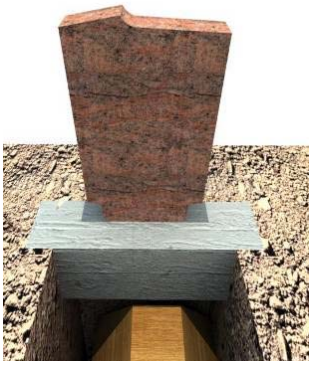
Die Fundamente müssen aus gutem Material hergestellt werden. Dem Mörtel ist Zement beizumischen. Verboten ist die Herstellung der Fundamente aus alten schlechten Grabsteinen.
Nicht handwerksgerecht ausgeführte Untermauerungen müssen auf Weisung der Friedhofsverwaltung entfernt und fachgerecht erneuert werden.

Wenn man erkennt, wie schlecht die Gründungen der Grabsteine ausgeführt werden, ist man geneigt in der Friedhofssatzung detaillierte Vorgaben für die Ausführung der Gründungen zu machen. Nur sollten diese Anweisungen mit den Handwerksregeln übereinstimmen. Wenn man mitteilen muss, dass Mörtel Zement beizumischen ist, dann lässt dies darauf schließen, dass die Qualifikation der Gewerbetreibenden nicht ausreicht.
Nach der Unfallverhütungsvorschrift VSG 4.7 müssen die Fundamente den Regeln der Baukunst entsprechen. Somit gelten die Normen DIN 1054 und DIN 1045 für die Ausführung von Fundamenten. Entsprechend der DIN 1045 sind für die Wahl der Betongüte die Expositonsklassen zu beachten. Dies führt zu einer Betongüte von mindestens C20/25.
Sowohl nach der Richtlinie des Bundesinnungsverbandes als auch nach der TA Grabmal kann abweichend von der DIN 1045 ein Beton C16/20 zur Anwendung kommen. In beiden Regelwerken sind nur Fundamente aus Beton bzw. Naturstein geregelt. Folglich ist das Fundament aus Mauerwerk keine geregelt Bauweise. Die Qualität des Baumaterials ist in DIN Normen geregelt und bedarf keinen Hinweis, dass Fundament „aus gutem Material“ hergestellt werden muss.

Da die Untermauerung nach der Regel des Handwerks, der Richtlinie des Bundesinnungsverbandes, nicht geregelt ist, gibt es keine handwerksgerechte Untermauerung. Weiterhin ist eine Friedhofsverwaltung schlecht beraten, wenn sie die Untermauerung anweist.
Die zugelassenen Bauweisen für den Friedhof sind in den Regelwerken beschrieben. Daher sollte eine Satzung keine Anweisungen für Gründungen enthalten, zumal sie in dem oben aufgelisteten Beispiel den Regeln der Baukunst widersprechen.

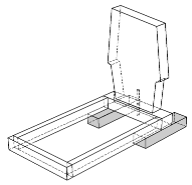
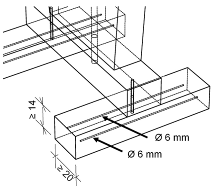
2.3.4 Frostsichere Fundamente

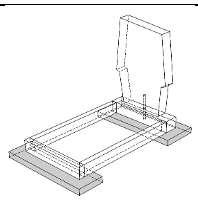
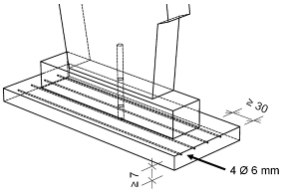
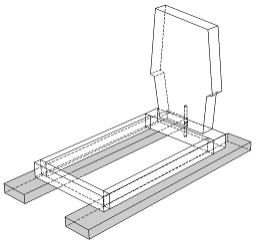
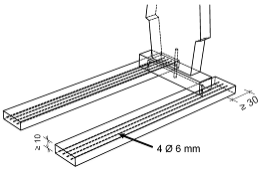
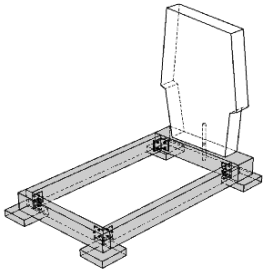
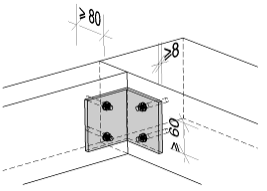
Die Fundamentsohle muss grundsätzlich frostfrei liegen. Ist eine Gründung auf gewachsenem Boden nicht möglich, müssen die Fundamente einen seitlichen, die Graböffnung überschreitenden Überstand aufweisen.



Wenn eine Gründung auf gewachsenem Boden nicht möglich ist, so reicht auch ein seitlicher Überstand über die Graböffnung hinaus auch nicht aus. Es steht quasi nur der halbe Grababstand zur Verfügung. Diese Fläche reicht nicht aus um das Kippmoment ins Erdreich zu übertragen. Wie eine sicherer Gründung zu erfolgen hat, sollte alleine der Grabmalersteller auf der Basis der technischen Regelwerke entscheiden und nicht in der Satzung vorgegeben werden.

In keinem technischen Regelwerk, weder in der Richtlinie des Bundesinnungsverbandes noch in der TA Grabmal, werden frostsichere Fundamente gefordert. In den Erläuterungen zur Richtlinie 2000 und in der TA Grabmal werden beispielsweise folgende „nicht frostsichere“ Gründungarten vorgeschlagen:

		<u>Fertigteilfundament</u> mit einer minimalen Höhe von 14 cm und einer Stahlbewehrung

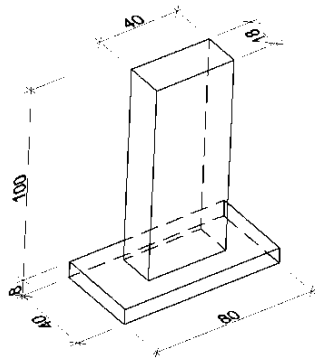
		<u>Querstreifenfundament</u> mit einer Mindestdicke von 7 cm, einer Stahlbewehrung und der Verbindung durch einen Dübel mit dem Grabstein
		Längsstreifenfundament mit einer Mindestdicke von 7 cm, einer Stahlbewehrung und der Verbindung mit Dübeln an den Sockel.
		Tragende Einfasssung mit Vorgabe der Mindestdicke der Einfassung und Befestigung durch Eckwinkel.

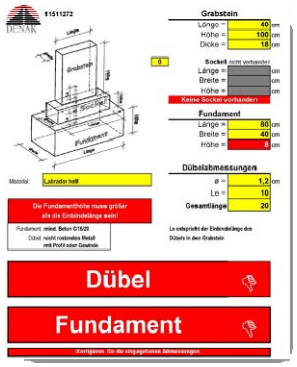
2.3.5 Fundamentplatten

Bei den Einzel– und Familiengräbern hat die Gemeinde bereits Fundamente eingebaut. Bei den Kinder– und Urnengrabstätten ist eine mindestens **8 cm starke Fundamentplatte der Größe 40/80 cm** erforderlich.

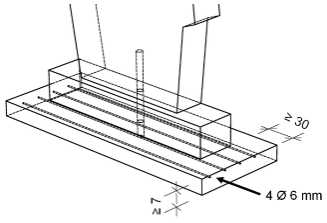
In manchen Regionen Deutschlands sind Fundamentplatten zur Gründung von Grabsteinen weit verbreitet. Fundamentplatten sind entsprechend der Richtlinie oder der TA Grabmal nicht verboten. In diesen Regelwerken werden diese Platten als Querstreifenfundamente bezeichnet und sind in ihrer Ausführung und der Befestigung eingehend geregelt.
Grabsteine für Urnen- bzw. Kindergrabstätten haben im Regelfall ein geringes Eigengewicht. Die „“Fundamentplatte“ hat aufgrund ihrer geringen Dicke ebenfalls ein

geringes Eigengewicht. Somit ist das Standmoment so gering, dass es zur Aufnahme des Kippmomentes kaum beitragen kann. Folglich müssen die Abmessungen zur Aufnahme des Kippmomentes durch eine statische Berechnung ermittelt werden. Dies führt dazu, dass die Abmessungen, wie sie durch die Satzung vorgegeben werden nicht ausreichen.





Die Platte muss entsprechend den Regelwerken mit mindesten 4 Stabstählen ø 6 mm bewehrt sein. Weiterhin muss der Grabstein durch einen Dübel mit der Fundamentplatte verbunden werden. Sowohl in der Richtlinie als auch in der TA Grabmal beträgt die Mindesteinbindelänge des Dübel 10 cm. Folglich kann der Dübel nicht in der Platte durch Verbund befestigt werden, das die Plattedicke weniger als 10 cm beträgt.

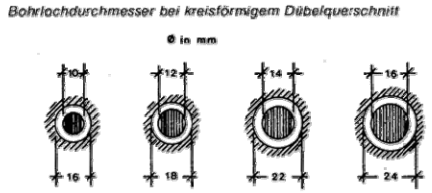


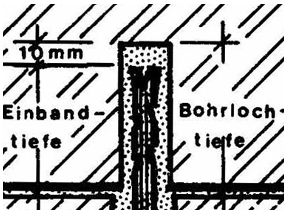
Ist eine Verdübelung aufgrund einer zu geringen Fundamenthöhe nicht möglich, sind gleichwertige Befestigungsmittel (z.B. Verschraubung) zu verwenden.

2.3.6 Dübelbefestigung

Die Dübellöcher müssen einen Mindestdurchmesser von 25 mm besitzen und eine Mindesttiefe von 65 mm haben. Die Dübel müssen zuerst in die Standfuge des Denkmals eingesetzt werden und dort ausreichend abgebunden haben. Besteht das Denkmal aus mehreren Teilen, so sind alle Teile miteinander zu verdübeln. Die Dübel müssen grundsätzlich aus rostfreiem Material bestehen. Der Durchmesser des Dübelmaterials muss mind. 12 mm betragen.

In den Regeln des Handwerks ist alles geregelt! Wenn eine Mindesttiefe somit eine Einbindelänge von 65 mm gefordert wird, so widerspricht dies den Regeln des Handwerks.





Die Einbindelänge beträgt mindestens 100 mm. Die erforderliche Einbindelänge ergibt sich aus der Berechnung der erforderlichen Dübelabmessungen und ist im Regelfall größer als 100 mm.

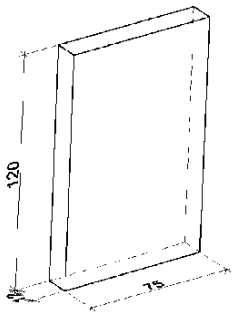
Wenn ein Durchmesser von mindestens 12 mm und ein Bohrlochdurchmesser von mindestens 25 mm gefordert werden, so entspricht dies einer Differenz von 13 mm. Selbst in der Regel des Handwerks aus dem Jahr 1981 wurden nur 6 mm Differenz gefordert.

Es hilft weder dem Steinmetzbetrieb noch der Verwaltung, wenn man eine Montageanweisung in die Friedhofssatzung aufnimmt, insbesondere dann, wenn diese Anweisung nicht kontrolliert werden kann.

Wenn man in die Friedhofssatzung eine Tabelle mit der Anzahl der Dübel in Abhängigkeit der Dicke des Denkmals aufnimmt, dann sollte sie auch mit den Regeln des Handwerks übersteinstimmen. So werden beispielsweise Einbindetiefen von weniger als 10 cm gefordert. Dies widerspricht den Regeln des Handwerks. Weiterhin wird die Zahl der zu verwendenden Dübeln vorgegeben. Auch dies ist nicht erforderlich, da sich die Zahl der Dübel nach den technischen Regelwerken nicht vorgegeben wird. Die wichtigste Angabe, der Durchmesser des zu verwendenden Dübels, fehlt. Der Dübeldurchmesser maßgeblich für die Einbindelänge und gegebenenfalls für die Anzahl der erforderlichen Dübel. Es wäre besser gewesen, einen Mindestdurchmesser des Dübels zu benennen.

Die Dübel müssen grundsätzlich aus rostfreiem Material bestehen, der Durchmesser des Dübelmaterials muß mindestens 12 mm betragen.
Die Länge und Anzahl der Dübel ergeben sich aus der Tabelle:

Höhe des Denkmals (cm)	Anzahl der Dübel (Stück)	Einbinde-tiefe (cm)	Dicke des Denkmals (cm)
80 bis 100	1	6	> 20
80 bis 100	2	6	15 bis 20
80 bis 100	2	8	12 bis 14
101 bis 120	1	6	> 20



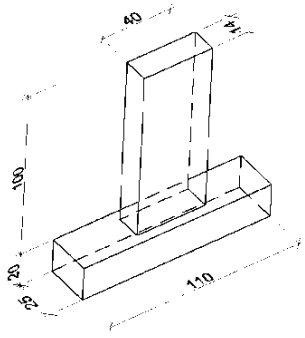
Es ist nachvollziehbar, dass eine Verwaltung die Befestigung von Grabsteinen detailliert regeln möchte. An einem Beispiel soll aufgezeigt werden, wie problematisch solche Tabellen für die Friedhofsverwaltung sein können.

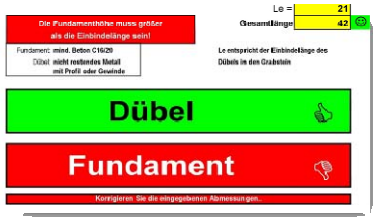
Bei einem Dübeldurchmesser von 10 mm und der Verwendung von 2 Dübeln ergibt sich eine erforderliche Einbindelänge von 14,3 cm. Selbst bei einem Dübeldurchmesser von 14 mm ist noch eine Einbindelänge von 11 cm erforderlich.

Eine Bemessungstabelle hat zur Folge, dass sie technisch nicht hinterfragt wird. Weiterhin ist die Anwendung dieser Tabelle nicht sichergestellt. Sie hat jedoch zur Folge, dass sich die Friedhofsverwaltung in der Planungshaftung befindet. Es ist anzuraten nur auf das technische Regelwerk zu verweisen und dessen Umsetzung und Einhaltung zu kontrollieren bzw. sich bestätigen zu lassen.

2.3.7 Überleger als Fundamente

Stehende Grabzeichen bis 1,00 m Höhe erhalten ein Fundament in Form eines mindestens 1,10 m langen sogenannten Überlegers, der 0,25 m breit und 0,20 m hoch ist. Die Oberkante muss mindestens 0,10 m unter Geländehöhe liegen. Die gestampften Betonüberleger müssen auch als fertige Werkteile eingebracht werden. Bei Grabzeichen über 1,00 m Höhe müssen die Maße der Fundamente so beschaffen sein, dass sich unbedingte Standsicherheit ergibt.





Der Begriff Überleger kann als alternatives Wort für Sturz verwendet werden. Diese Bezeichnung trifft auf der Baustelle für die oftmals auch als Überlager oder Flachstürze bezeichneten Fertigbauteile zu. Sie bilden den oberen Abschluss von Tür- und Fensteröffnungen im Mauerwerk.

Bei der Breite einer Graböffnung von 80 cm liegt der „Überleger“ nur 15 cm auf jeder Seite der Graböffnung auf. Der Hinweis, dass der Überleger aus gestampften Beton

bestehen soll, lässt vermuten, dass keine Bewehrung verwendet wird. Diese beschriebene Bauweise entspricht nicht den Regeln der Baukunst und somit nicht den Regeln des Handwerks.

Eine statische Berechnung der geforderten Gründung mit einen „Überzieher“ zeigt, dass diese Gründungstechnik in keinster Weise den technischen Anforderungen, weder nach der Materialgüte noch nach der Standsicherheit, gerecht wird.

Wenn erst bei Grabsteinen ab einer Höhe von 1,00 m eine unbedingte Standsicherheit gefordert wird, lässt sich im Umkehrschluss folgern, dass kleinere Grabstein nicht standsicher sein müssen.

2.4. Fazit

Aus den Betrachtungen zu den Satzungsformulierungen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die besten technischen Vorgaben nutzen nicht viel, wenn der Gewerbetreibende sie nicht versteht und auch nicht umsetzen kann.
2. Das Fordern einer beruflichen Qualifikation reduziert vielleicht das Risiko einer fehlerhaften Bauweise, ist jedoch keine Garantie für die korrekte Umsetzung der Regeln der Baukunst.
3. Es ist besser ein Anforderungsprofil zu definieren, damit der Gewerbetreibende erkennen kann, welche Anforderungen an seine Qualifikation gestellt werden. Im Streitfall kann man feststellen, ob der Gewerbetreibende die Voraussetzungen zum Arbeiten auf dem Friedhof erfüllt.
4. Es gibt Gewerbetreibende, die zwar ausreichend qualifiziert sind, sich aber nicht bei der Errichtung der Grabmalanlage an die Regeln der Baukunst halten. Daher sollte man die fachliche und persönliche Zuverlässigkeit in der Satzung derart definieren, dass ein Gewerbetreibender vorübergehend von der Tätigkeit auf dem Friedhof ausgeschlossen werden kann.
5. Gestaltungskriterien für einen Friedhof festzulegen ist für das gesamte Erscheinungsbild eines Friedhofes von Bedeutung. Man muss nur darauf achten, dass diese Kriterien die Sicherheit auf dem Friedhof nicht beeinträchtigen. Dazu gehören beispielsweise die Festlegung von Grabsteindicken und Grababstände. Es sollten so viel Flächen für die Fundamentierung zur Verfügung stehen, um eine sichere Gründung des Grabsteins vorzunehmen.
6. Für die technischen Standards sind ausschließlich die technischen Regelwerke wie die Richtlinie des Bundesinnungsverbandes oder die TA Grabmal anzuwenden. Im Zweifelsfall gelten die Regeln der Baukunst. Das sind die Normen DIN 1052, DIN 1045 und DIN 1054.

7. Es sollte darauf geachtet werden das Regelwerk in die Satzung aufzunehmen, dass vom Gewerbetreibenden am besten zu verstehen und somit anzuwenden ist.
8. In einer Friedhofssatzung sollen keine Vorgaben von Baumaterialien, wie Beton, Dübelabmessungen und Dübelmaterial, erfolgen, da diese Vorgaben oftmals mit den technischen Anforderungen der Regelwerke und Normen kollidieren.

Zum Einsatz von Naturstein in historischen Bauwerken

Thomas Grunenberg

1. Einleitung

Bei der Ergänzung historischer Bausubstanz aus Naturstein gilt ein besonderes Augenmerk der Auswahl des verwendbaren Steinmaterials. Steht das ursprünglich verwendete Material aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht mehr zur Verfügung, muss ein geeignetes Ersatzmaterial gefunden werden. Aufgrund der speziellen gesteinstechnischen Eigenschaften ist die Anzahl der in Frage kommenden Ersatzmaterialien eingeschränkt und die zur Verfügung stehenden Gesteine reduzieren sich schnell auf einzelne Vorkommen. Anforderungen an die Nutzung von Bauteilen aus Naturstein ändern sich über Jahrzehnte und erst recht über Jahrhunderte. Der Nutzung besonders stark ausgesetzt sind Bodenbeläge aus Naturstein. Weiche Gesteine, die noch vor hundert Jahren als Bodenbelag geeignet waren, halten den heutigen Anforderungen aus Nutzung und Reinigung oft nicht mehr stand. Vor diesem Hintergrund wird die Auswahl geeigneter Natursteine für Ergänzungen und Erneuerungen, gerade von Bodenbelägen in historischen Gebäuden, zudem erschwert. Die Auswahl eines geeigneten Gesteins bedarf größter Sorgfalt und einer gesteinstechnischen sowie gesteinskundlichen Betrachtung. Der nachfolgende Beitrag soll an einem Beispiel die Folgen des Einsatzes neuer Steinmaterialien in historischen Bauwerken beleuchten.

2. Feststellungen zur Situation

Im beschriebenen Fall wurde ein neuer Fußboden aus Sandstein in einem ca. 200 Jahre alten Kirchengebäude eingebaut. Bei dem Kirchenboden handelt es sich um einen Belag aus Sandsteinplatten im Format von ca. 30 cm x 30 cm x 3 cm mit geschliffener Oberfläche. Die schmalen Fugen zwischen den einzelnen Sandsteinplatten haben eine Breite von ca. 2 mm. Die Sandsteinplatten zeigen im Kirchenschiff insbesondere im Bereich der Sandsteinstützen sowie entlang der Außenwände auffällige helle Ausblühungen und Feuchteflecken. Stellenweise sind Absandungen der Oberfläche festzustellen. Der Sockelputz an den Außenwänden des Kirchenschiffs ist stellenweise stark durchfeuchtet, die Farbe und der Putz sind teilweise abgeplatzt. Dielektrische Feuchtigkeitsmessungen des Sandsteinbodens ergaben in den Bereichen mit Feuchteflecken und Ausblühungen sehr hohe Feuchtigkeitsbelastungen. Die Messungen der Raumtemperatur und der relativen Luftfeuchte mit dem Thermohygrometer ergaben im Kirchenschiff sowie im Chor eine relative Luftfeuchte von 54 %, eine Temperatur von 23° und einen Taupunkt von 13°. Im Außenbereich zeigen sich Spuren von aufsteigender Feuchtigkeit am Sandsteinsockel anhand von Ausblühungen und starkem Flechtenbewuchs. Baugrunduntersuchungen liegen nicht vor und wurden im Rahmen dieser Untersuchungen nicht durchgeführt. Es wurden Ausbauproben der ursprünglichen Sandsteinplatten, welche sich unterhalb des neuen Bodens befinden sowie Probestücke des neuen Sandsteinbelags genommen.

Bild 1: Neu eingebauter Boden aus geschliffenen Sandsteinplatten mit Ausblühungen und Feuchteflecken

Bild 2: Häufung der Ausblühungen im Bereich der historischen Sandsteinstützen

Bild 3: Ausblühungen des Sandsteinbodens und starke Feuchtebelastung des Wandputzes

3. Durchgeführte Laboruntersuchungen

An den Ausbauproben des historischen Sandsteins sowie an den übergebenen Platten des neuen Sandsteins wurde die Wasseraufnahme in Anlehnung an DIN 13755 "Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Wasseraufnahme unter atmosphärischem Druck" bestimmt. Die Sandsteinproben wurden hierfür in trockenem Zustand gewogen und zunächst bis zur Hälfte ihrer Höhe in Wasser gelagert. Hierbei konnte das unterschiedliche Saugverhalten der Sandsteinproben beobachtet werden. Nach 12 Stunden wurde das Wasser bis zur vollständigen Überdeckung der Proben aufgefüllt. Nach einem Zeitraum von insgesamt 48 Stunden wurden die Proben in nassem Zustand gewogen und die Wasseraufnahme ermittelt. Es hat sich gezeigt, dass die Wasseraufnahme des historischen Sandsteins mit ca. 6,0 M-% etwa viermal so hoch ist wie die Wasseraufnahme des neu eingebauten Sandsteins von ca. 1,5 M-%. Die Dichte des historischen Sandsteins beträgt ca. 2,0 g/m³ im Gegensatz zu einer Dichte von ca. 2,5 g/m³ des für den neuen Boden verwendeten Sandsteins.

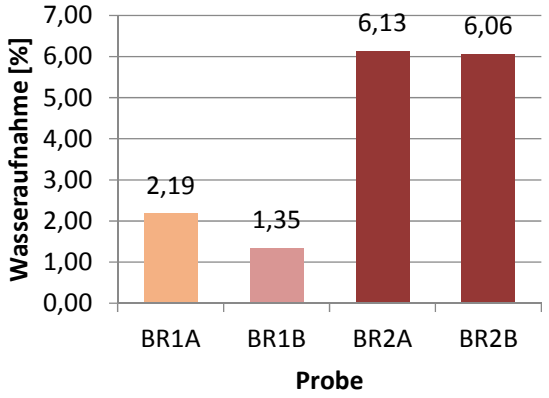


Diagramm 1: Wasseraufnahme neuer Sandstein (BR1), historischer Sandstein (BR2)

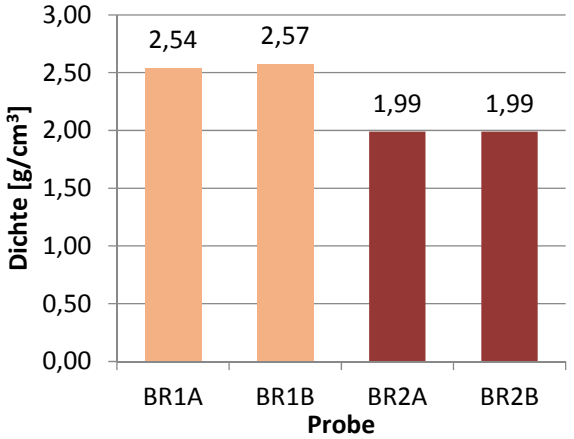


Diagramm 2: Dichte neuer Sandstein (BR!), historischer Sandstein(BR2)

Bei der Lagerung der Sandsteinproben in Wasser bis zur Hälfte ihrer Höhe hat sich gezeigt, dass die historischen Sandsteinproben so stark kapillar saugen, dass diese nach 10 Minuten komplett durchnässt waren. Die Proben des neuen Sandsteins saugen ebenfalls kapillar, jedoch sind an den geschliffenen Oberflächen erst nach einem Zeitraum von 12 Stunden Feuchteflecken zu erkennen.

Bild 4: Historischer Sandstein nach 10 Minuten Wasserlagerung

Bild 5: Historischer Sandstein nach 12 Stunden Wasserlagerung

Bild 6: Neuer Sandstein nach 10 Minuten Wasserlagerung

Bild 7: Neuer Sandstein nach 12 Stunden Wasserlagerung

4. Chemische Untersuchung des historischen und des neuen Sandsteins

Zur weiteren Untersuchung wurden der historische Sandstein und der zur Ergänzung verwendete Sandstein chemisch analysiert. Die Untersuchungen wurden mittels Rasterelektronenmikroskop und Elementanalyse (energiedispersive Röntgenfluoreszenz Spektrometrie EDX) durchgeführt, um die chemische Zusammensetzung der Sandsteine zu bestimmen. Die Proben des neuen Sandsteins wurden an Bruchflächen sowie an der geschliffenen Oberfläche untersucht. Nachfolgend sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchung zusammengefasst:

Die Übersichtsaufnahmen der Elementanalyse zeigen hohe Gehalte von Silizium (Si) und Sauerstoff (O), sowie niedrigere Gehalte von Eisen (Fe), Kalium (K) und. Kohlenstoff (C). Bei beiden Sandsteinen handelt es sich um Quarzsandsteine mit dem Hauptbestandteil Quarz.

Bei dem neuen Sandstein fällt auf, dass an der geschliffenen Oberfläche eine deutliche Anreicherung von Kohlenstoff vorliegt. Hierfür sind mehrere Ursachen möglich. Dies könnte auf die Verwendung einer kunststoffbasierten Imprägnierung zurückzuführen sein. Die geschliffenen Oberflächen der Proben des neuen Sandsteins zeigen jedoch bei der Benetzung mit Wasser keinen Abperleffekt, wie dies bei der Verwendung einer kunststoffbasierten Imprägnierung der Fall sein sollte.

Wahrscheinlicher ist der Umstand, dass sich die Oberflächen der geschliffenen neuen Sandsteinproben durch Abrieb des Schleifmittels Siliciumcarbid (SiC) mit Kohlenstoff angereichert haben. Hierdurch ließe sich auch die besonders dichte geschliffene Oberfläche des neuen Sandsteins erklären.

Die folgenden Abbildungen zeigen die elektronenmikroskopischen Aufnahmen sowie die ermittelten chemischen Elementgehalte des historischen Sandsteins und des neuen Sandsteins.

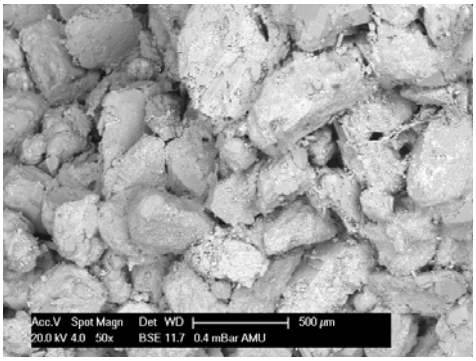


Bild 8: Hist. Sandstein, 50-fache Vergrößerung

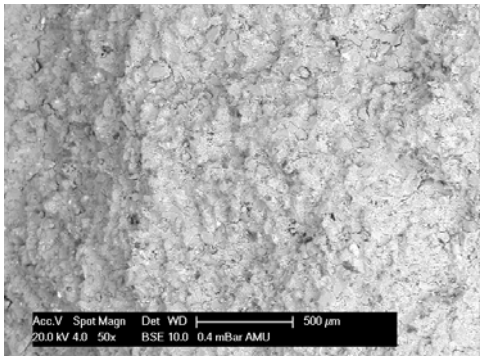
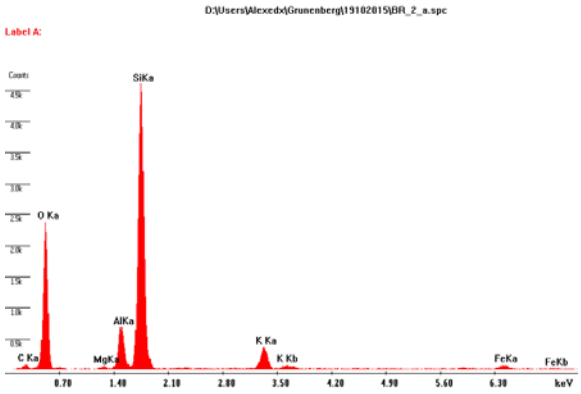
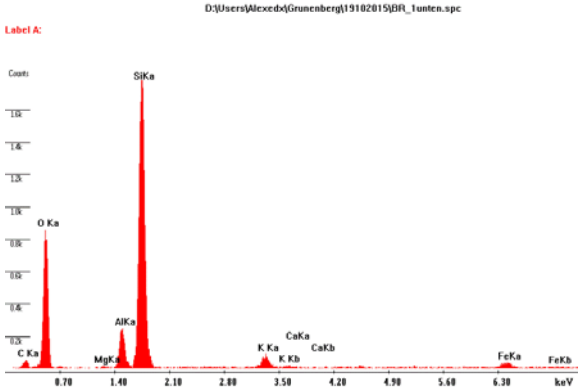


Bild 9: Neuer Sandstein, 50-fache Vergrößerung



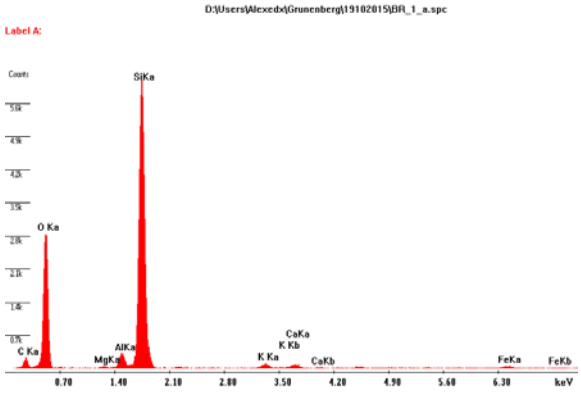
Element	Wt %	At %
C K	02.35	03.96
O K	50.07	63.26
MgK	00.34	00.28
AlK	05.13	03.85
SiK	35.54	25.58
K K	04.46	02.31
FeK	02.10	00.76

Diagramm 3: Chemische Elementverteilung historischer Sandstein



Element	Wt %	At %
C K	04.26	07.10
O K	48.56	60.80
MgK	00.17	00.14
AlK	04.62	03.43
SiK	36.41	25.97
K K	02.54	01.30
CaK	00.16	00.08
FeK	03.27	01.17

Diagramm 4: Chemische Elementverteilung neuer Sandstein Bruchfläche



Element	Wt %	At %
C K	05.90	09.47
O K	51.19	61.72
MgK	00.23	00.18
AlK	01.88	01.34
SiK	37.89	26.02
K K	00.93	00.46
CaK	00.81	00.39
FeK	01.18	00.41

Diagramm 5: Chemische Elementverteilung neuer Sandstein geschliffene Oberfläche mit erhöhten Gehalten an Kohlenstoff

5. Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen machen deutlich, dass der als neuer Bodenbelag eingebaute Sandstein eine wesentlich niedrigere Aufnahmekapazität für Feuchtigkeit besitzt als der historische Sandstein, welcher sich unterhalb des jetzigen Bodenbelages befindet. Feuchtigkeit aus dem Untergrund kann in dem Porensystem des historischen Sandsteins wie in einem Schwamm aufgenommen werden. Der neue Bodenbelag aus vergleichsweise dichtem Sandstein, mit einer durch den Schliff zusätzlich verdichteten Oberfläche, schließt im Bodenaufbau anfallende Feuchtigkeit wie durch einen Deckel ein und verhindert ein ausreichendes Ablüften. Die relativ schmalen Fugen lassen ein regelmäßiges Entweichen von Feuchtigkeit ebenfalls nicht zu. Die Versiegelung des historischen Untergrundes durch den Einbau des neuen dichten Sandsteins führt zu einer Anreicherung von Feuchtigkeit im Bodenaufbau. Die gemessenen Feuchtigkeitsgehalte lassen auf eine starke Durchfeuchtung des Bodenbelags schließen.

Im Bodenaufbau anfallendes Wasser reichert sich an mit allen wasserlöslichen Verbindungen des untersten Auffüllmaterials, der historischen Sandsteinplatten, des Verlegemörtels der neuen Sandsteinplatten und der neuen Sandsteinplatten selbst. Dringt das Wasser durch die Fugen und die neuen Sandsteinplatten an die Oberfläche, so muss es zwangsläufig zu den beobachteten Ausblühungen und Absandungen kommen.

Aufgrund der örtlichen geologischen und baulichen Situation ist davon auszugehen, dass Einwirkungen von Feuchtigkeit aus dem anstehenden Gelände und dem Baugrund auf das Kirchengebäude seit jeher vorhanden waren und mit verhältnismäßigem Aufwand nicht abgestellt werden können. Auch mit einem anderen Bodenaufbau würde sich dies nicht ändern.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit den neuen Sandsteinboden einschließlich der darunter befindlichen historischen Sandsteinplatten zurückzubauen, den Untergrund auszuheben und eine kapillarbrechende Auffüllung einzubauen. Darauf könnte ein neuer Boden aufgebaut werden. Hierbei wäre unbedingt zu beachten, dass in der kapillar brechenden Schicht anfallendes Wasser gezielt abgeleitet wird. Anderenfalls wäre zu erwarten, dass sich der neu geschaffene kapillar brechende Untergrund wie ein Becken mit Wasser füllt und zu gravierenden Schäden an der Bausubstanz führt. Die Maßnahme wäre durch einen ausgewiesenen Fachmann für Baustatik im Vorfeld zu prüfen und zu begleiten. Durch ein Auskoffern des Kirchenbodens könnte die gesamte Statik des Kirchengebäudes beeinträchtigt werden. Sollte auf diese Weise eine "Trockenlegung" des Kirchenbodens gelingen, könnte der veränderte Feuchtehaushalt des Gebäudes zu Setzungen und Rissbildungen in erheblichem Umfang führen. Die angesprochenen Maßnahmen wären daher mit äußerster Vorsicht und Sorgfalt zu prüfen und zu planen.

Unter den oben dargestellten Gegebenheiten erscheint es sinnvoll alternativ zu prüfen, ob die derzeitige Situation verbessert werden kann, indem ein Entweichen der Feuchtigkeit aus dem Untergrund ermöglicht wird. Hierbei wären insbesondere das Freilegen der abgedeckten Bereiche unterhalb der Bestuhlung sowie der verputzten Wandsockel anzudenken. Die Oberflächen der neuen Sandsteinplatten könnten möglicherweise mit geeigneten Bürstenmaschinen gereinigt und geöffnet werden, um ein besseres Ablüften der anfallenden Feuchtigkeit zu ermöglichen. Die genannten Maßnahmen können an repräsentativen Musterflächen erprobt werden.

6. Zusammenfassung

In vorliegendem Beitrag werden Feuchteflecken und Ausblühungen sowie Absandungen an den Oberflächen des Bodenbelags aus neu verlegtem Sandstein in einem historischen Kirchengebäude untersucht. Im Ergebnis sind die genannten Erscheinungen auf den Einbau eines vergleichsweise dichten neuen Sandsteins über dem historischen Sandsteinboden zurückzuführen. Anfallende Feuchtigkeit wird im Belagsaufbau eingeschlossen und kann nicht in ausreichendem Maße an die Raumluft abgegeben werden. Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation werden aufgezeigt.

Innenfassaden vor Luftspalt aus Beton-, Naturwerkstein und Feinsteinzeug

Alfred Stein

1 Einführung

Innenfassaden aus Beton- und Naturwerkstein werden sowohl mit angemörtelten Fassadenplatten als auch als verankerte und Konstruktionen mit Luftspalt ausgeführt. Für Innenfassaden sind zwar Merkblätter [1], [2] vorhanden, die Art der konstruktiven Ausführung und die Beanspruchung der Fassadenplatten sind jedoch nicht geregelt.

Die Ausführung der Innenfassaden ist handwerklich geprägt. Die Qualität der Ausführung kann erheblich variieren und lässt sich nicht ohne weiteres einvernehmlich beurteilen.

Größere Plattenformate werden vielfach hinterlüftet ausgeführt und verankert bzw. befestigt. Als Verankerungs- und Befestigungssysteme (Bilder 2 bis 4) kommen Konstruktionen zur Anwendung, wie sie beispielsweise bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen (DIN 18516) üblich sind. Die Anforderungen an die Verankerung und Befestigung entsprechend DIN 18516 sind jedoch für Innenfassaden nicht bindend.

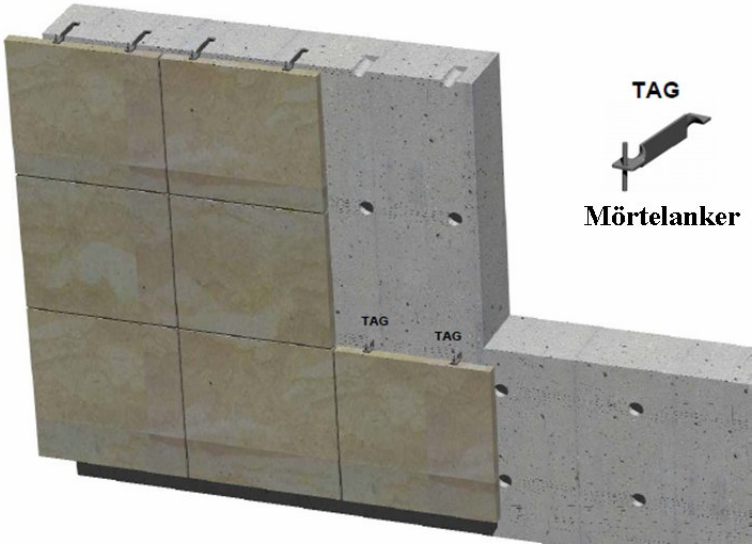


Bild 1: Fassadenkonstruktion

In den Teilen 3 und 5 der DIN 18516 sind Mindestdicken für senkrechte Fassaden und Untersichten bindend vorgeschrieben. Bei Innenfassaden mit Luftspalt (Hinterlüftung) werden diese Mindestdicken vielfach unterschritten. So finden sich in beiden Regelwerken [1], [2] eine Mindestdicke von 20 mm für senkrechte Platten. Für Untersichten wird die Mindestdicke der Fassadenplatten im Merkblatt des BIV von der Schlankheit Platten (Stützweite / Plattendicke) abhängig gemacht. Im Merkblatt BTI 2.4 des DNV [2] wird für Untersichten eine Mindestdicke von 40 mm vorgeschrieben. Eine generelle Festlegung der Mindestdicke von 40 mm bei Untersichten ist nicht sinnvoll, da Materialien mit geringen Festigkeitswerten mit Materialien mit hohen Festigkeitswerten gleich behandelt werden. Die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit einer Untersichtsplatte sind abhängig von der Art der

Befestigung, dem Plattenformat und der Materialfestigkeit. Dies wird im Merkblatt des BIV [1] berücksichtigt.
Die Befestigung von Fassadenplatten sollte mit bewährten und geregelten Befestigungen erfolgen. Dies sind die Dornbefestigung, die Steckdornbefestigung, die Nutlagerung und der Hinterschnittanker. Eine Befestigung mit Hinterschnittankern führt im Regelfall zur geringsten Beanspruchung der Fassadenplatte.

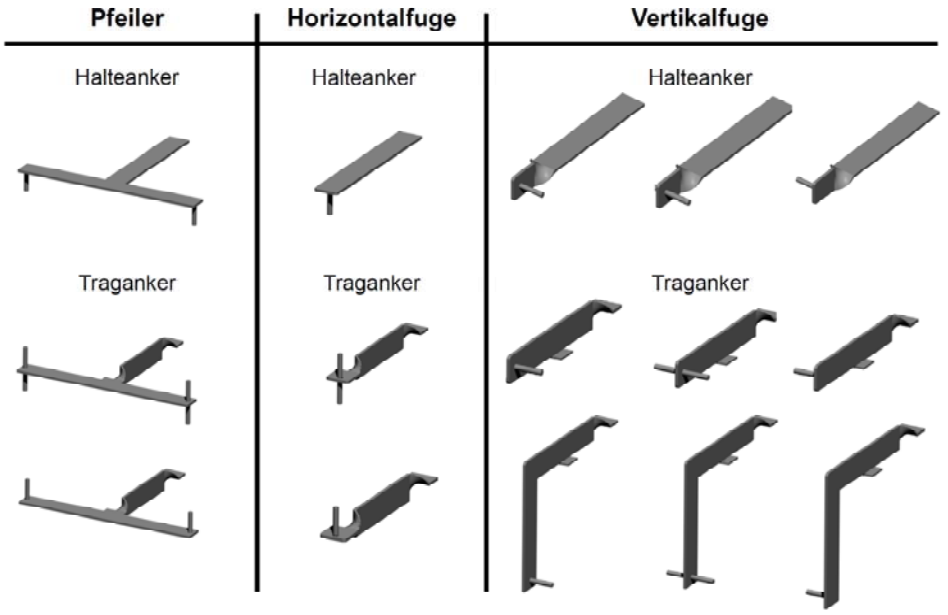


Bild 2: Mörtelanker

Bild 3: Mörtelverankerung

Bild 4: Unterkonstruktion

Eine Verankerung der Fassadenplatten an der Wand kann sowohl mit Mörtelankern als auch mit einer Unterkonstruktion (Bilder 3 und 4) erfolgen. Der Aufwand für eine Mörtelverankerung ist von der Qualität der Wand (Beton, Mauerwerk, Festigkeit) abhängig und sollte nicht unterschätzt werden.

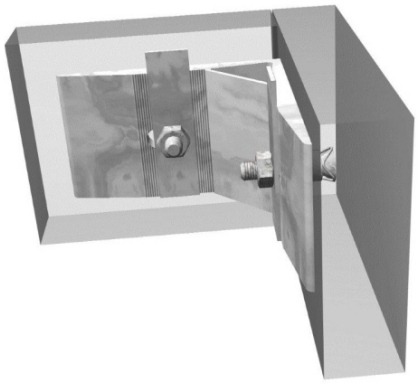


Bild 5: Befestigung mit Hinterschnittdübel

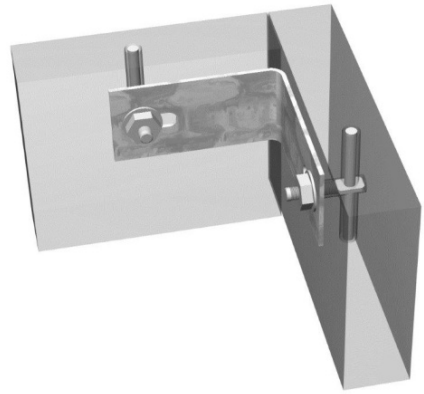


Bild 6: Befestigung mit Steckdorn

Für die Befestigung von Leibungen sind zwei Verbindungselemente, wie z.B. Winkelverbindungen erforderlich, da mit einem Verbindungselement der Nachweis der Tragfähigkeit nicht geführt werden kann.
Die Befestigung von Leibungen kann sowohl mit Steckdornen als auch mit Hinterschnittdübeln erfolgen. Varianten der konstruktiven Ausführung sind aus den Bildern 7 bis 10 ersichtlich. Eine Befestigung mit Spreizdübeln ist nicht zulässig, da eine Spaltung der Platten nicht ausgeschlossen werden kann.

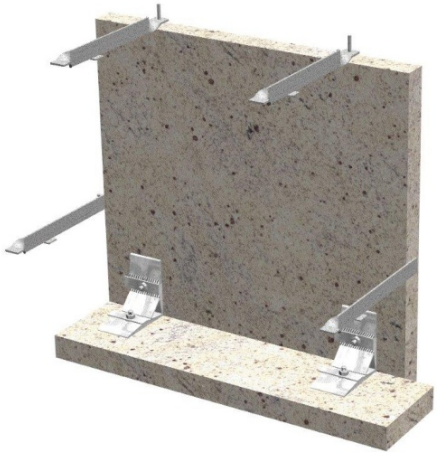


Bild 7: Platte mit Sturzleibung

Bild 8: Platte mit Seitenleibung

Bild 9: Fassadenkonstruktion

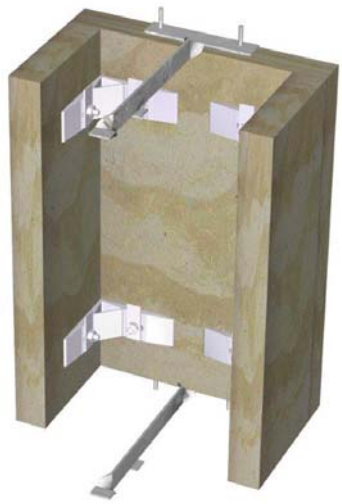


Bild 10: Pfeilerbekleidung

2 Einwirkungen auf Innenwände

Fassaden im Innenbereich von Gebäuden werden durch die übliche Nutzung und Unterhaltung von Gebäuden beansprucht. Dies kann z.B. das Anlehnen von Personen, der Andruck von Personen im Bereich von Fluchtwegen oder das Anstellen von Leitern sein. Eine Festlegung der Größe der Beanspruchung durch die beschriebene Nutzung findet sich nicht in der DIN EN 1991-1-1.

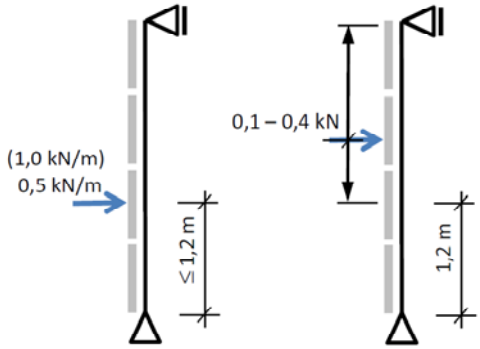


Bild 11: Belastung in Anlehnung an DIN 4103-1

Hinweise auf die Beanspruchung von Innenwände finden sich in der DIN 4103-1 (Nichttragende innere Trennwände). Die in diesem Regelwerk angegebenen Belastungen stellen die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit sicher. Diese Belastung, ausgenommen die Konsolbelastung, kann auch für die Beurteilung der Standsicherheit von Innenfassaden mit Luftspalt übernommen werden.

In Anlehnung an DIN 4103-1 kann entsprechend der Nutzung die Beanspruchung von Innenfassaden in zwei Einbaubereiche unterschieden werden.

Einbaubereich 1: (0,5 kN/m)
Bereiche mit geringer Menschenansammlung, wie sie z. B. in Wohnungen, Hotel-, Büro- und Krankenräumen und ähnlich genutzten Räumen einschließlich der Flure vorausgesetzt werden müssen.
Einbaubereich 2: (1,0 kN/m)
Bereiche mit großer Menschenansammlung, wie sie z. B. in größeren Versammlungsräumen, Schulräumen, Hörsälen, Ausstellungs- und Verkaufsräumen und ähnlich genutzten Räumen vorausgesetzt werden müssen.

Diese Linienbelastung ist bis zu einer Höhe von 1,2 m zu berücksichtigen. Ebenfalls ist gegebenenfalls eine Anleiterlast zu berücksichtigen. Diese Belastung kann je nach Neigung der Leiter zwischen 0,1 kN und 0,4 kN liegen. Der Bereich der Anleiterlast ist auf einen Höhenbereich von 1,2 m bis 7,0 m zu beschränken.

3 Bemessung von Fassadenplatten

Die Bemessung von Innenfassaden erfolgt in gleicher Weise wie bei Außenfassaden. Es ist der Nachweis der Tragfähigkeit der Fassadenplatte, der Befestigung und der Verankerung zu führen. Lediglich in der Art der Belastung unterscheiden sich Innen- und Außenfassaden.
Für die Fassadenplatte wird der Nachweis für die Biegespannung geführt. Für die Befestigung ist nachzuweisen, dass die Tragfähigkeit der Befestigung größer als die Belastung ist.
Der Nachweis der Biegespannungen in der Fassadenplatte erfolgt vielfach mit Hilfe von Bemessungsdiagrammen. Abhängig von der Plattengeometrie und der Lage der Befestigung kann der Momentenbeiwert mit Hilfe von Bemessungsdiagrammen ermittelt werden. Aus der Gesamtbelastung und dem Momentenbeiwert ermittelt sich das Biegemoment in der Platte.

Beton- und Naturwerkstein:

$$\mathbf{m_{Ek}} = \alpha \cdot K \qquad (1)$$

Feinsteinzeug mit Hinterschnittverankerung:

$$\mathbf{m_{Ek}} = \alpha \cdot f_{Erh.} \cdot K \qquad (2)$$

$$f_{Erh.} = \frac{\sigma_{Rk}}{30} \qquad (3)$$

Entsprechend den Zulassungen von Hinterschnittverankerung für Feinsteinzeug ist für das verwendete Rechenmodell eine Kalibrierung von Versuch und Berechnung erforderlich. Für die angegebenen Diagramme kann die Anpassung für Feinsteinzeug mit einem Erhöhunsfaktor entsprechen Gleichung (3) erfolgen.

m_{Ek} = charakteristisches Biegemoment (Nm/m)
α = Momentbeiwert
K = charakteristische Gesamtbelastung der Fassadenplatte (N)

$f_{Erh.}$ = Erhöhungsfaktor für Feinsteinzeug
σ_{Rk} = charakteristischer Widerstand der Biegefestigkeit (Feinsteinzeug)

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} \quad (4)$$

Linienbelastung : $K = 1000 \cdot q_k \cdot L$ (5)

Punktbelastung : $K = 1000 \cdot Q_k$ (6)

$$\sigma_{Ed} = \gamma_F \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} \quad (7)$$

q_k = charakteristische Linienlast (kN/m)
L = horizontale Plattenlänge (m)
Q_k = charakteristische Punktbelastung (kN)
$\sigma_{Ek.}$ = charakteristische Biegespannung (N/mm^2)
γ_F = Teilsicherheitsfaktor für die Einwirkung
$\sigma_{Ed.}$ = Bemessungswert der Biegespannung (N/mm^2)

Für die Ermittlung der Momentenbeiwerte sind für drei verschiedene Lagerungsarten in den Bildern 18 bis 33 Diagramme dargestellt. Hierbei wird unterschieden in Dorngelagerte Platten in der Vertikalfuge oder Horizontalfuge sowie in Platten mit Steckdorn oder Hinterschnittdübel als Befestigung.

$$\frac{L}{H} \quad \text{bzw.} \quad \frac{H}{L} \quad (8)$$

Der größere Wert ist maßgebend.

Für dorngelagerte Platten ergibt sich die maßgebende Linie aus dem Verhältnis Randabstand Dorn zur Seitenlänge der Platte.

$$\frac{E}{H} \quad \text{bzw.} \quad \frac{E}{L} \quad (9)$$

Für Platten mit Steckdorn- bzw. Hinterschnittbefestigung erfolgt die Diagrammauswahl über das Verhältnis vom horizontalen Randabstand der Befestigung zur horizontalen Seitenlänge der Platte.

$$\frac{E_L}{L} \quad (10)$$

Die maßgebende Linie ergibt sich aus dem Verhältnis des vertikalen Randabstands der Befestigung zur vertikalen Seitenlänge der Platte.

$$\frac{E_H}{H} \qquad (11)$$

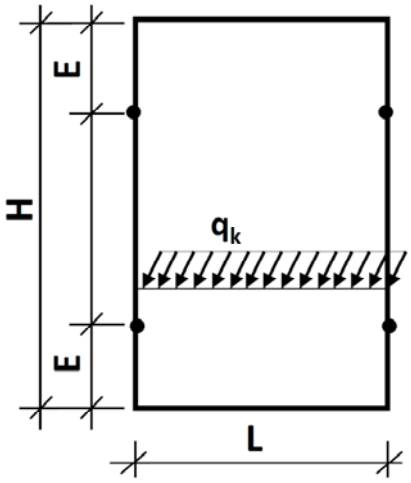


Bild 12: Linienlast, Verankerung in der Vertikalfuge

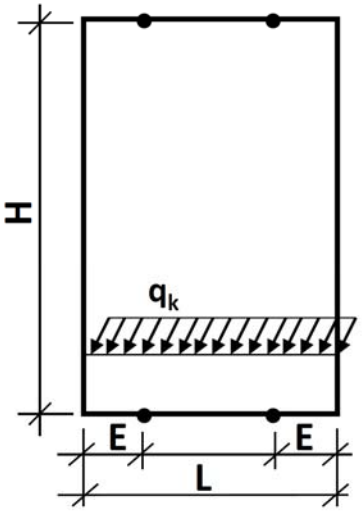


Bild 13: Linienlast, Verankerung in der Horizontalfuge

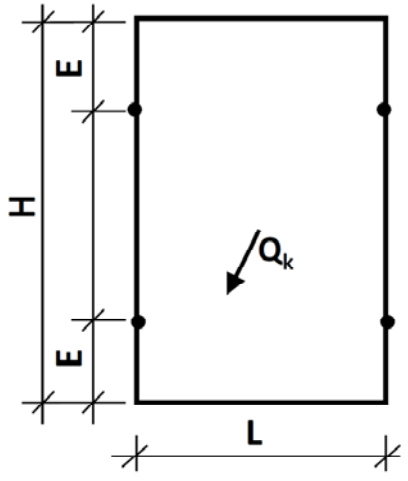


Bild 14: Punktbelastung, Verankerung in der Vertikalfuge

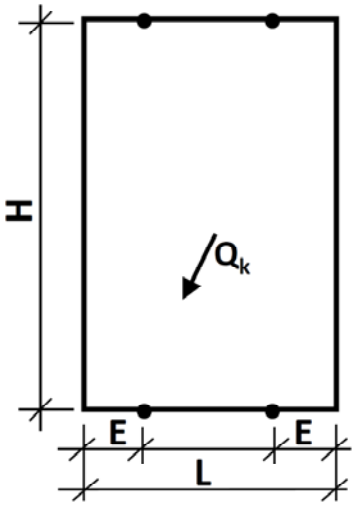


Bild 15: Punktbelastung, Verankerung in der Horizontalfuge

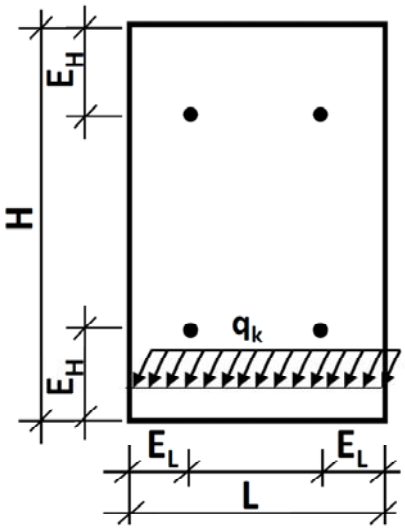


Bild 16: Linienlast

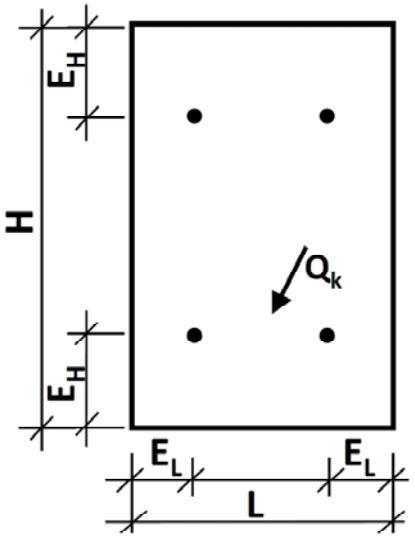


Bild 17: Punktbelastung

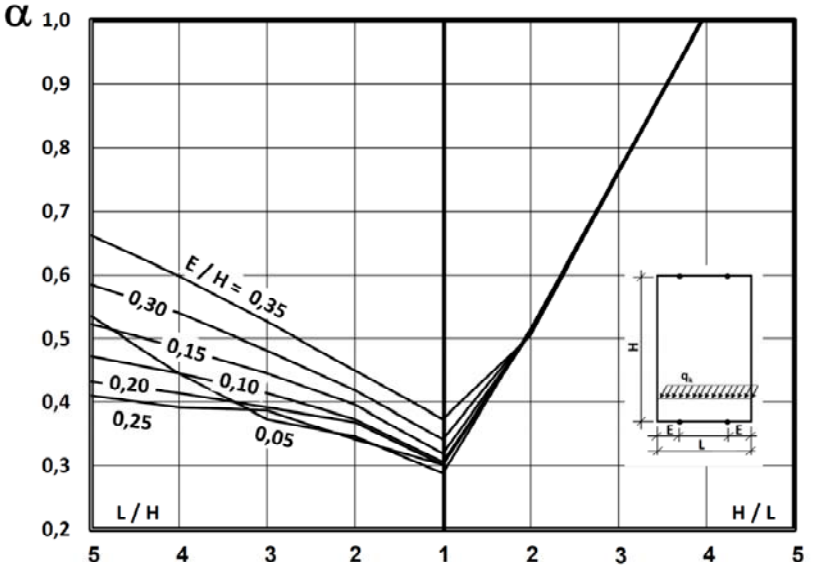


Bild 18

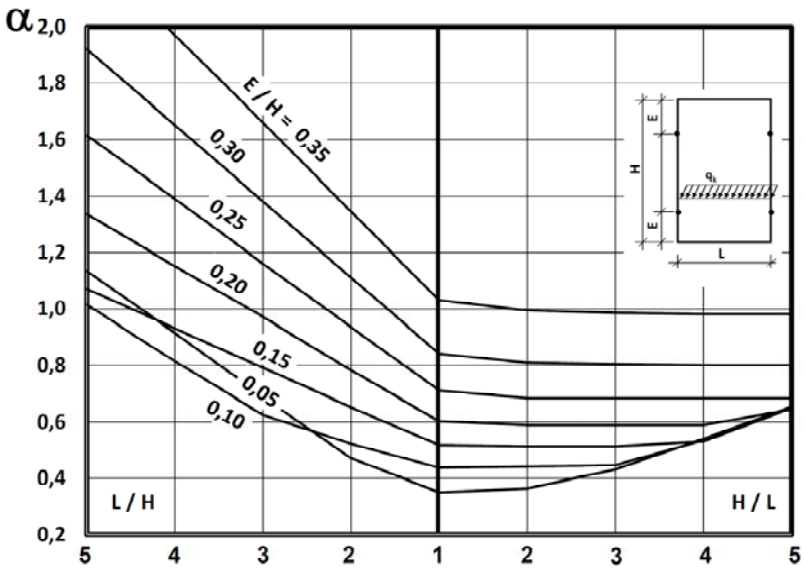


Bild 19

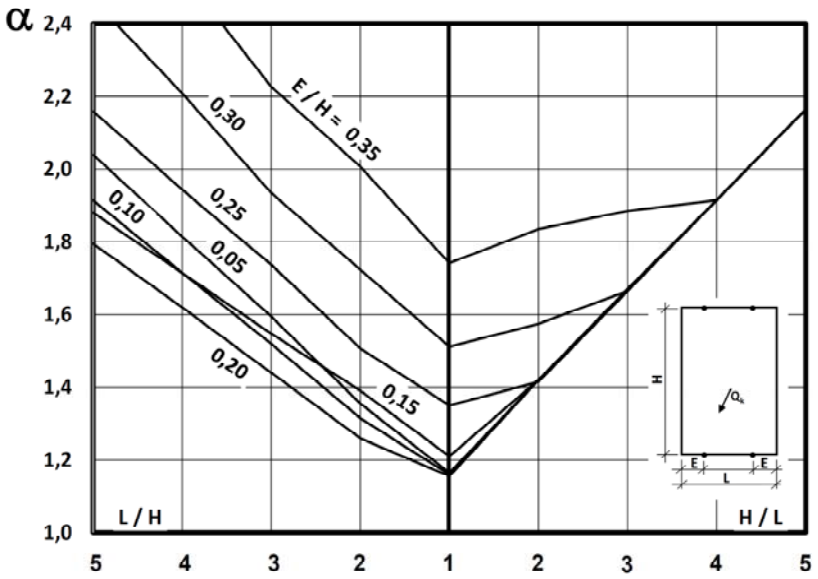


Bild 20

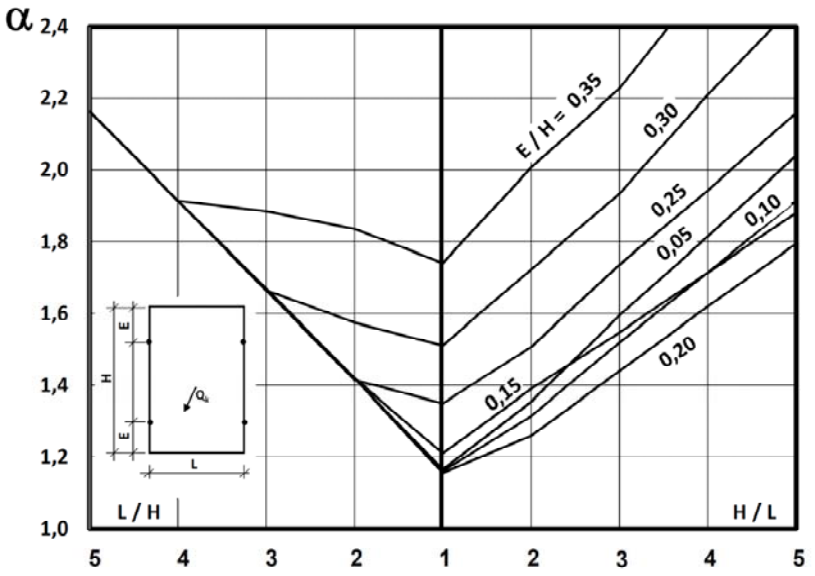


Bild 21

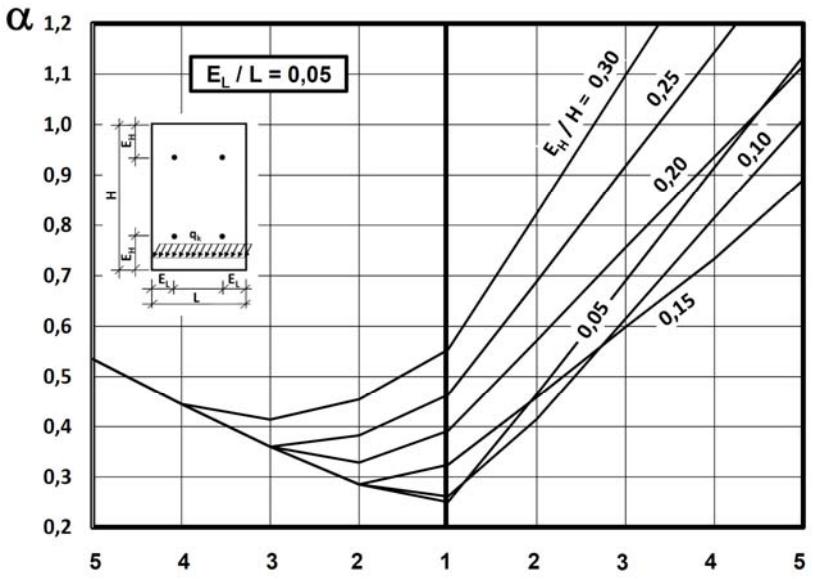


Bild 22

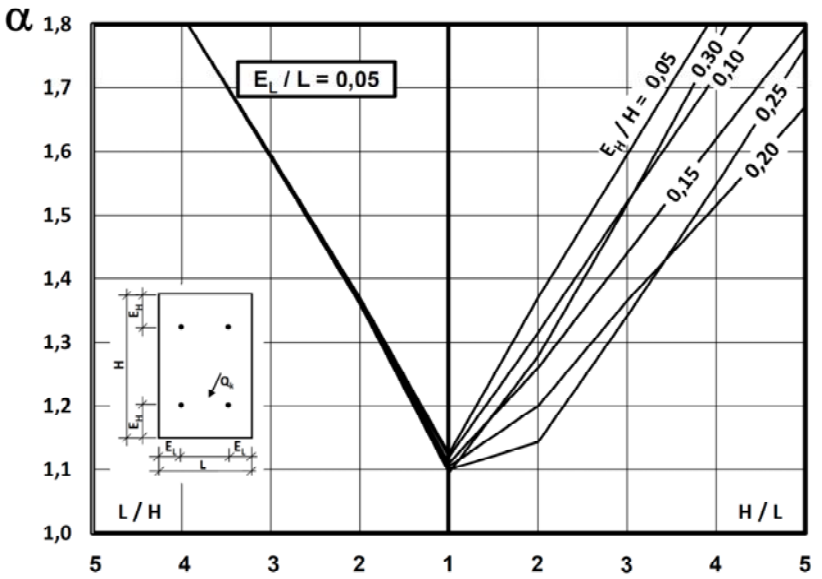


Bild 23

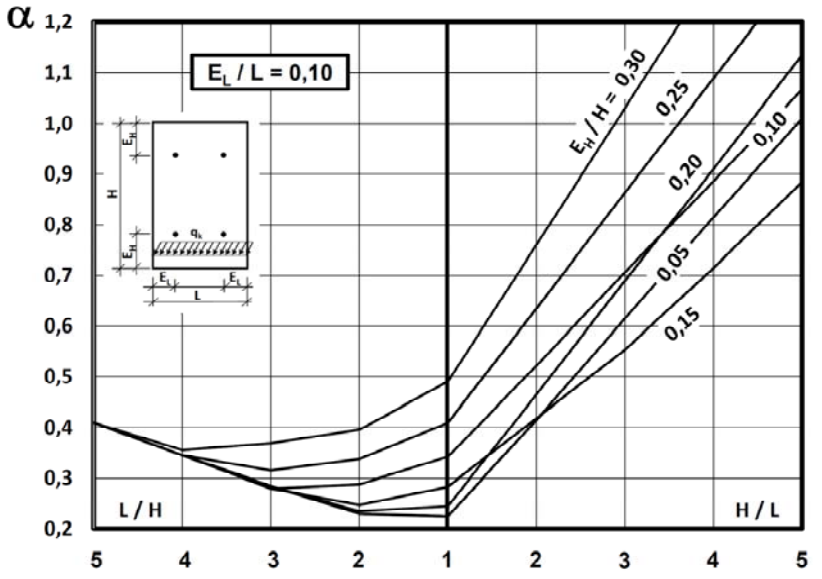


Bild 24

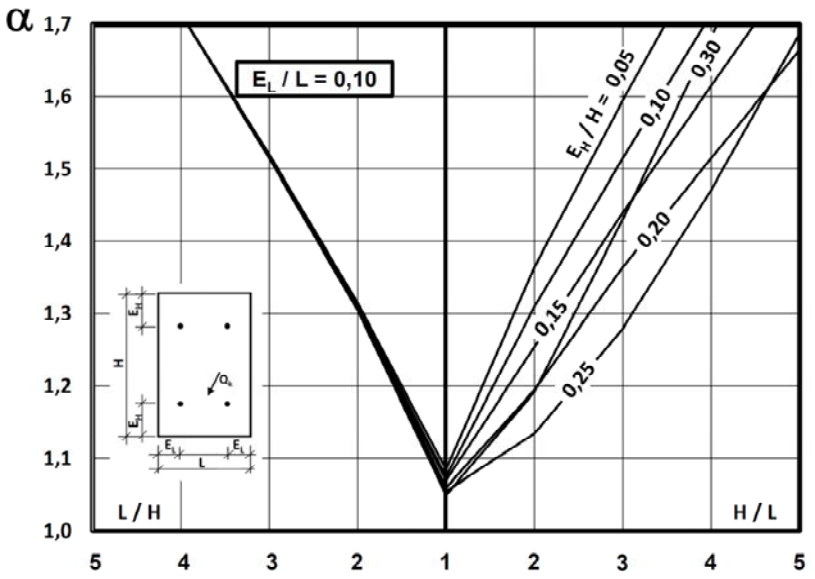


Bild 25

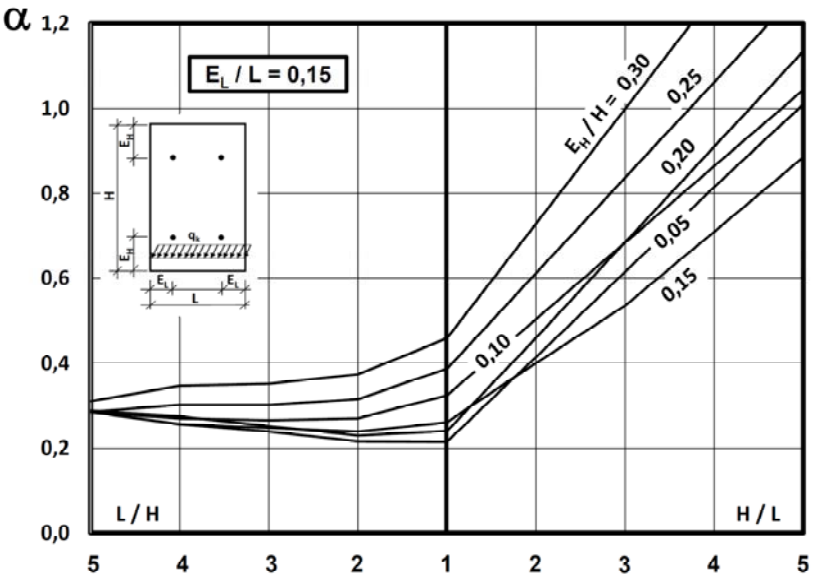


Bild 26

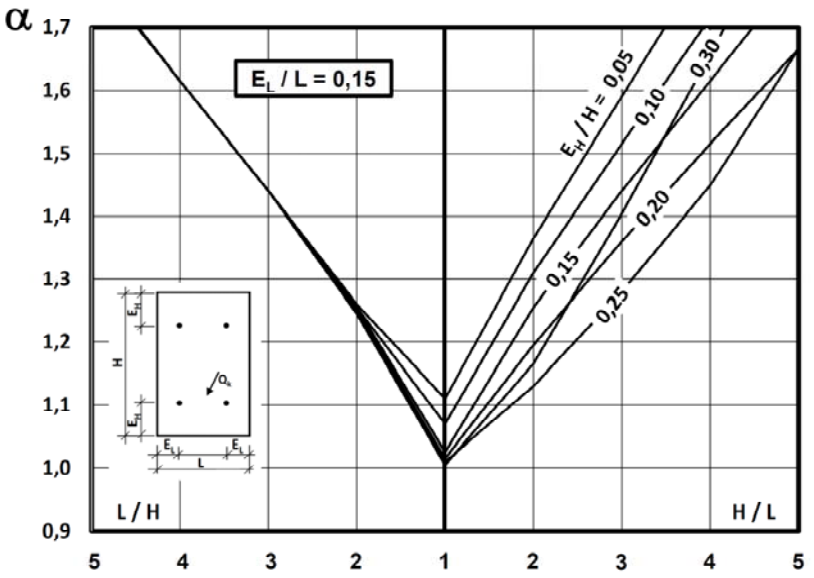


Bild 27

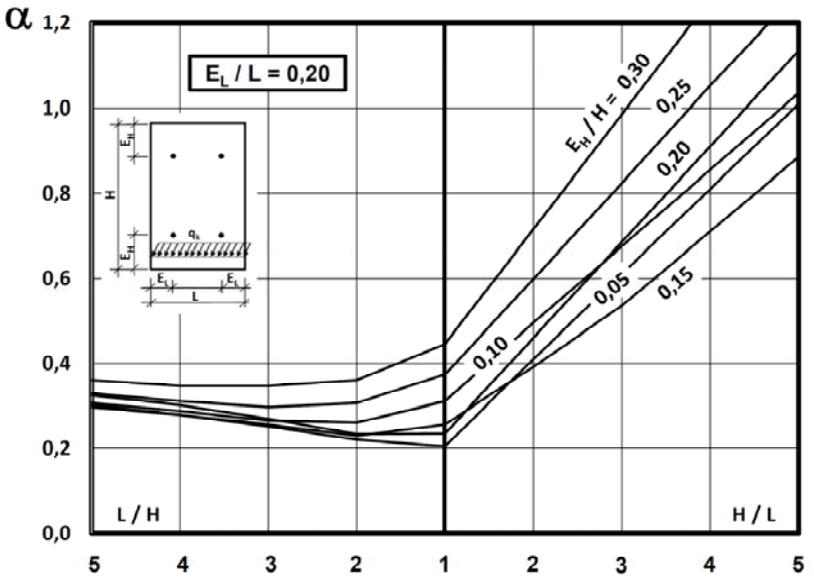


Bild 28

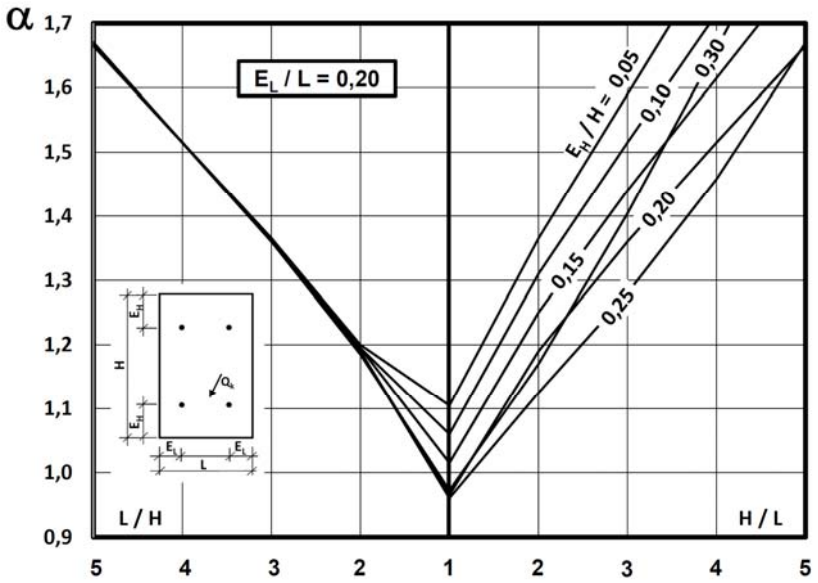


Bild 29

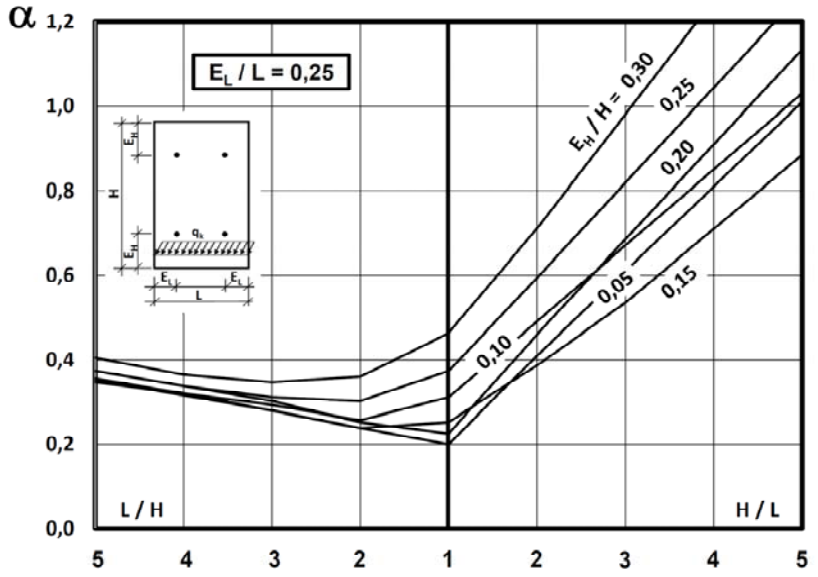


Bild 30

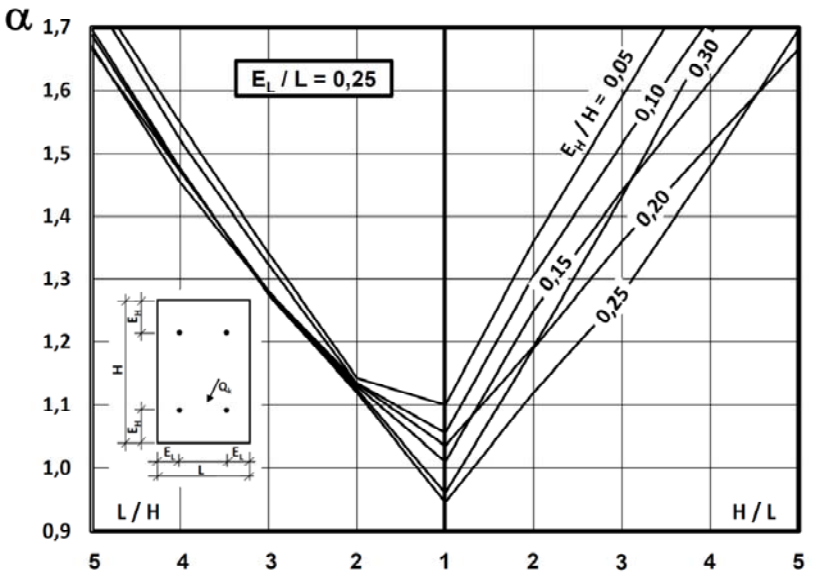


Bild 31

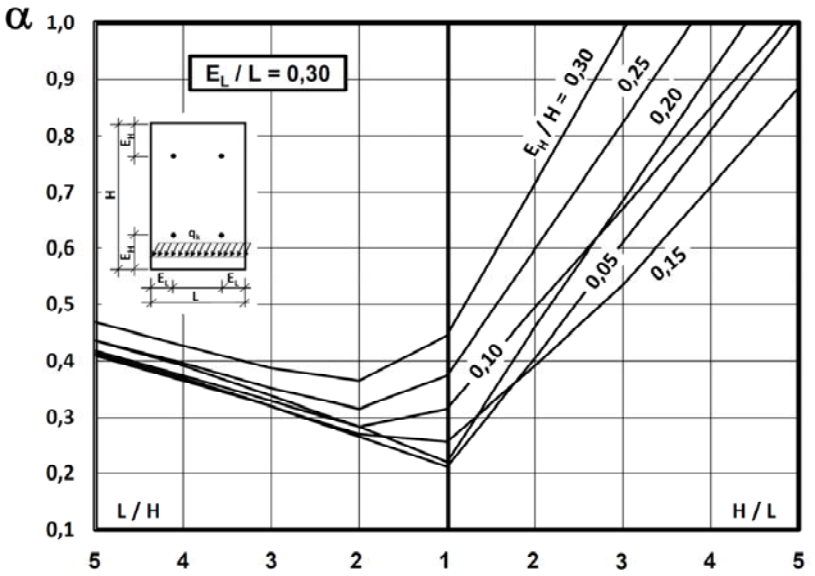


Bild 32

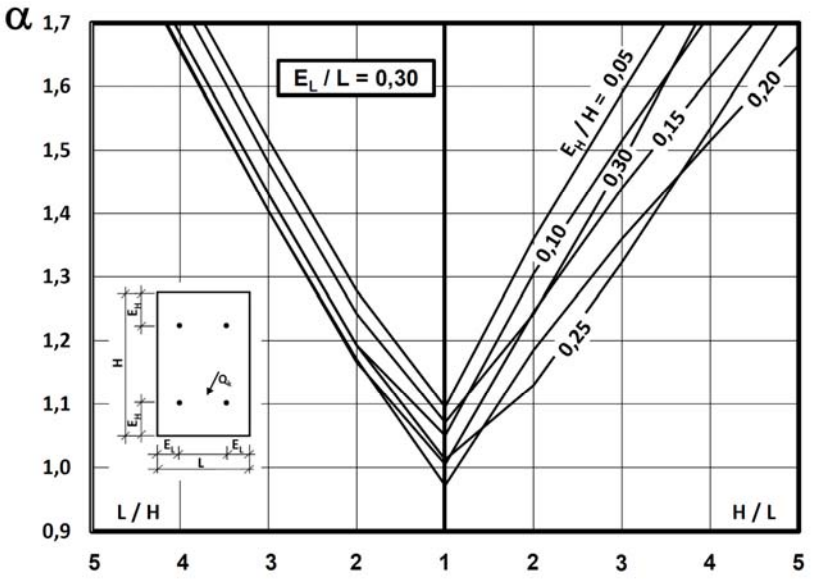


Bild 33

Die Beanspruchung der Befestigung kann vereinfachend über Gleichgewichtsbetrachtungen ermittelt werden. Für die drei unterschiedlichen Systeme ergibt sich die Beanspruchung der Befestigung zu:

Verankerung in der Horizontalfuge:

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot 1000 \qquad (12)$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E}{L - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (13)$$

Verankerung in der Vertikalfuge:

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E}{H - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (14)$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E}{H - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (15)$$

Hinterschnitt- oder Steckdornbefestigung:

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \qquad (16)$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_L}{L - 2 \cdot E_L}\right) \cdot 1000 \qquad (17)$$

oder

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \qquad (18)$$

Bei der Befestigung der Fassadenplatten mit Steckdornen oder Hinterschnittdübeln ist der Nachweis der Querzugtragfähigkeit der Befestigung erforderlich. Die Querzugbeanspruchung der Befestigung resultiert aus dem Gewicht der Fassadenplatte.

$$V_{Ed} = \frac{\gamma_F \cdot \rho \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} = \frac{1{,}35 \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} \qquad (19)$$

$N_{Ed,L}$ = Bemessungskraft der Befestigung aus Linienlast (N)
$N_{Ed,P}$ = Bemessungskraft der Befestigung aus Punktlast (N)
q_k = charakteristische Linienlast (kN/m)
Q_k = charakteristische Punktbelastung (kN)
L = horizontale Plattenlänge (m)
H = vertikale Plattenlänge (m)
E = Randabstand der Befestigung (m)
E_L = horizontaler Randabstand der Befestigung (m)
E_H = vertikaler Randabstand der Befestigung (m)
γ_F = Teilsicherheitsfaktor (1,35 bzw. 1,50) für die Einwirkung
ρ = Rohdichte des Beton- bzw. Naturwerksteins (kN/m^3)
d = Plattendicke (m)

Die Tragfähigkeit bzw. die Widerstände der Befestigung und der Platte werden über Materialprüfungen ermittelt.

σ_{Rk} = unterer Erwartungswert der Biegefestigkeit nach DIN V 18500 bzw. DIN EN 1469 bzw. DIN EN 14411 an 10 Probekörpern (5%-Quantil, Vertrauensniveau 75%, logarithmische Normalverteilung) ermittelt

N_{Rk} = unterer Erwartungswert des Widerstands des Ankerdorns gegen Ausbruch nach DIN EN 13364 bzw. DIN 18516-5 an 10 Probekörpern (5%-Quantil, Vertrauensniveau 75%, logarithmische Normalverteilung)

V_{Rk} = unterer Erwartungswert der Biegefestigkeit in Anlehnung an DIN 13364 an 10 Probekörpern (5%-Quantil, Vertrauensniveau 75%, logarithmische Normalverteilung) ermittelt

Bei Beton- und Naturwerkstein dürfen die mit einem Dorn mit 6 mm Durchmesser ermittelten Widerstandswerte auch für einen Dorn mit 5 mm Durchmesser verwendet werden.
Die Festigkeitswerte für verschiedene Naturwerksteine sind im Regelfall durch die Anwendung der Materialien bei Außenfassaden bekannt. Es ist jedoch zu beachten, dass Materialkennwerte erst für Platten ab einer Dicke von 30 mm vorliegen. Für Platten mit geringeren Dicken sind die Materialkennwerte versuchstechnisch zu ermitteln. Auf der Basis der Grundlagen der Befestigungstechnik kann die Tragfähigkeit der Befestigung für Platten mit einer Dicke zwischen 20 mm und 30 mm näherungsweise rechnerisch ermittelt werden.
Für Betonwerkstein können näherungsweise die charakteristische Biegefestigkeit und der charakteristische Widerstand der Befestigung über die Festlegung der Festigkeitsklasse ermittelt werden. Der charakteristische Widerstand der Biegefestigkeit σ_{Rk} kann vereinfachend für Material mit einer Mindestrohdichte von 2300 kg/m^3 wie folgt angenommen werden:

Festigkeitsklasse	**Biegefestigkeit** [N/mm^2]		**charakteristischer Widerstand der Biegefestigkeit** σ_{Rk} [N/mm^2]
	$\sigma_{u,min}$	$\sigma_{u,mittel}$	σ_{Rk}
1	$\geq 4{,}0$	$\geq 5{,}0$	3,2
2	$\geq 4{,}8$	$\geq 6{,}0$	3,6

Tabelle 1: charakteristischer Widerstand der Biegefestigkeit (Betonwerkstein)

Der charakteristische Widerstand der Ausbruchlast N_{Rk} eines Ankerdorns bei Versagen durch Ausbruch an Ankerdornloch kann vereinfachend für Material mit einer Mindestrohdichte von 2300 kg/m^3 wie folgt angenommen werden:

Festigkeitsklasse	**Biegefestigkeit** [N/mm²]		**charakteristischer Widerstands des Ankerdorns gegen Ausbruch N_{Rk}**		
			d = 30 mm	d = 40 mm	d = 50 mm
	$\sigma_{u,min}$	$\sigma_{u,mittel}$	[N]	[N]	[N]
1	≥ 4,0	≥ 5,0	610	940	1315
2	≥ 4,8	≥ 6,0	650	1010	1410

Tabelle 2: charakteristischer Widerstand der Ausbruchlast am Ankerdorn (Betonwerkstein)

Die Befestigung von Fassadenplatten aus Beton- und Naturwerkstein mit Hinterschnittankern erfordert eine Abstandsmontage (Bild 34) um die Dickentoleranzen der Fassadenplatten ausgleichen zu können.
Für Naturwerkstein sind die charakteristischen Widerstände der Hinterschnittverankerung am eingesetzten Material zu ermitteln. Dies kann auch für Betonwerkstein erfolgen.
Auf der Basis der Zulassung von Hinterschnittankern in Betonwerkstein können die Widerstände der Befestigung näherungsweise nach den Tabellen 3 bis 5 ermittelt werden.

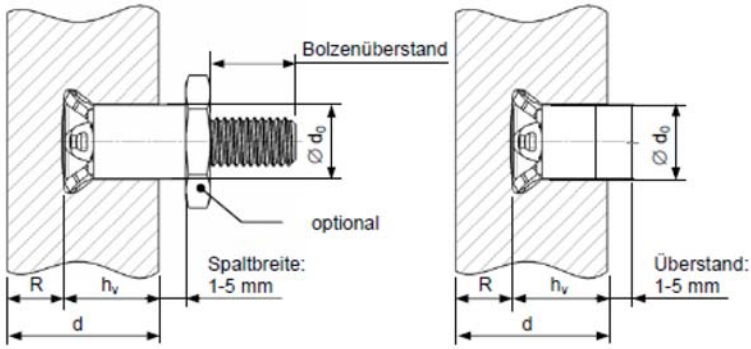


Bild 34: Hinterschnittdübel (System fischer)

Festigkeitsklasse	**Biegefestigkeit** [N/mm²]		**charakteristischer Widerstand des Hinterschnittankers (h_V = 15 mm) Druckbeanspruchung N_{Rk}**		
			d = 30 mm	d = 40 mm	d = 50 mm
	$\sigma_{u,min}$	$\sigma_{u,mittel}$	[N]	[N]	[N]
1	≥ 4,0	≥ 5,0	1780	3830	3830
2	≥ 4,8	≥ 6,0	1920	4130	4130

Tabelle 3: charakteristischer Widerstand des Hinterschnittankers für Betonwerkstein

Festigkeits-klasse	**Biegefestigkeit** [N/mm²]		**charakteristischer Widerstands des Hinterschnittankers (h_V = 15 mm, Randabstand 50 mm) Querzugbeanspruchung V_{Rk}**				
			d = 30 mm	d = 35 mm	d = 40 mm	d = 45 mm	d = 50 mm
	$\sigma_{u,min}$	$\sigma_{u,mittel}$	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1	≥ 4,0	≥ 5,0	1670	2020	2360	2680	2680
2	≥ 4,8	≥ 6,0	1860	2250	2640	2880	2880

Tabelle 4: charakteristischer Widerstand des Hinterschnittankers für Querzug (Betonwerkstein)

Die Montage von Fassadenplatten mit einer Hinterschnittverankerung erfolgt im Regelfall auf einer Unterkonstruktion (Bild 35). Bei Fassadenplatten aus Feinsteinzeug erfolgt die Montage der Hinterschnittanker als Bündigmontage (siehe Bilder 36 und 37). Dies ergibt sich aus den geringen Dickentoleranzen von Feinsteinzeug.
Im Innenbereich werden die Hinterschnittdübel hauptsächlich auf Druck beansprucht. Dies führt dazu, dass nicht die Setztiefe des Hinterschnittankers sondern die Plattendicke maßgebend für die Druckbelastung des Hinterschnittankers ist.

Festigkeits-klasse	**Biegefestigkeit** [N/mm²]		**charakteristischer Widerstands des Hinterschnittankers (h_V = 15 mm, Randabstand 100 mm) Querzugbeanspruchung V_{Rk}**				
			d = 30 mm	d = 35 mm	d = 40 mm	d = 45 mm	d = 50 mm
	$\sigma_{u,min}$	$\sigma_{u,mittel}$	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1	≥ 4,0	≥ 5,0	2510	2680	2680	2680	2680
2	≥ 4,8	≥ 6,0	2800	2890	2890	2890	2890

Tabelle 5: charakteristischer Widerstand des Hinterschnittankers für Querzug (Betonwerkstein)

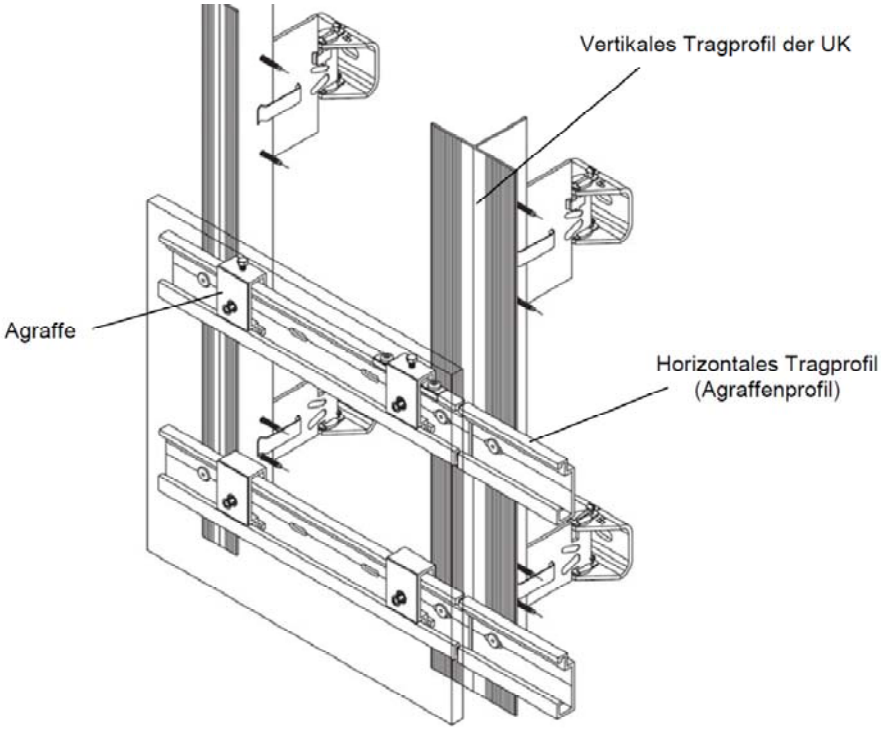


Bild 35: Beispiel für eine Unterkonstruktion

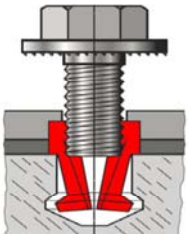


Bild 36: Montage (System KEIL)

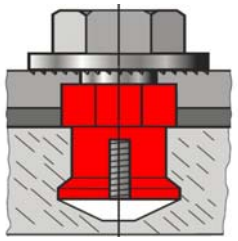


Bild 37: (System KEIL)

Die Querzugtragfähigkeit bleibt jedoch von der Setztiefe des Hinterschnittankers abhängig. Näherungsweise ergeben sich die charakteristischen Widerstände der Befestigung in Abhängigkeit von der Festigkeitsklasse des Feinsteinzeugs nach Tabelle 6.

Festigkeits -klassen	charakteristische Biegefestigkeit	charakteristischer Widerstand der Befestigung (Setztiefe h_S = 5,5 mm)		
		N_{Rk}		V_{Rk}
		Zug	Druck	
	[N/mm²]	[N]	[N]	[N]
A	35	1000	5400	2000
B	40	1100	5900	2100
C	45	1200	6500	2200

Tabelle 6: charakteristische Widerstände für Feinsteinzeug

Der Nachweis der Platte und der Befestigung erfolgt auf der Basis eines Teilsicherheitskonzeptes. Die Bemessungswerte der Einwirkung (Belastung) müssen kleiner als die Bemessungswiderstände der Platte bzw. der Befestigung sein.

$$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \quad (20)$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (21)$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{V_{Rk}}{1{,}80} \quad (22)$$

σ_{Rk} = charakteristischer Widerstand der Biegefestigkeit (N/mm²)
σ_{Rd} = Bemessungswiderstand der Biegefestigkeit (N/mm²)
N_{Rk} = charakteristischer Widerstand der Befestigung (zentr. Zug) (N)
N_{Rd} = Bemessungswiderstand der Befestigung (zentr. Zug) (N)
V_{Rk} = charakteristischer Widerstand der Befestigung (Querzug) (N)
V_{Rd} = Bemessungswiderstand der Befestigung (Querzug) (N)
γ_M = Teilsicherheitsfaktor der Materialfestigkeit

Vielfach liegen für Fassadenplatten mit einer Dicke kleiner 30 mm keine Werte für die Tragfähigkeit der Befestigung vor. Vereinfachend können auf den Prüfwerten für Platten mit einer Dicke von 30 mm und mehr und für Dorndurchmesser kleiner 6 mm die charakteristischen Widerstände (Tragfähigkeit) der Befestigung nach folgender Beziehung ermittelt werden.

$$N_{Rk,D} \approx N_{Rk,R} \cdot \sqrt{\frac{d_D}{d_{D,R}}} \cdot \left(\frac{d}{d_R}\right)^{1,5} \quad (23)$$

$$N_{Rd,D} = \frac{N_{Rk,D}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk,D}}{1{,}80} \quad (24)$$

$N_{Rk,R}$ = charakteristischer Widerstand der Referenzbefestigung (N)
$N_{Rk,D}$ = charakteristischer Widerstand der gewählte Befestigung (N)
d_D = gewählter Dorndurchmesser (mm)
$d_{D,R}$ = Dorndurchmesser der Referenzbefestigung (mm)
d = Plattendicke (mm)
d_R = Plattendicke der Referenzplatte (mm)

Der Nachweis der Platte und der Befestigung erfolgt auf der Basis eines Teilsicherheitskonzeptes. Die Bemessungswerte der Einwirkung (Belastung) müssen kleine als die Bemessungswiderstände der Platte bzw. der Befestigung sein.

Befestigung: $N_{Ed} \leq N_{Rd}$ (25)

$V_{Ed} \leq V_{Rd}$ (26)

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1{,}2$ (27)

Fassadenplatte: $\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd}$ (28)

4 Beispiele

4.1 Verankerung Horizontalfuge, Elementierung mit Halbverband

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 25 mm geplant. Die Befestigung soll mit Mörtelanker und einer Dorndicke von 4 mm erfolgen.
Für die Ausführung ist ein Naturwerkstein "Nero Impala Gabbro" vorgesehen. Entsprechend dem Prüfzeugnis ergeben sich folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 13,8 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 1928 N (d_R = 30 mm, $d_{D,R}$ = 6 mm)

Belastung: Einbaubereich 1 — q_k = 0,50 kN/m
Anleiterlast — Q_k = 0,20 kN

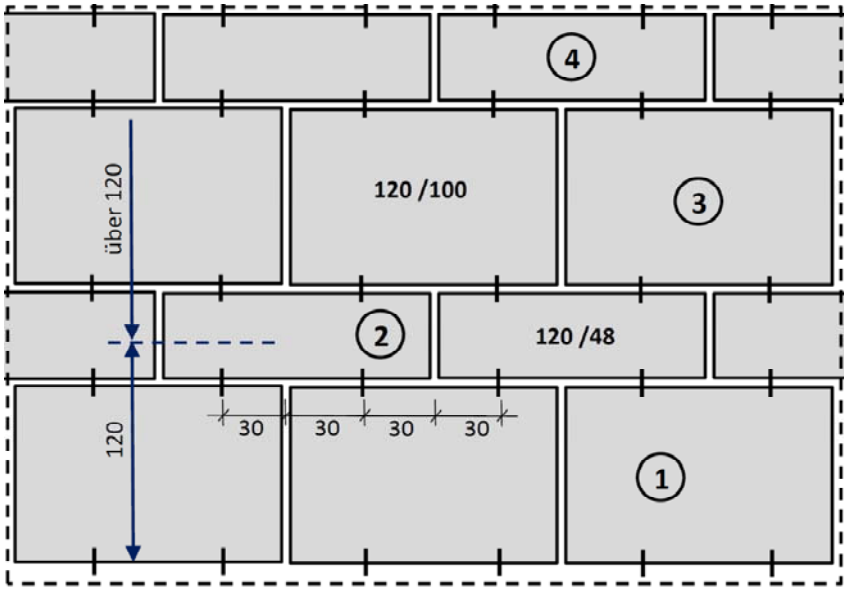


Bild 38: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Positionen (1) und (2) für eine Linienbelastung und für die Positionen (3) und (4) für eine Punktbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{L}{H} = \frac{120}{100} = 1{,}20 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 39 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}30$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 1{,}20 = 600 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}30 \cdot 600 = 180 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 180}{25^2} = 1{,}73 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 1{,}73 = 2{,}60 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

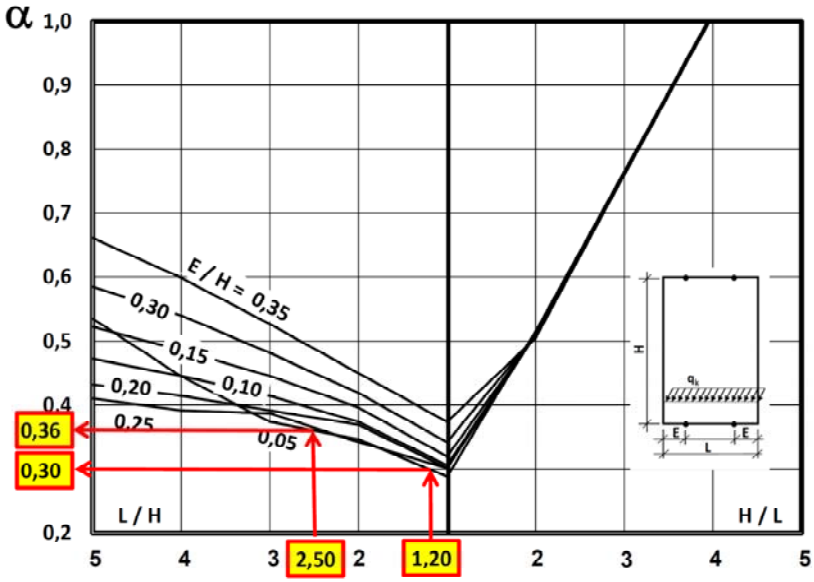


Bild 39: Momentenbeiwerte Linienbelastung

Nachweis Pos. (2)

$$\frac{L}{H} = \frac{120}{48} = 2{,}50 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 39 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}36$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 1{,}20 = 600 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}36 \cdot 600 = 216 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 216}{25^2} = 2{,}07 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}07 = 3{,}11 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

Nachweis Pos. (3)

$$\frac{L}{H} = \frac{120}{100} = 1{,}20 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 40 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}38$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \qquad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}38 \cdot 200 = 276 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 276}{25^2} = 2{,}65 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}65 = 3{,}97 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

Nachweis Pos. (4)

$$\frac{L}{H} = \frac{120}{48} = 2{,}50 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 40 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}62$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \qquad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}62 \cdot 200 = 324 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 324}{25^2} = 3{,}11 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 3{,}11 = 4{,}67 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

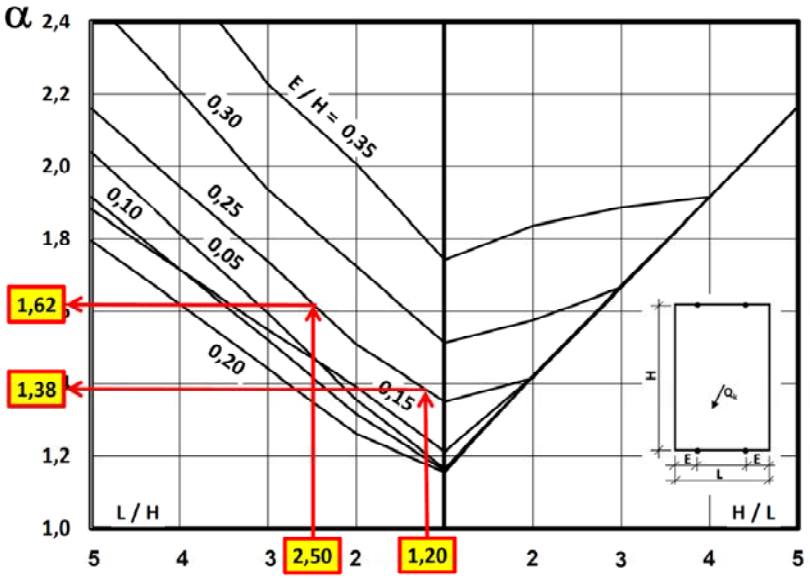


Bild 40: Momentenbeiwerte Punktbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot 1000 = 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{1{,}2}{2} \cdot 1000 \qquad (12)$$

$$= 450 \text{ N}$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E}{L - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (13)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{30}{120 - 2 \cdot 30}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 450 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte:

$$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \qquad (20)$$

$$= \frac{13{,}8}{1{,}80}$$

$$= 7{,}67 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \qquad (28)$$

$$4{,}67 \text{ N/mm}^2 \leq 7{,}67 \text{ N/mm}^2$$

Die Umrechnung der Dorntragfähigkeit für einen Dorn mit 4 mm Dicke und einer Plattendicke von 25 mm erfolgt näherungsweise mit folgender Beziehung:

$$N_{Rk,D} \approx N_{Rk,R} \cdot \sqrt{\frac{d_D}{d_{D,R}}} \cdot \left(\frac{d}{d_R}\right)^{1,5} \qquad (23)$$

$$= 1928 \cdot \sqrt{\frac{4}{6}} \cdot \left(\frac{25}{30}\right)^{1,5}$$

$$= 1928 \cdot 0{,}817 \cdot 0{,}761$$

$$= 1198 \text{ N}$$

$$N_{Rd,D} = \frac{N_{Rk,D}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk,D}}{1{,}80} \qquad (24)$$

$$= \frac{1198}{1{,}8}$$

$$= 666 \text{ N}$$

Befestigung: $N_{Ed} \leq N_{Rd}$ (25)

$450 \text{ N} \leq 666 \text{ N}$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 25 mm ausgeführt werden.

4.2 Verankerung Horizontalfuge, Elementierung mit Kreuzfuge

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 50 mm geplant. Die Befestigung soll mit Mörtelanker und Dornen erfolgen.

Für die Ausführung ist ein Betonwerkstein der Festigkeitsklasse 2 vorgesehen. Entsprechend Tabelle 1 und 2 ergeben sich näherungsweise folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 3,6 N/mm² (unterer Erwartungswert)

N_{Rk} = 1410 N

Belastung: Ausbaukategorie 2 — q_k = 1,00 kN/m

Anleiterlast — Q_k = 0,20 kN

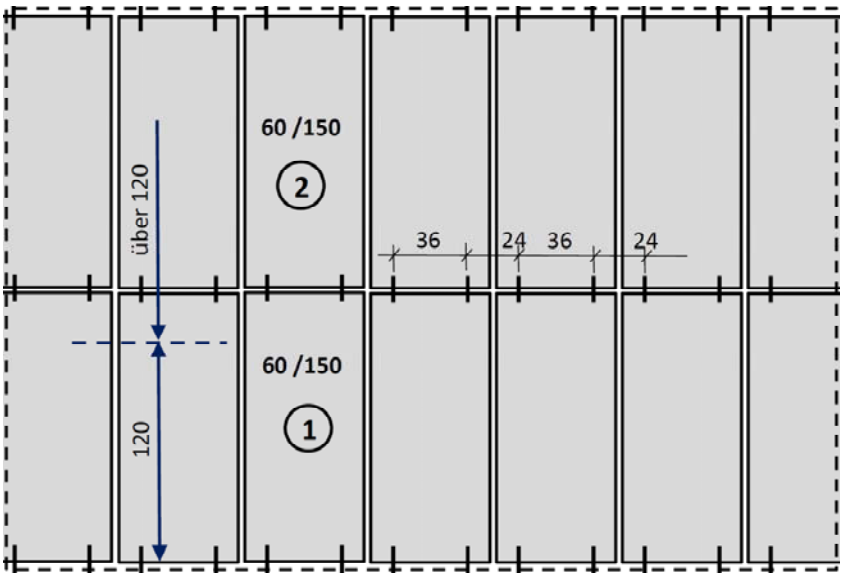


Bild 41: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Position (1) für eine Linienbelastung und für die Position (2) für eine Punktbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{L}{H} = \frac{150}{60} = 2{,}50 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{12}{60} = 0{,}20 \qquad (9)$$

Nach Bild 42 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}63$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}60 = 600\ \text{N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}63 \cdot 600 = 368\ \text{Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 368}{50^2} = 0{,}88\ \text{N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 0{,}88 = 1{,}32\ \text{N/mm}^2 \qquad (7)$$

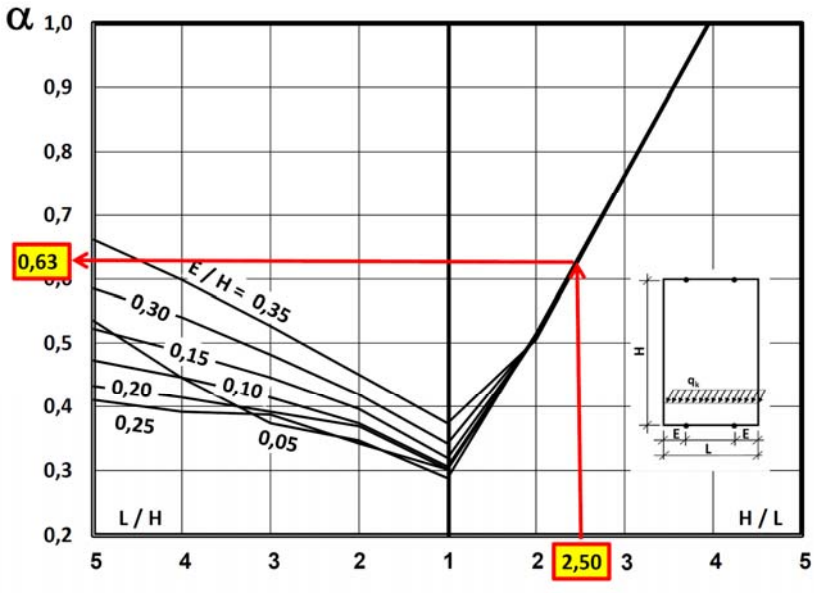


Bild 42: Momentenbeiwert Linienbelastung

Nachweis Pos. (2)

$$\frac{L}{H} = \frac{150}{60} = 2{,}50 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{12}{60} = 0{,}20 \qquad (9)$$

Nach Bild 43 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}54$$

.

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \qquad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}54 \cdot 200 = 308 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 308}{50^2} = 0{,}74 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 0{,}74 = 1{,}11 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

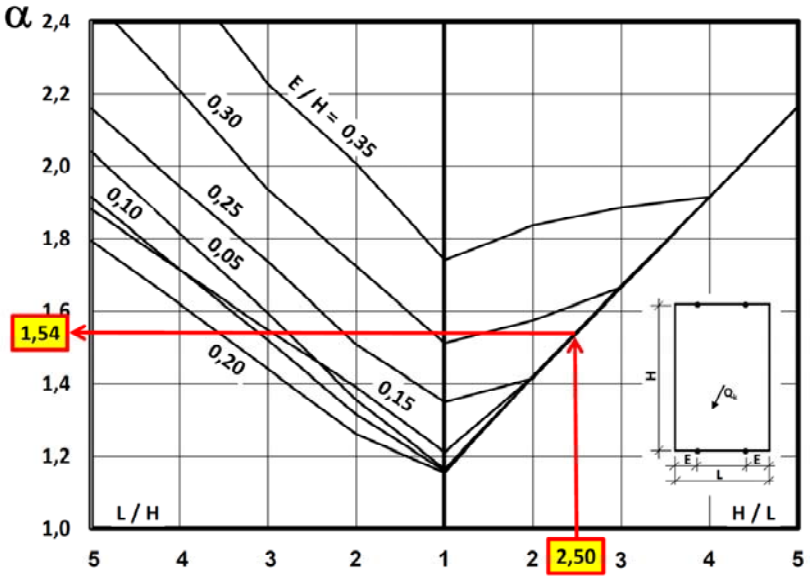


Bild 43: Momentenbeiwert Punktbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot 1000 = 1{,}50 \cdot 1{,}0 \cdot \frac{0{,}60}{2} \cdot 1000 \quad (12)$$

$$= 450 \text{ N}$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E}{L - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \quad (13)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{12}{60 - 2 \cdot 12}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 400 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte:

$$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \quad (20)$$

$$= \frac{36}{1{,}80}$$

$$= 2{,}00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \quad (28)$$

$$1{,}11 \text{ N/mm}^2 \leq 2{,}00 \text{ N/mm}^2$$

Befestigung:

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (24)$$

$$= \frac{1410}{1{,}8}$$

$$= 783 \text{ N}$$

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (25)$$

$$450 \text{ N} \leq 783 \text{ N}$$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 50 mm ausgeführt werden.

4.3 Verankerung Horizontalfuge, Elementierung im Halbverband

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 20 mm geplant. Die Befestigung soll mit Mörtelankern und Dornbefestigung erfolgen.

Für die Ausführung ist als Fassadenmaterial ein Gabbro-Naturwerkstein vorgesehen. Entsprechend dem Prüfzeugnis ergeben sich folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 16,0 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 2280 N (d_R = 30 mm, $d_{D,R}$ = 6 mm)

Belastung: Einbaubereich 1

q_k = 0,50 kN/m

Anleiterlast

Q_k = 0,20 kN

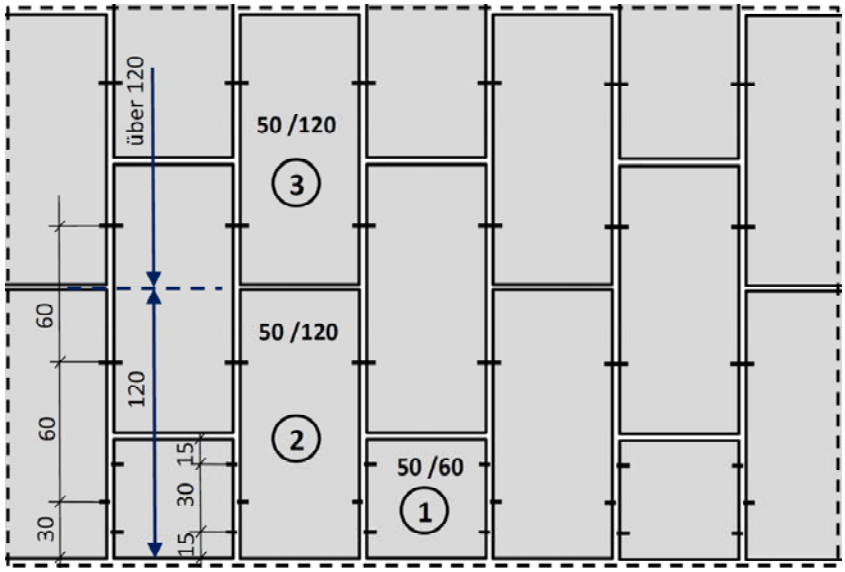


Bild 44: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Positionen (1) und (2) für eine Linienbelastung und für die Position (3) für eine Punktbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{H}{L} = \frac{60}{50} = 1{,}20 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{H} = \frac{15}{60} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 45 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}72$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}50 = 250 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}72 \cdot 250 = 180 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 180}{20^2} = 2{,}70 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}70 = 4{,}05 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

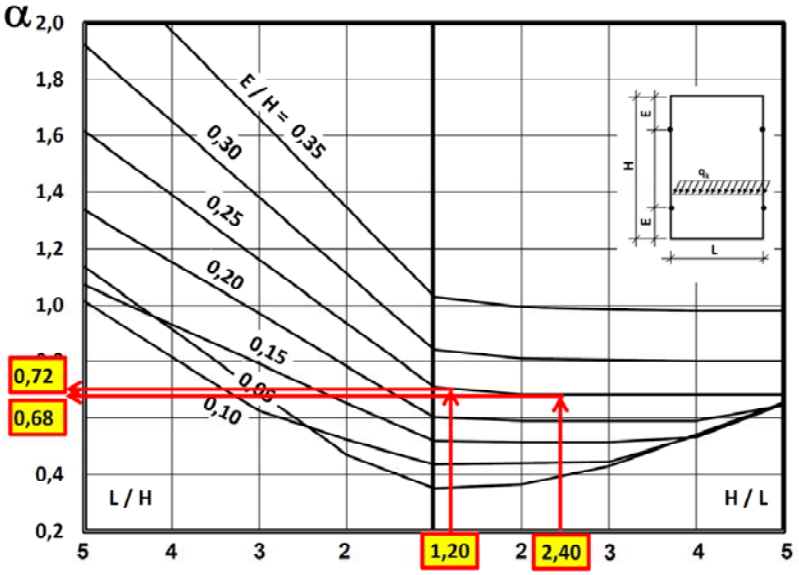


Bild 45: Momentenbeiwerte Linienbelastung

Nachweis Pos. (2)

$$\frac{H}{L} = \frac{120}{50} = 2{,}40 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{H} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 45 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}68$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}50 = 250 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}68 \cdot 250 = 170 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 170}{20^2} = 2{,}55 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}55 = 3{,}83 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

Nachweis Pos. (3)

$$\frac{H}{L} = \frac{120}{50} = 2{,}40 \qquad (8)$$

$$\frac{E}{H} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \qquad (9)$$

Nach Bild 46 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}60$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \qquad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}60 \cdot 200 = 320 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 320}{20^2} = 4{,}80 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 4{,}80 = 7{,}20 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

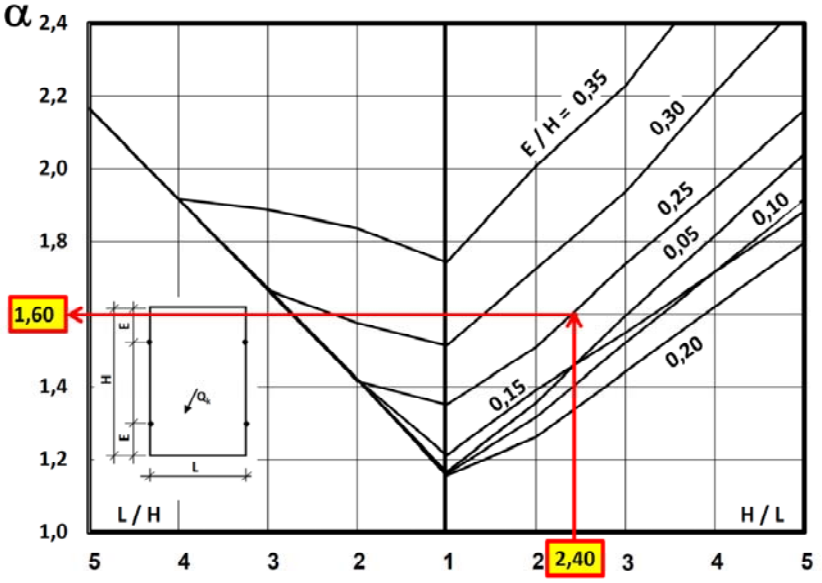


Bild 46: Momentenbeiwerte Linienbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E}{H - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (14)$$

$$= 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{0{,}5}{2} \cdot \left(1 + \frac{30}{120 - 2 \cdot 30}\right) \cdot 1000$$

$$= 563 \text{ N}$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E}{H - 2 \cdot E}\right) \cdot 1000 \qquad (15)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{30}{120 - 2 \cdot 30}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 450 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte: $\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80}$ (20)

$$= \frac{16{,}0}{1{,}80}$$

$$= 8{,}89 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \qquad (28)$$
$$7{,}20\ \text{N/mm}^2 \leq 8{,}89\ \text{N/mm}^2$$

Die Umrechnung der Dorntragfähigkeit für einen Dorn mit 4 mm Dicke und einer Plattendicke von 20 mm erfolgt näherungsweise mit folgender Beziehung:

$$N_{Rk,D} \approx N_{Rk,R} \cdot \sqrt{\frac{d_D}{d_{D,R}}} \cdot \left(\frac{d}{d_R}\right)^{1,5} \qquad (23)$$

$$= 2280 \cdot \sqrt{\frac{4}{6}} \cdot \left(\frac{20}{30}\right)^{1,5}$$
$$= 1932 \cdot 0{,}817 \cdot 0{,}544$$
$$= 1013\ \text{N}$$

$$N_{Rd,D} = \frac{N_{Rk,D}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk,D}}{1{,}80} \qquad (24)$$
$$= \frac{1013}{1{,}8}$$
$$= 477\ \text{N}$$

Befestigung: $N_{Ed} \leq N_{Rd}$ (23)
$563\ \text{N} \leq 563\ \text{N}$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 20 mm ausgeführt werden.

4.4 Verankerung mit Hinterschnitt, Elementierung mit Halbverband

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 20 mm geplant. Die Befestigung soll mit Hinterschnittankern und einer Unterkonstruktion erfolgen.
Für die Ausführung ist als Fassadenmaterial ein Kalkstein vorgesehen. Entsprechend dem Prüfzeugnis ergeben sich folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 13,8 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 3404 N (d = 20 mm, h_V = 10 mm)
V_{Rk} = 2012 N (d = 20 mm, h_V = 10 mm)
ρ = 27 kN/m³

Belastung: Einbaubereich 1 — q_k = 0,50 kN/m
Anleiterlast — Q_k = 0,20 kN

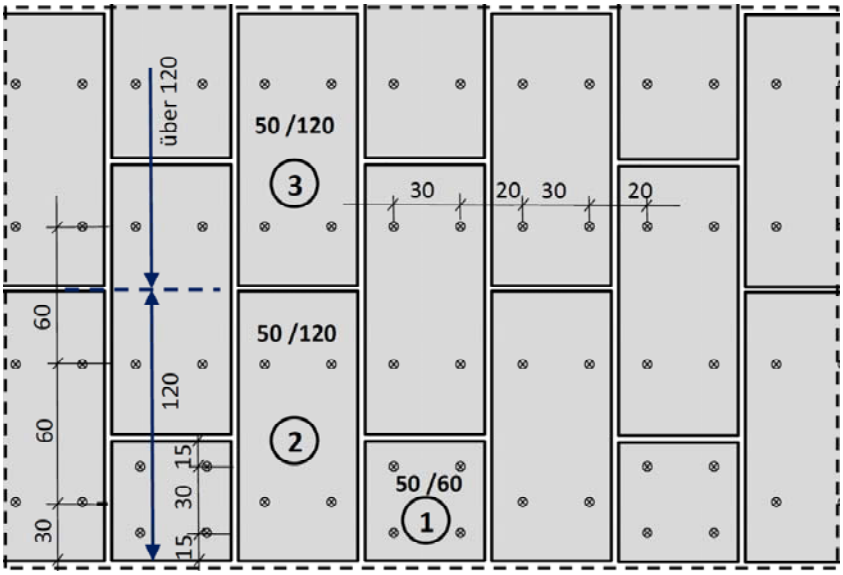


Bild 47: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Positionen (1) und (2) für eine Linienbelastung und für die Position (3) für eine Punktbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{H}{L} = \frac{60}{50} = 1{,}20 \qquad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{10}{50} = 0{,}20 \qquad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{15}{60} = 0{,}25 \qquad (11)$$

Nach Bild 48 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}43$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}50 = 250\ \text{N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}43 \cdot 250 = 108\ \text{Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 108}{20^2} = 1{,}62\ \text{N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 1{,}62 = 2{,}43 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

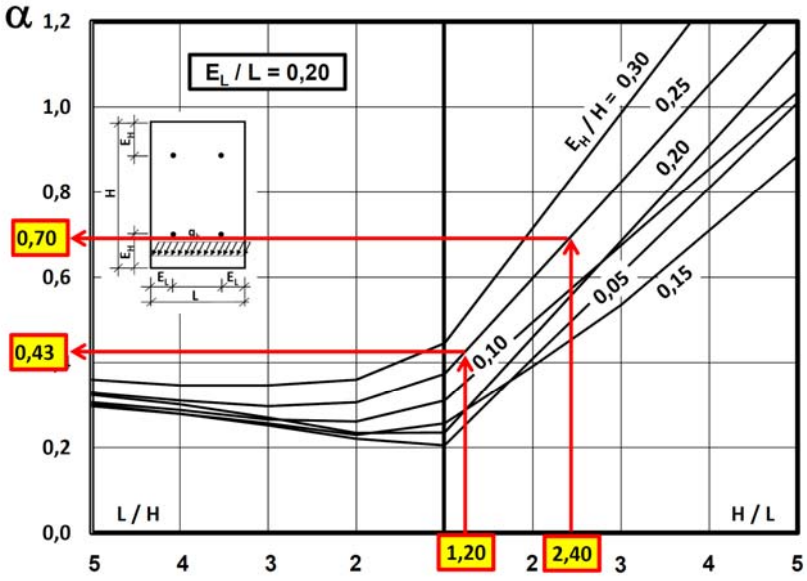


Bild 48: Momentenbeiwerte Linienbelastung

Nachweis Pos. (2)

$$\frac{H}{L} = \frac{120}{50} = 2{,}40 \quad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{10}{50} = 0{,}20 \quad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \quad (11)$$

Nach Bild 48 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}70$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}50 = 250 \text{ N} \quad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}70 \cdot 250 = 175 \text{ Nm/m} \quad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 175}{20^2} = 2{,}63 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}07 = 3{,}94 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

Nachweis Pos. (3)

$$\frac{H}{L} = \frac{120}{50} = 2{,}40 \quad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{10}{50} = 0{,}20 \quad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \quad (11)$$

Nach Bild 49 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}38$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \quad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}38 \cdot 200 = 276 \text{ Nm/m} \quad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 276}{20^2} = 4{,}14 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 2{,}65 = 6{,}21 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

Nachweis Pos. (4)

$$\frac{L}{H} = \frac{120}{48} = 2{,}50 \quad (8)$$

$$\frac{E}{L} = \frac{30}{120} = 0{,}25 \quad (9)$$

Nach Bild 49 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}18$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \quad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}18 \cdot 200 = 236 \text{ Nm/m} \quad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 236}{20^2} = 3{,}54 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 3{,}54 = 4{,}67 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

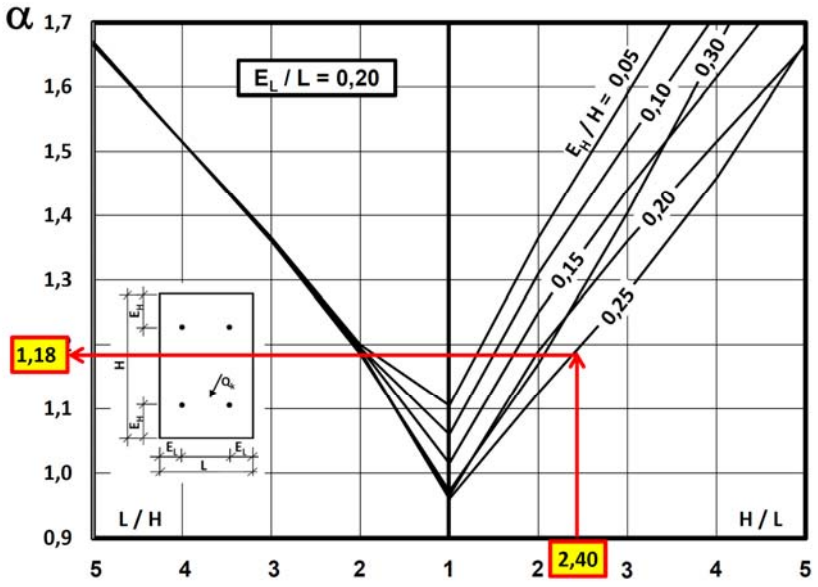


Bild 49: Momentenbeiwerte Punktbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \quad (16)$$

$$= 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{0{,}5}{2} \cdot \left(1 + \frac{30}{120 - 2 \cdot 30}\right) \cdot 1000$$

$$= 281 \text{ N}$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_L}{L - 2 \cdot E_L}\right) \cdot 1000 \quad (17)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{10}{50 - 2 \cdot 10}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 400 \text{ N}$$

oder $$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \quad (18)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{30}{120 - 2 \cdot 30}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 450 \text{ N}$$

$$V_{Ed} = \frac{1{,}35 \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} \quad (19)$$

$$= \frac{1{,}35 \cdot 27 \cdot 0{,}02 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1000}{2}$$

$$= 219 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte: $$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \quad (20)$$

$$= \frac{13{,}8}{1{,}80}$$

$$= 7{,}67 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \quad (28)$$

$$6{,}21 \text{ N/mm}^2 \leq 7{,}67 \text{ N/mm}^2$$

Befestigung: $$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (25)$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (21)$$

$$= \frac{2012}{1{,}8}$$

$$= 1178 \text{ N}$$

$$454 \text{ N} \leq 1178 \text{ N}$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (24)$$

$$= \frac{3404}{1{,}8}$$

$$= 1891 \text{ N}$$

$$450 \text{ N} \leq 1891 \text{ N}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (26)$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{V_{Rk}}{1{,}80} \quad (22)$$

$$= \frac{2012}{1{,}8}$$

$$= 1178 \text{ N}$$

$$219 \text{ N} \leq 1178 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1{,}2 \quad (27)$$

$$\frac{450}{1891} + \frac{219}{1178} = 0{,}42 \leq 1{,}2$$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 20 mm ausgeführt werden.

4.5 Verankerung mit Steckdorn, Elementierung mit Kreuzfuge

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 30 mm geplant. Die Befestigung soll mit Steckdornen mit Unterkonstruktion erfolgen.

Für die Ausführung sind Fassadenplatten aus Sandstein vorgesehen. Entsprechend dem Prüfzeugnis ergeben sich folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 7,2 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 950 N (d = 30 mm, Dornbefestigung)
N_{Rk} ≈ 2·950 = 1900 N (d = 30 mm, Steckdornbefestigung)
V_{Rk} ≈ N_{Rk} = 1900 N (d = 30 mm, Steckdornbefestigung)
ρ = 23 kN/m³

Belastung: Einbaubereich 1 — q_k = 0,50 kN/m

Anleiterlast — Q_k = 0,20 kN

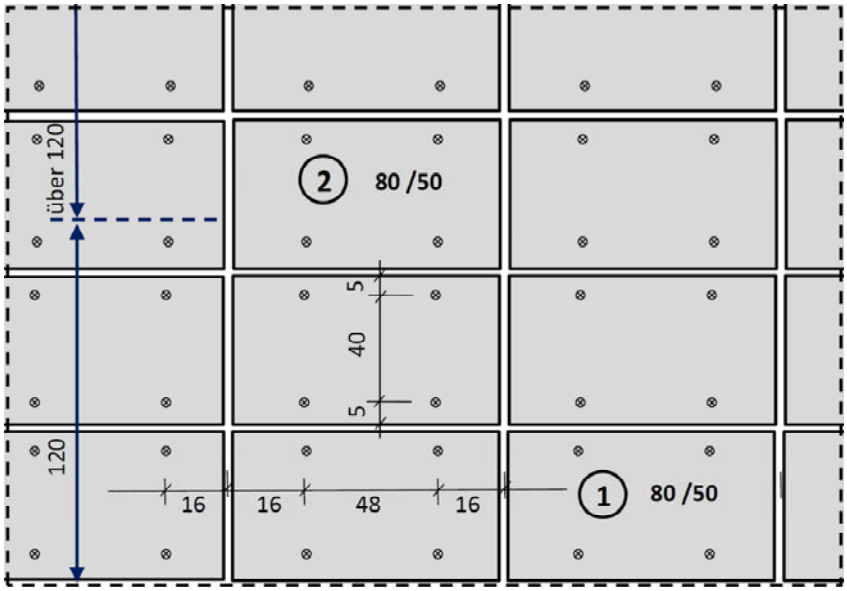


Bild 50: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Position (1) für eine Linienbelastung und für die Position (2) für eine Punktbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{L}{H} = \frac{80}{50} = 1{,}60 \qquad (6)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{16}{80} = 0{,}20 \qquad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{5}{50} = 0{,}10 \qquad (11)$$

Nach Bild 51 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}29$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}80 = 400 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}29 \cdot 400 = 116 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 116}{30^2} = 0{,}77 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 0{,}77 = 1{,}16 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

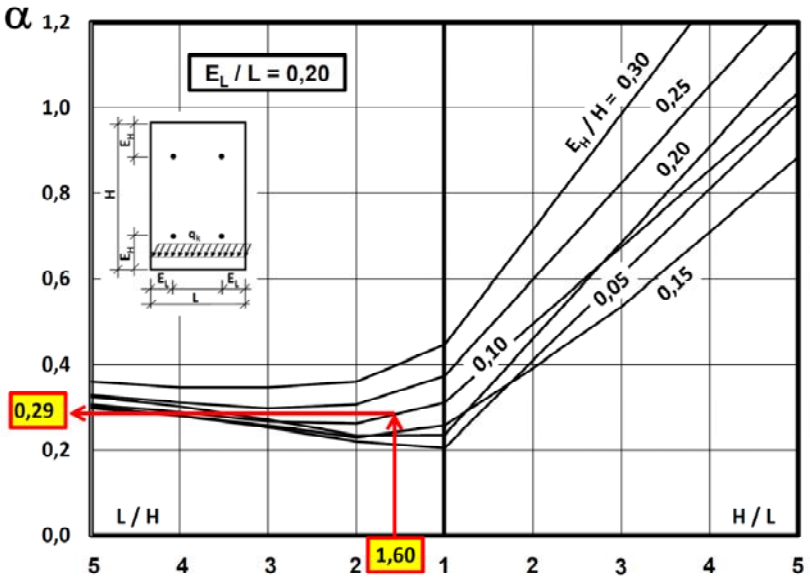


Bild 51: Momentenbeiwert Linienbelastung

Nachweis Pos. (2)

$$\frac{L}{H} = \frac{80}{50} = 1{,}60 \quad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{16}{80} = 0{,}20 \quad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{5}{50} = 0{,}10 \quad (11)$$

Nach Bild 52 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 1{,}13$$

$$K = 1000 \cdot Q_k = 1000 \cdot 0{,}20 = 200 \text{ N} \quad (6)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 1{,}13 \cdot 200 = 226 \text{ Nm/m} \quad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 226}{30^2} = 1{,}51 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 1{,}51 = 2{,}27 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

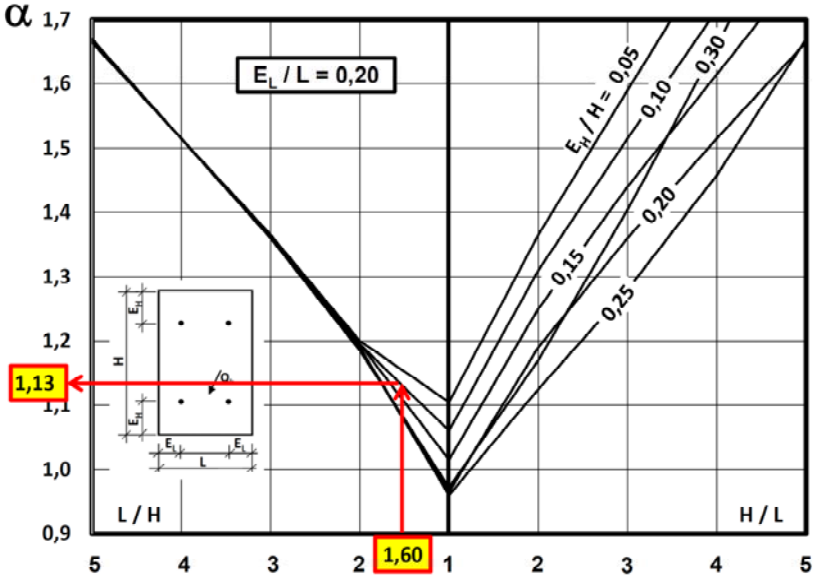


Bild 52: Momentenbeiwert Punktbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \qquad (16)$$

$$= 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{0{,}8}{2} \cdot \left(1 + \frac{5}{50 - 2 \cdot 5}\right) \cdot 1000$$

$$= 338 \text{ N}$$

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_L}{L - 2 \cdot E_L}\right) \cdot 1000 \qquad (17)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{16}{80 - 2 \cdot 16}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 400 \text{ N}$$

oder

$$N_{Ed,P} \approx \gamma_F \cdot Q_k \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \qquad (18)$$

$$\approx 1{,}50 \cdot 0{,}20 \cdot \left(1 + \frac{5}{50 - 2 \cdot 5}\right) \cdot 1000$$

$$\approx 338 \text{ N}$$

$$V_{Ed} = \frac{1{,}35 \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} \quad (19)$$

$$= \frac{1{,}35 \cdot 23 \cdot 0{,}03 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 1000}{2}$$

$$= 186 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte:

$$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \quad (20)$$

$$= \frac{7{,}2}{1{,}80}$$

$$= 4{,}00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \quad (28)$$

$$2{,}27 \text{ N/mm}^2 \leq 4{,}00 \text{ N/mm}^2$$

Befestigung:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (25)$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (21)$$

$$= \frac{1900}{1{,}8}$$

$$= 1056 \text{ N}$$

$$454 \text{ N} \leq 1056 \text{ N}$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (24)$$

$$= \frac{1900}{1{,}8}$$

$$= 1056 \text{ N}$$

$$400 \text{ N} \leq 1056 \text{ N}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (26)$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{V_{Rk}}{1{,}80} \quad (22)$$

$$= \frac{1900}{1{,}8}$$

$$= 1056 \text{ N}$$

$$186 \text{ N} \leq 1056 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1{,}2 \qquad (27)$$

$$\frac{400}{1056} + \frac{186}{1056} = 0{,}55 \leq 1{,}2$$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 30 mm ausgeführt werden.

4.6 Keramikplatte mit Hinterschnittverankerung, Elementierung mit Halbverband

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 12 mm geplant. Die Befestigung soll mit Hinterschnittankern und einer Unterkonstruktion erfolgen.
Für die Ausführung ist als Fassadenmaterial ein Keramikplatte der Festigkeitsklasse C vorgesehen. Entsprechend Tabelle 6 ergeben sich folgende Festigkeitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 45,0 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 6500 N (d = 12 mm, Druckbeanspruchung)
V_{Rk} = 2200 N (d = 12 mm)
ρ = 25 kN/m³

Belastung: Einbaubereich 1
q_k = 0,50 kN/m

Anleiterlast
Aufgrund der Nutzung ist Berücksichtigung einer Anleiterlast nicht erforderlich

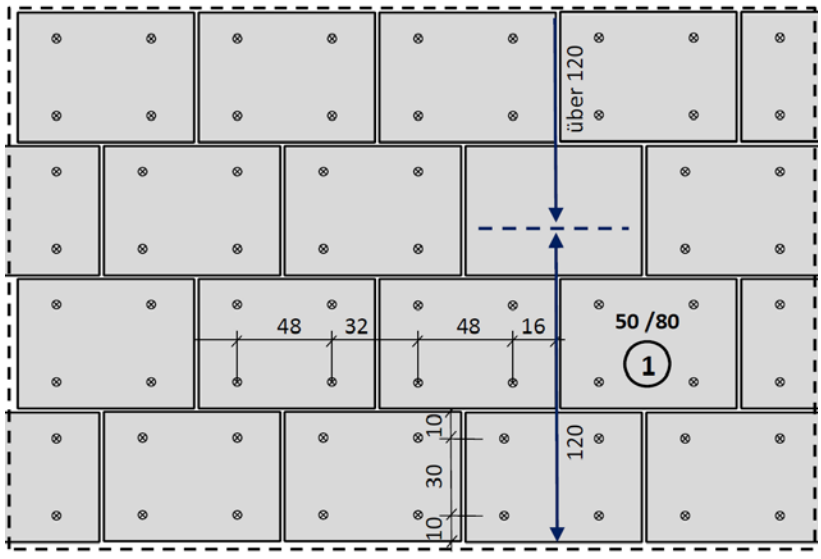


Bild 53: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Position (1) für eine Linienbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{L}{H} = \frac{80}{50} = 1{,}60 \qquad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{16}{80} = 0{,}20 \qquad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{10}{50} = 0{,}20 \qquad (11)$$

Nach Bild 54 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}24$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}80 = 400 \text{ N} \qquad (5)$$

$$f_{Erh.} = \frac{\sigma_{Rk}}{30} = \frac{45}{30} = 1{,}50 \text{ N} \qquad (3)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot f_{Erh.} \cdot K = 0{,}24 \cdot 1{,}50 \cdot 400 = 144 \text{ Nm/m} \qquad (2)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 144}{12^2} = 6{,}00 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 6{,}00 = 9{,}00 \text{ N/mm}^2 \qquad (7)$$

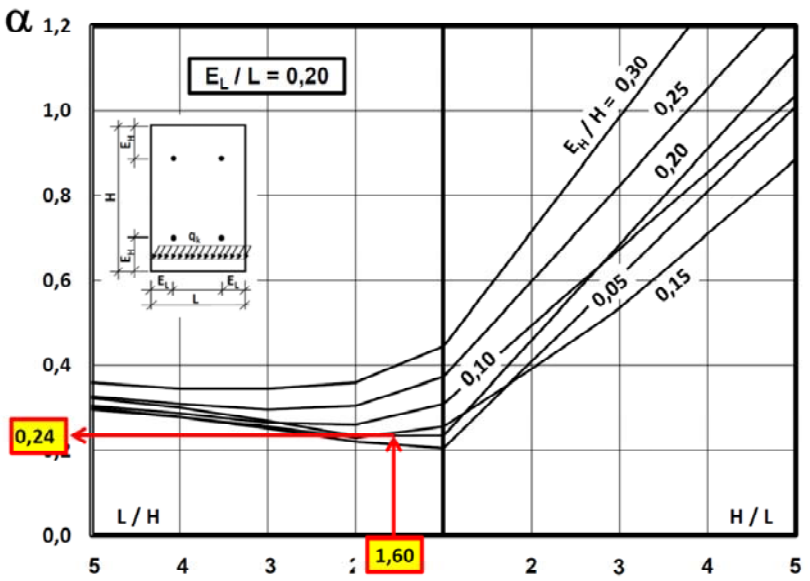


Bild 54: Momentenbeiwerte Linienbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \qquad (16)$$

$$= 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{0{,}8}{2} \cdot \left(1 + \frac{10}{50 - 2 \cdot 10}\right) \cdot 1000$$

$$= 400 \text{ N}$$

$$V_{Ed} = \frac{1{,}35 \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} \qquad (19)$$

$$= \frac{1{,}35 \cdot 25 \cdot 0{,}012 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 1000}{2}$$

$$= 81 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte:

$$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \qquad (20)$$

$$= \frac{45{,}0}{1{,}80}$$

$$= 25{,}00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \qquad (28)$$

$$9{,}00 \text{ N/mm}^2 \leq 25{,}00 \text{ N/mm}^2$$

Befestigung:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (25)$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (21)$$

$$= \frac{6500}{1{,}8}$$

$$= 3611 \text{ N}$$

$$400 \text{ N} \leq 3611 \text{ N}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (26)$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{V_{Rk}}{1{,}80} \quad (22)$$

$$= \frac{2200}{1{,}8}$$

$$= 1222 \text{ N}$$

$$81 \text{ N} \leq 1222 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1{,}2 \quad (27)$$

$$\frac{400}{3611} + \frac{81}{1222} = 0{,}18 \leq 1{,}2$$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 12 mm ausgeführt werden.

4.7 Verankerung mit Hinterschnitt, Elementierung mit Halbverband

Für ein Projekt ist für eine Innenfassade eine Elementierung entsprechend der folgenden Darstellung vorgesehen. Die Plattendicke ist mit d = 30 mm geplant. Die Befestigung soll mit Hinterschnittankern auf einer Unterkonstruktion erfolgen.
Für die Ausführung ist ein Betonwerkstein der Festigkeitsklasse 2 vorgesehen. Entsprechend Tabelle 1, 3 und 5 ergeben sich näherungsweise folgende Festig7keitswerte für die Bemessung;

σ_{Rk} = 3,6 N/mm² (unterer Erwartungswert)
N_{Rk} = 1920 N
V_{Rk} = 2800 N
ρ = 25 kN/m³

Belastung: Einbaubereich 1
q_k = 0,50 kN/m

Anleiterlast
Aufgrund der Nutzung ist Berücksichtigung einer Anleiterlast nicht erforderlich

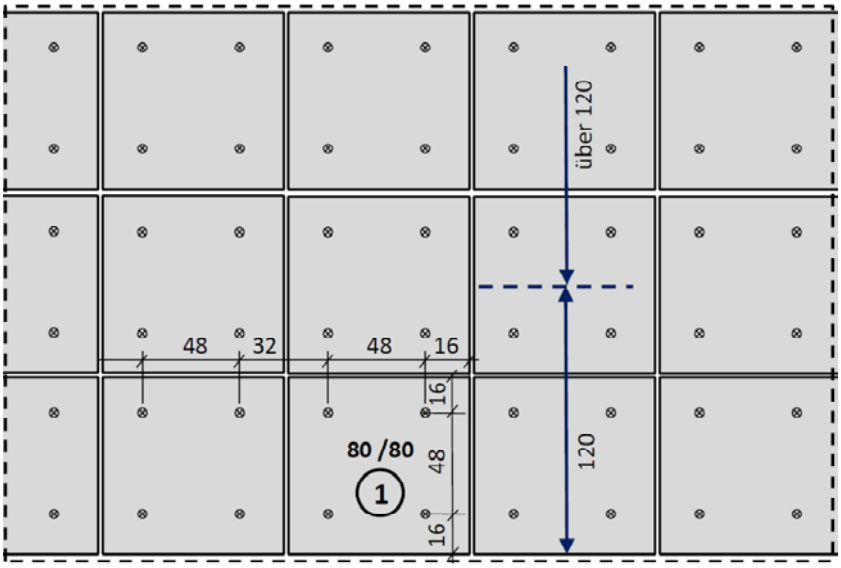


Bild 55: Elementierung und Abmessungen

Die Bemessung der Fassadenplatten erfolgt für die Position (1) für eine Linienbelastung.

Nachweis Pos. (1)

$$\frac{H}{L} = \frac{80}{80} = 1{,}00 \qquad (8)$$

$$\frac{E_L}{L} = \frac{16}{80} = 0{,}20 \qquad (10)$$

$$\frac{E_H}{H} = \frac{16}{80} = 0{,}20 \qquad (11)$$

Nach Bild 56 ergibt sich der Momentenbeiwert zu:

$$\alpha = 0{,}24$$

$$K = 1000 \cdot q_k \cdot L = 1000 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}80 = 400 \text{ N} \qquad (5)$$

$$m_{Ek} = \alpha \cdot K = 0{,}24 \cdot 400 = 96 \text{ Nm/m} \qquad (1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6 \cdot m_{Ek}}{d^2} = \frac{6 \cdot 96}{30^2} = 0{,}64 \text{ N/mm}^2 \qquad (4)$$

$$\sigma_{Ed} = 1{,}5 \cdot \sigma_{Ek} = 1{,}5 \cdot 0{,}64 = 0{,}96 \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

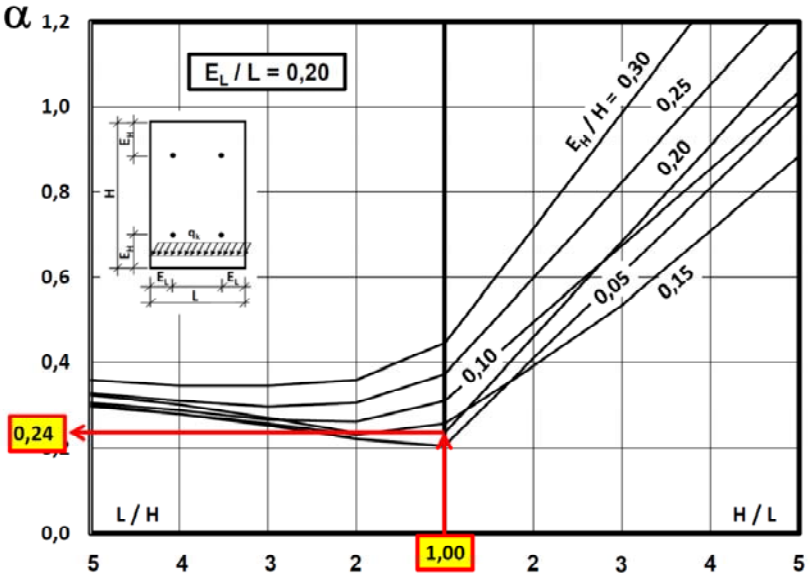


Bild 56: Momentenbeiwert Linienbelastung

$$N_{Ed,L} = \gamma_F \cdot q_k \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(1 + \frac{E_H}{H - 2 \cdot E_H}\right) \cdot 1000 \quad (16)$$

$$= 1{,}50 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{0{,}8}{2} \cdot \left(1 + \frac{16}{80 - 2 \cdot 16}\right) \cdot 1000$$

$$= 400 \text{ N}$$

$$V_{Ed} = \frac{1{,}35 \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot H \cdot 1000}{2} \quad (19)$$

$$= \frac{1{,}35 \cdot 25 \cdot 0{,}03 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 1000}{2}$$

$$= 324 \text{ N}$$

Nachweis der Tragfähigkeit:

Fassadenplatte: $$\sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{\sigma_{Rk}}{1{,}80} \quad (20)$$

$$= \frac{3{,}60}{1{,}80}$$

$$= 2{,}00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd} \quad (28)$$
$$0{,}96\ \text{N/mm}^2 \leq 2{,}00\ \text{N/mm}^2$$

Befestigung:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (25)$$
$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{N_{Rk}}{1{,}80} \quad (21)$$
$$= \frac{1920}{1{,}8}$$
$$= 1067\ \text{N}$$
$$400\ \text{N} \leq 1067\ \text{N}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (26)$$
$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} = \frac{V_{Rk}}{1{,}80} \quad (22)$$
$$= \frac{2800}{1{,}8}$$
$$= 1555\ \text{N}$$
$$324\ \text{N} \leq 1555\ \text{N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1{,}2 \quad (27)$$
$$\frac{400}{1067} + \frac{324}{1555} = 0{,}58 \leq 1{,}2$$

Die Innenfassade kann mit dem gewählten Material und der Dicke von 30 mm ausgeführt werden.

5 Zusammenfassung

Für die konstruktive Ausführung Innenfassaden vor Luftspalt aus Beton-, Naturwerkstein und Feinsteinzeug werden Einwirkungen (Belastungen) abgeleitet und für die Anwendung Bemessungshilfen ermittelt. Die Anwendung wird an Beispielen aufgezeigt.

6 Literatur

[1] Bundesinnungsverband des Deutschen Steinmetz-, Stein- und Holzbildhauerhandwerks
BIV Merkblatt 3.1 Wandbekleidungen innen
Ausgabe August 2016

[2] Deutscher Natursteinverband e.V.
Bautechnische Information Naturwerkstein 2.4
Wandbekleidung, innen
Ausgabe Mai 2002

[3] Europäische Technische Zulassung ETA-11/0465
fischer-Zykon-Plattenanker FZP II T für "Royal Mosa Feinsteinzeug"
Spezialanker zur rückseitigen Befestigung von Fassadenplatten aus keramischen Platten "Royal Mosa Feinsteinzeug" nach EN 144110

[4] Europäische Technische Zulassung ETA-09/0348
KEIL Hinterschnittanker KH für "Royal Mosa Feinsteinzeug"
Spezialanker zur rückseitigen Befestigung von Fassadenplatten aus keramischen Platten "Royal Mosa Feinsteinzeug" nach EN 14411

Braunverfärbung von Pflastersteinen aus Beton

Thomas Grunenberg

1. Einleitung

An Pflastersteinen aus Beton können aufgrund der Zusammensetzung Ausblühungen entstehen, welche technisch nicht gänzlich zu vermeiden sind. Die zugrundeliegenden Zusammenhänge sind bekannt und wurden in den entsprechenden Produktnormen berücksichtigt. Hiervon zu unterscheiden sind gelegentlich auftretende Farbveränderungen an den Oberflächen der Pflastersteine aus Beton. Im vorliegenden Artikel werden braune Farbveränderungen grauer Pflastersteine aus Beton beschrieben. Es werden die Ursachen der an diesem Beispiel festgestellten Braunverfärbungen dargestellt und bewertet.

2. Feststellungen

2.1. Feststellungen vor Ort

An den hier untersuchten grauen Betonpflastersteinen sind augenscheinlich braune Verfärbungen zu erkennen. Die Verfärbungen sind regellos über die Pflastersteine verteilt und befinden sich zumeist in der Steinmitte. Neben verfärbten Pflastersteinen befinden sich solche ohne erkennbare Verfärbung. Die Verfärbungen befinden sich auf den Pflasterflächen an allen Seiten des Gebäudes, also unabhängig vom Einfluss der Witterung. Zum Zeitpunkt der Besichtigung sind etwa 50 % der Pflastersteine von braunen Verfärbungen betroffen. Die Ausprägung der braunen Verfärbungen variiert von schwach bis deutlich sichtbar. Das Erscheinungsbild der Pflasterdecke wird durch die braunen Verfärbungen auffällig beeinträchtigt. Im Rahmen des Ortstermins wurden drei Pflastersteine mit deutlich ausgeprägten Braunverfärbungen und drei weitere, unmittelbar angrenzende Pflastersteine, ohne erkennbare Verfärbung ausgebaut.

Unter den Pflastersteinen befindet sich ein Splittbett ohne erkennbare Verfärbungen. Die Fugen zwischen den Pflastersteinen sind mit einem bräunlich erscheinenden Quarzsand verfüllt. Die ausgebauten Pflastersteine sowie Proben des verwendeten Splitts für die Bettung und des Fugensandes wurden für weitere Untersuchungen im Labor entnommen. Auf den Bildern der nächsten Seiten ist die Situation zum Zeitpunkt des Ortstermins fotographisch dokumentiert.

Bild 1: Beispiel braun verfärbte Pflastersteine

Bild 2: Wie oben, verfärbte Pflastersteine

Bild 3: Öffnung der Pflasterdecke, brauner Fugensand und graues Splittbett

2.2. Feststellungen im Labor:

1. An drei ausgebauten Pflastersteinen sind deutlich sichtbare braune Verfärbungen vorhanden. Drei weitere ausgebaute Pflastersteine weisen keine sichtbaren Verfärbungen auf.
2. Die ausgebauten Pflastersteine wurden zur Untersuchung des Steinquerschnitts auf rostige Bestandteile gespalten. An den Bruchflächen der braun verfärbten Pflastersteine wie auch an den Bruchflächen der augenscheinlich nicht verfärbten Pflastersteine sind mit der Lupe auffällige rostige Zuschlagskörner zu erkennen.
3. Bei der Untersuchung der auffälligen rostigen Zuschlagskörner mit dem Digitalmikroskop ist anhand der fließenden Übergänge zu erkennen, dass die rostigen Körner in die benachbarten Bereiche des Betonsteins ausstrahlen. Dies betrifft wiederum sowohl die verfärbten als auch die nicht verfärbten Pflastersteine.
4. Alle ausgebauten Pflastersteine zeigen eine braune Verfärbung an den Seitenflächen bis zur Höhe des eingebrachten Fugensandes.
5. Das Material des verwendeten Splittbetts zeigt bei der Untersuchung im Labor keinerlei rostige Anhaftungen.
6. Der verwendete Fugensand zeigt bei der Untersuchung mit dem Digitalmikroskop keine auffällig gefärbten Körner.

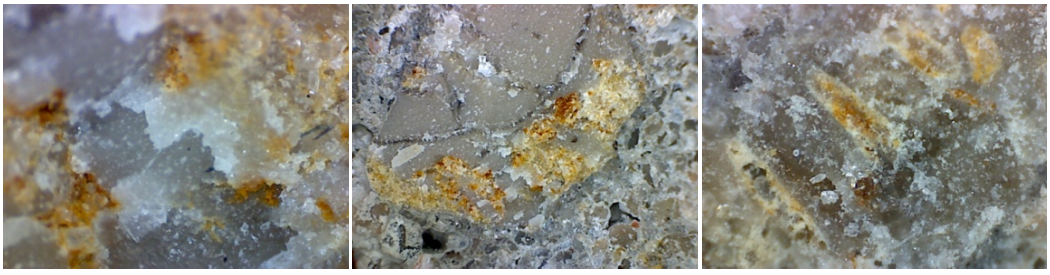
Auf den nachfolgenden Bildern sind die Laborbefunde fotographisch dokumentiert.

Bild 4: Ausgebaute Pflastersteine ohne (links) und mit sichtbaren Verfärbungen (Mitte und rechts)

Bild 5: Ausgebaute Pflastersteine mit deutlich sichtbaren Verfärbungen an den Seitenflächen von allen drei Steinen

Bild 6: Grauer und brauner Pflasterstein, beide Bruchflächen mit rostigen Zuschlagskörnern

Pflasterstein braun | Pflasterstein braun | Pflasterstein braun



Pflasterstein grau | Pflasterstein grau | Pflasterstein grau

Tabelle 1: Mikroskopische Bilder rostiger Zuschlagskörner in ausgebauten braun verfärbten und grauen Pflastersteinen, Bildbreite jeweils ca. 2 mm

Sandkörner | Sandkörner | Sandkörner

Tabelle 2: Mikroskopische Bilder des verwendeten Fugensandes, Bildbreite jeweils ca. 8 mm

2.3. Untersuchung der chemischen Elementverteilung

Zur weiteren Untersuchung wurden die Materialproben im analytischen Labor untersucht. Die Untersuchungen wurden mittels Rasterelektronenmikroskop und Elementanalyse (EDAX) durchgeführt um Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der verfärbten und nicht verfärbten Betonpflastersteine zu erkennen. Untersucht wurde Abrieb von den Oberflächen der anlässlich des durchgeführten Ortstermins ausgebauten braun verfärbten und grauen Pflastersteine.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst.

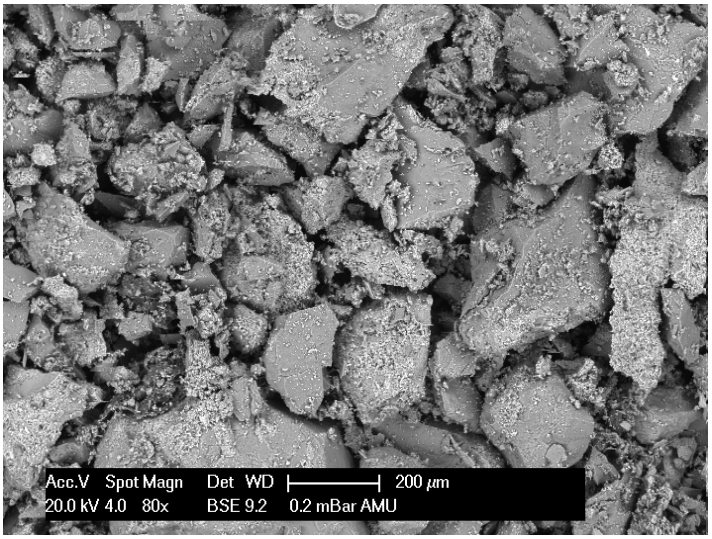
Die Übersichtsaufnahmen der Elementanalyse zeigen in der braun verfärbten Probe wie in der grauen nicht verfärbten Probe hohe Gehalte von Sauerstoff (O), Silizium (Si), und Calcium (Ca) sowie niedrigere Gehalte von Aluminium (Al), Kalium (K) und Eisen (Fe) in unterschiedlichen Verhältnissen. Diese Zusammensetzung ist typisch für die hier untersuchten Betonpflastersteine.

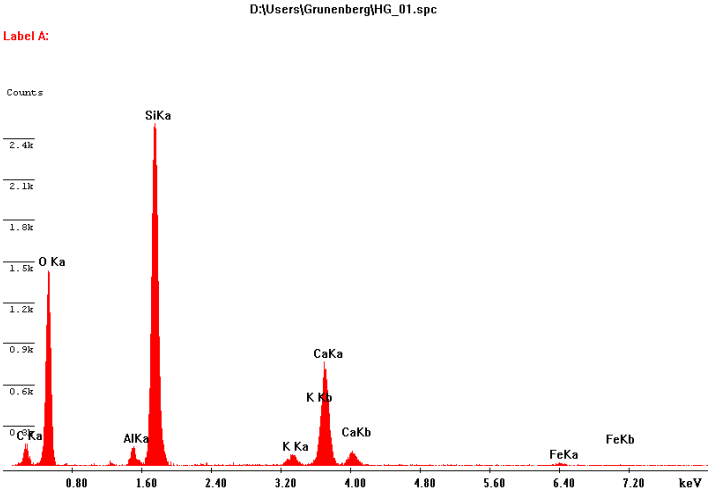
Die gemessenen Elementverteilungen hängen stark von der Art der Probenvorbereitung und der Durchführung der Messung ab. Ein direkter Vergleich der Elementgehalte ist daher nicht zielführend. Um die Ergebnisse der Elementverteilung in der braun verfärbten Probe und der grauen nicht verfärbten Probe vergleichen zu können, werden die festgestellten Gehalte an Eisen auf die vergleichsweise immobilen Elemente Silizium (Si), Kalium (K) und Aluminium (Al) bezogen und die entsprechenden Verhältniszahlen ermittelt.

Element-Verhältnis	***Pflasterstein Grau***	***Pflasterstein braun verfärbt***
FE / Si	**0,036**	**0,038**
Fe / K	**0,550**	**0,750**
FE / Al	**0.550**	**0,730**

Tabelle 3: Verhältnis von Eisen zu Silizium, Kalium und Aluminium in der braun verfärbten Probe und der grauen nicht verfärbten Probe

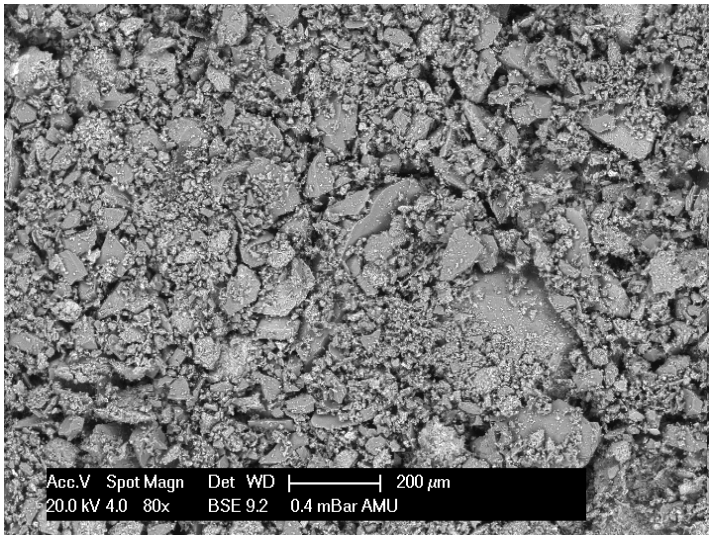
Bei der Betrachtung der dargestellten Elementverhältnisse ist zu erkennen, dass in der Oberfläche des braun verfärbten Pflastersteins eine Anreicherung von Eisen gegenüber der nicht verfärbten Oberfläche des grauen Pflastersteins vorliegt. Die Ergebnisse der rasterelektronenmikroskopischen und elementanalytischen Untersuchungen sind auf den beiden nächsten Seiten dargestellt.

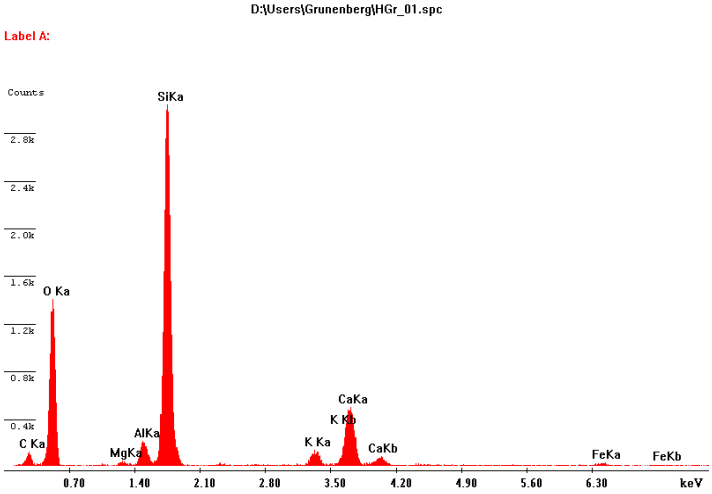




Element	*Wt %*	*At %*
C K	**05.69**	**09.32**
O K	**52.73**	**64.79**
AlK	**01.32**	**00.96**
SiK	**25.30**	**17.71**
K K	**01.31**	**00.66**
CaK	**12.69**	**06.22**
FeK	**00.97**	**00.34**

Pflasterstein mit brauner Verfärbung





Element	*Wt %*	*At %*
C K	**04.80**	**07.98**
O K	**49.84**	**62.29**
MgK	**00.37**	**00.30**
AlK	**02.04**	**01.51**
SiK	**31.04**	**22.10**
K K	**02.04**	**01.04**
CaK	**08.75**	**04.36**
FeK	**01.13**	**00.41**

Grauer Pflasterstein ohne braune Verfärbung

3. Schlussfolgerungen

Beton enthält als zementgebundener Baustoff erhebliche Mengen an freiem Calciumhydroxid $Ca(OH)_2$. Dies ist verfahrensbedingt und technisch nicht zu vermeiden. Anfallendes Niederschlagswasser, Feuchte aus dem Untergrund und die Bildung von Kondenswasser können die Pflastersteine aus Beton durchfeuchten. Das zur Verfügung stehende freie Calciumhydroxid wird durch das Wasser teilweise gelöst und an die Oberflächen der Pflastersteine transportiert, da hier die Verdunstung am größten ist. An den Oberflächen verdunstet das austretende Wasser und das Calciumhydroxid fällt in Form von weißen Kristallen aus. Durch die entstehenden Ausblühungen wird die Eigenfarbe der Betonpflastersteine überlagert und es entsteht der optische Eindruck von Ausbleichungen. Die oben dargestellten Zusammenhänge sind verfahrensbedingt und lassen sich nicht vermeiden. Bei der Verwendung von Pflastersteinen aus Beton ist grundsätzlich mit den beschriebenen Beeinträchtigungen zu rechnen.

Braunverfärbungen von Betonwaren sind seit vielen Jahrzehnten bekannt. Diese können sowohl kurz nach der Herstellung als auch nach längerer Exposition im eingebauten Zustand auftreten. Eine ausführliche Beschreibung der technischen und chemischen Zusammenhänge wird in der Fachliteratur bei Manns und Öttl (Zur Braunverfärbung von Betonwaren, BFT International, 2002) gegeben.

In den untersuchten Betonpflastersteinen sind einzelne rostige Zuschlagskörner enthalten. Unter Einwirkung von Feuchtigkeit wird im alkalischen Milieu des Betonsteins Eisen aus den eisenhaltigen Bestandteilen gelöst und verteilt sich im Betongefüge. Dies ist mit dem Digitalmikroskop an den Bruchflächen des ausgebauten braun verfärbten Pflastersteins zu erkennen. Auch an der Bruchfläche des untersuchten augenscheinlich nicht verfärbten Pflastersteins ist dies bereits zu erkennen. Die Rosterscheinungen und die Ausstrahlung in das Betongefüge sind hier erst im Entstehen und daher schwächer ausgeprägt. Aufgrund dieser Tatsache ist darauf zu schließen, dass sich die aufgetretenen Verfärbungen in der untersuchten Pflasterfläche verstärken werden.

Durch die Verdunstung an den Oberflächen der Betonwerksteine erfolgt der Transport der eisenhaltigen Lösungen an die Oberfläche der Pflastersteine. Nach dem Verdunsten der Feuchtigkeit bleiben eisenhaltige braune Verbindungen zurück, welche an die oben beschriebenen Ausblühungen gebunden sind. Anhand der durchgeführten Untersuchung der Verteilung der chemischen Elemente an den Oberflächen der braun verfärbten und der grauen nicht verfärbten Pflastersteine ist die Anreicherung von eisenhaltigen Verbindungen in den braunen Verfärbungen nachzuvollziehen. Ein unterschiedlicher Gehalt an rostigen Zuschlagskörnern führt zu einer entsprechenden Varianz in der Ausprägung der festgestellten Braunverfärbungen.

Die untersuchten Pflastersteine entsprechen nach Herstellerangaben der DIN 1338 "Pflastersteine aus Beton". Helle Ausblühungen und Farbabweichungen an Betonpflastersteinen sind nach dieser Norm verfahrensbedingt technisch nicht zu vermeiden. Aus technischer Sicht sind diese daher nicht zu beanstanden. Die vorhandenen braunen Verfärbungen gehen von eisenhaltigen Zuschlagskörnern in den Betonpflastersteinen aus. Bei den aufgetretenen rostigen Verfärbungen handelt es sich nicht um die in der DIN EN 1338 dargestellten Ausblühungen und Farbabweichungen. Die Braunverfärbungen sind zwar von der Entstehung her an die allgegenwärtigen hellen Kalkausblühungen gebunden, die vorhandenen rostenden Zuschlagskörner wären jedoch zu vermeiden gewesen.

Die an den untersuchten Pflastersteinen festgestellten bräunlichen Verfärbungen sind in der Regel nicht zu erwarten und beeinträchtigen das optische Erscheinungsbild der untersuchten Pflasterdecke erheblich. Aus technischer Sicht sind die entstandenen Verfärbungen daher zu beanstanden. Die Gebrauchstauglichkeit der untersuchten Pflasterdecke wird durch die festgestellten Verfärbungen nicht beeinträchtigt.

Hinweise auf rostende Bestandteile in dem als Bettung verwendeten Kalksplitt wurden nicht gefunden. Feinanteile des bräunlichen Fugensandes haben sich äußerlich an den Seitenflächen der Pflastersteine angelagert.

Der verwendete Fugensand kann als Ursache der festgestellten braunen Verfärbungen an den Oberflächen der Pflastersteine aufgrund des geringen Volumenanteils und nicht erkennbarer Ausrostungen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Diese Schlussfolgerung wird gestützt durch die Tatsache, dass Pflastersteine mit brauner Verfärbung direkt neben Pflastersteinen ohne braune Verfärbung liegen und sich das gleiche Fugenmaterial teilen.

4. Zusammenfassung

Vorliegend wurden braune Verfärbungen an den Oberflächen von Pflastersteinen aus Beton untersucht, welche nach kurzer Expositionsdauer nach dem Einbau entstanden sind und sich allmählich verstärken. Aufgrund der getroffenen Feststellungen und Untersuchungen liegt die Ursache der braunen Verfärbungen in diesem Beispiel an ausrostenden Zuschlagskörnern der Betonpflastersteine. Zur Beseitigung der Beeinträchtigungen wären der Rückbau der vorhandenen Pflasterdecke und die Neuherstellung mit neuen Pflastersteinen erforderlich.

Der juristische Mangel und die Rechtsfolgen der Abnahme im Werkvertragsrecht aus der Sicht des Natursteinhandwerkers und der Steinmetzbetriebe

Rechtsanwalt und Diplom-Bauingenieur (FH) Patrick Berberich;
Rechtsanwaltskanzlei Winfried Rohden, Kaiserslautern

I.
Einführung

Die Beauftragung für die Erstellung eines Grabmals stellt für den Kunden des Steinmetz-Fachbetriebs kein alltägliches Geschäft dar. Dadurch können Fehlvorstellungen entstehen, die bei der Abwicklung des Auftrags zu Problemen führen können. Gelegentlich bestehen auch beim Steinmetz-Fachbetrieb rechtliche Unsicherheiten, die zu einem rechtlich fehlerhaften Vorgehen führen können. Um dem entgegenzuwirken, soll dieser Beitrag mehr Klarheit in die rechtliche Einordnung und die rechtlichen Fragestellungen bei der Errichtung von Grabmalen bringen. Von wesentlicher Bedeutung ist die Frage, ob das Grabmal mangelfrei erstellt wurde. Regelmäßig wird die juristisch bedeutsame Abnahme nach der Fertigstellung vernachlässigt, wodurch sich negative Auswirkungen auf die Rechtsposition des ausführenden Steinmetz- Fachbetriebs ergeben können. Der Zusammenhang dieser beiden juristischen Elemente soll daher näher beleuchtet werden.

Aus juristischer Sicht stellt sich die berechtigte Frage, welche vertragsrechtlichen Normen des Bürgerlichen Gesetzbuches auf die Erstellung eines Grabmals anzuwenden sind. Denn nach § 651 BGB sind auf einen Vertrag, der die Lieferung herzustellender oder zu erzeugender beweglicher Sachen zum Gegenstand hat, die Vorschriften des Kaufrechts anzuwenden. Jedoch fällt ein Vertrag nicht unter § 651 BGB, wenn nach dem Vertragsinhalt nicht die Übertragung von Eigentum und Besitz im Vordergrund steht, sondern ein über die bloße Herstellung hinausgehender Gesamterfolg den Schwerpunkt des Vertrags bildet.[1] Gerade bei der Erstellung eines Grabmals steht aufgrund der geistigen und künstlerischen Leistung ein über die rein körperliche Herstellung hinausgehender Erfolg im Vordergrund.[2]

Darüber hinaus ist die Errichtung eines Grabmals vergleichbar mit den gewöhnlichen bauvertraglichen Leistungen. Diese sind auf die Herstellung eines körperlichen Arbeitsergebnisses gerichtet.[3] Dabei stellt das Grabmal den körperlich errichtenden Gegenstand dar. Der Bauvertrag richtet sich nach den werkvertraglichen Regelungen gemäß den §§ 631 ff. BGB.

[1] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Auflage, § 651, Rn. 4.
[2] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Auflage, § 651, Rn. 4.
[3] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Auflage, § 631, Rn. 16.

II.
Der BGB-Werkvertrag unter Einbeziehung der VOB/B

Wie bereits dargestellt, ist die Errichtung einer Grabanlage als Bauleistung zu qualifizieren. Die gegenseitigen vertraglichen Leistungen werden nach dem im BGB geregelten Werkvertragsrecht beurteilt (§§ 631 ff. BGB).

Ergänzend zu den Regelungen des BGB können die Vertragsparteien ergänzende, sogar abweichende vertragliche Vereinbarungen vornehmen. Als ergänzende spezielle Regelung für die Erbringung von Bauleistungen kommt grundsätzlich die VOB/B in Betracht. Die Regelungen der VOB/B sind in rechtlicher Hinsicht wie allgemeine Geschäftsbedingungen zu behandeln. Die wirksame Einbeziehung von allgemeinen Geschäftsbedingungen in den Vertrag richtet sich nach den §§ 305 ff. BGB. Bei Verträgen mit Verbrauchern (§ 13 BGB) ist die Einbeziehung der VOB/B nur wirksam, wenn dem Vertragspartner die Möglichkeit verschafft wurde, in zumutbarer Weise von dem vollständigen Inhalt der VOB/B Kenntnis zu nehmen.

Wird in dem schriftlichen Vertrag/Auftrag lediglich ein Hinweis auf die Einbeziehung der VOB/B gegeben, so reicht dies für eine wirksame Einbeziehung in den Vertrag nicht aus. Für eine wirksame Einbeziehung ist es gegenüber einem Verbraucher erforderlich, dass der gesamte Text der VOB/B mit in den Vertrag aufgenommen wird. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass die einzelnen Klauseln der VOB/B einer Inhaltskontrolle nach den §§ 307 – 309 ff. BGB unterliegen.[4] Aufgrund der möglichen Inhaltskontrolle der einzelnen VOB-Regelungen sollte von einer Einbeziehung abgesehen werden.

Hinweis:
Für die Praxis ist daher zu empfehlen, die VOB/B nicht in den Vertrag mit aufzunehmen.

Zwar können mit Hilfe der VOB/B lückenhafte Regelungen des BGB-Werkvertragsrechts geschlossen werden, jedoch wurde die VOB/B speziell für die Erbringung von Bauleistungen bei einem Bauvorhaben geschaffen. Es kann auch keine generelle Aussage darüber getroffen werden, ob sich die Regelungen der VOB/B zu Gunsten des Auftragnehmers oder des Auftraggebers auswirken.

Die VOB/B enthält unter anderem auch spezielle Regelungen über die gegenseitige Zusammenarbeit zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber während der Bauausführung. Da zwischen der Errichtung einer Grabanlage und der Realisierung eines Bauvorhabens nur ein indirekter Vergleich möglich ist, sind viele Regelungen der VOB/B für die Errichtung einer Grabanlage nur bedingt anwendbar, weshalb eine Einbeziehung der VOB/B in den Werkvertrag, selbst bei einem Vertrag zwischen Unternehmern (§ 14

[4] BGH, Urteil vom 24.07.2008, VII ZR 55/07, BauR 2008, 1603.

BGB) bzw. zwischen Steinmetzbetrieb und Gemeinde, nicht erforderlich ist. Bei dieser Vertragskonstellation findet bei der Einbeziehung der gesamten unveränderten VOB/B in den Vertrag gem. § 310 Abs. 1 S. 3 BGB keine individuelle Klauselkontrolle nach den §§ 307 – 309 BGB statt.[5] Jedoch ist eine Kontrolle der VOB/B als Ganzes nach § 307 Abs. 1 u. 2 BGB möglich.[6]

Dennoch sei erwähnt, dass sich die Vereinbarung der VOB/B für den Auftraggeber bei der Gewährleistungsfrist günstig auswirken kann, da bereits die Mangelanzeige den Lauf der Gewährleistungsfrist hemmt. Im Gegenzug genießt der Auftragnehmer den Vorteil, dass er die 5-jährige Gewährleistungsfrist aus dem BGB-Werkvertragsrecht mit Hilfe der VOB/B auf 4 Jahre verkürzen kann. Weiter ist die Durchsetzung von mangelbedingten Schadensersatzansprüchen durch den Auftraggeber bei Geltung der VOB/B nur bei Vorliegen besonderer Voraussetzungen möglich.

Das Vorliegen dieser Voraussetzungen bedarf einer Überprüfung im Einzelfall. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass vor Geltendmachung von Gewährleistungsansprüchen dem Auftragnehmer eine angemessene Frist zur Mängelbeseitigung zu setzen ist. Diese Vorgehensweise entspricht den Regelungen des BGB-Werkvertragsrechts.

In der Praxis wird die VOB/B von den Steinmetzbetrieben eher selten vereinbart. Letztlich obliegt dem Auftragnehmer die Abwägung, ob die Vereinbarung der VOB/B für ihn wesentliche tatsächliche und rechtliche Vorteile bei der Errichtung einer Grabanlage hat. Sofern die VOB/B vereinbart werden soll, ist für die wirksame Einbeziehung in den Vertrag, die oben dargestellte Vorgehensweise und das Risiko einer AGB-Inhaltskontrolle zu beachten.

Da in der Regel die VOB/B nicht in die vertragliche Vereinbarung einbezogen sein wird, beziehen sich die weiteren Ausführungen primär auf den BGB-Werkvertrag.

III.
Das mangelfreie Grabmal

Die Haftung des Unternehmers für eine mangelhafte Leistung ist in den §§ 633 ff. BGB geregelt. Nach § 633 Abs. 2 S. 1 BGB ist das Werk frei von Sachmängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit hat. Soweit eine besondere Beschaffenheit nicht vereinbart ist, ist das Werk gemäß § 633 Abs. 2 S. 2 BGB frei von Sachmängeln,

1. wenn es sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst

[5] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Aufl., § 310, Rn. 5.
[6] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Aufl., § 310, Rn. 5.

2. für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Besteller nach der Art des Werkes erwarten kann.

1.
Vereinbarung über die Beschaffenheit

Unter einem Sachmangel ist jede Abweichung der Ist-Beschaffenheit des Werkes von seiner Soll-Beschaffenheit zu verstehen. Die Beschaffenheit des Werkes wird durch die dem Werk unmittelbar anhaftenden physischen Merkmale wiedergegeben.[7] Dem folgend stellt die Ist-Beschaffenheit den tatsächlichen Zustand des Werkes, z.B. Gesteinsoberfläche, Gesteinsstruktur, Gesteinsart, Farbgestaltung und gestalterische Aspekte, im begutachteten Zeitpunkt dar. Die Soll-Beschaffenheit richtet sich danach, was die Vertragsparteien hinsichtlich Inhalt, Art und Umfang der Leistung bei Vertragsschluss vereinbart haben. Die vertraglich geschuldete Beschaffenheit orientiert sich in erster Linie an der im Vertrag festgehaltenen Leistungsbeschreibung, dem Angebot oder der Auftragsbestätigung. Zu den geschuldeten Leistungen zählen regelmäßig auch Qualitätsnachweise, Bedienungsanleitungen, Dokumentationen oder Entsorgungsnachweise.[8] Regelmäßig müssen auch diese Leistungen von Natursteinbetrieben bei der Errichtung einer Grabanlage berücksichtigt werden. Als Nachweise kommen Festigkeitsprüfungen der Grabanlage und Pflegehinweise in Betracht.

Die Herstellungspflicht beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Einhaltung der vereinbarten Leistung, sondern umfasst auch die Herbeiführung einer funktionstauglichen Leistung, sogenannter funktionaler Herstellungsbegriff.[9] Die Leistungsvereinbarung wird von der Herstellungspflicht überlagert, sodass im Ergebnis, ein nach den Vertragsumständen zweckentsprechendes, funktionstaugliches Werk zu erbringen ist.[10] Ist zum Beispiel die Standsicherheit des Grabmals beeinträchtigt, so ist die Funktionstauglichkeit des Werkes nicht gegeben. Eine ungleichmäßige Beschriftung eines Grabmals, die einen unregelmäßigen und nicht fachgerechten Eindruck vermittelt, stellt unabhängig von einem Verstoß gegen technische Regeln, ein nach den Vertragsumständen nicht zweckentsprechendes Werk dar.[11]

Somit ist festzuhalten, dass eine mangelhafte Leistung vorliegt, wenn die vereinbarte Beschaffenheit und die Funktionstauglichkeit nicht mit dem gegenwärtigen Zustand des Werkes übereinstimmen.

[7] Palandt/Bassenge, BGB, § 633, Rn. 5.
[8] BGH, Urteil vom 06.12.2001, VII ZR 241/00, BauR 2002, 613, 617.
[9] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 6. Teil, Rn. 23.
[10] BGH, Urteil vom 19.01.1995, VII ZR 131/93, BauR 1995, 230; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rn. 23.
[11] AG Bad-Urach, Urteil vom 21.06.2003, Az. 1 C 427/12, Beck RS 2014, 01918.

2.
Keine Beschaffenheitsvereinbarung

Die oben dargestellten Alternativen des § 633 Abs. 2 S. 2 BGB kommen nur dann in Betracht, wenn eine Vereinbarung über die Beschaffenheit fehlt. Danach ist zuerst zu prüfen, ob nach dem Vertrag eine bestimmte Verwendung vorausgesetzt war (§ 633 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 BGB). War dies nicht der Fall, so ist auf die gewöhnliche Verwendung abzustellen und zu untersuchen, ob das Werk eine übliche Beschaffenheit aufweist (§ 633 Abs. 2 S. 2 Nr. 2 BGB). In diesem Fall sind die Umstände des Einzelfalls genau zu untersuchen und erst danach kann eine Beurteilung über eine mangelhafte Leistung erfolgen.

In der Praxis wird der Natursteinbetrieb dem Auftraggeber ein Angebot unterbreitet haben, sodass unter anderem auf dieser Grundlage die Beurteilung über eine mangelhafte Leistung zu erfolgen hat. Das Angebot stellt mithin eine Beschaffenheitsvereinbarung dar, weshalb in diesem Fall die Regelung des § 633 Abs. 2 S. 1 BGB eingreift.

3.
Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik

Obwohl im BGB-Werkvertragsrecht keine Regelung enthalten ist, die die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik vorschreibt, so ist festzustellen, dass der Unternehmer grundsätzlich verpflichtet ist, diese zu beachten.[12] Anerkannte Regeln der Technik sind diejenigen technischen Regeln für die Ausführung baulicher Anlagen, die in der technischen Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt sind und dem vorgebildeten Techniker aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung als technisch geeignet, angemessen und notwendig bekannt sind.[13] Oder anders ausgedrückt liegt ein Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Technik vor, wenn der Auftragnehmer solche technische Regeln nicht beachtet, die sich in der Wissenschaft als richtig durchgesetzt und die sich in der Baupraxis als richtig bewährt haben.[14] Der Begriff der allgemein anerkannten Regeln der Technik umfasst alle technischen Normen, zu denen neben den DIN-Normen auch technische Baubestimmungen und Richtlinien zählen.

Diesbezüglich sind insbesondere die Richtlinie für die Erstellung und Prüfung von Grabmalanlagen des Bundesinnungsverbandes und die Technische Anleitung zur Standsicherheit von Grabmalanlagen (TA Grabmal) der Deutschen Naturstein Akadamie e.V. heranzuziehen. Welches der beiden Regelwerk eingreift, ist abhängig von der vertraglichen Vereinbarung.

[12] BGH, Urteil vom 26.10.1972, VII ZR 181/71, NJW 1973, 138; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rn. 33.
[13] Ingenstau/Korbion, VOB, 16. Auflage, B § 4, Rn. 151.
[14] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 6. Teil, Rn. 34.

Für die Beurteilung eines Mangels ist vorrangig die vereinbarte Beschaffenheit maßgebend.[15] Haben die Parteien keine anderweitige Vereinbarung getroffen, so hat der Unternehmer als Mindeststandard die anerkannten Regeln der Technik einzuhalten.[16] Das gilt allerdings nur, soweit die anerkannten Regeln der Technik die geschuldete Gebrauchstauglichkeit gewährleisten.[17] Nach der Rechtsprechung ist anerkannt, dass der Unternehmer üblicherweise stillschweigend bei Vertragsschluss einen Standard zusichert, der den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.[18]

Die Parteien können vereinbaren, dass die Ausführung von den anerkannten Regeln der Technik abweicht, jedoch muss dabei der Auftragnehmer den Auftraggeber auf das mit der Nichteinhaltung verbundene Risiko hinweisen. Über einen solchen Hinweis hat der Auftragnehmer den Nachweis zu führen.

Ein Sachmangel kann allerdings auch dann vorliegen, wenn das Werk den anerkannten Regeln der Technik entspricht, jedoch nicht für den nach dem Vertrag vorausgesetzten Verwendungszweck geeignet ist.[19] Das Werk muss daher auf jeden Fall die vereinbarte Funktionstauglichkeit erreichen.

IV.
Gewährleistungsrechte des Auftraggebers

Nach § 634 BGB kann der Besteller/Auftraggeber bei Vorliegen eines Mangels und wenn die Voraussetzungen der genannten Vorschriften erfüllt sind, folgende Ansprüche geltend machen:

1. Nach § 635 BGB Nacherfüllung verlangen,

2. Nach § 637 BGB den Mangel selbst beseitigen und Ersatz der erforderlichen Aufwendungen verlangen,

3. Nach den §§ 636, 323 und 326 Abs. 5 BGB von dem Vertrag zurücktreten oder nach § 638 BGB die Vergütung mindern und

4. Nach den §§ 636, 280, 281, 283 und 311 a BGB Schadensersatz oder nach § 284 BGB Ersatz vergeblicher Aufwendungen verlangen.

Diese Vorschrift fasst die Ansprüche (Gewährleistungsansprüche) des Auftraggebers wegen Mängeln des Werkes zusammen. Dabei muss der Auftraggeber nur den Mangel

[15] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 6. Teil, Rn. 36.
[16] BGH, Urteil vom 14.06.2007, VII ZR 45/06, BauR 2007, 1570.
[17] BGH, Urteil vom 28.10.1999, VII ZR 115/97, BauR 2000, 261; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rn. 36.
[18] BGH, Urteil vom 14.05.1998, VII ZR 184/97, BauR 1998, 872, 873.
[19] BGH, Urteil vom 09.07.2002, X ZR 242/99, ZfBR 2003, 22.

und nicht die Ursache des Mangels benennen, sogenannte Mangelsymptomtheorie.[20] Diesen Gewährleistungsansprüchen steht das Nacherfüllungsrecht des Auftragnehmers gegenüber. Der Auftragnehmer hat ein sogenanntes Recht zur zweiten Andienung. Daher muss der Auftraggeber dem Auftragnehmer grundsätzlich die Gelegenheit geben, mögliche Mängel seines Werkes selbst beseitigen zu können. Erst wenn der Auftragnehmer diese Möglichkeit nicht nutzt, stehen dem Auftraggeber die Gewährleistungsansprüche zu. Aus diesem Grund hat der Auftraggeber dem Auftragnehmer vor Geltendmachung von Gewährleistungsansprüchen eine angemessene Frist zur Mangelbeseitigung zu setzen. Ist die Nachfrist fruchtlos abgelaufen, so hat der Auftraggeber die Wahl zwischen den verschiedenen Gewährleistungsansprüchen. Zu erwähnen ist, dass die Gewährleistungsansprüche nach § 634 Nr. 1 – 3 BGB verschuldensunabhängig sind. Dagegen kann Schadensersatz nur verlangt werden, wenn der Unternehmer den Mangel zu vertreten hat, ihm also ein vorsätzliches oder fahrlässiges Handeln vorzuwerfen ist. Bezieht sich der Schadensersatzanspruch auf eine Leistung, die nicht zum Vertragsgegenstand gehört, so braucht der Auftraggeber dem Auftragnehmer auch keine Nachfrist zu setzen (sogenannter Mangelfolgeschaden).

Die Voraussetzungen der Gewährleistungsansprüche ergeben sich aus den §§ 635 ff. BGB. Das Vorliegen dieser Voraussetzungen bedarf einer gesonderten Prüfung im Einzelfall.

Zu beachten ist, dass die Gewährleistungsansprüche grundsätzlich erst nach Abnahme des Werkes geltend gemacht werden können.

V.
Die Abnahme und ihre Rechtsfolgen

Nach § 640 Abs. 1 BGB ist der Auftraggeber verpflichtet, das vertragsmäßig hergestellte Werk abzunehmen, sofern nicht nach der Beschaffenheit des Werkes die Abnahme ausgeschlossen ist.

Weiter ist in § 640 Abs. 1 S. 2 BGB geregelt, dass die Abnahme nicht wegen unwesentlicher Mängel verweigert werden darf. Zudem enthält § 640 Abs. 1 S. 3 BGB eine Abnahmefiktion, wobei nach Ablauf einer vom Unternehmer angesetzten Frist eine Abnahme angenommen wird.

In der Praxis wird die große Bedeutung der Abnahme häufig nicht erkannt. Durch die Abnahme wird die Erfüllung des Werkvertrags dokumentiert und es werden zahlreiche Folgen/Auswirkungen zugunsten des Auftragnehmers ausgelöst.[21]

[20] BGH, Beschluss vom 24.08.2016, VII ZR 41/14, IBRRS 2016, 2423.
[21] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 2.

Der Auftragnehmer erfüllt seine vertraglichen Verpflichtungen erst dann, wenn er die geschuldete Leistung erbracht hat und diese auch abgenommen wurde. Die Abnahme ist die mit der körperlichen Hinnahme verbundene Billigung des Werkes als der Hauptsache nach vertragsgemäßer Leistung.[22] Durch die Abnahme erhält der Auftraggeber die Möglichkeit, die Leistung auf ihre Vertragsmäßigkeit zu überprüfen. Hat der Auftragnehmer die Leistung vertragsmäßig erbracht, so ist der Auftraggeber verpflichtet, das Werk abzunehmen.

Die Abnahme muss vom Auftraggeber erklärt werden.[23] Wegen unwesentlicher Mängel kann die Abnahme nicht verweigert werden (§ 640 Abs. 1 S. 2 BGB). Selbst unwesentliche Restleistungen, die für den Auftraggeber unbedeutend sind, stehen einem Abnahmeverlangen des Auftragnehmers nicht entgegen.[24] Bei der Unwesentlichkeit des Mangels sind alle Umstände des Einzelfalls zu berücksichtigen.

Für die Praxis ist es von großer Bedeutung, dass im Zweifel die tatsächlichen Umstände dargelegt werden können, aus denen sich die Abnahme ergibt.[25] Aus dem schriftlichen Abnahmeprotokoll soll sich auch die Abnahmeerklärung des Auftraggebers entnehmen lassen.

Der in § 640 Abs. 1 BGB geregelte Anspruch auf die Abnahme der Leistung bezieht sich lediglich auf die rechtsgeschäftliche/vertragsrechtliche Abnahme. Sie ist nicht zu verwechseln mit der behördlichen Abnahme der Friedhofsverwaltung. Die Abnahme der Friedhofsverwaltung hat keine Auswirkungen auf die rechtsgeschäftliche/ vertragsrechtliche Abnahme im Verhältnis zu dem Auftraggeber.

Die rechtsgeschäftliche/vertragsrechtliche Abnahme erfolgt durch eine Erklärung des Auftraggebers.[26] Die Erklärung der Abnahme kann ausdrücklich oder konkludent erfolgen.

Neben dieser rechtsgeschäftlichen/vertragsrechtlichen Abnahme gibt es noch gesetzliche Abnahmefiktionen. In § 640 Abs. 1 S. 3 BGB ist die Abnahmefiktion nach einer Fristsetzung und in § 641a Abs. 1 BGB die Abnahmefiktion durch eine Fertigstellungsbescheinigung geregelt.

In der Praxis ist eine Abnahmefiktion nach einer Fristsetzung gemäß § 640 Abs. 1 S. 3 BGB unter bestimmten Voraussetzungen durchaus in Betracht zu ziehen.

[22] BGH, Urteil vom 24.11.1969, VII ZR 177/67, NJW 1970, 421; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 3.
[23] BGH, Urteil vom 24.11.1969, VII ZR 177/67, NJW 1970, 421; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 4.
[24] BGH, Urteil vom 15.06.2000, VII ZR 30/99, BauR 2000, 1482; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 4.
[25] OLG Düsseldorf, BauR 2001, 638.
[26] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 17.

1.
Förmliche Abnahme

Eine förmliche Abnahme wird in der Regel durch eine Abnahmebegehung und die Erstellung eines Abnahmeprotokolls vorgenommen. Dabei sollte sich aus dem Protokoll ergeben, ob die Abnahme erklärt oder verweigert wird.[27] Wurden in dem Protokoll Mängel aufgelistet, ohne dass sich aus den Umständen eine Abnahmeverweigerung ergibt, so ist darin eine Abnahme unter Vorbehalt der Rechte zur Mangelbeseitigung hinsichtlich der aufgelisteten Mangelpositionen zu sehen.[28]

Um die Rechtswirkungen der Abnahme eindeutig auszulösen, ist daher grundsätzlich die Erstellung eines schriftlichen Abnahmeprotokolls zu empfehlen, das sowohl der Auftraggeber als auch der Auftragnehmer unterzeichnen.

Aus dem Protokoll sollte der Wille des Auftraggebers eindeutig erkennbar sein, dass er die Leistungen als vertragsmäßig ansieht und deswegen die Abnahme erklärt.

2.
Konkludente Abnahme

Findet eine förmliche Abnahme nicht statt, so ist die stillschweigende, konkludente Abnahme der Regelfall. Unter einem konkludenten Verhalten versteht man ein schlüssiges Verhalten, wobei der Erklärende seinen Willen stillschweigend zum Ausdruck bringt und der Empfänger hieraus den Erklärungswillen ableiten kann. Eine konkludente Abnahme liegt daher vor, wenn dem Verhalten des Auftraggebers zu entnehmen ist, dass er die Leistung als im Wesentlichen vertragsgerecht billigt.[29] Eine konkludente Abnahme kann nur in Betracht gezogen werden, wenn das Werk im Wesentlichen mangelfrei fertiggestellt wurde.[30] Wenn noch wesentliche Vertragsleistungen erbracht werden müssen, kann eine konkludente Abnahme nicht angenommen werden.[31] Des Weiteren muss dem Auftraggeber die Möglichkeit eröffnet werden, die Beschaffenheit des Werkes ausreichend prüfen zu können.[32] Der Zeitraum der Prüfungsfrist hängt vom Einzelfall ab und orientiert sich an dem Umfang der ausgeführten Leistungen.[33] Bei einer üblichen Grabanlage erscheint eine Prüfungspflicht von ca. 14 Tagen angemessen zu sein.

Hat der Auftraggeber das Werk in Gebrauch genommen, so liegt nach Ablauf einer angemessenen Frist eine konkludente Abnahme vor, wenn dem Verhalten des Auftraggebers nichts Gegenteiliges zu entnehmen ist.[34] Bei einer Grabanlage kann die

[27] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 18.
[28] BGH, Urteil vom 15.02.2005, X ZR 43/02, BauR 2005, 871; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 18.
[29] BGH, Urteil vom 10.06.1999, VII ZR 170/98, BauR 1999, 1186.
[30] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 19.
[31] BGH, Urteil vom 20.10.2005, VII ZR 155/04, BauR 2006, 396; m. w. N.in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 19.
[32] BGH, Urteil vom 28.04.1992, X ZR 27/91, NJW-RR 1992, 1078.
[33] BGH, Urteil vom 20.09.1984, VII ZR 377/83, BauR 1985, 200.
[34] BGH, Urteil vom 20.09.1984, VII ZR 377/83, BauR 1985, 200.

Ingebrauchnahme darin gesehen werden, dass das Grab bepflanzt und gepflegt wird und dadurch eine Nutzung eindeutig erkennbar ist.

Von einer konkludenten Abnahme kann nicht ausgegangen werden, wenn wesentliche Mängel vom Auftraggeber gerügt werden.[35] Werden hingegen nur unwesentliche Mängel gerügt, so kann von einer konkludenten Abnahme ausgegangen werden, da der Auftraggeber sowieso zur Abnahme verpflichtet wäre.[36] Werden angezeigte Mängel nicht beseitigt, so kann auch nach der Ingebrauchnahme des Werkes nicht von einer konkludenten Abnahme ausgegangen werden.[37]

Die vorbehaltlose Zahlung der Rechnung kann als Abnahme gedeutet werden, wenn ansonsten kein gegenteiliges Verhalten des Auftraggebers zum Ausdruck gebracht wird.[38]

Kündigt der Auftraggeber eine Selbstvornahme zur Mangelbeseitigung an, so kann darin keine Abnahme gesehen werden.[39]

Die Abnahme durch einen Dritten, der nicht Auftraggeber ist, kann nur dann im Rechtsverhältnis zu dem Auftraggeber wirksam erklärt werden, wenn der Dritte zu solchen Erklärungen von dem Auftraggeber ermächtigt oder bevollmächtigt ist.[40] Für die Praxis ist es daher von großer Bedeutung, dass entweder der Auftraggeber die Leistungen selbst abnimmt oder der Dritte über eine entsprechende Vertretungsbefugnis (Vorlage einer Vollmacht) verfügt.

3.
Fiktive Abnahme

Da es in der Praxis gelegentlich vorkommt, dass der Auftraggeber die Abnahme verweigert, hat der Gesetzgeber zwei gesetzliche Abnahmefiktionen im BGB-Werkvertragsrecht geregelt.

a) Abnahmefiktion nach § 640 Abs. 1 S. 3 BGB

Nach § 640 Abs. 1 S. 3 BGB steht es der Abnahme gleich, wenn der Auftraggeber das Werk nicht innerhalb einer vom Auftragnehmer gesetzten angemessenen Frist abnimmt, obwohl er dazu verpflichtet ist. Im Ergebnis führt die unterlassene Abnahme dazu, dass nach fruchtlosem Fristablauf alle Abnahmewirkungen eintreten.[41] Im Unterschied zur

[35] OLG Koblenz, BauR 2003, 96.
[36] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 20.
[37] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 12; ebenso BGH, Urteil vom 10.06.1999, VII ZR 170/98, BauR 1999, 1186; BGH, Urteil vom 08.01.2004, VII ZR 198/02, BauR 2004, 670.
[38] BGH, Urteil vom 30.09.1993, VII ZR 136/92, BauR 1994, 103; OLG Hamm, BauR 2003, 106.
[39] BGH, Urteil vom 16.11.1993, X ZR 7/92, BauR 1994, 242; m. w. N. in Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 21.
[40] BGH, Urteil vom 29.06.1993, X ZR 60/92, NJW-RR 1993, 1461.
[41] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 24.

förmlichen oder konkludenten Abnahme verliert der Auftraggeber jedoch nicht die in § 640 Abs. 2 BGB genannten Gewährleistungsansprüche, selbst wenn er sich diese nicht vorbehält. Der Verlust von Gewährleistungsansprüchen wegen bekannter Mängel tritt daher nur bei einer erklärten Abnahme, ohne Vorbehalt, nach § 640 Abs. 1 BGB ein.

Damit die fiktive Abnahme ihre Abnahmewirkung erfüllt, müssen folgende Voraussetzungen vorliegen:

(1) Der Auftraggeber muss zur Abnahme verpflichtet sein, wozu die Voraussetzungen des § 640 Abs. 1 S. 1 und 2 BGB erfüllt sein müssen, d.h. das Werk muss vertragsgemäß sein und es dürfen keine wesentlichen Mängel vorliegen.

(2) Eine vom Auftragnehmer gesetzte angemessene Frist muss abgelaufen sein. Der Auftragnehmer muss also zur Abnahme auffordern und diese Aufforderung mit einer Fristsetzung verbinden. Die Angemessenheit der Frist hängt vom Einzelfall ab, wobei eine Frist von ca. 14 Tagen als angemessen erscheint. Dabei wird eine zu kurze Frist durch eine angemessene Frist ersetzt. In Ausnahmefällen kann eine Fristsetzung entbehrlich sein, wenn der Auftraggeber die Abnahme von vorneherein unberechtigt und endgültig verweigert.[42]

Für die Praxis ist es von Bedeutung, dass bei der Abnahmefiktion nach § 640 Abs. 1 S. 3 BGB der Auftraggeber die in § 640 Abs. 2 BGB genannten Gewährleistungsansprüche nicht verliert. Ein Verlust dieser Gewährleistungsansprüche erfolgt nur bei einer ausdrücklich erklärten (formal oder konkludent) Abnahme. **Daher ist grundsätzlich die ausdrücklich erklärte Abnahme zu bevorzugen.**

b) Abnahmefiktion durch Fertigstellungsbescheinigung

Nach § 641 a Abs. 1 BGB steht es der Abnahme gleich, wenn der Auftragnehmer von einem Gutachter eine Bescheinigung darüber erhält, dass das versprochene Werk hergestellt ist und das Werk frei von Mängeln ist, die der Auftraggeber gegenüber einem Gutachter behauptet hat oder die für einen Gutachter bei einer Besichtigung feststellbar sind (Fertigstellungsbescheinigung). Da diese Abnahmefiktion unter Einbeziehung eines Gutachters bei Grabanlagen unüblich ist, wird auf eine vertiefte Darstellung dieser Abnahmefiktion verzichtet.

[42] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 27.

4.
Vorbehalte bei der Abnahme

Werden bei der Abnahme Vorbehalte erklärt, so ändert dies nichts daran, dass die Abnahme erklärt ist und die Erfüllungswirkungen eintreten.[43] Werden bei der Abnahme die Ansprüche aus § 634 Nr. 1 bis 3 BGB wegen bekannter offensichtlicher Mängel nicht vorbehalten, so können diese Ansprüche hinsichtlich der bekannten Mängel nicht mehr geltend gemacht werden (§ 640 Abs. 2 BGB). Der Anspruch auf Schadensersatz nach § 634 Nr. 4 BGB bleibt jedoch erhalten. Behält sich der Auftraggeber einen Mangel vor, so verbleibt die Beweislast für die Mangelfreiheit beim Auftragnehmer.[44]

5.
Die Rechtsfolgen der Abnahme

Durch die Abnahme werden zahlreiche Rechtsfolgen bewirkt, die für den Auftragnehmer von Vorteil sind. Verweigert der Auftraggeber die Abnahme zu Unrecht, so treten dennoch die Abnahmewirkungen ein, weil der Auftraggeber keine Vorteile aus seinem vertragswidrigen Verhalten ziehen soll.[45]

a) Fälligkeit der Vergütung

Nach § 641 Abs. 1 S. 1 BGB ist die Vergütung bei der Abnahme des Werkes zu entrichten. Der Vergütungsanspruch besteht daher grundsätzlich erst nach der Abnahme des Werkes.

Solange der Auftraggeber das Werk nicht abgenommen hat und auch zur Abnahme nicht verpflichtet ist, kann der Auftraggeber gegen den Vergütungsanspruch das sogenannte Zurückbehaltungsrecht aus § 320 Abs. 1 BGB geltend machen. Im Rahmen des BGB-Werkvertragsrechts ist der Unternehmer vorleistungspflichtig. Die Vergütung kann er grundsätzlich erst nach Erbringung einer abnahmereifen Werkleistung verlangen.[46] Jedoch kann der Auftragnehmer vor der Abnahme eine Abschlagszahlung gem. § 632a BGB für die bis dahin vertragsgemäß erbrachten Leistungen geltend machen.

b) Gefahrübergang

aa) Leistungsgefahr

Wird die Leistung des Auftragnehmers vor der Abnahme gestohlen, beschädigt oder geht die Leistung ohne Verschulden des Auftragnehmers unter, so hat der Auftragnehmer diese

[43] BGH, Urteil vom 24.10.1996, VII ZR 98/94, BauR 1997, 129.
[44] BGH, Urteil vom 24.10.1996, VII ZR 98/97, BauR 1997, 129.
[45] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 7.
[46] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 9.

Leistungen auf eigene Kosten erneut zu erbringen. Mit der Abnahme geht diese sogenannte Leistungsgefahr auf den Auftraggeber über.

Auch diese Rechtswirkung zeigt, dass der Auftragnehmer ein großes Interesse daran hat, eine Abnahme herbeizuführen.

bb) Vergütungsgefahr

Geht das Werk vor der Abnahme durch einen nicht vom Auftraggeber zu verantwortenden Umstand unter, so kann der Auftragnehmer für die bis dahin erbrachten Leistungen keine Vergütung verlangen.[47] Dieser Umstand wird als Vergütungsgefahr bezeichnet und entspricht der gesetzlichen Regelung des § 644 Abs. 1 S. 1 BGB.

Das Gesetz sieht Ausnahmen vor, nach denen die Vergütungsgefahr nicht eingreift. Liegt die Ursache des Untergangs in dem vom Auftraggeber gelieferten Material, so ist der Auftragnehmer nicht verantwortlich (§ 644 Abs. 1 S. 3 BGB).

Befindet sich der Auftraggeber mit der Abnahme des Werkes im Annahmeverzug, so trägt dieser die Vergütungsgefahr (§ 644 Abs. 1 S. 2 BGB).

Ist das Werk vor der Abnahme aufgrund einer Anweisung durch den Auftraggeber untergegangen, so trägt gemäß § 645 BGB der Auftraggeber die Vergütungsgefahr.

c) Schutzpflicht

Erst nach der Abnahme geht die Schutzpflicht des Auftragnehmers auf den Auftraggeber über. Vor der Abnahme hat der Auftragnehmer geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um seine Leistungen zu schützen und zu erhalten.[48]

d) Verjährung der Mängelansprüche

Nach § 634 a Abs. 2 BGB beginnt die Verjährung bei einem Bauwerk mit der Abnahme. Damit beginnt mit der Abnahme die Verjährungsfrist für die Ansprüche aus § 634 BGB zu laufen.

Ausnahmsweise beginnt die Verjährungsfrist zu laufen, wenn die Abnahme vom Auftraggeber endgültig verweigert wird.[49]

Wird der Vertrag gekündigt, so beginnt die Verjährungsfrist erst mit Abnahme des bis zur Kündigung erbrachten Werkes.[50]

[47] BGH, Urteil vom 11.07.1963, VII ZR 43/62, BGHZ 40, 71.
[48] Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 3. Auflage, 4. Teil, Rn. 13.
[49] BGH, Urteil vom 26.10.2006, VII ZR 133/04, BauR 2007, 423.
[50] BGH, Urteil vom 15.12.2002, VII ZR 103/00, BauR 2003, 689.

e) Verzinsung nach § 641 Abs. 4 BGB

Nach der Abnahme ist der Vergütungsanspruch zu verzinsen, sofern die Vergütung nicht gestundet wird. Liegen sogar die Verzugsvoraussetzungen vor, kann anstelle von § 641 Abs. 4 BGB der Verzugszins nach § 288 BGB geltend gemacht werden.[51] Gem. § 286 Abs. 3 BGB gerät ein Verbraucher bei einem Vergütungsanspruch nach 30 Tagen nur in Verzug, wenn er zuvor auf die Verzugsfolgen in der Rechnung hingewiesen wurde.

f) Beweislast

Vor der Abnahme muss grundsätzlich der Auftragnehmer die Mangelfreiheit seines Werkes beweisen. Mit der Abnahme kehrt sich die Beweislast für behauptete Mängel um.[52]

Behält sich der Auftraggeber bei der Abnahme Gewährleistungsansprüche vor, so hat der Auftragnehmer weiterhin die Mangelfreiheit seines Werkes zu beweisen.[53] Zu erwähnen ist auch, dass der Auftragnehmer für die Beseitigung eines unstreitig vorhandenen Mangels stets die Beweislast, auch nach der Abnahme, trägt.[54]

VI.
Fazit

Um den guten Ruf des Unternehmens zu erhalten, steht die vertragsgemäße Erbringung der vereinbarten Leistung im ureigenen Interesse des Unternehmers. Die oben gemachten Ausführungen sollen verdeutlichen, wie der Unternehmer seine Leistungen vertragsgemäß und somit mangelfrei erbringen kann. Zudem ist es von großer Bedeutung für den Unternehmer, dass er das Vertragsverhältnis ordnungsgemäß abwickelt. Eine rechtssichere Abnahme stellt für den Unternehmer einen ersten wichtigen Schlusspunkt in der Abwicklung des Vertrags dar. Mit Hilfe einer ordnungsgemäßen Abnahme erlangt er zahlreiche Rechtswirkungen zu seinen Gunsten. Um diese Wirkungen für sich geltend machen zu können, gehört es zur unternehmerischen Fürsorgepflicht den Fokus auch auf eine rechtswirksame Abnahme zu legen.

Die dargestellten Ausführungen versuchen, die für einen Auftragnehmer relevanten Fallkonstellationen und deren Umsetzung zu beschreiben sowie die für die Praxis bedeutsamen Rechtsfolgen darzulegen. In der Regel unterscheidet sich jeder Einzelfall und jeder Auftrag in durchaus relevanten Punkten, so dass im Zweifelsfall zumindest eine anwaltliche Beratung im Hinblick auf die Vertragsgestaltung, die Auslegung des Vertrages und der anzuwendenden gesetzlichen Regelungen von Vorteil ist. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Beitrag nur einen Teilbereich der anzuwendenden

[51] Palandt/Bassenge, BGB, 74. Aufl., § 641, Rn. 19.
[52] BGH, Urteil vom 29.06.1981, VII ZR 299/80, BauR 1981, 575; BGH, Urteil vom 16.12.2003, X ZR 129/01, NJW-RR 2004, 782.
[53] BGH, Urteil vom 24.10.1996, VII ZR 98/94, Bau R 1997, 129.
[54] BGH, Urteil vom 31.03.2005, VII ZR 180/04, BauR 2005, 1010.

Rechtsvorschriften umfasst, die im Rahmen eines Werkvertragsverhältnisses und dessen Abwicklung zu berücksichtigen sind.

Wir wünschen Ihnen weiterhin viel Erfolg und gute Aufträge!

© Copyright by Rechtsanwaltskanzlei Winfried Rohden. Alle Rechte vorbehalten.