

Corus Bausysteme GmbH

---

# Aluminium-Dachkonstruktionen bei Tiefsttemperaturen

---

Kompromisslos funktionssicher!



# Gebäudehüllen aus Aluminium – vielseitig und langlebig für die Architektur der Gegenwart und Zukunft

Der technologische Quantensprung, den die Industrienationen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gemacht haben, rief eine explosionsartige Nachfrage nach Aluminium und seinen Legierungen hervor. So wurden im Jahre 1939 noch weltweit 640.000 Tonnen Aluminium produziert, im Jahre 1960 dagegen bereits 4 Mill. Tonnen und um die Jahrtausendwende betrug die gesamte Aluminiumproduktion weltweit schon 20 Mill. Tonnen. Zum Anfang des 21. Jahrhunderts stieg die weltweite Produktion von Aluminium und seiner Legierungen trotz einer nicht immer freundlichen Wirtschaftslage ständig weiter und erreichte im Jahre 2001 24 Mill. Tonnen. Im Jahre 2007 betrug sie bereits 27 Mill. Tonnen.

Somit ist Aluminium, das man früher Baumaterial der Zukunft genannt hat, zum Baumaterial der Gegenwart geworden.

## Der Baustoff Aluminium

Die Baubranche sowie die Automobil-, Luftfahrt-, Schiffsbau-, Verpackungs- und elektrotechnische Industrie und der Maschinen- und Gerätebau gehören zu den wichtigsten Verbrauchersektoren von Aluminiumerzeugnissen. Der Verbrauch von Aluminiumlegierungen in der Baubranche wächst stetig weiter, wenn auch nicht mit derselben Geschwindigkeit wie im Automobilbau. Im vergangenen Jahrzehnt ist die Nachfrage nach Aluminiumlegierungen in der Baubranche durchschnittlich um 2,1 % pro Jahr angestiegen. Der Anteil der Baubranche am Gesamtverbrauch von Aluminiumerzeugnissen in den Industrieländern beträgt ca. 16 %. Das ist der größte Anteil nach dem Verkehrssektor.

## Die Vorteile

Im Baubereich haben sich die Aluminiumlegierungen als Konstruktionsstoffe bewährt, was durch folgende Vorteile dieser Legierungen bedingt ist:

- Eine hohe mechanische Festigkeit bei geringer Dichte (spezifisches Gewicht) und eine entsprechend hohe spezifische Festigkeit, die es erlaubt, Konstruktionen mit wenig Werkstoffeinsatz und großen Abmessungen herstellen zu können. Dadurch verringert sich auch das Gesamtgewicht der Bauteile und die Fundamentbelastung.
- Witterungsbeständigkeit, hohe Nutzungsdauer, lange Betriebsdauer ohne Reparaturen im Vergleich zu den anderen Baumaterialien
- Hohe Fertigungsfreundlichkeit bei der Herstellung verschiedener Erzeugnisse, die durch gute Eigenschaften bei umformender und spanabhebender Bearbeitung bedingt ist; Verformungsfähigkeit, die es erlaubt, Bleche und Profile ohne zusätzliche Nachbearbeitung für kombinierte Konstruktionen herzustellen.
- Amagnetische Eigenschaften
- Hohe Kältebeständigkeit, erweiterter Betriebstemperaturbereich im Vergleich zu vielen anderen Baustoffen
- Wiederaufbereitung mit sehr geringem Energieaufwand, was aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung ist und darüber hinaus die anthropogene Einwirkung auf die Umwelt senkt.



Als Nachteil von Aluminiumlegierungen könnte man den im Vergleich zu Stahl relativ kleinen E-Modul und den größeren linearen Ausdehnungskoeffizienten ansehen. In modernen Fassaden- und Dachdeckungssystemen werden die Vorteile von Aluminiumlegierungen als zukunftsorientierte Baustoffe genutzt. Das ermöglicht uns, Aluminiumkonstruktionen in verschiedenen Gebäuden und Anlagen einzusetzen, die sowohl im gemäßigten Klima als auch in extremen Klimazonen betrieben werden können.

Es sei auch erwähnt, dass moderne Aluminiumlegierungen eine maximale Gestaltungsfreiheit für Architekten gewähren. Dadurch können spektakuläre Ideen und einzigartige Projekte verwirklicht werden. In den letzten Jahren wurden überall auf der Welt viele prächtige Gebäude errichtet, deren Dächer und Fassaden aus Aluminiumkonstruktionen bestehen. Als Beispiele können hier Wolkenkratzer, Flughäfen, olympische Stadien und Sportanlagen, Museen genannt werden.

Zurzeit spielt sich ein boomhaftes Baugeschehen hauptsächlich in den arabischen Ländern, Indien und China ab, jedoch auch in nördlichen Ländern wie Russland hat sich Aluminium als Baustoff eine feste Position erobert. Die Fassaden- und Dachkonstruktionen aus Aluminium verleihen sowohl den Wolkenkratzern des im Bau befindlichen Komplexes Moskau-City eine ganz besondere architektonische Aussagekraft, als auch den modernen Sportanlagen des Basketball-Komplexes Krylatskoje, dessen Dachdeckung aus Kalzip® Aluminium-Profiltafeln besteht.

### Temperaturverhalten

Es ist allgemein bekannt, dass Russland in den meisten seiner Regionen ein kaltes Land mit extrem kontinentalem Klima ist, mit Wintertemperaturen von durchschnittlich -30 °C, die in einigen Regionen sogar -40 °C oder -50 °C erreichen können. Und im Sommer liegen die Außentemperaturen in diesen Regionen bei über + 30 °C. Dazu kommt noch ein sehr hoher Temperaturabfall zwischen Tag und Nacht, wobei der Gefrierpunkt mehrmals erreicht wird. Dachflächen können sich unter direkter Sonneneinstrahlung auf die in Mitteleuropa gewohnten Temperaturen von 80 °C aufheizen.

Es ist ganz offensichtlich, dass die Baustoffe, die bei solchen harten Bedingungen eingesetzt werden, sehr hohen Anforderungen genügen müssen – insbesondere in Bezug auf die Frostsicherheit. Darunter versteht man (im Allgemeinen) die Fähigkeit der Baustoffe, ihre Betriebseigenschaften auch bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu behalten. Die Frostsicherheit der Baustoffe wird durch ihre Eigenschaft bestimmt, mehrmalige Abkühlung bis zum Gefrierpunkt im Wechsel mit einer Erwärmung bis über 0 °C ohne wesentliche Verschlechterung ihrer mechanischen Eigenschaften auszuhalten. Als Wert für die Frostsicherheit gilt die Anzahl von Prüfzyklen „Erfrieren – Auftauen“ im Labor, die der Baustoff unter Erhalt seiner Eigenschaften auf einem bestimmten (verlangten) Niveau aushält.

### Typische Festigkeitswerte einiger Aluminium-Knetwerkstoffe<sup>1</sup> bei tiefen Temperaturen

Werkstoff	Prüftemperatur											
	-196 °C			-80 °C			-28 °C			RT		
	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>2...</sub> %	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>2...</sub> %	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>2...</sub> %	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>2...</sub> %
AlMnCu W10	230	60	46	140	50	42	120	45	41	110	40	40
AlMnCu F15	240	170	30	165	150	18	150	140	16	150	140	16
AlMnCu F19	280	230	23	220	200	11	205	190	10	200	185	10
AlMn1Mg1 W16	290	90	38	190	75	30	180	70	26	180	70	25
AlMn1Mg1 G22	360	230	26	260	210	16	250	200	13	240	200	12
AlMn1Mg1 G26	400	300	20	300	260	10	290	250	7	280	250	6

Quelle: Auszug aus Aluminium-Taschenbuch 15. Auflage, Aluminium – Verlag GmbH, Düsseldorf, 1995.

**Lange Lebensdauer auch bei Extremforderngen**

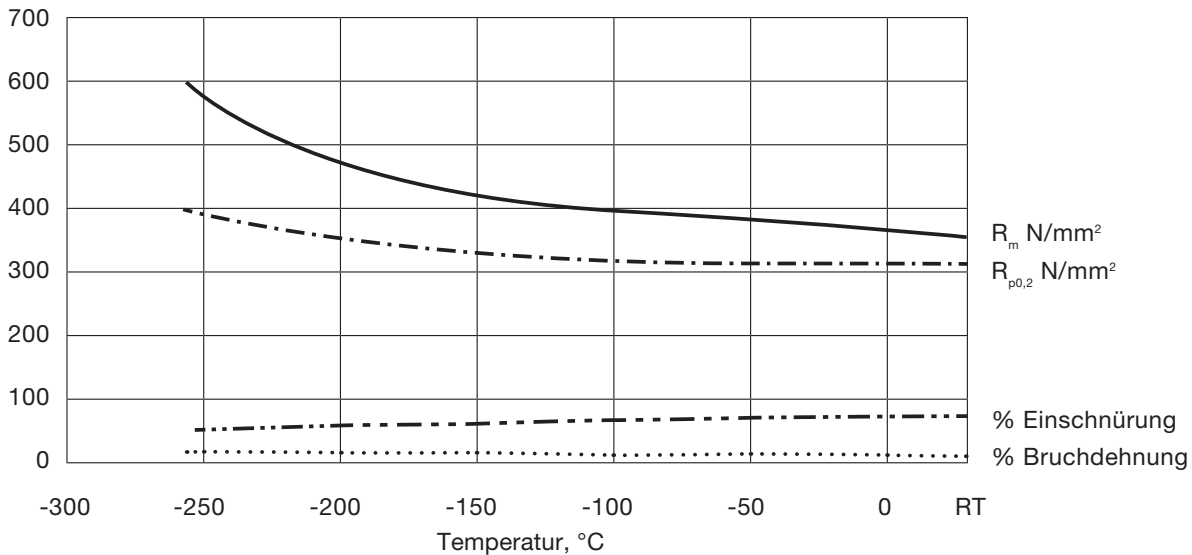
Die Frostsicherheit des Betons, eines Mauer- oder Dachziegel hängt in erster Linie von der Fähigkeit zur Wasseraufnahme und Speicherung des Kapillarwassers in Poren ab. Die Frostsicherheit der Kunst- und Gummistoffe wird durch ihre Versprödungsanfälligkeit oder den Verlust der Dehnfähigkeit (Einfrieren) unter niedrigen Temperaturen bestimmt. Viele Metalle und Legierungen, darunter auch viele Stahlsorten, neigen unter niedrigen Temperaturen auch zum Spröbruch, vor allem unter Einwirkung von zyklischen und schlagartigen Belastungen.

In dieser Hinsicht besitzt Aluminium auf Grund seiner bereits erwähnten Kältebeständigkeit klare Vorteile. Auf dem Diagramm (unten) ist die Änderung der mechanischen Eigenschaften von Aluminiumlegierung 6061-T6 im Temperaturbereich +20 °C (RT) bis -250 °C dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Festigkeit und die Dehngrenze sich bei einem Temperaturrückgang bis auf -100 °C nur gering erhöhen. Die Werte der relativen Längenänderung und relativen Rückdehnung vor dem Bruch verändern sich kaum. Das heißt, es kommt zu keiner wesentlichen Änderung der mechanischen Eigenschaften im genannten

Temperaturbereich. Eine fast noch höhere Stabilität der Eigenschaften unter niedrigen Temperaturen zeigt die Legierung AlMn1Mg1, die in Kalzip® Profiltafeln (Tabelle 1, siehe Seite 3) eingesetzt wird. Im Temperaturbereich +20 °C bis -80 °C erhöht sich die Grenzfestigkeit  $R_m$  von 240 N/mm<sup>2</sup> bis auf 260 N/mm<sup>2</sup> (um 8 %) und die definierte Dehngrenze  $R_{p0,2}$  von 200 N/mm<sup>2</sup> bis auf 210 N/mm<sup>2</sup> (um 5 %). Dabei erhöht sich auch die relative Längenänderung vor dem Bruch (Kennwert A) von 12 % auf 16 %. Das bedeutet im Wesentlichen, dass die mechanischen Eigenschaften der Legierung bei negativen Temperaturen eher noch besser werden.

Somit können die Aluminiumlegierungen in verschiedenen, darunter auch extrem kalten klimatischen Zonen eingesetzt werden. Diese Tatsache wird auch durch die Erfahrungen bestätigt, die mit diesen Legierungen im Flugzeugbau gemacht worden sind: Das Flugzeug kann bei +30 °C sowie bei -30 °C starten, die Außentemperatur auf einer Höhe von 9-10 km sinkt bis auf -50 °C und weniger. Start – Flug – Landung, und das Ganze für viele tausend Stunden. Kompromisslos funktions-sicher! Dasselbe gilt für den Einsatz von Kalzip® Aluminium-Profiltafeln – bruchfest, sicher und von langer Lebensdauer.

**Typische Festigkeitseigenschaften von Legierung 6061-T6 bei tiefen Temperaturen.**



Quelle: Dr.-Ing. Friedrich Ostermann, Anwendungstechnologie Aluminium, Springer Verlag 1998.