



Herausgeber:

ASMET - The Austrian Society for Metallurgy and Materials
Franz-Josef-Straße 18
A - 8700 Leoben
Tel. +43 (0) 3842 45189
Fax +43 (0) 3842 402 - 2202
asmet@mu-leoben.at
www.asmet.at

Verfasser:

Dr. Heimo Jäger	ASMET, Projektleiter
Dr. Brigitte Kriszt	Montanuniversität Leoben, 8700 Leoben
Dr. Erich Kny	ARC Seibersdorf research Ges.m.b.H., 2444 Seibersdorf
Dr. Bruno Hribernik	Böhler Uddeholm AG, 1030 Wien

Projektassistenz:

Melanie Baumgartner	ASMET
Yvonne Dworak	ASMET
Schneider Christian	MUL

Finanzierung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Der Projektbericht erscheint auszugsweise in den Berg- und Hüttenmännischen Monatsheften, Heft 5/09 und Heft 9/09

Impressum:

Verleger: Springer Verlag

Herausgeber: Prof. Dr. mont. Helmut Clemens, Prof. Dr. mont. Peter Moser und
Prof. Dr. techn. Johannes Schenk

Adresse: Sachsenplatz 4-6
1201 Wien

Internet: www.springer.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung/Vorwort	S. 4
2. Beauftragung durch das BMVIT	S. 4
3. Auswirkungen der derzeitigen Krise	S. 5
4. Planungsinstrument Technologieroadmap	S. 5
5. Methodik der Erstellung (Vorgangsweise, Ablaufplan)	S. 6
6. Megatrends und deren Bedeutung	S. 7
7. Untersuchte Segmente, Querschnittsthemen	
7.1. Rohkarosse (Body in White, BIW)	S. 9
7.2. Antriebsstrang (Powertrain)	S. 14
7.3. Bahnsysteme	S. 23
7.4. Luftfahrt	S. 34
7.5. Energietechnik	S. 42
7.6. Metallurgischer Maschinenbau	S. 53
7.7. Umwelt und Rohstoffe	S. 57
7.8. Synergien zwischen den Segmenten	
8. Handlungsvorschläge	
je Segment	
je Querschnittsthema	
9. Kurzzusammenfassung	
10. Literaturverzeichnis	
11. Abkürzungen und Begriffe	
12. Teilnehmer/Innen	
12.1. Lenkungsausschuss	S. 63
12.2. Expertenteam	S. 63
12.3. Workshops	S. 63
13. Danksagung	

Österreichische Institutionsübergreifende Technologieroadmap für Hochleistungsmetalle

1. Einleitung

Österreich besitzt mit seinen Unternehmen und seiner Forschungsausrichtung einen Schwerpunkt im Bereich der Werkstoffe. Unter den Werkstoffen nehmen wieder die Hochleistungsmetalle einen bestimmenden Platz für die österreichische Wirtschaft und die zukünftige Entwicklung ein. Technologiepolitisch stellen daher die zu beantwortenden Fragen nach den Entwicklungsszenarien und den zu setzenden Maßnahmen die planerische Herausforderung für eine nationale Technologiestrategie dar.

Gerade die turbulenten wirtschaftlichen Entwicklungen zeigen klar, dass eine Konzentration auf technologische Stärken und die systematische Weiterentwicklung dieser, als wesentlicher Beitrag zum wirtschaftlichen Überleben der Unternehmen zu sehen ist. Im Spannungsfeld zwischen der Entwicklung der Lieferanten, der Konkurrenten und der Kunden müssen österreichische Unternehmen und Forschungsinstitutionen auf zukünftige technologische Szenarien vorbereitet sein.

Heute kann davon ausgegangen werden, dass im Zeitraum bis 2020 neue Technologien entwickelt werden. Für die Erforschung der Hochleistungsmetalle wird sich im Vorfeld dieser Technologieentwicklungen, eine Vielzahl von Herausforderungen auftun. Um diese Neuerungen als Chance für Innovation zu nutzen, muss zeitversetzt deutlich vor der eigentlichen Technologieentwicklung mit Werkstoffentwicklung begonnen werden. Völlig neue Hochleistungsmetalle haben einen Entwicklungsbedarf von mindestens 10 Jahren ehe sie als Innovation in die Anwendung kommen. Auch bei inkrementellen Weiterentwicklungen für Hochleistungsmetalle müssen Entwicklungszeiten von drei bis fünf Jahren veranschlagt werden. Umso wichtiger ist es, dass die Wirtschaft wie auch die Technologiepolitik bereits heute Entwicklungsstrategien erarbeiten.

2. Beauftragung durch das BMVIT

Um eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu haben, wurde vom BMVIT die Durchführung einer institutionsübergreifenden Technologie-Roadmap für Hochleistungsmetalle beauftragt. Das Projekt wurde von der Österreichischen Gesellschaft für Metallurgie und Materialien, [ASMET](#) und deren Projektpartner Montanuniversität Leoben und ARCS Seibersdorf durchgeführt. An der Erstellung der Technologieroadmap haben sich überdies mehr als [100](#) Experten und Expertinnen aus [80](#) Institutionen beteiligt. Durch die Breite an Mitwirkenden gelang es, Trends und Technologieentwicklung aus vielen Blickwinkeln zu betrachten und die maßgeblichen

Entwicklungen zu analysieren, sodass ein repräsentatives Bild der zukunftsrelevanten Entwicklungen für Hochleistungsmetalle erreicht wurde.

3. Auswirkungen der derzeitigen Krise

Die derzeitige Wirtschaftssituation, die den in der TRM behandelten Industriesektor intensiver beeinflusst, zeigt zwar eine hohe Volatilität (z.B. Luftfahrt 9/11, SARS) aber auch klare langfristige Wachstumstrends.

Sie wird aus der Studie ausgeklammert, da es sich um eine vorübergehende, wenn auch schwere Störung handelt.

Es sollen allerdings die Randbedingungen, die sich durch die Krise nachhaltig geändert haben und damit Langzeiteffekte bewirken, berücksichtigt werden. Dies bezieht sich vorwiegend auf alle Bereiche, in denen es zu geänderten, Konsumverhalten und Umweltbewusstsein gekommen ist, aber auch die durch die gegenwärtige Situation auf Innovationsimpulse ausgelöst wurden.

Die bedeutet, dass Strukturveränderungen beschleunigt wurden.

4. Planungsinstrument Technologieroadmap

Die Technologieroadmap gilt als Planungsinstrument, das versucht, einen Planungshorizont von 10 bis 15 Jahren zu eröffnen. Dementsprechend findet Roadmapping besonders für Technologie Anwendung, die lange Entwicklungszeiten haben. Für Hochleistungsmetalle, deren Entwicklungszeiten bis zur Erreichung des Innovationsstadiums im Bereich von 10 - 20 Jahren liegen, bietet sich das Planungsinstrument Technologieroadmap daher sehr gut an.

Die Technologieroadmap findet sich in der Literatur als Prognose beschrieben, dass vorwiegend für Einzelunternehmen zur Anwendung kommt. Doch gerade im Werkstoff- oder Materialbereich kristallisiert sich verstärkt heraus, dass die Technologieroadmap als institutionsübergreifendes Instrumentarium eingesetzt wird, dass auch für technologiepolitische Entscheidungsträger die Basis für die strategische Planung bildete. Dies mag daran liegen, dass Werkstoffe oder wie im Fall dieser Roadmap konkret Hochleistungsmetalle als Enablertechnologie eher am Anfang der Wertschöpfungskette stehen, und eine Planung nur unter Einbeziehung der nachfolgenden Branchen sinnvoller Weise durchgeführt werden kann.

Dieser Ansatz wurde auch in der durchgeführten Roadmap verfolgt. Es wurden alle namhaften Unternehmen, die sich mit Hochleistungsmetallen beschäftigen, und alle werkstofforientierten Forschungsinstitutionen, soweit sie auf dem Gebiet der Hochleistungsmetalle tätig sind, zur Mitwirkung an der Roadmaperstellung eingeladen. Dieser Einladung folgte die Mehrheit der relevanten Vertreter mit großem Engagement

in der Mitwirkung, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die erstellte Roadmap repräsentativ und zukunftsweisend für Österreich ist.

5. Methodik der Erstellung (Vorgangsweise, Ablaufplan)

Methodisch bestand der Prozess der Roadmaperstellung aus zwei maßgeblichen Phasen. In einer ersten Phase (4) wurde eruiert, ob es grundsätzlichen Handlungsbedarf für die Erstellung einer nationalen institutionsübergreifenden Technologieroadmap für Hochleistungsmetalle gibt und welche Kernfragen, durch die Roadmap zu behandeln sind. Im Rahmen dieser Sondierungsphase wurden bereits mehr als 30 österreichische Experten und Führungskräfte befragt. Als Ergebnis dieser Sondierungsphase zeigt sich deutlich, dass es massiven Bedarf an der Erstellung einer institutionsübergreifenden Roadmap gab. Um den in der Sondierungsphase schon aufgezeigten Handlungsbedarf, in einem umfassenden Gesamtzusammenhang zu bringen, wurde in der zweiten Phase der Technologieroadmap branchenorientiert Technologieentwicklungen und Handlungsbedarf für Hochleistungsmetalle betrachtet und die notwendigen Maßnahmen erarbeitet. Als Leitbranchen wurden die Energietechnik, die Mobilität mit den Teilbranchen Luftfahrt, Automotive und Bahn und der metallurgische Maschinenbaus durchleuchtet. Ergänzende wurde das für alle Branchen relevanten Themengebiete der Rohstoffe und Umwelttechnik behandelt. In einer eingehenden Analyse wurden Technologie Roadmaps mit ähnlichen Themenstellung, vor allem aus dem angelsächsischen Raum, unterzogen und geprüft, welche nachhaltigen Veränderungen im jeweiligen Industriesegment dadurch ausgelöst wurden.

In einer Serie von Workshops wurden die maßgeblichen Entwicklungen und zu setzenden Maßnahmen erarbeitet. An den Workshopgruppen nahmen neben Vertretern und Vertreterinnen der Unternehmen und Forschung im Bereich der Hochleistungsmetalle auch Vertreter und Vertreterinnen von Unternehmen teil, die nachgeschaltet in den Wertschöpfungsketten der jeweiligen Branche liegen. Insgesamt wurden acht Workshops durchgeführt. An jedem Workshop beteiligten sich zwischen 10 und 20 Personen. Jeder Workshop war so aufgebaut, dass in einer ersten Phase die entwickelten Trends von den Workshopgruppen verifiziert wurden und in weiterer Folge die maßgeblichen Änderungen auf dem Markt bis 2020 diskutiert wurden. Um die relevanten Entwicklungen hervorzuheben, wurde eine Priorisierung der Themen vorgenommen. Im nächsten Schritt wurden die zu erwartenden Entwicklungen im Bereich der Hochleistungsmetalle und deren Herstell- und Verarbeitungstechnologien erarbeitet. Auch dieser Workshopteil wurde mit einer Priorisierung der genannten Entwicklungen abgeschlossen. Im letzten Teil der Workshops wurde Maßnahmen erarbeitet, um den Herausforderungen begegnen zu können. Das Ergebnis der Workshops wurde den Teilnehmern und Teilnehmerinnen schriftlich übermittelt.

Anschließend an die Workshops wurden die Ergebnisse in einem gemeinsamen Report kondensiert. Dieser Report wurde den Teilnehmern und Teilnehmerinnen an der Roadmap nochmals zur Stellungnahme übermittelt.

Gleichzeitig wurde herausgefiltert, ob sich noch zu beantwortende Fragen bzw. aufgezeigt Wissenslücken auftun, die mit Experten abschließend in Workshop oder Expertengespräche zu hinterfragen waren.

Der überarbeitete Report wird dem Auftraggeber BMVIT zur Approbierung vorgelegt. Nach Freigabe des BMVIT werden die Ergebnisse der Technologieroadmap der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Von Seiten der technologiepolitischen Vertreter, Unternehmen und der Forschungsinstitutionen sollte im Anschluss an die Roadmaperstellung mit der Detailplanung für die Umsetzung des vorgeschlagenen Maßnahmenplans begonnen werden.

6. Megatrends und deren Bedeutung

Megatrends sind langfristige und übergreifende Transformationsprozesse, die die Märkte und das Leben in der Zukunft prägen werden.

Sie wirken über Zeiträume von Jahrzehnten, ihr Geltungsbereich erstreckt sich über alle Weltregionen und beeinflussen viele Teilsysteme - politisch, sozial und wirtschaftlich, jedoch oft mit unterschiedlichen Auswirkungen in einzelnen Regionen.

6.1. Demographischer Wandel

Der alternden Bevölkerung im Westen steht ein Geburtsboom in Schwellenländern gegenüber.

Die zu erwartende Verdoppelung der Weltbevölkerung bedingt einen entsprechend steigenden Energieverbrauch, ebenso ist mit einer Zunahme der Immigration zu rechnen.

6.2. Steigende Bedeutung der Gesundheit im längeren Leben

Neue Design - Nahrungsmittel werden entwickelt, was neue Märkte ergeben wird.

6.3. Urbanisierung

Es ist zu erwarten, dass 2020 mindestens 60% der Weltbevölkerung in Megacities leben wird.

6.4. Knappe Rohstoffe:

Die Verfügbarkeit der wichtigsten Rohstoffe ist zwar prinzipiell gegeben, es ist jedoch wegen der immer stärkeren Verdünnung mit Kostensteigerungen zu rechnen. Viele Rohstoffvorkommen sind in sensiblen Regionen.

Der Kampf um Ressourcen (Wasser, fossile Rohstoffe) wird sich sicherlich zuspitzen. Wegen der zu erwartenden Hungers in der Welt ist eine stärkere Nutzung von alternativen Energie- und Rohstoffquellen geboten.

6.5. Neue Mobilität

Wegen der steigenden Mobilität, steigenden Umweltauflagen und dem gleichzeitig sinkenden Platzangebot ist mit der Errichtung verstärkter mobilitätshindernden Barrieren zu rechnen.

6.6. Globalisierung 2020 Märkte

Das immer stärker globalisierte Konkurrenzumfeld führt zu einer Verschiebung der Märkte nach Asien, wobei durch eine immer schnellere Marktdurchdringung eine neue Mittelklasse entsteht.

6.7. Neue Beziehungsstrukturen

Es kommt zunehmend zu einem Generations-, Kultur-, Paradigmenwechsel wobei Frauen weiterhin im Vormarsch sind. Das Digitale Leben lässt neue Medien mit virtueller Realität entstehen. Neue, schnellere Informationstechnologien(z.B. Neurowissenschaften) werden das Leben erleichtern.

6.8. Lernen von der Natur

Neue Wissensgebiete wie Bionik, Biologie und Nanotechnologie werden zu neuen Leitwissenschaften heranwachsen.

6.9. Wandel in der Arbeitswelt

Durch die Automatisierung vom Produkts- zum Dienstleistungs- und Wissenssektor kommt es zu einer Flexibilisierung und Dynamisierung von zeit- und ortsungebunden Abläufen. Der Kampf um Talente wird sich verschärfen. Innovationszentren wandern in Schwellenländer

6.10. Klimawandel

In den Industriestaaten wird die Entwicklung sauberer Technologien stark forciert werden, in den Entwicklungsländern sind wachsende Umweltprobleme zu erwarten.

Der weltweite Temperaturanstieg wird wegen des Abschmelzens der Polkappen zu ausgedehnten Überflutungen führen.

6.11. Neue politische Weltordnung

Die Bedeutung der BRIC Staaten (Brasilien, Russland, Indien und China) wird stark zunehmen während gleichzeitig eine Krise des Westens erwartet wird.

Ob es zu einem Aufbruch in Afrika kommen wird, ist derzeit schwer abzuschätzen.

6.12. Sicherheitsbedrohungen

Neben dem Terrorismus sind in Zukunft kulturelle, soziale und wirtschaftliche Konflikte zu erwarten.

7.1. Segment Rohkarosse (Body in White, BIW)

7.1.1. *Megatrends im Bereich Automobil mit Relevanz für den Karosseriebau*

Body-in White ist ein Fachbegriff aus dem Automobilbau, der jenes Stadium beschreibt, in dem die Karosserie inklusive Türen, Motorhaube und der Kofferraumdeckel bereits fertig zusammengebaut sind. Im deutschsprachigen Raum spricht man auch von der Rohkarosse. Je nach Konstruktionsweise kommen heute Hochleistungsmetalle, wie hochfeste Stähle und Aluminiumlegierungen zum Einsatz.

Grundsätzlich ist vor dem Szenario der Aufrechthaltung des Individualverkehrs mit einem steigenden Verbrauch an Hochleistungsmetallen bis 2020 zu rechnen. Zunehmender Werkstoffbedarf auch in anderen Branchen treibt die Werkstoffpreise tendenziell in die Höhe.

Marktwachstum wird dort prognostiziert, wo Märkte und Regionen im Wachstum begriffen sind. Ausgehend von den Wachstumsmärkten nehmen die Low-Cost-Vehicles zunehmend Kurs auf den europäischen Markt und bestimmen das Kaufverhalten der Kunden. Für den europäischen Markt kommt noch die demographische Entwicklung in Bezug auf steigende Lebenserwartung hinzu.

Gleichzeitig erfordern zunehmende Umweltverschmutzung (Feinstaub, NO_x, CO₂), Klimawandel, begrenzte Ressourcenverfügbarkeit und die Herausbildung von Megacities gänzlich neue Designkonzepte für den Individualverkehr und somit das Automobil der Zukunft. Durch gesetzliche Reglementierungen und Erhöhung der geforderten Standards manifestieren sich die neuen Erfordernisse an den Automobilbau. Die Schere von Verfügbarkeit und Kosten für die heute eingesetzten Treibstoffe wird ca 2030 drastisch auseinander gehen, sodass heute schon die Frage der Energieversorgungssysteme der bestimmende Treiber für die Entwicklung der Automobile darstellt.

7.1.2. *Technologische Trends*

Aus heutiger Sicht spielen die Entwicklungsrichtungen ausgelöst durch die Megatrends im Bereich der Antriebssysteme und der Energieversorgung für die Automobile die zentrale Entwicklungsherausforderung. Bereits heute konzentriert sich eine Vielzahl von Entwicklungsprojekten auf diese Aufgabenstellung. Grundsätzlich werden bis 2020 zwei Entwicklungsstufen gesehen; einerseits ein Ausreizen und Optimieren der heute schon bestehenden Konzepte verbunden mit einer Effizienzsteigerung vom 10-15% und andererseits die Entwicklung und der Einsatz von gänzlich neuen Antriebs- und Energieversorgungssystemen.

Für den Bau der Rohkarosserie und die eingesetzten Werkstoffen bedingen diese Entwicklungen, den heute schon beschrittenen Weg der Gewichtseinsparung

(Leichtbau) bei Verbesserung der Crasheigenschaften, der Steifigkeit und der Lebensdauer konsequent weiter zu verfolgen. Heute schon absehbar ist die Etablierung von neuen Konstruktionskonzepten für den Bereich des Karosseriebaus. Je nach Preissegment des angestrebten Fahrzeugtyps werden sich Designkonzepte positionieren.

Für die Werkstoffentwicklung besteht die grundsätzliche Herausforderung darin, Werkstoffe mit höheren Festigkeiten bereit zu stellen. Der konstruktive Leichtbau wird maßgeblich weiter vorangetrieben werden, Verarbeitungstechnologien der höchst festen Werkstoffe müssen gewährleisten, dass neue konstruktive Lösungen zu optimalen Kosten realisiert werden können.

Die Gesetzgebung zum Schutz der Umwelt und des Klimas wirkt nicht nur indirekt auf den Karosseriebau durch das Favorisieren des Leichtbaus, sondern nimmt direkten Bezug zum Einsatz von Werkstoffen. Zunehmende Anforderungen, Werkstoffe einzusetzen, die in der Life Cycle Analysis eine Reduktion des umweltgefährdenden Potenzials aufweisen, bringen neue rigide Selektionskriterien für Werkstoffe mit sich.

7.1.3. Wirtschaftliche Trends

Neben den technologischen Trends spielt für den Karosseriebau, die Kostengestaltung die zentrale Frage und den Treiber für Entwicklungen. Die zunehmende Nachfrage von Low Cost Fahrzeugen, die global zu beobachten ist, erfordert andere Werkstoff- und Fertigungslösungen, wie für die hochpreisige Luxusklasse. Für die Low Cost (LC) Fahrzeuge wird eher davon ausgegangen, dass eine Vereinfachung der Werkstoffvielfalt und Smarte Fertigungstechnologien die erforderliche Kostenreduktion bringen werden. Endabmessungsnaher Fertigungstechnologie die höchste Qualitätsanforderungen erfüllen, wie zum Beispiel neue Gusstechnologien können für das LC-Segment zunehmend an Bedeutung erlangen. Für das hochpreisige Segment werden eher neue Entwicklungen im Bereich der Hochleistungsmetalle zum Einsatz gelangen können.

Möglicherweise führt die aktuelle Wirtschaftskrise zu einem rascheren aber nachhaltigen Wechsel zum Dienstleistungsmodell für die Nutzung von Kraftfahrzeugen. Auch derartige Entwicklungen können maßgeblichen Einfluss auf die notwendigen technischen Lösungen haben.

7.1.4. Trends und Entwicklungen im Bereich Werkstoffe- und Fertigungstechnologie

Heutige Szenarien und Studien gehen davon aus, dass der Wettbewerb der Werkstoffe im Automobilbau zu einer weiter fortschreitenden Substitution der Stähle durch Nichteisenmetalle und Kunststoffe führen wird. Heute nimmt Stahl noch einen Masseanteil von ca. 70% ein. Für Stahl wird ein Rückgang auf einen Anteil von 50% der Masse bis 2020 prognostiziert. Ausgeglichen werden soll der Rückgang von Stahl durch den Einsatz von Leichtmetallen, wie Aluminiumlegierungen und Kunststoffverbundlösungen. Auch für hochbelastete Strukturteile wird es zukünftig nicht nur ein Entweder/ Oder geben für den Einsatz Stahl oder Composites, sondern es wird darum gehen, wie gut die Fügetechnologien (z.B. Kleben) für das Fügen von Stahl zu Compoisteilen weiterentwickelt wird.

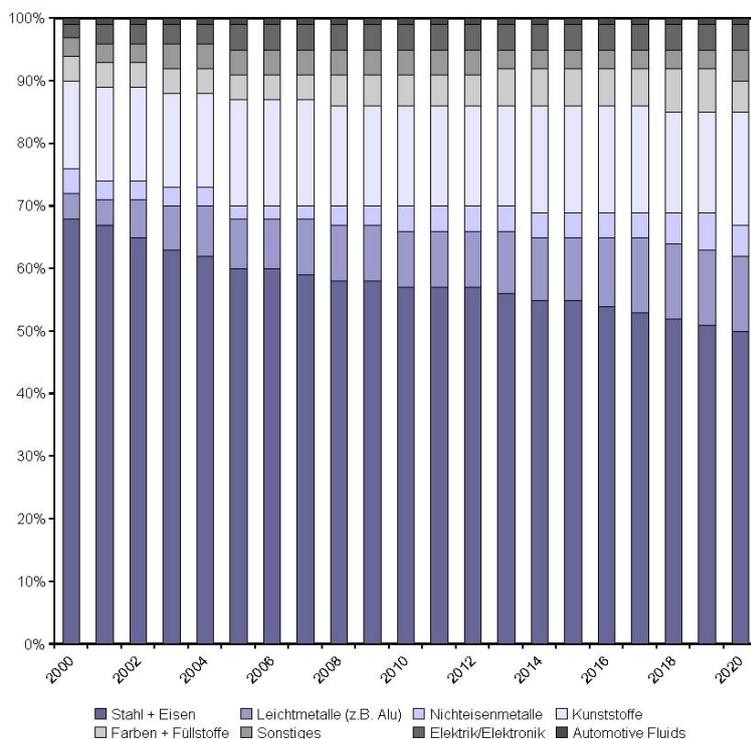


Bild 1

Werkstofftrends im Automobil

Quelle: Magna

Für Stahl bedeutet dies eine Steigerung der Festigkeit bei gleichzeitiger Reduktion der Blechdicke, was sowohl die technologische Entwicklungen der Stähle und der Umformtechnologie erfordert. Der technologische Widerspruch zwischen höchster Festigkeit und begrenzter Umformbarkeit ringt der Werkstoff- und Technologieentwicklung nahezu unrealisierbare Lösungen ab. Ähnliche Trends zeichnen sich auch für Aluminiumlegierungen ab.

Für Profile müssen heute schon bestehende Technologien weiter vorangetrieben und verbessert werden, um Werkstofflösungen für neue konstruktive Ansätze bereitzustellen. Fügetechnologien müssen in der Lage sein, zuverlässig, möglichst universal für unterschiedliche Werkstoffpaarungen und ohne merkliche Einbußen der mechanischen Eigenschaften die unterschiedlichsten Werkstoffe miteinander zu verbinden.

Vor dem Hintergrund der notwendigen Reduktion der Entwicklungszeiten und der immer höher belasteten Karosserien wird ein tiefer gehendes Werkstoffverständnis notwendig.

Doch nicht nur Materialsimulation sondern auch die immer enger werdenden Freiräume und Toleranzen in der Fertigung erfordern den stark zunehmenden Einsatz von neuen Entwicklungswerkzeugen in Modellierung und Simulationen.

7.1.5. Entwicklungsbedarf für Werkstoffe

➤ Leichtmetalle

Aufgrund der doch erheblichen Anforderungen an den Leichtbau, werden zunehmend Aluminiumknetlegierungen zum Einsatz gelangen. Gefolgt vom gesteigerten Einsatz der 6xxx Aluminiumlegierungen, die in den Micro Compact Cars bis 2012 eingesetzt werden, werden auch den höchstfesten Aluminiumlegierungen (7xxx, 8xxx Legierungen), wie sie heute in der Luftfahrt zum Einsatz kommen, eine gute Prognose für die Anwendung im Automobilbau bis 2017 gestellt.

Entwicklungsbedarf gibt es für die komplexlegierten Aluminiumwerkstoffe im Bereich der Entwicklung von vertieften Kenntnissen der Ausscheidungskinetik der härtenden Phasen unter spezieller Berücksichtigung des Einflusses von Umformung und Wärmebehandlung. Des Weiteren stellt die Optimierung und die Weiterentwicklung der Umformtechnologie im Bereich der Warm- und Halbwarmumformung von Aluminiumblechen und Profilen eine Entwicklungsaufgabe dar, die zur Steigerung des Einsatzes von Aluminiumhochleistungsmetallen im Automobilbau erforderlich sind. Heutige Erkenntnisse, die vorwiegend durch Entwicklungsarbeiten im Labormaßstab gewonnen wurden, sind auf die Serienherstellungsbedingungen zu übertragen. Dies gilt für die Umformtechnologie, wie für die Fügetechnologie gleichermaßen. Als stark unterstützendes Instrument zur Technologieentwicklung wird die Simulation und Modellierung gesehen.

Eine Problematik, die speziell bei Aluminiumlegierungen auftritt, ist die LCA Bewertung dieser Werkstoffgruppe unter dem Aspekt der metallurgischen Verwendung als Sekundärlegierung.

Weitere mögliche Leichtmetalllegierungen kommen aus dem Bereich der Magnesiumlegierungen. Der Einsatz dieser Hochleistungsmetalle wird eher für das Hochpreissegment gesehen, wobei der Einsatz bis 2020 sehr begrenzt gesehen wird. Im Grund stellen sich ähnlich Problemstellungen, wie für die Weiterentwicklung der Hochleistungsaluminiumlegierungen.

➤ Stähle

Aus heutiger Sicht scheinen die Stähle weiterhin als wahrscheinlichstes Hochleistungsmetall für den Einsatz im Karosseriebau. Grundsätzliche Entwicklungsrichtung ist die Steigerung der Festigkeit bei Erhalt von guter Umformbarkeit und Duktilität. Neueste Entwicklungen werden voraussichtlich nur im hochpreisigen Segment zum Einsatz kommen. Bis 2020 werden Festigkeitsklassen von

1500 MPa und höher angestrebt. Grundtenor in der Entwicklung sind CO₂ reduzierte Prozesstechnologien und abgestimmte im Energieverbrauch minimierte Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse. Entwicklungsbedarf besteht in der Entwicklung von Stählen (Legierungstechnologie), die durch im Energieverbrauch minimierte Prozesse dargestellt werden und die angestrebten hohen Festigkeiten erreichen. Eine weitere Herausforderung für die hochfesten Stähle besteht in der Entwicklung von geeigneten Füge-technologien, die die Eigenschaften der Grundwerkstoffe durch den Fügeprozess nicht negativ beeinflussen.

7.1.6. Struktureller Entwicklungsbedarf

Vergleiche mit anderen europäischen Ländern zeigen, dass speziell die innovativen F&E Bereiche der Stahl- und Stahlverarbeitung sowohl direkte oder indirekte Förderung erfahren. Heute schon gesetzte Förderung und bestehende Programme (Basisprogramm, K-Zentren etc.) können den Bedarf in den Bereichen Technologie- und Werkstoffentwicklung nicht ausreichend abdecken.

Als Maßnahme zur Stärkung des Segments Hochleistungsmetall für Karosseriebau erfordert eine nationale Bündelung der Kapazitäten. Eine klare Definition von Schwerpunktprogrammen zur Sicherung der gezielten Entwicklung, die Bereitstellung der erforderlichen Fördermittel im Rahmen von nationalen und internationalen Projekten unter Einbindung der Experten für Metallurgie, Warm- und Kaltumformung, Fertigungstechnik, Werkstoffentwicklung, Füge-technik und Konstruktion.

7.1.7. Technologischer Entwicklungsbedarf

Die Technologieentwicklung zeigt sich als bestimmender Faktor für die Erreichung der Kostenziele im Automobilbau und bestimmt auch den Einsatz der jeweiligen Hochleistungsmetalle. Die heute schon bekannten Technologien erreichen entsprechend der S-Kurvenbeschreibung von Technologien die Sättigung und zeigen ein begrenztes Entwicklungspotenzial für „Break Trough“ Lösungen. Aus diesem Grund wäre die Entwicklung von gänzlich neuen Technologien erforderlich, die zu radikalen Innovationen für die Herstellung und Verarbeitung von Hochleistungsmetallen führen.

In der heutigen Technologieentwicklung wird sehr stark auf die Optimierung von Einzelschritten fokussiert. Die Verkettung der notwendigen Prozessschritte und die Systembetrachtungen des Gesamtkomplexes: eingesetztes Hochleistungsmetall, Design und Produkt und Produktionstechnologie können neuen Lösungen vor dem Hintergrund der Kosten- und Zeiteinsparung bringen. Weitere technologische Wissenslücken tun sich heute noch dort auf, wo es gilt, geeignete On-line Prozesskontrollen- und Prüfverfahren zur Sicherung der Qualität für die neuen Werkstoffe und Prozesse zu etablieren.

Gerade im Getriebeaufbau besteht noch massives Einsparpotential: bei den Werkstoffen sind immer noch sehr konventionelle Einsatzstähle in Verwendung.

Wesentlich erscheint auch der Trend, möglichst Near-net-shape Getriebewellen herzustellen, die durch eine geeignete Umformung von einem Rohr ausgehend entstehen. Die Kombination aus Radialschmieden und partentiellem Aufstauchen hat sich in diesem Zusammenhang bewährt, weil sie zusätzlich die Materialverteilung belastungsgerecht vornimmt. Die Technologie von geschmiedete hohle Antriebs- und Getriebewellen findet derzeit bereits in einigen Fahrzeugen Verwendung und wird sich bis 2020 komplett durchsetzen.

7.1. Segment Antriebsstrang (Powertrain)

7.2.1. *Megatrends in der weiteren Entwicklung der Mobilität*

➤ Umwelt und Nachhaltigkeit

Die Umweltgesetzgebung wird zunehmend verschärft. Wichtige Themen sind die Klimaänderung (CO₂), Emission von Schadstoffen (Cr^(VI), Pb) und das Recycling

➤ Knappheit bei Energie and Ressourcen

Die globale Erwartung für 2100 ist, dass die Diesel -/Benzin-Verfügbarkeit 2050 einen Höhepunkt erreichen und dann abnehmen wird. Ein Ersatz wird durch synthetische Treibstoffe und Biotreibstoffe stattfinden. Strom, Gas und Wasserstoff werden weiter nur einen marginalen Anteil haben. In der EU wird dieses Szenario etwas früher eintreten, ein Rückgang bei fossilen Treibstoffen ist bereits ab 2010 zu erwarten. Durch die zunehmende Knappheit der Rohstoffe sind Preissteigerungen zu erwarten.

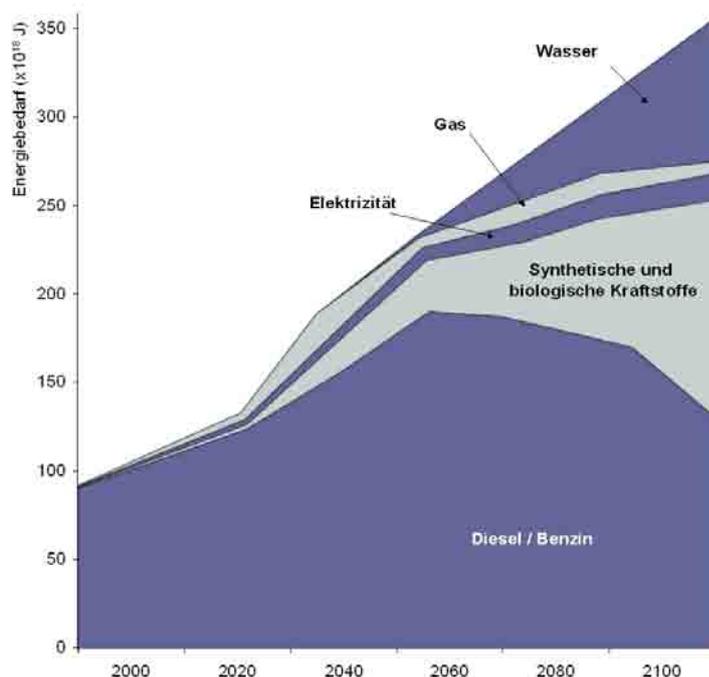


Bild 2

Zeitliche Entwicklung der Treibstoffsorten

Quelle: GM

- **Grenzenlose Mobilität**
Der Bedarf nach Mobilität ohne Einschränkungen wird weiter steigen
- **Verstädterung und „Megacities“**
80% der Bevölkerung werden in Städten wohnen, kurze Fahrtstrecken sind vorherrschend (5-10km), ein Start-Stopp Betrieb ist der Normalfall, eine Vernetzung mit Verkehrsleitsystemen ist erforderlich. Ein Trend zu kleineren Fahrzeugen ist weiter ansteigend
- **Globalisierung and Individualisierung**
Das Mobilitätsbedürfnis in den neuen Märkten (China, Indien) wird weiter anwachsen
- **Demographische Veränderungen**
Ein steigender Anteil der älteren Bevölkerung (60+) ist in Europa Faktum
- **Gesundheit und Sicherheit**

7.2.2. Der erwartete Markt 2020

3 mögliche Szenarien sind für den Powertrain der Zukunft zu erwarten:

- Weiterentwicklung des konventionellen „Powertrain´s“: die Herausforderung ist es, eine Steigerung der Effizienz und eine Emissionsreduktion zu erreichen sowie Anpassungen im Motor und im Getriebe durchzuführen.

	325td 1997	320d 2007
Technische Daten		
Leistung	85 kW	130 kW
Max. Drehmoment	222 Nm	350 Nm
Leergewicht	1430 kg	1495 Nm
Beschleunigung 0 - 100 km/h	12,0 s	7,8 s
Kraftstoffverbrauch in NEFZ	7,4 l/100km	4,8 l/100km
Kraftstoffverbrauch -35%		

Bild 3

Werkstoffanforderungen
Dieselmotoren

Fortschritt in einem
Jahrzehnt

Quelle: BMW Motoren
GmbH

- Elektrischer Antrieb mit Batterie: die Herausforderung ist es, die Energiedichte der Batterien zu steigern und gleichzeitig eine Kostensenkung zu erreichen.
- Elektrischer Antrieb mit einer Brennstoffzelle: die Herausforderung ist es, eine praktikable Lösungen für die Wasserstoffspeicherung zu finden und die Kosten sowie die Lebensdauer der Brennstoffzelle zu steigern
- Das Markt Szenario 2020: „Gradueller Übergang zu elektrischem Antrieb“
- Finanz und Wirtschaftskrise ist in 1-2 Jahren überwunden und stellt nur eine vorübergehende Störung dar
- Die Absatzzahlen für PKW stabilisieren sich wieder auf vorherigem Niveau
- Das Wachstum in Europa ist gering, nur Ersatz von Fahrzeugen findet statt. Das Wachstum in China, Indien ist weiterhin stark (größer 10%)
- Der Ölpreis steigt wieder Richtung 150US\$
- Gesetzliche Vorgaben in EU und USA erzwingen weitere CO₂ und Verbrauchsreduktionen (Klimaerwärmung, CO₂ Problematik, NO_x Emissionen , Recycling Erfordernisse, „Citytax“- Abgaben, „Reach“- Verordnung, Umweltbedenken)
- Die Kapazität der elektrischen Speichersysteme erreicht 2020 eine Reichweite von 200km
- Die Fahrzeugproduktion verlagert sich weiter nach Asien in den pazifischen Raum
- Für die urbane Mobilität erhöht sich der Anteil und Nachfrage nach vollelektrischen Fahrzeugen (Batterie Fahrzeug mit elektrischem Antrieb)

Eine gemischte Flotte ist die wahrscheinlichste Option für 2020. Elektrofahrzeuge werden weiterhin nur für Nischenanwendungen und spezielle Märkte eingesetzt werden. Die Majorität der Fahrzeuge hat auch 2020 einen konventionellen Antrieb mit steigendem Anteil an Biotreibstoffen und synthetischen Treibstoffen. Wasserstofffahrzeuge werden erst später als 2020, wenn überhaupt, im Markt auftreten.

7.2.3. Erforderliche Produkte und Produkteigenschaften 2020

Anforderungen/Trends in Produkten (Benzin und Dieselmotor):

- Leichtbau: Kg / KW ist der Maßstab für die Effizienz (dieser Maßstab wurde bereits von 2.3 auf 1 vermindert durch Einsatz von Al statt Grauguss). Bei Mg ist weiterhin kein nachhaltiger Trend wegen seiner Festigkeitsprobleme zu sehen. Eine Gewichtseinsparung im Powertrain bringt auch Gewichtseinsparung in der Karosserie.
- Near-net shape umgeformte, hohle Antriebs- und Getriebewellen. Durch die Wahl dieser Fertigungstechnologie sind werkstoffverbessernde Eigenschaften durch die Umformung zu erzielen. HL Werkstoffe sollten mit dieser Zielsetzung designed werden.

- Titanaluminide werden wegen der hohen Kosten und schwieriger Herstellbarkeit nur bei der Formel 1 und im Rennsport eingesetzt (Turboladerräder)
- „Downsizing“: mehr Leistung ist aus kleinerem Motorvolumen zu erzielen
- Verdoppelung der Aufladungen (Turbolader und Kompressor): es sind höherfeste Werkstoffe erforderlich
- Flexibilität in der Fertigung: unter Beibehaltung der Montagelinien ist die Flexibilität weiter zu erhöhen. Baukastensysteme sind verstärkt erforderlich
- Trend zu Start - Stopp - Systemen: es herrschen dabei zunehmend Mischreibungsbereiche vor, erhöhte Schwingungen an Gummilagerungen sind zu berücksichtigen, die Entwicklung geht von derzeit 30.000 Starts zu 400.000 Starts in der Lebensdauer des Automobils aus.
- Erhöhung des Wirkungsgrades (derzeit 40%) z.B.: durch Einsatz von Thermoelektrik in Abwärmestrom
- Mehrgängige Getriebe (bis zu 8 Gänge) und effizienzoptimierte Automatikgetriebe: derzeit resultieren nur noch 0,5 Liter Mehrverbrauch bei Automatikgetrieben, früher war dies noch ein Mehrverbrauch von 1,5 Liter verglichen mit Schaltgetrieben
- Eine Alternative zur Nockenwelle (elektromotorische Ventiltriebe) ist auch 2020 noch nicht sichtbar
- Das Preis/Leistungsverhältnis ist noch entscheidender für den Markterfolg 2020
- Mit der Einführung von duktilem Gusseisen (ADI) auch mit höheren Wandstärken für Fahrwerksteile in LKW's und im Getriebebau können Kostensenkungen erzielt werden.

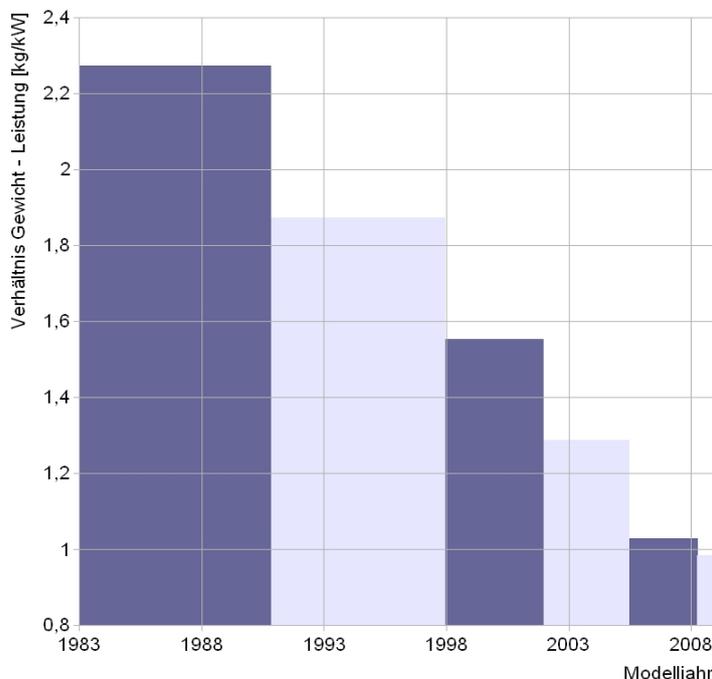


Bild 4

Werkstoffanforderungen Dieselmotoren

Entwicklung des Leistungsgewichtes

Quelle: BMW Motoren GmbH

Anforderungen/Trends in Produkten (Getriebe):

- „Downsizing“ und kleineren Bauraum verwirklichen
- Flexible Fertigungslinien realisieren
- Getriebeoptimierung durchführen: z.B.: Doppelkupplungsgetriebe
- Weitere Gewichtsreduktion erreichen
Gewichtseinsparung durch hohle Antriebs- und Getriebewellen
- Schadstoffvermeidung in Fertigung und Betrieb realisieren
- Die weltweite Verfügbarkeit der eingesetzten Materialien ist zu garantieren

Anforderungen/Trends in Produkten (Batterie/ Elektrischer Antrieb):

- Flächendeckender Einsatz der Photovoltaik reicht im Prinzip aus für eine dezentrale Energieversorgung
- Vermehrung der Elektrotankstellen: Bereits 1400 Elektrotankstellen in Österreich vorhanden
- Elektromotoren haben eine hohe Leistungsdichte, das Getriebe muss dazu entsprechend optimiert werden
- Hohe Wirkungsgrade wurden bereits in Elektromotoren erreicht (bis zu 92%)
- Die OEM´s produzieren die Elektromotoren nun selbst
- Ein intelligentes Management der Batterien ist erforderlich
Die Brennstoffzelle erreicht in Fahrzeugen auch 2020 keine nennenswerte Verbreitung

7.2.4. Erforderliche Technologien um 2020 den Markt mit Produkten bedienen zu können

Konventioneller Antrieb

- Der zunehmende Leichtbau erfordert Al- Dünngusstechniken, ein Bionik Design bietet Vorteile, Verwendung von Mg ist weiterhin fraglich, die Darstellung von Hohlräumen ist zu verbessern
- Eine kompakte/kleinere Bauweise ist erforderlich, die Fertigungs- und Prozesstechnik ist entsprechend zu verbessern
- Die Erhöhung der Aufladungen erfordern im Al- Zylinderkopf eine Erhöhung der Temperaturfestigkeit auf größer 260 Grad, im Kolben auf 400 Grad, die Resistenz gegen Thermoschock muss verbessert werden, weil die Zünddruckbelastung steigt , auch bei den Al-Laufflächen ist eine erhöhte Verschleißfestigkeit erforderlich. Eine Ölhaltigkeit der Oberflächen erhöht die Standzeit (z.B.: mit DLC-Beschichtungen)
- Der Kostendruck erfordert eine Abwägung der Bauweise zwischen Al und Grauguss
- Neue Technologien für die Rekuperation sind erforderlich (z.B.: thermoelektrische Systeme)
- Die Betrachtung von Prozess und Werkstoff muss simultan erfolgen

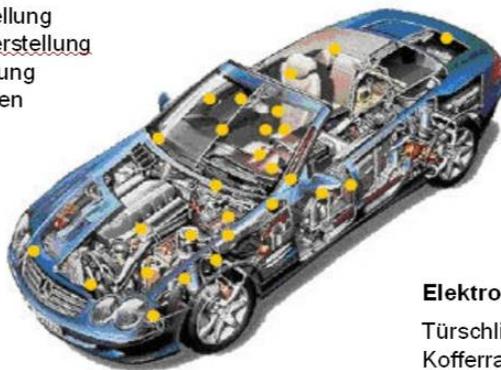
- Mehr Flexibilität in der Fertigung ist zu erreichen
 - Getriebe**
- Verstärkung des Leichtbaus durch Einsatz von Al und Kunststoffen, ein Mg Einsatz ist fraglich
- Die Bauraumgrößen werden kleiner und erfordern ein „Downsizing“
- Eine Temperaturverminderung im Getriebe durch verminderte Reibung und bessere Schmierstoffe ist erforderlich
- Eine Erhöhung der Flexibilität in der Fertigung ist zu erreichen
- Die Verwendung neuer alternativer Schmierstoffe erfordert Materialanpassungen
- Multimaterialkonzepte erfordern neue Verbindungstechniken (e.g. Kleben)
- Erhöhte Anforderung stellen sich an Dichtungen (Verschleiß, Alterung, Korrosion)
- Eine Beseitigung der tribologischen Nachteile von Al ist notwendig

Elektrischer Antrieb

- Inkrementelle Entwicklungen sind bei Elektroband erforderlich (Minimierung der Verluste, Verbesserung der Isolation bei höheren Einsatztemperaturen)

Elektromotoren für

Zentralverriegelung
 Fensterheber
 Außenspiegel
 Innenspiegel
 Sitzverstellung
 Lehnenverstellung
 Sitzbelüftung
 Kopfstützen



Elektromotoren für

Türschließer
 Kofferraumschließer
 Lenkradverstellung
 Sonnenschutzrollo
 Scheibenwischer
 Scheinwerferverstellung
 Klimaanlage
 Schiebedach

Bild 5

Einsatz von E Motoren
 im Automobil

Quelle: voestalpine
 Stahl GmbH

Luftkompressor (Luftfeder), Zündspulen, Wasserdruckpumpen,
 Generator/Lichtmaschine, Bremskraftverstärker, Stabilitätsprogramm (ESP),
Kühlergebläse, Tachometer, ...

- Eine interdisziplinäre Kooperation entlang der Prozesskette ist erforderlich, simultane Betrachtung von Prozess und Werkstoff ist notwendig.
- Verbesserung der Permanentmagnete, der Lager- und Kühlsysteme ist zu erreichen.

- Eine verbesserte Modellierung und Simulation der Systeme ist notwendig.
- Die Erhöhung der Leistungsdichte bei Batterien bei gleichzeitiger Verminderung der Kosten ist eine unabdingbare Forderung.

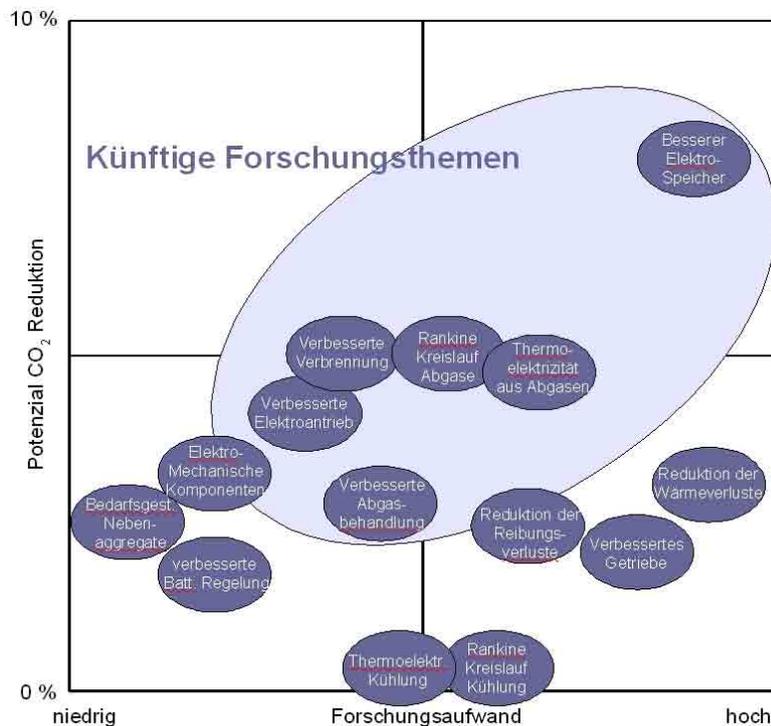


Bild 6

Künftige
Forschungsthemen

Quelle:

7.2.5. *Erkannte Technologielücken in Österreich*

Im Bereich des Verbrennungsmotors:

- Rechenmodelle für Schädigung, Lebenszeit, Alterung, dynamische Lastwechsel und Fertigungsprozesse fehlen teilweise
- Verbesserte Beschichtungen für Reibung und Verschleiß im Mischreibungsbereich (e.g. DLC) sind zu entwickeln
- Eine gleichzeitige Betrachtung von Prozess und Werkstoff ist erforderlich
- Eine bessere Vernetzung zwischen den Akteuren ist notwendig

Im Bereich des Getriebes

- Eine verbesserte Wissensbasis über Multimaterials ist zu schaffen (e.g.: Modellierung von GFK/Metall)
- Verbesserte Beschichtungen sind erforderlich
- Eine Verbesserung von ADI Gusseisen mit 5-10% Bruchdehnung
- Interdisziplinäre Vernetzung zwischen den Akteuren

Im Bereich des Elektroantriebs

- Das Grund-Know-how ist in Österreich nicht genügend abgedeckt

- Die Wertschöpfungskette fehlt in Österreich (Konzept, Strategie, Technologieplattform)
- Die interdisziplinäre Vernetzung muss verbessert werden
- Eine Entwicklung von Designtools ist notwendig
- Die Entwicklung von Range Extendern über 50 km Wegstrecke ist voranzutreiben
- Eine Wissensbasis für Energiespeicher für die Mobilität fehlt
- Die Wissensbasis für Kontakte und Schalter ist nur wenig vorhanden

7.2.6. Vorschlag für wichtigste Maßnahmen, um Technologielücken in Österreich zu vermindern oder zu vermeiden

- **Infrastruktur:** Die Schaffung eines Zentrums für Elektroantriebe ist notwendig, eine Wissensbasis für elektrochemische Speicher muss in Österreich eingerichtet werden (Institut, CD Labor)
- **F&E Bedarf:** Das A3 Förderprogramm der Mobilität sollte durch eine Vernetzung entlang der Prozesskette verstärkt werden
- **Kompetenzzentrum** für innovative Hochtemperaturwerkstoffe (höchstwarmfeste Stähle, Nickel- und Kobaldbasislegierungen, Titanaluminide) in Leoben

7.2. Segment Bahnsysteme

7.3.1. *Megatrends der Mobilität*

- Wachstum: Eine weiter stark wachsende Weltbevölkerung vor allem in den weniger entwickelten Länder (2025 wird es ca. 8 Mrd. Menschen geben)
- „Megacities“: wachsen weiter, „Urban Explosion“
- „Expanding World“: globales Wirtschaften wird noch stärker zunehmen
- Mobile Welt: Die Mobilität wird sich weiter entwickeln, die Verkehrssysteme werden sich auch weiter entwickeln müssen. Die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs steigt, die Bahn ist eine Zukunftsoption für diesen steigenden Verkehrsbedarf. Transeuropäische Netze werden notwendig, die Grenzüberschreitung ist aber derzeit noch ein Problem. Schwindende Ölreserven erfordern neue Lösungen für alternative Treibstoffe
- Weitere starke Zunahme bei der Auslastung von Bahnstrecken: Zugfolgen haben sich seit 1970 verdreifacht wie z.B.: auf typischen österreichischen Strecken Attnang Puchheim- Salzburg, Bischofshofen- Salzburg.

7.3.2. *Der erwartete Markt 2020*

Der Markt für Bahnsysteme wird generell als stark wachsend gesehen, aber eine Neuorientierung ist nötig:

Eine Leistungssteigerung im Bahnwesen ist Gebot der Stunde und für 2020 zu realisieren. Eine Trennung der Zugtypen in Personen und Güterverkehr ist erforderlich um diese Leistungssteigerung zu erreichen. Die Anforderungen an Zugzahlen, Achslasten, Frequenz, Zuglängen steigen weiter.

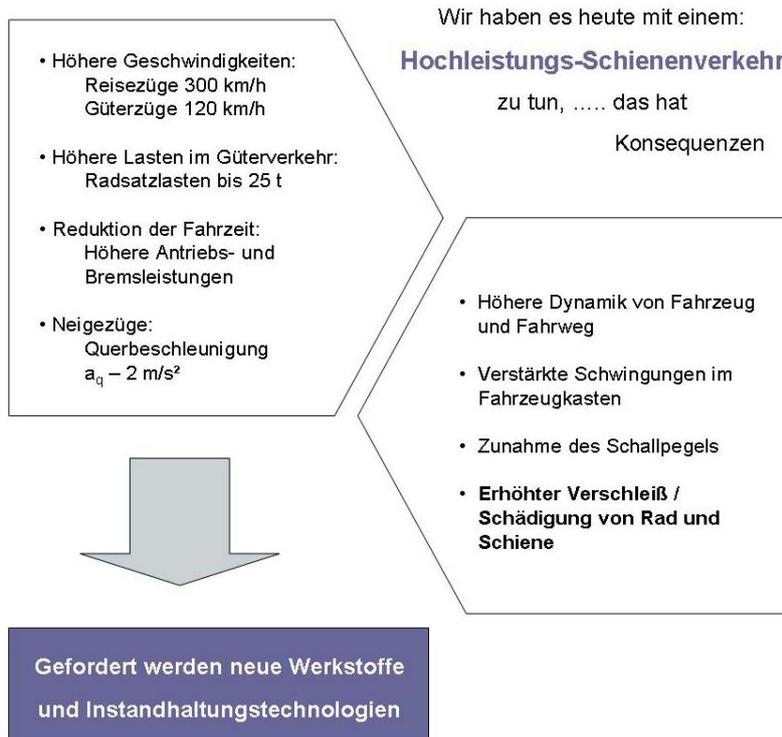


Bild 7

Künftige Anforderungen
an einen Hochleistungs-
Schieneverkehr

Quelle: TUG

Eine verbesserte Lauftechnik ist notwendig, da aus diesen Anforderungen eine erhöhte Bauteilbeanspruchung resultiert, die Achslasten steigen um 10% in 3 Jahren.
Signalsysteme: eine Vereinheitlichung ist erforderlich.
Der künftige Standard werden Hochleistungslokomotiven sein.

Für Schienenfahrzeuge gilt generell:

- Kosten für die Fahrzeuge müssen sinken
- Schädigung der Infrastruktur ist zu vermindern
- Die Leistungsfähigkeit ist zu erhöhen
- Der Lärm muss vermindert werden

Daher ist vor allem eine niedrige Fahrzeugmasse wichtig (konzeptioneller Leichtbau)

Anforderungen an die Fahrzeuge

Kosten für die Fahrzeuge müssen sinken

- Herstellungskosten
- Instandhaltung
- Betrieb, z.B. Energie

Die Schädigung der Infrastruktur muss reduziert werden

Die Leistungsfähigkeit muss erhöht werden

Lärm muss reduziert werden



Bild 8

Verbesserungspotentiale bei Schienenfahrzeuge

Quelle: Siemens

7.3.3. Erforderliche Produkte und Produkteigenschaften 2020

Es besteht eine Forderung nach neuen Werkstoffen und verbesserten, kostengünstigen Instandhaltungssystemen. Die generellen Wünsche an Hochleistungsmetalle sind eine verbesserte Verschleißfestigkeit und hohe Zähigkeit.

Radsatz

Radsatztypen sind sehr vielfältig, bei DB in Europa sind z.B.: 534000 Radsätze im Einsatz bzw. als Tauschradsätze vorhanden. Die Laufleistung dieser Radsätze war bisher 30000 km, eine Steigerung auf 200000 km ist erforderlich. Bei ICE ist die geforderte Laufleistung bereits bei 500000- 600000km.

Eine höhere Laufleistung wird bereits in Japan erzielt, die Unrundheit beginnt dort erst bei 400000 km (Sumitomo, BA 414) in Europa beginnt die Unrundheit bereits bei 300000km (R7). Bei Sumitomo BA414 beträgt die mittlere Standzeit mehr als 2. Mio km (Ziel: 4.Mio km). Die Gründe für die höhere Qualität der Sumitomo Werkstoffe sind, dass bei der Herstellung ein größerer Reinheitsgrad erreicht wird, eine durchgängige QS durchgeführt wird und eine optimierte Wärmebehandlung eingesetzt ist. Eine vorzeitige Neigung zu Unrundheit kann also mit den richtigen Maßnahmen erfolgreich bekämpft werden. Ein großer Entwicklungsbedarf ist hier in Europa gegeben.

Hohle Wagonachsen werden derzeit durch Bohren einer vollen Waggonachse erzeugt, die bei Hochgeschwindigkeitszügen in Verwendung ist. Für eine deutliche Gewichtseinsparung bei Lastzügen wäre eine belastungsoptimierte Hohlachse gefragt. Konzepte liegen dafür schon vor.

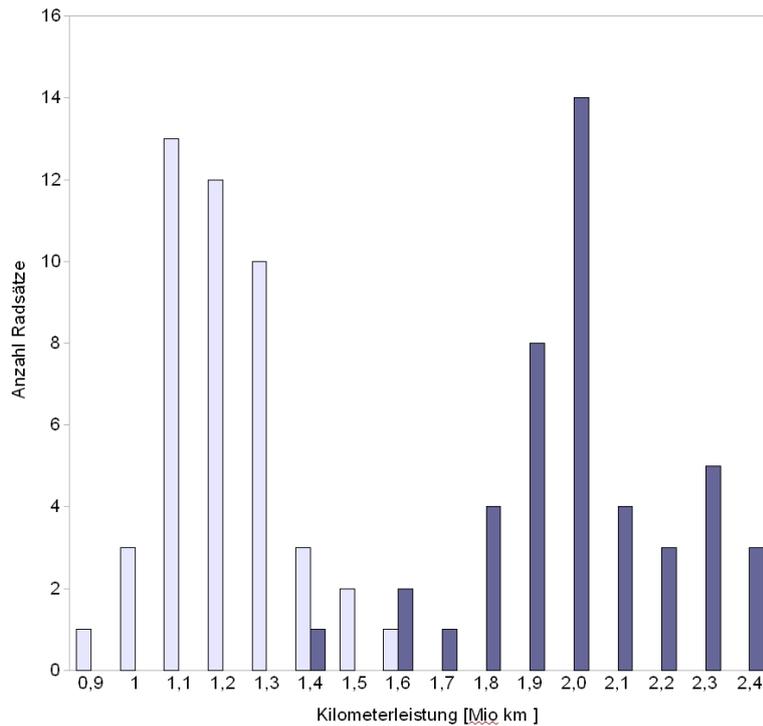


Bild 9

Ergebnis der Erprobung
von Rädern im ICE
Verkehr

Betriebsversuch mit 45
Radsätzen im ICE
Mittelwagen

Quelle: Deutsche Bahn AG

Die durchschnittliche Laufleistung der japanischen Räder beträgt derzeit mindestens schon 800Tkm mehr als bei R7-Rädern in Europa. Es gibt keine Hinweise auf höheren Schienenverschleiß.

- Keine Hinweise auf höheren Schienenverschleiß

ADI ist ein alternativer Guss-Werkstoff mit günstigen Eigenschaften. ADI ist aber erst einsetzbar, wenn bei Güterwagen Scheibenbremsen eingeführt werden, derzeit sind nur Klotzbremsen Standard. ADI wird schon eingesetzt bei Straßenbahnen und U-Bahnen. Die hohe Dämpfung vermindert darüber hinaus den Geräuschpegel beträchtlich.

Schienen

Auf dem Infrastruktur Sektor stehen grundsätzlich perlitische und bainitische Schienen zur Verfügung.

Im Bereich der perlitischen Schienenstähle können mittels einer Wärmebehandlung hohe Festigkeiten und hohe Verschleißwiderstände erreicht werden. Diese Schienen eignen sich demnach besonders für den Einbau im engen Radienbereich, werden jedoch aufgrund ihrer guten Eigenschaften hinsichtlich Rollkontaktermüdung zunehmend auch in geraden und leicht gekrümmten Gleisen eingesetzt und verdrängen herkömmliche perlitische Schienen.

Im Bereich der bainitischen Schienenstähle sind umfangreiche Entwicklungstätigkeiten durchzuführen, um dieses Gefüge unter marktfähigen Konditionen erzeugen zu können. Bainitische Schienen zeichnen sich durch sehr hohe Festigkeiten mit vergleichsweise

sehr hohen Zähigkeiten aus und sind demnach die Erste Wahl bei der Bekämpfung von Rollkontaktermüdung. Sie sollen den Instandhaltungsaufwand erheblich reduzieren (Stichwort: LCC) und vor allem im weiten Radienbereich und in der Geraden eingesetzt werden.

Fahrwerk

Das Leicht Fahrwerk „Syntegra“ wurde bereits entwickelt. Trotzdem ist das Gewicht noch mehr als 500kg/ Sitzplatz, das Fahrwerk hat daran erheblichen Anteil. Radsätze stellen etwa 50% der Masse des Fahrwerks dar, diese Masse ist aber kaum vermindernbar.

Werkstoffe für den Drehgestellrahmen sind derzeit verschweißter Baustahl, es besteht ein Entwicklungspotential für höherfeste Werkstoffe. Ein Faserverbund für den Fahrwerkrahmen hat sich nicht durchgesetzt. Die Probleme liegen in den Kosten und der schlechten Wartbarkeit. Die Leichtbauweise bei IC2 brachte eine starke Seitenwindempfindlichkeit, daher ist dies noch nicht im Einsatz. Trotzdem ist die Reduzierung der Masse aber für fast alle Eigenschaften nützlich. Ein Fahrmotorträger aus Al wurde für den ICE3 entwickelt. Steinschlagprobleme verhinderten aber bisher den Einsatz. Der Einsatz von Radsatzwellen aus höherfesten Werkstoffen war bisher nicht erfolgreich, eine weitergehende Analyse ist erforderlich.

CNC Bremscheiben (Knorr Bremse) wurden bereits entwickelt. Ein bisher nicht gelöstes Problem war aber der höhere Preis. Ein großer Teil der Fahrzeuginstandhaltung betrifft den Radsatz (20-30%). Der Wartungsaufwand übertrifft meist die Erstinvestition. Der Grund liegt darin, dass eine Vielzahl von Schädigungsmechanismen im Einsatz möglich ist.



Bild 10

Beispiel Syntegra® für konzeptionellen Leichtbau bei der Bahn

Quelle: Siemens

7.3.4. *Erforderliche Technologien um 2020 den Markt mit Produkten bedienen zu können*

Verschleiß Rad- Schiene

Rad und Schiene muss als ein System betrachtet werden. Risse entstehen durch Rollkontakt und Verschleißabtrag. Nur eine systemische Betrachtungsweise kann diese Anforderungen erfolgreich lösen. Einsatz von Loserrädern zur Gewichtseinsparung ist bereits bei Straßenbahnen im Einsatz, es resultiert aber daraus ein höherer Verschleiß.

Der Einsatz der Ionenimplantation für die Erhöhung der Verschleißfestigkeit wäre ein Ansatz, dazu liegen bereits Patente vor. Eine Umsetzung in die Praxis ist noch erforderlich.

Betriebsdauerbeschränkung

Die Betriebsdauer von Bauteilen ist analog zum Flugzeugbau zur Kosteneinsparung zu beschränken. Die Prüfkosten sind oft höher als die Herstellkosten. Ein Wegwerfzug wurde in Japan für eine Lebensdauer von 10 Jahre bereits angedacht. Das Konzept macht aber für das Laufwerk alleine derzeit keinen Sinn. Eine Lebensdauerbegrenzung ermöglicht den Tausch ganzer Bauteilgruppen, dadurch werden die Instandhaltungskosten stark verringert. Das ist eine wichtige Entwicklungsaufgabe für die Zukunft.

High cycle fatigue

Großer Forschungsbedarf besteht für High cycle fatigue bei hoher Laufleistung und zur Frage der Dauerfestigkeit von Werkstoffen. Die Dauerfestigkeit wird oft mit „ewigem Leben“ verwechselt. Eine Definition der Dauerfestigkeit ist laut Wöhler die überstandene Grenzbelastung bei 2 Mio. Lastwechsel, damit wird ein Bauteile als dauerfest betrachtet. Darüber ist Aufklärungsarbeit notwendig besonders für Juristen und Manager. Die Dauerfestigkeit kann durch äußere Schädigung, Risse und Korrosion eingeschränkt werden. Eine Dauerfestigkeitsbewertung unter mehrachsigen Spannungszuständen ist erforderlich. Die Bauteile nähern sich immer mehr dem Grenzbereich der Belastung. Die Beanspruchungs- Reserven werden immer geringer. Eine Prüfung bei erhöhten Temperaturniveaus ist auch beim Rad Schiene System von Bedeutung. Vor allem auch bei Bauteilen der Bremssysteme. Die Frage des Phasenverlaufs und damit der Umformgeschichte hat neben der Stahlherstellung und Wärmebehandlung den grössten Einfluss auf die Dauerfestigkeitswerte. Durch die Optimierungen der Werkstoffe in Bezug auf diese Leistungsmerkmale bei angemessenen richtungsabhängigen Umformgraden sollten noch wesentliche Steigerungen möglich sein.

Werkstoffe für Weichen

Ein gutes Material für *Weichenherzstücke* ist gegossener Hartmanganstahl. Dieser Werkstoff ist sehr gut geeignet für eine schlagende Beanspruchung, dadurch erfolgt eine weitere Aushärtung des Werkstoffs. Es gibt hier einen Entwicklungsbedarf für die

Werkstoffprüfung. Eine Wirbelstromprüfung ist nicht möglich, da dieser Werkstoff nicht magnetisiert. Derzeit angewandte Prüfmethode sind Röntgen und Farbeindringverfahren bei der Herstellung. Eine Einsatzprüfung ist durch US aber nicht möglich. Deswegen ist der Einsatz von Hartmanganstahl für Weichenherzstücke bei DB derzeit nicht möglich.

Andere Werkstoffe für Weichen sind „Maraging steel“ und Vergütungsstahl. Dort ist eine US Prüfung möglich. VAE deckt 70% des Weichenmarktes ab, eine Weiterentwicklung ist vor allem legierungstechnisch erforderlich, zusätzliche Legierungselemente sind nötig. Eine gute Verschweißbarkeit ist wichtig und beizubehalten. Eine Weiterentwicklung ist auch bei neuen Antriebstechniken für Weichen erforderlich.

Schienenwerkstoffe

Die Möglichkeiten Perlitischer Werkstoffe wurden bereits ausgereizt (maximal ist eine Festigkeit von 1350 N/mm² erreichbar). Trotzdem treten aber Ermüdungsschäden bei Rollkontakt häufig auf. Höherfeste perlitische Werkstoffe haben mehr Widerstand gegen diese Belastung. Eine gute Balance zwischen Verschleiß und Rissbildung haben bainitische Werkstoffe (bis 1450 N/mm² Festigkeit). Oberflächen-Risse werden hier durch die mittlere Verschleißfestigkeit dieses Werkstoffes im Einsatz wieder abgeschliffen. Weltweit wird versucht, bainitische Schienen über Legierungen zu erzeugen. Es gelingt aber auch, bainitische Schienen über eine spezielle Wärmebehandlung bei einem geringen Legierungsanteil herzustellen. Grundsätzlich befinden sich bainitische Schienen aber noch im Versuchsstadium.

Die Materialqualitäten werden heute je nach Krümmungsradius ausgewählt. Weitere Einflüsse sind durch Fahrbedingungen und individuelle Belastungen gegeben.

Die Werkstoffauswahl soll zukünftig aber nach festgestellten Schadensbildern durchgeführt.

Die Räder sind weicher als die Schiene. Bainitische Schienen sind noch im Versuchsstadium. Konkurrenten versuchen auch die Anpassung über eine Legierungsentwicklung. Bainitische Schienen werden über eine spezielle Wärmebehandlung hergestellt. Wichtig ist auch die Wartungsfreiheit der Schienen für die Bahnbetreiber. Eine LCC Betrachtung wird zunehmend wichtiger.

Gleisinspektion

Seit 2000 ist ein moderner Oberbaumesswagen in Österreich verfügbar. Damit wird die Schienenneigung und der Schienenquerschnitt alle 25 cm vermessen.

Schienenschleifen

Das Schleifen kann mit verschiedenen Techniken durchgeführt werden (rotierend, oszillierend) / Hobeln / Fräsen. Headchecks werden durch Unterschleifen entfernt.

Die Ausbildung der Schleifriefen (längs oder quer) hat Einfluss auf Lärmentwicklung.

Lärmvermeidung

Eine Lärmverminderung kann durch Einsatz von Scheibenbremsen für Güterwagen erfolgen, diese müssen aber als Massenartikel zu günstigen Preisen herstellbar sein. Die Scheibenbremsen müssen nicht nur preiswert, sondern auch leistungsfähig sein.

Eine Umstellung ist nur über entsprechende Bepreisung der Lärmbelastung zu erreichen.

Wagenbau

Das Multimaterialkonzept wird getrieben durch die Suche nach geringeren Herstellkosten: Al, Kunststoff, Stahlrahmen, Klebtechnik, etc. Ein solider Wagenkasten wird heute kaum mehr gebaut. Es werden kaum noch Massiv Profile eingesetzt, stattdessen immer mehr Hohlprofile. Eine mögliche Brandgefahr bei Mg ist gering und wird derzeit stark überbewertet. Die Mg-Verfügbarkeit aus China ist aber derzeit ein Problem. Sitzgestelle werden bereits aus Mg gefertigt.

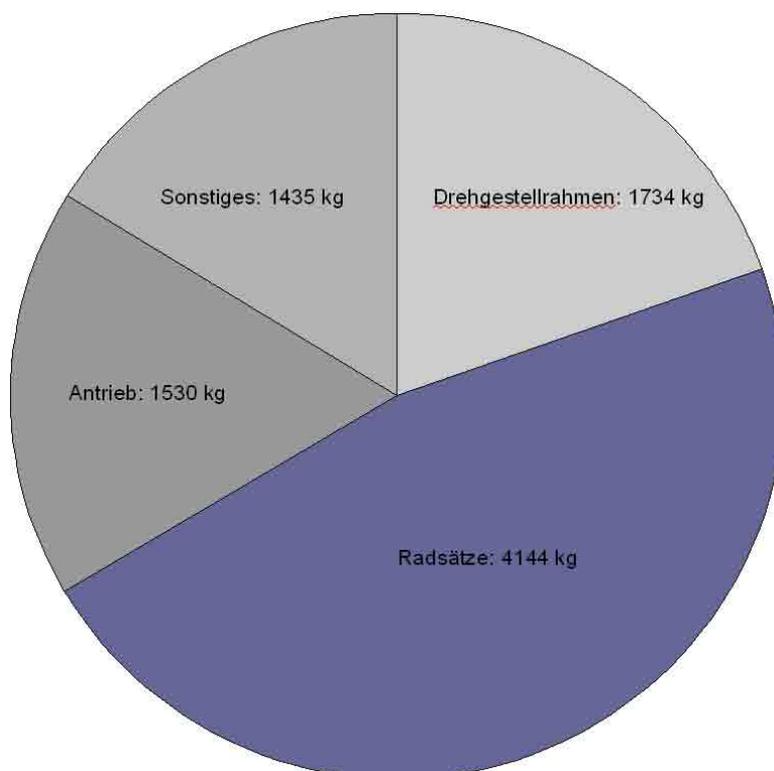


Bild 11

Bei den Fahrwerkmassen dominieren Radsatz (ungefedert), Rahmen und Antrieb

Quelle: Siemens

7.3.5. *Erkannte Technologielücken in Österreich*

Werkstoffentwicklung:

Radsatz

Für den Werkstoff ADI sind die Gießverfahren weiter zu entwickeln. Für den Werkstoff R7-R9 ist die Wärmebehandlung zu verbessern. Ebenso müssen die Thermische Beständigkeit, die Gefügestabilität und die Dämpfungseigenschaften der Werkstoffe verbessert werden. Um leichtere Radsätze zu verwirklichen ist eine höhere Beanspruchung der Radsatzwelle zu ermöglichen. Daraus resultiert dann auch eine willkommene Gewichtseinsparung.

Schiene

Das Ziel einer Entwicklung verbesserter Mikrostrukturen (Perlit, Bainit) ist die Verringerung der Schienenschädigung durch den Eisenbahnbetrieb. Das Ziel bei Eisenbahnschienen ist außerdem, neben perlitischen (wärmebehandelten) Schienen auch bainitische Schienen im Produktportfolio zu haben. Damit könnten sämtliche Einsatzbedingungen aus werkstoffseitiger Sicht abgedeckt werden.

Weiche

Eine Optimierung der Wartung und Instandhaltung durch verbesserte Werkstoffe soll erreicht werden. Das Verhalten bei Verschleiß durch Rollkontakt und Stossbelastung ist zu verbessern.

➤ *Berechnungsmethoden:*

Verbesserte Berechnungsmethoden für Bruchmechanik, very high cycle fatigue (VHCF) und eine Multidisziplinäre Simulation (MKS/FEM) sind erforderlich. Ein Abgleich mit Experimenten ist immer erforderlich.

➤ *Prüf- und Diagnose Methoden*

Folgende Prüfmethoden sind zu entwickeln bzw. zu verbessern:

Beschleunigungsmethoden / Schwingungsdiagnostik, Wirbelstromprüfung

Wärmebildkameras / Thermographie Applikationen, Bestimmung der Rest Lebensdauer, Prüfung der Verbindungssicherheit bei Klebetechnik

➤ *Fertigung und Instandhaltung*

Eine Verbesserung der Oberflächentechnik, Ionenimplantieren von Lager-Sitzen

Verbesserter Korrosionsschutz und Fügetechniken (vor allem Klebetechnik) sind erforderlich. Hohle Antriebswellen reduzieren das Gewicht und steigern die dynamische Steifigkeit.

➤ *Umwelt und Energie*

Eine Verminderung der Lärmbelastung durch Roll-, Brems- Geräusch, und Kurvenkreischen z.B.: durch den Einsatz von Scheibenbremsen ist anzustreben.

Eine Minderung der CO₂ Emission kann durch Einsatz alternativer Hybrid-Antriebe(e.g. Dieselmotor mit Range Extender, Einsatz von „Supercaps“ zur Energierückgewinnung) erzielt werden. Eine verbesserte Brandbekämpfungsmöglichkeit durch brandhemmende Werkstoffe ist erforderlich.

- *Vorschlag für Maßnahmen um Technologielücken in AT zu vermindern oder zu vermeiden*
- *Human resources:* Die Eisenbahn ist verarmt und hat ein Imageproblem, deswegen besteht auch ein Nachwuchsproblem von Technikern für die Eisenbahn.
- *Infrastrukturen:* Obwohl Techniker immer noch die Verantwortung tragen, haben Juristen und Ökonomen zunehmend das Sagen. Das Vergaberecht behindert oft eine Entwicklungskooperation. Dies ist oft auch ein Widerspruch und ein Hindernisgrund bei EU Forschungsprogrammen (von der EU wird eine Dissemination gefordert).
- *F&E Bedarf:* *Es besteht ein öffentlich geförderter Forschungsbedarf für Dauerfestigkeit bei sehr hohen Lastwechselzahlen.*

Life cycle costs werden zwar hinterfragt, werden aber sichtlich für Investitionsentscheidungen bei Bahnsystemen noch nicht ernst genommen. In England gibt es dazu bereits Ausschreibungen. Das wird neue Fahrzeugkonzepte bringen. Diese LCC Konzepte werden schon sehr wohl bei Kraftwerkssystemen beachtet. Die Messbarkeit der LCC müsste verbessert werden.

- *Förderbedarf:* Eine verbesserte Kooperation bei der Weiterentwicklung von Rad Schiene Kontakt wäre wünschenswert und notwendig (z.B. durch verstärkte Kooperation von K2 Graz und K2 Leoben, eine gemeinsame Projektabwicklung unter Einbeziehung von Werkstoffentwicklung und Fahrdynamik ist anzustreben). Derzeit gibt es keine spezielle Förderschienen für die Werkstoffentwicklung der Bahn in AT. Das wäre aber sehr notwendig. Die Vergabeverfahren sollten optimiert werden.

7.4. Segment Luftfahrt

7.4.1. *Megatrends die für die Luftfahrt große Bedeutung haben*



➤ **Neue Mobilitätsmuster/ Globalisierung**

Es gibt mehr transnationale Unternehmen, die Arbeitsmigration steigt, mehr grenzüberschreitende Produkte und Dienstleistungen werden ausgetauscht, die internationale Arbeitsteilung nimmt zu. Es resultiert ein steigendes Passagieraufkommen, ein zunehmender Transport von Personen und Waren wird erforderlich (Lit. 1).

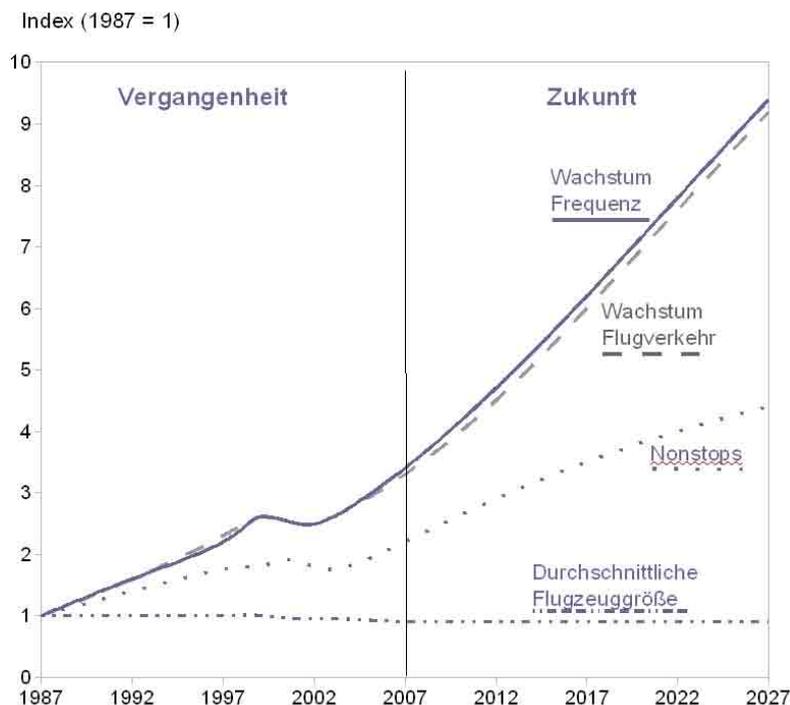


Bild 12

Steigendes Passagieraufkommen in der Vergangenheit...

Quelle: Boeing

... und dieser Trend setzt sich weiter fort

➤ **Umsteuern bei Energie und Ressourcen**

Eine Verknappung strategischer Ressourcen (fossile Energieträger, Frischwasser, Mineralstoffe, Metalle) ist absehbar, die Nutzung alternativer Energiequellen und nachwachsender Rohstoffe ist verstärkt erforderlich. Eine Revolution in Energieeffizienz zeichnet sich ab, die dezentrale Energieversorgung wird immer wichtiger. Dies bedingt steigende Treibstoffkosten und dadurch eine Einschränkung des Wachstums. Dies erfordert technologische Anpassungen (Lit. 2.3).

➤ **Neue politische Weltordnung**

Der Aufstieg Chinas und Indiens zu Weltmächten ist bereits Tatsache, dadurch entstehen neue wirtschaftliche Gravitationszentren. Westlichen Demokratien bewegen sich in eine krisenhafte Situation, die Renaissance Russlands ist im Gange, ein Aufbruch in Afrika ist abzusehen (Lit. 4,5).

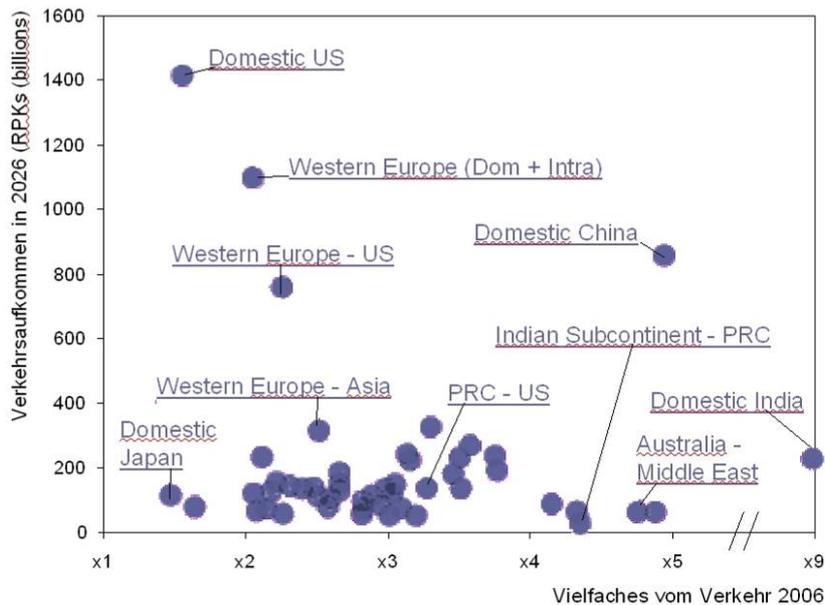


Bild 13

Das Verkehrsaufkommen wächst stärker in den neuen Weltmächten (China, Indien, etc.), aber USA und Europa bleiben der größte Markt

Quelle:

➤ **Neue Muster bei Innovation und Wissen führen zu konvergierenden Wissensfeldern**

Wissen wird vermehrt gehandelt, Wissen wird zur Ware, stärkere internationale Vernetzung der Wissensproduktion tritt ein (Lit. 6).

➤ **Demografischer Wandel**

Die Alterung und ein Schrumpfen der Bevölkerung in Europa und den OECD Staaten sind zu beobachten. Die Reiseaktivitäten werden sich jedoch wegen des zunehmenden Wohlstandes verstärken. Gegenläufig dazu besteht ein Geburtenboom in den Entwicklungsländern. Dieser bedingt weiter anwachsende Migrationsströme und demografische Verwerfungen (Lit. 4,5).

Die Zusammenfassung der Auswirkungen von Chancen und Bedrohungen durch diese Megatrends auf die Luftfahrt in Europa sind:

- Chancen durch Globalisierung der Handels- und Warenströme
- Neue Marktchancen durch neue Technologien, Werkstoffe, Produkte
- Bedrohung durch neue Gravitationszentren
- Bedrohung durch demographische Verschiebungen
- Chance durch Zusammenwachsen von Wissensfeldern
- Bedrohung durch Restrukturierung / Verminderung der Zulieferindustrie

7.4.2. Der erwartete Markt 2020

Die Entwicklung in der Luftfahrt vollzieht sich in langen Zeiträumen, was heute entwickelt wird, wird sich 2020 nicht mehr auswirken. Die Werkstoffe und die Auslegung von Flugzeugen für 2020 sind bereits festgelegt. Ein Lebenszyklus von 30 Jahren ist Realität. Die derzeitige „clean sky“- Initiative der EU hat zwar eine Auswirkung vor 2020, trotzdem ist ein Lebenszyklus der Flugzeuge von 30 Jahren zu erwarten. Bezüglich der Vermeidung von Emission und Lärm sind neue Antriebskonzepte in Entwicklung wie ein Turbofan mit und ohne Ummantelung. Für weitere Einsparung bei Treibstoffen sind vor allem organisatorische Maßnahmen bei Flughäfen und im Routing Erfolg versprechend. Kerosin wird nicht kurzfristig ersetzbar sein. Generell wird die Luftfahrtentwicklung stark von militärischen Entwicklungen getrieben, eine weitere Entwicklung findet deswegen nur begrenzt in Europa statt (Lit. 7,8).

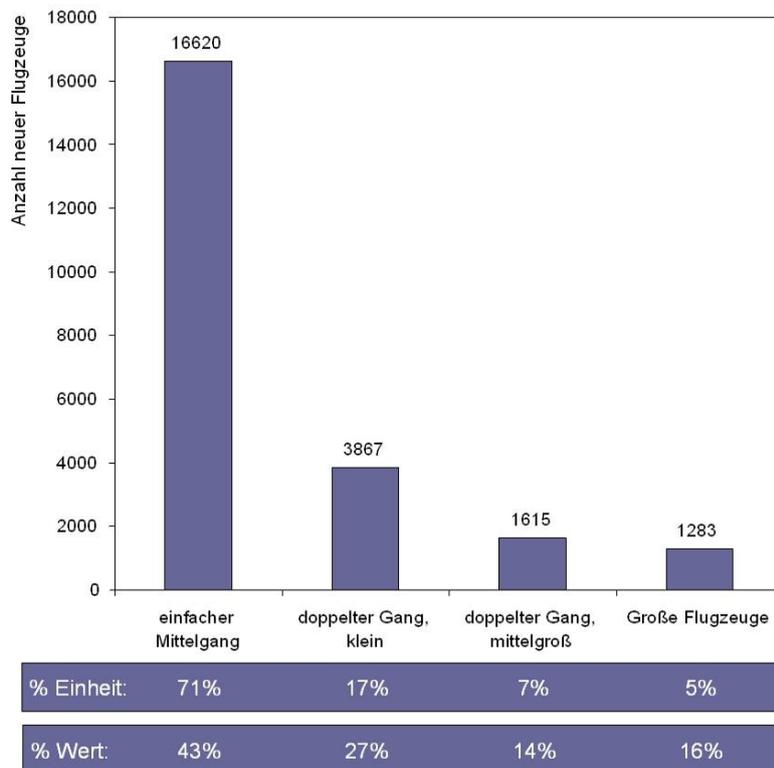


Bild 14

Erwarteter Bedarf von neuen Flugzeugen strukturiert nach Flugzeugtyp.

Kleinere Flugzeugtypen werden stärker nachgefragt werden.

Quelle: Boeing

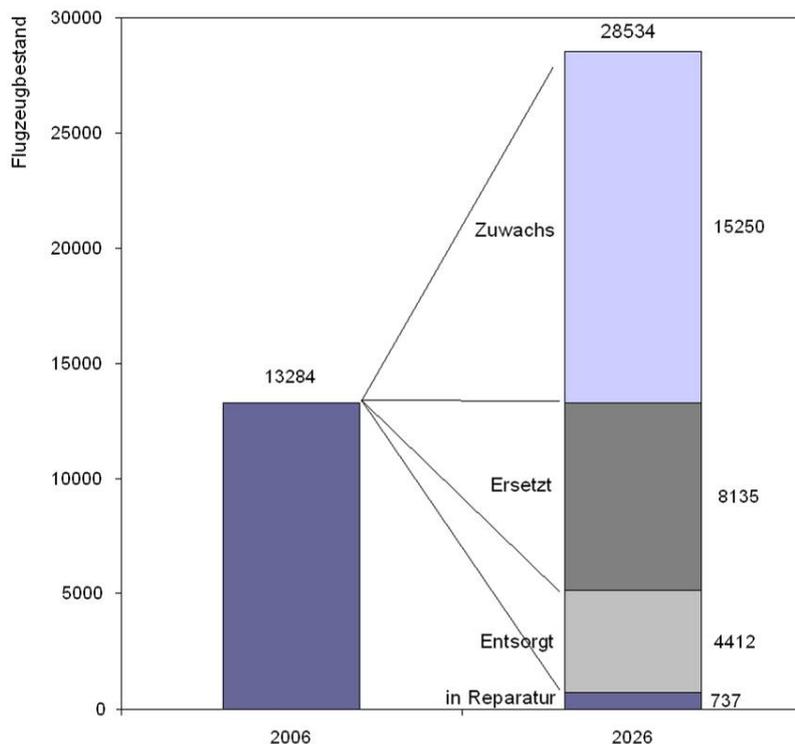


Bild 15

Etwa 50% der benötigten Flugzeuge werden Ersatz sein, die anderen 50% sind Zuwachs

Quelle: Boeing

In Österreich waren für die bisherige starke Steigerung der Luftfahrtzulieferindustrie (Lit. 9) vor allem zwei Treiber verantwortlich:

- Composite wurde als neuer Werkstoff zunehmend verwendet (dies hat unter anderen vor allem FACC begünstigt)
- Die Einführung von neuen „near netshape“ Technologien e.g für die Herstellung von Turbinenschaufeln (dies war ein Markttreiber z.B. bei Böhler)

Dieses bisherige starke Wachstum wird in Österreich in Zukunft nicht mehr möglich sein. Ein Grund ist der vorliegende Finanzierungsengpass bei der Entwicklung, die wenigen Zuliefer-Firmen in Österreich sind zu klein für den Weltmarkt und können diese Entwicklungsvorleistungen kaum finanzieren. Auch die anstehende Restrukturierung der Airlines in Europa ist für die Zulieferindustrie in Österreich eine Bedrohung.

Daraus ergibt sich folgendes wahrscheinliches Markt Szenario für 2020: **„Weiteres Wachstum nach vorübergehendem Einbruch“**

- Die derzeitige Finanz- und Wirtschaftskrise ist in 1-2 Jahren nach einer vorübergehenden Störung überwunden
- Die Fluggastzahlen stabilisieren sich wieder auf vorherigem Niveau und zeigen eine weiter steigende Tendenz
- Die Nachfrage nach Flugzeugen stabilisiert sich ebenfalls und zeigt wieder weiter eine steigende Tendenz
- Das Wachstum in Europa und USA ist geringer als das Wachstum in China, Indien
- Der Ölpreis steigt wieder Richtung 150US\$/ Barrel

- Gesetzliche Vorgaben in EU und USA erzwingen weitere CO₂- und Verbrauchsreduktionen (Lit. 10)
- Ein weiteres Wachstum der österreichischen Zulieferindustrie wird nur mehr moderat möglich sein.

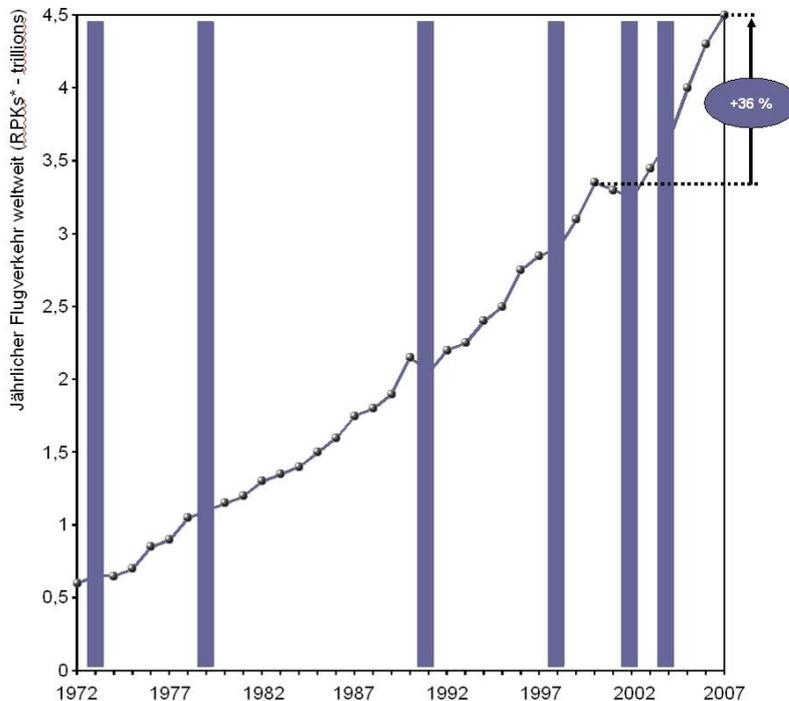


Bild 16

Der Zuwachs der Passagierkilometer wird trotz diverser Krisen ungebremst weiter wachsen

Quelle: ICAO, Airbus

7.4.3. *Erforderliche Produkte und Produkteigenschaften 2020*

Die weitere Entwicklung wird sich vor allem in der Elektronik abspielen: „all electric aircraft“. Wichtige Treiber für eine Werkstoffentwicklung im Luftfahrzeugbereich sind die Erfordernisse für ein besseres Leistungsgewicht. Leichtere Flugzeuge werden in Zukunft stärker gefragt sein. Bezüglich der Vermeidung von Emission und Lärm sind neue Antriebskonzepte wie ein Turbofan mit und ohne Ummantelung in Entwicklung (Lit. 11).

7.4.4. *Erforderliche Technologien um 2020 (und später) den Markt mit Produkten erfolgreich bedienen zu können*

- **Werkstofftechnologieentwicklungen**, die im Strukturbereich notwendig sind, sind generelle Treiber für die Werkstoffentwicklung. Im Strukturbereich ist eine zu erzielende Gewichtseinsparung bei zumindest gleicher oder verbesserter Funktionalität nötig. Die Entwicklungstendenzen bei den einzelnen Werkstoffklassen sind wie folgt:
 - Stahl: Vergütungsstähle, ausscheidungshärtbare- Stähle (Ph)

- Treiber für Werkstoffentwicklung: verminderte Kosten, hochfest, korrosionsbeständig
- Ni-basis- Legierungen:
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: verminderte Kosten, hochwarmfeste Legierungen, verbesserte Ermüdungsresistenz
- Ti-Legierungen (inklusive MMC bzw. Titan-CFK Verbunde)
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: verminderte Kosten, leichte und hochfeste Legierungen bzw. Verbunde
- Al- Legierungen (Bleche, Platten für Rumpfhaut)
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: Neue verbesserte Legierungen für individuelle Beanspruchungen
- Al- Scandium Legierungen
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: optimale Eigenschaftskombinationen
- Glare (Aluminium / Composite Laminare sind zu optimieren)
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: Verwendung von Al 6013 in Glare
- Mg Legierungen (Anwendungen vor allem im Flugzeuginneren, AZ 231)
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: erhöhte Korrosionsbeständigkeit, selbstlöschende Eigenschaften bei Bränden sind zu verbessern (Lit 12,13)
- Optimierung der Fügetechniken
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: Vermeidung von Schweißzusätzen, weg vom aufwendigen Nieten
- Oberflächentechniken
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: verminderte Kosten, geringeres Gewicht, verbesserte Funktionalität
- **Notwendige Werkstofftechnologieentwicklungen im Triebwerksbereich**
Ein genereller Treiber für die Werkstoffentwicklung ist die Temperaturerhöhung im Leistungsbetrieb bei zumindest gleichem oder vermindertem Gewicht der Bauteile
 - Ni-basis- Legierungen: („Casings“, Scheiben, Ringwalzen)
 - Treiber für Werkstoffentwicklung: Einsatz von Knetlegierungen, Erhöhung der Einsatztemperaturen durch DS, Einkristalle, TS, PM.
 - Ti-AL Legierungen (bisher nur Demoteile verfügbar wie z.B. Schaufeln für die Niederdruckturbinen)

- Treiber für Werkstoffentwicklung: verminderte Kosten, Prozesssicherheit, hochfeste Eigenschaften, Ermüdungserhalten
- TBC- Schutzschichten(Technologiekompetenz fehlt bisher in Österreich)
- Treiber für Werkstoffentwicklung: Hochtemperaturkorrosionsschutz, Erosionsbeständigkeit der Beschichtungen

7.4.5. *Erkannte Technologielücken in Österreich*

Folgende Technologien fehlen oder sind nur ungenügend in Österreich vorhanden um die weitere Entwicklung der Luftfahrt Werkstoffe auch in Österreich erfolgreich umsetzen und nützen zu können: Ringwalzen, Isothermschmieden, Oberflächentechnik

7.4.6. *Vorschlag für Maßnahmen um Technologielücken in Österreich zu vermindern oder ganz zu vermeiden*

Human resources: Erfolgreiche Projektbeispiele zeigen, dass eine Einbindung von zusätzlichen Firmen in AT möglich ist, die bisher nicht im Luftfahrtbereich tätig waren. e.g.: Neumann, Rübiger, Welser, Fronius, Pewag; Stubai, Ceratizit und andere.

Infrastruktur: Die Infrastruktur für Prüfaufgaben und Tests ist in Österreich unterdurchschnittlich in der Luftfahrt F&E entwickelt und solche rasch auf europäisches Niveau gebracht werden

F&E Bedarf: Umsetzung der vorliegenden öster. Luftfahrtstrategie ist konsequent weiter- und durchzuführen. Eine Intensivierung der Werkstoffentwicklung ist notwendig. (Wer betreibt in Österreich heute wirklich Werkstoffentwicklung für die Luftfahrt?). Der Einsatz kombinierter Technologien ist notwendig: z.B.: „Rollforming“ und Schweißen in einer Mischung von etablierten Firmen der Luftfahrtbranche mit „neuen“ technologieorientierten Firmen die bisher nicht im Luftfahrtsegment tätig waren.

Förderbedarf: Eine bessere kontinuierlichere Förderung für Luftfahrt wäre wünschenswert und erforderlich. Im „Take-off „ Programm ist zwar bereits eine Förderung der Luftfahrt Forschung von etwa 20 Mio. € in den letzten Jahren erfolgt, allerdings erfolgte diese nicht kontinuierlich und mit langen Durststrecken zwischen den Förderungsperioden.

Es ist deshalb erforderlich, das Takeoff -Programm in eine stabile Routine zu bringen, Netzwerke besser als bisher unterstützen, die Förderlücke bei Legierungsentwicklung und Fertigungsüberleitung zu schließen, und die unterdotierten Basisprogramme besser zu dotieren.

7.3. Segment Energietechnik

7.5.1. *Megatrends*

Im Bereich der Energieversorgung stellt sich für 2020 das Szenario, dass der Energiebedarf im Vergleich zu heute um das 1,5 fache steigen wird und dass weder Österreich noch Europa mit den heutigen Ressourcen und Technologien in der Lage sind, den primären Energiebedarf zu decken.

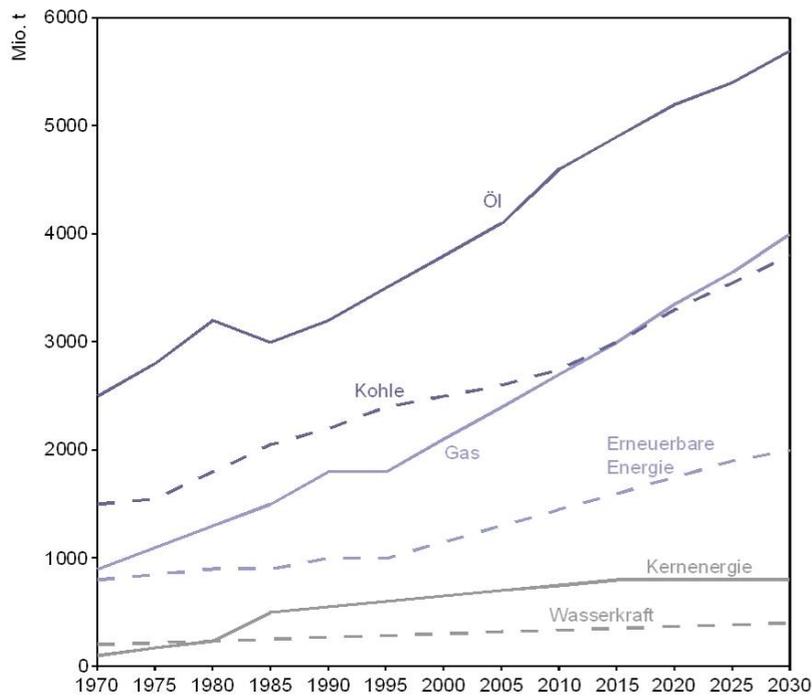


Bild 17

Zeitliche
Energieentwicklung
der Energieträger

Quelle: APA

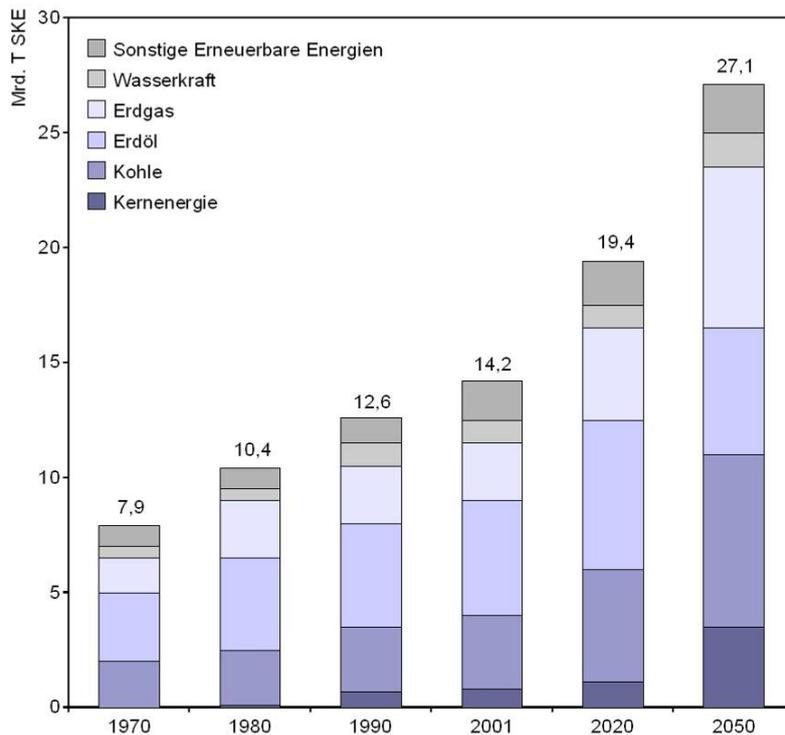


Bild 18

Weltenergieverbrauch
nach Energieträgern

Quelle: BP

Thermische Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen

Parallel dazu zeigt sich, dass die technische Lebensdauer eines Großteils der heute in Betrieb befindlichen Großkraftwerken in den nächsten zwölf Jahren zu Ende gehen wird.

Global gesehen, ist mit hohen Investitionen in den Kraftwerksbau zu rechnen, wobei die Prognosen vorsehen, dass diese Kraftwerke bereits um 2020 in Betrieb gehen sollen. Wesentlicher Entwicklungstreiber für die neue Generation von Kraftwerken ist die Steigerung der Energieeffizienz, durch höhere Temperaturen und Drücke.

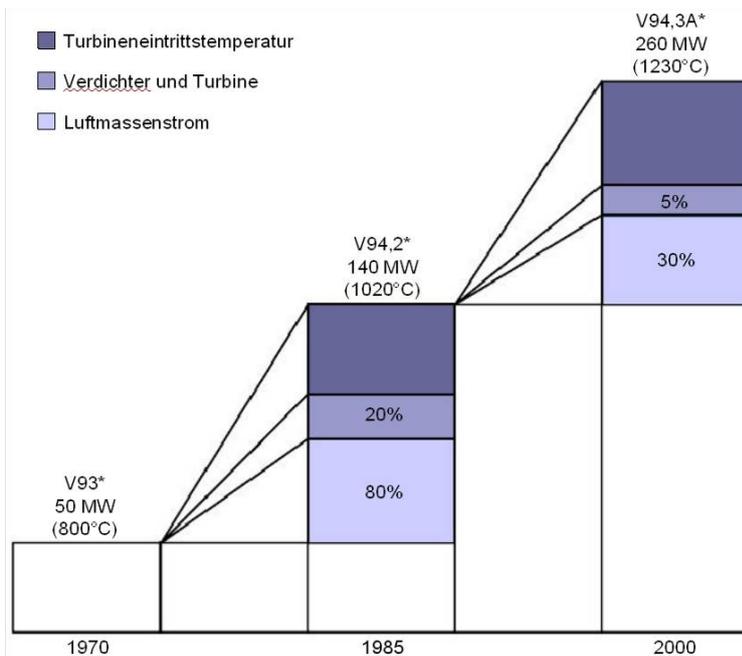


Bild 18

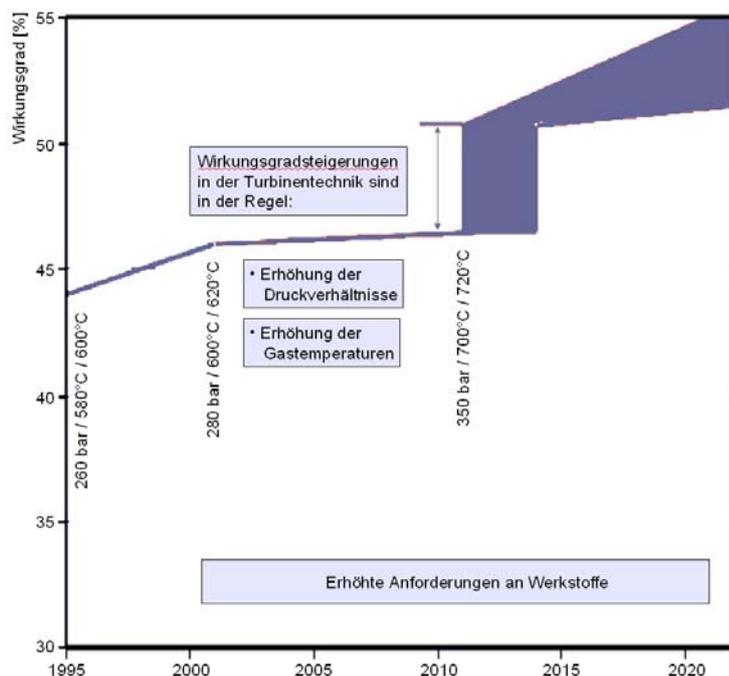


Bild 19

Faktoren die einen maßgeblichen Beitrag zur Leistungssteigerung von Kraftwerken liefern

Quelle: Alstom

Bei thermischen Kraftwerken stellt die Reduktion des CO₂-Ausstoßes (Megatrend CO₂-armes Kraftwerk) ein weiteres maßgebliches Entwicklungsziel dar. Höchste Wirkungsgrade sind durch Gas-Dampfturbinen (Combined Cycle) erreichbar. Vermeidungstechnologien, wie Carbon Capture Storage (CCS) können erst großtechnisch nach 2020 in steigender Anzahl zum Einsatz kommen.

Neben den Großanlagen ist auch mit einer Zunahme der Bedeutung von thermischen Kleinanlagen im Bereich 20-60kW zu rechnen. Als Energieträger werden in Österreich zunehmend Biomasse und andere nachwachsende Rohstoffe eingesetzt.

Kernenergie (Kernspaltung, Kernfusion)

Internationale Szenarien gehen davon aus, dass im Bereich der thermischen Energieerzeugung bei Kernspaltung neue technische Lösungen realisiert werden bzw. hohes Investment getätigt werden wird (21). Haupttreiber für die Renaissance der Kernkraftwerk ist die Verminderung der Treibhausgasemissionen. Der technische Einsatz von Kernfusion wird erst für den Zeitraum nach 2050 angenommen, Werkstoffentwicklungen im Vorfeld sind allerdings relevant für Österreich.

Alternative Energie (Solarenergie, Brennstoffzelle, Windenergie, Geothermie)

Als alternative Energiequellen für Österreich werden vorrangig, Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik), die Brennstoffzellen, aber auch Geothermie gesehen. Für die Brennstoffzellen wird prognostiziert, dass die Niedertemperaturzelle bis 2020 technischer Stand ist und die Hochtemperaturzelle erst nach 2030 zum Einsatz gelangen wird (22). Im Bereich der Windenergie besteht aus technischer Sicht eine gewisse Skepsis, da die klimatischen Bedingungen ausreichend sind, um Windkraftwerke wirtschaftlich zu betreiben (23).

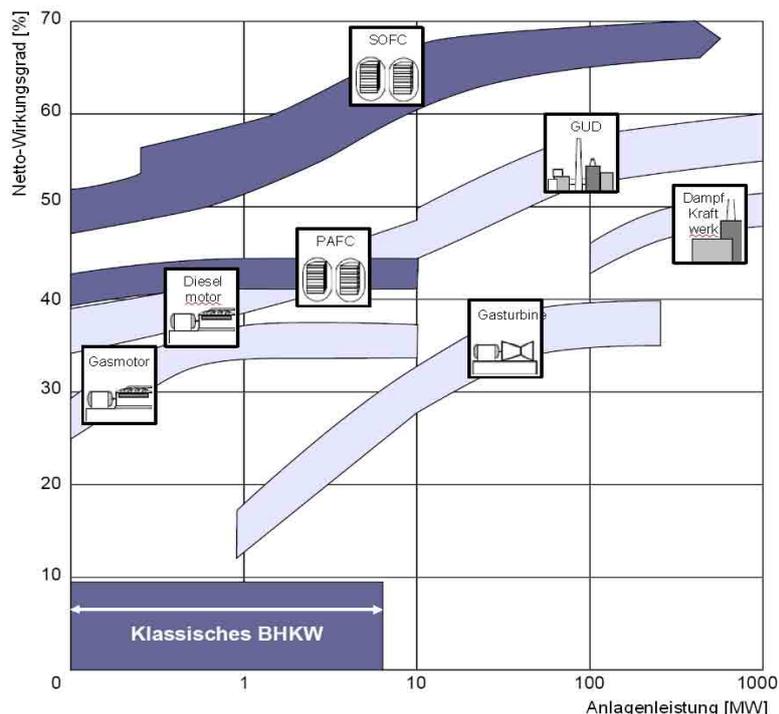


Bild 20

Vergleich der Wirkungsgrade und Anlagenleistung

Quelle: Siemens

Energieeinsparung

Für die Energietechnik bildet sich ein weiterer maßgeblicher Trend ab. Für den Bereich des Energiemanagements von technischen Prozessen wird der generelle Trend gesehen, dass Prozesse effizienter und energiesparender zu gestalten sind. In diesem Bereich gibt es eine enge Verbindung zum Bereich der Hochleistungsmetalle für die

Mobilitätsbranchen. Begriffe wie Leichtbau stehen hinter dem Ziel der Energieeinsparung.

7.5.2. Trends im Bereich der Werkstoffe und der Technologie

Großkraftwerke (Dampf-Gaskraftwerke)

Für den Kraftwerkbau zeichnet sich ab, dass Kraftwerkskomponenten, wie z.B. Turbinenwellen, Rotoren, Schaufeln, Rohre, Gehäuse und Ventile in ihren Abmessungen und Gewicht zunehmen werden. Dieser Trend erfordert Entwicklungen im Bereich der Metallurgie, der Verarbeitungstechnologie, der Wärmebehandlung, der Verbindungstechnik und der Prüftechnik der Teile, da diese sehr endabmessungsnah gefertigt werden müssen.

Global gesehen, dominieren die asiatischen Hersteller das Feld der Werkstoffanbieter für Energietechnik. Österreichische Hersteller von Hochleistungsmetallen haben sich eher in Nischen positioniert. Gemeinsames Merkmal ist das vorwiegend hochreine, legierte und hochlegierte Stähle sowie Nichteisenmetalllegierungen (Ni-, Co-Basislegierungen) verarbeitet werden, wobei sowohl Gußtechnik oder Umformverfahren (Schmieden) eingesetzt werden.

Genereller Bedarf für die neue Generation an Kraftwerken besteht an Werkstoffen, die bei höherer Temperatur ($> 700^{\circ}\text{C}$) und hohen Drücken ($> 300\text{ bar}$) eingesetzt werden können, um den Wirkungsgrad der nächsten Generation von Kraftwerken zu erhöhen.

An die Werkstoffe ergeben sich Anforderungen an ausreichender mechanischer Festigkeit für den Langzeiteinsatz, Kriechbeständigkeit, stabile Gefügestände über lange Zeiten bei hohen Temperaturen und Temperaturwechsel, Korrosionsbeständigkeit, geringe Wärmeausdehnung und gute Wärmeleitfähigkeit. Heutiger Entwicklungsstand favorisiert die 9-12% Chromstähle oder in der nächsten Entwicklungsstufe die Werkstoffverbundlösungen aus Hochleistungsmetallkombinationen mit entsprechenden Deckschichten. Von österreichischer Seite beteiligte man sich in der Vergangenheit intensiv an internationalen Entwicklungsaktivitäten zu den 9-12% Chromstählen. Bei der Entwicklung von HL Stähle mit Einsatztemperaturen von mehr als 600°C sind nicht nur die mechanischen Bearbeitungsmöglichkeiten, sondern auch die Herstellbarkeit von günstigen Umformprozessen zu berücksichtigen.

Thermische Kleinkraftwerke

Die thermische Energieerzeugung - Vergasung von Biomasse oder Reststoffen und die anschließende Verstromung in Kleinanlagen folgt ähnlichen Wirkprinzipien, wie die Gas- und Dampfkraftwerke. Unterschiede bestehen hinsichtlich der niedrigeren Prozesstemperatur, der geringeren Temperaturbeständigkeit der Hochleistungsmetalle und der Korrosionsbeständigkeit. Das Thema der Heißgasreinigung wird speziell im Hinblick auf Hochleistungsmetalle bestimmend sein. Grundsätzlich sind Hochleistungsmetalle, die diese Anforderungen erfüllen, bereits entwickelt.

Bei diesen Werkstoffen steht das „smart Processing“ im Vordergrund, damit die Hochleistungsmetalle oder auch Werkstoffverbunde die Anforderungen hinsichtlich geforderter Kosten und technologischer Eigenschaften erfüllen können.

Das Potenzial der thermischen Kleinanlagen für Österreich wird als hoch eingeschätzt.

Windenergien

Im Gegensatz zu den Gas- oder Dampfkraftwerken, finden sich unter den alternativen Energieerzeugungsverfahren auch Niedertemperaturtechnologien wie. z.B. Windenergie oder Wasserkraft. Im Bereich der Niedertemperaturenergieerzeugung geht der Entwicklungstrend eher in den Bereich der Leichtbauwerkstoffe bzw. der Werkstoffverbunde.

So dominiert die weitere Entwicklung der Windkraftwerke CFK Werkstoffe für Flügel, was den Bedarf an höher festen metallischen Stählen für Lager oder Wellen nach sich zieht.

Photovoltaik

Entwicklungen im Bereich der Photovoltaik sind heute durch asiatische Aktivitäten im Bereich neue Dünnschichttechnologie bestimmt. Österreich verfügt im Bereich der Photovoltaik über keine werkstoffrelevanten Kernunternehmen, die sich mit der Entwicklung von Werkstofflösungen für Solarmodule beschäftigen.

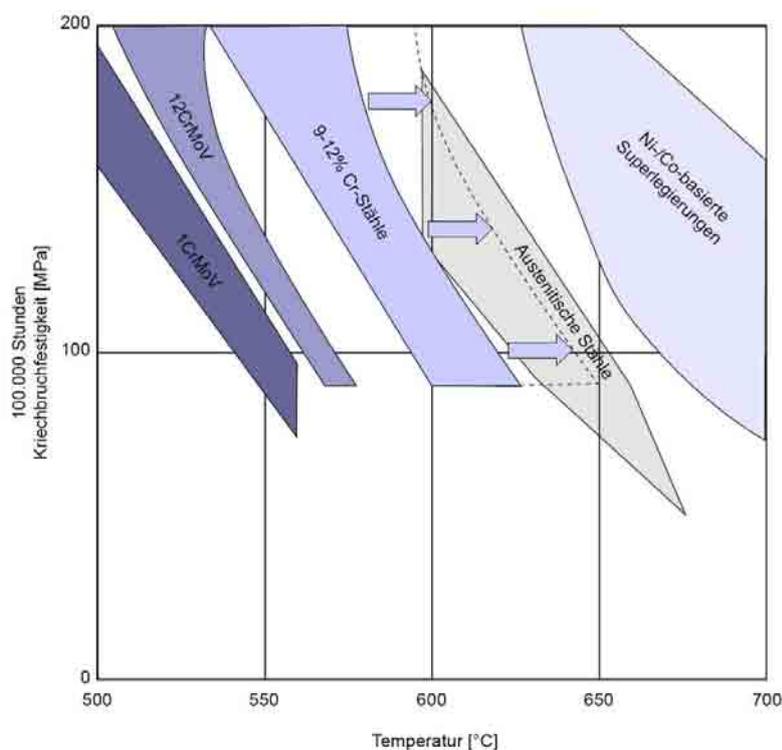


Bild 21

Einsatzbereiche
warmfester Legierungen

Quelle: Siemens

Brennstoffzellen

Mit der Realisierung von Brennstoffzellen mit der Betriebstemperatur von 600-700°C würden den Einsatz von Cr-legierten ferritischen Edelstähle oder Cr-Legierungen als Einsatz für Interkonnektoren interessant werden. Um eine Kathodenvergiftung zu verhindern, wären die entsprechenden Beschichtungen, die die Cr-Verdampfung verhindern erforderlich. Die Entwicklung von Brennstoffzellen wird von mehreren Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Österreich verfolgt.

Geothermie

Die Geothermie als vielversprechende Energiequelle für Österreich stellt auch heutiger Sicht keine speziellen Anforderungen an die Hochleistungsmetalle.

Energiespeicherung

Im Bereich der Energiespeicherung spielen die Entwicklungsfragen im Bereich der Langzeitspeicherung mit hohem Wirkungsgrad für elektrische Energie (Akkumulatoren), oder auch die temporäre Speicherung von Wasserstoff als Energieträger für die Brennstoffzellen zentrale Fragen. Optimierung von Gesamtprozessen für Wasserstoffherzeugung, Speicherung von Wasserstoff und Energieerzeugung mittels Brennstoffzelle zählen noch zu den Entwicklungsaufgaben bis 2020, damit der technische Standard erreicht wird.

Energieübertragung

Für den Materialtransport von Erd- oder Biogas kommen sauergasbeständige Stähle zum Einsatz. Diese sind bereits „State of the Art“, und werden maßgeblich bei Bau der Nabucco Gas Pipeline zum Einsatz kommen.

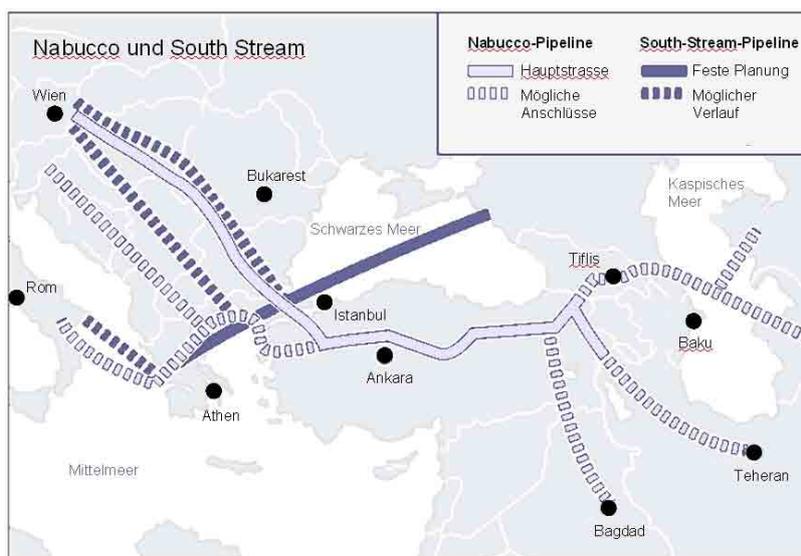


Bild 22

Geplante Gaspipelines zwischen kaspischen Meer und Europa

Quelle: OMV

Hochleistungsmetalle, wie Nb-Ti oder Ta kommen als Bestandteile von Hochtemperatursupraleitern bei der elektrischen Energieübertragung zum Einsatz.

7.5.3. Entwicklungsbedarf für Hochleistungsmetalle und deren Verarbeitungstechnologien

Zur Herstellung von Komponenten für Gas- und Dampfkraftwerke der neuen Generation besteht eine Vielzahl von Herausforderungen. Grundsätzlich sind die werkstoffkundlichen Herausforderungen zeitlich eng mit der technologischen Umsetzung bis 2020 verbunden. Der innere Aufbau der Großkomponenten, wie Gefüge- und Korngröße, Ausscheidungen, Textur oder chemische Homogenität sind maßgeblich für die Eigenschaften und die Lebensdauer der Komponenten, wie Rotoren, Schaufel, Rohre, Ventile und Gehäuse verantwortlich.

Mit der zunehmenden Größe der Komponenten entstehen aufgrund des heutigen technologischen Standes in der Metallurgie (Schmelzmetallurgie) und der Umformtechnik (Schmiedetechnik) Problembereiche. Diese sind erkennbar an, großen chemischen Inhomogenität (Gusstechnologie, Erschmelzung von Vormaterial), nicht entsprechenden Umformgraden bei großen Wellen und Ventilen, unzureichender reproduzierbarer Fertigungssicherheit und der Nichterreichung von geforderter Qualität der Komponenten. Um diesen Problemen zu begegnen, besteht deutlicher Forschungsbedarf. Als zweiter unterschiedlicher Ansatz kann das Vorantreiben von Verbundkomponenten gesehen werden.

Großkomponenten aus einem Werkstoff engen den Einsatzbereich hinsichtlich Temperatur, Druck und Betriebverhalten sehr stark ein, sodass die Ziele für die neue Generation von Kraftwerken nicht realisiert werden können. Der bestehende technologische Bedarf drängt nach Verbundbauweisen und den dementsprechenden technologischen Entwicklung im Bereich der Herstellungstechnologie (Umschmelztechnologien, Verbundguss, Sprühkompaktieren, Beschichtungen, Pulvermetallurgie) und der Fügetechnik (Reibschweißen) bzw. dem Zusammenspiel von konstruktiver Auslegung (Scheibenbauweise) und Werkstofftechnologie bzw. dem zunehmenden Einsatz von Simulation für die neu entwickelten Werkstoffe.

Im Bereich der thermischen Kleinanlagen sind die Probleme ähnlich gelagert wie bei den Großkraftwerken. Der Langzeiteinsatz von Werkstoffen erfordert ein ausgereiftes Konzept der Werkstoffauswahl. Kritische Bauteile, die über gute Oxidationsbeständigkeit, Formbeständigkeit, homogene und möglichst geringe thermisch Ausdehnung verfügen müssen, führen zum Ansatz, dass Verbundlösungen von korrosions- und thermisch beständigen Deckschichten mit möglichst dünnwandigen Trägerelementen favorisiert werden. Nur durch ein intensives Zusammenwirken von Anlagenbau, Werkstoffauswahl und Herstellungstechnologie (Gußtechnik, Schmiedetechnik) gelingt es, die maßgeblichen technologischen Fragen zu beantworten.

Im Bereich der Brennstoffzellen bestehen noch die größten Entwicklungsherausforderungen ehe diese standardmäßig zum Einsatz kommen werden, wenn auch der Entwicklungsbedarf für Hochleistungsmetalle nicht als unmittelbarer

Treiber für die Realisierung zu sehen ist. Ähnlich verhält es sich mit den Werkstoffen, die für die Erzeugung von Windenergie zum Einsatz kommen.

Die Fusionstechnologie als Technologie zur Energieerzeugung wird bis 2020 als nicht realisierbar gesehen. Allerdings bedürfen die gesuchten Werkstofflösungen aufgrund der schwierigen Einsatzbedingungen auch einer dementsprechenden längeren Entwicklungszeit. Die zentrale Frage aus heutiger Sicht besteht in der Darstellung der Hochleistungsmetalllegierungen mit den geforderten hohen Reinheitsgraden. Besonderes in diesem Bereich ist das Zusammenwirken und die gemeinsame technologische Entwicklung von Metallurgie und Werkstofftechnik erforderlich. Ähnlich gelagert, sind werkstoffrelevante Entwicklungsfragen für Hochleistungsmetalle für Kernspaltung.

7.5.4. Maßnahmen

Die gesicherte Energieversorgung ist im Hinblick auf die Erhaltung der technischen Standards bzw. des erreichten Lebensstandards Österreichs die strategisch bestimmende Zukunftsfrage. Hochleistungsmetalle nehmen in Zusammenhang mit der Energieerzeugung im Besonderen mit modernen Kraftwerken bis 2020 eine entscheidende Rolle ein. Österreich verfügt heute über namhafte Forschungsinstitutionen und Werkstoffhersteller deren Produkte und Wissen zur technologisch maßgeblich Weiterentwicklung beitragen. Als Zulieferer für moderne Großkraftwerke und im Bereich der thermischen Kleinanlagen, die eher der regionalen Versorgung dienen, hat Österreich hohe technologische Entwicklungspotenziale. Um diese Aktivitäten aus Sicht der Hochleistungsmetalle zu stärken, wäre die sofortige Realisierung folgender Maßnahmen erforderlich:

Infrastruktur und Kompetenzaufbau

Sowohl im Segment des Baus von Gas- und Dampfkraftwerken, als auch im Bereich der thermischen Kleinkraftwerke steigt der technische Bedarf nach neuen konstruktiven, wie auch werkstoffbasierten Lösungen. Wegen der Größe der Projekte sind derartige Vorhaben nur durch internationale Konsortien bewältigbar. Die Voraussetzung für die Beteiligung und Durchführung von europäischen und internationalen Forschungsprojekten für Werkstoff- und Komponentenentwicklung für den Energiesektor ist die Erreichung der internationalen Sichtbarkeit der österreichischen Institute und Firmen durch Vernetzung zur Erreichung von überkritischen Größen und Bereitstellung der notwendigen Forschungsinfrastruktur und der ausreichenden nationalen Förderung.

Die Bildung einer Schwerpunktgruppe für Verbundkomponenten zum Aufbau von Kompetenz für die Herstellung von Verbundkörpern durch Technologien, wie Pulvermetallurgie, Sprühkompaktieren, Dickschichttechnologie etc. für den Hochtemperatureinsatz und Korrosionsbeanspruchung gekoppelt mit der dementsprechenden Fragen der Werkstoffentwicklung beschäftigt, wäre unmittelbar in Angriff zu nehmen. So könnte die Position der österreichischen Werkstoffanbieter im Bereich der Hochleistungsmetalle maßgeblich durch Kompetenzaufbau gestärkt.

Mittelfristig ist ergänzend zum Kompetenzaufbau die Anschaffung der entsprechenden Forschungsinfrastruktur zu realisieren.

Im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung von Großkomponenten für Kraftwerke besteht weder ausreichende Kompetenz noch Forschungsinfrastruktur. Die Schaffung von Ressourcen, um das Thema der zerstörungsfreien Prüftechnik in Österreich weiter zu entwickeln und so den Unternehmen, die in der Herstellung von Hochleistungskomponenten tätig sind, einen nachhaltigen Vorteil zu schaffen, wäre mit gleicher Priorität erforderlich, wie der Aufbau des Bereichs Werkstoffverbunde. Institutionen, die sich bereits heute im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung tätig sind, sollen in die Aktivitäten eingebunden werden.

Vernetzung

Grundsätzlich besteht der Bedarf an institutionalisierter Netzwerkbildung zwischen politischen Vertretern, technologiepolitischen Vertretern, energieintensiver Industrie, deren Zulieferern für Energieerzeugung und Forschungsinstitutionen. Durch das Zusammenwirken können gemeinsame legislative Rahmenbedingungen erarbeitet werden und Potenziale für technologisches Energiemanagement geschaffen werden. Aus dem Netzwerk können in Arbeitsgruppen Gesamtkonzepte entwickelt werden bzw. Detaillösungen erarbeitet werden. Diesem Netzwerk müssen auch maßgebliche internationale Unternehmen in beratender Funktion angehören.

Der Entwicklungsbedarf im Bereich der Energietechnik hat gezeigt, dass eine enge Zusammenarbeit von Metallurgie, Werkstoffentwicklung und Energietechnik zu suchen ist. Heute bestehen keine ausgewiesenen nationalen Programme, die Kooperation unterstützen noch Forschung dieser Art fördern.

Förderungen

Im Bereich der Förderungen neue Werkstoffe als Enablertechnologien gab es in den letzten Jahren einige Förderinitiativen z.B. Fabrik der Zukunft, allerdings sind diese Programme für die nächsten Jahre nicht nachhaltig ausfinanziert. Daher besteht zur Sicherstellung von weiteren F&E Aktivitäten Anreizsystem für die Erforschung im Bereich der Werkstoffe und Metallurgie anzubieten. Themen der Steigerung der Energieeffizienzsteigerung sind zurzeit in laufenden Programmen abgedeckt.

Ausbildung

Energietechnik stellt sicherlich eines der wesentlichen Zukunftsthemen bis 2020 dar. Heute verfügt Österreich über keine umfassende fokussierte akademische Ausbildung im Bereich der Energietechnik bzw. Energiemanagement. Darüber hinaus sind allgemeine Ausbildungsprogramme im Bereich der Energietechnik zu entwickeln und anzubieten, wobei das Thema der Werkstoffe im Aus- und Weiterbildungsprogramm integriert sein muss.

7.4. Segment metallurgischer Maschinenbau

7.6.1. Megatrends

Als wichtigste Megatrends wurden die Auswirkungen der **Globalisierung**, die Forderungen nach **Steigerung der Energieeffizienz** und zunehmender Nutzen von **Kooperationen** mit Lieferanten und Unterlieferanten erkannt.

Im Bereich der Technologieentwicklungen sind **keine neuen Durchbruchstechnologien** mit Bezug auf neue Hochleistungsmetalle (Schmelzreduktion ersetzt sintern, verkoken und Hochofen, Dünnbandgießen, Gieß- Walzverbund) zu erwarten, sondern lediglich **schrittweise Prozessinnovationen**.

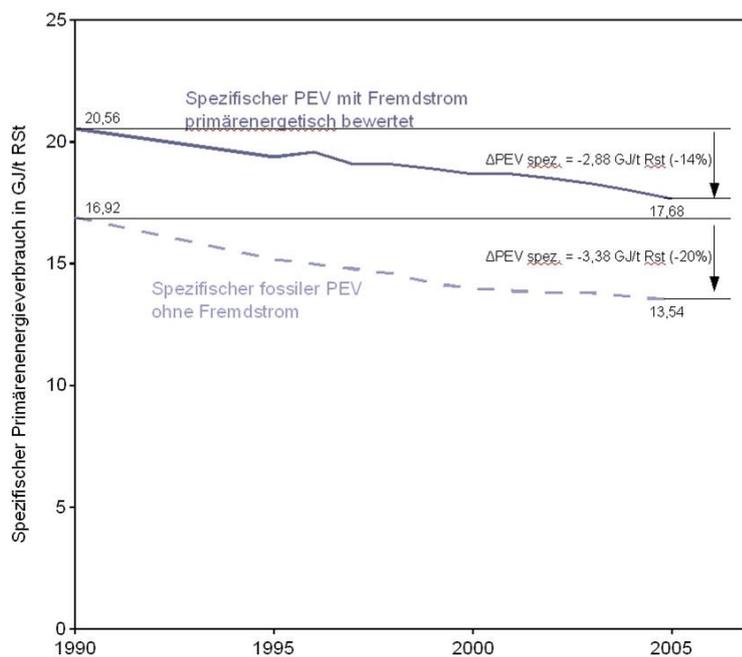


Bild 23

Steigerung der Energieeffizienz

Quelle: Stahlfibel

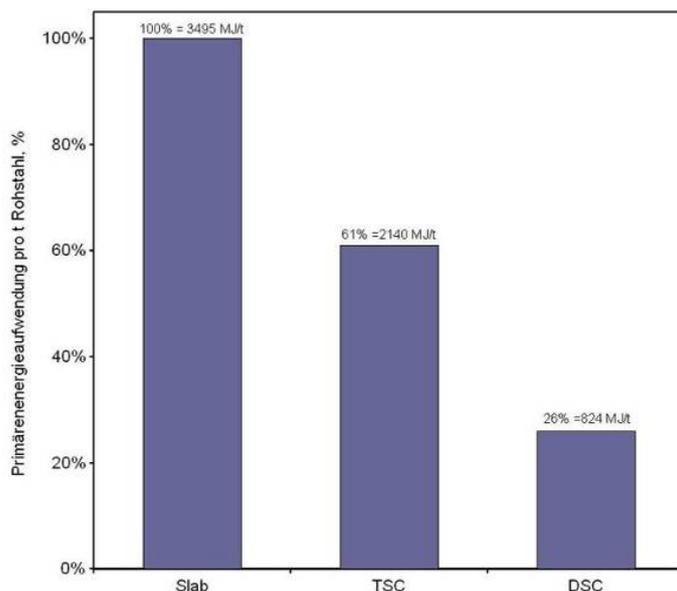
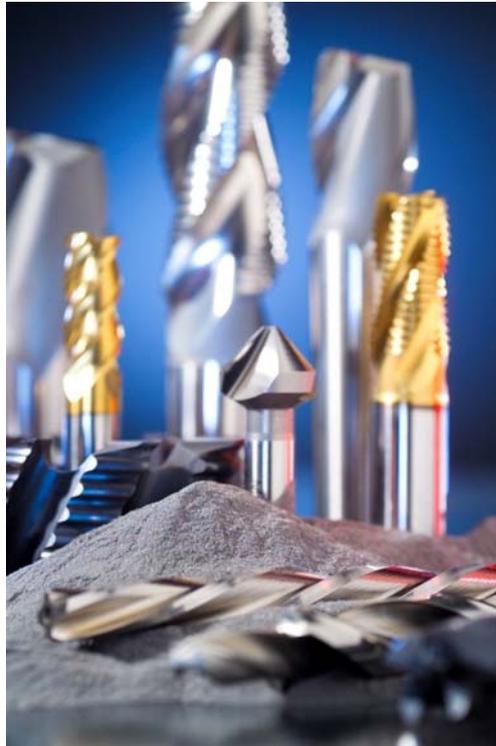


Bild 24

Quelle: Kroos

Spezielle Trends und neue Anforderungen an Produkte und Technologien 2020

- Trend zum Einsatz von **Keramik, Komposites, PM-Werkstoffen und Beschichtungen** (neue Werkstoffe für die Umformtechnik), hervorgerufen durch gestiegene Anforderungen hinsichtlich höherer Einsatztemperaturen höheren Spannungen und verminderter Umwelteinflüsse



- Trend zu **größeren Blöcken** (Energietechnik, Kunststoffformen, Großmaschinenbau), mit feineren, homogenen, steigerungsarmen Gefüge
- **Verkettung von Anlagen für kontinuierlichen Betrieb** zur Verminderung von Durchlaufzeiten, Pufferzeiten, Verbesserung der Verfügbarkeit (Leistungssteigerung, bessere Energieeffizienz, weniger Kühlaufwand)



Bild 25

- Verkettung von Anlagen für kontinuierlichen Betrieb
- Auslagerung von Serviceleistungen
- Personalisierung
- Effizienz der Wissensarbeit

Quelle: Siemens

- **Auslagerung von Serviceleistungen an Dienstleister = KMU's** (Walzen schleifen, Reparaturschweißen, Verschleißschichten aufHIPen)
- Durch stärkere **Personalisierung** können intensivere und direktere Kunden- und Lieferantkontakte hergestellt werden.
- Schließlich ist die **Effizienz der Wissensarbeit** zu verbessern.



Quelle: Buderus

7.6.2. Markt 2020:

Der sehr fragmentierte Markt (Produktpalette) in einer Größenordnung von € 30 Mrd mit wenigen großen Anbietern und vielen Nischenproduzenten ist bis Ende 2008 außerordentlich stark, 2-stellig gewachsen und stagniert derzeit wegen der schwierigen Finanzierbarkeit und des fallenden Bedarfs. Es ist zu erwarten, dass die chinesischen Anlagenbauer verstärkt auf den Weltmarkt drängen werden, wenn der Heimmarkt einmal weitgehend befriedet sein wird.

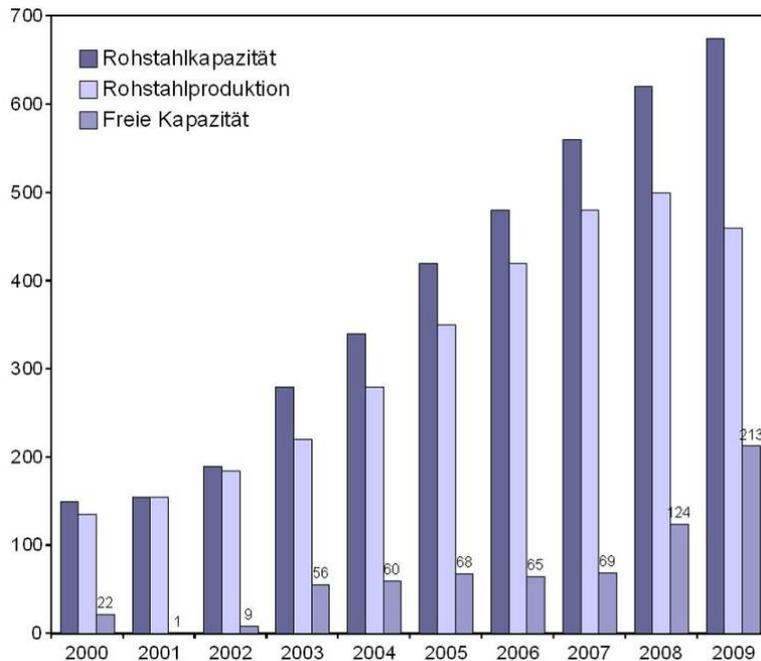


Bild 25

Rohstahlkapazität und -produktion in China (in Mio. t)

Quelle: VDEh

Der weltgrößte Anlagenbauer, der größte Nischenanbieter (Sekundär- und Umschmelztechnologie) sowie einige weitere große Walzwerks-, Ofenbau- und Schmiedeanlagenfirmen sind in Österreich beheimatet. Die breite, erwähnte Produktpalette erstreckt sich über die Primär- und Sekundärmetallurgie, die Warm- und Kaltumformung, Wärmebehandlung, Gusstechnologie, Zerspannung, Oberflächentechnik und alle Fügeverfahren.

7.6.3. Erfolgsbestimmende Faktoren sind:

Gut ausgebildete, **motivierte Mitarbeiter** führen zu einer Verbesserung der **Reputation** und höherem Ansehen bei Kunden.

Soft Facts sind wichtig, **die Kreativität** ist umfassend zu nutzen, gleichzeitig ist genügend **Frustrationstoleranz** aufzubringen.

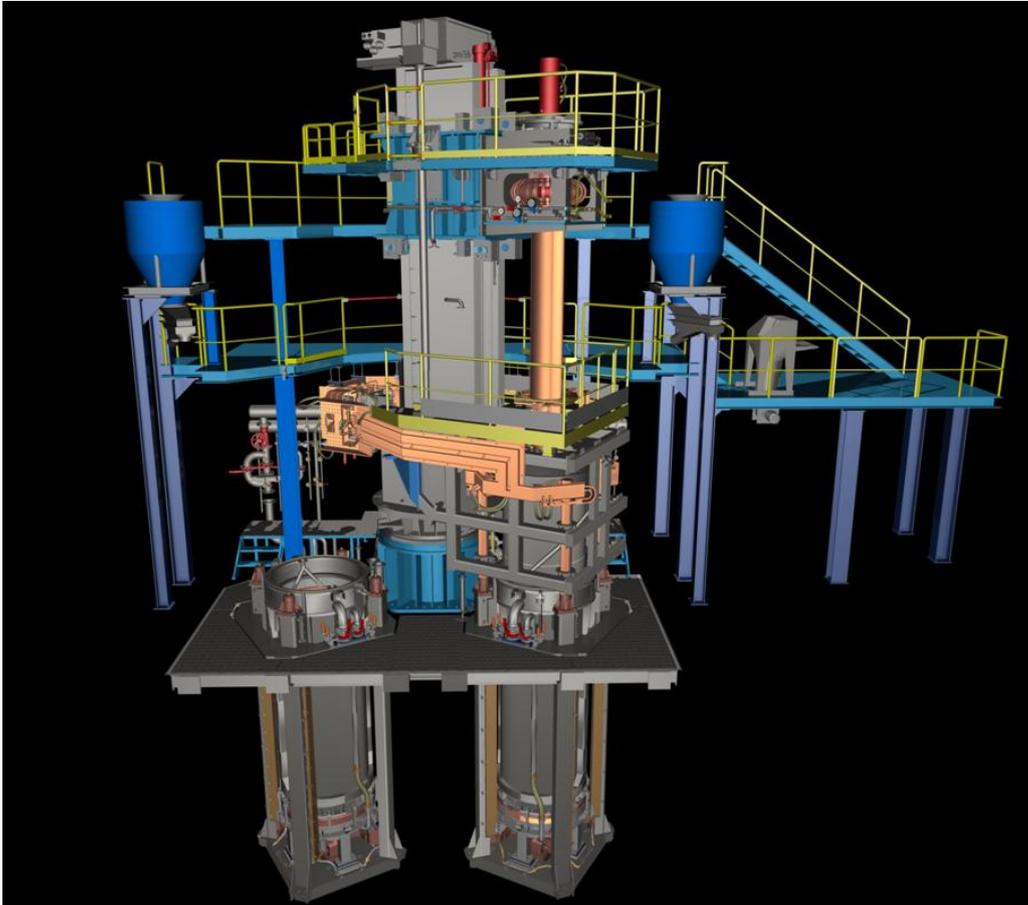
Die Kunst der Führung ist es, **Befähigung** zu ermöglichen und Ziele und Wege aufzuzeigen

Benötigte F & E Arbeiten:

Legierungsentwicklungen zur Verbesserung der Warmfestigkeits-, Ermüdungs-, und Verschleißigenschaften sind sowohl im grundlagennahen-, als auch im anwendungsnahen Bereich erforderlich.

Eine Forcierung der **Verfahrensentwicklung** zur Herstellung großer Umschmelzblöcke mit kritischem Seigerungsverhalten, Entwicklung neuer Beschichtungstechniken, sowie eine Verbesserung der Säureregeneration von Mischsäure wird benötigt.

ESU Schutzgasanlage mit koaxialer Stromführung



Inteco special melting technologies GmbH

Es wird vorgeschlagen, einen Arbeitskreis „Zerspanungstechnik“ ins Leben zu rufen, der sich mit F&E Themen wie „Zusammenhang zwischen Gefüge und Zerspanbarkeit“ beschäftigt.

Darüber hinaus ist die Entwicklung neuer (gradierter) **Verbundwerkstoffe** zu betreiben.

7.6.4. Generelles Anforderungsprofil an HL Werkstoffe im Maschinenbau:

Um den verschärften Einsatzbedingungen Rechnung zu tragen sind die mechanisch-technologischen Eigenschaften der hochbeanspruchten Metalle wie folgt zu verbessern:

- **Hochtemperatur Beständigkeit:** Trend zu höheren Prozesstemperaturen
- **Thermoschockbeständigkeit:** Beständigkeit gegen Brandrisse bei thermischen Zyklen
- **Abrasion,** Forderung nach weniger Verschleiß
- **Verbesserte Korrosionseigenschaften, auch Seewasserkorrosion**

- Tribologische Eigenschaften, bessere Schmierung, insbesondere im Mischreibungsbereich
- Verformbarkeit: Bessere Duktilität auch bei höheren (Warm)Festigkeiten
- Verbesserte Schweißbarkeit auch bei höheren Festigkeiten

7.6.5. Vision/Wünsche:

- Der verstärkte Einsatz von Leichtbau im Anlagenbau wird durch die Forderung - halbes Gewicht zum halben Preis- verschärft.
- Der Einsatz von keramischen Werkstoffe und Keramikverbunden soll zu einer Verbesserung der Temperaturbeständigkeit und Verschleissfestigkeit führen.
- Die neue Technologie der Hart- und Trockenzerspanung wird sich zunehmend durchsetzen.
- Gewünscht wird eine Entbürokratisierung der Forschungsförderung (bessere Nutzung z.B.: von RFCS- Projekten)
- Durch eine Verbrauchsreduzierung fossiler Energieträger sollte eine Reduktion der CO₂, NO_x Gehalte ermöglicht werden und damit eine Verbesserung des Energiewirkungsgrades erreicht werden.
- Gefordert wird eine Verbesserung des Kosten-Nutzen Verhältnisses sowohl bei CuCr-Zr Kokillenwerkstoffen als auch bei Ni- Basis Anwendungen, vor allem im Ofenbau.
- Die Kooperation zwischen Werkstoffhersteller- und Anlagenbauern ist tunlichst zu verbessern.
- Als lebenswichtiges Hilfsmittel für den Anlagenbauer ist der Ausbau der Materialdatenbasis vor allem für höhere Temperaturen (Zeitstandsdaten) zu betreiben.
- Ebenso wird die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Messverfahren (z.B.: opt. temp. Messung) gewünscht.
- Durch eine Förderung der Lieferanten - Kundenbeziehungen, bei der Abwicklung von Pilotprojekten kann eine Risikominimierung erwartet werden.
- Neben der HL Materialentwicklung ist auch immer die Fertigungs- bzw. Fügbarkeit mit dem „Trägermaterial“ zu überlegen.
- Gerade für die Umformwerkzeuge im Warmbereich sind die Belastungen vielschichtig: zyklisch thermische und mechanische, aber auch abrasive Belastung.

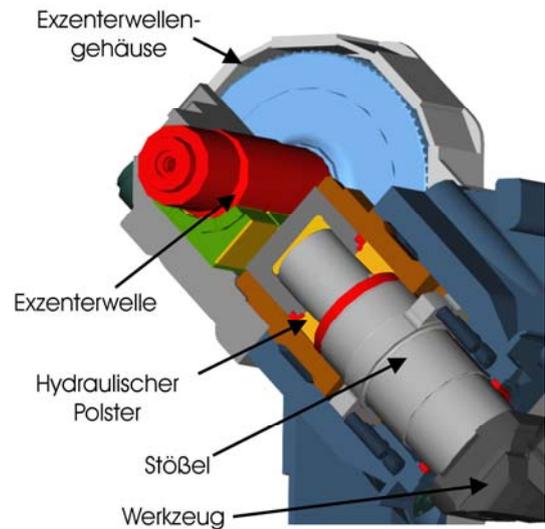
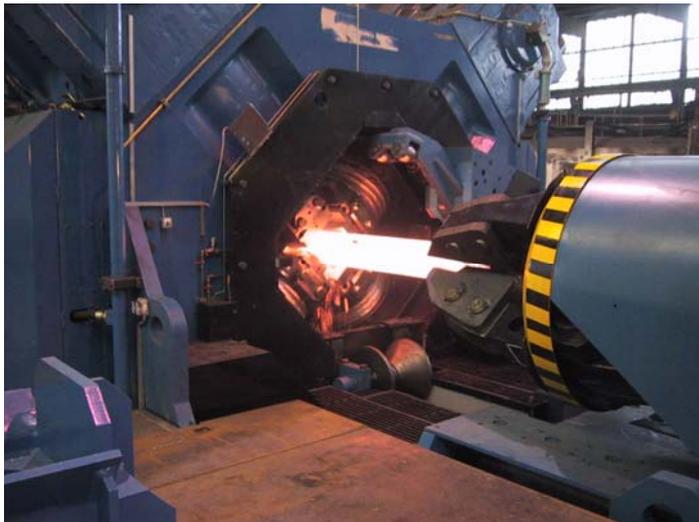


Bild 26 Langschmiedemaschine Quelle: GFM

7.6.6. Erforderliche Maßnahmen:

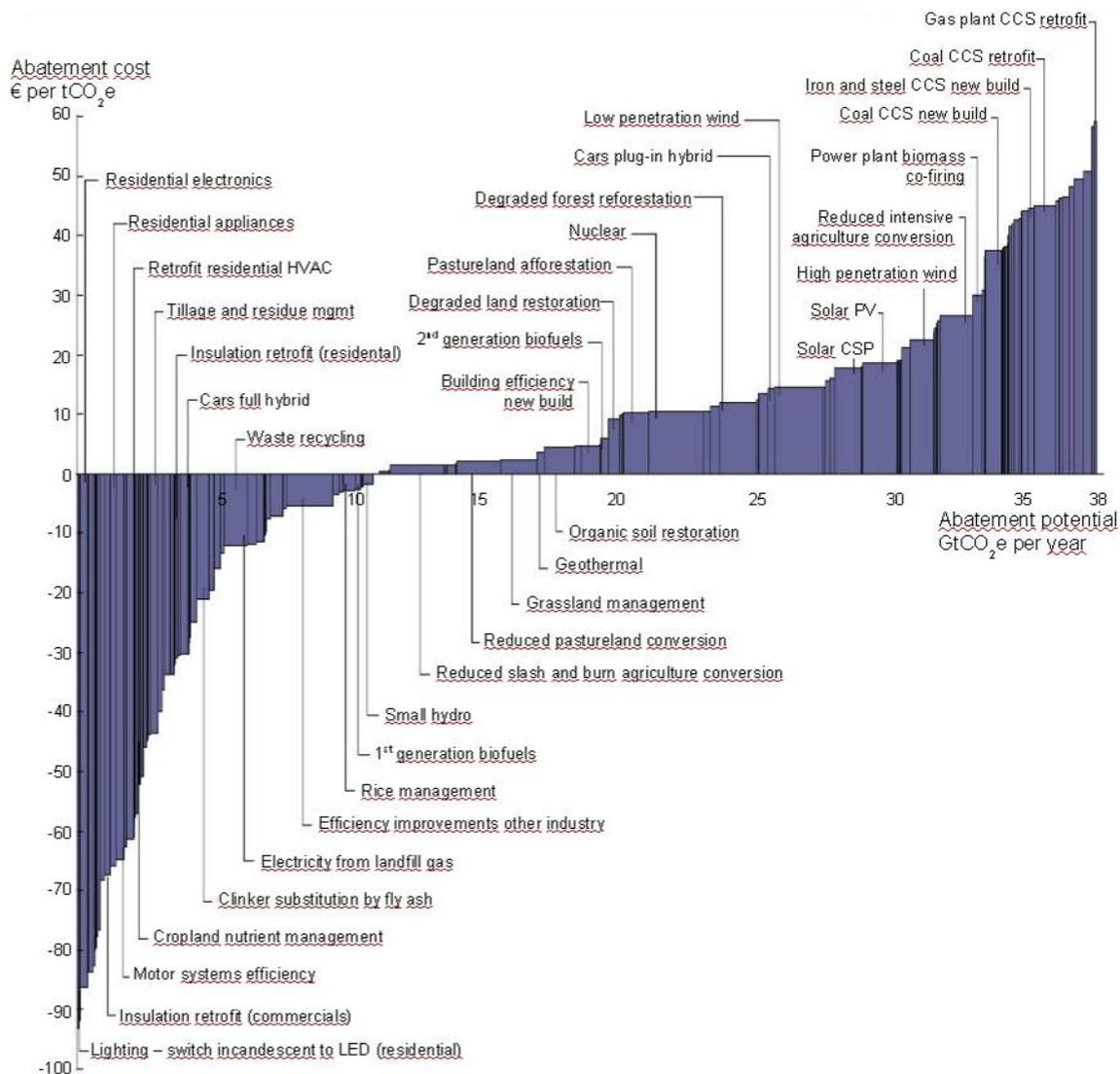
- Durch geeignete Fördermaßnahmen ist die grundlagennahe Forschung in den Bereichen: Leichtbau, Keramik, Compounds, Hartzerspannung, Walzenforschung verstärkt zu betreiben. Gleichzeitig soll die interdisziplinäre Ausbildung forciert werden, damit bessere Werkstoffkenntnisse im Maschinenbau das Konstruieren und Fertigen mit neuen Werkstoffen erleichtern.
- Diese interdisziplinäre Ausbildung ist durch die Schaffung geeigneter neuer Studienpläne sowie durch die innerbetriebliche Weiterbildung zu ermöglichen.
- Eine Verbesserung der globalen Kooperation wird durch die Förderung internationaler Netzwerke erreicht.

Umformwerkzeuge sind von der Riss- oder Verschleissproblematik begrenzt. Diese Begrenzung muss fallen. Die Möglichkeiten der Umformung sollen voll ausschöpfbar sein. Die HL Werkstoffdesigner können hier ihren Beitrag leisten.

Momentan fehlt es noch an den Basisdaten. Wir empfehlen einen - universitär verwalteten - Datenbankaufbau für HL Werkstoffe, worin nicht nur alle für die Auslegung und Nachrechnung spezifizierten Kennwerte (zB Kerbschlagwerte) definiert sind, sondern auch die Technologien der Herstellung nachvollzogen werden können (z.B. Gefügebilder) die für die österr. Werkstofflieferanten oder -hersteller verbindlich sind.

Aufbauend auf dieser Datenbank könnten (mit künstlicher Intelligenz ausgestatteter) Selektionsassistentenprogramme erstellt werden, die eine breitere Basis von Konstrukteuren und Verfahrenstechnikern in der richtigen Auswahl von HL Werkstoffen unterstützt.

7.5. Segment Umwelt und Rohstoffe



7.7.1. Megatrends im Bereich der Rohstoffe und Nachhaltigkeit

- Im Bereich der Rohstoffe und Ressourcen zeichnet sich das Szenario bis 2020 ab, dass die Rohstoff- und Energiereserven für die Metallherstellung grundsätzlich in ausreichender Menge vorhanden sein werden. Allerdings drängt sich die Frage der Ressourcenverfügbarkeit und der Beschaffungssicherheit zunehmend in den Vordergrund (Gaskrise 2009). Die Lagerstätten für die Rohstoffe für metallische Hochleistungswerkstoffe, wie Chrom, Kupfer, Nickel, Zink oder Mangan und fossile Energieträger finden sich auf wenige Länder konzentriert, die auch in absehbarer Zeit noch politisch instabil, sozial und wirtschaftlich unterentwickelt sein werden oder die einen enormen Rohstoffeigenbedarf haben, wie z.B. China.
- Die Versorgungsengpässe, Volatilität der Rohstoffpreise und Absicherung von nationalen Interessen und Märkten durch staatlichen Protektionismus machen eine

wirtschaftliche Herstellung und stabile Produktion von Hochleistungsmetallen in Österreich zunehmend riskanter. Für Europa und Österreich bleibt der Umgang mit Rohstoffen zur bestimmenden Frage. Heute noch als Abfall behandelte Reststoffe werden sich im Betrachtungszeitraum der Roadmap zum wertvollen Sekundärrohstoff entwickeln müssen, um die Produktion und Verarbeitung von Hochleistungsmetallen in Österreich zu sichern.

- Da die Herstellung und Verarbeitung von Hochleistungsmetallen aus Erzen sehr energieintensiv sind, stellt die Verfügbarkeit von ausreichender und leistbarer Energie eine zentrale Herausforderung für die weitere Entwicklung der Produktion in Europa dar. Die großteils abgeschlossene Entwicklung energieintensive Primäraluminiumproduktion aus Europa weg zu verlagern, könnte sich auch für die Roheisenherstellung in Zukunft abzeichnen. Vorrangig wird diese Entwicklung noch dadurch, dass die Roheisen- und Stahlherstellung aber auch die Verhüttung von anderen Metallen basierend auf Kohlenstoff als Reduktionsmittel basiert, sodass CO₂ emittiert wird. Die gesetzten Klimaschutzziele in Europa gehen in die Richtung CO₂ intensive Prozesse mit dem notwendigen Erwerb von CO₂ Zertifikation zu beaufschlagen. Diese Wettbewerbsnachteile sind dem Produktionsstandort Österreichisch nicht förderlich und führen dazu, dass CO₂ intensive Technologien zunehmend abwandern werden. Technologische Entwicklungen im Bereich Reduktion von CO₂ im Bereich der Eisen- und Stahlindustrie sind kurzfristig nur begrenzt möglich, da der technologische Stand bereits sehr hoch ist und die Einsparungspotenziale weitgehend ausgeschöpft sind. Weitere Reduktionen des CO₂ Ausstoßes treiben die Kosten bei nur mehr geringem Einsparungspotenzial enorm in die Höhe. (McKinsey Bild 1)
- Im Bereich der Umwelt prägt eine Reihe von nationalen und europäischen Gesetzen die zukünftigen Entwicklungen. Das Verbot von Einsatz von chemischen Elementen, wie z.B. Blei erfordern gänzlich neue Entwicklungen, um Hochleistungsmetalle mit vergleichbaren Eigenschaften zu haben. Legislative Entwicklungen nehmen direkten Einfluss auf den technologischen Stand, als Beispiel seien drastische Grenzwertreduktionen für CO₂, NO_x oder Feinstaubausstoß genannt. Vorgaben über die Verwertung oder das Recycling von Produkten am Ende deren Lebenszykluses werden zunehmend in Gesetzen verankert. Life Cycle Assessment und das Kreislaufdenken werden Technologieentwicklungen im Bereich der Hochleistungsmetalle im Betrachtungszeitraum der Roadmap zunehmend prägen.

7.7.2. Trends

Recycling

Das Recycling von metallischen Abfällen zu technologisch wertvollen Schrotten wird bis 2020 deutlich in Österreich zunehmen müssen. Eine Maßnahme, die den Einsatz von metallischem Abfall vorantreiben würde, wäre die gesetzliche Regelung, dass metallischen Abfall (Schrott) als sekundärer Rohstoff definiert wird. Diese Entwicklung

würde dem Trend des Abfalltourismus entgegenwirken und die Sekundärstoffe der österreichischen Industrie zugänglich machen. Von Seiten der Technik werden Schrotte bereits als maßgebliche Quelle zur Erhöhung der Versorgungssicherheit gesehen, der heute aber vorhandene technologische Stand ist bei weitem nicht so ausgereift, um Sekundärmetalle in gleicher metallurgische Qualität wie Primärstoffe einzusetzen. Verunreinigen, die mit den Sekundärstoffen eingeschleppt werden und in weiterer Folge die Eigenschaften der Hochleistungsmetalle negativ beeinflussen, erfordern neue metallurgische Entwicklungen. Für Stähle ist diese Option schon fortgeschritten. Für Nichteisenmetalle besteht allerdings noch massiver Handlungs- und Entwicklungsbedarf.

Meilensteine in der Zukunft, die diesen Entwicklungen maßgeblichen Nachdruck verleihen wird, ist die Umsetzung der Altautorichtlinie und der Elektronikschrottverordnung bis 2015.

Für die Werkstoffentwicklung entstehen durch diese gesetzlichen Richtlinien auch neue Herausforderungen. Das Verbot von Legierungselemente wie Blei, Beryllium, Cadmium, Quecksilber oder auch das Verbot von Chrom^{VI} lösen den Bedarf für neue Werkstoffentwicklungen aus.

Die beiden Trends zunehmender Einsatz von Sekundärstoffen, aber auch die Entwicklung von alternativen Werkstofflösungen können nur in der Verbindung von Metallurgie und Werkstoffforschung vorangetrieben werden. Daher ist in Zukunft eine verstärkte Verschränkung von Metallurgie und Werkstoffforschung zu forcieren.

Energieverbrauch

Europa zählt zu den Nettoimporteuren im Bereich primäre Energie, und hat dadurch eine sehr starke Abhängigkeit von einzelnen Ländern, wie zum Beispiel Russland. Diese Position dient zunehmend der politischen Machtdemonstration und setzt den europäischen Wirtschaftsraum sukzessiver mehr unter Druck. Dies trifft den Produktionsstandort Österreich im Bereich der Hochleistungsmetalle besonders, da die Herstellung und Verarbeitung von Hochleistungsmetallen aufgrund der heute eingesetzten Technologien und Aggregate intensiven Energieeinsatz erfordert. Die Energiekosten werden immer stärker zum Kosten bestimmenden Faktor.

Im Bereich des Thermoprozessmanagements tun sich Einsparungspotenziale auf, die durch die gesamtheitliche Betrachtung der Prozesse, Prozessoptimierung und Steigerung der Energieeffizienz und Wirkungsgrade gehoben werden können. Auch in diesen Bereichen besteht noch erhebliches Entwicklungspotenzial, um die Technologie in den nächsten Jahren voranzutreiben. Bei der Entwicklung neuer Gesamtkonzepte ergibt sich die Option des Einsatzes von alternativen Energien in einigen begrenzten Bereichen.

CO₂-Thematik - Emissionen

Grundsätzlich ist die Herstellung von Primärmetallen, sei es auf Basis von Eisen oder Aluminium, ausgehend von Erzen ein stark energieintensiver Prozess. Im Bereich der

Eisen- und Stahlindustrie ist die Tatsache noch damit verbunden, dass Kohlenstoff als Reduktionsmittel vom Erz zum Metall eingesetzt wird und diese Reaktion CO₂ frei setzt. In der Vergangenheit wurden der Eisen- und Stahlindustrie große Anstrengungen unternommen, um die Effektivität der Prozesse zu steigern und die CO₂ Ausstoß zu verringern. Die österreichische Eisen- und Stahlindustrie zählt zu den europäischen Treibern für den festzulegenden technischen Standard. Mit 2017 wird im Rahmen der IPPC Richtlinie der EU neue Vorgaben bezüglich des technischen Standards in Kraft treten.

Entwicklungen in Europa und insbesondere in Österreich um die CO₂ Zertifikate bedeuten einen hohen Kostendruck und Wettbewerbsnachteil für die Unternehmen. Die CO₂ Emission pro Tonne Roheisen ist heute in China und Indien zwei- bis dreimal so hoch wie in Österreich. Auf diese Länder entfällt bereits heute mehr als die Hälfte der Weltstahlproduktion. Bei der Anhebung der Hochofentechnologie in China und Indien auf europäisches Niveau kann global die Hälfte der heutigen CO₂ Emissionen der Stahlindustrie bis 2020 eingespart werden.

Heutige Pilotversuche CO₂ unter hohem Druck im Erdreich zu speichern, sind durch eine schlechte Gesamtenergiebilanz gekennzeichnet (CCS). Aus heutiger Sicht bietet diese Technologie noch keinen wirklichen Lösungsansatz bis 2020.

Milestones für die CO₂ Thematik wird mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Klimakonferenzen in Kopenhagen 2009 definiert werden. Des Weiteren bringt die mit 2013 beginnende 3. Stufe des CO₂-Tradings Ungewissheit über zukünftige Entwicklungsszenarien.

Heute ist schon absehbar, dass auch in Zukunft der Ausstoß von NO_x und Feinstaub eine zunehmende Treiberfunktion für die Produktionstechnologie übernehmen werden.

7.7.3. Maßnahmen im Bereich des Themas Umwelt und Rohstoffe Rohstoffe

Im Bereich der Rohstoffversorgung leiten sich vom Trend des vermehrten Einsatzes von Sekundärstoffen eindeutige technologische Maßnahme ab. Gravierender Entwicklungsbedarf besteht in der Erforschung und der Weiterentwicklung des Themas Recycling von metallischen Sekundärstoffen und deren metallurgischer Ersatz. Dieses Thema ist sowohl für Hochleistungsmetalle basierend auf Eisen, aber besonders für Nicht -Eisen- Metalle, wie Aluminium von essentieller Wichtigkeit. Bei Aluminium und Magnesium Werkstoffen, die zunehmend Anwendung finden, steigt der Einsatz von Schrotten zunehmend. Aluminiumlegierungen reagieren sehr sensible auf Abweichungen von der idealen chemischer Zusammensetzung. Das Vorhandensein von Verunreinigungen führt unmittelbar zu einem maßgeblich veränderten Eigenschaftsprofil der Hochleistungsmetalle. Durch ein Zusammenwirken von metallurgischen Neuentwicklungen und Werkstoffentwicklungen sollen neue Lösungen gefunden werden.

Bei Metallen, wie Kupfer und Zink setzen notwendige Entwicklungen im Bereich der Aufbereitung von Stäuben an, ehe diese als Sekundärrohstoffe zum Einsatz gelangen. Von Seiten der Aufbereitung von metallischen Reststoffen tritt die Problematik auf, dass die anfallenden Reststoffe immer kleiner in ihren Abmessungen werden und ein technologischer Entwicklungsschub notwendig sein wird. Werden diese Entwicklungen aufgegriffen, ist mit massiven Investitionen in Neuanlagen für die österreichische Industrie zu rechnen.

Als unmittelbare Maßnahme, um den anstehenden Entwicklungsbedarf zu decken, wäre eine Steigerung von F&E Projekten zum Recycling, die sich gleichzeitig mit Fragen der Aufbereitung, der Metallurgie und der Auswirkung auf die Werkstoffeigenschaften beschäftigen, erforderlich. Im Bereich der Forschungsfinanzierung gibt es zurzeit kein themenspezifisches Programm, das diese Initiativen gezielt unterstützen könnte. Der Aufbau eines thematischen Förderprogramms mit diesem Schwerpunkt wäre ein guter Ansatz, um die notwendigen Entwicklungen in diesem Gebiet voranzutreiben.

Aufgrund der Wichtigkeit des Themas wäre eine Bündelung heute schon bestehender Kompetenzen erforderlich, mit dem Ziel des Zusammenwirkens von Gruppen mit unterkritischer Größe und Nachhaltigkeit für F&E zu erreichen. Der Aufbau eines Kompetenzzentrums zu diesem Thema wäre eine durchaus anzustrebende Variante.

Für die Wirtschaft wird die Investition in Anlagen, die dem neuen Stand der Technologie entsprechen und auf den neuen Forschungsentwicklungen basieren, eine maßgebliche Maßnahme werden.

Um diese Entwicklungen generell zu stärken, ist eine gesetzliche Änderung vorzunehmen, die anfallenden metallische Reststoffe den Status von Sekundärrohstoffen zuerkennt und diese somit als wirtschaftliches Gut erkennen lässt.

Aus den Forschungsergebnissen werden sich maßgebliche neue Erkenntnisse ergeben, diese müssen in die Ausbildung der Ingenieure von Morgen integriert werden, bzw. ergänzende themenspezifische Aus- und Weiterbildung angeboten werden.

Energieversorgungen

Von Seiten der Technologieentwicklung kann der Energiefrage, nur durch das Heben von Einsparungspotenzialen rasch bei gekommen werden. Durch Projekte im Bereich der Erhöhung der Effizienz von Prozessen und Anlagen steckt noch erhebliches Potenzial. Der heutige technologische Wissensstand kann nur durch maßgebliche Forschungsaktivitäten vorangetrieben werden.

Andere Maßnahmen, die der Sicherung der Energieversorgung dienen, wie z.B. das Schließen von noch engeren und tragfähigen wirtschaftlichen und politischen Kontakten zu maßgeblichen Lieferantenstaaten wären sicherlich erforderlich, haben aber unmittelbaren keinen technologisch Beitrag. Technologieentwicklung kann erst im Folgeschritt ansetzen, wie es z.B. im Bereich des geplanten Baus der Nabucco- Pipeline ist.

CO₂/Emissionen

Die CO₂ Problematik erfordert im Umgang mit deren Lösung andere Modelle als es die Technik in der Lage ist, zu bieten. Diese Frage wird inzwischen für österreichische Unternehmen der Hochleistungsmetalle immer mehr zu einer Standortfrage, damit Unternehmen überleben können. Die geplante Reduzierung des erlaubten CO₂ Ausstoßes durch zu starke gesetzliche Restriktionen (minus 20-30%) können bei der Primärmetallherstellung sicherlich nicht bis 2020 durch technische Lösungen realisiert werden.

Neue Ideen, wie Carbon Capturing und Storage stehen erst am Anfang und brauchen mehr Entwicklungszeit und Kapazität, als dass es von der österreichischen Industrie bzw. den Forschungsinstitutionen aufgebracht werden können. Im Bereich dieser Arbeiten wäre der finanzielle Support zur Mitwirkung an internationalen Projekten erforderlich. Besonders Hochleistungsmetalle basierend auf Eisen und Stahl sind von dieser Thematik maßgeblich betroffen.

Eine gänzlich Alternative zur Reduktion des CO₂ Ausstoßes wäre die Wasserstoffmetallurgie. Expertenmeinungen differenzieren stark, wenn es um die Abschätzung der großtechnischen Realisierbarkeit der Wasserstofftechnologie geht. Zurzeit herrscht eher eine kritische Meinung vor. Möglichweise tut sich für die Wasserstofftechnologie, neue Möglichkeiten auf, wenn die Wasserstofferzeugung durch Solarenergie vorangetrieben werden kann. Aber auch diese Projekte konzentrieren sich aufgrund der klimatischen Verhältnisse nicht auf Österreich.

Im Bereich Nichteisenmetallurgie stellt sich noch ein weit höheres spezifisches Einsparungspotenzial für CO₂. So können Effizienzsteigerung durch moderne Brennertechnologie und Erhöhungen der Prozesstemperaturen, Einsparungen bringen.

Begleitthemen

Für Fragen im Hinblick auf Rohstoffversorgung und Umweltschutz kommen sehr stark Themen ins Spiel, die nicht ausschließlich technologischer Natur sind oder mit technologischen Lösungen beantwortet werden können. Dazu gehören, die Fragen der Versorgungssicherheit mit Energie und Rohstoffen bei gleichzeitig global steigendem Verbrauch, steigenden Kosten und Konzentration auf wenige Lieferantenstaaten. Eine Maßnahme, um Schwellenländer zu stärken, besteht im aktiven Technologietransfer bzw. in internationalen Aufbauprogrammen.

Von Seiten des Bergbaus versucht man durch neue Explorationstechnologien die Abbauwürdigkeit von Rohstoffen zu erhöhen. Europäische Projekte, die zum Ziel haben, bis 2040 Rohstoffe bis zu Teufen von 1000 m abzubauen, werden bereits vorangetrieben.

8. Synergien zwischen den einzelnen Segmenten

In der ersten Projektphase stand das Arbeitsteam vor der schwierigen Aufgabe, Hochleistungsmetalle exakt zu definieren, was sich aus der ungeheuren Vielfalt der Einsatzgebiete, Produktformen und Ausführungen unter der hohen Zahl der betrachteten Legierungen als sehr schwierig herausstellte.

Diese Heterogenität musste durch eine strenge Auswahl drastisch vermindert werden, trotzdem blieben hunderte Legierungen für die Analyse übrig.

Umso überraschender stellte sich am Ende der Workshops heraus, dass zahlreiche Synergien zwischen den einzelnen betrachteten Segmenten verblieben.

Werkstoff Technologie Segmente	Leichtbau	hoch - (warm) fest	Werkzeugstahl Schnellarbeits- stahl	Guss	Oberflächen- technik
BIW, Rohkarosse	Hss, LM, CFK	HSS	TB		😊
Powertrain	TiAl	WS Turbolader	TB bzw. HGB	Al Dünnwand ADI (LKW)	DLC PVD, CVD
Luftfahrt	LM, CFK TiAl, Mg	WS, Ph NiB	TB HGB	DS, SC	TBC
Bahnsysteme	Al (?) HSS	Maraging	Tb HGB	ADI	😊
Energietechnik	HSS Windr.	WS 12% Cr NiB	TB HGB	WS Gehäuse dünnwandig	Ionen impl. Werkstoff- verbunde
Maschinenbau	HSS, LM	WS NiB Keramik	TB HGB	ADI	Verschleißschutz

Werkstoff Technologie / Segmente	Substit	Technolgie	Simulation Modellierung	Fügetechnik	Sonstiges
BIW, Rohkarosse	Stahl - AL CFK (Mg)	Verkettung	☺	☺	
Powertrain	Guss - Al Kosten	Flexibilität Batterie- technik	☺	☺	
Luftfahrt	CFK Stahl - Ti Nieten - Kleben	NNS	VHCF MKS/FEM	Glare	Seewasser- korrosion
Bahnsysteme	Schweißen Kleben	RHG, WBH Räder Perl. - bainit Schiene	☺	☺	Lärm
Energietechnik	Werkstoff- Verbunde	Isotopie Homogenisieru ng Seigerungen	☺	Fe - NiB	Ermüdung Von Bauteilen
Maschinenbau	Stahl - Guss	- " - Verkettung	☺	☺	Thermoschoc k, Korrosion

Es betrifft dies vor allem höchstfeste Stähle, die in Summe von 6 Segmenten positioniert sind sowie hochwarmfeste Stähle, Ni-Basis-Superlegierungen, einige Al-Legierungen, Gusslegierungen (ADI) und Werkzeugstähle.

Aber auch einzelne Technologien, i.e. Oberflächen- und Fügetechnologien ziehen sich als roter Faden durch zahlreiche Segmente.

Dieser Umstand ermöglicht eine teilweise Bündelung der Maßnahmen, insbesondere der F&E Aktivitäten, was zu einer erheblichen Einsparung bei den Fördermitteln führen wird.

Abkürzungen und Begriffe

Abkürzungen	Englisch	Deutsch
NNS	Near net shape	endformnah
VHCF	very high cycle fatigue	
ADI	Austensite tempering iron	
LM		Leichtmetalle
CFK	Carbon fibre Composites	
Ph	precip. hardening steels	Ausscheidungshärter
WS		warmfeste Stähle
HSS	high strength steels	höchstfeste Stähle
TB		Trockenbearbeitung
HGB		Hochgeschwindigkeitsbearbeitung
WST		Werkzeugstähle
SS		Schnellarbeitsstähle
TBC	thermal barrier coating	thermische Schutzschicht
DS	direct solidified	gerichtet erstarrte Turbinenschaufel
SC	single crystal	Einkristall
FC	fuel cell	Brennstoffzelle
NiB	Ni-Basis	
☺	trifft zu	

12. Teilnehmer

12.1. Lenkungsausschuss

Alexander Retschnig	RHI AG
Bruno Buchmayr	Montanuniversität Leoben
Bruno Hribernik	Böhler Uddeholm AG
Hansjörg Dichtl	Österreichisches Gießereinstitut
Hubert Biedermann	Montanuniversität Leoben
Karl Radlmayr	voestalpine Automotive Holding GmbH
Martha Mühlburger	Montanuniversität Leoben

12.2. Expertenteam

Alexander Retschnig	RHI AG
Andreas Pichler	voestalpine Linz GmbH
Bruno Buchmayr	Montanuniversität Leoben
Bruno Hribernik	Böhler Uddeholm AG
Christian Mitterer	Montanuniversität Leoben
Erich Meixner	voestalpine Austria Draht GmbH
Franz Androsch	voestalpine Stahl GmbH
Gerhard Anger	AMAG Austria Metall AG
Gerhard Posch	Böhler Schweißtechnik GmbH
Gerhard Schindelbacher	Österreichisches Gießereinstitut
Günther Kneringer	Plansee SE
H.-Peter Degischer	TU Wien
Hansjörg Dichtl	Österreichisches Gießereinstitut
Helmut Antrekowitsch	Montanuniversität Leoben
Helmut Clemens	Montanuniversität Leoben
Helmut Kaufmann	AMAG Austria Metall AG
Herbert Schifferl	voestalpine Stahl Donawitz GmbH & Co KG
Hubert Lenger	Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
Karl Radlmayr	voestalpine Automotive Holding GmbH
Peter Schwab	voestalpine Linz GmbH
Raimund Ratzi	Miba Sinter Holding AG
Reinhold Ebner	MCL
Stefan Pirker	RHI AG

12.3. Workshop-Teilnehmer/Innen:

Ahmad Falahati	TU Wien
Albert Jörg	TU Graz
Albert Putschögl	Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
Alexander Pogany	BMVIT
Alexander Scheriau	INTECO
Andreas Böhm	Montanuniversität Leoben
Andreas Haigermoser	Siemens TS
Andreas Schachner	ÖBB TS
Axel Schwarz-Bergkampff	voestalpine
Bernd Buchberger	RHI AG
Bernd Kleinpass	Plansee SE
Christian Hinteregger	Magna International Europe AG
Claudia Kerschenbaumer	Böhler Bleche GmbH

Devrim Caliskanoglu	Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
Eduard Kotz	Plansee SE
Enno Arenholz	voestalpine AG
Franz Dorninger	voestalpine
Franz Hrachowitz	RTA Rail Tec Arsenal
Franz Pirker	Arsenal
Franz Riemelmoser	ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen
Gerhard Winter	Montanuniversität Leoben
Gernot Trattnig	V2C2
Günter Köhler	Bochumer Verein Verkehrstechnik
Hannes Sigmund	voestalpine AG
Harald Chladil	Andritz AG
Harald Raupenstrauch	Montanuniversität Leoben
Heimo Six	Siemens TS
Heinz Müller	DCM DECOMetal
Heinz Ossberger	VAE Weichensysteme
Herbert Fohringer	Stahl- und Walzwerk Marienhütte
Horst Cerjak	TU Graz
Hubert Köberl	Montanuniversität Leoben
Ingo Siller	Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
Johann Arztmann	Böhler Bleche GmbH & Co KG
Johannes Schenk	Montanuniversität Leoben
Jose Crespo	TU Wien
Josef Affenzeller	AVL List GmbH
Jürgen Feyerl	Stahl Judenburg GmbH
Karl-Otto Endlicher	BMVIT
Klaus Rießberger	TU Graz
Klaus Woltron	Minas Beteiligungs- und Management GesmbH
Krystina Spiradek-Hahn	Austrian Research Centers
Markus Moll	SMR, Reutte
Manfred Bannasch	Deutsche Bahn
Markus Hochegger	TU Wien
Martina Winkler	TU Graz
Michael Panzenböck	DMW/MUL
Nasrin Jank	Fronius
Peter Egger	Magna International Europe AG
Peter Moser	Montanuniversität Leoben
Peter Nefischer	BMW Steyr
Peter Pointner	voestalpine Schienen
Peter Schumacher	Montanuniversität Leoben
Peter Seemann	Ebner Industrieofenbau GesmbH
Rainer Kronsteiner	Welser Profile
Reinhold Hanus	voestalpine Gießerei Linz
Rudolf Gradinger	ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen
Rupert Puntigam	voestalpine Automotive Holding GmbH
Sebastian Schramhauser	Montanuniversität Leoben
Ernst Semerad	ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen
Wolfgang Simader	Plansee SE
Stefan Lechner	Siemens VAI Metals Technologies GmbH & Co
Thomas Schaden	Siemens VAI Metals Technologies GmbH & Co
Ursula Stiendl	Montanuniversität Leoben
Walter Stiegelbauer	Fronius
Wilhelm Karner	Andritz AG
Wolfgang Schützenhöfer	Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
Yassar Ghanimi	Andritz AG

13. Danksagung

Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), in Besonderem Herrn Mag. Pogany und Herrn DI Göbl, sowohl für die Initiative zur Erarbeitung der Technologie-Roadmap „HLM“, als auch für die Finanzierung beider Projektphasen.

Das Engagement aller Experten und -innen aus den beteiligten Firmen, F&E Organisationen und Universitäten war beispiellos, bei den Workshops, den Interviews und auch bei weiteren Konsultationen.

Herzlichen Dank dafür!