



## Ex-ante Impact Analyse der in der Austrian Materials Foresight entwickelten Forschungs-und Produktideen zur Identifikation von disruptiven Innovationen

Bruno Hribernik<sup>1</sup>  
Brigitte Kriszt<sup>2</sup>  
Marianne Hörlesberger<sup>3</sup>



Bruno Hribernik<sup>1</sup>  
Brigitte Kriszt<sup>2</sup>  
Marianne Hörlesberger<sup>3</sup>

Bericht zum Projekt Werksvertrag GZ BMVIT 603034/12III/15/15 im Auftrag des Bundesministeriums für  
Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

AIT-F&PD-Report  
Jänner 2016

<sup>1</sup> ASMET Austrian Society for Metallurgy and Materials (ASMET)

<sup>2</sup> Montanuniversität (MUL)

<sup>3</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH (AIT)

Herausgeber Konsortium ASMET/AIT/MUL

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die Doppelnennung der Geschlechter verzichtet.

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Ausgangssituation – Starting Point</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Methodik</b>	<b>5</b>
2.1	Ex-ante Impact Analyse	5
2.2	Disruptive Innovation	6
<b>3</b>	<b>Vorbewertung der Austrian Materials Forschungs- und Produktideen</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Zukunftsrelevante Themencluster</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Bewertung der sekundären Themencluster</b>	<b>16</b>
5.1	Bewertung des Themengebiets Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik	16
5.2	Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe und hochfeste Werkstoffe und neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien	17
<b>6</b>	<b>Bewertung der primären Themencluster</b>	<b>18</b>
6.1	Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung	18
6.2	Recycling von Metallen und nachhaltige Werkstoffe	20
6.3	Maßnahmen zur Stärkung des Potenzials für disruptive Innovation	22
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Anhänge</b>	<b>25</b>
	<b>Wirtschaftliche Aspekte</b>	25
	<b>Umweltaspekte</b>	25
	<b>Gesellschaftliche Aspekte</b>	25
	<b>Bewertungsschema</b>	26
	<b>Ergebnisse des Workshops in Alpbach (26. August 2015)</b>	26
	<b>Teilnehmer am Workshop in Alpbach</b>	31
	<b>Interviewpartner für Expertengespräche</b>	32

# 1 Ausgangssituation – Starting Point

Vom Konsortium ASMET, AIT und der MUL wurde im Auftrag des BMVIT (Projekt FFG Nr. 838831) die Austrian Materials Foresight unter Einbindung von Fachexperten aus Wissenschaft und Wirtschaft erstellt. Diese „Austrian Materials Foresight“<sup>1</sup> lieferte weit über 120 Ideen für Forschungsthemen und Produktideen, die maßgeblich die österreichische Zukunft bis 2030 prägen werden. In der Foresight wurden für die Werkstoffe Stahl, Nichteisenmetalle, Kunststoffe, Keramik und Verbunde dieser Werkstoffe in 10 Szenarien über 60 Forschungs- und 60 Produktideen entwickelt.

Was von Seiten der Foresight Studie sehr begrenzt möglich war, ist die Priorisierung dieser Ideen im Hinblick auf ihren Impact auf die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit und deren Hebel auf die Innovationkraft von österreichischen Unternehmen. Um diese Aspekte näher zu beleuchten, wurde das Projekt „Ex-ante Impact Analyse der in der Austrian Materials Foresight entwickelten Forschungs- und Produktideen zur Identifikation auf potenzielle disruptive Innovationen“ im Auftrag des BMVIT gestartet.

Der Anspruch an die Ex-ante Analyse von Ideen mit dem Potenzial für disruptive Innovationen stellt eine besondere Herausforderung dar, da bahnbrechende Innovationen nicht nur nach technischen Kriterien bewertet werden, sondern disruptive Innovationen unser Umfeld in gesellschaftlich-sozialer, technischer, umweltrelevanter wie auch in wirtschaftlicher Dimension erfassen und verändern. Wir wissen heute, dass innovative Werkstoffe sicherlich als Motor für Innovation gesehen werden können, dass aber sehr oft die Werkstoffe bei Betrachtung der eigentlichen disruptiven Innovation in den Hintergrund treten. Im Projekt galt es daher, die Wirkung der gewonnenen Foresight-Ideen auf mögliche Neuerungen oder deren Einflussnahme auf unser alltägliches Umfeld und Leben zu bewerten, um davon einen disruptiven Charakter ableiten zu können.

Da die Bewertung der Einflussnahme werkstoffrelevanter Themen auf unsere Zukunft viele Sichtweisen braucht, wurde dieser Prozess wiederum unter Einbindung von Experten und Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft durchgeführt. Die Ex-ante Impact Analyse hebt jene Themen und Ideen aus dem Ergebnis der Foresight hervor, deren Bearbeitung und Erforschung von besonderer hoher Wichtigkeit für die Weiterentwicklung des Standortes Österreichs im globalen Wettbewerb sind, da das Hervorbringen von disruptiven Innovationen nachhaltig zur Änderung des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebensraumes beiträgt.

<sup>1</sup>Hribernik, Bruno; Kriszt, Brigitte; Hörlesberger, Marianne. (2014)

Austrian Materials Foresight für Hochleistungswerkstoffe zur Stärkung des Wissens- und Produktionsstandortes Österreich, Studie durchgeführt im Auftrag des BMVIT und der FFG, ([http://asmet.org/wp-content/uploads/2015/05/Studie-zur-Austrian-Materials-Foresight\\_Endfassung.pdf](http://asmet.org/wp-content/uploads/2015/05/Studie-zur-Austrian-Materials-Foresight_Endfassung.pdf)).

## 2 Methodik

### 2.1 Ex-ante Impact Analyse

Das Ziel einer Ex-ante Impact Analyse ist es abzuschätzen, welche Auswirkung bestimmte Technologien auf die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Umwelt haben können. Die Ergebnisse einer solchen Analyse können eine gute Grundlage darstellen, welche Aktionen auf politischer Ebene in Bezug auf die Förderung von Forschungs- und Technologieprogrammen/-projekten gesetzt werden sollen.

Eine Ex-ante Impactabschätzung ist ein Schlüsselinstrument zur Analyse von Potenzialen neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen, um die Wirkung damit verbundenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Chancen auszuloten. Generell kann so eine Analyse auch Untersuchungen der rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen dieser wissenschaftlich-technischen Entwicklungen umfassen. Die Ergebnisse einer Ex-ante Impact Analyse dienen als Grundlage für Handlungs- und Gestaltungsoptionen für politische Entscheidungsträger. Im Projekt wird angestrebt, folgende Ziele zu realisieren:

- Ermitteln der relevanten Kriterien und Indikatoren unter Einbindung von BMVIT, Industrie, Wissenschaft (wirtschaftliche, soziale, ökologische, genderrelevante Auswirkungen) für die Themen – Priorisierung.
- Impact Analyse hinsichtlich der Auswirkungen auf die Wirtschaft, die Ökologie und die Gesellschaft der genannten Forschung- und Produktideen aus der Foresight entsprechend der festgelegten Kriterien.
- Bewerten der Ergebnisse und konkrete Vorschläge für Umsetzung der Maßnahmen und Themen im Vorfeld (Wirksamkeit, Effizienz, Kohärenz).

Typische Analyseschritte für ein Ex-ante Impact-Assessment sind in Referenz dargestellt<sup>2</sup>. Da die gegenständliche Ex-ante Impact Analyse bereits auf einem Foresight – Prozess aufsetzte, wurden folgender Prozess gewählt (siehe Antragstellung BMVIT):

1. Definition der gesellschaftlich-sozialen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Kriterien durch das Projektteam
2. Reflexion der Kriterien mit dem Auftraggeber und anderen Stakeholdern, Überarbeitung und Anpassung der Kriterien (Kriterienzusammenstellung siehe Anhang Wirtschaftliche Aspekte, Umweltaspekte, Gesellschaftliche Aspekte)
3. Durchführung einer Vorbewertung aller Forschungs- und Produktideen der Austrian Materials Foresight entsprechend der Kriterien
4. Zusammenführen der als maßgeblich bewerteten Themen in 5 große Themencluster
5. Durchführung eines Expertenworkshops im Rahmen des Forums Alpbach 2015 mit dem Ziel der Reihung der Themencluster untereinander. Ergänzende Aspekte in der Expertenbewertung

<sup>2</sup>[http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/commission\\_guidelines/docs/iag\\_2009\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/commission_guidelines/docs/iag_2009_de.pdf)

waren neben den Kriterien Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt die Fragen nach bestehenden österreichischen Unternehmen oder Forschergruppen, die sich schon mit den Themenstellung der Themencluster beschäftigen. (Teilnehmerliste und Protokoll siehe Anhang)

6. Durchführung von individuellen Experteninterviews in den Themenclustern, die mit dem höchsten Potenzial als Impulsgeber für disruptive Innovationen bewertet wurden. Bei den Interviews wurden die Experten nach ihrer Einschätzung befragt, welche Werkstoffforschungsaktivitäten voranzutreiben sind, wie die Position von Österreich im internationalen Vergleich ist bzw. welche konkreten Maßnahmen zu setzen wären, um disruptive Innovation voranzutreiben.
7. Zusammenführen der Ergebnisse, Analyse, Schlussbewertung und Berichterstellung.

## 2.2 Disruptive Innovation

Der Begriff der disruptiven Innovation<sup>3</sup> findet sich in den Arbeiten von Prof. Clayton M. Christensen (Harvard Business School) und in seinem 1995 erschienenen Buch "The Innovators Dilemma" beziehungsweise dem Fachartikel "Disruptive Technologies: Catching the Wave". Der Begriff steht in Abgrenzung zur inkrementellen (schrittweisen) Innovation. Manchmal findet man auch Begriffe, wie revolutionäre und evolutionäre Innovation.

Bei der inkrementellen/evolutionären Innovation wird eine bestehende Technologie oder ein existierendes Produkt verbessert, effizienter oder günstiger gemacht. Meistens werden ein paar weitere Anforderungen erfüllt und ein paar neue Eigenschaften hinzugefügt.

Eine disruptive Innovation hingegen verändert die Spielregeln auf dem Markt oder gestaltet das Nutzungsverhalten vollkommen neu. Interessanterweise wird die Disruption nicht immer durch wirklich neue, sondern durch ein Zusammenspiel von bekannten Techniken mit dem Erfüllen von neuen Kundenbedürfnissen ausgelöst.

Ein gutes Beispiel für eine disruptive Innovation ist das Zusammenwirken von sozialen Netzwerken und der entsprechenden mobilen Kommunikationshardware. Mit Facebook wurde den Menschen die Möglichkeit geboten, sich jederzeit mit anderen auszutauschen und auf einfache Weise soziale Kontakte mit Freunden und Angehörigen zu halten. Dies entspricht dem ureigensten Bedürfnis des Menschen, mit Gleichgesinnten zukommunizieren. Zeitgleich treten Smart Phones – vorangetrieben vor allem von Apple – am Markt auf. Disruptive Innovation wird im konkreten Fall durch die Erfüllung von gesellschaftlich-sozialen Bedürfnissen, gepaart mit technischen Lösungen und neuen Businessmodellen,

<sup>3</sup> Christensen, Clayton M.

Disruptive Innovation Explained. <http://www.claytonchristensen.com/key-concepts/>

Bower, Joseph L.; Christensen Clayton M. (1995),

Disruptive Technologies. Catching the Wave. In: Harvard Business Review, Bd. 69 S. 19–45, ISSN 0007-6805.

<http://www.claytonchristensen.com/key-concepts/>

<https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation>

<http://www.heise.de/developer/artikel/Was-ist-eine-disruptive-Innovation-1382621.html>

erreicht. Der Siegeszug des Smart Phones als neuartiges Device, durchaus auch für eine Reihe von anderen nachfolgenden Business Anwendungen, war somit nicht mehr aufzuhalten. Die Kombination von Telefonie, dem Austausch von Mail, Daten, Bildern und Videos oder die online Anbindung ans Web haben eine Vielzahl an Businessapplikationen hervorgebracht. Die Technik in Form des Smartphones bildet nur die Hardware für diese disruptive Innovation, die heute vorwiegend der Miniaturisierung, der Steigerung der technischen Performance hinsichtlich Bildschirmleistung (Touchscreen), Speicherleistung und Energieeffizienz und der Softwareentwicklung unterliegt.

Aus diesem Beispiel ist zu sehen, dass eine Reihe von Kriterien – gesellschaftlich-sozialer, wirtschaftlicher, technischer und zunehmend auch ökologischer Perspektiven – erfüllt werden müssen, um disruptive Innovation hervorzubringen. Aufgrund dieser Erkenntnis ist eher davon auszugehen, dass eine reine Werkstoffentwicklung nicht in der Lage sein wird, als disruptive Innovation unser Leben und Umfeld zu ändern; was allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten kann, ist, dass Werkstoffe Impulsgeber für disruptive Innovationen sind.

### 3 Vorbewertung der Austrian Materials Forschungs- und Produktideen

Die Bewertung aller in der Austrian Materials Foresight entwickelten Forschungsthemen und Produktideen ergab im Hinblick auf deren Potenzial als Impulsgeber für disruptive Innovation folgendes Ergebnis

Ranking der genannten Produktideen nach gesellschaftlich-sozialen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Themen.

Tabelle 1: Priorität der Produktidee sinkt mit steigender Position im Ranking

Produktthemen	Ranking
Hochleistungsenergiespeicher	1
Energiespeichermaterial	2
Universelle Brennstoffzelle	3
Neue Energiespeicher und Werkstoffe, die diese Entwicklung ermöglichen	4
Energiespeicher aus Kunststoffmassen	5
Große Palette an Kunststoffen aus Biowaste	6
Batterie für PKW mit einer Speicherkapazität von 1000 km Reichweite	7
Hybridmaterialien zur Realisierung von neuer Funktionserfüllung	8
Kontaktfreie Versorgung von Elektrofahrzeugen	9
Mechanisch stark belastete Großbauwerke aus Carbon-Faserwerkstoffen (z.B. längste Brücke der Welt)	10
Automatisierte IT Designtools für Werkstoffentwicklung (Simulation und Modellierung)	11
Induktionsantriebenes autonom fahrendes Auto	12
Hocheffiziente Recyclinganlagen für Werkstoffe jeder Art	13
Verbundsysteme Stahl-Keramik mit der Zielanwendung für erneuerbare Energie	14
Unzerbrechliche Keramik	15
300kg Auto mit 4000MPa Stählen in Großserie	16
Neue höchstfeste Aluminiumlegierungen für Hochtemperaturanwendungen	17
Hochzähe Keramik	18
Werkstoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften für bestimmte Einsatzgebiete	19
Stahllaminat/Hybride	20
1500° Turbinenschaufel für H <sub>2</sub> -Treibwerk	21
„Rapid Prototyped“ Cars - selbstgedruckte Automobile	22
Verstärkter Leichtbau mit Kunststoffen	23
Höchstfeste Aluminiumlegierung mit > 90% Rezyklatanteil	24
Dampfturbine mit einer Operationstemperatur von 750°C	25
Kriechbeständiger, hochtemperaturfester Stahl für thermische Kraftwerke (> 700 Grad)	26

Keramische Gasturbine	27
Ultrahochfester, hochzäher Stahl (Leichtbau)	28
Recycling für Struktur- und Funktionskeramik	29
Höherer Schrottanteil für hoch umgeformte Fahrzeugbauteile	30
Faserverbundrecycling sortenrein möglich	31
Virtuelles globales Ausbildungsprogramm an der MUL für Kunststofftechnik	32
Keramikfilter für Luft und Wasser	33
Nicht benetzende Keramik – Lotuseffekt bei hohen Temperatur	34
Rückgewinnung von ehemaligen Kunststoffteilen	35
Kunststoffverbunde und Produkte aus >60% Rezyklat	36
„Low-cost“ korrosionsbeständige Stähle	37
Neue Vollkeramiklager	38
„Low-cost“ Stahlprodukte durch stark verkürzte Prozesskette und umweltfreundliche Verarbeitungstechnologien	39
Magnetisch gehärtete Stahlbauprodukte (z.B. Crashelemente)	40
Stärkung der Wiederverwendung von Produkten begehaltenem Qualitätslevel	41
Neuartige Antriebssysteme	42
Genormtes Schweißverfahren für Stähle mit über 2000MPa	43

Ranking der genannten Forschungsthemen nach gesellschaftlich-sozialen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Themen.

Tabelle 2: Ranking der Forschungsthemen[Priorität sinkt mit steigender Position im Ranking]

<b>Ranking der Forschungsthemen bereinigt um Mehrfachnennungen</b>	<b>Reihung</b>
Selbsteilende Materialien (Keramik, Kunststoffe, Metalle und Verbunde) mit deutlich erhöhter Schadenstoleranz und höchsten Festigkeiten	1
Entwicklung von Hochleistungsenergiespeicher und die dazu erforderlichen Materialien	2
Energieautonome Stahlproduktion (Prozessentwicklung)	3
CO <sub>2</sub> freie Stahlproduktion	4
Entwicklung von 3D Printing Verfahren für Ti-Legierungsteile/Strukturen	5
Rohstoff- und energieeffiziente Produktion mit Losgröße 1	6
Funktionsorientiertes Design - maßgeschneidert auf Anwendung	7
Naturfaserverstärkte, mikro- und nanopartikelverstärkte Kunststoffe	8
Energieeffizienz in Produktion und Produktgebrauchsphase	9
Entwicklung von Funktionsschichten	10
3D Printing für komplexe Produkte (z.B. Automobil)	11
Selektives Urban Mining mit biologischen Verfahren	12
Design von multistrukturierten Werkstoffen oder auch Produkten	13
Hybride Stahlverbunde	14
IT-Design von Metallurgie Legierungssystemen/Simulation von Werkstoffen	15
Funktionalisierung von Produkten und Werkstoffen durch Design, Einsatz von numerischer Modellierung und Simulation	16

Steigerung der Versorgungssicherheit von Rohstoffen durch In-House Generierung	17
„Ab initio“ Modellierung für Hochleistungsstahl - Entwicklung	18
Bakterien für Schrottreycling	19
100% Recycling für Keramik und Ingenieurkeramik mit geringstem Energieaufwand	20
IT Design (Modellbasierte Stähle) von Metallurgie Legierungssystemen/Simulation von Werkstoffen	21
Verstärkter Leichtbau durch Kunststoff, neue Konzepte, Werkstoffesubstitution	22
Automatisches/Automatisiertes Trennen von Hybridkomponenten	23
Erreichen von erhöhter Energieeffizienz in der Stahlproduktion und -fertigung	24
Hybridmaterialien	25
Entwicklung und Erforschung von keramischen Werkstoffen in integrierten Bauelementen	26
Korrosionsresistente isotrope Magnesiumlegierungen	27
Gestalten von Mikrostrukturen durch smarte Prozesse	28
Biominalisation von Funktionskeramik	29
Turbinenschaufel aus Keramik (2000°C)	30
Technologie Niedertemperatur Sintern von Keramik und Metallen	31
Erhöhung der Produktqualität (kein Downcycling) durch Einsatz von rezyklierten Werkstoffen	32
Reduktion des Energieverbrauchs bei der Herstellung und Bearbeitung von NE Metallen	33
Verbesserung der Werkstoffeigenschaften hinsichtlich der Eigenschaften Festigkeit, Zähigkeit, Schadenstoleranz	34
Hochduktilen Aluminiumlegierungen mit höchsten Festigkeiten	35
Umweltfreundliche Trenntechnologien für Recyclingmetalle	36
Höchste Recyclingquoten	37
Neue Füge-technologie für keramische Komponenten	38
Steigerung der mechanischen Eigenschaften (Festigkeit) durch Nanokristallisation von Al	39
Null-Ausschuss Produktion	40
Substitution von kritischen Rohstoffen	41
Entwicklung von hochauflösender und separierender sensorbasierten Sorting-technologie von Schrotten mit hohem Durchsatz für Al Recycling	42
Implantierte künstliche Organe hergestellt durch 3D Printing Verfahren	43
Neue Schnittstellen Mensch-Maschine	44
Simulation der Biokompatibilität von smarten Hybridwerkstoffen	45
Automatisierungen	46
Stahl-tunnel mit Unterdruck für 600km/h Verbindung (Individualfahrzeuge)	47
Neue Prüftechniken für mikro-mechanische Systeme	48
Neue Schäumtechnologien für Polymerwerkstoffe	49
Korrelative 3D Mikroskopie (Atomsonde/TEM/EBSD großer Volumen (1*1*1 cm <sup>3</sup> ) zur Entwicklung von Advanced High Strength Steels	50
Entwicklung von Methoden zur wirtschaftlichen Bearbeitung von Metallverbunden und schwer zerspanbaren NE Metallen (Schneidstoffentwicklung)	51

Die Rankings stellen die Bewertung der Themen im Hinblick auf wirtschaftliche, gesellschaftlich-soziale und ökologische Themen dar.

## 4 Zukunftsrelevante Themencluster

Um eine weitere übergreifende Bewertung dieser individuellen Themen vorzunehmen, wurden diese Themen in fünf große thematische Cluster [Abb. 1] gruppiert. Themen der neuartigen Herstellung, wie sie etwa die generative Fertigung bietet, finden sich in allen definierten Clustern als Unterthema.

1. **Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähend hochfeste Werkstoffe**
2. **Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailormade“ Materialien**
3. **Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik**
4. **Nachhaltige Werkstoffe und Recycling**
5. **Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung**



**Abbildung 1: 5 Themencluster basierend auf Bewertung der Forschungs- und Produktideen aus der Austrian Materials Foresight**

**Themencluster 1 (Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähend hochfeste Werkstoffe [Abb.2])** bezieht sich auf Themen der Werkstoffentwicklung selbst. Dazu zählen die Entwicklung von neuen Werkstoffen oder Verbunden. Neue werkstoffkundliche Mechanismen sollen Selbstheilungseffekte in Werkstoffen ermöglichen, damit die Schadenstoleranz steigt und Werkstoffe aktiv auf Schädigung reagieren können. Weiteres fallen in diesen Themencluster die Aufgabestellungen, z.B. deutliche Verbesserung der mechanischen und thermischen Werkstoffstoffeigenschaften, sodass höhere Festigkeiten sowohl bei Raumtemperatur als auch bei Hochtemperaturbelastung erzielt werden. Diese Themen dienen primär dazu, heute schon bekannte Technologie oder auch Produkte zu extremeren Anwendungen zu führen. Typische Beispiele sind dabei Leichtbau oder auch der Dauereinsatz von Stählen bei Betriebstemperaturen von über 700°C, wie z.B. in Dampfkraftwerken. In diesen Themencluster fallen auch Ideen für neue Produktionsverfahren, die eine Individualisierung von Produkten oder die wirtschaftliche Herstellung von kleinen Stückzahlen ermöglichen.



Neue autonome Fortbewegungsmittel für Individualverkehr – neue Antriebssysteme wahlweise für terrestrische oder Fortbewegung in der Luft  
hoher Anteil an verschleißfreien Keramikwerkstoffen  
optional als 3D Druck-Selbstbaukasten

**Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe** Werkstoffe für Anwendungen jeder Art wie Automotive, Energieerzeugung, Turbinen, etc. (Polymere, Keramik, Metalle oder Hybride)

**Abbildung 2: Themencluster 1 (Produktbeispiel)**

In **Themencluster 2 (Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien [Abb.3])** finden sich alle genannten Ideen zur methodischen Werkstoffentwicklung und Entwicklung selbst. Dominierend sind jene Themen, die das Design von Produkten und die Werkstoffentwicklung durch Modellierung und Simulation beschleunigen sollen und experimentelle oder zeitaufwendige Entwicklungsarbeiten zurückdrängen. Für die experimentellen Methoden wurden Ideen genannt, die die Charakterisierung von Werkstoffen im Mikro- und auch Nanobereich einfacher und leicht anwendbar machen. Durch neue Fertigungsverfahren sollen die entsprechend des Anforderungsprofils designten Werkstoffe hergestellt werden.



**Abbildung 3: Themencluster 2 (priorisierte Forschungs-und Produktideen)**

In **Themencluster 3(Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik [Abb. 4])** sind alle Produkt- und Forschungsideen zusammengefasst, die sich mit medizin- oder humantechischen Werkstoffen und Produkten befassen. Sehr oft werden Werkstoffe für den Einsatz im Bereich der Endoprothetik genannt,

deren Funktion weit über die heute vorgeschlagenen Grenzen hinausgehen soll (z.B.künstliche Organe).Ideen für Forschung oder Produkte, die eine Individualisierung entsprechend des Bedarfs für Patienten erlauben, stehen dabei im Vordergrund.



### Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik

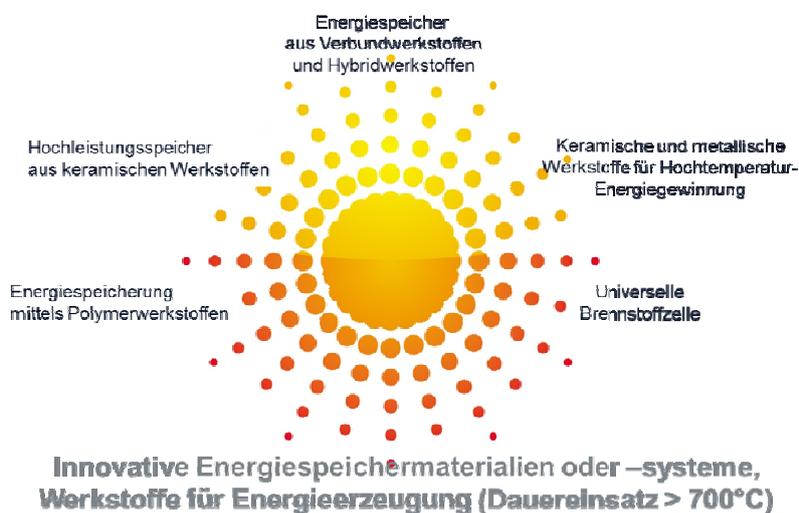
**Abbildung 4: Themencuster 3 (priorisierte Forschungs- und Produktideen)**

In **Themencuster 4 (Nachhaltige Werkstoffe und Recycling [Abb. 5])** sind alle Forschungs- und Produktideen zusammengefasst, die Herausforderungen in den Recyclingtechnologien von Werkstoffen, die Erhöhung der Rohstoffverfügbarkeit durch Werkstoffrecycling, die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Produktion und Verarbeitung der Werkstoffe darstellen oder generell zu verbesserten Umweltstandards der Werkstoffverarbeitungstechnologien führen. Dies führt folglich zu neuen Werkstoffen, da der Einsatz von Sekundärrohstoffen oder natürlichen Rohstoffen sowohl den Chemismus und die Struktur als auch die Verarbeitungsverfahren maßgeblich ändern. Übergeordnetes Ziel ist dabei, zumindest gleichbleibende Produktqualität zu erreichen. Diese Themen spannen sich über alle Werkstoffgruppen von metallischen Werkstoffen über Kunststoffe und deren Kunststoffverbunde bis hin zu den Keramiken. In Themencuster 4 spielen wiederum Ideen des Leichtbaus zur Effizienzsteigerung und Individualisierung in der Verarbeitung von Werkstoffen und der Fertigung von Produkten hinein. Des Weiteren ist aufgrund der heute schon bekannten Europäischen CO<sub>2</sub> Roadmap mit einer schrittweisen Substitution von CO<sub>2</sub> freisetzenden Verfahren zu rechnen. Diese rechtliche Entwicklung wird eine entscheidende Rolle auf die Werkstoffproduktion nehmen.



**Abbildung 5: Themencluster 5 (priorisierte Forschungs- und Produktideen)**

**Themencluster 5 (Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung [Abb.6])** summiert alle Themen, die sich mit der Bereitstellung und Konvertierung, mit der elektrochemischen und physikalischen Speicherung von Energie und somit mit der Sicherstellung der Verfügbarkeit der Ressource Energie beschäftigen. Durch das zunehmende Angebot von erneuerbaren Energien (Sonne, Wind oder Wasser) erreicht das Thema Energiespeicherung eine deutlich steigende Bedeutung. Die in der Austrian Materials Foresight genannten Themen sehen großes Potenzial durch die Weiterentwicklung in den Werkstoffgruppen Metall, Kunststoff, Keramik und deren Verbunden.



**Abbildung 6: Themencluster 5 (priorisierte Forschungs- und Produktideen)**

Diese 5 Themencluster wurden im Rahmen eines Workshops (Forum Alpbach 2015) mit wichtigen nationalen Fachexperten diskutiert und von diesen im Hinblick auf ihren Impact als Auslöser für disruptive Innovationen bewertet und untereinander gereiht. Zur Bewertung wurde den Experten ein Kriterienraster vorgegeben, der sowohl gesellschaftlich-sozial, wirtschaftlich und umweltrelevante Aspekte beinhaltet. Die Experten wurden auch gebeten, ihre Bewertung verbal zu begründen und

anzugeben, welche Forschergruppen und Unternehmen sich schon heute mit diesen Themen beschäftigen. Die detaillierten Ergebnisse dieses Workshops befinden sich im Anhang unter Ergebnisse des Workshops.

Als wesentliches Ergebnis ist zu sehen, dass die Bewertung grundsätzlich primär und sekundär relevante Themencluster ergab. Grundsätzlich wurde die Priorität keines Themenclusters als gering in Bezug zur allgemeinen innovativen Entwicklung der österreichischen Wirtschaft gesehen. Zu den sekundären Themenclustern werden folgende gezählt:

- Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe und hochfeste Werkstoffe
- Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien
- Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik

Sekundäre Themencluster sind dadurch charakterisiert, dass sie nicht in allen Kategorien - Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt – eine Wirkung in Bezug zu disruptiven Innovationen bieten. Zusätzlich hat so der Themencluster „Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik“ keine kritische Größen an Forschergruppen oder in Österreich forschende Unternehmen.

Zu den primären Themenclustern zählen jene, denen die Experten in allen definierten Kriterienkategorien eine Wirkung auf das Potenzial von disruptiven Innovationen zugeordnet werden. Dazu zählen die Themencluster:

- Nachhaltige Werkstoffe und Recycling
- Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung

## 5 Bewertung der sekundären Themencluster

Ergebnis des Workshops war, dass die unten genannten Themencluster als sekundär eingestuft wurden [Abb. 7]:

- Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe und hochfeste Werkstoffe
- Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien
- Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik

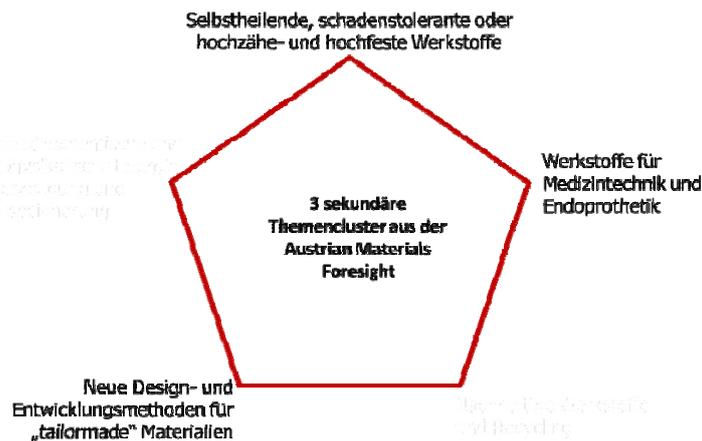


Abbildung 7: Sekundäre Themencluster

Diese als sekundär eingestuften Themencluster wurden von den Experten sehr wohl für die Entwicklung Österreichs als relevant eingestuft, allerdings im Hinblick auf den vorgegeben Kriterienraster schnitten diese drei Themencluster nicht als primäre Auslöser für disruptive Innovation ab.

### 5.1 Bewertung des Themengebiets Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik

Von den Fachexperten wurde dieser Themencluster im Hinblick auf die gesellschaftlich-soziale Entwicklung als wichtig bewertet. Die festgelegten Kriterien im Hinblick auf Auslöser von disruptiven Innovationen – also hoher Impact in allen drei definierten Kriterien – können nicht erfüllt werden. Der Impact auf die Umwelt wird als sehr gering eingeschätzt; hinzukommt noch, dass die Wertschöpfung für österreichische Unternehmen gering ist. Die Anzahl der genannten Werkstoffforschergruppen, die sich mit diesen Thematiken beschäftigen, wurde eher als unterkritisch eingeschätzt. Aber wesentlich wichtiger ist, dass in diesem Themengebiet marktbestimmende Unternehmen in Österreich kaum forschen oder ihr Headquarter angesiedelt haben. Diese Einschätzung der Experten bestätigt eine Analyse der Patentaktivität (Anmeldung von Patenten und Gebrauchsmuster) der letzten 5 Jahre wider. Die Anzahl der angemeldeten gewerblichen Schutzrechte in Österreich in diesen Patentklassen beträgt gerade ca. 1% der jährlich genehmigten Patente.

## 5.2 Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe und hochfeste Werkstoffe und neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien

Themencluster 1 und Themencluster 2 bilden werkstoffintrinsic Fragestellungen und werden daher aufgrund der ähnlichen Expertenbewertung gemeinsam behandelt. Die Themencluster wurden grundsätzlich von den Fachexperten als wichtig im Hinblick auf disruptive Innovation eingestuft. Im Ranking unter den genannten Themenclustern nehmen diese beiden allerdings nur Platz 4 und Platz 5 ein, da die Experten übereinstimmend zur Erkenntnis kamen, dass Werkstoffentwicklungen eher kaum direkt disruptive Innovation auslösen. Die genannten Themen werden im Hinblick auf wirtschaftliche Entwicklung als wichtig bewertet, in Bezug zur gesellschaftlich-sozialen Entwicklung geht man davon aus, dass die Wahrnehmung der Gesellschaft nicht gegeben ist. Eine übereinstimmende Expertenmeinung bestand allerdings darin, dass Entwicklungen in den primären Themenfeldern nur erfolgreich weitergeführt werden können, wenn die Forschungsarbeiten im werkstoffintrinsic sekundären Themencluster (1 und 2) in den Forschungsprogrammen verankert werden. Dementsprechend leiten sich auch für die genannten Forschungs- und Produktideen Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab. Die genannten Forschungsideen erstrecken sich von grundlegenden Arbeiten bis hin zur erforderlichen kooperativen Anwendungsforschung. Im Bereich der Forschungseinrichtungen und der Unternehmen gibt es eine Vielzahl von exzellenten Institutionen, sodass überkritische Größen erreicht werden und nachhaltig wirkende und international sichtbare Forschungsleistung hervorgebracht werden kann und diese in wirtschaftlich erfolgreiche Produkte umgesetzt werden kann.

Aktuell konzentrieren sich österreichische Forschungsinstrumente und Programme im Werkstoffbereich sehr stark auf kooperative Forschung, die im Bereich der industriellen Forschung oder experimentellen Entwicklung angesiedelt ist (TLP 4 bis 7<sup>4</sup>). Für Förderung bereitgestellte öffentliche Mittel decken den Bedarf der letzten Jahre nur mehr unzureichend. Ausgeschriebene Förderprogramme, wie z.B. Produktion der Zukunft sind bei guter Qualität der Anträge mehrfach überzeichnet. Für Österreich als Innovationsland mit einer ausgeprägten Stärke im Bereich Werkstoffe ist diese Entwicklung sehr kritisch, da Produktinnovation im Gebiet der Werkstoffe nur eingeschränkt oder verlangsamt umgesetzt werden. Der globale Wettbewerb kann vielfach rascher agieren.

Um auf internationalen Standard zu bleiben, spielt das Thema der Re- oder Neuinvestition in Forschungsinfrastruktur, speziell bei Universitäten und Forschungseinrichtungen eine kritische Rolle. Nationale Forschungsinstrumente sehen nur in sehr begrenztem Rahmen die Refinanzierung von Infrastruktur vor bzw. tragen nur in geringem Maße zur Investition von neuartigen Forschungsgeräten bei. Ähnlich ist die Situation beim Aufbau von Prototypen der Infrastruktur.

<sup>4</sup> Technologischer Reifegrad Klassifizierung entsprechend H2020

## 6 Bewertung der primären Themencluster

Um den weiteren Entwicklungsbedarf für jene zweivom Expertenkreis im Rahmen von Forum Alpbacham höchsten bewerteten Themencluster (primäre)herauszuarbeiten [Abb.8], wurden mit ausgewiesenen Fachexperten aus Wissenschaft und Wirtschaft Interviews geführt und eine Analyse der Patentaktivität vorgenommen, um die Attraktivität der Themen und den Themenentwicklungsbedarf aufzuzeigen.



Abbildung 8: Primäre Themencluster

### Österreichischer Status:

Für beide Themencluster finden sich in Österreich sowohl überkritische Forschergruppen als auch innovative Unternehmen. Die Analyse der internationalen Patententwicklung für erneuerbare Energien und Speichertechnologie der letzten fünf Jahre zeigt einerseits einen signifikanten Anstieg der Patentzahlen und andererseits mit 50% einen hohen Anteil dieser Patente in Bezug zur allen veröffentlichten Patenten der Patentklassen Energieerzeugung zur Reduktion der Treibhausgase. Eine gleiche Entwicklung zeigen die Einreichungen der Schutzrechte für Brennstoffzellen, Batterien und H<sub>2</sub> Erzeugung bzw. weitere Technologien zur Energiespeicherung. Der Datenbestand des Europäischen Patentamtes weist von 2010 bis 2015 eine Entwicklung von 24000 bis 33000 Einreichungen aus. Das starke Wachstum im Gebiet der erneuerbaren Energien oder auch der neuen Technologien für Speichermedien führten aufgrund des signifikanten Anstieges zur Etablierung von neuen Patentklassen.

Eine ähnliche Entwicklungscharakteristik weist das Themenfeld „Feststoffrecycling“ auf. Von 2010 bis 2015 wächst die Zahl der Patentveröffentlichungen in diesem Fachgebiet um 45%, wobei Recyclingtechnologien für Feststoffe ohne biologisches Recycling nahezu 85% alle Patentveröffentlichungen stellen.

### 6.1 Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung

Die Bedeutung der Werkstoffe im Hinblick als Impulsgeber für disruptive Innovation ist vielschichtig. Einerseits werden Werkstofflösungen für die Energieerzeugung, also im Hinblick auf Sicherstellung der Ressource Energie, erforderlich, andererseits wird der Bedarf an neuen Werkstofflösungen durch den

zunehmenden Trend der Energieerzeugung über erneuerbare Energien größer. Jegliche Form der erneuerbaren Energie im speziellen aber Sonne und Wind stellen durch ihre zeitlich limitierte Verfügbarkeit bei der Generierung hohe Anforderungen an die Speichertechnologie. Bei den genannten innovativen Ideen ist tendenziell eine Verschränkung von Energieerzeugung mit Energiespeicherung zu sehen.

Kapazitäten der eingesetzten Batterien, der anderen Speichermedien oder Brennstoffzellen entsprechen nicht den Vorstellungen des zukünftigen Bedarfs. Besonders im Bereich der Energiespeicherung für mobile Anwendungen sind neue Lösungen erforderlich, um Gewichtseinsparungspotenziale und eine Leistungssteigerung der Speichermedien zu erreichen. Die Verknüpfung der Energiespeichertechnologie mit der Möglichkeit, Wasserstoff zu erzeugen und diese Technologie als Energiequelle einzusetzen, ist ein bereits heute bekanntes Konzept, dessen Umsetzung allerdings noch viele Fragen offen lässt und sicherlich neue Werkstofflösungen erfordert.

### **6.1.1 Energieerzeugung mittels Dampfturbinenwerkstoffen**

Im Bereich der Energieerzeugung gehen aus der Foresight Werkstoff-Forschungsthemen hervor, die eine deutliche Erhöhung der Dauerbetriebstemperatur von kalorischen Kraftwerken ermöglichen, um den Wirkungsgrad drastisch zu verbessern. Heute genannte Zieltemperaturen befinden sich bei Temperaturen von 700-750°C. Mechanismen der zeitlich stabilen Verstärkung und Stabilisierung der mechanischen Eigenschaften dieser Kraftwerksstähle verlieren allerdings bereits deutlich unter 650°C ihre Wirkung. Aufgrund dieser Ausgangssituation wäre eine gänzlich neue Generation der Werkstoffe (Stähle oder verbundene Werkstoffe) erforderlich. Österreich verfügt in diesem Bereich starke Werkstoffkompetenz sowohl im Bereich der Forschung als auch bei den Unternehmen. Leider wird aber aktuell eher eine Warteposition eingenommen, da das Engagement in derartigen Forschungsthemen stark an die Prognosen für die Neuinvestition von kalorischen Kraftwerken gekoppelt ist. Hinzu kommt noch, dass derartige Entwicklungen in international zusammenhängenden Netzwerken und Konsortien durchzuführen sind und nicht durch isolierte österreichische Forschungsleistung maßgeblich gepusht werden können.

### **6.1.2 Energieerzeugung durch elektrochemische Oxidation**

Die Brennstoffzellen werden sehr oft als Aggregat zur flexiblen Energieerzeugung gesehen; durch die Konvertierung der chemisch gespeicherten Energie in elektrische Energie werden die Brennstoffzellen oft auch als Energiespeicher gesehen. Die Brennstoffzelle hat sich heute schon für eine Reihe von Anwendungen etabliert, eine breite Durchdringung des Marktes hat sie aber noch nicht erreicht. Im Bereich der Brennstoffzellen ist die Weiterentwicklung in Richtung Massenanwendung noch deutlich an die Werkstoffentwicklung gebunden. Die Brennstoffzellenforschung wird von Experten als zweischichtige gesehen; einerseits befindet sich der heutige allgemeine Entwicklungsstand im Bereich der Technology Readiness Levels (TRL) 4 bzw. höher, andererseits befinden sich noch vereinzelt Fragen, um die marktorientierten Massenanwendung zu ermöglichen, noch in TRL 1-3.

### **6.1.3 Energieerzeugung mittels thermischer Oxidation von reaktiven metallischen Pulvern**

Eine neue international beforschte Variante der Energieerzeugung ist die Oxidation von feinsten metallischen Pulvern, wie z.B. Eisen, Aluminium, und anderen. Vorteil dieser Energieerzeugung ist das Entstehen von festen Metalloxiden anstelle von gasförmigen CO<sub>2</sub>, wie es bei der Verbrennung von Kohlen-Wasserstoffverbindungen auftritt. Damit wäre eine umwelttechnisch bessere Position für diese neue Klasse an Brennstoffen gegeben. Die Idee dieser Feststoffbrenner ist nicht grundsätzlich neu, die Anwendung war bisher nur auf Spezialgebiete wie Raketenantriebe beschränkt, eine Verschränkung

dieser Art der Energieerzeugung mit dem Recycling von Metallen würde für die breite Anwendung ganz neue Perspektiven eröffnen. Eine Reihe von österreichischen Unternehmen verfügt über Kompetenz im Bereich der metallischen Pulver, deren Erzeugung und deren Verarbeitung. Die forschungsmäßige Auseinandersetzung mit dieser neuen Klasse der Materialien hätte daher größtes Innovationspotenzial für Österreich.

#### **6.1.4 Energiespeicherung**

Im Bereich der Speichermedien für Energie sehen nationale Experten sowohl Forschungsexzellenz als auch Wirtschafts- und Produktkompetenz, um international eine maßgebliche Stellung einnehmen zu können. Forschungskompetenz gibt es auf der Zellebene und auf der Komponentenebene. Forschungsbedarf besteht sowohl im Bereich der Verbesserung und Wirkungsgradsteigerung der heute am Markt befindlichen Batterien durch neue Materialien wie Keramiken als auch im Bereich der Polymerlösungen oder Hybridlösungen. Um die neuen Forschungsergebnisse auch bei Magnesium, Metall-Luft oder PostLithiumtechnologien industrienah testen zu können, braucht es Pilotproduktion als Demonstrationszweck für die Industrie. Nachhaltige Fördermaßnahmen, die z.B. aus der Nanotechnologie bekannt sind, hätten das Potenzial sowohl Forschungsleistung als auch unternehmensseitige Innovation voranzutreiben und Österreich als Leuchtturm in der Speichertechnologie zu positionieren. In Ergänzung zu der experimentellen Forschungsarbeit wird der Modellierung und Simulation eine hohe Wichtigkeit für die Erzielung des Fortschritts eingeräumt. Die zunehmende Betrachtung von ganzheitlichen Systemen (Energieerzeugung, Speicherung) sollte ebenfalls an Bedeutung gewinnen. Bewertungen hinsichtlich der heute schon verfügbaren Nachwuchsforscher räumen Österreich eine gute Startposition ein. Handlungsbedarf besteht in der Stärkung der kooperativen Forschung, der Beschleunigung der Forschung und der Investition in Forschungsinfrastruktur. Ebenso wichtig sind die Stärkung des Unternehmertums, der Aufbau von Pilotanlagen und die Umsetzung der Forschungserkenntnisse in Produkte.

## **6.2 Recycling von Metallen und nachhaltige Werkstoffe**

### **6.2.1 Recycling von Metallen**

Das Thema nachhaltiger Werkstoffeinsatz wird zunehmend bestimmender für die Ressourcenverfügbarkeit. Im globalen Wettbewerb wird es vor dem Hintergrund von Umwelt- und limapolitischen Fragen noch wichtiger werden, geschlossene Werkstoffkreisläufe zu haben und gegebenenfalls Werkstoffe aus natürlich wachsenden Rohstoffen zu erzeugen. Für die Metalle besteht im Hinblick auf das Recycling bereits großes Wissen, allerdings bildet sich eindeutig hoher Forschungsthemenbedarf für die auf Recyclingmaterial aufsetzende Werkstoffproduktion ab. Kleinste Verunreinigungen an Legierungselementen aus den vorhergehenden Produktlebenszyklen führen zu einer starken Degradation der Eigenschaften und stellen maßgebliche Produktionshemmnisse dar. Hinzu kommt noch, dass heute immer neue technisch anspruchsvollere Legierungen in Umlauf kommen, deren Auswirkungen auf die Eigenschaften von recyceltem Material noch nicht abgeschätzt werden können oder noch gar keine Recyclingtechnologien bekannt sind. Typische Beispiele finden sich im Bereich der Nichteisenmetalle, so z.B. im Bereich der Aluminiumlegierungen. Hochfeste Aluminium-Lithiumlegierungen, die heute vorwiegend im Luftfahrtbereich zur Anwendung kommen, erobern zunehmend aufgrund der guten Materialeigenschaften die Automobilbranche. Lösungen für Recyclingtechnologien gibt es noch nicht, das ungewollte Einschleppen von Lithiumverunreinigungen in Schrottkreisläufe verschlechtert die Recyclingfähigkeit von Standardschrott drastisch. Neben getrennten Schrottkreisläufen braucht es auch neue Recyclingtechnologien. Ähnliche

Herausforderungen gibt es beim Recycling von Elektroschrott. Wertstoffe, wie z.B. Edelmetalle, müssen in unseren Produktionskreisen erhalten werden und dürfen nicht ins Ausland exportiert werden, wo sie klima- und gesundheitsschädlich rezykliert werden. Auch in der Stahlproduktion wird durch die zunehmenden Verunreinigungen bei Schrotteinsatz die Herstellung von höchstfesten Legierungen, wie sie z.B. für die Automobilbranche eingesetzt werden, mit den heute bekannten Verfahren schwieriger; auch hier sind Forschungen voranzutreiben. Im Bereich des Metallrecyclings verfügt Österreich über hohe wissenschaftliche Kompetenz, aber es sind auch eine Reihe von wirtschaftsbestimmenden Unternehmen tätig, die einen großen Bedarf an der Lösung dieser Fragestellungen haben.

### **6.2.2 Recycling Kunststoffe und Verbunde**

Kunststoffe etablieren sich zunehmend als Engineering Werkstoffe und werden daher in größeren Mengen eingesetzt. Dies gilt umso mehr für Verbunde von Kunststoffen mit Fasern (CFK). Karbonfaserverstärkte Polymere befinden sich nicht nur auf rasantem Vormarsch im Flugzeugbau, sondern erobern zunehmend auch die Automobilproduktion. Österreich verfügt über einige maßgebliche Unternehmen, die CFK-Bauteile für Luftfahrt oder Automobilindustrie herstellen. Technisch unzureichend geklärt ist die Frage des Recyclings von CFK-Bauteilen. Um den Einsatz von CFK-Bauteilen als disruptive Innovation voranzutreiben, ist eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dieser Thematik notwendig.

### **6.2.3 Recycling von Keramiken**

Im Rahmen der Austrian Materials Foresight wurde sehr oft Themenbedarf zum Recycling von Ingenieurkeramik genannt. Leider bestehen in diesem Gebiet kaum technologische Ansätze. Vor dem Hintergrund der prognostizierten Entwicklungsrichtung im Bereich Energieerzeugung und Speicherung mit dem Fokus auf keramische Werkstoffe wird eine forschungsmäßige Auseinandersetzung mit diesen Themen für den Einsatz dieser Werkstoffe von hoher Wichtigkeit sein.

Werkstoffe der Zukunft, für die keine oder nur unzureichende Kreisläufe bestehen, werden ihr Potenzial im Hinblick als Promoter von disruptiven Innovationen nicht ausschöpfen können.

### **6.2.4 Einsatz von natürlich wachsenden Rohstoffen für Kunststoffe**

Grundsätzlich können Polymere für die Herstellung von Kunststoffen aus natürlich nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden bzw. durch Verwendung von natürlichen Fasern verstärkt werden. Die technische Machbarkeit wurde bereits gezeigt, und einige erfolgreiche Produkte befinden sich schon auf dem Markt. Leider ist die wirtschaftliche Attraktivität dieser Polymere an den jeweils aktuellen Rohölpreis gebunden. Durch die Volatilität des Rohölpreises und die Polymere aus fossilen Ausgangsmaterialien, die noch in großen Mengen wirtschaftlich verfügbar sind, werden diese Forschungsthemen aktuell eher zurückgestellt. Grundsätzlich haben diese Materialien allerdings hohes Potenzial, als Impulsgeber bei sich ändernden Rahmenbedingungen zu wirken.

### **6.2.5 Herstellung und Verarbeitung von Werkstoffen mit CO<sub>2</sub> freien Technologien**

Die meisten heute eingesetzten Verfahren zur Werkstoffproduktion basieren auf Kohlenwasser- oder Kohlenstofftechnologie, die letztlich CO<sub>2</sub> frei setzten. Ein Verfahren, das zunehmend aufgrund von europäischer Gesetzgebung unter Druck kommt, ist die metallurgische Herstellung von Stahl. Dabei wirkt Kohlenstoff nicht nur als Energieträger, sondern übernimmt auch aufgrund seiner

Oxidationswirkung die Reduktion des Eisenerzes. Heute schon bekannte Klimabeeinträchtigungen durch CO<sub>2</sub> Ausstoß zwingen zu einer gänzlichen Umorientierung dieser für Europa wirtschaftlich bedeutenden Produktgruppe und erzeugen einen immensen Forschungsdruck. Durch das Aufsetzen von grundlegend neuen Prozessen, die durch den Einsatz von Wasserstoff geprägt sind, entsteht eine breite Palette von Technologien und Produkten, die in der Lage sind, disruptive Innovationen auszulösen. Das Thema des Einsatzes von Wasserstoffbasierten Technologien steht allerdings in engem Zusammenhang mit dem Gebiet der Energieerzeugung und Speicherung.

### 6.3 Maßnahmen zur Stärkung des Potenzials für disruptive Innovation

Bei allen priorisierten Themenclustern, die für Österreich hohes Potenzial im Hinblick als Auslöser für disruptive Innovationen haben, spielen die genannten Themencluster der selbstheilenden, schadenstoleranten oder hochzähen und hochfesten Werkstoffe und Neuen Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien eine grundlegende Rolle. Einhellig kamen alle an der Ex-ante Impact Analyse mitwirkenden Experten zum Ergebnis, dass für alle genannten Forschungscluster die Weiterentwicklung des Forschungs- und Wirtschaftsstandorts Österreich als Innovationsland folgende Bedingungen erfüllt werden müssen:

- Weiterentwicklung der Themencluster 1,2, 4 und 5 sowohl im Bereich der erforderlichen Grundlagengebiete als auch im Anwendungsbereich
- Bereitstellung von Programmen und Förderinstrumenten für Investitionen in Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur und Dotierung mit ausreichend Mitteln, sodass Standards mit anderen forschungsorientierten Nationen und Institutionen gehalten bzw. die Alleinstellungsmerkmale des Forschungsstandortes erhalten bleiben.
- Ausreichende Mittel durch die öffentliche Hand, damit nationale und innovations-notwendige Forschungsgebiete hinsichtlich Personal und Infrastruktur nachhaltig wachsen können
- Entsprechend der Einstufung der Themen in die TLRs angepasste Förderprogramme, damit Produkte entwickelt werden können bzw. das Unternehmertum und die Unternehmensgründung unterstützt wird.
- Engagement und Risiko der Unternehmen in der Einführung von neuen zukunftsorientierten Technologien
- Sichtbarmachung der Bedeutung und der Rolle der Werkstoffe im Hinblick auf deren Potenzial als Impulsgeber für Innovationen und Steigerung der Attraktivität der Gebiete Werkstoffforschung, -herstellung und Verarbeitung, sodass es gelingt, eine mehr gut ausgebildeten Nachwuchs heranzubilden

## 7 Zusammenfassung

Das Konsortium ASMET, MUL und AIT wurden vom BMVIT beauftragt, eine Ex-ante Impact Analyse der aus der Austrian Materials Foresight hervorgegangenen Forschungs- und Produktideen im Hinblick auf deren Potenzial als Auslöser von disruptiven Innovationen durchzuführen.

Die Ex-ante Impact Analyse wurde als dreistufiger Prozess unter Einbindung nationaler Experten durchgeführt. In Stufe 1 wurde vom Konsortium eine Vorbewertung der Ideen nach einem mit dem Auftraggeber entwickelten Kriterienkatalog durchgeführt. Der Kriterienkatalog umfasst Bewertungsgrößen im Hinblick auf wirtschaftliche, gesellschaftlich-soziale und ökologische Aspekte. Für die weitere Ex-ante Impact Analyse wurden nur mehr jene Ideen weiterverfolgt, denen eine höchste Priorität in Bezug zu disruptiver Innovation zugeordnet werden konnte.

In Stufe 2 wurden diese Ergebnisse zu den folgenden fünf Themenclustern gruppiert:

1. Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe Werkstoffe
2. Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien
3. Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik
4. Nachhaltige Werkstoffe und Recycling
5. Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung

In einem Workshop mit ausgewiesenen österreichischen Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft wurden diese fünf Themencluster nach ihrem Impact auf Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt in ihrer Priorität im Hinblick auf Basis für disruptive Innovationen gereiht. Des Weiteren wurde erhoben, ob es bereits Aktivitäten, Forschungsgruppen oder Unternehmen gibt, die sich mit dieser Thematik beschäftigen.

Themencluster „Selbstheilende, schadenstolerante, oder hochzähe Werkstoffe“ (1) und „Neue Design- und Entwicklungsmethoden für „tailor-made“ Materialien“ (2) wurden von allen Beteiligten als wichtig für die Wirtschaft und für die Weiterentwicklung von Themenbereichen 4 und 5 erachtet. Die direkte wahrnehmbare Auswirkung auf disruptive Innovation ist in diesen beiden Themenclustern allerdings nur im geringen Grad gegeben. Weitere Forschung in diesen Themen ist allerdings essentiell, weil sie Grundlagen für wahrnehmbare disruptive Innovationen in vielen Produkten und Lösungen der Zukunft schaffen.

Der Themencluster „Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik“ (3) wurde vorwiegend wegen seiner gesellschaftlich-sozialen Bedeutung als sehr relevant eingestuft. Die Rolle dieses Themenclusters im Hinblick auf wirtschaftliche Bedeutung in Österreich und positive Umweltauswirkung erachteten die mitwirkenden Experten als eher gering.

Die Themencluster „Nachhaltige Werkstoffe und Recycling“ (4) und „Elektrochemische physikalische Energieerzeugung und -speicherung“ (5) wurden mit großem Abstand erstgereiht, da sie sowohl maßgeblichen Einfluss auf die gesellschaftlich-soziale Entwicklung, das wirtschaftliche Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Unternehmen und positive Auswirkungen auf die Sicherstellung ökologischer Standards haben. Beide Themencluster durchdringen alle in der Austrian Materials Foresight behandelten Werkstoffklassen (Metalle, Keramik, Kunststoffe und Verbunde) und

sind dadurch geprägt, dass sie die Ressourcenverfügbarkeit von Rohstoffen (Recyclingtechnologien von Metallen, Keramiken, Polymeren und Verbunden) und Energie erhöhen. Heute vorwiegend zum Einsatz kommende Produkte und Prozesse basieren auf Kohlenwasserstoff-oder Kohlenstofftechnologien (Erdöl, Erdgas, Kohle, Reduktion von CO<sub>2</sub> Ausstoß). Durch den Einsatz von erneuerbaren Energieerzeugungsquellen (Sonne, Wind, etc.) müssen Forschungsthemen der Energiespeicherung gestärkt werden. Weiters zeichnen sich diese Themenfelder dadurch aus, dass heute bereits österreichweit Forschergruppen und Unternehmen Kompetenz besitzen und aktiv sind, um diese Themen zu disruptiven Innovationen zu führen.

## 8 Anhänge

Kriterienkatalog mit Bewertungsgrößen der Kategorie „Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt“ bzw. Fragen an ein gewähltes Thema (Produktidee oder Forschungs idee):

### **Wirtschaftliche Aspekte**

- Wird das Thema Wirtschaftswachstum bewirken?
- Werden neue Märkte in Österreich/international entstehen?
- Werden neue Prozesse, neue Dienstleistungen oder neue Produkte (Sektoren) ermöglicht?
- Wird das Thema auch ohne Förderung beforscht?
- Werden bestehende Produkte oder Dienstleistungen ersetzt?
- Werden andere bestehende Technologien abgelöst?
- Sind Investitionen notwendig?
- Werden neue Unternehmen dazu entstehen?
- Besteht Forschungs- oder Entwicklungsbedarf?
- Ist Grundlagenwissen erforderlich?
- Ist Technologietransfer möglich – können bestehende IPRs genutzt werden?

### **Umweltaspekte**

- Wird der CO<sub>2</sub> Ausstoß reduziert oder wird dazu beigetragen? (Europa 2050 - 80%)
- Wird das Thema zur Reduktion des Energieverbrauchs (EU2050) beitragen?
- Trägt das Thema zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie bei?
- Wird durch das Thema der Wasserverbrauch reduziert?
- Wird durch das Thema die Wasserverschmutzung reduziert?
- Leistet das Thema einen Beitrag zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs?

### **Gesellschaftliche Aspekte**

- Steigt durch das Thema die Qualität der Arbeitsplätze?
- Sind neue Qualifikationsmuster/-programme (Bildungssystem) durch das Thema notwendig?
- Entstehen neue Anforderungen an Arbeitsplätze der Zukunft durch das Thema?
- Gibt es Auswirkung auf das Gesundheitswesen, auf die Lebenserwartung der Menschen durch das Thema?
- Gibt es positiven Einfluss auf die Sicherheit der Gesellschaft durch das Thema?
- Trägt das Thema zum Wohlstand bzw. Well-being der Menschen bei?
- Initiiert das Thema einen Wertewandel?
- Hat das Thema einen Einfluss auf die Kommunikation und die digitale Gesellschaft?

- Ist das Thema in der Lage, einen Massentrend auszulösen?
- Kann das Thema eine nachhaltige Entwicklung auslösen (d.h. nicht nur ein Hype)?

## Bewertungsschema

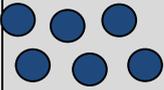
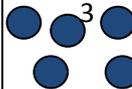
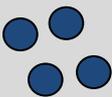
### Vorbewertung der Forschungsthemen und Produktideen aus der Foresight

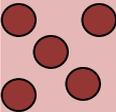
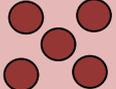
Jedes in der Foresight entwickelte Forschungsthema bzw. jede Produktidee wurden nach diesem Kriterienkatalog bewertet. Bei Zustimmung zum Kriterium erhielt das Forschungsthema bzw. die Produktidee den Wert eins bei nichtzutreffendem Kriterium den Wert Null. Im Anschluss daran wurden die erzielten Punkte summiert und die Position des Forschungsthema bzw. der Produktidee in einem Ranking dargestellt. Anhand einer ABC Analyse (Einteilung der summierten Punkte in die Klassen A, B und C) wurden die bewerteten Forschungsthemen bzw. Produkte in A, B oder C eingeteilt. Aus jenen Forschungsthemen und Produktideen der Klassen A und B wurden 5 Themencluster gebildet, die die Basis für die weitere Diskussion mit Experten bildet.

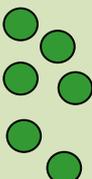
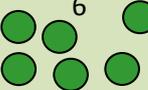
### Bewertung der Themencluster durch Experten im Rahmen des Workshops Forum Alpbach

Die 5 aggregierten Themencluster wurden von Experten im Hinblick auf wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologischen Kriterien bewertet. Die Bewertung war so durchzuführen, dass die Themencluster in ihrer Priorität zu reihen waren. Dazu arbeiteten Experten parallel in 3 Gruppen, jede Gruppe erhielt eine limitierte Anzahl von 15 Punkten, die entsprechend der Gruppeneinschätzung in Bezug zur Wichtigkeit (Priorität) zu vergeben waren. Der Gruppenentscheid musste ergänzend dazu kommentiert werden.

### Ergebnisse des Workshops in Alpbach(26. August 2015)

WIRTSCHAFT	BEWERTUNG	BEGRÜNDUNG
Innovative Energiespeichermaterialien oder Energieerzeugungssysteme	6 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größtes Marktpotenzial weltweit</li> <li>- Ressourcenknappheit</li> <li>- Energie</li> <li>- Power to Gas</li> </ul>
Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik	2 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nische aus wirtschaftlicher Sicht</li> <li>- Chancen für Spin-offs und neue Werkstoffe</li> </ul>
Selbsteilende, schadenstolerante oder hochzähe Werkstoffe oder Hybride)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nische</li> </ul>
„Tailor-made“ Materials in Kombination mit neuen Designansätzen und Entwicklungsmethodik	3 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkstoffe schneller entwickeln</li> <li>- Hohes Forschungspotenzial</li> </ul>
Nachhaltige Werkstoffe und Recycling	4 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Großes Volumen</li> <li>- Leichtbau mit hohem F&amp;E Potenzial</li> <li>- LCA</li> <li>- Endverbraucher setzen auf Nachhaltigkeit</li> <li>- Exportrelevant aufgrund Technologieführerschaft in Nischen</li> </ul>

Gesellschaft	Bewertung	Begründung
Innovative Energiespeichermaterialien oder Energieerzeugungssysteme	5/6/7 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiewende</li> <li>- Wachsender Energiebedarf global</li> <li>- Lernfähige Gesellschaft für Generationen</li> <li>- Wettbewerbsfähige Kosten → Wohlstand (Industrie)</li> <li>- Belastbare Infrastruktur</li> </ul>
Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik	5/4/3 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesundes Altern</li> <li>- Alternde Gesellschaft</li> <li>- Ersatzteillager</li> </ul>
Selbsteilende, schadenstolerante oder hochzähe Werkstoffe oder Hybride	keine Punkte	Querschnittsthemen Voraussetzungen für die anderen die Themen 1,2, 5
„Tailor-made“ Materials in Kombination mit neuen Designansätzen und Entwicklungsmethodik	keine Punkte	
Nachhaltige Werkstoffe und Recycling	5/5/5 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressourcenverfügbarkeit</li> <li>- Österreich als Living Lab</li> <li>- Innovatives Procurement</li> <li>- LCA</li> </ul>

Umwelt	Bewertung	Begründung
Innovative Energiespeichermaterialien oder Energieerzeugungssysteme	6 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenwahrheit</li> <li>- Kosten und Verfügbarkeit von Energie</li> <li>- Disruptive Potenziale vorhanden</li> <li>- Höher als 700° Kraftwerke</li> <li>- Transport von Energie</li> <li>- H<sub>2</sub> – Technologie (H-Wertschöpfungskette?)</li> <li>- Gesetzliche Rahmenbedingungen</li> </ul>
Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik	0	Keine Umweltauswirkungen
Selbsteilende, schadenstolerante oder hochzähe Werkstoffe oder Hybride	1 	Ressourcenschonender Materialeinsatz
„Tailor-made“ Materials in Kombination mit neuen Designansätzen und Entwicklungsmethodik	2 	Leichtbaupotenzial
Nachhaltige Werkstoffe und Recycling	6 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternative Stahlerzeugungsmöglichkeiten</li> <li>- Leichtbauwerkstoffe</li> <li>- LCA im Vergleich der Werkstoffe (im ganzen Lebenszyklus)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenwahrheit aus nationaler/globaler Sicht</li> <li>- Forschung im Bereich Analgenbau (z.B. Öfen)</li> <li>- Kataster von Sekundarwerkstoffen</li> <li>- Gesetzliche Rahmenbedingungen</li> <li>- Hybridwerkstoffe – Problematik des Recyclings</li> </ul>
--	--	---

### Zusammenfassung der Alpbach-Workshop Ergebnisse

Themenbereich	Anzahl an Punkten			Summe
	Wirtschaft	Gesellschaft	Umwelt	
I <b>Innovative Energiespeichermaterialienoder – systeme,</b> Werkstoffe für Hochtemperaturenergieerzeugung (aus Kunststoff, aus Keramik, bzw. Hybride)	6	6	6	<b>18</b>
iii <b>Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik (an Patienten angepasste Knochen, Nieren, Leber, etc.)</b>	0	4	0	6 (inkl. 2 Sonserpunkte von Experten)
III <b>Selbsteilende, schadenstolerante, oder hochzähe Werkstoffe</b> für Anwendungen jeder Art wie Automotive, Energieerzeugung, Turbinen, etc. (Polymere, Keramik, MetalleoderHybride)	2	0	1	3
IV <b>Tailermade Materials in Kombination mit neuen Designansätzen und Entwicklungsmethodik, virtuelle Werkstoffentwicklung durch Modellierung und Simulation</b> (Hybride, Verbunde, Laminate, Beschichtungen, etc.) – mit dem Ziel Leichtbau zu realisieren, neue Funktionalitäten darzustellen, hochtemperaturbeständig, etc.	3	0	2	5
V <b>Nachhaltige Werkstoffe und Recycling</b> (Materialien aus biologischen oder aus rezyklierten Ausgangsstoffen mit höchst qualitativen Eigenschaften), Werkstoffe, die Leichtbau ermöglichen und zur Energieeinsparung beitragen.	4	5	6	<b>15</b>

Themenbereiche	Kompetenzen in Österreich
<p>Innovative Energiespeichermaterialien oder -systeme, Werkstoffe für Hochtemperaturenergieerzeugung (aus Kunststoff, aus Keramik, bzw. Hybride)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TU Wien (Hermann Kronberger)</li> <li>- CEST</li> <li>- H: TU Graz (Manfred Klell)</li> <li>- Keramik: <ul style="list-style-type: none"> <li>o MUL (Robert Danzer)</li> </ul> </li> <li>- Keramik/Beschichtung: <ul style="list-style-type: none"> <li>o WESTCAM</li> <li>o Rübzig</li> </ul> </li> <li>- Batterie: <ul style="list-style-type: none"> <li>o EDT</li> <li>o AIT</li> <li>o TU Graz (Martin Wilkening)</li> </ul> </li> <li>- Hochtemperaturbrennstoffzelle: MUL (Werner Sitte)</li> <li>- Schnittstelle zu anderen F&amp;E Themen</li> <li>- Fronius International GmbH</li> <li>- EVU</li> <li>- JKU Linz</li> <li>- MUL (Power toGas)</li> <li>- OMV</li> <li>- Frauenthal (Keramik)</li> <li>- Leistungselektronik FH Joanneum</li> </ul>

Themenbereiche	Kompetenzen in Österreich
<p>Werkstoffe für Medizintechnik und Endoprothetik (an Patienten angepasste Knochen, Nieren, Leber, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MED Uni</li> <li>- AIT</li> <li>- MUL</li> <li>- TU Wien</li> <li>- TU Graz</li> <li>- Universität Innsbruck</li> </ul>
<p>Selbstheilende, schadenstolerante oder hochzähe Werkstoffe für Anwendungen jeder Art, wie Automotive, Energieerzeugung, Turbinen, etc. (Polymere, Keramik, Metalle oder Hybride)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PCCL</li> <li>- JKU Linz</li> </ul>
<p>„Tailor-made“ Materials in Kombination mit neuen Designansätzen und</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MCL (ab initio)</li> <li>- JKU Linz</li> <li>- TU Wien</li> </ul>

<p>Entwicklungsmethodik, virtuelle Werkstoffentwicklung durch Modellierung und Simulation (Hybride, Verbunde, Lamine, Beschichtungen, etc.) – mit dem Ziel, Leichtbau zu realisieren, neue Funktionalitäten darzustellen, hochtemperaturbeständig, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MUL</li> <li>- Luftfahrt FH Joanneum</li> <li>- FH Wr. Neustadt</li> <li>- Leitprojekt generative Fertigung mit MUL, TU Wien, FH Wr. Neustadt</li> </ul>
<p>Nachhaltige Werkstoffe und Recycling (Materialien aus biologischen oder aus rezyklierten Ausgangsstoffen mit höchst qualitativen Eigenschaften), Werkstoffe, die Leichtbau ermöglichen und zur Energieeinsparung beitragen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MUL (Helmut Antrekowitsch, Roland Pomberger)</li> <li>- CD Labors 3x</li> <li>- TU Wien</li> <li>- TU Graz</li> <li>- JKU Linz</li> <li>- voestalpine - Stahl</li> <li>- LKR</li> <li>- AMAG (green Al)</li> <li>- Magna Steyr</li> <li>- Hybridwerkstoffen: MUL (Bruno Buchmayr, Ralf Schledjewski)</li> <li>- Borealis</li> <li>- JR (digitale Bildverarbeitung)</li> </ul>

Von den Experten wurde noch folgender Bedarf in Bezug zur Themenentwicklung geäußert:

Neben den spezifischen Kompetenzen, die in Österreich auf diesen fünf Themen bereits vorhanden sind, ist Infrastruktur besonders wichtig, denn sie schafft die Voraussetzung, dass Österreich innovativ an vorderster Front ist. Daher braucht Österreich:

- Aufbau von Modellfabriken
- Forschungsinfrastruktur
- Infrastruktur als Anreiz für Top-Wissenschaftler
- Pilotinfrastruktur
- Infrastruktur ist investitionsintensiv

## Teilnehmer am Workshop in Alpbach<sup>5</sup>

Vorname	Nachname	Organisation
Franz	Androsch	voestalpine
Helmut	Antrekowitsch	MUL
Horst	Bischof	TU-Graz
Harald	Bleier	Kunststoffcluster
Manfred	Bornemann	ia-consulting
Wilfried	Eichlseder	MUL
Peter	Eisenkoeck	AndritzMetals
Emmanuel	Glenck	FFG
Marianne	Hörlesberger	AIT
Bruno	Hribernik	ASMET
Helmut	Kaufmann	AMAG
Andreas	Kraly	LKR
Brigitte	Kriszt	MUL
Alexander	Pogany	BMVIT
Günter	Rübig	Rübig
Sabine	Seidler	TU-Wien
Christof	Sommitsch	TU-Graz
Roswitha	Wiedenhofer	FH Joanneum

5 26. August 2015, Alpbacherhof (14:00 – 15:30)

## Interviewpartner für Expertengespräche

Vorname	Nachname	Organisation
Atanaska	Trifonova	AIT
Helmut	Oberguggenberger	AIT
Martin	Wilkening	TU Graz
Clemens	Holzer	MUL
Helmut	Antekowitsch	MUL
Ralph	Schledjewsky	MUL
Lorenz	Sigl	MetallwerkPlansee
Enno	Arenholz	voestalpine Stahl Linz GmbH
Reinhold	Ebner	MCL
Raimund	Ratzi	MIBA
Johannes	Schenk	MUL
Bruno	Buchmayr	MUL
Andreas	Ludwig	MUL
Anton	Mayer	Magna International
Andreas	Flick	Primetals
Thomas	Bürgler	voestalpine Stahl Linz GmbH
Harald	Holzgruber	Inteco
Roland	Pomberger	MUL
Jürgen	Stampfl	TU Wien
Reinhold	Schneider	FH Wels
Thomas	Starzer	voestalpine Metals Engineering GmbH
Georg	Reithofer	voestalpineEdelstahl GmbH
Franz	Hrachowitz	Trasys/ Austrian Aeronautics Industries Group
Josef	Fürlinger	BRP Powertrain
Gerhard	Posch	Fronius
Bruno	Lindorfer	TMG