

# Materials Roadmap Österreich

Elemente für die Diskussion  
für Technologieplattformen,  
F&E-Programme und  
Entscheidungsträger in der  
FTI-Politik

A. Indinger  
K. Kulterer  
J. Schmidl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 44/2014

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

# Materials Roadmap Österreich

Elemente für die Diskussion für Technologieplattformen,  
F&E-Programme und Entscheidungsträger  
in der FTI-Politik

DI Andreas Indinger  
Mag. DI Konstantin Kulterer  
DI Johannes Schmidl

Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency

Wien, März 2014



## **Vorbemerkung**

In der Strategie der österreichischen Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation ist deutlich verankert, dass Forschung und Technologieentwicklung zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen beizutragen hat, wobei die Energie-, Klima- und Ressourcenfrage explizit genannt wird. In der vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung für Österreich entwickelten Energieforschungsstrategie wird der Anspruch an die Forschung durch das Motto „Making the Zero Carbon Society Possible!“ auf den Punkt gebracht. Um diesem hohen Anspruch gerecht zu werden sind jedoch erhebliche Anstrengungen erforderlich.

Im Bereich der Energieforschung wurden in den letzten Jahren die Forschungsausgaben deutlich gesteigert und mit Unterstützung von ambitionierten Forschungs- und Entwicklungsprogrammen international beachtete Ergebnisse erzielt. Neben der Finanzierung von innovativen Forschungsprojekten gilt es mit umfassenden Begleitmaßnahmen und geeigneten Rahmenbedingungen eine erfolgreiche Umsetzung der Forschungsergebnisse einzuleiten. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung ist die weitgehende öffentliche Verfügbarkeit der Resultate. Die große Nachfrage und hohe Verwendungsquoten der zur Verfügung gestellten Ressourcen bestätigen die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme. Gleichzeitig stellen die veröffentlichten Ergebnisse eine gute Basis für weiterführende innovative Forschungsarbeiten dar. In diesem Sinne und entsprechend dem Grundsatz des „Open Access Approach“ steht Ihnen der vorliegende Projektbericht zur Verfügung. Weitere Berichte finden Sie unter [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at).

DI Michael Paula

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhalt

|            |                                                                                                                         |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Kurzfassung</b>                                                                                                      | <b>1</b>  |
| <b>2</b>   | <b>Motivation, Ziele und Durchführung des Auftrags</b>                                                                  | <b>2</b>  |
| <b>3</b>   | <b>Materialforschung, Ressourceneffizienz und Rohstoffe in der EU</b>                                                   | <b>5</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Der politische Rahmen</b>                                                                                            | <b>5</b>  |
| 3.1.1      | Raw Materials Initiative (RMI)                                                                                          | 5         |
| 3.1.2      | Die Strategie Europa 2020 und die Leitinitiativen                                                                       | 7         |
| 3.1.3      | Innovation partnership to overcome Europe's raw materials shortages<br>(Europäische Innovationspartnerschaft Rohstoffe) | 9         |
| 3.1.4      | Strategischer Energietechnologieplan (SET-Plan)                                                                         | 9         |
| 3.1.5      | Integrated Roadmap der EUK                                                                                              | 11        |
| <b>3.2</b> | <b>F&amp;E-Programme</b>                                                                                                | <b>12</b> |
| 3.2.1      | Materialforschung und Prozesse im 7. Rahmenprogramm für FTE                                                             | 12        |
| 3.2.2      | Materialforschung und Prozesse in Horizon 2020                                                                          | 15        |
| 3.2.3      | KIC Rohstoffe                                                                                                           | 16        |
| <b>3.3</b> | <b>Interessenvertretungen und Organisationen</b>                                                                        | <b>17</b> |
| 3.3.1      | Europäische Technologieplattformen                                                                                      | 17        |
| 3.3.2      | Organisationen der Industrie als Basis für spätere PPPs                                                                 | 20        |
| 3.3.3      | Allgemeine Interessenvertretungen für Industrie und/oder Forschung                                                      | 22        |
| <b>3.4</b> | <b>Publikationen</b>                                                                                                    | <b>23</b> |
| 3.4.1      | Kritische Rohstoffe für Deutschland                                                                                     | 24        |
| 3.4.2      | Rohstoffe für Zukunftstechnologien                                                                                      | 25        |
| 3.4.3      | Minerals and metals scarcity in manufacturing: the ticking timebomb –<br>sustainable materials management               | 26        |
| 3.4.4      | Energy Critical Elements                                                                                                | 28        |
| 3.4.5      | World Mining Data                                                                                                       | 30        |
| <b>4</b>   | <b>Die Situation in Österreich</b>                                                                                      | <b>31</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Der politische Rahmen</b>                                                                                            | <b>31</b> |
| 4.1.1      | Österreichischer Rohstoffplan                                                                                           | 31        |
| 4.1.2      | Österreichisches Montanhandbuch                                                                                         | 31        |
| 4.1.3      | Ressourceneffizienz-Aktionsplan (REAP) des BMLFUW                                                                       | 31        |
| <b>4.2</b> | <b>F&amp;E-Programme</b>                                                                                                | <b>32</b> |
| 4.2.1      | Fabrik der Zukunft                                                                                                      | 32        |
| 4.2.2      | Intelligente Produktion bzw. Produktion der Zukunft                                                                     | 36        |
| 4.2.3      | Neue Energien 2020                                                                                                      | 40        |
| 4.2.4      | e!MISSION.at – Energy Mission Austria                                                                                   | 40        |
| 4.2.5      | Nanoinitiative                                                                                                          | 41        |
| 4.2.6      | Basisprogramme der FFG                                                                                                  | 42        |
| 4.2.7      | FWF                                                                                                                     | 42        |
| 4.2.8      | COMET                                                                                                                   | 43        |
| <b>4.3</b> | <b>Organisationen</b>                                                                                                   | <b>46</b> |
| 4.3.1      | The Austrian Society for Metallurgy and Minerals (ASMET)                                                                | 46        |
| <b>4.4</b> | <b>Publikationen</b>                                                                                                    | <b>46</b> |
| 4.4.1      | Gütereinsatzstatistik im produzierenden Bereich                                                                         | 46        |

|           |                                                                                   |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.2     | Ressourcenverbrauch der Industrie in Österreich .....                             | 47         |
| 4.4.3     | Technologie-Roadmap für Hochleistungsmetalle.....                                 | 48         |
| 4.4.4     | Rohstoffsicherheit 2020+ – Rohstoffe für eine ressourceneffiziente Industrie..... | 48         |
| 4.4.5     | Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich .....          | 50         |
| <b>5</b>  | <b>Schlüsseltechnologien .....</b>                                                | <b>52</b>  |
| 5.1       | Wasserkraft .....                                                                 | 52         |
| 5.2       | Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse.....                                  | 58         |
| 5.3       | Produktion von Biotreibstoffen .....                                              | 62         |
| 5.4       | Solarthermie.....                                                                 | 64         |
| 5.5       | Wärmespeicher .....                                                               | 67         |
| 5.6       | Fotovoltaik.....                                                                  | 69         |
| 5.7       | Windkraftanlagen .....                                                            | 73         |
| 5.8       | Wärmepumpen und Kältemittel .....                                                 | 75         |
| 5.9       | Fossile Großkraftwerke.....                                                       | 78         |
| 5.10      | Netze, Stromspeicher und Smart Grids .....                                        | 81         |
| <b>6</b>  | <b>Kritikalität.....</b>                                                          | <b>84</b>  |
| 6.1       | Der Begriff der Kritikalität.....                                                 | 84         |
| 6.2       | Workshop Kritikalität .....                                                       | 85         |
| <b>7</b>  | <b>Technologieroadmaps.....</b>                                                   | <b>90</b>  |
| 7.1       | Zweck und Ausgestaltung einer Technologieroadmap.....                             | 90         |
| 7.2       | Workshop zu Programmen und Roadmaps.....                                          | 92         |
| <b>8</b>  | <b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....</b>                                   | <b>94</b>  |
| <b>9</b>  | <b>Quellen .....</b>                                                              | <b>97</b>  |
| <b>10</b> | <b>Anhang .....</b>                                                               | <b>100</b> |
| 10.1      | Einladung Kritikalität.....                                                       | 101        |
| 10.2      | Ergebnisprotokoll Kritikalität .....                                              | 104        |
| 10.3      | Agenda 20. Jänner 2014.....                                                       | 108        |
| 10.4      | Teilnehmerliste 20. Jänner 2014 .....                                             | 109        |
| 10.5      | Vorträge 20. Jänner 2014 .....                                                    | 111        |
| 10.5.1    | Polymere für Energietechnologien, Reinhold W. Lang .....                          | 111        |
| 10.5.2    | Metalle für Energietechnologien, Rupert Puntigam.....                             | 124        |
| 10.5.3    | Warum Energietechnologieroadmaps für Österreich?, Elvira Lutter .....             | 134        |



# 1 Kurzfassung

Klassische Studien zum Energiesystem betrachten die unterschiedlichen Energietechnologien mit ihren Marktpotenzialen, Kosten und Klimaeffekten. Ausgeblendet bleiben im Allgemeinen die für die Technologien selbst – also Anlagen, Infrastruktur etc. – erforderlichen Ressourcen und Rohstoffe. Innovationspotenzial und -bedarf von Werkstoffen und Prozessen, die Nachfrage nach Rohstoffen mit kritischer Verfügbarkeit für die einzelnen Technologiekomponenten sowie Substitutionsmöglichkeiten im Werkstoffbereich wurden bisher kaum untersucht. Die Österreichische Energieagentur wurde deshalb vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) beauftragt, grundlegende Recherchen für die Diskussion mit Unternehmen, Programmverantwortlichen von F&E-Programmen und Entscheidungsträgern in der FTI-Politik durchzuführen und einen Stakeholderdialog über Materialien und Prozesse für Energietechnologien zu initiieren.

Dazu wurden für diesen Auftrag die Systemgrenzen der klassischen Betrachtung des Energiesystems im Bereich der Energietechnologien deutlich erweitert. Die für Materialforschung, Prozessinnovation sowie Ressourcenverfügbarkeit und -effizienz relevanten Dokumente, Aktivitäten und F&E-Programme in der EU und Österreich wurden erfasst und analysiert. Zehn besonders relevante Energietechnologien wurden einer vertieften Analyse unterzogen.

Die Untersuchungen in diesem Bericht haben gezeigt, dass bei der Herstellung von Energietechnologien in Österreich vergleichsweise wenige Komponenten auf kritische Rohstoffe angewiesen sind. Bei Akkus kann es zu Engpässen kommen (Lithium, Kobalt), da hier global betrachtet die langfristige Entwicklung neuer Akkumulortechnologien mit der politisch forcierten raschen Marktdurchdringung nicht Schritt halten kann. Sonst stehen für zahlreiche Funktionsmaterialien (wie z. B. Kollektoren für Solarabsorber) und Strukturmaterialien (z. B. Türme bei Windkraftwerken), aber auch für ganze technologische Prinzipien (z. B. Generatoren) Alternativen zur Verfügung, um Verknappungen und Verteuerungen grundsätzlich begegnen zu können (nicht jedoch bei Katalysatoren!). Hier ist allerdings mit zusätzlichen – teilweise beträchtlichen – Investitionen in Entwicklung und Produktionsanlagen zu rechnen.

Um den Bedarf und das Potenzial von (neuen) Werkstoffen und Prozessen besser abschätzen zu können, sollten in zukünftigen Roadmaps den einzelnen Komponenten in einer umfassenden Betrachtung Herstellungsverfahren, Verarbeitungsprozesse und mögliche Werkstoffe zugeordnet werden. So ließen sich nicht zuletzt mögliche Kritikalitäten frühzeitig erkennen. Im Juni 2013 wurden der Begriff „Kritikalität“ und ev. notwendige Erweiterungen dieses Konzepts mit Stakeholdern im Rahmen eines Workshops diskutiert.

Ob Roadmaps horizontal (je Energietechnologie) oder vertikal (nach Werkstoffen) ausgerichtet werden, wird als zweitrangig erachtet, hier hat sich in der Diskussion mit den Firmen und Forschern bei einem Workshop im Jänner 2014 gezeigt, dass beide Lösungen ihre Vor- und Nachteile haben. Ein umfassender Strategieprozess, in dem Erstellung und Aktualisierungen der einzelnen Roadmaps eingebettet sind, müsste daher beide Betrachtungsweisen forcieren. Basierend auf den nationalen Strategien und Roadmaps ist dann eine proaktive, effektive und effiziente Vertretung in europäischen und internationalen Programmen und Roadmap-Prozessen möglich.

## 2 Motivation, Ziele und Durchführung des Auftrags

Klassische Betrachtungen des Energiesystems beleuchten die unterschiedlichen Technologien, Primärenergieträger in verschiedene Dienstleistungen für die Gesellschaft umzusetzen (siehe Abbildung 2-1). Materialforschungsrelevante Fragestellungen werden hier nur gelegentlich thematisiert (z. B. als allgemein formulierte Anforderung „Stähle mit besserer Temperaturbeständigkeit“), eine systematische Betrachtung des Potenzials (neuer) Werkstoffe und Prozesse kann so kaum erfolgen. Dabei werden fortschrittliche Materialien (*Advanced Materials*) als eine der sog. *Key Enabling Technologies* (KET) gesehen<sup>1</sup>. Überlegungen zur Ressourcenknappheit bezogen sich bisher lediglich auf die Verfügbarkeit von Primärenergieträgern, nicht aber auf den Materialbedarf der Technologien selber.

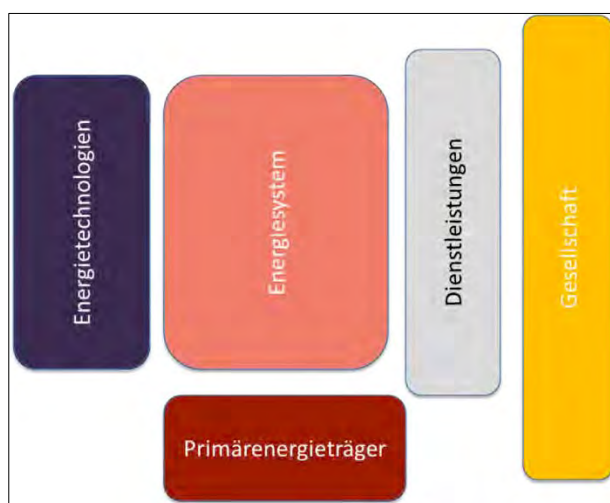


Abbildung 2-1: Klassische Betrachtung und Systemgrenzen des Energiesystems

In Zukunft soll die „Materialfrage“ mit möglichst einheitlichen Standards in nationale Roadmaps von Einzeltechnologien aufgenommen und relevante Forschungsprogramme noch besser aufeinander abgestimmt werden. Die Österreichische Energieagentur wurde dazu im Mai 2012 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) beauftragt, grundlegende Recherchen für die Diskussion mit Unternehmen, Programmverantwortlichen von F&E-Programmen und Entscheidungsträgern in der FTI-Politik durchzuführen und einen Stakeholderdialog zu initiieren.

Für diesen Auftrag werden die Systemgrenzen der klassischen Betrachtung des Energiesystems im Bereich der Energietechnologien deutlich erweitert (siehe Abbildung 2-2):

- Die einzelnen Komponenten der Energietechnologien werden identifiziert (Generator, Getriebe, Leistungselektronik etc.).
- Herstellungsverfahren, Verarbeitungsprozesse und Werkstoffe können den einzelnen Komponenten zugeordnet werden.

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key\\_technologies/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/index_en.htm)

- Die für die einzelnen Komponenten bzw. Werkstoffe benötigten Rohstoffe werden identifiziert.

Durch diese erweiterte und differenzierte Betrachtungsweise können in Zukunft gezielte Kritikalitätsbetrachtungen (vor allem auf der Ebene der Rohstoffversorgung) durchgeführt und Substitutionsmöglichkeiten besser diskutiert werden (z. B. „Wo können Polymere Stahl ersetzen?“). Die Bedeutung von Entwicklungen insb. der sog. *Key Enabling Technologies* (wie z. B. der Nanotechnologie) kann für einzelne Energietechnologien besser abgeschätzt werden.

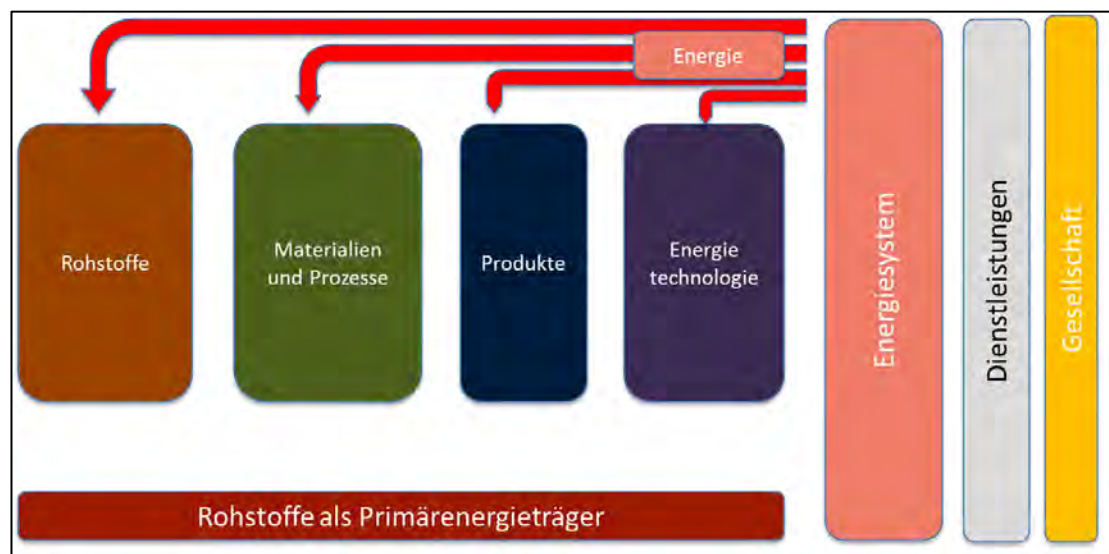


Abbildung 2-2: Systemgrenzen einer neuen Betrachtung

In diesem Projekt – dessen Endbericht hiermit vorliegt – wurden von der Österreichischen Energieagentur folgende Aktivitäten durchgeführt:

- Erfassung der für Materialforschung und Prozessinnovation relevanten Dokumente, Aktivitäten und F&E-Programme in der EU (siehe Kapitel 3) und Österreich (siehe Kapitel 4). Dazu wurde eine Betrachtung zahlreicher relevanter Politikbereiche durchgeführt (siehe Abbildung 2-3).
- Auswahl von zehn Energietechnologien, vertiefte Analyse (siehe Kapitel 5).
- Diskussion eines Vorschlages für einen umfassenden und um soziale und ökologische Faktoren erweiterten Kritikalitätsbegriff mit Stakeholdern und ExpertInnen im Juni 2013 (siehe Kapitel 6).
- Organisation und Durchführung eines Workshops mit Vertretern von Technologieplattformen und Forschungsförderern zum Thema Technologieroadmaps im Jänner 2014 (siehe Kapitel 7).
- Formulierung von Schlussfolgerungen und Empfehlungen.

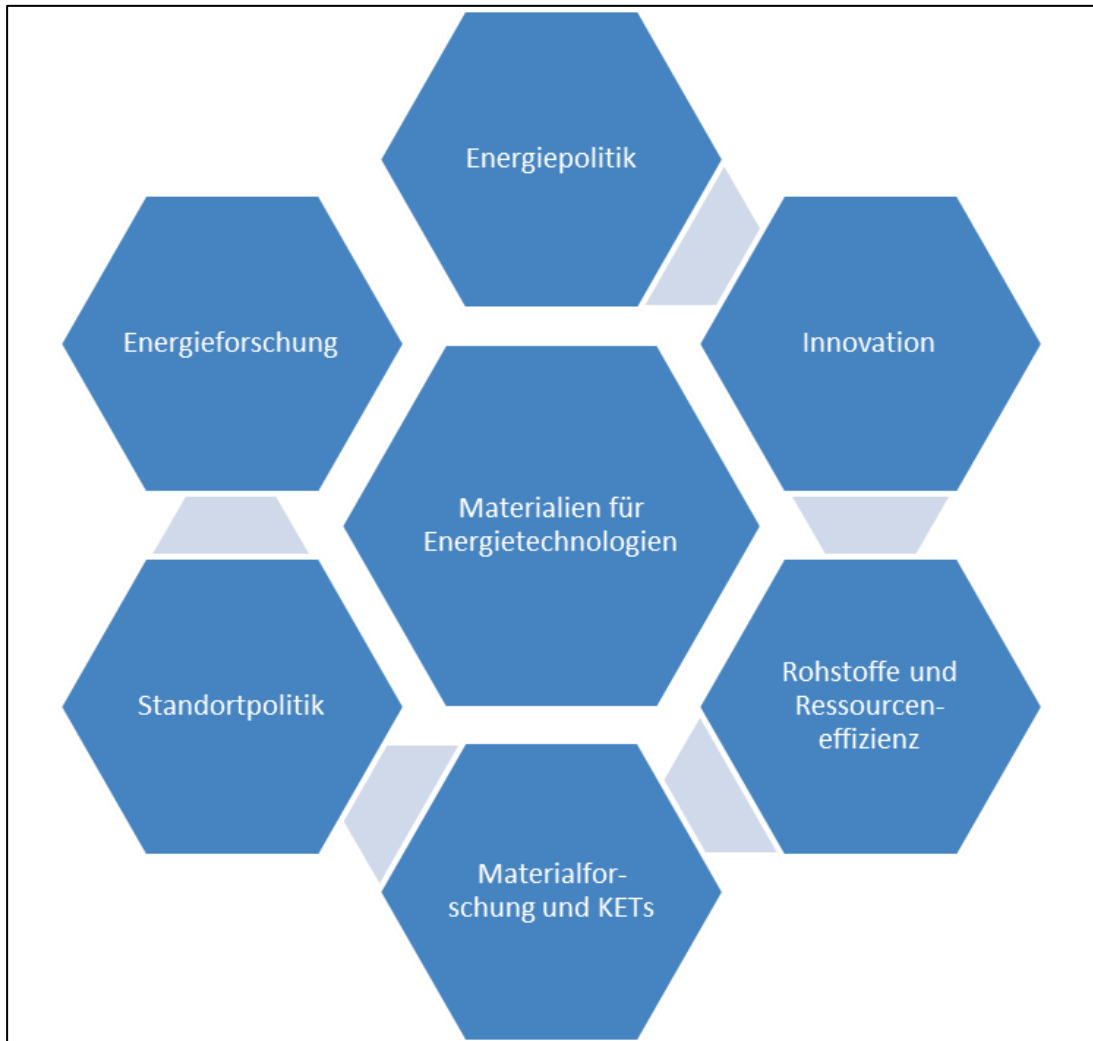


Abbildung 2-3: Relevante Politikbereiche für energietechnologiebezogene Fragestellungen der Materialforschung

Die Auswertung der Politiken und Programme sowie die Zusammenfassung der ausgewählten Literatur wurden Ende 2012 durchgeführt und im Zwischenbericht dargestellt. Für den Endbericht wurde eine Aktualisierung der wichtigsten Bereiche vorgenommen.

## 3 Materialforschung, Ressourceneffizienz und Rohstoffe in der EU

### 3.1 Der politische Rahmen

Dass in der EU für Energietechnologien jetzt explizit auch Materialforschungsfragestellungen priorisiert werden, ist eine relativ junge Entwicklung. Die Forschung an neuen Werkstoffen wird zu den sog. *Key Enabling Technologies* (KET) gezählt. Gleichzeitig ist durch Versorgungsengpässe bei nichtenergetischen Rohstoffen auch das Thema der gesicherten Produktion und der steigenden bzw. stark volatilen Preise und damit die Möglichkeit einer erfolgreichen Marktdurchdringung von Energietechnologien in den Mittelpunkt gerückt (Beispiel: Seltene Erden aus China für die Produktion von Magneten für Generatoren in Windturbinen). Die Ressourceneffizienz wird in zahlreichen Politiken dabei als wesentliches Kriterium für eine gute Wirtschaftsentwicklung gesehen. In der Europäischen Kommission (EUK) sind mehrere Generaldirektionen mit dieser Thematik befasst, was eine hohe Herausforderung an die Koordination darstellt.

In der Veranstaltung „Materials for the 2020 Challenges“ am 10. Juli 2012 in Brüssel kam klar die positive Haltung des Europäischen Parlaments (EP) heraus, dem Materialforschungsbereich im Europäischen Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung hohe Priorität einzuräumen<sup>2</sup>. Dieser wird als zentral für das Wachstum der Industrie und die Entwicklung der Gesellschaft angesehen; die nachhaltige Nutzung von Energie und der natürlichen Ressourcen bedürfen deutlicher Verbesserungen bzw. kompletter Neuentwicklungen im Materialbereich. Materialforschung ist in allen drei Säulen von Horizon 2020 von Bedeutung (siehe dazu Abschnitt 3.2.2).

Im Folgenden werden die wichtigsten Entwicklungen der letzten Jahre im Bereich „Policy“ dargestellt.

#### 3.1.1 Raw Materials Initiative (RMI)

Im November 2008 erfolgte eine Mitteilung der Kommission mit dem Titel:

*Mitteilung über die Rohstoffinitiative – Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern – KOM(2008) 699 endg.*

Die EUK schlug darin vor, dass eine europäische Rohstoffstrategie drei Ziele haben sollte:

1. Die EU muss auf dem Weltmarkt Rohstoffe zu den gleichen Bedingungen beziehen können wie ihre Konkurrenten.
2. In der EU müssen die Rahmenbedingungen so gestaltet werden, dass eine dauerhafte Versorgung mit Rohstoffen aus europäischen Quellen begünstigt wird.

---

<sup>2</sup> <http://www.stoa.europarl.europa.eu/stoa/cms/op/preview/home/events/workshops/materials>

3. Die Ressourceneffizienz muss allgemein erhöht werden, und es muss mehr recycelt werden, um den Rohstoffverbrauch der EU zu senken und ihre Importabhängigkeit zu mindern.

Die Kommission empfahl, im Rahmen einer umfassenden europäischen Strategie zunächst festzulegen, welche Rohstoffe für die EU kritisch sind. Sie schlug vor, in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten und den Interessengruppen eine gemeinsame Liste kritischer Rohstoffe aufzustellen. Eine erste Prüfung hatte ergeben, dass die Versorgung der EU mit einer Reihe von Rohstoffen hohen Risiken ausgesetzt ist. Nicht betrachtet und erfasst wurden dabei Primärenergieträger.

Die im Folgenden aufgeführten 14 Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen sind deshalb aus Sicht der EU kritisch, weil bei ihnen das Risiko eines Versorgungsengpasses und dessen Folgen für die Wirtschaft größer sind als bei den meisten anderen Rohstoffen:

- Antimon
- Beryllium
- Kobalt
- Flussspat
- Gallium
- Germanium
- Graphit
- Indium
- Magnesium
- Niob
- (Metalle der) Platingruppe
- Seltene Erden
- Tantal
- Wolfram

Das mit diesen Rohstoffen verbundene hohe Versorgungsrisiko ist zum einen dadurch begründet, dass ihre Gewinnung weltweit auf wenige Länder beschränkt ist:

- in China Antimon, Flussspat, Gallium, Germanium, Graphit, Indium, Magnesium, Seltene Erden und Wolfram;
- in Russland die Metalle der Platingruppe;
- in der Demokratischen Republik Kongo Kobalt und Tantal;
- in Brasilien Niob und Tantal.

Zu dieser Konzentration der Erzeugung kommt in einigen Fällen erschwerend hinzu, dass der Rohstoff nur schwer ersetzt (substituiert) werden kann oder seine Rückgewinnungsquote gering ist.

Die EUK kündigte weiters an, ein Monitoring für kritische Rohstoffe einzurichten und „priority actions“ zu identifizieren. Im Juni 2010 publizierte die EUK einen Report über kritische Rohmaterialien, der von einer Ad-hoc-Gruppe der *Raw Materials Supply Group* erarbeitet wurde<sup>3</sup>. Im Februar 2011 publizierte die EUK ein Dokument zu den Rohstoffmärkten:

*Mitteilung über Grundstoffmärkte und Rohstoffe: Herausforderungen und Lösungsansätze – KOM(2011) 25 endg.*

Die RMI ging mittlerweile in anderen Initiativen auf (insbesondere der Europäischen Innovationspartnerschaft für Rohstoffe, siehe Abschnitt 3.1.3), unter dem Begriff der „Raw Materials Initiative“ fanden ab 2012 de facto keine Aktivitäten mehr statt. Zuständig für Rohstoffe ist die Generaldirektion (DG) *Enterprise and Industry* der EUK<sup>4</sup>.

### 3.1.2 Die Strategie Europa 2020 und die Leitinitiativen

Im Rahmen der „Europe 2020 Strategy for smart, sustainable and inclusive growth“ wurden sieben Leitinitiativen (engl. „Flagship Initiatives“) aufgestellt. Bei diesen Leitinitiativen müssen die EUK und die nationalen Verwaltungen ihre Maßnahmen so aufeinander abstimmen, dass sich die Maßnahmen gegenseitig verstärken. Die meisten Leitinitiativen wurden von der EUK im Jahr 2010 vorgestellt.

Die Thematik der Rohstoffversorgung wurde dabei explizit in drei der sieben Leitinitiativen thematisiert:

- Industriepolitik im Zeitalter der Globalisierung
- Ressourcenschonendes Europa (siehe Abschnitt 3.1.2.1)
- Innovationsunion (siehe Abschnitt 3.1.2.2)

#### 3.1.2.1 Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa

Bei der Präsentation der Leitinitiative „Ressourcenschonendes Europa“<sup>5</sup> wurde auch eine Roadmap angekündigt, die im September 2011 publiziert wurde:

*„Fahrplan für ein ressourceneffizientes Europa“ COM(2011)571 final*

#### Europäische Plattform für Ressourceneffizienz (EREP)

Die unter dieser Leitinitiative agierende Europäische Plattform für Ressourceneffizienz traf sich zum ersten Mal am 5. Juni 2012, Vorsitzender ist der ehemalige irische Premierminister John Bruton, sein Stellvertreter der Slowene Janez Potočnik, EU-Umweltkommissar 2010–2014. Unter den über 30 hochrangigen Vertretern aus Politik, NGOs, Industrie und Wissenschaft befindet sich derzeit kein Österreicher. Die Plattform gründete mehrere Arbeitsgruppen, um zwischen den Plenarsitzungen weiterzuarbeiten:

---

<sup>3</sup> Download: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_de.htm)

<sup>4</sup> Eine gute Übersicht gibt die Website: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/index_en.htm)

<sup>5</sup> Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020, COM (2011) 21.1.2011

- WG I: Circular economy / greening the economy
- WG II: Setting objectives and measuring progress
- WG III: Framework conditions for investments in resource efficiency

Die Plattformmitglieder können sich hier durch ihre sog. „Sherpas“ vertreten lassen.

Im Dezember 2012 wurde von der Plattform bei ihrem zweiten Plenartreffen ein Manifest<sup>6</sup> veröffentlicht.

Im Juni 2013, bei ihrem dritten Plenartreffen, publizierte die Plattform detailliertere Empfehlungen für kurzfristige politische Maßnahmen, wie z. B. das Auslaufen ökologisch problematischer Förderungen oder die verstärkte Einführung ökologischer öffentlicher Beschaffung (*Green Public Procurement*). Das vierte Plenarmeeting fand am 28. November 2013 statt.

Link: [http://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/re\\_platform/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/re_platform/index_en.htm)

#### Expertengruppe „The economics of environment and resource use“

Dieses unabhängige Beratungsgremium wurde 2011 von EU-Umweltkommissar Janez Potočnik eingerichtet. Es berät ihn u. a. über die wirtschaftlichen Zusammenhänge und Auswirkungen von Ökologie und Ressourceneffizienz. Unter den neun Mitgliedern dieser Gruppe, alles Ökonomen, findet sich kein Vertreter aus Österreich.

Link: [http://ec.europa.eu/commission\\_2010-2014/potocnik/expert\\_group/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/potocnik/expert_group/index_en.htm)

#### Onlineplattform

In der *Online Resource Efficiency Platform* (OREP) finden sich zahlreiche Informationen zu diesem Thema.

Link: [http://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm)

### **3.1.2.2 Innovationsunion und die Europäischen Innovationspartnerschaften**

In einer weiteren Leitinitiative, der sog. „Innovationsunion“, wurden verschiedene *Key Initiatives* (nicht zu verwechseln mit den „übergeordneten“ *Flagship Initiatives* / Leitinitiativen) entwickelt. Als eine der Key Initiatives der Innovationsunion wurde das Instrument der Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP) geschaffen. Im Februar 2012 wurde eine EIP zu Rohstoffen vorgestellt, im Sommer 2012 eine weitere für den Energiebereich bedeutende zu „Smart cities and communities“:

- *Rohstoffe für das künftige Wohlergehen Europas nutzbar machen – Vorschlag für eine europäische Innovationspartnerschaft für Rohstoffe COM(2012) 82 final (siehe Abschnitt 3.1.3)*
- *Mitteilung der Kommission: Intelligente Städte und Gemeinschaften – Eine europäische Innovationspartnerschaft COM (2012)4701 final*

---

<sup>6</sup> [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-12-989\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm)



### **3.1.3 Innovation partnership to overcome Europe's raw materials shortages (Europäische Innovationspartnerschaft Rohstoffe)**

Anmerkung: Dieser Abschnitt wird nicht als Unterkapitel zum vorangehenden Abschnitt dargestellt, eine weitere Untergliederung würde die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit des Berichtes beeinträchtigen.

Das Ziel der Europäischen Innovationspartnerschaft für Rohstoffe ist eine deutliche Reduktion der Importabhängigkeit der EU bis 2020 bei Rohstoffen, die kritisch für die europäische Industrie sind. Die Dokumente der Innovationspartnerschaft enthalten zwar eine Liste der kritischen Rohstoffe, die Aktivitäten der EIP sind aber nicht darauf limitiert. Primärenergieträger und agrarische Rohstoffe werden jedoch nicht berücksichtigt.

Das Thema wird in fünf Arbeitspaketen zu Versorgung, Substitution, Regulierungsrahmen (2 Arbeitspakete) und internationale Kooperation bearbeitet. Eine *High Level Steering Group* soll durch Sherpas und „Operational Groups“ unterstützt werden.

Am 13. November 2012 und am 5. Dezember 2013 fanden zu dieser Europäischen Innovationspartnerschaft Konferenzen in Brüssel statt (weiterhin jährlich geplant).

Link: <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/en>

#### Hochrangige Lenkungsgruppe der EIP Rohstoffe

Das erste Treffen der *High-level Steering Group* dieser EIP fand am 12. Februar 2013 in Brüssel statt. Zu den acht in dieser Gruppe vertretenen Ministern zählt auch der österreichische Wirtschaftsminister, zu den sechs Vertretern von Forschungsorganisationen der Vize-Rektor der Montanuniversität Leoben.

Für Österreich von Interesse ist, dass auch spezifische Aktivitäten vorgeschlagen wurden:

- Bis zu 10 innovative Pilotaktionen bzw. Demoanlagen
- Substituierung von mindestens drei Schlüsselanwendungen kritischer und knapper Rohstoffe
- *Network of Research, Education and Training Centres on Sustainable Mining and Materials Management (M<sup>3</sup>)*

Diese Aktivitäten wurden in einem am 25. September 2013 angenommenen Strategischen Implementierungsplan konkretisiert. Eine öffentliche Konsultation wurde ab Oktober 2013 durchgeführt, in der Mitgliedstaaten ihre geplanten Aktivitäten identifizieren konnten. Eine Mitteilung der EUK wird für 2014 erwartet.

### **3.1.4 Strategischer Energietechnologieplan (SET-Plan)**

Im SET-Plan – auf dessen Entstehung und Entwicklung hier nicht detaillierter eingegangen werden kann – wurden Fragen der Materialforschung, Ressourceneffizienz und Rohstoffproblematik in den ersten Jahren nur am Rande von den einzelnen Industrieinitiativen für div. Energietechnologien getrennt behandelt.

### **3.1.4.1 Kritische Metalle in strategischen Energietechnologien**

Die Kritikalität von Rohstoffen für die im SET-Plan als Schlüsseltechnologien identifizierten Bereiche wurde in einer vom *Joint Research Center* der EU im Jahr 2011 vorgestellten Publikation behandelt:

*Critical metals in Strategic Energy Technologies – Assessing Rare Metals as Supply-Chain Bottlenecks in Low-Carbon Energy Technologies*

In dieser Studie wurden 14 Metalle identifiziert, von denen die Herstellung von Energietechnologien mehr als 1 % der jährlichen weltweiten Produktion benötigt. Eine Risikoanalyse von Marktfaktoren und politischen Faktoren zeigte für Metalle in den Bereichen PV (Tellur, Indium, Gallium) und Windenergie (Neodym und Dysprosium) besonders hohe Kritikalität in zahlreichen Szenarien bis 2030. Ein umfangreiches Kapitel widmet sich auch „Mitigation-Strategies“ wie der Erhöhung der Produktionskapazitäten, dem Recycling aber auch von Substitutionsmöglichkeiten bei den einzelnen Werkstoffen.

### **3.1.4.2 Die Materialforschungsroadmap für Energietechnologien**

Von der EUK wurde im Dezember 2011 ein Arbeitspapier mit dem Titel:

*Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies (SEC2011 1609)*

präsentiert. In diesem Papier wurde für die im SET-Plan priorisierten Technologien ein Fahrplan für Materialforschung für die nächsten 10 Jahre vorgeschlagen. Dies ist in Ergänzung zu den Fahrplänen der einzelnen Industrieinitiativen des SET-Plans zu sehen, wobei auch hier Synergien eher wenig angesprochen werden und die Betrachtung wieder auf Einzeltechnologien fokussiert ist.

Dieses Papier war Ausgangspunkt für zahlreiche Aktivitäten, wie die Vorarbeiten zu einer österreichischen Materialforschungsroadmap (dem Gegenstand dieses Auftrags) sowie der Gründung einer Industrieplattform (EMIRI, siehe Abschnitt 3.3.2.2), um basierend auf der Materialforschungsroadmap Prioritäten und Umsetzungsstrategien zu entwickeln.

### **3.1.4.3 Die Arbeitsgruppe „SET-Plan Materials Roadmap Follow-up“**

Im April 2012 wurde von der EUK die Arbeitsgruppe „SET-Plan Materials Roadmap follow-up“ ins Leben gerufen. Hier waren neben VertreterInnen von Mitgliedstaaten auch je ein/e Vertreter/in von EMIRI, KIC-InnoEnergy, EUA-EPUE (siehe 3.3.3.5) und dem *European Materials Forum* (siehe 3.3.3.2) eingeladen, die EUK hatte Beobachterstatus. Von den Mitgliedstaaten entsendeten Österreich (DI Andreas Indinger), Frankreich, Deutschland, Spanien und Belgien VertreterInnen zu den Treffen der Arbeitsgruppen. In der Arbeitsgruppe stand die Diskussion verschiedener Umsetzungsoptionen im Vordergrund.

Die Arbeitsgruppentreffen fanden zu folgenden Terminen in Brüssel statt:

- 09.07.2012\*
- 19.09.2012
- 19.11.2012\*
- 20.02.2013

\*Teilnahme von DI Andreas Indinger

Im Juni 2013 wurden von der Arbeitsgruppe Empfehlungen<sup>7</sup> zur Umsetzung der Roadmap veröffentlicht:

*Paper on the Implementation of the SET Plan Roadmap "Materials for Low Carbon Technologies", Recommendations to the SET Plan Steering Group and to the European Commission.*

#### **3.1.4.4 Gemeinsames Forschungsprogramm AMPEA**

Von der Europäischen Energieforschungsallianz (EERA) wurde Mitte 2011 ein „Gemeinsames Forschungsprogramm“ (sog. Joint Programme, JP) zur Materialforschung gestartet, das

*Joint Programme on Advanced Materials and Processes for Energy Application (AMPEA).*

Österreich ist in diesem Programm nicht vertreten.

#### **3.1.5 Integrated Roadmap der EUK**

Am 2. Mai 2013 wurde von der EUK eine Mitteilung mit dem Titel „Energy Technologies and Innovation“ vorgestellt, einige Konsultationsverfahren dienten der Vorbereitung.

Kernstück dieser Mitteilung ist der Vorschlag, alle bestehenden Roadmaps in eine neue „Integrated Roadmap“ zusammenzuführen und dabei noch das bisher schwach ausgeprägte Themenfeld der Energieeffizienz zu integrieren. Dies sollte in einem breiten Stakeholderprozess – in einem ursprünglich sehr engen Zeitrahmen – bis Anfang 2014 durchgeführt werden.

In dieser Roadmap sollen die Prioritäten auf europäischer Ebene und der Mitgliedstaaten im Bereich Forschung und Innovation für die nächsten sechs Jahre identifiziert werden. Unter dem Mandat der Lenkungsgruppe des SET-Plans und unter Federführung der EUK (insbesondere des Joint Research Centers) soll eine Koordinationsgruppe innerhalb eines halben Jahres diese Roadmap erstellen. Die Koordinationsgruppe – in die von den jeweiligen von der EUK eingeladenen Stakeholderorganisationen keine Vertreter aus Österreich nominiert wurden – wird dabei inhaltlich durch eine Arbeitsgruppe unterstützt. In dieser *Integrated Roadmap Working Group* sind mehrere Österreicher tätig (siehe dazu Tabelle 3-1), die dabei jeweils die genannten europäischen Interessenverbände bzw. Vereinigungen, nicht aber Österreich oder ihren jeweiligen Arbeitgeber vertreten. Mitglieder der Lenkungsgruppe des SET-Plans können an den Sitzungen der Koordinationsgruppe teilnehmen. Weiters wurden von der EUK fünf Rapportureure beauftragt, den Prozess zu unterstützen.

---

<sup>7</sup> Die Empfehlungen können unter folgendem Link heruntergeladen werden: <http://setis.ec.europa.eu/setis-deliverables/materials-roadmap>

Tabelle 3-1: Österreicher in der Arbeitsgruppe zur Integrated Roadmap (Quelle: SETIS)

| NAME                  | ORGANISATION  | VERTRITT IN DER ARBEITSGRUPPE DIE INITIATIVE ETC.                                                  |
|-----------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hans-Martin Neumann   | AIT           | European Energy Research Alliance (EERA)                                                           |
| Peter Stettner        | Andritz Hydro | The Hydro Equipment Association (HEA)                                                              |
| Michael Narodoslawsky | TU Graz       | European Plattform of Universities Enganged in Energy Research (EPUE)                              |
| Werner Weiß           | AEE INTEC     | Europäische Technologieplattform für Heizen und Kühlen mit erneuerbaren Energieträgern (TP RES HC) |
| Klaus Rissbacher      | Plansee       | The Energy Materials Industrial Research Initiative (EMIRI)                                        |

Die Arbeitsgruppen nahmen im Oktober 2013 ihre Tätigkeit auf, erste Entwürfe der Roadmap liegen noch nicht vor. Der Aufbau bzw. die Kapitel der Roadmap wurden bereits zu Beginn festgelegt:

1. Vision eines europäischen Energiesystems
2. Energieeffizienz
3. Technologische Herausforderungen des Energiesystems
4. Marktdurchdringung
5. Synergien der Teile 2 bis 4, Rolle der versch. Stakeholder und Organisationen (inkl. EERA, EIT etc.) bei der Implementierung der Roadmap
6. Monitoring und Evaluierung der Roadmap

Allgemein kann man davon ausgehen, dass die Integrierte Roadmap eine wichtige Vorgabe für die energiebezogenen Arbeitsprogramme im EU-Programm für Forschung und Innovation *Horizon 2020* ab dem Jahr 2016 werden wird. Eine frühere Einflussnahme ist nur schwer möglich, da bereits ein zweijähriges Arbeitsprogramm für 2014 und 2015 beschlossen wurde. Nach der Fertigstellung der *Integrated Roadmap* soll ab dem Frühjahr 2014 ein Aktionsplan erstellt werden, der u. a. geplante Aktivitäten der Mitgliedstaaten auflisten soll.

## 3.2 F&E-Programme

### 3.2.1 Materialforschung und Prozesse im 7. Rahmenprogramm für FTE

Im spezifischen Programm ZUSAMMENARBEIT des 7. Rahmenprogramms für FTE (7RP) gab es – wie auch für Energie – einen eigenen Programmteil für die Materialforschung. Diese sog. „thematische Priorität“ lief unter der Bezeichnung „Nano, Werkstoffe und Produktionstechnologien“ (Abkürzung: NMP). Von 2007 bis 2013 standen hier insg. 3,5 Mrd. Euro

zur Verfügung. Hauptziel dieser thematischen Priorität war die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft. Folgende Fragestellungen wurden ausgeschrieben<sup>8</sup>:

### **1. Nanowissenschaften und Nanotechnologien**

- Gewinnung neuen Wissens über grenzflächen- und größenabhängige Phänomene
- Steuerung von Werkstoffeigenschaften im Nanomaßstab für neue Anwendungen
- Integration von Technologien im Nanomaßstab einschließlich Überwachung und Sensorik
- Selbstorganisierende Eigenschaften
- Nanomotoren, Nanomaschinen und Nanosysteme
- Methoden und Werkzeuge für die Charakterisierung und Handhabung im Nanomaßstab
- Hochpräzisions- und Nanotechnologien in der Chemie
- Untersuchung und Produktion von Komponenten mit einer Genauigkeit im Nanobereich
- Auswirkungen auf die Sicherheit und Gesundheit des Menschen und die Umwelt
- Metrologie, Überwachung, Nomenklatur und Normen
- Erkundung neuer Ansätze und Konzepte für sektorielle Anwendungen einschließlich der Integration und Konvergenz neu entstehender Technologien

Im Rahmen der Maßnahmen werden auch die Auswirkungen der Nanotechnologie auf die Gesellschaft und die Bedeutung der Nanowissenschaft und der Nanotechnologie für die Lösung gesellschaftlicher Probleme untersucht.

### **2. Werkstoffe**

- Gewinnung neuer Erkenntnisse über Hochleistungsflächen und -werkstoffe für neue Produkte und Prozesse sowie für ihre Instandsetzung
- Wissensgestützte Werkstoffe mit verwendungsspezifischen Eigenschaften und vorher-sagbarer Leistung
- Größere Zuverlässigkeit bei Entwurf und Simulation
- Modellrechnungen
- Höhere Komplexität
- Umweltverträglichkeit
- Einbeziehung von Funktionalitäten auf Nano-, Mikro- und Makroebene
- Neue Nanowerkstoffe wie Nano-Verbundwerkstoffe, Biowerkstoffe und Hybridwerkstoffe, einschließlich des Entwurfs und der Steuerung ihrer Verarbeitung, ihrer Eigenschaften und ihrer Leistung

---

<sup>8</sup> Quelle: FFG, [http://rp7.ffg.at/nmp\\_inhalte](http://rp7.ffg.at/nmp_inhalte)

### 3. Neue Produktion

- Nachhaltige wissensintensive Produktion, einschließlich des Entwurfs, der Entwicklung und der Validierung neuer Paradigmen
- Entwicklung unspezifischer Produktionskapazitäten für die adaptive, vernetzte und wissensgestützte Produktion
- Entwicklung neuer technischer Konzepte zur Nutzung der technologischen Konvergenz (z. B. Nano-, Mikro-, Bio-, Informations- und kognitive Technologien einschließlich ihrer technischen Anforderungen) für die nächste Generation von neuen oder erneuerten Produkten und Diensten mit hohem Mehrwert und Anpassung an sich ändernde Anforderungen
- Einsatz von Produktionstechnologien mit hohem Durchsatz

### 4. Integration von Technologien für industrielle Anwendungen

- Integration neuer Erkenntnisse, neuer Nano- und Mikrotechnologien sowie neuer Werkstoffe und Produktionsverfahren in branchenspezifischen und branchenübergreifenden Anwendungen wie Gesundheit, Lebensmittel, Bau, Verkehr, Energie, Information und Kommunikation, Chemie, Umwelt, Textilien, Kleidung und Schuhe, Forstindustrie, Stahl und Maschinenbau.

Fragestellungen der Materialforschung lassen sich naturgemäß nicht leicht zu späteren Anwendungen zuordnen und sind auch in anderen thematischen Prioritäten zu finden. Dies äußerte sich auch dadurch, dass sog. „Joint Calls“ durchgeführt wurden – als Beispiel der Joint Call „Novel materials for energy applications“, der gemeinsam vom Energie- und Materialforschungsprogramm NMP im Jahr 2008 abgewickelt wurde. Weiters konnten diese Fragestellungen grundsätzlich auch in anderen spezifischen Programmen wie KAPAZITÄTEN (z. B. Forschungsinfrastruktur) und IDEEN (wie die sog. Pionierforschung) eingebracht werden.

Ebenfalls im Rahmen des 7RP wurde die *Public Private Partnership* (PPP) „Factories of the Future“ abgewickelt. Sie wurde als eine von drei PPPs im Zuge des *Recovery Package* der EUK gestartet. Hier liefen von 2009 bis 2012 Ausschreibungen im Rahmen des NMP-Programms mit einem Budget von 1,2 Mrd. Euro.

#### 3.2.1.1 M-ERA.NET

Auch ein ERA NET – ein Finanzierungsinstrument, bei der nationale Forschungsförderorganisationen mit finanzieller Unterstützung der EUK gemeinsame Ausschreibungen vorbereiten und durchführen – zum Thema Materialforschung wurde 2012 gestartet: M-ERA.NET öffnete im September 2012 seine erste Ausschreibung für transnationale Projekte in „Materials Science and Engineering“.

An der Ausschreibung 2012 beteiligen sich 31 Förderorganisationen aus 23 europäischen Ländern sowie Taiwan. Aus 124 eingereichten Pre-Proposals wurden schlussendlich 23 Projekte mit einem Förderbedarf von 16,7 Mio. Euro finanziert. Österreich war an der 1. Ausschreibung mit dem Thematischen Programm Intelligente Produktion des BMVIT sowie den FFG Basisprogrammen beteiligt. Weiters ist bei diesem ERA NET von Österreich noch der FWF mit dabei. Über 1 Mio. Euro gingen dabei an österreichische Projektpartner,

das zur Verfügung stehende finanzielle Volumen in Österreich wurde dabei nicht ausgeschöpft (siehe Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Themenschwerpunkte und geförderte Projekte 1. Ausschreibung M-ERA.NET

| THEMENSCHWERPUNKT                                                                                                                  | ANZAHL GEFÖRDERTE R PROJEKTE | FÖRDER-VOLUMEN (MIO. EURO) | PROJEKT-PARTNER AUS ÖSTERREICH |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| <i>Integrated computational materials engineering</i>                                                                              | 2                            | 2,1                        | 0                              |
| <i>Secondary raw materials (re-use of materials, more efficient usage of waste materials)</i>                                      | 0                            | 0                          | 0                              |
| <i>Design of new interfaces, surfaces and coatings</i>                                                                             | 13                           | 7,7                        | 7                              |
| <i>Hybrid composites (combinations of two or more materials complementing each other to have super-functions or new functions)</i> | 4                            | 3,7                        | 0                              |
| <i>Materials for energy systems (Renewable energy sources &amp; harvesting, Energy storage, Energy efficiency)</i>                 | 4                            | 2,8                        | 0                              |

Im Juli 2013 wurde der 2. Call gestartet. Die ausgeschriebenen Themenfelder waren im Unterschied zum 1. Call etwas modifiziert:

- *Integrated Computational Materials Engineering*
- *Interfaces, Surfaces and Coatings*
- *Composite Technology*
- *Materials for Health*
- *Materials for Sustainable and Affordable Low Carbon Energy Technologies*

166 Pre-Proposals, darunter zahlreiche mit österr. Partnern, wurden bis Ende Oktober 2013 eingereicht. Die für die zweite Stufe eingeladenen Projekte müssen bis 1. April 2014 einen Vollertrag einreichen.

Link: [www.m-era.net](http://www.m-era.net)

### 3.2.1.2 MANUNET.NET

Ein weiteres ERA NET zu „Manufacturing Technologies“, MANUNET II, wurde 2011 gestartet. An diesem Programm ist aus Österreich nur das Bundesland Niederösterreich beteiligt. Neben dem Fokus auf Fertigungstechnologien sind auch Energie- und Umwelttechnologien explizit angesprochen.

Link: [www.manUNET.net](http://www.manUNET.net)

### 3.2.2 Materialforschung und Prozesse in Horizon 2020

Das mit Anfang 2014 gestartete Nachfolgeprogramm des 7RP, genannt *Horizon 2020*, enthält für Materialforschung im weiteren Sinne (d. h. inkl. Rohstoffe und Prozessinnovatio-

nen) kein eigenes Programm wie noch das 7RP, aber zahlreiche Anknüpfungspunkte in allen drei Säulen des Programms (siehe Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3: Materialforschungsrelevante Bereiche in Horizon 2020

| SÄULE/BEREICH                       | ANMERKUNG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wissenschaftsexzellenz              | Forschungsinfrastruktur, <i>Future and Emerging Technologies</i> (FET), Exzellente Forschung (ERC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Führende Rolle der Industrie        | Sehr relevant für die Technologieentwicklung im Bereich der Nanotechnologie, fortschrittlichen Materialien und Fertigungstechnologien im Sub-Programm LEIT (Führende Rolle bei grundlegenden und industriellen Technologien). Zugang für KMUs und zu Risikofinanzierung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Gesellschaftliche Herausforderungen | Bereiche mit materialforschungsrelevanten Fragestellungen für Energietechnologien <b>FETT hervorgehoben</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesundheit, demografischer Wandel</li> <li>• Ernährung, <b>Biowirtschaft (inkl. Bio-Industrien, Bio-Raffinerien)</b></li> <li>• <b>Energie</b></li> <li>• <b>Verkehr</b></li> <li>• Klimaschutz, Umwelt, <b>Ressourceneffizienz, Rohstoffe (inkl. Öko-Innovationen)</b></li> <li>• Integrative, innovative und reflexive Gesellschaften</li> <li>• Sichere Gesellschaften (<b>inkl. Resilienz kritischer Infrastrukturen</b>)</li> </ul> |

Bemerkenswert ist hier, dass das „alte“ Rahmenprogramm um den Bereich Innovation erweitert wird und das *European Institute of Technology and Innovation* (EIT, siehe dazu auch 3.2.3) integriert wird. Neue Finanzierungsinstrumente inkl. PPP werden zur Verfügung stehen. Die hier durchgeführte Betrachtung basiert auf den Vorschlägen der EUK zu den spezifischen Programmen vom November 2011.

### 3.2.3 KIC Rohstoffe

Das Europäische Innovations- und Technologieinstitut (*European Institute of Innovation and Technology* – EIT) soll die Bereiche Bildung, Forschung und Innovation zusammenzuführen. Das EIT als Dachorganisation fördert derzeit drei Wissens- und Innovationsgemeinschaften (*Knowledge and Innovation Communities* – KICs) in den Themenbereichen Klimawandel, Energien (KIC Inno Energy) und Informations- und Kommunikationstechnologie. KICs initiieren Ausschreibungen/Tender und offerieren eigene Ausbildungsschienen. Das EIT war bis Ende 2013 eigenständig und ist seit Jänner 2014 in *Horizon 2020* integriert.

Im Februar 2014 wurden unter Horizon 2020 zwei weitere KICs ausgeschrieben, darunter eines zum Thema Rohstoffe („Raw materials: sustainable exploration, extraction, processing, recycling and substitution“). Die Montanuniversität Leoben bereitet sich schon länger intensiv auf eine Einreichung vor und ist dabei, ein starkes Konsortium in Österreich zusammenzustellen.

Link: <http://eit.europa.eu/>



### 3.3 Interessenvertretungen und Organisationen

In den letzten Jahren haben sich immer mehr Industrieunternehmen und Forschungsorganisationen themenbezogen zusammengeschlossen, um „ihr“ jeweiliges Gebiet gezielt sichtbar zu machen und wirkungsvoll zu vertreten. Das Ziel reicht dabei von der besseren Vertretung in Policy-Prozessen bis zur Schaffung von eigenverantwortlichen und gegenüber anderen Themen abgegrenzten Programmen mit eigenen Budgets. Neben den klassischen Interessenvertretungen sind auch folgende Formen zu finden:

- *Joint Technology Initiatives* nach Art. 187 JTEU, Beispiel: Joint Undertaking for Hydrogen and Fuel Cells
- Programme nach Art. 185 JTEU
- *Future and Emerging Technology (FET) Flagship Programms*, Beispiel: FET Graphene Flagship
- „Contractual“ Public Private Partnerships (PPPs, siehe Abschnitt 3.3.2)
- *Joint Programming Initiatives*, Beispiel: Urban Europe
- (die in diesem Bericht bereits ausführlich behandelten) Leitinitiativen und Innovationspartnerschaften
- Multilaterale Kooperationen: hier werden auch teilweise ERA-NET-Kooperationen weitergeführt, bei denen die EU-Finanzierung bereits ausgelaufen ist. Im Bereich *Smart Cities* und *Smart Grids* sei hier beispielhaft die Kooperation von Deutschland, Österreich und der Schweiz genannt („D-A-CH“).

Im Folgenden sind die wichtigsten Gruppierungen aus Forschung und Industrie angeführt, die eine für Energietechnologien relevante Agenda im Materialforschungsbereich haben.

#### 3.3.1 Europäische Technologieplattformen

Im Jahr 2003 rief die EUK die Industrie auf, sich in Europäischen Technologieplattformen (ETP) zu formieren und Prioritäten und einen Fahrplan („Roadmap“) für F&E vorzulegen. In zahlreichen Gebieten wurden daraufhin Technologieplattformen gegründet, die z.T. sehr erfolgreich die formulierten gemeinsamen Zielsetzungen in den Ausschreibungen der Rahmenprogramme unterbrachten.

Typische Outputs der ETPs – mit unterschiedlichem Betrachtungshorizont – sind:

- *Vision Documents* (long-term)
- *Strategic Research Agenda* (medium term)
- *Implementation Plans* (short-to medium term).

Link: [http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html)

Im Energiebereich gibt es zahlreiche Technologieplattformen, die mehr oder weniger aktiv tätig sind:

- *Biofuels*
- *Smart Grids*

- *TPWind*
- *Photovoltaics*
- *Zero Emission Fossile Fuel Power Plants (ZEP)*
- *Sustainable Nuclear Technology Platform (SNETP)*
- *Hydrogen and Fuel Cell Platform (HFP)*
- *Renewable Heating and Cooling (RHC)*

Alle wesentlichen Bereiche der Energieerzeugung, Umwandlung und Verteilung sind hier dabei, nicht jedoch der Endverbrauch.

Manche Plattformen haben in ihren Dokumenten auch Fragestellungen der Materialforschung und Ressourcenproblematik diskutiert. Diese standen aber selten im Vordergrund, da die Plattformen auf die Gestaltung der energieforschungsrelevanten Bereiche der Rahmenprogramme abzielten, Materialforschung aber meistens in anderen Bereichen des Programms (und damit in anderen Direktionen der EUK) untergebracht ist (siehe dazu Abschnitt 3.2.1).

Neben diesen von der EUK offiziell gelisteten ETP im Energiebereich gibt es zahlreiche weitere ETP in den Bereichen IKT, Biobased-Economy, Produktion und Prozesse (Umwelt und industrielle Technologien) sowie Verkehr und Raumfahrt. Für die Materialforschung besonders interessant sind die Technologieplattformen des Bereiches Produktion und Prozesse. Hier haben sich sechs Plattformen (EuMaT, Suschem, Manufuture, FTC, ESTEP, SMR), alle mit substantieller Agenda im Materialforschungsbereich, zur Initiative „A4M – Alliance for Materials“ zusammengeschlossen (siehe Tabelle 3-4). Die einzelnen Technologieplattformen bestehen aber nach wie vor und sind unabhängig, A4M fungiert hier weder als Dachorganisation noch als deren Vertretung. A4M wurde durch eine Ausschreibung im 7RP finanziert<sup>9</sup> und ist für weitere ETPs offen. A4M betont besonders den „value chain approach“ und ist sich der Situation bewusst, dass zahlreiche Mitglieder Konkurrenten am Markt sind. Bereits vor der Gründung von A4M schrieben diese sechs ETPs im November 2010 einen gemeinsamen Brief an die für Forschung zuständige Kommissarin sowie den für Industrie zuständigen Kommissar, in dem sie auf die Notwendigkeit verstärkter Materialforschungsanstrengungen hinwiesen. Der Aktivitätslevel der sechs ETPs ist sehr unterschiedlich.

Besonders aufschlussreich ist eine von A4M präsentierte SWOT-Analyse über die Rolle der ETP in *Horizon 2020* (siehe Abbildung 3-1). Die ETPs befürchten, dass ihre Rolle unter Druck gerät, insbesondere durch die Erweiterung der Agenda von *Horizon 2020* auf *Innovation*, die die ETPs bisher kaum adressiert haben. Hier könnten die Aktivitäten des EIT deutlich mehr Gewicht bekommen, nicht zuletzt dadurch, dass es in *Horizon 2020* integriert wurde. Als weitere Herausforderung für traditionell aufgestellte ETPs wird die Integration von KMUs und Forschern gesehen, beides notwendig, um für den Sektor repräsentativ in der Programmgestaltung zu wirken. Ob die Sekretariate der ETPs weiter von der EUK finanziell unterstützt werden sollen, ist noch in Diskussion.

---

<sup>9</sup> Coordination and Support Action, Call identifier FP7-NMP-2012-CSA-6

Tabelle 3-4: Technologieplattformen in der Alliance for Materials A4M

| BEZEICHNUNG KURZ | BEZEICHNUNG LANG                                                                 | LINK                                                                                                | ÖSTERREICH. BETEILIGUNG AUS INDUSTRIE UND FORSCHUNG        | RELEVANZ FÜR RESSOURCEN UND MATERIALIEN F. ENERGIETECHNOLOGIEN                                                                                                                          |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESTEP            | European Steel Technology Platform                                               | <a href="http://cordis.europa.eu/estep/home_en.html">http://cordis.europa.eu/estep/home_en.html</a> | Voestalpine, Siemens VAI                                   | hoch, hat neben dem Schwerpunkt der energieeffizienten Stahlproduktion eine eigene Working Group Energy, die sich zuletzt mit Stahl für Windkraft und Kohlekraftwerken beschäftigt hat. |
| ETP SMR          | European Technology Platform on Sustainable Mineral Resources                    | <a href="http://www.etpsmr.org">www.etpsmr.org</a>                                                  | Montanuniversität Leoben                                   | hoch                                                                                                                                                                                    |
| manufuture       | Future Manufacturing Technologies                                                | <a href="http://www.manufuture.org/manufacturing/">http://www.manufuture.org/manufacturing/</a>     | Convergent Information Technologies, Doppelmayr Seilbahnen | mittel                                                                                                                                                                                  |
| FTC              | Future textiles and Clothing                                                     | <a href="http://www.textile-platform.eu/">http://www.textile-platform.eu/</a>                       | nein                                                       | sehr gering                                                                                                                                                                             |
| SusChem          | Sustainable Chemistry                                                            | <a href="http://www.suschem.org">http://www.suschem.org</a>                                         | nein                                                       | mittel, Arbeitsgruppe Smart Cities                                                                                                                                                      |
| EuMaT            | European Technology Platform for Advanced Engineering Materials and Technologies | <a href="http://eumat.eu">http://eumat.eu</a>                                                       | FACC                                                       | hoch, Arbeitsgruppe „Materials for Energy“                                                                                                                                              |

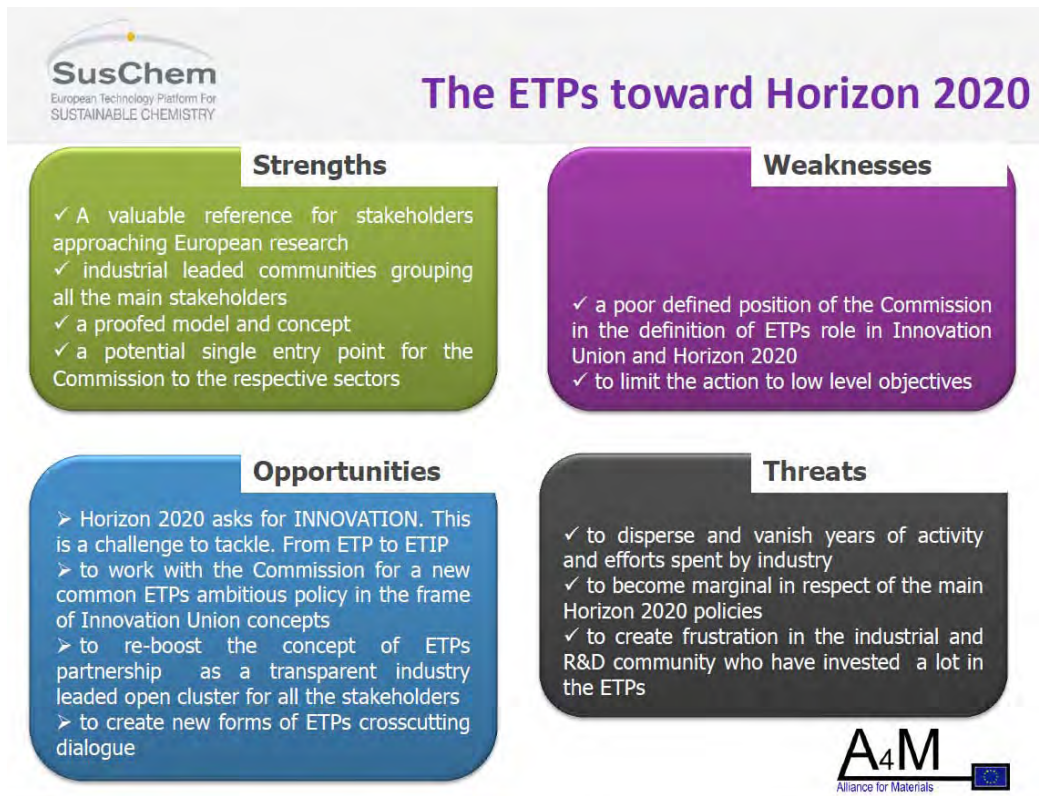


Abbildung 3-1: SWOT-Analyse von A4M zur Rolle der Technologieplattformen in Horizon 2020 (Quelle: Präsentation von M. Falzetti, April 2012<sup>10</sup>)

### 3.3.2 Organisationen der Industrie als Basis für spätere PPPs

Um mit bestehenden Technologieplattformen als Partner bzw. Träger einer PPP fungieren zu können, wurden Organisationen mit eigener Rechtspersönlichkeit (oft nach belgischem Recht) gegründet. Dabei wurden in einigen Fällen die Aktivitäten auf den gesamten Innovationsbereich ausgedehnt, um besser an die zu erwartende Struktur von Horizon 2020 angepasst zu sein. Diese Form der PPPs wird auch als „vertraglich“ (engl. contractual) bezeichnet, im Gegensatz zu den „Institutionellen PPPs“ nach Artikel 187. Die ersten dieser Contractual PPPs sind im Rahmen des *European Economic Recovery Plan* als Antwort auf die Finanz- und Wirtschaftskrise ab 2008 entstanden.

#### 3.3.2.1 Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency (SPIRE)

SPIRE wurde nach einigen Vorbereitungsaktivitäten am 18. Juli 2012 als A.SPIRE AISBL nach belgischem Recht gegründet. Es ist als „Vehikel“ für eine PPP der europäischen Prozessindustrie in Horizon 2020 gedacht.

<sup>10</sup> <http://www.suschem.org/get-involved/stakeholder-event/stakeholder-event-2012/presentations.aspx>

Thematisch ist etwa ein Fünftel der gesamten verarbeitenden Industrie in Europa (bezogen auf Produktion, Arbeitsplätzen und Umsatz) involviert, nämlich die Prozessindustrie für:

- Chemie
- Stahl
- Nichteisenmetalle
- Engineering
- Mineralien
- Zement
- Keramik
- Wasser

Österreich wird in SPIRE durch die Voestalpine vertreten. Bis Oktober 2012 wurde eine Public Consultation durchgeführt, Basis dazu war die „SPIRE-Roadmap“ die eine Vision bis 2030, eine Forschungs- und Innovationsstrategie sowie ein Impact Assessment enthält. Ziele von SPIRE bis 2030 sind (Quelle: SPIRE):

1. *Reducing fossil energy intensity of up to 30% from current levels;*
2. *Reducing non-renewable, primary raw material intensity of up to 20% from current levels.*

*Both ambitions will contribute to efficiency improvement in CO<sub>2</sub>-equivalent footprints of up to 40% by 2030. Potential improvements extend beyond “industry” to all indirectly supplied and dependent economic sectors such as transport, construction, water, electronics etc.*

Ein explizites Ziel ist es auch, die verarbeitende Industrie in Europa zu halten bzw. wieder zurückzubringen.

Link: <http://www.spire2030.eu/>

### **3.3.2.2 Energy Materials Industrial Research Initiative (EMIRI)**

EMIRI formierte sich im Zuge der Erstellung der *Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies* im Jahre 2011. Gründungsmitglieder aus Österreich waren die Voestalpine und Plansee. Am 21. November 2011, kurz vor der Präsentation der Materials Roadmap durch die EUK, stellte EMIRI ein Positionspapier zur Roadmap vor. EMIRI war maßgeblich in die Arbeitsgruppe „SET-Plan Materials follow-up“ eingebunden (siehe Abschnitt 3.1.4.3). EMIRI wurde am 10. September 2012 als Gesellschaft nach belgischem Recht gegründet. Obwohl von Österreich nur Industriebetriebe mit dabei sind, kommen auch zahlreiche Partner von EMIRI aus dem Forschungsbereich. Dies ist auch ein Hinweis darauf, dass Österreich im Bereich der Materialforschung nicht optimal aufgestellt ist. Unter anderem sind die Europäischen Technologieplattformen für Stahl (ESTEP), Chemie (SusChem) und „Engineering Materials“ (EuMaT) Partner bei EMIRI.

Link: <http://www.emiri.eu/>

### **3.3.2.3 European Factory of The Future Research Association (EFFRA)**

EFFRA wurde von der Technologieplattform Manufuture und weiteren Industrievereinigungen gegründet, um die PPP „Factory of the Future“ (PPP *FoF*) abzuwickeln. Die Aktivitäten bauten auf den Roadmaps 2010 bis 2013 auf, die im Zuge der PPP *FoF* erstellt wurden (eine davon zu „New Materials in Manufacturing“). Bis Oktober 2012 lief ein öffentlicher Konsultationsprozess zur Erstellung einer Roadmap 2014 bis 2020, die dann 2013 veröffentlicht wurde.

Aus Österreich ist aus der Industrie die Firma Doppelmayr involviert, jedoch ist keine der fast 50 involvierten Forschungseinrichtungen aus Österreich. Dies ist ein weiteres Indiz für eine mögliche institutionelle Schwäche in diesem Bereich, österreichische Forschungseinrichtungen werden hier auf internationaler Ebene nicht sichtbar.

Link: <http://www.effra.eu/>

### **3.3.2.4 Weitere PPPs**

Neben der im Abschnitt 3.3.2.3 dargestellten PPP zu Produktionsprozessen sind auch weitere PPPs im Transportbereich (*European Green Vehicle Initiative*, EGVI) und im Gebäudereich (*Energy Efficient Buildings*, EeB PPP) im Rahmen des *European Economic Recovery Plan* entstanden. Auf diese beiden PPPs wird hier nicht näher eingegangen.

## **3.3.3 Allgemeine Interessenvertretungen für Industrie und/oder Forschung**

Neben den Europäischen Technologieplattformen bzw. den möglichen Trägern von PPPs, gibt es noch zahlreiche Interessenvertretungen für Industrie und Forschungsorganisationen, die im Bereich der energietechnologierelevanten Materialforschung aktiv sind.

### **3.3.3.1 International Union of Materials Research Societies (IUMRS)**

1991 wurde eine weltweite Dachorganisation nationaler bzw. regionaler Materialforschungsgesellschaften mit interdisziplinärer Ausrichtung gegründet, E-MRS (siehe Abschnitt 3.3.3.2) vertritt in der IUMRS den europäischen Raum.

Link: <http://www.iumrshq.org>

### **3.3.3.2 European Materials Research Society (E-MRS)**

Die im Jahr 1983 gegründete Europäische Materialforschungsgesellschaft hat etwa 4.000 Mitglieder aus Industrie, Politik, Universitäten und Forschungsorganisationen.

E-MRS organisiert jedes Jahr u. a. die größte europäische Materialforschungskonferenz (jeweils ca. 2.500 Teilnehmer), in der aktuelle Trends bei Funktionsmaterialien diskutiert werden. Weiters werden verschiedene Preise vergeben.

E-MRS ist Partner bei EMIRI und auch direkt in der Arbeitsgruppe „SET-Plan Materials Roadmap follow-up“ vertreten.

Link: <http://www.european-mrs.com/>

### 3.3.3.3 European Materials Forum (EMF)

Gestartet 2004, sind hier neben E-MRS zahlreiche öffentliche und private europäische Forschungsgesellschaften (wie z. B. die Europäische Forschungsgesellschaft ESF und die Europäische Physikalische Gesellschaft EPS) eher lose zusammengeschlossen. Ziel ist die Politikberatung. Organisatorisch ist das EMF eng an E-MRS angeschlossen.

Link: [http://www.emrs-strasbourg.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=336&Itemid=128](http://www.emrs-strasbourg.com/index.php?option=com_content&task=view&id=336&Itemid=128)

### 3.3.3.4 Federation of European Materials Societies (FEMS)

FEMS ist eine Vereinigung europäischer nationaler Materialforschungsgesellschaften aus dem Bereich Forschung und Industrie. Aus Österreich ist die ASMET Mitglied.

Alle zwei Jahre wird eine große Konferenz organisiert (*European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes* „EUROMAT“). Die letzte Konferenz fand im September 2013 in Sevilla statt.

Link: <http://www.fems.org/>

### 3.3.3.5 European University Association – European Platform of Universities engaged in Energy Research Education and Training (EUA-EPUE)

In der im Februar 2012 gestarteten Europäischen Universitätsplattform für Energieforschung, Lehre und Ausbildung EUA-EPUE sind derzeit 170 europäische Universitäten aus 28 Ländern vertreten.

Eine Vertreterin von EUA-EPUE saß auch in der Arbeitsgruppe „SET-Plan Materials Roadmap follow-up“ (siehe Abschnitt 3.1.4.3). Diese Vereinigung vertritt die Position der Universitäten und bringt Stellungnahmen ein, die auf eigenen Umfragen, Analysen etc. basieren.

In einer Umfrage unter den Mitgliedern wurden 1.700 „research topics“ im Bereich Energie identifiziert. Wichtig für EUA-EPUE ist es daher, eine Fokussierung auf nur wenige Technologiethemata in den zukünftigen Ausschreibungen bzw. Prioritäten zu verhindern und dafür einen interdisziplinären, offenen Ansatz in der wissenschaftlichen Forschung zu propagieren.

EUA-EPUE trat bei der Implementierung der Materials Roadmap für klare Wettbewerbselemente („open competition“) in allen Ausschreibungen sowie transparente Auswahlprozesse ein. Aus diesem Grund wurden manche Implementierungsoptionen wie z. B. PPPs mit Organisationen, die nur eine Auswahl von Unternehmen bzw. Forschungsorganisationen vertreten, kritisch gesehen.

Link: <http://www.eua.be/eua-work-and-policy-area/research-and-innovation/Universities-Engaged-in-Energy-Research.aspx>

## 3.4 Publikationen

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über ausgewählte Publikationen (Studien, Positionspapiere etc.) gegeben. Ausschlaggebend für die Auswahl war dabei die Relevanz für den Auftrag und das Erscheinungsdatum (ab 2009). Wissenschaftliche Papers wurden nicht

berücksichtigt. Diese Darstellung erhebt daher keinen Anspruch, einen vollständigen Überblick über die Literatur zum Thema zu geben.

### 3.4.1 Kritische Rohstoffe für Deutschland

Diese Studie – durchgeführt von IZT und adelphi im Auftrag der KfW Bankengruppe – identifiziert wirtschaftlich bedeutsame mineralische Rohstoffe, deren Versorgungslage sich mittel- bis langfristig als kritisch erweisen könnte (IZT, 2011). Die im Jahr 2011 abgeschlossene Studie zielt dabei auf das deutsche Wirtschaftssystem (Situation in Deutschland, aus Sicht deutscher Unternehmen). Sie enthält ausführliche Definitionen: von Ressourcen bis zu den nichtenergetischen Rohstoffen, dem eigentlichen Untersuchungsrahmen.

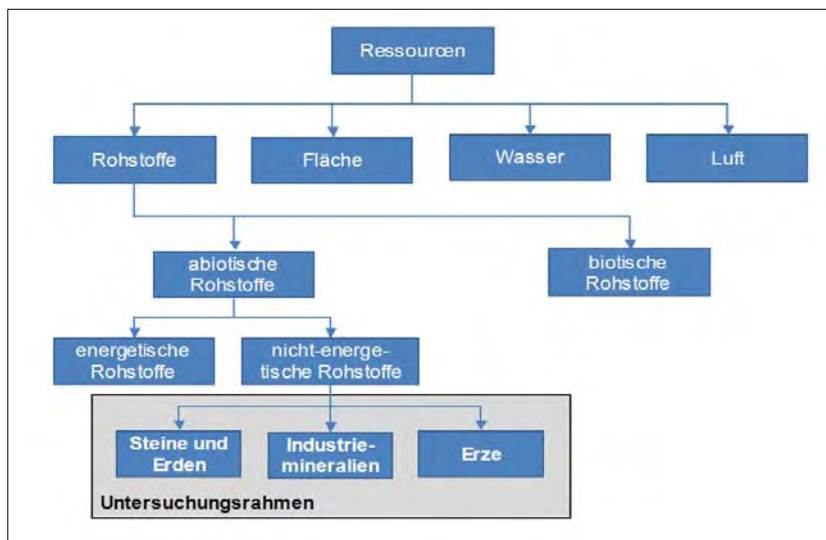


Abbildung 3-2: Systematik der Ressourcen (IZT, 2011)

Das Kritikalitäts-Screening wird nach einem Matrix-Konzept durchgeführt (zweidimensionale Betrachtung: Vulnerabilität und Versorgungsrisiko), die zeitliche Relevanz reicht dabei von kurzfristigen Aspekten wie der Einschätzung des politischen Länderrisikos der Importpartner bis zu mittel- bis langfristigen Aspekten wie der Substituierbarkeit.

Die Substitution kann dabei auf mehreren Ebenen erfolgen:

- Elementare Ebene
- Werkstoffliche Ebene
- Komponentenebene
- Produktebene
- Funktionsebene

Interessante Betrachtungen finden sich zur Recyclingfähigkeit: Nationale Systeme sind wichtig, für manche Reststoffe kann Recycling aber auch physikalisch-chemisch nahezu unmöglich sein.

Die Studie enthält Profile für hochkritische und kritische Rohstoffe. Vorsicht ist bei der Übertragung der Ergebnisse auf Österreich geboten, die spezifischen Werte können sich für die



Situation in Österreich von der in Deutschland in einigen Fällen deutlich unterscheiden (z. B. Wolfram, hier hat Österreich große Vorkommen, die auch abgebaut werden, und trotzdem noch großen Importbedarf). Die Studie enthält weiters Governance-Profile der wichtigsten Herkunftsländer für die einzelnen Rohstoffe.

„Klima & Energie“ ist eines der fünf Bedarfsfelder der überarbeiteten deutschen Hightech-Strategie 2020 des BMBF aus 2010 – mittlerweile Hightech Strategie der deutschen Bundesregierung<sup>11</sup>. Als Schlüsseltechnologien, die die Innovations- und Zukunftsfähigkeit der dt. Wirtschaft sichern sollen, werden u. a. genannt:

- Biotechnologie
- Nanotechnologie
- Mikro- und Nanoelektronik
- Optische Technologie
- Mikrosystem-, Werkstoff- und Produktionstechnik
- Raumfahrttechnologie
- Dienstleistungsforschung

Für diese Schlüsseltechnologien sollen nationale Leitmärkte entwickelt werden. Die Umsetzung der Hightech-Strategie wird dabei bestimmte Impulse auf die Rohstoffnachfrage in Deutschland auslösen.

Die Studie schließt mit einer breiten Auflistung von Handlungsoptionen bzw. -ansätzen. Das BMBF bereitet Fördermaßnahmen zur nachhaltigen Nutzung strategisch relevanter Rohstoffe für Schlüsseltechnologien vor, um präventiv Maßnahmen gegen Abhängigkeiten von kritischen Rohstoffen einleiten zu können. Die Studie merkt an, dass es insgesamt einer differenzierten Resilienzstrategie bedarf, die verschiedene Optionen zur vorbeugenden Vermeidung von Versorgungsstörungen oder zur Anpassung im Falle einer Versorgungsstörung beinhalten muss.

### **3.4.2 Rohstoffe für Zukunftstechnologien**

In dieser Studie untersuchte das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung auf Basis eines antizipierten technischen Wandels (Horizont ist das Jahr 2030) den damit zusammenhängenden erwarteten Rohstoffbedarf. Näher betrachtet werden etwa einhundert ausgewählte Zukunftstechnologien, von denen Impulse für die Rohstoffnachfrage erwartet werden. Der Bericht wurde 2009 publiziert (Fraunhofer, 2009).

Vorausgeschickt wird, dass in den vergangenen Jahren beobachtete Marktturbulenzen im Rohstoffbereich nicht auf die Erschöpfung der Vorkommen zurückzuführen seien, sondern auf ein Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, letzteres ausgelöst insbesondere durch die Nachfrage in China.

---

<sup>11</sup> <http://www.hightech-strategie.de/>

Als Indikator für die Intensität des Nachfrageimpulses des technischen Wandels wird das Verhältnis des Rohstoffbedarfs für die jeweilige Zukunftstechnologie zur gegenwärtigen globalen Gesamtproduktion dieses Rohstoffs verwendet – der Indikator gibt somit an, welcher Anteil der gegenwärtigen Weltproduktion des jeweiligen Rohstoffes für die entsprechende Technologie 2030 benötigt werden wird. Dieser Indikator erreicht beispielsweise für jenen Anteil des Galliums, der in Dünnschicht-PV, ICs und in weißen Leuchtdioden enthalten ist, für 2006 einen Wert von 0,28, für 2030 einen von 6,09, bei Neodym für Permanentmagnete 0,55 im Jahr 2006 und 3,82 im Jahr 2030. Das heißt, der von der erwarteten technischen Innovation ausgehende Bedarf an diesen beiden Rohstoffen wird 2030 6- bzw. 3,8-Mal so hoch sein wie deren Weltgesamtproduktion im Jahr 2006. Für die folgenden Rohstoffe liegt der für 2030 prognostizierte Wert für ausgewählte Technologien ebenfalls über 1: Indium (3,29), Germanium (2,44), Scandium (2,28), Platin (1,56), Tantal (1,01).

Technologiesynopsen gibt es zu folgenden ausgewählten Technologiefeldern:

- Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt, Verkehrstechnik (fünf Beispiele, z. B. Superkondensatoren für Kraftfahrzeuge)
- Informations- und Kommunikationstechnik, optische Technologien, Mikrotechnik (acht Beispiele, z. B. Glasfaserkabel)
- Energie-, Elektro- und Antriebstechnik (zehn Beispiele, z. B. Dünnschicht-Fotovoltaik)
- Chemie-, Prozess-, Fertigungs- und Umwelttechnik, Maschinenbau (vier Beispiele, z. B. Meerwasserentsalzung)
- Medizintechnik (zwei Beispiele, z. B. orthopädische Implantate)
- Werkstofftechnik (drei Beispiele, z. B. Hochtemperatur-Supraleiter)

Eine tabellarische Übersicht über 92 Zukunftstechnologien (z. B. hocheffiziente Abgasreinigungssysteme für Dieselfahrzeuge, Biomass to Liquid,...), dafür benötigte Werkstoffe (Oxi-Katalysatoren; Pt, Pd; Cr-Stahl, Ce, La,...), den jeweiligen Stand der Technik im Jahr 2006, den für 2030 eingeschätzten Markt, den zugehörigen Rohstoffbedarf und das Recyclingpotenzial im Jahr 2030 finden sich ebenfalls in der Studie.

### **3.4.3 Minerals and metals scarcity in manufacturing: the ticking timebomb – sustainable materials management**

In diesem Bericht untersuchte PricewaterhouseCoopers den Einfluss, den die beschränkte Verfügbarkeit von Mineralien und Metallen auf sieben unterschiedliche Produktionssektoren aus Sicht der Unternehmensführung hat. Dazu führte man eine Befragung von CEOs großer Unternehmen in Europa, Amerika, im Asien-Pazifik-Raum durch (PWC, 2011).

#### **Hohe Relevanz aber begrenzte Aufmerksamkeit**

Die Knappheit an Mineralien und Metallen und der Mangel an Energieversorgung wurden von 77 % bzw. 75 % der Befragten als die wichtigsten für die jeweiligen Unternehmen relevanten Themen in diesem Zusammenhang genannt. Wasser- und Landknappheit wurden als weniger relevant empfunden (57 % bzw. 35 %). Für Europäer war insbesondere die Energieknappheit (96 % der Befragten) und Materialienknappheit (92 % der Befragten) das wichtigste Thema. Der Bereich Mineralien- und Metallknappheit spielt insbesondere für die

Sektoren Infrastruktur (82 % der Befragten), High-Tech (78 % der Befragten) und Automotive (73 % der Befragten) eine große Rolle.

Ein hohes Bewusstsein bezüglich der Mineralien- und Metallknappheit sehen die Stakeholder aus der Industrie insbesondere bei ihren Lieferanten (83 % der Befragten) und nur eine geringere Aufmerksamkeit bei ihren Kunden (61 % der Befragten). Der Einschätzung der CEOs zufolge (ca. 70 % der Befragten) ist das Bewusstsein bei Industrieorganisationen, Konkurrenten und Regierungen jeweils etwa gleich hoch. Europäer sehen die Regierung mit 96%iger Zustimmung bereits sehr sensibilisiert für dieses Thema.

### **Mangel birgt Risiken und Möglichkeiten**

Im Durchschnitt über Europa, Amerika und den Asien-Pazifik-Raum sehen 58 % der Befragten die Mineralienknappheit als Risiko, in Europa sehen 71 % der Befragten derzeit ein Risiko, innerhalb der nächsten 5 Jahre bereits 79 %.

Bei der Frage, ob derzeit Auswirkungen gegenüber der unstabilen Versorgung von Mineralien und Metallen bestehen, antworteten im Durchschnitt nur 51 % der Befragten mit Ja. Allerdings ist dieser Anteil im Sektor Erneuerbare Energien mit 78 % sehr hoch, dieser Sektor sieht aber die Auswirkungen sinken: nur mehr 56 % glauben, dass diese Situation auch noch in 5 Jahren bestehen bleibt. In allen anderen Sektoren ist das umgekehrt: Beispielsweise ist der Hightech-Sektor derzeit nur geringfügig betroffen – nur 22 % der Befragten spüren derzeit Auswirkungen der Knappheit auf ihr Unternehmen, in fünf Jahren erwarten aber 67 % der Befragten, dass die unstabile Versorgung von Mineralien und Metallen Auswirkungen auf ihr Unternehmen haben wird.

43 % der Befragten sehen Möglichkeiten, die sich aus dem Mineralienmangel ergeben, 59 % der Befragten glauben, dass sich die Chancen in den nächsten fünf Jahren erhöhen werden. Insbesondere in Europa ist der Anteil der Befragten, die die Situation als Chance sehen, mit 58 % sehr hoch. Die Möglichkeiten, die in den Sektoren Automotive, Luftfahrt und Chemische Industrie genannt werden, sind: Kaufkraft, koordinierte Einkaufspolitik, Ersatzstoffe bzw. alternative Ansätze, Recycling und Abbau, Verbesserung der Technologie und „Forward Contracts“ mit den wichtigsten Versorgern.

### **Die Auswirkungen des Mangels werden sich in naher Zukunft substantiell erhöhen**

Seltene Mineralien und Metalle werden aus folgenden Gründen als strategisch wichtig erachtet: aufgrund ihrer Eigenschaften oder Funktion im Produkt oder aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit bzw. Nicht-Verfügbarkeit. 77 % der Befragten sehen Mineralien- und Metallknappheit als wichtig für ihr Unternehmen an, aber nur 58 % glauben, dass derzeit Auswirkungen bestehen. Insbesondere in Europa ist der Anteil der Befragten, die glauben, dass sie von Mineralien- und Metallknappheit betroffen werden, mit 76 % hoch. Insbesondere der Sektor Erneuerbare Energie mit 78 %, High-Tech (67 %) und Infrastruktur (73 %) ist von Mineralien- und Metallknappheit betroffen. Insbesondere europäische Unternehmen sind besorgt über den Mineralienmangel. In stark regulierten Regionen stehen Förderprojekte in Konkurrenz zu anderen Landnutzungsmöglichkeiten und haben eine Vorlaufzeit von 8 bis 10 Jahren.

Rund 40 % der Befragten im Sektor Automotive weisen darauf hin, dass Komponenten, die knappe Mineralien und Metalle enthalten, mehr als 25 % des Gewichts und des Werts des

Endproduktes ausmachen. In den Sektoren Energieversorgung und Infrastruktur ist die Lage ähnlich. Die Auswirkungen der Metallknappheit sind auch abhängig von der Position in der „Supply Chain“, Lieferanten sind stärker betroffen als Kunden.

### **Erhöhte Nachfrage als wichtigster Grund für Mangel**

Die wichtigste Quelle von begrenzter Verfügbarkeit (Mangel) ist die erhöhte Nachfrage, weitere Punkte sind das Aufbrauchen der Reserven, die geringe Ersatzrate, Geopolitik und unzureichende Forschung und Entwicklung. Als Beispiel für Geopolitik wird Chinas Exportpolitik, insbesondere bei Seltenen Erden, Bauxit und Magnesium angeführt. Die geringen Ersatzmöglichkeiten spielen im Sektor Energieversorgung eine wichtige Rolle, insbesondere bei Indium und Neodym für Solarzellen und Windturbinen.

### **Die Vorbereitung ist je nach Sektor unterschiedlich**

49 % der Befragten glauben, dass ihre Unternehmen gut oder sehr gut vorbereitet sind, um die Auswirkungen der Metall- und Mineralienknappheit auszugleichen. Insbesondere die Sektoren Infrastruktur, Erneuerbare Energien und Automotive bezeichnen sich als gut vorbereitet.

### **Effizienz und Zusammenarbeit ist die richtige Antwort**

Drei Viertel aller Befragten haben bereits eine gezielte Zusammenarbeit mit ihren Lieferanten und diese Vorgangsweise spielt daher eine große Rolle bei der Reduktion des Risikos von Versorgungsengpässen. Weitere von der Industrie vorgeschlagene Maßnahmen umfassen: F&E, Suche nach Ersatzstoffen, das Redesign von Produkten, Marktvorhersagen, Trenderstellung, Preiskontrollen und die Weiterentwicklung von Technologien. Für die europäischen CEOs ist mehr Forschung, stärkere Wiederverwertung und stärkerer Ersatz wesentlich, im Sektor der erneuerbaren Energieträger ist Ressourceneffizienz wichtig.

Folgende Materialien werden u. a. im Bericht als kritisch genannt: Tellurium, Germanium (für Solaranlagen), Platin, Neodym und Lithium (für Windturbinen); Rhenium (für hochentwickelte Turbinen), Terbium.

#### **3.4.4 Energy Critical Elements**

Dieser Bericht aus dem Jahr 2011 wurde von der APS (American Physical Society) und der MRS (Materials Research Society) erstellt (APS, 2011). Der Begriff „Energy Critical Element (ECE)“, beschreibt eine Klasse von chemischen Elementen, die für eine oder mehrere Energietechnologien kritisch sind, die Knappheit verhindert eine Förderung im großen Stil.

Der Bericht enthält eine (beispielhafte) Liste mit Kandidaten für kritische Elemente und deren Anwendungen:

- Gallium, Germanium, Indium, Selen, Silber, Tellurium werden in neuen PV-Zellen insbesondere in der Dünnschichttechnologie eingesetzt.
- Dysprosium, Neodym, Praseodym, Samarium und Kobalt werden in Permanent-Magneten für unterschiedliche Anwendungen wie Windturbinen und Hybridfahrzeuge eingesetzt.

- Die meisten Seltenen Erden werden aufgrund ihrer ungewöhnlichen magnetischen und optischen Eigenschaften eingesetzt. Beispiele sind Gadolinium für paramagnetische Eigenschaften und Europium, Terbium und Yttrium für Beleuchtung und LEDs.
- Lithium und Lanthan in Batterien
- Helium für Forschung im Energiebereich und Nuklearreaktoren
- Platin, Palladium als Katalysator in Brennstoffzellen, Cerium wird auch in Fahrzeugkatalysatoren verwendet.
- Rhenium für Hochleistungsbeschichtungen von hochentwickelten Turbinen

Folgende Aspekte der Kritikalität werden definiert:

- Menge, Konzentration und Verteilung in der Erdkruste: Hier wird darauf hingewiesen, dass es keine absoluten Grenzen für die Verfügbarkeit von jeglichem chemischen Element gibt, zumindest nicht in vorhersehbarer Zukunft, allerdings gibt es kritische Themen, die den Preis und die Verfügbarkeit von kritischen Elementen für kurze Zeit (Monate bis Jahre) beeinflussen können.
- Geopolitisches Risiko und Importabhängigkeit: Auch die USA importieren 90 % der Versorgung der meisten „ECEs“, das Risiko besteht vor allem, wenn die Produktion auf wenige Firmen, Minen und Staaten konzentriert ist. Beispiele sind Kobalt und Kupfer im Kongo.
- Risiko der gemeinsamen Produktion: Ko-Produkte (Kuppelprodukte) sind typischerweise billiger, als die Produktion des gleichen Elements für sich alleine. Damit hat aber die Produktion des primären Erzes Einfluss auf die Verfügbarkeit dieses Ko-Produkts.
- Umwelt- und soziale Bedenken: Als Beispiel wird genannt: Seltene Erden treten oft gemeinsam mit radioaktiven Materialien auf. Während die Seltenen Erden gewinnbringend extrahiert werden können, bleibt das Uran (in einigen Förderländern) in der Lagerstätte.
- Vorlaufzeit in Produktion und Anwendung: Die Suche nach Minen und die darauffolgende Förderung von bestimmten Erzen benötigen sehr lange Vorlaufzeiten. Von der Exploration bis zum Beginn der Produktion bei einer Mine vergehen typischerweise 5 bis 15 Jahre.

Die vorgeschlagenen Antworten auf Mangel umfassen:

- Koordination durch Untersuchung der Produktion und Anwendung von kritischen Elementen für die Energieversorgung innerhalb der Vereinigten Staaten.
- Information: Die Regierung der Vereinigten Staaten sollte Informationen zu kritischen Elementen für die Energieversorgung über den ganzen Lebenszyklus sammeln, analysieren und verbreiten. Dazu gehören bereits entdeckte und verfügbare Ressourcen, Produktion, Anwendung, Handel, Entsorgung und Recycling. Darüber hinaus sollten auch neu auftauchende Technologien bezüglich Einsatzes kritischer Elemente untersucht werden.

- Im Bereich Forschung und Entwicklung sollte ein Schwerpunkt auf kritische Elemente in der Energieversorgung und auf mögliche Ersatzstoffe gelegt werden. Dazu gehören auch das Modellieren und die Förderung dieser Mineralien.
- Die Materialeffizienz umfasst insbesondere das stärkere Recycling und Sammeln der jeweiligen Produkte bei privaten und industriellen Anwendern.
- Marktinterventionen wie Lagerhaltung und Preiskontrollen werden nicht empfohlen, mit der Ausnahme von Helium, für das eine gewisse Bevorratung empfohlen wird.

### 3.4.5 World Mining Data

In der jährlich erscheinenden Veröffentlichung „World Mining Data“ des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW, vormals Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend BMWFJ) wird die Produktion von 61 mineralischen Rohstoffen aus 173 Ländern zusammengefasst und statistisch behandelt<sup>12</sup>. Die Informationen sind in Tabellenform verfügbar. Im ersten Teil wird die Produktion der Rohstoffe nach Kontinenten, Ländergruppen, Entwicklungsstatus, Pro-Kopf-Einkommen, Wirtschaftsböcken, politischer Stabilität der Produzentenländern, größten Produzenten u. a. detailliert aufgelistet. Im zweiten Teil wird der Bergbau in den jeweiligen Produzentenländern dargestellt. Darüber hinaus enthält das Handbuch zahlreiche Begriffsbestimmungen auf Deutsch und Englisch.

---

<sup>12</sup> <http://www.en.bmwfw.gv.at/Energy/WorldMiningData/Seiten/default.aspx>

## 4 Die Situation in Österreich

### 4.1 Der politische Rahmen

Da die Forschung und Entwicklung im Materialbereich von der Grundlagenforschung bis zu marktnahen Pilotanlagen bei Produktionsprozessen geht, sind auch zahlreiche Bundesministerien involviert: BMWFW (Energie und Bergbau, Universitäten, wissenschaftliche Forschung, EU-Rahmenprogramme, Wirtschaftspolitik), BMVIT (F&E, insb. thematische Programme zu Energietechnologien und Produktion; Innovation; Technologiepolitik), BMLFUW (Biogene Rohstoffe, Wasser, Abfall etc.).

#### 4.1.1 Österreichischer Rohstoffplan

Etwa vier Jahre lang wurde das gesamte Bundesgebiet auf Rohstoffvorkommen durchforstet und in digitalen Karten dokumentiert. Die erste Phase des Österreichischen Rohstoffplanes (systematische Erfassung und Evaluierung der Rohstoffvorkommen auf ihre Sicherungswürdigkeit) ist damit abgeschlossen, die zweite Phase (Konfliktbereinigung) ist in Arbeit.

Angestrebtes Ziel ist es, Rohstoffgebiete zu identifizieren, die nicht mit anderen Schutzgütern (z. B. Siedlungsgebiete, Nationalparks, wasserwirtschaftliche Vorrangzonen, Landschaftsschutzgebiete, Forst, Natura-2000 Gebiete) in Widerspruch stehen. Nach dieser Konfliktbereinigung sollen die Rohstoffgebiete als „Rohstoffsicherungsgebiete“ raumordnerisch festgelegt werden.

Link: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Rohstoffplan/Seiten/default.aspx>

Der Österreichische Rohstoffplan des BMWFW wurde von der EU als Best-Practice Beispiel zur raumordnerischen Sicherung des Zugangs zu Ressourcen bezeichnet.

#### 4.1.2 Österreichisches Montanhandbuch

Das Österreichische Montanhandbuch erschien 2013 im 87. Jahrgang. Es enthält die wichtigsten Kennzahlen des heimischen Bergbaues und stellt aktuelle Entwicklungen bei der Versorgung der österreichischen Wirtschaft mit mineralischen Rohstoffen dar. Diese Zahlen, Daten und Fakten bilden eine wesentliche Grundlage für eine zukunftsorientierte Rohstoffpolitik. Es enthält auch Namen und Adressen des heimischen Bergbaues und Kontaktadressen von Behörden, Organisationen, Institutionen, Vereinen, Prüfstellen, Unternehmen und Schaubergwerkbetreibern.

Link: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Montanhandbuch/Seiten/default.aspx>

#### 4.1.3 Ressourceneffizienz-Aktionsplan (REAP) des BMLFUW

Der Ressourceneffizienz-Aktionsplan (REAP) – Wegweiser zur Schonung natürlicher Ressourcen des BMLFUW ist im Rahmen eines Stakeholderprozesses unter Leitung des Lebensministeriums im Zeitraum 2009–2011 entstanden und wurde im Jänner 2012 herausgegeben. Der REAP versteht sich als Reaktion auf den vergleichsweise hohen österreichischen Verbrauch und Import von Ressourcen. Hauptziel des Aktionsplanes ist es,

den österreichischen Ressourcenverbrauch und damit zusammenhängende Umweltauswirkungen von der Wirtschaftsentwicklung zu entkoppeln und die Chancen, die sich durch eine Ressourceneffizienzsteigerung ergeben, für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft zu nutzen. Obwohl die Ressourceneffizienz in Österreich in den letzten 50 Jahren bereits um den Faktor 2,5 verbessert wurde (im Jahr 2008 wurden pro Tonne Materialeinsatz 1.353 Euro erwirtschaftet), soll der Ressourcenverbrauch weiter reduziert werden, und zwar langfristig – bis zum Jahr 2050 – um den Faktor 4 bis 10, was sich mit den Empfehlungen des *World Business Council of Sustainable Development* deckt. Als Zwischenziel soll die Ressourceneffizienz bis 2020 um mindestens 50 % im Vergleich zum Basisjahr 2008 erhöht werden. Die Ressourceneffizienz kann auf mehreren Ebenen gesteigert werden:

- durch optimierte betriebliche und überbetriebliche Produktionsprozesse,
- durch verbessertes Ökodesign,
- durch höhere Serviceleistungen von Gütern und Produkten (beispielsweise höhere Lebensdauer) und
- durch neue Nutzungskonzepte (Produktionsdienstleistungssysteme).

Im REAP sind vier politische Aktionsfelder (ressourceneffiziente Produktion, öffentliche Beschaffung, Kreislaufwirtschaft, Bewusstseinsbildung) mit zahlreichen dazugehörigen Maßnahmen angeführt, ebenso findet sich eine Liste mit österreichischen Politikinitiativen, zu denen der REAP in synergetischem Verhältnis steht.

Link:

[http://www.lebensministerium.at/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/aktionsplan\\_ressourceneffizienz/aktionsplan.html](http://www.lebensministerium.at/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/aktionsplan_ressourceneffizienz/aktionsplan.html)

## 4.2 F&E-Programme

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über F&E-Programme gegeben, die für Materialforschung für Energietechnologien relevant sind. Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auf Grund der hohen Bedeutung der Rohstoffe werden diese Fragestellungen ebenfalls mit betrachtet. Da es nicht sinnvoll ist, die Materialforschung von der Prozessentwicklung und Optimierung zu trennen, wird auch dieses Thema inkludiert.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde auch ein besonderer Fokus auf „Biobased Industry“ gelegt, da hier in Österreich zahlreiche Entwicklungen vorangetrieben wurden und das Potential der „Biobased Materials“ auch für die Herstellung von Energietechnologien in Betracht gezogen werden sollte.

Grundsätzlich kann vorangestellt werden, dass es in Österreich kein zentrales Materialforschungsprogramm gibt, die Fragestellungen aber bei zahlreichen Programmen untergebracht werden können (wo sie dann natürlich auch mit ganz anderen Themenstellungen in Konkurrenz treten müssen).

### 4.2.1 Fabrik der Zukunft

Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurde im Jahr 2000 gestartet und war eine von drei Programmlinien im Impulsprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ des BMVIT. Es gab fünf



Ausschreibungen, die 5. Ausschreibung war bis Juni 2008 geöffnet. 203 Projekte, das sind 38 % der eingereichten Projekte, wurden mit insgesamt 23 Mio. Euro finanziert bzw. gefördert. Die Programmlinie hatte folgendes Leitbild<sup>13</sup>:

*Die „Fabrik der Zukunft“ produziert mit den*

- **Werkstoffen von morgen** abfall- und emissionsfrei
- **Produkte und Dienstleistungen von morgen** für den
- **Bedarf von morgen.**

*In der Fabrik der Zukunft werden*

- *innovative Produktionsmethoden und neue Technologien für einen effizienten Ressourceneinsatz angewandt,*
- *nachwachsende Rohstoffe – die „Ressourcen von morgen“ – genutzt und*
- *Produkte und Dienstleistungen mit konsequenter Orientierung am Produktnutzen (im Gegensatz zum Produktbesitz) angeboten.*

Dem Themenfeld „Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ lassen sich 77 Projekte (32 %) zuordnen, wobei sich davon 29 Projekte mit dem Rohstoff Holz beschäftigen. Aus Sicht der Rohstofffragen, Ressourceneffizienz und Materialforschung waren die Fragestellungen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe besonders interessant.

Der Begriff „Nutzung nachwachsender Rohstoffe als ‚Ressourcen von morgen‘“ wurde in der 3. Ausschreibung geprägt und umfasste:

- den Einsatz nachwachsender Ressourcen für Materialien, Roh- und Werkstoffe,
- neue Verfahrenstechnologien sowie
- Prozesse für die Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen.

Die [1. Ausschreibung](#) „Fabrik der Zukunft“ war von Oktober 2000 bis Jänner 2001 geöffnet. Als Ergebnis wurden 20 Projekte von einer internationalen Jury ausgezeichnet, die vom BMVIT mit rund 2,5 Mio. Euro finanziert wurden. Die Förderquote betrug 46 %.

- 16 % aller Projekte wurden im Bereich „Prozesse zur Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen“,
- 12 % zum Thema „Einsatz nachwachsender Ressourcen“ eingereicht.

Die [2. Ausschreibung](#) der „Fabrik der Zukunft“ war von 25. April 2002 bis 30. August 2002 geöffnet. Insgesamt wurden 36 Projekte von einer internationalen Jury ausgezeichnet und mit rund 4 Mio. Euro finanziert. Die Förderquote betrug 31 %.

---

<sup>13</sup> Quelle: <http://www.fabrikderzukunft.at/>

- Neue Möglichkeiten der chemischen und technischen Verwendung etablierter biogener Rohstoffe (15 Projekte eingereicht, 7 ausgewählt);
- „Missing Links“ in der Produktionskette nachwachsender Rohstoffe (13 eingereicht, 6 ausgewählt)
- Entwicklung neuer Prozesse und Technologien auf der Basis nachwachsender Rohstoffe (20 eingereicht, 5 ausgewählt)

Die [3. Ausschreibung](#) des Programms „Fabrik der Zukunft“ war vom 12. Juni 2003 bis 30. September 2003 geöffnet. Eine internationale Jury wählte 21 Projekte aus, die vom BMVIT mit rund 4,3 Mio. Euro finanziert wurden. Die Förderquote betrug 29 %.

- Nutzung nachwachsender Rohstoffe: 33 % Anteil bzw. 14 Projekte genehmigt

Die [4. Ausschreibung](#) des Programms „Fabrik der Zukunft“ war vom 4. April 2005 bis zum 28. Juni 2007 geöffnet. Im Rahmen von sechs nationalen Einreichstichtagen, einem transnationalen Einreichstichtag im Rahmen des ERA-NET Susprise und den laufenden Einreichmöglichkeiten für Technologie-Entwicklungsprojekte wurden 81 Projekte mit knapp 8 Mio. Euro finanziert. Die Förderquote betrug 43 %.

- Nutzung nachwachsender Rohstoffe: 27 % bzw. 26 Projekte genehmigt

Die [5. Ausschreibung](#) des Programms „Fabrik der Zukunft“ war vom 12. März 2008 bis zum 10. Juni 2008 geöffnet. Als Ergebnis wurden von einer internationalen Jury 30 Projekte ausgewählt, die vom BMVIT mit rund 4 Mio. Euro finanziert wurden. Die Förderquote betrug 67 %.

- Nutzung nachwachsender Rohstoffe: 34 % bzw. 12 Projekte genehmigt
- Im Themenfeld „Technologien und Innovationen bei Produktionsprozessen“ wurden 79 Projekte (33 %) bearbeitet. Weitere Themenfelder waren Produkte und Produktdienstleistungssysteme sowie Inner- und überbetriebliches Nachhaltigkeitsmanagement.

Explizites Ziel der Programmlinie war auch die Umsetzung und Verbreitung, unterstützt durch konkrete Demonstrationsvorhaben. Auf dieses Ziel wurde schrittweise hingearbeitet, was die jeweils in den Ausschreibungen zur Verfügung stehenden Projektarten zeigen:

- Grundlagenstudie / Grundlagenforschung (GLS/GLF, ab der 1. Ausschreibung)
- Wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung / Industrielle Forschung (WGF/IF, ab der 1. Ausschreibung)
- Technologie- und Komponentenentwicklung / Experimentelle Entwicklung (TKE/EE, ab der 2. Ausschreibung)
- Konzepte/Konzeptinitiative (K/ KI, ab der 2. Ausschreibung)
- Demonstrationsvorhaben (Demo, ab der 4. Ausschreibung)
- Transfermaßnahmen (TRA, nur in der 5. Ausschreibung)

Eine detaillierte Darstellung, die aus dem Bericht „Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ (BMVIT, 2009) entnommen wurde, zeigt die verschiedenen Entwicklungen im Bereich nachwachsender Rohstoffe, zu denen es meist Projektketten gegeben hat. Kursiv dargestellt sind

im Folgenden die nach Einschätzung der Autoren für die Materialforschung für Energietechnologien weniger relevanten Linien.

- Grüne Bioraffinerie (inkl. 4 Projekte bis hin zum Demoprojekt Utzenaich)
- *Kaskadische Nutzung von Steinobst-Restmassen*
- *Pflanzenfarben für Textilindustrie*
- Wood Plastic Composites (WPCs, Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe)
- Kunst und Schaumstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen
- Maisgranulat – Bindemittel und Trägermaterial (ev. relevant für Biodieselproduktion)
- Stroh – Dämmstoff und Fasercompound
- *Zellulosefaser RAINBOW*
- *Duftstoff statt Nervengift*
- Ölsaaten in Lack- und Bindemittelindustrie

In der Hälfte der hier dargestellten Linien erreichten noch während der Laufzeit des Programmes die finanzierten Entwicklungen das Stadium von Pilotanlagen bzw. Demonstrationsvorhaben, was als Erfolg der Programmlinie gesehen werden kann.

Gespräche mit einigen der Akteure haben gezeigt, dass eine Umsetzung bzw. Verbreitung am Markt aber nur in wenigen Fällen erfolgt ist, hier gibt es noch zahlreiche Herausforderungen bzw. derzeit nicht entsprechend vorhandene Märkte. Dies zeigt, dass es von einer erfolgreichen Demonstration noch ein weiter Schritt bis zum erfolgreichen „Business Case“ ist.

Die fehlenden Geschäftsmodelle können aber nicht der Programmlinie angelastet werden, da im Instrumentenportfolio ja auch keine Förderung oder Beratung von Unternehmen in bzw. vor der Gründung vorgesehen war, wie beispielsweise die Unterstützung von Marktanalysen, Businessplanerstellung etc. In den Fällen, in denen schon früh Firmenpartner mit dabei waren, kam es zu erfolgreichen Umsetzungen (z. B. Färben der Zellulosefaser durch Lenzing AG). Weiters wurde betont, dass die Demonstrationsphase (ev. auch Pilotanlage, Maßstab jedenfalls größer als bei einer Technikumsanlage) sehr wichtig war. Nur hier konnten wichtige Erkenntnisse gefunden werden, das endgültige Prozessschaubild sieht dann auch manchmal anders aus als noch im Labormaßstab<sup>14</sup>. In dieser grundsätzlich risikoreichen Phase muss man jedenfalls damit rechnen, die Entwicklungsziele nicht zu erreichen. Es zeigt sich auch, dass manche Linien von Forschern vorangetrieben wurden, die später nicht unternehmerisch tätig sein würden. Die Einbeziehung von „Entrepreneuren“ in einer späten Phase ist oft schwierig: Forscher klammern oft an „ihrer“ Idee – hier sind entsprechende Kooperations- und Businessmodelle in Österreich noch vergleichsweise wenig verbreitet bzw. akzeptiert.

Die Entwicklungen bei den WPC werden in Kompetenzzentren bzw. Clustern erfolgreich weitergeführt.

---

<sup>14</sup> als Beispiel wurde hier bei einer Veranstaltung am 20.11.2012 in der KPC die Bioraffinerie in Utzenaich genannt, die im September 2012 vorübergehend den Betrieb einstellen musste.

Von den Akteuren fanden sich folgende weitere Anmerkungen:

- Wichtig wäre die Möglichkeit, auf internationaler Ebene F&E-Projekte zu machen, z. B. in Form eines ERA NET.
- Der Zugang zu Investoren bzw. zu Risikokapital sollte besser unterstützt werden.
- Manche Ideen kamen zu spät in die Programmlinie, die zu diesem Zeitpunkt mit den gerade zur Verfügung stehenden Instrumenten schon weiter Richtung Marktreife war: die Ideen konnten nicht mehr entsprechend gefördert werden.
- Tipp: Früh Partner suchen, die am Endprodukt (!) kommerziell interessiert sind.
- Die Transferprojekte blieben eher unter den Erwartungen.
- Einzelne Akteure waren von der Projektadministration und Berichtslegung sehr gefordert bzw. überfordert.
- Die Begleitung der Programmlinie durch ein Schirmmanagement ist wichtig, insb. für die Betreuung von Newcomern bei solchen Instrumenten und um die einzelnen Projektketten im Auge zu behalten.

Weiters wurden Patente als ein sehr heikles Thema identifiziert, hier werden oft unüberwindbare Hindernisse aufgebaut:

- Die weiterverarbeitende Industrie adaptiert nicht ihren bestehenden Prozess, wenn es nur einen Anbieter für den Rohstoff bzw. Werkstoff des neuen Prozesses gibt. Dies wäre meist mit hohen Kosten verbunden. Das Risiko für das Investment wird als zu hoch eingeschätzt, wenn kein Markt mit mehreren Anbietern vorliegt.
- Die Patentsituation ist bei manchen Prozessen unklar. Investments werden erst getätigt, wenn alle Unsicherheiten beseitigt sind. Internationale Erfahrungen zeigen, dass Anlagen nach der Errichtung erst nach Jahren oder gar nicht in Betrieb gehen konnten, weil Patentklagen kamen.

Das Fehlen weiterer Fördermöglichkeiten für F&E-Projekte, um die Entwicklungen aus der Demonstrationsphase verbessert weiterzuführen, wurde nicht als substantielles Defizit in Österreich genannt, hier gibt es div. Fördermöglichkeiten. Hierzu wurden im Programm Intelligente Produktion (IP, siehe 4.2.2) Fragestellungen ausgeschrieben. Inwiefern diese Möglichkeit von früheren Einreichern aus „Fabrik der Zukunft“ auch genutzt wird, lässt sich auf Grund der fehlenden Informationen über die Einreichungen bzw. laufenden Projekte von IP an dieser Stelle nicht abschließend beurteilen.

#### **4.2.2 Intelligente Produktion bzw. Produktion der Zukunft**

In das Programm „Intelligente Produktion“ (IP, mittlerweile in „Produktion der Zukunft“ umbenannt) des BMVIT wurden einige Themen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ aufgenommen. Beim Programm IP stand jedoch die Produktion bzw. Sachgüterindustrie im Vordergrund. Bisher wurden zwei Ausschreibungen gestartet, die Begleitung ist nicht mehr so intensiv wie bei der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ (kein eigenes Schirmmanagement), es gibt keine eigene Website zum Know-how-Transfer wie auch keine öffentlich verfügbaren Informationen über laufende oder abgeschlossene Projekte.

In der ersten Ausschreibung waren 14 Mio. Euro an Finanzmitteln vorgesehen. Die Hälfte des Budgets wurde in einem themenspezifischen Teil mit Deadline September 2011 ausgeschrieben, die andere Hälfte stand themenoffen ohne Einreichschluss zur Verfügung. Die Ziele der beiden Bereiche waren dabei unterschiedlich festgelegt (siehe Tabelle 4-1). Bei der themenspezifischen Ausschreibung musste die Einreichung noch zusätzlich in einen der fünf Ausschreibungsschwerpunkte bzw. 14 Subschwerpunkte passen.

Tabelle 4-1: Ziele der beiden Ausschreibungsbereiche der 1. Ausschreibung Intelligente Produktion

| ZIEL | THEMENSPEZIFISCHE AUSSCHREIBUNG                                                                                                                            | THEMENOFFENE AUSSCHREIBUNG                                                                                                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | <b>Reduktion der Produktionskosten</b> zur Stärkung von Österreichs Position gegenüber <b>Billiglohn-Ländern</b>                                           | <b>Reduktion der Produktionskosten</b> durch <b>Reduktion des Ressourcenbedarfs</b>                                                                                      |
| 2    | <b>Reduktion der Entwicklungszyklen</b> zur Stärkung von Österreichs Position gegenüber <b>Massenproduktion</b>                                            | <b>Reduktion der Entwicklungszyklen</b>                                                                                                                                  |
| 3    | <b>Verbesserung der Produkteigenschaften</b> zur Stärkung von Österreichs Position durch die Entwicklung <b>neuer Produkte auf Basis neuer Materialien</b> | Beiträge zur Stärkung der nationalen <b>Technologieführerschaft</b> im Bereich <b>innovativer Energietechnologien</b> durch den Einsatz neuester Produktionstechnologien |

Einer der fünf Subschwerpunkte des themenspezifischen Ausschreibungsteils war dem Thema „Biobased“ gewidmet. 2 Mio. Euro waren für diesen Ausschreibungsschwerpunkt reserviert, dieser Betrag wurde bei der Projektvergabe nicht ausgeschöpft. Der Begriff Nachwachsende Rohstoffe wird im Programm IP nicht mehr verwendet, es wurde der Begriff „Biobased“ eingeführt, der (in der 1. Ausschreibung) folgende Fragestellungen umfasste:

- Bioraffineriekonzepte zur kaskadischen Roh- und Reststoffnutzung:
  - basierend auf **bestehenden** Industrien (Thema 4.1)
  - mit **neuen Ausgangsstoffen** (4.2; Anmerkung: hierzu waren keine Einzelprojekte möglich)
- Neue Verfahren zur Aufbereitung von Roh- und Reststoffen zu marktfähigen Produkten (4.3)
- Logistik und Qualitätssicherung der Roh- und Reststoffe (4.4)

Weiters wurde in der 1. Ausschreibung eine Systemstudie zu kritischen Rohstoffen ausgeschrieben und auch beauftragt (Projekt: Kritische Rohstoffe für Hochtechnologieanwendungen in Österreich, siehe Abschnitt 4.4.5). Die anderen Schwerpunkte lagen im Bereich Fertigung und Produktion; Materialforschung war nicht ausgeschrieben.

Auf Basis von Informationen des BMVIT konnte eine Abschätzung der für den Bereich „Biobased“ relevanten Ergebnisse durchgeführt werden (siehe Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Ergebnisse der 1. Ausschreibung IP im Bereich „Biobased“ (Quelle: BMVIT)

| SUB-KATEGORIE | „THEMENSPEZIFISCH“, ANZAHL EINGEREICHTER/GENEHMIGTER PROJEKTE; BUDGET GEFÖRDERT (CA., IN EURO) | „THEMENOFFEN“ (BASIS + BRIDGE), ANZAHL EINGEREICHTER PROJEKTE | SUMME EINGEREICHTER PROJEKTE |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 4.1           | 6/2; 200.000                                                                                   | 0                                                             | 6                            |
| 4.2           | 9/4; 800.000                                                                                   | 0                                                             | 9                            |
| 4.3           | 3/2; 300.000                                                                                   | 18                                                            | 21                           |
| 4.4.          | 0                                                                                              | 0                                                             | 0                            |
| <b>Summe</b>  | <b>18/8; 1.300.000</b>                                                                         | <b>18</b>                                                     | <b>36</b>                    |

Insgesamt wurden 36 Projekte im Bereich „Biobased“ eingereicht bzw. diesem zugeordnet. Im themenspezifischen Teil wurden 8 Projekte (von 18 eingereichten) gestartet, das Budget von 2 Mio. Euro damit aber nicht ausgeschöpft. Wie viele Projekte von den 18 im themenoffenen Teil eingereichten gestartet wurden, konnte nicht eruiert werden, da hierzu aus den Basisprogrammen der FFG (Teil „themenoffen“) keine Informationen vorlagen.

Die Anzahl der eingereichten und geförderten Projekte bei „Biobased“ dürfte ungefähr jener bei den letzten Ausschreibungen „Fabrik der Zukunft“ im Bereich für nachwachsende Rohstoffe entsprechen.

Bei der 2. Ausschreibung IP, die im Mai 2012 gestartet wurde, stand ein deutlich größeres Budget als noch bei der ersten Ausschreibung zur Verfügung: 22,5 Mio. Euro. Die operativen Ziele wurden neu formuliert und vereinheitlicht und waren für themenspezifisch und themenoffen gleich:

Ziel 1: Effiziente Ressourcen- und Rohstoffnutzung

Ziel 2: Flexibilisierung der Produktion

Ziel 3: Herstellung hochwertiger Produkte

Im themenspezifischen Teil stand das Instrument „Einzelprojekt für industrielle Forschung“ nicht mehr zur Verfügung, es waren folgende Schwerpunkte bzw. Subschwerpunkte ausgeschrieben:

#### 1. Leistungsfähige, ressourceneffiziente und robuste Fertigungsprozesse

1.1 Entwicklung integrierter Qualitätssysteme zur Realisierung robuster und ressourceneffizienter Prozesse

1.2 Hochleistungsproduktion

#### 2. High-Tech Materialien und Oberflächen

2.1 Funktionalisierung von Werkstoffen und Oberflächen

*2.2 Prozesssimulation zur Entwicklung innovativer Fertigungsprozesse zur Realisierung verbesserter Werkstoffe und Bauteile mit gezielt inhomogenem Aufbau*

*2.3 Herstellungsverfahren von Verbundwerkstoffen und Bauteilen aus unterschiedlichen Werkstoffen*

*2.4 Fertigung von Bauteilen mit komplex inhomogenem Aufbau*

*2.5 Konstruktionsmodelle mit Materialdaten*

*2.6 Studie: Zukunftsszenarien der österreichischen Werkstoffindustrie*

### *3. Miniaturisierung, Sensorik, Aktorik*

*3.1 Fertigungsverfahren für die Miniaturisierung von Bauteilen*

*3.2 Sensorik und Aktorik*

### *4. Rohstoffe, Recycling und Substitution*

*4.1 Ressourcenoptimierung und Effizienzsteigerungen in der Wertschöpfungskette und im gesamten Life-Cycle-Prozess*

*4.2 Recycling von kritischen Rohstoffen*

*4.3 Substitution kritischer Rohstoffe*

*4.4 Studie: Rechtliche Grundlagen des Urban Mining: Schaffung von Anreizen für die Verwertung von Rohstoffen im Bereich des Abfallrechts*

### *5. Biobased Industry*

*5.1 Prozesstechnische Fragestellungen der Biobased Industry mit Marktpotenzial*

Für Subthemen gab es keine detaillierte Budgetzuordnung (nur eine Aufteilung zu „themenspezifisch“ und „themenoffen“). Auffallend für ein Programm ist, dass die Ausschreibungsschwerpunkte im themenspezifischen Bereich grundsätzlich neu gestaltet wurden. Das Thema „Biobased Industry“ wurde auf prozesstechnische Fragestellungen mit Marktpotenzial fokussiert. Die themenspezifische Ausschreibung und Teile der themenoffenen (Bridge) schlossen im September 2012, bei den Basisprogrammen waren laufend Einreichungen möglich.

Das Programm wurde im Frühjahr in „Produktion der Zukunft“ umbenannt, eine Ausschreibung lief bis September 2013. Ausgeschrieben waren folgende Schwerpunkte:

- Leistungsfähige, ressourceneffiziente und robuste Produktionsprozesse
- Automatisierte Fertigungssysteme für die wandlungsfähige, flexible Produktion
- High-Tech-Materialien, Oberflächen und Nanotechnologie
- Mensch-Maschine-Interaktion und Planungs- und Simulationswerkzeuge
- Kritische Rohstoffe, Recycling und Substitution
- Biobased Industry

Weiters wurde eine Studie „Quantitative und qualitative Identifikation von relevanten sekundären Stoffströmen“ ausgeschrieben.

Link: <http://www.ffg.at/produktion>

#### 4.2.3 Neue Energien 2020

Das Programm „Neue Energien 2020“ wurde vom Klima.- und Energiefonds abgewickelt und war von 2008 bis 2012 das zentrale Energieforschungsprogramm in Österreich.

Eine umfassende Betrachtung der Projektthemen war im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich, da die öffentlich zugängliche Datenbank zum Zeitpunkt der Analyse die Projektnamen teils unvollständig wiedergab bzw. keine Synopsen oder Kurzfassungen in der Datenbank selbst verfügbar waren. Eine Durchsicht von über 400 Projekttiteln hat aber klare Hinweise geliefert, dass zu folgenden Themen in den fünf Ausschreibungen jeweils ein bzw. mehrere Projekte mit Relevanz für energietechnologiebezogene Materialforschung beauftragt bzw. gefördert wurden:

- Stahlerzeugung
- Materialien für PV (Silizium, aber auch Abdeckung, Einkapselung)
- Polymere für Solarthermie
- Wärmespeicher
- Wärmedämmung
- Holz für Windkrafttürme
- Leichtbau für Automobilindustrie
- Li-Ionen Batterien
- LED
- Materialien für Brennstoffzellen (SOFC)

Weiters wurden Projekte von strategischer Relevanz im Bereich Materialforschung und Ressourcenproblematik beauftragt, wie z. B. je eine Roadmap für solare Kühlung und zur Wärmespeicherung sowie eine Untersuchung über „*Feasible Futures for the Common Good. Energy transition and resource Scarcity*“<sup>15</sup>.

Link: <http://www.ffg.at/neue-energien-2020-das-programm>

#### 4.2.4 e!MISSION.at – Energy Mission Austria

Die erste Ausschreibung des Programmnachfolgers von Neue Energien 2020 des Klima- und Energiefonds endete im September 2012. Sie enthielt folgende materialforschungsrelevante Fragestellungen:

---

<sup>15</sup> <http://www.umweltbuero.at/feasiblefutures/>



- Schwerpunkt Speichertechnologien (chemisch, mechanisch, thermisch)
- Reduktion des Energieeinsatzes im Prozess durch Entwicklung und Einsatz neuer Verfahren, Materialien sowie Apparate-/Anlagentechniken in energieintensiven Industriebranchen
- Absorbermaterialien für Solarzellen
- Neue Materialien für die Solarthermie wie z. B. Polymerwerkstoffe und funktionale Oberflächenbeschichtungen
- Neue Werkstoffe und Kältemittel für Wärmepumpen

In der 2. Ausschreibung, die im Dezember 2012 geöffnet wurde, waren materialforschungsrelevante Fragestellungen, diesmal mit Fokus auf *Emerging Technologies* (TRL 1 bis 3) mit einem Zeithorizont zur Markteinführung nach 2020 ausgeschrieben:

- Entwicklung neuer Materialien durch Werkstoff- und Materialforschung
- Optische Technologien
- Bionik (Materialien, Leichtbau, Oberflächen)
- Materialforschung zu allen Arten von Speichern

In der 4. Ausschreibung ab Mai 2013 wurden neben den Fragestellungen aus der 2. Ausschreibung zu den *Emerging Technologies* weitere produktnähere Themen ausgeschrieben:

- Absorbermaterialien für PV
- Neue Materialien und Oberflächenbeschichtungen für Solarthermie
- Speichermaterialien

Link: <http://www.ffg.at/e-mission-das-programm>

#### 4.2.5 Nanoinitiative

Seit 2004 haben mehr als 200 Unternehmen und Forschungsorganisationen in dem im Auftrag des BMVIT von der FFG abgewickelten Programm „Nanoinitiative“ mitgemacht. Es waren sowohl Projekte in Österreich als auch transnationale Projekte möglich. Die letzten Ausschreibungen für Fortführung bzw. Phasing-out bestehender Clusterprojekte liefen 2011. Diese Initiative wurde thematisch durch das Programm „Intelligente Produktion“ abgelöst.

Die meisten der neun Projektcluster waren grundsätzlich von Relevanz für die energietechnologiebezogene Materialforschung:

- NSI: *Nanostructured Surfaces and Interfaces*
- NANO-Health: *Nanostructured Materials for Drug Targeting, Release and Imaging*
- NANOCOAT: *Development of Nanostructured Coatings for the Design of Multifunctional Surfaces*
- ISOTEC: *Integrated Organic Sensor and Optoelectronics Technologies*
- NANOCOMP: *Performance Optimization of Polymer Nanocomposites*
- PHONAS: *Photocatalytic Nano Layers*

- PLATON: *Processing Light – Advanced Technologies for Optical Nanostructures*
- NILaustria: *Nanoimprint Lithography in Austria: enabling emerging high added value applications*
- NaDiNe: *Nano Diamond Network*

Link: [www.nanoinitiative.at](http://www.nanoinitiative.at)

#### 4.2.6 Basisprogramme der FFG

Von der Ideenfindung bis zur Marktüberleitung unterstützen die Basisprogramme Unternehmen mit einem breiten Projektportfolio. Die Instrumente sind grundsätzlich themenoffen, auf Grund der Geheimhaltung von Einreichern, Projekttiteln und Projektinhalten sind hier keine Auswertungen auf energietechnologierelevanten Materialforschungsbezug möglich.

Link: <http://www.ffg.at/programm-basisprogramm>

#### 4.2.7 FWF

In der öffentlich zugänglichen Datenbank der Projekte des Wissenschaftsfonds wurde „stichprobenartig“ für verschiedene Wissenschaftsdisziplinen die Projektanzahl erhoben (siehe Tabelle 4-3). Hier ist von Mehrfachzählungen auszugehen, da ein Projekt mehreren Disziplinen zugeordnet wird.

Tabelle 4-3: Anzahl der FWF-Projekte zu ausgewählten Wissenschaftsdisziplinen<sup>16</sup>

| WISSENSCHAFTSDISZIPLIN                 | ANZAHL BEWILLIGTER PROJEKTE<br>SEIT JÄNNER 2008<br>(STAND: DEZEMBER 2012) |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1245 Nanotechnologie                   | 31                                                                        |
| 1250 Materialphysik                    | 31                                                                        |
| 4311 Holzforschung                     | 4                                                                         |
| 2117 Metallkunde                       | 3                                                                         |
| 2122 Material und Werkstoffprüfung     | 3                                                                         |
| 2127 Werkstofftechnik                  | 2                                                                         |
| 1909 Rohstoffforschung und -wirtschaft | 2                                                                         |
| 4318 Nachwachsende Rohstoffe           | 1                                                                         |
| 4313 Holztechnologie                   | 0                                                                         |

Eine detaillierte Analyse der einzelnen Projekte war im Rahmen dieses Auftrags nicht möglich. Es ist aber klar ersichtlich, dass im Bereich Materialforschung, insb. Nanotechnologie in

<sup>16</sup> Quelle: [http://www.fwf.ac.at/asp/projekt\\_wd1.asp](http://www.fwf.ac.at/asp/projekt_wd1.asp)

der Grundlagenforschung zahlreiche Aktivitäten an den österreichischen Universitäten laufen und – da vom FWF gefördert – zweifellos auch hohe Fachexpertise vorhanden ist.

Link: <http://www.fwf.ac.at>

#### 4.2.8 COMET

Im Rahmen des Kompetenzzentrenprogramms COMET, das von BMVIT und BMWFW finanziert und von der FFG abgewickelt wird, wurden zahlreiche, für die Materialforschung relevante temporäre Forschungseinrichtungen (K1, K2) sowie Projekte (K-Projekte) finanziert.

Die K2-Zentren, das „Flaggschiff“ von COMET, haben eine Laufzeit von 10 Jahren, ein besonders ambitioniertes Forschungsprogramm und können internationale Spitzenleistungen vorweisen. Von den derzeit laufenden fünf K2 sind bis auf eines alle materialforschungsrelevant (siehe Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Liste der material- bzw. energieforschungsrelevanten K2-Zentren<sup>17</sup>

| NAME                                                                        | ÖSTERR. PARTNER (AUSWAHL)                                                                                                                                                                                                                                 | BUNDES-<br>LAND<br>(SITZ) | MATERIALFOR-<br>SCHUNGS-<br>RELEVANZ |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ACCM – Austrian Center of Competence of Mechatronics                        | AVL, DICE, Engel Austria; Hörbiger Antriebstechnik, Magna Powertrain Engineering Center Steyr, Pöttinger Maschinenfabrik, Rosenbauer International, Salvagnini Maschinenbau, SKF Österreich, voestalpine Stahl, Uni Linz                                  | OÖ                        | hoch                                 |
| K2-Mobility SVT sustainable vehicle technologies                            | AVL, Magna, zahlreiche Fahrzeughersteller, TU Graz, Joanneum Research                                                                                                                                                                                     | STMK                      | mittel                               |
| MPPE – Integrated Research in Materials, Processing and Product Engineering | Böhler Uddeholm, Böhler Edelstahl, voestalpine Stahl, RHI, Miba Sinter Austria, Plansee SE, MAGNA Powertrain, Epcos, Montanuniversität Leoben, Österreichische Akademie der Wissenschaften, TU Graz, TU Wien, JOANNEUM Research Forschungsgesellschaft    | STMK                      | hoch                                 |
| ACIB – Austrian Center of Industrial Biotechnology                          | -                                                                                                                                                                                                                                                         | STMK                      | eher gering                          |
| XTribology – Excellence Center of Tribology                                 | OMV Refining & Marketing, voestalpine Stahl, Berndorf Band, Hoffmann Elektrokohle, MAGNA Powertrain, AVL List, Castolin, Schoeller Bleckmann Oilfield Technology, Collini Wien, Doppelmayr Seilbahnen, Sandvik Mining and Construction, TU Wien, Uni Linz | NÖ                        | mittel                               |

<sup>17</sup> Quelle: <http://www.ffg.at/content/competence-centres-excellent-technologies-k2-centres>

Tabelle 4-5: Anvisierte material- bzw. energieforschungsrelevante technologische Entwicklungen der K2-Zentren

| K2-ZENTRUM  | ENTWICKLUNGEN LT. FACTSHEETS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACCM        | Mechatronisierung von allgemeinen Fertigungsprozessen (Flexibilisierung, engste Toleranzen, Energieeffizienz), Entwicklung neuartiger adaptiver Strukturen mit funktionellen Materialien und ihre nichtlineare Regelung. Entwicklung energieeffizienter bzw. selbstversorgender Sensoren und Sensortechnologien für den industriellen Einsatz. Selbsttätige Optimierung komplexer Systeme. Neuartige energieeffiziente elektrische und hydraulische Antriebe.                                                                                                                                     |
| K2-Mobility | Leichtbau, Komponentenmodellierung und Integrationskonzepte für Fahrzeuge, insbesondere E-Fahrzeuge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| MPPE        | Entwicklung gekoppelter Werkstoff-, Prozess- und Designmodelle sowie der entsprechenden numerischen Methoden zur Beschleunigung von Entwicklungsprozessen und zur Stimulation werkstoffbasierter Produktinnovationen, insbesondere: (1) Entwicklung von multiskaligen Werkstoffmodellen und deren Kopplung mit Prozessmodellen zur Beschreibung von lokalen Mikrostrukturen und Eigenschaften für die wichtigsten Fertigungsprozesse, (2) Realisierung einer durchgängigen Simulationskette entlang der gesamten Produktionskette, (3) Simulation des Bauteilverhaltens im Einsatz (Lebensdauer). |
| XTribology  | Neuartige Schmierstoffformulierungen (u. a. ionische Flüssigkeiten/Additive) und Sensorik für Condition Monitoring, funktionale Charakterisierung und Gestaltung triboaktiver Oberflächenstrukturen, Designansätze (Werkstoffmechanik/Bauteilgestaltung) gegen Abrasionsverschleiß, Methoden zur In-situ-Verschleißmessung mit Nanometerauflösung, maßgeschneiderte Reibungsmodelle für die Antriebssystemauslegung, Mehrskalens-Modellierung tribologischer Systeme von Werkstoffphysik (ab initio) bis Strukturmechanik.                                                                        |

Auch bei den 16 etwas kleineren K1-Zentren finden sich sieben mit entsprechend hoher Relevanz für die Material bzw. Energieforschung (siehe Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: Liste der material- bzw. energieforschungsrelevanten K1-Zentren<sup>18</sup>

| KÜRZEL | NAME                                                                     | SCHWERPUNKT IN MATERIALFORSCHUNG | SCHWERPUNKT IN ENERGIEFORSCHUNG |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|        | Bioenergy 2020+                                                          | NEIN                             | JA                              |
| CEST   | Centre of Excellence in Electrochemical Surface Technology and Materials | JA                               | NEIN                            |
| CTR    | Competence Centre for Advanced Sensor Technologies                       | JA                               | JA                              |
| FTW    | Competence Center for Information and Communication Technologies         | NEIN                             | JA                              |
| K1-MET | Competence Center for Excellent                                          | JA                               | JA                              |

<sup>18</sup> Quelle: <http://www.ffg.at/content/compentence-centres-excellent-technologies-k1-centres>

## Technologies in Advanced Metallurgical and Environmental Process Development

|            |                                                           |    |      |
|------------|-----------------------------------------------------------|----|------|
| Wood COMET | Kompetenzzentrum für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie | JA | NEIN |
| PCCL-K1    | Competence Center in Polymer Engineering and Science      | JA | JA   |

„K-Projekte“ ist ein Instrument von COMET, das u. a. als Vorbereitung für ein Kompetenzzentrum genutzt werden kann. Eine spätere Einreichung eines Antrages für K1 bzw. K2 ist aber nicht Voraussetzung für die Förderung bzw. Auszahlung. Unter den 25 laufenden bzw. abgeschlossenen Projekten der ersten drei Ausschreibungen haben zehn Projekte mittlere bis hohe Relevanz für die energietechnologiebezogene Materialforschung.

**Hohes Potenzial:**

- ZPT (2A): Zerstörungsfreie Materialprüfung
- *Advanced Aluminium Applications within ECO Transport* (3A): Materialentwicklung, Prozessentwicklung, werkstoffbasiertes Strukturdesign für Aluminium und Magnesium
- *Advanced Polymeric Materials and Process Technologies* (3A): Neuartige multifunktionale Polymerwerkstoffe mit verbesserten, anwendungsdefinierten Eigenschafts- und Performance-Profilen für die Bau- und Automobilindustrie
- IPOT – *Intelligent Photovoltaic mOdule Technologies* (3A): Integrativer Ansatz in Halbleiterfertigung, Leistungselektronik, Materialforschung für neue Modul-Technologien (intelligente neue Konzepte und Materialien für Einkapselungen, Rahmen und PV-Fronten) etc.
- Kompetenznetzwerk für Fügetechnik JOIN4+ (3A): Verbinden gleicher und artfremder modernster Werkstoffe
- *Reliability and lifetime of material interconnects in electronics* (3A): Ersatz herkömmlicher zeitaufwändiger thermischer Prüfmethode für die Qualitätskontrolle von Materialverbindungen der Elektronik, Ausweitung der Prüfmethode für eingebaute Module in Autoindustrie und Energietechnik

**Relevant:**

- holz.bau forschungs gmbh – Das Kompetenzzentrum für Holzbau und Holztechnologie (1A): Material- und Strukturmodellierung (abgeschlossen, wird in einem Projekt aus der 4. Ausschreibung weitergeführt)
- *Multifunctional Plug & Play Facade* (1A): Fassaden mit multifunktionellen Technologien und einem Höchstmaß an Vorfertigung
- *Future Building* (2A): Innovative Wärmedämmverbundsysteme, multifunktionale Verglasungselemente, Leichtbau, Beton
- HFA TIMBER – *Timber in Material, Building and Environmental Research* (2A): Rund- und Schnittholzsortierung

Von den 10 K-Projekten, die im Jahr 2012 in der 4. Ausschreibungsrunde von der Jury zur Förderung empfohlen wurden, haben drei Projekte Relevanz bzw. Potenzial für die energie-technologiebezogene Materialforschung.

#### **Hohes Potenzial:**

- *PolyComp – Functional Polymer Composites*: Isolationsmaterialien für den Einsatz in Hochspannungsgeneratoren, Transformatoren etc.

#### **Relevant:**

- *FLIPPR – Future Lignin and Pulp Processing Research*: Verbesserung der Ressourceneffizienz bei der Erzeugung von Zellstoff, stoffliche Nutzung von Lignin
- *focus\_sts – focus\_solid\_timber\_solutions*: Systementwicklungen Brettsperholz (BSP)

Ergebnisse der 5. Ausschreibungsrunde der K-Projekte, die bis September 2013 geöffnet war, lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor. Einer der thematischen Schwerpunkte der eingereichten Anträge lag im Bereich der Materialforschung (Quelle: FFG). Auffallend bei den K-Projekten ist, dass Fragestellungen aus der Holztechnologie stark vertreten sind.

Link: <http://www.ffg.at/comet-competence-centers-excellent-technologies>

## **4.3 Organisationen**

### **4.3.1 The Austrian Society for Metallurgy and Minerals (ASMET)**

Die ASMET ist ein Verein, der sich mit Metallurgie, Werkstofftechnik und den dazugehörigen Verfahren auf wissenschaftlichem, technischem und betriebswirtschaftlichem Gebiet befasst. ASMET hat den Sitz in Leoben und vertritt die Interessen von derzeit etwa 100 Firmen mit einem Umsatz von ca. 35 Mrd. Euro und 135.000 Mitarbeitern in Österreich, Deutschland, Schweiz und Slowenien. Die wissenschaftliche Arbeit findet in 28 Fachausschüssen (wie dem Werkstoffausschuss oder dem F&E-Leiterkreis) mit etwa 1.100 Mitgliedern statt (ASMET, 2011).

Link: <http://www.asmet.at/>

## **4.4 Publikationen**

Im Folgenden findet sich eine Übersicht wichtiger Publikationen mit Bezug zur Situation in Österreich. Zitate aus den Publikationen sind *kursiv* dargestellt.

### **4.4.1 Gütereinsatzstatistik im produzierenden Bereich**

Die Erhebung der Statistik Austria – die letzte liegt für das Referenzjahr 2010 vor – erfasste neben dem im Produktionsprozess verwendeten Materialinput auch den Energieeinsatz nach Energieträgern von über 2.000 Betrieben.

*Der Wert des gemeldeten Gütereinsatzes im Produzierenden Bereich (Abschnitte B bis F der ÖNACE 2008) betrug für das Erhebungsjahr 2010 insgesamt 56,6 Mrd. Euro. Gemessen an der wirtschaftlichen Gesamtproduktion der meldenden Betriebe war das ein Materialeinsatz von durchschnittlich 36,2 %. Im Vergleich zum gesamten Gütereinsatz waren 24,9 % Eisen, Stahl und NE-Metalle sowie 12,5 % chemische Erzeugnisse und Kunststoffwaren. (Statistik Austria, 2011)*

Rückschlüsse betreffend die einzelnen Energietechnologien sind auf Grund der Zuteilung zu Branchen kaum möglich. Auch unterliegen gewisse Rohstoffe (insb. Seltene Erden) der Geheimhaltung, bzw. sind in manchen Branchen zu wenige Unternehmen tätig, so dass hier von der Statistik Austria keine Daten für diese Branche veröffentlicht werden.

#### **4.4.2 Ressourcenverbrauch der Industrie in Österreich**

Diese vom Umweltbundesamt im Auftrag des BMLFUW durchgeführte Studie betrachtet die aktuellen Ressourcenverbräuche und macht eine Abschätzung der Entwicklung bis 2030 basierend auf einem Szenario mit moderatem Wirtschaftswachstum (UBA, 2012).

Die Studie des Umweltbundesamtes stellt den Erzabbau und die Produktion in verschiedenen Bereichen dar. Verglichen mit Eisen/Stahl (Erzabbau 2 Mio. Tonnen in Österreich, Stahlproduktion bis 7 Mio. Tonnen) stellen die Nichteisenmetalle (Aluminium, Kupfer ...) einen deutlich kleineren Bereich dar – Edelmetalle sind hier von der eingesetzten Menge her sehr gering (ca. 1.000 Tonnen), machen aber zwischen einem Drittel und einem Viertel des Wertes der Nichteisenmetalle aus.

Interessante Erzvorkommen in Österreich gibt es für Wolfram, Magnesit (wird nur in mineralischer Form verwendet, derzeit keine Produktion von Magnesium), Lithium und Antimon (derzeit nicht abgebaut).

Oft werden Metalle in Form von Zwischenprodukten nach Österreich importiert, diese sind für die Endprodukte von entscheidender Bedeutung, können aber praktisch nicht erfasst werden. Firmen veröffentlichen aus Wettbewerbsgründen normalerweise keine quantitativen Daten über den Verbrauch von Rohstoffen, meist sind nur qualitativ Rückschlüsse auf Grund der Produktpalette möglich.

Für einzelne Energietechnologien können aus der Studie interessante Aussagen entnommen werden, eine umfassende Betrachtung des Sektors der Energietechnologien liegt jedoch nicht vor. In dieser Studie wird aus einer vergleichbaren Studie in der Schweiz<sup>19</sup> zitiert:

*„... Nachfrage nach Seltenen Metallen wird vor allem in alternativen Energie- und Verkehrstechnologien weiter steigen“*

---

<sup>19</sup> *Seltene Metalle, Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Schweizerische Akademie der technischen Wissenschaften, 2011*

#### 4.4.3 Technologie-Roadmap für Hochleistungsmetalle

Die Technologie-Roadmap für Hochleistungsmetalle wurde von ASMET – *The Austrian Society for Metallurgy and Metals* (siehe Abschnitt 4.3.1) für das BMVIT erstellt (ASMET, 2012). Teilnehmer des Lenkungsausschusses und des ExpertInnenteams waren Mitarbeiter von Böhler Uddeholm AG, voestalpine Automotive Holding AG, Montanuniversität Leoben, voestalpine Stahl GmbH, AMAG Austria Metall AG, Miba Sinter AG, Plansee SE, RHI AG.

Für folgende Segmente wurden Werkstoffanforderungen und Forschungsbedarf bzw. Trends im Bereich Werkstoffe und Technologien identifiziert: Rohkarosserie, Antriebsstrang, Bahnsysteme, Luftfahrt, Energietechnik, metallurgischer Maschinenbau, Umwelt und Rohstoffe.

Im Segment Energietechnik werden folgende Trends ausgemacht: Bei thermischen Kraftwerken spielt die CO<sub>2</sub>-Reduktion eine große Rolle, insbesondere höchste Wirkungsgrade durch Gas-Dampfturbinen (Combined-Cycle) und CCS (ab 2020) werden relevant. Außerdem ist mit der Zunahme von thermischen Kleinanlagen zwischen 20 und 60 kW zu rechnen, bei zunehmendem Einsatz von Biomasse.

Bei Großkraftwerken zeichnet sich ab, dass Gewicht und Abmessungen der Komponenten zunehmen werden, was Entwicklungen im Bereich Metallurgenie, Wärmebehandlung, Verarbeitungstechnologie usw. nach sich ziehen wird. Global dominieren asiatische Hersteller, Österreich ist ein Nischenplayer. Insbesondere werden Hochleistungsmetalle, vorwiegend hochreine, legierte und hochlegierte Stähle sowie Nichteisenmetalllegierungen (Nickel und Cobalt-Basislegierungen) sowohl durch Einsatz von Gusstechnik und Schmieden eingesetzt. Generell ist die höhere Temperaturbeständigkeit ein Forschungsthema (Temperaturen >700°C), aber auch Einsatz bei Drücken größer 300 bar. Weiters gibt es hohe Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit. Derzeit werden 9–12 % Chromstähle favorisiert, in weiterer Folge Werkstoffverbundlösungen aus Hochleistungsmetallkombinationen. Österreich beteiligte sich insbesondere bei der Entwicklung von Chromstählen.

Im Bereich Windenergie geht der Entwicklungstrend zu Leichtbauwerkstoffen, Werkstoffverbunden (CFK Werkstoff für Flügel) und höherfesten metallischen Stählen für Lager und Wellen. Für Brennstoffzellen sind u. a. Cr-legierte ferritische Edelstähle oder Cr-Legierungen und Beschichtungen zur Vermeidung der Cr-Verdampfung relevant. Im Bereich Geothermie werden keine Anforderungen an Hochleistungsmetalle identifiziert.

Für Energiespeicherung werden allgemein die Entwicklung von Akkumulatoren mit hohem Wirkungsgrad und der Gesamtprozess zur Speicherung von Wasserstoff genannt. Für Energieübertragung bei Erd- und Biogas sind sauerbeständige Stähle State of the Art.

Abgeschlossen wird die Studie mit einer Darstellung zum Entwicklungsbedarf für Hochleistungsmetalle und deren Verarbeitungstechnologien.

#### 4.4.4 Rohstoffsicherheit 2020+ – Rohstoffe für eine ressourceneffiziente Industrie

*Das Papier „Rohstoffsicherheit 2020+“ der Industriellen Vereinigung beleuchtet die unterschiedlichen Entwicklungen zum Thema Rohstoffe auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. (IV, 2012)*



Mitglieder der IV-Fokusgruppe zu diesem Thema waren Mitarbeiter u. a. folgender Firmen: Lenzing AG, (Vorsitz), Treibacher Industrie AG, Christof Holding AG, Lafarge Zementwerke, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Mayr-Melnhof Karton AG, Wienerberger AG, voestalpine Rohstoffbeschaffungs-GmbH, Saubermacher Dienstleistungs AG, Plansee SE, Mondi AG, Wolfram Bergbau und Hütten AG, AGRANA Beteiligungs AG, Fronius International GmbH und weitere.

Hintergrund für das Papier sind die in den vergangenen Jahren deutlich gestiegenen Rohstoffpreise und die zunehmende Unsicherheit bei der Verfügbarkeit der Rohstoffe. Die IV-Initiative soll dazu beitragen, die starke industrielle Basis in Österreich durch die Versorgung mit nichtenergetischen Rohstoffen sicherzustellen. Das Papier ist ähnlich der EU *Raw Materials Initiative* (siehe Abschnitt 3.1.1) aufgebaut.

Das Kapitel „Herausforderung Rohstoffsicherheit“ leitet allgemein in das Thema ein. Thematisiert werden die unterschiedlichen Rohstoffe und die Relevanz von Ressourceneffizienz. Das Kapitel enthält die Grafik „Materialeinsatz in Österreich in Tonnen“ mit dem Anteil der Rohstoffgruppen (Biogene Rohstoffe, fossile Energieträger, metallische Rohstoffe, Industriemineralien und Baurohstoffe und andere Güter) pro Sektor (siehe Abbildung 4-1).

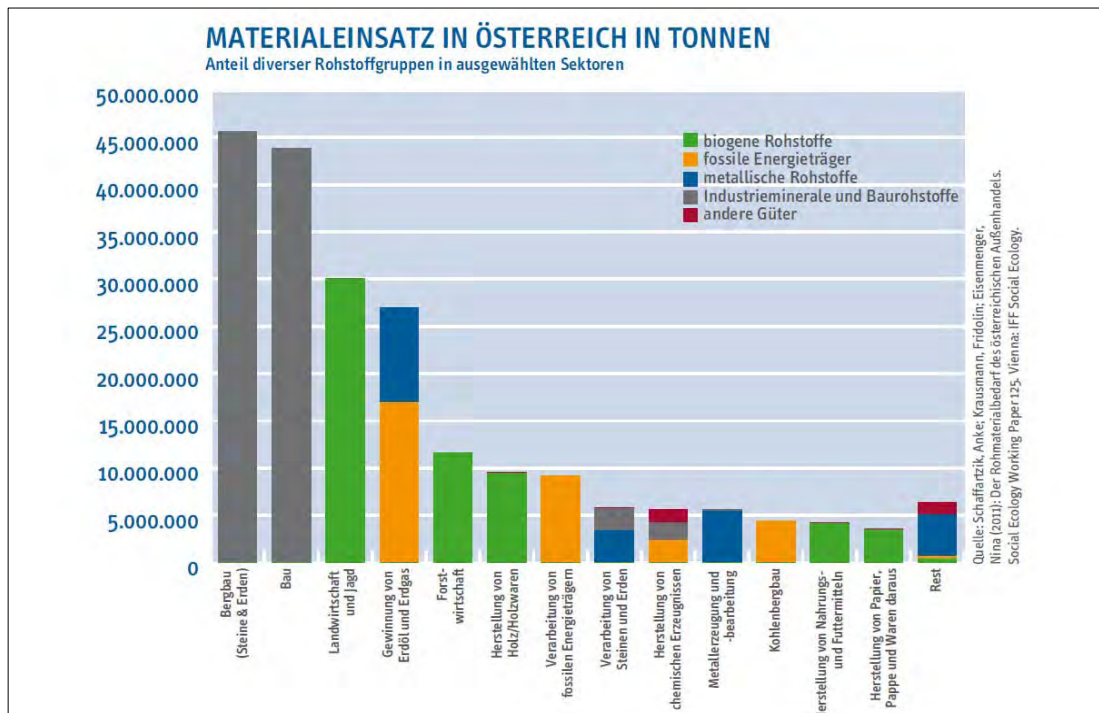


Abbildung 4-1: Materialeinsatz in Österreich in Tonnen (IV, 2012)

Im Kapitel „Zugang zu internationalen Rohstoffvorkommen“ wird einerseits auf die Importabhängigkeit der europäischen Industrie hingewiesen: z. B. 100%ige Abhängigkeit bei Molybdän, Niob, Platin, Kobalt, Antimon, Platin, Seltenen Erden, Tantal, Titan, aber auch z. B. 95 % bei Bauxit, 85 % bei Eisenerz, 65 % bei Zink, immerhin noch 50 % bei Magnesia (Bezeichnung für eine Gruppe von bestimmten Magnesiumverbindungen) und Kupfer.

Seit den 1990er Jahren kam es andererseits nach langen Jahren fallender Preise zu einem massiven Anstieg der Rohstoffpreise, wobei die Hochpreisphasen länger als in der Vergan-

genheit andauern. Darüber hinaus verschärfen protektionistische Politiken produzierender Länder die Lage, als Beispiel ist die chinesische Rohstoffpolitik im Bereich Seltene Erden, Wolfram und Magnesia angeführt. Als erforderliche Maßnahmen sieht die IV-Initiative die Notwendigkeit für Österreich und Europa, politische, diplomatische und Handelsinstrumente zur Erleichterung der Lage der Industrie einzusetzen.

Im Kapitel „Rohstoffvorkommen in Europa und Österreich“ werden die in Österreich verfügbaren Rohstoffvorkommen angeführt: Wolfram, Eisenerz, Eisenglimmer, Magnesit, Talk, Salz, Sand, Kies, Ton, Natursteine. Als für die rechtlichen Rahmenbedingungen relevantes Dokument wird das Leitlinien-Dokument „Non-energy mineral extraction and Natura 2000“ der EUK erwähnt, das Zugangsbeschränkungen begrenzen soll. Als erforderliche Maßnahmen nennt die IV-Initiative bspw. steuerliche Begünstigung der Prospektion als Forschungsausgabe, Vereinfachung von Genehmigungsverfahren, aber auch Bildungsschwerpunkte im Rohstoffsektor.

Das Kapitel „Ressourceneffizienz“ sieht Recycling und Materialeffizienz als notwendige Antwort auf die oben beschriebenen Herausforderungen. Gewünschte Maßnahmen sind die Förderung von F&E zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen, die Steigerung von Materialeffizienz (z. B. in Form eines Schwerpunktprogramms, z. B. für neue Technologien und Demoprojekte). Gewünscht ist auch die Umsetzung des Projekts *Danube ReGain*, das sich mit der Wiedergewinnung wertvoller Industrierohstoffe im Kontext der Donauraumstrategie beschäftigt.

Das Kapitel „Biogene Rohstoffe“ enthält Angaben zur Entwicklung der Holznutzung in Österreich und eine Vielzahl von vorgeschlagenen, erforderlichen Maßnahmen: z. B. den Ausbau und die Erweiterung der Infrastruktur als Voraussetzung der Waldbewirtschaftung, Entwicklung nachhaltig zertifizierter Biokraftstoffe, Investitionen in moderne Erntetechnik, verstärkte Brachlandnutzung usw.

Den Abschluss bilden die Anhänge:

- Anhang A mit Unternehmensbeispielen der österreichischen Industrie aufgeteilt nach Rohstoffsicherheit, Materialeffizienz sowie Recycling und biogene Rohstoffe. Die Plansee-Gruppe sichert die Eigenversorgung für Molybdän und Wolfram mit Lieferverträgen und Unternehmensbeteiligungen ab; RHI sichert die Eigenversorgung bei Magnesia über Erwerb eines norwegischen Unternehmens. Der Anhang enthält außerdem weitere Beispiele von Treibacher, Wolfram Bergbau Hütten AG, Lafarge Zementwerke, Mondi, voestalpine, Wienerberger, Lenzing.
- Anhang B: Beispiele zur Verwendung ausgewählter Rohstoffe und Seltener Erden!
- Anhang C: Rohstoffproduzierende Staaten (Industrieminerale, metallische Minerale)

#### **4.4.5 Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich**

Diese umfangreiche, im Auftrag des BMVIT im Jahr 2013 fertiggestellte Studie bildet die Basis eines nationalen Forschungsschwerpunktes zu den Themen Rohstoffe, Recycling und Substitution (Luidolt, 2013). In dieser Studie werden relevante Rohstoffe für die österreichische Industrie identifiziert und deren geologische und – bei österreichischen Mineralrohstoffvorkommen – bergtechnische Aspekte dargestellt. Der Aufbereitung von Wolfram, Seltene

Erden, Tantal, Niob, Vanadium und Cobalt ist ein eigenes Kapitel gewidmet, ebenso der Gewinnung von Refraktärmetallen und Seltenen Erden wie auch der Produktion von Edelmetallen.

Die Studie stellt auch die häufigsten Einsatzgebiete von kritischen Rohstoffen dar. Stoffflussanalysen von Neodym, Niob und Palladium wurden im Rahmen des Projektes durchgeführt. Möglichkeiten der Abfallwirtschaft – mit einem Fokus auf Altfahrzeugen, Elektroaltgeräten und Windkraftanlagen – werden ebenso dargestellt wie die Verwertung bzw. Sekundärmetallurgie.

## 5 Schlüsseltechnologien

Für eine tiefergehende Analyse wurden vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber folgende Technologiefelder ausgewählt:

- Wasserkraft
- Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse
- Produktion von Biotreibstoffen
- Solarthermie
- Wärmespeicher
- Fotovoltaik
- Windkraftanlagen
- Wärmepumpen und Kältemittel
- Fossile Großkraftwerke
- Netze, Stromspeicher und Smart Grids

Kriterien für die Auswahl von Technologien aus den Bereichen Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Speicherung war die Relevanz des Bereiches im SET-Plan bzw. nationale Stärken (Technologieführerschaften).

Im Folgenden werden die einzelnen Technologien beschrieben, wobei der Fokus auf den Materialforschungsbedarf gelegt wurde. Dieser wurde mit zahlreichen Gesprächen mit ExpertInnen abgesichert. Besonders relevante Unternehmen und Forschungsinstitutionen in Österreich werden jeweils explizit genannt.

### 5.1 Wasserkraft

Aus der Wasserkraft stammten 2010 etwa 16 Prozent der weltweit produzierten elektrischen Energie und ca. 85 % der aus erneuerbaren Energieträgern produzierten Elektrizität (IEAHP, 2012). Zwischen 2005 und 2011 nahm die weltweit aus Wasserkraft produzierte Menge elektrischer Energie um ca. 600 TWh/a und damit um etwa die gleiche Menge zu wie die aus allen anderen Erneuerbaren zusammen produzierte Menge. Trotz des großen Beitrages, den die Wasserkraft schon heute zur Stromversorgung liefert, besteht also noch ein großes Potenzial für zusätzliche Produktion, und zwar sowohl im Neubau von Wasserkraftwerken als auch bei der Sanierung und dem Upgrade bestehender Standorte: Um das 2 °C-Szenario zu erreichen, veranschlagt die IEA für die Zeit zwischen 2009 und 2050 praktisch die Verdopplung der installierten Leistung in Wasserkraftwerken mit einer dann gegebenen Jahresproduktion von 7.100 TWh. Andere Szenarien liegen zwischen 5.700 TWh/a und einem Maximum von 9.770 TWh/a in einem Szenario des IPCC. Der stärkste absolute Zuwachs wird in der Region Asien/Pazifik erwartet (IEAHP, 2012).

2013 sind in „EURELECTRIC-Europa“ (EU-28 plus Island, Norwegen, Schweiz, Türkei; EURELECTRIC = Union of the Electricity Industry) 53 % des technischen Potenzials an Wasserkraft realisiert, es verbleibt ein theoretisch zu entwickelndes Regelarbeitsvermögen

von 650 TWh/a. Ab 2015 werden in Europa pro Jahr 5–6 GW an installierter Wasserkraftleistung ein Alter von 40 Jahren und somit voraussichtlich die Sanierungswürdigkeit erreichen. Unterstellt man die Sanierung dieser Kraftwerke und einen dabei erreichbaren realistischen Effizienzgewinn von 5 %, so resultiert daraus jedes Jahr ein durchschnittlicher Leistungszuwachs von 200 MW aus Wasserkraft. Die aktuelle Sanierungsrate in Europa liegt derzeit allerdings unter 3 GW pro Jahr (HEA, 2013).

Die drei weltgrößten Anlagenproduzenten aus dem Wasserkraftbereich beliefern 50 % des Weltmarktes und haben ihren Sitz in der EU (Alstom, Andritz Hydro, Voith Hydro). Zusammen mit etwa 50 kleineren Herstellern beträgt der Anteil Europas am Weltmarkt der Wasserkraftnutzung etwa zwei Drittel (HEA, 2013).

Die Menge an Energie, die in einem Wasserkraftwerk theoretisch produziert werden kann, wird im Wesentlichen durch die beiden Parameter Wassermenge und Fallhöhe des Wassers festgelegt: Je mehr Wasser in einer Turbine abgearbeitet wird (Schluckvermögen) und je größer die Fallhöhe, über die das Wasser fließt, desto höher die dabei erzeugte Energiemenge. Abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen werden verschiedene Turbinenarten verwendet, die an die verfügbare jeweilige Wassermenge und Fallhöhe angepasst sind.

Die Einteilung in und Bezeichnung der Leistungsklassen ist international nicht einheitlich geregelt. Der in Österreich verwendeten Konvention zufolge werden Wasserkraftwerke mit einer Engpassleistung unter 10 MW als Kleinwasserkraftwerke bezeichnet, zwischen 10 und 20 MW spricht man von „mittlerer Wasserkraft“, über 20 MW von Großwasserkraft. Als weitere Kategorien sind in Verwendung: „Mini-Wasserkraft“ (100–1.000 kW), darunter „Mikro- und Piko-Wasserkraft“ und „Kleinstwasserkraft“. In Kanada sind noch Wasserkraftwerke unter 50 MW Kleinwasserkraftwerke, in Schweden liegt die Grenze dagegen bei 1,5 MW (IEAHP, 2012).

Weltweit werden etwa 23 % der großen Wasserreservoirs (Fassungsvermögen 100 bis 1.000 Mrd. m<sup>3</sup>) nicht zur Produktion von Energie aus Wasserkraft genutzt, obwohl das prinzipiell möglich wäre (HEA, 2013). Allein in den 15 Staaten der ECOWAS-Region Westafrikas mit 300 Mio. Einwohnern wird in lediglich 6 % der dort existierenden ca. 40.000 Dämme auch die Wasserkraft genutzt. Mit der – maßgeblich in Österreich entwickelten – Matrixturbinen- und ähnlichen Technologien wäre das in den meisten Fällen aber technisch möglich. Matrixturbinen können in bestehende Dämme, Wehre oder Schleusen ohne großen baulichen Aufwand integriert werden. In der Schleuse des Kraftwerkes Freudenu in Wien beispielsweise sind 25 Turbinen in einer Matrix von 5 mal 5 Stück angeordnet. In der Hauptkläranlage in Wien wird ein Abwasserkraftwerk mit geklärten Abwässern betrieben, in zahlreichen Trinkwasserversorgungsleitungen sind Trinkwasserkraftwerke integriert.

Pumpspeicher sind immer noch die bei weitem leistungsfähigsten Systeme, um in Netzen einen Ausgleich zwischen dem Angebot und dem Verbrauch herzustellen (Lastverschiebung), und werden auch in der nächsten Zukunft die kosteneffizienteste Form der großtechnischen Stromspeicherung darstellen. Ihre Bedeutung wird voraussichtlich noch zunehmen, wenn der Anteil jener erneuerbaren Energiesysteme, deren Produktion wie bei Wind- oder Solarenergie nur bedingt planbar ist, wie vorgesehen steigen wird (2020: 20 % Erneuerbare in der EU, 34 % in Österreich). Pumpspeicherkraftwerke sind auch für Österreich sowohl energie- als auch technologiepolitisch von großer Bedeutung (Tretter, 2010). In

Österreich war 2013 eine Leistung von 3,6 GW an Pumpspeicherkraftwerken realisiert, weitere Projekte sind in Planung.

Seit September 2008 ist mit Kops II in Vorarlberg ein neuer Pumpspeicher für die Erzeugung hochwertigen Spitzen- und Regelstroms in Betrieb. Das Kraftwerk liegt komplett im Berginneren. Das Kopswerk II kann innerhalb von ca. 60 Sekunden bis zu 525 MW Spitzenenergie ins Netz einspeisen oder bis zu 450 MW momentan nicht benötigter Energie aus dem Netz aufnehmen. Während der Umstellzeit von Turbinen- auf Pumpbetrieb wird eine Wassersäule von etwa 50.000 Tonnen in etwa 20 Sekunden gestoppt und in etwa 40 Sekunden in die Gegenrichtung beschleunigt.

Beim Retrofitting (Sanierung, Ausbau) wie auch beim Neubau von Wasserkraftwerken gibt es die folgenden Zieldimensionen:

- den Wirkungsgrad bzw. das Regelarbeitsvermögen einer Anlage zu erhöhen,
- größere Flexibilität in der Produktion zu erreichen,
- die Verfügbarkeit zu erhöhen,
- die Betriebskosten zu verringern und
- schädliche Umweltauswirkungen der Anlagen zu minimieren.

Ein wichtiger Forschungsschwerpunkt sind Pumpspeicher mit variabler Leistungsaufnahme im Pumpbetrieb, die es ermöglichen sollen, kurzfristig und in einem größeren Leistungsband zu reagieren und die Netze zu stabilisieren. Um diese Flexibilität im Pumpbetrieb zu erreichen, gibt es zwei Möglichkeiten: den hydraulischen Kurzschluss sowie Pumpen mit variabler Drehzahl. Weitere Schwerpunkte der technischen Entwicklung im Bereich der Pumpspeicherung betreffen die folgenden Technologien (HEA, 2013):

- Kleine Pumpspeicher im Leistungsbereich von 1 bis 20 MW, die zwar spezifisch teurer sind, denen aber dennoch ein gewisses Marktpotenzial zugesprochen wird.
- Pumpspeicher, die nahe den Meeresküsten gebaut werden und mit sehr geringen Fallhöhen (10 bis 30 Meter) betrieben werden sollen.
- Pumpspeicher, die aufgelassene unterirdische Stollen etc. adaptieren und mit sehr großen Fallhöhen von bis zu 1.400 Metern betrieben werden.
- Pumpspeicher, die zusätzlich zum Wasser noch Massen größerer Dichte bewegen und daher raumsparend betrieben werden können.

Der Wirkungsgrad von modernen Turbinen für Wasserkraftwerke liegt gegenwärtig schon bei 90 bis 95 %, er konnte für alle Turbinenarten in den letzten Jahrzehnten gesteigert werden (vgl. Abbildung 5-1). Der Wirkungsgrad kann vor allem durch das Design von Turbine, Leitschaufeln und anderen umströmten Teilen noch verbessert werden.

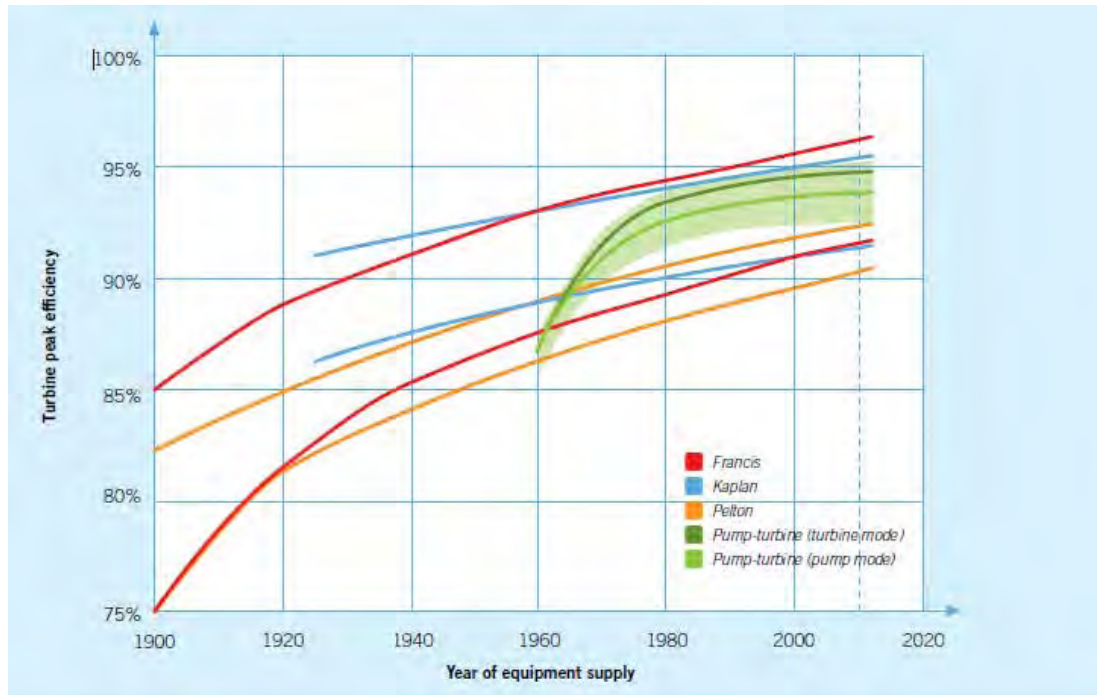


Abbildung 5-1: Verbesserung des Wirkungsgrades von Turbinen für die Wasserkraftnutzung in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Herstellung. Die obere und die untere Linie beschreiben die Bandbreite des jeweiligen Standes der Technik. Für Pumpturbinen geben die helle (Pumpbetrieb) und die dunkle (Turbinenbetrieb) Linie den jeweiligen Stand der Technik wieder. (HEA, 2013)

Die aus materialtechnischer Sicht interessanteste Frage in diesem Zusammenhang betrifft die Langzeitstabilität der Turbine. Die Turbine kann durch Partikel, die mit dem Wasser mittransportiert werden, einem abrasiven Angriff ausgesetzt sein. In geologisch jungen Gebirgszügen kommt es in Folge der Erosion zu einer hohen Belastung vieler Flüsse durch harte Partikel. Bestehen diese beispielsweise im Granit der Alpen vor allem aus Feldspat und Quarz, die beide härter als das verwendete Basismaterial der Turbinen sind, so kann dieser Angriff sehr schnell erfolgen; im Falle von Kalk- oder Dolomitgestein als geologischer Ausgangsbasis hingegen erfolgt der Angriff sehr langsam.

Um die Auswirkungen dieser abrasiven Angriffe klein zu halten, werden spezielle Beschichtungen entwickelt. Seit den 90er Jahren wird bei Andritz Hydro vor allem eine Beschichtung aus Wolframkarbidteilchen in einer Metallmatrix verwendet, die durch ein thermisches Verfahren (HVOF, High-Velocity-Oxygen-Fuel; Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen, ein thermisches Beschichtungsverfahren zur Oberflächenbehandlung) aufgebracht wird. Dabei kann die hydro-abrasiver Erosion zwar nicht verhindert, wohl aber verlangsamt werden. Andritz Hydro hat auf diesem Gebiet schon seit längerer Zeit geforscht und im Jahr 2009/10 erneut ein großes Forschungsprojekt gestartet, um belastungsabhängig geeignete Beschichtungen zu untersuchen und das Grundlagenverständnis der hydro-abrasiven Erosion zu verbessern.

Obwohl das Problem seit 30 Jahren wissenschaftlich und praktisch bearbeitet wird, sind die Details des Einflusses der verschiedenen Parameter auf die Schäden an den Turbinenschaufeln noch nicht vollständig verstanden. Relevante Parameter sind einerseits die Partikelparameter (Partikelkonzentration, Korngrößenverteilung, mineralogische Zusammensetzung)

zung und Kornform), andererseits die Turbinendesign-Parameter (relative Geschwindigkeit, Angriffswinkel, weitere geometrische Einflüsse, Zusammenwirken mit Kavitation). An zwei Versuchsprüfständen arbeitet Andritz Hydro seit 2010 an dieser umfangreichen Fragestellung. Die dort wissenschaftlich gewonnenen Ergebnisse sollen in der Folge auf Prototypen übertragen werden. Eine Beschichtung mit Wolframcarbid wenden auch Hersteller für Anlagen im kleineren Leistungsbereich an, hier besteht jedoch Bedarf nach einer alternativen Beschichtungstechnik für Geometrien, die für diese Art der Beschichtung nicht so gut geeignet sind.

Aus Kostengründen werden für manche relativ gering belastete Komponenten auch Kunststoffteile verwendet, etwa für die Schaufeln von sehr kleinen Pelton-turbinen. Turbinen, die in chemisch stark belasteten und nicht abrasiven Gewässern eingesetzt werden, können mit Kunststofffolien beschichtet werden.

Andritz Hydro arbeitet auch an alternativen Methoden zur Härtung von Oberflächen. Ein Kooperationsprojekt mit dem Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik der TU Wien (IFT) und weiteren Partnern betrifft das Verdichtungsklopfen. Beim Verdichtungsklopfen handelt es sich um eine mechanische Oberflächenmodifikation (*machine hammer peening*), die zur Härtung der Oberfläche führt.

Laufträder von Kaplan-Turbinen drehen sich üblicherweise in gegossenen Bronzegleitlagern, die eine Schmierung benötigen. Bisher diente häufig eine unter Druck stehende Ölfüllung der Lauftradrabe dazu, den einwirkenden Wasserdruck auszugleichen und den erforderlichen Schmierfilm zwischen Gleitlager und Welle zu gewährleisten. Bei dieser Lösung besteht die Gefahr, dass Schmieröl in das Wasser gelangt und dieses verschmutzt (Pereira, 2012).

Dieses Problem der Verschmutzung soll in zwei Schritten gelöst werden. Kurzfristig sollen bioabbaubare Schmierstoffe jene auf fossiler Basis ersetzen, bis 2020 sollen 60 % aller neu installierten Turbinen mit bioabbaubaren Schmierölen geschmiert werden, bis 2030 dann 100 %. Langfristig sollen aber nur noch Turbinen eingebaut werden, die gänzlich ohne Ölschmierung betrieben werden können (HEA, 2013). Dies kann durch selbstschmierende Gleitlager realisiert werden. Ein Beispiel wird in (Peireira, 2012) vorgestellt: Ein rostfreier Stahlrücken gibt dem Lager seine mechanische Stabilität. Auf diesem Stahlrücken befindet sich eine Sinterbronzegleitschicht mit eingelagerten Festschmierstoffpartikeln. Die Gleitschicht wird durch ein Walz-Sinterverfahren auf dem Rücken aufgebracht und mit ihm mikroverklammert. Als Festschmierstoff stehen alternativ Graphit oder PTFE (Teflon) zur Verfügung. Die Festschmierstoffe sind homogen im Gefüge der Bronzematrix verteilt.

Die Konstruktion von Lagern, für die keine Schmierstoffe benötigt werden, stellt hohe Anforderungen an Oberflächen. Andritz Hydro arbeitet an einem Forschungsprojekt zur Dauerfestigkeit von Kaplannabeninnenteilen unter Korrosionseinfluss („Wassergefüllte Nabe“).

Eine weitere Entwicklungslinie der Wasserkraft betrifft die wirtschaftliche Nutzung sehr kleiner Fallhöhen von 1 bis 3 m. Turbinen für diese geringen Fallhöhen sind aufgrund der großen Baugrößen vergleichsweise teuer. Eine mögliche Technologie, die hier zum Einsatz kommen kann, ist die Schnecke nach dem Prinzip der archimedischen Schraube.

Die Nutzung der Strömungsenergie ohne Aufstau und baulichen Eingriff (*in-stream flow turbines, hydrokinetic turbines*) nach dem historischen Prinzip der Schiffsmühle ist ein weite-



rer Nischenmarkt. Dabei wird jedoch nur ein sehr kleiner Teil des Gesamtenergieangebots genutzt. In Österreich wurde zu diesem Zweck beispielsweise die „Stromboje“ entwickelt.<sup>20</sup>

Die Wasserkraftnutzung wird auch mit ökologischen Systemen wie Fischtreppen, Schlitzpass usw. kombiniert. Dies ist ein weiteres Feld der F&E. Es geht darum, den ungenutzten Durchfluss durch ein Kraftwerk und damit die Verluste zu minimieren (energetische Restwassernutzung) und gleichzeitig das Ökosystem Fließgewässer so wenig wie möglich zu beeinflussen.

Ein Entwicklungsansatz betrifft die Modularisierung von Anlagenteilen. Um den Wirkungsgrad von Kraftwerken auch im Teillastbereich hoch zu halten, werden auch Entwicklungen vorangetrieben, die auf der elektrischen Seite variable Drehzahlen ermöglichen sollen.

Im Wesentlichen werden im Wasserbau (Klappen, Absperrklappen, Rechen, Wehre, Reinigungsmaschinen, Panzerung, Grundablässe, Schleusentore, Fischaufstiege, Fischeschützen, Entsander, Spülpumpen etc.) Stähle verwendet, für bewegliche Teile Elektromotoren und Hydraulikanlagen. Für Druckrohrleitungen werden Zinkanstriche verwendet, während Laufräder meistens schon aus rostfreiem Stahl bestehen. Im Stahlwasserbau ist die Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit daher ein wichtiges Thema.

Für geringe Stauhöhen werden alternativ die kostengünstigeren Schlauchwehre eingesetzt. Dabei wird das Gewässer mit einem wasser- oder luftgefüllten Gummischlauch gestaut, die Stauhöhe kann bis zu 10 Meter betragen. Das Schlauchmaterial besteht vorwiegend aus einer Elastomermembran mit eingelegtem Gewebe (z. B. aus Polyester oder Polyamid) zur Verstärkung. Die Membran wird mittels Klemmschienen am Betonfundament befestigt. Bei Hochwasser kann der Schlauch geleert werden, er faltet sich zusammen und das Wasser kann das Bauwerk überfließen. Schlauchwehre sind einfach zu konstruieren und wartungsarm.

Bei der Herstellung von Rohren (Druckrohrleitungen) steht man vor der Herausforderung, höhere Festigkeit zu erreichen, ohne an Elastizität (Dehnung) zu verlieren, und gleichzeitig die Wandstärke dünn zu halten. Die bestehende Norm gibt Mindestvorschriften an, allerdings ist die Norm im Muffenbereich nach Meinung von Experten zu ungenau. Die Firma Duktus Rohrsysteme, der einzige Gussrohrhersteller Österreichs mit Sitz in Tirol, betreibt ein Projekt mit der Uni Leoben (Gießereiinstitut), um eine Gusseisenlegierung mit höherem Siliziumanteil zu entwickeln. Die Firma „Duktus Tiroler Rohrsysteme“ hat seit Juli 2013 einen neuen Namen und firmiert unter TRM Tiroler Rohre GmbH. ([www.trm.at](http://www.trm.at)).

Weiters werden Forschungen für den Einsatz von ADI (austenitisch-ferritischem Gusseisen *Austempered Ductile Iron*) betrieben. Dabei geht es um einen neuen Herstellungsprozess mit einem relativ teuren Werkstoff, der höhere Drücke verträgt – das Material wird härter, aber auch spröder. Als Korrosionsschutz werden die Oberflächen behandelt (Verzinkung in Kombination mit Polyurethanbeschichtung).

Andritz Hydro arbeitet an der Entwicklung thermomechanisch gewalzter Stähle (TM 700) in geeigneten Dicken für den Druckrohrleitungsbau.

---

<sup>20</sup> Link: <http://www.aqualibre.at/>

Alternativ werden für weniger hohe mechanische Beanspruchungen Kunststoffrohre eingesetzt oder auch Rohre aus Holz (beispielsweise bei einem Wasserkraftwerk der Viktor-Kaplan Akademie in Müzzzuschlag).

Bemerkenswert sind auch Demonstrationsprojekte, wo bei Generatoren Seltenerd-magnete durch solche auf Basis von Hochtemperatur-Supraleitern ersetzt werden, die leichter verfügbar, geringeren Gewichts und in naher Zukunft auch kostengünstiger sein sollten.

Tabelle 5-1: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei Wasserkraftwerken

#### MATERIALFORSCHUNG BEI WASSERKRAFTWERKEN

Härtung und Beschichtung von Oberflächen

Druckbeständigkeit bei ausreichender Elastizität

Bioabbaubare Schmierstoffe

Schmiermittelfreie Lagermaterialien

## 5.2 Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse

Kessel für die Nutzung der Bioenergie zu Heizzwecken stellen eine europaweit anerkannte österreichische Kernkompetenz dar. Österreichische Biomassekessel werden in zahlreiche Länder exportiert. In Österreich wurde dieser Markt frühzeitig erkannt, gezielt beforscht und die Markteinführung unterstützt, sodass heute ein großer Teil der in Europa verkauften Biomassekessel in Österreich hergestellt wird.

Im Wärmebereich kann man folgende Technologien unterscheiden:

- Handbeschickte Heizgeräte
  - Ohne Warmwasserproduktion (Kachelofen, Kaminofen, Pelletsofen)
  - Mit Warmwasserproduktion: Stückholzkessel
- Automatisch beschickte Heizgeräte
  - Hackgutkessel kleiner und großer Leistung
  - Pelletskessel

Für beide Technologien gibt es eine vorgelagerte Brennstoffproduktion. Diese ist bei automatisch beschickten Heizgeräten aufwändiger als bei handbeschickten.

Eine große Herausforderung für die Bioenergienutzung stellt – neben der Steigerung der Effizienz der Verbrennung im Alltagsbetrieb – die Feinstaubproblematik dar. Um Feinstaubemissionen zu senken, werden primärseitige (d. h. verbrennungstechnische) und sekundärseitige (Filter etc.) Maßnahmen angewendet und verbessert.

Der Verbrennung nachgelagert sind die Wärmeabgabe und -speicherung, in Form von Warmwasser bzw. als im Festkörper des Heizgerätes (Keramik) gespeicherte oder direkt an die Raumluft abgegebene Wärme. Zusätzlich gibt es Versuche, die produzierte Wärme in

Form von elektrischer Energie zu veredeln, um zumindest einen netzautarken Betrieb der Heizgeräte (inkl. der Umwälzpumpe) zu ermöglichen.

Bei der Herstellung von Biomasse-Pellets stellt sich das Problem, dass Matrizen und Koller (beide aus Edelstahl hergestellt) für die Holzzerkleinerung und die Pelletierung nach ca. 1.500 Vollbetriebsstunden gewechselt werden müssen. Es erfolgt deren Reinigung, worauf sie noch für weitere ca. 300 Stunden einsatzfähig sind. Danach sind sie auszuscheiden. Als Lösung für dieses Problem bietet sich die Härtung der Materialien an. In den USA gibt es Versuche mit Wolframcarbidbeschichtungen. Weltmarktführer für die Produktion von Pelletiermaschinen ist Andritz, diese Produktion ist allerdings in Dänemark verortet.

Für die Produktion torrefizierter Brennstoffe – diese eignen sich auch für Pellets-Kaminöfen, (nicht aber für Kachelöfen) – stellt sich die analoge Problematik wie bei der Pelletierung: Matrizen für die Verpressung des quasifluiden Biomassematerials müssen einerseits stabil gegen Abrasion sein, andererseits muss die Reibung zwischen dem quasifluiden Material (Sägemehl, agrarische Biomasse) und dem Matrizenmaterial aber ausreichend groß sein, um die Verpressung der Biomasse zu gewährleisten. Zugleich darf die Reibung auch nicht zu hoch werden, weil dadurch der Energieaufwand zum Pressen steigen würde. Die Entwicklung eines geeigneten Materials für die Pressmatrizen stellt daher eine Herausforderung an die Materialforschung dar. In der Forschung zu diesem Thema sind in Österreich Andritz, Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik GmbH, OFI Technologie & Innovation GmbH und Wild & Partner KG<sup>21</sup> aktiv.

Die großen Vorteile torrefizierter Biomasse liegen in der höheren Energiedichte (15 bis 18,7 GJ/m<sup>3</sup> im Vergleich zu Hackgut: 2 bis 3 GJ/m<sup>3</sup>, Pellets: 10,5 bis 12 GJ/m<sup>3</sup>), was die Transportlogistik verbilligt, und in der Möglichkeit, die torrefizierten Biomassepellets in den vorhandenen Mühlen der Kohlekraftwerke zu vermahlen und sie daher als Additivbrennstoff einsetzen zu können (das geht bei gewöhnlichen Holzpellets aufgrund der Zellulosefasern nicht). In Zukunft kann auf Grund der vergleichsweise geringen Transportkosten auf dem Seeweg mit einem weltweiten Handel und entsprechend großem Markt bei torrefizierter Biomasse gerechnet werden.

Der Brennstoff wird abhängig von der Leistung des Heizgerätes mit pneumatischen Systemen, über Schnecken (bei kleinen Leistungen auch aus Kunststoff gefertigt) oder via Schubstangen in den Brennraum eingebracht. Materialprobleme oder -fragestellungen sind in diesem Bereich nicht erkennbar.

Ziel der Gestaltung des Verbrennungsraumes ist es, den Verbrennungsvorgang möglichst vollständig bei geringstmöglichen Emissionen ablaufen zu lassen. Dies geschieht vornehmlich durch die Regelung der Verbrennungsluftmenge (Primär- und Sekundärluft) auf elektronischer Basis; in diesem Bereich stellt sich kein unmittelbarer Materialforschungsbedarf. Durch die optimale Gestaltung des Verbrennungsraumes soll die Verbrennungstemperatur erhöht werden, um durch primäre Maßnahmen die Feinstaub- und NOx-Produktion zu verhindern („low particle & low NOx“). Korrosion gibt es prinzipiell im gesamten Gasraum, deshalb werden verschmutzungsresistente Beschichtungen gesucht. Einige österreichische

---

<sup>21</sup> Wild & Partner KG, Amalienstraße 2, 1130 Wien. Email: office@wild.or.at

Schamottproduzenten wie Rath und RHI forschen ebenfalls intensiv zur optimalen Gestaltung des Verbrennungsraumes.

Wenn Nichtholztreibstoffe verwendet werden, gibt es im Verbrennungsraum und bei der Rauchgasabführung Korrosionsprobleme. Lösungsmöglichkeiten könnten in keramischen Oberflächen liegen, wobei noch nicht endgültig entschieden ist, ob Feuerfestmaterialien oder temperaturbeständige Stähle zum Einsatz kommen werden.

Korrosion stellt im gesamten Gasraum und Kamin eine Herausforderung dar. Ziel ist es, Beschichtungen herzustellen, die bei den dort herrschenden hohen Temperaturen von mehreren 100 °C verschmutzungsresistent sind. Mögliche Lösungen liegen ebenfalls im Bereich Stahl und/oder Feuerfestmaterialien.

Die deutsche Feinstaubverordnung stellt eine große Herausforderung für die Qualität der Verbrennung dar. Eine letztlich überzeugende Lösung ist noch nicht gefunden, neue Materialfragen könnten hier noch durch weitere Innovationsschritte entstehen. Ziel ist es, für den Feuerraum katalytisch aktive Oberflächen aus Feuerfestmaterial herzustellen, um die vollständige Oxidation des Verbrennungsmaterials zu erreichen. Diese können auf Basis von Nanotechnologie, aus Schäumen, Waben oder als Schüttschichtkatalysatoren hergestellt werden. Dabei handelt es sich um eine Alternative bzw. Ergänzung zu Primärmaßnahmen, weshalb es notwendig ist, zwischen diesen beiden Lösungen abzuwägen.

Bei nichtholzartiger Biomasse stellt sich eine qualitativ ähnliche Herausforderung, allerdings in quantitativ bedeutenderem Ausmaß: mehr Deposition, stärkerer korrosiver Angriff, das Kondensat von Stroh hat negative pH-Werte, Asche hat basische Schmelzphasen. Bei der Verbrennung von Korn werden sog. „Opferflächen“ (Blech, 10 mal 30 cm; 8mm) an Stellen mit hoher Verweildauer eingesetzt, um einen korrosiven Angriff auf Teile des Feuerraums zu verhindern.

Sämtliche Wärmetauscher (Material: Stahl) korrodieren schnell, weil S- und Cl-Frachten bei der Biomasseverbrennung nicht zu vermeiden sind und dadurch Fouling und Ablagerungen entstehen. Zu diesem Problem besteht im kleinen und großen Leistungsbereich Materialforschungsbedarf.

Inzwischen werden Brennwertgeräte auch im kleinen Leistungsbereich am Markt angeboten. Die Materialfrage erscheint noch nicht endgültig gelöst: Edelstahl korrodiert, Kunststoffe, die kurzfristig verwendet wurden, haben sich ebenfalls nicht bewährt. Ein Graphitwärmetauscher erfüllt alle Voraussetzungen, er ist allerdings sehr teuer wegen der erforderlichen hohen Reinheitsgrade des Materials. Die Herausforderung besteht darin, ein vergleichbar zuverlässiges Material zu entwickeln, das billiger ist und Graphit ersetzt – möglicherweise Keramik oder Kunststoff.

Für Kaminöfen sind Latentwärmespeicher mit steuerbarer Wärmeabgabe (Paraffine) eine interessante Entwicklungsoption sowie auch Herausforderung. Dies betrifft auch die direkte Wärmeabgabe aus Öfen und Oberflächen. Die oberste Schicht, welche die Wärme abgibt, könnte in Zukunft aus einem Phasenwechselmaterial bestehen. Dieses würde die Wärme über große Flächen auf niedrigem Temperaturniveau effizient verteilen.

Technologisch gibt es für Biomasse-Kleinanlagen mehrere Optionen für die Verstromung: den Stirling-Motor, kleine Dampfprozesse, sowie Thermogeneratoren.

Beim Einsatz von Thermogeneratoren liegt die Herausforderung darin, an die Temperaturanforderungen der Holzverbrennung angepasste Materialkombinationen zu finden und diese konstruktiv umzusetzen. Dabei handelt es sich häufig um Verbindungen, die Seltenerdmetalle enthalten. Für alle drei Technologien benötigt man geeignete Oberflächen, an denen der Kontakt zwischen den heißen Verbrennungsgasen und dem Wärmetauscher möglichst langfristig und effizient möglich ist. Es sind Oberflächen gefragt, die nicht schnell verschmutzen und im Idealfall zugleich als Staubabscheider fungieren.

Für kleine und mittlere KWKs besteht Bedarf an thermoelektrisch aktiven Materialien. Es gibt Kooperationen zwischen der Industrie und Unis, seit Sommer 2013 auch in Form eines CD-Labors für Thermoelektrizität an der TU Wien mit AVL List GmbH und Treibacher Industrie AG als Unternehmenspartnern. An diesem CD-Labor wird an Skutteruditen geforscht. Dabei handelt es sich um Legierungen, die in verschiedenen Prozessschritten hergestellt werden und eine käfigartige Struktur aus Kobalt, Eisen und Antimon besitzen. In diese Nano-Käfige können weitere Atome platziert und dadurch die physikalischen Eigenschaften des Materials speziell angepasst werden. Abgesehen von der besseren thermoelektrischen Effizienz sind diese Skutterudite auch noch wesentlich kostengünstiger als die gegenwärtig benutzten Systeme auf der Basis von Bismut und Tellur<sup>22</sup>. Seit einigen Jahren arbeitet auch das Kompetenzzentrum Bioenergy2020+ in Wieselburg an konkreten Umsetzungen thermoelektrischer Prinzipien im Kesselbereich. Die MIBA AG beforscht dieses Thema aus Sicht der Pulvermetallurgie.

Im Vergleich zu anderen Thermoelementen sind für die Biomasseverstromung Materialien für einen relativ großen Temperaturunterschied gesucht. Entwicklungen für den Automotive-Bereich arbeiten zwischen 80 und 120 Grad, um noch Energie aus dem Abgas zu gewinnen und idealerweise die Lichtmaschine zu ersetzen: 3 bis 4 % der Energie in der Abwärme sind so elektrisch nutzbar. Thermogeneratoren für den Bereich 200 bis 250 °C gibt es bereits am Markt (Produzent: China). Thermoelemente zur Nutzung der Bioenergieverbrennung benötigen allerdings einen aktiven Temperaturbereich von 400 bis 450 °C, um das Temperaturniveau der Verbrennungsgase sinnvoll nutzen zu können.

Stirling-Motoren im kleinen Leistungsbereich kommen derzeit alle aus nicht-europäischer Produktion. Hier ist eine wichtige Materialfragestellung im Bereich der Kolbendichtungen (Keramik, Kunststoffe).

Kleine Dampfmaschinen sind derzeit noch nicht marktreif (entsprechende Entwicklungen in Österreich waren hier wegen mangelhafter technischer Performance bisher nicht erfolgreich), aber für KWK im kleinen Leistungsbereich grundsätzlich von Interesse. Kleindampfprozesse benötigen aufgrund der geringen Leistung für ihren Betrieb keinen Dampfkesselwärmer, der üblicherweise einen starken Kostenfaktor darstellt.

Im kondensierenden Betrieb von Feuerungen sollen aus Effizienzgründen die Abgastemperaturen so niedrig wie möglich gehalten werden. Deshalb erfolgt im Kamin oder im Wärmetauscher die Kondensation der Rauchgase. Als Lösung gegen die ungewollte Kondensation kann eine Abgaskondensationsstufe eingebaut werden, aber grundsätzlich

---

<sup>22</sup> Quelle: Beschreibung des Labors auf <http://www.cdg.ac.at/forschungseinheiten/labor/thermoelektrizitaet>

besteht Bedarf an kostengünstigen korrosionsbeständigen Materialien im ganzen Rauchgasbereich (pro Jahr werden alleine in Europa ca. 90.000 km Edelstahlkamin in Betrieb genommen). Schiedel Kaminsysteme GmbH ist hier Weltmarktführer, macht aber keine eigene Werkstoffentwicklung. Im Gegensatz zur Planung und Errichtung von Großkraftwerken – wo die Optimierung, wie beim Anlagenbau durchaus üblich, vor Ort stattfindet – braucht man für die Herstellung von Kleinanlagen in Serie produzierbare Komponenten.

Tabelle 5-2: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei Strom und Wärme aus Biomasse

#### MATERIALFORSCHUNG BEI STROM UND WÄRME AUS BIOMASSE

Härtung bzw. Beschichtung von Edelstahl

Verschmutzungsresistente bzw. korrosionsbeständige Beschichtungen und Materialien inkl. Keramik oder Kunststoff

Katalytisch aktive Oberflächen aus Feuerfestmaterial

Thermoelektrische Materialien mit besonders großem Temperaturbereich

Phasenwechselmaterialien, Paraffine für Wärmespeicher

### 5.3 Produktion von Biotreibstoffen

Flüssige und gasförmige Biotreibstoffe auf Basis organischer Rohstoffe – auch als Agrartreibstoffe bezeichnet – können eine wichtige Rolle darin spielen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Transportsektors zu verringern und die Energieversorgungssicherheit zu verbessern.

Für die Produktion von Biokraftstoffen der ersten Generation wird die Frucht von Pflanzen herangezogen; die erste Generation wird deshalb dahingehend kritisiert, mit der Nahrungsmittelproduktion im Wettbewerb zu stehen. Für die zweite Generation von Biotreibstoffen werden Ganzpflanzen verwendet, oft auch solche, die für die Nahrungsmittelproduktion ungeeignet sind. Dennoch tritt auch die zweite Generation prinzipiell in Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion.

Zur „ersten Generation“ gehören die folgenden Treibstoffe:

- Reiner Pflanzenölkraftstoff aus unbehandeltem oder raffiniertem Pflanzenöl in Reinform, meistens auf Basis von Rapsöl. Reines Pflanzenöl kann in Dieselmotoren verwendet werden, diese müssen aber dafür adaptiert werden.
- Mit Biodiesel können gewöhnliche Dieselmotoren betrieben werden; er ist aus Pflanzenölen hergestellter Fettsäuremethylester.
- Bioethanol wird durch alkoholische Vergärung biogener Rohstoffe und anschließende Destillation produziert und kann Benzin substituieren. Die einzige österreichische Großanlage zur Herstellung von Bioethanol liegt in Pischelsdorf (Produktionskapazität: ca. 190.000 Jahrestonnen). Bioethanol wird in Europa aus Getreide (Weizen, Mais) und Zuckerrüben hergestellt, in Brasilien aus Zuckerrohr.

Zur „zweiten Generation“ werden meist Biomethan und sog. BtL-Kraftstoffe gezählt:

- Biomethan wird aus Biogas hergestellt. Die Rohstoffbasis von Biogas sind Energiepflanzen, tierische Abfälle (Gülle) und organische Reststoffe. Das Biogas muss aber zu Biomethan aufbereitet werden, um es in Motoren verwenden zu können. Dabei werden hauptsächlich  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{S}$  (Schwefelwasserstoff) aus dem Biogas entfernt.
- Synthetische Biokraftstoffe (BtL-Kraftstoffe „Biomass-to-Liquid“) können prinzipiell auf der Basis verschiedener organischer Rohstoffe produziert werden. Sie befinden sich im Demonstrationsstatus und sind damit noch nicht marktfähig. Für Österreich sind die damit zusammenhängenden Versuche im Rahmen des Projektes BIOFIT wichtig. Ziel dieses Projektes ist es, aus den diversen energiereichen biogenen Roh- und Reststoffen, die regional in verschiedener Zusammensetzung anfallen, Wärme, Strom und gasförmige und/oder flüssige Energieträger zu produzieren (siehe Abbildung 5-2). Der Fischer-Tropsch-Prozess, der dafür angewendet wird, ist zweistufig. Zuerst wird das Ausgangsmaterial (Biomasse) in ein Synthesegas umgewandelt, das gereinigt werden muss und aus einer Reihe von verschiedenen Molekülen besteht. Im Zuge der Synthese werden aus diesen Molekülen – hauptsächlich  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$  – unter bestimmten Kombinationen von Druck, Temperatur und unterstützt durch Katalysatoren länger-kettige Moleküle erzeugt, die als flüssige Kraftstoffe verwendet werden können.

Der energetische Kraftstoffwirkungsgrad bei der Pilotanlage in Güssing liegt zwischen 23,7 und 28,1 %, es kann je nach Prozessführung Benzin, Diesel oder Wachs produziert werden. Wird Druckluft als Vergasungsmittel verwendet, muss das Produktgas für die Synthese nicht mehr komprimiert werden, wodurch sich der elektrische Eigenverbrauch der Anlage erheblich reduziert. Die Fischer-Tropsch-Synthese (FTS) wird gemeinsam mit dem EU-Projekt RENEW durchgeführt<sup>23</sup>. Für den Produktionsprozess in der Fischer-Tropsch-Synthese können verschiedene Katalysatoren verwendet werden. Die IEA-Roadmap verweist ebenfalls auf die Entwicklung effizienterer Katalysatoren und Reinigungsprozesse für die Koppelprodukte mit dem Ziel, flexibler hinsichtlich des Materialeinsatzes zu werden (IEABT, 2011).

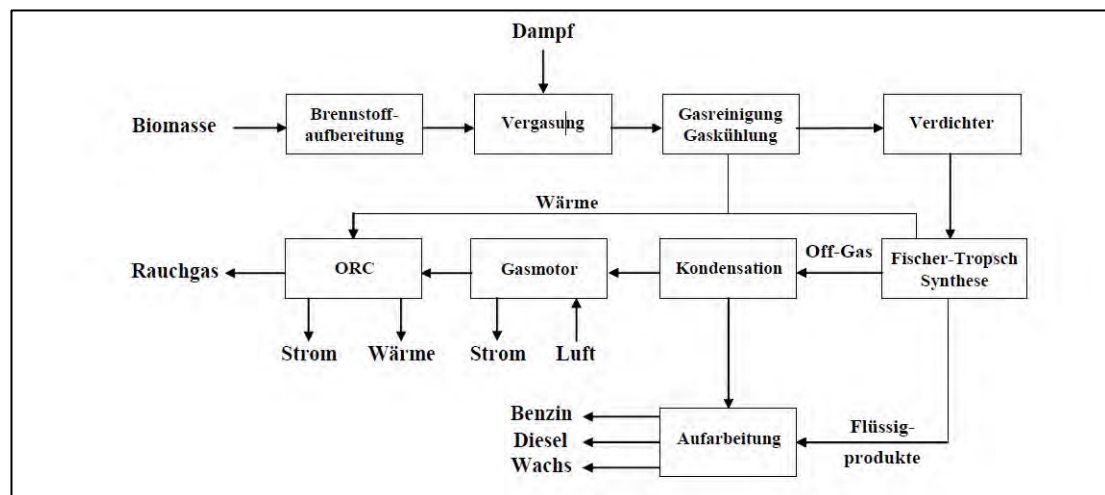


Abbildung 5-2: Anlagenkonzept zur gekoppelten Herstellung von flüssigen Kraftstoffen (BioFiT), Strom und Wärme mittels Dampfvergasung (Hofbauer, 2006)

<sup>23</sup> nähere Information unter <http://www.renew-fuel.com>

Ethanol auf Basis von Zellulose ist chemisch ident mit Bioethanol, die Rohstoffbasis dafür ist allerdings Zellulose, aus der ein Großteil der Pflanzen besteht. Mit dieser Technologie würden sich für die Ernährung nicht nutzbare Pflanzenteile wie Stroh und Holz als Treibstoffbasis erschließen. Der für die Nutzung notwendige enzymatische Aufschluss von Zellulose ist technisch allerdings noch nicht gelöst.

Laut Roadmap der IEA (IEABT, 2011) können bis 2050 27 % der weltweit benötigten Treibstoffe für Transport auf der Basis von Biotreibstoffen produziert werden. Das würde jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2,1 Gt einsparen, vorausgesetzt, die Produktion geschieht auf nachhaltige Weise. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Effizienzgewinne realisiert und die Gesamtnachhaltigkeit des Produktionsprozesses erhöht werden. Vor allem muss die Ernährung sichergestellt und die Biodiversität geschützt werden. Dafür sind international akkordierte Nachhaltigkeitskriterien notwendig.

Die wichtigste Materialfrage im Bereich der Agrartreibstoffe betrifft die Entwicklung geeigneter Katalysatoren: Die dafür geeigneten Materialien sind ZnO und CuO; für die Methanisierung werden Katalysatoren auf Nickelbasis benötigt, für das Fischer-Tropsch-Verfahren Co, Co-Mb und Fe. Die Herausforderungen für die Weiterentwicklung sind Katalysatorgifte, Kohlenstoffablagerungen und Abrieb. Es gibt aber kaum österreichische Firmen, die sich mit der Katalysatorentwicklung beschäftigen. Ein zweites Problem betrifft Abrieb und Wärmebeständigkeit von Wärmetauschern, eine Herausforderung an Materialien auch in anderen Technologiebereichen: hohe Härte und Flexibilität sind gleichzeitig zu erreichen. Die Druckbehälter werden aus handelsüblichen (legierten) Stählen erzeugt, hier wird von den befragten ExpertInnen kein besonderer Materialforschungsbedarf gesehen.

Im Technologiebereich sind hier zwei österreichische Firmen hervorzuheben:

- Vogelbush Biocommodities: International tätiges Ingenieurbüro für die Planung und Errichtung von Anlagen zur Bioethanolproduktion
- BDI: Anlagenkonzepte für Biodiesel-Produktion

Tabelle 5-3: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei der Produktion von Biotreibstoffen

#### MATERIALFORSCHUNG BEI DER PRODUKTION VON BIOTREIBSTOFFEN

Weiterentwicklung von Katalysatoren aus Zink, Kupfer, Nickel, Kobalt, Molybdän, Eisen

Materialien für Wärmetauscher

## 5.4 Solarthermie

Der überwiegende Teil der thermischen Solaranlagen wurde früher zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern eingesetzt. Seit mehreren Jahren wird nun aber mehr als die Hälfte der jährlich installierten Kollektorfläche in Anlagen zur Heizungsunterstützung eingesetzt. Der Anteil der Anlagen im Mehrfamilienhaus- und Tourismusbereich nimmt stark zu. Anlagen in Gewerbe- und Industriebetrieben sowie zur Klimatisierung und Kühlung befinden



sich derzeit überwiegend im Demonstrationsstadium, diese Sektoren haben ein interessantes Potenzial.

Die zentrale Komponente einer thermischen Solaranlage ist der Kollektor, der das einfallende Sonnenlicht möglichst effizient in Wärme umwandeln soll. Aber auch Speicher, Regelung sowie die Auslegung des Gesamtsystems sind für einen effizienten Betrieb entscheidend und spielen daher eine wichtige Rolle.

Materialfragestellungen sind hier insbesondere die Glasabdeckung (hochtransparentes Solarsicherheitsglas, aber auch Kunststoffe, Materialien mit variabler, regelbarer oder selbstschaltender Transmission wie z. B. thermotrope Polymere, selbstreinigende Oberflächen) und das Material des Kollektors selber.

Folgende Metalle (auch Kombinationen daraus) kommen für den Absorber in Frage:

- Kupfer: der „Klassiker“. Es gibt vermutlich nicht genug Kupfer zu akzeptablen Preisen, um Szenarien mit hoher Marktdurchdringung zu realisieren (Weiss, 2010). Der derzeitige Marktpreis – der seit 2006 abgesehen von einem Einbruch in der ersten Hälfte 2009 auf relativ hohem Niveau ist – führt zu Substitutionsanstrengungen.
- (Edel)Stahl: Hier wurden bereits vor längerer Zeit Marktsondierungen gemacht. Derzeit laufen Forschungsprojekte, Problem Korrosion (wird u. a. gelöst durch dünne Kupferbeschichtung)
- Aluminium: wird als Alternative zu Kupfer eingesetzt, F&E-Projekte laufen dazu<sup>24</sup>, Produkte sind am Markt. Aluminium ist auch als Rahmenmaterial im Einsatz.

Die Preisentwicklungen dieser Metalle verlaufen sehr dynamisch und unterschiedlich. Während es bei Kupfer in der 2. Hälfte 2013 eine leichte Entspannung gab<sup>25</sup>, verdoppelten sich die Stahlpreise von Juli 2013 bis Oktober 2013<sup>26</sup>. Die Preise für Aluminium gaben im Vergleichszeitraum deutlich nach<sup>27</sup>. Ein möglicher längerfristiger Preisvorteil eines dieser Metalle kann daher hier nicht abgeschätzt werden.

Als Alternative zu Metallen bieten sich Kunststoffe an. Es gibt einige nationale und auch internationale F&E-Projekte mit österr. Beteiligung zu polymerbasierten Lösungen<sup>28</sup>, in Zukunft wird hier die Entwicklung in Richtung Funktionswerkstoffe gehen. Wegen des hohen Ölpreises werden hier aber „Ersatzwerkstoffe“ aus nachwachsenden Rohstoffen stärker gefragt sein. Bei Kunststoffkollektoren ist grundsätzlich weniger Druck im Wärmeübertragungsmedium vorteilhaft, die Temperaturbeständigkeit des Materials insbesondere wegen des Stagnationsverhaltens wichtig. Forschungsziel hinsichtlich Materialfragen sind hochtemperaturbeständige billige Kunststoffkollektoren, die großflächig verlegt werden können – zu

<sup>24</sup> Projekt Vollflächen – Sonnenkollektor, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2747>

<sup>25</sup> siehe z. B. <http://www.finanzen.at/rohstoffe/kupferpreis>

<sup>26</sup> Artikel „Stahlpreisindex klettert auf 7-Monats-Hoch bei 165 Euro/Tonne“, 14.10.2013, <http://www.stahlpreise.eu/2013/10/stahlpreisindex-klettert-auf-7-monats.html>

<sup>27</sup> siehe z. B. <http://www.finanzen.at/rohstoffe/aluminiumpreis>

<sup>28</sup> SolPol 1 und 2 sind hier die zentralen Projekte (über 5 Mio Euro Budget), zusammen mit dem Task 39 SHAC der IEA „Polymeric Materials for Solar thermal Applications“ sowie dem internationalen Projekt SCOOP

einem Preis von ca. der Hälfte der Kupferkollektoren. Engpässe an Rohstoffen werden in diesem Bereich nicht erwartet.

Weitere Alternativen für Absorberwerkstoffe:

- Ultrahochleistungsbeton (UHPC), ev. mit Textilstrukturen; Forschung in Deutschland
- Nanowerkstoffe (Weiss, 2010)

Weiters ist die Beschichtung und Oberflächenbearbeitung von Interesse (wie z. B. funktionale Oberflächen, die nicht reflektierend, korrosionsbeständig, selbstreinigend bzw. selektiv absorbierend sind). Bei der Kollektorwanne kann eine Gewichtsreduktion dadurch erreicht werden, dass Kunststoff oder nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden – dies würde auch eine Verbesserung der Ökobilanz des Kollektors bringen. Hier werden aber auch Entwicklungen aus dem Automobilbereich genutzt: Pressteile und Umformen von Platinen aus Stahl oder Aluminium, z. B. durch die Voestalpine AG seit 2012 in Vorserie<sup>29</sup>, verringern den Materialeinsatz.

Österreich verfügt über hohe Kompetenz bei der Herstellung von verglasten Flachkollektoren, der überwiegende Teil geht in den Export (81 % im Jahr 2012, Biermayr, 2013). Weiters gibt es zahlreiche Hersteller zu anderen Systemkomponenten (wie z. B. Austria Email AG für Wärmespeicher).

Zentrale Dokumente dieser Branche sind die im Mai 2009 vorgestellte Roadmap Solarwärme 2020 (Fink, 2009) sowie die ein Jahr später fertiggestellte Forschungsagenda Solarthermie (Weiss, 2010). Der Industrieverband Austria Solar<sup>30</sup> zählt etwa 45 Produzenten von Anlagen und vertritt die Interessen von über 250 Firmen im Solarbereich. Forschungsfragestellungen werden in der 2007 gegründeten Österreichischen Solarwärme Technologieplattform ASTTP behandelt<sup>31</sup>. Die ASTTP besteht aus einem Netzwerk von 180 Wissenschaftlern, Technikern, Firmen- und Verbandsvertretern. Von 2008 bis 2010 wurde die ASTTP vom Klima- und Energiefonds im Programm „Neue Energien 2020“ finanziell unterstützt. Seit 2011 wird die Plattform von Austria Solar finanziert und von der AEE INTEC organisatorisch unterstützt. Ziel der Plattform ist neben der Abstimmung der österreichischen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte eine stärkere Vernetzung von Forschung und Unternehmen sowie ein gemeinsames Auftreten auf europäischer Ebene im *European Solar Thermal Technology Panel* ESTTP. ESTTP ist mittlerweile in die *European Technology Platform on Renewable Heating & Cooling* (TP RHC) integriert.

Der Fokus der Forschungsagenda von 2010 lag bei den Themen Speicher, neue Kollektoren, solares Kühlen und Klimatisieren, Gebäudeintegration, Prozesswärme, Fernwärme, Regelung, Standardisierung und Normung. Diese Schwerpunkte haben Eingang in die Ausschreibungen der Programme „Neue Energien 2020“ und „E-Mission Austria“ gefunden.

---

<sup>29</sup> <http://www.voestalpine.com/blog/de/kategorien/energie/iwan-die-wanne-fuer-den-solarmarkt> 28.3.2013

<sup>30</sup> [www.solarwaerme.at](http://www.solarwaerme.at)

<sup>31</sup> <http://www.solarwaerme.at/Forschung/>

Tabelle 5-4: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei der Solarthermie

**MATERIALFORSCHUNG BEI DER SOLARTHERMIE**

Hochtransparentes Solarsicherheitsglas

Transparente Abdeckung aus Kunststoff

Materialien mit variabler, regelbarer oder selbstschaltender Transmission wie z. B. Polymere

Selbstreinigende Oberflächen

Günstige Absorber, ev. aus Polymeren

**5.5 Wärmespeicher**

Wärmespeichermaterialien und -technologien sind eine zentrale Fragestellung für die weitere Marktdurchdringung der Solarthermie, aber auch für Fernwärme, Klimatisierung, Nutzung der Prozesswärme in der Industrie, Hybrid- und Elektrofahrzeuge (HEV), Mikro-KWK, adiabatische Druckluftspeicher etc. von Relevanz. Materialforschung steht dabei im Zentrum weiterer Innovationen. Die Wärmespeicherung wird auch manchmal als „Enabling Technology“ bezeichnet und in zahlreichen nationalen und internationalen Strategiepapieren hervorgehoben:

- Die European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP) hat in ihrem Bericht „Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe“ einen Zeitplan für die Entwicklung von thermischen Speichern aufgestellt.
- In einer vorbereitenden Studie zur Energieforschungsstrategie für Österreich (EFSTRATEGIE, 2009, Seite 47) wird dem Thema Wärmespeicher mittelfristig eine Schlüsselrolle zuerkannt, um den Einsatz erneuerbarer Energieträger, insbesondere der Solarenergie, zu erhöhen. Dies wird in der finalen Version der Energieforschungsstrategie (Energieforschungsstrategie, 2010, Seite 23 und 29) vermerkt.
- Auch in der Technologie- und Umsetzungsroadmap Solarwärme für Österreich (Fink, 2009) sowie der Solarthermie-Forschungsagenda (Weiss, 2010) wird die weitere Entwicklung neuer Materialien, insb. für kompakte Langzeitwärmespeicher als zentral angesehen.

Die Verfügbarkeit von Solarenergie schwankt tages- und jahreszeitlich. Einem solaren Wärme- und Lichtüberschuss folgt ein Defizit, das üblicherweise durch den Einsatz fossiler Energieträger ausgeglichen werden muss. Je besser Wärmeüberschüsse für jene Zeit gespeichert werden können, zu der Wärme benötigt wird, desto besser ist der solare Deckungsgrad dieser Systeme – und damit auch umweltschonender. Wärmespeicherung kann dabei verschiedentlich gelöst werden: über Wärme speichernde Bauteile, in Hausanlagen meistens mit dem Speichermedium Wasser genauso wie auch in großen saisonalen Wärmespeichern in Verbindung mit Wärmenetzen, die insbesondere in Skandinavien Anwendung finden.

Es gibt vier unterschiedliche Formen der Wärmespeicherung:

- als fühlbare bzw. sensible Wärme (Wasser etc.)
- als latente Wärme (Eisspeicher, Paraffine etc.)
- durch Sorption (Zeolith, Silikagel, Metal Organic Frameworks MOFs etc.)
- als chemische Energie (Salze etc.)

Bei der Speicherung als fühlbare Wärme wird einem Speichermedium Wärme zugeführt, das in der Folge seine Temperatur verändert. Bei der latenten Wärme führt die Wärmezufuhr zu einer Veränderung des Aggregatzustandes (meistens von „fest“ zu „flüssig“, z. B. Eis schmilzt), ohne dass sich die Temperatur des Mediums verändert. Sorption bezeichnet das Anlagern an einer Grenzfläche (Adsorption) bzw. die Aufnahme eines Stoffes in einer flüssigen oder gasförmigen Phase (Absorption), hier sind meist physikalische Prozesse vorherrschend. Bis auf sensible Speicher befinden sich alle anderen Konzepte zumeist noch in marktferneren Entwicklungsphasen.

Die Speicherung kann dabei von wenigen Stunden bis einigen Monaten erfolgen, bei längerfristiger Speicherung ist auch ganz besonders auf eine gute Dämmung zu achten. Angepasst an das Wärmespeichermedium und den Anwendungsfall sind auch entsprechend leistungsfähige Wärmetauscher zu entwickeln. Teilweise werden innovative Wärmespeichermaterialien gezielt in Baumaterialien eingearbeitet (z. B. verkapselte Paraffine in Innenputzen).

Für die breite Anwendung mittel- bis langfristiger Wärmespeicherung werden kompakte Speicher mit geringem Platzbedarf benötigt. Dazu sind Materialien mit hoher Energiedichte erforderlich. Nur durch die Reduktion der spezifischen Speichervolumen von derzeit ca.  $17 \text{ m}^3/\text{MWh}$  um den Faktor 8 auf ca.  $2 \text{ m}^3/\text{MWh}$  durch den Einsatz neuer Speichermaterialien ist eine erhebliche Deckung des Gebäude-Wärmebedarfs durch Solarenergie möglich. Um eine stärkere Marktdurchdringung von Wärmespeichern zu erreichen, müssen einfache, billige und wartungsarme Speichersysteme entwickelt werden.

Führend im Bereich der F&E in Europa auf dem Gebiet der thermischen Speicher waren in den letzten Jahren insbesondere Deutschland, die Schweiz und die Niederlande. In Österreich wurden die Aktivitäten durch zielgerichtete Ausschreibungen des Programms Neue Energien 2020 des Klima- und Energiefonds forciert.

Bis Ende 2012 lief ein bedeutendes internationales Forschungsprojekt mit österreichischer Beteiligung, der Task 42 *Compact Thermal Energy Storage* im Forschungsprogramm *Solar Heating and Cooling* der IEA<sup>32</sup>. Hier arbeiteten ExpertInnen aus der Materialforschung und für Wärmespeicher zusammen, aus Österreich AEE INTEC, AIT, TU Graz, Uni Innsbruck und das Austria Solar Innovation Center (ASiC) in Wels. Österreichische Firmen auf diesem Gebiet sind die S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH und die Austria Email AG.

Detaillierte Zusammenstellungen materialforschungsrelevanter Fragestellungen finden sich in (Weiss, 2010) und (Zettl, 2012, unveröffentlicht).

---

<sup>32</sup> <http://task42.iea-shc.org/>

Tabelle 5-5: Die wichtigste Fragestellung für die Materialforschung bei der Wärmespeicherung

### MATERIALFORSCHUNG BEI DER WÄRMESPEICHERUNG

Kostengünstige Materialien mit hoher Energiedichte

## 5.6 Fotovoltaik

Fotovoltaik (PV) ist eine Halbleitertechnologie, in der bei Auftreffen von Solarstrahlung eine Ladungstrennung hervorgerufen wird (Zellspannung). Wenn der Stromkreis geschlossen wird, wird die Zelle zur Stromquelle. Somit wird Sonnenenergie direkt und sofort in elektrische Energie umgewandelt. PV ist die einzige Technologie zur Umwandlung von erneuerbaren Energieträgern in Strom, die einerseits ohne Generator auskommt, andererseits möglichst großflächig (aber grundsätzlich beliebig skalierbar) halbleiterbasiert aufgebaut ist. Von der Seite der eingesetzten Materialien und Prozesse sind hier daher einige Besonderheiten zu beachten.

Weltweit dominieren die mono- bzw. polykristallinen Siliziumzellen den Markt. Dünnschichtzellen (a-Si, CIGS etc...) haben bisher nur einen eher geringeren Anteil (siehe Abbildung 5-3), könnten aber in Zukunft eine wesentlich bedeutendere Rolle spielen. Die Installation von Dünnschichtzellen betrug in Österreich im Jahr 2012 nur etwa 1 % (nach 9 % im Jahr 2011, Biermayr, 2013).

Der Zelltyp mit den höchsten elektrischen Wirkungsgraden ist die monokristalline Si-Zelle. Zusammengeschaltet zu Modulen beträgt der effektive Wirkungsgrad bis zu 19 %. Investitionsentscheidend für die meisten Anwendungen sind aber die Systemkosten.

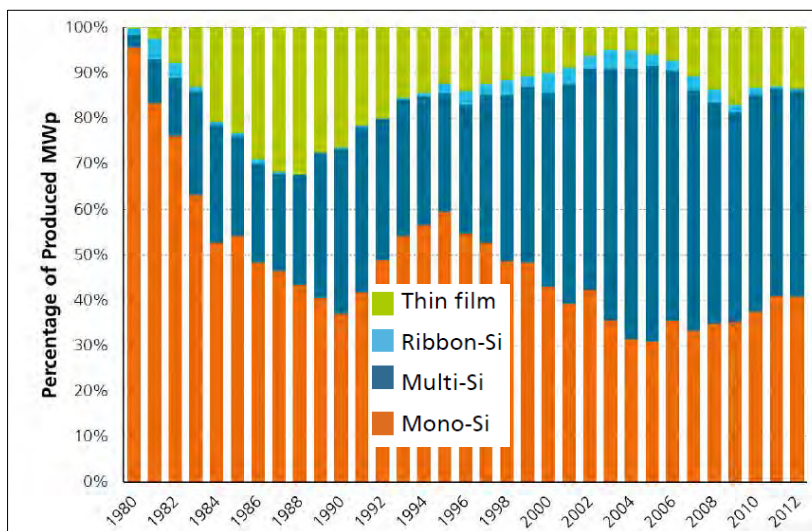


Abbildung 5-3: Entwicklung der globalen PV-Produktion nach Zelltypen (Fraunhofer, 2013)

Darüber hinaus gibt es PV-Anlagen, bei denen gebündeltes Licht auf die Zellen trifft (High Concentration Photovoltaic Systems, HCPV), diese Entwicklungen und Anwendungen spielen in Österreich praktisch keine Rolle.

Der wichtigste Rohstoff für PV-Zellen ist Silizium. Dieses ist zwar eines der am häufigsten vorkommenden Elemente, vor einigen Jahren gab es aber immer wieder Engpässe an hochreinem Silizium, die zu Preisanstiegen führten. Diese Engpässe gelten aber als überwunden. Trotzdem werden große Anstrengungen unternommen, das noch immer große Potenzial zur Senkung des Materialinputs auszuschöpfen (siehe Abbildung 5-4).

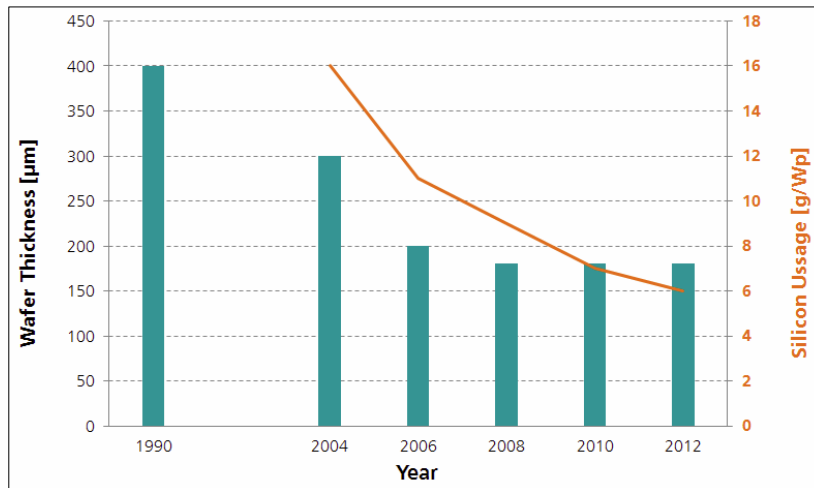


Abbildung 5-4: Entwicklung der Wafer-(Zellscheiben)dicke und der Siliziummasse/Wp (Fraunhofer, 2013)

Dies hat neben verbesserter Fertigungstechnologie (ein wichtiger Markt für deutsche Hersteller von Produktionsanlagen) eine große Auswirkung auf die Kostenentwicklung bzw. Wettbewerbsfähigkeit. Vor allem der stark wachsende Markt ermöglichte durch die Economy of Scale eine zusätzliche Senkung der Produktionskosten, durch Überkapazitäten wurden die Preise weiter gedrückt und führten manche Firmen in unüberwindbare Schwierigkeiten. In weiterer Folge kam es zu Produktionsverlagerungen und Handelsstreitigkeiten (China-EU-USA).

Auch die Situation der Fertigung in Österreich ist davon betroffen: 2008 haben die ersten Unternehmen eine Zellenproduktion im industriellen Maßstab gestartet, bis dahin wurden nur Module gefertigt bzw. Systeme assembliert. Wurden 2010 noch etwa 111 MWp in Österreich gefertigt, waren es 2012 nur mehr 70 MWp. Der Inlandsbedarf an Modulen für Installationen war aber in diesem Zeitraum gegenläufig und wuchs stark an – der Produktionsanteil heimischer Firmen am Inlandsmarkt nahm in diesem Zeitraum daher deutlich ab, von 53,5 % im Jahr 2010 auf 12,3 % 2012 (Biermayr, 2012). Auch der Export von PV-Modulen ging in diesem Zeitraum zurück. Die Zukunft von Österreich als Standort für die Massenproduktion von Zellen bzw. Modulen ist auf Basis dieser Zahlen und Entwicklungen daher schwer einzuschätzen und eher kritisch zu beurteilen.

In der Dünnschichttechnologie werden zahlreiche andere Elemente benötigt: Cadmium, Tellur, Indium, Gallium, Selen, Arsen etc., auf die auch zahlreiche andere Sektoren (Elektronik, IKT etc.) zurückgreifen. Diese sind teilweise sehr teuer bzw. werden in der Verfügbarkeit als kritisch eingestuft, andererseits auch auf Grund der Toxizität problematisch in Verarbeitung sowie Recycling bzw. Entsorgung. Eine strategische Betrachtung (Krisensicherheit etc.) der Rohstoffverfügbarkeit ist daher in Österreich und auf Ebene der EU thematisiert worden:

Insbesondere zeigte eine Risikoanalyse (siehe Abschnitt 3.1.4.1) für die Metalle Tellur, Indium, Gallium besonders hohe Kritikalität.

Solarmodule erzeugen immer Gleichstrom mit einer niedrigen Spannung, für die es kaum geeignete Verbraucher gibt. Daher sind Wechselrichter notwendig, wo Österreich mit der Firma Fronius International GmbH ein erfolgreich exportierendes Unternehmen vorzuweisen hat. Neben der Integration in Stromnetze bildet aber auch die Integration in das Gebäude eine interessante Option für österreichische Forscher und Unternehmen: Bei der Österreichischen Jahrestagung PV Oktober 2012 wurde als österr. Schwerpunkt für F&E und Innovation im Bereich PV die Gebäudeintegration vorgeschlagen. In dieser höherpreisigen Nische gibt es erfolversprechende Positionierungsmöglichkeiten mit besserer Wertschöpfung als am weltweit umkämpften Zellen- oder Modulmarkt. Hochwertige Materialien, gute Verarbeitung, Standardisierung, Oberflächengestaltung etc. werden entscheidend sein für die breitere Akzeptanz durch Bauträger, Architektinnen und Architekten. Der heimische PV-Markt inkl. Zulieferer und Produzenten zählte 2012 etwa 4.800 Vollzeitarbeitsplätze (Biermayr, 2013).

Österreich verfolgte im Bereich PV schon seit vielen Jahren die Strategie, Spitzenforschung an internationale Netzwerke anzukoppeln. Österreich ist z. B. im Forschungsprogramm „Fotovoltaiksysteme“ der IEA seit vielen Jahren beteiligt<sup>33</sup> und auch in die zentralen europäischen Aktivitäten eingebunden:

- Europäische Technologieplattform PV [www.eupvplatform.org](http://www.eupvplatform.org)
- ERA NET Solar [www.solar-era.net](http://www.solar-era.net)
- Solar Europe Initiative (SEEI), eine Industrieinitiative des SET-Plans<sup>34</sup>

Im Bereich Forschung, Entwicklung und Innovation von Fotovoltaiktechnologien ist die Branche in Österreich gut aufgestellt und vernetzt: von der Grundlagenforschung an Universitäten, Fachhochschulen und CD-Labors, Prüfzentren, Zulieferindustrie, Erzeugung bis zur Planung und Errichtung. Es gibt eine nationale Technologieplattform (seit Juni 2012 als Verein organisiert, [www.tppv.at](http://www.tppv.at)) und auch eine – auf Grund der dynamischen Entwicklungen der letzten Jahre nicht mehr aktuelle – Roadmap (Fechner, 2007). Im Rahmen der Nationalen Technologieplattform fand am 19. Oktober 2010 in Neufeld a. d. Leitha ein Material-Workshop statt, in dem Themen und F&E-Potenzial identifiziert wurden. Der Schwerpunkt lag dabei auf Lötverbindungen (hier gibt es ein Unternehmen, Ulbrich of Austria GmbH) und alternativen Verbindungstechnologien. Die Plattform erarbeitete auch Vorschläge für die F&E-Ausschreibungen des Klima- und Energiefonds sowie für das Programm Intelligente Produktion des BMVIT.

Eine Auswahl der wichtigsten Unternehmen in der Produktion von Fotovoltaiksystemen, Materialien sowie Produktionsgeräten (zahlreiche davon sind in der Österreichischen Technologieplattform Fotovoltaik, mit \* bezeichnet) zeigt das breite Tätigkeitsfeld in Österreich:

---

<sup>33</sup> <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/results.html/id1971>

<sup>34</sup> <http://setis.ec.europa.eu/implementation/technology-roadmap/european-industrial-initiative-on-solar-energy-photovoltaic-energy>

- AMS AG (Messtechnik)
- APC Advanced Polymer Compounds (Modifizieren von Kunststoffen)
- AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG (Rückseitenkontaktierung von Modulen mit Know-how aus der Leiterplattenherstellung)
- Bramac (Auf- und Indachsysteme)
- Borealis AG (Kunststoffe)
- Cellstrom GmbH (Gildemeister energy solutions, Akkus)
- Crystalsol (pulverförmiges Halbleitermaterial)\*
- Ebner Industrieofenbau GmbH (Wärmebehandlung)\*
- Energetica Energietechnik GmbH (Module)
- Ertex solar (Verbundsicherheitsglas, Fassadenintegration)\*
- Fronius (Wechselrichter)\*
- Hilber Solar (nachgeführte Anlagen)
- Isovoltaic (insb. Rückseitenfolien)\*
- Kyoto-Photovoltaics GmbH GmbH (Module)
- Lenzing AG (Business Unit Plastics)
- LiSEC (Glasbearbeitung)\*
- Plansee AG (Sputtertargets für Dünnschichtzellen-Produktion)
- Prefa Aluminiumprodukte GmbH (Dachmodule)\*
- Sunplugged GmbH\*
- SED ProduktionsgesmbH (PV-Dachziegel)
- Senoplast (Systemlieferant Kunststoffe)
- Ulbrich of Austria (Kupferdrähte, Löttechnik)\*
- Welser Profile (Sonderprofile aus Stahl und NE-Metallen)\*

Ein F&E-Projekt ist hier besonders hervorzuheben. SolPol3, koordiniert von der Uni Linz und vom Klima- und Energiefonds finanziert, beschäftigt sich mit dem Einsatz von Polymermaterialien in der PV-Industrie<sup>35</sup>.

Tabelle 5-6: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei der Fotovoltaik

#### MATERIALFORSCHUNG BEI DER FOTOVOLTAIK

Halbleitermaterialien für Zellenmaterialien (multikristallines Si, CdTe, CIS, CIGS, organische Materialien; Monograin-Particles mit Cu, Zn, Sn, S, Se; Sulfosalze; Nanocomposites

Verbindungstechnik, insb. Löten (Materialien, Materialpaarungen)

---

<sup>35</sup> [http://www.solpol.at/index.php?option=com\\_content&view=article&id=81&Itemid=112](http://www.solpol.at/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=112)



Metallverarbeitung, Werkstofftechnik im Maschinen- und Anlagenbau

Materialien für Bauteile der Leistungselektronik für Wechselrichter

Polymere

Transparente Abdeckung, inkl. Ver- und Bearbeitung

## 5.7 Windkraftanlagen

Eine Windkraftanlage wandelt die kinetische Energie bewegter Luftmassen (Windenergie) in elektrische Energie um. Das Betz'sche Gesetz besagt, dass eine Windkraftanlage maximal  $16/27$  (59,3 %) der im Wind enthaltenen kinetischen Energie in Rotationsenergie umwandeln kann. Dieser Wert ist kein Wirkungsgrad im eigentlichen Sinne, sondern ein Erntegrad, da die ungenutzte Energie in der Strömung, die am Rotor vorbei streicht, sowie in der abgebremsten Strömung erhalten bleibt und nicht umgewandelt wird. Moderne Windkraftanlagen kommen auf einen Leistungsbeiwert ( $c_p$ ) von 0,45 bis 0,51.

Der aerodynamische Wirkungsgrad einer Anlage kann über das Verhältnis des Leistungsbeiwertes der Maschine zum Betz'schen Leistungsbeiwert ausgedrückt werden und liegt demnach bei etwa 70–85 %, je nach Windverhältnissen und Auslegung.

Zur Berechnung des Gesamtwirkungsgrades müssen zusätzlich noch die Wirkungsgrade aller mechanischen und elektrischen Maschinenteile berücksichtigt werden, die Verluste von insgesamt 10–20 % verursachen können.

Windkraftanlagen gibt es vom Kleinbereich (500 Watt und darunter) bis zu großen Anlagen mit über 5MW, Tendenz steigend. Für diese Technologie sind daher Anlagen in einem Leistungsbereich verfügbar, der über vier Größenordnungen geht.

Für die richtige Auswahl der Anlage und deren Dimensionierung ist die Kenntnis der Windverhältnisse am geplanten Standort wichtig. Der Ertrag einer Windkraftanlage aus der kinetischen Energie des Windes steigt mit der dritten Potenz seiner Geschwindigkeit. Dies erklärt auch das Bestreben, immer höhere Anlagen zu errichten, da hier deutlich günstigere Windverhältnisse zu finden sind.

Obwohl die Technologie schon als relativ ausgereift und zuverlässig zu bezeichnen ist (dies gilt nicht für Kleinwind- und Kleinstwindkraftanlagen), gibt es zahlreiche Forschungsanstrengungen vor allem in Richtung größerer Leistungsbereiche sowie einer Kostenreduktion der Systeme. Hier spielen neue Materialien und innovative Designs eine große Rolle. Da bei On-Shore-Standorten durch Beschränkungen durch den Straßentransport sowie die Montage schon teilweise kritische Größen erreicht wurden, stellte weiters die Modulbauweise für bessere Transportierbarkeit neue Anforderungen an Materialien und Fertigungsprozesse (Assembling auf der Baustelle: Verbindungstechnologie wie adhesives Kleben). Durch die Entwicklungen zu höheren Anlagen ist das Thema Leichtbau ebenfalls von großer Bedeutung. Der zukünftig stärker zu erwartende Einsatz in küstennahen Meeresgebieten („Off-shore“) stellt neue Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit.

Aufgrund der großen Menge an verbauten Materialien und der verglichen mit anderen Stromerzeugungstechnologien kürzeren Lebensdauer sind auch Abbau, Wertbeständigkeit

und Recyclierbarkeit wichtige Themen. Alleine bei den Flügeln geht es hier um große Massen im Bereich von einer Million Tonnen pro Jahr. Diese Verbundwerkstoffe bestehen zu mehr der Hälfte aus Fiberglas, Harze machen einen weiteren großen Anteil aus.

Eine Windkraftanlage benötigt auf Grund der zahlreichen Komponenten eine Vielzahl von Struktur- und Funktionsmaterialien. Bemerkenswert ist, dass sich bei manchen Komponenten unterschiedliche Lösungen anbieten. Als Beispiel sei hier der Turm dargestellt, der zwischen 15 und 40 % der Kosten einer Windkraftanlage und für einen großen Teil der Transport- und Montagekosten verantwortlich ist:

- Das klassische Material ist Stahl. Hier verfügt Österreich mit der voestalpine Stahl über einen wichtigen Hersteller, der auch innovative Konzepte wie die Entwicklung eines wartungsfreien Gitterturms<sup>36</sup> für diesen Bereich entwickelt und vertreibt.
- Ein interessantes Strukturmaterial für Türme stellt Beton dar. Hier hat Österreich einen Weltmarktführer, was die Schalungsbauweise anbelangt (RSB Schalungstechnik GmbH & Co). Mit einem Werk in Zurndorf hat aber auch ein großer Anbieter (Enercon) einen exportorientierten Produktionsstandort für vorgefertigte Turm-Segmente in Österreich. Betontürme enthalten ebenfalls Stahl (Stahlbeton) und können mehrere hundert Tonnen schwer sein. Der derzeitige Anteil am Weltmarkt ist verglichen zu Stahl sehr gering, diese Technologie kommt Off-Shore (Schalung) oder in schwer zugänglichen Lagen (Halbschalen-Fertigteile) zum Einsatz.
- Leimholz verspricht ebenfalls innovative Lösungen. Hier gab es einige Forschungsanstrengungen in Österreich.

Auch bei den Konzepten für Generatoren zeichnen sich mehrere Wege ab, die derzeit vor allem durch die unsicheren Entwicklungen bei der Versorgung mit Seltenerdmetallen neu bewertet wurden. Neben einer Substitutionsforschung für Neodym und Dysprosium kann der Generator statt mit Permanentmagneten auch mit fremderregten Magneten gebaut werden, was von vielen Herstellern auch praktiziert wird. Neueste Entwicklungen gehen auch in Richtung Hochtemperatursupraleiter.

Weitere österreichische Unternehmen mit Bezug zu materialforschungsrelevanten Fragestellungen:

- Bachmann electronic: Weltmarktführer bei Windkraftsteuerungen. Neben dem Einsatz in kalten Umgebungen werden auch Produkte für andere erschwerte Umweltbedingungen entwickelt (Einsatz in großen Höhen mit niedrigerem Luftdruck und reduzierter Wärmekapazität; mechanischen Belastungen durch Schock und Vibration)
- Windtec: Elektroneinheiten, entwickelt Windkraftanlagen, Windkraftkonzepte, Elektronik-Komponenten und verkauft Lizenzen
- Hexcel – Composites: Flügelmaterialhersteller (Lieferant bei namhaften Windkraftanlagenherstellern wie dem dänischen Weltmarktführer Vestas)
- Elin Motoren GmbH: liefert Generatoren für Windkraftanlagen<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> <http://www.voestalpine.com/windprojekt/Projekt>

- Infineon Technologies AG: Leistungselektronik

Tabelle 5-7: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei Windkraftanlagen

#### MATERIALFORSCHUNG BEI WINDKRAFTANLAGEN

Strukturmaterialien für den Turm (Stahl, Beton, Leimholz)

Strukturmaterialien aus Kunststoffen für Flügel inkl. Verbindungstechniken (Kleben etc.)

Leistungselektronik

Magnetisierbare Stähle (für Generatoren mit geringerem Gewicht)

Eisenwerkstoffe (Stahl, Gusseisen) und deren Bearbeitung für Getriebe, Gondel, Nabe etc.

Korrosionsbeständigkeit aller Bauteile (Off-Shore Einsatz)

## 5.8 Wärmepumpen und Kältemittel

Die Wärmepumpe nutzt Umgebungswärme, die in den natürlichen Wärmequellen Luft, Wasser und Erdreich gespeichert ist. Diese Umweltenergie ist zum größten Teil umgewandelte Sonnenenergie, aber auch Wärme aus dem tiefen Erdinneren. Diese erneuerbaren Energien werden durch einen thermodynamischen Prozess von einem niedrigen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und für Heizzwecke (Raumheizung, Warmwasserbereitung) genutzt.

In der letzten Marktstatistik (Biermayr, 2013) wurden 29 Unternehmen im Bereich Wärmepumpe erfasst, 1.127 Vollzeitäquivalente sind ein nennenswerter Beschäftigungseffekt. Fast die Hälfte davon ist in der Produktion von Wärmepumpen tätig. Der Umsatz der Wärmepumpenbranche lag 2012 bei 212 Mio. Euro, die primäre inländische Wertschöpfung wurde in dieser Publikation auf 140 Mio. Euro geschätzt. Die Exportrate betrug im Jahr 2012 37 %.

Die Technologie gilt als weitgehend ausgereift. In (Biermayr, 2013) wurden jedoch auf Basis von Informationen von Branchenvertretern folgende Innovationsbereiche identifiziert:

- (Erd)gas-Wärmepumpe
- Urbane Wärmequellen und Smart Cities
- Lastausgleich und Smart Cities
- Kombination mit PV
- Kombination mit Solarthermie
- Innovative Anwendungsgebiete wie Fahrgastraumheizung und Kühlung, Integration in Haushaltsgeräte wie Wäschetrockner, Waschmaschine und Geschirrspüler
- Kombination mit Großrechenanlagen, KWK sowie Prozessen der Nahrungsmittelindustrie bzw. chemischen Industrie

<sup>37</sup> Weiters Produktion von Synchrongeneratoren für Dampfturbinen, Hydroturbinen, Gasturbinen sowie für Gas- und Dieselmotoren.

Von österr. Akteuren wurden in den letzten Jahren keine materialforschungsrelevanten Fragestellungen zur Wärmepumpe selbst identifiziert, eine Durchsicht der oben identifizierten Themen lässt ebenfalls auf keine materialforschungskritischen Pfade schließen.

Materialforschungsrelevant im Bereich Wärmepumpen, Klimatisierung und Kühlung ist das Arbeits- bzw. Kältemittel. Als Reaktion auf das Verbot von Kältemitteln, die auf FCK oder FCKW basieren (es sind nur chlorfreie Arbeitsmittel zugelassen), wird intensive Forschung betrieben, um umweltfreundlichere Alternativen zu den in der Vergangenheit verwendeten Kältemitteln zu finden. Als Arbeitsmittel (Kältemittel) werden Stoffe verwendet, die bei niedrigen Temperaturen verdampfen und gleichzeitig eine hohe innere Wärme besitzen. Diese haben keine ozonschädigende Auswirkung (ODP = 0). R 134 a, R 407 C, und Propan erfüllen diese Bedingungen, wobei letzteres brennbar ist und es dafür entsprechende Aufstellungsrichtlinien gibt.

2006 wurde in der EU eine Verordnung<sup>38</sup> („F-Gase-Verordnung“) über bestimmte fluorierte Treibhausgase verabschiedet. Sie regelt die Prüfindervalle und den Einsatz in Fahrzeugen: Für neue Fahrzeugtypen (ab Anfang 2011 typisiert) schreibt die Verordnung den Einsatz eines Kältemittels vor, das höchstens 150-mal so klimaschädlich ist wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>, auch als R744 bezeichnet). R1234yf, das von den Chemiekonzernen DuPont und Honeywell hergestellt wird, erfüllt diese Vorgabe; die bisher verwendete Substanz R134a hat dagegen ein Treibhauspotenzial von 1.430. Bei R1234yf kam es aber bei Crashtests zu gefährlichen Entflammungen, der Einsatz ist daher fraglich. Zu beachten ist auch eine weitere Verordnung aus dem Jahr 2009, die sog. „EU-Ozon-Verordnung“<sup>39</sup>, die eine ältere Verordnung ersetzt. In der EU-Ozon-Verordnung wird u. a. die Produktion, das In-Verkehr-Setzen und die Verwendung von vollhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW), teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (HFCKW), Halonen, teilhalogenierten Fluorbromkohlenwasserstoffen (HFBKW) etc. verboten. Seit November 2012 liegt auch ein Entwurf der EUK zur Revision der F-Gase-Verordnung vor, der ein weiterer Treiber für Neuentwicklungen werden könnte.

Vom Klima- und Energiefonds wurden in allen 5 Ausschreibungen von Neue Energie 2020 Fragestellungen zu Wärmepumpen explizit ausgeschrieben (Kombination Wärme/Kälte, solare Kombisysteme, Systemintegration, allg. Entwicklungen), in der 5. Ausschreibung wurden explizit Entwicklungen bei Kältemitteln angesprochen (Steigerung der Effizienz von Hochtemperaturwärmepumpensystemen durch Optimierung der Anlagenkomponenten wie dem Einsatz neuer Kältemittel).

Auch die Ausschreibungen des Nachfolgeprogramms von Neue Energie 2020, e!mission.at, umfassen bei den Wärmepumpen u. a. materialforschungsbezogene Fragestellungen zur Entwicklung neuer Komponenten und Werkstoffe sowie Einsatz alternativer Kältemittel mit geringem Treibhausgaspotenzial.

Entsprechende F&E-Aktivitäten in Österreich sind aber eher gering und konnten im Rahmen dieses Projektes nicht identifiziert werden. Eine Durchsicht internationaler (EU, IEA) Road-

---

<sup>38</sup> Nr. 842/2006

<sup>39</sup> Nr. 1005/2009

maps, die Wärmepumpen zum Gegenstand haben, hat zum Thema Materialforschungsbedarf bis auf den Entwicklungsbedarf zu „Low-GDP<sup>40</sup> Working Fluids“ keine nennenswerten Ergebnisse gebracht<sup>41</sup> (auch nicht zu Kältemittelentwicklung). Primär wird hier Entwicklungsbedarf bei einzelnen Komponenten und der Systemintegration gesehen, tw. auch bei rechtlichen Rahmenbedingungen. Dieses Thema wird daher wegen geringer Unternehmens- und Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Kältemittel in Österreich in diesem Bericht nicht weiter verfolgt.

In einem früheren Entwicklungsstadium befindet sich derzeit eine technologische Alternative zur Kompressionswärmepumpe, die Magnetkühlung. Das physikalische Prinzip (Magnetokalorischer Effekt) ist seit dem Ende des 19. Jhdt. bekannt und wird vor allem als adiabatische Entmagnetisierung in der Grundlagenforschung eingesetzt. Vor etwa 8 Jahren wurden kommerzielle Einsatzmöglichkeiten wieder diskutiert. Die Magnetkühlung hätte grundsätzlich das Potenzial, etwa die Hälfte an Energie vergl. mit klassischer Kältemaschine (Kompressor) einzusparen. Der Vorteil bzw. die Herausforderung ist, dass kein flüssiges/gasförmiges Kältemittel in einem diskontinuierlichen Prozess geführt wird, sondern ein Festkörper (mit entsprechenden magnetokalorischen Eigenschaften) kontinuierlich magnetisiert bzw. entmagnetisiert wird (Drehbewegung). Die ersten geeigneten Materialien basierten auf Gadolinium, diese Entwicklungen wurden aber wegen der Verfügbarkeit bzw. der hohen Preise kommerziell nicht weiter verfolgt.

Neue, möglicherweise preiswertere Entwicklungen im Materialbereich basieren derzeit auf:

- Lanthan, Eisen und Silizium
- Mangan, Eisen, Phosphor, Silizium (ev. Arsen): wird von BASF weiterentwickelt, BASF hat sich auch bereits die entsprechenden Vermarktungsrechte gesichert<sup>42</sup>. Die BASF wird dieses Material unter dem Markennamen Quice® vertreiben.

Pilotprodukte sind derzeit im Test. Es wurden zwar Marktstarts schon für 2013 angekündigt, Konkurrenzfähigkeit bzw. Akzeptanz kann aber noch schwer abgeschätzt werden. Hier ist die Frage, ob es mittelfristig bei High-Tech- und High-End-Anwendung bleibt, oder der riesige Consumerbereich erschlossen werden kann. Aktivitäten österr. Firmen und Forscher zu diesem Thema konnten nicht identifiziert werden.

Tabelle 5-8: Die wichtigste Fragestellung für die Materialforschung bei Wärmepumpen und Kältemittel

#### MATERIALFORSCHUNG BEI WÄRMEPUMPEN UND KÄLTEMITTEL ETC.

Günstige und ungiftige Materialien mit entsprechenden magnetokalorischen Eigenschaften für die Magnetkühlung

<sup>40</sup> Global Warming Potential

<sup>41</sup> Durchgesehen wurden: IEA Roadmap „Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment“ und „Geothermal Energy“, beide aus 2011 sowie Forschungsprojekte des Heat Pump Programmes der IEA sowie die Research and Development Roadmap: Geothermal Ground Source Heat Pump (U.S. Department of Energy (DOE), 2012 [http://www1.eere.energy.gov/buildings/pdfs/ghp\\_rd\\_roadmap2012.pdf](http://www1.eere.energy.gov/buildings/pdfs/ghp_rd_roadmap2012.pdf) )

<sup>42</sup> Pressemitteilung 29.10.2013 <http://www.basf.com/group/pressemitteilungen/P-13-500>

## 5.9 Fossile Großkraftwerke

Großfeuerungsanlagen dienen zur Erzeugung von elektrischer Energie und/oder Wärme aus fossilen oder erneuerbaren Energieträgern. Großfeuerungsanlagen im Sinne dieser Studie sind Anlagen von Energieversorgungsunternehmen mit einer thermischen Leistung von > 50 MW, wobei zwischen kalorischen Kraftwerken und Heizkraftwerken unterschieden wird. Nach der Art der Energiegewinnung gibt es folgende Kraftwerkstypen (UBA, 2003):

- **Kondensationskraftwerke:** Durch Verbrennen des Primärenergieträgers wird Wasserdampf erzeugt, der über eine Dampfturbine einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Reine Kondensationskraftwerke dienen nicht zur Fernwärmeerzeugung, d. h. die Abwärme nach der Turbine wird nicht mehr genutzt.
- **Gegendruck-Heizkraftwerke** dienen vorwiegend zur Wärmeversorgung und funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Kondensationskraftwerke, allerdings wird teilweise abgearbeiteter Dampf aus der Turbine abgezogen und zur Wärmeerzeugung genutzt.
- Bei **Entnahmekraftwerken (Kraft-Wärme-Kopplung)** wird ein Teil des Dampfes bei hohem Druck und hoher Temperatur aus der Turbine entnommen. Der Wärmeinhalt wird über Wärmetauscher in ein Fernwärmenetz eingespeist.

Die Gasturbine eines Gasturbinenkraftwerkes besteht im Wesentlichen aus einem Luftverdichter, der Brennkammer und der eigentlichen Turbine. Die angesaugte Luft wird verdichtet, mit Brennstoff gemischt und in der Brennkammer verbrannt, die Abgase treiben die Turbine an.

Bei einer Gas- und Dampfanlage werden die heißen Abgase der Gasturbine in einem Abhitzeessel zur Erzeugung von Dampf genutzt. Der Dampf kann zum Betrieb einer Dampfturbine verwendet werden, welche in der Regel etwa die Hälfte der Leistung der Gasturbine erreicht. Wird der im Abhitzeessel erzeugte Dampf nur als Prozessdampf verwendet, spricht man von Co-Generation.

In Kohlekraftwerken wird die Kohle vor der Verbrennung homogenisiert, gemahlen und getrocknet. Steinkohle wird in Schüsselmühlen, Braunkohle in Schlagradmühlen gemahlen. Der Kohlestaub wird mit hoher Geschwindigkeit eingeblasen (Kohlestaubbrenner). Bei Staubfeuerungen erfolgen alle Phasen der Verbrennung in der Schwebe.

Bei Trockenfeuerungen wird die Grobasche in fester Form abgezogen. In der Regel entfallen bei dieser Art der Feuerung etwa 10 bis 20 % der Asche auf die Grobasche, der Rest wird als Flugasche ausgeschieden. Die Kohlekraftwerke in Österreich sind durchwegs Trockenfeuerungen.

Für die Rauchgasentschwefelung kommen zumeist Nassverfahren zum Einsatz. Dabei werden Additive als Lösungen mit dem Rauchgasstrom in Kontakt gebracht, das Schwefeldioxid wird in der Waschlösung absorbiert und ausgefällt.

Bei thermischen Kraftwerken stellt die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ein maßgebliches Entwicklungsziel dar. Die aktuell höchsten Wirkungsgrade sind durch Gas-Dampfturbinen (Combined Cycle) erreichbar. Vermeidungstechnologien wie Carbon Capture & Storage (CCS) können, wenn überhaupt, großtechnisch erst nach 2020 zum Einsatz kommen. Entsprechend besteht für die neue Generation von Kraftwerken Bedarf an Werkstoffen, die bei

höherer Temperatur ( $> 700^{\circ}\text{C}$ ) und hohen Drücken ( $> 300$  bar) eingesetzt werden können, um den Wirkungsgrad dieser Kraftwerke zu erhöhen. (ASMET, 2012).

Für den Kraftwerkbau zeichnet sich ab, dass Kraftwerkskomponenten, wie z. B. Turbinenwellen, Rotoren, Schaufeln, Rohre, Gehäuse und Ventile in Abmessung 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 endabmessungsnah gefertigt werden müssen.

Asiatische Hersteller dominieren das Feld der Werkstoffanbieter für Energietechnik, während österreichische Hersteller von Hochleistungsmetallen sich eher in Nischen positioniert haben. Gemeinsames Merkmal ist, dass vorwiegend hochreine, legierte und hochlegierte Stähle sowie Nichteisenmetalllegierungen (Ni-, Co-Basislegierungen) verarbeitet werden, wobei sowohl Gusstechnik als auch Umformverfahren (Schmieden) eingesetzt werden.

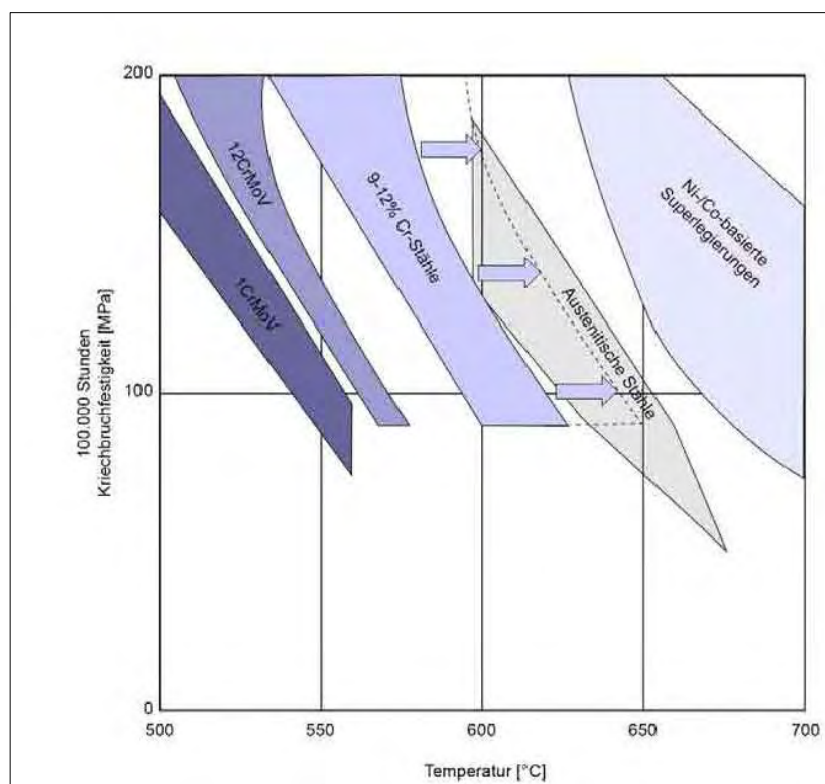


Abbildung 5-5: Einsatzbereich warmfester Legierungen, Quelle: Siemens (o. A.), nach (ASMET, 2012)

An die Werkstoffe stellen sich zahlreiche Anforderungen, und zwar hinsichtlich

- ausreichender mechanischer Festigkeit für den Langzeiteinsatz
- Kriechbeständigkeit
- stabiler Gefügestände über lange Zeiten bei hohen Temperaturen und Temperaturwechsel
- Korrosionsbeständigkeit
- geringer Wärmeausdehnung

- guter Wärmeleitfähigkeit.

Nach aktuellem Entwicklungsstand werden 9–12 % Chromstähle oder in der nächsten Entwicklungsstufe die Werkstoffverbundlösungen aus Hochleistungsmetallkombinationen mit entsprechenden Deckschichten favorisiert. Von österreichischer Seite beteiligte man sich in der Vergangenheit intensiv an internationalen Entwicklungsaktivitäten zu den 9–12 % Chromstählen. Bei der Entwicklung von HL-Stählen mit Einsatztemperaturen von mehr als 600 °C stellen nicht nur die mechanischen Bearbeitungsmöglichkeiten, sondern auch die Herstellbarkeit von günstigen Umformprozessen Herausforderungen dar.

Mit der zunehmenden Größe der Komponenten stellen sich aufgrund des aktuellen Standes der Technik in der Metallurgie (Schmelzmetallurgie) und der Umformtechnik (Schmiedetechnik) weitere Herausforderungen. Diese bestehen in chemischer Inhomogenität (Gusstechnologie, Erschmelzung von Vormaterial), nicht entsprechenden Umformgraden bei großen Wellen und Ventilen, unzureichend reproduzierbarer Fertigungssicherheit und daraus resultierenden Qualitätsproblemen. Um diesen Problemen zu begegnen, besteht Forschungsbedarf.

Eine Alternative zu Großkomponenten aus einem Werkstoff ist die Verbundbauweise. Die folgenden Herstellungstechnologien werden dafür angewandt:

- Umschmelztechnologien
- Verbundguss
- Sprühkompaktieren
- Beschichtungen
- Pulvermetallurgie
- Reibschweißen
- Scheibenbauweise

Im Bereich der thermischen Kleinanlagen stellen sich ähnliche Herausforderungen wie bei den Großkraftwerken. Der Langzeiteinsatz von Werkstoffen erfordert ein ausgereiftes Konzept der Werkstoffauswahl. Kritische Bauteile, die über gute Oxidations- und Formbeständigkeit und homogene und möglichst geringe thermische 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 (ASMET, 2012).

Tabelle 5-9: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei fossil betriebenen Großkraftwerken

#### MATERIALFORSCHUNG BEI FOSSIL BETRIEBENEN GROßKRAFTWERKEN

Materialien mit guter Oxidations- und Formbeständigkeit und möglichst geringer thermischer Ausdehnung unter hohen Temperaturen bzw. Last- und Temperaturwechsel



Schmelzmetallurgie und Schmiedetechnik für Bauteile mit sehr großen Dimensionen

Verbundbauweise

## 5.10 Netze, Stromspeicher und Smart Grids

Beim „klassischen“ Versorgungssystem wird die Stromerzeugung, die aus wenigen zumeist großen Kraftwerken stammt, stetig dem Verbrauch angepasst. Die Netzbetriebsführung erkennt durch die Abweichung der Frequenz von der Nenn-Netzfrequenz, ob im jeweiligen Moment zu viel oder zu wenig Energie ins Netz eingespeist wird und regelt entsprechend nach (Primär- und Sekundärregelung sowie Minutenreserve).

Smart Grids hingegen sind Stromnetze, in welchen durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Speichern und Verbrauchern ein energie- und kosteneffizienter Systembetrieb möglich wird. Die „klassische“ Rollenverteilung löst sich auf, Verbraucher werden zugleich auch zu Produzenten und zu Betreibern von Speichern, und sie passen ihre Verbrauchsmuster an das Angebot an. Das Elektrizitätsversorgungssystem besteht aus Millionen von aktiven Komponenten und Akteuren. Voraussetzung dieser neuen Energieversorgungsstruktur ist ein parallel zum Energieversorgungsnetz funktionierendes Kommunikationsnetz zwischen allen am Netz angeschlossenen Akteuren, über welches durch das Management von Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieverbrauch und Stromnetz ständig ein Gleichgewichtszustand angestrebt wird.

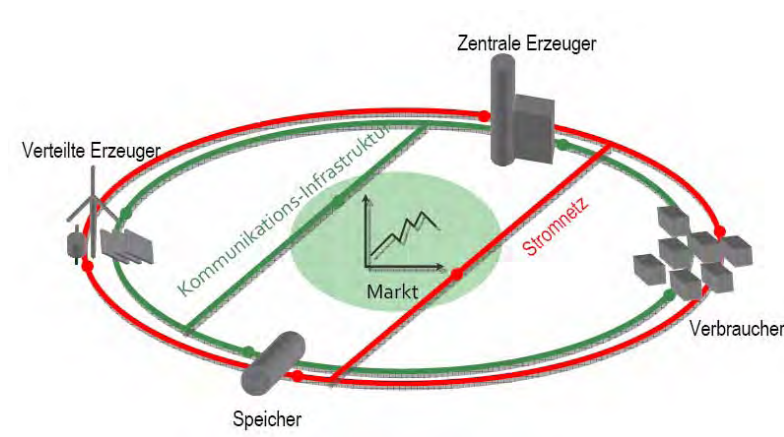


Abbildung 5-6: Elemente der Smart Grids (Lugmaier, 2010)

Besondere Bedeutung haben Smart Grids bei der massiven Integration von dezentralen Erzeugern auf Basis erneuerbarer Energie; die bisherigen Verbraucher werden dabei zu „Prosumers“ (= „producing consumers“). Smart Grids unterstützen eine Reihe von energie-sparenden Low-Carbon-Technologien wie Elektrofahrzeuge und lokale Lastverschiebungen. Sie tragen dazu bei, Verbrauchs- und Angebotsspitzen zu kappen, indem Verbraucher aktiv dazu motiviert werden, durch ihr Verbrauchsverhalten Verbrauchsspitzen auszuweichen und Produktionsspitzen zwischenzeitlich zu speichern oder bevorzugt zu verbrauchen.

Die Erfassung von Daten entlang der Netze kann auch dazu dienen, Fehler in elektrischen Übertragungs- und Verteilungssystemen rechtzeitig zu erkennen und in der Folge zu beheben, bevor daraus tatsächlich ein Schaden resultiert.

Die „Versmartung“ („Smartening“) der Netze ist kein einmaliges Ereignis, sondern ein Vorgang, der vereinzelt schon begonnen hat und in einigen Pilotprojekten demonstriert wird, beispielsweise auf der dänischen Insel Bornholm (vgl. das Projekt EcoGrid EU, <http://www.eu-ecogrid.net>). Im österreichischen Verteilnetz haben erste Smart-Grid-Anwendungen bis dato noch reinen Pilot- bzw. Demo-Charakter, obwohl das Thema eine hohe Priorität im Bereich F&E genießt. Für eine weitergehende Umsetzung wären allerdings noch innovationsfördernde Rahmenbedingungen zu schaffen (Energiestrategie, 2010, Seite 95).

Beim Thema Smart Grids gibt es eine Reihe von offenen Forschungsfragen, materialforschungsrelevante Fragestellungen sind eher in der Minderzahl. Hochspannungsleitungen werden auch mittelfristig in Aluminium/Stahl ausgeführt werden. Als kritisch eingestufte Rohstoffe sind im Bereich der Netze nicht in Verwendung (Moss, 2011).

Eine Ausnahme stellt der Bereich der Hochtemperatur-Supraleitung (HTS) dar. Entscheidend für den Einsatz von HTS sind deren „Sprungtemperaturen“, also die Temperatur, bei der der Zustand der Supraleitung eintritt: Je höher die Sprungtemperatur, desto leichter ist diese technisch erreichbar. Der kritische Punkt ist die Temperatur von flüssigem Stickstoff (77 Kelvin), das etwa um einen Faktor 100 billiger und einfacher handhabbar ist als flüssiges Helium (unter 4 Kelvin ist Helium flüssig). (Mulholland, 2001) geht davon aus, dass von den vier interessanten Teilmärkten für HTS – das sind Elektromotoren mit mehr als 500 PS, Generatoren mit mehr als 100 MVA, Transformatoren mit mehr als 20 MVA und Übertragungskabeln für mittlere Spannungen – die Motoren und die Transformatoren bis 2025 in den USA eine Marktpenetration von ca. 70 % erreichen werden, Generatoren und Kabel von 45 bis 50 %. HTS sind Keramiken und daher spröde, was ihre Anwendungsmöglichkeiten beschränkt. Haupthindernis für die Marktdurchdringung von HTS sind deren hohe Herstellungskosten und die Kosten für die Kühlung.

HTS können bevorzugt in Ballungsräumen eingesetzt werden, weil Mittelspannungsnetze Fläche, Umspannstationen und Installationsaufwand sparen und raumgreifende Hochspannungstechnik ersetzen können. Ein Pilotprojekt wurde u. a. in Essen realisiert, wo das weltweit längste Supraleiterkabel installiert wird: 1 km Länge, Temperatur: minus 180 °C, das dreiphasige Mittelspannungskabel ist für 10 Kilovolt und 40 Megawatt Übertragungsleistung ausgelegt<sup>43</sup>. Für vergleichbare Werte müssten fünf Mittelspannungs-Kupferkabel parallel verlegt werden, was in Innenstädten problematisch ist, oder alternativ ein Hochspannungskabel.

An Speichersystemen für elektrische Energie sind neben Pumpspeicherkraftwerken vor allem Batteriespeicher Stand der Technik. Deren Kapazität und Kosten liegen allerdings weit von der Leistungsfähigkeit des Pumpspeichers entfernt. Lithium-Ionen-Akkumulatoren haben Leistungen bis zu einigen MW (ABB-System: 4 MW), eingebaute Gleich- und Wechselrich-

---

<sup>43</sup> [http://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Supraleitung\\_statt\\_Hochspannungskabel\\_ndash\\_Laengenrekord\\_in\\_Essen1771015588222.html](http://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Supraleitung_statt_Hochspannungskabel_ndash_Laengenrekord_in_Essen1771015588222.html) (abgerufen am 20. Februar 2014)

ter, und sie geben die elektrische Energie mit einer Spannung zwischen 120 V und 40 kV ein- oder dreiphasig ab. Ihre Kapazität (Energiedichte) liegt zwischen 90 (Eisenphosphat-elektrode) und 190 Wh pro kg (Kobaltelektrode; Angerer, 2009), ihre Lebensdauer ist (Firmenangabe ABB<sup>44</sup>) allerdings auf ca. 2000 Zyklen begrenzt. Als Elektrodenmaterial wird u. a. Kobalt verwendet, etwa 20 % des Weltlithiumverbrauches (Angaben für 2006) und 25 % des Weltkobaltverbrauches werden für Akkumulatoren und Elektroden verwendet. Für die zukünftige Entwicklung der Lithium-Ionen-Technologie stellt sich eher der Kobaltbedarf als die kritische limitierende Größe dar. Die Batteriesysteme für Standbatterien werden in Modulsystemen angeboten, die fertig an das Netz und die Verbraucher angeschlossen werden können. Sie basieren üblicherweise auf Basis von Lithium-Ionen-Batterien, für spezielle Anwendungen auch auf anderen Batterietechnologien wie Bleisäure-, Nickel-Cadmium, Natrium-Nickel-Chlorid usw.

Eine spezielle Anwendung von Batteriespeichern bietet die breite Einführung der Elektromobilität. Elektroautos könnten in Phasen der Nichtnutzung als Speicher im Netz eingesetzt werden und sowohl überschüssige elektrische Energie aufnehmen als auch benötigte abgeben.

Die Akkumulatorenforschung verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele: die Kapazität zu erhöhen, um bei geringerem Gewicht mehr Energie speichern zu können, und die zulässige Arbeits- und Ladestromstärke zu erhöhen, um die Ladezeit zu verkürzen und die Leistungsabgabe zu erhöhen.

In Österreich finden im Frühjahr 2014 zahlreiche Veranstaltungen im Rahmen des Strategieprozesses Smart Grids 2.0 des BMVIT statt, in dem F&E-relevante Fragestellungen breit diskutiert werden.

Tabelle 5-10: Die wichtigsten Fragestellungen für die Materialforschung bei Netzen, Stromspeichern und Smart Grids

#### MATERIALFORSCHUNG BEI NETZEN, STROMSPEICHER UND SMART GRIDS

Materialeien für Hochtemperatursupraleiter

Materialien und deren Ver- und Bearbeitung für Akkumulatoren

<sup>44</sup> <http://new.abb.com/smartgrids/smart-grid-technologies>

## 6 Kritikalität

### 6.1 Der Begriff der Kritikalität

Kritikalitätsbegriffe und -definitionen werden zunehmend in thematischen F&E-Programmen verwendet (z. B. in Österreich im Programm „Intelligente Produktion“ des BMVIT). Ziel dabei ist es, Fehlallokationen von öffentlichen Mitteln zu minimieren und „nachfrageseitig“ gesellschaftlich relevante Forschungsfragestellungen zu initiieren. Weiters soll insbesondere österreichischen KMU, die meist nur über geringe eigene Expertise in der Marktbeobachtung und dem Risikomanagement verfügen, eine verbesserte Wissensbasis für zukünftige Investitions- und Innovationsentscheidungen zur Verfügung gestellt werden.

Der Begriff Kritikalität setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

- einem das Versorgungsrisiko im Hinblick auf einen Rohstoff betreffenden („exogenen“ oder „objektiven“) Teil
- und einem die jeweilige Vulnerabilität der Volkswirtschaft im Hinblick auf die Versorgung mit diesem Rohstoff betreffenden („endogenen“ oder „subjektiven“) Teil.

Hohe Kritikalität eines Elementes ist bei hohem Versorgungsrisiko (Länder-, Markt-, Strukturrisiko, anderes Risiko) und gleichzeitig hoher Vulnerabilität (Mengen- bzw. strategische Relevanz) der Volkswirtschaft gegeben.

Die Zusammenhänge lassen sich daher gut in einem Diagramm als Feld mit den zwei betrachteten Dimensionen darstellen (siehe Abbildung 6-1): Die Kritikalität eines Materials bzw. Elements ist umso höher, je höher dessen Versorgungsrisiko (y-Achse, „Supply risk“) und je höher die Bedeutung und damit die Verletzbarkeit einer Volkswirtschaft im Hinblick auf die Versorgung mit diesem Material oder Rohstoff ist (x-Achse, „economic importance“).

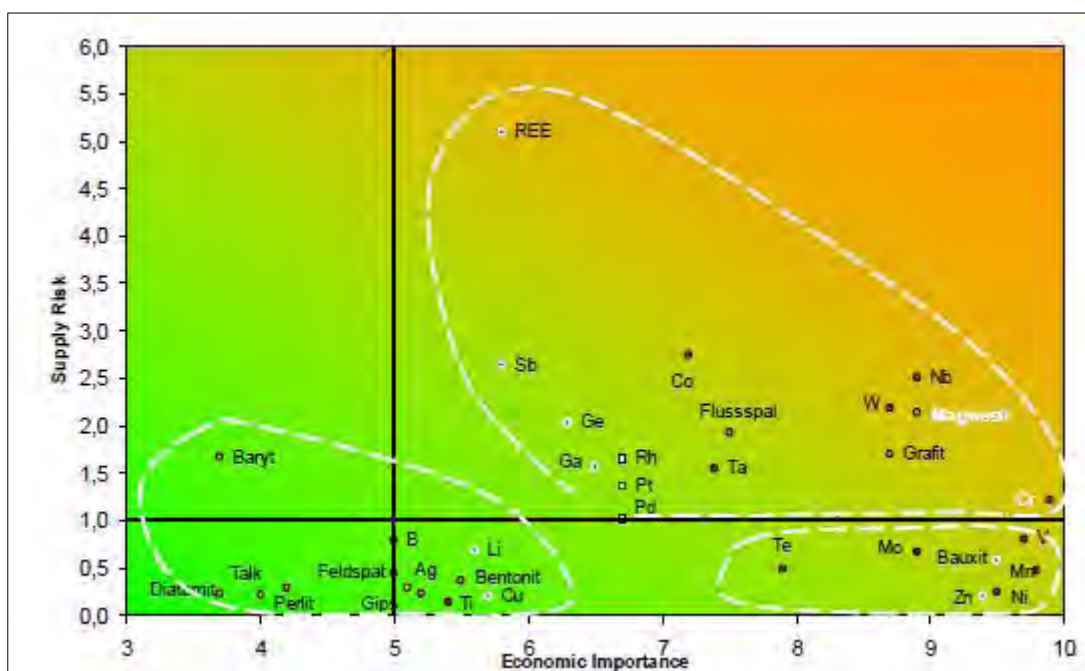


Abbildung 6-1: Kritikalitätsfeld (BMVIT, 2012)

## 6.2 Workshop Kritikalität

Im Rahmen dieses Projektes wurden am 11. Juni 2013 in einem Workshop im BMVIT zu kritischen Rohstoffen für Energietechnologien und zum Thema Kritikalität Empfehlungen an die FTI-Politik diskutiert. Diskutiert wurde insbesondere, ob und wie ein erweiterter umfassender Kritikalitätsbegriff relevante politische, (volks)wirtschaftliche, soziale, ökologische, rechtliche etc. Faktoren berücksichtigen kann. Teilgenommen haben VertreterInnen aus verschiedenen Bundesministerien, Universitäten, Fachhochschulen, Unternehmen und Interessensverbänden. Einladung und Agenda siehe Anhang 10.1.

### Wichtige Anmerkung und Einschränkungen:

- Der Workshop fand unter Anwendung der *Chatham-House Rules* statt: Es steht den TeilnehmerInnen frei, die erhaltene Information zu verwenden, jedoch dürfen sie weder die Identität noch die Zugehörigkeit eines Sprechers oder die irgendeines anderen Teilnehmers preisgeben.
- Die von den TeilnehmerInnen vorgebrachten Ideen wurden gemeinsam kurz reflektiert und gruppiert. Es handelt sich im Folgenden um eine Zusammenfassung der Diskussionen und Auflistung von Empfehlungen.
- Das Erzielen eines Konsenses oder mehrheitsfähiger Positionen war nicht Ziel der Veranstaltung.

Kritikalitätsbetrachtung und Workshop beschränkten sich in diesem Fall auf anorganische mineralische Rohstoffe (Mineralien, Metalle,...). Explizite Fragestellungen zu biogenen Rohstoffen wie Biomasse und Holz, aber auch zu Primärenergieträgern wie Erdöl, Kohle und Erdgas – obwohl sie für die österreichische Volkswirtschaft überaus wichtig sind – wurden in diesem Workshop nicht behandelt.

Die Begriffe Resilienz und Nachhaltigkeit, die einen möglichen normativen Rahmen für die weitere Diskussion darstellen, können jeweils verschieden abgegrenzt bzw. definiert werden. Resilienz kann einerseits als ein notwendiger Teil der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Dem steht die Ansicht entgegen, dass man mit dem Bezug auf Resilienz den globalen und generationenübergreifenden Anspruch der Nachhaltigkeit aufgibt. Weiters wurde die Frage diskutiert, ob unser aktueller Grundzustand überhaupt nachhaltig und seine Erhaltung daher erstrebenswert sei, bzw. – andernfalls – wozu dieser durch verstärkte Resilienz stabilisiert werden sollte.

Ein Rohstoff ist dann mit einem hohen Versorgungsrisiko behaftet, wenn mangels ausreichender Eigenproduktion die Versorgungskette empfindlich gestört oder völlig unterbrochen werden kann. Die derzeit in Österreich angewandten Methoden wie das „Kritikalitätsfeld“ werden als generell sehr abhängig von einer subjektiven Einschätzung der Indikatoren und der Gewichtung der einzelnen Aspekte („nicht nachvollziehbar“) kritisiert.

**Bedeutung der Rohstoffe und deren mögliche Verknappung für Industrieländer:** Die Rohstoffknappheit ist nach dem Faktor Arbeit die zweitgrößte Herausforderung. Die Verfügbarkeit Seltener Erden kann zu einem strategischen Instrument der Wertschöpfungskette werden. Die sichere Versorgung mit Rohstoffen ist für die Industrieländer essenziell, deren Ausfall kann zu sozialen Unruhen führen.

**Fehlende Diversifizierung der Produktion:** Bei 51 von 61 mineralischen Rohstoffen finden mehr als 50 % der Weltproduktion in max. drei Ländern statt.

**Entwicklung in Produktionsländern:** Die politische Unsicherheit sowie soziale Konflikte in den Produktionsländern stellen ein Risiko für die Versorgung dar. Es kann aber auch durch die Demokratisierung in diesen Ländern zu einer Reduzierung der „etablierten“ Versorgungsketten kommen. Ein an sich wünschenswerter Wirtschaftsaufschwung in den derzeitigen Produktionsländern kann dort zu erhöhtem Eigenbedarf und zu gedrosselten Exporten führen.

**Geopolitische Aspekte:** Noch ist offen, ob bei mineralischen Rohstoffen Wertegemeinschaften der Produzenten und der Konsumenten wie z. B. beim Öl (die OPEC bzw. IEA) entstehen können. Die Schaffung einer weltweiten „Agency“ für kritische Rohstoffe (ähnlich zu historischer EGKS), die sich mit der Thematik Monopolstellung vs. freier Marktzugang betreffend kritische Rohstoffe befasst, könnte zur politischen Konfliktvorbeugung beitragen. Bei manchen Rohstoffen wird der Markt weiter durch Monopolisten bzw. Oligopolisten geprägt werden und die Nachfrage teils deutlich über dem Angebot liegen. Handelsbarrieren können den Markt deutlich verzerren, Protektionismus kann auch durch Verstaatlichungen gegeben sein, die das Investitionsklima und die Effizienz negativ beeinflussen. Starke Militärnationen bzw. Bündnisse können dabei auf Basis bestehender/entstehender Strategien in anderer Qualität intervenieren als „die Kleinen“. In China wird das Militär als Teil der Wirtschaft betrachtet. Die wahrgenommene Rohstoffknappheit kann auch dazu verführen, sich in absurden, nicht zielführenden Strategien (Asteroidenmining) zu verlieren.

**Begriffe, Daten und Methoden:** Bei der Definition von Begriffen ist Nachschärfung gefragt: Inwieweit enthält der Begriff „Nachhaltigkeit“ die Faktoren Ereignis, Gefahr, Bedrohung, Risiko, oder sind dies komplementäre Begriffe? Bei der Betrachtung der Indikatoren und Zusammenhänge sind die dynamische Entwicklung und die Gradienten wichtig (wachsende Schürfaufwände, Technologieentwicklung, Technologiewechsel). Hierzu fehlen derzeit „Meta-Risikoanalyse-Logiken“, überhaupt erscheint es sinnvoll, die Risikoanalyse auf einer entsprechenden Meta-Ebene anzusetzen. Geo- und biophysikalische Einschränkungen müssen berücksichtigt werden. Es sollte unterstützend kontinuierliche Technikfolgenabschätzung betrieben werden. Es existiert auch eine Know-how-Lücke bezüglich nachhaltiger Exploration neuer/alternativer Lagerstätten. Die Rohstoffdiskussion in Österreich sollte um eine holistische, systemische Analyse ergänzt werden.

**Policies:** Wichtig ist es, durch langfristige Maßnahmen Anreize für Investoren zu setzen, da der Bereich der Produktion von metallischen Rohstoffen einen langen Zeithorizont, hohe Summen und ein entsprechendes Risiko aufweist – Größenordnung: 10 Jahre und mehrere 100 Mio. Euro für die (Wieder-)gewältigung eines Bergwerkes. Kann über eine Rohstoffsteuer die Kostenwahrheit verbessert werden, auf welcher Ebene ist dies umsetzbar? Dies wäre durch ein Forschungsprojekt zu klären. Die Forderung nach billigen Rohstoffen steht oft im Widerspruch zur nachhaltigeren Exploration. Auch die Eigentumsverhältnisse von Abfall sind teilweise noch zu klären.

**Staatliche Reaktionsmöglichkeiten:** Der Dodd-Frank-Act der USA ist an sich ein Gesetz zur Börsenreform. In einem Nebenparagrafen werden Unternehmen mit Börsennotierung in den USA dazu verpflichtet offenzulegen, ob sie Rohstoffe aus dem Kongo und seinen Nachbarländern verwenden, allenfalls die konfliktfreie Herkunft dieser Rohstoffe nachzuwei-

sen und die Nachweissysteme unabhängig überprüfen zu lassen. Dieses Gesetz mit positiv wahrgenommener Intention („Kein Blut auf meinem Handy“) führte allerdings dazu, dass in der Konsequenz nicht der Schmuggel und die Finanzierungsquellen diverser Warlords trocken gelegt wurden, sondern der legale Handel behindert wurde, indem der konfliktfreie Erwerb von Mineralien aus dem Kongo erschwert wurde.

**Allgemeine Diskussion Versorgungsrisiko:** Es besteht die Gefahr, dass im politischen Diskurs unter zunehmend wahrgenommenen Versorgungs- und Sicherheitsproblemen die Reaktionsmuster militärischer Denkweisen übernommen werden und der demokratische Diskurs durch Entscheidungen und Methoden ersetzt wird, die vorgeblich alternativlos sind.

### Handlungsebenen

Von den Teilnehmern wurden **sechs Handlungsebenen** identifiziert, denen die einzelnen vorgeschlagenen Maßnahmen zugeordnet werden können, die die Verwundbarkeit von Volkswirtschaften durch Versorgungsengpässe bzw. stark schwankende oder steigende Preise mildern:

- Systemebene
- Diplomatische Ebene
- Normative Eingriffe auf staatlicher Ebene
- Produktebene
- Individuelle Ebene
- Forschungs- und Technologiepolitik

**Systemebene:** Die endogenen Reaktionsmöglichkeiten einer kleinen Volkswirtschaft sind begrenzt. Jedenfalls ist das Kritikalitätsfeld diesbezüglich als dynamisches, zu beforschendes Thema zu verstehen, in dem man auch Szenarien entwickeln soll („In Szenarien denken, statt sich in Sicherheit von Prognosen wiegen“). Es sollte eine integrative Technikfolgenabschätzung etabliert werden, die methodengemäß soziale Aspekte mitberücksichtigt. Die verbleibende Zeit ist als knappe Ressource zu sehen: Es steht nicht beliebig viel Zeit zur Verfügung, um die anstehenden Probleme zu lösen. Um ein Modell für Nachhaltigkeit zu erstellen, ist ein kreativer Umgang mit Komplexität gefragt. Diese muss je nach Bedarf reduziert und auch wieder vergrößert werden. Komplexitätsbetrachtungen müssen in Nachhaltigkeitsbetrachtungen einfließen, ein umfassender Kritikalitätsbegriff muss umgekehrt auch Nachhaltigkeitsindikatoren beinhalten, die auch sozial- und kulturwissenschaftliche Aspekte erfassen. Lokale Nachhaltigkeitsbestrebungen können aber zur Verlagerung der Probleme („Nichtnachhaltigkeit“) in die Produktionsländer führen. Gewinnmaximierung als kaufmännisches Ziel kann nach Meinung mancher Teilnehmer nie zur Nachhaltigkeit führen. Um zukünftige Entwicklungen besser zu verstehen, bedarf es eines *Foresight Scanning Centres*. Der Veränderungsprozess muss interdisziplinär betrachtet werden.

**Zwischenstaatliche bzw. diplomatische Ebene:** Interventionsbedarf ist bei der Rohstoffdiplomatie gegeben. Die Frage der Motivation hinter politischen bzw. diplomatischen Entscheidungen muss verstärkt betrachtet und untersucht werden. Dabei sollten Abhängigkeiten zwischen Kapitalgebern (Finanzmärkten-Networks) und Rohstoffmärkten offengelegt werden. Die Rohstoffdiplomatie und internationale Regelwerke sollten offensiv vorangetrie-

ben werden. Von einzelnen Teilnehmern wurde die Forderung nach einer weltweit aktiven Rohstoffagentur nach dem Vorbild von IEA oder EGKS erhoben, wobei die historischen Zielsetzungen hier unterschiedlich waren. Die IEA stellten eine Interessengemeinschaft der ölverbrauchenden, hochentwickelten Länder in der OECD dar, die selber nur über unzureichende eigene Vorräte verfügte. Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl stellte zwei bedeutende einzelstaatliche Ressourcen und Industriezweige ins Zentrum einer gemeinsamen (europäischen) Politik. Beteiligungen im Bergbau im Ausland sollen politisch und diplomatisch unterstützt werden – derartige Beteiligungen wären sehr interessant, werden aber von vielen Staaten unterbunden. Die Frage der richtigen Interventionsebene (Subsidiarität) bleibt aber offen: national, EU, international. Die passenden politischen Interventionsebenen müssen durch eine Analyse, was auf europäischer oder österreichischer Ebene vordringlich ist und dort erreicht werden kann, identifiziert werden. Die EU soll nach außen mit einer Stimme sprechen, die österreichische Position soll dabei auf EU-Ebene intensiver eingebracht werden.

**Normative staatliche Eingriffe:** Auf staatlicher Ebene gibt es zahlreiche normative Interventionsmöglichkeiten mit unterschiedlicher Eingriffstiefe in die persönliche Freiheit, wie z. B. eine Rationierung der Produktion für „notwendige“ Produkte und deren Definition. Diese Interventionen können proaktiv und reaktiv sein. Allerdings besteht dabei Abstimmungsbedarf mit der EU und den Welthandelsregimen. Normative Eingriffe beinhalten aber auch die Gefahr staatlicher Überreaktion und demokratiegefährdender Resultate: Plutokratie und soziale Unruhen drohen. Politische Alleingänge sind trotz EU-Einbindung weiterhin möglich und können auch als Chance verstanden werden. Dadurch verstärkt realisierte Nachhaltigkeitsaspekte können sich als Vorteil oder Nachteil im internationalen Wettbewerb erweisen – Beispiel Einführung der Katalysatorpflicht für PKW in Österreich (für beide Antworten gab es Unterstützer und Gegner unter den TeilnehmerInnen). Die Förderung (z. B. steuerliche Begünstigung) der Prospektion wurde angeregt.

**Produktebene:** Der kurze Produktlebenszyklus zahlreicher Produkte verhindert Recyclingtechnologien. Beispiel „Gratishandy“: setzen wir damit nicht die falschen Signale, nämlich jene von billigen Rohstoffen? Bei Produktdesign und der Produktion stellen sich aus Sicht der Ressourceneffizienz Herausforderungen und Ziele, die oft im Gegensatz zur aktuellen Marktlogik liegen. Hier liegt also Marktversagen bzw. fehlende Internalisierung externer Kosten vor. Die Marktkräfte erhalten somit keine Möglichkeit, mit Knappheit umzugehen und darauf zu reagieren, etwa durch höhere Preise, längere Produktlebenszeit, Recyclierbarkeit bestimmter Rohstoffe oder Produktprioritäten. Bei der Substituierbarkeit sind ebenfalls zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen bzw. durch Forschung zu ermöglichen, und hier auch der Gesamtverwertungskontext bzw. Verwertungs Kooperationen zu adressieren. Es besteht die Gefahr, sich mit neuen Technologien zusätzliche Kritikalität einzuhandeln.

**Individuelle Ebene:** Es besteht einerseits der Wunsch nach mehr Information zu sozialen und ökologischen Lasten der Rohstoffproduktion. Diese Interventionsmöglichkeiten auf der individuellen Ebene (wie z. B. ein „Beipackzettel“ bei Konsumgütern) wurden aber auch kritisiert, weil dies einer Delegation der Verantwortung weg von staatlichen Aufgaben gleichkomme („Information alleine hilft gar nichts, der Konsument wird das Problem nicht lösen“). Allerdings erreicht man mit gezielter Information (wie z. B. Labelling) und der Motivation der Konsumenten auf anderen Gebieten mitunter eindrucksvolle Verhaltensänderungen und geändertes Kaufverhalten (z. B. elektrische Geräte). Bedeutung von Consumer Choice. Tipp



eines Teilnehmers: Aktueller Bericht des Club of Rome „Qualität statt Masse, Information des Konsumenten“. Der Konsument ist ein im Wesentlichen unberechenbares Wesen, massenpsychologische Phänomene können starke Auswirkungen haben.

**Forschungs- und Technologiepolitik:** Die Forschungs- und Technologiepolitik stellt ein wichtiges staatliches Interventionsfeld dar. Von zahlreichen Teilnehmern wird ein klares Bekenntnis zur FTE mit einer entsprechenden Mittelausstattung der öffentlichen Hand empfohlen. Die Empfehlungen betreffen im Wesentlichen folgende Bereiche:

- Strategische Analyse bezüglich der Verfügbarkeit von kritischen Rohstoffen (Ressourcen vs. Reserven). Aufbau einer entsprechenden Horizon/Foresighting Scanning Kompetenz, ev. als eigenes Zentrum.
- Die effiziente Gewinnung von Primärrohstoffen
- Substitutions- und Recyclingkompetenzen in Österreich stärken. Innovationskultur für Substitutionen
- Materialforschung und Steigerung der Materialeffizienz
- Design von Produkten im Hinblick auf deren Langlebigkeit und Recyclierbarkeit. Bei den Technologien sollte eher Vielfalt zugelassen werden, statt Prioritäten zu setzen (Diversifizierung als Risikomanagement – Erhöhung der Resilienz).
- Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen, die die Resilienz des Wirtschaftssystems erhöhen bzw. Rahmenbedingungen für eine resiliente Gesellschaft schaffen. Letztere zielen auch darauf ab, die Systemebene durch technologische Vielfalt anstelle einzelner Prioritäten zu stärken. Dabei ist auch eine ganzheitliche Technikbewertung notwendig.
- Anwendungsorientierte Grundlagenforschung kann von Unternehmen nicht geleistet werden und muss daher von staatlicher Seite unterstützt werden.
- Es ist ein Mangel an Humanressourcen, insb. Technikern zu konstatieren – dies muss als Teil der Kritikalität gesehen werden.
- Kritikalitätsbetrachtungen sollen in Zukunft Bestandteil von Ausschreibungen sein.
- Technologieführerschaften identifizieren und absichern.
- Unterstützung für Nischen & Spezialisierung zur Stärkung der Unabhängigkeit.

Von der Österreichischen Energieagentur wurde ein mit dem Auftraggeber abgestimmtes Ergebnisprotokoll (siehe Anhang 10.2, entspricht dem Inhalt dieses Abschnittes) erstellt und an die TeilnehmerInnen des Workshops ausgesandt<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> Das Ergebnisprotokoll wurde auch an jene Personen übermittelt, die zum Workshop eingeladen waren, aber nicht teilnehmen konnten und explizit Interesse an der Veranstaltung bzw. an den Ergebnissen äußerten.

## 7 Technologieroadmaps

Technologieroadmaps haben in den letzten Jahren wesentlich zur Sichtbarmachung der Leistungsfähigkeit von Technologien beigetragen. Im Mittelpunkt steht dabei zumeist die Konsensfindung der führenden Unternehmen eines Sektors.

### 7.1 Zweck und Ausgestaltung einer Technologieroadmap

Technologieroadmaps sollen das Potenzial einer Technologie beschreiben und dabei gleichzeitig die notwendigen Rahmenbedingungen identifizieren, die für die angekündigten bzw. erforderlichen Innovationen gestaltet werden müssen. Oft wird die Ausgestaltung einer Technologieroadmap auch von quantitativen Zielen (z. B. „Anteil der Technologie von 20 % an der Stromerzeugung im Jahr 2030“) geleitet und auch entsprechend mit Modellrechnungen und Szenarien unterlegt.

Zu beachten ist, dass diese Roadmaps nicht die gesamte Bandbreite möglicher bzw. konkret geplanter Innovationen enthalten, da sich Unternehmen – nicht nur bei marktnahen Entwicklungen – üblicherweise sehr bedeckt geben. Diese Roadmaps stellen aber einen guten Konsens dar, was in den nächsten 10 bis 15 Jahren (ein für Technologie-Roadmaps typischer Zeitraum) an gemeinsamen Forschungsanstrengungen notwendig sein wird und nicht aus dem Cashflow der Unternehmen alleine oder durch Bottom-up-Programme (wie z. B. den Basisprogrammen der FFG) finanziert werden kann. Technologieroadmaps finden sich auf nationaler Ebene, in der EU aber auch mit globalem Betrachtungshorizont (siehe Tabelle 7-1).

Sehr umfangreich ist die Sammlung der Roadmaps der Internationalen Energieagentur IEA<sup>46</sup>, die nach einheitlichen Standards erstellt und von Modellrechnungen unterstützt werden. Hierbei wurden auch verstärkt Vertreter von Staaten eingebunden, was bei manch anderen Roadmaps nicht der Fall war, diese wurden primär von der Industrie und Wissenschaft erstellt.

Die Roadmaps mit europäischer Dimension wurden primär durch die Europäischen Technologieplattformen (siehe Abschnitt 3.3.1) und die Industrieinitiativen des europäischen Strategischen Energietechnologie-Plans (SET-Plans) erstellt<sup>47</sup>. Von Bedeutung ist auch die von der gemeinsamen Forschungsstelle der EUK publizierte Roadmap zur Materialforschung für Energietechnologien, die bereits im Abschnitt 3.1.4.1 ausführlich behandelt wurde.

---

<sup>46</sup> <http://www.iea.org/roadmaps/>

<sup>47</sup> <http://setis.ec.europa.eu/set-plan-implementation/technology-roadmaps>

Tabelle 7-1: Technologie-Roadmaps in Österreich, Europa und International (angegeben ist der Zeitpunkt der Publikation bzw. letzten Überarbeitung)

| SEKTOR                                     | NATIONALE TECHNOLOGIE-ROADMAP                                         | EUROPÄISCHE TECHNOLOGIE-ROADMAP <sup>48</sup>            | ROADMAP DER IEA              |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|
| Wasserkraft                                | -                                                                     | September 2013                                           | Oktober 2012                 |
| Feste Biomasse                             | Juni 2012 (nur Wärme, andere Bereiche wie Strom etc. nicht abgedeckt) | SET-Plan, für Wärme-<br>produktion durch ETP<br>RHC 2014 | Mai 2012 (Heat and<br>Power) |
| Biotreibstoffe                             | Juli 2009                                                             |                                                          | April 2011                   |
| Biogas                                     | nur für die Steiermark:<br>Dezember 2012                              |                                                          | -                            |
| Wind                                       | in Vorbereitung                                                       | SET-Plan                                                 | Oktober 2013                 |
| Fotovoltaik                                | August 2007                                                           | SET-Plan                                                 | Mai 2010                     |
| Solarthermie                               | 2009, Update bis Mitte<br>2014 in Arbeit                              | Frühjahr 2014                                            | Juli 2012                    |
| Konzentrierende Solar-<br>kraftwerke (CSP) | -                                                                     | SET-Plan                                                 | Mai 2010                     |
| Geothermie                                 | -                                                                     | April 2013 ETP RHC                                       | Juni 2011                    |
| Stromspeicher                              | (tw. in Smart grids<br>enthalten)                                     | März 2013, EASE                                          | Erwartet 2014                |
| Wärmespeicher                              | Nicht veröffentlicht                                                  |                                                          | Erwartet 2014                |
| Smart grids                                | 2010                                                                  | SET-Plan                                                 | April 2011                   |
| Fernwärme                                  | In Vorbereitung                                                       | -                                                        | -                            |
| Carbon Capture and<br>Storage (CCS)        | -                                                                     | SET-Plan                                                 | 2013                         |
| Power to Gas                               | -                                                                     | Nur für Deutschland<br>verfügbar                         | -                            |
| Elektromobilität                           | 2012: Umsetzungsplan<br>Elektromobilität in und<br>aus Österreich     | -                                                        | Juni 2011                    |
| Brennstoffzelle                            | -                                                                     | 2009 (Multiannual<br>implementation Plan des<br>FCU-JU)  | -                            |
| Wasserstoff                                | -                                                                     | 2008 (Hyways), weitere<br>siehe FCU-JU                   | Erwartet 2014                |
| Fossile<br>Energieträger                   | -                                                                     | 2006, ZEP                                                | Dezember 2012 (Kohle)        |

<sup>48</sup> Für den SET-Plan werden keine Jahreszahlen angegeben, da es zahlreiche Dokumente (Roadmaps, Implementation Plans) gibt, die laufend aktualisiert werden.

Aus einigen europäischen Technologieplattformen entwickelten sich nationale Technologieplattformen, einige davon auch in Österreich. Diese nationalen Technologieplattformen sind meist gut an die europäischen angebunden, haben aber deutlich geringere Zugangsbarrieren für Unternehmen (besonders wichtig für KMUs) und Forschungsinstitute im eigenen Land. Nationale Technologieplattformen erhielten oft eine öffentliche Finanzierung, um die Gründung, Infrastruktur und wissenschaftliche Begleitaktivitäten zu unterstützen. In den nationalen Technologieplattformen werden dann – oft unterstützt durch wissenschaftliche Arbeiten und Analysen – nationale Roadmaps entwickelt, die sich oft aus europäischen bzw. internationalen Roadmaps ableiten, aber auf nationale Spezifika eingehen:

- Über welche Technologieführerschaften verfügt Österreich in diesem Bereich?
- Anzahl und Stärke innovativer Unternehmen
- Kapazität der Forschungsinstitute
- Energiepolitische Zielsetzungen – wie ist der Heimmarkt beschaffen?
- Exportmöglichkeiten

Der Klima- und Energiefonds hat Roadmaps zu folgenden Themen ausgeschrieben:

- Windenergie (2. Ausschreibung)
- Fernwärme- und Fernkälte (2. Ausschreibung)
- Energieeffizienz in der energieintensiven Industrie (4. Ausschreibung)
- Energieeffiziente Produkte (4. Ausschreibung)

Eine gute, wenn auch nicht vollständige Übersicht über technologiebezogene Roadmaps in Österreich findet sich auf:

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/results.html/id6787?active=474>

## 7.2 Workshop zu Programmen und Roadmaps

Im Rahmen dieses Auftrages wurde am 20. Jänner 2014 ein Workshop „Materialien für Energietechnologien in Programmen und Roadmaps“ in Wien geplant und durchgeführt (Agenda, Teilnehmerliste und Präsentationen ab Anhang 10.3).

Die Teilnehmer aus der produzierenden Industrie, Universitäten und Forschungsförderung diskutierten umfassend die Möglichkeiten, materialforschungsrelevante Fragestellungen in Roadmaps zu integrieren. Es konnte in der Diskussion kein Konsens über eine prioritäre weitere Vorgehensweise erzielt werden, zu unterschiedlich sind die jeweiligen Vor- und Nachteile aus Sicht der einzelnen Akteursgruppen zu bewerten.

VERTIKALE INTEGRATION – Die Vorteile, die eine Integration der Materialforschungsaspekte in die einzelnen Technologien und thematischen Roadmaps bringt, sind:

- Der gesamte Prozess der Herstellung bis zum Endprodukt kann betrachtet werden. Oft liegen gerade hier die Herausforderungen der Materialverarbeitung (Beispiel: Polymere in der Produktion von PV-Modulen und thermischen Sonnenkollektoren).

- Feedback bzw. Inputs der Endkunden bei der Erstellung der Roadmap sind wichtige Informationen für die Werkstoffentwicklung.
- Bisher enthielten die Technologieroadmaps auf Grund der Zusammensetzung der Stakeholder (Produzenten von Systemen und Endprodukten) wenig Impulse, neue Lösungen im Materialbereich in Betracht zu ziehen. Materialhersteller bzw. Hersteller von Bearbeitungstechnologien waren üblicherweise nicht eingebunden.

HORIZONTALER INTEGRATION – Eine zentrale Behandlung der Materialforschungsaspekte in einer einzelnen Materialforschungsroadmap bringt demgegenüber folgende Vorteile:

- Besserer Überblick, was in den verschiedenen Technologiebereichen passiert. Oft sind einzelne Technologien temporär Treiber einer Entwicklung, andere Technologien profitieren dann von den Weiterentwicklungen im Materialbereich.
- Für die Zulieferindustrie steht die Materialfrage oft nur an unterer Stelle, diese Betrachtung würde den Fokus stärker auf notwendige Weiterentwicklungen im Materialbereich lenken. Traditionell gehen von den Zulieferern weniger Impulse in der mittel- bis langfristigen F&E aus, da üblicherweise genau spezifizierte Produkte als Bestbieter mit relativ kurzen Vorlaufzeiten angeboten werden müssen.

Bei beiden Ansätzen kommt es zu unterschiedlichen Konkurrenzsituationen, die ebenfalls in Betracht gezogen werden müssen.

Im Rahmen des Workshops wurden auch Diskussionen zu Einzeltechnologien geführt, die Ergebnisse wurden in die einzelnen Kapitel eingearbeitet (siehe Abschnitt 5).

## 8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Klassische Betrachtungen des Energiesystems beleuchten die unterschiedlichen Technologien, Primärenergieträger in (Energie)dienstleistungen für die Gesellschaft und die Wirtschaft umzusetzen. Materialforschungsrelevante Fragestellungen werden hier nur gelegentlich in Technologieroadmaps thematisiert, meist in Form von sehr allgemein formulierten Anforderungen an Materialentwickler (z. B. „höhere Temperaturbeständigkeit“). Bei dieser Betrachtungsweise kann zwar der Materialbedarf der Technologien abgeschätzt werden, detaillierte Betrachtungen des Innovationspotentials und -bedarfs, der Nachfrage nach Rohstoffen mit kritischer Verfügbarkeit für die einzelnen Komponenten sowie Substitutionsmöglichkeiten im Werkstoffbereich können jedoch nur unzureichend erfolgen.

Dabei werden mittlerweile fortschrittliche Materialien (engl. *Advanced Materials*) als eine der *Key Enabling Technologies* (KET) gesehen, die zahlreiche neue Lösungen, Technologiesprünge oder deutliche Verbilligungen auslösen können. Gleichzeitig ist durch Versorgungsengpässe bzw. stark steigende Preise bei nichtenergetischen Rohstoffen auch das Thema der gesicherten Produktion von Energietechnologien und damit die Möglichkeit einer erfolgreichen Marktdurchdringung in den Mittelpunkt gerückt. Hohe Ressourceneffizienz wird dabei als wesentliches Kriterium für gute Wirtschaftsentwicklung gesehen.

Da die letzten Jahre eine volatile Preisentwicklung bei vielen Rohstoffen gezeigt haben, sollten für wesentliche Komponenten und Werkstoffe quantitative Betrachtungen durchgeführt und Substitutionsmöglichkeiten auf den verschiedenen Ebenen erwogen werden. Die Substitution kann dabei auf folgenden Ebenen stattfinden (IZT, 2011; modifiziert und ergänzt durch die Österreichische Energieagentur):

- Element (atomare Ebene): wie z. B. Ersatz von Neodym oder Dysprosium für Permanentmagneten durch ein anders Element
- Rohstoff: ein Element kommt in versch. Erzen vor, bzw. kann das Element in einem Recyclingprozess wiedergewonnen werden.
- Werkstoff: ein Werkstoff mit vergleichbarer Funktionalität, wie z. B. ein anderes magnetisierbares Material
- Komponente: eine Komponente mit vergleichbarer Funktionalität, z. B. ein Generator mit fremderregten oder supraleitenden Magneten statt Permanentmagneten
- Produkt: z. B. Wahl einer anderen Technologie zur Stromerzeugung wie PV statt CSP
- Funktion/Dienstleistung: die Dienstleistung kann anders bereitgestellt werden, z. B. Solarenergie aus thermischen Kollektoren statt Stromheizung.

Die Untersuchungen in diesem Bericht haben gezeigt, dass im Bereich der Herstellung von Energietechnologien in Österreich vergleichsweise wenige Komponenten von Energietechnologien auf kritische Rohstoffe angewiesen sind. Bei Akkus kann es zu Engpässen kommen (Lithium, Kobalt), da hier die langfristige Entwicklung neuer Akkumulatortechnologien und die politisch forcierte rasche Marktdurchdringung teilweise im Widerspruch zueinander stehen. Sonst stehen für zahlreiche Funktionsmaterialien (wie z. B. Kollektoren für Solarabsorber) und Strukturmaterialien (z. B. Türme bei Windkraftwerken), aber auch für ganze technologische Prinzipien (z. B. Generatoren) Alternativen zur Verfügung, um Verknappun-

gen und Verteuerungen grundsätzlich begegnen zu können (nicht jedoch bei Katalysatoren!). Hier ist allerdings mit zusätzlichen – teilweise beträchtlichen – Investitionen in Entwicklung und Produktionsanlagen zu rechnen. Über Vorprodukte und Komponenten, die aufgrund der weltweiten wirtschaftlichen Verflechtungen auf dem globalen Markt zugekauft werden, kann es zum Import von Kritikalität kommen, wenn etwa über einen möglichen Ausfall von Seltenen Erden oder hochschmelzenden Metallen (Niob, Tantal,...) plötzlich gewisse Produktkomponenten (z.B. Elektrolytkondensatoren) nicht mehr importiert werden können.

Die technologische Verbesserung und Verbilligung wird bei der Weiterentwicklung der Werkstoffe und Prozesstechnologien daher in den meisten Fällen im Vordergrund stehen, um die einzelnen Energietechnologien konkurrenzfähiger zu machen. Dazu muss das Potenzial der Werkstoffe und Prozesse voll ausgeschöpft werden, ein strukturierter Dialog der Anwender, Technologieerzeuger und Zulieferer, in den auch die Forschungsförderorganisationen eingebunden werden, ist daher unabdingbar. Diesen Dialog allein im Zuge von einzelnen Programm- oder Ausschreibungsentwicklungen abzuhalten, greift insbesondere wegen der Vielzahl an unterschiedlich ausgeprägten Programmen und breit verteilten Zuständigkeiten des betrachteten Bereiches zu kurz.

Um den Bedarf und das Potenzial (neuer) Werkstoffe und Prozesse besser abschätzen zu können, sollten in zukünftigen Roadmaps den einzelnen Komponenten in einer umfassenden Betrachtung Herstellungsverfahren, Verarbeitungsprozesse und mögliche Werkstoffe zugeordnet werden. Die für die einzelnen Komponenten bzw. Werkstoffe benötigten Rohstoffe sollen dabei zumindest qualitativ identifiziert werden, um mögliche Kritikalitäten frühzeitig erkennen zu können. Dabei sollte ein erweiterter Kritikalitätsbegriff zur Anwendung kommen. Dafür können die Ergebnisse des Workshops vom Juni 2013 weiterentwickelt werden, insb. die formulierten Empfehlungen für den Bereich Forschung und Entwicklung (siehe Abschnitt 6.2).

Vom Auftragnehmer wird daher vorgeschlagen, diese Fragestellungen („Materialien und Prozesse für Energietechnologien unter besonderer Berücksichtigung der Ressourceneffizienz und Kritikalität“) in einem übergeordneten nationalen Strategieprozess wie der Energieforschungsstrategie oder der Energiestrategie zu adressieren und zu koordinieren. Von diesem ausgehend können dann in Roadmaps Innovationsfragestellungen, Kritikalitätsbetrachtungen und der Forschungsbedarf genauer ausformuliert werden. Dabei soll dann auch so weit wie möglich Konsens unter den heimischen Forschern und Unternehmen hergestellt werden. Nationale innovationsorientierte Technologieplattformen haben sich in einigen Fällen bewährt, Gründungen in anderen Bereichen sind jedoch überlegenswert und bedürfen in den meisten Fällen einer Startfinanzierung durch die öffentliche Hand.

Ob Roadmaps eher horizontal oder vertikal ausgerichtet werden, wird als zweitrangig erachtet, hier hat sich in der Diskussion mit den Firmen und Forschern gezeigt, dass beide Lösungen ihre Vor- und Nachteile haben:

Die Vorteile, die eine Integration der Materialforschungsaspekte in die einzelnen Technologien und thematischen Roadmaps bringt („horizontale Integration“), sind die umfassende Betrachtung der Herstellungsprozesse vom Werkstoff bis zum Endprodukt. Feedback bzw. Inputs der Endkunden bei der Erstellung der Roadmap sind dabei wichtige Informationen für die Werkstoffentwicklung. Bisher enthielten die Technologieroadmaps auf Grund der Zu-

sammensetzung der Stakeholder (Produzenten von Systemen und Endprodukten) wenige Impulse, neue Lösungen in Betracht zu ziehen. Materialforscher, Materialhersteller und Hersteller von Bearbeitungstechnologien waren üblicherweise nicht eingebunden.

Eine zentrale Behandlung der Materialforschungsaspekte in einer eigenen Materialforschungsroadmap (vertikale Integration) bringt demgegenüber einen besseren Überblick, welche Entwicklungen in den verschiedenen Technologiebereichen gerade als Treiber fungieren und wo Technologien von den Weiterentwicklungen im Materialbereich bzw. bei den Herstellungsverfahren anderer Technologien profitieren können (z. B. wird von den Herstellern von Wasserkrafttechnologien erwartet, dass zunächst in der Windenergie die Innovation bei Generatoren mit Hochtemperatursupraleitern stattfinden wird, diese aber später in ihrem Bereich genutzt werden kann. Das Know-how um die Härtung von Wasserkraft-Turbinenschaufeln mittels Wolframcarbid kann genutzt werden, um Pressmatrizen für die Pelletierung von Biomasse mit dem gleichen Werkstoff zu härten usw.). Auch können Substitutionsmöglichkeiten von der Element- bis zur Werkstoffebene besser abgeschätzt werden. Von der Zulieferindustrie – die die Diskussion in einer vertikal ausgerichteten Materialforschungsroadmap auf Grund der Größe der Unternehmen dominieren könnte – gehen derzeit eher weniger Impulse für die mittel- bis langfristige F&E aus, da üblicherweise genau spezifizierte Produkte als Bestbieter mit relativ kurzen Vorlaufzeiten angeboten werden müssen. Die Einbindung der Materialforschung ist daher unerlässlich.

Ein umfassender Strategieprozess, in den die einzelnen Erstellungen und Aktualisierungen der Roadmaps eingebettet sind, müsste daher beide Betrachtungsweisen forcieren und die unterschiedlichen Konkurrenzsituationen berücksichtigen. Basierend auf den nationalen Strategien und Roadmaps ist eine proaktive, effektive und effiziente Vertretung in europäischen und internationalen Roadmap-Prozessen etc. möglich. Ob eine adäquate Adressierung der Fragestellungen („Materialien und Prozesse für Energietechnologien unter besonderer Berücksichtigung der Ressourceneffizienz und Kritikalität“) bei der derzeit laufenden Erstellung der Integrierten Roadmap der EUK gelingt, muss aus aktueller Sicht bezweifelt werden. Wichtig ist daher umso mehr, das Thema auf nationaler Ebene zu behandeln.



## 9 Quellen

Angerer, Gerhard, et al. (2009), Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

<http://publica.fraunhofer.de/documents/N-91007.html>

APS (2011), Energy Critical Elements: Securing Materials for Emerging Technologies, a report by the APS Panel on Public Affairs and the Materials Research Society

<http://www.aps.org/policy/reports/popa-reports/upload/elementsreport.pdf>

ASMET (2011), Imagefolder

<http://www.asmet.at/index.php/de/ueber-uns/imagefolder>

ASMET (2012), Jäger, Heimo, et al., Technologie-Roadmap für Hochleistungsmetalle

<http://www.asmet.at/index.php/de/roadmap>

Biermayr, Peter, et al. (2013), Innovative Energietechnologien in Österreich, Marktentwicklung 2012, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 17/2013, BMVIT

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/results.html/id7253>

BMVIT (2009), Nutzung Nachwachsender Rohstoffe, Fabrik der Zukunft, Hintergrundband Teil 1, 2. Auflage, Berichte aus Energie und Umweltforschung 10a/2009

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id5625>

BMVIT (2012), Definition: Kritische Rohstoffe und potenziell kritische Rohstoffe mit Bezug zu Österreich, Version 7. Mai 2013,

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/results.html/id6900>

EFSTRATEGIE (2009), Paula, Michael, et al., Energieforschungsstrategie für Österreich – Vorschläge für Maßnahmen im Bereich Forschung, Technologie und Innovation, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 23/2009, BMVIT

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id5822>

Energieforschungsstrategie (2010), Energieforschungsstrategie des Rates für Forschung und Technologieentwicklung „Making the Zero Carbon Society possible“

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/results.html/id6208>

Energiestrategie (2010), Energiestrategie Österreich – Maßnahmenvorschläge, BMLFUW, BMWFW

<http://www.energiestrategie.at/>

Fechner, Hubert, et al. (2007), Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich, Schriftenreihe 28/2007, Herausgeber: BMVIT

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id4341>

Fink, Christian, et al. (2009), Solarwärme 2020 – Eine Technologie- und Umsetzungsroadmap für Österreich

[http://www.aee.at/aee/index.php?option=com\\_content&view=article&id=196&Itemid=113](http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&view=article&id=196&Itemid=113)

Fraunhofer (2009), Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

<http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/n/projekte/rohstoffbedarf.php>

Fraunhofer (2013), Photovoltaics Report, Fraunhofer ISE, Fassung vom 7. November 2013

<http://www.ise.fraunhofer.de/en/renewable-energy-data/data-and-facts-about-pv>

HEA (2013), Hydro Equipment Technology Roadmap, Hydro Equipment Association (HEA)

[www.thehea.org](http://www.thehea.org)

Hofbauer, Hermann, et al. (2006), Energiezentrale Güssing, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 79/2006, BMVIT

[www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at)

IEABT (2011), Technology Roadmap Biofuels for Transport, IEA

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3976,en.html>

IEAHP (2012), Technology Roadmap Hydropower, IEA

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,32864,en.html>

IV (2012), Rohstoffsicherheit 2020+ – Rohstoffe für eine ressourceneffiziente Industrie, Herausgeber: Industriellenvereinigung

<http://www.iv-net.at/b2545m117/rohstoffe/>

IZT, adelphi (2011), Kritische Rohstoffe für Deutschland, Abschlussbericht im Auftrag der KfW Bankengruppe

<https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/54416.pdf>

Lugmaier, Andreas, et al. (2010), Roadmap Smart Grids Austria, Der Weg in die Zukunft der elektrischen Stromnetze

<http://www.smartgrids.at/termine-downloads/>

Luidolt, Stefan, et al. (2013), Kritische Rohstoffe für Hochtechnologieanwendungen in Österreich, Schriftenreihe 11/2013, Herausgeber BMVIT

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id6903>

Moss, Raymond, et al. (2011), Critical Metals in Strategic Energy Technologies, Assessing Rare Metals as Supply-Chain Bottlenecks in Low-Carbon Energy Technologies Joint Research Centre of the European Commission

<http://setis.ec.europa.eu/publications/jrc-setis-reports/critical-metals-strategic-energy-technologies>

Mulholland, Joseph, et al. (2001), Analyses of future prices and markets for high temperature superconductors

<http://web.ornl.gov/sci/htsc/documents/pdf/Mulholland%20Report%20063003.pdf>

Pereira, Paulo, et al. (2012) Selbstschmierende Gleitlager in der Laufradnabe von Kaplan-Turbinen, Wasserkraft & Energie 1/2012

PwC (2011), Minerals and metals scarcity in manufacturing: the ticking timebomb – sustainable materials management  
[https://www.pwc.se/sv\\_SE/se/hallbar-utveckling/assets/minerals-and-metals-scarcity-in-manufacturing-the-ticking-time-bomb.pdf](https://www.pwc.se/sv_SE/se/hallbar-utveckling/assets/minerals-and-metals-scarcity-in-manufacturing-the-ticking-time-bomb.pdf)

Statistik Austria (2011), Gütereinsatzstatistik im produzierenden Bereich  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/produktion\\_und\\_bauwesen/guetereinsatzdaten/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/produktion_und_bauwesen/guetereinsatzdaten/index.html)

Tretter, Herbert, et al. (2010) Energiewirtschaftlicher Bedarf regelfähiger Kraftwerke mit Schwerpunkt auf Pumpspeicherkraftwerke, Österreichische Energieagentur  
<http://www.anschober.at/politik/presse/1042/braucht-oberoesterreich-pumpspeicherkraftwerke>

UBA (2003), Stand der Technik bei Kalorischen Kraftwerken und Referenzanlagen in Österreich, Umweltbundesamt  
[http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/newsarchiv\\_2003/news030513/](http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/newsarchiv_2003/news030513/)

UBA (2012), Ressourcenverbrauch der Industrie in Österreich  
[http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/industrie/einfluesse/ressourcen/ressourcen\\_industrie/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/industrie/einfluesse/ressourcen/ressourcen_industrie/)

Weiss, Werner, et al. (2010), Forschungsagenda Solarthermie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 14/2010, BMVIT  
<http://www.hausderzukunft.at/publikationen/view.html/id796>

Zettl, B. et al. (2012), Austrian Masterplan Thermal Energy Storage, Projektendbericht, Auftraggeber Klima- und Energiefonds, nicht veröffentlicht

## 10 Anhang

## 10.1 Einladung Kritikalität

### Einladung zum Workshop

„Zur Kritikalität von Rohstoffen für Energietechnologien“

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Dienstag, 11. Juni 2013, 10:00 bis 16:50 Uhr

Renngasse 5, 1010 Wien

Stand 5. Juni 2013

### 1. Hintergrund, Ziel, angestrebtes Ergebnis

In der EU werden für Energietechnologien verstärkt auch Materialforschungsfragestellungen priorisiert. Die Materialforschung wird dabei als eine der ganz wichtigen sog. „Key Enabling Technologies“ (KET) gesehen. Gleichzeitig ist durch Versorgungsengpässe bei nichtenergetischen Rohstoffen auch das Thema der gesicherten Produktion und der steigenden bzw. stark volatilen Preise und damit die Möglichkeit einer erfolgreichen Marktdurchdringung von Energietechnologien in den Mittelpunkt gerückt (Beispiel: Seltene Erden aus China für die Produktion von Magneten für Generatoren in Windturbinen). Die Ressourceneffizienz wird dabei als wesentliches Kriterium für eine gute Wirtschaftsentwicklung gesehen.

Kritikalitätsbegriffe und -definitionen werden mehr und mehr in thematischen F&E-Programmen verwendet (in Österreich im Programm „**Produktion der Zukunft**“ des BMVIT). Ziel dabei ist es, Fehlallokationen von öffentlichen Mitteln zu minimieren und „nachfrageseitig“ gesellschaftlich relevante Forschungsfragestellungen zu initiieren.

Die Österreichische Energieagentur erhebt für das BMVIT im Rahmen eines Projektes den Materialforschungsbedarf für ausgewählte Energietechnologien, die einen Bezug zur Österreichischen Wirtschaft aufweisen. Dies soll in weiterer Folge einerseits zu einer Österreichischen Roadmap für Materialien für Energietechnologien führen, andererseits soll die Materialfrage in Zukunft ein konstituierendes Element von Roadmaps für Energietechnologien werden.

Im Rahmen dieses Projektes soll für kritische Rohstoffe für Energietechnologien ein Vorschlag für einen umfassenden Kritikalitätsbegriff entwickelt werden, der politische, (volks-)wirtschaftliche, soziale, ökologische, rechtliche und mögliche andere Faktoren berücksichtigt. Dies soll im Rahmen eines Workshops mit ausgewählten TeilnehmerInnen geschehen.

Kritikalitätsbetrachtung und Workshop beschränken sich in diesem Fall auf anorganische mineralische Rohstoffe (Mineralien, Metalle,...). Biogene Rohstoffe wie Biomasse und Holz, als auch Primärenergieträger wie Erdöl, Kohle und Erdgas, obwohl sie für die Österreichische Volkswirtschaft überaus wichtig sind, werden nicht in diesem Workshop behandelt.

**Angestrebtes Ergebnis** des Workshops sind Empfehlungen für die Gestaltung der FTI-Politik. Diese sollen dazu beitragen, die Resilienz der Österreichischen Wirtschaft zu erhöhen und Wertschöpfung im Inland zu etablieren, zu stärken bzw. zu halten.

### 2. Methode

Moderierter Workshop in einer Gruppe von 10 bis 15 explizit eingeladenen TeilnehmerInnen

Der Workshop findet unter Anwendung der Chatham-House Rules statt: es steht den TeilnehmerInnen frei, die erhaltene Information zu verwenden, jedoch dürfen sie weder die Identität noch die Zugehörigkeit eines Sprechers oder die irgendeines anderen Teilnehmers preisgeben. Es wird ein Protokoll mit den wichtigsten Ergebnissen erstellt und an die TeilnehmerInnen ausgesandt.

**3. Kritikalität** ist ein Begriff, der sich im Wesentlichen aus zwei Teilen zusammensetzt: einem das Versorgungsrisiko mit einem Rohstoff betreffenden Teil, und einem die jeweilige Vulnerabilität der Volkswirtschaft im Hinblick auf die Versorgung mit diesem Rohstoff betreffenden Teil. Hohe Kritikalität eines Elementes ist bei hohem Versorgungsrisiko (Länder-, Markt-, Strukturrisiko, anderes Risiko) und gleichzeitig hoher Vulnerabilität (Mengen- bzw. strategische Relevanz) der Volkswirtschaft gegeben.

Basis für damit zusammenhängende Überlegungen ist die Studie des BMVIT „Definition kritischer und potenziell kritischer Rohstoffe mit Bezug zu Österreich“, wo sich auch eine detailliert ausgearbeitete Definition zum Kritikalitätsbegriff findet (vgl.

[http://www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/e2050\\_pdf/fti\\_intelligente\\_production\\_definition\\_kritische\\_rohstoffe.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/e2050_pdf/fti_intelligente_production_definition_kritische_rohstoffe.pdf) ).

#### **4. Programm**

Ort: BMVIT, 1010 Wien, Rengasse 5, Großer Sitzungssaal

Zeit: 11. Juni 2013

10:00 Kennenlern- und Vorstellungsrunde bei Kaffee und Kuchen

10:20 Theodor Zillner (BMVIT):

Begrüßung, Zielsetzung, Aktivitäten des BMVIT im Bereich F&E von Energietechnologien, Roadmaps; Motivation für die Behandlung des Themas „kritische Rohstoffe“

10:30 Andreas Indinger, Johannes Schmidl (AEA): *Das Projekt „Materials 2020“ des BMVIT*

10:50 Robert Holnsteiner (BMWVJ): *Österreichische Rohstoffstrategie*

11:00 Claudia Scholz (BMLFUW): *Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP)*

11:10 Stefan Luidold (Montanuniversität Leoben): *Kritische Rohstoffe für Hochtechnologieanwendungen in Österreich*

11:20 Diskussion 1: Der objektive („äußere“) Teil der Definition von Kritikalität

Moderation: Johannes Schmidl (AEA)

Impulsstatement: Johannes Göllner (Landesverteidigungsakademie Wien, angefragt)

In diesem ersten Teil geht es um das Versorgungsrisiko im Hinblick auf kritische Rohstoffe, wegen der längerfristigen Zeiträume von Produktinnovationen und Neuentwicklungen ist ein entsprechender Zeithorizont in Betracht zu ziehen.

12:30 Mittagspause, Buffet

13:30 Diskussion 2: *Der subjektive („innere“ oder nationale) Teil der Definition von Kritikalität*

Moderation: Fritz Fahringer (BMVIT)

Impulsstatement: Philip Repar (Industriellenvereinigung, angefragt)

Im zweiten Teil geht es um die Verletzbarkeit der österreichischen Volkswirtschaft im Hinblick auf Versorgungskrisen mit kritischen Rohstoffen bei der zukünftigen Produktion innovativer Technologien, sowie mögliche Reaktionen darauf.

14:30 Kaffeepause

14:50 Diskussion 3: *Welche Faktoren sollen in eine erweiterte Betrachtung der Kritikalität einbezogen werden?* (Moderation: Andreas Indinger, AEA)

Impulsstatement: Theodor Zillner

16:00 Abschlussrunde mit Kurzstatements der TeilnehmerInnen: *Welche Handlungsoptionen aus der Sicht der Technologieentwicklung gibt es?*

16:30 Ausblick: Theodor Zillner

16:50 Ende der Veranstaltung

## 10.2 Ergebnisprotokoll Kritikalität

*In der EU gewinnen im Kontext von Energietechnologien verstärkt auch Fragen der Materialforschung an Bedeutung. Die Materialforschung wird dabei als eine der sog. „Key Enabling Technologies“ (KET) gesehen. Gleichzeitig sind durch Versorgungsengpässe bei nichtenergetischen Rohstoffen auch die Themen der gesicherten Produktion und der steigenden bzw. stark volatilen Preise und deren Auswirkung auf eine erfolgreiche Marktdurchdringung von Energietechnologien in den Mittelpunkt gerückt (Beispiel: Seltene Erden aus China für die Produktion von Magneten für Generatoren in Windturbinen). Die Ressourceneffizienz wird dabei als wesentliches Kriterium für eine gute Wirtschaftsentwicklung gesehen.*

*Kritikalitätsbegriffe und -definitionen werden mehr und mehr in thematischen F&E-Programmen verwendet (in Österreich im Programm „Produktion der Zukunft“ des BMVIT). Ziel dabei ist es, Fehlallokationen von öffentlichen Mitteln zu minimieren und gesellschaftlich relevante Forschungsfragestellungen „nachfrageseitig“ zu initiieren.*

*Die Österreichische Energieagentur erhebt für das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Rahmen eines Projektes die wichtigsten Materialien (und Rohstoffe) für Energietechnologien, die eine große Bedeutung für die Österreichische Wirtschaft haben. Dies soll in weiterer Folge zu einer Österreichischen Roadmap für Materialien für Energietechnologien führen, darüber hinaus soll die Materialfrage in Zukunft ein konstituierendes Element von Roadmaps für Energietechnologien werden.*

*Im Rahmen dieses Projektes wurden am 11. Juni 2013 in einem Workshop (Wien, BMVIT) zu kritischen Rohstoffen für Energietechnologien und zum Thema Kritikalität Empfehlungen an die FTI-Politik diskutiert. Teilgenommen haben Vertreter aus verschiedenen Bundesministerien, Universitäten, Fachhochschulen, Unternehmen und Interessensverbänden. Ein erweiterter umfassender Kritikalitätsbegriff soll relevante politische, (volks)wirtschaftliche, soziale, ökologische, rechtliche etc. Faktoren berücksichtigen. Der Workshop fand unter Anwendung der Chatham-House Rules statt. Die vorgebrachten Ideen wurden gemeinsam kurz reflektiert und gruppiert, es handelt sich aber im Folgenden um ein Ergebnisprotokoll und nicht um Aussagen im Konsens.*

*Kritikalitätsbetrachtung und Workshop beschränkten sich in diesem Fall auf anorganische mineralische Rohstoffe (Mineralien, Metalle,...). Explizite Fragestellungen zu biogenen Rohstoffen wie Biomasse und Holz, aber auch zu Primärenergieträgern wie Erdöl, Kohle und Erdgas – obwohl sie für die österreichische Volkswirtschaft überaus wichtig sind – wurden in diesem Workshop nicht behandelt.*

*Die Begriffe Resilienz und Nachhaltigkeit, die einen möglichen normativen Rahmen für die weitere Diskussion darstellen, können jeweils verschieden abgegrenzt bzw. definiert werden. Resilienz kann einerseits als ein notwendiger Teil der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Dem steht die Ansicht entgegen, dass man mit dem Bezug auf Resilienz den globalen und generationenübergreifenden Anspruch der Nachhaltigkeit aufgibt. Weiters wurde die Frage diskutiert, ob unser aktueller Grundzustand überhaupt nachhaltig und seine Erhaltung daher erstrebenswert sei, bzw. – andernfalls – wozu dieser durch verstärkte Resilienz stabilisiert werden sollte.*

*Ein Rohstoff ist dann mit einem hohen Versorgungsrisiko behaftet, wenn mangels ausreichender Eigenproduktion die Versorgungskette empfindlich gestört oder völlig unterbrochen werden kann. Die derzeit in Österreich angewandten Methoden wie das „Kritikalitätsfeld“ werden als generell sehr abhängig von einer subjektiven Einschätzung der Indikatoren und der Gewichtung der einzelnen Aspekte („nicht nachvollziehbar“) kritisiert.*

**Bedeutung der Rohstoffe und deren mögliche Verknappung für Industrieländer:** *Die Rohstoffknappheit ist nach dem Faktor Arbeit die zweitgrößte Herausforderung. Die Verfügbarkeit „Seltener Erden“ kann zu einem strategischen Instrument der Wertschöpfungskette werden. Die sichere Versorgung mit Rohstoffen ist für die Industrieländer essenziell, deren Ausfall kann zu sozialen Unruhen führen.*



**Fehlende Diversifizierung der Produktion:** Bei 51 von 61 mineralischen Rohstoffen finden mehr als 50 % der Weltproduktion in max. drei Ländern statt.

**Entwicklung in Produktionsländern:** Die politische Unsicherheit sowie soziale Konflikte in den Produktionsländern stellen ein Risiko für die Versorgung dar. Es kann aber auch durch die Demokratisierung in diesen Ländern zu einer Reduzierung der „etablierten“ Versorgungsketten kommen. Ein an sich wünschenswerter Wirtschaftsaufschwung in den derzeitigen Produktionsländern kann dort zu erhöhtem Eigenbedarf und zu gedrosselten Exporten führen.

**Geopolitische Aspekte:** Noch ist offen, ob bei mineralischen Rohstoffen Wertegemeinschaften der Produzenten und der Konsumenten wie z. B. beim Öl (die OPEC bzw. IEA) entstehen können. Die Schaffung einer weltweiten „Agency“ für kritische Rohstoffe (Ähnlichkeit zu historischer EGKS), die sich mit der Thematik Monopolstellung vs. freier Marktzugang betreffend kritische Rohstoffe befasst, könnte zur politischen Konfliktvorbeugung beitragen. Bei manchen Rohstoffen wird der Markt weiter durch Monopolisten bzw. Oligopolisten geprägt werden und die Nachfrage teils deutlich über dem Angebot liegen. Handelsbarrieren können den Markt deutlich verzerren, Protektionismus kann auch durch Verstaatlichungen gegeben sein, die das Investitionsklima und die Effizienz negativ beeinflussen. Starke Militärmationen bzw. Bündnisse können dabei auf Basis bestehender/entstehender Strategien in anderer Qualität intervenieren als „die Kleinen“. In China wird das Militär als Teil der Wirtschaft betrachtet. Die wahrgenommene Rohstoffknappheit kann auch dazu verführen, sich in absurden, nicht zielführenden Strategien (Asteroidenmining) zu verlieren.

**Begriffe, Daten und Methoden:** Bei der Definition von Begriffen ist Nachschärfung gefragt: Inwieweit enthält der Begriff NACHHALTIGKEIT die Faktoren Ereignis-Gefahr-Bedrohung-Risiko, oder sind dies komplementäre Begriffe? Bei der Betrachtung der Indikatoren und Zusammenhänge sind die dynamische Entwicklung und die Gradienten wichtig (wachsende Schürfaufwände, Technologieentwicklung, Technologiewechsel). Es fehlen derzeit „Meta-Risikoanalyse-Logiken“. Überhaupt erscheint es sinnvoll, die Risikoanalyse auf einer entsprechenden Meta-Ebene anzusetzen. Geo- und biophysikalische Einschränkungen müssen berücksichtigt werden. Es sollte unterstützend kontinuierliche Technikfolgenabschätzung betrieben werden. Es existiert eine Know-how-Lücke bezüglich nachhaltiger Exploration neuer/alternativer Lagerstätten. Die Rohstoffdiskussion in Österreich sollte um eine holistische, systemische Analyse ergänzt werden.

**Policies:** Wichtig ist es, durch langfristige Maßnahmen Anreize für Investoren zu setzen, da der Bereich der Produktion von metallischen Rohstoffen einen langen Zeithorizont, hohe Summen und ein entsprechendes Risiko aufweist (Größenordnung: 10 Jahre und mehrere 100 Mio. Euro für die (Wieder-)gewältigung eines Bergwerkes). Kann über eine Rohstoffsteuer die Kostenwahrheit verbessert werden, auf welcher Ebene ist dies umsetzbar? Dies wäre durch ein Forschungsprojekt zu klären. Die Forderung nach billigen Rohstoffen steht oft im Widerspruch zur nachhaltigeren Exploration. Auch die Eigentumsverhältnisse von Abfall sind teilweise noch zu klären.

**Staatliche Reaktionsmöglichkeiten:** Der Dodd-Frank-Act der USA ist an sich ein Gesetz zur Börsenreform. In einem Nebenparagraphen werden Unternehmen mit Börsennotierung in den USA dazu verpflichtet offenzulegen, ob sie Rohstoffe aus dem Kongo und seinen Nachbarländern verwenden, allenfalls die konfliktfreie Herkunft dieser Rohstoffe nachzuweisen und die Nachweissysteme unabhängig überprüfen zu lassen. Dieses Gesetz mit positiv wahrgenommener Intention („Kein Blut auf meinem Handy“) führte allerdings dazu, dass in der Konsequenz nicht der Schmuggel und die Finanzierungsquellen diverser Warlords trocken gelegt wurden, sondern der legale Handel behindert wurde, indem der konfliktfreie Erwerb von Mineralien aus dem Kongo erschwert wurde.

**Allgemeine Diskussion Versorgungsrisiko:** Es besteht die Gefahr, dass im politischen Diskurs unter zunehmend wahrgenommenen Versorgungs- und Sicherheitsproblemen die Reaktionsmuster militärischer Denkweisen übernommen werden und der demokratische Diskurs durch Entscheidungen und Methoden ersetzt wird, die vorgeblich alternativlos sind.

Im Wesentlichen wurden **sechs Felder für Handlungen identifiziert**, denen die einzelnen vorgeschlagenen Maßnahmen zugeordnet werden können, die die Verwundbarkeit von Volkswirtschaften durch Versorgungsengpässe bzw. stark schwankende oder steigende Preise mildern:

**Systemebene:** Die endogenen Reaktionsmöglichkeiten einer kleinen Volkswirtschaft sind begrenzt. Jedenfalls ist das Kritikalitätsfeld diesbezüglich als dynamisches, zu beforschendes Thema zu verstehen, in dem man auch Szenarien entwickeln soll („Szenarien denken statt sich in Sicherheit von Prognosen wiegen“). Es sollte eine integrative Technikfolgenabschätzung etabliert werden, die methodengemäß soziale Aspekte mitberücksichtigt. Die verbleibende Zeit ist als knappe Ressource zu sehen: Es steht nicht beliebig viel Zeit zur Verfügung, um die anstehenden Probleme zu lösen. Um ein Modell für Nachhaltigkeit zu erstellen, ist ein kreativer Umgang mit Komplexität gefragt. Diese muss je nach Bedarf reduziert und auch wieder vergrößert werden. Komplexitätsbetrachtungen müssen in Nachhaltigkeitsbetrachtungen einfließen. Bzw. auch umgekehrt: Ein umfassender Kritikalitätsbegriff muss Nachhaltigkeitsindikatoren beinhalten, die auch sozial- und kulturwissenschaftliche Aspekte erfassen. Lokale Nachhaltigkeitsbestrebungen können aber zur Verlagerung der Nichtnachhaltigkeit in die Produktionsländer führen. Gewinnmaximierung als kaufmännisches Ziel kann nach Meinung von TN nie zur Nachhaltigkeit führen. Um zukünftige Entwicklungen besser zu verstehen, bedarf es eines Foresight Scanning Centres. Der Veränderungsprozess muss interdisziplinär betrachtet werden.

**Diplomatische Ebene:** Interventionsbedarf ist bei der Rohstoffdiplomatie gegeben. Die Frage der Motivation hinter diplomatischen Entscheidungen muss verstärkt betrachtet und untersucht werden. Dabei sollten Abhängigkeiten zwischen Kapitalgebern (Finanzmärkten-Networks) und Rohstoffmärkten offengelegt werden. Die Rohstoffdiplomatie und internationale Regelwerke sollten offensiv vorangetrieben werden. Von einzelnen Teilnehmern wurde die Forderung nach einer weltweit aktiven Rohstoffagentur nach dem Vorbild von IEA oder EGKS erhoben, wobei die historischen Zielsetzungen hier unterschiedlich waren. Die IEA stellten eine Interessensgemeinschaft der ölverbrauchenden, hochentwickelten Länder in der OECD dar, die selber nur über unzureichende eigene Vorräte verfügte. Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl stellte zwei bedeutende einzelstaatliche Ressourcen und Industriezweige ins Zentrum einer gemeinsamen (europäischen) Politik. Beteiligungen im Bergbau im Ausland sollen politisch und diplomatisch unterstützt werden. Derartige Beteiligungen wären sehr interessant, werden aber von vielen Staaten unterbunden. Die Frage der richtigen Interventionsebene bleibt aber offen: Subsidiarität: national / EU/ international. Die passenden politischen Interventionsebenen müssen identifiziert werden („Analyse, was auf europäischer oder österreichischer Ebene vordringlich ist und dort erreicht werden kann“). Die österreichische Position soll auf EU-Ebene intensiver eingebracht werden. EU soll nach außen mit einer Stimme sprechen.

**Normative staatliche Eingriffe:** Auf staatlicher Ebene gibt es zahlreiche normative Interventionsmöglichkeiten mit unterschiedlicher Eingriffstiefe in die persönliche Freiheit, wie z. B. eine Rationierung der Produktion für „notwendige“ Produkte und deren Definition. Diese Interventionen können proaktiv und reaktiv sein. Allerdings besteht dabei Abstimmungsbedarf mit der EU und den Welthandelsregimen. Normative Eingriffe beinhalten aber auch die Gefahr staatlicher Überreaktion und demokratiegefährdender Resultate, Plutokratie und soziale Unruhen drohen. Politische Alleingänge sind trotz EU-Einbindung weiterhin möglich und können auch als Chance verstanden werden. Dadurch verstärkt realisierte Nachhaltigkeitsaspekte können sich als Vorteil oder Nachteil im internationalen Wettbewerb erweisen – Beispiel Einführung der Katalysatorpflicht für PKW in Österreich (für beide Antworten gab es Unterstützer und Gegner unter den TN). Förderung (steuerliche Begünstigung) der Prospektion.

**Produktebene:** Der kurze Produktlebenszyklus zahlreicher Produkte verhindert Recyclingtechnologien. Beispiel „Gratishandy“ – setzen wir damit nicht die falschen Signale, nämlich jene von billigen Rohstoffen? Bei Produktdesign und der Produktion stellen sich aus Sicht der Ressourceneffizienz Herausforderungen und Ziele, die oft im Gegensatz zur aktuellen Marktlogik liegen. Hier liegt also Marktversagen bzw. fehlende Internalisierung externer Kosten vor. Die Marktkräfte erhalten somit keine Möglichkeit, mit Knappheit umzugehen und

darauf zu reagieren, etwa durch höhere Preise, längere Produktlebenszeit, Recyclierbarkeit bestimmter Rohstoffe oder Produktprioritäten. Bei der Substituierbarkeit sind ebenfalls zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen bzw. durch Forschung zu ermöglichen, und hier auch der Gesamtverwertungskontext bzw. Verwertungs Kooperationen zu adressieren. Es besteht die Gefahr, sich mit neuen Technologien zusätzliche Kritikalität einzuhandeln.

**Individuelle Ebene:** Es besteht einerseits der Wunsch nach mehr transparenter Information zu sozialen u. ökologischen Lasten der Rohstoffproduktion. Diese Interventionsmöglichkeiten auf der individuellen Ebene (wie z. B. ein „Beipackzettel“ bei Konsumgütern) wurden aber auch kritisiert, weil dies einer Delegation der Verantwortung weg von staatlichen Aufgaben gleichkomme („Information alleine hilft gar nichts, der Konsument wird das Problem nicht lösen“). Allerdings erreicht man mit gezielter Information (Labelling) und der Motivation der Konsumenten auf anderen Gebieten (z. B. elektrische Geräte) mitunter eindrucksvolle Verhaltensänderungen und geändertes Kaufverhalten (Tipp: Aktueller Bericht des Club of Rome: Qualität statt Masse, Information des Konsumenten). Consumer Choice: Der Konsument ist ein im Wesentlichen unberechenbares Wesen, massenpsychologische Phänomene können starke Auswirkungen haben.

**Forschungs- und Technologiepolitik:** Die Forschungs- und Technologiepolitik stellt ein wichtiges staatliches Interventionsfeld dar. Die Empfehlungen betreffen im Wesentlichen folgende Felder:

- a) Strategische Analyse bezüglich Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe (Ressource vs. Reserven). Aufbau einer entsprechenden Horizon/Foresighting Scanning Kompetenz (ev. als eigenes Zentrum)
- b) Die effiziente Gewinnung von Primärrohstoffen
- c) Substitutions- und Recyclingkompetenzen in Österreich stärken. Innovationskultur für Substitutionen
- d) Materialforschung und Steigerung der Materialeffizienz
- e) Design von Produkten im Hinblick auf deren Langlebigkeit und Recyclierbarkeit. Bei den Technologien sollte eher Vielfalt zugelassen werden, statt Prioritäten zu setzen (Diversifizierung als Risikomanagement – Erhöhung der Resilienz).
- f) Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen, die die Resilienz des Wirtschaftssystems erhöhen bzw. Rahmenbedingungen für eine resiliente Gesellschaft schaffen. Letztere zielen auch darauf ab, die Systemebene durch technologische Vielfalt anstelle einzelner Prioritäten zu stärken. Dabei ist auch eine ganzheitliche Technikbewertung notwendig.

Empfohlen wird ein klares Bekenntnis zur FTE mit einer entsprechenden Mittelausstattung der öffentlichen Hand. Anwendungsorientierte Grundlagenforschung kann von Unternehmen nicht geleistet werden und muss daher von staatlicher Seite unterstützt werden. Es ist ein Mangel an Humanressourcen, insb. Technikern zu konstatieren. Dies muss als Teil der Kritikalität gesehen werden. Kritikalitätsbetrachtungen sollen bei Ausschreibungen in Zukunft mit betrachtet werden. Technologieführerschaften identifizieren und absichern. Unterstützung für Nischen & Spezialisierung zur Stärkung der Unabhängigkeit.


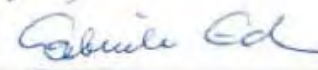





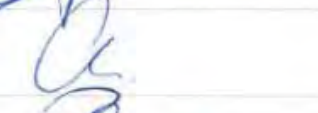

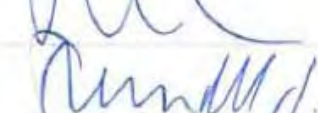
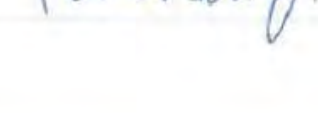
## 10.3 Agenda 20. Jänner 2014

## Workshop „Materialien für Energietechnologien in Programmen und Roadmaps“

**Gartenhotel Altmannsdorf, „Hoffingersaal“, Hoffingergasse 26-28, 1120 Wien**

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 10:00 - 10:30                                                              | <b>Eintreffen und Kaffeempfang</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                |
| 10:30 - 10:40                                                              | Begrüßung, kurze Vorstellungsrunde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Theodor Zillner, BMVIT                         |
| <b>Erstellung, Umfang und Wirkung der Roadmaps – nationale Perspektive</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                |
|                                                                            | Moderation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Theodor Zillner                                |
| 10:40 - 11:00                                                              | Ausgewählte Projektergebnisse „Materials Roadmap Österreich – Elemente für die Diskussion für Technologieplattformen, F&E-Programme und Entscheidungsträger der FTI-Politik“                                                                                                                                                                                                                                            | Andreas Indinger, AEA<br>Johannes Schmidl, AEA |
| 11:00 - 11:30                                                              | Polymere für Energietechnologien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Reinhold W. Lang,<br>Uni Linz                  |
| 11:30 – 11:45                                                              | <b>Kaffee-/Teepause</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
| 11:45 - 12:00                                                              | Metalle für Energietechnologien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Rupert Puntigam, voestalpine Stahl GmbH        |
| 12:00 - 12:15                                                              | Warum brauchen wir Technologie-Roadmaps in Österreich im Energiebereich?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Elvira Lutter,<br>Klima- und Energiefonds      |
| 12:15 - 12:30                                                              | Aktuelles von den Roadmaps im Energiebereich(PV, Wasserkraft etc)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | VertreterInnen von Roadmaps                    |
| 12:30 - 13:00                                                              | Diskussion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was war die Bedeutung der Roadmap?</li> <li>• Wie ist die Materialforschung integriert?</li> <li>• Soll die Frage der Kritikalität der Rohstoffe in der Roadmap thematisiert werden?</li> <li>• Zukünftige Rolle der Roadmap - national?</li> <li>• Was macht eine gute Roadmap aus?</li> <li>• Welche weiteren Schritte sind notwendig?</li> <li>• etc.</li> </ul> | Alle                                           |
| 13:00 - 14:00                                                              | <b>Mittagspause</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                |
| <b>Die Rolle der Roadmaps und PPPs in Horizon 2020</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                |
|                                                                            | Moderation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Andreas Indinger, AEA                          |
| 14:00 - 14:20                                                              | Diskussionsinput: Der SET-Plan, die Materialforschung für Energietechnologien in Horizon 2020 und die zukünftige Rolle der PPPs                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AEA, BMVIT                                     |
| 14:20 - 14:45                                                              | Diskussion zu PPPs mit Kurzberichten (EMIRI etc.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Alle                                           |
| 14:45 - 15:00                                                              | <b>Kaffee-/Teepause</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
| 15:00 - 15:45                                                              | Austausch zu den aktuellen Entwicklungen bei der Ausgestaltung der Integrierten Roadmap der EUK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Alle                                           |
| 15:45 - 16:00                                                              | Abschlussrunde und Zusammenfassung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Theodor Zillner, BMVIT                         |
| 16:00                                                                      | <b>Ende</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                |

## 10.4 Teilnehmerliste 20. Jänner 2014

| TITEL           | VORNAME     | NACHNAME    | ORGANISATION                                               | UNTERSCHRIFT                                                                          |
|-----------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ING.            | RENÉ        | ALBERT, BSC | BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE  |    |
| DR.             | GABRIELE    | EDER        | ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGSINSTITUT FÜR CHEMIE UND TECHNIK |   |
| DI              | HUBERT      | FECHNER     | FACHHOCHSCHULE TECHNIKUM WIEN                              |  |
| DI              | ANDREAS     | INDINGER    | ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR                             |  |
| UNIV.-PROF. DR. | REINHOLD W. | LANG        | UNIVERSITÄT LINZ                                           |  |
| MAG.            | ELVIRA      | LUTTER      | KLIMA- UND ENERGIEFONDS                                    |  |
| MAG.            | FLORIAN     | MARINGER    | IG WINDKRAFT                                               |  |
| FRAU            | CARMEN      | MARKSTEINER | ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR                             |  |
| DR.             | RUPERT      | PUNTIKAM    | VOESTALPINE STAHL GMBH                                     |  |
| MAG.            | KLAUS       | RISSBACHER  | PLANSEE GROUP                                              |  |
| DI              | JOHANNES    | SCHMIDI     | ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR                             |  |

- 1 -

Materials Roadmap Österreich

| TITEL           | VORNAME                                                                           | NACHNAME           | ORGANISATION                                              | UNTERSCHRIFT                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| DR.             | MIRJAM                                                                            | SICK               | ANDRITZ HYDRO GMBH                                        |  |
| DI              | PETER                                                                             | STETTNER           | ANDRITZ HYDRO GMBH                                        |  |
| DR.             | GERALD                                                                            | VONES              | BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND      |  |
| UNI-DOZ.<br>DR. | ANDREAS                                                                           | WINDSPERGER        | INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE ÖKOLOGIE                        |  |
| DI              | THEODOR                                                                           | ZILLNER            | BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE |  |
|                 | URIKE                                                                             | ROHMHEISTER<br>BSC | BAMWIT<br>ulrike.rohmheister@bmiw.gvat                    |  |
|                 |  |                    |                                                           |                                                                                    |
|                 |                                                                                   |                    |                                                           |                                                                                    |
|                 |                                                                                   |                    |                                                           |                                                                                    |
|                 |                                                                                   |                    |                                                           |                                                                                    |

## 10.5 Vorträge 20. Jänner 2014

### 10.5.1 Polymere für Energietechnologien, Reinhold W. Lang



Institute of Polymeric Materials and Testing







2013-05-13\_nwL

## Polymere für (erneuerbare) Energietechnologien

---


Reinhold W. LANG and Gernot M. WALLNER

Institut für Polymerwerkstoffe und Prüfung  
Johannes Kepler Universität Linz





Eine wissenschaftsgetriebene österreichische Forschungsinitiative der JKU zu Polymerwerkstoffen für die Solartechnik

Workshop „Materialien für Energietechnologien in Programmen und Roadmaps“  
Wien, 20. Jänner 2014



Institute of Polymeric Materials and Testing

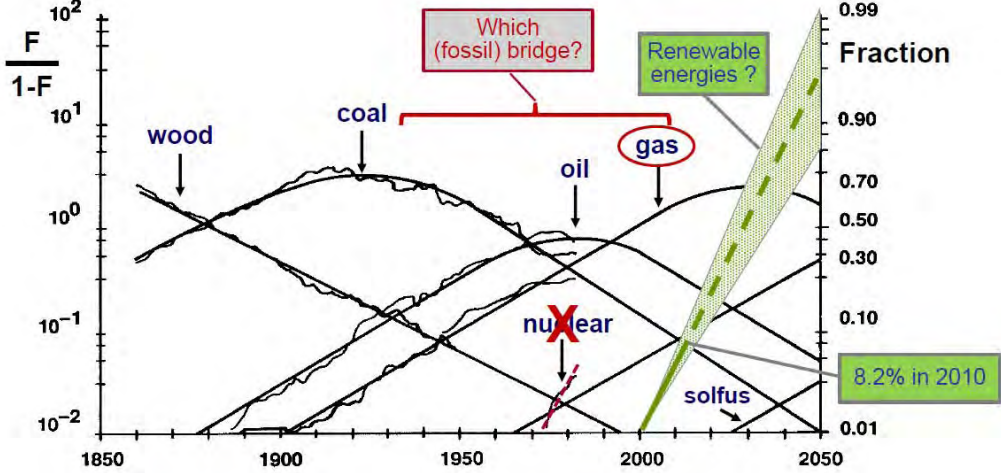




## A strong Focus on Plastics for Solar Technologies – Why?

---

### Technology life cycles of primary energy classes



Source: adapted from IIASA (Luxemburg, A)  
C. Marchetti and N. Nakicenovic, 1997; A. Grübler and N. Nakicenovic, 1987

2013-05-13\_nwL

2



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



**JKU**

---

## Inhalt


- **Die Bedeutung der Kunststoffe und der Kunststoffwirtschaft**
  - Entwicklung weltweit, Märkte, Erfolgsfaktoren und Energieeffizienz
- **Polymerwerkstoffe (Kunststoffe) als Schlüsselwerkstoffe für erneuerbare Energietechnologien**
  - Solarthermie, Photovoltaik und Windkraft




**2 Hauptbegründungen:**

- Maßschneiderbare Eigenschaften und Verarbeitung (Performance)
- Kostenreduktion und Wachstumsfähigkeit


2013-05-13\_rwL
3



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



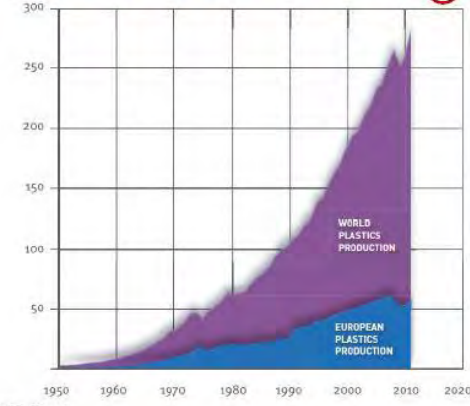
**JKU**

---

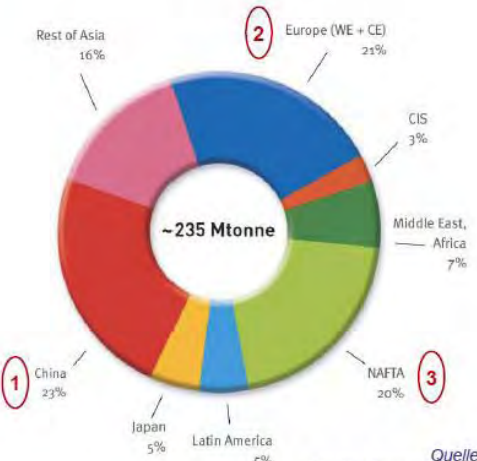
## Die Bedeutung der Kunststoffwirtschaft (weltweit)

*Entwicklung der Kunststoffproduktion (weltweit und Europa)*

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1950 | 1976 | 1989 | 2002 | 2009 | 2010 | 2011 |
| 1,7  | 47   | 99   | 204  | 250  | ~270 | ~280 |
| 0,35 | 19,8 | 27,4 | 56,1 | 55   | 57   | ~58  |



*Regionale Verteilung der Kunststoffproduktion (2011)*



Quelle: Plastics Europe (2012)

2013-05-13\_rwL
4





**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER | JKU**

---

## Kunststoffe sind vielfältig einsetzbar

*Marktsektoren, Innovations- & Wachstumspotentiale*

*Marktsektoren*



▪ **Tele-kommunikation**



▪ **Medizintechnik**



▪ **Infrastruktur- und Bautechnik**



▪ **Automobil**



**Linsenhalter DVD-Player**

3 mm

▪ **Feinwerktechnik**



▪ **Verpackung**

2013-05-13\_rwL 5



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER | JKU**

---

## Kunststoffe sind vielfältig einsetzbar

*Merkmale & Erfolgsfaktoren*

*Merkmale & Erfolgsfaktoren*



Young's modulus, E (GPa)

Strength,  $\sigma$  (MPa)

▪ **Breites Eigenschaftsspektrum (maßschneiderbar)**



▪ **Designfreiheit**

LED Optik



▪ **Multifunktions-integration**

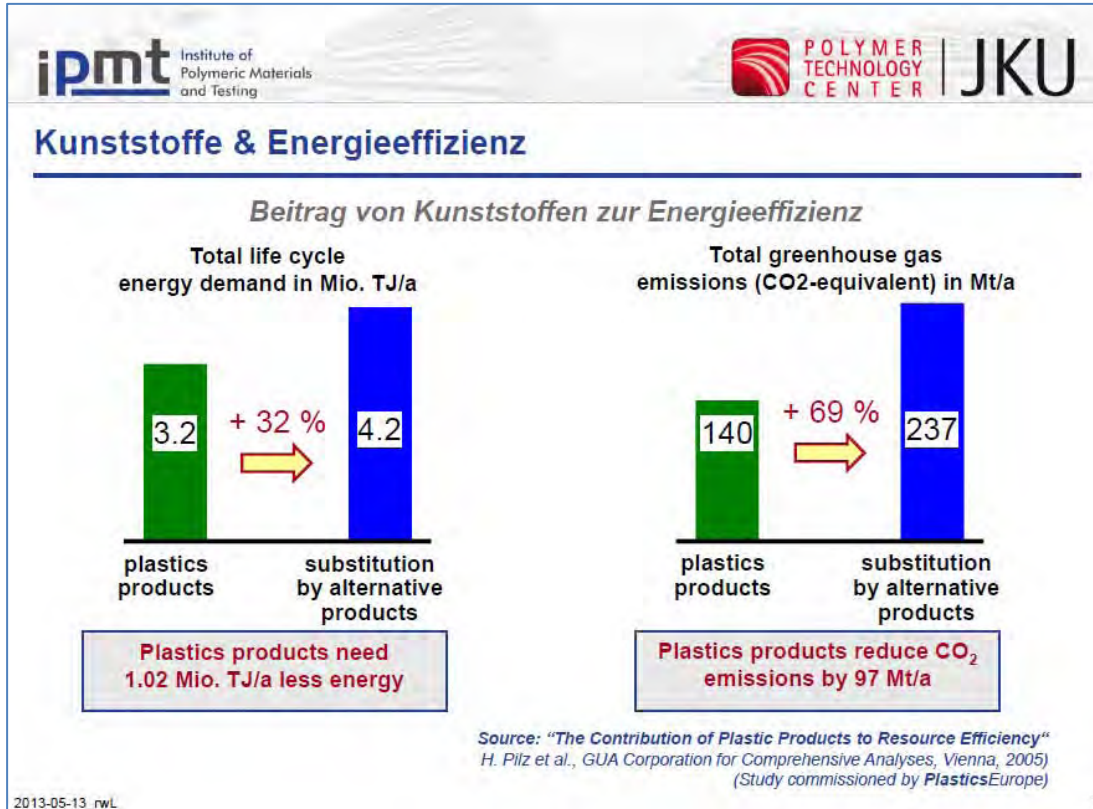


▪ **Werkstoffverbunde & Composites**



▪ **Kombination von Prozesstechnologien**

2013-05-13\_rwL 6



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing

**POLYMER TECHNOLOGY CENTER | JKU**

**Inhalt**

- Die Bedeutung der Kunststoffe und der Kunststoffwirtschaft
  - Entwicklung weltweit, Märkte, Erfolgsfaktoren und Energieeffizienz
- Polymerwerkstoffe (Kunststoffe) als Schlüsselwerkstoffe für erneuerbare Energietechnologien
  - Solarthermie, Photovoltaik und Windkraft

↓

**2 Hauptbegründungen:**

- Maßschneiderbare Eigenschaften und Verarbeitung (Performance)
- Kostenreduktion und Wachstumsfähigkeit

2013-05-13\_rwL 8

## A strong Focus on Plastics for Solar Technologies – Why?

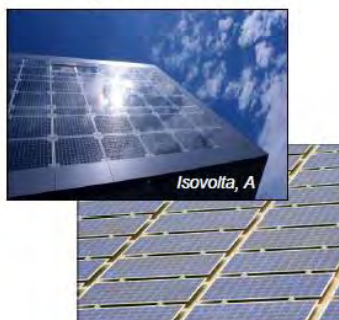
Solar market potential for polymeric materials: *Facts & Figures*

**Solar collectors**  
(hot water/heat/cooling)



World capacity: 180 GW<sub>th</sub>  
Av. growth rate: 19 % p.a.  
(past 5 years)

**Solar PV**  
(grid connected)



World capacity: 21 GW<sub>el</sub>  
Av. growth rate: 60 % p.a.  
(since 2000)

**Wind power**  
(electricity all size scales)



World capacity: 159 GW<sub>el</sub>  
Av. growth rate: 27 % p.a.  
(past 5 years)

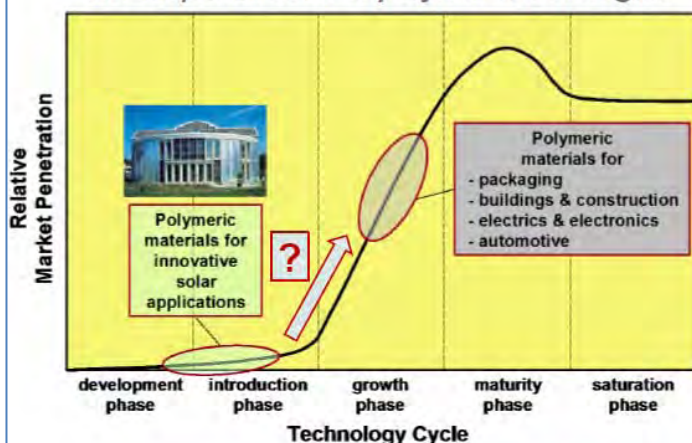
Source: RENEWABLES 2010 GLOBAL STATUS REPORT (07/2010).

2013-05-13\_rwL

9

## Polymeric materials as innovation driver for solar technologies

Market penetration of polymer technologies



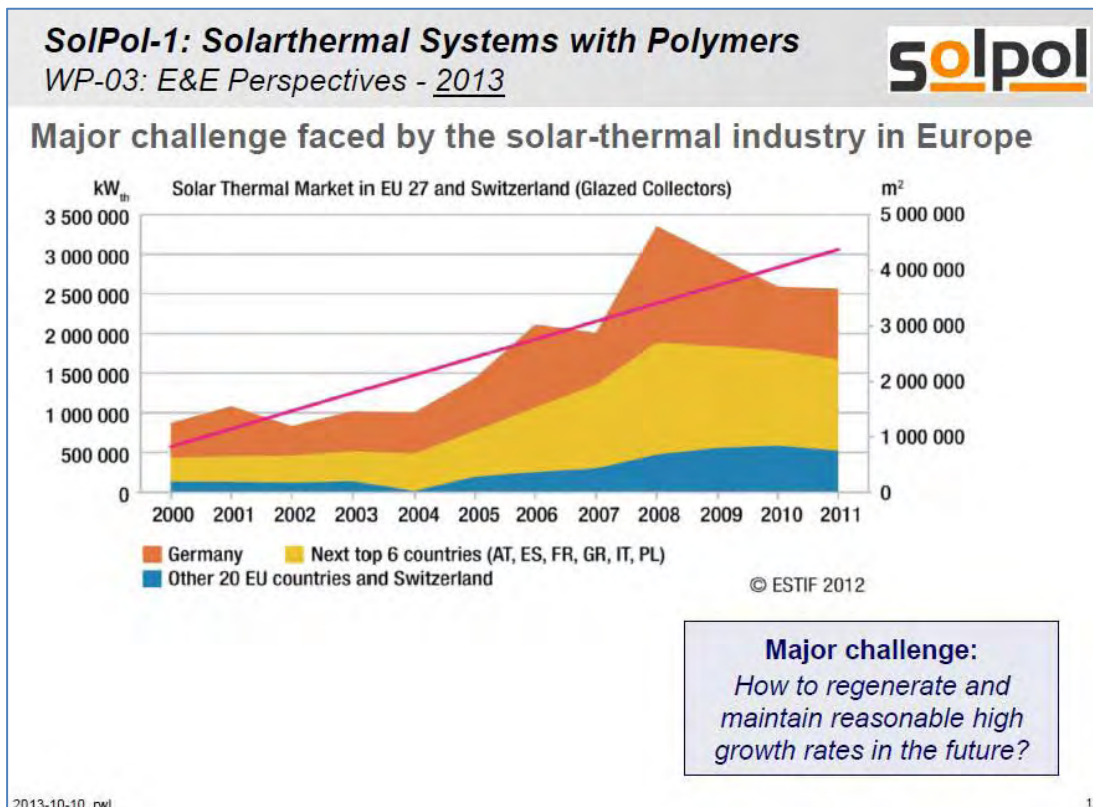
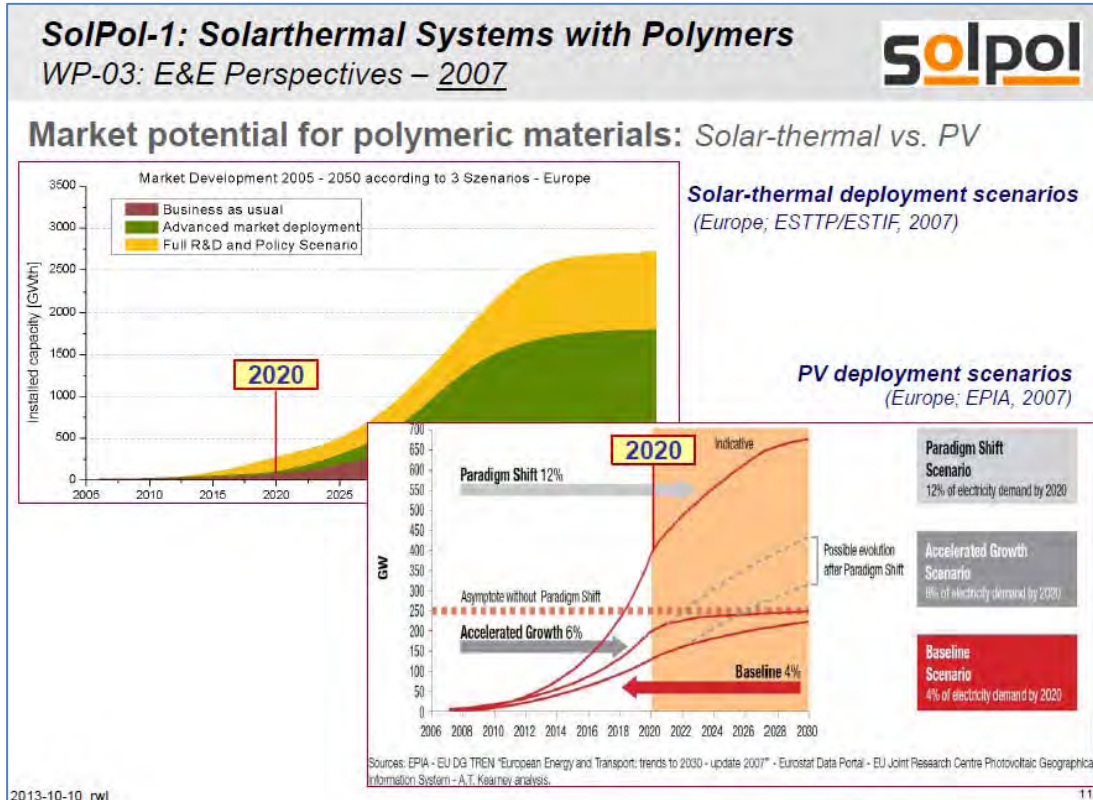
**The 4 main prerequisites for broad market acceptance:**

- improved performance (functionality)
- enhanced cost effectiveness
- guaranteed quality and durability
- attractive/multifunctional design

**What needs to be done to accelerate innovation & market penetration?**

2013-05-13\_rwL

10



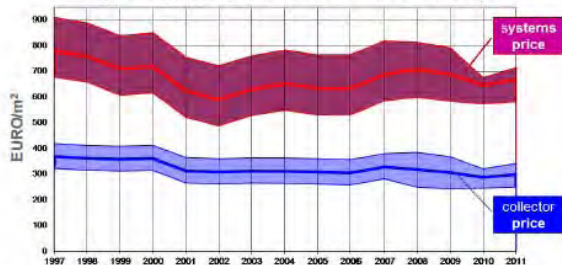
# SolPol-1: Solarthermal Systems with Polymers

## WP-03: E&E Perspectives - 2013



### Pumped systems

Consumer prices (in €/m<sup>2</sup>) for solar-thermal DHW systems in Austria (excl. installation cost; inflation-normalized to 2011)



Source: Weiss, 2011

Approximate cost distribution of a typical pumped solar-thermal DHW system incl. installation (5 m<sup>2</sup> collector area, 300 l storage tank)

| Cost allocation    | Costs in EURO  | Relative costs in % |
|--------------------|----------------|---------------------|
| Collector          | 400.-          | 8                   |
| Other components   | 2,000.-        | 40                  |
| Installation       | 2,600.-        | 52                  |
| <b>Total costs</b> | <b>5,000.-</b> | <b>100</b>          |

The "true" collector manufacturing costs of about **70 to 80 EURO/m<sup>2</sup>** of collector area amount to just about **10% of the total systems costs.**

Significant cost reduction (i.e., >50%) for pumped solar-thermal systems can only be achieved at the **overall systems level!**



**Aim of SolPol-4/5 for pumped systems:**  
All-polymeric, easy-to-install (plug&function) systems.

2013-10-10\_rwl

13



**Glazing & insulation**  
(optical & thermal properties)

**Pressure vessels & liquid containers**  
(mechanical & therm. prop.)

**Building integration**  
(multifunctional & attractive design)



2013-05-13\_rwl

14

## SolPol-2: Solarthermal Systems with Polymers

WP-01/02: All-Polymeric Collector Concepts



### Neuartige Designs für "Plug&Function"-Vollkunststoffkollektoren

**Greiner Technology & Innovation GmbH**  
(GTI, Eberstalzell/A)




**Sunlumo Technology GmbH**  
(Perg/A)

*"One World Collector"*











2013-10-10\_rwl 15

## SolPol-1: Solarthermal Systems with Polymers

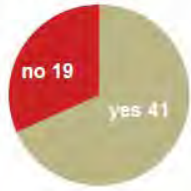
WP-03: E&E Perspectives



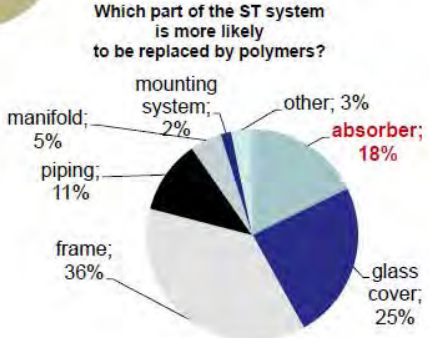
### A survey on the potential for polymers in solar-thermal systems

Survey by:   

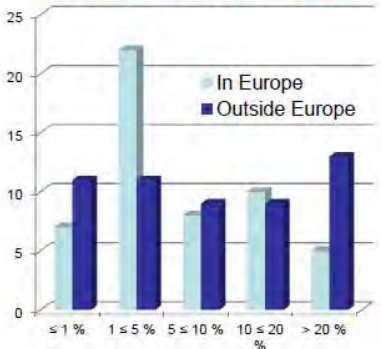
**Will polymers be a key material for the ST industry by 2020?**



**Which part of the ST system is more likely to be replaced by polymers?**



**How big will be the share of polymer absorbers in the newly installed area in 2020?**



**Facts & figures:**

- worldwide circulation (Oct.-Dec. 2010)
- 61 responses of 400 collector manufacturers
- full analysis published in Sun&Wind Energy

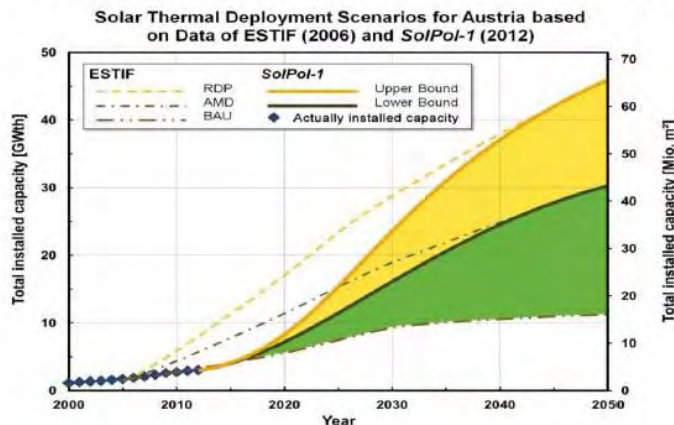
2013-10-10\_rwl 16

# SolPol-1: Solarthermal Systems with Polymers

## WP-03: E&E Perspectives - 2013



### Major challenges faced by the solar-thermal industry in Europe



#### Main conclusions of SolPol-1:

- Actually installed collector capacity since 2006 at best corresponds to BAU scenario of ESTIF.
- A time lag of 8 to 10 years exists to regain ground and to catch up with the AMD/RDP scenarios.
- Apart from significant polymer-induced innovations, there is no other single innovation driver in sight to achieve the more ambitious scenarios (green and yellow shaded areas).

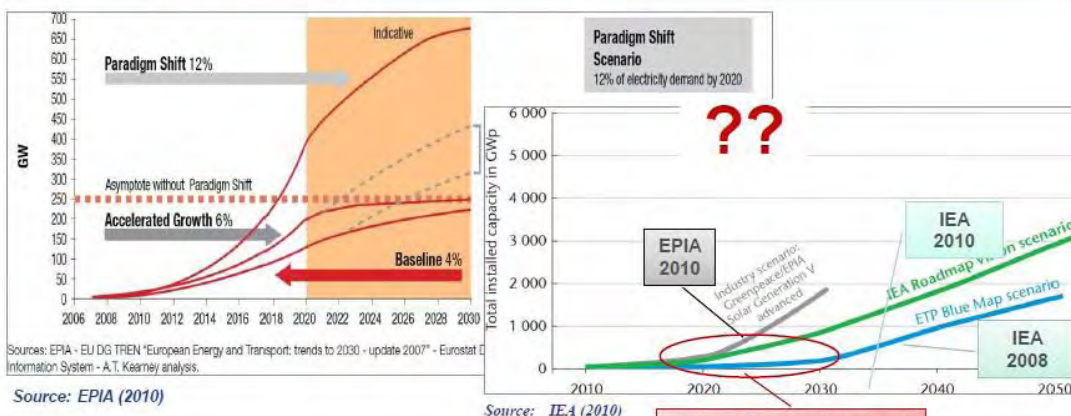
2013-10-10\_rwl

17




### PV market deployment scenarios: A fast growing global Market?

- Due to the high dynamic PV market growth, market forecasts and scenarios vary substantially and are continuously revised.
- Any advanced/accelerated future deployment scenario for PV (in particular the EPIA "Paradigm Shift Scenario") will depend on substantial contributions from polymer science & technology development and from the polymer industry.




2013-05-13\_rwl


18



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



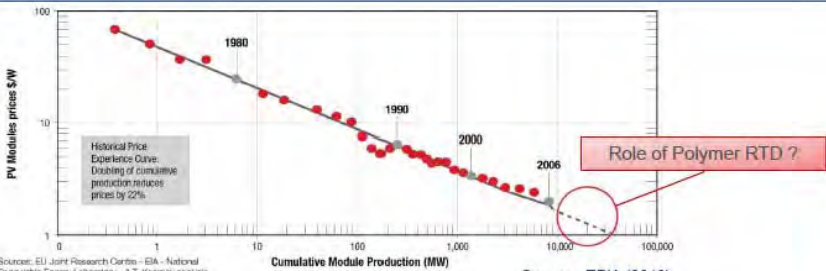
**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



**JKU**


**Polymer Industry Relevant Aspects:**      *The key is “cost reduction & performance improvement”*

- Achieving “**grid parity**” in some world regions **by 2020** requires a combined effort of policy measures and technological progress.
- The PV industry envisages a **cost reduction of 8% p.a.** (EPIA, 2010), which translates into halving the costs every 8 years.
- An appropriate share of the cost reduction goal must come from **innovations related to polymeric encapsulation materials and processes.**
- **Polymer related cost fractions** of PV module production (materials and processing):  
 Rigid PV modules: **10 – 20 %**                      Flexible PV modules: **20 – 40 %**




Source: EUI Joint Research Centre – EIA – National Renewable Energy Laboratory – A.T. Kaserer analysis.      Source: EPIA (2010)


2013-05-13\_rwL 19




**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



**JKU**

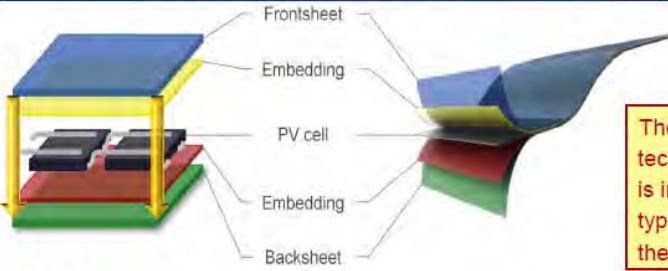


**solpol**

**SolPol-3: Kunststoffe für Photovoltaik**

*Current PV encapsulation materials & processing techniques*


- Only a **limited number of materials and film products** commercially available:
  - For **embedding**: various types of chemically (peroxide-)crosslinked **EVA** (ethylene vinylacetate copolymer)
  - For **backsheets**: mostly 3-layer film laminates (top: fluoropolymers (**PVF**); core: polyester (**PET**))
  - For **frontsheets**: mainly fluoro copolymers (**ETFE, ECTFE**); preferably for thin-film modules and semi-flexible and flexible modules
- Current PV module production is based on **discontinuous lamination processes**, determined primarily by using EVA embedding film material:  
 Typical cycle times/temperatures: **15 to 30 min. / 150 oC**




The need for new/advanced process technologies in PV module production is intimately related to the grades and types of semi-finished product forms of the polymeric encapsulation materials.


2013-05-13\_rwL 20






Institute of Polymeric Materials and Testing










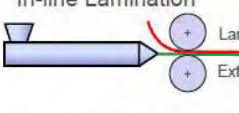
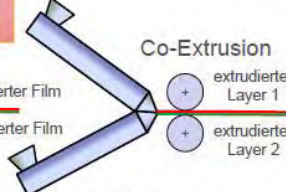
## SolPol-3: Neuartige Polymere für PV-Module



Von neuen Materialien ...

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">Stand der Technik</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">EVA-Elastomere</div>  <p style="text-align: center;">chemisch vernetzt<br/>(mit Peroxiden)</p> |  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">Thermopl. Elastomere</div>  <p style="text-align: center;">vornehmlich physikalisch vernetzt</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">Entwicklungsziele</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kürzere Laminationszykluszeiten</li> <li>▪ Kontinuierliche Produktion (Roll-zu-Rolle)</li> <li>▪ verbesserte Performance</li> </ul> </div> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

... zu neuen Prozessen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">Stand der Technik</div>  <p style="font-size: small; color: yellow;">Akasol, Krempel (GER)</p> |  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-weight: bold; color: red;">Entwicklungsziele</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>In-line Lamination</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Co-Extrusion</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Kontinuierliche Herstellung von Backsheet/Einbettungs- und Frontsheet/Einbettungs-Kombinationen</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2013-05-13\_rwl
21



Institute of Polymeric Materials and Testing





## Advanced Polymer Composites for Water and Wind Power

**CC GF-UP water pipes**  
(HOBAS Engineering GmbH, Klagenfurt/A)



**CF/EP-relining of high pressure pipes in Kaprun (A)**  
(Austrian Hydro Power AG, Salzburg/A)



**Wind generator blades**



Lake Neusiedl (A)

2013-05-13\_rwl
22



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



**JKU**

## Leichtbau-Design für die nächste Generation von Automobilen

- Nachhaltigkeit und geringe Emissionen
- Innovativer Einsatz trockener Endlosfaser-verstärkung mit duroplastischer Matrix (Epoxidharze)







– Reichweite: 150km  
– 80% Aufladung der Batterie in 1 Std.

■ **BMW i3 - Megacity Vehicle: Life module**


2013-05-13\_rwL
23



**ipmt** Institute of Polymeric Materials and Testing



**POLYMER TECHNOLOGY CENTER**



**JKU**

## Lightweight-Design in Bicycles

Virtually all-composite bicycles by Simplon: Generation 2011  
(Source: Simplon Fahrrad GmbH; Hard, A)

Race bicycle:  
**Serum**





Time trial/Triathlon:  
**MR.T**



E-Bike:  
**SILKcarbon E-LION**



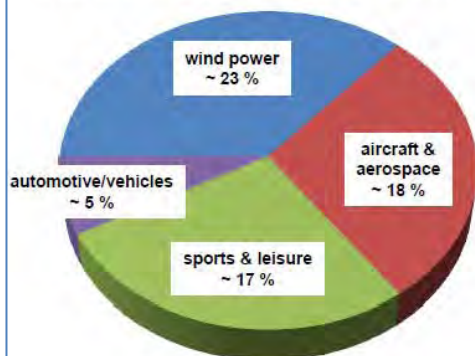
2013-05-13\_rwL
24

**The Economic Importance of Composites** *Markets & Applications*

**Carbon Fiber (cf) Polymer Composites**  
Market Shares (worldwide 2012)

Total production volume (2012): 65 kt

Total turnover (2012): 10-15 bill. US\$

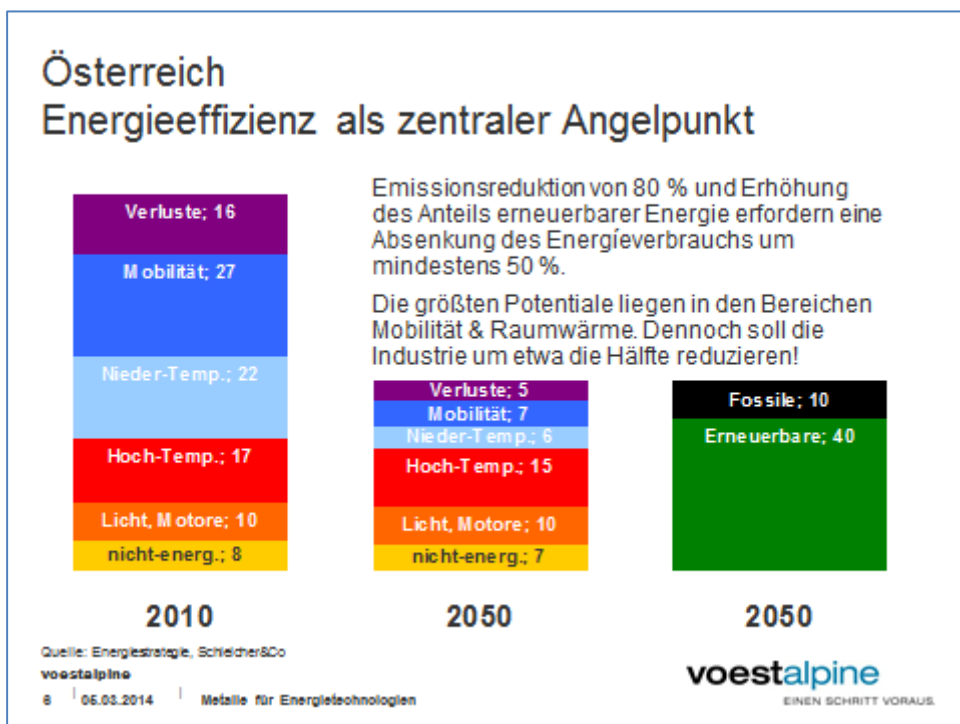


| Market                | Market share production volume (in t) | Market share turnover (in US\$) | Regional production share (in t)          |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|
| Wind Power            | 23 %                                  | 13 %                            | 74% Europe<br>15% USA<br>11% Asia         |
| Aircraft/Aerospace    | 18 %                                  | 40 %                            | 46% Europe<br>33% USA                     |
| Sports & Leisure      | 17 %                                  | 11 %                            | 86% China                                 |
| Automotive & Vehicles | 5 %                                   |                                 | 56% Europe<br>26% N. America<br>14% Japan |

Source:  
K Zeitung, Ausgabe 20  
Oct. 11, 2013

### 10.5.2 Metalle für Energietechnologien, Rupert Puntigam

Wegen des umfangreichen Vortrags wurde eine Auswahl besonders projektrelevanter Folien getroffen

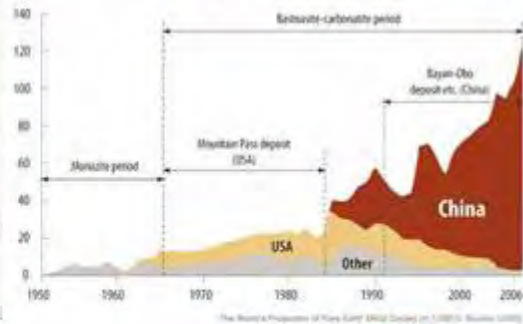


# Exkurs: Windenergie & Seltenerdmagnete

## China nutzt sein derzeitiges Monopol!

### Wettlauf um Seltene Erden

Seltene Erden: 17 Elemente, darunter Scandium, Yttrium und Lanthan, anwendbar als Baustoffe in vielen Schlüsseltechnologien (z.B. für Laptops, Computer, Laser, Hybridfahrzeuge)



voestalpine  
7 | 06.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORÜS.

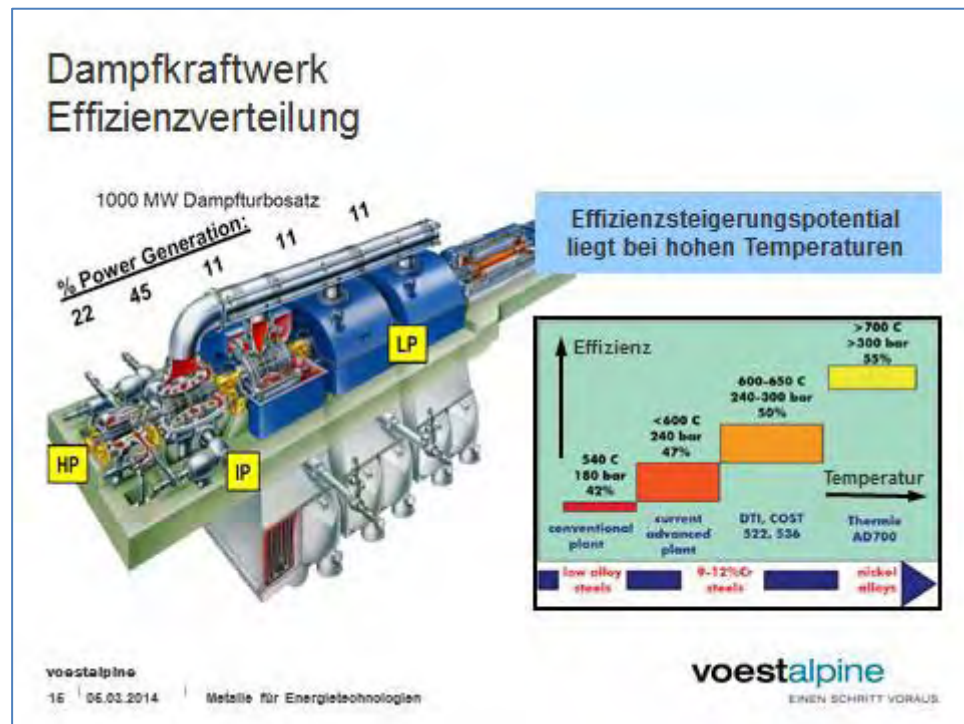
# Fossile Rohstoffverknappung ?



Source: A.T. Kearney analysis; AEA 2008; IHS GlobalVantage

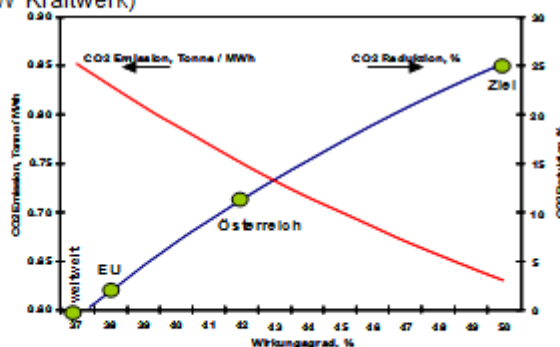
voestalpine  
8 | 06.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORÜS.



## Dampfkraftwerk Wirkungsgrad / Umweltgedanke

- **Emissionssenkung / Energiesenkung**  
in Österreich um bis zu 15% bei Wärmekraftwerken
- **Wirkungsgraderhöhung** von ~10% → 700.000 Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr  
(bezogen auf ein 750 MW Kraftwerk)



voestalpine  
18 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAUSS

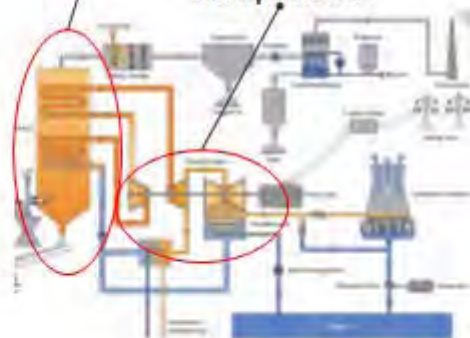
## Dampfkraftwerk Einsatzgebiete von voestalpine Produkten



- Produkte**
- Gussteile**
    - Giesserei Linz
    - Giesserei Traisen
  - Schmiedeteile**
    - Böhler Edelstahl
    - Böhler Schmiedetechnik
    - Buderus Edelstahl
    - ENPAR
  - Schweißzusätze**
    - Böhler Schweißtechnik A
    - Böhler Schweißtechnik D
    - UTP
  - Rohre**
    - voestalpine Tubulars

Dampferzeuger (Kessel)

Dampfturbine

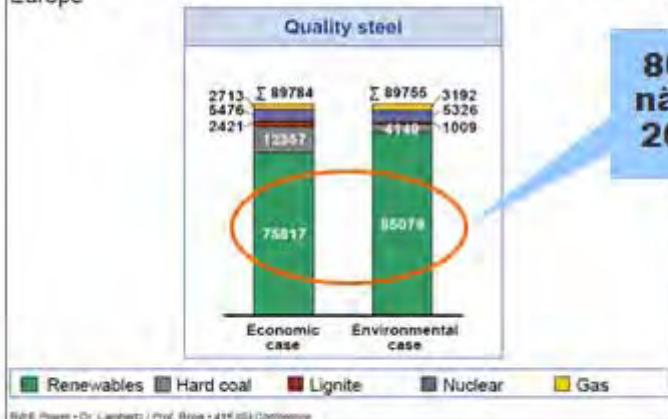


voestalpine  
17 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAUSS

## Zukunftsmarkt: Stahlbedarf für erneuerbare Energien in der EU

Demand for steel of power plant new-builds 2009 - 2030 (in 1,000 t) Europe



## Windenergie - voestalpine Produkte 3 Gittermast-WKA für Rendsburg-Bahrenfleth (D)



### Turm

Alternative Konstruktion (Einfacher Transport und Montage)

- voestalpine Stahl, voestalpine Anarbeitung
- voestalpine Krems
- Böhler Schweißtechnik

### Stahlrohrturm

- voestalpine Grobblech
- voestalpine Anarbeitung
- Böhler Schweißtechnik

### Betonturm

- voestalpine Austria Draht

### Fundament

Optimierte Struktur (Konstruktion, verwendete Stähle und Fügechnik)

- voestalpine Grobblech
- Böhler Schweißtechnik

### Getriebe

Optimieren der verwendeten Stähle zur Erhöhung der Lebensdauer

- Buderus Edelstahl

### Antriebswelle

- Villaris

### Generator

leistungsfähigere Elektrobänder

- voestalpine Stahl



## Stahl der voestalpine Gruppe für Windturbinen

**Schmiedeteile**

Villares Metals  
(main shaft)



**Generator**

voestalpine Stahl



**Lager**

voestalpine Stahl GmbH  
Austria Draht GmbH  
Buderus Edelstahl  
Schmiedetechnik



**Getriebe**

Buderus Edelstahl  
Buderus Edelstahl  
Schmiedetechnik



**Grobbleche für Turm & Fundament, Profile und Spannstahlseile für den Turm**

voestalpine Stahl GmbH  
Böhler Welding  
voestalpine Krems GmbH  
Austria Draht GmbH



voestalpine  
21 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

**voestalpine**  
EINEN SCHRITT VORAN

## Solarenergie Stahlpotential für solare Stromerzeugung





**ca. 100 t Stahl pro MW**  
Solarthermie-, Photovoltaik- bzw. Wind-Kraftwerk  
(Quelle: DLR bzw. Fraunhofer)

**Solare Stromerzeugung:**

- 2009: 17 GW installierte Leistung = **1,7 Mio.t Stahl**  
mit 49 % Wachstum pro Jahr von 2009 bis 2013:  
(Quelle: Display Search, USA)
- 2013: 42 GW = **4,2 Mio.t Stahl**
- EU 2020 Ziel: 30 % aus erneuerbaren Energien
- 5 % Solarstrom = 200 GW (+25 %/Jahr) = **20 Mio. t**

**Der solare EU-Stahlbedarf wird in Zukunft > 1% der europäischen Stahlproduktion betragen!**

voestalpine  
23 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

**voestalpine**  
EINEN SCHRITT VORAN

## Energieeffizienzpotential des Raumwärmesektors

- EU-Richtlinie im Beschluss
- Sanierungen
  - Energetisch
    - Wärmedämmung
    - Fenstertausch
  - Moderne Haustechnik
    - Wärmepumpen – PV Kombi
    - Blockheizkraftwerke (CHP)
    - kontrollierte Wohnraumlüftung
    - Smart Metering
  - Erneuerbare Energien
    - Solarenergie
    - Biomassekessel
    - Energieverbund & Komplettsysteme
- Siedlungskonzepte
  - Nah- & Fernwärmenetze
- Aufstockung mit Stahlunterbau

### Entwicklung des anteiligen Heizwärmebedarfs

95% des Energiebedarfs

- Energieverbrauchssenkung
  - Effizienz der Haushaltsgeräte
  - Stand-off anstatt Stand-by
  - Heizungspumpentausch
  - Benutzerschulung & -anreize

**voestalpine**  
24 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

**voestalpine**  
EINEN SCHRITT VORAN

## Daten zum japanischen Bausektor

- Japan (350.000 Häuser jährlich)  
Margen ~7%, 13% der Beschäftigten, 12% Wachstum
  - Sekisui Housing:
    - Japanische Produktion: 58.000 WE/a (EFH, MGWB) auf Systembauweise
    - 11. größter Baukonzern der Welt, 12.544 Mio \$ Umsatz (2005)
    - 25.000 Mitarbeiter (1/3 Marketing & Verkauf)
    - 1996-1999 Versuch einer Etablierung in D, dzt. Engagement in UK
    - *Zero utility expense house = Nullbetriebskosten 2005 bereits ~50% Marktanteil*
  - Toyota Homes
    - Japanische Produktion: 5.000 WE/a (EFH) auf Raumzellenbauweise
    - Weltmarktführend im Robotics-Einsatz
    - Endverbraucherpreise ca. 1100 bis 1800 €/m² je nach Qualitätsstufe (2005)
    - Kein europ. Engagement geplant

erster Kundenkontakt

Auslieferung in spätestens 40 Tagen

Bezugsfertig in 2 Monaten

**voestalpine**  
26 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

**voestalpine**  
EINEN SCHRITT VORAN

## Space frame → Skelettkarosserie



- Laut OEM ist die größte Herausforderung der Schwenk zum Leichtbau
- Trend zu Leichtgewicht EVs mit
  - space frame / **Skelettbauweise**
  - und plastic hang on parts

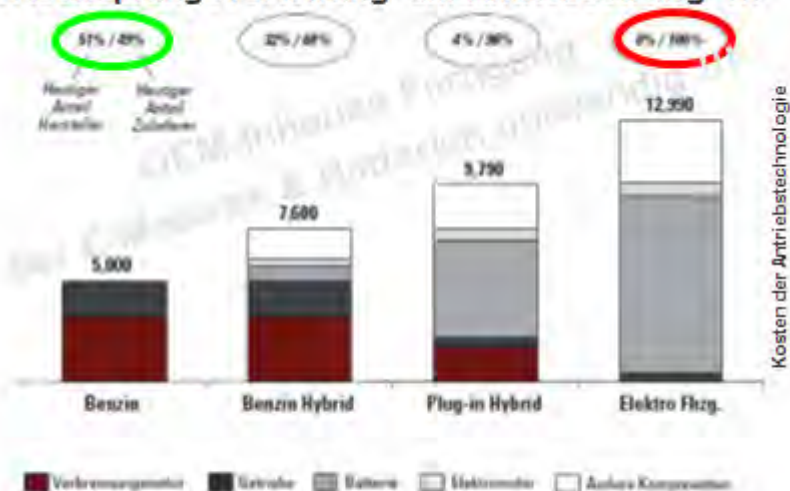


- Reichweitendiskussion muss vom Tisch
- Stahlleichtbau ist essentiell
- Konzentration auf Tragkonstruktionen

voestalpine  
28 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAUSS

## Warum kein OEM EVs will: Wertschöpfungsverteilung am Antriebsstrang !!!



Hinweis: €-Werte sind Angaben für Europa in 2020. Szenario „Moderate Drive for Change“, BMW-Klassen.

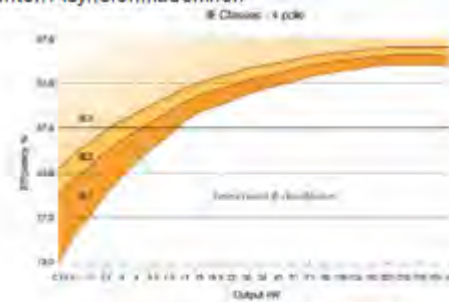
(Quelle: S. F. Körner)

voestalpine  
27 | 05.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAUSS

## Effizientere Motoren für Elektromobilität Effizienzvorgaben für E-Motoren

- **Hälfte des Stromverbrauchs durch Elektromotoren**
  - **USA:** Bereits ca. 60% hocheffizient (IE2) und 16% höchsteffizient (IE3-4) installiert
  - **EU:** derzeit 9% IE2-4 Vertrieb
- **EU-Vorgabe für ab Juni 2011**
  - Verkaufsverbot von nicht hocheffizienten Asynchronmaschinen (0,75-375 kW) mit IE <2-4
- **Weiters in Planung**
  - Umstieg Bürstenmotoren auf kommutierte Motoren
  - Heizungspumpentausch
  - Braune Ware → „Grüner Ware“
  - Hohe Drehzahlen → Effizienter



## PRT/GRT und Werkstoffbedarf

- Den öffentlichen Verkehrsformen (ÖPNV) gehört die Zukunft
- Die Frage lautet **welchen?**

- Werkstoffeinsatz für:
- **Fahrwege**
  - Schienen (Standssysteme)
  - Leitträger (aufgehängte Systeme)
  - Unterkonstruktionen & Stützsysteme



- **Fahrzeuge in Leichtbauweise**
- **stahlbereifte Räder & Schienen**



- **Elektroband (Elektromotoren)**



**Silent Aeroplanes max. 63 dB**  
**-1/3 Kraftstoffverbrauch**  
**Markteintrittsbarriere**  
**ist die Logistik**



## Weitere Thematiken für Österreich

Österreich = Zuliefererindustrie → Suche im Detail

Energieeffizienz

Gewichtsreduzierung - Leichtmetalltrend

- Werkstoffdiversifikation
- Hybride-Lösungskonzepte
- Herausforderung Fügen
  - Antwort der voestalpine = PHS (Presshardening Steels)
- Biomasse (Temperaturführung – Korr. Beständigkeit – Syn-gas – Transport/Torrefication...)
- Leichtbaumaterialien
- Akkumulatoren (economy of scale – PV-Speicher ...)
- Kleinwasserkraftwerke – Repowering – Werkstoffanforderungen

voestalpine  
30 | 06.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAN.

## Weitere Thematiken für Österreich

- Umgebungswärme – Heiztechnik (intelligente Verschaltungen/Lösungen...)
- Thermische Abwärmenutzung (Kreisprozesse bis Seebeck/Peltiereffekt)
- Netzausbau (Wichtig ist der dezentrale Netzausbau (Traffostationen))
- Steuerungstechnik – IT & Leistungselektronik
- Recycling (Elektrolyse...)
- Verarbeitungstechnologien
- CCS – CCU (Satz von Hess...)
- Leicht-Wärmedämmbeton...

voestalpine  
31 | 06.03.2014 | Metalle für Energietechnologien

voestalpine  
EINEN SCHRITT VORAN.

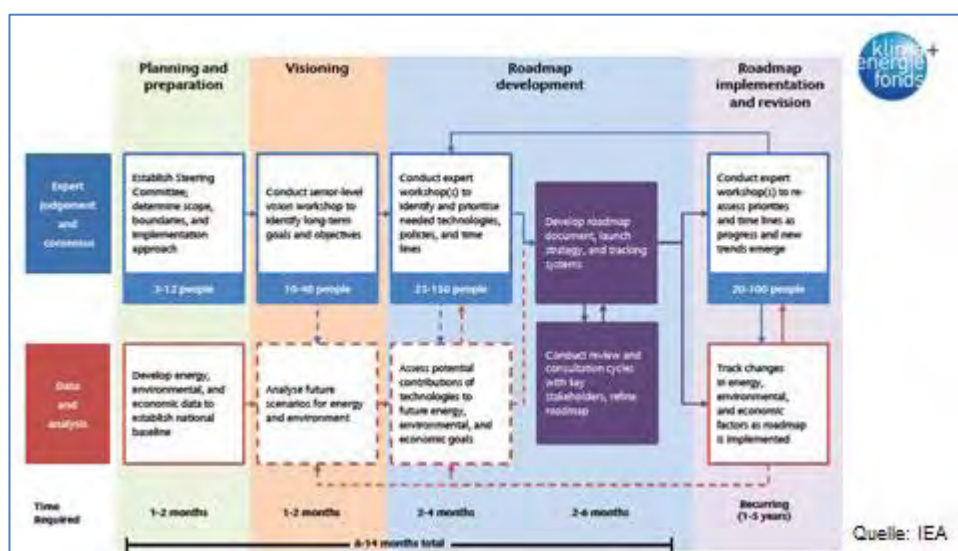
### 10.5.3 Warum Energietechnologieroadmaps für Österreich?, Elvira Lutter



IEA Energy Technology Roadmaps  
als Leitlinie für nationale Roadmaps

- Analytisches Konzept für die Erstellung
- Identifikation der strategischen FTI-Handlungsfelder ("Stärken stärken")
- Zielgruppe: politische Entscheidungsträger, Industrie, Forschungseinrichtungen

Energy Technology Roadmaps  
.guide  
Assessment and Recommendations






## Beispiel

| Grundlagenforschung | Gebäudeanw. | Prozesswärme | Smart Grids | Mobile Anw. | Forschungsthema                                                                              |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materialentwicklung |             |              | X           |             | Kunststofffolien zur Abdichtung von Erdspeichern mit einer Temperaturbeständigkeit bis 110°C |
|                     |             | X            | X           |             | Leichtbau- und Fertigteilelemente für große Saisonspeicher                                   |
|                     | X           | X            | X           |             | Verbesserte Dämmungen, z.B. Vakuumdämmung                                                    |

Quelle: Masterplan Austria – Thermal Energy Storage (ASIC et al.)





Mag. Elvira Lutter

Tel 01 585 03 90 DW 31  
 E-Mail: [elvira.lutter@klimafonds.gv.at](mailto:elvira.lutter@klimafonds.gv.at)

# DANKE für Aufmerksamkeit!







Versorgungssicherheit  
Wettbewerbsfähigkeit  
Nachhaltigkeit  
Perspektiven

