

10. Expertengespräch:

Außenwandbekleidungen mit Naturwerkstein

Naturstein lädt in Zusammenarbeit mit Rock and Mineral Consulting Experten zum Gespräch. Ziel der Expertenrunden ist die Vermeidung von Schäden. Hier die Ergebnisse der Diskussion zum Thema »Außenwandbekleidungen«, ergänzt um Produktempfehlungen zum Sammeln.

Die beste Werbung für den Werkstoff Naturwerkstein sind in diesem Baustoff ausgeführte Gebäude. Das gilt natürlich nur für gut geplante und vor allem schadensfrei ausgeführte Natursteinarchitektur. Gute Beispiele dafür finden sich unter den mit dem Deutschen Naturstein-Preis ausgezeichneten Bauten (**Naturstein** 5 / 2007, ▷ S. 58).

»Wandbekleidungen mit Naturwerkstein im Außenbereich« lautete das Thema des zehnten Naturstein-Expertengesprächs. Treffpunkt war das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt), die einzige Stelle Deutschlands für die Erteilung von

allgemeinen bauaufsichtlichen und europäisch technischen Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten; wir danken dem DIBt für die erwiesene Gastfreundschaft!

Die versammelten Fachleute haben die verschiedenen Möglichkeiten der Ausführung von Natursteinfassaden unter der Gesprächsleitung von Hans-Joachim Mehmcke (Beratungsbüro für Naturwerkstein) kritisch diskutiert und Hinweise für die schadensfreie Befestigung von Natursteinplatten an Außenwänden erarbeitet. Mit unseren Hinweisen wollen wir für Risiken sensibilisieren. Wir wollen dazu beitragen, Schäden vorzubeugen und damit teure Reklamationen zu verhindern.

und deren Lagesicherung mit verzinkten Drähten. Die Entwicklung der vom Bauwerk getrennten, hinterlüfteten Fassade mit zwängungsfrei befestigten Fassadenplatten ist zurückzuführen auf Prof. Wilhelm Schaupp. Seine Entwicklungsarbeit fand Eingang in die Bautechnischen Informationen (BTI) des DNV sowie in die DIN 18515 (Trag- und Halteanker, 1970er Jahre) und nachfolgende DIN 18516 (1990er Jahre).

Die größte Veränderung in der Entwicklung der Befestigungsmittel brachten die »nicht rostenden Stähle«. In Verbindung mit dem von Prof. Wilhelm Schaupp entwickelten Konstruktionsprinzip der hinterlüfteten Außenwandbekleidungen ließen sich damit dauerhaft schadensfreie Natursteinfassaden verwirklichen. Eine Weiterentwicklung des Dornsystems stellt die Verwendung von Gleitröhrchen dar; somit konnten thermische Dehnungen des Natursteins spannungsfrei aufgenommen werden. Die Wärmedämmungen führten zu größeren Auskragungen. Winddichte Folien erschwerten die Leibungsbefestigung. Nach und nach kamen als Leibungsbefestigungen Klammern, Doppelklammern, der Scherdorn, Leibungswinkel und der Steckdorn auf den Markt, und um 1988 dann der erste Hinterschnittanker mit der Möglichkeit, Leibungsbefestigungen statisch zu optimieren. Als nächste Entwicklungsschritte folgten Unterkonstruktionen aus Aluminium, zunächst mit offenen Horizontalprofilen (offenes C Profil), dann mit den wesentlich torsionssteiferen geschlossenen Horizontalprofilen. Die Versetzrichtlinien und die Anforderungen der DIN 18516 wurden laufend aktualisiert. In der Energieeinsparverordnung (EnEV) wurden zusätzliche Anforderungen festgeschrieben.

EXPERTENGESPRÄCHE:

- Naturstein im Außenbereich (5/05)
- Imprägnierung von Naturwerkstein (8/05)
- Bauabschlussreinigung (1/06)
- Reinigung von Natursteinfassaden (3/06)
- Reinigung und Pflege von Natursteinböden (5/06)
- Prüfung des Verlegeuntergrunds (10/06)
- Naturwerkstein in Nassbereichen (11/06)
- Treppen aus Naturwerkstein (4/07)
- Hohlböden mit Naturwerkstein (6/07)
- **Außenwandbekleidungen mit Naturwerkstein (8/07)**
- Innenwandbekleidungen mit Naturwerkstein (9/07)

Natursteinfassaden vor 40 Jahren

Die Anforderungen an Fassadenbekleidungen mit 20 bis 40 mm dicken Naturwerksteinplatten haben sich über die Jahre stark verändert. Vor über 50 Jahren wurden derartige Außenwandbekleidungen noch mit angemörtelten und starr verputzten Natursteinplatten ausgeführt. Probleme traten auf: Es kam zu Ablösungen. Benötigt wurde – das begriff man bald – ein fester Aufstand und ein fester Halt. Dies wurde bereits in der ersten Verlege- und Versetzrichtlinie des Deutschen Naturwerkstein-Verbands (DNV) im Jahr 1955 erwähnt. Zwischenstufen auf dem Weg zur hinterlüfteten Fassade war die geschossweise Verankerung der Platten

Schadensbilder an alten Fassaden

Verschiebungen aufgrund von thermischen Dehnungen lassen sich insbesondere in den Eckbereichen der Gebäude erkennen. Typische Schadensbilder sind schalenförmige Ablösungen, Risse, Kantenabplatzungen, Flankenabrisse an der Verfügung, ausgebrochene Fugen, Abplatzungen im Bereich der Verfügung.

Typische Schäden im Bereich der Verankerung sind Haarrisse im Umfeld der Ankerdorne, Ankerausbrüche, veränderte Spachtelungen, abgesackte Leibungen und Stürze sowie Korrosion (Drahtanker).

Mechanische Belastungen können Außenwandbekleidungen mit Naturwerkstein stark beeinträchtigen. Häufig sind Beschädigungen durch Befahranlagen, Anprallschäden im Erdgeschossbereich, Schäden im Fensterbereich durch schräge Lastenaufzüge (z. B. durch Umzugsunternehmen) und Fensterbankbrüche aufgrund von Personenbelastung.

Die Alterung der Werksteine kann Verformungen und eine Abnahme der technischen Werte bewirken.

Der Wahl eines für die jeweilige Anwendung gut geeigneten Natursteins kommt den Experten zufolge eine wesentliche Bedeutung zu. Außerdem hat die Plattendicke Einfluss auf die Fassadenqualität.

Kartierung und Sanierung

Um das genaue Schadensbild einer Fassade zu erfassen, sind Kartierungen von Schadensbildern ausgesprochen hilfreich. Zur Kartierung von Fassaden sind gegebenenfalls petrographisch / mineralogische Sachkenntnisse erforderlich. Veränderungen am Naturstein kann ein petrographisch geschulter Fachmann bewerten.

Zur Aufnahme konstruktiv bedingter Schäden ist technisches Wissen erforderlich.

Ziel der Kartierung alter Fassaden ist immer auch die Bewertung der Standsicherheit. Zur Beurteilung der Standsicherheit gehört immer eine ordentliche Diagnose der Schadensursachen, dies umso mehr, als der Einfluss der Bewitterung und die Streuung der Steifigkeiten nicht vorhersehbar sind. Die Experten empfehlen, bei der Fassadenplanung grundsätzlich so viel Sicherheit einzubauen, dass auch nach langen Stand-

zeiten die Restsicherheit noch ausreichend ist. Bei der Planung nach DIN 18516-3 ist aufgrund der Materialstreuung und Einflüsse der Bewitterung ein globaler Sicherheitsbeiwert von 3,0 zu berücksichtigen.

Fassaden mit Alterungserscheinungen sind regelmäßig zu überprüfen (vgl. Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten, erstellt von der Bauministerkonferenz). Besonders intensiv dann, wenn Schäden festgestellt wurden, die nicht statisch bleiben, sondern sich weiter entwickeln. Für die Überprüfung alter Fassaden sind unbedingt Fachbetriebe heranzuziehen. Folgende Regelwerke können zur Beurteilung herangezogen werden. DIN 18516, Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, DIN 18332, Naturwerkstein, DIN EN 1469, Naturwerkstein-Bekleidungsplatten, DNV, BTI 1.5 Fassadenbekleidungen, DNV, BTI 1.7 bauchemische und bauphysikalische Einflüsse, BQÜ (Baubegleitende Qualitätsüberwachung) vom FVHF (Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V.).

Bei der Neuerrichtung und der Sanierung von hinterlüfteten Fassaden ist zusätzlich die Energieeinsparverordnung (EnEV) zu berücksichtigen. Dies sind im Besonderen § 7 (Wärmebrücken) und § 9 (Änderung von Gebäuden).

Wenn es zu Schäden kommt, werden auch alte Fassaden am aktuellen Stand der Technik gemessen. Die Experten empfehlen, vor dem Schadensfall zu handeln. Nach der Erfahrung von Reiner Krug, Geschäftsführer und Technischer Berater des Deutschen Naturwerkstein-Verbands (DNV) sind 80 bis 90% der 30 bis 40 Jahre alten Fassaden sanierungsbedürftig. Grundsätzliche Kontrollen sind hier unerlässlich. Die zu prüfende Fassade muss abgefahren und sorgfältig untersucht werden; im Bedarfsfall ist jede einzelne Platte zu kontrollieren. Die Kartierung muss sorgfältig und fachkundig vorgenommen werden. Ansonsten kann der Prüfende sehr schnell in die Haftung geraten, wenn sich nachfolgend Schäden einstellen sollten.

Achtung:

Mit einer Inaugenscheinnahme einer Fassade vom Bürgersteig aus ist es nicht getan!

Wenn die Prüfung ergibt, dass eine Fassade zu stark geschädigt ist, als dass sich eine Sanierung lohnen würde, darf man nach Überzeugung der Experten keine Kompromisse eingehen. Die Fassade ist dann rückzubauen und zu erneuern.

Bei Schadensfällen an Fassaden sind häufig keine planenden Architekten eingebunden. Deshalb sollte sich der Steinmetz oder Natursteinunternehmer davor hüten, in die Planungshaf-

KURZINFO:

Sanierung und Sicherung von Fassaden

Bei der Sanierung einer Fassade soll erreicht werden, dass die vorhandene Fassade im Sicherheitsniveau in einen Zustand versetzt wird, der einer neuwertigen Fassade oder einer Fassade mit gleicher restlicher Standzeit ohne erhöhten Wartungsaufwand entspricht. Die Sicherung einer Fassade wehrt lediglich Gefahren ab und es ist eine laufende Kontrolle der Sicherungsmaßnahmen in vorgegebenen Zeitabständen erforderlich. Die Sanierung einer Fassade hat nach den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen und es sind die Technischen Baubestimmungen zu beachten. Eine geregelte Bauart stellt die Ausführung nach DIN 18516-3 dar (z. B. Dornbefestigung). Ebenso können aber auch allgemein bauaufsichtlich zugelassene Befestigungen (z. B. Hinterschnittbefestigungen) verwendet werden. Alle anderen Befestigungen be-

dürfen einer »Zustimmung im Einzelfall«. Es muss bei den neu gewählten statischen Systemen überprüft werden, ob die noch vorhandenen Festigkeitswerte des Naturwerksteins ausreichend sind. Die Sicherung von Fassaden beschränkt sich in der Regel auf die zusätzliche Befestigung von Fassadenplatten. Es muss hierbei beachtet werden, dass die neuen statischen Systeme nicht mehr im Sinne von DIN 18516-1 zwangsfrei sind und zusätzliche Beanspruchungen in der Fassadenplatte hervorrufen können. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass eine Sanierung durch zusätzliche Befestigungen Sinn macht, wenn die Befestigung der Fassadenplatte das Problem für die Standsicherheit darstellt. Stellt die zu geringe Biegefestigkeit das Standsicherheitsproblem dar, ist eine zusätzliche Befestigung wenig erfolgversprechend.

KURZINFO:

Beispiele zur Eignung von Naturwerkstein im Fassadenbereich

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich ausschließlich auf Naturwerksteine für den Einsatz als vorgehängte und hinterlüftete Fassaden:

Granite und Granodiorite, Diorite, Pegmatite sowie generell saure, kieselsäurereiche Plutonite
Meist gut geeignet. Bei Gesteinen mit hohen Pyritgehalten oder zu Hämatit umgewandelten Magnetiten kann es zu Rostflecken kommen. Hier ist im Vorfeld des Einsatzes eine petrographische Prüfung erforderlich.

Syenite, Larvikite
Meist unbedenklich. Gesteine mit hohem Anteil an Alkalimineralen können durch sauren Regen angegriffen werden.

Gabbros, Norite, Anorthosite (kieselsäurearme Tiefengesteine)
Meist unbedenklich. Bei saurem Regen können basische, calciumreiche Feldspäte, die für diese Gesteine typisch sind, angegriffen werden. Dieser Prozess läuft jedoch meist sehr langsam ab.

Alkaligesteine
Meist sehr empfindlich gegen sauren Regen. Bei Durchfeuchtung anfällig für eine mikrobiologische Besiedlung.

Saure kieselsäurereiche Vulkanite (»Porphyre«)
Verhalten sich wie Granite und verwandte Gesteine. Meist unbedenklich. Tuffe besitzen oft keine sehr hohe Verwitterungsresistenz. Poröse Gesteine sind bei Durchfeuchtung anfällig für eine mikrobiologische Besiedlung.

Basische, kieselsäurearme Vulkanite (Basalte, Diabase, Dolerite)
Verhalten sich wie Gabbros und verwandte Gesteine. Poröse Gesteine sind anfällig für eine mikrobiologische Besiedlung.

Vulkanische Alkaligesteine
Im Allgemeinen empfindlich gegen sauren Regen und bei Durchfeuchtung anfällig für eine mikrobiologische Besiedlung.

Gneise, Migmatite, Granulite
Im Verhalten meist ähnlich Granit und verwandten Gesteinen. Metamorphite schwanken stark in ihrer Zusammensetzung und ihrem technischen Verhalten. Vor dem praktischen Einsatz sind petrographische Untersuchungen bezüglich ihres Langzeitverhaltens zu empfehlen.

Quarzite und Glimmerquarzite
Meist unproblematisch und nicht anfällig für mikrobiologische Besiedlung. Vorsicht beim Auftreten anderer Minerale als Quarz, die nicht verwitterungsresistent sind. Hier sind eine petrographische Untersuchung und spezifische Tests unbedingt erforderlich.

Calcitmarmore, Silikatmarmore und Serpentine
Unterliegen der Kohlensäureverwitterung. Bei saurem Regen erfolgt rasch Politurverlust. Pyritgehalte in hellen Varietäten können zu Rostflecken führen. Einige Calcitmarmore neigen im eingespannten Zustand dazu sich zu verbiegen.

Dolomitmarmore
Sind etwas beständiger als Calcitmarmore gegen sauren Regen. Sonst gleiches Verhalten. Einige Dolomitmarmore neigen im eingespannten Zustand dazu sich zu verbiegen.

Metamorphe Schiefer
Können in ihrer Zusammensetzung stark schwanken. Hier ist vor dem Einsatz eine petrographische Untersuchung dringend zu empfehlen.

Kieselige, nicht karbonatisch gebundene Sandsteine
Häufig unproblematisch, vorausgesetzt sie verfügen über ausreichende Festigkeiten. Ein leichtes Absanden ist bei dieser Gesteinsgruppe normal.

Karbonatisch gebundene Sandsteine
Werden durch sauren Regen angegriffen, was zu einem verstärkten Absanden führen kann. Bei Durchfeuchtung anfällig für mikrobiologische Besiedlung.

Dichte Kalksteine
Werden äußerlich durch sauren Regen angegriffen, was bei farbigen Varietäten zu einem Ausbleichen führt.

Oolithische Kalksteine
Werden durch sauren Regen angegriffen. Die Ooide brechen dann heraus. Als Folge wird die Oberfläche sehr schnell rau. Poröse Varietäten sind bei Durchfeuchtung anfällig für mikrobiologische Besiedlung.

Travertine
Werden durch sauren Regen angegriffen und bleichen dann aus oder verlieren ihre Festigkeit. Viele poröse Varietäten sind anfällig für biologische Besiedlung.

Konglomerate und Brekzien
Verhalten ähnlich wie bei Sandsteinen. Kieselig gebundene Varietäten mit Fragmenten kieseliger Gesteine sind verwitterungsresistenter. Karbonatisch gebundene werden durch sauren Regen angegriffen. Fragmentkörner können ausbrechen. Bei Durchfeuchtung sind karbonatisch gebundene, poröse Varietäten anfällig für mikrobiologische Besiedlung.

Dolomite
Werden durch sauren Regen angegriffen wenn auch schwächer als Kalksteine. Farbige Varietäten bleichen dann aus.

tung zu geraten; er kann den Rückbau empfehlen, aber entscheiden sollte der Bauherr oder der Architekt.

Natursteinfassaden im 21. Jahrhundert

Für die Befestigung der Fassadenplatten aus Naturwerkstein werden heute folgende Verfahren bzw. Systeme genutzt:

- Dornbefestigung mit Einmörtelanker (Trag- und Halteanker, die eingemörtelt werden = klassischer Mörtelanker)
- Dornbefestigung mit Schnellmontageanker (Trag- und Halteanker,

die an Dübeln oder Ankerschienen befestigt werden = Schraub- oder Dübelanker)

- Dornbefestigung mit Unterkonstruktion
- Nutlagerung mit Profilstegen auf Unterkonstruktion
- Hinterschnittbefestigung mit Unterkonstruktion (Hinterschnittdübel)
- Anschweißanker (Trag- und Halteanker, die an Ankerplatten oder Unterkonstruktionen geschweißt werden)
- Elementbauweise

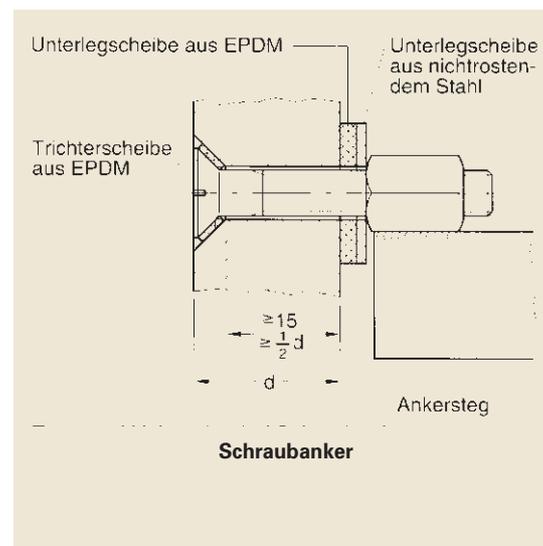
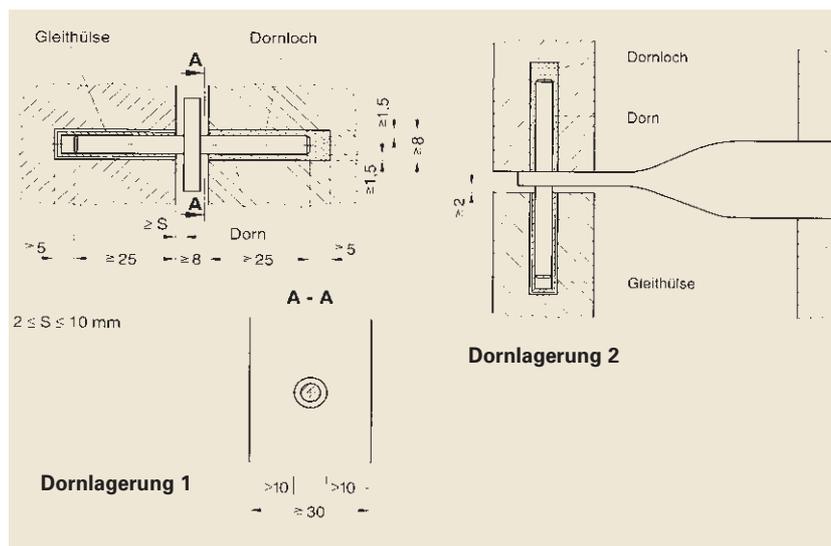
Einige der Befestigungs- und Verankerungssysteme sind in DIN 18516-3 geregelt. Alle anderen benötigen einen Verwendbarkeitsnachweis, beispielsweise in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Gesteinsauswahl

Nicht jeder Naturwerkstein ist für jede Anwendung geeignet. Das gilt insbesondere für Außenbereiche, in denen mit Witterungseinflüssen gerechnet werden muss. Eine richtige Gesteinsauswahl setzt unbedingt Fachwissen voraus, betonte der Geologe Dr. Albrecht Germann. Grundsätzlich bereiteten Tiefengesteine mit ihrem engen Kornverband weniger Probleme als z.B. Sedimentgesteine, deren teilweise kalkige Bindemittel von Säuren (z. B. CO₂ aus der Luft) angegriffen werden könnten. Sedimentgesteine bieten einer biologischen Besiedlung ein angenehmes Umfeld, was deren Wachstum begünstigt. Schadensträchtig seien z. B. einige Oolithkalksteine und mancher Travertin (▷ Kasten). Architekten wählen Steine oft ihrer Farbe wegen aus. Über die Eigenschaften sind sie sich nicht immer im Klaren, obwohl sie in der Planungshaftung stehen. Eine gute Beratung ist nach Überzeugung der Experten unerlässlich; für die Projektierung größerer Bauvorhaben empfehlen sie eine petrographische Prüfung des gewählten Gesteins. Die Prüfungsergebnisse geben Aufschluss darüber, ob der gewählte Stein auch in exponierter Lage den Witterungseinflüssen widerstehen kann. Wer sich nicht auskennt und auf eine Beratung oder Prüfung verzichtet, riskiert eine deutlich eingeschränkte Nutzungsdauer der Fassade. Aus einem Steinbruch werden über die Jahre unterschiedliche Qualitäten ein- und derselben Gesteinsorte gewonnen. Im Vorfeld großer Aufträge lohnt sich nach Meinung der Experten eine Untersuchung vor Ort im Bruch. 10 000 m² mit einem Stein zu planen, von dem nur ein Prüfzeugnis aus dem Jahr 1970 existiert, ist daher äußerst riskant.

Achtung:

Soll ein für den Verwendungszweck ungeeigneter Stein zur Anwendung kommen, hat der beauftragte Natursteinunternehmer die Pflicht, Bedenken anzumelden.



Wenn ein Natursteinfachmann einem Planer eine bestimmte Gesteinssorte als Alternative zum ursprünglich gewählten Material empfiehlt, wird er planerisch tätig und geht in die Planungshaftung.

Nach der Produktnorm für Fassadenplatten, der DIN EN 1469 ist die CE-Kennzeichnung verpflichtend. Für die CE-Kennzeichnung hat derjenige zu sorgen, der einen Stein in den Handel bringt. Eingetragen werden müssen die Kennwerte für bestimmte Eigenschaften der Fassadenplatten (z.B. Biegefestigkeit und Ausbruchlast am Ankerdorn), die man als Hersteller durch entsprechende Prüfungen festgestellt hat. Für die angegebenen Kennwerte steht der Hersteller ein. Diese technischen Werte müssen auch nach Ende der Gewährleistungsfrist (meist fünf Jahre) bei möglichen Bestätigungsprüfungen noch erreicht werden. In die statische Berechnung fließen die Werte aus der CE-Kennzeichnung ein, die durch Prüfzeugnisse nachgewiesen werden. Ein Steinmetz, der eine Fertigarbeit aus dem europäischen Ausland kauft, hat als Käufer bzw. Besteller der Ware die Pflicht, sich im Rahmen einer Wareneingangskontrolle davon zu überzeugen, dass die Qualität der gelieferten Ware den technischen Vorgaben (Eigenschaften der Fassadenplatte) entspricht. Diese Vorgaben sollten bereits im Liefervertrag möglichst genau formuliert werden. In diesem Zusammenhang sowie generell im Zusammenhang mit der Festlegung technischer Kennwerte für Natursteinfassadenplatten empfiehlt sich die Zu-

sammenarbeit mit einer auf dem Gebiet der Natursteinprüfung erfahrenen Prüfstelle.

Hintermörtelte Außenfassaden

Bei hintermörtelten Außenwandbekleidungen ist die DIN 18515-1 zu berücksichtigen. Hier werden für nur durch Hintermörtelung oder Kleber befestigte Fassadenplatten erhebliche Einschränkungen vorgenommen. So müssen diese Werkstücke in der Fläche $0,12 \text{ m}^2$ sein, die Kantenlänge $0,40 \text{ m}$ darf nicht überschritten werden und die Dicke darf $0,015 \text{ m}$ nicht

übersteigen. Das einzelne Werkstück darf nicht mehr als $1,5 \text{ kg}$ wiegen. Wird davon abgewichen, so ist entsprechend der DIN 18516 vorzugehen.

Klassische Mörtelverankerung

Von Vorteil sind der günstige Preis, die Justierbarkeit des Systems und die große Erfahrung der Natursteinunternehmer und Versetzer mit diesem Verfahren, bei dem man aber nach Ansicht einiger Experten auch Fehler machen kann. Eher nachteilig ist, dass man große und damit teure

KURZINFO:

Vorteile der Dornlagerung

Planungssicherheit / Planungsfreiheit

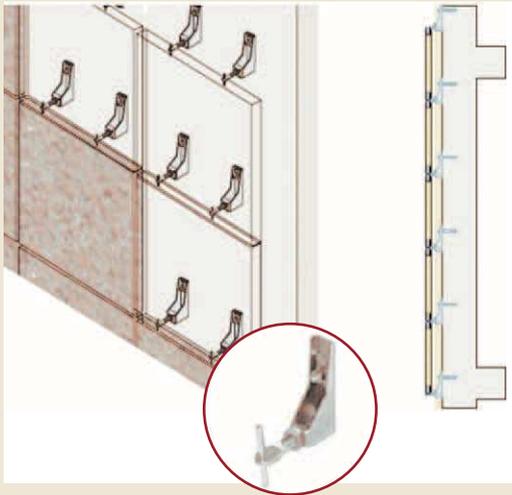
- Einfaches, sicheres und seit vielen Jahrzehnten bewährtes System für die Verankerung von Außenwandbekleidungen aus Naturwerkstein nach DIN 18516-3
- Große Einbindetiefe der Dorne (mind. 25 mm) gewährleistet hohe Lage- und Tragsicherheiten
- Für alle Natursteinarten, auch grobporige Natursteine und relativ weiche Sandsteine geeignet
- In Verbindung mit eingemörtelten Ankern ein einfacher Ausgleich auch größerer Bautoleranzen möglich
- Durch die individuelle Anpassung bei der Montage wird ein perfektes Fugenbild der Fassadenbekleidung aus Naturstein ermöglicht
- Änderung der Fugenschnitte der Natursteinbekleidung noch kurz vor der Montage möglich
- Verformbarkeit der Dorne; sie bieten hohen Schutz gegen ungewollte Zwängun-

gen und daraus resultierenden Plattenbrüchen

- Nachgewiesene Erdbebentauglichkeit.
- In Verbindung mit Unterkonstruktion unabhängig von der gewählten Bauweise
- In Verbindung mit Unterkonstruktion optimale Bauweise im Hinblick auf die neueste Energieeinsparverordnung

Wirtschaftlichkeit

- Einfache, kostengünstige Herstellung der Bohrungen im Naturstein ohne Spezialbohrmaschinen und -bohrer
- Keine aufwändige Überprüfung der Bohrlochgeometrie mit Messgeräten erforderlich
- Relativ große Toleranzen bei der Bohrlochherstellung erlaubt
- Nachgewiesene Langlebigkeit und geringe Unterhaltsaufwendungen
- Geringer Anteil der Verankerungskosten im Verhältnis zu den Natursteinkosten



Befestigung von Fassadenplatten mittels Body-Ankern zum Andübeln

Bohrmaschinen verwenden muss und fürs Versetzen Kolonnen von drei Leuten braucht. Die im Untergrund eingemörtelten Ankerstege stellen Wärmebrücken dar; daher kann die klassische Mörtelverankerung energetisch anderen Systemen unterlegen sein. Im Tragwerk müssen relativ große Bohrungen (bis max. 50 mm) eingebracht werden. Die Belastung des Rohbaus ist abhängig von der Plattengröße und der Anzahl der Anker.

Befestigung mittels Body-Ankern zum Andübeln

Beim Einsatz von Schnellmontageankern, die über Dübel am Bauwerk verankert werden, kommt man laut Abit Yesilkaya (Haz Metal) im Vergleich mit der Mörtelverankerung mit viel kleineren Bohrlöchern und somit viel billigeren Bohrmaschinen aus (keine Kompressoren). Fürs Versetzen sind statt Dreierkolonnen (Mörtelverankerung) nur je zwei Mann erforderlich (daher um ca. 25% mehr Produktivität). Dübelanker las-

sen sich je nach Typ und Form dreidimensional justieren; auch Schrägstellungen sind möglich. Bei Normalausführung beträgt die Toleranz +/- 2cm (bis +/- 5 cm je nach Bedarf, z. B. für Sanierungsarbeiten). Früher waren Dübel relativ teuer. Heute lassen sie sich laut Abit Yesilkaya viel günstiger produzieren, weshalb dieser Nachteil entfällt. Unter Berücksichtigung der Montagevorteile ist der Einsatz von Schnellmontageankern günstig. Die Bohrlöcher sind kleiner als bei der klassischen

KURZINFO:

Vorteile der Hinterschnitttechnik

Planungssicherheit / Planungsfreiheit

- 1989 Einführung der Hinterschnitttechnik für die Befestigung von Naturwerksteinplatten, heute nennt die DIN 18516 neben den ursprünglichen Befestigungen die Hinterschnittanker als akzeptierter Stand der Technik
- Immer neuester Stand der Technik; bereits 1995 vom Deutschen Institut für Bautechnik allgemein bauaufsichtlich zugelassen für die Befestigung von Naturwerksteinplatten. Derzeit national und europaweit zugelassen für die Befestigung von Weich- und Hartgesteinen (ETA-05/0266 fischer FZP-Anker, ETA-06/0253 KEIL Hinterschnittanker KH und Z-21.9-1555 fischer FZP-W-Anker)
- Modernes und für die Anwendung wirtschaftliches Bemessungsverfahren bei größtmöglicher Freiheit in der Planungs- und Ausführungsphase, z. B. freie Platzierung der Anker auf der Plattenrückseite, flexible Gestaltung der Unterkonstruktion, komplett unsichtbare Befestigung, Option der Demontierbarkeit einzelner

oder aller Fassadenplatten, temperatur- und klimaanabhängige Montage mit hohem Vorfertigungsgrad im Werk oder auf der Baustelle möglich

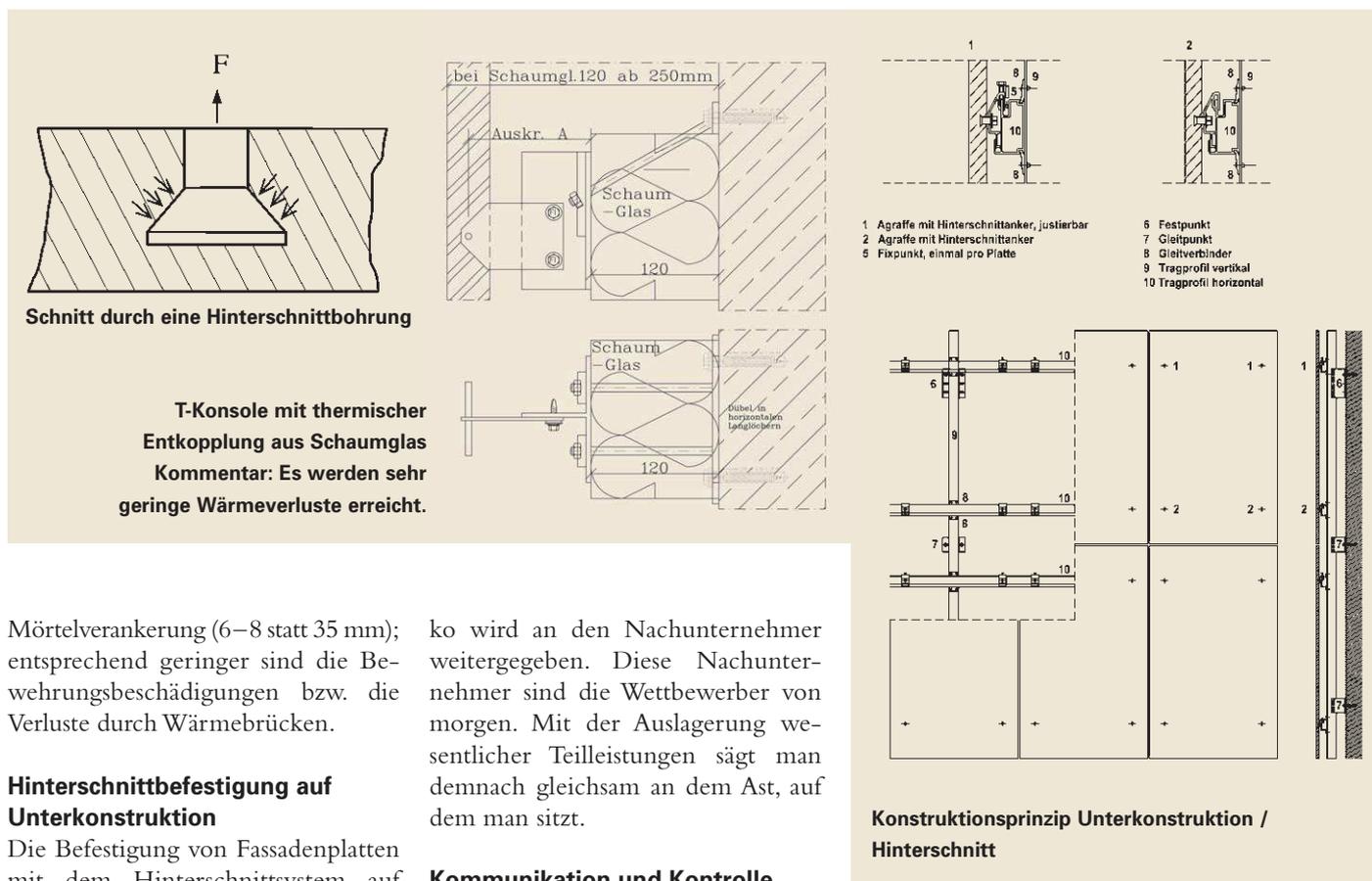
- Langlebige und sichere Fassaden mit hohem Sicherheitsniveau unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit und Streuung des Naturwerksteines schon im Bemessungsverfahren
- Ausbruchkräfte bis zu siebenmal höher als bei Randbefestigungen u.a. dadurch bedingte Möglichkeit der Verwendung von größerformatigen Platten als bei einer Randbefestigung mit gleichem Sicherheitsniveau
- Kombination von unterschiedlichsten Fassadenbekleidungsmaterialien auf gleicher Unterkonstruktion möglich, z.B. Naturwerkstein und Glas
- Im Labor und in der Praxis nachgewiesene Erdbebentauglichkeit
- Optimale Fassadenkonstruktionen im Hinblick auf die neuesten Energieeinsparverordnungen möglich
- Mehr Freiheit im zeitlichen Bauablauf, da

mit der Montage der Unterkonstruktion schon vor Fertigstellung der Fassadenplatten begonnen werden kann

- Hinterschnittsysteme in Kombination mit einer Unterkonstruktion sind unabhängig von der gewählten Bauweise

Wirtschaftlichkeit

- Reduzierung der Plattendicken durch die systembedingt höheren Bruchlasten und Optimierung des statischen Systems. Dadurch Verringerung des Montageaufwandes, der Material- und Transportkosten; d. h. Kalkulatorischer Vorteil bei der Fassadenmontage durch Optimierung des Systems
- Im Gegensatz zu Steckdornbefestigungen von Leibungsplatten ist es durch die freie Wahl der Hinterschnittankerpositionierung möglich, größerformatige Leibungen zu realisieren
- Langlebigkeit und geringe Unterhaltsaufwendungen
- Wertsteigerung des Objektes im Bezug auf Akzeptanz und Vermarktung



Mörtelverankerung (6–8 statt 35 mm); entsprechend geringer sind die Bewehrungsbeschädigungen bzw. die Verluste durch Wärmebrücken.

Hinterschnittbefestigung auf Unterkonstruktion

Die Befestigung von Fassadenplatten mit dem Hinterschnittsystem auf Unterkonstruktion erlaubt eine vergleichsweise einfache, schnelle und witterungsunabhängige Montage. Zudem schneidet die Befestigung auf UK bzgl. der Minimierung von Wärmebrücken am besten ab. Zum Vergleich mit anderen Systemen ist der Materialaufwand höher; dennoch stellt es in vielen Fällen eine wirtschaftliche Lösung dar. An bislang vor allem im Ausland üblichen Pfosten-Riegel-Konstruktionen oder Stahl-/Beton skelettbauwerken kann dieses System vorteilhaft eingesetzt werden.

Auslagerung von Teilleistungen

Die Ausführung der Natursteinbekleidung von Außenwänden ist nach Überzeugung der Experten theoretisch gut vorbereitet, wird aber in der Praxis oft nicht ausreichend überwacht und kontrolliert. Nur große Firmen verfügen über eine eigene Technik, Bauleiter und eigenes Versetzpersonal. Die Technik wird zunehmend an spezialisierte Dienstleister delegiert, d. h., viele Firmen geben durch die Auslagerung von Teilleistungen erhebliches Fachwissen ab. Dieses Fachwissen ist jetzt teilweise bei Nachunternehmern wie guten technischen Büros und guten Versetzfirmen angesiedelt. Das Risi-

ko wird an den Nachunternehmer weitergegeben. Diese Nachunternehmer sind die Wettbewerber von morgen. Mit der Auslagerung wesentlicher Teilleistungen sägt man demnach gleichsam an dem Ast, auf dem man sitzt.

Kommunikation und Kontrolle

Umso wichtiger ist nach Überzeugung der Experten die Kommunikation aller an der Bekleidung einer Fassade beteiligten Fachleute und die Überwachung und Kontrolle der Arbeiten vor Ort. Viele kostspielige Schäden könnten durch den Einsatz eines sachkundigen Bauleiters vermieden werden. Das müsse man der Bauherrschaft vermitteln. Der FVHF hat aus diesem Grund die erfolgreiche BQÜ (baubegleitende Qualitätsüberwachung), die bereits für zahlreiche Vorhangmaterialien Anwendung findet, auch für die Naturwerksteinfassade weitergeschrieben. Zielsetzung ist:

- Planungssicherheit für alle Beteiligten
- Qualitätssicherheit für den Bauherrn
- Der Planer wird bereits im Vorfeld auf Mängel aufmerksam gemacht.
- Die BQÜ übernimmt die Plausibilitätsprüfung und die Überprüfung der laufenden Bauausführung. Damit können auch unberechtigte Zahlungseinbehalte vermieden werden.

Zur Fassadenqualität

Nach Einschätzung einiger Experten hat sich die Qualität der Natursteinfassaden in den letzten 15 Jahren ver-

schlechtert – trotz weiter entwickelter Regelwerke. Der Trend geht leider zur Billigfassade. Unter dem massiven Preisdruck leidet zwangsläufig die Qualität. Dabei wird seitens der Bauherrn, Planer und Generalunternehmer erwartet, dass der Natursteinunternehmer den allzu günstigen Preisen zum Trotz eine mangelfreie Arbeit abliefert. Das ist unter dem enormen Preisdruck oft kaum möglich. Wenn dann noch an der Kontrolle der Arbeiten vor Ort gespart wird, kann es zu überaus kostspieligen Schäden kommen, die dann allen Beteiligten auf schmerzhaft Weise deutlich machen, dass sich die Vergabe von Aufträgen an den jeweils Billigsten letztlich nicht lohnt.

Laut Wojciech Zajac, Geschäftsführer der Versetzfirma Elkam GmbH Polen mit Niederlassung in Düsseldorf, ist die Qualität der in Deutschland ausgeführten Natursteinfassaden in den letzten 15 Jahren nicht schlechter geworden. Man profitiere vor allem von der Verbesserung der Befestigungsmaterialien. Problematisch sei jedoch die große Vielfalt an Gesteinssorten, die heute Anwendung finden. Mit

KURZINFO:

Regeln für die Befestigung und Verankerung von Fassadenplatten

Bei der Planung und Ausführung von Natursteinfassaden sind folgende technische Regeln zu berücksichtigen:

- Technische Regeln der Liste der Technischen Baubestimmungen (Planungs- und Bemessungsnormen), insbesondere sind dies: DIN 1055, Lastannahmen; DIN 18516, Außenwandbekleidungen, hinterlüftet
- Technische Regeln der Bauregellisten A und B (Produktnormen - Ü-Zeichen; CE-Kennzeichnung), insbesondere sind dies: DIN 18516, Teil 3 (Ü-Zeichen für Naturwerksteinplatten); DIN EN 1469 Naturwerkstein - Bekleidungsplatten (CE-Kennzeichnung für Naturwerksteinplatten)
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 für Erzeugnisse, Verbindungs- mittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen (sowohl Planungs- und Bemessungsregel als auch Produktregel, Ü-Zeichen für Dornbefestigungen, Mörtel- und Schnellmontageanker)
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / europäische technische Zulassungen für Befestigungs- Verankerungssysteme die nicht in DIN 18516, Teil 3 geregelt sind (sowohl Planungs- und Bemessungsregel als auch Produktregel, Ü-Zeichen /CE-Kennzeichnung für Hinterschnittbefestigungen und Dübelverankerungen)
- DIN 18515 Außenwandverkleidungen, Teil 1: Angemörtelte Fliesen oder Platten
- VOB C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (ATV) – DIN 18332 Naturwerksteinarbeiten
- EnEV (Energiesparverordnung)

KURZINFO:

Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Wärmeschutzanforderungen an eine Gebäudehülle sind in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt. Hiernach sind konstruktive Wärmebrücken, wie z. B. Verankerungen, beim Wärmeschutznachweis nach den Regeln der Technik zu berücksichtigen. Für den Nachweis der Wärmebrücken lässt die EnEV drei verschiedene Verfahren zu.

- a) Berücksichtigung durch Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten um $UWB = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,
- b) bei Anwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Bbl 2 Berücksichtigung durch Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten um $UWB = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,

c) durch genauen Nachweis der Wärmebrücken nach DIN 4108-6 in Verbindung mit weiteren anerkannten Regeln der Technik.

Der Nachweis nach Pkt. b) entfällt für Verankerungen, da die Natursteinverankerung nicht Bestandteil der Planungsbeispiele nach DIN 4108 ist. Der Einzelnachweis entsprechend c) kann über eine individuelle Berechnung oder bereits berechnete Wärmebrücken (z. B. Wärmebrückenkatalog) geführt werden. Im Regelfall sind den Fachplanern die Wärmeverluste durch Verankerungen nicht bekannt und beim Wärmeschutznachweis wird im Regelfall auf einen allgemeinen Zuschlag von $UWB = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ zurückgegriffen. Die Größe des Wärmeverlustes durch Verankerungen ist im Wesentlichen vom Querschnitt der Verankerung und der Anzahl je Quadratmeter Wandfläche abhängig.

vielen Sorten habe man keine Erfahrung. Die Qualität der gelieferten Platten aus ein und demselben Stein sei oft sehr unterschiedlich; bisweilen habe bereits der Transport zum Bruch eines Teils der Platten geführt. Geologe Dr. Albrecht Germann wies darauf hin, dass aus China kommende Gesteinsorten oft von verschiedenen Abbaustellen stammen und somit unterschiedliche Eigenschaften

aufweisen. Problematisch sei auch die vielfach ungenaue oder schlichtweg falsche Gesteinsbezeichnung. Wer einen Granit kaufe, erwarte auch die Eigenschaften von Granit. Wenn es sich aber gar nicht um einen Granit handle, der Stein aber als solcher verbaut werde, seien Schäden vorprogrammiert (siehe Kapitel Gesteinsprüfung).

Als problematisch bewertet wird die Qualität vieler Leistungsverzeichnisse vor allem öffentlicher Auftraggeber. Der Deutsche Naturwerkstein-Verband bietet in seinen Bautechnischen Informationen Muster-texte für eine vernünftige Leistungsbeschreibung und weitere Hinweise für die Planung (Zugänglichkeit zur Baustelle etc.).

Trends und Perspektiven

Die Bauzeiten werden immer kürzer, der Einsatz von Bauchemie nimmt zu und die Anforderungen an die Qualität der Ausführung steigen. Die Architektenausbildung konzentriert sich auf den Entwurf; die technische Ausbildung wird an den Rand gedrängt. Deshalb sind Architekten, was die Auswahl und Anwendung von Naturwerkstein betrifft, zunehmend auf eine hervorragende Beratung durch Fachleute angewiesen. Naturstein ist ganz klar ein kommunikativer Baustoff, also einer, den man nicht unhinterfragt verwenden kann.

Viele Auftraggeber und Auftragnehmer haben erfahren, dass die in den letzten 15 Jahren übliche Vergabe an Generalunternehmer oft zu Problemen führt. Aus Sicht der Experten ist ganz klar die gewerksweise Vergabe zu empfehlen.

Architekten achten aufgrund oft leidvoller Erfahrungen wieder verstärkt auf Ausführungskompetenz und -qualität. Ausländische Gesteinsorten werden sorgfältiger geprüft, zunehmend auch durch Untersuchungen vor Ort.

Was die verschiedenen konstruktiven Möglichkeiten betrifft, werden im Ausland die Bauwerke vorrangig in Pfosten-Riegel-Konstruktion erstellt, z. B. als filigrane, hoch bewehrte Stahlbetonbauwerke. Hier können Fassadenplatten nur über Unterkonstruktionen befestigt werden (Befestigung der Platten einzeln über Hinterschnittanker oder Dorne sowie in Form von Elementen). Die Montage ist einfach, was die relativ hohen Materialpreise relativieren kann. Dass Wärmebrücken reduziert werden ist ein großer Pluspunkt dieser Systeme, der künftig eher noch stärker positiv bewertet werden wird.

In Deutschland und auch Polen wird nach wie vor massiv gebaut. Die deutsche Natursteinindustrie ist bekannt für die Qualität der von ihr ausgeführten Fassaden. Zum Einsatz kommen zumeist Dornbefestigungen mit Mörtelanker als kostengünstigste Befestigungsmöglichkeit. Ähnlich kostengünstig sind nach neuesten Materialpreisen die Dornbefestigungen mit Schnellmontageankern, zumal sie eine etwas wirtschaftlichere Montage erlauben. Laut Reiner Krug vom DNV wird heute in aller Regel »ein Stück Fassade ausgeschrieben, so billig wie möglich«. Die deutschen Firmen würden kein bestimmtes System bevorzugen, das derzeit günstigste wählen, mit dem man auch nachweislich die größte Erfahrung habe. Bei der Beratung wird laut Hans-Joachim Mehmcke jedoch häufig nicht auf die Nachteile dieses Systems eingegangen (Belastung des Rohbaus durch im Durchmesser bis zu 50 mm

KURZINFO:

Deutsches Institut für Bautechnik

Das DIBt mit Sitz in Berlin, gegründet 1968, ist eine gemeinsame Institution des Bundes und der Länder zur einheitlichen Erfüllung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts. In seiner Funktion als einzige Zulassungsstelle Deutschlands für nationale und europäische technische Bauprodukte und Bauarten versteht sich das Institut als Dienstleister für die Wirtschaft und die Verwaltung gleichermaßen. Tätigkeitsschwerpunkte sind:

- Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für nicht geregelte Bauprodukte und Bauarten
- Erteilung europäischer technischer Zulassungen für nicht geregelte Bauprodukte
- Erarbeitung der Bauregellisten A und B sowie der Liste C

- Anerkennung von nationalen und europäischen Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach Landesbauordnungen und Bauproduktengesetz
- Mitarbeit bei der nationalen und europäischen Normung und anderen technischen Regeln; Vergabe, Begutachtung und Betreuung von Bauforschungsvorhaben; Erstellung von Gutachten für den Bund und die Länder

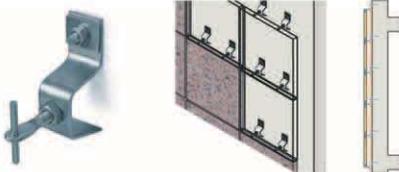
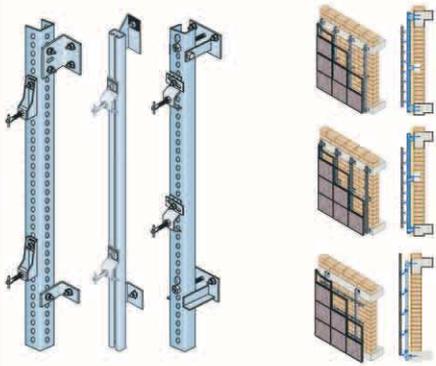
Deutsches Institut für Bautechnik
 Kolonnenstraße 30 L
 10829 Berlin
 Tel.: 0 30 / 7 87 30-0
 Fax: 0 30 / 7 87 30-320
 info@dibt.de
www.dibt.de

große Bohrungen (vgl. DIN 18156-3, Punkt 6.4.4.), dadurch Wärmebrücken). Nach Aussage von Herrn

Kummerow (DIBT) ist die Verwendung von Mörtelankern aufgrund der großen Bohrlochdurchmesser

Ihr Spezialist für Naturstein-Verankerungssysteme



<p>HZ-02 Z Anker Befestigungssysteme</p> 	<p>Schienen Systeme Edelstahl / Alu.</p> 	<p>Mörtelanker Befestigungssysteme</p> 
<p>AXO Bodyanker Befestigungssysteme</p> 		<p>Leibungswinkel - Gewindebolzen</p> 

Informieren Sie sich über unsere neuen HAZ Produkte 2-komponenten Kleber und Abresive.



Haz Metal ist ein Unternehmen der Haz Group of Companies die weltweit zu den führenden Ankerherstellern gehört. Wir entwickeln für unsere Kunden unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften und dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit Ankersysteme und unterbreiten Verankerungsvorschläge.



HAZ Metal Deutschland GmbH
 Leonhard-Karl-Straße 29
 97877 Wertheim
 Telefon : 0049 9342 93590
 Telefax : 0049 9342 935929
 e-mail : info@hazmetal.de
 Url : www.hazmetal.de

bei schlanker Skelettbauweise mit hochbewehrten Stahlbetonbauteilen nicht mehr zeitgerecht und aufgrund der hohen Bewehrungsdichten auch nicht möglich.

Dipl.-Ing. Andreas Kummerow vom DIBt, Prof. Dr. Alfred Stein, Dozent an der Fachhochschule Trier und Präsident der Deutschen Naturstein Akademie (DENAK) und Prof. Dr.-Ing. Rudolf Hoscheid, Leiter des Kölner Instituts für Baustoffprüfung und -technologie (KIBT) an der Fachhochschule Köln sowie DENAK-Vizepräsident, sind der Meinung, dass die im Ausland bereits praktizierte Skelettbauweise auch in Deutschland Einzug halten wird. Gemeinsam mit den anderen Experten empfehlen sie daher, sich schon jetzt intensiv mit den anderen Verankerungssystemen auseinanderzusetzen, um für notwendige Veränderungen gewappnet zu sein. Dabei sei es von Vorteil, gewerksübergreifend zu denken, um auch die bislang von Nachbargewerken angebotenen Leistungen mit übernehmen zu können. Metallbauer wüssten nicht nur, wie

eine Unterkonstruktion funktioniert, sondern hätten auch keine Angst, Naturstein aufzuhängen. Hier müsse der deutsche Natursteinbetrieb den Spieß umdrehen. Sein großes Kapital sei dabei seine Fachkenntnis in Sachen Naturwerkstein.

Für Fassaden bis zu ca. 8 m Höhe kann für die handwerkliche Anwendung eine vereinfachte Regelung sinnvoll sein. Bei der Vorgabe von maximalen Plattenabmessungen, Mindestbiegefestigkeiten und Mindestausbruchlasten könnte dann auf einen Nachweis verzichtet werden. Grundlage hierfür könnte eine Parameterstudie auf der Basis der DIN 18516 sein, aus denen sich die vereinfachten Regeln ableiten lassen.

Im Rahmen des Gesprächs wurde angeregt, in der Norm die Möglichkeit eines vereinfachten Nachweises zu schaffen. Dipl.-Ing. Andreas Kummerow (DIBt) äußerte, dass es durchaus denkbar ist, für Gebäude mit geringer Höhe vereinfachte Nachweisverfahren zu ermöglichen. Allerdings dürfe es kein unterschied-

liches Sicherheitsniveau geben. Die Standsicherheit und die technische Ausführung müssten in gleichem Maße erfüllt sein. Laut Kummerow ist zuerst ein entsprechender Bedarf zu dokumentieren und ein entsprechender Entwurf vorzulegen, beispielsweise durch den Bundesinnungsverband des Deutschen Steinmetz-, Stein- und Holzbildhauerhandwerks (BIV). Die Möglichkeit eines vereinfachten Nachweises würde den Verwaltungsaufwand erleichtern; damit würde die Ausführung kleiner hinterlüfteter Fassaden auch für das Handwerk interessant.

Bearbeitung: Bärbel Holländer

KURZINFO:

Die Teilnehmer



Manfred Beutel, GF der Firmengruppe Natursteinbetrieb Krause GmbH (mittelständischer Handwerksbetrieb mit Schwerpunkt Hochbau und Restaurierung), Hannover, Seelze und Hohen Neuendorf (Berlin)



Dr. Albrecht Germann, GF der Firma Rock and Mineral Consulting, Herzogenrath



Prof. Dr.-Ing. Rudolf Hoscheid, Leiter des Kölner Instituts für Baustoffprüfung und -technologie (KIBT), Leiter des Laboratoriums für Bau- und Werkstoffprüfungen der Fachhochschule Köln, Vizepräsident der Deutschen Naturstein Akademie (DENAK)



Bogdan Kaleta, Niederlassungsleiter der polnischen Versetzfirma Granit Sp. Z.o.o., Hamburg



Dipl.-Ing. (FH) Reiner Krug, GF und Technischer Berater des Deutschen Naturwerkstein-Verbands (DNV)



Dipl.-Ing. Andreas Kummerow, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, zuständig für Verankerungen, Befestigungen und Treppen



Dipl.-Ing. Joachim Lehmann, Fischerwerke Befestigungssysteme, Abteilung ACT Advanced Curtain Wall Technique, Arthur Fischer GmbH & Co. KG, Waldachtal



Hans-Joachim Mehmcke, Steinmetzmeister und Steintechniker, Beratungsbüro für Naturwerkstein, Erkrath



Dipl.-Ing. Georg Miebach, KEIL Befestigungstechnik GmbH, Engelskirchen, Vertrieb und Produktmanagement



Stefan Reinmüller, Steinmetz, Architekt und Technischer Berater des Bundesinnungsverbands, Frankfurt



Dipl.-Ing. Edwin Schäfer, GF der AnkerTec Verankerungstechnik GmbH, Niederzissen



Prof. Dr. Alfred Stein, Dozent an der Fachhochschule Trier, Präsident der Deutschen Naturstein Akademie (DENAK), seit 20 Jahren Bemessung von Natursteinfassaden, Mitglied im Normenausschuss



A. Abit Yesilkaya, Chairman of the Board der Haz Group, Iskenderun, Türkei, Dübelankerproduktionsbetrieb; Deutsche Niederlassung: Haz Metal GmbH, Wertheim



mgr inz. Wojciech Zajac (Bauingenieur), Verzetzfirma Elkam GmbH, Wroclaw, Polen, Niederlassung in Düsseldorf