

*Advancing each generation.*



## Innovative Aluminium-Lithium Legierungen: Hochleistungswerkstoffe in Luft- und Raumfahrt und anderen Anwendungsgebieten

Dr.-Ing. Achim Hofmann, Business Development Manager Arconic Forgings & Extrusions  
[Achim.Hofmann@arconic.com](mailto:Achim.Hofmann@arconic.com)

# Cautionary Statement

## Forward-Looking Statements

This presentation contains statements that relate to future events and expectations and as such constitute forward-looking statements. Forward-looking statements include those containing such words as “anticipates,” “estimates,” “expects,” “forecasts,” “intends,” “outlook,” “plans,” “projects,” “should,” “targets,” “will,” or other words of similar meaning. All statements that reflect Alcoa’s expectations, assumptions, or projections about the future other than statements of historical fact are forward-looking statements, including, without limitation, forecasts concerning global demand growth for aluminum, end-market conditions, supply/demand balances, and growth opportunities for aluminum in automotive, aerospace and other applications, trend projections, targeted financial results or operating performance, and statements about Alcoa’s strategies, outlook, and business and financial prospects. Forward-looking statements are subject to a number of known and unknown risks, uncertainties, and other factors and are not guarantees of future performance. Important factors that could cause actual results to differ materially from those in the forward-looking statements include: (a) material adverse changes in aluminum industry conditions, including global supply and demand conditions and fluctuations in London Metal Exchange-based prices and premiums, as applicable, for primary aluminum, alumina, and other products, and fluctuations in indexed-based and spot prices for alumina; (b) deterioration in global economic and financial market conditions generally; (c) unfavorable changes in the markets served by Alcoa, including automotive and commercial transportation, aerospace, building and construction, packaging, defense, and industrial gas turbine; (d) the impact of changes in foreign currency exchange rates on costs and results, particularly the Australian dollar, Brazilian real, Canadian dollar, euro, and Norwegian kroner; (e) increases in energy costs, including electricity, natural gas, and fuel oil, or the unavailability or interruption of energy supplies; (f) increases in the costs of other raw materials, including calcined petroleum coke, caustic soda, and liquid pitch; (g) Alcoa’s inability to achieve the level of revenue growth, cash generation, cost savings, improvement in profitability and margins, fiscal discipline, or strengthening of competitiveness and operations (including moving its alumina refining and aluminum smelting businesses down on the industry cost curves and increasing revenues in its Global Rolled Products and Engineered Products and Solutions segments) anticipated from its restructuring programs and productivity improvement, cash sustainability, and other initiatives; (h) Alcoa’s inability to realize expected benefits, in each case as planned and by targeted completion dates, from sales of non-core assets, or from newly constructed, expanded, or acquired facilities, including facilities supplying auto sheet capacity or aluminum-lithium capacity, or from international joint ventures, including the joint venture in Saudi Arabia; (i) political, economic, and regulatory risks in the countries in which Alcoa operates or sells products, including unfavorable changes in laws and governmental policies, civil unrest, or other events beyond Alcoa’s control; (j) the outcome of contingencies, including legal proceedings, government investigations, and environmental remediation; (k) the business or financial condition of key customers, suppliers, and business partners; (l) adverse changes in tax rates or benefits; (m) adverse changes in discount rates or investment returns on pension assets; (n) the impact of cyber attacks and potential information technology or data security breaches; and (o) the other risk factors summarized in Alcoa’s Form 10-K for the year ended December 31, 2013 and other reports filed with the Securities and Exchange Commission. Alcoa disclaims any obligation to update publicly any forward-looking statements, whether in response to new information, future events or otherwise, except as required by applicable law.

The information set forth in the following slides is being presented for background purposes and speaks as of the date it was originally presented. Alcoa is not updating or affirming any of the information as of today’s date. The provision of this information shall not create any implication that the information has not changed since it was originally presented.

# Innovative Werkstoffentwicklungen von Alcoa-Arconic

- Alcoa-Arconic ist Markt- und Technologieführer bei der Werkstoffentwicklung für hochbeanspruchte Anwendungen.
- Während Aerospace Strukturanwendungen und -komponenten weiterhin in unserem Fokus stehen werden, finden unsere Werkstoffe und Entwicklungen auch Anwendungen in vielen anderen Bereichen.
- Diese Präsentation gibt einen Überblick aktueller Hochleistungswerkstoffe (Aluminum-Lithium), deren Werkstoffeigenschaften und verschiedene Anwendungsgebiete.



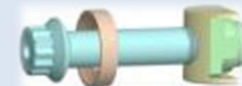
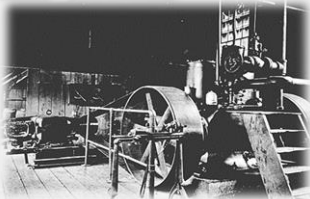
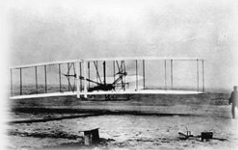
# Historie Alcoa: Pionier, Innovator, Technologieführer

Alcoa hat vor über 125 Jahren den Weg für die Aluminumindustrie gebahnt...

**Erfinder der  
industriellen  
Aluminiumherstellung**

**Aluminium  
Anwendungen &  
Globalisierung**

**Multi-Material  
Lösungen**



...und ist heute ein:

**Globaler Markt- und Technologieführer von High Performance Werkstoffen**

## Kerndaten

- gegründet im Jahr 1888, nach der Erfindung des Prozesses zur industriellen Aluminiumherstellung
- weltweiter Technologieführer von Leichtbau- und Hochleistungswerkstoffen, -produkten und -lösungen
- 59,000 Mitarbeiter
- in 30 Ländern
- 2014 Umsatz: 23.9 Milliarden US\$

## Marktsegmente

### Luft- und Raumfahrt



### Transportwesen



### Gebäudetechnik



### Automobiltechnik



### Getränke- und Verpackungsindustrie



### Industrielle Gas Turbinen




# Organisches und anorganisches Wachstum erweitern Alcoa's Portfolio der Wertschöpfungskette

Überblick von Schlüsselinnovationen, Wachstumsprojekten und anorganischen Akquisitionen

## Organisches Wachstum durch Innovation


### Automotive




Aluminum intensive Fahrzeuge

Alcoa 951

### Building & Construction




Bloomframe®




OptiQ™ Ultra Thermal Window


### Aerospace




Structural engine components




Saudi Arabia Rolling Mill




MicroMill™




Flite-Tite® Fasteners



Al-Lithium forged fan blade




3-D Multi-wall Airfoils

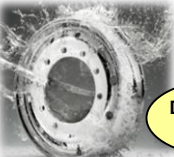


Monolithic Wing Rib

### Commercial Transport




Ultra ONE™

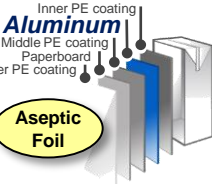


Dura-Bright EVO™

### Packaging



Cool Twist Bottle



Aseptic Foil

Inner PE coating  
Aluminum  
Middle PE coating  
Paperboard  
Outer PE coating

## anorganisches Wachstum im stabiler Luftfahrtmarkt



### Marktführer von Triebwerkskomponenten

(abgeschlossen 4Q14)



Rings



Disks



Metal



RTI International Metals, Inc.

(Abschluss geplant in 2 - 5 Monaten)

### Portfolio von Titan Werkstoffen und Bearbeitung, erweitert Wertschöpfungskette



Titanium



Machining, Extrusions, Additive Mfr.



### Titan & Al-Gusskomponenten für Triebwerkstechnik & Strukturbauteile

(abgeschlossen 1Q15)



Structural Castings

# Alcoa's Geschäftseinheiten

## Downstream

### Engineered Products & Solutions



- Triebwerkstechnik
- Verbindungssysteme & Ringe
- Gebäudetechnik
- Schmiedeteile & Strangpressprodukte
- Felgen & Transportwesen

- Wachstum und Profitabilität durch **Produkt-und Prozess Innovationen**

2014 Umsatz: 6.0 Milliarden US\$

## Midstream

### Global Rolled Products



- Verpackungsindustrie
- Luftfahrt- und Defense
- Automotive
- Unterhaltungselektronik
- Industrielle Anwendungen

- Wachstum durch **Produktinnovation**
- Kostenreduzierung durch **Prozess Innovation**

2014 Umsatz: 7.4 Milliarden US\$

## Upstream

### Global Primary Products



- Bauxit Abbau
- Aluminiumoxid Gewinnung
- Aluminium Herstellung
- Aluminium Recycling
- Energie Gewinnung

- **Kostenreduzierung** bei der Aufbereitung
- **Kostenreduzierung** bei der Schmelzflusselektrolyse

2014 Umsatz: 10.3 Milliarden US\$

# Launching Two Strong Companies: Driving Value



## Arconic

*Lightweight Multi-Material Innovation Powerhouse*

- **Premier supplier** of high-performance advanced **multi-material products and solutions**
- **Positioned** to grow in **growth markets** with significant **customer synergies**  
*e.g., aerospace, automotive, commercial transportation, building and construction*
- **Expanded multi-material, technology and process expertise**
- **Innovation leader** with full pipeline of products & solutions
- **Successfully shifting** product mix to **higher value-add**
- **Robust margins** and **investment opportunities** **above cost of capital**

## New Alcoa

*Globally Competitive Upstream Business*

- **Robust** projected aluminum **demand growth** of **6.5%** in **2015** and **double** between **2010** and **2020**
- **Attractive Portfolio:**
  - **World's largest, low cost bauxite miner** at the **19<sup>th</sup> percentile<sup>1</sup>** on cost curve (*46M BDMT<sup>2</sup>*)
  - **World's largest, most attractive alumina** business in the **1<sup>st</sup> quartile<sup>3</sup>** of the cost curve (*17.3M MT*)
  - **Substantial energy** assets with operational flexibility
  - **Optimized smelting** capacity (*3.4M MT*) continuing to **improve** its **2<sup>nd</sup> quartile<sup>3</sup>** cost curve position
  - **17 casthouses** providing **value-add** products
- **Diverse sites** – **close proximity** to major markets
- **Committed to disciplined capital allocation** and **prudent return of capital** to shareholders



# Successfully Launched Two Strong Brands Ahead of Separation

*Arconic and New Alcoa branding launched in March 2016*



**ARCONIC**

Innovation, engineered.



**Alcoa**

# Aluminium-Lithium: Schlüsseltechnologie für hochbeanspruchte Anwendungen

## Historie und generelle Fakten

### ■ Generationen von Aluminium-Lithium Alloys:

- 1.Generation: ca. 1955 - 1970
- 2.Generation: ca. 1980 - 2000
- 3.Generation: 2000 – heute

### ■ Eigenschaften von Aluminium-Lithium Legierungen:

- geringe Dichte
- hohe Steifigkeit/E-Modul
- hohe und höchste Festigkeiten
- verbesserte Ermüdungs- und Schadenstoleranzeigenschaften
- exzellente Korrosionsbeständigkeiten
- Hochtemperaturbeständigkeit
- exzellente Verarbeitbarkeit

### ■ Geringere Dichte, bei gleichzeitig hohen Festigkeiten und verbesserten Ermüdungseigenschaften ermöglichen:

- Gewichtseinsparungen
- Performance Verbesserungen und
- Kosteneinsparungen



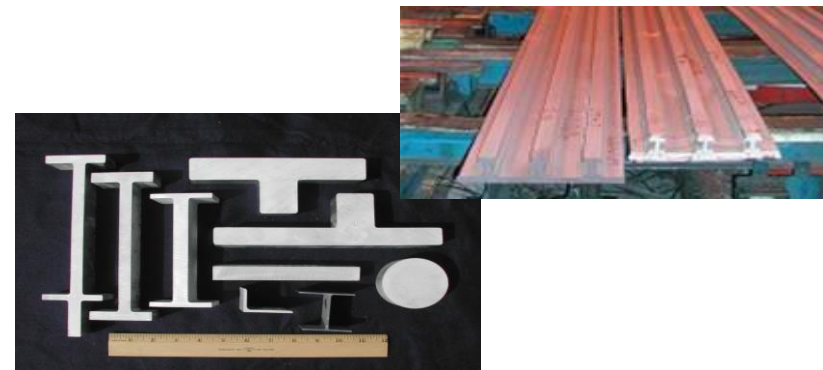
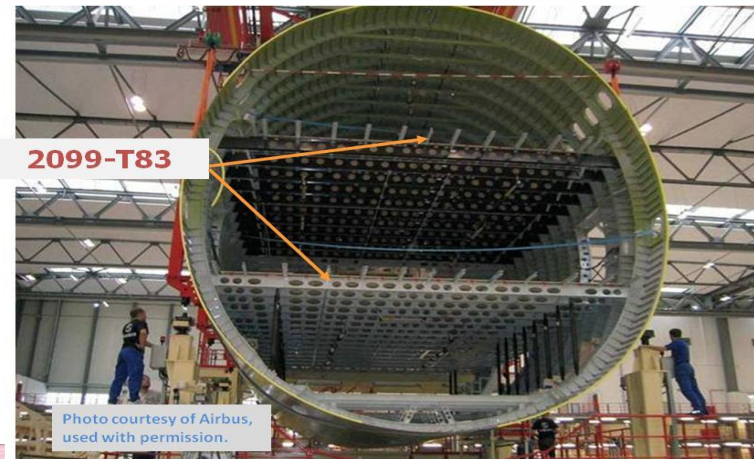
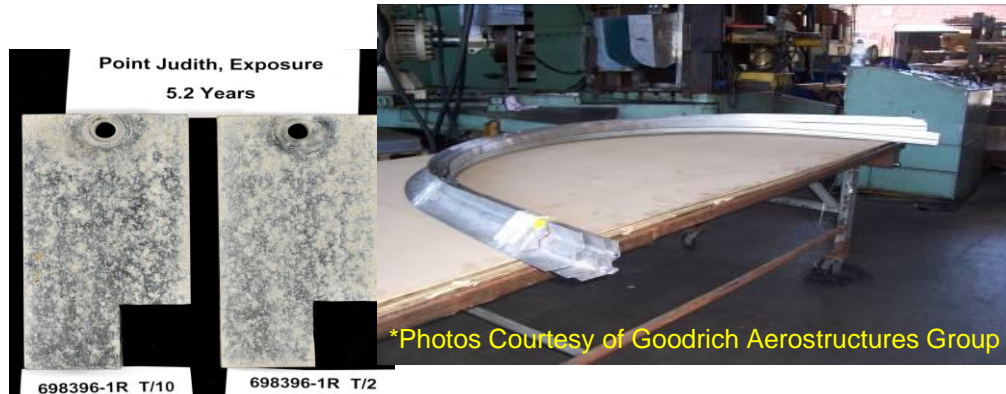
Periodic Table of the Elements

1																	2
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
6.94	9.01											10.81	12.01	14.01	15.99	19.00	20.18
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
22.99	25.31											26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.10	40.08	44.96	47.87	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.41	69.72	72.64	74.92	78.96	79.90	83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.76	127.60	126.90	131.29
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.84	186.21	190.23	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111							
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							
(223)	(226)	(261)	(262)	(266)	(264)	(270)	(268)	(281)	(272)								
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				
232.04	231.04	238.03	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)				

# Aluminium-Lithium 2099-T83 – korrosionsbeständige, hochfeste Aluminium-Strangpresslegierung

## Korrosionsbeständigkeit besser als 7075 und 7050-T7X Produkte bei höherer Festigkeit

- AMS 4287
- MMPDS 0.0 – 76.0mm
- Spannungsrisskorrosion, exzellente Schichtkorrosion, galvanische Korrosion besser im Vergleich zu anderen 7xxx Legierungen



# Aluminium-Lithium Anwendung auf dem Airbus A380 Fussbodenstruktur und Wing Stringer



Courtesy of Airbus

# Alcoa Strangpressprodukte & Schmiedeteile für verschiedene Flugzeuganwendungen

## Fuselage Stringers – Tension/Compression/Strength

Old Baseline: 7075-T62 sheet

Current Baseline: 7150-T77511

New Products: 7055-T76511, Al-Li 2099-T83, Al-Li 2055

## Fuselage Frames – Cyclic Loads/Fatigue

Current Baseline: 7075 sheet, 2024-T42 extrusion

New Products: 7055-T76511, 7055-T74511,

Al-Li 2099-T83, Al-Li 2099-T81

## Floor Grid – Corrosion/Stiffness/Strength

Old Baseline: 7075-T6511, 7075-T6, 7178-T6511

Current Baseline: 7150-T77511

New Products: Al-Li 2099-T83, 7055-T77511,  
7055-T76511, 7055-T74511, Al-Li 2055

## Upper Wing Stringers – Compression/Strength

Old Baseline: 7150-T6511

Current Baselines: 7055-T79511, 7055 T77511

New Products: Al-Li 2055

## Lower Wing Stringers – Tension/Damage Tolerance

Old Baseline: 2024-T3511

Current : 2224-T3511, 2026-T3511

New Products: Al-Li 2099-T81, Al-Li 2099-T83

## Forgings

Old Baseline: 7175-T7351

Current Baseline: 7050-T7452

New Products: 7085-T7452, 7065,  
Al-Li 2060, Al-Li 2055, Al-Li 2070

Green = Commercially Available

Al-Li



# Erste geschmiedete Aluminium Turbo Fan Blade der Welt

- Erste geschmiedete Aluminium Turbo Fan Blade der Welt
  - Hochentwickelte Aluminium-Lithium Technologie
  - Reduziert Kosten und Gewicht im Vergleich zu Titan und faserverstärkten Kunststoffen (CFRP)
- Pratt & Whitney's Hybrid-Metallic Fan Blade für die PurePower® Engines
  - wird für eines der meistgebauten Flugzeuge (Airbus A320neo) eingesetzt werden.
- Pratt & Whitney's einzigartige Turbofan™ Architektur
  - Triebwerk ist leichter und erlaubt geringeren Verbrauch und Kosteneffizienz



Source: [http://www.alcoa.com/aerospace/en/news/releases/news\\_detail.asp?xpath=2014\\_07\\_14\\_pratt\\_and\\_whitney](http://www.alcoa.com/aerospace/en/news/releases/news_detail.asp?xpath=2014_07_14_pratt_and_whitney)

# Pratt & Whitney – Alcoa Video

[http://youtu.be/nK5Ato\\_irdw](http://youtu.be/nK5Ato_irdw)

# Wertschöpfung durch frühe und intensive Zusammenarbeit mit unseren Kunden: Anwendung – Produkt – Prozess Entwicklung



October 13, 2014

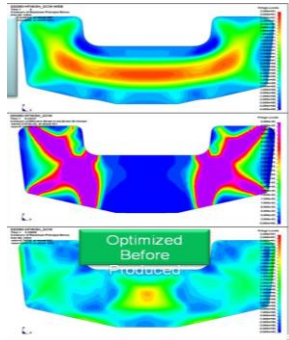
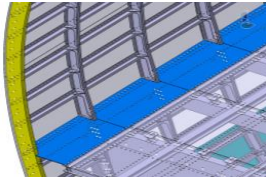
## Alcoa Manufactures World's Largest Single-Piece Forged Aluminum Hull for Combat Vehicles to Improve Troop Protection

*Part of Joint Alcoa-US Army Initiative Launched Last Year*

WASHINGTON & CLEVELAND--(BUSINESS WIRE)--Alcoa (NYSE:AA), a global leader in lightweight, high-performance metals, has produced the world's largest single-piece forged aluminum hull for combat vehicles to

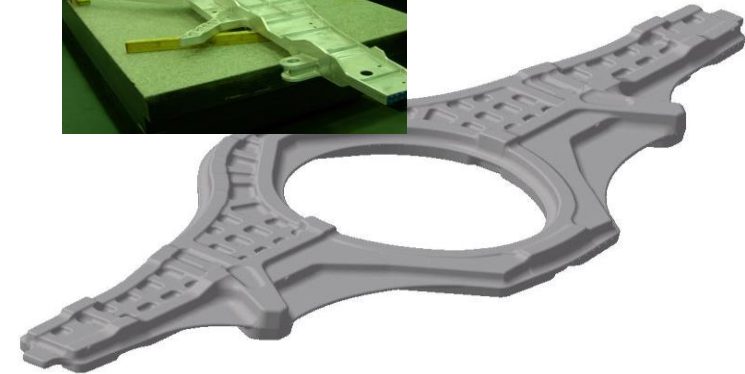


Alcoa has manufactured the world's largest single-piece forged aluminum hull for combat vehicles, such as those shown here, to improve troop protection



Stretch  
formed  
frames

Low RS  
Monolithic  
Forgings





# Aluminium-Lithium Legierungen für Hochtemperatur- und rotierende Anwendungen

- Turbolader Komponenten
  - Ersetzen von 2618-T6
- High Performance Kolben
  - Ersetzen von 2618 und 4032
- Bremssattel Anwendungen
  - Rennsport
  - High Performance Fahrzeuge
  - Motorräder
  - Fahrräder
- Industrielle Anwendungen:
  - Turbomolekular Pumpen / Vakuum Pumpen
  - Rollstühle, Prothesen
  - Sportartikel



# 3. Generation von Aluminium Lithium Legierungen “erneuern” einen bekannten Werkstoff

## Aluminum Lithium: Kundenanforderungen

### Kunden Anforderungen

Treibstoffeinsparung/  
-effizienz

Wartungskosten

verbesserter Komfort

geringere  
Investitionskosten

### Al-Li Nutzen

- 5%-7% **geringere Dichte**
- 7% **höhere Steifigkeit**
- bis zu **10% Gewichtseinsparung** im Vergleich zu Composites möglich
- Verbesserte **Korrosionsbeständigkeit, Ermüdungsfestigkeit & Schadenstoleranz**
- Hält Anforderungen an Luft- und Druckbeständigkeit ein
- Erhöhte Design Flexibilität (i.e. grössere Fenster)
- **Keine zusätzlichen Investitionskosten** bei bestehender Aluminium Infrastruktur

## Alcoa´s Erweiterung der Al-Li Kapazitäten

- **~90 Millionen US\$ Investition** in eine **~20kmt Giesserei** in Lafayette, IN;
- Abgeschlossen im **4Q 2014**
- **zusätzliche Kapazitäts- und Fertigungserweiterung** in Kitts Green, UK; abgeschlossen im **2Q 2013**
- **30% Kapazitätserweiterung** im Alcoa Technical Center in Pittsburgh; abgeschlossen im **3Q 2012**

Eröffnet am  
2.Okt 2014



Lafayette, IN



Kitts Green, UK

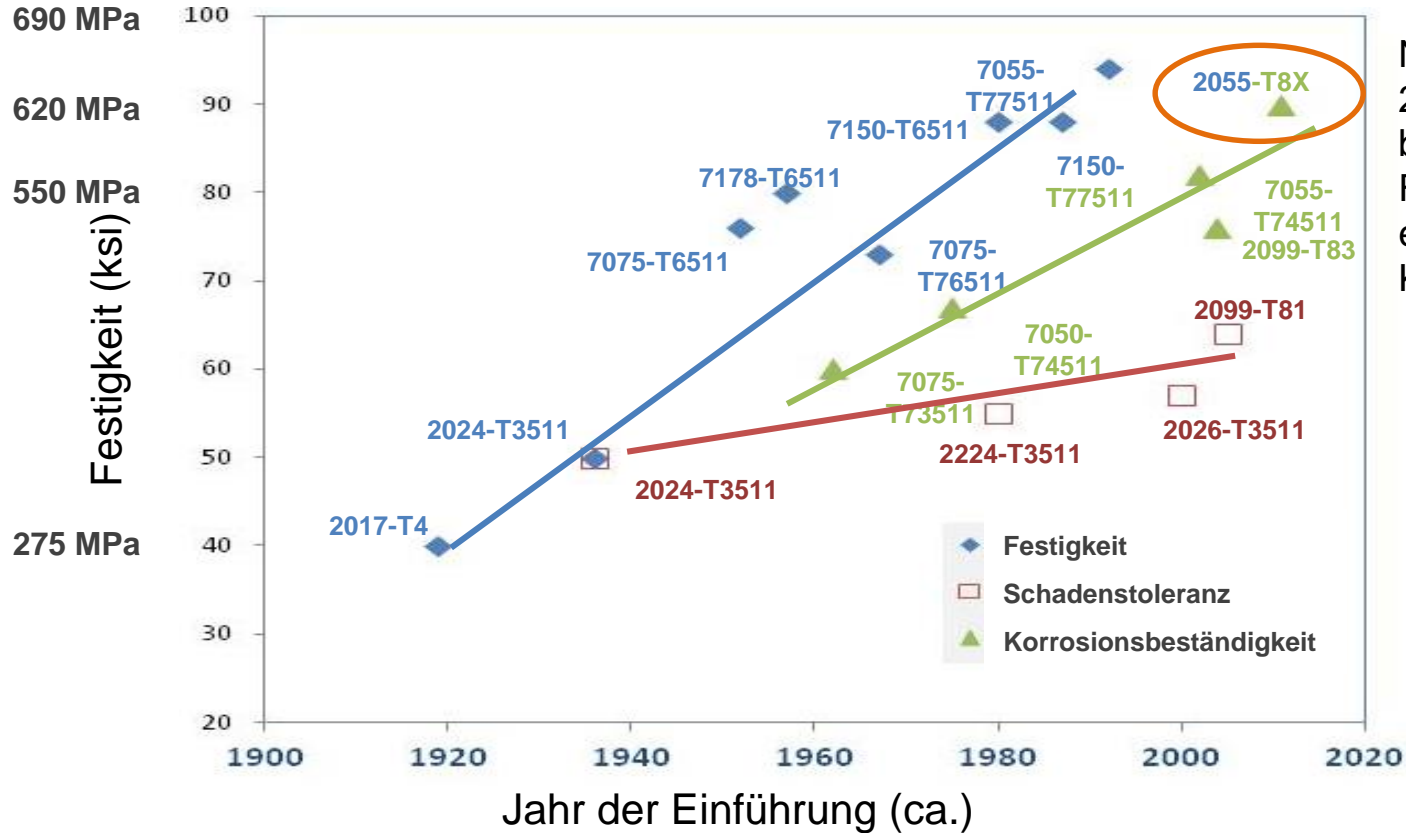


Alcoa Technical Center,  
Pittsburgh, PA

# Alcoa's 3. Generation Aluminium-Lithium Legierungen & Temper

Legierung	Temper	Produkt Form	Aerospace Material Specification (AMS)
2099	T83	Extrusions / Profile	AMS4287
2099	T81	Extrusions / Profile	AMS4459
2099	T86	Plate / Platten	AMS4458
2055	T84	Thick and wide Extrusions / Profile	AMS4257
2055	T8/T6	Thin Die Forgings (<75mm) / Schmiedeteile	
2060		Hand & Die Forgings (>150mm) / Schmiedeteile	
2060		Sheet / Blech	
2070		Hand & Die Forgings / Schmiedeteile	
2070		Thick Plate / Platten	

# Luftfahrt Aluminium-Legierungsentwicklung (Strangpressprodukte)



Neue Alcoa Legierung  
2055-T84  
bietet höchste  
Festigkeiten und bei  
exzellenter  
Korrosionsbeständigkeit

# Aluminium-Lithium für Leichtbau Flugzeugsitze

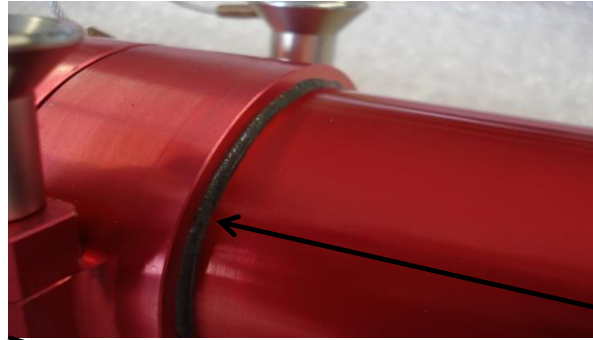
- Platten und Profile
- Dünne und gezogene Rohre
- Geschmiedete und bearbeitete Komponenten
- Konventionelle Fügetechniken und/oder Schweißen

**Business Case Studie:  
Ca. -30% Gewichtseinsparung  
möglich im Vergleich zu  
konventioneller Al-Struktur**

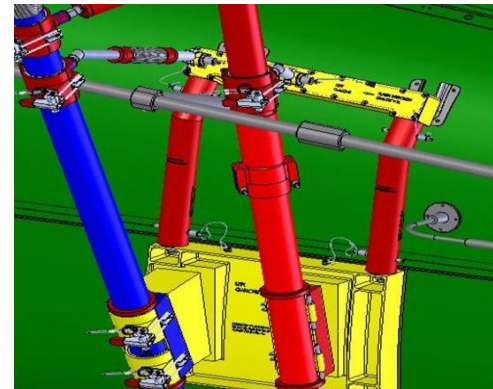


Photos: Courtesy of Recaro Aircraft Seating

# 2099-T83 (Aluminium-Lithium) geschweißte Teleskopstange für Falanlage für Helikopter Rotorblätter



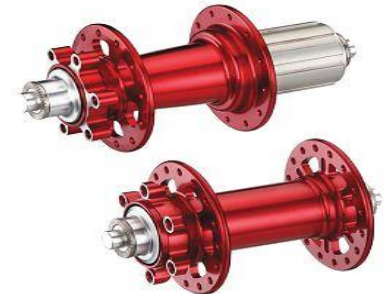
- **2099-T83 nahtlos gepresstes Rohr**
  - **Seebeständigkeit**
  - **laserstrahlgeschweißte Verbindung**
  - **anodisierte Oberfläche**
- Laserstrahl-Schweissnaht**



Courtesy of SMJ Sondermaschinenbau GmbH (Kirchdorf, Germany)

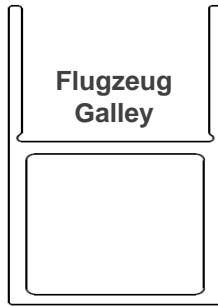
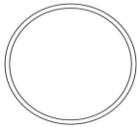
# Fahrrad Komponenten profitieren von Luftfahrtwerkstoffen

- High Performance Fahrräder
- Mögliche Anwendungsbereiche:
  - Rahmen
  - Naben
  - Achsen
  - Kurbeln
  - Felgen
  - Sattel

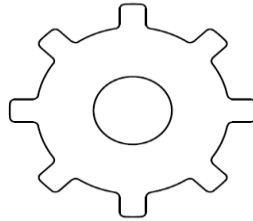


# Aluminium-Lithium Hohlkammerprofile

Verschiedene dünnwandige Rohre und Profile für Flugzeugsitze und andere Anwendungen



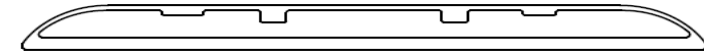
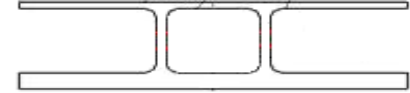
Antriebsstrang



Felgenprofile



Strukturbauteil Luftfahrt



Gehäuse Unterhaltungselektronik

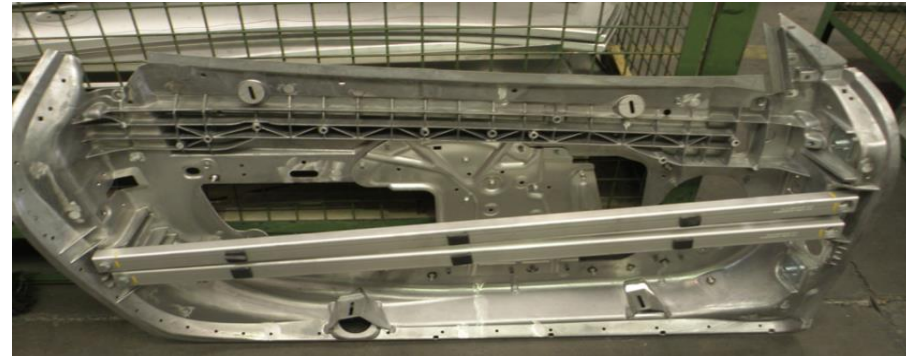


Anwendungsbeispiel:  
Smart Ski Entwicklung LUSST  
(adaptiver und klappbarer Ski)



Courtesy of ZNS

Anwendungsbeispiel:  
Al-Li Profile in Automobilstrukturen



Courtesy of Ferrari (Italien)



# Zusammenfassung

- Alcoa's 3. Generation von Aluminium-Lithium Legierungen bietet aussergewöhnliche Werkstoffeigenschaften, die dem bekannten Werkstoff Aluminium neue und bekannte Anwendungsgebiete eröffnen.
- Die einzigartigen Materialeigenschaften, selbst bei erhöhten Temperaturen und rotierenden Anwendungen, übertreffen konventionelle Aluminium-Legierungen und ermöglichen selbst den Wettbewerb mit Titan- und Faserverbundwerkstoffen in Bezug auf Kosten und Gewicht.
- Neue Designmöglichkeiten (Schweisbarkeit / komplexe Hohlkammerprofile) eröffnen neue Anwendungsgebiete.
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung: Ultraschallprüfung ist Stand der Technik – neue, effizientere und kostensparende Verfahren (Stichwort "buy-to-fly ratio") sind gefordert.
- Aluminium-Lithium Legierungen sollten in Betracht gezogen werden, wo innovativer Leichtbau gefordert ist.

*Advancing each generation.*



Contact: [Achim.Hofmann@arconic.com](mailto:Achim.Hofmann@arconic.com)