

Aluminium in all seinen Facetten

- Teil 2 - Aluminiumlegierungen: Herstellung, Verarbeitung und Einsatzgebiete /
Fortsetzung aus Galvanotechnik 11/2023

Aluminium ist ein vielseitiges Leichtmetall, dessen Anwendungspalette vom Maschinenbau, über die Luft- und Raumfahrt bis hin zur Verpackungsindustrie reicht. Mit der Art der Anwendung und der Herstellung von Bauteilen sind auch die verschiedenen Herstellungsprozesse der Aluminiumhalbzeuge eng verknüpft. Diese werden als Platten, Bleche und Folien oder als Profile angeboten. Das Aluminiumhalbzeug kann gezielt auf den Anwendungsbereich abgestimmt und somit die kostengünstigste Halbzeugvariante für die weitere Verarbeitung gewählt werden. Aluminium wird in den meisten Fällen als legiertes Leichtmetall verwendet.



Aluminiumcoils in einem Herstellungswerk

Die Legierungselemente beeinflussen die Eigenschaften des Leichtmetalls und werden unter anderem eingesetzt um Festigkeit, Korrosionseigenschaften, Zähigkeit oder Zerspanbarkeit zu verbessern. Natürlich kommt auch Reinaluminium mit > 99 % Aluminium, beispielsweise in

der Verpackungsindustrie, zum Einsatz. Um eine Legierung herzustellen, werden verschiedene Legierungselemente wie beispielsweise Magnesium (Mg), Silizium (Si), Mangan (Mn), Zink (Zn) oder Kupfer (Cu) zur Aluminiumschmelze in unterschiedlichen Konzentrationen zuge-

geben. Materialeigenschaften wie beispielsweise Festigkeit und Zerspanbarkeit werden zudem durch entsprechende Wärmebehandlungsprozesse während und nach der Herstellung der Aluminiumhalbzeuge gezielt gesteuert (Tab. 1).

Ist die Legierung abgestimmt, wird die flüssige Aluminiumschmelze zu Aluminiumbarren gegossen. Die Weiterverarbeitung der Aluminiumbarren erfolgt im Walzprozess oder beim Strangpressen.

Die Herstellung von Gussteilen ist eine weitere Art der Formgebung. Hierbei wird das Bauteil in der Regel in seine fertige Geometrie gegossen (Sandguss, Kokillenguss) oder gespritzt (Druckguss). Meist sind dann nur noch kleinere Nacharbeiten wie z.B. Entgraten oder einfache mechanische Bearbeitungen notwendig, um ein fertiges Bauteil zu erhalten. Mehr zum Gießen und Strangpressen erfahren Sie im Januarheft.

Die Auswahl des Aluminiumhalbzeugs wird gesteuert von der Bauteilgeometrie, mechanischen Weiterverarbeitungsmöglichkeiten, Bauteilanforderungen und natürlich letztendlich den Kosten.

Herstellungsprozess – Walzen von Aluminium

Das Walzen von Aluminium ist ein wichtiger Prozess, der zur Herstellung von Aluminiumplatten, -blechen, -bändern und -folien verwendet wird. Es gibt verschiedene Walzverfahren, darunter das Warmwalzen, das Kaltwalzen und das Warm-Kalt-Walzen.

Walzstraßen bestehen meist aus Reversiergerüsten, die in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung arbeiten sowie Förder- und Einrichteanlagen.

Walzstraßen sind bis zu 350 Meter lang und arbeiten mit Geschwindigkeiten von bis zu 2000 Metern pro Minute. Die Walzen sind präzise konstruiert und die Prozessabläufe werden ständig überwacht, um die gewünschten Abmessungen und Toleranzen sicherzustellen.

Das Ausgangsmaterial zum Warmwalzen sind rechteckige, stranggegossene Aluminiumbarren. Diese können Abmaße von bis zu 0,6 Meter Dicke, 2,7 Meter Breite und bis zu 9 Meter Länge haben. Die Barren können bis zu 32 Tonnen schwer sein. Allein der Transport und das Handling der Aluminiumbarren ist eine Herausforderung.

Die gegossenen Aluminiumbarren werden vor dem Walzprozess von der Gushaut befreit, um keine Verunreinigungen daraus in den Walzprozess einzubringen. Hierzu werden die Aluminiumbarren einseitig oder beidseitig besäimt und flächig überfräst.

Werden Oxide aus der Gushaut beim Weiterverarbeiten

ungewollt in das Walzprodukt eingewalzt, ergeben sich daraus sichtbare Fehler in der Oberflächenqualität. Für dekorative Oberflächenqualitäten oder auch Eloxalqualität wird bei dieser mechanischen Bearbeitung der Barren mehr Material entfernt und verworfen. Aufgrund dessen werden diese Materialqualitäten auch preislich höher gehandelt.

Grundlagen des Warmwalzens von Aluminium

Warmwalzen ist ein Umformverfahren, bei dem das Aluminium bei erhöhten Temperaturen über seiner Rekristallisationstemperatur gewalzt wird. Diese Temperatur liegt in der Regel zwischen 350°C und 540°C, abhängig von der Legierung und den gewünschten mechanischen Eigenschaften des Endprodukts. Durch das Warmwalzen wird das Aluminium weicher und verformbarer, was zu einer besseren Umformbarkeit und Oberflächenqualität führt.

Das Walzgut wird beim Warmwalzen in mehreren Arbeitsgängen durch die Walzen hin und her bewegt. Der Walzenabstand wird dabei bei jedem Schritt verringert, bis die gewünschte Dicke des Materials erreicht ist. Je nach Legierung kann dies in 10 bis 25 Stichen bis zu einer Dicke von 34 mm erfolgen.

Anschließend werden die Endstücke an den Schopfscheren abgetrennt und das Produkt somit vorbereitet für den weiteren Verlauf. Entweder wird das Walzprodukt für die Herstellung von Platten auf ein vorgegebenes Maß abgekantet oder gesägt.

Weitere Walzvorgänge, meist in einem Durchgang reduzieren die Materialdicke auf bis zu 2 mm. Dies passiert bei Walzgeschwindigkeiten von bis zu 480 Metern pro Minute. Die Bänder werden auf dem Haspel zu Coils mit bis zu 2,7 Metern Durchmesser gewickelt. Eine integrierte Mess- und Regeltechnik garantiert einen gleichbleibenden Qualitätsstandard.

Prozessablauf des Warmwalzens

Der Prozess des Warmwalzens von Aluminium (Abb. 1) umfasst mehrere Schritte:

1. Vorbereitung des Materials: Zunächst wird das Aluminium in Form von stranggegossenen Aluminiumbarren oder Brammen vorbereitet. Die Barren werden auf die geeignete Warmwalztemperatur erhitzt. Diese Temperatur ermöglicht die Rekristallisation des Aluminiums, wodurch seine innere Struktur neu angeordnet wird und es weicher wird.
2. Warmwalzen: Das auf die richtige Temperatur erhitzte Aluminium wird zwischen mehreren hintereinander



Abb. 1: Walzbarren in Produktion

angeordneten Walzenpaaren durchgeführt oder über Reversiergerüste vor und zurück bewegt. Diese Walzen reduzieren die Dicke des Materials und bringen es in die gewünschte Form.

3. **Kühlung:** Nach dem Warmwalzen wird das Aluminium zur Vermeidung übermäßigen Kornwachstums durch gezielte Abkühlung auf Raumtemperatur gebracht. Dies verbessert die mechanischen Eigenschaften und die Oberflächenqualität des Endprodukts.

Vorteile des Prozesses

- **Verbesserte Umformbarkeit:** Durch das Erreichen erhöhter Temperaturen wird das Aluminium weicher und lässt sich leichter umformen.
- **Bessere mechanische Eigenschaften:** Die Rekristallisation während des Warmwalzens führt zu feineren Kornstrukturen und damit zu verbesserten mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit, Dehnbarkeit und Duktilität.
- **Höhere Oberflächenqualität:** Das Warmwalzen verbessert die Oberflächenbeschaffenheit und reduziert Defekte wie Kratzer und Risse.
- **Energieeffizienz:** Durch die Umformung bei erhöhten Temperaturen wird der Umformwiderstand verringert, was zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs führt.

Anwendungen und Weiterverarbeitung

Die Anwendungen von warmgewalztem Aluminiumplatten und -blechen sind vielfältig und reichen von der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrttechnik, über die Vakuumtechnik bis hin zu Maschinen- und Formenbau.

Aluminiumplatten werden häufig durch Fräsen, Bohren und Drehen in die gewünschte Bauteilform gebracht. Bleche werden meist mittels Laser- oder Wasserstrahlschneiden bearbeitet oder in Stanz- und Abkantmaschinen in Form gebracht.

Herausforderungen

Trotz der vielen Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten gibt es auch Herausforderungen beim Warmwalzen von Aluminium, welche einen gro-

- **Einfluss auf die Güte der Walzprodukte haben.**
- **Kontrollierte Wärmebehandlung:** Die präzise Kontrolle der Walztemperatur und der Abkühlgeschwindigkeiten ist entscheidend, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu erreichen und unerwünschte Defekte zu vermeiden.
- **Materialauswahl:** Nicht alle Aluminiumlegierungen eignen sich gleich gut für das Warmwalzen. Die Legierungszusammensetzung und der Prozess müssen sorgfältig abgestimmt werden.
- **Oberflächenqualität:** Obwohl das Warmwalzen die Oberflächenqualität verbessert, können immer noch Oberflächenfehler auftreten, die eine nachträgliche Bearbeitung erfordern.

Grundlagen des Kaltwalzprozesses von Aluminium

Das Kaltwalzen von Aluminium bezieht sich auf das Umformen von Aluminiumblechen oder -bändern bei Raumtemperatur unter Einsatz von Druck. Im Gegensatz zum Warmwalzen, das bei erhöhten Temperaturen durchgeführt wird, bietet das Kaltwalzen einige entscheidende Vorteile. Dazu gehören eine verbesserte Oberflächenqualität, höhere Maßgenauigkeit und eine höhere Festigkeit des Endprodukts.

Der Kaltwalzprozess beginnt mit dem Vorschneiden der Aluminiumbänder auf die gewünschten Abmessungen. Anschließend werden die Bänder durch eine Serie von Walzstufen geführt, die allmählich die Dicke reduzieren und die gewünschte Form erzeugen. Dieser Prozess erfordert präzise Steuerung der Walzkräfte, Geschwindigkeiten

und Kühlung, um sowohl die Formgebung als auch die gewünschten Materialeigenschaften zu erreichen. Je nach Legierung und erforderlicher Festigkeit müssen die Kaltwalzbänder zwischen den einzelnen Stichen erneut geglättet werden. Dies erfolgt in Einkammerglühöfen unter Stickstoff Schutzgasatmosphäre, um eine Oxidation des Aluminiums zu vermeiden.

Einfluss auf die Materialeigenschaften

Das Kaltwalzen beeinflusst eine Vielzahl von Materialeigenschaften von Aluminium, darunter Festigkeit, Härte, Dehnbarkeit und Oberflächenbeschaffenheit. Durch die Reduzierung der Dicke und die Verfestigung der Struktur während des Kaltwalzens wird die Kornstruktur des Metalls verfeinert, was zu erhöhter Festigkeit und Härte führt. Gleichzeitig kann die Dehnbarkeit des Materials abnehmen, was in einigen Anwendungen berücksichtigt werden muss.

Die Oberflächenqualität des kaltgewalzten Aluminiums ist im Allgemeinen ausgezeichnet, was es für Anwendungen geeignet macht, bei denen eine glatte und ästhetisch ansprechende Oberfläche erforderlich ist.

Bedeutung

Das Kaltwalzen von Aluminium ist ein wichtiger Prozess, der die Vielseitigkeit dieses Metalls erheblich erweitert. Durch präzise Steuerung des Walzprozesses können eine breite Palette von Materialeigenschaften erzeugt und Anwendungen in verschiedenen Industriezweigen bedient werden. Von der Bauindustrie bis zur Elektronik – kaltgewalztes Aluminium hat einen wesentlichen Beitrag zu modernen Technologien und Produkten geleistet.

Anwendungen

Gewalztes Aluminium findet in einer Vielzahl von Industriezweigen Anwendung. Ein häufiges Beispiel ist die Herstellung von Aluminiumblechen für die Bauindustrie, die in Fassadenverkleidungen, Dachbedeckungen und anderen architektonischen Elementen verwendet werden. Die Automobilindustrie nutzt kaltgewalztes Aluminium für Karosserieteile, aufgrund der Kombination aus geringem Gewicht und ausreichender Festigkeit.

Auch in der Verpackungsindustrie wird kaltgewalztes Aluminium häufig für die Herstellung von Lebensmittelverpackungen verwendet, aufgrund seiner Barrierewirkung gegen Licht, Sauerstoff und Feuchtigkeit. Elektronik und Elektrotechnik profitieren ebenfalls von den Eigenschaften des gewalzten Aluminiums, beispielsweise für Gehäuse von elektronischen Geräten.



Fotos: Privat

Abb. 2: Gebäudehüllen aus Aluminium



Abb. 3: Blisterverpackungen für Medikamente



Abb. 4: Flugzeugindustrie

Bauwesen:

- Bleche und Platten für Dachabdeckungen
- Wandverkleidungen und Fassadenverkleidungen (Abbildung 2)
- Bodenbeläge und Treppenstufen

Automobilindustrie:

- Karosseriebleche
- Innenverkleidungen und Verkleidungselemente
- Radkappen und Zierleisten

Verpackung:

- Aluminiumfolien für Lebensmittelverpackungen (Abb.3)
- Behälter und Dosen

Elektronik:

- Gehäuse für Elektronikgeräte und Komponenten
- Wärmeableitende Elemente wie Kühler und Kühlkörper

Luft- und Raumfahrt:

- Flugzeugbauteile wie Tragflächen und Rumpfverkleidungen (Abb. 4)
- Raumfahrtstrukturen und -verkleidungen

Leichtbau:

- Leichtbaukomponenten für Maschinen und Anlagen
- Leichtbaustrukturen für Sportgeräte

Lebensmittelindustrie:

- Aluminiumbleche für die Lebensmittelverarbeitung
- Herstellung von Kochgeschirr und Backformen

Schiffbau:

- Schiffskomponenten und -verkleidungen
- Marinestrukturen und -profile

Medizintechnik:

- Medizinische Gehäuse und Verkleidungen
- Strukturelle Elemente für medizinische Geräte

Konsumgüter:

- Designermöbel und -accessoires
- Haushaltsgegenstände wie Töpfe, Pfannen und Geschirr

Solarenergie:

- Solarpaneele und Solarzellen

Transportwesen:

- Gehäuse für öffentliche Verkehrsmittel
- Schienenfahrzeuge

Bildung:

- Tafeln und Tafelrahmen für Schulen und Bildungseinrichtungen

Industrielle Anwendungen:

- Bleche für Maschinenverkleidungen
- Komponenten für industrielle Förderbänder

Die vielseitigen Eigenschaften von Aluminium, wie seine Korrosionsbeständigkeit, geringe Dichte und gute Formbarkeit, machen Walzprodukte in vielen verschiedenen Anwendungen unverzichtbar. Die beschriebenen Walzprozesse und die damit hergestellten Walzprodukte wie Platten, Bleche bis hin zur dünnsten Folie, ermöglichen einen vielseitigen Einsatz.

Die über die Legierungen und Wärmebehandlungen gesteuerten Eigenschaften des Leichtmetalls unterstützen diese Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten. Walzprodukte aus Aluminium sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Das beginnt beim Einpacken des Frühstückstücks in Alufolie, dem Öffnen einer Getränkedose, über das Benutzen des Autos oder öffentlichen Verkehrsmittels bis hin zu Freizeitaktivitäten. Bereits in der Planungsphase von Bauteilkomponenten wird die Art der Herstellungsprozesse berücksichtigt und Materialeigenschaften aufeinander abgestimmt. Die Anforderungen an ein Bauteil und der wirtschaftliche Aspekt stehen immer im Fokus.

Zwei weitere wichtige Herstellungsprozesse sind das Strangpressen von Aluminium und die verschiedenen Aluminiumguss-Verfahren. Auf diese beiden ebenfalls prägenden und aus der Aluminiumweiterverarbeitung nicht mehr wegzudenkenden Verfahren, wird in der nächsten Ausgabe eingegangen.

DIN EN 573-3 EN AW-	Bezeichnung	Legierungs- zusammensetzung	Allgemeine Eigenschaften (Korrosionsbeständigkeit, Oberflächenbehandlung, Schweißbarkeit, Zerspanungseigenschaften)
1050A	Al99.5	Si 0,25% Fe 0,4% Cu 0,05% Mn 0,05% Mg 0,05% Zn 0,07% Ti 0,05%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 2 / Meerwasser 3 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 1 Hartlöten ohne Flussmittel 1 Reißlöten 1, Weichlöten mit Flussmittel 1 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 1-2, Anstrich/Beschichten 1 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 5, kaltverfestigt 3

Tab. 1: Häufig verwendete Aluminiumknetlegierungen und ihre Eigenschaften
Klassifizierung: 1= sehr gut / 6= ungenügend (Aluminium-Werkstoff-Datenblätter, 3.Auflage)

DIN EN 573-3 EN AW-	Bezeichnung	Legierungs- zusammensetzung	Allgemeine Eigenschaften (Korrosionsbeständigkeit, Oberflächenbehandlung, Schweißbarkeit, Zerspanungseigenschaften)
1080A	Al99,8(A)	Si 0,15% Fe 0,15% Cu 0,03% Mn 0,02% Mg 0,02% Zn 0,06% Ti 0,02%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung - / Meerwasser -Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 1 Hartlöten ohne Flussmittel 1 Reiblöten 1, Weichlöten mit Flussmittel 1 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 1, Anstrich/Beschichten 1 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 5, kaltverfestigt 3
2024	AlCu4Mg1	Si 0,5% Fe 0,5% Cu 3,8-4,9% Mn 0,3-0,9% Mg1,2-1,8% Cr 0,1% Zn 0,25% Ti 0,15% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 5 / Meerwasser 5 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 6 Hartlöten ohne Flussmittel 6 Reiblöten 3, Weichlöten mit Flussmittel 6 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 2 Anodisieren dekorativ 6, Anstrich/Beschichten 3 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 3, ausgehärtet 2
5005A	AlMg1	Si 0,3% Fe 0,45% Cu 0,05% Mn 0,15% Mg 0,7-1,1% Cr 0,1% Zn 0,20% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 1 / Meerwasser 2 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 3 Hartlöten ohne Flussmittel 4 Reiblöten 2, Weichlöten mit Flussmittel 3 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 2, Anstrich/Beschichten 2 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 4, kaltverfestigt 2
5083	AlMg4,5Mn0,7	Si 0,4% Fe 0,4% Cu 0,1% Mn 0,4-1,0% Mg 4,0-4,9% Cr 0,05-0,25% Zn 0,25% Ti 0,15% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 1 / Meerwasser 1 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 5 Hartlöten ohne Flussmittel 5 Reiblöten 3, Weichlöten mit Flussmittel 5 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 2 Anodisieren dekorativ 4, Anstrich/Beschichten 4 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 3, kaltverfestigt 2
5754	AlMg3	Si 0,4% Fe 0,4% Cu 0,1% Mn 0,5% Mg 2,6-3,6% Cr 0,3% Zn 0,20% Ti 0,15% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 1 / Meerwasser 1-2 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 5 Hartlöten ohne Flussmittel 4 Reiblöten 3, Weichlöten mit Flussmittel 5 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 2, Anstrich/Beschichten 3 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 3, kaltverfestigt 2

Klassifizierung: 1= sehr gut / 6= ungenügend (Aluminium-Werkstoff-Datenblätter, 3.Auflage) Fortsetzung nächste Seite

DIN EN 573-3 EN AW-	Bezeichnung	Legierungs- zusammensetzung	Allgemeine Eigenschaften (Korrosionsbeständigkeit, Oberflächenbehandlung, Schweißbarkeit, Zerspanungseigenschaften)
6061	AlMg1SiCu	Si 0,4-0,8% Fe 0,7% Cu 0,15-0,4% Mn 0,15% Mg 0,8-1,2% Cr 0,04-0,35% Zn 0,25% Ti 0,15% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 2 / Meerwasser 2-3 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 2 Hartlöten ohne Flussmittel 4 Reiblöten 2, Weichlöten mit Flussmittel 3 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 3, Anstrich/Beschichten 2 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 4, ausgehärtet 2
6082	AlSi1MgMn	Si 0,7-1,3% Fe 0,50% Cu 0,10% Mn 0,40-1,0% Mg 0,6-1,2% Cr 0,25% Zn 0,20% Ti 0,10% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 1 / Meerwasser 2 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 2 Hartlöten ohne Flussmittel 4 Reiblöten 2, Weichlöten mit Flussmittel 3 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 1 Anodisieren dekorativ 3, Anstrich/Beschichten 2 Zerspanungseigenschaften: weichgeglüht 4, ausgehärtet 2
7022	AlZn5Mg3Cu	Si 0,50% Fe 0,50% Cu 0,50-1,0% Mn 0,10-0,40% Mg 2,6-3,7% Cr 0,10-0,30% Zn 4,3-5,2% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 4 / Meerwasser 5 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 6 Hartlöten ohne Flussmittel 6 Reiblöten 6, Weichlöten mit Flussmittel 6 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 2 Anodisieren dekorativ 6, Anstrich/Beschichten 3 Zerspanungseigenschaften: ausgehärtet 2
7075	AlZn5,5MgCu	Si 0,40% Fe 0,50% Cu 1,2-2,0% Mn 0,30% Mg 2,1-2,9% Cr 0,18-0,28% Zn 5,1-6,1% Ti 0,2% andere ≤ 0,15%	Korrosionsbeständigkeit: Witterung 4-5 / Meerwasser 4-5 Lötbarkeit: Hartlöten mit Flussmittel 6 Hartlöten ohne Flussmittel 6 Reiblöten 6, Weichlöten mit Flussmittel 6 Oberflächenbehandlung: Schutzanodisieren 3 Anodisieren dekorativ 6, Anstrich/Beschichten 3 Zerspanungseigenschaften: ausgehärtet 2

Klassifizierung: 1= sehr gut / 6= ungenügend (Aluminium-Werkstoff-Datenblätter, 3. Auflage)



DIE AUTORIN

Kristin Pippig-Schmid

hat Oberflächentechnik, Werkstoffkunde und Wirtschaftsingenieurwesen studiert. Als Geschäftspartnerin von P&H Oberflächentechnik GmbH in Schwarzenbach/Saale und Geschäftsführerin von Pippig-Schmid Aluminium+Oberflächen im schweizerischen St. Gallen dreht sich ihr Geschäft tagtäglich um Aluminiumoberflächen.