

An einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade waren nach einem Sturm einige Fassadenplatten aus Keramik abgestürzt. Im Beitrag werden die Ursachen erläutert und Tipps zur Schadensvermeidung gegeben. Text und Bilder: Karsten Zimmer

Der Sachverständige für das Metallbauerhandwerk war zu einem mehrgeschossigen Wohnhaus mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade gerufen worden, weil sich während eines Sturms Teile der Bekleidung gelöst hatten und heruntergefallen waren. Die betroffenen Bereiche rund um das Gebäude waren abgesperrt. Der Sachverständige hatte die Aufgabe, die Fassade zu begutachten und festzustellen, weshalb die Teile abgestürzt waren.

Die vorgehängte hinterlüftete Fassade ist an einem bis zu elf Stockwerke hohen Gebäudekomplex mit Wohnnutzung montiert. Die Konstruktion besteht aus horizontal verlegten Tragprofilen, die als Aluminiumstrangpressprofile ausgeführt sind. Diese sind im Abstand von bis zu 1250 Millimeter an senkrecht am Gebäude befestigten Aluminiumhalbzeugen mit Blindnieten von 4,8 Millimeter Durchmesser befestigt. In die horizontal verlegten Tragprofile sind Keramikplatten mit je zwei Einzelhaltern eingesetzt. Die Halter sichern die jeweils untere Platte gegen Kippen. Gleichzeitig werden die jeweils oberen Platten aufgenommen. Die horizontalen Tragprofile sind nicht über den senkrechten Unterkonstruktionen zum Gebäude gestossen, sondern in den freien Feldern und dort mit senkrechten Blechhinterlegungen verbunden.

Beachten Sie die Norm

Während eines Unwetters mit erheblichen Windböen haben sich Verformungen der Fas-

sadenbekleidung ergeben, die zum Absturz von Fassadenplatten führten. Nach Öffnung der Verkleidung stellte sich heraus, dass einige Blindnieten zwischen horizontalem Tragprofil und senkrechter Unterkonstruktion versagt hatten. Die Nietköpfe waren abgerissen. Weiterhin fanden sich, wahrscheinlich schon bei der Montage entstanden, ausgerissene Nieten in zu grossen Vorbohrungen. Genormt sind hinterlüftete Aussenwandbekleidungen in der DIN 18516-1 Aussenwandbekleidungen, hinterlüftet; Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze. Die aktuelle Fassung trägt das Ausgabedatum Juni 2010. Für die Fassadenkonstruktion liegt zudem eine Systemstatik vor, die typengeprüft ist.

Weisen Sie die Niete statisch nach

Das Schadensbild weist eindeutig auf ein Versagen der Nietverbindungen hin. Dadurch entstehen auch die Verformungen. Bezüglich der zulässigen Lasten dieser Nietverbindungen ist in der statischen Typenberechnung zu den zulässigen Lasten der Befestigungsmittel Folgendes zu finden: Zur Bemessung von Befestigungen stehen verschiedene Bemessungskonzepte zur Verfügung. Man unterscheidet ein Bemessungskonzept mit globalem Sicherheitsbeiwert und ein Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten. Bis etwa im Jahr 2000 wurde in der Befestigungstechnik vorwiegend mit globalen Sicherheitsbeiwerten bemessen. Bei einer Bemessung mit globalem Sicherheitsbeiwert wird eine zulässige Last aus

dem Fünf-Prozent-Fraktile der Höchstlasten beziehungsweise aus dem charakteristischen Widerstand und einem globalem Sicherheitsbeiwert abgeleitet.

In der DIN 18516-1:1999-12, der für diesen Schadensfall heranzuziehenden Fassung, wird unter Abschnitt 6.3 bezüglich der Bemessung von den Verbindungsmitteln daher wie folgt gefordert: «6.3.1 Alle Teile der Aussenwandbekleidung sind mit den Sicherheiten beziehungsweise zulässigen Spannungen zu bemessen, die in den entsprechenden Normen festgelegt sind.

6.3.2 Die Tragfähigkeit von Verbindungen und Befestigungen, die nicht in Normen oder bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt sind, ist aufgrund von Prüfungen nach Anlage 3 nachzuweisen. Auf die Bauregelliste A Teil 2 wird verwiesen. Die zulässigen Lasten sind aus dem Fünf-Prozent-Fraktile der Bruchlasten bei einem Vertrauensniveau von 75 Prozent und einer Sicherheit von $\gamma = 3$ zu ermitteln.»

Verwenden Sie die richtigen Nieten

Damit wird deutlich, dass die zulässige Belastung der verwendeten Blindnieten normgemäss und unter Beachtung der geforderten Sicherheit ermittelt wurde. Der Spannungsnachweis für die Maximalbelastung im Randbereich der Befestigung des Tragprofils mit Blindnieten weist eine Zugbelastung von 512,1 Newton aus. Die maximal aufnehmbare Zuglast für die Blindnieten beträgt 1810 Newton, so dass sich eine zulässige

EXPERTISE

Les dangers de la tempête

Après une tempête, quelques panneaux de céramique se sont détachés d'une façade suspendue ventilée. Voici une explication des causes de cet incident ainsi que des conseils pour éviter qu'il ne se reproduise.

L'expert en construction métallique a été appelé pour examiner un immeuble d'habitation de plusieurs étages doté d'une façade suspendue ventilée, dont des parties du revêtement s'étaient décrochées et étaient tombées pendant une tempête. Les zones affectées aux alentours du bâtiment avaient été fermées à la circulation. L'expert était chargé d'observer

la façade et de déterminer la cause de la chute de ces éléments.

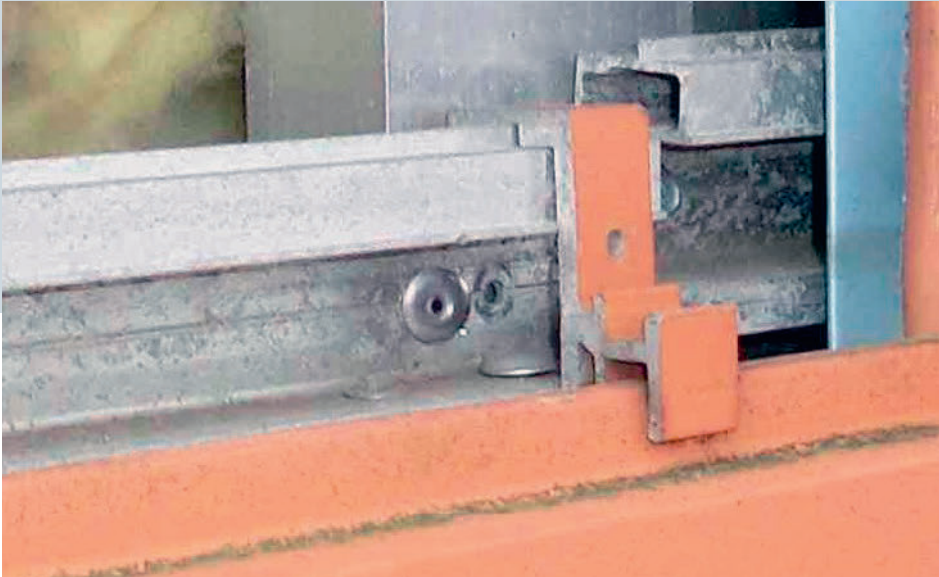
La façade suspendue ventilée est installée sur un bâtiment d'habitation de onze étages. Sa structure se compose de profilés porteurs en aluminium extrudé disposés à l'horizontale. Ils sont fixés avec un écartement maximal de 1250 mm à des produits semi-finis en alumi-

nium fixés verticalement au bâtiment au moyen de rivets aveugles de 4,8 mm de diamètre. Des panneaux de céramique sont placés dans les profilés horizontaux avec deux supports simples par panneau, qui empêchent le panneau inférieur de basculer tout en soutenant le panneau supérieur. Les profilés porteurs horizontaux ne sont pas montés sur

les structures verticales du bâtiment, mais placés dans les espaces libres et fixés à l'aide d'appuis de tôle.

Respecter la norme

Des intempéries accompagnées de vents violents ont provoqué la déformation du revêtement de la façade, et ainsi la chute de panneaux. Après ouverture du revêtement, l'expert a



Das System: Tragprofil, Halter und eingehängte Fassadenplatte. Deutlich zu sehen sind die abgerissenen Nietscheiben und dadurch das Absacken des Tragprofils.

Le système : profilé porteur, support et panneau suspendu. On voit bien les têtes de rivet arrachées, et donc l'affaissement du profilé porteur.

Zugbelastung von 603 Newton ergibt. Eine Gefährdung der Tragfähigkeit ist unter Beachtung des dreifachen Sicherheitsbeiwertes demnach auch unter den schlechtesten Bedingungen nicht gegeben. Die Nietverbindungen sind bei fachgerechter Verarbeitung ausreichend tragfähig. **Vermeiden Sie dynamische Belastungen**

Im Abschnitt 7.2.3.1 der DIN 18516-1:1999-12 ist festgelegt, dass Aluminium nach DIN 4113-1, DIN EN 573-3 und DIN EN 573-4 ohne besonderen Korrosionsschutznachweis für Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente verwendet werden darf. Daher ist das verwendete Material der Nietverbindungen normgerecht.



Bei der Bauteilöffnung fanden sich an mehreren Stellen abgerissene Nietverbindungen.

L'ouverture de la pièce a mis en évidence l'arrachement de plusieurs liaisons rivetées.

Das Versagen der Nieten ist augenscheinlich nicht auf Korrosion zurückzuführen. Die Schadensursache ist in der Verarbeitung der Nietverbindungen in Verbindung mit den - in den Stossbereichen nicht stabilisierten - horizontalen Tragprofilen zu suchen. Die Konstruktion weist schräg eingezogene sowie lockere Nieten und >

Vorwort der Technischen Kommission SMU Fachverband Metallbau

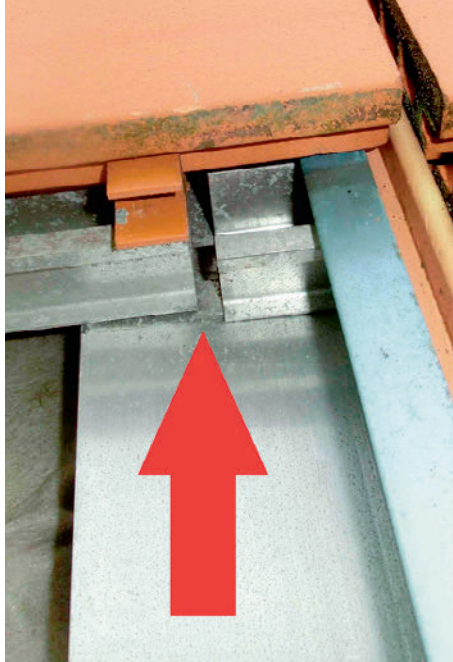
Der folgende Beitrag stammt aus Deutschland. Im Beitrag werden Bezüge auf in Deutschland gültige Normen oder Richtlinien wie z. B. DIN gemacht. Die DIN- oder erwähnten Richtlinien kommen bei einem Fall in der Schweiz, mit dem gleichen Schadensbild, nicht automatisch zur Anwendung. In der Regel werden bei Schadensfällen zuerst die in der Schweiz gültigen Normen, Richtlinien und Empfehlungen beigezogen. Falls keine Grundlage für eine Beurteilung vorhanden ist, kann eine DIN-Norm oder andere Unterlagen, die den aktuellen Stand der Technik definieren, zur Anwendung kommen. Die im Beitrag beschriebene Entscheidungsfindung und deren Ergebnis würde in der Schweiz nicht stark davon abweichen. Ein Streitfall ist durch eine fachkundige Person zu beurteilen.

constaté que certains rivets aveugles entre les profilés porteurs horizontaux et la structure verticale avaient cédé. Les têtes de rivets avaient été arrachées. En outre, certains rivets arrachés se trouvaient dans des avant-trous trop grands, remontant sans doute au montage initial. Les revêtements ventilés pour parois extérieures sont régis par la norme DIN 18516-1 Revêtements ventilés à la face arrière pour murs extérieurs - Partie 1 : Exigences, principes d'essai. La version en vigueur est parue en juin 2010. Une statique du système homologuée est en outre applicable à la structure de la façade.

Faire certifier la statique des rivets

Les dégâts indiquent clairement une défaillance des liaisons par rivets, qui explique également les déformations. En ce qui concerne les charges autorisées de ces rivets, le calcul statique d'homologation indique les éléments suivants pour les charges autorisées des dispositifs de fixation : plusieurs concepts sont disponibles pour le dimensionnement des fixations. On distingue ainsi un concept avec un coefficient de sécurité global et un concept avec des coefficients de sécurité partiels. Jusqu'en 2000 environ, le dimensionnement des fixations s'effectuait en majorité avec des coefficients >

> Fehlnietungen auf. Die seitlich etwa 0,8 Meter freien Enden der horizontalen Tragprofile sind nicht stabil. Es fehlen Längsverbinder, die die Konstruktion aussteifen. Dies hat insgesamt zur Folge, dass sich die Unterkonstruktion unter Windeinfluss in sogenannter Pumpbewegung hin und her bewegt. Damit unterliegen die Nietverbindungen zwar geringen, jedoch andauernden dynamischen Belastungen. Dies hat unvermeidlich den Bruch an der schwächsten Stelle im Übergang von der Nietscheibe zum gestauchten Nietkörper zu Folge. Es ist darüber hinaus wegen der schrägen Montage (mit der Folge einer asymmetrischen Nietbelastung), zu grossen Bohrungen (mit der Folge einer geringeren Auflagerfläche des anpressenden Nietkopfs und des gestauchten Nietkörpers) auch von einer nicht ausreichenden Anpressung der zu verbindenden Flächen vor dem Abziehen des Dorns beim zweistufigen Nietvorgang auszugehen.



Ausführungsfehler bei der Montage: Die Profile liegen nicht flächig aufeinander. Deshalb kann auch keine Anpressung der zu verbindenden Flächen entstehen.

Erreur de montage : les profilés ne sont pas à plat l'un sur l'autre. Il est donc impossible de bien presser les surfaces à joindre.

Fazit: Vermeiden Sie Ausführungsmängel
Damit ist zusammenfassend festzustellen, dass als Ursache für das Versagen der Nietverbindungen mit grosser Wahrscheinlichkeit Ausführungsmängel anzunehmen sind. ■

Informieren Sie sich im Fachregelwerk. Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk - Konstruktionstechnik enthält im:

- Kapitel 1.8.2.1.2.2.3 Duplex-System. In diesem Kapitel wird der Weissrost und dessen richtige Behandlung beschrieben.
- Kapitel 1.8.2.1.1.1 Korrosivitätskategorie. In diesem Kapitel werden die Anforderungen der Oberflächenbehandlung, in Bezug auf deren Umgebungsbedingungen, in die Kategorien von C1 bis zu C5-M definiert.



Verhindern Sie Schadenfälle mit Hilfe des Fachregelwerks.
Das Fachregelwerk ist unter www.metallbaupraxis.ch erhältlich.

EXPERTISE

> globaux. Ce concept prévoit de dériver une charge admissible du fractile à 5 % des charges maximales, ou de la résistance caractéristique et d'un coefficient de sécurité global.

Pour ce qui est du dimensionnement des fixations, le point 6.3 de la norme DIN 18516-1:1999-12, la version à prendre en compte pour ce sinistre, prévoit les éléments suivants : « 6.3.1 Tous les éléments du revêtement des murs extérieurs doivent être dimensionnés avec les sécurités ou les tensions admissibles définies dans les normes correspondantes.

6.3.2 La résistance des liaisons et fixations qui ne sont pas régies par des normes ou des homologations officielles doit être vérifiée à l'aide de contrôles conformes à l'annexe 3. Il est fait référence à la liste des règles de construction A, partie 2.

Les charges admissibles doivent être déterminées à partir du fractile à 5 % des charges de rupture avec un niveau de confiance de 75 % et une sécurité de $\gamma = 3$. »

Utiliser les bons rivets

Il est donc clair que la charge admissible des rivets utilisés avait été déterminée conformément à la norme et en tenant compte de la sécurité exigée. Le contrôle de tension pour la charge maximale au bord de la fixation par rivets aveugles du profilé porteur révèle une charge de traction de 512,1 N. La charge de traction maximale pouvant être absorbée par les rivets aveugles est de 1810 N, ce qui donne une contrainte admissible de 603 N. Compte tenu du coefficient de sécurité triple, la résistance n'a donc jamais été compromise, même

dans les pires conditions. Bien réalisées, les liaisons rivetées sont donc suffisamment résistantes.

Eviter les contraintes dynamiques

Le point 7.2.3.1 de la norme DIN 18516-1:1999-12 prévoit que les éléments d'ancrage, de liaisons et de fixation peuvent être réalisés en aluminium selon les normes DIN 4113-1, DIN EN 573-3 et DIN EN 573-4 sans certificat de protection anticorrosion particulier. Le matériau utilisé pour les rivets respecte donc les normes. Leur rupture ne doit apparemment pas être attribuée à la corrosion. La cause du sinistre doit être recherchée dans la réalisation des liaisons rivetées avec les profilés porteurs horizontaux, non stabilisés au niveau des zones de jonction. La construction présente des rivets de travers, lâches et absents. Les extrémités libres latérales des profilés porteurs horizontaux, d'environ 0,8 m, ne sont pas stables. Il manque des raccords longitudinaux pour rigi-

difier l'ensemble. La conséquence de tout cela est que, sous l'effet du vent, la structure se met à osciller d'avant en arrière. Cela soumet les liaisons rivetées à des contraintes dynamiques limitées mais durables, et conduit inévitablement à la rupture des points les plus faibles, à la jonction entre la rondelle et le corps du rivet refoulé. En outre, on peut supposer que le montage de travers (résultant en une contrainte asymétrique sur le rivet) et les perçages trop grands (qui impliquent une plus faible surface d'appui de la tête à écraser et du corps refoulé) conduisent à une pression insuffisante des surfaces à joindre avant le retrait de la tige lors du rivetage en deux temps.

Conclusion : éviter les défauts d'exécution

Pour conclure, on peut dire que la cause de la défaillance des liaisons rivetées est très vraisemblablement un défaut d'exécution. ■

Avant-propos de la Commission technique de l'USM, Association professionnelle construction métallique

Cet exposé vient d'Allemagne. Son contenu fait référence à des normes et directives applicables en Allemagne, telles les normes DIN. Ces normes DIN ou les directives citées ne sont pas automatiquement applicables en Suisse dès lors qu'il s'agit d'apprécier un cas de dommage analogue. En cas de litige, il convient donc de se référer tout d'abord aux normes, directives et recommandations applicables en Suisse. S'il n'existe aucune base d'appréciation interne, il est possible de recourir à une norme DIN ou à d'autres documents définissant l'état actuel de la technique. Mais les décisions évoquées dans cet exposé et leurs résultats ne devraient pas être très différents en Suisse. En cas de litige, il convient de faire appel à un expert.