

Kabel, die die Prüfung auf Isolationserhalt bestanden haben, können in bestimmten Fällen auch ohne zusätzliche Längsschutz-Maßnahmen zur Versorgung technischer Einrichtungen mit Sicherheitsfunktion eingesetzt werden.

[2] Halogenfreie Werkstoffe – Stand der Entwicklung, Fachtagung 1983 im Haus der Technik, W. Berchem

[3] DIN VDE 0266 „Halogenfreie Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall“
VDE-Verlag, Offenbach, Beuth-Verlag, Berlin

[4] DIN VDE 0815 „Installationskabel und -Leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen“

[5] DIN VDE 0472 „Regeln für die Durchführung von Prüfungen an isolierten Leitungen und Kabeln“
Teil 804, Prüfmethode C „Brennverhalten“

[6] DIN VDE 0472 Teil 813 „Korrosivität von Brandgasen“

[7] DIN VDE 0472 Teil 814 „Isolationserhalt bei Flammeneinwirkung“

[8] DIN 4102 Teil 2 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“
– Bauteile –

Literatur-Nachweis

[1] Sauerstoff-Index nach ASTM D 2863-70

Sturmschäden an leichten Flachdächern, Fassadenbekleidungen, Trennwänden und abgehängten Decken

Wilhelm Schaupp

Die verheerenden Sturmschäden vom 10.07.1968 im Raum Pforzheim und im Land Schleswig-Holstein im Februar und Oktober 1967 und im Januar 1968 (s. die Berichte Paschen im DDH 4/73 und Lorenzen im DDH 4/69) gaben seinerzeit den entscheidenden Anstoß, die DIN 1055 Blatt 4 „Windlasten“ vom Juni 1938 zu überarbeiten.

Die Fachwelt war sich damals schon darüber klar, daß weniger die Annahme der Windgeschwindigkeiten und der daraus resultierende Staudruck, sondern die baukörperform-spezifischen Beiwerte c differenzierter erfaßt werden sollen.

Es sei nochmal daran erinnert, daß in der alten Norm für Windsogkräfte der allgemeine Beiwert 0,4 betrug.

Aus diesem Grunde wurden im März 1969 die Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 1055 Blatt 4 von einem ETB-Ausschuß und im DIN erarbeitet und von den Bauaufsichtsbehörden als Richtlinie eingeführt.

Für die Schnittkanten von Dach- und Wandflächen sind danach im Wandbereich **zusätzlich** zu den Soglasten von DIN 1055 Blatt 4 (alt) solche mit einem Beiwert c von 2,0 auf 1 m Breite beiderseits der Kanten in Rechnung zu stellen und bei Flachdächern im Eckbereich zusätzlich 2,8, im Randbereich zusätzlich 1,4.

Gefordert wurde, daß sämtliche in der Konstruktion durch Windbeanspruchung entstehenden Kräfte vom Entstehungsort, z. B. der Dachhaut, über alle Zwischenbauteile sicher in die Veranke-

rungsbauteile abzuleiten sind; das gilt besonders für die Befestigung von Fassadenbekleidungen, für belüftete Kaltdachkonstruktionen über massiven Dächern und für Warmdächer.

Es sind noch Hinweise enthalten für die Befestigung der Dachflächen, Holzschalungen, Spanplatten, Asbestzementplatten, Verblechungen usw.

Die Erarbeitung einer völlig neuen Windlast-Norm ist seither vorangetrieben worden. Eine Neufassung wird der Öffentlichkeit in Kürze vorgelegt werden können.

Vor allem wurde die Beiwertsammlung durch Auswertung aller greifbaren Windkanaluntersuchungen erweitert. Es wurde eine Zonenkarte für die Windge-

schwindigkeiten aufgestellt und die Verteilung der Windgeschwindigkeiten, d. h. das Windprofil, genauer erfaßt.

Vorerst hat sich noch keine Notwendigkeit ergeben, die Staudrücke und ihre Bereiche als statische Ersatzlasten zu verändern. Für genauere Untersuchungen werden aber Rechnungsnachweise angegeben.

Bei der weiteren Überarbeitung wird man vor allem die veränderte Bauweise stärker berücksichtigen müssen.

Dächer werden in vielen Fällen als zweischalige, hinterlüftete Kaltdächer hergestellt und erreichen damit eine winddichte äußere Haut. Die selbstheilende Wirkung der Dachdeckungen, Abbau der

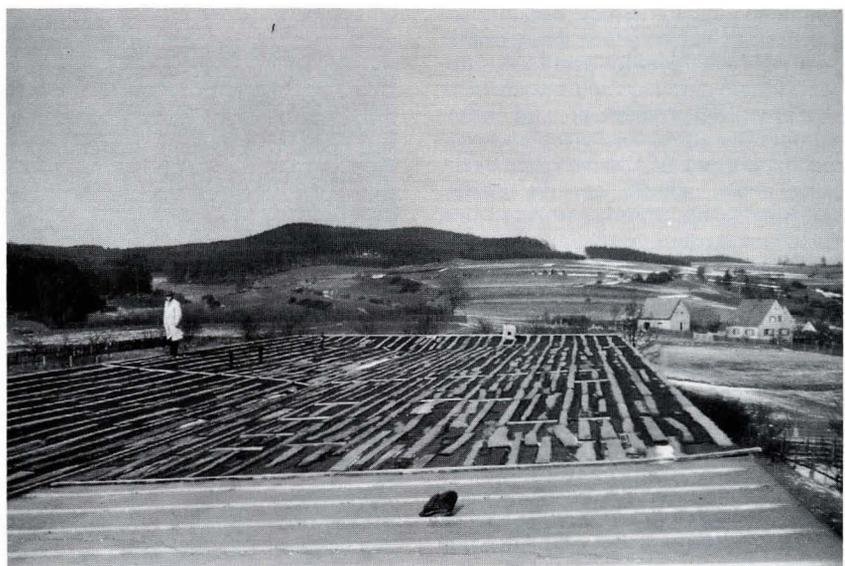


Bild 1

Windsogwirkung durch schuppenförmiges Anheben wurde durch Unterspannbahnen oder eingelegte Dämmplatten gestört. Foliendächer werden nicht mehr verklebt, nur punktuell befestigt ohne entsprechende Kiesauflast. Dachflächen werden durch Lichtkuppeln aufgelockert, die dem Windangriff unmittelbar ausgesetzt sind, ohne entsprechenden Nachweis der Aufnahme der Windlasten.

Wandkonstruktionen haben sich vom geputzten Mauerwerk weg zur Anordnung außenseitiger Dämmplatten entwickelt mit angeklebten oder hinterlüfteten Bekleidungen mit offenen oder geschlossenen Fugen.

Passagen und vorkragende Bauteile werden mit abgehängten Decken bekleidet und sind den vollen Windlasten ausgesetzt.

Innenausbau erfolgt nicht mehr mit tragenden Wänden, sondern mit Stahlbetonstützen und leichten Trennwänden. Solange die Außenwände nicht geschlossen sind, wirken auf diese Trennwände, ebenso wie auch bei geöffneten Fenstern, Winddruck- und Sogkräfte gleichzeitig.

Das gilt auch für Fabrikations- und Lagerhallen, Supermärkte und dgl. mit abschottenden leichten Trennwänden.

Abgehängte Decken werden auch bei U- und S-Bahnen im Bahnhofsbereich verwendet, die durch die ein- und ausfahrenden Züge mit erheblichen Winddruck- und Sogkräften beansprucht werden.

Stahlkamme werden vom Wind umströmt und an ihren Bekleidungsblechen auf Zug beansprucht.

Leider konnten noch keine Daten ermittelt werden, wie sich die Windbeanspruchungen im Hinterlüftungsbereich von Dach- und Wandkonstruktionen auswirken. Die Dämpfung der Strömung im Hohlraum und die Größe der offenen Fugen spielt hier eine Rolle, deren Einfluß noch nicht erfaßt werden konnte. Aus diesem Grunde darf auch heute noch keine Minderung der Winddruck- und Soglasten auf die einzelnen Schichten angerechnet werden. Es sind die vollen Beanspruchungen sowohl auf die Bekleidungsplatte, die Unterkonstruktion und die tragende bzw. ausfachende Wand zu rechnen.

Für den Innendruck wurde in der Neufassung nur soviel ausgesagt:

Ziff. 2.10 Innendruck infolge Wind.
 „Im Innern allseitig umschlossener Baukörper mit Öffnungen der Oberfläche können je nach der Anströmrichtung und der Lage sowie Größe der Öffnungen Druckdifferenzen (Über- oder Unterdruck) gegenüber dem statischen Druck auftreten, welche die Bauwerksaußen- und -innenwände belasten.“



Bild 2



Bild 3

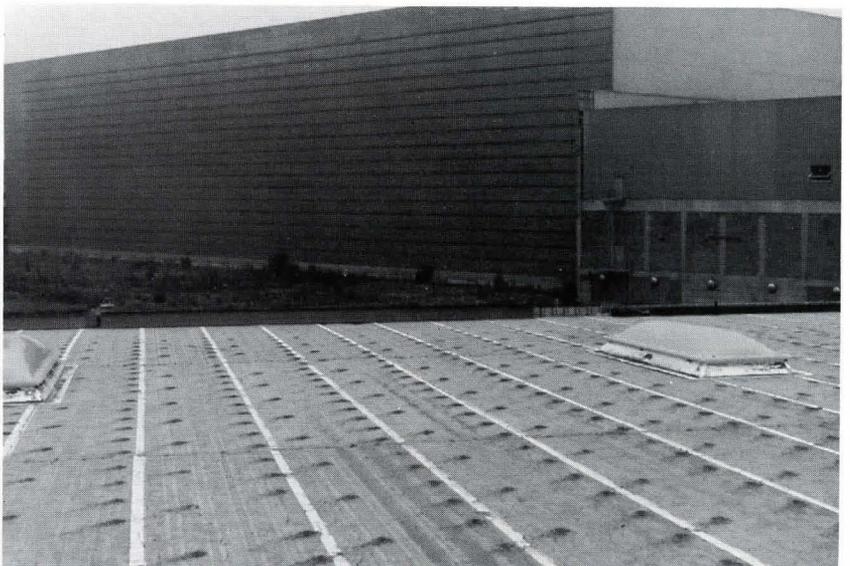


Bild 4



Bild 5



Bild 6



Bild 7

Ziff. 3.6.4 Innendruck

„Innendrucke sind den auf die Außenwände wirkenden Winddrücken zu überlagern. Bei raumtrennenden Innenwänden können Druckdifferenzen als Belastung auftreten. Sie sind mindestens in Höhe des halben Staudrucks zu berücksichtigen.“

In Ziff. 8.4, Tabelle 4 sind dann noch Anhaltswerte für die Wahl von Staudrücken für die Untersuchung von Bauzuständen enthalten.

Anhand nachfolgender Beispiele von Sturmschäden werden Schadenursachen diskutiert:

Beispiel 1

Ein flach geneigtes Muldendach mit Innenentwässerung ohne Attika-Ausbildung, aus verzinktem Stahlblech mit Haf-ten auf Holzleisten befestigt, wurde bei Sturm zu zwei Drittel abgehoben und etwa 100 m weit segelförmig transportiert. Die nur vernagelten Haf-ten haben sich aus den geschwundenen Holzleisten herausgezogen (Bild 1).

Der Schaden begann vom Dachrand; die Verblechung hob sich nach Augenzeu-gerichten zunächst wellenförmig ab, bis der luv-seitige Dachrand aufstand und der Wind unter die noch zusammenhän-genden gefälzten Bleche greifen konnte. Dann flog in wenigen Sekunden die noch zusammenhängende Blechdachfläche etwa 100 m weit. Das eingeschossige Bauvorhaben stand frei im Gelände; eine umliegende Bebauung bot keinen Schutz.

Beispiel 2

Hier entstand großer Schaden an einem ca. 10.000 qm großen Flachdach ohne Gefälle, mit punktwiser Befestigung einer lose verlegten armierten PVC-Folie. In der Nachbarschaft befinden sich grö-ßere und höhere Hallen, an denen beim Sturm keine Schäden aufgetreten sind. Die örtliche Lage läßt aber vermuten, daß die umgebende Bebauung bevorzugt Windschneisen in Richtung des beschä-digten Daches erzeugte. Die punktwise Befestigung der Folie erfolgte durch mit Blechtreibschrauben in der Trapezblech-fläche durch die PU-Schaum-Wärme-dämmung hindurch befestigte Blechtel-ler. Diese Blechteller waren ursprünglich überklebt (Bild 2).

Diese Blechteller sind zum Teil völlig her-ausgerissen, zum Teil haben sie die gewebe-armierte PVC-Folie wie ein Büch-senöffner eingeschnitten, so daß sich die Folie „ausknöpfen“ konnte (Bild 3).

Die auf der abgewrackten Trapezblech-fläche mit der aufgeschäumten Wärme-dämmung sichtbaren dunklen Punkte stammen von herausgerissenen Blech-tellern (Bild 4).

In großen Bereichen wurde die armierte Folie abgerollt (Bild 5). Die Reststücke sind durch den Wind in einen tiefer liegenden Graben geworfen worden.

Eine Klebwirkung kam auf dem PU-Schaum nicht zustande. Bild 6 zeigt die vom PU-Schaum abgelöste Unterseite der Folie.

Zwangsläufig wurden bei dieser Beanspruchung eine Vielzahl der Lichtkuppeln mitsamt ihrer Kränze herausgerissen und fortgeschleudert (Titelbild).

Die Schadenursache liegt darin, daß die gewebearmierte Folie weder verklebt war, noch eine Auflast durch Bekiesung besaß, sondern lediglich durch Blechteller mit dem Trapezblech punktweise verankert war. Bei der Möglichkeit der Unterströmung der luftdichten Folie von der Seite und von den Lichtkuppeln her, wölbte sich die Folie auf und zerrte an den Befestigungsmitteln über Schrägzug. Dafür sind die durch die Wärmedämmung hindurch geschraubten Telleranker nicht bemessen. Das Tellerblech wölbte sich auf und schnitt die Folie ein.

Beispiel 3

Die Bilder 7 und 8 zeigen eine Turnhalle mit großen Oberlichtbändern.

Hier ist es noch zu keinem Sturmschaden gekommen. Anlaß zu Bedenken gibt aber der Versuch eines rechnerischen Nachweises der Tragfähigkeit der Lichtband-



Bild 8

abdeckung mit gewölbten, doppelschaligen, lichtdurchlässigen Makrolon-Stegplatten. Auf derartige herausragende Lichtkuppelbänder wirken die Windkräfte ein. Die dünnwandigen Stegplatten bilden den einzigen Abschluß des Raumes nach außen. Der Lichtkuppelrand muß die Horizontal- und Vertikalkräfte dieser Dachfläche einschließlich der Schneelasten aufnehmen; es geht nicht an, daß dieser Lastanteil auf die benachbarten Dachtragelemente wie z.B. Tra-

pezbleche übertragen wird. Die Befestigungsschrauben der Makrolon-Stegplatten reichen für die Aufnahme der vollen Windsoglasten nicht aus.

Beispiel 4

An einem Hochhaus mit rautenförmigem Grundriß wurden die geschlossenen, spitzwinkligen Giebelflächen mit senkrecht verlaufenden Trapezblechen bekleidet (Bild 9).



Bild 9



Bild 10



Bild 11

Bei starkem Wind fingen die Trapezbleche an, sich nach außen zu wölben, ihre Schraubbefestigungen wurden auf Schrägzug beansprucht, es entstanden Langlöcher, die Bleche konnten „ausknöpfen“, flogen einige hundert Meter weit durch die Gegend und schlugen auf benachbarten Dachflächen auf (Bild 10).

Hier hat man offensichtlich den bei solchen Gebäudefronten auftretenden Windsogkräften nicht Rechnung getragen und die Befestigungen nicht auf Schrägzug sowie die Bleche nicht auf Lochleibung bemessen, wie dies z. B. in der neuen DIN 18 516 Teil 1 Entwurf gefordert wird. Für Fassadenbekleidungen wurden damals und auch heute noch keine Begrenzungen der Verformungen festgelegt. Die einzige Forderung ist, daß die Funktionssicherheit nicht Schaden leidet. Unter Last dürfen aber die zulässigen Spannungen der Befestigungsmittel und -punkte nicht überschritten werden.

Beispiel 5

Kurz vor der Eröffnung kam an einem Kaufhaus bei dessen eingezogenem Geschöß die abgehängte Paneeldecke teils durch Windbeanspruchung, teils durch Eigenlast zum Absturz (Bild 11).

Verwendet wurden Federhänger, wie Bild 12 zeigt, die sich durch Aufschaukelung der winddichten Paneeldecke infolge Windbeanspruchung ausgehängt haben. Derartige Abhängungen, gleich ob außen oder innen, müssen zug- und druckfest ausgebildet werden und dürfen sich nicht schräg verziehen, um einen Serienabsturz zu verhindern.

Wie Bild 13 eindeutig zeigt, fehlen die diagonalen Aussteifungen der Abhänger und auch eine Trennung in größere Abschnitte, damit beim Versagen von Teilflächen nicht Nachbarflächen mitgezogen werden können.



Bild 12

Beispiel 6

Bei einem zweihüftigen, fünfgeschossigen Hochschulgebäude mit beidseitigen Lüftungskappen in den Fensterbändern kam es über Nacht infolge des Durchzugs bei geöffneten Lüftungskappen zu starken Aufschwingungen der abgehängten Decke, so daß diese am Morgen auf dem Boden lag und die Türen nicht mehr geöffnet werden konnten.

Beispiel 7

Bei einem besonders langen Verwaltungsgebäude-Rohbau mit Gangtrennwänden aus 11,5 cm dickem Kalksandstein-Mauerwerk und noch nicht eingebauten Fenstern hatten Windkräfte Teile dieser nicht ausgesteiften und nicht tragenden Trennwände umgeworfen. Die Trennwände waren an der Massivdecke noch nicht verkeilt, da bei den großen Stützweiten die Durchhangbewegung der Decke noch nicht abgeschlossen war.



Bild 13

Beispiel 8

Die Deckenbekleidung eines U-Bahnhofes stürzte nach mehrjähriger Standzeit „ohne Vorankündigung“ ab (Bild 14). Unmittelbarer Anlaß waren Druckluft- und Sogbewegungen von ein- und ausfahrenden Zügen.

Dieser Langzeitbeanspruchung waren die verwendeten Kunststoff-Spreizdübel nicht gewachsen. Aus diesem Grund dürfen nur Metall-Spreizdübel verwendet werden. Durch Zulage von elektrisch isolierenden Beilagscheiben waren außerdem die Dübelschrauben zu kurz und die erreichte Spreizung der Dübel nicht ausreichend. Eine räumliche Aussteifung der abgehängten Decke war auch nicht vorhanden, so daß durch das Versagen einzelner Dübel durch Schrägzug Nachbarbereiche ebenfalls zum Absturz gebracht wurden.



Bild 14

Beispiel 9

Bei einer mit Edelstahlblechen und Wärmedämmung ummantelten Stahlrohrkamin-Batterie erfolgte bei starkem Wind in den Bereichen über der Attika ein Herausreißen von einzelnen Bekleidungsblechen, die Poppnieten sind abgeplatzt und Blechringe aufgegangen und vom Wind vertragen worden (Bilder 15 u. 16).

Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß hier die Poppnieten

nicht ordnungsgemäß durchgezogen wurden. Es ist nicht vorstellbar, daß die durch Sog erzeugte Ringspannung den Schaden bei ordnungsgemäßer Vernietung der Stöße verursacht hätte.

Abschließend stellt sich die Frage, ob die vorgenannten Schäden auch bei Einhaltung der Ersatzlasten der Ergänzenden Bestimmungen aufgetreten wären. Die Windkräfte waren sicher der Anlaß für die

Schäden, aber nicht die Ursache. Durch eine genauere Dimensionierung der Befestigungsmittel nach den erhöhten Ersatzlasten der Ergänzenden Bestimmungen hätten die Schäden sicher weitgehend vermieden werden können. Streng genommen wurden sie also nicht durch „höhere Gewalt“ verursacht, sondern durch ungenügende Dimensionierung der Befestigungsmittel.

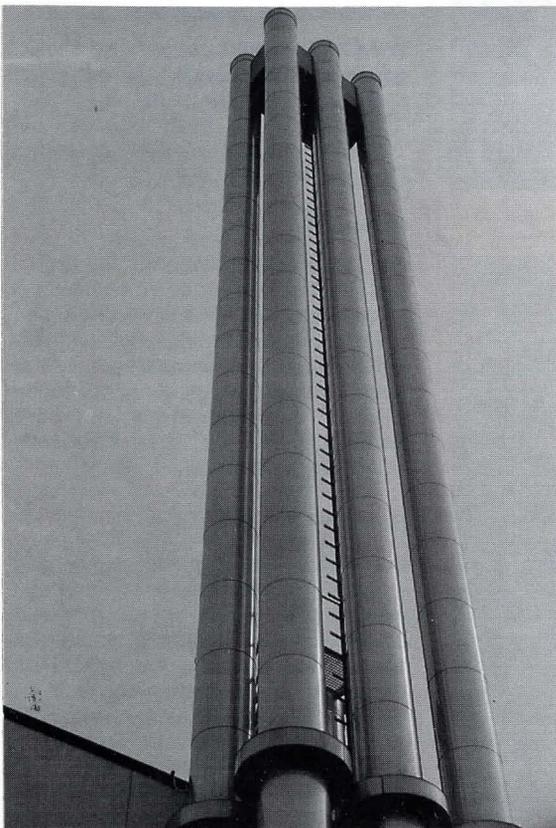


Bild 15

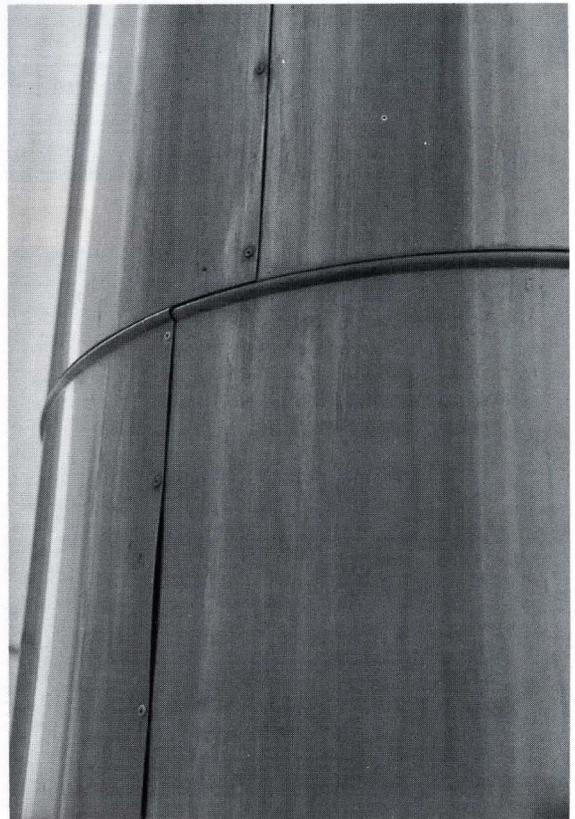


Bild 16