

Bautechnische
Information
Naturwerkstein

Stand: Juli 2012

**Fassaden-
bekleidung**

Inhalt

1. Bekleidung aus Naturwerkstein	7
1.0 Definition:	7
1.1 Funktion einer Außenwandbekleidung	7
1.2 Gesteinsauswahl bei der Planung	7
1.3 Bemusterung	7
2. Eigenschaften der Naturwerksteine	8
2.1 Technische Werte von Naturwerkstein	8
2.1.1 Festigkeit und Wasseraufnahme (Porosität)	8
2.1.2 Berechnungsgewichte nach DIN 1055-1	9
2.1.3 Thermische Dehnung und Quellen	9
2.1.4 Elastizitätsmodul E	9
2.2 Europäische Produktnorm DIN EN 1469	10
2.3 Oberflächenbearbeitung	11
2.4 Gesteinsprüfungen	11
2.4.1 Prüfantrag für Naturwerkstein (Muster)	12
2.4.2 Hinweise für die Prüfung von Naturwerkstein	13
2.5 CE-Kennzeichnung – EP – WPK	13
2.5.1 System der Konformitätsbescheinigung	13
2.5.2 Materialprüfstelle	14
2.5.3 Erst-Prüfung (EP)	14
2.5.4 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	15
2.5.5 Nicht-Übereinstimmungen	15
2.5.6 CE-Kennzeichnung	15
2.5.7 Baubegleitende Qualitätssicherung	15
2.6 Technisches Merkblatt Naturwerkstein	15
3. Bemessung der Naturwerksteinplatten	16
3.1 Allgemein	16
3.2 Charakteristische Biegefestigkeit	16
3.3 Charakteristische Ausbruchlast am Ankerdorn	16
3.4 Eignung	17
3.4.1 Frostwiderstandsfähigkeit	17
3.4.2 Durchfeuchtung	17
3.5 Bemessungsverfahren	18
3.6 Mindest-Plattendicke	18
3.7 Formate der Bekleidungselemente	18
3.8 Horizontale und geneigte Platten	18
3.9 Leibungsplatten	18
3.10 Durchbiegung der Platten	18
3.11 Zusatzlasten aus Temperaturdifferenzen und Zwängungen	19
3.12 Zusatzlasten aus Anprall und Anbauten	19
3.13 Zulässige Ankerdornbelastung in Abhängigkeit der Spaltbreiten	20
3.14 Zulässige Ankerdornbelastung bei verringerten Abständen	20
3.15 Windlasten	21
3.16 Erdbebenlasten	23

4. Befestigung der Natursteinplatten	24
4.1 Befestigungsarten	24
4.2 Befestigung mit Ankerdornen	24
4.3 Befestigung mit Steckdornen	25
4.4 Befestigung mit Schraubankern	26
4.5 Befestigung mit Profilstegen	27
4.6 Sonderbefestigungen der Platten	27
5. Fugen und Hinterlüftungszone	28
5.1 Fugen	28
5.1.1 Fugenausbildung bei den Bekleidungen	28
5.1.2 Offene Plattenfugen	28
5.1.3 Mit Fugendichtstoff geschlossene Plattenfugen	28
5.1.4 Anschlussfugen	28
5.1.5 Anschlüsse von Ausbauteilen an die Außenwand	28
5.1.6 Bauwerkstrennfugen	28
5.2 Hinterlüftungszone	29
6. Wärmeschutz der Außenwand	29
6.1 Anforderung	29
6.2 Dämmstoffe	29
6.3 Befestigung der Dämmstoffe	30
6.4 Dämmstoffe an Stützen und Pfeilern	30
6.5 Dämmplatten im Bereich von Unterkonstruktionen	30
6.6 Wärmedämmung im Sockelbereich	30
6.7 Dämmstoffausschnitte	31
6.8 Punktuelle Wärmebrücken	31
7. Brandschutz	32
8. Außenwand mit hinterlüfteter Bekleidung aus Naturwerkstein	33
8.1 Allgemeines	33
8.2 Begriffe	34
8.2.1 Bekleidung	34
8.2.2 Verankerung	34
8.2.3 Verbindung	34
8.2.4 Befestigung	34
8.2.5 Unterkonstruktion	34
8.3 Werkstoff/Material	34
8.3.1 Bekleidung	34
8.3.2 Ankerdorne	34
8.3.3 Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente	34
8.3.4 Unterkonstruktionen	34
8.3.5 Gerüstanker	35
8.3.6 Ankermörtel	35
8.3.7 Dornmörtel, Gleithülsenmörtel	35
8.3.8 Gleithülse	35
8.3.9 Unterlegscheiben, Trichterscheiben, Profilbänder	35
8.3.10 Fugendichtstoffe	35
8.3.11 Wärmedämmung	35

8.4	Verankerungssysteme	35
8.4.1	Allgemeines	35
8.4.2	Mörtelanker	35
8.4.3	Anschraubanker	38
8.4.4	Anschweißanker	39
8.4.5	Unterkonstruktion (UK)	42
8.5	Leibungsplatten mit Verbindungen und Verankerungen	45
8.5.1	Definition	45
8.5.2	Hinweise	45
8.5.3	Abmessung der Leibungsplatten	46
8.5.4	Verbindungsteile (Auswahl)	46
8.5.5	Verbindungsteile zum Verschrauben	46
8.5.6	Beispiele Leibungsplatten mit Verbindungen oder Verankerungen	47
8.6	Brüstungsbekleidung	47
8.6.1	Ausführung	47
8.6.2	Mörtelanker in Stahlbetondecke	47
8.6.3	Mörtelanker im Stahlbeton-Randbalken mit einlagiger Bewehrung	47
8.6.4	Mörtelanker im Stahlbeton-Randbalken mit doppelagiger Bewehrung	47
8.6.5	Mörtelanker in Stahlbetonbrüstungen	48
8.6.6	Verankerungen in Stahlbetonbrüstungen	48
8.6.7	Verankerungen in Mauerwerksbrüstungen	48
8.6.8	Nicht tragfähige Brüstungen	49
8.7	Bekleidungen an Stützen oder Pfeilern aus Stahlbeton	49
8.7.1	Verankerung in der waagrechten Fuge	49
8.7.2	Beispiele Pfeilanker	49
8.8	Deckenbekleidung	51
9.	Verankerungsgrund	51
9.1	Ankermörtel	51
9.2	Ankerbohrloch	51
9.3	Aussparungskörper	52
9.4	Bohrgerät	52
9.5	Verankerungen (Mörtelanker) in Stahlbeton und Mauerwerk	52
9.5.1	Charakteristischer Widerstand im Mauerwerk	53
9.5.2	Charakteristischer Widerstand in Beton	53
9.5.3	Bemessung der Verankerung	53
10.	Austausch von Fassadenplatten	55
10.1	Allgemeines	55
10.2	Entnahme der vorhandenen Fassadenplatte	55
10.3	Montage der Austauschplatte mit Anschweißdornen	55
10.3.1	Bei verbleibenden Dornen	55
10.3.2	Bei abgeschnittenen Dornen	56
11.	Bodenanschlüsse von Sockelplatten	57
12.	Bauwerkstoleranzen	57

13. Konstruktionsbeispiele von Wandbekleidungen	58
13.1 Mörtelanker in der senkrechten Fuge	58
13.2 Mörtelanker in der waagrechten Fuge	58
13.3 Anschraubanker	59
13.4 Gebäude-Dehnfugen	60
13.5 Eckausbildungen	61
14. Gerüste	62
14.1 Anforderungen	62
14.2 Gerüstanker	62
14.3 Hinweise	62
14.4 Ankerkräfte bei nichtbekleideten Gerüsten	62
14.5 Anwendungsbeispiele	63
15. Planung einer Außenwandbekleidung	64
15.1 Checkliste für die Werkplanung	64
15.2 Nebenleistungen, Besondere Leistungen	67
15.2.1 Nebenleistungen	67
15.2.2 Besondere Leistungen	67
15.3 Bauunterlagen	67
15.3.1 Ausführungspläne oder Versetzzeichnungen	67
15.3.2 Abrechnungszeichnungen	67
15.3.3 Bauzeitenplan	68
15.4 Ausschreibung (Muster-Leistungsbeschreibung)	68
15.4.1 Allgemeine Baubeschreibung	68
15.4.2 Titel 1 – Baustelleneinrichtung	69
15.4.3 Titel 2 – Gerüstarbeiten	69
15.4.4 Titel 3 – Wärmedämmung/Verfugung/Brandchutz/Imprägnierung	70
15.4.5 Titel 4 – Naturwerksteinarbeiten/Hauptpositionen	71
15.4.6 Titel 5 – Sonstiges	72
15.4.7 Zusammenstellung:	72
15.4.8 Stundenlohnarbeiten	72
15.4.9 Ausführungsfristen	72
15.5 Aufmaß und Abrechnung	73
16. Besondere Hinweise	73
16.1 Anti-Graffiti-Schutzmaßnahmen	73
16.2 Reinigung von Fassaden	73
16.3 Veralgungen an Fassaden	73
17. Normenverzeichnis	74
Stichwortverzeichnis	75
Anhang: Druckvorlage Technisches Merkblatt	77

Außenwandbekleidung, hinterlüftet, aus Naturwerkstein

In dieser Information werden die wesentlichen Anforderungen und Konstruktionsregeln von hinterlüfteten Außenwandbekleidungen aus Naturwerkstein dargestellt. Dabei wird auf einschlägige Normen zurückgegriffen und diese werden kommentiert.

1 Bekleidung aus Naturwerkstein

1.0 Definition:

Die hinterlüftete Außenwandbekleidung ist mit dem Bauwerk mechanisch verbunden und setzt sich zusammen aus:

1. Der Bekleidung aus Naturwerkstein,
2. der Hinterlüftungszone,
3. der Wärmedämmschicht, soweit die Außenwand selbst nicht den erforderlichen Wärmeschutz erbringt,
4. den Befestigungen, Verbindungen, Unterkonstruktionen und Ergänzungsteilen sowie den Verankerungen der Bekleidungs-elemente am tragenden Untergrund.

In dieser bautechnischen Information werden insbesondere die zutreffenden DIN-Normen auszugsweise aufgezeigt:

- **DIN EN 1469**
Naturstein – Fertigerzeugnisse, Wandbekleidungen – Spezifikationen; (Ausgabe: 2005-02)
- **DIN EN 1991-1-4**
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010 (Ausgabe: 2010-12)
- **DIN EN 1991-1-4/NA**
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten (Ausgabe: 2010-12)
- **DIN 18516 Teil 1**
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Anforderungen, Prüfgrundsätze (Ausgabe: 2010-06)
- **DIN 18516 Teil 3**
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Naturwerkstein, Anforderungen, Bemessung (Ausgabe: 2011-11)

Weitere Normen der VOB, die hier von Belang sind:

- **DIN 18299**
Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art (Ausgabe: 2010-04)
- **DIN 18332**
Naturwerksteinarbeiten (Ausgabe: 2010-04)

1.1 Funktion einer Außenwandbekleidung

Die Außenwandbekleidung erbringt den Witterungsschutz des Gebäudes und dient der Gestaltung.

Die Außenwandbekleidung nimmt die im Wechsel der Tages- und Jahreszeiten auftretenden Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen auf und schützt dadurch die dahinter liegende tragende Außenwand.

Der Außenwandaufbau wird wesentlich durch die Forderung zur Energieeinsparung EnEV bestimmt. Durch die EnEV werden hohe Anforderungen an die Wärmedämmung gestellt.

1.2 Gesteinsauswahl bei der Planung

Bauherr und Architekt planen und gestalten entsprechend den Standortbedingungen die Außenwandbekleidung des Gebäudes. Dabei können neben den gestalterischen Gesichtspunkten auch denkmalpflegerische Auflagen die Fassadenbekleidung beeinflussen. Im städtebaulichen Kontext und aus ökologischen Gründen wird das Bauen mit heimischen Natursteinen bevorzugt. Für Leed-Zertifizierungen wird ein max. Transportweg der Natursteine zum Einbauort von 800 km (500 miles) gefordert. Referenzbauten dokumentieren das Erscheinungsbild der verwendeten Naturwerksteine.

Folgende Kriterien sind bei der Gesteinsauswahl zu beurteilen:

- Eignung des Gesteins
- Langzeiterfahrung
- Verwitterungsverhalten
- Verformungsneigung (Verwölbung)
- Technische Kennwerte
- Ergiebigkeit der Lagerstätte
- Verfügbarkeit, Lieferfristen und Transport
- Mögliche Abmessungen
- Oberflächenbearbeitung
- Nachhaltigkeit (siehe DNV-Nachhaltigkeitsstudie „Ökobilanzen von Fassadenkonstruktionen“ sowie Umwelt-Produkt-erklärungen für Naturwerkstein)

1.3 Bemusterung

Nach DIN 18332 Ziffer 2.1.4, sind Farb-, Struktur- und Textur-Schwankungen innerhalb desselben Gesteinsvorkommen zulässig.

Zur ersten Orientierung werden üblicherweise Handmuster bis zu einer Größe von 20 x 30 cm herangezogen. Für die nähere Beurteilung ist eine Besichtigung von mehreren großformatigen Rohplatten aus verschiedenen Blöcken mit der gewählten Oberflächenbearbeitung in den Verarbeitungswerken zweckmäßig.

Bei größeren Außenwandbekleidungen ist das Errichten von Musterfassaden üblich.

Die Bandbreite des Erscheinungsbildes ist vorzugsweise an Referenzbauten zu besichtigen.

Musterfassaden dienen der Orientierung und stellen einen repräsentativen Durchschnitt eines Gesteines dar. Sie sind daher keine „Grenzmuster“.

Das Versetzen und Verlegen von Mustern ist eine besondere Leistung (DIN 18332 Ziffer 4.2.5), die dem Auftragnehmer (AN) vergütet werden muss.

2 Eigenschaften der Naturwerksteine

2.1 Technische Werte von Naturwerkstein

2.1.1 Festigkeit und Wasseraufnahme (Porosität)

Tabelle 1 – Technische Werte

Natursteingruppe	Wasser- aufnahme (Porosität) M.-%	Druck- festig- keit MPa	Biege- festig- keit MPa	Ausbruchlast am Ankerdorn bei Restedicke von		
				10mm	20mm	30mm
kN						
MAGMATISCHE GESTEINE						
Granite, Syenite	0,1 – 0,9	100 – 270	5 – 18	1 – 2,5	2 – 5	3 – 7,5
Diorite, Gabbro	0,1 – 0,3	150 – 300	6 – 22	2 – 5	5 – 10	
Rhyolite, Andesit	0,2 – 0,9	100 – 220	10 – 22	1 – 2,5	2 – 5	
Basalte	0,1 – 0,5	200 – 400	13 – 25	1 – 2,5	2 – 5	
Basaltlava	4 – 10	70 – 150	8 – 12	1 – 2	2 – 4	
Diabas	0,1 – 0,5	160 – 250	15 – 25	1 – 3		
Tuffsteine (vulk.)	6 – 15	15 – 30	0,5 – 5			0,3 – 1,5
SEDIMENTGESTEINE						
Grauwacke	0,2 – 1	130 – 300	11 – 25	1 – 2		
Quarzitische Sandsteine	0,5 – 10	100 – 250	8 – 20	0,5 – 1	0,9 – 2,5	1,2 – 3,5
Sonstige Sandsteine	1 – 15	20 – 170	1 – 11	0,3 – 0,8	0,5 – 1,8	0,6 – 2,2
Dichte Kalksteine, Dolomite	0,1 – 3	60 – 240	3 – 19	0,5 – 2,7	1 – 4,5	1,5 – 6
Sonstige Kalksteine	1 – 8	20 – 140	2 – 12	0,5 – 1,3	1 – 3,5	
Travertine	1 – 8	15 – 60	2 – 12	0,5 – 1,8	1,5 – 3	
METAMORPHE GESTEINE						
Gneise, Granulite	0,1 – 0,8	100 – 200	10 – 25	1 – 2,5	3 – 6	5 – 10
Serpentinite	0,1 – 0,7	120 – 250	5 – 20	1,5 – 4		
Marmor	0,1 – 2	70 – 200	3 – 18	1 – 2	2 – 4	3 – 6,5

Bemerkung: Anhaltswerte auf der Grundlage von Erfahrungswerten und Prüfwerten der LGA Würzburg;
 Unterer Erwartungswerte der Biegefestigkeit und Ausbruchlast (5 % Quantile, 75 % Vertrauensniveau);
 Mittelwerte der Druckfestigkeit

2.1.2 Berechnungsgewichte nach DIN 1055-1

Tabelle 2 – Berechnungsgewichte

Naturwerkstein	Berechnungsgewichte		
	Kraft kN/m ³	Kraft N/m ³	je cm Plattendicke N/m ³
MAGMATISCHE GESTEINE			
Amphibolit	30	30.000	300
Basalt, Diabas, Diorit, Gabbro	29	29.000	290
Granit, Syenit, Rhyolit	28	28.000	280
Trachyt	26	26.000	260
Basaltlava	24	24.000	240
Tuffstein	20	20.000	200
Sedimentgesteine	28	28.000	280
Dichter Kalkstein, Dolomit einschl. Muschelkalk und Marmor			
Grauwacke, Nagelfluh, Sandstein	27	27.000	270
Sonstige Kalksteine, Travertin	26	26.000	260
METAMORPHE GESTEINE			
Gneis, Granulit	30	30.000	300
Schiefer	28	8.000	280
Serpentinit, Quarzit	27	27.000	270

2.1.3 Thermische Dehnung und Quellen

Nach DIN 18516-3 wird die Wärmedehnzahl der Platten mit $a_T = 0,00001$ mm (mm K) eingesetzt.

Tabelle 3 – Dehnung und Quellen

Naturwerksteine	Dehnung bei ΔT von 100 K mm/m	Quellen mm/m
Sandstein	1,2	0,3 – 0,7
Basalt	0,9	0,35
Gabbro, Diorit	0,9	0,15
Granit, Syenit	0,8	0,1 – 0,2
Dichter Kalkstein	0,75	0,1
Kalkstein	0,7	0,1 – 0,2
Travertin	0,7	0,1 – 0,15
Quarzit Rhyolit	1,25	0,1
Trachyt	1	0,1

ANDERE BAUSTOFFE

Stahlbeton	1	0,15
Beton	1,2	0,15
Zementmörtel	1	0,2
Betonwerkstein	1,2	0,15 – 0,2
Ziegel	0,6	0,1 – 0,3
Kalksandstein	0,8	0,1 – 0,3
Stahl	1,2	-
Edelstahl	1,6	-
Aluminium	2,4	-

2.1.4 Elastizitätsmodul E

Der Elastizitätsmodul (auch E-Modul) wird zum Nachweis der Durchbiegung von horizontal oder geneigt hängenden Natursteinelementen benötigt.

$$E = s/e$$

E = Elastizitätsmodul s = Spannung e = Dehnung

$$e = \Delta L/L \quad \Delta L = \text{Längenänderung} \quad L = \text{Länge}$$

Tabelle 4 – E-Modul

Gesteinsart	E-Modul 10 ⁴ MPa
MAGMATISCHE GESTEINE	
Granit, Syenit	3,8 – 7,6
Gabbro	11 – 12,5
Rhyolit	2,5 – 6,5
Diabas	7,8 – 11,5
Basalt	5,8 – 10,3

SEDIMENTGESTEINE

Sandstein	0,8 – 1,8
Grauwacke	7,4 – 7,7
Kalkstein	4,0 – 9,2

METAMORPHE GESTEINE

Gneis (Schichtung =)	3,6
Gneis (Schichtung I)	1,3
Quarzit	7,4 – 7,7

(Elastizitätsmodul von Festgesteinen nach RIGGLI und REICH aus dem Buch „Industriegesteinskunde“ von Villwock)

2.2 Europäische Produktnorm DIN EN 1469

Nach der DIN 18299 Ziffer 2.1.3, müssen Stoffe und Bauteile für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander abgestimmt sein. Stoffe und Bauteile, für die DIN-Normen bestehen, müssen den DIN-Güte- und Maßbestimmungen entsprechen.

Bekleidungen aus Naturwerkstein müssen der **DIN EN 1469** entsprechen und CE gekennzeichnet sein.

Nachstehende Anforderungen an die Maße, Ebenheit und Rechtwinkligkeit sind in DIN EN 1469 angegeben:

Anforderungen an die Dicke

über 15 bis 30 mm: zul. Abweichung $\pm 10\%$ ¹⁾

über 30 bis 80 mm: zul. Abweichung $\pm 3\text{ mm}$ ¹⁾

über 80 mm: zul. Abweichung $\pm 5\text{ mm}$

1) *Da nach DIN 18516-3 die Mindestdicke der Natursteinplatten 30 mm betragen muss, ist eine Unterschreitung der Dicke von 30 mm bei Außenwandbekleidungen nicht erlaubt. Bei der Herstellung der Fassadenplatten sind deshalb die Fertigungstoleranzen durch die Wahl entsprechend höheren Nenndicken zu berücksichtigen. Die Anforderung an die Mindestplattendicke gilt nicht für Sichtkanten und an Eckausbildungen.*

Die für Platten für Wandbekleidungen geforderte Dicke muss durch eine statische Berechnung oder ein entsprechendes Verfahren unter Berücksichtigung der technischen und physikalischen Eigenschaften des Gesteins und seiner vorgesehenen Anwendung nachgewiesen werden.

Bei naturrau gespaltenen/spaltrauen Oberflächen gelten die angegebenen Grenzabmaße der Dicke nicht und müssen vom Hersteller angegeben werden

Anforderungen an die Ebenheit

Die Abweichung der Ebenheit der Oberfläche darf nicht mehr als 0,2% der Plattenlänge ist max. 3 mm betragen (außer bei gespaltenen Platten).

Anforderungen an die Länge und Breite

Nennmaß der Länge oder Breite (mm) < 600 ≥ 600

Dicke der Platte $\leq 50\text{ mm}$ $\pm 1\text{ mm}$ $\pm 1,5\text{ mm}$

Dicke der Platte $> 50\text{ mm}$ $\pm 2\text{ mm}$ $\pm 3\text{ mm}$

Anforderungen an Winkel und Sonderformen

Die zulässige Grenzabweichung muss an jeder Stelle den genannten Anforderungen an die Länge und Breite entsprechen.

Alle Winkel der Platte müssen der festgelegten Geometrie entsprechen. Teile mit unregelmäßigen oder Sonderformen müssen mit Hilfe einer geeigneten Schablone auf Übereinstimmung mit der geforderten Form überprüft werden, wobei die zulässige Grenzabweichung an einer beliebigen Stelle den genannten Anforderungen an die Länge und Breite entsprechen muss.

Der Hersteller darf engere Grenzabmaße angeben. Das ist besonders wichtig, wenn die Kanten der Platten sichtbar sind.

Anforderungen an die Lage der Ankerdornlöcher

Die festgelegte Lage, Tiefe und der Durchmesser (Form) der Ankerdornlöcher muss wie folgt sein:

– Lage, gemessen über die Länge oder Breite der Platte: $\pm 2\text{ mm}$

– Lage, gemessen über die Dicke: $\pm 1\text{ mm}$ (von der außenliegenden Fläche aus zu messen)

– Tiefe: $+3/-1\text{ mm}$

– Durchmesser: $+1/-0,5\text{ mm}$

Der Hersteller darf engere Toleranzen angeben.

Bei anderen Befestigungssystemen (z. B. Nuten) müssen die Grenzabmaße vom Hersteller angegeben werden.

Ankerdornlöcher dürfen nicht mit Schlag- oder Hammerbohrverfahren gebohrt werden und sind werkseitig herzustellen.

2.3 Oberflächenbearbeitung

Es gibt eine Vielzahl von Oberflächenbearbeitungen, die das optische Erscheinungsbild beeinflussen. Natursteine mit lebhafter Textur wirken bei gröberer Oberflächenbearbeitung ruhiger. Bei polierter und feingeschliffener Oberflächenbearbeitung kommt die tatsächliche Gesteinsstruktur und Farbe hingegen voll zur Geltung.

Mögliche Sichtflächen- und Oberflächenbearbeitungsarten sind z.B.:

- grob geschliffen (z.B. Siliciumcarbid F 60)
- mittel geschliffen (z.B. Siliciumcarbid F 120)
- fein geschliffen (z.B. Siliciumcarbid F 220)
- mattglanz poliert (z.B. Siliciumcarbid F 400)
- hochglanz poliert (z.B. Polierscheiben)
- gestockt
- gespitzt
- scharriert
- gezahnt
- kanneliert
- gebürstet
- geflammt
- sandgestrahlt
- wassergestrahlt
- abgerieben
- gesandelt
- naturrau gespalten

Bei den Schichtgesteinen lassen sich durch das Sägen der Rohblöcke „im natürlichen Lager“ oder „gegen das natürliche Lager“ bei entsprechender Oberflächenbearbeitung unterschiedliche Erscheinungsbilder erzielen.

Oberflächenbearbeitungen, die hohe mechanische oder thermische Belastungen auf die Naturwerksteinoberflächen ausüben, können die Gesteinsfestigkeiten vermindern. Wird durch die Bearbeitung das Gesteinsgefüge beeinflusst, ist dies bei der Natursteinprüfung und im statischen Nachweis zu berücksichtigen. Die Einhaltung der nach DIN 18516-3 geforderten Mindestdicken (ungestörter Plattenquerschnitt) ist im Herstellungsprozess zu berücksichtigen. Bei rauen Oberflächenbearbeitungen ist ein entsprechender Dickenzuschlag zu berücksichtigen.

Die Gesteinsbearbeitung ist abhängig von der Gesteinsart. Teilweise werden verschiedene Oberflächenbearbeitungen kombiniert (z.B. geflammt und gebürstet).

Gerade die Oberflächenbearbeitung bringt für den gestaltenden Architekten weitere Möglichkeiten. Die Wirkung der Oberflächenbearbeitung im Zusammenhang mit Steinfarbe und Struktur sollte durch Mustervorlagen untermauert werden.

2.4 Gesteinsprüfungen

Entsprechend DIN 18516 Teil 3, Abs. 4.1 sind Natursteinplatten für Außenwandbekleidungen durch DIN EN 1469 europäisch harmonisiert und geregelt.

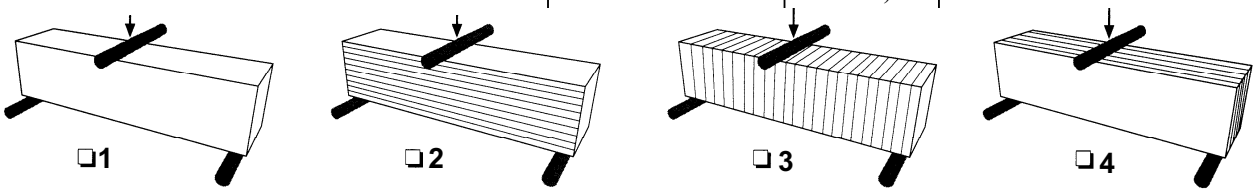
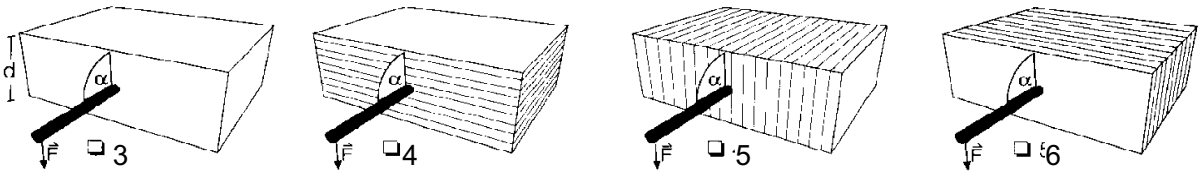
Die zur Verwendung kommenden Natursteinplatten müssen nach DIN EN 1469 klassifiziert und CE gekennzeichnet sein.

Einige Naturwerksteine, insbesondere Sedimentgesteine und metamorphe Gesteine, weisen in Abhängigkeit von der natürlichen Schichtung unterschiedliche Festigkeiten auf.

Je nach Lage der Schichtung im Einbauzustand und der Richtung der auftretenden Hauptspannungen im Belastungsfall ist dies im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

Für geschichtete Natursteine sind die Festigkeitswerte jeweils in Abhängigkeit vom Verlauf der Schichtung zu prüfen. Falls kein exakter statischer Nachweis in Abhängigkeit der Spannungs- und Schichtungsrichtung geführt werden kann, sind die jeweils ungünstigsten Festigkeitswerte anzusetzen.

2.4.1 Prüfantrag für Naturwerkstein (Muster)

X	Art der Prüfung Zutreffendes bitte ankreuzen	Prüfvorschrift	Anzahl Prüfkörper	Probekörper (mm)
1	<input type="checkbox"/> a Rohdichte + offene Porosität <input type="checkbox"/> b Reindichte + Gesamtporosität	DIN EN 1936	6	min. 40/40/40
2	<input type="checkbox"/> a Wasseraufnahme <input type="checkbox"/> b Sättigungswert	DIN EN 13755 DIN 52008 Anh.B	6	min. 40/40/40
3	<input type="checkbox"/> Kapillare Wasseraufnahme	DIN EN 1925	6	70/70/70
4	Frostbeständigkeit <input type="checkbox"/> a Gefrieren an Luft (z.B. Fassadenplatten) <input type="checkbox"/> b Gefrieren unter Wasser (z.B. Bodenpl.) <input type="checkbox"/> c	DIN 52008 Anhang C Anhang D DIN EN 12371	5 5 10	50/50/50 50/50/50 entspr. mechanischer Prüfung
7	Biegefestigkeit <input type="checkbox"/> a Verfahren A (siehe Erläuterung) <input type="checkbox"/> b Verfahren B Bitte kreuzen Sie die zu prüfende Schichtung an: 	DIN EN 12372 DIN EN 13161	10 10 (20 wenn vor/nach Frost)	Bodenbeläge Fassaden 300/50/50 240/80/40 180/90/30
8	<input type="checkbox"/> Ausbruchlast am Ankerdornloch Bitte kreuzen Sie die zu prüfende Schichtung an: 	(ehem. Richtlinien LGA Würzburg) DIN EN 13364	3 5	Schichtung 3 oder 4 Schichtung 5 oder 6 200/200/d 300/300/d
Reststegdicke o 10mm o 15mm o 20mm o 25mm o __mm o __mm				
12	<input type="checkbox"/> Petrographische Prüfung	DIN EN 12407	2	100/100/30
13	<input type="checkbox"/>			

2.4.2 Hinweise für die Prüfung von Naturwerkstein

Zur Biegefestigkeit:

Bei der Probenherstellung ist die Lastrichtung bezüglich der Schichtung zu berücksichtigen und im Prüfauftrag entsprechend anzugeben.

DIN EN 12372 und DIN EN 13161 unterscheiden sich durch die Lasteinleitung. Nach DIN EN 12372 wird die Prüflast F in $l_s/2$ und nach DIN EN 13161 die Prüflast $F/2$ in $l_s/3$ eingeleitet.

Wird Gestein für Fassadenbekleidung verwendet, so sind für die Prüfung 10 Prismen notwendig, bei geschichtetem Gestein jeweils mit der gleichen Schichtanordnung der Probekörper. Die Schichtung ist auf jeder Probe durch eine Markierung (2 parallele Linien) anzugeben.

Die Größe der Prismen ist auch von der Beschaffenheit des Gesteins abhängig. Bei dichtem Gestein sollte die Probegröße 300 mm x 50 mm x 50 mm betragen.

Ist das Gefüge des Gesteins ungleichmäßig, grobporig, löchrig oder grobkristallin, so sollten für die Prüfung 600 mm x 100 mm x 100 mm große Prismen vorgesehen werden.

Die Probekörpergröße aus Platten ergibt sich aus der Plattendicke:

$$d = 40 \text{ mm: } 240 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ mm: } 180 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$$

Oberflächenbearbeitungen, die einen Einfluss auf die Festigkeit haben, sind bei der Prüfkörperanordnung zu berücksichtigen.

Zur Ausbruchlast am Ankerdornloch

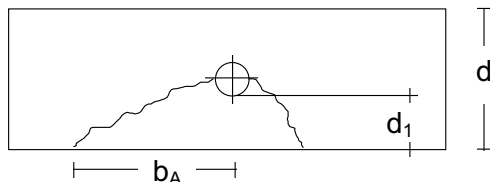
Bei ungeschichtetem oder im Lager gesägtem Gestein sind für jede Plattenrestdicke d_1 min. 3, besser 5 Prismen erforderlich. Wird das Gestein gegen das Lager gesägt, so werden für jede Plattenrestdicke und Schichtung (Bild 5 und 6) immer 5 Prismen benötigt.

Angaben von Abmessungen im Prüfzeugnis für die Ausbruchfestigkeit:

d = Probendicke

d_1 = Lochwanddicke in Krafrichtung

b_A = Größte Ausbruchbreite auf Dornachse bezogen



Mögliche / erforderliche Prüfungen:

1 Fassadenplatten

- 1.1 Rohdichte, offene Porosität (DIN EN 1936)
- 1.2 Wasseraufnahme (DIN EN 13755)
- 1.3 Frostbeständigkeit (DIN EN 12371 oder DIN 52008)
- 1.4 Biegefestigkeit (trocken, nach Frostbeanspruchung, nach Wasserlagerung) (DIN EN 12372 oder DIN EN 13161)
- 1.5 Ausbruchlast am Ankerdorn (DIN EN 13364)
- 1.6 Witterungsbeständigkeit (DIN 52008)
- 1.7 petrogr. Beschreibung (DIN EN 12407)

2.5 CE-Kennzeichnung – EP – WPK

2.5.1 System der Konformitätsbescheinigung

Für Bekleidungsplatten an Innen- und Außenwänden ist nach **DIN EN 1469** als Nachweisverfahren für die Konformität das **System 4** vorgesehen. Dies bedeutet:

- Erstprüfung (EP) durch den Hersteller und
- Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) durch den Hersteller.

Bei Bekleidungsplatten für abgehängte Decken (Untersichten) ist als Nachweisverfahren für die Konformität das **System 3** vorgesehen. Dies bedeutet:


- Erstprüfung (EP) durch eine anerkannte Prüfstelle
- Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) durch den Hersteller.

Nach den in Deutschland gültigen Technischen Baubestimmungen ist für Außenwandbekleidungen nach **DIN 18516-3** grundsätzlich als Nachweisverfahren für die Konformität das **System 3** gefordert.

Die Prüfungen der anerkannten Prüfstelle können sich auf die Biegezugfestigkeit und Ausbruchlast am Ankerdorn beschränken.

System 3 gilt auch für das Brandverhalten von asphalthaltigen oder durch Zusatz von Ausbesserungen, Füllstoffen oder sonstigen ähnlichen Produkten bearbeiteten Natursteinen (Anteil an brennbaren Stoffen über 1 %).

Beispiel einer CE-Kennzeichnung:

		
Natursteinwerk Goldstein Am Steinbruch 12345 Steinhausen		2012
DIN EN 1469 Bekleidungsplatten aus Goldstein Granit, Granit, grau, Steinhausen (D) - für Innen- und Außenwände sowie Decken		
Brandverhalten	Klasse	A 1
Biegefestigkeit	MW ¹ ; UEW ² ; SA ³	(11,5; 9,5; 0,9) MPa
Ausbruchlast am Ankerdorn - bei 10 mm Reststeindicke - bei 15 mm Reststeindicke	MW ¹ ; UEW ² ; SA ³ MW ¹ ; UEW ² ; SA ³	(1300; 1000; 150) N (2100; 1800; 130) N
Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck	MW ¹	0,3 M-%
Rohdichte	MW ¹	2,6 g/cm³
Offene Porosität	MW ¹	1,2 %
Frostwiderstandsfähigkeit Biegefestigkeit ohne FTW Biegefestigkeit nach 14 FTW	MW ¹ ; UEW ² ; MW ¹ ; UEW ² ;	(11,5; 9,5) MPa (11,0; 9,0) MPa

1) MW = Mittelwert

2) UEW = Unterer Erwartungswert
(5-%-Quantilenwert)

3) SA = Standardabweichung

2.5.2 Materialprüfstelle

Die Materialprüfstelle sollte über umfangreiche Erfahrungen in der Naturwerksteinprüfung und über eine Akkreditierung für die jeweiligen Prüfungen verfügen. Für Prüfungen von Bekleidungen in Innen- und Außenräumen muss eine hierfür anerkannte Materialprüfstelle (System 3) beauftragt werden.

Die Materialprüfstelle kann ebenfalls mit den erforderlichen repräsentativen Probenahmen im Steinbruch oder Werk beauftragt werden.

2.5.3 Erst-Prüfung (EP)

Die Erst-Prüfung eines Produkts aus Naturstein erfolgt

- bei Erstanwendung dieser Norm oder zu Beginn der Produktion unter Anwendung eines neuen Gesteinstyps
- wenn signifikante Gefügeveränderungen im Naturstein auftreten, die visuell oder durch signifikante Veränderungen der bei der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) ermittelten Ergebnisse erkannt werden.

Prüfungen, die bereits früher nach den Vorschriften der Produktnorm (gleicher Gesteinstyp, gleiche Eigenschaft mit demselben Prüfverfahren ermittelt, gleiches Probenahmeverfahren und gleiches System zur Konformitätsbescheinigung) durchgeführt wurden, dürfen berücksichtigt werden. Somit können Prüfwerte aus einem Prüfbericht, der mit den Rohblöcken oder Rohplatten mitgeliefert wird, unter der Voraussetzung verwendet werden, dass die Prüfungen nach den in dieser Norm festgelegten Anforderungen und Prüfverfahren an repräsentativen Proben durchgeführt wurden.

Werden Bauteile oder Produkte aus Naturstein außerhalb der EU gefertigt, sind zusätzliche Kontrollprüfungen durchzuführen:

- je Produktionslos (Container/LKW) Prüfung der Biegezugfestigkeit nach EN 12372 sowie der Wasseraufnahme unter atmosphärischem Druck nach EN 13755 durch eine anerkannte europäische Prüfstelle (notified body).

Die Ergebnisse der Kontrollprüfungen sind den Lieferpapieren beizufügen.

2.5.4 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Der Hersteller muss ein System der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) einrichten und dokumentieren. Die interne Produktionskontrolle muss aus regelmäßigen Überprüfungen und Prüfungen sowie aus der Verwendung der Ergebnisse für die Kontrolle der Materialeigenschaften, Prüfgeräte und Produktionstoleranzen bestehen.

Die Ergebnisse der während der WPK vom Hersteller oder der beauftragten Materialprüfanstalt durchgeführten Prüfungen müssen nachweisen, dass die auf den Markt gebrachten Produkte mit DIN EN 1469 und mit den vom Hersteller angegebenen Werten übereinstimmen.

Bei Herstellern außerhalb der EU ist die WPK durch eine anerkannte europäische Prüfstelle zu kontrollieren und je Produktionslos z.B. Frachtcontainer die Konformität der CE-Kennzeichnung und WPK-Aufzeichnungen zu bestätigen.

2.5.5 Nicht-Übereinstimmungen

Entsprechend DIN EN 1469, Abs. 4.2.1 dürfen aufgrund der natürlichen Variationen des Gesteinsmaterials Abweichungen von den angegebenen Werten auftreten.

Falls die werkseigenen Produktionskontrollen oder Prüfungen darauf hinweisen, dass die Abweichungen von den ursprünglich deklarierten [angegebenen] Werte nicht mehr im Rahmen der natürlichen Schwankungen des Vorkommens liegen, ist eine neue CE-Kennzeichnung durchzuführen.

In der Regel werden als Kennwerte der Festigkeit die Unteren Erwartungswerte der Ausbruchlast am Ankerdorn ($F_{u5\%}$) und der Biegefestigkeit ($\sigma_{u5\%}$) angegeben. Alle Maßnahmen, die getroffen wurden, müssen nachvollziehbar dokumentiert werden, um die Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten.

2.5.6 CE-Kennzeichnung

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers oder seines Vertreters, für vollständige Aufzeichnungen über einzelne Produkte oder Produktchargen einschließlich ihrer entsprechenden Herstellungseinzelheiten und Eigenschaften zu sorgen und diese aufzubewahren.

Auf der Grundlage der Konformitätserklärung ist der Hersteller berechtigt, das Bauprodukt selbst, den Beipackzettel, die Verpackung oder den Lieferschein mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnen.

2.5.7 Baubegleitende Qualitätssicherung

Naturwerkstein-Fachbetriebe unterhalten ein internes/externes Qualitätssicherungssystem, das baubegleitend insbesondere die werkseitige Produktion und die Montage regelmäßig überwacht.

2.6 Technisches Merkblatt Naturwerkstein

Zur Bekanntgabe der Eigenschaften der verwendeten Naturwerksteine ist die Anfertigung eines technischen Merkblattes mit relevanten Informationen wie im nachfolgendem Beispiel empfehlenswert (Druckvorlage siehe Anhang):

Handelsname	Steinhausen Granit
Gesteinsfamilie	Granit
Herkunftsort	Steinhausen/Mitteldeutschland/Deutschland
Grundfarbe und Struktur	Grau, feinkörnig
Oberflächenbearbeitung ¹	Vorderseite gesägt, geschliffen oder poliert
Abmessungen	(300/300/30) mm bis (1500/1000/50) mm

Der Naturwerkstein entspricht den Anforderungen der DIN EN 1469 und ist für die Anwendung als hinterlüftete Wandbekleidung/Deckenbekleidung im Innen- und Außenbereich vorgesehen.

Der Naturwerkstein ist nicht gespachtelt, nicht geharzt und nicht imprägniert.

Brandverhalten²: Klasse A1 (ohne Prüfung)

Ausbruchlast am Ankerdorn³ (DIN EN 13364) – Gesteinsschichtung nach Bild 3:

$F_{u5\%} = 1000 \text{ N}$
bei Reststeindicke $d_1 = 10 \text{ mm}$ und $b_A = 40 \text{ mm}$

$F_{u5\%} = 1700 \text{ N}$
bei Reststeindicke $d_1 = 15 \text{ mm}$ und $b_A = 50 \text{ mm}$

Biegefestigkeit^{3,4} (DIN EN 12372) – Gesteinsschichtung nach Bild 1:

$\sigma_{MW} = 9,5 \text{ MPa}$; $\sigma_{u5\%} = 8 \text{ MPa}$

Biegefestigkeit^{3,4} (DIN EN 12372) nach Frostbeanspruchung

(DIN EN 12371) mit 14 FTW – Gesteinsschichtung nach Bild 1:

$\sigma_{MW} = 9 \text{ MPa}$; $\sigma_{u5\%} = 7,5 \text{ MPa}$

Wasseraufnahme⁴ (DIN EN 13755): $w_{MW} = 0,3 \text{ M-}\%$

Rohdichte (DIN EN 1936): $\rho_{MW} = \text{bis } 2600 \text{ kg/m}^3$

Wasserdampfdurchlässigkeit (DIN EN 12524): KLF⁵

Kapillare Wasseraufnahme (DIN EN 1925): KLF⁵

- 1) Seitenflächen und Rückseite gesägt; Kanten ungefast
- 2) Nur wenn der Anteil an brennbaren Stoffen über 1 % (Volumen oder Masse) beträgt, muss das Brandverhalten geprüft und nach EN 13501-1 klassifiziert werden.
- 3) $F_{u5\%} / \sigma_{u5\%} =$ Untere Erwartungswerte (5-% Quantilenwert)
- 4) $\sigma_{MW}/w_{MW} / \rho_{MW} =$ Mittelwerte
- 5) Keine Leistung festgestellt (ungeprüft)

3. Bemessung der Naturwerksteinplatten

3.1 Allgemein

Für die Natursteinplatten, deren Befestigungen und Verankerungen ist ein statischer Nachweis unter Berücksichtigung des Teilsicherheitskonzeptes nach DIN 18516-3 zu führen.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M für die Fassadenplatten gilt für die Versagensarten Biegebruch der Platte und Ausbruch des Befestigungsmittels aus der Platte.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M leitet sich wie folgt ab:

$$\gamma_M = 1,8 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

Dabei ist γ_1 der Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung des Zeitpunkts der Ermittlung der Materialkennwerte;

$\gamma_1 = 1,25$, wenn die Werkstoffprüfungen mehr als 2 Jahre zurück liegen;

$\gamma_1 = 1,0$, wenn die Werkstoffprüfungen weniger als 2 Jahre zurück liegen;

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_2 berücksichtigt die Streuung der Prüfwerte:

$$\gamma_2 = 1 + (v - 15) \cdot 0,03 \geq 1$$

Dabei ist v der Variationskoeffizient, ermittelt aus den in der Erstprüfung bestimmten Werten zu Standardabweichung und Mittelwert für die Biegefestigkeit bzw. Ausbruchlast am Ankerdornloch zur Berücksichtigung der Streuung der Biegefestigkeit bzw. Ausbruchlast am Ankerdornloch, in %.

Die auf die Natursteinplatten und deren Befestigung wirkenden Beanspruchungen sollen als statisch äquivalente Zug- und Querlasten auf die Verankerungen weitergeleitet werden. Dies kann auf Basis der Elastizitätstheorie erfolgen.

Naturwerksteinplatten sind als punktförmig gelagerte Platten nachzuweisen. Bei richtungsabhängigen Festigkeitsunterschieden in den Natursteinplatten sind die Bemessungswerte in Abhängigkeit von den Schichtungen (siehe 2.4.1 Prüfantrag) zu ermitteln und nachzuweisen oder jeweils die geringsten Festigkeiten des Naturwerksteins in allen Richtungen zu berücksichtigen.

Die Bemessungswerte der Einwirkenden errechnen sich auf Basis von DIN 18516-3 unter Berücksichtigung aller auftretenden Lasten. Die Lastkombinationen sind entsprechend DIN 18516-3 zu bilden. Zusatzlasten, z. B. aus Zwängungen infolge Temperaturdifferenzen (siehe DIN 18516-1) sind gesondert zu berücksichtigen. Die ungünstigste Kombination ist maßgebend. Gegebenenfalls sind mehrere Kombinationen getrennt für die Natursteinplatten, deren Befestigungen und Verankerungen zu untersuchen.

Zwängungen der Natursteinbekleidung, beispielsweise durch Temperaturdehnungen und Quellen, sind zu vermeiden. Naturwerkstein ist üblicherweise nicht in

der Lage größere Zwängungsspannungen schadensfrei aufzunehmen, Es ist deshalb erforderlich, dass die Befestigungen der Natursteinelemente Bewegungen und Verwölbungen zulassen.

Stoßbelastungen sind keine Regellasten und können zu Beschädigungen der Platten und Verankerung führen. Fassaden-Befahranlagen dürfen keine Stoßbelastungen in die Bekleidungsplatten einleiten und sind vorzugsweise schienengeführt auszuführen. Seilgeführte Befahranlagen benötigen eine Dämpfung (siehe 3.12).

Mannlasten können im Regelfall nicht von hinterlüfteten Außenwandbekleidungen und deren Verankerungen aufgenommen werden. Deshalb ist das Begehen von Fensterbänken und Fassaden durch Gebäudereiniger, Fassadenkletterer o.ä. nicht zulässig.

Sonderlasten, die nicht direkt in den tragenden Untergrund geleitet werden können, sind besonders zu vereinbaren und im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

3.2 Charakteristische Biegefestigkeit

Die charakteristische Biegefestigkeit σ_{Rk} ergibt sich unter Berücksichtigung der natürlichen Schichtung im Naturstein wie folgt:

$$\sigma_{Rk} = \alpha_{exp} \cdot \sigma_{u5\%}$$

mit $\sigma_{u5\%}$ = unterer Erwartungswert der Biegefestigkeit entsprechend DIN EN 1469 (5%-Quantil, Vertrauensniveau 75%, logarithmische Normalverteilung)

α_{exp} = Faktor zur Berücksichtigung von Witterungseinflüssen

Für α_{exp} ist der kleinere Wert für den Einfluss der Frostwiderstandsfähigkeit $\alpha_{exp,1}$ (siehe 3.4.1) oder der Durchfeuchtung $\alpha_{exp,2}$ (siehe 3.4.2) einzusetzen.

Entsprechend DIN EN 1469 erfolgt die Prüfung der Biegefestigkeit nach DIN EN 12372. Für die Beurteilung und zum Vergleich von Biegefestigkeiten (z.B. nach Frost-Tau-Wechsel-Versuchen oder Durchfeuchtung oder zur Überprüfung der Standsicherheit) sind die Prüfungen jeweils immer nach dem gleichen Prüfverfahren und mit gleichen Probekörperabmessungen durchzuführen. Die Probekörper müssen aus derselben Grundgesamtheit (gleiche Charge) entnommen werden.

3.3 Charakteristische Ausbruchlast am Ankerdorn

Der charakteristische Tragwiderstand $F_{Rk,0}$ am Ankerdorn bei Versagen durch Ausbruch am Ankerdornloch ergibt sich unter Berücksichtigung der natürlichen Schichtung wie folgt:

$$F_{Rk,0} = \alpha_{exp} \cdot F_{u5\%}$$

mit $F_{u5\%}$ = unterer Erwartungswert der Ausbruchlast am Ankerdorn entsprechend DIN EN 1469 (5%-Quantil, Vertrauensniveau 75%, logarithmische Normalverteilung)

α_{exp} = Faktor zur Berücksichtigung von Witterungseinflüssen (siehe 3.4 Eignung)

Für α_{exp} ist der kleinere Wert für den Einfluss der Frostwiderstandsfähigkeit $\alpha_{\text{exp},1}$ (siehe 3.4.1) oder der Durchfeuchtung $\alpha_{\text{exp},2}$ (siehe 3.4.2) einzusetzen.

Die mit einem Dorn mit 6 mm Durchmesser in der Prüfung ermittelten Widerstandswerte dürfen auch in der praktischen Anwendung für einen Dorn mit 5 mm Durchmesser verwendet werden.

3.4 Eignung

Die jeweilige Eignung des zur Verwendung kommenden Natursteins hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse ist entsprechend den am Bauwerk zu erwartenden Beanspruchungen (Expositionen) nachzuweisen. Sollten keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen, können in Abhängigkeit vom verwendeten Naturstein und dessen örtlichen Beanspruchung die in DIN 52008 aufgeführten Prüfmethode angewendet werden.

Entsprechend DIN 52008 kann ein Gestein üblicherweise hinsichtlich seiner Verwitterungsbeständigkeit als brauchbar angesehen werden, wenn es sich unter Klima- und sonstigen Beanspruchungsbedingungen bewährt hat, die mindestens ebenso ungünstig waren, wie bei der vorgesehenen Verwendung erwartet werden kann.

Als nicht brauchbar haben sich beispielsweise viele Marmor- sowie Schiefersorten erwiesen.

3.4.1 Frostwiderstandsfähigkeit

Der Einfluss von Frost-Tau-Wechseln auf die Biegefestigkeit und Ankerdorntragfähigkeit ist durch Versuche zum Frostwiderstand entsprechend DIN EN 1469 zu prüfen.

Festigkeitsminderungen infolge von Frost-Tau-Wechseln sind über den Faktor $\alpha_{\text{exp},1}$ zu berücksichtigen:

$$\alpha_{\text{exp},1} = 1,25 \cdot \frac{\alpha_{\text{Rum,exp},1}}{\alpha_{\text{Rum,ref}}} = 1,0$$

mit

$\alpha_{\text{Rum,ref}}$ = in der Erstprüfung bestimmter Mittelwert der Biegefestigkeit aus den Versuchen nach DIN EN 1469

$\alpha_{\text{Rum,exp},1}$ = in der Erstprüfung bestimmter Mittelwert der Biegefestigkeit nach Frosteinwirkung aus den Versuchen nach DIN EN 1469

Unabhängig von der Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluss von Frost-Tau-Wechseln muss der Naturwerkstein für den Einsatz als Fassadenmaterial geeignet sein.

Bei kritischen Natursteinen ist eine zusätzliche Prüfung der Frostwiderstandsklasse nach DIN 52008 Anhang C zu empfehlen.

3.4.2 Durchfeuchtung

Der Einfluss von Durchfeuchtung auf die Biegefestigkeit und Ankerdorntragfähigkeit ist für Natursteine mit einer charakteristischen Biegefestigkeit $\sigma_{u,5\%} \leq 5,0 \text{ N/mm}^2$ (unterer Erwartungswert) mit dem Faktor $\alpha_{\text{exp},2} = 0,5$ zu berücksichtigen, soweit kein besonderer Nachweis vorliegt.

Hierbei sind die jeweiligen statisch maßgebenden Festigkeitswerte in Abhängigkeit von eventuell vorhandenen Schichtungen zu beachten. Der Faktor $\alpha_{\text{exp},2}$ ist nur bei einer bemessungsrelevanten Biegefestigkeit $\sigma_{u,5\%} \leq 5,0 \text{ N/mm}^2$ und bei der Ausbruchlast am Ankerdorn nur für Dorne, die senkrecht zu dieser Biegebeanspruchungsrichtung gesetzt sind, zu berücksichtigen.

Bei geschichteten Natursteinen kann die charakteristische Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Gesteinsschichtung unterschiedlich sein, so dass beispielsweise bei einer Biegebeanspruchung senkrecht zur Gesteinsschichtung eine Biegefestigkeit über $5,0 \text{ N/mm}^2$ ermittelt wird, während durch eine Last, die parallel zur Gesteinsschichtung wirkt, eine Biegefestigkeit unter $5,0 \text{ N/mm}^2$ ermittelt wird. Hier ist der Einbauzustand der Platte und die Richtung der bemessungsrelevanten Biegespannungen im Plattenfeld und an den Ankerdornen sowie die Krafrichtung der Ausbruchlast am Ankerdorn zu beachten und falls erforderlich abzumindern.

Für Materialien mit einer charakteristischen Biegefestigkeit $\sigma_{u,5\%} > 5,0 \text{ N/mm}^2$ kann der Faktor vereinfachend mit $\alpha_{\text{exp},2} = 1,0$ angenommen werden.

Die Festigkeitsminderungen infolge von Durchfeuchtung kann durch die Prüfungen der Biegefestigkeit unter Einfluss einer Nasslagerung der Probekörper von 120 min bis 135 min nachgewiesen werden.

Der Faktor $\alpha_{\text{exp},2}$ ergibt sich zu:

$$\alpha_{\text{exp},2} = 1,25 \cdot \frac{\alpha_{\text{Rum,exp},2}}{\alpha_{\text{Rum,ref}}} = 1,0$$

mit

$\alpha_{\text{Rum,ref}}$ = an 5 Prüfkörpern bestimmter Mittelwert der Biegefestigkeit nach EN 12372

$\alpha_{\text{Rum,exp},2}$ = an 5 Prüfkörpern bestimmter Mittelwert der Biegefestigkeit nach EN 12372 an durchfeuchteten Probekörpern, die zuvor 120 min bis 135 min in Wasser gelagert wurden

Die Probekörper zur Bestimmung der Biegefestigkeit ohne Durchfeuchtung ($\sigma_{\text{Rum,ref}}$) und nach Durchfeuchtung ($\sigma_{\text{Rum,exp},2}$) sind aus der gleichen Charge (selben Grundgesamtheit) herzustellen und mit dem gleichen Prüfverfahren zu prüfen.

Die Prüfung der Biegefestigkeit nach Durchfeuchtung ist nur zu wiederholen, wenn sich in der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) maßgebliche Änderungen im Steingefüge abzeichnen.

3.5 Bemessungsverfahren

In Zusammenarbeit mit dem Prüfamf für Baustatik der LGA Zweigstelle Würzburg wurde das bedienungsfreundlichen Programm DNV2-2012, erhältlich beim DNV (www.natursteinverband.de), zur Ermittlung der erforderlichen Plattendicken entwickelt.

Neben den Plattennachweisen werden auch die metallischen Verbindungsmittel von Leibungsanschlüssen bemessen. Darüber hinaus bietet das Programm DNV2-2012 eine umfangreiche Materialdaten- und Projektdatenverwaltung.

Das Programm DNV2-2012 ermöglicht die nach DIN 18516-3 geforderten Nachweise der Biegespannungen und Ausbruchlasten am Ankerdornloch für folgende Anwendungsfälle:

- vierpunktgelagerte vertikale Platten
- vierpunktgelagerte vertikale Platten mit vertikalen oder horizontalen Leibungen
- vierpunktgelagerte geneigte Platten
- dreipunktgelagerte vertikale Platten
- dreipunktgelagerte geneigte Platten
- Winkelbefestigungen der Leibungsplatten

Das Programm ermittelt die erforderlichen Plattendicken und optimiert die

vorgegebene Plattendicken. Für die Befestigungsmittel der Winkelbefestigungen von

Leibungsplatten erfolgt ein Spannungsnachweis.

Die Anordnung der Ankerdorne ist beliebig, wobei die Randabstände pro Ankerpaar

symmetrisch sein müssen.

3.6 Mindest-Plattendicke

Die Mindest-Plattendicke beträgt nach DIN 18516-3 bei einer Neigung α der Platte gegen die Horizontale:

α	Plattendicke d
$> 60^\circ$	$\geq 30 \text{ mm}$
$\leq 60^\circ$	$\geq 40 \text{ mm}$

Eine Unterschreitung der Mindest- Plattendicke ist nur im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall möglich.

Die statisch ermittelte Mindest-Dicke darf nicht unterschritten werden.

3.7 Formate der Bekleidungselemente

Die Größe der Bekleidungselemente sollten sich nach einem wirtschaftlichen Verhältnis von Länge zu Breite richten. Die technischen Werte des ausgewählten Naturwerksteins und die möglichen Rohblockabmessungen setzen ebenfalls Grenzen in der Formatwahl.

Es ist durchaus möglich, großformatige Bekleidungselemente zu wählen, jedoch wird deren Montage mit zunehmenden Plattengewichten aufwendiger. Es sollte erwogen werden, ob die zu erwartender Mehrkosten

im Verhältnis zum erzielten Erscheinungsbild stehen. Erfahrungswerte der Naturwerkstein-Fachbetriebe ergeben, dass ein Seitenverhältnis der Platten von 1:2 nicht überschritten werden sollte. Ausgenommen sind hier Leibungsplatten, deren Dicke das ungünstige Plattenformat und ggf. den Schichtungsverlauf berücksichtigen muss.

Im statischen Bemessungsverfahren werden die erforderlichen Plattendicken der gewählten Plattenformate ermittelt.

Bewährte Plattengrößen:

Granit und granitähnliche Gesteine	bis 1,2 m ²
Sedimentgesteine	bis 0,8 m ²

Bei unterschiedlichen Plattenformaten in der Außenwandbekleidung können die erforderlichen Plattendicken unterschiedlich sein. Dies ist bei der Dicke der Hinterlüftungszone und der Wahl der Verankerung zu berücksichtigen.

3.8 Horizontale und geneigte Platten

Nach DIN 18516-3 ist bei horizontalen und geneigten Platten infolge Dauerlasteinwirkung, Schwingungen, Erschütterungen und dynamischer Beanspruchung ein Erhöhungsfaktor zu berücksichtigen. Beim statischen Nachweis ist deshalb die Eigenlast der Platten mit dem Erhöhungsfaktor 2,5 zu multiplizieren. Dieser Faktor ist nur bei Lastkomponenten zu berücksichtigen, die in den nachzuweisenden Platten Biegespannungen hervorrufen.

Bei Platten, deren Neigung gegen die Horizontale größer als 85° ist, kann dies vernachlässigt werden.

3.9 Leibungsplatten

Leibungsplatten sollten dort, wo es die bauliche Situation erlaubt, separat am Untergrund befestigt bzw. verankert werden. Sie können auch an Verankerungsplatten (Mutterplatten) mit statisch bemessenen Verbindungselementen befestigt werden (siehe Verankerung von Leibungsplatten im Abs. 8.6).

3.10 Durchbiegung der Platten

Durchbiegungen werden durch die Eigenlast der Platten bestimmt. Wirksam wird dabei die rechtwinklig zur Plattenebene wirkende Komponente. Die Durchbiegung darf $1/500$ der Stützweite nicht überschreiten. Der Elastizitätsmodul (E) ist in Abs. 2.1.4 aufgeführt. Ist der Elastizitätsmodul nicht bekannt, ist die Durchbiegung durch Versuche zu ermitteln.

Durchbiegungen können auftreten bei Sturzleibungsplatten, Fensterbänken, großformatigen unterhängten Platten, oder auch bei vertikalen und schlanken Bekleidungsplatten mit geringem Querschnitt. Sollen optische Beeinträchtigungen infolge sichtbarer Durchbiegungen vermieden werden, sind besondere konstruktive Maßnahmen zu vereinbaren.

3.11 Zusatzlasten aus Temperaturdifferenzen und Zwängungen

Diese sind insbesondere bei der Ankerbemessung zu berücksichtigen.

Im Regelfall sind Schwerpunkttemperaturdifferenzen zwischen der Temperatur bei der Montage (im Allgemeinen +10 °C) und Grenztemperaturen von -20 °C und +80 °C zu berücksichtigen.

Gegebenenfalls ist ein Temperaturunterschied zwischen der äußeren und der inneren Oberfläche der Bekleidungs-elemente zu berücksichtigen.

Näherungsweise gilt für mineralische Baustoffe $\Delta T = 1,5 \times d$

Dabei ist d die Plattendicke in cm und ΔT der Temperaturunterschied in K.

Da an Bekleidungs-elementen aufgrund ihrer Lage, bezogen auf die Himmelsrichtungen, Temperaturunterschiede bis zu 35 K auftreten können, sind diese Temperaturunterschiede nur bei unverschieblich miteinander verbundenen Bekleidungs-elementen (z. B. Mutterplatte und Leibungsplatte) zu berücksichtigen.

Als Wärmedehnzahl der Platte darf $\alpha_t = 1/100\,000$ eingesetzt werden. Dieser Wert berücksichtigt auch die Quellerscheinung.

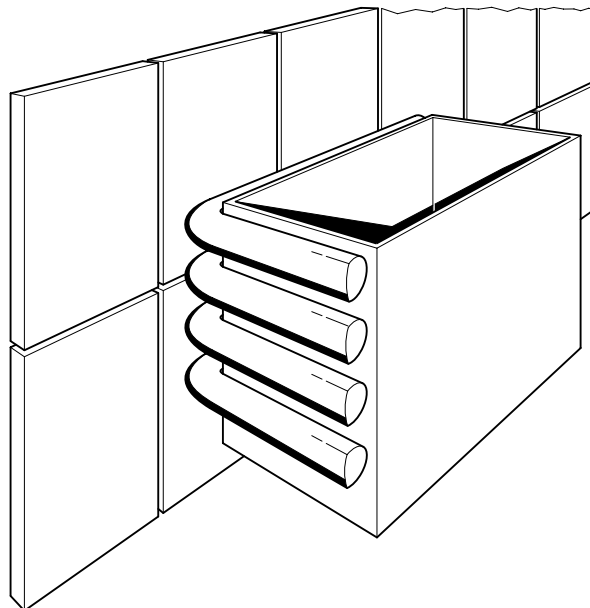
Bei gleitfähiger Auflagerung der Platten wirkt eine Reibungskraft des Platteneigengewichts auf den Anker. Der Reibungsbeiwert ist für die Ankerbemessung mit $\mu = 0,2$ anzusetzen, sofern kein anderer Nachweis erbracht wird.

3.12 Zusatzlasten aus Anprall und Anbauten

Bei der Bemessung von Fassadenplatten aus Naturwerkstein nach DIN 18516-3 sind Stoßbelastungen, beispielsweise durch Anprall von Personen (auch Fassadenkletterer), Fahrzeugen oder Fassadenbefahranlagen nicht zu berücksichtigen. Es können nur geringe Stoßbeanspruchungen wie beispielsweise durch angelehnte Fahrräder oder weiche Stöße ohne Beschädigungen der Fassadenplatten und Verankerungen aufgenommen werden.

Sind an einer Fassade Befahranlagen ohne feste Schienenführungen geplant oder vorhanden, können durch pendelnde Fahrkörbe je nach Seillänge bereits bei kleinen Auslenkungen hohe Stoßlasten erzeugt werden, die zwangsläufig zu Plattenbrüchen führen. Die möglichen Stoßbelastungen sind deshalb auf weiche Stöße mit geringer Anpralllast, beispielsweise mit Luftkissen an den Fahrkörben, zu beschränken.

Bild 1 – Fahrkorb mit Luftdämpfung



Infolge von Vandalismus, Fahrverkehr usw. können Fassadenplatten durch Stoßlasten zerstört und/oder an den Verankerungspunkten beschädigt werden. Schäden infolge solcher unplanmäßiger Beanspruchungen sind unvermeidlich und unterliegen somit nicht der Gewährleistung.

Es ist empfehlenswert im Sockelbereich dickere Platten zu verwenden, da diese höhere Widerstandsmomente bei Biegung und Ausbruchsfestigkeiten (außermittige Bohrung der Ankerdornlöcher) am Ankerdornloch aufweisen. Hinterfüllungen – auch aus dränagefähigen Mörteln – sind aufgrund der Feuchtigkeitsbelastung und starren Anker nicht empfehlenswert.

Belastungen durch Anbauten, beispielsweise Lampen, Briefkästen oder Rankengitter sind immer in den tragenden Untergrund abzuleiten und dürfen nicht über die Fassadenplatten aufgenommen werden. Die Fassadenplatten sind für die Befestigungen zu durchbohren. Spreizdübel dürfen grundsätzlich nicht im Naturstein verwendet werden.

3.13 Zulässige Ankerdornbelastung in Abhängigkeit der Spaltbreiten

Große Abstände (= Spaltbreiten) zwischen den Stegen der Trag- und Halteanker und den Plattenkanten können die Ausbruchlast am Ankerdorn vermindern. Dies ist nach DIN 18516-3 Abs. 5.3.2 wie folgt zu berücksichtigen:

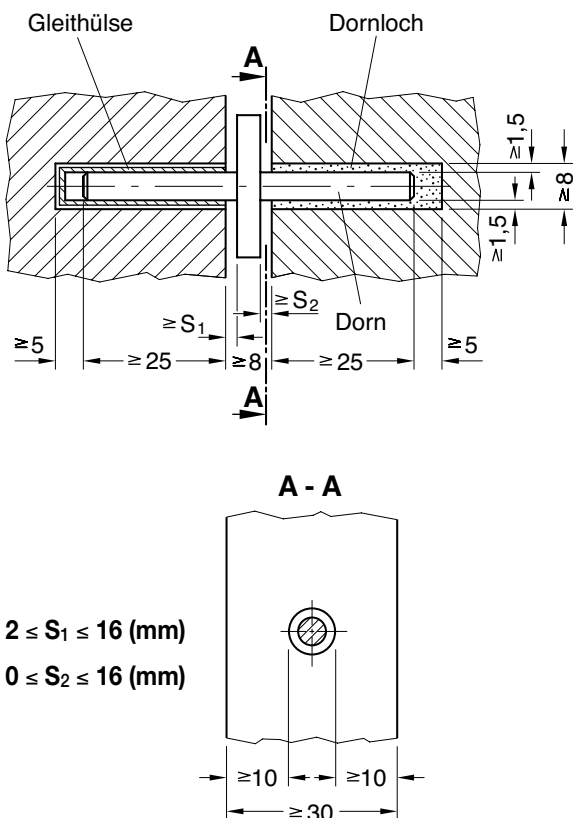
Der charakteristische Widerstand gegen Versagen eines Ankerdorns ergibt sich in Abhängigkeit von der Spaltbreite nach folgender Tabelle. (Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden).

Tabelle 5 – Charakteristischer Widerstand N_{RK} eines Ankerdorns in Abhängigkeit von der planmäßigen Spaltbreite s

	Spaltbreite S	N_{RK}
Fuge nach Bild 3	bis 4 mm	$1,0 * F_{RK,0}$
	bis 8 mm	$0,9 * F_{RK,0}$
	bis 12 mm	$0,8 * F_{RK,0}$
	bis 16 mm	$0,7 * F_{RK,0}$

$F_{RK,0}$ = Charakteristische Ausbruchlast am Ankerdorn nach Abs. 3.3

Bild 2: Ankerdorn und Spaltbreiten

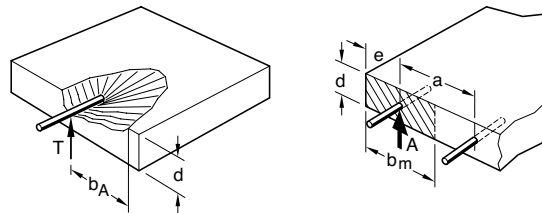


3.14 Zulässige Ankerdornbelastung bei verringerten Abständen

Im Regelfall ist für die Anordnung der Ankerdorne in den Plattenkanten ein Mindestabstand (e) von der Plattenecke von $e = 50 \text{ mm}$ bzw. $e = \text{Wert des größten Ausbruchradius (ermittelt nach DIN EN 13364)}$ einzuhalten.

Falls nun dieser Abstand e reduziert werden soll, kann ohne Neuprüfung der Ausbruchlasten mit reduzierten Randabständen das sog. b_m -Verfahren nach Prof. Utescher und Versuchen der LGA Würzburg angewendet werden.

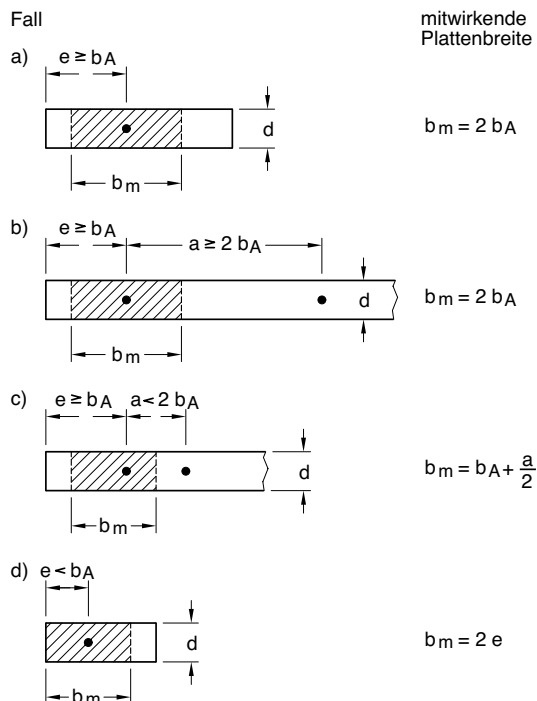
Bild 3: Ausbruch am Ankerdorn

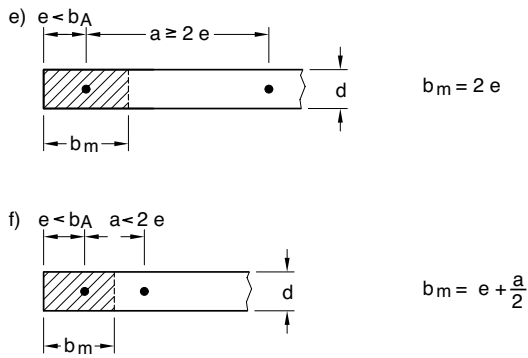


Es bedeuten:

- N_{RK} Ausbruchwiderstand am Dornloch
- F_{RK} charakteristische Dornausbruchlast nach Versuchsbericht
- F_{red} verringerte charakteristische Dornausbruchlast
- b_A größte Ausbruchsbreite auf Dornachse bezogen (nach Versuchsbericht)
- e Achsabstand des Dornes zur Plattenecke
- a Achsabstand zweier Dorne
- d Plattendicke
- b_m vorhandene mitwirkende Plattenbreite (wird nach Fall a) bis f) ermittelt)

$$F_{red} = F_{RK} * b_m / (2 b_A)$$



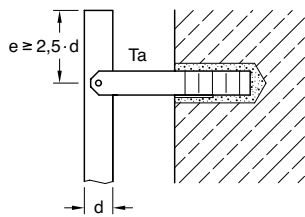


Bedingungen

- $e \geq d$
- $a \geq d$
- Bei nur einem Ankerdorn (Fall d) ist stets der kleinere Eckabstand zu wählen.
- Die mitwirkende Plattenbreite darf nicht größer sein als $2b_A$ oder $b_m \leq 2b_A$

Bei einem Traganker in einer senkrechten Plattenfuge oben angeordnet, beträgt der Mindest-Eckabstand $e = 2,5 \cdot d$.

Bild 4: Traganker am oberen Plattenrand



3.15 Windlasten

Die maßgebenden Windlasten auf Wandflächen für die Bemessung von Fassadenplatten, Verankerungen, Verbindungen, Befestigungen und Unterkonstruktionen sind der DIN 18516-1, der bisherigen DIN 1055-4 und der neuen DIN EN 1991-1-4 zu entnehmen.

Nach DIN EN 1991-1-4/NA können für Gebäude bis 25 m nachstehende vereinfachte Annahmen für den Böengeschwindigkeitsdruck verwendet werden:

Tabelle 6 – Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone	Geschwindigkeitsdruck q_p in kN/m^2 bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	0,50	0,65	0,75
2 Binnenland	0,65	0,80	0,90
Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3 Binnenland	0,80	0,95	1,10
Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
Binnenland	0,95	1,15	1,30
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Die Außendruckbeiwerte c_{pe} für Bauwerke und Gebäudeabschnitte hängen von der Größe der Lasteinflussfläche A ab. Sie werden in den für die entsprechende Gebäudeform maßgebenden Tabellen für Lasteinflussflächen von 1 m^2 und von 10 m^2 als $c_{pe,1}$ bzw. $c_{pe,10}$ angegeben.

ANMERKUNG 1 $c_{pe,1}$ -Werte dienen dem Entwurf kleiner Bauteile und deren Verankerungen, mit einer Lasteinflussfläche kleiner oder gleich 1 m^2 , wie z. B. Verkleidungs- und Dachelementen. $c_{pe,10}$ -Werte werden zur Bemessung des gesamten Tragwerks verwendet.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann das Verfahren zur Bestimmung der Außendruckbeiwerte für Lasteinflussflächen größer als 1 m^2 angeben. Bild 5 zeigt das empfohlene Verfahren für Lasteinflussflächen bis 10 m^2 .

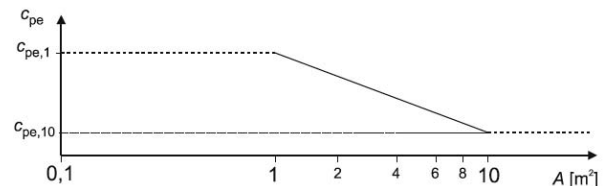


Bild 5 – Außendruckbeiwerte c_{pe} für Gebäude in Abhängigkeit von der Lasteinflussfläche A

Das Bild liefert folgenden Zusammenhang:
für $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$ $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$

In der Windzonenkarte sind Grundwerte der Basiswindgeschwindigkeiten $v_{b,0}$ und zugehörige Geschwindigkeitsdrücke $q_{b,0}$ nach DIN EN 1991-1-4 :2010-12, 1.6.1, angegeben. Die Werte gelten für Geländekategorie II nach Anhang NA.B.



Bild 6 – Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

Windzone	$v_{b,0}$	$q_{b,0}$
WZ 1	22,5 m/s	0,32 kN/m ²
WZ 2	25,0 m/s	0,39 kN/m ²
WZ 3	27,5 m/s	0,47 kN/m ²
WZ 4	30,0 m/s	0,56 kN/m ²

Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck im Regelfall

a) im Binnenland

(Mischprofil der Geländekategorien II und III):

$$q_p(z) = 1,5 \times q_p \quad \text{für } z \leq 7 \text{ m}$$

$$q_p(z) = 1,7 \times q_p (z / 10)^{0,37} \quad \text{für } 7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$$

$$q_p(z) = 2,1 \times q_p (z / 10)^{0,24} \quad \text{für } 50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m}$$

b) in küstennahen Gebieten sowie auf den Inseln der Ostsee (Mischprofil der Geländekategorien I und II):

$$q_p(z) = 1,8 \times q_p \quad \text{für } z \leq 4 \text{ m}$$

$$q_p(z) = 2,3 \times q_p (z / 10)^{0,27} \quad \text{für } 4 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$$

$$q_p(z) = 2,6 \times q_p (z / 10)^{0,19} \quad \text{für } 50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m}$$

c) auf den Inseln der Nordsee (Geländekategorie I):

$$q_p(z) = 1,1 \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } z \leq 2 \text{ m}$$

$$q_p(z) = 1,5 (z / 10)^{0,19} \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } 2 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m}$$

Geländekategorie I = Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse

Geländekategorie II = Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet

Geländekategorie III = Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder

Geländekategorie IV = Stadtgebiete, bei denen mindestens 15% der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet

Der auf die Außenflächen einwirkende Winddruck w_e ist:

$$w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$$

Dabei ist

$q_p(z_e)$ Böengeschwindigkeitsdruck;

z_e Bezugshöhe für den Außendruck;

c_{pe} aerodynamischer Beiwert für den Außendruck

Die aerodynamischen Beiwerte für den Außendruck von geschlossenen, nicht schwingungsanfälligen Gebäuden sind der DIN 1055-4 bzw. der neuen DIN EN 1991-1-4 zu entnehmen.

Diese üblichen Lastannahmen gelten nur für allseitig geschlossene, prismatische Baukörper, d.h. Außenwandbekleidungen mit geschlossenen Fugen.

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Naturwerkstein werden jedoch oftmals mit **offenen Fugen** ausgeführt. Infolge der Luftdurchlässigkeit der Bekleidung kann ein Druckausgleich im Hinterlüftungsspalt entstehen.

Entsprechend DIN 18516-1 darf der sich aus dem Innendruck im Hinterlüftungsraum und dem Außendruck ergebende resultierende Winddruck auf die durchlässige Außenwandbekleidung mit einem Beiwert

$$c_{p,net} = \pm 0,5$$

berechnet werden.

Dabei gelten gleichzeitig folgende Anwendungsgrenzen:

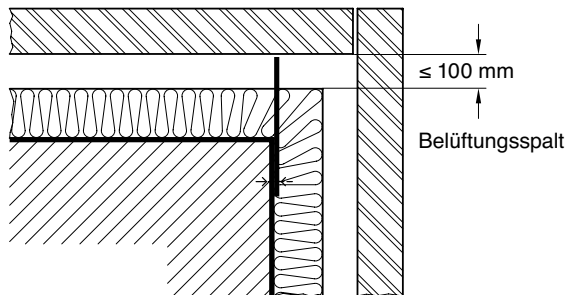
- Entlang der vertikalen Gebäudekanten ist eine dauerhaft wirksame, vertikale Luftsperr angeordnet.
- Für die Durchlässigkeit der Außenwandbekleidung gilt:
(Fläche der Öffnungen) / (Fläche der Außenwandbekleidung) > 0,75%

Die Fläche der Öffnungen muss gleichmäßig über die Gesamtfläche der Außenwandbekleidung verteilt sein.

- Die lichte Dicke der Luftschicht im Hinterlüftungsraum muss kleiner als 100 mm sein.

Nur wenn die in a) bis c) genannten Bedingungen erfüllt sind, können die reduzierten Windlasten angesetzt werden.

Bild 7: Beispiele für wirksame vertikale Windsperren (Systemzeichnungen):



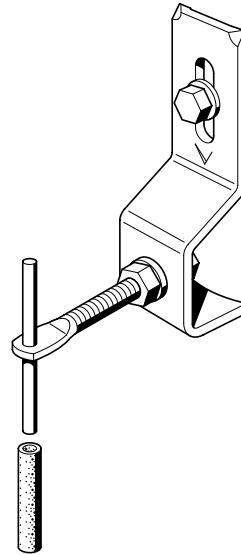
3.16 Erdbebenlasten

Erdbebenlasten sind nur in den Ausnahmefällen zu berücksichtigen, in denen das Gebäude in einer Erdbebenzone errichtet wird. Maßgebend ist DIN EN 1998-1; Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten.

Erdbeben erzeugen insbesondere horizontale Beschleunigungen, die in der Fassadenebene und senkrecht zur Fassadenebene Schwingungen erzeugen. Die resultierenden Kräfte und die jeweiligen Verformungen/Auslenkungen sind im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

Eingemörtelte Anker sind für Gebäude in Erdbebenzonen sehr gut geeignet. Ungeeignet sind dagegen sogenannte Z-Dübelanker, da diese sich bei horizontalen Schwingungen vom Bauwerk abheben.

Bild 8: Ungeeigneter Dübelanker bei Erdbebenlasten



4 Befestigung der Natursteinplatten

4.1 Befestigungsarten

In DIN 18516-3 sind vier Befestigungsarten geregelt:

mit Ankerdorn	(4.2)
mit Steckdorn	(4.3)
mit Schraubanker	(4.4)
mit Profilstegen	(4.5)

Für andere Befestigungen ist eine bauaufsichtliche Zulassung im Einzelfall bzw. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich.

Im Regelfall (außer bei Leibungsplatten) werden die Bekleidungsplatten an vier, mindestens jedoch an drei Punkten befestigt.

Natursteinplatten sind mechanisch zu befestigen. Verklebungen sind nicht gestattet.

4.2 Befestigung mit Ankerdornen

Die Ankerdorne greifen in gebohrte Ankerdornlöcher in den Plattenstirnflächen ein. Der Regelabstand von Plattenecke bis Mitte Dornloch sollte das 2,5fache der Plattendicke (bei einer 3 cm dicken Platte ist der Abstand $2,5 \times 3 = 7,5$ cm) betragen, mindestens jedoch 50 mm. Bei kleineren Abständen ist im Bemessungsverfahren die zulässige Lastaufnahme im Ankerdornloch abzumindern (siehe Abs. 3.14 – bm -Verfahren).

Der Abstand zwischen Bohrloch und Plattenoberfläche darf 10 mm nicht unterschreiten.

Bei dickeren Platten kann das Ankerdornloch auch außermittig gebohrt werden, da Winddruck und Windsog die Platten unterschiedlich belasten.

Im Bemessungsverfahren sollte für den Nachweis des Widerstandes gegen Dornausbruch zwischen Dornachsabstand zur Sichtseite (Winddruckanteil) und Dornabstand zur Gebäudeseite oder Plattenrückseite (Windsoganteil) unterschieden werden.

Der Durchmesser des gebohrten Dornloches soll mindestens 3 mm größer sein als der Durchmesser des Ankerdornes. Das Ankerdornloch darf nicht mit Schlagbohrern gebohrt werden.

In der Regel beträgt der Dornlochdurchmesser 10 mm.

Die Dorne müssen mindestens 25 mm tief in die Plattenkanten einbinden.

Die Ankerdorne werden in die z.B. mit Zementleim gefüllten Dornlöcher oder in Gleithülsen eingesetzt.

Einbau von Gleithülsen

Zum Ausgleich der Temperaturbewegungen der Platten werden Gleithülsen aus Polyacetat (POM) verwendet und in Ankerdornlöcher der einen Plattenkante mit geeignetem Klebstoff oder Zementleim eingesetzt. Auf der gegenüberliegenden Plattenkante der Nachbarplatte werden die Ankerdornhälften z.B. mit Zementleim eingemörtelt.

Reibungsbeiwert zwischen Gleithülse und Ankerdorn

Der Reibungsbeiwert zur Ankerbemessung ist mit $\mu = 0,2$ anzunehmen, sofern kein anderer Nachweis erbracht wird.

Länge der Gleithülsen

Die Länge ist mindestens 5 mm größer als die Ankerdorneinbindetiefe.

Bewegungsspiel zwischen Ankersteg und Plattenkante

Das Bewegungsspiel zwischen dem Ankersteg und der Plattenseitenfläche, an der das Gleitröhrchen eingebracht wurde, muss mindestens 2 mm betragen; dies kann z.B. durch Kunststoff-Abstandhalter während der Montage erreicht werden.

Die Stege der Trag- und Halteanker sind möglichst mittig in der Plattenfuge anzuordnen, um planmäßigen Spaltbreiten über 4 mm zu vermeiden, die eine Abminderung der Ausbruchlast am Ankerdorn erfordern (siehe Abs. 3.13).

Bild 9 – Dornbefestigung in Vertikalfuge

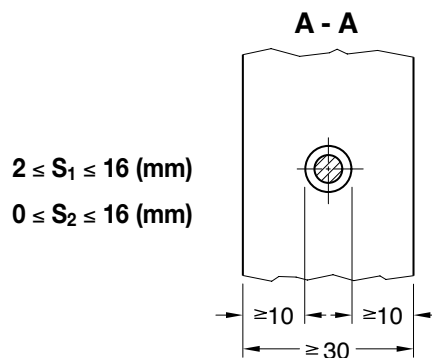
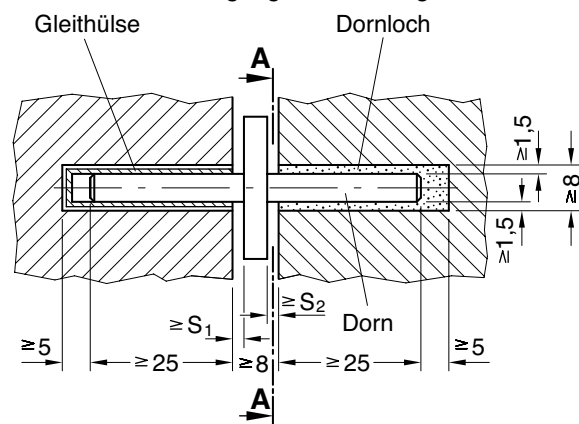
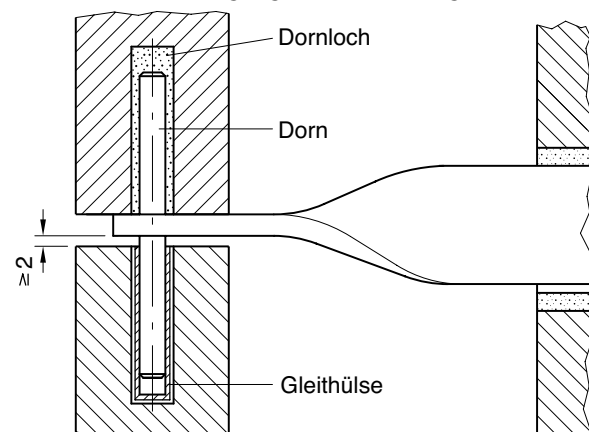


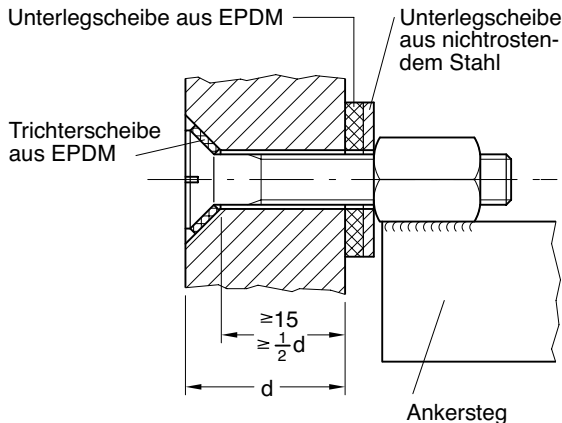
Bild 10: Dornbefestigung in Horizontalfuge



4.4 Befestigung mit Schraubankern

Wenn die übliche Befestigung mit Ankerdornen in den Plattenseitenflächen nicht möglich ist (insbesondere bei Randplatten), können Schraubanker eingesetzt werden. Hierbei darf der Schraubenkopf bis zur halben Plattendicke in die Plattensichtfläche versenkt werden. Die rückseitige Steindicke muss jeweils der vergleichbaren Reststeindicke am Ankerdornloch zuzüglich 5 mm, mindestens jedoch 15 mm betragen.

Bild 13: Schraubanker



Der Abstand der Bohrlochachse in der Platte zum Rand muss mindestens 50 mm betragen.

Bei Tragankern sind Schraubanker von mindestens der Größe M10, bei Halteankern mindestens der Größe M8 erforderlich. Die Festigkeit der Schraubanker muss mindestens der Festigkeitsklasse A4-70 nach DIN EN ISO 3506 entsprechen.

Für eine zwängungsarme Lagerung der Natursteinplatten sind unter dem Schraubenkopf und auf der Rückseite der Platte elastische Unterlegscheiben aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk), Shore-A-Härte 40 bis 60 (geprüft nach DIN 53505) zu verwenden und eine Unterlegscheibe aus nichtrostendem Stahl einzulegen.

Für den charakteristischen Widerstand gegen Versagen eines Schraubankers sind folgende Werte anzusetzen:

Charakteristischer Widerstand bei Lastangriff senkrecht zur Plattenansichtsfläche:

$$N_{Rk} = 2,0 \cdot F_{Rk,0}$$

Dabei ist $F_{Rk,0}$ der Wert der Ausbruchlast am Ankerdorn nach Abs. 1.7 unter Berücksichtigung der natürlichen Schichtung und Reststeindicke am Ankerdornloch.

Charakteristischer Widerstand bei Lastangriff parallel zur Plattenansichtsfläche ohne Hebelarm:

$$V_{Rk} = 1,0 \cdot F_{Rk,0} \text{ (für } 50 \text{ mm} \leq c_1 < 100 \text{ mm)}$$

$$V_{Rk} = 2,0 \cdot F_{Rk,0} \text{ (für } c_1 \geq 100 \text{ mm)}$$

Dabei ist c_1 der Achsabstand des Gewindebolzens zum belasteten Rand und $F_{Rk,0}$ der Wert der Ausbruchlast am Ankerdorn nach Abs. 1.7 unter Berücksichtigung der natürlichen Schichtung und Reststeindicke am Ankerdornloch.

Charakteristischer Widerstand bei Lastangriff parallel zur Plattenansichtsfläche mit Hebelarm:

$$V_{Rk,red} = V_{Rk} \cdot (d/d+2 z_a)$$

Dabei ist d die Plattendicke und z_a der Abstand zwischen Unterkonstruktion und Plattenrückseite.

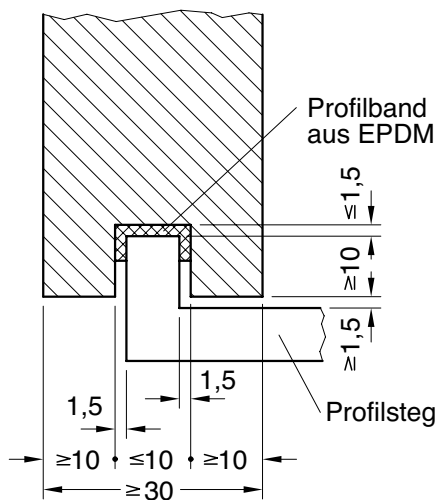
Bei Randabständen des Schraubankers $c_1 \geq 200$ mm kann auf den Nachweis gegen Querbeanspruchung und den Nachweis der Interaktion verzichtet werden.

4.5 Befestigung mit Profilstegen

Die Platten können über Schienen oder Rahmenprofile abgelastet werden. Bei der Schienenlagerung erfolgt dies über Nuten, die parallel zur Plattenseitenfläche eingefräst werden. Die Nut muss 3 mm größer als der eingelassene Profilsteg sein. Die Steinrestdicke muss an beiden Seiten der Plattenkante mindestens 10 mm betragen. Der Profilsteg muss mit einem Profilband aus EPDM überzogen sein. Die Auflagelänge des Profilsteges muss mindestens 20 mm und maximal 50 mm betragen.

Als Nutausbruchfestigkeit darf bei vertikal stehenden Platten ohne besonderen Nachweis die Ausbruchfestigkeit eines Ankerdornloches (siehe Abs. 1.7) mit gleichem Achsabstand und gleichem Restquerschnitt zum belasteten Rand angenommen werden.

Bild 14: Nutlagerung



Das Bild 14 zeigt die untere Plattenseitenfläche mit tragendem Profilsteg, auf dem das Plattengewicht ruht. In der oberen Plattenseitenfläche befindet sich auch eine eingefräste Nut für den Profilsteg des Halteankers. Der Profilsteg ist gleichermaßen mit einem Profilband überzogen. An Profilstegen, die als Halteanker dienen, ist ein Bewegungsspiel für die Natursteinplatte von min. 2 mm vorzusehen.

4.6 Sonderbefestigungen der Platten

Befestigungen von Natursteinplatten, die nicht in DIN 18516-3 geregelt sind, benötigen einen Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Nicht zulässig nach DIN 18516-3 sind Natursteinplatten mit Nenndicken unter 30 mm sowie Verbundplatten, bei denen Naturstein mit anderen Baustoffen kombiniert wird, z.B. sogenannte Leichtbaupaneele.

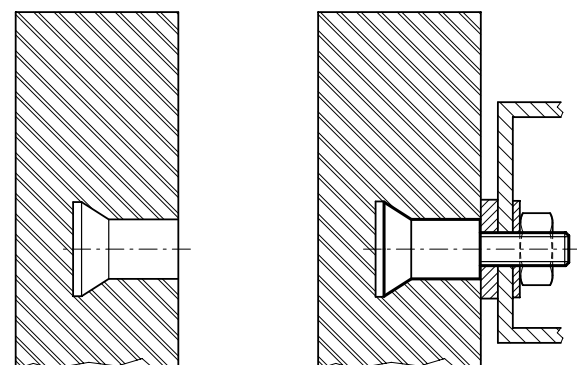
Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) erteilt allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für die Verwendung von Befestigungsmitteln oder besonderen Baustoffen, die nicht einer Norm entsprechen. Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit kann auch für das jeweilige Objekt erbracht werden. Die Bauaufsichtsbehörde erteilt dann eine Zustimmung im Einzelfall.

Derzeit liegen vom DIBt zwei allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (Europäische Technische Zulassungen) vor, die die Verwendung von Halteanker zur rückseitigen Befestigung von Natursteinplatten aus Granit oder anderen kompakten Tiefengesteinen sowie Sedimentgesteinen mit „Hartgestein-Charakter“ regeln. Eine Hinterschnittbefestigung besteht aus einem Dübel, einer Schraube, einer Agraffe oder durchgehendem Profil und evtl. erforderlicher Zwischenlagen. Der Dübel wird in eine Bohrung mit konischer Aufweitung in der Plattenrückseite eingebracht. Die geringen zulässigen Maßtoleranzen erfordern umfangreiche Maßkontrollen und stellen hohe Ansprüche an die Fertigung und Montage. Daher dürfen diese Bohrungen nur mit den dafür vorgesehenen Werkzeugen im Natursteinwerk und nicht von Hand auf der Baustelle ausgeführt werden. Durch das Andrehen der Schraube wird der Dübel im Bohrloch gespreizt und kann somit nicht mehr aus der Bohrung herausfallen.

Über Agraffen oder durchgehende Profile wird der Hinterschnittdübel mit einer Unterkonstruktion verbunden, die die Eigengewichts- und Windkräfte in den tragenden Untergrund ableitet. Die üblicherweise aus Aluminiumprofilen bestehende Unterkonstruktion muss die erforderliche zwängungsfreie Dehnung der Platten infolge Temperatur ermöglichen (ein Festpunkt und drei Gleitpunkte) und die geringen Toleranzen der Hinterschnittbefestigung beim Einbau berücksichtigen.

Die Anwendung der Hinterschnittverankerung ist auf bestimmte Natursteine beschränkt. Die möglichen Plattenabmessungen, Festigkeitsanforderungen und Qualitätsnachweise sind in den jeweiligen Zulassungen geregelt.

Bild 15: Systemskizze einer Hinterschnittbefestigung



Bohrlochgeometrie

Hinterschnittbefestigung

5 Fugen und Hinterlüftungszone

5.1 Fugen

5.1.1 Fugenausbildung bei den Bekleidungen

Bei der Festlegung der Nenn-Fugenbreite sind neben der Ankerstegdicke das Grenzabmaß vom Nennmaß der Platte (DIN EN 1469) und eine zusätzliche Bewegungstoleranz von mindestens 2mm zu berücksichtigen. Es ist daher eine Normalfugenbreite von etwa 10mm vorzusehen.

5.1.2 Offene Plattenfugen

Entsprechend DIN 4108-3 sind Wände mit Außenwandbekleidungen nach DIN 18516-3 grundsätzlich ausreichend vor Schlagregen geschützt. Offene Fugen zwischen den Bekleidungsplatten beeinträchtigen den Regenschutz nicht.

In der Regel wird der Schlagregenschutz durch die Verwendung vollständig hydrophobierter Wärmedämmstoffe (DIN 4108-10:2008-10; Typ WAB) erbracht. Mineralfaserdämmstoffe nach DIN EN 13162 sind bei Außenwandbekleidungen mit offenen Fugen vorzugsweise vlieskaschiert zu verwenden.

5.1.3 Mit Fugendichtstoff geschlossene Plattenfugen

Außenwandbekleidungen, deren Vertikal- und Horizontalfugen mit Dichtstoffen geschlossen sind, erfüllen den Schlagregenschutz nach DIN 4108 Teil 3 uneingeschränkt.

Die Fugendichtstoffe müssen nach DIN 18540 Teil 1 für Außenwandbekleidungen weichelastisch sein und bleiben, sowie eine praxisbezogene Bewegungsaufnahme von 20-25%, bezogen auf die Fugenbreite, besitzen. Die Spannung darf bei 100% Dehnung jedoch 0,20 N/mm² nicht überschreiten.

Extreme Längenänderungen der Bauteile, beispielsweise an Gebäudetrennfugen, erfordern besondere Fugenkonstruktionen (z.B. Einbau von Bewegungsprofilen).

Eine Abminderung der Windlasten entsprechend Abs. 3.15 ist nicht möglich.

5.1.4 Anschlussfugen

Wenn Naturwerksteinplatten an andere Baustoffe und Bauteile anschließen, sind Anschlussfugen mit mindestens 10mm Breite vorzusehen. Anschlussfugen können offen bleiben oder mit Dichtstoffen geschlossen werden. Die Haftung der Dichtstoffe an den Fugenflanken können insbesondere bei Metalluntergülden nicht gewährleistet werden.

Anschlussfugen sind auch dort erforderlich, wo Naturwerksteinplatten an tragende Bauteile, z.B. vorkragende Gesimse oder Deckenstreifen, anstoßen.

Anschlussfugen sind ebenfalls erforderlich, wenn Naturwerksteinplatten an Verankerungen andere Baustoffe und Bauteile anschließen, die durch die Außenwandbekleidung gehen, wie z.B. Gerüstanker sowie Verankerungen für Beleuchtungs- und Reklamekonstruktionen.

Anbauteile, wie Beleuchtungsreklame, Jalousien und ähnliche Installationen dürfen nicht unmittelbar an die Außenwandbekleidung befestigt werden, sondern sie müssen durch die Bekleidung und Wärmedämmung hindurch in der tragenden Außenwand verankert oder an der Unterkonstruktion befestigt werden.

5.1.5 Anschlüsse von Ausbauteilen an die Außenwand

Fensterrahmen, Türrahmen, Zargen und Anschlagsschienen sowie andere Anschlussbauteile müssen vor dem Versetzen der Außenwandbekleidung und dem Anbringen einer Wärmedämmung durch Fachgewerke wind-, regen- und luftdicht sowie wärme- und schalldämmend an den Rohbau angeschlossen werden.

Bei diesen Konstruktionen ist in der Regel eine allseitige Abklebung und Anflanschung, z.B. mit Abdichtungstreifen, erforderlich. Hier sind die Gewerke aufeinander abzustimmen.

5.1.6 Bauwerkstrennfugen

Dehnfugen im Verankerungsgrund müssen mit der vorgegebenen Breite b in der Außenwandbekleidung übernommen werden oder die zu erwartenden Dehnungen zwängungsfrei zulassen.

Bekleidungsplatten, welche Bauwerkstrennfugen überdecken, dürfen nicht in beiden Bauteilen verankert werden – die Verankerung darf nur in einem der Bauteile erfolgen.

Extreme Längenänderungen der Bauteile erfordern besondere Fugenkonstruktionen (z.B. Einbau von Bewegungsprofilen).

5.2 Hinterlüftungszone

Nach DIN 18516-1, ist zur Reduzierung von Luftfeuchtigkeit, zur Ableitung von eventuell eindringendem Niederschlag, zur kapillaren Trennung der Bekleidung von der Wärmedämmung bzw. Wandoberfläche und zur Ableitung von Tauwasser an der Rückseite der Bekleidung eine Hinterlüftung erforderlich.

Diese Anforderung wird erfüllt, wenn eine mind. 20 mm dicke Luftschicht zwischen der Plattenrückseite und der Wärmedämmung bzw. dem Rohbau vorgesehen ist. Der Abstand darf, z.B. durch eine Unterkonstruktion oder durch Wandunebenheiten, örtlich bis auf 5 mm reduziert werden.

Bei der Planung der Hinterlüftungszone ist folgendes zu berücksichtigen:

- a) Nichtflächenfertige Wände und Unterseiten von Rohdecken nach DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau, Tabelle 3, Zeile 5: die Ebenheitstoleranzen für Flächen von Decken und Wänden bei 15 m Messpunktabstand betragen 30 mm.
- b) Aufbauschen der Mineralfaserdämmplatten bis zu 10 mm
- c) Konstruktiv erforderliche Mehrdicken der Bekleidungsplatten; z.B. im Randbereich +10 mm, im Sockelbereich z.B. + 20 mm
- d) Dickentoleranzen der Bekleidungsplatten nach DIN EN 1469 (z.B. max. + 10 % der Nenndicke).

Die Nenndicke der Hinterlüftungszone sollte deshalb in der Planung mit mindestens 40 mm vorgesehen werden.

Die Be- und Entlüftungsöffnungen sind für hinterlüftete Außenwandbekleidungen mit Querschnitten von mindestens 50 cm² je 1 m Wandlänge vorzusehen und in der Regel zumindest am tiefsten und höchsten Punkt der Außenwandbekleidung anzuordnen.

Werden aufgrund des erforderlichen Brandschutzes horizontale Brandsperren eingebaut, die die Hinterlüftung wesentlich beeinträchtigen, sind zusätzliche Be- und Entlüftungsöffnungen erforderlich.

Im Sockelbereich müssen Öffnungen zur Hinterlüftung der Außenwandbekleidung mit einer Breite über 20 mm durch Lüftungsgitter gesichert werden.

6. Wärmeschutz der Außenwand

6.1 Anforderung

Anforderungen an die Wärmedämmung sind in DIN 4108 – Wärmeschutz im Hochbau enthalten. Die Energieeinsparverordnung (EnEV = Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden) stellt hohe Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und energieeinsparende Anlagentechnik bei Gebäuden, die der Bauherr erfüllen muss. Es ist immer ein Fachplaner mit den erforderlichen Nachweisen zu beauftragen.

Für die richtige Ausführung des Wärmeschutzes ist nach der aktuellen EnEV neben dem Bauherrn und dessen Fachplanern auch der Naturwerkstein-Fachbetrieb verantwortlich. Die erforderlichen Dämmstoffdicken sind aus dem Wärmeschutznachweis zu entnehmen. Abänderungen der vorgesehenen Dämmstoffe und Dämmstoffdicken (z.B. aufgrund von Bauwerkstoleranzen) sind vom Ersteller des Wärmeschutznachweises zu prüfen und freizugeben.

Entsprechend DIN 18516-1, sind Wärmedämmstoffe dauerhaft, lückenlos und formstabil, auch unter Beachtung einer möglichen Feuchtebelastung durch Witterungseinflüsse, anzubringen. Sie sind im Verband dichtgestossen zu verlegen, so dass möglichst keine Hohlräume zwischen Untergrund und Dämmschicht entstehen, um eine Hinterströmung zu vermeiden. Faserdämmstoffe sind bei Außenwandkonstruktionen mit offenen Fugen vorzugsweise vlieskaschiert zu verwenden. Schnittkanten und Stirnseiten brauchen nicht geschützt zu werden.

Bei Außenwandkonstruktionen mit offenen Fugen und einer Wärmedämmung aus Mineralfaserstoffen nach DIN EN 13162 muss deren Strömungswiderstand mindestens $A_{Fr} = 5 \text{ kPa s/m}^2$ betragen.

Durchdringungen der Wärmedämmungen, beispielsweise die Verankerungen der Wandbekleidung, sind im Wärmeschutznachweis zu berücksichtigen (siehe Abs. 6.8).

6.2 Dämmstoffe

Entsprechend DIN 18516-1 dürfen zur Wärmedämmung bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen nur genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Dämmstoffe verwendet werden, die die Anforderungen nach DIN 4108-10:2008-10 Typ WAB erfüllen und nicht-brennbar sind.

Im Sockelbereich werden wasserunempfindliche Dämmplatten aus Schaumkunststoff oder Schaumglas eingesetzt.

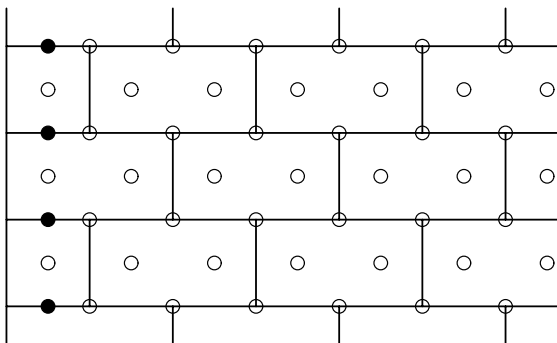
6.3 Befestigung der Dämmstoffe

Dämmstoffe sind dauerhaft und lückenlos anzubringen. Sie sind im Verband dichtgestoßen zu verlegen, so dass möglichst keine Hohlräume zwischen Untergrund und Dämmschicht entstehen, um eine Hinterströmung zu vermeiden.

Die Dämmstoffe sind im Mittel mit fünf Dämmstoffhaltern je m² anzubringen. Die Dämmstoffhalter müssen mindestens normalentflammbar sein.

Kleinere Dämmstoffabschnitte müssen mindestens mit einem Dämmstoffhalter befestigt werden. Wenn Dämmplatten nicht mit Dämmstoffhaltern angebracht werden können, sind sie zu kleben. Der Klebstoff muss für den Anwendungsfall geeignet sowie schwerentflammbar sein bzw. einen Anteil von nicht mehr als 7,5% an organischen Bestandteilen aufweisen. Dabei müssen Dämmstoffe eine Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene von $\sigma_{mt} > 1,0$ kPa nach DIN EN 13162 aufweisen, um eine ausreichende Abrissfestigkeit zu erreichen. Geklebte Platten sind vorzugsweise im Wulst-Punkt-Verfahren anzubringen.

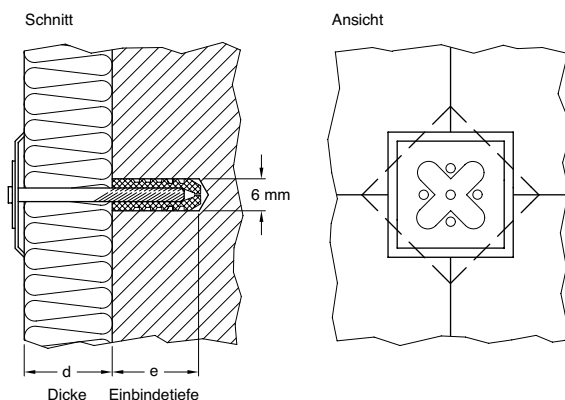
Bild 16: Befestigung der Dämmstoffe



Wärmedämmplatten mit Befestigungen

● zusätzliche Dämmplattenhalter

Bild 17: Dämmstoffhalter



An Gebäudeecken und anderen freien Anschlüssen sind zusätzliche Dämmplattenhalter erforderlich. Haltepunkte in Plattenmitte verhindern das Ausbauchen der Dämmplatten.

Treffen beim Versetzen der Außenwandbekleidung Verankerungen und Dämmplattenhalter zusammen, sind neue Dämmplattenhalter an anderer Stelle einzusetzen.

6.4 Dämmstoffe an Stützen und Pfeilern

Hier ist ein besonderer Zuschnitt der Dämmstoffe und eine besondere Befestigung erforderlich. Ein zusätzliches Ankleben – streifenförmig – ist zu empfehlen. Dabei müssen Dämmstoffe eine Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene von $\sigma_{mt} > 1,0$ kPa nach DIN EN 13162 aufweisen, um eine ausreichende Abrissfestigkeit zu erreichen. Geklebte Platten sind vorzugsweise im Wulst-Punkt-Verfahren anzubringen.

6.5 Dämmplatten im Bereich von Unterkonstruktionen

Bei Unterkonstruktionen muss die Wärmedämmung wie bei der konventionellen Verankerung nach DIN 18516-3 auf der Außenwand befestigt werden. Die Unterkonstruktion für eine Außenwandbekleidung wird im Regelfall außerhalb des Wärmedämmbereiches angebracht.

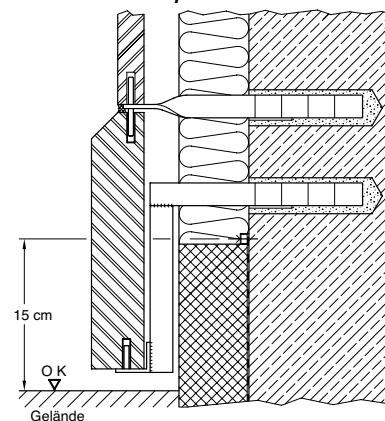
Tragprofile, Aussteifungsprofile u.a. bestehen aus Aluminium oder nichtrostenden bzw. rostgeschützte Stählen und werden durch die Wärmedämmung hindurch in der tragenden Wand verankert. Die Dämmplatten sind sauber in die Unterkonstruktion einzupassen, so dass möglichst wenige Wärmebrücken entstehen. Die Hinterlüftung muss sichergestellt sein.

6.6 Wärmedämmung im Sockelbereich

Die Feuchtigkeitssperre des Kellergeschosses wird in der Regel ca. 15 cm über Geländeoberkante geführt. Die Bekleidungsplatten reichen vorzugsweise bis ca. 20 mm über Geländeoberkante.

Im Dichtungsbereich ist vorzugsweise eine formstabile, nicht brennbare und wasserabweisende Wärmedämmung aus Schaumkunststoff nach DIN 18164 Teil 1 bzw. Schaumglas nach DIN 18174 zu verwenden.

Bild 18: Sockelplatte



Die Bauwerksabdichtung nach DIN 18195-5 – Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser – wird in der Regel mit einer Klemmleiste gefasst. Die Dämmplatten werden auf die Dichtung geklebt. Über dem abgedichteten Bereich werden die Mineralfaserdämmplatten mechanisch befestigt.

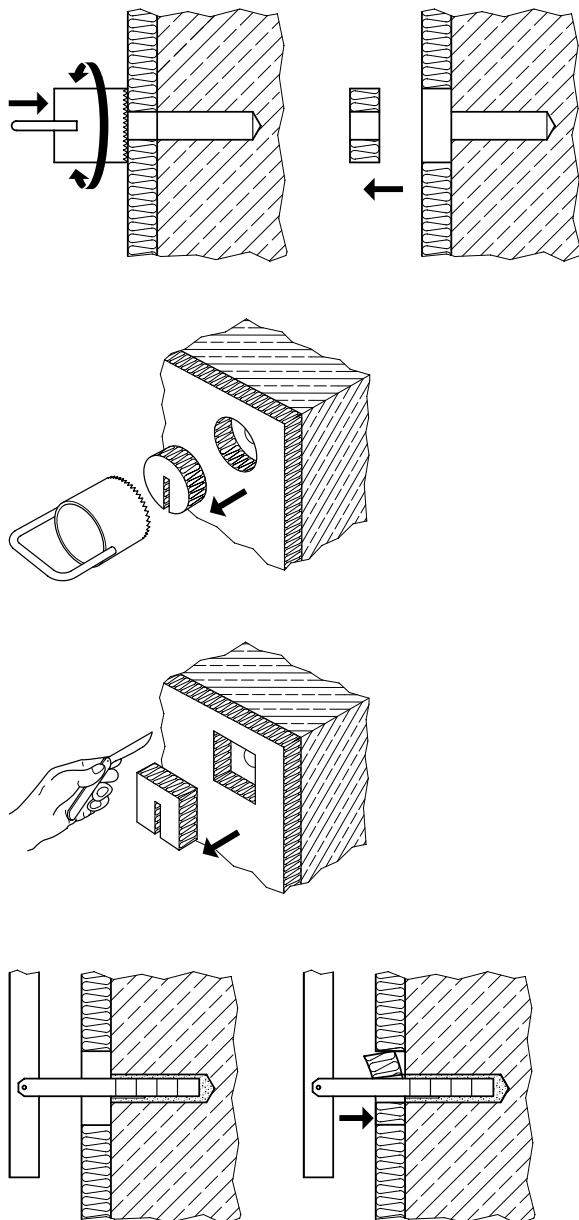
Die Bohrlöcher der Verankerung dürfen die Abdichtung nicht durchstoßen. Es ist planerisch ein ausreichender Abstand zwischen Abdichtung und Bohrebene vorzusehen.

6.7 Dämmstoffausschnitte

Im Bereich von Verankerungsteilen ist die Wärmedämmung kreisförmig oder quadratisch (ca. 10 cm) auszuschneiden.

Die Dämmstoffausschnitte sind nach dem Einbau der Verankerungsteile sorgfältig anzupassen und in die Aussparungen wieder einzusetzen.

Bild 19: Dämmstoffausschnitte



6.8 Punktuelle Wärmebrücken

An Durchdringungen der Wärmedämmung mit Anker teilen der Bekleidung oder Unterkonstruktion findet ein höherer Wärmestrom statt.

Die Wirkung dieser Wärmebrücken ist im Wesentlichen von folgenden Einflüssen abhängig:

- Material der Anker
(Wärmeleitfähigkeit Edelstahl $\lambda = 15 \text{ W/(m K)}$;
Aluminium $\lambda = 200 \text{ W/(m K)}$)
- Ankerform (Querschnitt)
- Anzahl der Anker je Flächeneinheit
- Thermischer Widerstand der tragenden Wand
(Mauerwerk oder Beton)
- Art und Dicke der Wärmedämmung
- Passgenauigkeit der Wärmedämmausschnitte

Die Gesteinsart der Bekleidung hat aufgrund der Hinterlüftung keinen nennenswerten Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bei der Wahl der Anker ist neben der Querschnittsfläche auch die Ankerform zur Gewährleistung einer einfachen Anbringung der Wärmedämmung (vgl. Abs. 6.7) zu berücksichtigen.

Eine rechnerische Erfassung von punktuellen Wärmebrücken ist beispielsweise nach der Richtlinie „Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden“, erhältlich beim FVHF, 10785 Berlin, möglich.

Entsprechend einer gutachterlichen Stellungnahme der CRP – Ingenieure in Berlin beträgt der Wärmebrückenverlustkoeffizient eines Tragankers mit der Querschnittsfläche $A = 33 \times 8 \text{ mm} = 264 \text{ mm}^2$ bei 12 cm Dämmstoffdicke ca. 0,012 W/K bis 0,020 W/K und bei 20 cm Dämmstoffdicke ca. 0,010 W/K bis 0,015 W/K.

Die Querschnittsfläche der Mörtelanker hat einen annähernd proportionalen Einfluss, so dass sich bei kleineren Halteankern der Wärmebrückenverlustkoeffizient entsprechend der Querschnittsfläche reduziert.

In der Baupraxis werden die punktuellen Wärmebrückenverluste der Verankerung analog zur DIN 4108 mit einem pauschalen Erhöhungswert von 0,1 W/m²K berücksichtigt.

Die thermische Trennung von Verankerungen ist technisch aufwendig und nur bei Aluminium von signifikanter Wirkung.

Der Wärmeverlust einer gedämmten massiven Wandfläche mit punktuellen Wärmebrücken der Verankerung ist mehr als 4-fach geringer als der einer vergleichbaren Fläche mit Doppelverglasung.

7. Brandschutz

Bei hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen sind nachstehende Anforderungen nach der Musterliste der Technischen Baubestimmungen Teil 1, Anlage 2.6/11 zu beachten:

Bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, die

– geschossübergreifende Hohl- oder Lufträume haben
oder

– über Brandwände hinweggeführt werden,

sind nach § 28 Abs. 4 in Verbindung mit Abs. 5 sowie nach § 30 Abs. 7 MBO 2002, besondere Vorkehrungen gegen die Brandausbreitung zu treffen.

Nachfolgend werden mögliche Vorkehrungen entsprechend Anlage 2.6/11 der Musterliste der Technischen Baubestimmungen (September 2010) beschrieben.

Abweichend von § 28 Abs. 3 Satz 1 MBO muss die Wärmedämmung nichtbrennbar sein. Die Dämmstoffe sind entweder mechanisch oder mit einem Klebemörtel, der schwerentflammbar ist oder einen Anteil von nicht mehr als 7,5% an organischen Bestandteilen aufweist, auf dem Untergrund zu befestigen.

Die Tiefe des Hinterlüftungsspalt es darf nicht größer sein als 150 mm.

In jedem zweiten Geschoss sind **horizontale Brandsperren im Hinterlüftungsspalt** anzuordnen. Die Brandsperren sind zwischen der Wand und der Bekleidung einzubauen.

Bei einer außenliegenden Wärmedämmung genügt der Einbau zwischen dem Dämmstoff und der Bekleidung, wenn der Dämmstoff im Brandfall formstabil ist und einen Schmelzpunkt von $> 1.000^{\circ}\text{C}$ aufweist.

Die Größe der Öffnungen in den horizontalen Brandsperren ist insgesamt auf $100\text{ cm}^2/\text{lfm}$ Wand zu begrenzen. Die Öffnungen können als gleichmäßig verteilte Einzelöffnungen oder als durchgehender Spalt angeordnet werden.

Die horizontalen Brandsperren müssen über mindestens 30 Minuten hinreichend formstabil sein (z. B. aus Stahlblech mit einer Dicke von $d \geq 1\text{ mm}$). Sie sind in der Außenwand in Abständen von $\leq 0,6\text{ m}$ zu verankern. Die Stahlbleche sind an den Stößen mindestens 30 mm zu überlappen.

Leibungen von Außenwandöffnungen (Türen, Fenster) dürfen integraler Bestandteil von Brandsperren sein, soweit der Hinterlüftungsspalt durch Bekleidung der Leibungen und Stürze der Außenwandöffnungen verschlossen ist; die Bekleidung der Leibung muss die Anforderungen an horizontale Brandsperren erfüllen (Natursteine erfüllen die Anforderungen nicht), Unterkonstruktionen und eine ggf. vorhandene Wärmedämmung müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Horizontale Brandsperren sind nicht erforderlich

1. bei öffnungslosen Außenwänden;
2. wenn durch die Art der Fensteranordnung eine Brandausbreitung im Hinterlüftungsspalt ausgeschlossen ist (z. B. durchgehende Fensterbänder, geschossübergreifende Fensterelemente);

und

3. bei Außenwänden mit hinterlüfteten Bekleidungen, die einschließlich ihrer Unterkonstruktionen, Wärmedämmung und Halterungen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, wenn der Hinterlüftungsspalt im Bereich der Leibung von Öffnungen umlaufend im Brandfall über mindestens 30 Minuten formstabil (z. B. durch Stahlblech mit einer Dicke von $d \geq 1\text{ mm}$) verschlossen ist;
4. wenn durch konstruktive Maßnahmen im Gebäude (z.B. Sprinkleranlagen) keine Gefahr der Brandausbreitung besteht.

Der Hinterlüftungsspalt darf nicht über erforderliche Brandwände hinweggeführt werden. Der Hinterlüftungsspalt ist mindestens in Brandwanddicke mit einem im Brandfall formstabilen Dämmstoff mit einem Schmelzpunkt von $> 1.000^{\circ}\text{C}$ auszufüllen. § 30 Abs. 7 Satz 1 MBO bleibt unberührt.

DIN 4102 regelt das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. In Teil 1 werden die Baustoffklassen beschrieben:

Baustoffklassen Bauaufsichtliche Benennung

- | | |
|-----|-------------------------------|
| A | nicht brennbare Baustoffe |
| B1 | schwer entflammbare Baustoffe |
| B 2 | normal entflammbare Baustoffe |
| B 3 | leicht entflammbare Baustoffe |

Während Bekleidungsplatten aus Naturstein und metallischen Befestigungsmittel grundsätzlich nicht brennbar sind (A), ist bei der Auswahl der Dämmstoffe auf deren Brandverhalten zu achten. Dämmstoffhalter müssen mindestens normalentflammbar (B 2) sein.

Anforderungen an die Baustoffklassen der jeweiligen Baustoffe sind in den Landesbauordnungen vorgegeben.

Wegen Einbauproblemen (Ansammlung von Bohrmehl, Dämmstoffresten usw.) und lokaler Feuchtigkeitsansammlungen ist mit der lokalen Brandschutzbehörde die Notwendigkeit der Brandschutzmaßnahmen im Einzelfall abzustimmen.

Vertikale Brandsperren im Bereich von Brandwänden

Der Hinterlüftungsspalt darf über die Brandwand nicht hinweggeführt werden. Der Hinterlüftungsspalt ist beispielsweise mindestens in Brandwanddicke mit einem im Brandfall formstabilen Dämmstoff mit einem Schmelzpunkt von $> 1.000^{\circ}\text{C}$ auszufüllen. Dies verursacht bei Außenwandbekleidungen aus Naturwerkstein jedoch oftmals Feuchtigkeitsflecken. Es wird daher empfohlen, im Bereich der Brandwände vertikalen Brandsperren analog zu den horizontalen Brandsperren anzubringen, die mindestens 30 Minuten hinreichend formstabil sind (z. B. aus Stahlblech mit einer Dicke von $d \geq 1\text{ mm}$).

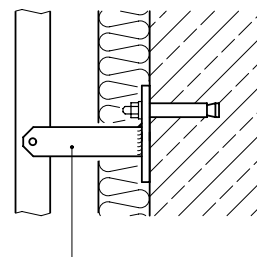
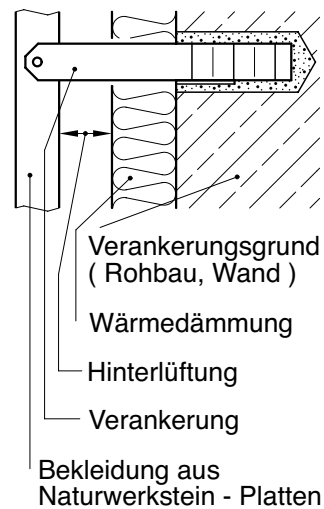
8. Außenwand mit hinterlüfteter Bekleidung aus Naturwerkstein

8.1 Allgemeines

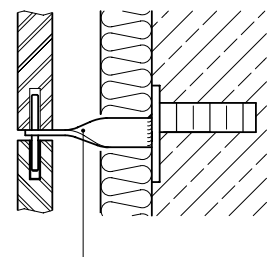
Eine Außenwandbekleidung aus Naturwerkstein ist mit dem Verankerungsgrund (Wand oder Rohbau) mechanisch verbunden. Sie setzt sich zusammen aus:

- Bekleidung aus Platten oder Massivteilen mit geschlossenen oder offenen Fugen
- Verankerungen (einschließlich Befestigungen, Verbindungen und bei Bedarf Unterkonstruktionen)
- Ergänzungsteile: u.a. Leibungen, Vorrichtungen zum Anbringen von Gerüsten (Gerüstanker)
- Wärmedämmung, in der Regel mit Dämmstoffhalter

Bild 21: Außenwandbekleidungskonstruktionen



Verankerung mit angeschraubter Anschweißplatte



Verankerung mit einbetonierter Anschweißplatte

8.2 Begriffe

8.2.1 Bekleidung

Platten und Massivteile aus Naturwerkstein

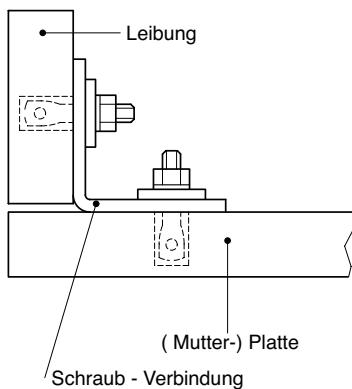
8.2.2 Verankerung

Metallisches Bauteil, das Bekleidungsplatten unmittelbar (z.B. mit Mörtelanker oder Anschweißanker) oder eine evtl. vorhandene Unterkonstruktion (z.B. mit Dübel, Anschweißanker an Ankerplatten oder Mörtelanker) kraftschlüssig mit dem Verankerungsgrund verbindet.

8.2.3 Verbindung

Metallisches Bauteil, das die Unterkonstruktion untereinander oder eine Leibungsplatte mit der Mutterplatte mechanisch verbindet.

Bild 22: Leibungsverbindung



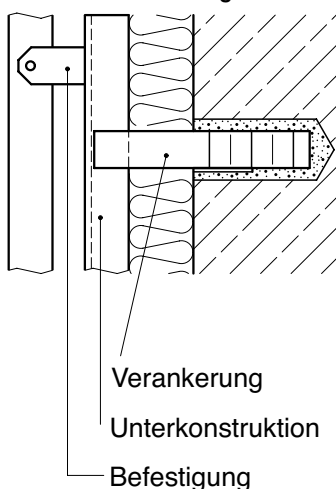
8.2.4 Befestigung

Metallisches Bauteil, das die Naturwerkstein-Bekleidung an der Unterkonstruktion befestigt

8.2.5 Unterkonstruktion

Tragprofile aus Metall; fest und gleitend gelagert.

Bild 23: Verankerung der Unterkonstruktion



8.3 Werkstoff/Material

8.3.1 Bekleidung

Naturwerkstein nach DIN EN 1469 und CE gekennzeichnet.

Liegen keine ausreichenden Erfahrungen vor, ist ein Eignungsnachweis der Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse entsprechend DIN 52008 erforderlich.

8.3.2 Ankerdorne

Ankerdorne müssen aus nichtrostenden Stählen nach DIN EN 10088-3 bestehen und mindestens der Festigkeitsklasse S 355 sowie der Widerstandsgruppe III nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-30.3-6 entsprechen.

8.3.3 Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente

Für Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente dürfen ohne besondere Eignungsnachweise verwendet werden:

- nichtrostende Stähle nach Zulassung Z-30.3-6, die mindestens der Korrosionswiderstandsklasse III entsprechen (z.B. Werkstoff-Nr. 1.4571 oder 1.4401)

Für Verbindungselemente (z.B. Winkel) können auch verwendet werden:

- Aluminiumlegierungen nach DIN 4113-1 mit A.1 oder EN 1999-1-1;

Aluminiumbauteile dürfen direkt auf Betonbauteilen angebracht werden, wenn sichergestellt ist, dass keine Feuchte zwischen die Bauteile gelangen kann

- feuerverzinkte Verbindungselemente nach DIN EN ISO 10684 der Festigkeitsklasse ≤ 8.8 für Verbindungen und Befestigungen von Bekleidungselementen und Unterkonstruktionen aus Stahl mit einem Korrosionsschutz nach 7.1.1 d) und e) bzw. 7.1.2 d) und e) der DIN 18516-1.

8.3.4 Unterkonstruktionen

- nichtrostende Stähle nach Zulassung Z-30.3-6;
- Aluminiumlegierungen nach DIN 4113-1 mit Al EN31499-1-1 oder EN 1999-1-4.

Bei Dicken unter 1,6 mm ist ein Korrosionsschutz nach DIN V 4113-3 oder DIN EN 1090-3 erforderlich;

Aluminiumbauteile dürfen direkt auf Betonbauteilen angebracht werden, wenn sichergestellt ist, dass keine Feuchte zwischen die Bauteile gelangen kann

- feuerverzinkter (stückverzinkter) Stahl nach DIN EN ISO 1461 in Verbindung mit DAST Richtlinie 022;
- Stahlsorten nach DIN EN 10025 in Dicken von mindestens 3 mm mit einem Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 12944-5.

8.3.5 Gerüstanker

Ankerterile, die hinter der Bekleidung verbleiben, aus nichtrostendem Stahl nach Zulassung Z-30.3-6, die mindestens der Korrosionswiderstandsklasse III entsprechen (z.B. Werkstoff-Nr. 1.4571 oder 1.4401), austauschbare Ankerterile (z.B. Ringösen) aus verzinktem Stahl.

8.3.6 Ankermörtel

- Mauermörtel M10 nach DIN EN 998-2,
- Betoninstandsetzungsmörtel nach DIN EN 1504-6,
- Mineralische Werk trockenmörtel mit Qualitätsüberwachung mit einer charakteristischen Druckfestigkeit von mindestens 20 N/mm², die mindestens die Anforderungen an Mauermörtel M 20 nach DIN EN 998-2 erfüllen.
- Mörtel mit Spezialbindemittel (z. B. Schnellzemente) mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

8.3.7 Dornmörtel, Gleithülsenmörtel

Zementleim (Zement und Wasser) oder geeigneter Klebstoff

8.3.8 Gleithülse

Kunststoff Polyacetat (POM).

8.3.9 Unterlegscheiben, Trichterscheiben, Profilbänder

Kunststoff EPDM; für Unterleg- und Trichterscheiben mit einer Shore-A-Härte 40 bis 60 nach DIN 53505 geprüft.

8.3.10 Fugendichtstoffe

nach DIN EN ISO 11600

8.3.11 Wärmedämmung

- a) Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162
- b) Expandiertes Polystyrol EPS nach DIN EN 13163
- c) Extrudiertem Polystyrolschaum XPS nach DIN EN 13164
- d) Schaumglas (CG) nach DIN EN 13167

8.4 Verankerungssysteme

8.4.1 Allgemeines

Alle Verankerungen, Befestigungen und Verbindungen sind entsprechend DIN 18516-1 und -3 statisch nachzuweisen.

Mörtelanker siehe Abschnitt 8.4.2

Anschraubanker siehe Abschnitt 8.4.3

Anschweißanker siehe Abschnitt 8.4.4

Unterkonstruktion siehe Abschnitt 8.4.5

Eine Kombination der Verankerungssysteme ist möglich.

Traganker

Traganker leiten das Eigengewicht von Bekleidungsplatten über Querkräfte, Windlasten über Längskräfte in den Verankerungsgrund oder die Unterkonstruktion. Das gleiche gilt für Traganker von Unterkonstruktionen.

Halteanker

Halteanker von Bekleidungsplatten leiten Windlasten über Längskräfte, teilweise auch über Querkräfte in den Verankerungsgrund oder in die Unterkonstruktion.

Anmerkung:

Die Bekleidungsplatten sind zwängungsarm an Trag- und Halteanker zu montieren. Unvermeidliche relevante Zwängungsspannungen, beispielsweise aus behinderter thermischer Dehnung, sind im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

Alle Teile der Außenwandbekleidung sind mit den Teilsicherheitsbeiwerten bzw. zulässigen Spannungen der entsprechenden Normen zu bemessen.

8.4.2 Mörtelanker

Dieses System ist eine „bewährte Bauweise“ und konnte sich seit Jahrzehnten in der Praxis behaupten. Mörtelanker sind im Ankerbohrloch in allen 3 Richtungen fein justierbar und können große Rohbautoleranzen (siehe Abs. 12) ausgleichen.

Der Mörtelanker ist ein Ankerteil, das Platten und Massivstücke aus Naturwerkstein unmittelbar mit dem Verankerungsgrund (Rohbau, Wand) verankert und durch Zementmörtel kraftschlüssig verbunden ist.

Querschnitt von Ankerstegen

In DIN 18516-3 sind neben den Regelquerschnitte (Flachstahl- und Rundanker) in der Anlage B weiter Querschnittsformen (U-Anker, Rohranker) dargestellt.

Bild 24: Regelquerschnitte der Ankerstege

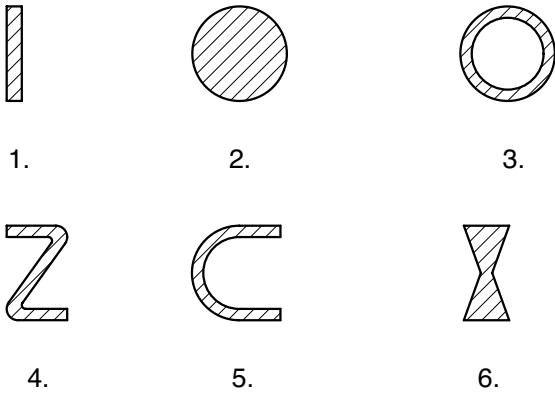
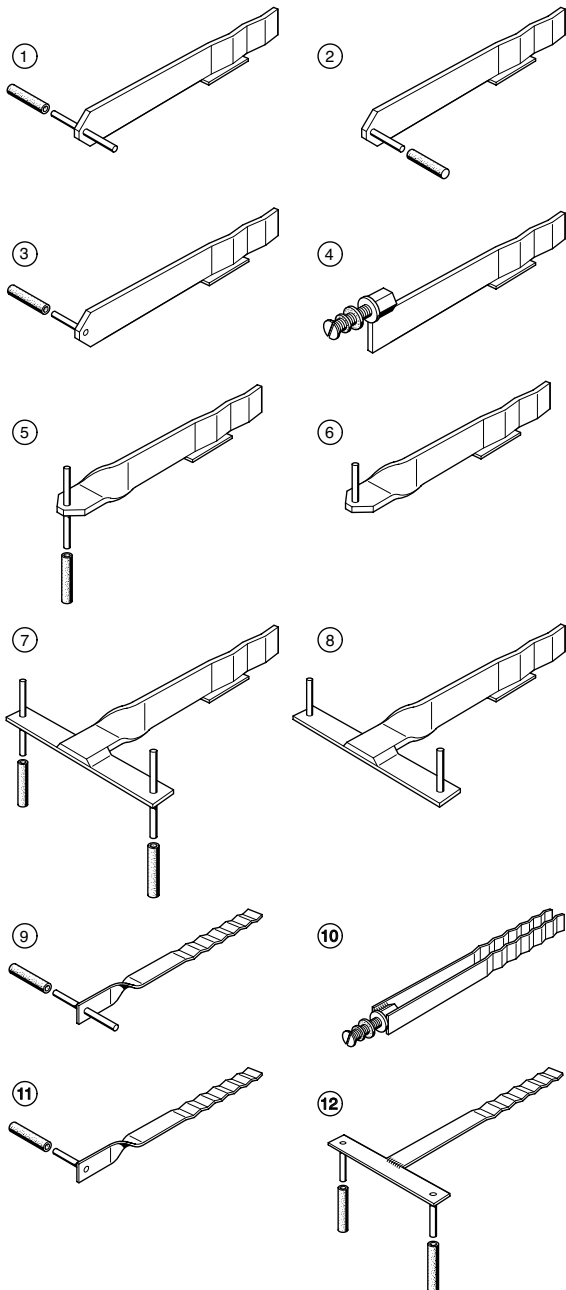


Bild 25: Auswahl häufig vorkommender Ankerformen



Das Ankerende im Einbindebereich kann z.B. nach den folgenden Bildern gedreht oder gewellt ausgeführt sein.

Bild 26: Flachstahlanker mit gedrehtem Ende (Typ 1)

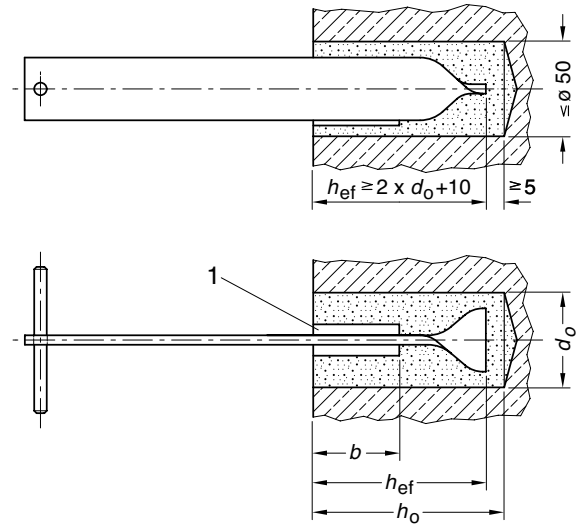
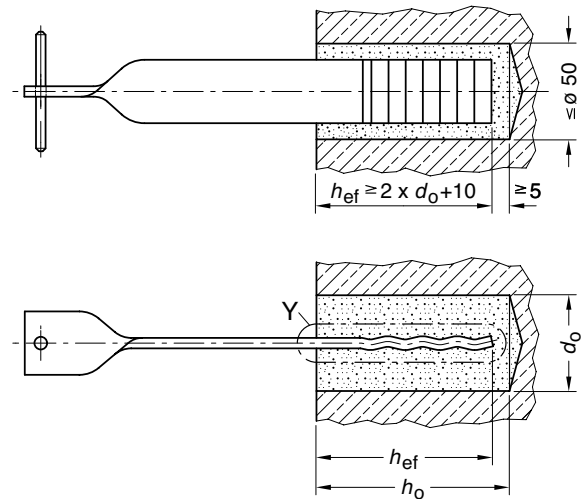
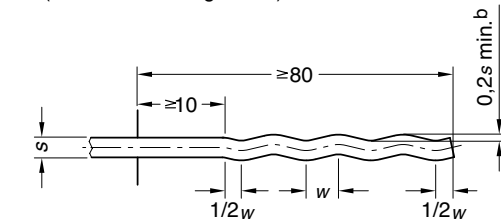


Bild 27: Flachstahlanker mit Wellung (Typ 2)



Y (ohne Mörtel dargestellt)



w = Abstand der Wellung = 15 mm bis 35 mm, mindestens 2 Wellungen pro Anker

b = oder >= 2 mm

Bild 28: Rundstahlanker mit Wellung (Typ 3)

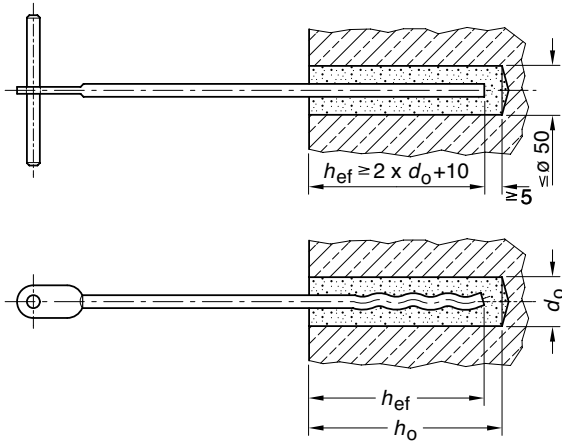
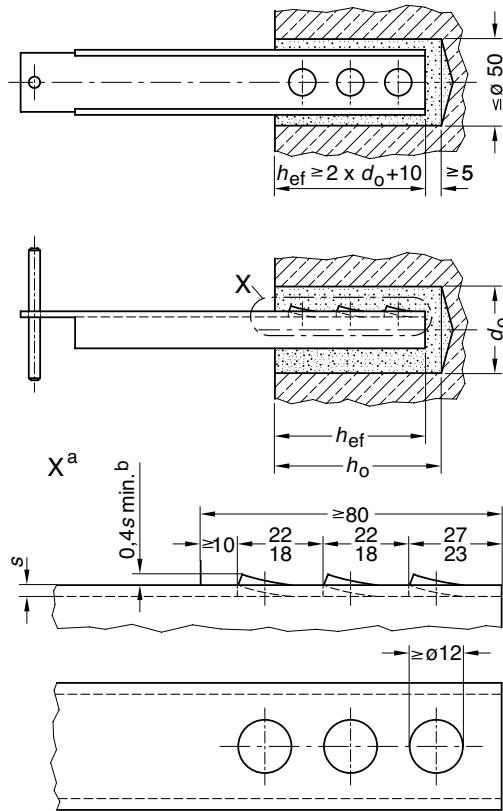
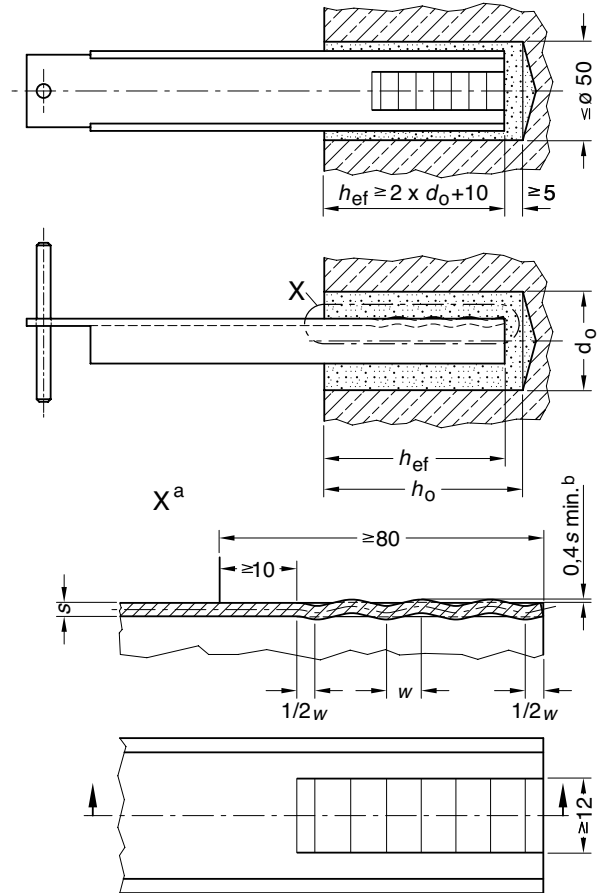


Bild 29: U-Anker mit Stanzungen (Typ 4)



b = oder ≥ 2 mm

Bild 30: U-Anker mit Wellung (Typ 5)



b = oder ≥ 2 mm

Bild 31: Rohranker (Typ 6)

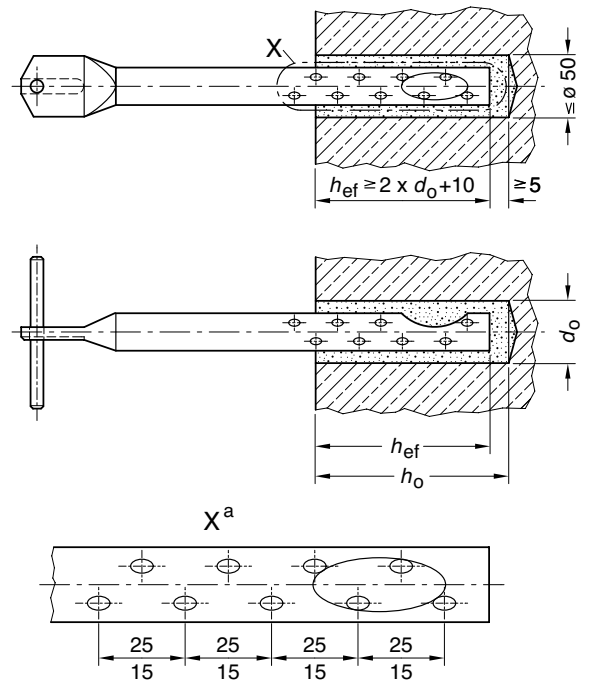
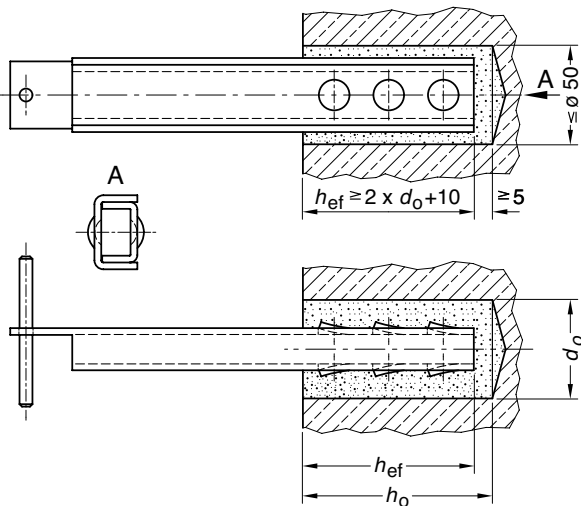
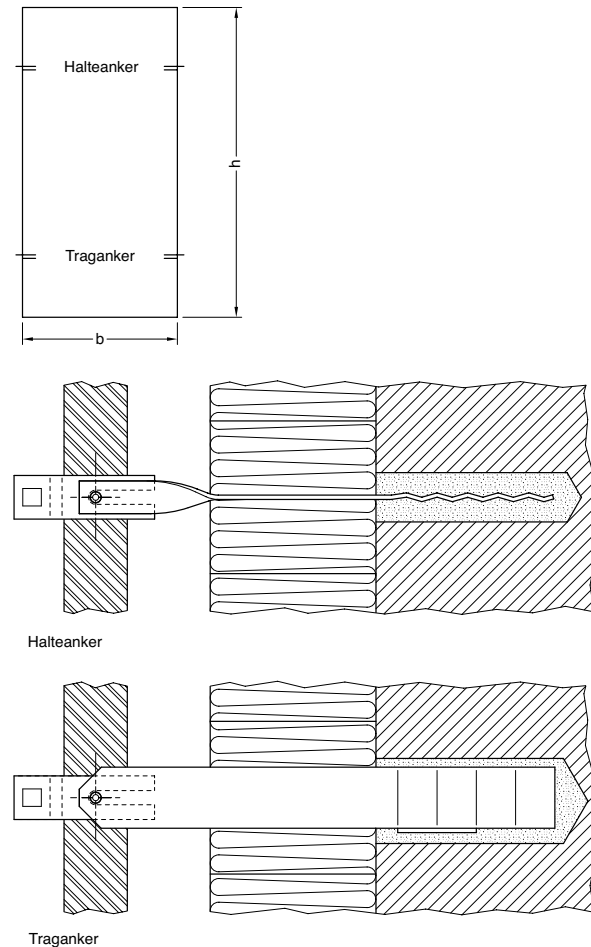


Bild 32: kombinierte U-Anker (Typ 7)

**Montagehinweise****(Mörtelanker in der senkrechten Fuge)**

1. Wärmedämmung ausschneiden; Ausschnitt aufbewahren;
2. Ankerbohrloch herstellen;
3. Ankerbohrloch auskehren, ausblasen und nässen;
4. Platte setzen, ausrichten, unterstützen und mit Mauerhaken und Keil fixieren;
5. Anker vorab trocken in die Gleithülse und das Ankerbohrloch einpassen und wieder herausnehmen;
6. Ankerbohrloch vollständig mit Zementmörtel (Ankermörtel) füllen;
7. Ankerende in das Ankerbohrloch und Dorn in die Gleithülse einstecken;
8. Abstandhalter der Spaltbreite an der Gleithülse über den Dorn schieben;
9. Anker ausrichten; Ankerkopf an den Abstandhalter heranschieben;
10. Zementmörtel nachverdichten und am Verankerungsgrund glattstreichen;
11. Wärmedämmungs-Ausschnitt für den Ankersteg zum Teil aufschlitzen und in die Aussparung einpassen und einsetzen;
12. Dornlöcher der folgenden Nachbarplatte zu etwa 3/4 mit Zementleim (Dornmörtel) füllen;
13. Nachbarplatte auf beide Dorne aufschieben, ausrichten, unterlegen und mit Mauerhaken befestigen;
14. Abstandshalter entfernen
15. Fugen-Abstandsklötze nach Aushärten des Ankermörtels entfernen.

Bild 33: System Trag- und Halteanker

**8.4.3 Anschraubanker**

Anschraubanker sind Ankerteile, die Lasten der Bekleidung aus Naturwerkstein über Schraubverbindungen in der Verankerungsgrund (Beton, Stahlbeton, Stahl oder Unterkonstruktion) einleiten.

Schraubverbindungen können z.B. sein:

1. Dübel in Beton oder Stahlbeton
2. Hammerkopfschrauben in Ankerschienen
3. Sechskantschrauben in Unterkonstruktionen
4. Selbstbohrende und selbstschneidende Schrauben in Unterkonstruktionen aus Aluminium
5. Mörtelanker mit Gewinde

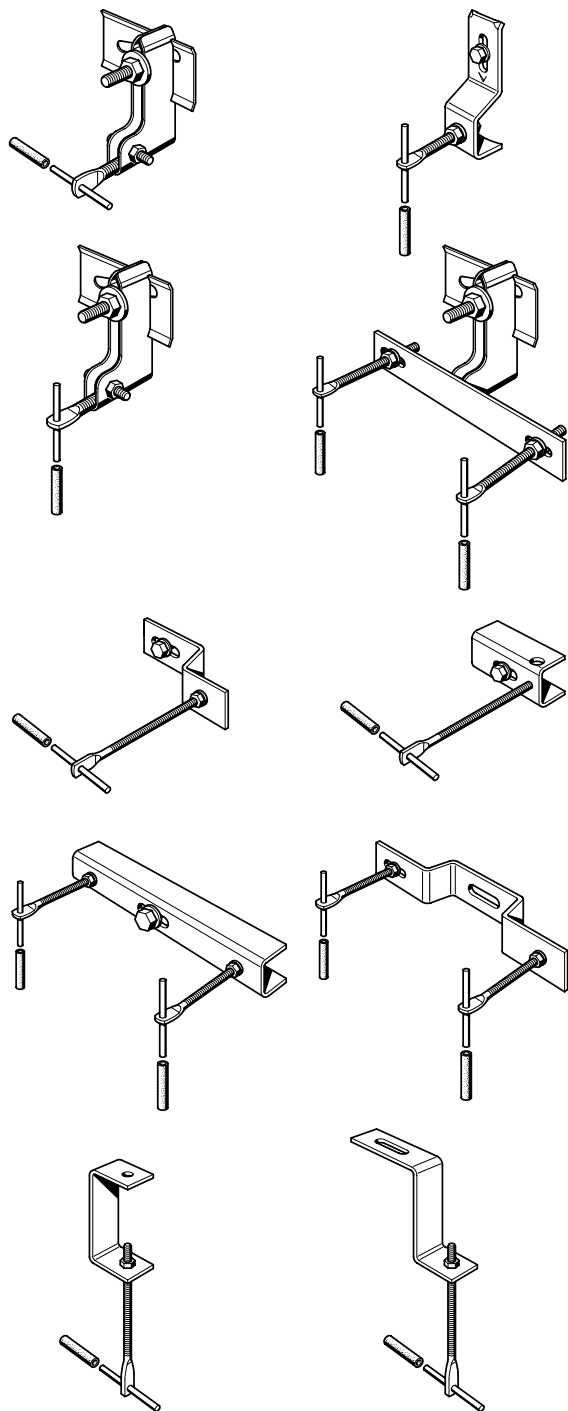
Dübel und Ankerschienen müssen bauaufsichtlich zugelassen sein.

Die Tragfähigkeit der selbstbohrenden und -schneidenden Schrauben ist nachzuweisen.

Gemäß Zulassung nichtrostender Stähle sind Reib- oder Klemmverbindungen nicht erlaubt.

Anschraubanker sind in 3 Richtungen begrenzt justierbar.

Bild 34: Beispiele von Anschraubanker



8.4.4 Anschweißanker

8.4.4.1 Allgemeines

Anschweißanker sind Ankerteile, die Lasten einer Bekleidung über Schweißverbindungen in den Verankerungsgrund einleiten.

Da die Schweißverbindung sofort tragfähig ist und Bauwerkstoleranzen in alle Richtungen ausgleichen kann, hat sich die Baustellenschweißung bewährt und durchgesetzt.

Die Anschweißanker werden in der Regel mit Überlänge geliefert und am Bau passend gebogen und/oder abgelängt.

Schweißnähte sind statisch nachzuweisen und die Konstruktions- und Einbaudetails der Schweißteile auf der Baustelle vorzuhalten.

Hohe Temperaturen beim Schweißen – im Lichtbogen können Temperaturen von 3000-4000 °C herrschen, die Ankerteile (Grundwerkstoffe) werden bei etwa 1500 °C in der Schweißzone aufgeschmolzen – erfordern einen gewissen Aufwand an Fachpersonal und Apparaten.

Nach der Zulassung nichtrostender Stähle (Z-30.3- 6) ist folgendes zu beachten:

- a) Der Fachbetrieb, der Schweißarbeiten am Bau durchführt, muss eine der Fertigung entsprechende **Herstellerqualifikation** (8.4.4.2) besitzen. Schweißarbeiten dürfen nur nach vorliegenden Schweißanweisungen ausgeführt werden.
- b) Der Fachbetrieb muss mit den für die Schweißarbeiten notwendigen Einrichtungen ausgestattet sein.
- c) Der Fachbetrieb muss als **Schweißaufsichtsperson** mindestens über einen Schweißfachmann verfügen, der über das Schweißen von Ankern (Bauteilen und Konstruktionen) aus nichtrostenden Stählen auf dem Anwendungsgebiet (hier: auf der Baustelle) gründliche Kenntnisse besitzt.
- d) Schweißarbeiten dürfen nur nach DIN EN 287-1 geprüfte Schweißer ausführen.
- e) Schweißer müssen sich einer Schweißerprüfung mit Proben aus nichtrostendem Stahl, der dem Prüfwerkstoff W 11 nach DIN EN 287-1 entspricht (und für Anschweißanker, Ankerplatten und Unterkonstruktionen geeignet ist), unterziehen.
- f) Bei Schweißverbindungen von nichtrostenden Stählen mit Baustählen (Festigkeitsklasse S 235, früher St 37) oder Betonstählen muss die Schweißaufsichtsperson gründliche Kenntnisse, der Schweißer die entsprechende Schweißerprüfung, besitzen.
- g) Werden Ankerteile aus nichtrostendem Stahl mit Baustahl (z. B. Baustahl S 235) verschweißt, ist vorab der Korrosionsschutz im Schweißnahtbereich zu entfernen. Nachträglich ist ein Korrosionsschutz durch geeignete Beschichtung auf dem Baustahl und im Schweißnahtbereich erforderlich.
- h) Das Schweißen in kaltgeformten (gebogenen oder gekanteten) Bereichen der nichtrostenden Stähle ist zulässig, wenn Mindeststrahlen beim Biegen nach Zulassung nichtrostende Stähle eingehalten werden.
- i) Es dürfen nur Stähle mit den Werkstoffnummern 1.4401, 1.4404 und 1.4571 der Festigkeitsklasse S235 auf der Baustelle miteinander verschweißt werden.

8.4.4.2 Herstellerqualifikation

Schweißarbeiten an Bauteilen in der Klasse A:

Es sind nur Schweißverbindungen der jeweils gleichen nichtrostenden Stelle miteinander zulässig. Die Verwendung ist eingeschränkt auf Stähle mit den Werkstoffnummern 1.4401, 1.4404 und 1.4571 der Festigkeitsklasse S235.

Schweißarbeiten an Bauteilen in der Klasse B:

Mischverbindungen der nichtrostenden Stähle untereinander und Schwarz-Weiß-Verbindungen aus unlegierten Baustählen bis einschließlich der Festigkeitsklasse S275 mit den nichtrostenden Stellen sind zulässig. Die Verwendung ist eingeschränkt auf Stähle mit den Werkstoffnummern 1.4401, 1.4404 und 1.4571 der Festigkeitsklasse S235. Innerhalb dieser Festigkeitsklasse S235 sind keine Verfahrensprüfungen erforderlich.

Der Fachbetrieb muss mit den für die Schweißarbeiten notwendigen Einrichtungen ausgestattet sein.

Der Fachbetrieb muss über einen Schweißfachmann verfügen, der mit gründlichen und fundierten Kenntnissen das Baustellenschweißen mit nichtrostenden Stählen beaufsichtigt und überwacht.

Nur entsprechend ausgebildete und geprüfte Schweißer mit einer gültigen Schweißer-Prüfbescheinigung, welche von einem hierfür zugelassenem Institut ausgestellt ist, dürfen Schweißnähte ausführen.

8.4.4.3 Baustellen-Schweißverfahren

8.4.4.3.1 Lichtbogen – Handschweißen

Beim Schweißen brennt ein Lichtbogen mit ca. 4000 °C zwischen Elektrode und Ankerteil, wenn durch das Aufsetzen der Elektrode ein elektrischer Kurzschluss entsteht.

Der Lichtbogen schmilzt den Zusatzwerkstoff (Schweißdraht) und Grundwerkstoff (Ankerteil) bei etwa 1500 °C auf. Beim Abheben der Elektrode bleibt der Lichtbogen mit dem Stromfluss erhalten.

8.4.4.3.2 Elektroden

Elektroden sind Stabelektroden, die aus dem Schweißzusatzwerkstoff (Kerndraht) und aus dem Schweißhilfswerkstoff (Umhüllung) bestehen. Der beim Schweißen aufgeschmolzene Kerndraht füllt oder gießt das erwünschte Nahtvolumen aus. Die Umhüllung enthält vor allem Gas- und Schlackenbildner. Gasbildner schützen den heißen Schweißtropfen während des Werkstoffübergangs vor schädlicher Luftberührung. Schlackenbildner sollen nicht nur schädliche Stoffe in der Schmelze binden, sondern auch die erkaltende Naht langsamer abkühlen lassen.

Für die Auswahl geeigneter Elektroden ist die Zulassung nichtrostender Stähle zu beachten.

Da das Umhüllungsmaterial der Elektroden die Eigenschaft hat, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen, müssen die Elektroden vor dem Einsatz rückgetrocknet werden. Eine „trockene“ Elektrode ist notwendig, um eine porenfreie Schweißnaht zu erzielen.

8.4.4.4 Schweißer-Prüfbescheinigung

Die Bezeichnung in dieser Bescheinigung gibt u.a. an, zu welchen Schweißungen (Schweißverfahren, Nahttypen, Grundwerkstoffen, usw.) der Inhaber berechtigt ist.

Beispiel von Bezeichnungen:

111	Lichtbogen – Handschweißen
P	Blech (engl. Plate)
FW	Kehlnaht (engl. Fillet weld)
PF	Schweißposition: Steignaht (enthält auch Wannen- und Horizontalnaht).

Für folgende Fälle sind spez. Schweißprüfungen nötig:

- Schweißarbeiten an Rundstäben, Betonstählen und Rohren
- Schweißposition: Überkopf- und Fallposition
- Stumpfnähte

8.4.4.5 Montageempfehlungen

Kehl­nähte lassen sich am Bau verhältnismäßig einfach herstellen.

Bei Kehl­nähten stehen die Bleche meist senkrecht zueinander. Überlappen sich die Bleche, spricht man von Flankenkehl­nähten.

Nahtdicke:	$a = \min s$	für $1,5 \leq s \leq 2 \text{ mm}$
	$a \leq 0,7 \cdot \min s$	für $s > 2 \text{ mm}$

(s = Blechdicke)

Die Mindestblechdicke s beträgt 1,5 mm. Schlacken sind zu entfernen.

8.4.4.6 Anlauffarben und Spalten an Schweißverbindungen

Entsprechend dem Bescheid des DIBt vom 1. Mai 2011 über die Änderung der allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung Z- 30.3 – 6 vom 20. April 2009 ist nach Abs. 2.1.6.3 das Entfernen von Anlauffarben und das Verschließen von Spalten und Überlappungsbereichen entbehrlich, wenn diese konstruktiv in solchen Bereichen angeordnet sind, bei denen Eintrag und Akkumulation Korrosion auslösender Stoffe sicher ausgeschlossen werden kann.

Forschungsergebnisse von langjährigen Untersuchungen, z.B. von Prof. Nürnberger belegen, dass dies bei hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen in üblichen städtischen und ländlichen Umgebungsbedingungen zutrifft, da hier definitiv keine Korrosion auslösende Stoffe vorhanden sind. Mögliche Ausnahmen sind Außenwandbekleidungen, die unmittelbar an der Küste oder im Spritzwasserbereich von Straßen mit Tausalzbelastung liegen.

Anlauffarben, die sich infolge der Wärmeeinwirkung aus dem Schweißprozess auf der Rückseite eines Stahlbauteils bilden, können verbleiben, wenn die betroffene Oberfläche an einem Massivbauteil anliegt und mit diesem verankert ist, z.B. Anschweißungen an Ankerplatten (Bauaufsichtlichen Zulassung Z- 30.3 – 6 vom 20. April 2009 , Abs. 2.1.6.3).

8.4.4.7 Konstruktionsbeispiele

Bild 35: Einfache Kehlnaht

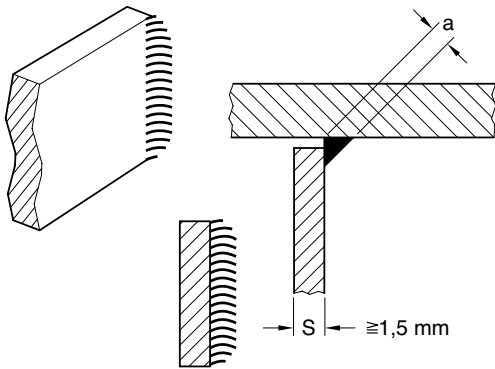


Bild 36: Doppelkehlnaht

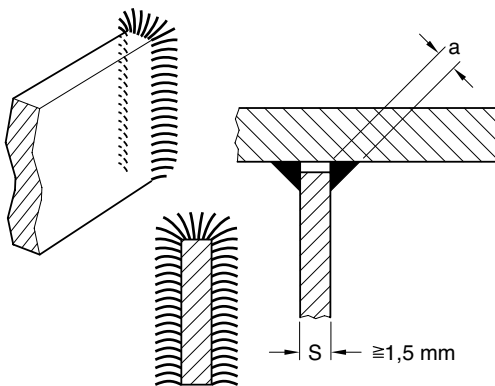
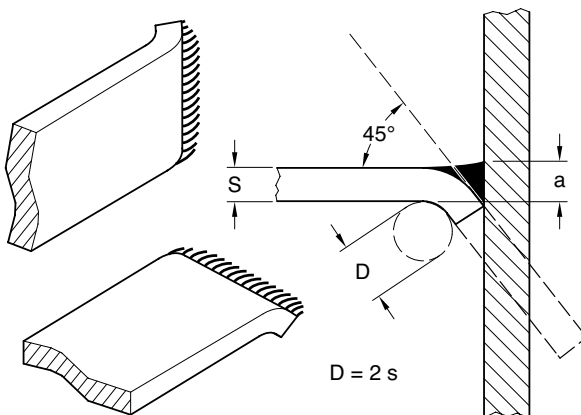
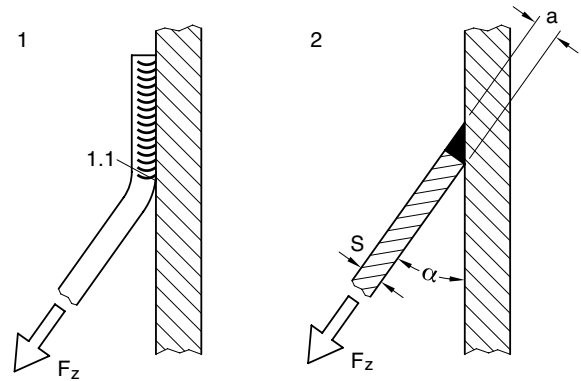


Bild 37: HV- Kehlnaht



Die HV-Kehlnaht ist besonders geeignet bis Blechdicken 6mm, wenn nur einseitig geschweißt werden kann. Zur Nahtvorbereitung wird der Ankersteg um ca. 45° abgewinkelt und passend abgelängt. Nahtdicke a = Blechdicke s.

Bild 38: Schrägzugstab



Die Verbindung mit einer doppelten Flankenkehlnaht (Pos. 1) ist unzulässig, da der Kraftfluss ungünstig ist und die Zugkraft Fz nur in zwei Punkten (Pos. 1.1) eingeleitet wird. Die Flankenkehlnaht kann wie ein Reißverschluss aufgerissen werden.

Die Verbindung mit einer HV-Kehlnaht (Pos. 2) ist bevorzugt anzuwenden, da durch den günstigen Kraftfluss die Zugkraft Fz über die gesamte Schweißnaht eingeleitet wird.

Bild 39: Stumpfnah am Bau

Benennung	Sinnbild	bildlich	sinnbildlich
I - Naht	=		
V - Naht	>		
X - Naht	×		

Bei Stumpfnähten liegen die Bleche in einer Ebene.

Wenn in der Schweißer-Prüfbescheinigung nichts anderes vermerkt ist, dürfen Stumpfnähte nicht geschweißt werden.

8.4.4.8 Einbetonierte Ankerplatten

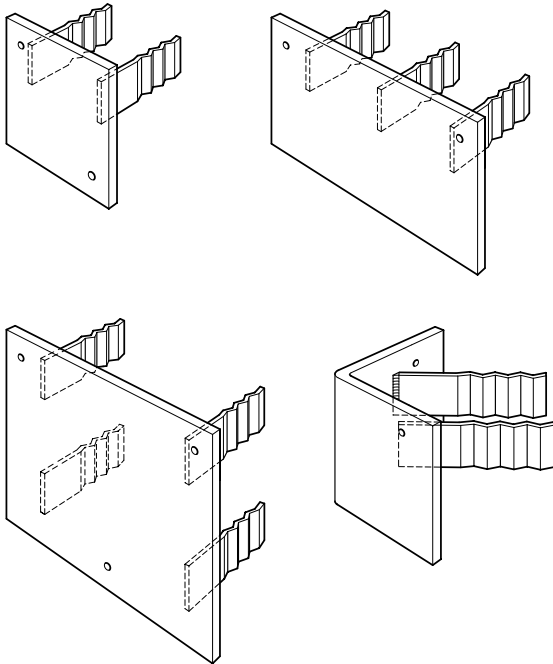
In hochbewerteten Stahlbetonbauteilen (z.B. Stützen) und dünnwandigen Brüstungen sind einbetonierte Ankerplatten oder -winkel besonders zu empfehlen, da sie das Bohren der Ankerlöcher und Bohrlärm vermeiden.

Diese Einbauteile ermöglichen den Anschluss von Ankerteilen in Schweiß- oder Schraubtechnik; sie müssen für den Rohbau rechtzeitig mit dem Fassadenplaner abgestimmt sein, da die Lage der Einbauteile im Beton auf den Fugenschnitt der Fassadenplatten und die Art des Anschlusses Einfluss hat.

Die Einbauteile sollen mindestens zwei Nagellöcher für das Anbringen an die Betonschalung haben. Auch die Krampen sollen aus nichtrostendem Stahl bestehen.

Anlauffarben, die sich infolge der Wärmewirkung aus dem Schweißprozess auf der Rückseite eines Stahlbauteiles bilden, können verbleiben (siehe auch 8.4.4.6).

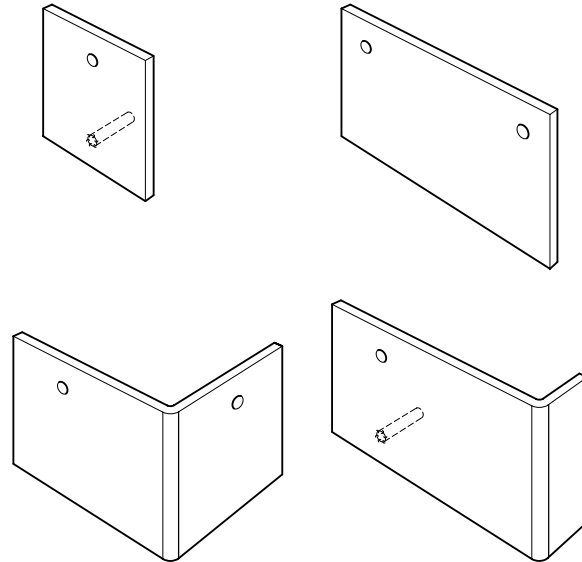
Bild 40: Beispiele von Ankerplatten und Ankerwinkeln mit Krampen



8.4.4.9 Angeschraubte Ankerplatten

Ankerplatten oder -winkel können auch nachträglich hochbewehrte Stahlbetonbauteile (z.B. Stützen) dünnwandige Brüstungen geschraubt oder gedübelt werden.

Bild 41: Beispiele von Ankerplatten und -winkel zum Anschrauben



8.4.5 Unterkonstruktion (UK)

Unterkonstruktionen sind Tragprofile aus Metall, die Bekleidungsplatten aus Naturwerkstein über Befestigungen tragen und halten, sowie Eigengewichts- und Windlasten in den Verankerungsgrund (Rohbau, Wand) über Verankerungen einleiten.

Besondere Anwendungsbereiche der UK sind:

- Überbrücken von fehlendem oder nicht tragfähigem Verankerungsgrund, z.B. bei einer Skelettbauweise ohne Ausfachung
- große Abstände zwischen Bekleidung und Verankerungsgrund

8.4.5.1 Konstruktionsmerkmale

- UK spannt sich in der Regel senkrecht von Decke zu Decke, oder
- UK spannt sich waagrecht von Stütze zu Stütze.
- Falls die UK zusätzlich noch am Ausfachungsmauerwerk abgestützt werden kann, sollte dies ausgenutzt werden
- Je weiter eine UK gespannt wird, desto weniger oft muss die Wärmedämmung durchstoßen werden.
- Gleitpunkte von Unterkonstruktionen sind mit ausreichendem Spiel unter Berücksichtigung der Herstellungstoleranzen auszubilden. Korrosionsschutzschichten dürfen durch Gleitvorgänge nicht zerstört werden.

- Bei Unterkonstruktionen aus rostgeschütztem Stahl sind die anzuschließenden Verankerungen und Befestigungen aus nichtrostendem Stahl vor Kontakt und Spaltkorrosion z.B. durch Zwischenschichten aus Kunststoff-Folien, -Platten oder ähnliches zu trennen.
- Gerüstanker sollen an UK nicht angeschlossen werden. Ist dies in Ausnahmefällen nicht zu vermeiden, muss die Weiterleitung der Gerüstankerlast sorgfältig geplant und statisch nachgewiesen werden.

Wärmedehnung

Die Wärmedehnung der Metalle ist nicht nur groß, sondern auch unterschiedlich. Die Beweglichkeit und Verschieblichkeit der UK aus Metall gegenüber dem Verankerungsgrund

und den Bekleidungsplatten müssen besonders beachtet werden.

Bei einer Temperaturzunahme von 50 K dehnt sich ein 3m langes – entspricht etwa einer Geschosshöhe – Metallprofil aus:

Stahl	1,8mm
nichtrostender Stahl	2,4mm
Aluminium	3,6mm

Durchbiegung (Formänderungen)

Als Begrenzungen der Durchbiegung f sollte, wenn nicht anders gefordert, eingehalten werden:

$$f \leq l/300 \text{ im Feld}$$

$$f \leq l/150 \text{ am Kragarm}$$

Die Durchbiegung der Metalle ist unterschiedlich und vom Elastizitätsmodul E des Werkstoffes abhängig:

Material	E-Modul (MN/m ²)	Faktor n
Stahl	210 000	1
nichtrostender Stahl	170 000	1,24
Aluminium	70 000	3

Die Durchbiegung einer UK aus Aluminium ist 3-mal so groß wie die aus Stahl bei gleichem Querschnitt.

Da die Bekleidungsplatten Windlasten über Befestigungen punktförmig in die UK einleiten, ist die Durchbiegung mit Einzellasten nachzuweisen, nicht mit Streckenlasten.

Formänderungen und Formänderungsdifferenzen dürfen Außenwandbekleidungen in ihrer Funktion nicht beeinträchtigen.

Achtung: Eine waagrecht gespannte UK mit Traganke n biegt sich nicht nur waagrecht (Lastfall Wind), sondern auch senkrecht (Lastfall Eigengewicht) durch. Hinzu kommt noch die Verdrehung (Torsion) des Profils.

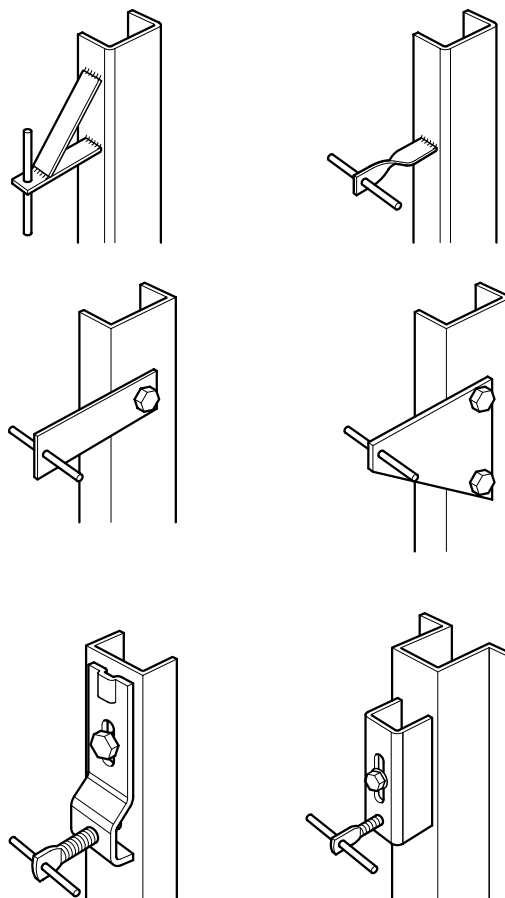
8.4.5.2 Befestigung der Bekleidung

Befestigungen sind Trag- und Halteanker von Bekleidungen, die mit der Unterkonstruktion verschraubt oder verschweißt werden. Geschraubte Verbindungen z.B. in Langlöchern dürfen die Reibwirkung entsprechend der Zulassung nicht rostender Stähle nicht ausnutzen.

Bei der Montage der Naturwerksteinplatten sollen die Trag- und Halteanker mindestens in 2 Richtungen, besser noch in allen 3 Richtungen justierbar sein.

Von 2 Befestigungen in einer senkrechten Plattenfuge ist eine als Traganke n und die andere als Halteanker auszubilden.

Bild 42: Beispiele von Befestigungen



8.4.5.3 Verankerung der UK

Verankerungen sind Trag- oder Halteanker, welche als

- Mörtelanker
- Anschraubanker
- Anschweißanker oder in einer
- Kombination aus den 3 Ankertypen die UK mit dem Verankerungsgrund verbinden.

Geschraubte Verbindungen in Lang-Löchern dürfen die Reibwirkung nicht ausnutzen. Der Traganker bildet immer das Festlager, der Halteanker das Gleit- oder Pendellager der UK.

Bei der Montage der UK sollen die Verankerungen ein möglichst genaues Ausrichten der Metallprofile, besonders in der Tiefe und zur Seite, ermöglichen. Wenn die Traganker am Metallprofil oben angeordnet werden, entfällt der Knicknachweis.

Beispiele von Verankerungen

Bild 43: Traganker für Unterkonstruktionen

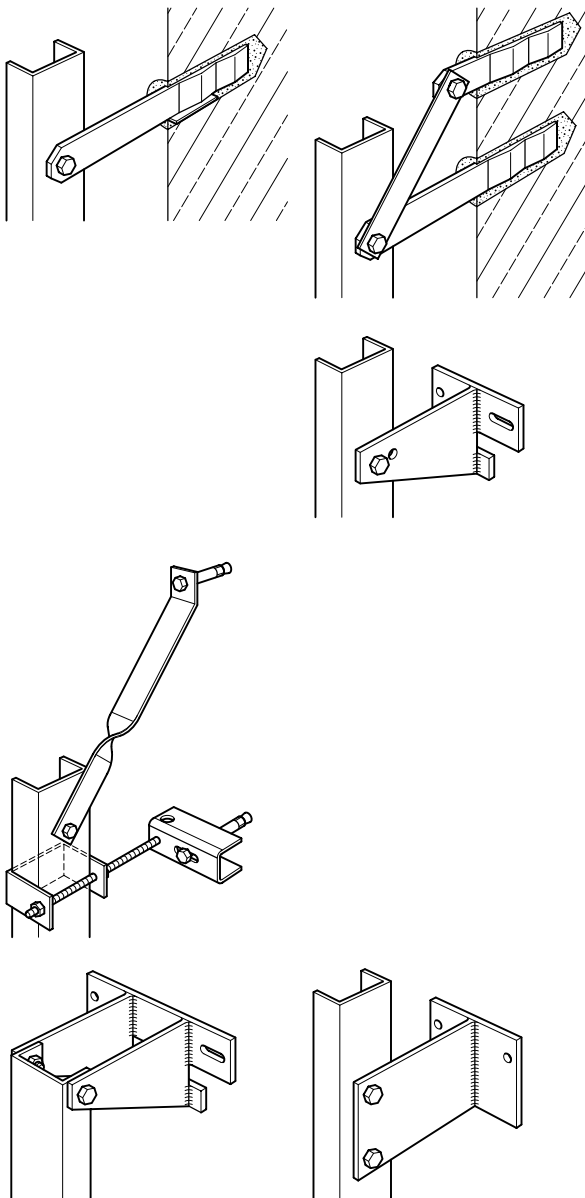
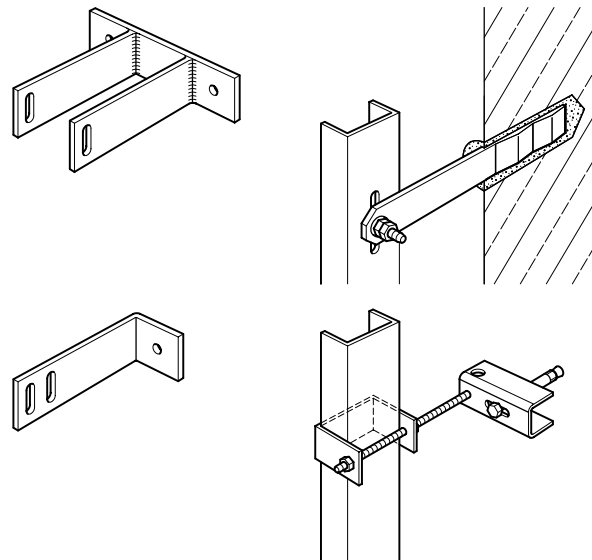


Bild 44: Halteanker für Unterkonstruktionen

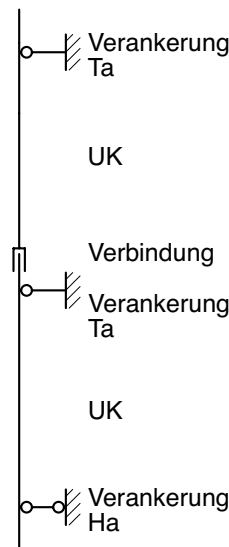


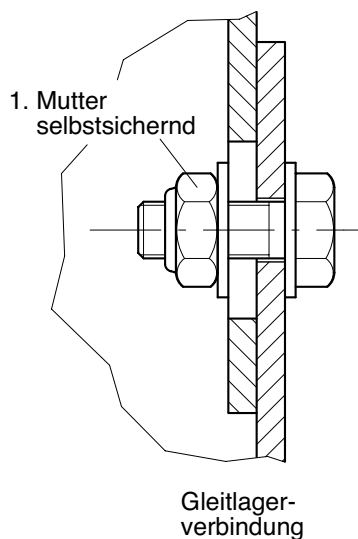
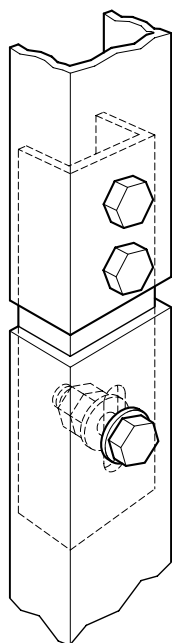
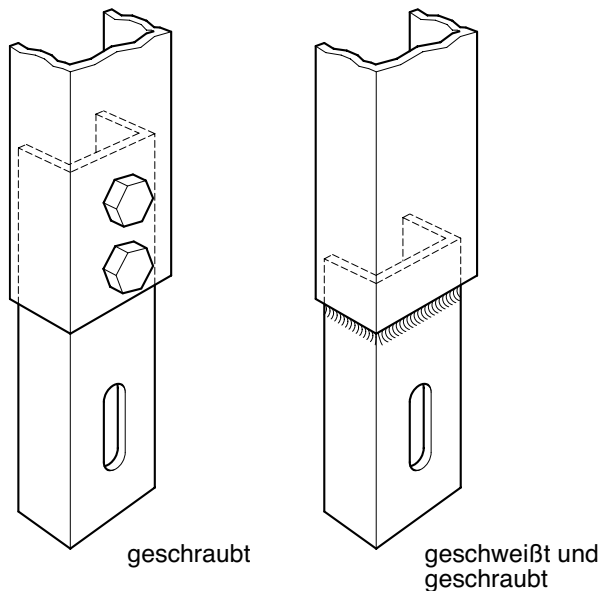
8.4.5.4 Verbindungen

Verbindungen sind Ankerteile, die Unterkonstruktionen untereinander mit metallischen Mitteln (z.B. Schrauben, Schweißen) verbinden,

Verbindungen in senkrecht angeordneten UK ersetzen Halte-Verankerungen, welche dann als Gleitlager wirken.

Bild 45: Verbindungen für Unterkonstruktionen





8.5 Leibungsplatten mit Verbindungen und Verankerungen

8.5.1 Definition

Leibungsplatten sind Fassadenplatten aus Naturwerkstein, welche die senkrechten und waagrechten Seiten (z.B. Sturz oder Sohlbank) von Fenster-, Tür- und Toröffnungen u.ä. bekleiden.

Verbindungen sind Ankerteile, die Bekleidungsplatten untereinander – also Leibungsplatten mit Mutterplatten – verbinden.

Verankerungen sind hier Ankerteile, die Leibungsplatten unmittelbar im Verankerungsgrund (Rohbau, Wand) verankern oder an benachbarte Trag- und Halteanker mit Schrauben oder durch Schweißen angeschlossen sind.

8.5.2 Hinweise

- Leibungsplatten dürfen auch an andere Platten verankert werden. Verklebungen sind zu vermeiden und dürfen in statischer Hinsicht nicht in Rechnung gestellt werden-
- Leibungs- und Mutterplatten dehnen sich unterschiedlich aus, da sie unterschiedlich besonnt und beschattet werden können. Im statischen Nachweis ist ein Temperaturunterschied von ± 35 K zwischen Verankerungsplatte und Leibungsplatte zu berücksichtigen.
- Beim Einsatz eines Haltewinkels kann auf den Nachweis der Zwängungen verzichtet werden.
- Vertikale Leibungsplatten dürfen ohne besonderen Nachweis nicht durch Sturzplatten oder Montagegerüste belastet werden.
- Scherdorne und Dorne der Klammern, Flachklammern und Knotenbleche werden mit feinkörnigen Zementmörtel, Zementleim oder mit geeignetem Kunststoffkleber in die Dornlöcher der Plattenkanten eingesetzt.
- Winkeltrag und -Halteanker werden mit den Bekleidungsplatten verschraubt.
- Führungsschienen von Jalousien oder ähnliches dürfen an Leibungsplatten nicht befestigt werden.
- Sturzplatten und Sohlbänke dürfen die Hinterlüftung nicht behindern.
- Mit der Mutterplatte verankerte Sohlbänke dürfen nicht betreten werden.

8.5.3 Abmessung der Leibungsplatten

Längen

Die größte Länge wird durch die Biegefestigkeit, Ausbruchslast am Dornloch, die Lage und Art der Ankerpunkte sowie durch die materialspezifischen Eigenschaften bestimmt.

Bei Sturzplatten und Sohlbänken ist die max. Durchbiegung ($f \ 1/500$) zu beachten.

Dicken t

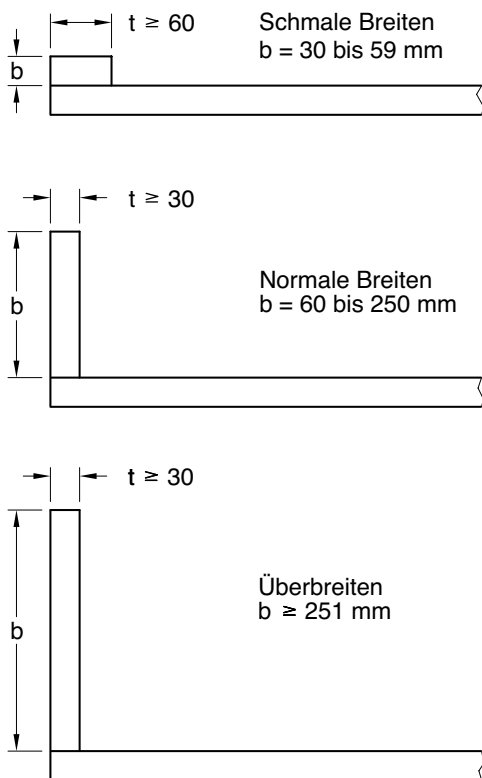
Leibungsplatten	$t \geq 30$ mm
Sturzplatte	$t \geq 40$ mm
Sohlbank	$t \geq 40$ mm

Breiten b

$b \geq 30$ mm

Bedingung: Entweder b oder t sollen mindestens 60 mm betragen.

Bild 46: Breiten der Leibungsplatten



8.5.4 Verbindungsteile (Auswahl)

Bild 47: Dorne

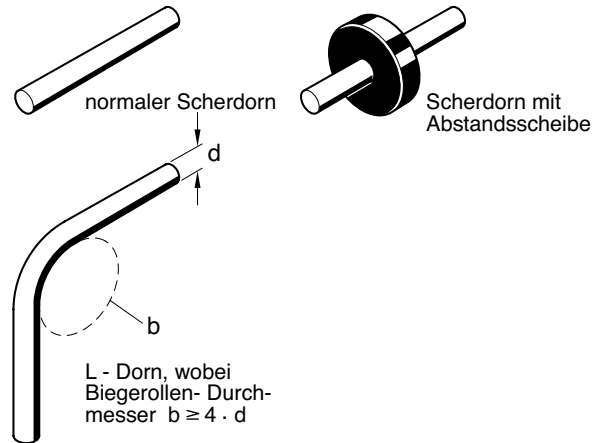
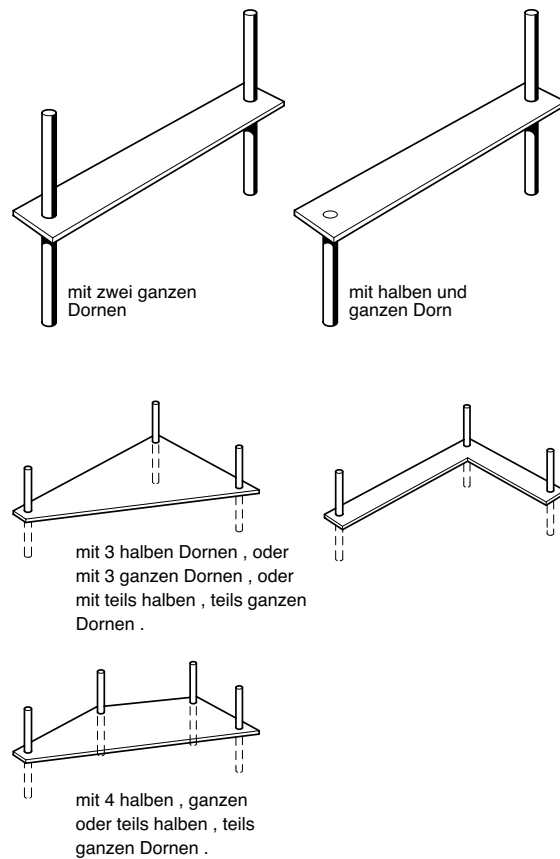
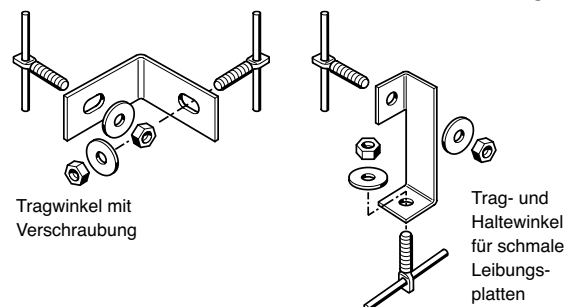


Bild 48: Knotenbleche



8.5.5 Verbindungsteile zum Verschrauben

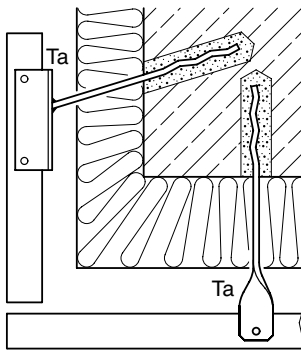
Bild 49: Schraubwinkel mit Steckdornverbindung



Schraubwinkel mit Hinterschnittdübel nach Zulassung sind möglich (hier nicht dargestellt).

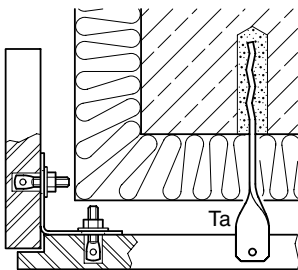
8.5.6 Beispiele Leibungsplatten mit Verbindungen oder Verankerungen

Bild 50: Lastabtragung unmittelbar in den Verankerungsgrund (VG)



Die Schrägstellung des Mörtelankers darf nicht mehr als 30° betragen. Die erforderlichen Randabstände sind einzuhalten (siehe Bild 73).

Bild 51: Lastabtragung in Mutterplatte



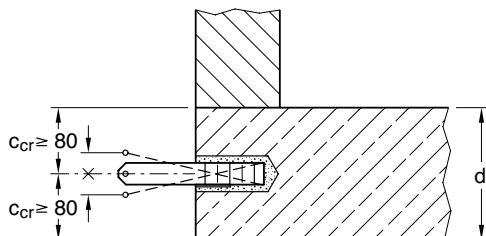
8.6 Brüstungsbekleidung

8.6.1 Ausführung

Brüstungsplatten aus Naturwerkstein müssen über Fensteröffnungen für die Montage auf Einstellungen/Lehrgerüsten abgesetzt werden, damit die Platten unterkeilt und ausgerichtet werden können. Erst dann können die Verankerungen eingemörtelt, angeschraubt oder angeschweißt werden.

8.6.2 Mörtelanker in Stahlbetondecke

Bild 52: Mörtelanker in Stahlbetondecke

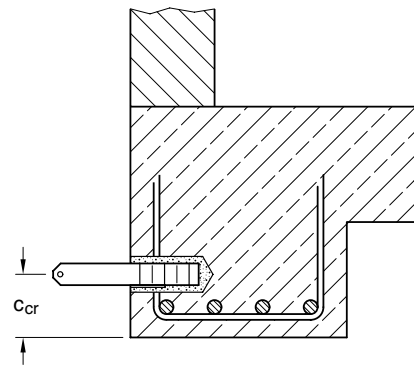


Der Randabstand c_{cr} zum Deckenrand beträgt mindestens 80 mm.

Die Tragfähigkeit des Mörtelankers ist unter Berücksichtigung des Randabstandes c_{cr} zum Deckenrand nachzuweisen.

8.6.3 Mörtelanker im Stahlbeton-Randbalken mit einlagiger Bewehrung

Bild 53: Mörtelanker in Stahlbeton-Randbalken

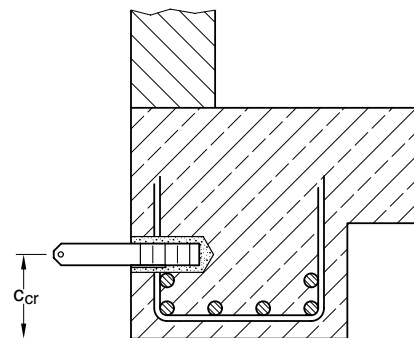


Der Randabstand c_{cr} zum Deckenrand beträgt mindestens 80 mm.

Es wird ein Randabstand von mindestens 120 mm empfohlen.

8.6.4 Mörtelanker im Stahlbeton-Randbalken mit doppellagiger Bewehrung

Bild 54: Mörtelanker in Stahlbeton-Randbalken



Es wird ein Randabstand von mindestens 140 mm empfohlen.

8.6.5 Mörtelanker in Stahlbetonbrüstungen

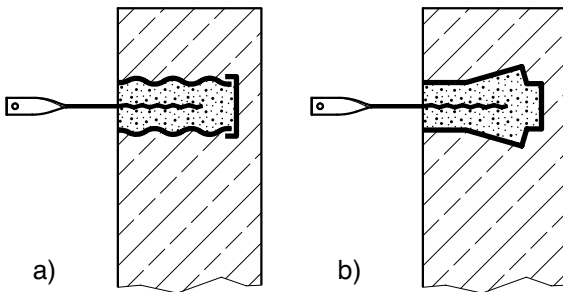
Die Mindest-Bauteildicke beträgt im Regelfall 150 mm. Bei Bohrlochdurchmessern ab 32 mm und einer rechnerischen Verankerungstiefe über 80 mm sind größere Bauteildicken erforderlich.

Bei einer Wanddicke der Brüstung von mehr als 18 cm besteht in der Regel keine Durchbohrgefahr. Hier können wahlweise Trag- oder Halteanker eingesetzt werden.

Bei dünnwandigen Brüstungen, bis etwa 160 mm Dicke, besteht Durchbohrgefahr. Daher empfiehlt es sich, nur Halteanker in Ankerbohrlöchern mit kleinem Durchmesser zu wählen.

Falls Abplatzungen innen und ein Durchbohren der Brüstung nicht zulässig sind, empfiehlt sich der Einbau von vorgefertigten Aussparungskörpern. Dies erfordert eine rechtzeitige Planung.

Bild 55: Aussparungskörper



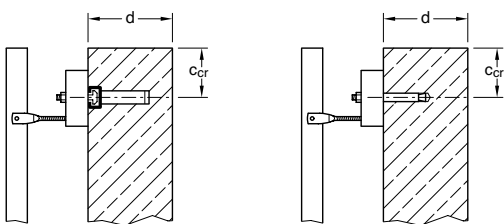
a) Wellhüllrohre b) Ankertopf aus Kunststoff

Die Aussparungskörper sind vor der Einmörtelung der Anker vollständig zu entfernen.

8.6.6 Verankerungen in Stahlbetonbrüstungen

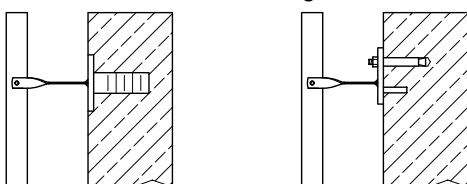
8.6.6.1 Anschraubanker

Bild 56: Anschraubanker mit Ankerschiene und Dübel



8.6.6.2 Anschweißanker

Bild 57: Anschweißanker mit einbetonierter sowie mit angedübelter Ankerplatte



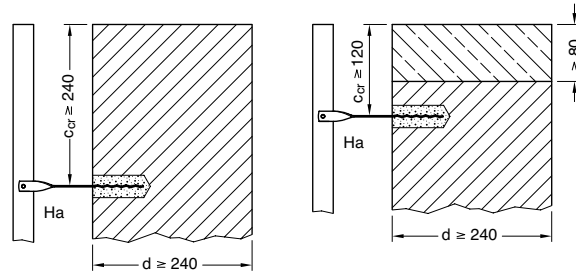
8.6.7 Verankerungen in Mauerwerksbrüstungen

Bevorzugt sind eingemörtelte Halteanker oder zugelassene Dübelanker anzuordnen.

Das Brüstungsmauerwerk muss kippstabil sein; dies wird z.B. mit einem Ringbalken aus Stahlbeton erreicht, der mit den Fensterpfeilern verbunden ist. Die Tragfähigkeit der Ringanker ist ingenieurmäßig zu planen.

Sollte der Einbau von eingemörtelten Tragankern erforderlich sein, ist ein ausreichend dimensionierter Stahlbeton-Ringbalken erforderlich.

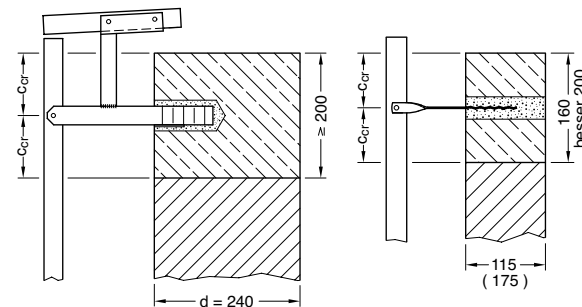
Bild 58: Mörtelanker in Mauerwerksbrüstungen



Brüstungsmauerwerk mindestens 240 mm dick, ohne Ringbalken zwischen Fensterpfeilern; Lichte Weite der Fensteröffnung bis 1,5 m. Traganker sind nicht zulässig.

Brüstungsmauerwerk mindestens 240 mm dick, Ringbalken, Ankerbohrloch im Mauerwerk

Bild 59: Mörtelanker in Stahlbeton-Ringbalken



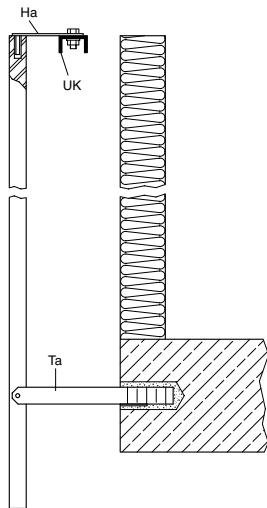
Brüstungsmauerwerk mit Ringbalken, evtl. auch für Traganker geeignet. Ankerbohrloch im Stahlbeton, aber auch im Mauerwerk möglich.

Brüstungsmauerwerk 115 bis 175 mm dick, mit Ringbalken. Ein Verankern von Halteankern im Ringbalken ist möglich. Das Ankerbohrloch möglichst klein gewählt – soll je zur Hälfte von außen und innen gebohrt werden.

Die zulässige Zug- oder Druckkraft (F_r ; F_D) für Anker im Mauerwerk ist durch Versuche am Bau zu ermitteln.

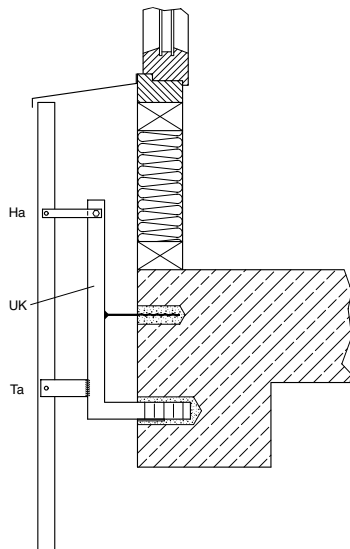
8.6.8 Nicht tragfähige Brüstungen

Bild 60: Brüstungsbekleidung mit UK



Eine Unterkonstruktion (UK), gespannt von Fensterpfeiler zu Fensterpfeiler, dient als Verankerungsgrund für Halteanker. Achtung; Falls die Traganker im Stahlbeton verankert sind, sind die Brüstungsplatten dreipunkt zu lagern, da sich die Unterkonstruktion bei Windlast immer durchbiegt, der Stahlbeton aber nicht.

Bild 61: Brüstungsbekleidung mit UK



Eine Unterkonstruktion überbrückt die nichttragende Brüstung.

8.7 Bekleidungen an Stützen oder Pfeilern aus Stahlbeton

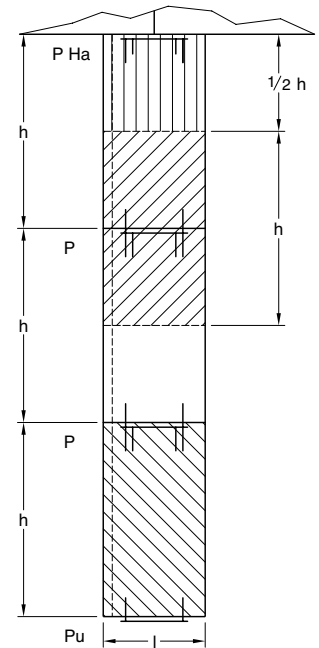
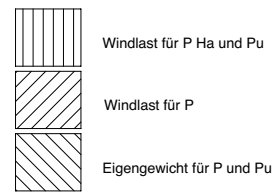
8.7.1 Verankerung in der waagrechten Fuge

Bild 62: Versetzplan Pfeilerbekleidung

Verankerung in der waagrechten Fuge

- P Ha Pfeiler - Halteanker
- P Pfeiler - Traganker
- Pu Pfeiler - Traganker unten

Lastfelder



8.7.2 Beispiele Pfeilanker

Bild 63: Mörtelanker

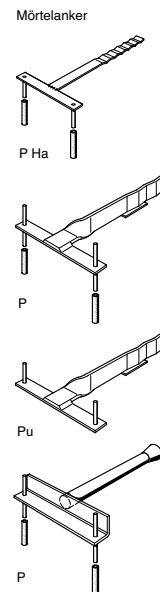
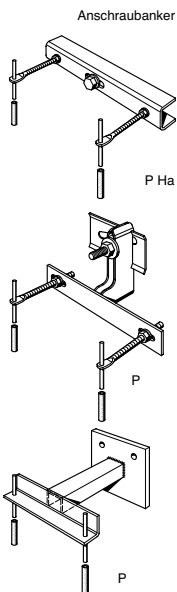


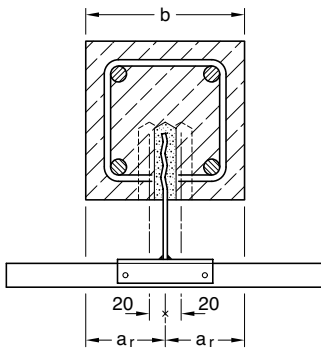
Bild 64: Anschraubanker



Die Bewehrung der Stützen beeinflusst die Art der Verankerung.

Daher sollte der Fassadenplaner entweder die Lage und Abmessung der Bewehrungsstähle kennen oder, wenn möglich, deren Lage mit dem Tragwerksplaner für eine Pfeilverankerung abstimmen.

Bild 65: Pfeilerbekleidung

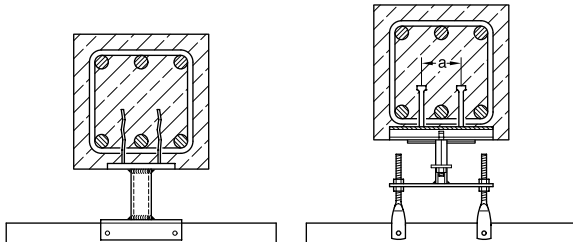


Pfeilerbreite $b \geq 240$ mm

Achsabstand des Bohrloches zum Bauteilrand
 $ar = 120$ mm.

Pfeileranker sind einseitig mit einem Langloch zu versehen, um thermische Dehnungen zwangungsfrei zu ermöglichen.

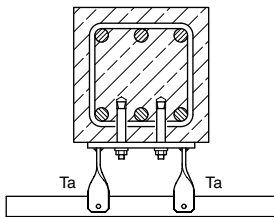
Bild 66: Pfeilerbekleidung **Bild 67: Pfeilerbekleidung**



Einbetonierte Ankerplatte mit Pfeiler-Anschweißanker.

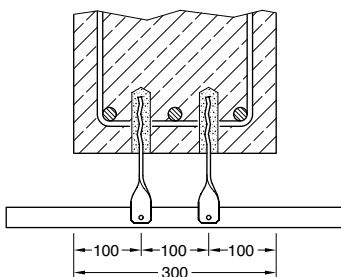
Einbetonierte Ankerplatte mit Pfeiler-Anschweißanker
 (Achtung: der Abstand a der Krampen sollte der Lage der Bewehrungsstähle angepasst werden).

Bild 68: Pfeilerbekleidung



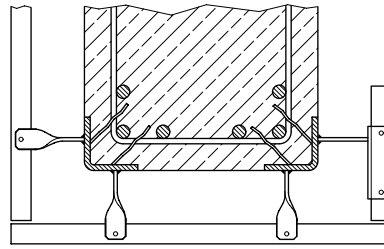
Angedübelte Ankerplatte mit zwei Anschweißankern
 Ta

Bild 69: Pfeilerbekleidung



Mörtelanker in Betonpfeiler

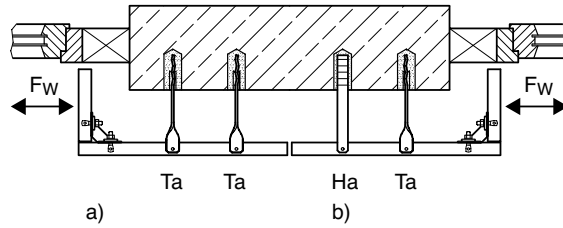
Bild 70: Pfeilerbekleidung



S51-B121

Einbetonierte Ankereckwinkel mit Anschweißanker

Bild 71: Pfeilerbekleidung



Pfeilerbekleidung mit angeschraubten Leibungsplatten

- a) Beide Traganker Ta müssen sowohl für das Eigengewicht und Windlast von vorne, als auch für die Windlast Fw bemessen werden.
- b) Der Traganker Ta trägt beide Platten, der Halteanker übernimmt Fw und die Horizontallast infolge ausmittiger Lagerung.

8.8 Deckenbekleidung

Die Plattendicke der Untersichten beträgt mindestens 40 mm.

Bei horizontalen und bis 85° gegen die Horizontale geneigte Platten ist wegen Verringerung der Biegefestigkeit, der Ausbruchlast am Ankerdorn infolge Dauerlasteinwirkung, Schwingungen, Erschütterungen und dynamischer Beanspruchungen ein Erhöhungsfaktor zu berücksichtigen. Beim statischen Nachweis der Natursteinplatte ist die Eigenlast der Platten mit dem Erhöhungsfaktor $\alpha_G = 2,5$ zu multiplizieren. Beim Nachweis der Verankerung muss dieser Faktor nicht zu berücksichtigt werden.

Vom Wert dieses Faktors darf abgewichen werden, wenn ein gesonderter Nachweis für den Faktor geführt wird. Der Erhöhungsfaktor α_G setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen:

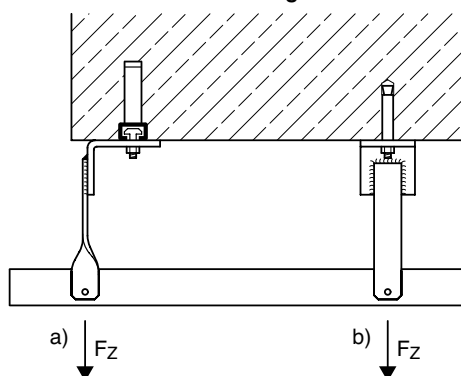
Dauerlastfaktor $\chi = 1,2$

Schwingungsbeiwert $\varphi = 1,4$

Ermüdungsfaktor $\psi = 1,5$

Für die Verankerung werden üblicherweise zugelassene Dübelanker oder Ankerschienen verwendet. Mörtelanker dürfen nicht für Überkopfbefestigungen verwendet werden.

Bild 71: Deckenbekleidung



Anschweißanker

a) Traganker mit einem Winkel verschweißt.
Der Winkel ist mit einer Ankerschiene verschraubt.

b) Traganker mit einem Winkel verschweißt.
Der Winkel ist angedübelt.

Überkopfnähte sind zu vermeiden, da sie in der Regel nicht zulässig sind.

9 Verankerungsgrund

Der Verankerungsgrund ist ein tragfähiges und kippsicheres Bauteil aus Beton, Stahlbeton oder Mauerwerk (oder Stahl), in welches Verankerungen Lasten aus der Bekleidung einleiten.

Werden Ankerteile, z.B. Mörtelanker, eingemörtelt, gelten folgende Hinweise:

9.1 Ankermörtel

Für die Verankerung in Beton oder Mauerwerk dürfen folgende Mörtel verwendet werden:

- Mauermörtel M10 nach DIN EN 998-2,
- Betoninstandsetzungsmörtel nach DIN EN 1504-6,
- Mineralische Werk trockenmörtel mit Qualitätsüberwachung mit einer charakteristischen Druckfestigkeit von mindestens 20 N/mm², die mindestens die Anforderungen an Mauermörtel M 20 nach DIN EN 998-2 erfüllen.

Die Anker dürfen frühestens nach den in Tabelle 8 angegebenen Mindestaushärtezeiten belastet werden. Bei Temperaturen des Verankerungsgrundes oder der Platten unter 5°C dürfen Anker nicht gesetzt werden.

Tabelle 8 – Fristen für die Belastbarkeit des Ankermörtels

Temperatur des Verankerungsgrundes	Neigung des aufwärts gebohrten Ankerlochs gegen die Horizontale				
	≤ 30°	> 30°			
	Mauerwerk	C 16/20	C 20/25 – C 50/60	C 16/20 C 50/60	C 20/25 – C 50/60
		Tage			
Über 10°C	1	1	2	3	3
5°C bis 10°C	3	3	10	14	14

9.2 Ankerbohrloch

Der Bohrlochdurchmesser darf 50 mm nicht überschreiten.

Die Bohrlöcher sind so anzuordnen und herzustellen, dass evtl. vorhandene Bewehrung nicht beschädigt wird. Vor dem Setzen des Verankerungsmittels ist optisch zu kontrollieren, ob der vorhandene Untergrund den planmäßigen Vorgaben entspricht und eine einwandfreie Beschaffenheit aufweist.

Die Ankereinbindetiefe muss mindestens das 2,0fache + 10 mm des Bohrloch- oder Aussparungsdurchmessers betragen. Die Bohrloch- oder Aussparungstiefe muss mindestens 5 mm größer als die Ankereinbindetiefe sein. Die geforderte Verankerungstiefe des Verankerungselements ist einzuhalten.

Vor dem Einsetzen der Anker ist das Bohrloch mit einer Rundbürste sorgfältig vom Bohrstaub durch mehrmaliges Ausbürsten und Ausblasen (bzw. Aussaugen) zu säubern.

Die charakteristische Widerstände F_{RK} (kN) von Trag- und Halteankern aus Rund- und Flachstahl unter zentrischen Zug-, Quer- und Schrägzuglasten in gerissenem Beton der Festigkeitsklasse \geq C20/25 können für den einfachen Nachweis der Tabelle 4 der DIN 18516-3 entnommen werden.

9.3 Aussparungskörper

In Beton können Aussparungskörper aus Wellpappe, Stahl oder Kunststoff mit Wellung oder Hinterschnitt verwendet werden (siehe Bild 53). Schalungsreste oder Aussparungskörper sind zur Haftverbesserung des Ankermörtels vor dem Einmörteln der Ankerteile zu entfernen.

Die Größe der Aussparungskörper ist nicht begrenzt, jedoch auf die Dimensionen und Setztoleranzen der Mörtelanker, deren Einbindetiefe sowie Größe der Betonbauteile und Lage der vorhandenen Betonbewehrung anzupassen.

Der durch den Aussparungskörper entstandene Hohlraum ist beim Setzen der Mörtelanker vollständig mit Mörtel zu verfüllen.

9.4 Bohrgerät

Bohrlöcher in Beton und Vollsteinmauerwerk sind vorzugsweise im Hammerbohrverfahren herzustellen. Die Bohrerstellung mit Pressluft in Stahlbetonbauwerken ist prinzipiell möglich. In diesem Fall hat die Ermittlung des Widerstands der eingemörtelten Anker durch Versuche am Objekt zu erfolgen. Diamantgebohrte Löcher sind in Stahlbetontragwerken nicht gestattet. In Vollmauerwerk sind diamantgebohrte Löcher nachträglich mit Spezialwerkzeugen aufzuarbeiten oder konisch mit mindestens 5 mm einseitiger Hinterschneidung herzustellen.

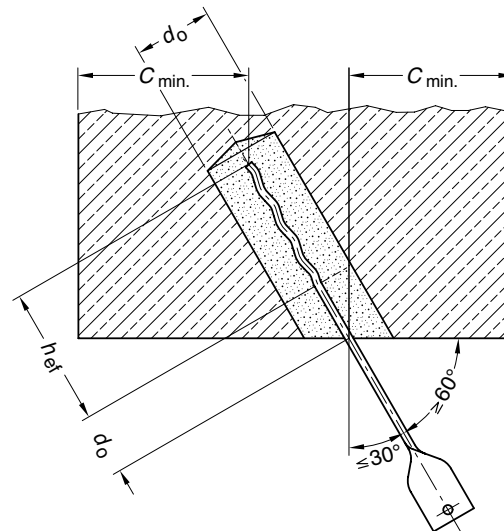
In Lochsteinen sind die Bohrlöcher vorzugsweise im Drehbohr- oder Diamantbohrverfahren zu erzeugen, da das Hammerbohrverfahren zu signifikanten Vorschädigungen im Stein mit deutlicher Reduzierung des Widerstands führen kann.

9.5 Verankerungen (Mörtelanker) in Stahlbeton und Mauerwerk

In Sonderfällen ist bei Bauteilecken von Stahlbetontragwerken ein Schrägsetzen der eingemörtelten Anker bis zu einem Winkel von $\alpha \geq 60^\circ$ (einschließlich Schrägstellung nach 6.3.5 der DIN 18516-3) gegen den Verankerungsgrund möglich (siehe Bild 73). Die Verankerungstiefe ist bei $\alpha = 60^\circ$ um das Maß des Bohrl Lochdurchmessers d_0 zu

erhöhen. Zwischenwerte können interpoliert werden. Weiterhin sind die Abstände zu benachbarten Bauteilrändern oder Ankern sowohl im Bohrloch tiefsten als auch am Bohrlochmund einzuhalten. Unter diesen Bedingungen können die Widerstände für in senkrechten Löchern eingemörtelten Verankerungen bei der Bemessung angesetzt werden.

Bild 73: Schräg eingesetzter Mörtelanker

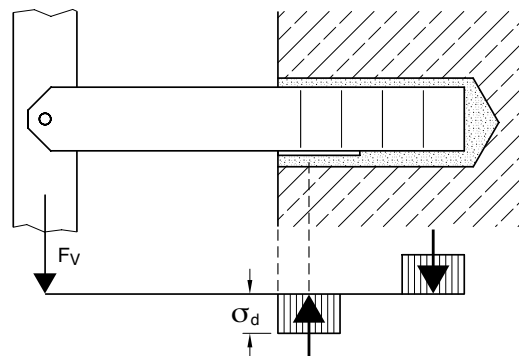


Die Ermittlung des erforderlichen Ankerquerschnittes ist für den Schnitt an der vorderen Auflagerachse des Verankerungsgrundes unter Berücksichtigung der Momentenausrundung durchzuführen. Hierbei sind Schrägstellungen von $k/20$ der Anker auskragung bzw. mindestens 15 mm bei bewehrten Bauteilen mit einzurechnen.

Die Pressung unter dem Ankersteg unter der charakteristischen Einwirkung darf bei Stahlbetonbauwerken dem 3fachen Bemessungswert der einaxialen Druckfestigkeit des Verankerungsmörtels entsprechen. Der Wert des 3fachen Bemessungswerts der einaxialen Druckfestigkeit des Bauwerksbetons darf allerdings nicht überschritten werden.

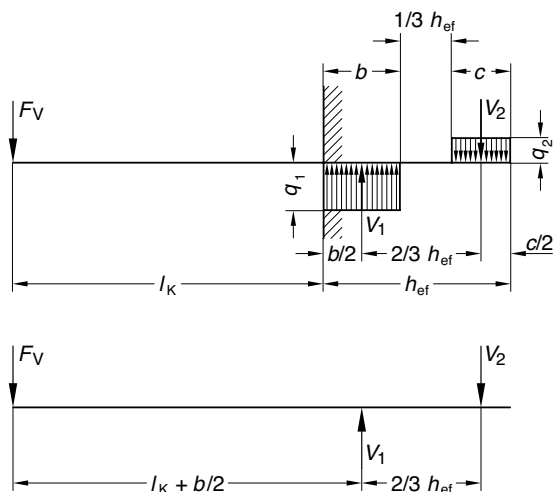
Bei Mauerwerk darf der 1,5fache Wert der Mindeststeindruckfestigkeit angesetzt werden.

Bild 74: Auflagerpressung Mörtelanker



Zur Ermittlung der Auflagerpressungen darf vereinfachend eine rechteckige Spannungsverteilung verwendet werden.

Bild 75: Nachweis der Auflagerpressung

**Legende**

b	rechnerische Auflagerlänge bei V_1
c	rechnerische Auflagerlänge bei V_2
F_V	rechnerisch angreifende Vertikalkraft
l_K	Ankerkraglänge
h_{ef}	Verankerungstiefe
V_1 und V_2	Auflagerkräfte im Verankerungsgrund
q_1 und q_2	Auflagerpressungen

9.5.1 Charakteristischer Widerstand im Mauerwerk

Die europäisch harmonisierten Normen im Mauerwerksbau ermöglichen eine große Vielfalt von Mauersteinen, die sich in Material, Festigkeit, Rohdichte sowie Form und Ausbildung unterscheiden.

Der charakteristische Widerstand ist für das jeweilige Mauerwerk gesondert über Versuche am Bauwerk zu ermitteln. Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit der Verankerung in Mauerwerk darf im statischen Nachweis für einen Anker jedoch maximal $F_{RK} = 4,0$ kN angesetzt werden.

Für Druckkräfte F_p gelten die gleichen Werte, wenn die Anker im Einbindebereich gewellt sind oder ein Durchstanzen verhindert wird.

Es gelten nachstehende Bedingungen:

- Der Bohrl Lochdurchmesser darf 50 mm nicht überschreiten;
- Die rechnerische Verankerungstiefe h_{ef} beträgt bei Halteankern mind. 80 mm und bei Tragankern mind. 120 mm
- Die Bauteildicke beträgt mind. 240 mm bzw. das 1,5-fache der anrechenbaren Einbindetiefe h_{ef} . Der größere Wert ist maßgebend;
- Der minimalen Achsabstand beträgt in:
 - Vollstein: 300 mm; $20 d_{nom}$
 - Lochstein: 300 mm; l_{Stein}

e) Der minimalen Randabstand beträgt in:

- Vollstein: 150 mm; $10 d_{nom}$; $3 d_0$
- Lochstein: 150 mm; $0,5 l_{Stein}$; $6 d_0$

f) Die Druckfestigkeit des Verankerungsmörtels entspricht bei Belastungsbeginn zumindest der Stein-Druckfestigkeit.

9.5.2 Charakteristischer Widerstand in Beton

Es gelten nachstehende Bedingungen:

- Die Ermittlung der charakteristischen Widerstände nach Verfahren A bis D der DIN 18516-3;
- Der Bohrl Lochdurchmesser d_0 darf 50 mm nicht überschreiten;
- Die rechnerische Verankerungstiefe beträgt $h_{ef} \geq 80$ mm bzw. $h_{ef} \geq 2,0 d_0 + 10$ mm. Der größere Wert maßgebend;
- Die Bauteildicke beträgt für
 - Traganker: $h = 150$ mm bzw. $h = h_{ef} + 2 d_0$, der größere Wert ist maßgebend
 - Halteanker: $h = 120$ mm bzw. $h = h_{ef} + 2 d_0$, der größere Wert ist maßgebend;
- Rand- und Achsabstände (falls keine besonderen Nachweise vorliegen)
 - Randabstand: $c_{cr} = h_{ef}$
 - Achsabstand: $s_{cr} = 2 h_{ef}$;

9.5.3 Bemessung der Verankerung

Nach DIN 18516-3 sind 4 unterschiedliche Nachweisverfahren für Mörtelanker möglich, wobei jeweils der höchste charakteristische Widerstand für die Bemessung maßgebend ist.

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit kann nach einem beliebigen der in DIN 18516-3 genannten Verfahren erfolgen. Der Nachweis ist erbracht, wenn in einem Nachweisverfahren alle Bedingungen erfüllt werden.

Verfahren A

Verfahren A zur Ermittlung des Widerstands des Verbundes der Verankerungen gilt ausschließlich für Verankerungen in Normalbeton der Betonfestigkeitsklasse von mindestens C12/15. Die Bestimmung der Ankertragfähigkeit erfolgt für C12/15 und C16/20 durch Versuche am Bauwerk nach Abschnitt 8 der DIN 18516-3

Der charakteristische Widerstand für eingemörtelte Verankerungen in Beton der Betonfestigkeitsklasse von mindestens C20/25 ergibt sich aus dem Produkt der anrechenbaren Mantelfläche des Ankers und dem charakteristischen Widerstand des Verbundes des Mörtels:

$$F_{RK} = A \cdot T_{RK}$$

Dabei ist

T_{RK}	charakteristischer Widerstand des Verbundes
$A = U \cdot h_{ef}$	anrechenbarer Umfang des Ankers mit
U	anrechenbare Mantelfläche des Ankers
h_{ef}	rechnerische Verankerungstiefe des Ankers: $80 \text{ mm} \leq h_{ef} \leq 120 \text{ mm}$

Der charakteristische Widerstand des Verbundes beträgt im gerissenen Beton $T_{RK} = 1,0 \text{ N/mm}^2$ und im statisch nachgewiesenen ungerissenen Beton $T_{RK} = 1,4 \text{ N/mm}^2$.

Der Nachweis für ungerissenen Beton ist nach 5.1 von DIN SPEC 1021-4-5: 2009 zu führen (baupraktisch ist immer ein gerissener Beton anzunehmen).

Die für den Widerstand des Verbundes rechnerisch in Ansatz gebrachte Verankerungstiefe darf maximal 120 mm betragen. Der ermittelte charakteristische Widerstand des Verbundes gilt für alle Beanspruchungsrichtungen (Axial-, Schräg- und Querlast).

Tabelle 9 – Charakteristische Widerstände des Verbundes F_{RK} (kN) von Trag- und Halteankern aus Rund- und Flachstahl unter zentrischen Zug-, Quer- und Schrägzuglasten in gerissenem Beton der Festigkeitsklasse $\geq C20/25$

Trag- und Halteanker	Charakteristischer Widerstand des Verbundes F_{RK} kN			
	$h_{ef} = 80 \text{ mm}$	$h_{ef} = 100 \text{ mm}$	$h_{ef} = 120 \text{ mm}$	
Verankerungstiefe				
Rundstahlanker	6	1,5	1,9	2,3
d_{nom} in mm	8	2,0	2,5	3,0
	10	2,5	3,1	3,8
	12	3,0	3,8	4,5
	14	3,5	4,4	5,3
Flachstahlanker	≥ 30	2,4	3,0	3,6
Umfang in mm	≥ 60	4,8	6,0	7,2
	≥ 90	7,2	9,0	10,8

Tabelle 10 – Mindestbauteildicke, Rand- und Achsabstand für Trag- und Halteanker in gerissenem Beton der Festigkeitsklasse C 20/25

	$h_{ef} = 80 \text{ mm}$	$h_{ef} = 100 \text{ mm}$	$h_{ef} = 120 \text{ mm}$
Mindestbauteildicke für $d_0 \leq 32 \text{ mm}$	150 mm	160 mm	180 mm
	180 mm	200 mm	220 mm
Randabstand c_{cr}	120 mm		
Achsabstand s_{cr}	240 mm		

Tabelle 11 – Anrechenbarer Umfang

Ankertyp	Anrechenbarer Umfang
Rund- und Flachstahl (Typ 1 bis 3)	Umfang
U -Querschnitt mit Stegwellung oder Stegstanzung (Typ 4 und 5)	90 % Umfang Steg
Rundrohranker mit Eindrückung am Ankerende (Typ 6)	70 % Umfang
Gerüstanker zusammengesetzt aus zwei kraftschlüssig verbundenen ineinander liegenden U-Profilen (Typ 7)	Außenumfang

Bei Unterschreitung des Randabstandes c_{cr} und/oder des Achsabstandes s_{cr} zweier benachbarter Anker nach nachstehender Gleichung abzumindern.

Eine Unterschreitung des Achsabstandes ist nur in eine Richtung und maximal zwischen zwei benachbarten Ankern zulässig.

Dabei dürfen folgende Mindestabstände nicht unterschritten werden

- minimaler Randabstand $c_{min} = 80 \text{ mm}$ bzw. $2 d_0$
- minimaler Achsabstand $s_{min} = 100 \text{ mm}$ bzw. $3 d_0$

Der abgeminderte charakteristische Widerstand $red F_{RK}$ wird damit:

$$red F_{RK} = [(c_1/c_r) \cdot (c_2/c_r) \cdot (1 + s/s_{cr})/2] \cdot F_{RK}$$

Dabei ist

F_{RK} charakteristische Widerstand ohne Abminderung

c_1 reduzierter Abstand zum Rand 1 ($c_{min} \leq c_1 \leq c_{cr}$)

c_2 reduzierter Abstand zum Rand 2 ($c_{min} \leq c_2 \leq c_{cr}$)

s reduzierter Achsabstand bei zwei benachbarten Verankerungen ($s_{min} \leq s \leq s_{cr}$);

c_{cr} Wert nach Tabelle 10;

s_{cr} Wert nach Tabelle 10.

Verfahren B

Wie Verfahren A, jedoch erfolgt die Ermittlung des charakteristischen Widerstandes des Verbundes der Verankerung anwendungsspezifisch durch den Nachweis der möglichen Versagensarten in Abhängigkeit von der Beanspruchungsrichtung nach DIN SPEC 1021-4-5 Bemessung der Verankerung von – Teil 4-5: Dübel – chemische Systeme; Deutsche Fassung CEN/TS 1992-4-5:2009 unter Berücksichtigung des Profilmfaktors nach Tab. 10 auf die Verbundspannung T_{RK} und zusätzlichem Nachweis der Pressung für den Ankermörtel.

Verfahren C

Die Ermittlung des charakteristischen Widerstandes des Verbundes der Verankerung anwendungsspezifisch durch den Nachweis der möglichen Versagensarten in Abhängigkeit von der Beanspruchungsrichtung nach DIN SPEC 1021-4-5 Bemessung der Verankerung von – Teil 4-5: Dübel – chemische Systeme; Deutsche Fassung CEN/TS 1992-4-5:2009 unter Berücksichtigung des Profilkoeffizienten nach Tab. 10 und zusätzlichem Nachweis der Pressung für den Ankermörtel.

Der charakteristische Verbundwiderstand beträgt im gerissenen Beton $T_{RK} = 0,22 f_{ck}^{2/3}$ in N/mm². Bei der Anwendung im statisch nachgewiesenen ungerissenen Beton darf der Verbundwiderstand um den Faktor 1,4 erhöht werden. Die Festigkeit des Mörtels darf nur bis zur Festigkeitsklasse C 40/50 genutzt werden.

Verfahren D

Verfahren D gilt ausschließlich für Verankerungen in Normalbeton mit einem Mörtel nach 6.3.2, oder dessen Nachweis der Verwendbarkeit durch eine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall festgestellt ist.

Die Anwendungsbedingungen wie Untergrundeigenschaften, Art der Belastung, geometrische Randbedingungen und charakteristische Verbundwiderstand sind dem Verwendungsnachweis zu entnehmen.

10 Austausch von Fassadenplatten

10.1 Allgemeines

Die Verankerung für das Wiedereinsetzen einer Ersatzplatte ist zu planen, zu bemessen und zu überwachen. Die Montage darf nicht allein dem Versetzer überlassen werden.

Arbeiten auf einer fahrbaren Hubbühne erfordern sofort belastbare Verankerungen.

10.2 Entnahme der vorhandenen Fassadenplatte

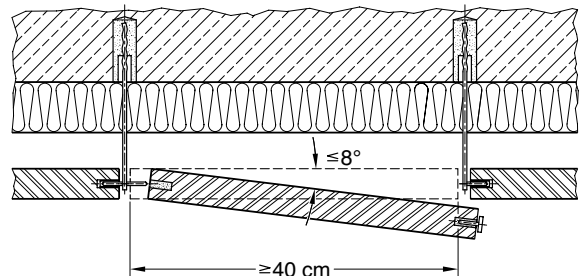
Die betroffene Fassadenplatte ist vorsichtig zu entfernen, ohne andere Fassadenplatten zu beschädigen. Um die Fassadenplatte aus der Fläche herauslösen zu können, werden zwei oder alle vier vorhandenen Ankerdorne abgeschnitten. Von Vorteil ist es, wenn nur an zwei benachbarten Ankern in einer Fuge die Dornhälften abgetrennt werden müssen; die verbleibenden Dorne können dann beim Wiedereinsetzen der Platte verwendet werden.

10.3 Montage der Austauschplatte mit Anschweißdornen

10.3.1 Bei verbleibenden Dornen

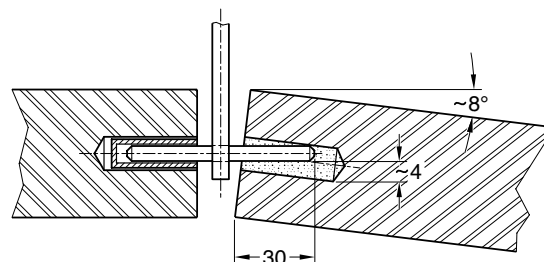
Die Montage erfolgt bei noch zwei verbleibenden Dornen durch schräges Einschleiben der Austauschplatte in die vorbereitete Fassadenöffnung.

Bild 76: Austausch einer Fassadenplatte



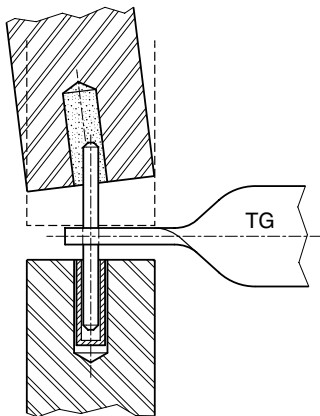
Das Dornloch mit einem Durchmesser von 10 mm ermöglicht ein schräges Einschleiben der Austauschplatte auf den verbleibenden Dorn, wenn die Austauschplatte mindestens 40 cm lang bzw. hoch ist.

Bild 77: Aufschieben der Fassadenplatte auf vorhandenem Dorn



Die Austauschplatte wird schräg auf die verbleibenden Dorne des Trag- und Halteankers geschoben und anschließend in die Fassadenflucht geschwenkt.

Bild 78: Austausch einer Fassadenplatte

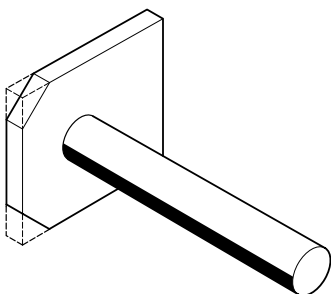


Die Austauschplatte wird schräg auf beide verbleibende Dorne der Traganker (TG) aufgeschoben, auf den Tragankern abgelastet und anschließend in die Fassadenflucht geschwenkt.

10.3.2 Bei abgeschnittenen Dornen

An den Seiten mit abgeschnittenen Dornen werden neue Dorne mit Anschweißplatte, sogenannte Anschweißdorne (AD) in die Austauschplatte eingesetzt.

Bild 79: Anschweißdorn



Der Anschweißdorn wird nach dem Einsetzen und Justieren der Austauschplatte mit den vorhandenen Ankerstegen verschweißt. Wurden alle vier Dorne entfernt, können zwei der Anschweißdorne auf einer Seite auch vor dem Einsetzen der Austauschplatte bereits angeschweißt werden. Die Montage erfolgt dann wie in 10.3.1 dargestellt.

Anschweißdorne haben den Vorteil, dass deren Schweißnähte sofort belastbar sind.

Bei Schweißarbeiten ist die bauaufsichtlichen Zulassung für nichtrostende Stähle zu beachten. Schweißnähte sind nach den statischen Erfordernissen zu dimensionieren.

Die Blechdicken an den vorhandenen Ankerstegen sollte mindestens 3mm betragen. Bei dünneren Blechdicken ist zu prüfen, ob Schweißnähte ausführbar sind.

Grundsätzlich sind ausreichend breite Fugen zwischen den Fassadenplatten erforderlich, die auch nach dem Setzen der Anschweißdorne eine Spaltbreite von mind. 2mm aufweisen.

Bild 80: Halteanker gedreht mit Anschweißdorn

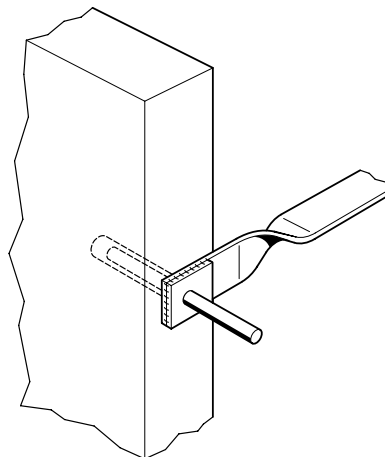


Bild 81: Traganker mit Anschweißdorn

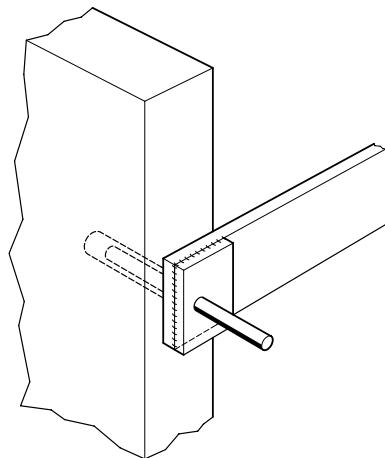
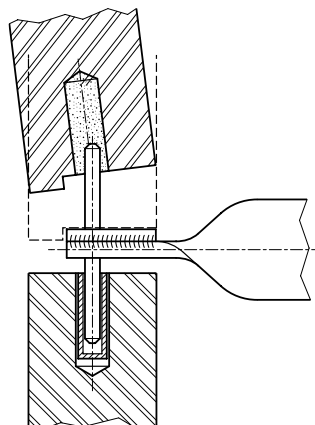


Bild 82: Traganker gedreht mit Anschweißdorn



Die Anschweißplatte reicht bis zum Drehbeginn; in der Austauschplatte ist eine Anker tasche erforderlich.

11 Bodenanschlüsse von Sockelplatten

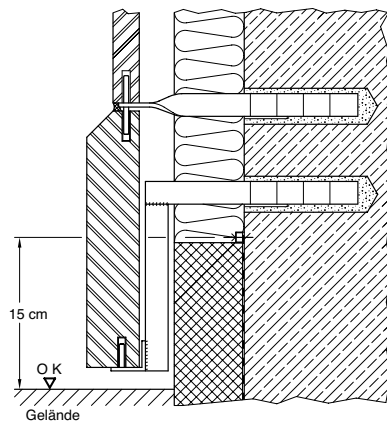
Sockelplatten sollen ca. 20 mm über Gelände bzw. Belag beginnen. Es sind möglichst feuchtigkeitsunempfindliche Naturwerksteine zu verwenden.

In den Boden eindringende Fassadenplatten sind problematisch und daher zu vermeiden;

Stauässe im Untergrund und horizontale Ausdehnungen der anschließenden Bodenbeläge können die Sockelplatten beschädigen.

Im Sockelbereich müssen Öffnungen zur Hinterlüftung der Außenwandbekleidung mit einer Breite über 20 mm durch Lüftungsgitter gesichert werden.

Bild 83: Sockelplatte



Wenn Sockelplatten in den Untergrund geführt werden müssen, sind eine funktionierende Drainage mit Vorfluter sowie verankerte nicht rostende Stahlprofile zur Verhinderung von horizontalen Verschiebungen der Bodenkonstruktion erforderlich.

12 Bauwerkstoleranzen

Bei der Bauausführung sind herstellungsbedingte Abweichungen von den in den Ausführungsplänen auf der Grundlage der theoretischen Planung vorgegebenen Nenn- und Achsmaßen sowie Höhenkoten unvermeidbar. Diese Abweichungen sind soweit zu begrenzen, dass die Funktion eines Bauwerks oder Bauteils nicht beeinträchtigt wird.

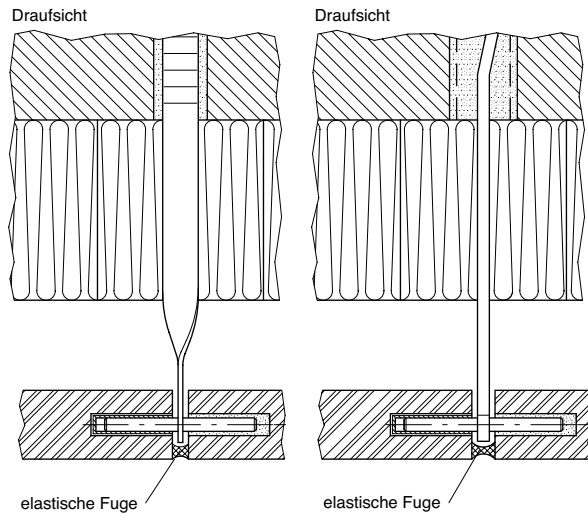
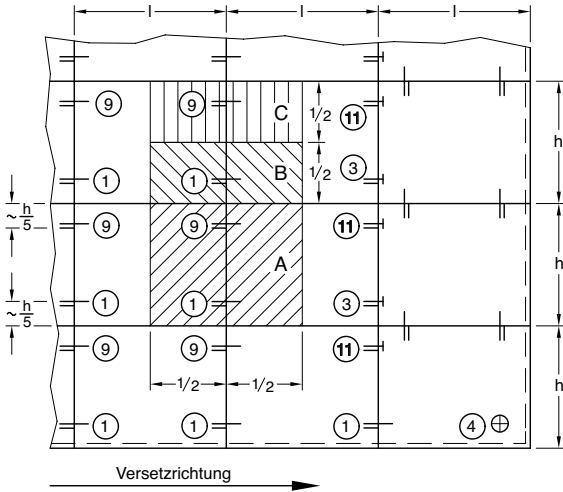
In **DIN 18202** Toleranzen im Hochbau – Bauwerke sind zulässige Maß-, Winkel-, Ebenheits- und Fluchtabweichungen festgelegt. Geringere Toleranzen sind als besondere Leistung vertraglich zu vereinbaren.

Der Rohbau ist baubegleitend zu vermessen und die Ist-/Solltoleranzen sind dem ausführenden Naturwerkstein-Fachbetriebe zur Verfügung zu stellen. Die Einhaltung der zulässigen Rohbauabmaße sind auch deshalb erforderlich, da eine evtl. erforderliche Verminderung der Wärmedämmschichten wegen der zwingend einzuhaltenden Vorgaben der EnEV nicht erfolgen darf. Die Verankerungssysteme der Bekleidungselemente müssen konstruktiv so gewählt werden, dass trotz der zulässigen Toleranzen am Bauwerk eine passgenaue Montage der Fassadenelemente möglich ist.

Höhenbezugspunkte und Gebäudeachsen müssen am Bauwerk mit dauerhaften Markierungen, vorzugsweise durch ein beauftragtes Vermessungsbüro, gekennzeichnet werden.

13 Konstruktionsbeispiele von Wandbekleidungen

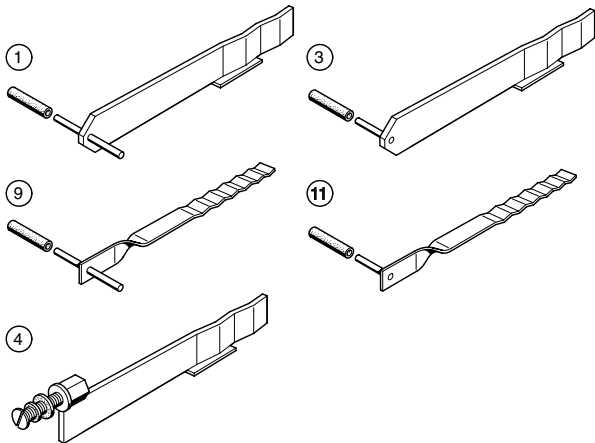
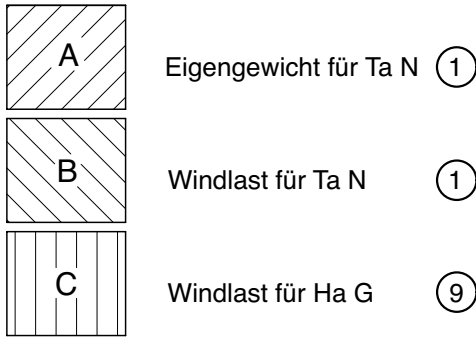
13.1 Mörtelanker in der senkrechten Fuge



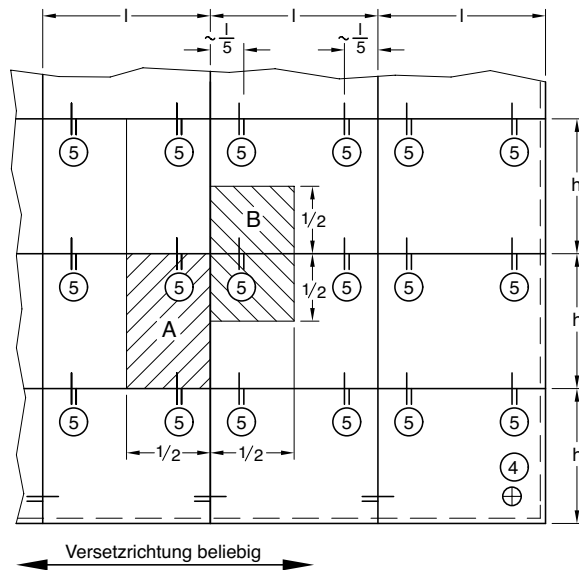
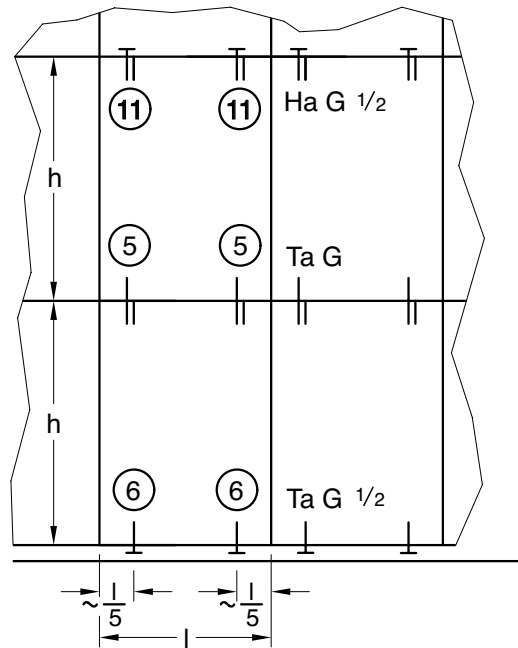
Verankerung

- ① Traganker N (normal)
- ③ Traganker L (1/2 Dorn links)
- ⑨ Halteanker G (gedreht)
- ⑪ Halteanker G 1/2 (gedreht, 1/2 Dorn) siehe Zeichnung
- ④ Schraub - Traganker

Lastfelder



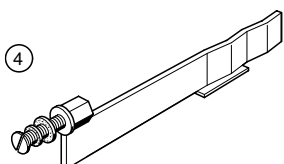
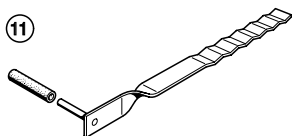
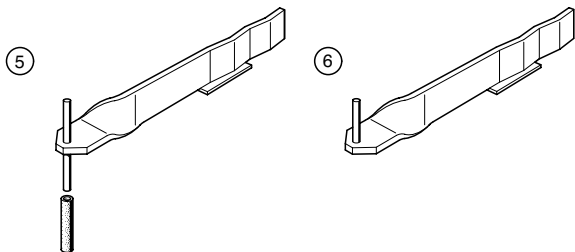
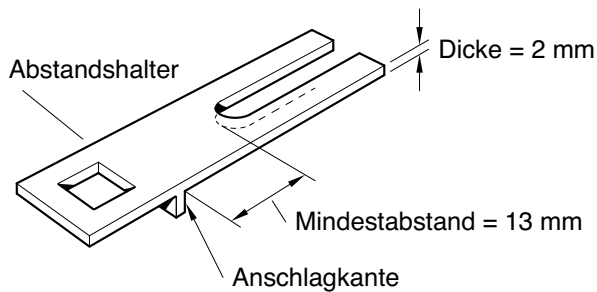
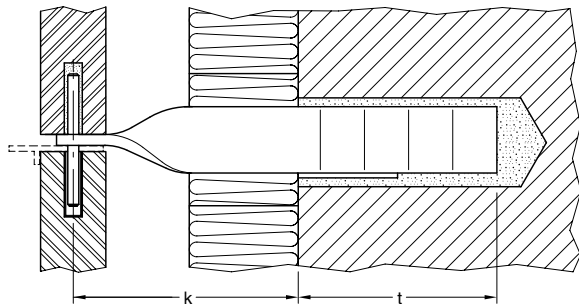
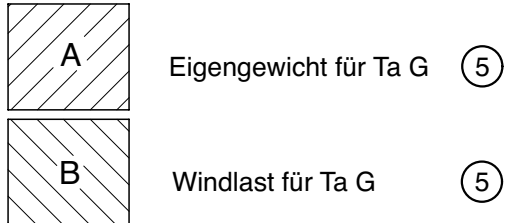
13.2 Mörtelanker in der waagrechten Fuge



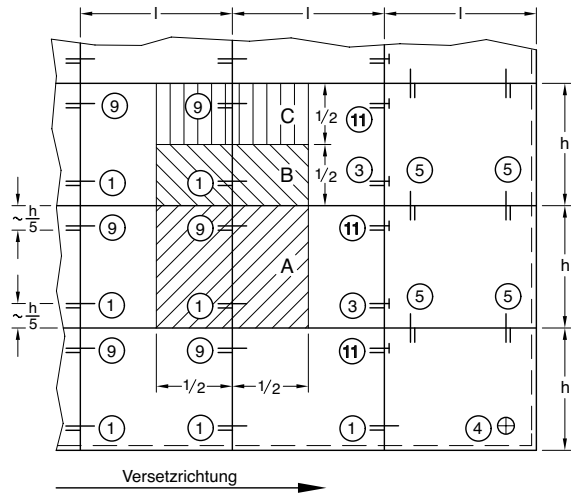
Verankerung

- ④ Schraub - Traganker S
- ⑤ Traganker G (gedreht)
- ⑥ Traganker G 1/2 (gedreht, 1/2 Dorn)
- ⑪ Halteanker G 1/2 (gedreht, 1/2 Dorn)

Lastfelder



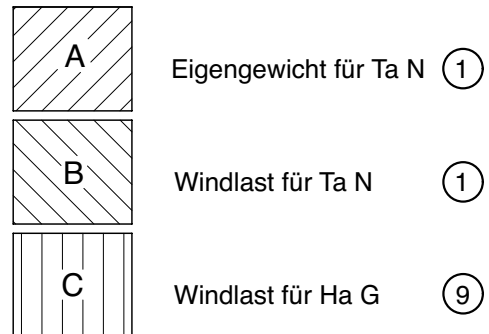
13.3 Anschraubanker



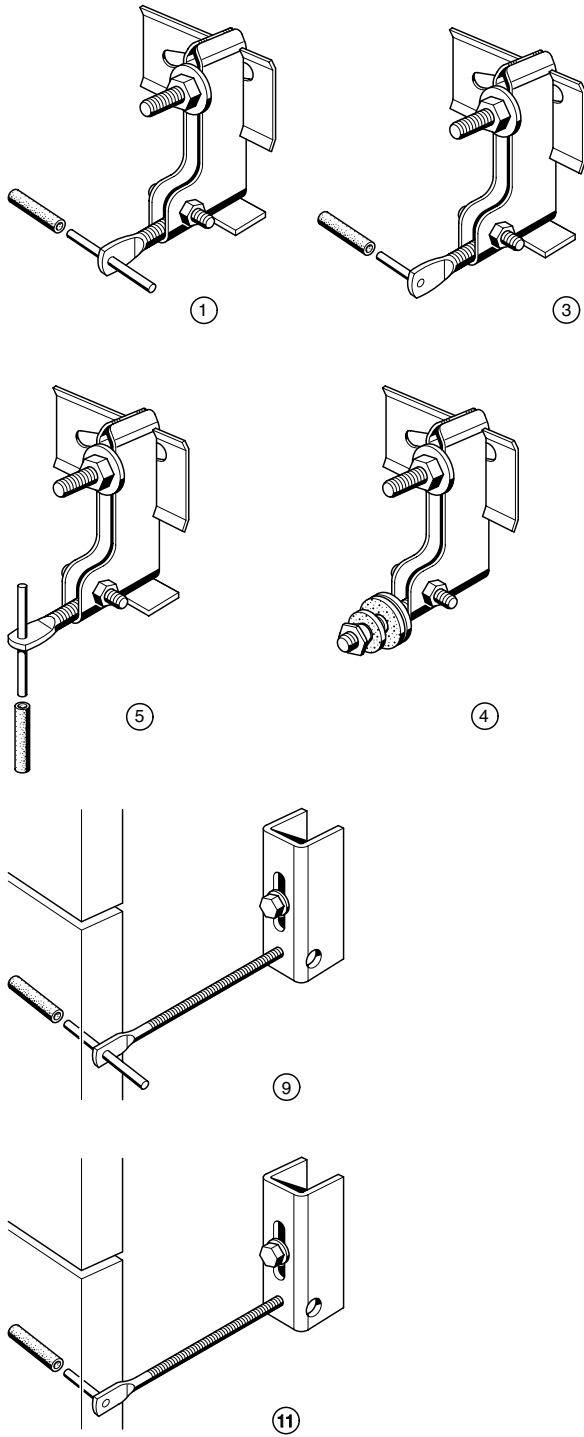
Verankerung

- ① Traganker V (vertik. Fuge)
- ③ Traganker 1/2 (1/2 Dorn links)
- ⑨ Halteanker (gedreht)
- ⑪ Halteanker 1/2 (gedreht, 1/2 Dorn)
- ④ Schraub - Traganker
- ⑤ Traganker H (horizontale Fuge)

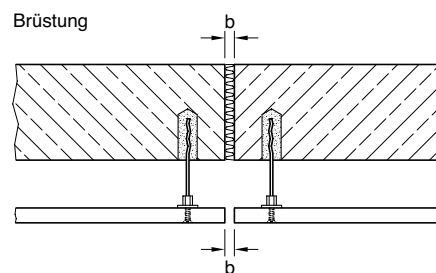
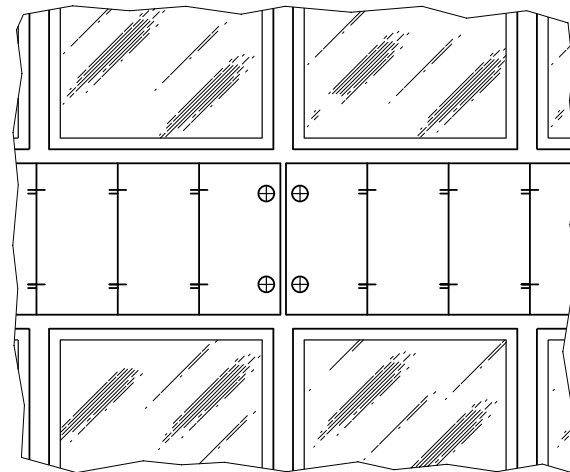
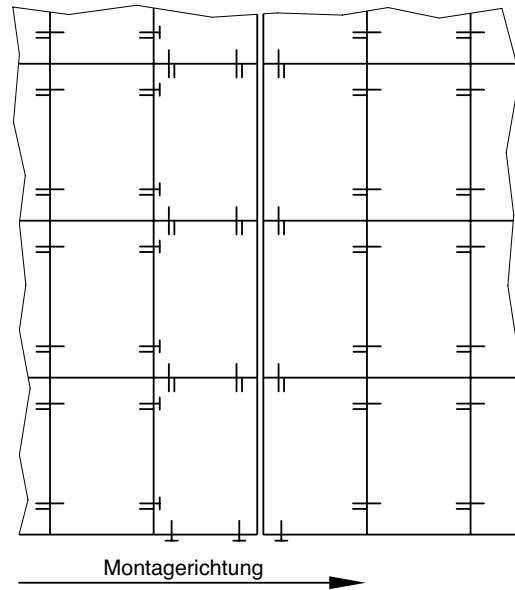
Lastfelder

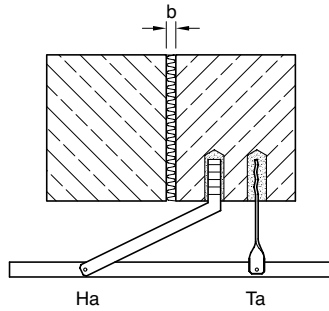
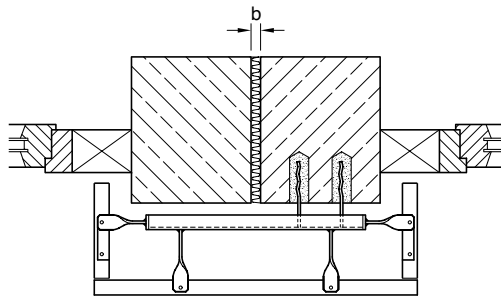


Beispiele Anschraubanker



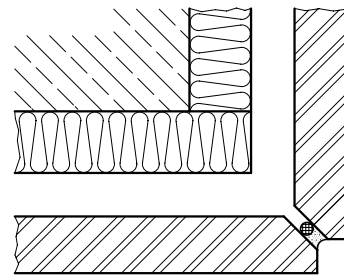
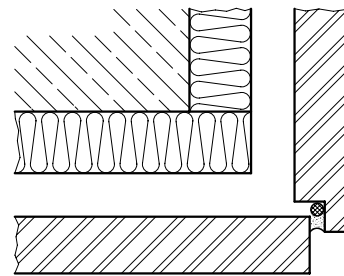
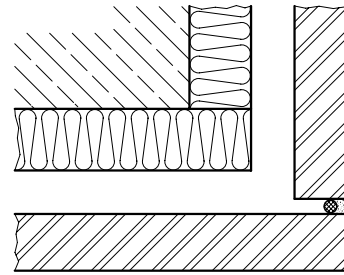
13.4 Gebäude-Dehnfugen





Bewegungsfugenüberbrückungen mit Mörtelankern an Pfeilern

13.5 Eckausbildungen



Beispiele für Eckausbildungen mit elastischen Fugenfüllungen.

Die Fugen können auch offen bleiben.

14 Gerüste

14.1 Anforderungen

Bei Naturwerksteinarbeiten ist das Abstellen von Lasten auf den Gerüsten üblich. Deshalb dürfen nur Gerüste der Gerüstgruppen 4, 5 und 6 nach DIN EN 12811-1 mit einer Mindestbreite der Belagsfläche von 0,90 m verwendet werden.

Die zulässigen Belastungen und Flächenpressungen der jeweiligen Gerüstgruppen dürfen nicht überschritten werden. Bei Materiallagerung auf der Belagsfläche muss eine Durchgangsbreite von mindestens 0,20 m erhalten bleiben. Der Abstand zwischen Bauwerk und Kante der Belagsfläche darf ohne Seitenschutz nicht mehr als 0,30 m betragen.

14.2 Gerüstanker

Gerüstanker sind Vorrichtungen oder Ankerteile, die Horizontallasten von Standgerüsten in den Verankerungsgrund (Rohbau, Wand) einleiten.

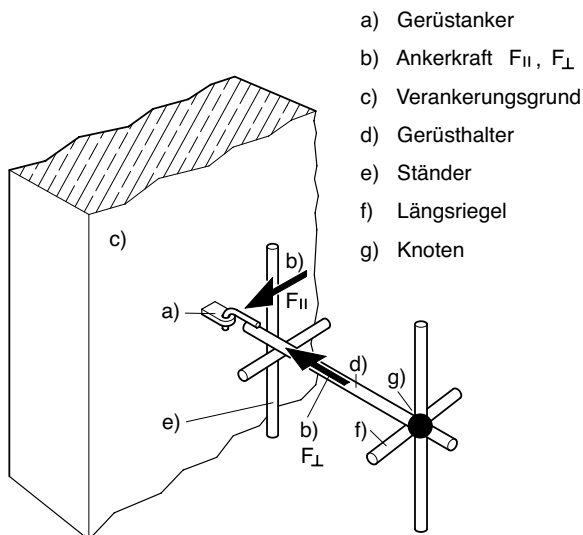
Für Standgerüste sind Verankerungsmöglichkeiten (hier: Gerüstanker) nach DIN 4420 T 1, T 2 und T 4 anzuordnen, um Bekleidungsplatten montieren und warten zu können.

14.3 Hinweise

Bei Stahlrohr-Kupplungsgerüsten als Standgerüst mit längsorientierten Gerüstlagen:

- Windlasten auf Standgerüste sind sicher in den Verankerungsgrund einzuleiten
- Gerüstanker sind statisch nachzuweisen (bes. nach DIN 4420 T 3 und DIN 18 516 T 3)
- Gerüsthöhe $h \leq 30$ m; Ankerkräfte siehe 14.4
- Gerüsthöhe $h > 30$ m; die Ankerkräfte sind der erforderlichen Gerüststatik zu entnehmen
- Gerüstgruppe 4 meist erforderlich (nur bei Gerüstgruppe 4 ist das Absetzen von Lasten durch Krane, z.B. Steinpakete, gestattet)
- Gerüst-Nutzbreite 1,00 m
- Senkrechter Abstand der Gerüstlagen $c \leq 2,00$ m
- Waagrechter Ständerabstand in der Regel $l = 2,00$ m; werden andere Ständerabstände gewählt, so dürfen die Ankerkräfte linear errechnet werden
- Gerüstanker sind in die Fassadenpläne einzuzeichnen
- Zu unterscheiden sind Gerüstanker in waagrechten und senkrechten Platten-Fugen
- Gerüstanker mit 2 Ankerstegen sind konstruktiv vorteilhaft (kleine Bohrloch-Durchmesser im Stahlbeton, hohe Lastaufnahme)
- Gerüstankerzungen (z.B. Stahlringösen) sollen 6 mm Dicke nicht überschreiten, damit sie in z.B. 8 mm breiten Plattenfugen ohne Zwängung passen
- Gerüstankersysteme sollen geeignet sein zum:
 - a) Einmörteln in Verankerungsgrund Beton und Mauerwerk
 - b) Anschrauben
 - c) Anschweißen

Bild 84: Gerüstanker



- a) Gerüstanker
- b) Ankerkraft F_{II} , F_I
- c) Verankerungsgrund
- d) Gerüsthalter
- e) Ständer
- f) Längsriegel
- g) Knoten

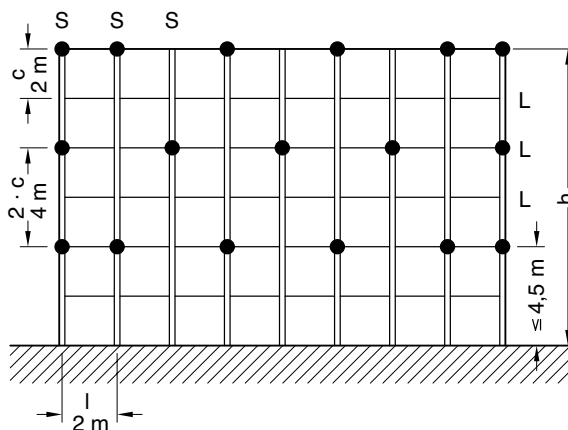
14.4 Ankerkräfte bei nichtbekleideten Gerüsten

Tabelle 11 – Ankerkräfte bei nichtbekleideten Gerüsten

F_{\perp} kN	F_{II} kN	Gerüsthöhe h m
2,7	0 ¹⁾	10
2,7	0,9	10
3,1	1,0	20
3,3	1,2	30
...	...	> 30 ²⁾

- 1) Bedingung: Die außenliegenden Gerüsthalter sind an beiden Ständern angeschlossen und der Abstand von Innenkante Belagsfläche zum Rohbau beträgt weniger als 0,3 m
- 2) Ankerkräfte sind der Gerüststatik zu entnehmen.

Bild 85: Verankerungsraster nichtbekleideter Gerüste



Verankerungsraster nichtbekleideter Gerüste

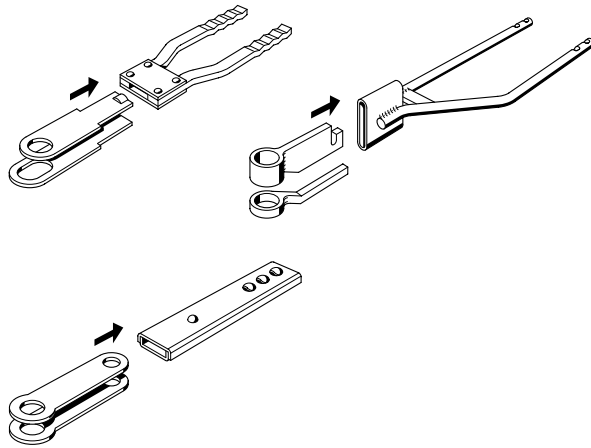
- h = Gerüsthöhe
- c = senkrechter Abstand der Gerüstlagen
- l = waagrechter Ständerabstand
- ◆ = Knoten mit Gerüstanker
- S = Ständer
- L = Gerüstlage

Anzahl der ausgelegten Gerüstlagen: 10

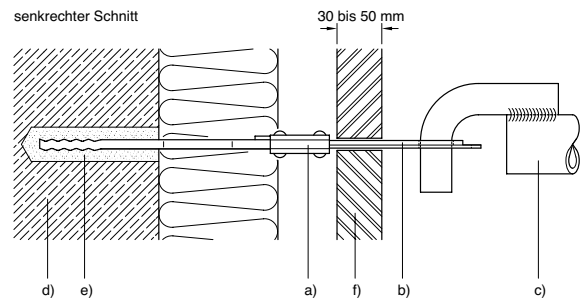
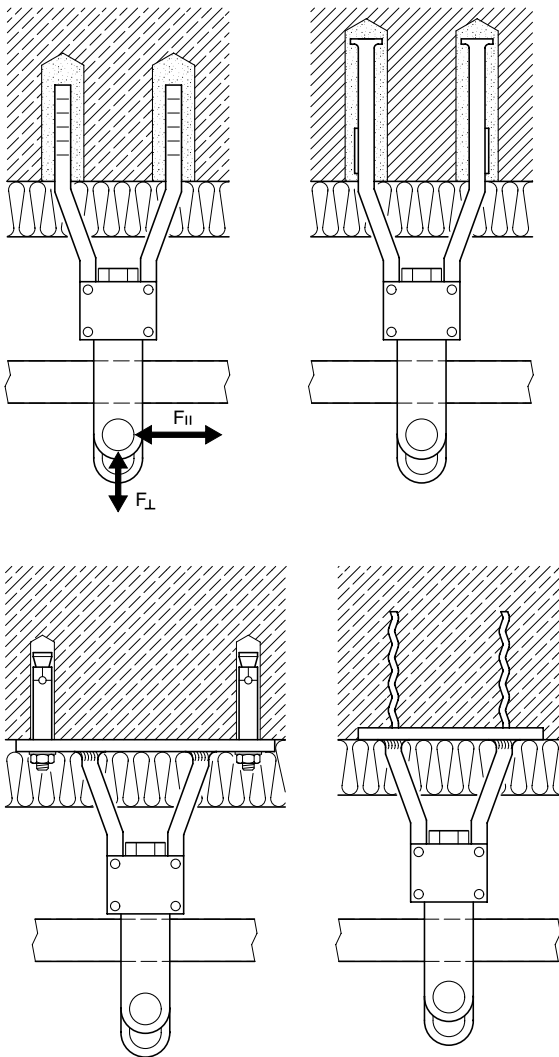
Anzahl der ausgelegten Gerüstlagen bei Verwendung von Verbreiterungen: 5

Bei **bekleideten** Gerüsten ändern sich das Verankerungsraster und die Ankerkräfte (siehe DIN 4420 T 3)

14.5 Anwendungsbeispiele

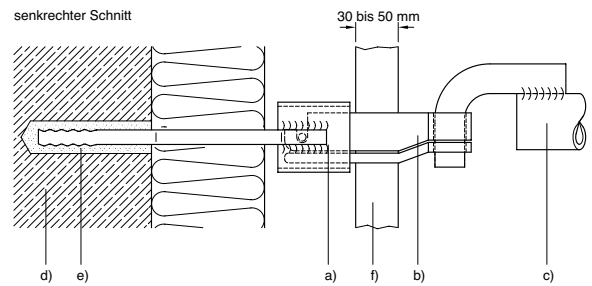
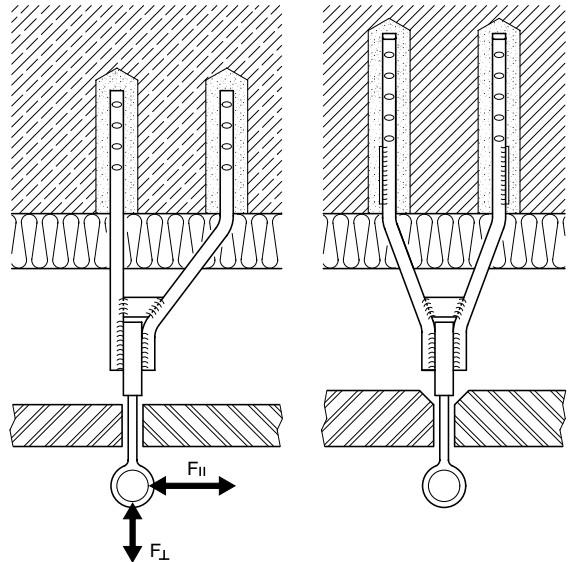


Gerüstanker für die waagrechte Fuge



Gerüstanker für die senkrechte Fuge

Draufsicht



Die Tragfähigkeit der eingemörtelten Gerüstanker kann auch durch Bauteilversuche nachgewiesen werden.

15 Planung einer Außenwandbekleidung

Eine funktionale Planung, die wesentlich zu einer schadensfreien und kostengünstigen Bauweise beiträgt, erfordert das Zusammenwirken von Planer und Naturwerkstein-Fachbetrieb.

Die nachstehenden Abschnitte sollen dem Planer und Ausführenden einer Naturstein-Fassadenbekleidung als Anregung und Hilfestellung dienen. Diese Checkliste sollte als Kopie, mit einem geeigneten Titelblatt versehen, als Beilage in den Planungsunterlagen aller Bauvorhaben vorhanden sein.

15.1 Checkliste für die Werkplanung	Ja	Nein
1. Stahlbeton in Ortbetonbauweise		
a) Sind Ankereinbauteile erforderlich, wenn ja, welche Systeme eignen sich dafür?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Stahlbeton-Fertigbauteile		
a) Sind alle Elemente kraftschlüssig miteinander verbunden ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Sind Sonderverankerungen bei dünnwandigen Stahlbetonelementen d < 12cm erforderlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Stahlbeton-Skelettbau mit Mauerwerksausfachung		
a) Ist das Mauerwerk in das umgebende Stahlbetonskelett kraftschlüssig und kippsicher eingebaut worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Können Mörtelanker in das Mauerwerk gesetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Liegen bereits Prüfwerte von Auszugsversuchen vor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Müssen Unterkonstruktionen zur Bekleidungsplatten-Verankerung eingebaut werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Sind die Ausfachungs-Brüstungswände in ausreichender Mauerwerksdicke eingebaut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Müssen besondere Leistungen eingeplant werden? (z. B. Baustellenversuche, Ringbalken, Unterkonstruktionen, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Verankerungsgrund Mauerwerk		
a) Können Mörtelanker in das Mauerwerk gesetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Liegen bereits Prüfwerte von Auszugsversuchen vor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Gibt es Verankerungsgründe (z.B. Porenbeton, Hochlochziegel, Hohlblocksteine), bei denen es nicht möglich ist, mit Drucklufthämmern oder Schlagbohrern Bohrlöcher für einzumörtelnde Systeme einzubringen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Sind aus der Rohbaustruktur Konsequenzen für die Fassade zu erwarten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche? _____		
Ist das Gebäude (beispielsweise) schwingungsempfindlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Sind bei dem Bauvorhaben in erdbebengefährdetem Gebiet zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen erforderlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Eignung des ausgewählten Naturwerksteins. Liegen folgende Unterlagen vor:		
a) Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nach DIN EN 1469 mit Angabe der unteren Erwartungswerte der Biegefestigkeit und Ausbruchslast am Ankerdorn?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Ausreichende Erfahrung über die Witterungsbeständigkeit ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oder		
c) Prüfzeugnis der Frostwiderstandsfähigkeit (DIN EN 12371)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Nachweis des Einflusses von Feuchtigkeit bei Natursteinen mit einer maßgebenden Biegezugfestigkeit unter 5 MPa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Besondere Nachweise der Verwitterungsbeständigkeit nach DIN 52008?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ja	Nein
8. Ist eine besondere Oberflächenbearbeitung erforderlich oder gewünscht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Mit welcher Fugenbreite wird die Außenwandbekleidung geplant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Sind offene oder geschlossene Fugen geplant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Bei geschlossene Fugen: Welche Dichtstoffe werden verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<hr/>		
10. Schmutzablagerungen		
Wie lassen sich bei der Außenwandbekleidung Absatzkanten und damit Schmutzablagerungen und Schmutzfahnenbildungen vermeiden? (Absatzkanten werden durch eine ausladende Architektur gebildet. Ausreichend überstehende Abweisbleche, geneigte Sohlbänke mit Wasserschrägen und Wasserrinnen sowie glatte Oberflächen der Abdeckungen sind erforderlich)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Wirken starke Verkehrsbelastungen (Hauptverkehrsstraßen, U-Bahnlinien) über den Baugrund auf die Außenwandbekleidung ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ist bei der normabweichenden Gebäudeform ein Windgutachten erforderlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Sind Störfaktoren aus benachbarter Bebauung oder aus der geologischen Lage zu erwarten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ist die Erdgeschoss-Bekleidungen stoß- und schlaggefährdet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Werden Fassadenteile mit Fassadenbefahranlagen beansprucht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Welche Anlagen sind vorgesehen? _____		
Können Stoßbelastungen der Bekleidungsplatten ausgeschlossen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Werden höhere Ansprüche an die Bautoleranzen als nach DIN 18 201 im zukünftigen Bauvertrag gestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind damit Systemverankerungen anwendbar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Welche Gewerke müssen miteinander koordiniert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Welcher Gerüsttyp ist für die Natursteinarbeiten erforderlich? _____		
Sind Sondergerüstverankerungen auszubilden, weil der Arbeitsraum beengt ist oder weil die Gerüstteilachse nicht mit der Rohbaustützenachse übereinstimmt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es Vor- oder Rücksprünge der Bauteile?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind Einfahrten oder Dachkonstruktionen zu überbrücken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo können Bauaufzüge aufgestellt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Die Vereinheitlichung der Ausgangskoordination ist für alle Gewerke wichtig und somit für den gesamten Baustellenablauf durch ein neutrales Vermessungsbüro zu gewährleisten.		
Stehen der Natursteinplanung Achs- und Höhenmesspunkte zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann die Planung der Naturwerkstein-Fassadenbekleidung nach theoretischen Maßen erfolgen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist vom Naturwerkstein-Fachbetrieb ein Rohbauaufmaß durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Lärmschutz		
a) Gibt es Einschränkungen der Arbeitszeit zum Bohrlochbohren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Muss angesichts von Lärmschutzforderungen auf eine konventionelle Verankerung verzichtet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Welche besondere Verankerungssysteme werden eingesetzt (z. B. Ankerplatten, Anschweißplatten, Dübel, usw.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Brandschutz

Sind Maßnahmen für den Brandschutz sind erforderlich
(z.B vertikale oder horizontale Brandsperren) ?

22. Wird es sich um eine Sommerbaustelle oder eine Winterbaustelle handeln?

Werden bei einer Winterbaustelle Dübel- und/oder Schienenverankerungen eingesetzt?

23 Sind bei der Versetzmethode die Voraussetzungen für das Anbringen von Montagehilfen gegeben?

24. Sind zum Zeitpunkt des Versetzens die Fenster bereits verglast?

25. Kann der vorgegebene Terminplan eingehalten werden?

26. Sind bei nicht in Normen oder Zulassungen erfassten Montagesystemen Ausnahmegenehmigungen erforderlich, die zu Zeitverzögerungen führen können?

27. Stehen dem Naturwerkstein-Fachbetrieb nachfolgende Architekturvorgaben zur Verfügung?

a) Fassadenansichten, mindestens M = 1:50 bzw. M = 1:20 mit vermaßtem Fugenschnitt, Höhen- und Achsvermaßungen (Geometer)

b) Vermaßte Grundrisse, mindestens M = 1:50

c) Schnittzeichnungen vertikal, mindestens M = 1:50

d) Geplanter Konstruktionsaufbau, geplante Wanddicken (Qualität, Material), Wärmedämmung, Hinterlüftungszone, vorläufige Dicke der Bekleidung

e) Struktur der Platten bei geschichteten Material

- im natürlichen Lager

- gegen das Lager gesägt

f) Oberflächenbearbeitung

g) Fenster- und Türdetails mindestens M = 1:10 bzw. M = 1:5 mit wind- und regendichten Anschlüssen am Rohbau, evtl. Sonnenschutz- und Leibungsdetails, Dachdetails, Brüstungsdetails

h) Erdgeschoss-Anschlüsse, Gehsteighöhen, Verlauf der wasserführenden Abdichtungen

i) Ausbildung der Sichtkanten/Fugen, Ecken

k) Verankerungsart, Dauergerüstanker usw.

l) Bauzeitplan zur Abstimmung der betroffenen Gewerke mit Reserven für Schlechtwetter/Winter

28. Wärmeschutz

a) Liegt ein Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs nach der EnEV vor?

b) Entsprechen die Dämmstoffdicken den Anforderungen der EnEV?

c) Entsprechen die Dämmstoffe den Anforderungen DIN 18516-1?

15.2 Nebenleistungen, Besondere Leistungen

15.2.1 Nebenleistungen

Nach DIN 18332 – Naturwerksteinarbeiten (1992) sind ergänzend zur ATV DIN 18299 folgende Leistungen **Nebenleistungen**, die unmittelbar mit der Hauptleistung verbunden sind:

4.1.1 Liefern der Befestigungsmittel, z.B. Klammern, Anker, ausgenommen Leistungen nach Abschnitt 4.2.10.

4.1.2 Auf- und Abbauen sowie Vorhalten der Gerüste, deren Arbeitsbühnen nicht höher als 2 m über Gelände oder Fußboden liegen.

4.1.5 Herstellen von Löchern, die zum Befördern, Verankern, Verklammern und Verdübeln der Platten und Werkstücke erforderlich sind.

4.1.6 Herstellen der Anschlüsse an angrenzende, eingebaute Bauteile wie Fenster, Türen, Schwellen, Anschlagsschienen, ausgenommen Leistungen nach Abschnitt 4.2.14.

15.2.2 Besondere Leistungen,

Besonders zu vereinbaren und zu vergüten sind nach DIN 18332 insbesondere nachstehende Leistungen:

4.2.1 Erhöhte Anforderungen bei der Ebenheit von Flächen nach DIN 18 202 – Toleranzen im Hochbau: Bauwerke.

4.2.2 Vorhalten von Aufenthalts- und Lagerräumen, wenn der Auftraggeber Räume, die leicht verschließbar gemacht werden können, nicht zur Verfügung stellt.

4.2.3 Auf- und Abbauen sowie Vorhalten der Gerüste, deren Arbeitsbühnen mehr als 2 m über Gelände oder Fußboden liegen.

4.2.4 Liefern statischer Berechnungen für den Nachweis der Standfestigkeit der ausgeführten Lieferung und der für diese Nachweise erforderlichen Zeichnungen.

4.2.5 Versetzen von Mustern.

4.2.7 Maßnahmen zum Schutz gegen Feuchtigkeit und zur Wärme- und Schalldämmung.

4.2.10 Herstellen von Gleitlagern oder Gleitschichten, Einbau von Brückenankern.

4.2.11 Liefern und Einbauen von Konsolen, Anschlag-, Trenn- und Bewegungsschienen, Rahmen, im Bauwerk verbleibenden Gerüsthaltungen und dergleichen.

4.2.12 Herstellen von Ausklinkungen, Löchern, Ausnehmungen, Ankertaschen und dergleichen.

4.2.13 Einsetzen von Installations- und Einbauteilen.

4.2.14 Nachträgliches Anarbeiten an Einbauteilen, soweit dies vom Auftraggeber zu vertreten ist.

4.2.15 Anarbeiten an gebogene, nicht rechtwinklige sowie nicht lot- und fluchtgerechte begrenzende Bauteile.

4.2.16 Herstellen von Gehrungen und Schrägschnitten.

4.2.19 Anfertigen geforderter Verlege- oder Versetzpläne, Bestands-, Sanierungs- und Kartierungspläne.

15.3 Bauunterlagen

15.3.1 Ausführungspläne oder Versetzeichnungen

Bei der Anfertigung von Versetzzeichnungen durch den Naturwerkstein-Fachbetrieb oder das Fassaden-Konstruktionsbüro wird der notwendige Inhalt folgendermaßen sein:

- a) Die Positionierung der dargestellten Fassadenelemente.
- b) Das Vermaßen der Ankerdornpunkte an den Plattenrändern. mit Ankersymbolen, mit Angabe der Ankerpositionen
- c) Sichtbare Markierung der Fassadenflächen mit unterschiedlichen Plattendicken
- d) Ankerübersichtsliste mit Angabe des Ankerherstellers und Werkstoffnummern
- e) Angaben über den Verankerungsgrund
- f) Angaben zum verwendeten Naturwerkstein-Material einschließlich Sichtflächenbearbeitung und Strukturverlauf bei geschichtetem Material
- g) Angaben über die Fugenbreite und den Fugenverschluss
- h) Horizontale und vertikale Übersichtsschnitte
 - i) Detailpunkte von Ecken und Anschlüssen
 - k) Angaben über die Gerüstverankerungspunkte unter Angabe des Herstellers
 - l) Fußpunkte der Bekleidung, Abschluss der Bekleidung, Anschlüsse an Fenster und Türen, Abdichtungen dieser Bauteile am Rohbau
 - m) Angaben über die Wärmedämmung, Typ. Dicke, Befestigung, Hersteller
 - n) Zu- und Abluftöffnungen bei geschlossenen Fugen
 - o) Angaben zu Schweißverbindungen mit Schweißnähtlängen und -dicken, Schweißverfahren, Elektroden, Prüfbescheinigungen

15.3.2 Abrechnungszeichnungen

Da die Versetzzeichnungen als Abrechnungszeichnung verwendet werden, sind jegliche Änderungen mit Datumsangabe und Bestätigung der Bauleitung einzutragen.

Nach DIN 18 332 – Naturwerksteinarbeiten, Abschnitt 5, Ziffer 5.1.1 – Abrechnung – sind für die Ermittlung der Leistung – gleichgültig, ob sie nach Zeichnung oder nach Aufmaß erfolgt – bei Fassaden die Maße der Bekleidung maßgebend (Ziffer 5.1.1.3).

Dies gilt auch für die Wärmedämmung und Unterkonstruktionen, auch wenn hierfür eigene Leistungspositionen vorgesehen sind.

Eine eindeutig geführte und aktuelle Versetzzeichnung erleichtert die Abrechnung der Außenwandbekleidung und macht das mühsame Aufmessen entbehrlich.

15.3.3 Bauzeitenplan

Abgestimmt auf den Bauzeitenplan werden nach bauseits eingeteilten Fassadenbereichen die Versetzarbeiten der Naturwerkstein-Fachbetriebe unter Aufsicht ihrer Fachbauleitung ausgeführt. Die einzelnen Naturwerkstein-Lagerplätze der Baustelle werden entsprechend dem Baufortschritt von LKWs beliefert. Der Transport vom jeweiligen Lagerplatz zum Einbauort wird von der Versetzkolonne durchgeführt. Das Versetzen erfolgt von ausgebildeten Facharbeitern nach dem Stand der Bautechnik und den betreffenden Versetzzeichnungen.

15.4 Ausschreibung (Muster-Leistungsbeschreibung)

Hinweis:

Diese Musterausschreibung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist als Gedächtnisstütze für den Ausschreibenden zu verstehen und sollte als Kopie, mit einem objektbezogenen Deckblatt versehen, jeder Ausschreibung zu Grunde gelegt und individuell ergänzt bzw. verändert werden.

In DIN 18299 – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – und DIN 18 332 – Naturwerksteinarbeiten – sind in Abschnitt 0 Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung aufgeführt.

Diese Hinweise werden nicht Vertragsbestandteil. Die Leistungsbeschreibung kann nach den Erfordernissen des Einzelfalles gestaltet werden. Eine ordnungsgemäße Leistungsbeschreibung gemäß VOB A § 9 muss eindeutig und kalkulierbar sein.

Hilfestellung ist für den Ausschreibenden in den folgenden Unterabschnitten der VOB, Teil C gegeben:

DIN 18299

0.1 Angaben zur Baustelle

0.2 Angaben zur Ausführung

0.3 Einzelangaben bei Abweichungen von den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)

0.4 Einzelangaben zu Nebenleistungen und Besonderen Leistungen

DIN 18332

0.2 Angaben zur Ausführung

0.3 Einzelangaben bei Abweichungen von der ATV

0.5 Abrechnungseinheiten

Die jeweils am besten geeignete Einheit (m, m², m³, kg oder Stück) ist hier auszuwählen. Die vorgegebene Zuordnung dient in besonderem Maße der Eindeutigkeit und Klarheit der Leistungsbeschreibung und ist maßgebende Grundlage für eine ordnungsgemäße Abrechnung.

15.4.1 Allgemeine Baubeschreibung

15.4.1.1 Gebäudeabmessungen:

a) Länge ca. _____ m

Breite ca. _____ m

Höhe ca. _____ m

b) Anzahl der Geschosse über Erdgeschoss: _____

c) Ausführung der:
Stützen, Decken, Pfeiler, Säulen in:

Giebelwände, Wandflächen und Brüstungen in:

d) außenseitige Dämmung:

mit _____ cm Dicke; siehe besondere Positionen

15.4.1.2 Gerüste, Aufzug und Hebezeuge

a) Das Montagegerüst, Gerüstgruppe – 4 – 5 – 6 nach DIN 4420, Teil 1, mindestens 3 kN/m² Belastungsfähigkeit, wird bauseits kostenlos zur Verfügung gestellt bzw. Abrechnung nach Titel 2.

Dieses Gerüst wird auch von anderen Gewerken genutzt. Gerüstverankerungen dürfen nicht eigenmächtig verändert werden.

Das Umhängen des Gerüsts auf Dauergerüstanker ist von der Gerüstbaufirma durchzuführen.

b) Ein Materialaufzug ist – nicht – vorhanden. Die Befestigung von Hebezeugen-Kettenaufzügen am Gerüst ist – nicht – vorgesehen.

Die eventuellen notwendigen Gerüstversteifungen, Statik hierfür, sowie erforderlichen Schutzmaßnahmen im Bereich der installierten Materialaufzüge trägt der Auftragnehmer.

15.4.1.3 Wasseranschluss ist – nicht – vorhanden
Kraftstromanschluss ist – nicht – vorhanden

15.4.1.4 Lage der Baustelle:

a) die Baustelle ist mit 20 to LKW – nicht – befahrbar.

b) für das erforderliche Baumaterial ist – nicht – an der Baustelle ausreichend Platz.

c) ein abschließbarer Abstellraum ist – nicht – vorhanden.

d) Fahrstuhl oder Lastenaufzug kann – nicht – benutzt werden.

15.4.1.5 Arbeitszeiten:

a) Für die Durchführung steht – nicht – die normale Arbeitszeit zur Verfügung.

b) Erforderliche Baumaschinen (Kompressoren, Mischer usw.) können – lediglich begrenzt – nur von _____ h bis _____ h – betrieben werden.

15.4.1.6 Wichtige Hinweise:

Unterkonstruktionen für die Fenster und Türen (Zargen)

- a) Die Fenster sind – nicht – eingesetzt
- b) Die Türen sind – nicht – eingesetzt
- c) Die Arbeiten können – nicht – in einem Arbeitsgang durchgeführt werden

Fertig Fensterrahmen-Konstruktion – verglast

- a) Die Fenster sind – nicht – eingesetzt
- b) Die Türen sind – nicht – eingesetzt
- c) Die Arbeiten können – nicht – in einem Arbeitsgang durchgeführt werden.

Für das Fassadenaufmaß steht ein Außengerüst – nicht – zur Verfügung.

Die erforderlichen Höhen- und Baufluchtangaben sind – nicht – sichtbar festgelegt.

Es liegt ein Maßbrief des Vermessungsingenieurs über die Höhen- und Achsmaße – nicht – vor.

15.4.2 Titel 1 – Baustelleneinrichtung

Pos. 1 – Einrichten der Baustelle, Vorhalten der Einrichtung für die Dauer der Ausführung der eigenen Leistung sowie Räumen bzw. Umsetzen der Baustelleneinrichtung bei Fertigstellung eines Bauabschnittes

Pauschal _____ €

Pos. 2 – Vermessung

Verbindliche Vermessung der Gebäudeaußenflächen für die Fassadengewerke als Höhenriss, Achsfestlegung und Toleranzabweichung des Rohbaus.

Ausführung durch Geometer oder Fachfirma.

Pauschal _____ €

Pos. 3 – Statische Berechnung

Erstellen der prüffähigen Anker- und Plattenstatik, ohne Prüfgebühren

Pauschal _____ €

Pos. 4 – Technische Bearbeitung

Erstellen von Ausführungs- und Detailzeichnungen

Pauschal _____ €

Netto-Summe

Titel 1 – Baustelleneinrichtung

netto _____ €

15.4.3 Titel 2 – Gerüstarbeiten

Pos. 1 – Stahlrohrgerüst für die Ausführung der Naturwerksteinfassade, 3 kN/m² Belastung, 1,0m breit – ausgestattet mit vollem Bohlenbelag, doppelten Rückenlehnen, doppelten Seitenlehnen, Bordbohlen und Stirnbordbohlen sowie einem Leitergang, Wandabstand bis 0,3m vom Gebäude, gemäß DIN 4420 Arbeits- und Schutzgerüste, Fassung 7.75, mietweise zur Verfügung zu stellen für die Grundeinsatzzeit bis zur Dauer von 4 Wochen, zu errichten und wieder zu entfernen, einschl. der erforderlichen Transporte und Umbinden auf Dauergerüstanker

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 2 – Stahlrohrgerüste der Pos. 1 mietweise zur Verfügung stellen für jede weitere angefangene Woche

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 3 – Konsolen für Ausleger, Breite 30 cm, zur Einhaltung des Abstandes vom Rohbau von 30 cm

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 4 – Konsolen der Pos. 3 mietweise zur Verfügung stellen für jede weitere angefangene Woche

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 5 – Erstellung der Gerüststatik

Pauschal _____ €

Pos. 6 – Sonderleistungen**Pos. 6.1 – Netzbespannungen**

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 6.2 – Überbauungen bei Eingängen

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 6.3 – Fußgängertunnel

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 6.4 – Bauzäune

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 6.5 – Verkehrssicherungen

Pauschal _____ €

Pos. 6.6 Anmietung öffentl. Flächen

Pauschal _____ €

Pos. 6.7 öffentl. Genehmigungen

Pauschal _____ €

Pos. 6.8 Schutzbelag durch Ausbohlen z.B. auf Flachdächer

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Netto-Summe

Titel 2 – Gerüstarbeiten

netto _____ €

15.4.4 Titel 3 – Wärmedämmung/Verfugung/ Brandchutz/Imprägnierung

Pos. 1 – Wärmedämmung hinterlüfteter Fassaden, durchgehend wasserabweisend, vlieskaschiert, Typ WAB nach DIN 4108-10, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda =$ _____, Euroklasse A1 nichtbrennbar, liefern, falls erforderlich zuschneiden, dichtgestoßen und im Verband entsprechend DIN 18516-1 und Herstellervorschrift auf Beton- oder Mauerwerksflächen mechanisch befestigen.

Dicke: _____ mm

angebotenes Fabrikat: _____
_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 2 – Wärmedämmung wie Pos. 1, jedoch für Klebefestigungen mit einer Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene von mind. 1,0 kPa nach DIN EN 13162 im Wulst-Punkt-Verfahren anbringen.

Dicke: _____ mm

angebotenes Fabrikat: _____
_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 3 – Wärmedämmung wie Pos. 1 beschrieben, jedoch für Nassbereiche der Sockelzone und auf horizontalen und geneigten Flächen.

Dicke: _____ mm

angebotenes Fabrikat: _____
_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 4 – Vertikale Windsperrung zur Bewirkung des Strömungswiderstands im Luftspalt an Gebäudeecken bei offenen Fugen einschl. der erforderlichen Befestigungsmittel liefern und montieren. Ausführung nach gesonderter Beschreibung oder Skizze.

Abmessung: _____ mm

Material: _____
_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 5 – Ungezieferschutzgitter aus ALU-Lochblech liefern und fachgerecht anbringen

Abmessung: _____ mm

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 6 – Horizontale/vertikale Brandsperren liefern und fachgerecht anbringen. Ausführung nach gesonderter Beschreibung oder Skizze.

Abmessung: _____ mm

Material: _____
_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 7 – Verfugung nach DIN 18540; Naturwerkstein. Plattenfugen von Staub- und Mörtelresten gründlich reinigen, Haftgrundierung (Primer) auftragen, Hinterfüllprofil einlegen und Fugen mit einem geeigneten Dichtstoff staub- und wasserundurchlässig verschließen.

angebotenes Fabrikat: _____
(Prüfzeugnis vorlegen)

Fugenbreite: 8 -10 mm

Fugen nachglätten, so dass Luftpfeilschlüsse beseitigt werden, und eine glatte, saubere Oberfläche entsteht.

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 8 – Anschlussfugen an andere Bauteile, Fugenbreite 10 – 20 mm, sonst wie Pos. 6 beschrieben.

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 9 – Zulage für das Abblasen der frischen Bewegungsfugen mit Steinmehl

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 10 – Imprägnierung von Fassadenplatten, Fabrikat _____, auf Gesamtfläche / Teilflächen nach Plan _____ aufbringen.

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 11 – Anti-Graffiti-Schutz, Fabrikat _____, auf Gesamtfläche / Teilflächen nach Plan _____ aufbringen.

_____ m x _____ €/m = _____ €

Netto-Summe Titel 3 – Dämmung/Verfugung

netto _____ €

15.4.5 Titel 4 – Naturwerksteinarbeiten/ Hauptpositionen

Pos. 1 – Fassadenplatten für alle Flächen

Plattengröße ca. _____ / _____ mm

gemäß Zeichnung _____

Plattendicke _____ mm

Versetzart: hinterlüftet

Konstruktionsaufbau: _____

Versetzuntergrund: _____

Dämmplattendicke: _____ mm

Rohbautoleranzen: _____ mm

Gesamtkonstruktionsdicke: _____ mm

Ankerauskrugung k = _____ mm

Verankerung: Nichtrostender Stahl nach Zulassung
Z-30.3-6, WStNr. _____ (WK III) laut statischem
Nachweis, Befestigung mit Mörtelanker/Anschrau-
bankern/Anschweißankern/Unterkonstruktion

gemäß Zeichnung _____

Natursteinbezeichnung _____

Petrografische Bezeichnung _____

Oberflächenbearbeitung _____

Dicke: _____ mm

angebotenes Fabrikat: _____

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 2 – Sockelbekleidung

Dicke: _____ mm, Ausbildung nach Detail _____

Natursteinbezeichnung _____

Petrografische Bezeichnung _____

Oberflächenbearbeitung _____

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 3 – Außenfensterbänke

Dicke: _____ mm, Ausbildung nach Detail _____

sonst wie Pos. 1 beschrieben.

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 4 – Zulage zu Pos. 1

für Bekleidung der Brüstungs- und Attikaflächen

Regelhöhe _____ mm

Plattengröße ca. _____ / _____ mm

Plattendicke _____ mm

sonst wie Pos. 1 beschrieben

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 5 – Zulage zu Pos. 1 für Pfeiler- und Leibungs-
flächen, als einseitige/ zweiseitige/dreiseitige oder
_____ Bekleidung

Maß in der Abwicklung _____ mm
(z.B. 300/600/300 mm)

Plattenhöhe _____ mm

Ausführung nach Plan-Nr. _____

Detail _____

sonst wie Pos. 1 beschrieben

Zulage für Eckausbildung siehe Pos. 10

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 6 – Zulage zu Pos. 1 für Untersichtsbekleidungen

ca. _____ mm breit

Plattendicke _____ mm (mind. 40 mm)

Plattenlänge _____ mm

Anhänghöhe _____ mm

sonst wie Pos. 1 beschrieben

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 7 – Zulage zu Pos. 1 für je 1 cm Mehrdicke der
Fassadenplatten aus statischen oder gestalterischen
Gründen

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 8 – Zulage zu Pos. 1 für kleinere, teilweise
geteilte Plattenformate

Plattengröße _____ / _____ mm
einschließlich der erforderlichen zusätzlichen
Verankerungskosten

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 9 – Zulage zu Pos. 1 für die Ausbildung von
Plattensichtkanten, einschließlich dem erforderlichen
Abdicken auf gleichmäßige Plattenstärke

Bearbeitung _____

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 10 Zulage zu Pos. 1

für Eckausbildung mit Falz, z.B. 20/20 mm

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 11 – Zulage zu Pos. 1 für Gehrungsschnitte an
den Plattenkanten

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 12 – Zulage zu Pos. 1 für Eckausbildung
(z.B. für Leibungsplatten) mit Edelstahl-Winkel WK III,
WStNr. _____ nach statischen Erfordernissen

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 12a wie Pos. 12, jedoch mittels Knotenblech

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 13 – Zulage zu Pos. 1 für unsichtbare Schraubverankerung der End- und Eckplatten

_____ St. x _____ €/St. = _____ €

Pos. 14 – Zulage für das Erstellen der erforderlichen Versetzlehrgerüste (Einstellungen) für das Versetzen von freihängenden Platten, z. B. über Öffnungen

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 15 – Zulage zu Pos. 1 bzw. Pos 2 für schräge Anschnitte der Platten über Dachfläche und im Sockelbereich o.ä., einschließlich Materialverlust

_____ m x _____ €/m = _____ €

Pos. 16 – Zulage zu Pos. 2 für nachträgliches Versetzen der Sockelbekleidung

_____ m² x _____ €/m² = _____ €

Pos. 17 – Sonderankerteile aus Edelstahl WK III, WStNr. _____, z.B. für Anschweißplatten, Unterkonstruktionen, Winkelanker, Ankertöpfe etc.

a) liefern je kg EP _____ €/kg

b) liefern und montieren je kg EP _____ €/kg

Pos. 18 – Zulage zu Pos. 1 für Aussparungen, rund oder zwei-/drei-/vierseitig

_____ / _____ mm groß

_____ St. x _____ €/St. = _____ €

Pos. 19 – Gerüstanker, Fabrikat _____ Edelstahl WK III, WStNr. _____, nach statischer Erfordernis, einschließlich Ringösen aus verzinktem Stahl, Deckel aus Kunststoff im Farbton des Naturwerksteins mit der erforderlichen Verlängerung, fachgerecht einsetzen.

a) Typ _____ €/Stück

b) Typ _____ €/Stück

Summe Titel 4 - Naturwerksteinarbeiten

netto _____ €

15.4.6 Titel 5 – Sonstiges

Summe Titel 5 - Sonstiges

netto _____ €

15.4.7 Zusammenstellung:

Titel 1 netto	_____ €
Titel 2 netto	_____ €
Titel 3 netto	_____ €
Titel 4 netto	_____ €
Titel 5 netto	_____ €
Summe netto	_____ €
+ 19% MwSt.	_____ €
Gesamt brutto	_____ €

Der Bieter verpflichtet sich, nach Kenntnis der Ausschreibungsunterlagen, Pläne und Örtlichkeit, die Arbeiten zu den eingesetzten Einheitspreisen fachgerecht und dem Baufortschritt entsprechend auszuführen.

Zeitplan wird mit dem Auftrag festgelegt.

_____, den _____
 Ort Datum

 Stempel/Unterschrift

15.4.8 Stundenlohnarbeiten

Für eventuell anfallende Stundenlohnarbeiten auf Nachweis werden einschließlich aller Nebenkosten (Auslösung, Fahrzeiten usw.) verrechnet (ohne MwSt.):

Facharbeiterstunde _____ €/h

Helferstunde _____ €/h

Diese Arbeiten müssen durch örtliche Bauleitung angeordnet und durch Unterschrift anerkannt werden.

15.4.9 Ausführungsfristen (vom Bieter auszufüllen)

a) Aufmaß und Vorlage der Versetzzeichnungen: _____ Arbeitstage

b) Anfertigen im Werk: _____ Arbeitstage

c) Arbeitszeit am Bau: _____ Arbeitstage

Voraussichtlicher Ausführungszeitraum: _____

15.5 Aufmaß und Abrechnung

Nach VOB DIN 18332 Naturwerksteinarbeiten, Abs. 5.1.1.3 sind bei der Abrechnung von Fassaden die Maße der Bekleidung zu Grunde zu legen.

Eine Außenwandbekleidung besteht grundsätzlich aus den Naturwerksteinplatten, deren Verankerung und Wärmedämmung. Dämmschichten sind deshalb mit den Maßen der Bekleidung abzurechnen. Es ist dabei ohne Bedeutung, ob diese in einer oder verschiedenen Leistungspositionen ausgeschrieben sind.

Bei der Abrechnung nach Flächenmaß (m²) werden Fugen übermessen; bearbeitete Leibungen und bearbeitete Stirnflächen hinzugerechnet.

Öffnungen und Aussparungen in Bekleidungen über 0,1 m² werden abgezogen

16 Besondere Hinweise

16.1 Anti-Graffiti-Schutzmaßnahmen

Das unerlaubte Bemalen oder Beschriften von Fassadenplatten kann insbesondere in innerstädtischen Bereichen zu Problemen führen.

Grundsätzlich sind dichte Natursteine, wie z. B. Granit und Gneis sehr gut zu reinigen. Da durch die naturgegebene Porigkeit der Natursteine jedoch einige Farben tief in das Gefüge der Gesteine eindringen können, ist eine vollständige Reinigung in einigen Fällen nicht möglich. Hierfür werden so genannte Anti-Graffiti-Beschichtungen angeboten.

Durch die Beschichtung der Natursteine mit Anti-Graffiti-Beschichtung soll das Eindringen von Farben verhindert und die Reinigung erleichtert werden. Da diese Beschichtungen nur eine begrenzte Wirkungsdauer aufweisen, müssen diese

Schutzmaßnahmen regelmäßig wiederholt werden. Die Auswahl geeigneter Mittel für eine Schutzschicht ist auf Grund der unterschiedlichen Natursteineigenschaften und der Vielfältigkeit der Produkte sorgfältig zu treffen. Das gewählte Produkt sollte immer am jeweiligen Objekt an Musterflächen erprobt werden.

Die möglichen Schutzmaßnahmen vor Verschmutzungen reichen von Imprägnierungen bis zum Auftrag von Opferschichten, die leicht zu entfernen sind.

Weitere Informationen enthält BTI 3.2 Reinigung und Pflege.

16.2 Reinigung von Fassaden

Während die Fensterflächen in regelmäßigen Abständen gereinigt werden, wird die Unterhaltsreinigung der Naturwerksteinelemente oftmals vernachlässigt. Die Schmutzfahnen der Fensterreinigung gelangen auf die Fensterbänke und werden dann mit dem Regen auf die Fassadenfläche gespült, wo sich optisch unschöne Schmutzablagerungen zeigen.

Diese Schmutzablagerungen sind der Nährboden für Bakterien, Algen und Moose (siehe 16.3).

Durch eine periodische Reinigung der gesamten Fassadenflächen, insbesondere der horizontalen Flächen wie beispielsweise Fensterbänke und Abdeckungen, lassen sich optische Beeinträchtigungen durch Schmutzablagerungen und Veralgungen vermeiden und die Witterungswiderstandsfähigkeit der verwendeten Naturwerksteine wesentlich verbessern.

16.3 Veralgungen an Fassaden

Optische Beeinträchtigungen von Fassaden durch Veralgung, Vermoosung und sonstigen Bewuchs sind standortbedingt möglich und wie die Baugeschichte zeigt unvermeidlich. Sonnenabgewandte Nordseiten, Innenhöfe und stark beschattete Fassadenbereiche, die über längere Zeiträume feucht bleiben, sind besonders anfällig.

Maßgebend ist das örtliche Mikroklima der anzutreffenden Mikroben wie z.B. der chemoorganotrophen Bakterien, Moose, Pilze, Flechten, Aktinomyzeten, Grünalgen.

Ein derartiger Befall ist kein Mangel des betreffenden Naturwerksteins.

Die Beseitigung dieser optischen Beeinträchtigungen kann durch Reinigungsmaßnahmen im Rahmen der erforderlichen Bauwerksunterhaltung erfolgen.

17 Normenverzeichnis

DIN 18202

Toleranzen im Hochbau – Bauwerke

DIN 18299

Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

DIN 18332

Naturwerksteinarbeiten

DIN 18 516 – Teil 1

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Anforderungen, Prüfgrundsätze

DIN 18516 – Teil 3

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Naturwerkstein, Anforderungen, Bemessung

DIN 18540

Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen

DIN 52008

Prüfverfahren für Naturstein; Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit

DIN EN 197-1

Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

DIN EN 1469

Naturstein – Fertigerzeugnisse, Wandbekleidungen – Spezifikationen

DIN EN 1936

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität

DIN EN 1991-1-3

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen
Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009

DIN EN 1991-1-3/NA

Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen Schneelasten

DIN EN 1991-1-4

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen
Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010

DIN EN 1991-1-4/NA

Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

DIN EN 1998-1

Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

DIN EN 12371

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung des Frostwiderstandes

DIN EN 12372

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Biegefestigkeit unter Mittellinienlast

DIN EN 12407

Prüfverfahren von Naturstein – Petrographische Prüfung

DIN EN 12440

Naturstein – Kriterien für die Bezeichnung

DIN EN 12670

Terminologie von Naturstein

DIN EN 13161

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Biegefestigkeit unter Drittlinienlast

DIN EN 13162

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation

DIN EN 13163

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) – Spezifikation

DIN EN 13164

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) – Spezifikation

DIN EN 13165

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) – Spezifikation

DIN EN 13167

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) – Spezifikation

DIN EN 13373

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Maße und anderer geometrischer Merkmale von Naturwerkstein

DIN EN 13755

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Wasseraufnahme unter atmosphärischem Druck

DIN EN 16306

Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Beständigkeit von Marmor bei zyklischer Belastung mit Wärme und Feuchtigkeit

Stichwortverzeichnis

A

Abrechnung	67, 73
Abrechnungszeichnung	67
Ankerbohrloch	38, 51
Ankerdorne	24, 34
Ankerkräfte	52
Ankermörtel	35, 51
Ankerplatten	42
Ankerschiene	48, 51
Anlauffarben	40
Anschlussfugen	28
Anschraubanker	38, 48, 59
Anschweißanker	39, 48
Ausführungsmuster	7
Ausschreibung	68
Ausbruchlast am Ankerdorn	8, 16, 20
Austausch von Platten	55

B

Baubeschreibung	68
Bauzeitenplan	68
Bauwerksabdichtung	28, 30
Bauwerkstoleranzen	57
Befahranlage	19
Befestigung der Bekleidung mit Ankerdorn	24
mit Steckdornen	25
mit Schraubankern	26
mit Profilstegen	27
mit Sonderbefestigungen	27
Befestigung der Dämmplatten	30
Befestigung der Leibungsplatten	18, 45
Bekleidung aus Naturwerkstein	7, 34
von Brüstungen	48
von Decken	51
von Stützen oder Pfeilern	49, 50, 61
Bemessung der Bekleidungsplatten der Verankerung	16, 18 53
Besondere Leistungen	67
Biegefestigkeit	8, 16
bm – Verfahren	20
Bohrgerät	52
Brandschutz	32
Brüstungen	47, 48, 49

D

Dämmstoff	29, 30
Dorne	20, 24, 34, 56
Dormörtel	35
Durchbiegung	18, 43, 46
DNV2	18

E

Eigenlast	9, 18, 51
Elastizitätsmodul	9, 43
Erdbebenlasten	23
Erstprüfung EP	13
Erhöhungsfaktor	18

F

Frostwiderstandsfähigkeit	17
Fuge	28
Fugendichtstoff	28, 35

G

Gerüstanker	35, 62
Gerüstgruppe	62
Gesteinsauswahl	7
Gesteinsprüfung	11
Gleithülsen	24, 35

H

Hinterlüftungszone	23, 28, 29
Hinterschnittanker	27
Halteanker	35, 54

K

Kehlnaht	40, 41
Korrosionsschutz	34, 39

L

Lasten	16, 19, 20, 21, 23
Leibungsplatten	18, 45, 46
Leistungsbeschreibung (Muster)	68
Luftschicht	23, 29
Lüftungsöffnungen	29

M

Magmatische Gesteine	8
Metamorphe Gesteine	8
Mörtelanker	34, 35, 47
Musterplatten	7

N		T	
Naturwerkstein	8	Teilsicherheitsbeiwert	16
Bemessung	16	Textur	7, 11
Berechnungsgewichte	9	Thermische Dehnung	9
Elastizitätsmodul	9	Traganker	35, 54
Festigkeit	8, 16		
Oberflächen	11	U	
Thermische Dehnung	9	Unterkonstruktion	30, 34, 42
Nebenleistungen	67		
Normen	74	V	
Nutlagerung	27	Vandalismus	19
		Verankerung	33, 34, 35
O		Verankerungsgrund	38, 42, 51
Oberflächenbearbeitung	11	Verbindung	34, 44, 45
		Verbindungsteile	46
P		Verbundplatten	27
Pfeilerbekleidung	49, 50	Versetzzeichnung	67
Planung	7, 29, 64	Verwitterung	7, 17
Plattendicke	10, 18, 51		
Plattenformate	18	W	
Porosität	8	Wasseraufnahme	8
Profilsteg	27	Wärmebrücke	31
Prüfantrag	12	Wärmedämmung	29, 30
Prüfungen	11, 14, 16	Wärmedehnung	43
		Wärmeleitfähigkeit	31
R		Werkseigene Produktionskontrolle	13
Regenschutz	28	Werkstoffe	34
Reibungsbeiwert	19	Windlasten	21
Rohbau	33, 57	Winkelverbindung	34, 46
		Windsperre	23
S			
Schutz	7, 28, 29, 32	Z	
Schweißverbindung	39, 40	Zementleim	24, 35
Schweißfachmann	40	Zuglasten	54
Sedimentgesteine	8	Zusatzlasten	19
Sohlbank	18, 45, 46	Zwängungen	19
Stahlgüte	34	Zulassung	
Staudruck	21	Befestigungen	27, 55
Steckdorn	25	Nichtrostende Stähle	34, 39
Stoßlasten	19	Plattendicke	18
Sturzplatten	18, 45, 46	Schnellzement	35
Sicherheitsfaktor	16	Verbundplatten	27
		Wärmedämmung	35

Anhang: Druckvorlage Technisches Merkblatt

Handelsname _____

Gesteinsfamilie _____

Herkunftsort _____

Grundfarbe und Struktur _____

Oberflächenbearbeitung¹ _____

Abmessungen _____

Der Naturwerkstein entspricht den Anforderungen der DIN EN 1469 und ist für die Anwendung als angemörtelte/hinterlüftete* Wandbekleidung/Deckenbekleidung* im Innen- und Außenbereich* vorgesehen.

Der Naturwerkstein ist nicht gespachtelt, nicht geharzt und nicht imprägniert*.

Der Naturwerkstein enthält nachstehende Fremdstoffe (Füllstoffe/Beschichtungen)*:

Art: _____

Menge: _____

Anteil an der Gesamtmasse² _____

Brandverhalten²: Klasse A1 (ohne Prüfung)

Ausbruchlast³ am Ankerdorn (DIN EN 13364) – Gesteinsschichtung nach Bild ____ :

$F_{u5\%} = \text{_____ N}$ bei Reststeindicke $d_1 = \text{_____ mm}$ und $b_A = \text{_____ mm}$

$F_{u5\%} = \text{_____ N}$ bei Reststeindicke $d_1 = \text{_____ mm}$ und $b_A = \text{_____ mm}$

$F_{u5\%} = \text{_____ N}$ bei Reststeindicke $d_1 = \text{_____ mm}$ und $b_A = \text{_____ mm}$

Biegefestigkeit^{3,4} (DIN EN 12372)* / (DIN EN 13161)* – Gesteinsschichtung nach Bild ____ :

$\sigma_{MW} = \text{_____ MPa}$; $\sigma_{u5\%} = \text{_____ MPa}$

Biegefestigkeit^{3,4} (DIN EN 12372)* / (DIN EN 13161)* nach Frostbeanspruchung

(DIN EN 12371) mit 14 FTW – Gesteinsschichtung nach Bild ____ :

$\sigma_{MW} = \text{_____ MPa}$; $\sigma_{u5\%} = \text{_____ MPa}$

Biegefestigkeit^{3,4} (DIN EN 12372)* / (DIN EN 13161)* nach Wasserlagerung⁶

(siehe BTI 1.5, Abs. 2.4.2) – Gesteinsschichtung nach Bild ____ :

MW^4 (trocken) = _____ MPa; MW^4 (nass) = _____ MPa

Wasseraufnahme (DIN EN 13755): $w_{MW} = \text{_____ M-%}$

Rohdichte (DIN EN 1936): $\rho_{MW} = \text{_____ kg/m}^3$

Wasserdampfdurchlässigkeit (DIN EN 12524): KLF⁵

Kapillare Wasseraufnahme (DIN EN 1925): KLF⁵

Erläuterung:

* unzutreffendes bitte streichen

1) Seitenflächen und Rückseite gesägt; Kanten ungefast

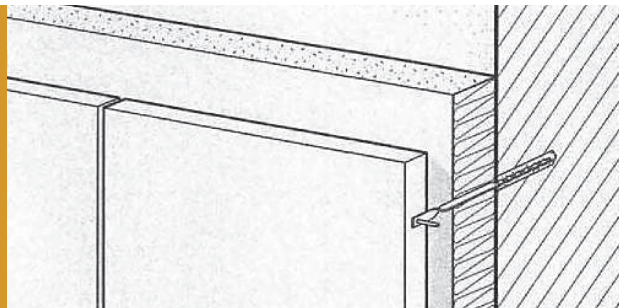
2) Nur wenn der Anteil an brennbaren Stoffen über 1 % (Volumen oder Masse) beträgt, muss das Brandverhalten geprüft und nach EN 13501-1 klassifiziert werden.

3) $F_{u5\%} / \sigma_{u5\%} =$ Untere Erwartungswerte (5-% Quantilenwerte)

4) $\sigma_{MW} / w_{MW} / \rho_{MW} =$ Mittelwerte

5) Keine Leistung festgestellt (ungeprüft)

6) Nur wenn der Unterer Erwartungswert der Biegefestigkeit $\leq 5 \text{ N/mm}^2$ ist



Herausgeber:
Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V.
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
www.natursteinverband.de

Copyright: Printed in Germany 2012
Druck: Kummor GmbH, Kitzingen

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung behält sich der Herausgeber vor.

Die vorliegende Bautechnische Information berücksichtigt die Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisse und langjähriger Erfahrungen aus der Praxis, die sich bei der Ausführung von Naturwerksteinarbeiten ergeben haben. Sie berücksichtigt ferner alle zur Zeit geltenden betreffenden Baunormen und dient vorwiegend als Information für die praktische Anwendung, jedoch nur unter Ausschluss jeglicher Haftung.