

# Neueste Entwicklungen bei Dach- und Wandverkleidungen aus Metall

## Mängel und Schäden

### 1. Einleitung

Um die Tragweite des Themas – vor allem im Hinblick auf Mängel und Schäden – darzulegen, sei darauf hingewiesen, dass allein im Jahr 2017 in Österreich für Dach- und Wandverkleidungen in Metall (grob geschätzt und ohne genauere Recherche) 1,5 Mio m<sup>2</sup> Material verbaut wurde.

Unter Dach- und Wandverkleidungen aus Metall sind im gegenständlichen Artikel mehrschalige, nicht hinterlüftete, metallische Dacheindeckungen und Wandverkleidungen als vorgehängte, hinterlüftete Fassadensysteme zu verstehen. Bei den Dachsystemen gibt es eine Konzentration auf industriell gefertigte Systeme, meist für großflächige Dächer, in durchdringungsfreien, dilatierfähigen Elementen aus Stahl und Aluminium (im System eines Warmdaches mit Vollsparrendämmung). Bei den Fassadenelementen gibt es einen Fokus auf vorgehängte Fassaden mit Wärmedämmung und Hinterlüftungszwischenraum. Diese Fassaden bezeichnet man als Kaltfassaden mit einer klaren Trennung von Dämm- und Dichtebene. Der Witterungsschutz besteht in der äußeren Beplankung, wobei mannigfaltige Oberflächen (zB in verspiegelter oder irisierender Ausführung) eingesetzt werden können. Übergeordnet kann man feststellen, dass es jetzt nicht nur mehr an der Fassade, sondern ebenso im Bereich der Dachlandschaft zu neuartigen architektonischen Lösungen unter dem Titel „Corporate Design“ und „Corporate Architecture“ kommt, die sich als Kunst am Bau ausdrückt.

Neue Entwicklungen im **Dachbereich** stellen sich im Wesentlichen als architektonische Lösungen „Architektur am Dach“ dar. Technisch wurden die Dächer in den letzten Jahren wesentlich besser wärmedämmend, als es in den Normen gefordert wurde. Die typischerweise vorhandenen konstruktiven Wärmebrücken wurden durch den Einbau entsprechender Trennelemente erheblich minimiert.

Im **Bereich der Fassade** werden neue Fassadensysteme mit gegliederten und strukturierten Oberflächen (Formensprache der Fassade) für architektonische Pointierungen verwendet. Technisch findet die oben beschriebene vorgehängte Fassade in weitgehend unveränderter Form nach wie vor Anwendung. Es wurden lediglich die Befestigungselemente bestmöglich korrosionsgeschützt und sind in dreidimensionaler Form justierbar.

Im weiteren Verlauf werde ich mich mit der Entstehung der Metalldeckungen, dem Ist-Zustand – vor allen Dingen im Hinblick auf Mängel und Schäden und die damit verbundenen Notwendigkeit von Bestandssanierungen und -adaptierungen aus ökologischen Gründen – befassen und versuchen, einen Weg in die Zukunft der neuen Entwicklungen darzustellen.

### 2. Historischer Abriss<sup>1</sup>

Seit Jahrtausenden werden Metalle als **Dacheindeckungen** und **Wandverkleidungen** verwendet. Schon vor etwa 2.000 Jahren wurden sie in China zur Eindeckung von repräsentativen Bauten verarbeitet. Historisch nachgewiesen ist vor allen Dingen das Metaldach der Hagia Sophia in Istanbul mit einem Errichtungszeitraum um 500 n. Chr. Die Kuppel wurde mit grob vorgefertigten und strukturierten Bleiplatten eingedeckt. Sie war in den ersten Jahrzehnten ihrer Entstehung sogar mit einer vergoldeten Oberfläche versehen, die im Laufe von Jahrhunderten durch witterungsbedingte Erosionen abgetragen wurde. Noch älter ist das Kupferdach für das Pantheon in Rom mit einem Errichtungszeitraum von zirka 125 n. Chr. Immer noch gut erhalten und ohne größeren Sanierungsbedarf ist die Kupfereindeckung des Doms St. Marien zu Hildesheim (um zirka 1280 n. Chr.).

Wie bereits erwähnt, gab es neben dem Werkstoff Kupfer auch in größerer Menge Bleieindeckungen und etwa ab dem 19. Jahrhundert eine solche aus mehr oder weniger industriell gefertigten Zinkplatten. Die Überleitung zur Entwicklung von automatisiert hergestellten Profilblechelementen findet man in den vorgefertigten Metalleindeckungen in gekantetem Blech der Firma Vieille Montagne in Belgien bzw im System Baillot. Bei dieser Technik wurden, ähnlich einem heutigen Trapezblech, vorgefertigte und teilprofilierte Tafeln mit zirka 1 m Länge und Breite auf einer Holzschalung verlegt. Als weitere Entwicklung lässt sich dann bereits die Erfindung des Wellblechs durch *Henry Robinson Palmer* 1829 darstellen und als Grundstein für die Trapezbleche festlegen. Diese wurden in größeren Mengen ungefähr um die Zeit 1950 bis 1960 profiliert und fanden nach der Industrialisierung der Kunststoffbandbeschichtungen große Verbreitung, vor allen Dingen für den industriellen Einsatz.

Noch vorher, um 1900, fand die Entwicklung der Bandbeschichtung durch *Tadeusz Sendzimir* statt, die erst den Weg in die industrielle Fertigung von verzinkten Bandblechen ermöglichte.

Die diesem Artikel zugrunde liegenden Dachelemente wurden erst in den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts entwickelt und finden seit den 80er-Jahren durchaus große Verbreitung.

Die vorgehängten **Fassadensysteme** finden in der Historie lediglich als Wetterschutzverkleidungen auf Massivmauerwerken Platz. Vor allen Dingen in Skandinavien und in den Alpen wurden solche Wandverkleidungen aus Ziegeln oder Schieferplatten sowie Holzschindeln ausgeführt. Die Metallfassaden als vorgehängte Systeme lassen sich etwa mit der Verbreitung der Trapezbleche in den 50er- und 60er-Jahren des vorigen Jahrhunderts datieren.

Die noch separat beschriebenen Mängel und Schäden finden sich bereits in den jahrhundertealten Eindeckungen und Verkleidungen. Sie sind zum allergrößten Teil auf behinderte Längenausdehnungen und undichte Stöße bzw. Überlappungen zurückzuführen.

### 3. Entwicklungen bei Dacheindeckungen

Ausgehend vom jetzigen Industriestandard eines leicht geneigten, wärmegeprägten und nicht hinterlüfteten mehrschaligen Profilblechdach lassen sich die Entwicklungen in Richtung **Architektur am Dach** und industriell gefertigter Komplettlemente ablesen. In den letzten Jahren ist zu beobachten, dass das Dach von Architekten, Planern und Ausführeern vermehrt als fünfte Fassade mit fließendem Übergang in den Wandbereich wahrgenommen und dargestellt wird. Der architektonische Ansatz mit stark akzentuierter postmoderner Dacharchitektur hat oft dekonstruktivistische Ansätze bzw. einen futuristischen Charakter. Die Dächer sind mit metallischen Deckschalen, meist aus profilierten Aluminiumtafeln, in vielfältigster Form und Dachneigung ausgeführt. Durch die teilweise beinahe abenteuerlichen Konstruktionen kommt es zu Verschneidungen und Übergängen mit extrem geringen Dachneigungen.

Daraus entstehen häufig Undichtheitsschäden mit Wassereintritten in den Dachzwischenraum und in der Folge in das Gebäudeinnere. In letzter Zeit werden überlange Aluminium-Dachelemente (zum Teil 100 m und mehr) mit mobilen Profiliermaschinen direkt auf der Baustelle gefertigt. Die Deckschalen können aber auch aus verzinkten und beschichteten Gleitbügelementen mit einer Unterkonstruktion aus Bügeln oder Halteleisten ausgeführt sein. Die Schalen sind quasi schwimmend auf dem Unterbau verlegt, wodurch Längenausdehnungen ungehindert aufgenommen werden.

Innovationen sind ebenfalls im Bereich der **Feuchtigkeits- und Luftdichtungen** feststellbar. Die früher ausschließlich mit Dampfsperren ausgeführten Dächer werden heute oft mit sogenannten adaptiven, das heißt feuchtevariablen

Dampfbremsen zur besseren Austrocknung des Dachzwischenraums hergestellt. Diese haben sich vor allen Dingen bei feuchtegeschädigten Dachkonstruktionen für die Rücktrocknung in den Sommermonaten gut bewährt.

**Zwischenkonstruktionen** sind heutzutage, zur Verhinderung von konstruktiven Wärmebrücken, fast ausschließlich mit einer thermischen Trennung versehen. Als Wärmedämmung wird nach wie vor mineralische Wolle, vorwiegend aus Steinwollfilzen und -bahnen, verwendet. Die Dämmungen füllen den gesamten Dachzwischenraum im Sinne einer Vollsparrendämmung aus.

Im letzten Jahrzehnt wurden vermehrt **metallische Eindeckungen auf wärmegeprägten Holzkastenelementen** angebracht. Diese Entwicklung ist durch das Auftreten massiver und meist bauphysikalisch bedingter Schäden erheblich reduziert worden.

### 4. Entwicklung bei Fassadensystemen

Bei Fassadenverkleidungen lässt sich gleichfalls eine klare Bewegung in Richtung **moderner Industriebauarchitektur** mit eigener Formensprache der Oberflächen feststellen. Dies ist vor allen Dingen in den Strukturen der Elemente mit geschweiften und wellenförmigen bzw. perforierten Elementen ersichtlich. Die neuesten Entwicklungen gehen sogar so weit, dass Lochungen bzw. Ausstanzungen aus Fassadenelementen auf besonderen Kundenwunsch formspezifisch und/oder an das Corporate Design der Bestellfirma angepasst werden.

Die **Oberflächen** von verzinkten Stahlelementen werden in letzter Zeit mit hoch resistenten Kunststoffbeschichtungen im Mehrschichtsystem und teilweise verspiegelt ausgeführt. Die Oberflächen und Farbgebungen können an das Corporate Design der Auftraggeber angepasst sein oder aus irisierenden (das heißt, sie erscheinen je nach Perspektive in anderen Farben) Beschichtungen in Regenbogenfarben bestehen. Auf Wunsch sind zudem Oberflächen in Holzdekor erhältlich. Es können sogar weitgehend graffitibeständige Beschichtungen hergestellt werden.

Als **Alternativmetalle** werden nach wie vor blankes Aluminium bzw. Titanzink (zum Teil in vorbewitterter Oberfläche) eingesetzt.

Der **Schichtenaufbau an der Wand** erfolgt mit thermisch getrennten Wandunterkonstruktionen und dreidimensional verstellbaren Wand-Winkelstützen samt einer formstabilen Wärmedämmung, meist aus hydrophobierten (feuchteabweisenden) Steinwollplatten. Diese werden zur besseren Stabilisierung mit Tellerdübeln am Unterbau mechanisch befestigt. Die Deckschalen sind meist kasten- bzw. kassettenförmig und werden – im Gegensatz zu früheren Ausführungen – so gut wie immer unverschraubt und durchdringungsfrei in die Unterkonstruktion eingehängt oder eingeklippt. Als Befestigungselemente werden aus Gründen statischer Sicherheit ausschließlich korrosions-

beständige Materialien, das heißt in der Regel Edelstahl, verwendet.

### 5. Mängel und Schäden

#### 5.1. Allgemeines

Grundsätzlich sei festgestellt, dass der allergrößte Teil der Mängel an Metalldeckungen aus der **Missachtung physikalischer Gesetzmäßigkeiten**, das heißt der Naturgesetze der Technik, entsteht. Die meisten Bauschäden entstehen im Zusammenhang mit Wasser. Dabei beschränken sich die Felder nicht nur auf Oberflächenwasser, sondern gleichfalls auf Kondensat und sind somit ursächlich bauphysikalischer Natur.

Völlig **fehlendes Qualitätsmanagement** in der Bauabwicklung und Baustellenbetreuung verstärkt die Schäden und Mängel noch in erheblichem Ausmaß. Oft bergen eine fehlerhafte oder sogar fehlende Detailplanung (Nullplanung) und eine wenig sorgfältige Baustellenleitung sowie -abnahme ein erhebliches Fehlerpotential. Denn selbstverständlich entstehen viele Schäden aufgrund der Missachtung von handwerklichen Fertigkeiten. In einer etwas genaueren Definierung sind nämlich zum allergrößten Teil Mängel bei der Planung und Baubegleitung durch wenig qualifiziertes und unerfahrenes Personal schuldzuweisend. Eine weitere Fehlerquelle stellen falsch verwendete und wenig praxiserprobte Materialien dar. In diesem Zusammenhang wäre die Baubegleitung durch qualifizierte Metallbauingenieure oder Fachberater aus dem Metallleichtbau ein gravierender Vorteil.

Neben den nachfolgend näher beschriebenen Schadensursachen sind das Alter der Gebäude sowie die damit verbundenen Erscheinungen (wie Erosion, Korrosion etc) maßgebliche Schadensgründe.

#### 5.2. Korrosionsschäden

Beim Zusammenbau von verschiedenartigen Metallen ist wegen möglicher Korrosion (Kontaktkorrosion) auf ihre Verträglichkeit zu achten. Mögliche Schäden entstehen insbesondere bei der Verbindung von Aluminium und Kupfer, von Kupfer und Titanzink sowie Kupfer mit verzinktem Stahl. Dies ist bei der Konstruktion und Verlegung zu beachten. Die Metalle sind durch entsprechende Trennschichten oder Schutzanstriche zu trennen bzw vor Korrosion zu schützen.

Ein immer wiederkehrendes Streitthema unter den Sachverständigen und einschlägig ausgebildeten Fachleuten ist der möglicherweise erforderliche Schnittkantenschutz verzinkter Bauelemente. Es gilt als aktueller Stand der Technik, dass Schnittkanten bis zu einer Dicke von 1,5 mm bei verzinkten wie auch beschichteten Stahlblechen, welche im Kalttrennverfahren hergestellt sind, nicht zusätzlich geschützt werden müssen. Durch den kathodischen Korrosionsschutz (Zinkwanderung) besteht selbst ohne

zusätzlichen Schutz eine ausreichende Resistenz gegen Korrosion.<sup>2</sup>

#### 5.3. Behinderung der Längenausdehnung

Metalle haben – im Gegensatz zu anderen Baumaterialien – erheblich größere Längenausdehnungen. Wobei vor allem Aluminium und Titanzink mit Längenausdehnungskoeffizienten von 0,024 bzw 0,022 mm/m<sup>2</sup>K die größten Werte aufweisen. So beträgt zB die Ausdehnung eines 5 m langen Aluminiumprofils, bei einer Einbautemperatur von 20 Grad Celsius und einer daraus resultierenden Temperaturdifferenz von 60 Kelvin, 7,2 mm. Diese Ausdehnung muss von der Dachkonstruktion zwängungsfrei aufgenommen werden können. Dazu bedarf es der richtigen Anordnung von Schiebehäften oder zwängungsfreien Unterkonstruktionen (wie Gleitbügeln oder Halteleisten). Bei Nichtbeachtung bzw falscher Installation (zB bei unrichtiger Positionierung des Fixpunktes) kommt es fast immer zu Rissbildungen im Bereich der Verfalzung und Verschweißung. Bereits kleine Haarrisse führen zu kapillarem Eintrag erheblicher Mengen an flüssigem Wasser in die Dachkonstruktion bzw in das Gebäudeinnere.

#### 5.4. Wasserundichtigkeit

Starke Niederschläge in Kombination mit einer viel zu geringen Dachneigung, die nach allen Regeln der Technik für Metalldächer 7 Grad betragen sollte, führen meist zu massiven Wassereintritten in den Dachzwischenraum. Die allerunterste Grenze, auch für den Bereich von Übergängen (wie Kehlen, Ychsen etc), sollte jedoch wenigstens 3 Grad betragen. Die in den Herstellerangaben der Systemdachlieferanten festgelegten Dachneigungen für industrielle Klemmfalzdächer von 1,5 Grad ist jedenfalls mit größter Vorsicht zu genießen. Eine Abhilfe schaffen wenigstens geschweißte Dachanschlüsse und -übergänge bzw Dachdurchbrüche. Die Applikation rollnahtgeschweißter Edelstahldächer, die sogar bei 0 Grad-Dachneigungen völlig wasserdicht verlegt werden können, stellt eine Neuheit der letzten Jahre dar, findet jedoch aufgrund der sehr hohen Gestehungskosten eine seltene Anwendung.

Wassereintritte in die Dachkonstruktion führen fast immer zu einer Durchfeuchtung der Wärmedämmung und einer damit verbundenen Minimierung der Wärmedämmeigenschaften. In weiterer Folge kommt es bei Metallkonstruktionen zu möglichen Korrosionserscheinungen oder bei Holzdeckenelementen zur Vermorschung derselben und massivem Pilzbefall. Abgesehen davon, tritt in der Regel das eingedrungene Wasser in den darunter liegenden Raum aus und verursacht Schäden an Lagergut, Produktionseinrichtungen etc. Leider werden Wasserundichtigkeiten meist erst entdeckt, wenn sie bereits mehr oder weniger großen Schaden angerichtet haben.

## 5.5. Luftundichtheit

Eine Undichtheit der unteren Schale (das heißt Fugenausbildung oder perforierte Öffnungen aufgrund von Montagefehlern) führt zwangsläufig zu konvektivem Eintrag feuchtwarmer Luft in die Zwischenkonstruktion. Damit ist, bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur, immer mit sekundärem Oberflächenwasser (Tauwasser) zu rechnen. Diese oft jahrelangen Anreicherungen führen, gerade bei nicht hinterlüfteten Hohlkastenelementen in Holzbauweise, zu massiven Vermorschungsschäden. Diese Schäden können bis hin zur statischen Gefährdung des gesamten Dachtragwerks reichen. Bei Dachelementen aus Stahl kann es zu erheblichen Korrosionsschäden und einer Reduktion der Wärmedämmeigenschaften aufgrund von Durchfeuchtung der Dämmbahnen kommen. Festgehalten sei dazu, dass durch luftundichte Fugen in aller Regel wesentlich mehr Wasserdampf eingetragen wird als durch Diffusion. So können schon bei einer Fugenbreite von 1 mm und einer geringen Druckdifferenz von weniger als 5 Pascal an die 40 g Feuchtigkeit pro Stunde und Laufmeter Fugenlänge in die Dachkonstruktion eindringen. Dies entspricht ungefähr 0,5 Liter Wasser innerhalb von 10 Stunden.

Parallel dazu kommt es zu mehr oder weniger massiven Zugscheinungen und einem damit verbundenen Verlust von Heizenergie mit hohen wirtschaftlichen Folgen.

## 5.6. Wärmebrücken

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Bereiche in einer Hüllkonstruktion mit stark erhöhtem Wärmefluss und damit verbundenem Wärmeverlust bzw. Reduktion der innenseitigen Oberflächentemperatur. Der immer wieder diskutierte Begriff „Wärmebrücke“ versus „Kältebrücke“ lässt sich damit erklären, dass physikalisch Wärme bis zur absoluten Nulltemperatur von  $-273,15$  Grad Celsius existiert und theoretisch erst dann von Kälte gesprochen wird.

Unterschieden wird zwischen materialbedingten und konstruktiven Wärmebrücken, wobei für die beschriebenen Bereiche an Dach und Wand fast ausschließlich konstruktive Wärmebrücken vorherrschen. Diese werden meist durch nicht thermisch getrennte Distanzkonstruktionen bzw. punktuelle Durchdringungen der Wärmedämmung mit Wandwinkelstützen etc. hervorgerufen.

Neueste Entwicklungen bei Warmdachkonstruktionen gehen in Richtung mehrteiliger Distanzhalterkonstruktionen mit einer Zwischenlage aus wärmedämmendem Material bzw. im Bereich von vorgehängten Fassaden mit Wandwinkelstützen aus Kunststoff oder glasfaserverstärktem Kunststoff.

## 5.7. Mangelhafte Befestigung

Gerade im Hinblick auf bereits existierende und in Zukunft sich noch verstärkende Sturmereignisse ist der ausreichenden Befestigung der metallischen Deckschalen in die Dachkonstruktion größte Bedeutung beizumessen. An den

Rand- und Eckbereichen von Dachkonstruktionen in Fassadenverkleidungen können Sturmspitzen mit einer Windsoglast von bis zu  $300 \text{ kp/m}^2$  auftreten. Selbst Tornados sind in Österreich nicht mehr ausgeschlossen.<sup>3</sup> Dies verlangt eine statisch nachgewiesene Befestigung mit einer entsprechenden Vermehrung der Befestigungselemente in Eck- und Wandbereichen. Die Befestigung ist in den Plänen ersichtlich zu machen und von einer befugten Person statisch nachzuweisen und zu bestätigen.

Leider entsprechen die derzeit vorhandenen Normen und Regelwerke noch nicht den sich verändernden Umweltbedingungen. So muss gezwungenermaßen auf Hersteller- und Produktvorschriften zurückgegriffen werden, wobei wesentlich ist, dass sich die verwendeten Produkte in der Praxis bereits bewährt haben.

## 6. Bestandssanierungen und -adaptierungen

Vor allem für Dach- und Wandverkleidungen in Metallprofilen besteht in der Sanierung ein breites und ideales Betätigungsfeld. So lassen sich beispielsweise Flachdachkonstruktionen mit einem leichten Dachstuhl aus Metallprofilen überbauen und mit einer schraubenlosen Wasserschale eindecken. Die bestehende Dachkonstruktion kann belassen werden und muss nicht teuer und aufwendig entsorgt werden. Eine zusätzliche Wärmedämmung wird, zur Erreichung der neuen Energieleitahlen, auf die bestehende Dachkonstruktion einfach aufgelegt. Damit entsteht ein gut durchlüfteter Dachraum, der sekundäres Tauwasser an der Dachunterseite ausschließt.

Dasselbe trifft auf die Sanierung und Revitalisierung von meist ungedämmten Beton- und Mauerwerksfassaden zu. Diese werden mit einer Zwischenkonstruktion und einer Wärmedämmung, gemäß den gesetzlichen Anforderungen, versehen und mit einer anspruchsvollen und witterungsbeständigen metallischen Außenhaut abgedeckt. In diesem Zusammenhang lassen sich sämtliche Bauelemente (wie Lichtbänder, Tore etc.) sanieren (das heißt in diesem Fall: gegen neue austauschen).

In Ergänzung können auf die Dachkonstruktionen Photovoltaikmodule aufgeständert oder einfach nur Dünnschichtmodule aufflamiert werden. Dasselbe trifft auf die Fassadenkonstruktion zu, wobei mit der Energiefassade und Installation von Photovoltaikkollektoren oder Solarthermie erhebliche Energiemengen generiert werden können. Vor allen Dingen würde die Energiefassade den notwendigen Strom für die Kühlung der Gebäude bei extremer Hitze sicherstellen und damit der sommerlichen Aufheizung entgegengewirkt werden.

## 7. Ausblick

Aus dem oben Gesagten ergibt sich die zwingende Notwendigkeit einer gesamtökologischen Betrachtung beim Bauen und bei der Revitalisierung von Industrie- und Gewerbeobjekten. Ein verstärkter und durchgängiger Einsatz

von Qualitätsmanagementsystemen über die gesamte Planungs- und Bauphase hinweg sowie die Installation eines digitalen Informations- und Kommunikationsnetzes stellen ein langfristiges Ziel des Bau- und Sanierungswesens dar. Dazu gehören die Verbindlichkeit zur Wartung und Instandsetzung von Dächern und Fassaden ebenso wie die Installierung von verpflichtenden Wartungsverträgen. Der Beiziehung von fachlich qualifizierten Metallbauingenieuren oder Fachleuten für Metallleichtbau müsste eine größere Bedeutung beigemessen werden.

Eine weitere wünschenswerte Vision ist in diesem Zusammenhang die Gewährleistung einer möglichst langen Lebensdauer von Gebäuden. So müssten die verwendeten Baumaterialien eine ungleich größere Standzeit (wenigstens 50 Jahre) nachweisen und nach Nutzung umweltfreundlich recycelt werden können. Dies ist bei den beschriebenen Metallen (vor allen Dingen bei Stahl und Aluminium) uneingeschränkt der Fall. Auch wenn Aluminium bei der Entstehung höhere Energiemengen fordert, ist doch das Recycling hocheffizient und uneingeschränkt wiederholbar. So können selbst Industrie- und Gewerbeobjekte ihren Beitrag zum Kreislauf in einem globalen Nachhaltigkeitskonzept leisten.

*Zum Autor:*

*Ing. Franz Voglhuber, MSc. hat seit mehr als vier Jahrzehnten Erfahrung im Hallenbau bzw bei der Sanierung von Betriebsobjekten. Seit 1996 ist er eingetragener beeideter Sachverständiger für Dach- und Wandkonstruktionen aus Metall, seit 2012 zusätzlich für die Revitalisierung und Renovierung von Industrie- und Gewerbebauten. Ebenso ist er eingetragener Mediator für Streitigkeiten im Bauwesen und in Wirtschaftsfragen.*

### **Anmerkungen:**

- <sup>1</sup> Quelle: Wikipedia.
- <sup>2</sup> Siehe *Voglhuber*, Korrosion bei Dächern, Spengler Fachjournal 3/2014.
- <sup>3</sup> Siehe Unwetterstatistik Österreich 2018, online abrufbar unter [https://www.skywarn.at/index.php/Unwetter\\_in\\_Oesterreich.html](https://www.skywarn.at/index.php/Unwetter_in_Oesterreich.html).

*Korrespondenz:*

*Ing. Franz Voglhuber, MSc.*

*Tel.: 0664 / 535 58 15*

*E-Mail: [franz@voglhuber-consulting.at](mailto:franz@voglhuber-consulting.at)*