

Dokumentation 874

Gebäudesanierung mit Edelstahl Rostfrei



Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER) ist eine Gemeinschaftsorganisation von Unternehmen und Institutionen für nichtrostende Stähle aus den Bereichen

- Edelstahlherstellung,
- Edelstahlhandel und Anarbeitung,
- Edelstahlverarbeitung,
- Oberflächenveredelung,
- Legierungsmittelindustrie,
- Dienstleistungen und Verlage.

Die Aufgaben der ISER umfassen die firmenneutrale Information über Eigenschaften und Anwendungen von Edelstahl Rostfrei.

Schwerpunkte der Aktivitäten sind

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Online-Informationsplattform unter www.edelstahl-rostfrei.de
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Errichtung von Kompetenzzentren „Edelstahl-Rostfrei-Verarbeitung“
- Informationen über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Alle ISER Publikationen stehen zum kostenfreien Download unter www.edelstahl-rostfrei.de/Publikationen zur Verfügung.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden. Nachdrucke bzw. Veröffentlichungen im Internet, auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und mit deutlicher Quellenangabe gestattet.

Inhalt

Einführung	3
Instandsetzung	5
– Mauerwerkstrockenlegung	5
– Bewehrungen, Abfangungen und Befestigungen	6
Fassaden	
– Mehrschichtige Konstruktionen	8
– Bekleidungen	10
– Sonnenschutz	12
– Fassadenbegrünung	13
– Profilsysteme	14
– Balkone und Fluchtwege	15
Dächer	16
– Rollnahtgeschweißte Dächer	18
– Oberflächenausführungen	20
Innenausbau	22
Technischer Ausbau	24
Literatur	26
Abbildungen	27

Impressum

Dokumentation 874
Gebäudesanierung mit Edelstahl Rostfrei
1. Auflage 2022

Herausgeber:

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05
40013 Düsseldorf
Telefon: 0211 / 67 07-8 35
Telefax: 0211 / 67 07-3 44
Internet: www.edelstahl-rostfrei.de
E-Mail: info@edelstahl-rostfrei.de

Redaktion und Layout:

Martina Helzel, circa drei, München

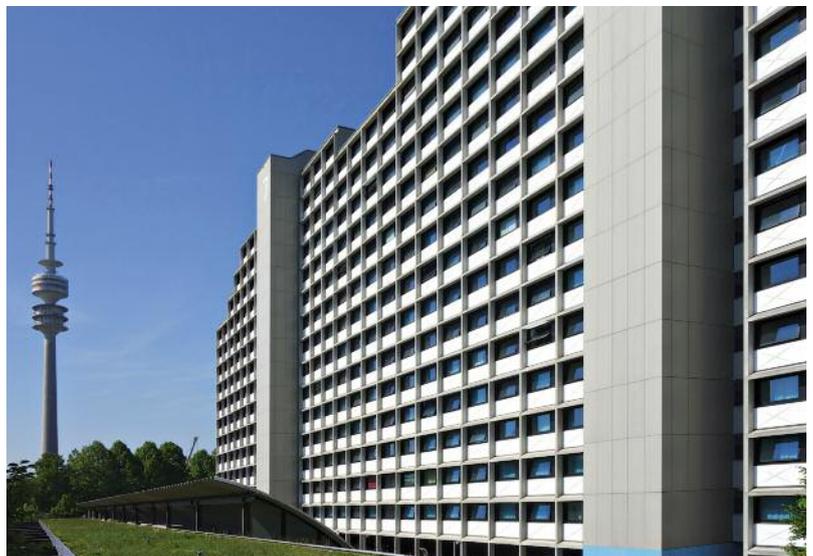
Einführung

Beim Thema Sanierung denkt man längst nicht mehr nur an historische oder gar denkmalgeschützte Bauwerke. Rund zwei Drittel der Gebäude in Deutschland wurden in den 1960er- bis 1980er-Jahren erbaut und haben dementsprechenden Sanierungs- und Modernisierungsbedarf. Dabei gewinnt das Thema Nachhaltigkeit enorm an Bedeutung. Der fortschreitende Klimawandel und die damit verbundenen Anforderungen an Energieeinsparung stellen oft die sogenannte energetische Modernisierung in den Vordergrund. Doch auch der Abriss und Neubau von Gebäuden tragen maßgeblich zu den klimaschädlichen CO₂-Emissionen sowie dem enormen Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen im Bausektor bei. Unter Einbeziehung der Lebenszykluskosten ist es daher sinnvoller und häufig auch wirtschaftlicher, bestehende Gebäude so lange wie möglich zu nutzen. Substanzschonende Sanierungs- und Umbauprojekte, die auf geändertes Nutzerverhalten reagieren, die Ästhetik und Energieeffizienz von Gebäuden steigern, aber auch unsere Baukultur bewahren, sind nun gefordert. In diesem Zusammenhang

lohnt es sich, den langlebigen Werkstoff Edelstahl Rostfrei und den vielseitigen Beitrag, den er leistet, genauer zu betrachten.

Edelstahl Rostfrei ist ein Sammelbegriff für über 120 verschiedene Sorten nichtrostender Stähle. Seine Korrosionsbeständigkeit verdankt er einer einfachen chemischen Reaktion: Das im Edelstahl enthaltene Chrom bildet in Verbindung mit Sauerstoff eine nur wenige Moleküllagen dünne Oxidschicht an der Oberfläche. Diese sogenannte Passivschicht wehrt aggressive Substanzen ab und bildet sich bei Beschädigung durch äußere Einwirkungen in Bruchteilen von Sekunden neu. Durch Zugabe von Nickel und Molybdän, aber auch anderen Legierungsmitteln, lässt sich die Korrosionsbeständigkeit weiter steigern. Zugewonnen auf spezielle Anwendungen und Umgebungen im Bauwesen stehen Planern und Bauherren heute eine Vielzahl von Legierungsvarianten bzw. Sorten sowie bauaufsichtlich zugelassene Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen zur Verfügung.

Das Studentenwohnhochhaus in München wurde Anfang der 1970er Jahre als Teil des Olympischen Dorfes errichtet. Nach 40 Jahren musste es an heutige Wärme- und Brandschutzanforderungen angepasst werden, ohne dabei seinen ausdrucksstarken Charakter einzubüßen. Die 801 Apartments bildeten sich nach außen durch gestapelte Sichtbetonrahmen ab. Eine vorgehängte Struktur aus Leichtbetonfertigteilen – mit Fassadenplattenankern aus nichtrostendem Stahl an der nun wärmegeämmten Tragkonstruktion befestigt – erzeugt eine Plastizität, die der alten Fassade sehr nahekommt.





Das romanische Kloster „Unser Lieben Frauen“ in Magdeburg ist das älteste erhaltene Bauwerk der Stadt. Unweit des Elbufers gelegen, beherbergt es heute ein Museum für zeitgenössische Kunst. Nach seiner umfassenden Sanierung ziehen bewegliche Paneele vor den Fensteröffnungen die Aufmerksamkeit auf sich. In verschiedenen Winkeln aus der Fassade herausgeklappt, bilden sich auf den spiegelpolierten Edelstahloberflächen unterschiedliche, sich ständig ändernde Fragmente der Umgebung ab, verweben Innen und Außen, Stadtraum und Kunstmuseum.

Im Gegensatz zu anderen Baustoffen weist nichtrostender Stahl keine Alterung oder signifikanten Abtragungsraten auf. Die wartungsarmen, leicht zu reinigenden Oberflächen benötigen keine zusätzlichen Anstriche oder Beschichtungen. Dabei verhält sich Edelstahl Rostfrei über die gesamte Produktlebensdauer neutral gegenüber der Umwelt. Der inerte Werkstoff gibt keinerlei Schadstoffe in Luft, Wasser oder Boden ab.

Zu den weiteren wesentlichen Merkmalen von Edelstahl Rostfrei gehört unter anderem seine hohe Festigkeit bei gleichzeitig guter Umformbarkeit. So ermöglichen nichtrostende Stähle dank ihrer hohen Steifigkeit dünnwandige und leichte Bauteile. Konstruktionen und Bauelemente lassen sich rationell und witterungsunabhängig vorfertigen, so dass sie sich auf der Baustelle schnell und einfach montieren lassen. Auch Demontage und Wiederverwendung gestalten sich problemlos. Selbst bei einem endgültigen Abbruch des Bauwerks bleibt nichtrostender Stahl als Rohstoff erhalten. Im Gegensatz zu anderen Materialien hat der bis zu 100% recycelte Edelstahl Rostfrei identische Eigenschaften und Leistungen wie einer, der nicht aus dem Recyclingprozess stammt.

Auch bei der Sanierung und Modernisierung von Gebäuden ist die Betrachtung der Lebenszyklus-

kosten unabdingbar. Im Vergleich mit anderen Baumaterialien stellt sich schnell heraus, dass der in der Herstellungsphase teurere Werkstoff aufgrund seiner Dauerhaftigkeit und weitgehenden Wartungsfreiheit langfristig der kostengünstigere ist. Zudem bietet die reichhaltige Palette an verfügbaren Halbzeugen und Oberflächenausführungen große Freiräume für kreative Gestaltung und architektonische Konzeptionsmöglichkeiten. Sanierungen und Neugestaltungen, insbesondere der Gebäudehülle, bieten die Chance, Bauwerke mit hohem Identifikationswert zu schaffen. Auch werden Gebäude, die allgemein als „schön“ empfunden werden, gerne genutzt und erhalten. Der optische Gewinn steigert somit auch den Wert der Immobilie.

Diese Broschüre vermittelt Ideen und gibt Anregungen. Anhand von ausgeführten Sanierungs- und Modernisierungsbeispielen zeigt sie das breite Spektrum auf, in dem Edelstahl Rostfrei aufgrund seiner Werkstoffeigenschaften und seiner Ästhetik entscheidend zur Nachhaltigkeit von Gebäuden beiträgt – sowohl ökonomisch, ökologisch als auch sozial. Die im Literaturverzeichnis aufgeführten Publikationen der ISER liefern weitere detaillierte Informationen zu den einzelnen Anwendungsgebieten, Sorten, Werkstoffeigenschaften und Verarbeitung.

Instandsetzung

Trockene Wände und die Gewährleistung der Standsicherheit sind Voraussetzungen für den dauerhaften Erhalt und die Nutzungsqualität von Bauwerken.

Mauerwerkstroekenlegung

Im Mauerwerk aufsteigende Feuchtigkeit verursacht Putzschäden, Ausblühungen oder Schimmelbildung. Nicht nur die Gesundheit der Nutzer ist gefährdet, auch die Wärmedämmung wird stark

vermindert. Grund hierfür ist oft die bei älteren Gebäuden fehlende oder teilweise defekte Horizontalsperre. Um die Kapillarwirkung von Natursteinmauerwerk, Ziegel oder Altbeton dauerhaft zu unterbinden, werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Zu den schnellsten und vor allem zuverlässigsten Verfahren gehört das Einbringen von Blechen aus nichtrostendem Stahl. Abhängig von der Bausubstanz und der Einbausituation wird dabei das Vibrations- oder das Sägeverfahren angewendet.



Beim Vibrationsverfahren werden Wellplatten aus Edelstahl Rostfrei von einem Spezialwerkzeug mit hydraulischem Druck in die Lagerfuge des Mauerwerks oder „weichen“ Naturstein eingetrieben. Die ineinandergreifenden Platten bilden sofort eine durchgängige horizontale Sperrschicht. Trennen und Isolieren erfolgen in einem einzigen Arbeitsgang und auch das nachträgliche Verpressen von Fugen entfällt.

Nach der vollständigen Isolierung des Wandquerschnitts mit nichtrostenden Stahlblechen trocknen die darüber liegenden Bereiche aus. Immer wieder auftretende Abplatzungen des Putzes und eine weitere Schädigung der Bausubstanz werden dauerhaft vermieden.

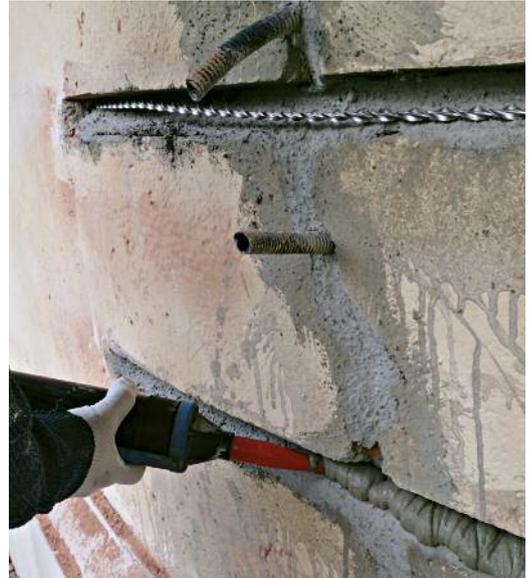


Sollen u.U. bauwerksschädliche Erschütterungen vermieden werden, bietet sich das Sägeverfahren an, bei dem das Mauerwerk im Nass- oder Trockenschneideverfahren abschnittsweise durchtrennt wird. Unmittelbar nach dem Sägen werden die nichtrostenden Stahlbleche überlappend eingeschoben. Hochfeste Kunststoffkeile sorgen vor dem abschließenden Verpressen der Sägefuge mit Quellmörtel für die Übertragung der Vertikallasten.

Bewehrungen, Abfangungen und Befestigungen

Risse in Wänden und Decken können verschiedenste Ursachen haben – von Setzungen des Baugrunds über Materialermüdung oder unzureichendem Verbund unterschiedlicher Baustoffe bis hin zum Nachgeben tragender Stahlteile aufgrund von Korrosion. Risse in Mauerwerk oder Beton bedeuten zwar nicht zwangsläufig eine Gefahr für die Standsicherheit einer Konstruktion, können aber zu Mängeln in Bezug auf den Wärme-, Feuchte- und Schallschutz führen und dadurch den dauerhaften Erhalt von Gebäuden gefährden.

Abhängig von der Ursache und dem Umfang des Schadens werden Spiralanker, Betonrippenstähle oder Gewindestangen aus nichtrostendem Stahl zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Tragfähigkeit eingesetzt. Umhüllt von geeignetem Verpressmaterial, eingebettet in Spezialmörtel oder selbstschneidend verbindet Edelstahl Rostfrei bei der sogenannten Vernadelung Bauteile zugfest miteinander. Betonsanierungen erfordern aufgrund der Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Bewehrungsstähle eine geringere Betondeckung als Sanierungen mit Bewehrungen aus Kohlenstoffstahl.



Zur konstruktiven Rissesicherung werden die zuvor ausgefrästen Lagerfugen mit Spiralankern aus nichtrostendem Stahl bewehrt und mauerwerküblich mit Spezialmörtel verfüllt.

Die Verankerung von Außenwänden mit Innenbauteilen bzw. die Aufnahme von Zugkräften durch Gewölbeschub erfolgt durch Teilgewindestangen, die mit Halteplatten oder Andreas-kreuzen aus Edelstahl Rostfrei an der Außenwand endverankert sind.



Gewindestangen mit Abstandhaltern zum optimalen Verpressen mit Mörtel im Bohrloch



Abfangkonstruktionen in schwer zugänglichen und somit nicht mehr kontrollierbaren Bereichen sowie Einbausituationen, die häufig einer mit Feuchtigkeit gesättigten oder mit Schadstoffen belasteten Atmosphäre ausgesetzt sind, müssen auch bei der Instandsetzung von Altbauten dauerhaft gegen Korrosion geschützt sein. Auflagerkonsolen, Traganker und Profile aus nicht-

rostendem Stahl unterliegen im Gegensatz zu beschichteten Metallkonstruktionen nicht der Gefahr, bereits bei Transport und Montage beschädigt zu werden. Schnell und kostengünstig anzupassen, schließen sie durch ihre einzigartigen Werkstoffeigenschaften mögliche Korrosionsrisiken aus und können zudem schlanker dimensioniert werden.



Die Volksbühne am Rosa-Luxemburg-Platz in Berlin wurde 1914 erbaut, im zweiten Weltkrieg fast völlig zerstört und in den 1950er Jahren in modifizierter Form wieder aufgebaut. Nach über 50 Jahren war es an der Zeit, die traditionsreiche Volksbühne den heutigen Anforderungen entsprechend denkmalgerecht zu sanieren. Auch die tragende Stahlkonstruktion unter der Muschelkalkfassade musste erneuert werden. Stark von Korrosion in Mitleidenschaft gezogen, konnte die Standsicherheit der Architravsteine, der Architravuntersicht und der Natursteinfassade über dem Hauptportal nicht mehr gewährleistet werden (rechts oben). Vorgefertigte Bauteile aus nichtrostendem Stahl boten hier eine zeit- und kostensparende sowie dauerhaft korrosionsbeständige Lösung (rechts unten).



Fassaden

In Fassadenkonstruktionen übernimmt der Werkstoff Edelstahl Rostfrei unterschiedlichste Aufgaben – von nicht sichtbaren Befestigungen über vollflächige Bekleidungen und transparente Hüllen bis hin zum Sonnenschutz oder als Tragkonstruktion für Fassadenbegrünungen.

Mehrschichtige Konstruktionen

Zur Verbindung und Lastabtragung unterschiedlicher Bauteile in mehrschichtigen Fassadenaufbauten, wie z.B. vorgehängten hinterlüfteten

Fassaden oder Vorsatzschalen, wird nichtrostender Stahl wegen seiner Korrosionsbeständigkeit seit langem eingesetzt. Mit den stetig steigenden energetischen Anforderungen an Bestandsgebäude nimmt auch die Bedeutung wärmebrückenarmer und als passivhaustauglich zertifizierter Unterkonstruktionen zu. Edelstahl Rostfrei, insbesondere nichtrostender Duplexstahl, verringert den Wärmedurchgang durch seine gegenüber anderen Metallen deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit und ermöglicht gezielte Querschnittsreduzierungen aufgrund seiner hohen Festigkeit.



Das Ende der 1950er Jahre erbaute Gebäude der Kreisverwaltung Kaiserslautern gilt mit seiner streng gerasterten Fassade als typischer Vertreter der Nachkriegsmoderne. Im Laufe der Zeit war jedoch die Verankerung der Natursteinfassade durch Korrosion erheblich geschwächt und somit die Standsicherheit nicht mehr gewährleistet. Nach der denkmalgerechten Sanierung tragen Fassadenanker aus Edelstahl die bis zu einem Zentner schweren Platten aus Muschelkalk. Verdeckt in die hinterlüftete Fassade integrierte, dezentrale Lüftungsgeräte sorgen im Inneren für hohen Nutzerkomfort.





Geringe Wärmedämmung, Wärmebrücken und hohe Energiekosten – Probleme, die zahllose Bestandsgebäude aus den 1970er-Jahren betreffen. Die Wohnanlage in Troisdorf wurde bereits in zwei Bauabschnitten energetisch saniert. Stabwerke aus Edelstahl Rostfrei übertragen die Wind- und Eigenlasten der neuen Faserzementplatten durch Dämmung und Luftschicht in den Rohbau, bei minimalen Verlusten durch Wärmebrücken.



Das Wohnhochhaus in Freiburg im Breisgau aus den 1960er-Jahren wurde grundlegend saniert und neu strukturiert, so dass sich die Anzahl der Wohnungen von 90 auf 124 erhöhte. Dafür wurde das 16-geschossiges Bestandsgebäude um zwei Raumachsen erweitert und die bestehenden Loggien den Innenräumen zugeschlagen. Die neuen, vorgesetzten Balkonkonstruktionen aus Betonfertigteilen sind an den Bestandsdecken rückverankert. Korrosionsbeständige Platten, Schrauben und Muttern aus Edelstahl Rostfrei sorgen für die dauerhafte Sicherheit an dem in der Erdbebenzone 1 gelegenen Gebäude.



Bekleidungen

Neben nicht sichtbaren Anwendungen bietet sich der witterungsbeständige Werkstoff Edelstahl Rostfrei auch bei der Sanierung und Modernisierung sichtbarer Fassadenbereiche an. Als vollflächige Fassadenbekleidungen in Form von Blechen, Kassetten, Tafeln oder Schindeln leistet er dauerhaften Wetterschutz und kann mit seinem eher technisch anmutenden Charakter einen spannenden Kontrast zu „lebendigeren“ Materialien wie Mauerwerk oder Holz bilden. Perforierte Bleche, Streckmetalle oder Elemente aus nicht-

rostenden Stahlprofilen, als Schmuckelemente, Sicht- oder Sonnenschutz vor die wasserführende Schicht gesetzt, werten Fassaden optisch auf, gliedern sie oder fassen alte und neue Bauteile zu einem Ganzen zusammen. In Verbindung mit unterschiedlichsten Oberflächenausführungen ergeben sich vielfältigste Möglichkeiten für die Gestaltung neuer Fassaden. Allen gemeinsam sind jedoch die ökologisch unbedenklichen und langlebigen Eigenschaften von Edelstahl Rostfrei, der auch über Jahrzehnte sein Aussehen nicht verändert.



Das Restaurant auf dem 2.224 m hohen Nebelhorn wurde unter weitgehender Nutzung der alten Fundamente als kombinierter Stahl-Holz-Bau neu errichtet. Die über eine großzügige Terrasse damit verbundene Gipfelstation der Seilbahn blieb erhalten. Der funktionale Pultdachbau wurde um einige Nebenräume ergänzt und setzt sich durch seine neue allseitige Umhüllung mit Edelstahl-Falzblechen deutlich vom Restaurant mit dessen geschwungener Linienführung ab.





Mit matt schimmernden Edelstahlflächen zieht die Fassade eines Fotostudios in Schilde die Aufmerksamkeit der Kunden auf sich. Das Gebäude aus den 1970er-Jahren wurde von allen nichttragenden Teilen befreit und mit nur einem Material neu in Szene gesetzt: Edelstahl Rostfrei. Die bestehenden, zurückversetzten Schau- fenster und das vorspringende Kastenfenster verleihen der Paneelfassade Relief und Tiefe.



Das Hotel Le Fouquet's im Zentrum von Paris erstreckt sich über mehrere Gebäude. Im Zuge seiner Sanierung und Erweiterung wurde auch der Innenhof des Blocks aufgewertet. Eine 18 m hohe und 10 m breite „Spiegelwand“ aus hochglanzpoliertem Edelstahl Rostfrei verbirgt die dahinter liegende Brandwand, vergrößert optisch den Innenhof, fängt Licht ein und erzeugt faszinierende Reflexionen.



Das in den 1950er-Jahren erbaute Verwaltungs- gebäude der Verbund Zentrale liegt an der Freyung, einem der prominentesten Plätze in der Altstadt von Wien. Elemente aus wellen- förmig gebogenen und zueinander versetzen Rechteckrohren aus Edelstahl Rostfrei sind als zweite Schicht vor die sanierte Fassade ge- setzt und passen den neugeschoßigen Nach- kriegsbau durch seine geschoßübergreifende Gestaltung an den Maßstab der benachbarten historischen Gebäude an.

Sonnenschutz

Sonnenschutzsysteme sind ein wichtiger Bestandteil nachhaltigen Bauens und energetischer Gebäudesanierung. Offene Metallstrukturen wie Gewebe oder Lamellen reflektieren die Wärmestrahlung bevor sie die eigentliche Gebäudehülle erreicht, schützen vor Überhitzung im Sommer und erlauben solare Warmgewinne bei niedrig stehender Sonne. Durch ihre offene Struktur fällt

diffuses Licht ins Innere und auch der Blick nach außen wird nicht beeinträchtigt. Dank der ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften des nichtrostenden Stahls können im Vergleich zu anderen Metallen geringere Materialstärken und größere Längen verwendet werden. Sowohl als vorgesetzte Hülle wie auch als rollbarer oder feststehender Sonnenschutz vor Verglasungen bietet Edelstahl Rostfrei optisch ansprechende Lösungen bei geringem Wartungsaufwand.



Die Fassaden-Neugestaltung im Zuge der energetischen Sanierung von Institutsgebäuden der Universität Augsburg hat deren Erscheinung grundlegend verändert. Die dominierende, vertikale Struktur des Stahlbetonskeletts aus den 1950er-Jahren wurde abgelöst durch horizontale, zueinander versetzte Fensterbänder mit feststehendem und rollbarem Sonnenschutz aus Edelstahl Rostfrei. Dank der im Vergleich zu anderen Metallbehängen geringen Dicke der filigranen Hohl lamellen konnten die Rollladenkästen problemlos in den neuen Fassadenaufbau integriert werden.





Fassadenbegrünung

Mit steigendem Bewusstsein für nachhaltige Bauweisen hat auch die Begrünung von Fassaden an Bedeutung gewonnen. Neben ihren positiven klimatischen und energetischen Auswirkungen setzen sie gestalterische Akzente und können weniger ansehnliche Bereiche „kaschieren“. Systemkomponenten aus nichtrostendem Stahl trotzen nicht nur der Witterung und aggressiven Umgebungen, sondern tragen auch zuverlässig das über die Jahre zunehmende Eigengewicht der Pflanzen.

Energie einzusparen war das vorrangige Ziel bei der Sanierung des Kaufhauses in Mainz. Semitransparentes Edstahlgewebe umhüllt den Bestand und verleiht ihm ein neues, sich im Tagesverlauf veränderndes Aussehen. In Kombination mit fassadenintegrierten PV-Modulen verbraucht das Gebäude nun 70% weniger Heizenergie und 50% weniger Strom.



Eine ehemalige Uhrenfabrik in Prescott, UK, beherbergt nach der Sanierung und Umnutzung normale Wohnungen und solche für betreutes Wohnen. Bereits in wenigen Jahren wird die jetzt noch kahle Brandwand des denkmalgeschützten Gebäudes mit üppigem Grün überzogen sein. Das mit Abstandhaltern montierte Seilnetzsystem aus Edelstahl Rostfrei bewahrt die Wand vor erneuten Bauschäden durch eindringende Wurzeln oder Triebe.

Profilsysteme

Ob Pfosten-Riegel-Konstruktionen, Türen oder Fenster – Profile aus nichtrostendem Stahl sind vielfältig einsetzbar und erfüllen je nach Anforderung unterschiedlichste Aufgaben. Thermisch getrennt überzeugen sie mit guten U-Werten bei schmalen Profilansichten und geringem Materialeinsatz oder bewähren sich im Brandschutz- und Sicherheitsbereich. Auch optisch punktet Edelstahl Rostfrei bei der Gebäudemodernisierung. Sein elegantes, zurückhaltendes Erscheinungsbild kann sich sowohl harmonisch in bestehende Stilrichtungen einfügen als auch gezielt neue Akzente setzen.



Mit ihren schlanken, glänzenden Edelstahlprofilen bilden die Eingangstüren des Bahnhofs in Rapperswill einen reizvollen Kontrast zu dem massiven historischen Bau und erfüllen zudem sämtliche Erwartungen an ein stark frequentiertes, öffentliches Gebäude.



Im Zuge einer grundlegenden energetischen Sanierung erhielt die Mensa II der Uni Freiburg eine neue Glasfassade mit 3-fach Isolierverglasung. Im Sockelgeschoss kam dafür ein Profilsystem aus nichtrostendem Stahl zum Einsatz. Auch die bisherigen Eingangstüren aus flächigem Metall wurden durch verglaste Edelstahltüren ersetzt und unterstreichen nun die gestalterische Intention der ursprünglichen Architektur aus den frühen 1970er-Jahren.

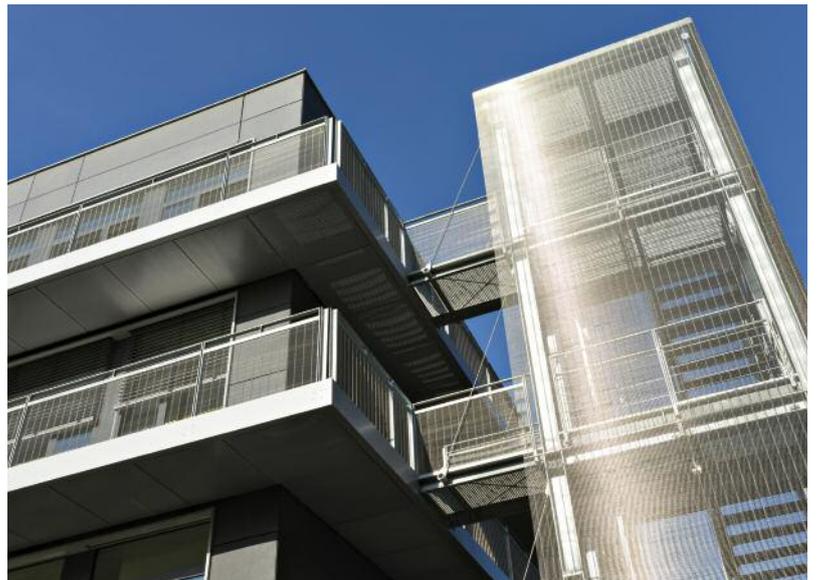




Balkone und Fluchtwege

Seine einzigartigen Werkstoffeigenschaften prädestinieren nichtrostenden Stahl für alle Anwendungen im Freien, die einerseits dauerhafte Sicherheit erfordern, wie z. B. Absturzsicherungen oder Fluchtbalkone, und die andererseits als architektonisches Gestaltungselement den Charakter des Gebäudes und des Stadtraumes prägen. Das Einsatzspektrum reicht von Brandschutzertüchtigungen, die oft in Verbindung mit energetischen Sanierungen gefordert werden, bis hin zur Renovierung im privaten Bereich. Hier erfreuen sich Geländersysteme im Baukastenprinzip großer Beliebtheit. Langlebig und wartungsarm erfüllen sie durch individuelle Kombinationsmöglichkeiten bei Pfosten, Handläufen und Füllungen jeden Bauherrenwunsch.

Eine außerwöhnliche Balkonkonstruktion schmückt den engen Innenhof eines Gründerzeithauses in Wien. Umgeben von Pflanztrögen können die Bewohner im 4. Stock 12 Quadratmeter Freifläche genießen. Dabei sichert die in Abstimmung mit den Nachbarn entwickelte Geometrie des Balkons die Belichtung der darunter liegenden Wohnungen. Die dem Hof zugewandten Flächen sind in Dreiecke unterteilt und mit polierten Edelstahlpaneelen verkleidet, die mit der tragenden Stahlkonstruktion verklebt sind. Reflexionen auf den unterschiedlich geneigten Teilflächen erweitern optisch den Innenhof und lenken Licht in die Tiefe.



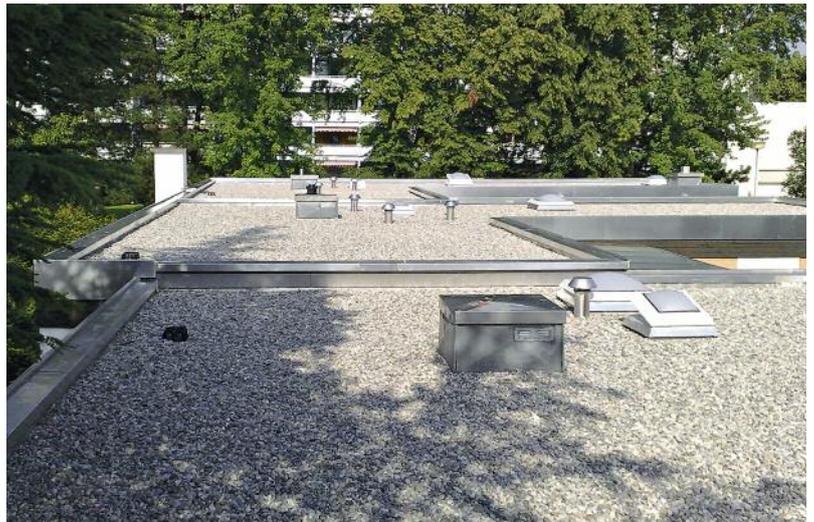
Energie- und brandschutztechnisch saniert präsentiert sich das Köln-Kolleg mit neuer Fassadengestaltung. Hinterlüftete Paneele aus Glasfaserbeton nehmen die massive Materialität der Sichtbetonfassade aus den frühen 1970er-Jahren auf. Für die notwendigen Fluchtwege sorgen umlaufende Balkone und außenliegende Treppen. Das semi-transparente Edeldstahlgewebe der Brüstungen und um die Treppentürme vermittelt Leichtigkeit und wirkt zudem raumbildend.

Dächer

Undichtigkeiten der Dacheindeckung werden oft erst dann festgestellt, wenn sichtbare Schäden an der Bausubstanz auftreten. Vielseitig im Erscheinungsbild, beständig und langlebig bietet Edelstahl Rostfrei vor allem unter der Betrachtung der Lebenszykluskosten eine wirtschaftliche und sichere Alternative – ob bei flachen oder geneigten, ebenen oder gewölbten und sogar bei 0°-Dächern. Durch seine gute Umformbarkeit eignet sich der Werkstoff für alle gängigen Metall-

dachdeckungsarten, wie Steh- und Winkelfalz oder Leisten- und Schindeldeckungen. Dachaufbauten und Gauben jeglicher Form können dauerhaft in die nichtrostende Dachhaut integriert werden. Zudem benötigen Edelstahldächer gegenüber konventionellen Dächern einen vergleichsweise einfachen Aufbau. Durch die Korrosionsbeständigkeit des nichtrostenden Stahls kann oftmals auf eine belüftete Unterkonstruktion verzichtet werden.

Viele der in 1960er- bis 1980er Jahren entstandenen Flachdachbauten – vom Bungalow über Mehrfamilienhäuser bis hin zu Schulen, Industrie- und Verwaltungsbauten – haben Probleme mit undichten Dächern. Über Jahre mit nur mäßigem Erfolg repariert, stellt die vollständige Sanierung mit rollnahtgeschweißtem Edelstahl oft die wirtschaftlichere Alternative dar.



Aufgrund der vielfältigen Werkstoffeigenschaften können Dächer aus Edelstahl Rostfrei nahezu überall eingesetzt werden. Höher legiert widerstehen sie korrosiven Umgebungen mit Chlorid- oder Schwefeldioxidbelastungen, z.B. in Meeresnähe oder in Industriegebieten. In Gebirgsregionen punktet nichtrostender Stahl aufgrund seiner mechanischen Festigkeit und hohen Temperaturwechselbeständigkeit. Bei der neuen Eindeckung der Stuttgarter Hütte in den Lechtaler Alpen sorgt die geprägte Oberfläche für zusätzliche Steifigkeit des Materials.



Bei der Sanierung von historischen Gebäuden, wie der alten Residenzpost in München, bleibt das elegante und zurückhaltende Erscheinungsbild der Dachfläche dank der mattgewalzten Edelstahldeckung erhalten.



Solarpaneele können in unterschiedlichen Winkeln durchdringungsfrei an den Falzen von Edelstahldächern befestigt werden.

Begrünte Flachdächer verbessern den Schall- und Wärme- bzw. Kälteschutz von Gebäuden, speichern Regenwasser und verzögern die Abgabe an das Kanalsystem, binden Staub und Schadstoffe und tragen zur Verbesserung des Kleinklimas bei. Verglichen mit anderen Abdichtungssystemen weist rollnahtgeschweißter Edelstahl erheblich längere Liegezeiten auf. Durch seine hohe Beständigkeit gegen Durchwurzelung und Algen benötigt der Werkstoff keinerlei Zusätze von umwelt- und gesundheitsgefährdenden Herbiziden.



Rollnahtgeschweißte Dächer

Eine spezielles Verfahren unter den Metaldachdeckungen ist das Rollnahtschweißen, bei dem Bänder und Bleche aus nichtrostendem Stahl dauerhaft wasserdicht miteinander verbunden werden. Vorteil gegenüber anderen, am Markt etablierten Abdichtungen ist ihre unübertroffene Langlebigkeit sowie ihre Zulassung für Dächer mit Neigungen bis zu 0°, bei denen es zu stehenden Wasseransammlungen kommen kann. Bei der Sanierung von Flachdächern entfallen aufwendige und teure Gefälledämmungen, die bei

anderen Systemen gefordert sind und auch bei den heute geforderten Dämmstärken sind die bestehenden Anschlusspunkte oder Attikahöhen in der Regel ausreichend. Aufgrund der hohen Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl Rostfrei, u.a. gegen bitumenhaltige Materialien oder Feuchtigkeit an der Unterseite der Blecheindeckung, kann bei bauphysikalisch funktionsfähigen Dachaufbauten die vorhandene Dachabdichtung in den Neuaufbau einbezogen werden. Die oft teuren Entsorgungskosten entfallen – ein weiteres Argument für die Wirtschaftlichkeit von rollnahtgeschweißten Edelstahldächern.



Nicht nur Flachdächer, auch andere Dachformen mit flachgeneigten Bereichen, wie Tonnen- oder Bogendächer sowie Geometrien mit quer zur Dachneigung verlaufenden Nähten profitieren von dem langlebigen, über Jahrzehnte erprobten Verfahren des Rollnahtschweißens.

Stellvertretend für viele Flachdachbauten steht die 1969 erbaute Grundschule in Illmünster. Die bituminöse Abdichtung musste im Laufe der Jahre immer häufiger ausgebessert werden. Zudem verursachte die unzureichende Wärmedämmung enorme Heizkosten. Angepasst an heutige Richtlinien sorgt das extensiv begrünte Edelstahldach über Jahrzehnte für wirtschaftlichen Betrieb und störungsfreien Unterricht.



Anders als die weltberühmten Teddybären sind die Produktionshallen der Steiff Spielwarenfabrik in Giengen/Brenz relativ unbekannt. Eine neue Dacheindeckung aus rollnahtgeschweißtem Edelstahl schützt das Meisterwerk der frühen Moderne. Aufgrund der geringen Längenausdehnung des nichtrostenden Stahls konnten 30 Meter lange Scharen verlegt werden.



Schon wenige Jahre nach der Eröffnung des Deutschen Hopfenmuseums in Wolnzach zeigten sich erste Undichtigkeiten des Foliendaches. Der starkgeneigte Dachrand der neuen rollnahtgeschweißten Edelstahldeckung erhält die optische Leichtigkeit der Dachkonstruktion aus Brettschichtholz und bietet eine technisch sichere und langlebige Lösung.

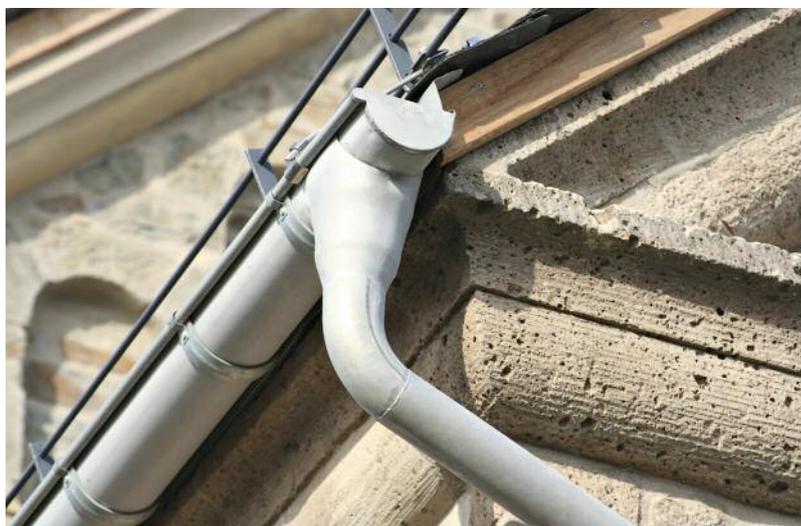
Oberflächenausführungen

Wenn Dächer saniert werden, bestehen nicht nur bei denkmalgeschützten Bauten Auflagen oder Anforderungen an das Erscheinungsbild der Oberfläche. Bleche aus nichtrostendem Stahl bieten hier eine Vielzahl von Alternativen. Matte Oberflächen mit geringerer Blendwirkung können z. B.

mattgerollt oder gestrahlt werden. Eine besondere Stellung im Bereich der Sanierung nimmt der verzinnte Edelstahl ein, dessen Oberfläche im Laufe der Zeit eine lebendige, mattgraue Patina entwickelt. Auch verkupferte oder elektrolytisch gefärbte Oberflächen kommen zum Einsatz und fügen sich – ohne Verlust der hervorragenden Werkstoffeigenschaften – in den Bestand ein.



An historischen, bleigedeckten Dächern nagt nicht nur der Zahn der Zeit. In England und Irland fallen sie nicht selten Bleidieben zum Opfer, wie auch ein Teil des Daches der Church of St Mary in Wansford. Verlegt mit der traditionellen Falztechnik der „Dachlattenrolle“ lässt sich die neue Dacheindeckung aus verzinntem Edelstahl (links) aus der Entfernung kaum von der alten Bleideckung (rechts) unterscheiden.



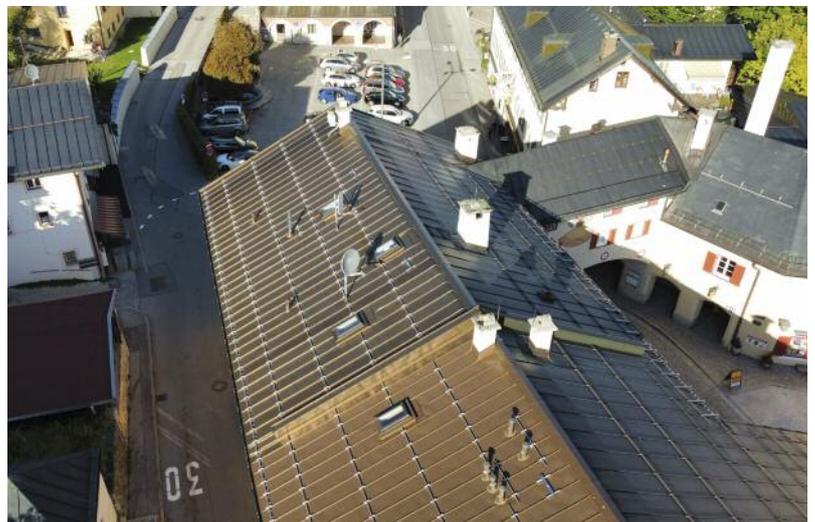
Auch bei der Dachentwässerung bietet verzinnter nichtrostender Stahl eine dauerhafte und denkmalverträgliche Lösung. Neue Rinnen und Fallrohre schützen den historischen Baubestand der Kirche Sankt Johannes in Lohmar vor Feuchteschäden.



Als einladendes und offenes „Haus der Bürger“ wurde das Landratsamt in Starnberg 1987 eröffnet. Rund 30 Jahre später mussten die flachgeneigten, korrodierten Metaldächer aus Titanzink saniert werden. Weit überstehend schützen sie den feingliedrigen, in modularer Bauweise errichteten Gebäudekomplex. Für die neue Eindeckung des Bestands sowie der geplanten Erweiterung wählte man 0,5 mm dicken, ferritschen Edelstahl mit verzinneter Oberfläche.



Bürostgewalzt und elektrolytisch gefärbt fügt sich das sanierte Dach der Schlossverwaltung Berchtesgaden in das Gesamtbild ein und erfüllt die Auflagen des Denkmalschutzes. Mitentscheidend bei der Materialwahl war jedoch, dass sich Edelstahl Rostfrei über die gesamte Produktlebensdauer neutral gegenüber der Umwelt verhält. Ablaufendes Regenwasser, das dem Grundwasser wieder zugeführt wird, ist nicht mit Schadstoffen belastet.



Innenausbau

Modernisierungen, Umnutzungen, Neustrukturierungen oder auch Mieterwechsel ziehen häufig eine Umgestaltung der Innenräume mit sich. Dabei trägt die optische und funktionale Aufwertung zur Verlängerung der Nutzungsdauer und somit auch zur Nachhaltigkeit von Gebäuden

bei. Die Einsatzmöglichkeiten für Bleche, Profile oder Gewebe aus nichtrostendem Stahl sind ebenso vielfältig wie die Erscheinungsformen des Werkstoffs selbst. Matt schimmernd bis hochglänzend setzen sie spannende Akzente an Wänden, Böden, Decken oder Einbauten. Dabei lässt



Seit dem Umbau eines Restaurants in der Altstadt von Augsburg zieht eine spiegelnde Wand unter den Gewölbebögen die Aufmerksamkeit der Gäste auf sich. Auf den Oberflächen der unregelmäßig gehämmerten, nichtrostenden Stahltafeln, die in Größe und Art der Verlegung an altes Natursteinmauerwerk erinnern, bilden sich fragmentierte Bilder des Gastraumes ab.

Nach der weitreichenden Modernisierung des Europasaaß in Aachen bekleiden Paneele aus Edelstahlgewebe die 1.500 m² großen Wandflächen. Im oberen Saalbereich an horizontal gewölbten Rahmen befestigt und unten auf akustisch optimierten MDF-Platten aufgebracht, verbessert das samtartig schimmernde Gewebe die Akustik, verbirgt die dahinter liegende Gebäudetechnik und dient als Projektionsfläche für faszinierende Lichtinszenierungen.



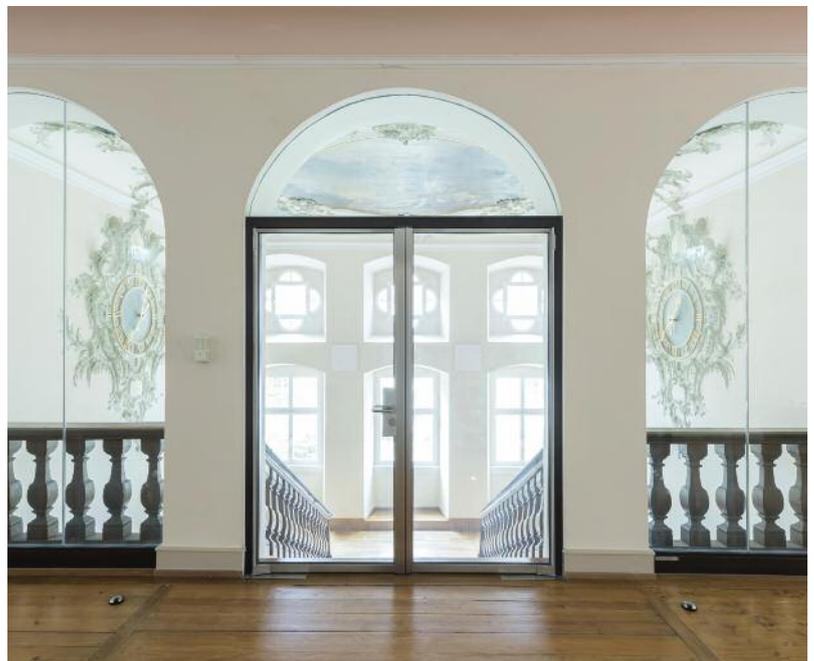


Robust und leicht zu reinigen verleihen Bodenfliesen aus Edelstahl Rostfrei Räumen einen unverwechselbaren Charakter. In diesem Kaufhaus definieren sie neue Bereiche und sorgen durch ihren ungerichteten Schliff für die nötige Rutschhemmung.

Um sich auch in Zeiten zunehmender Digitalisierung und den daraus resultierenden Veränderungen zeitgemäß zu präsentieren, sind in vielen Unternehmen Umstrukturierungen und Umgestaltungen der Geschäftsräume nötig. Im Kundenbereich einer Bank trennt ein schimmernder, transparenter Vorhang aus nichtrostendem Ringgeflecht öffentliche von nicht öffentlichen Bereichen.



sich Edelstahl Rostfrei durch seine „neutrale“ Farbe mit nahezu jedem anderen Material kombinieren. Bauteile aus nichtrostendem Stahl übernehmen aber nicht nur dekorative, sondern auch funktionale Aufgaben: Abgehängte Decken mit gelochten Paneelen oder Geweben verbessern die Raumakustik, semitransparente Raumteiler strukturieren Räume und Flächen und Rollverschlüsse aus Seilgeweben oder Ringgeflechten sorgen für erhöhten Einbruchschutz.



Das Kloster Sankt Peter im Hochschwarzwald ist ein einzigartiges Zeugnis süddeutscher Barockarchitektur. Als es umgenutzt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde, musste das Kloster nach geltendem Baurecht in Brandabschnitte unterteilt werden. Brandschutz-Treppenhausverglasungen mit integrierter Edelstahlrahmentür erhalten die Ästhetik des historischen Gebäudes bei maximaler Transparenz.

Gebäudetechnik

Austauschpflicht für alte Öl- und Gasheizungen, Energieeinsparung sowie Senkung der Energiekosten oder Steigerung des Nutzerkomforts – für viele Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen der technischen Gebäudeausrüstung ist nichtrostender Stahl hervorragend geeignet oder gar unerlässlich. Besonders in den Bereichen der Gas-, Wasser- und Abwassertechnik sowie der Wärmeversorgung und Brauchwassererwärmung kommt Edelstahl Rostfrei aufgrund seiner Korrosions-, Feuer- und Hitzebeständigkeit, seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und seiner guten hygienischen Eigenschaften zum Einsatz. Die breite Produktpalette und die den Anforderungen entsprechenden Werkstoffsorten bieten langlebige und wirtschaftliche Lösungen. So werden

z. B. für Trinkwasser-Installationen meist chrommolybdänlegierte Ferrite und molybdänhaltige Austenite eingesetzt. Edelstahl Rostfrei ist der einzige metallene Werkstoff, der ohne Beschränkungen auch in Regionen mit weichem Wasser dauerhaft korrosionsbeständig ist. In unterschiedlichen Durchmessern verfügbar, sorgen Rohre und Verbinder aus nichtrostendem Stahl vom Hauptverteiler bis zur Zapfstelle für beste Trinkwasserqualität. Durch geringe Wanddicken trägt der hochfeste Werkstoff zudem zur Materialeinsparung und zur Gewichtsreduzierung bei.

Abgasanlagen aus Edelstahl Rostfrei können außen- oder innenliegend ausgeführt werden und sind an die unterschiedlichsten Wärmequellen anpassbar. Sie eignen sich für Industriebauten, Bürogebäude, Wohnblocks und Privathäuser. Auch beim nachträglichen Einbau von Heizkaminen oder Öfen, z. B. als Zusatzheizung, kann die Abgasanlage an der Fassade entlanggeführt werden, wenn der bestehende Hauschornstein hierfür nicht ausgelegt ist.



Moderne Brennwerttechnik nutzt die im Abgas enthaltene Restwärme. Die nun kühlere Abluft kondensiert jedoch an den Wandungen alter Schornsteine und lässt diese allmählich versotten. Starre oder flexible Kamineinzugsrohre aus nichtrostendem Stahl lassen sich von oben in bestehende Schornsteine einbringen. Sie minimieren bauliche Eingriffe, sind feuchtigkeitsundurchlässig und beständig gegen aggressive Kondensate.





Zur mechanische Verpressung von Edelstahlrohren werden sogenannte Pressfittingsysteme eingesetzt. Die gute Umformbarkeit von nichtrostendem Stahl nutzend, erhalten die schnell und kostensparend zu installierenden Verbindungen ihre endgültige Festigkeit unmittelbar nach dem Fügeprozess.

Wärmetauscher haben die Aufgabe, thermische Energie von einem Medium auf ein anderes zu übertragen und spielen daher eine zentrale Rolle in energieeffizienten Heizungs- und Trinkwassersystemen. Aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit ist nichtrostender Stahl der ideale Werkstoff für jegliche Wärmetauscher, von Heizschlangen in Speichern bis hin zu Plattenwärmetauschern in Wohnungsstationen zur dezentralen Warmwasserbereitung.



Etliche Komponenten aus Edelstahl Rostfrei tragen – nicht sichtbar für Bewohner und Nutzer – zur Energieeinsparung, Nachhaltigkeit und Sicherheit in der Gebäudetechnik bei. Aber auch da, wo Trinkwasser entnommen oder behagliche Wärme abgestrahlt wird, überzeugt nichtrostender Stahl durch lange Haltbarkeit, hervorragende Hygieneigenschaften und nicht zuletzt durch seine Ästhetik.

Literatur

Normen

Normen werden vom Deutschen Institut für Normung (DIN) veröffentlicht. Sie können in ihrer jeweils gültigen Ausgabe beim Beuth-Verlag GmbH (www.beuth.de) bezogen werden.

DIN EN 10088, Teile 1-5 Nichtrostende Stähle

DIN EN ISO 3506, Teile 1-6 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen

DIN EN 1993-1-4 sowie DIN EN 1993-1-4/NA Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen und dessen Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter

DIN EN 1090-2 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

ISER-Publikationen

Die unten aufgeführten und zahlreiche weitere ISER-Publikationen können in Einzelexemplaren kostenfrei bestellt werden unter info@edelstahl-rostfrei.de. Auch stehen die Publikationen als pdf-Dateien unter www.edelstahl-rostfrei.de im Internet zum kostenfreien Download zur Verfügung.

Nachhaltig Bauen mit Edelstahl Rostfrei (D 804)

Orientierungshilfe zur **Werkstoffauswahl** nichtrostender Stähle (MB 820)

Edelstahl Rostfrei – **Eigenschaften** (MB 821)

Weichlöten von Edelstahl Rostfrei in der Klempnertechnik (MB 836)

Fassaden aus Edelstahl Rostfrei (D 861)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 „Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen“ (SD 862)

Edelstahl Rostfrei: Bänder, **Bleche**, Streckmetalle, Drahtgewebe (D 865)

Nichtrostender **Betonstahl** (MB 866)

Edelstahl Rostfrei in der Gebäudetechnik: **Abgasanlagen** (MB 867)

Edelstahl Rostfrei in **freistehenden Schornsteinen** (MB 870)

Treppen und Geländer aus nichtrostendem Stahl (D 871)

Bedachungen mit Edelstahl Rostfrei (D 872)

Edelstahl Rostfrei im **Bauwesen: Technischer Leitfaden** (MB 875)

Edelstahl Rostfrei im **Mauerwerksbau** (MB 876)

Bemessungshilfen zu nichtrostenden Stählen im Bauwesen (SD 915)

Wotrubakirche in Wien – **Erweiterung und barrierefreie Erschließung** (D 921)

Edelstahl Rostfrei – **Oberflächen** im Bauwesen (D 960)

Fassaden aus Edelstahl Rostfrei (D 961)

Dächer aus Edelstahl Rostfrei (D 962)

Technischer Leitfaden: Dächer aus Edelstahl Rostfrei (MB 963)

Edelstahl Rostfrei für **Dachentwässerung und Dachzubehör** (D 964)

Reinigung nichtrostender Stähle im Bauwesen (MB 965)

Gebäudehüllen aus Edelstahl Rostfrei (D 966)

Mechanische Oberflächenbehandlung nichtrostender Stähle in dekorativen Anwendungen (MB 968)

Fertigung und Montage von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl – allgemeine Hinweise (MB 969)

Nichtrostender Stahl und **Glas** (D 970)

Bauen im Bestand mit nichtrostendem Stahl (D 971)

Dreidimensionale Oberflächen und Strukturen aus nichtrostendem Stahl (D 973)

Farbiger nichtrostender Stahl (MB 976)

Innovative Fassaden aus nichtrostendem Stahl (D 978)

„**Grüne Wände**“ mit nichtrostendem Stahl (D 979)

Abbildungen

- Titel oben links: Martina Helzel, München
oben rechts: Binder & Sohn GmbH, Ingolstadt
unten links: Wilhelm Moderson GmbH & Co. KG, Spenge
unten rechts: EXYD GmbH, München
- S. 3 Barbra Flekstad, München
- S. 4 realities:united, Berlin
- S. 5 Jörg Bauunternehmen GmbH, Eggenthal
- S. 6 oben: Jörg Bauunternehmen GmbH, Eggenthal
unten: Wilhelm Moderson GmbH & Co. KG, Spenge
- S. 7 Wilhelm Moderson GmbH & Co. KG, Spenge
- S. 8 oben: Jörg Hempel Fotografie, Aachen
unten: osd GmbH, Frankfurt am Main
- S. 9 oben: mCon GmbH, Freudenberg
unten links: FranzundGeyer Freie Architekten, Freiburg
unten rechts: FranzundGeyer Freie Architekten, Freiburg/miguelbabo - photography, Freiburg
- S. 10 Roofinox GmbH, A-Sulz
- S. 11 oben: BULK architecten, B-Deurne; Foto Stany Dederen, Antwerpen
mitte: Aperam; VOUS ÊTES ICI ARCHITECTES; © 11h45/Florent Michel
unten: Martina Helzel, München
- S. 12 Arge Hugues+Bohn Architekten, München
- S. 13 oben: Thorsten Ehrich in Ehrich + Vogel Architekten, Düsseldorf; Foto Manos Meisen
unten: Jakob AG, CH-Trubschachen
- S. 14 oben: Forster Profilsysteme AG, CH-Arbon
unten: FranzundGeyer Freie Architekten, Freiburg/miguelbabo - photography, Freiburg
- S. 15 oben: X Architekten, Wien; Foto: Hans Leitner
unten: Nebel Pössl Architekten, Köln; Fotos: HGEsch
- S. 16 oben: Binder & Sohn GmbH, Ingolstadt
unten: Roofinox GmbH, A-Sulz
- S. 17 oben und unten: Binder & Sohn GmbH, Ingolstadt
mitte: Roofinox GmbH, A-Sulz
- S. 18 Binder & Sohn GmbH, Ingolstadt
- S. 19 oben: Robert Smejkal GmbH & Co. KG, Heidenheim-Mergelstetten; Luftaufnahme Felix Winter
unten: Binder & Sohn GmbH, Ingolstadt
- S. 20 oben: Roofinox GmbH, A-Sulz
unten: BRANDT Edelstahldach GmbH, Köln
- S.21 oben: Aperam; © Aldo Amoretti
unten: Roofinox GmbH, A-Sulz
- S.22 oben: EXYD GmbH, München
unten: GKD/Ralf Roeger
- S. 23 oben: Martina Helzel, München
mitte: © Werkbild Hoba Adelberg
unten: proMesh GmbH; Foto Michael Heinrich
- S.24 Martina Helzel, München
- S.25 oben: Martina Helzel, München
unten links: Zehnder Group Deutschland GmbH, Lahr
unten rechts: Copyright VOLA A/S. Unauthorized use not permitted



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05
40013 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de

