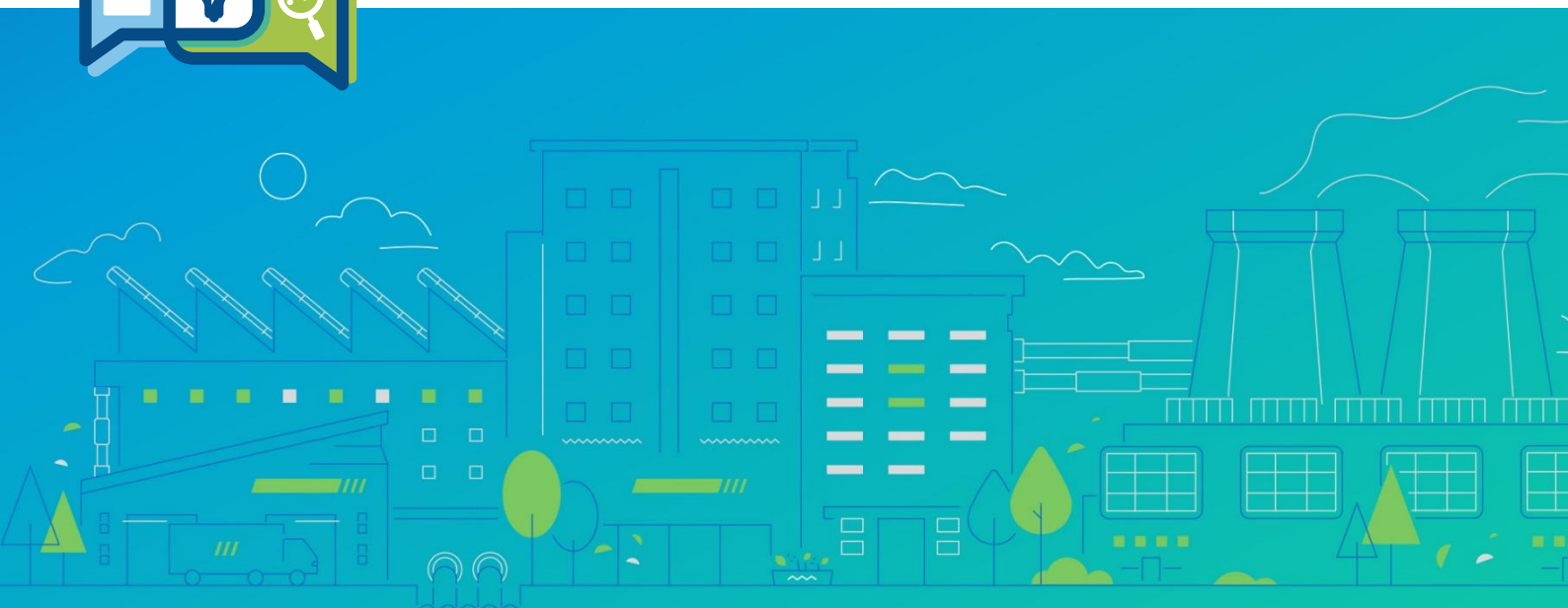


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ergebnisse der Thementische des Kongresses zur Energieforschung in Industrie und Gewerbe 2026

Karlsruhe, Aachen, Bensheim
21. Mai 2026



Präambel

Energie- und Ressourceneffizienz leisten wichtige Beiträge zur Minderung der Treibhausgasemissionen und dämpfen die im Trend steigenden Ressourcenkosten der Unternehmen.

Im 8. Energieforschungsprogramm (EFP) ist Energieeffizienz als ein Förderungsgegenstand verankert, neben weiteren transformationsrelevanten Handlungsfeldern wie Elektrifizierung, Diversifizierung, Flexibilität, Resilienz und Systemdienlichkeit. Die Forschungsförderung adressiert die deutsche Industrie sowie das Gewerbe und zielt darauf ab, Innovationen und technologischen Fortschritt zu stimulieren, bislang unerschlossene technisch-wirtschaftliche Potenziale nutzbar zu machen und damit sowohl die Wettbewerbsfähigkeit als auch die nachhaltige Transformation des Industriestandorts Deutschland zu unterstützen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Zusammenfassung der Diskussion.....	6
3	Protokolle der Thementische	9
3.1	Energieinfrastruktur, Elektrifizierung und Systemintegration	9
3.1.1	Energieflexibilität in der Industrie	9
3.1.2	Supraleitende Hochstromanbindungen für energieintensive Industrieprozesse, Hyperscale-Rechenzentren, urbanen Stromtransport und die Fusionsforschung.....	10
3.1.3	Gleichstromfabrik.....	12
3.1.4	Transformation des Energienetzes: Intelligente Leistungshalbleiter vs. Elektromechanik.....	13
3.2	Prozesswärme, Abwärme und sektorübergreifende Wärmesysteme	16
3.2.1	Effiziente und wirtschaftliche Nutzung industrieller Abwärme in Zusammenhang mit Sektorenkopplung	16
3.2.2	Industriewärmepumpen.....	19
3.2.3	Was kann die Bioenergie für Industrie und Gewerbe tun?	22
3.3	Energie - und Ressourceneffizienz sowie neue Materialien	25
3.3.1	Steigerung von Energie- und Ressourceneffizienz durch Tribologie – Potentiale für die Industrie	25
3.3.2	Ressourceneffizienz und zirkuläre Wirtschaft im Kontext der Energieforschung ...	26
3.3.3	Neue Materialien für Energieeffizienz in Bausektor und Industrie.....	28
3.4	Digitalisierung, Daten und KI.....	31
3.4.1	Digitalisierung und Sensorik in der Prozessindustrie	31
3.4.2	KI für Energieeffizienz.....	32
3.5	Transfer und Förderung.....	37
3.5.1	Beschleunigung des Transfers von FuE-Lösungen in ihre Anwendungsmärkte.....	37
3.5.2	Kostenbewusstsein bei Forschungs- und Demonstrationsvorhaben.....	40
3.5.3	Feedback zum 8. Energieforschungsprogramm	41

1 Einleitung

Am 17. und 18. März 2026 fand in Berlin der Kongress zur Energieforschung für Industrie und Gewerbe statt, eine Veranstaltung vom und für das Forschungsnetzwerk Industrie und Gewerbe. Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Forschung und Industrie kamen zusammen, um aktuelle Entwicklungen der Energieforschung zu diskutieren, sich zu vernetzen und praxisnahes Wissen auszutauschen.

Das Programm umfasste unter anderem Fachvorträge zu Erfolgsgeschichten aus der Praxis, Impulse zu aktuellen Trends und Entwicklungen sowie eine Podiumsdiskussion und eine Poster-Session.

Am zweiten Veranstaltungstag standen insbesondere Vernetzung und fachlicher Austausch im Mittelpunkt. An insgesamt 15 Thementischen wurden in zwei rund 70-minütigen Diskussionsrunden verschiedene Themen der Energieforschung vertieft behandelt. Die inhaltliche Gestaltung erfolgte individuell durch die jeweiligen Thementischleitenden.

Die wichtigsten Diskussionspunkte sowie ausgewählte Ergebnisse der Thementische wurden von Mitarbeitenden des Projektträgers Jülich (PtJ) dokumentiert und nachfolgend zusammengefasst. Die Begleitforschung als Organisatorin der Veranstaltung hat die einzelnen Beiträge vereinheitlicht, konsolidiert und ausgewertet.

2 Zusammenfassung der Diskussion

Wirtschaftlichkeit als zentrale Bedingung für Umsetzung

Wirtschaftlichkeit wurde in mehreren Thementischen als zentraler Maßstab für die praktische Umsetzung von Energie- und Ressourceneffizienz hervorgehoben. Technische Lösungen entfalten ihre Wirkung in der Breite nur dann, wenn belastbare Business Cases vorliegen und wirtschaftliche Rahmenbedingungen eine verlässliche Planung ermöglichen. In diesem Zusammenhang wurde ein verlässlicher und steigender CO₂-Preis mehrfach als wichtiger Hebel genannt, um Investitionen auszulösen und klimafreundliche Technologien wirtschaftlich attraktiver zu machen. Neben den Investitionskosten wurde zudem betont, dass auch Betriebskostenrisiken und -differenzen eine wesentliche Rolle spielen, insbesondere in frühen Anwendungs- und Hochskalierungsphasen, und entsprechend berücksichtigt werden sollten.

Förderlandschaft und Übergänge entlang der Innovationsprozesse

Die Diskussionen haben gezeigt, dass die bestehende Förderlandschaft eine Vielzahl relevanter Instrumente umfasst, deren Zusammenspiel jedoch nicht immer reibungslos erfolgt. Insbesondere in den Übergängen zwischen Forschung, Demonstration, Hochskalierung und Markteinführung bestehen Herausforderungen, die sich je nach Akteursgruppe unterschiedlich auswirken. Dies betrifft vor allem kleine und mittlere Unternehmen, die häufig nicht über ausreichende finanzielle, personelle und organisatorische Ressourcen verfügen, um komplexe Entwicklungs- und Umsetzungsprozesse eigenständig zu bewältigen. Vor diesem Hintergrund wurde angeregt, die Anschlussfähigkeit verschiedener Förderinstrumente zu verbessern und Übergänge zwischen Programmen fließender zu gestalten. Gleichzeitig wurden Mikroprojekte als besonders niedrigschwelliger und praxisnaher Einstieg in Forschung und Innovation positiv hervorgehoben und als ein Instrument bewertet, das zur weiteren Stärkung der Förderlandschaft beitragen kann.

Rahmenbedingungen, Kompetenzen und Umsetzungsvoraussetzungen

An mehreren Thementischen wurde deutlich, dass die Umsetzung technischer Lösungen nicht allein von ihrer technologischen Reife abhängt, sondern maßgeblich durch strukturelle, regulatorische und organisatorische Rahmenbedingungen geprägt wird. Regulatorische Anforderungen, Normungsfragen und Genehmigungsprozesse wurden vielfach als relevante Einflussfaktoren benannt, die sowohl unterstützend als auch hemmend wirken können.

Ein weiterer zentraler Aspekt betrifft die Verfügbarkeit von Kompetenzen und Ressourcen. In verschiedenen Kontexten wurden fehlende Fachkräfte als limitierender Faktor identifiziert. Darüber hinaus spielen Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung sowie die Anpassung bestehender Kompetenzprofile eine wichtige Rolle für die erfolgreiche Implementierung neuer Technologien.

Ergänzend wurde betont, dass Akzeptanz, Kommunikation und organisatorische Einbettung entscheidend für die Umsetzung sind. Technische Lösungen müssen verständlich aufbereitet, ihre Anwendungsfelder transparent gemacht und ihre Integration in bestehende Prozesse sichergestellt werden. In diesem Zusammenhang wurde auch die Bedeutung von Standardisierung hervorgehoben, sowohl in technischer Hinsicht als auch in Bezug auf Planungs- und Anwendungsfälle, um Komplexität zu reduzieren und Skalierung zu erleichtern.

Übergreifende Perspektiven für Energie- und Ressourceneffizienz

Energie- und Ressourceneffizienz wurden durchgängig als zentrale Beiträge zum Klimaschutz und zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit eingeordnet. In mehreren Diskussionen wurde hervorgehoben, dass Aspekte der Kreislauffähigkeit und die Qualität von Rezyklaten, frühzeitig in Forschung und Entwicklung integriert werden sollten.

Digitale Technologien und Künstliche Intelligenz wurden als wichtige Werkzeuge zur Erschließung zusätzlicher Effizienzpotenziale gesehen, wobei gleichzeitig praktische Herausforderungen in Bezug auf Datenverfügbarkeit, Interoperabilität, Sicherheit und Anwendung bestehen.



3 Protokolle der Thementische

3.1 Energieinfrastruktur, Elektrifizierung und Systemintegration

Über die Thementische hinweg zeigt sich im Themenfeld „Energieinfrastruktur, Elektrifizierung und Systemintegration“ ein einheitliches Bild: Die zentralen Herausforderungen liegen weniger in der technologischen Reife als in ökonomischen und regulatorischen Rahmenbedingungen. Zwar sind viele Lösungen grundsätzlich technisch verfügbar oder weit entwickelt, ihre breite Umsetzung wird jedoch durch fehlende Investitionssicherheit, komplexe Regulierung, hohe Netzentgelte sowie offene Fragen der Wirtschaftlichkeit gehemmt. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Integration in bestehende Infrastrukturen und Systeme eine zentrale Herausforderung darstellt. Insgesamt wird die Transformation als eine Aufgabe verstanden, bei der technologische Lösungen mit passenden Rahmenbedingungen zusammengebracht werden müssen.

3.1.1 Energieflexibilität in der Industrie

Nummer des Thementischs: 1

Thementischleitung: Arthur Stobert, Jan Hohlbein (Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen, TU Darmstadt)

Protokoll: Dr. Dmitri Tabakajew

Leitfrage: Wie schafft Energieflexibilität in der Industrie den Sprung vom vielversprechenden Konzept in die gelebte Praxis?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

In der Diskussion wurde hervorgehoben, dass Energieflexibilität in der Industrie branchenabhängig mit vielen Herausforderungen einhergeht, wobei der Mittelstand flexiblere Optionen wie Speicher nutzen kann, während energieintensive Branchen wie Chemie mit schwierigen Prozessanpassungen und unzureichenden Anschlussleistungen kämpfen. Wichtige Erkenntnisse sind:

- Wirtschaftliche Anreize sind notwendig.
- CO₂-Preisen müssen planbar sein.
- Stromkosten können gesenkt und die Resilienz gesteigert werden durch hybride Energiequellen wie Strom-Gas-Kombinationen.

Es bestanden Kontroversen um das Merit-Order-Prinzip der Preisbildung und die langfristige Bindung von Partnern für Abwärmenutzung.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Es wurden Vorschläge wie die Umstellung von Prozessen auf günstige Stromzeiten, der Einsatz von Wasserstoff oder Erdgas zu Stromspitzen sowie die Ausnutzung thermischer Massen und Wärmespeicher eingebracht. Auch innovative Ansätze wie Digitalisierung für Verbrauchs- und Preisprognosen und der E-Flex-Scanner als niederschwelliges Tool für die Identifikation von Energieflexibilitätspotential in der Produktion wurden ergänzt. Darüber hinaus wurden positive Beispiele aus Aluminiumherstellung, Kältetechnik oder Projekten wie Trimet Virtuelle Batterie und Synergie in der Lebensmittelindustrie vorgestellt.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Offen bleiben Fragen zu tragbaren Netzentgelten mit anteiliger Unternehmensbeteiligung, besserer Regulierung für Speicherstandorte, variablen Netzentgelten und einfacherer Freischaltung von Anschlüssen bei Eigenverbrauch sowie zu einer globalen CO₂-Preisplanung und der Entwicklung hybrider Fenster, wobei Forschungsbedarf in Demonstrationsvorhaben, Testinfrastrukturen und Begleitforschung zu Investitionsförderung besteht.

Nächste Schritte

Als nächste Schritte gelten die Wiederholung von Reallaboren, Förderung kleinerer Projekte und Mikroprojekte mit höheren Grenzen, Etablierung einer Partnerbörse und Matchmaking durch Projektträger, Kombination von Programmen wie BIK und EFP sowie Feldtests für zwei Jahre, um Planbarkeit in Regularien und Netzbetrieb zu verbessern.

3.1.2 Supraleitende Hochstromanbindungen für energieintensive Industrieprozesse, Hyper-scale-Rechenzentren, urbanen Stromtransport und die Fusionsforschung

Nummer des Thementischs: 5

Thementischleitung: Prof. Christof Humpert (Elektrische Energietechnik, TH Köln), Prof. Wolfgang Reiser (Geschäftsführer der Vision Electric Super Conductors GmbH)

Protokoll: Ralf Egen

Leitfrage: Für welche Anwendungen sind Hochtemperatursupraleiter besonders geeignet - und warum sind wir in der Umsetzung noch nicht weiter?

1. Anwendung Rechenzentren / industrielle Anwendungen / Strominfrastruktur

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Hyperscale-Rechenzentren weisen sehr hohe Anschlussleistungen (typisch etwa 100 MW) sowie stark steigende Leistungsdichten auf Server-Rack-Ebene auf (aktuell etwa 150 kW, perspektivisch bis zu 1 MW). Insbesondere KI- und GPU-Anwendungen treiben diese Entwicklung und erhöhen die Anforderungen an Energieversorgung und Kühlung deutlich. Hohe Taktfrequenzen erzwingen kompakte Systemarchitekturen und kurze Leiterbahnen, wodurch die Wärmeabfuhr zunehmend kritisch wird. Vor diesem Hintergrund könnten HTS-Kabel Vorteile für die Energieversorgung bieten, insbesondere bei hohen Leistungen und geeigneter Auslastung. Deren Wirtschaftlichkeit hängt jedoch unter anderem von Leitungslänge und Auslastung (z. B. >40–50 %) ab. Die Kühlung (z. B. mit LN₂, Helium oder mehrstufigen Systemen) stellt dabei einen zentralen Bestandteil der HTS-Systeme dar. Gleichzeitig bestehen infrastrukturelle Engpässe, insbesondere bei Transformatoren mit Lieferzeiten von über sechs Monaten.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Diskutiert wurde der Einsatz von HTS-DC-Systemen zur Energieverteilung innerhalb von Rechenzentren, beispielsweise mit Einspeisung auf Hochspannungsebene (110–380 kV) und Verteilung auf niedrigere DC-Spannungsebenen wie 800 VDC. Ergänzend wurde die Nutzung symmetrischer DC-Systeme (z. B. ±400 V) sowie der verstärkte Einsatz von Liquid Cooling für Hochleistungs racks genannt. Zudem wurde die Notwendigkeit betont, Kabeltopologien an spezifische Anforderungen wie Spannungsebene, Leistung und Retrofit-Bedingungen anzupassen.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Offen sind insbesondere die wirtschaftlichen Einsatzgrenzen von HTS, etwa in Abhängigkeit von Leitungslängen und Lastprofilen, sowie der konkrete Vergleich von HTS-DC-Systemen gegenüber konventionellen AC-Kupferlösungen in Rechenzentren. Weitere Fragen betreffen die Verfügbarkeit notwendiger Komponenten, insbesondere im Bereich der DC-Schutztechnik, sowie die optimalen Spannungsebenen für zukünftige Rack-Versorgungen (z. B. 800 VDC). Auch der Umgang mit Leistungsspitzen durch KI-Anwendungen, die realistische Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren sowie die Integration und Auslegung geeigneter Kühlsysteme für HTS bleiben offene Punkte.

Nächste Schritte

Als nächste Schritte wurden die Prüfung der Verfügbarkeit und Marktreife zentraler Komponenten, die Bewertung konkreter Anwendungsfälle in Rechenzentren und Industrie sowie die Analyse geeigneter Systemarchitekturen für HTS-DC genannt. Zudem sollen laufende Demonstrationsprojekte (z. B. „Superlink“) ausgewertet werden.

Fazit

Rechenzentren und energieintensive Anwendungen stellen einen zentralen Treiber für den möglichen Einsatz von HTS dar. Gleichzeitig bestehen noch erhebliche offene Fragen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Systemintegration und Komponentenverfügbarkeit.

2. Anwendung: Fusionsforschung / Hochtemperatursupraleiter (HTSL) in der Fusion

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

In der Diskussion wurde deutlich, dass magnetische Fusionsreaktoren aufgrund ihrer komplexen Magnetfeldgeometrien sehr kleine Biegeradien erfordern, was die Umsetzung mit HTS-Bändern erheblich erschwert. Demgegenüber benötigen laserbasierte Fusionsreaktoren (Trägheitsfusion) keine supraleitenden Spulen für den Plasmaeinschluss.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Als möglicher Ansatz wurde der Einsatz von Supraleitern in zukünftigen Fusionskraftwerken außerhalb des Plasmaeinschlusses genannt.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Offen bleibt insbesondere, wie HTS-Bänder an die Anforderungen sehr kleiner Biegeradien in magnetischen Fusionsreaktoren angepasst werden können.

Nächste Schritte

Konkrete nächste Schritte wurden nicht vereinbart.

Fazit

Der Einsatz von HTS in der Fusion ist stark anwendungsspezifisch begrenzt und unterscheidet sich deutlich zwischen magnetischer und laserbasierter Fusion.

3. Weitere Anwendungsfelder von HTSL:

Als weitere potenzielle Anwendungsfelder wurden die Offshore-Windkraftanbindung, die direkte Verbindung von Windkraftanlagen zu Industrieanlagen sowie der Einsatz in energieintensiven Industrien, beispielsweise in der Aluminium- oder Glasproduktion, genannt.

3.1.3 Gleichstromfabrik

Nummer des Thementischs: 6

Thementischleitung: Prof. Holger Borchering (Energieforschung, TH Ostwestfalen-Lippe)

Protokoll: Dr. Johannes Weihermüller

Leitfrage: Die Potentiale industrieller Gleichstromnetze sind belegt durch verschiedene Forschungsprojekte und Modellfabriken. Welches sind die wesentlichen Vorbehalte, dass diese Technik noch nicht breit eingesetzt wird?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Die zentrale Erkenntnis des Kongresses lautet, dass die DC-Technik aus technologischer Sicht als gesetzt gilt – insbesondere für Anwendungen wie Charging-Hubs oder Greenfield-Projekte. Gleichzeitig bremsen deutsche Regularien eine schnelle und breite Markteinführung massiv aus. Die komplexe Regulierungslandschaft, hohe Netzentgelte und mangelnde Planungssicherheit wurden als wesentliche Hemmnisse identifiziert. Besonders kritisch ist die Situation für Unternehmen, die lokale Netze betreiben wollen: So plant ein Supermarkt ein lokales Netz, muss aber aufgrund eines zusätzlichen kleinen Netzanschlusses trotzdem vollständige Netzentgelte entrichten – ein klares regulatorisches Problem.

Weitere zentrale Diskussionspunkte umfassten den Schutz der Energieversorger, der als zu stark empfunden wird, sowie die geringen Investitionen in neue deutsche Produktionsanlagen, die den Technologietransfer behindern. Die Wirtschaftlichkeit von DC-Netzen wurde kontrovers diskutiert: Der Return on Investment liegt bei etwa fünf Jahren, was für viele Unternehmen – im Vergleich zu schnelleren Einsparungen etwa durch Stellenabbau – schwer zu rechtfertigen ist. Zudem wurde auf die Marktverzerrung durch China bei Angebot und Normung hingewiesen, was den europäischen Einfluss auf die Technologieentwicklung erschwert.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Als vielversprechender Ansatz wurde die Kopplung von DC-Netzen mit Wärmenetzen hervorgehoben – diese Verbindung soll in zukünftigen Projekten systematisch verfolgt werden. Ein weiterer Vorschlag ist die Einrichtung lokaler, privater Netze ohne Netzentgelte, um die Kosteneffizienz zu steigern oder eine entsprechende Anpassung der Regulatorik. Darüber hinaus wurde betont, dass die Leistungselektronik politisch stärker in den Fokus gerückt werden muss – sowohl bei Ministerien als auch bei Projektträgern und Verbänden.

Weitere Empfehlungen umfassen die Vereinfachung der Regulierung sowie die frühzeitige Definition klarer Anforderungen seitens der Politik, um Investitionssicherheit zu schaffen. Die deutsche Produktion von DC-Komponenten – insbesondere Halbleiter sowie Schutz- und Schalttechnik – muss erneuert und ausgebaut werden. Die Speichermöglichkeiten wurden als weiterer Ausbaubereich identifiziert. Schließlich wurde angeregt, dass auch Maschinenbauer stärker in die Transformation eingebunden werden müssen.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Der Forschungsbedarf konzentriert sich zunächst auf die Leistungselektronik: Hier werden leistungsfähige Halbleiter und Bauelemente für DC-Spannungen über 800 V sowie fortschrittliche Schutz- und Schalttechnik benötigt. Die DC-Technik für Hochspannungsanwendungen – insbesondere hinsichtlich Isolation – erfordert weitere Forschung.

Vielversprechende Anwendungsbereiche, die noch nicht ausgiebig erforscht sind, umfassen Flughäfen, Rechenzentren, Charging-Hubs sowie Power2Heat-Systeme. Die Kopplung von DC-Netzen mit Wärmenetzen wurde sowohl bei den Erkenntnissen als auch beim Forschungsbedarf genannt und bleibt eine zentrale offene Frage für die weitere Untersuchung.

Nächste Schritte

Die weiteren Schritte wurden wie folgt definiert: Die Forschungsfragen sollen in das Forschungsnetzwerk Stromnetz des 8. Energieforschungsprogramms (EFP) eingebracht werden. Zudem wird die Open Direct Current Alliance (ODCA) in die Forschungsdiskussion eingebunden, um den Austausch zwischen Forschung und Praxis zu intensivieren.

Fazit

DC-Technik ist technologisch alternativlos und wird insbesondere bei Charging-Hubs und Greenfield-Projekten die Zukunft bestimmen – doch ohne erhebliche Vereinfachung der Regulierung, Stärkung der deutschen Fertigung und verstärkte Forschungsanstrengungen wird Deutschland den Anschluss verlieren.

3.1.4 Transformation des Energienetzes: Intelligente Leistungshalbleiter vs. Elektromechanik

Nummer des Thementischs: 13

Thementischleitung: Dr. Peter Friedrichs (Fellow SiC Innovation and Industrialization, Infineon Technologies AG)

Protokoll: Arnd Nitschke

Leitfrage: Welche technologischen und administrativen Lücken müssen auf dem Weg zum intelligenten und resilienten Energienetz der Zukunft geschlossen werden?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Die Transformation des Energienetzes wurde nicht nur als technologische, sondern insbesondere als gesellschaftliche Herausforderung eingeordnet. Die Einführung von Leistungshalbleitern erfordert eine breite Akzeptanz und ist damit nicht ausschließlich ein technisches Thema. Zukünftige Energiesysteme müssen Energieflüsse intelligent steuern und unterschiedliche Akteure wie Erzeuger, Verbraucher und Speicher effizient vernetzen, wofür leistungsfähige Leistungselektronik zentral ist. Gleichzeitig wurden Umsetzungsfragen als zentrale Hürde identifiziert, insbesondere hinsichtlich der Sicherheit und Stabilität der Systeme. Zwei zentrale technische Herausforderungen sind die robuste Auslegung von Bauelementen sowie die Gewährleistung der Kommunikationssicherheit in vernetzten Systemen.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Als zentraler Ansatz wurde eine interdisziplinäre Herangehensweise hervorgehoben, die Ingenieurwissenschaften, Informatik sowie Sozial- und Wirtschaftswissenschaften verbindet. Zudem wurde betont, dass Leistungselektronik stärker sichtbar gemacht werden muss, insbesondere hinsichtlich ihrer Funktion, ihres Nutzens und ihrer Anwenderfreundlichkeit, um Akzeptanz und Verständnis zu fördern.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht insbesondere im Umgang mit komplexen regulatorischen Rahmenbedingungen, die als integraler Bestandteil der Transformation verstanden werden müssen. Darüber hinaus wurde auf Defizite in der Normung hingewiesen: Fehlende oder ungeeignete Standards können die Entwicklung und Implementierung behindern und müssen weiterentwickelt bzw. angepasst werden.

Nächste Schritte

Als nächster Schritt wurde die Entwicklung gezielter Anreizstrukturen für Nutzerinnen und Nutzer genannt, um deren aktive Beteiligung zu fördern und damit die Umsetzung zu beschleunigen.

Fazit

Die Transformation des Energienetzes ist sowohl eine technologische als auch eine gesellschaftliche Aufgabe, die nur durch interdisziplinäre Ansätze bewältigt werden kann. Akzeptanz, geeignete Rahmenbedingungen und klare Anreize sind zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung.



3.2 Prozesswärme, Abwärme und sektorübergreifende Wärmesysteme

An den Thementischen zum Thema „Prozesswärme, Abwärme und sektorübergreifende Wärmesysteme“ wurde intensiv diskutiert; die hohe Zahl an Teilnehmenden deutet auf ein großes Interesse an der Thematik hin. Über alle drei Tische hinweg zeigte sich, dass die Transformation weniger an technischen Hemmnissen als an systemischen Rahmenbedingungen scheitert. Beim Thementisch zur Bioenergie wurden insbesondere fehlende Planbarkeit, eine unklare nationale Strategie sowie unsichere wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen als zentrale Hürden benannt. In der Abwärme- und Speichernutzung stehen vor allem Fragen der Wirtschaftlichkeit, fehlende Ressourcen und Expertise sowie die Integration dezentraler und niedrigtemperierter Abwärme im Fokus. Beim Thementisch zu Industrierärmepumpen wurde hingegen die Kumulation vielfältiger Herausforderungen, von technischer Komplexität über fehlende Standards bis hin zu Wirtschaftlichkeitsfragen, hervorgehoben. Im Folgenden werden die drei Thementische entlang ihrer Schwerpunkte Abwärmennutzung, Industrierärmepumpen und Bioenergie vertieft dargestellt.

3.2.1 Effiziente und wirtschaftliche Nutzung industrieller Abwärme in Zusammenhang mit Sektorenkopplung

Nummer des Thementischs: 3

Thementischleitung: Andreas-Maußner (ZAE Bayern)

Protokoll: Dr. Stefan Busse-Gerstengarbe

Leitfrage: Wie können Abwärmepotenziale (254 TWh/a) in der Größenordnung des schweizerischen Endenergiebedarfs (250 TWh/a) möglichst umfangreich und möglichst wirtschaftlich genutzt werden?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Am Thementisch 3 wurde die effiziente und wirtschaftliche Nutzung industrieller Abwärme im Kontext der Sektorenkopplung diskutiert. Ausgangspunkt war die zentrale Leitfrage, wie Abwärmepotenziale in Höhe von 254 TWh pro Jahr – und damit in einer Größenordnung vergleichbar mit dem gesamten Endenergiebedarf der Schweiz – möglichst umfassend und wirtschaftlich erschlossen werden können¹. An den zwei Diskussionsrunden nahmen jeweils etwa 14 Fachleute aus den Bereichen Wärmespeichertechnologien, thermoelektrische Materialien, industrielle Anwendungen, Wärmeplanung, Politikberatung sowie Vertreter aus Forschungseinrichtungen, Universitäten und weiteren Organisationen teil.

Im Verlauf der Diskussion wurde deutlich, dass ein erheblicher Teil der derzeit ausgewiesenen Abwärmepotenziale aus fossilen Abgasen stammt. Vor dem Hintergrund der angestrebten Dekarbonisierung wurde dies kritisch beurteilt, da diese Quellen langfristig wegfallen könnten. Stattdessen sollte der Fokus stärker auf Prozessabwärme gelegt werden. In diesem Zusammenhang

¹ Exemplarische Auswertung der PfA-Daten, November 2025, Plattform für Abwärme – Veröffentlichung Daten, https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_veroeffentlichung_daten.pdf?__blob=publicationFile&v=21

wurde auf Unsicherheitsfaktoren bei der Verfügbarkeit von Abwärme, wie z.B. eine rückläufige Produktion, hingewiesen.

Ein zentrales Spannungsfeld stellt zudem die Wirtschaftlichkeit dar: Insbesondere Speicherlösungen stehen unter hohem Kostendruck und werden in Unternehmen häufig nur als letzte Option in Betracht gezogen. Dennoch bieten insbesondere Batchprozesse vielversprechende Ansatzpunkte für den Einsatz von Speichern. Ein weiteres Hindernis liegt in fehlenden personellen und finanziellen Ressourcen, insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen, obwohl teilweise wirtschaftlich tragfähige Abwärmenutzungskonzepte existieren. Hinzu kommt ein Mangel an spezifischer Expertise und Beratungsangeboten, etwa zur Konzeptionierung und Auswahl geeigneter Speichertechnologien. Strukturell wurde angemerkt, dass Abwärme innerhalb von Industriebetrieben überwiegend dezentral anfällt, während Energiesysteme zur Medienversorgung bislang eher zentral organisiert sind. Dezentrale Ansätze sind daher für viele Unternehmen noch schwer greifbar. Daher stützen sich aktuelle Abwärmenutzungskonzepte vor allem auf die zentrale Zusammenführung, Verteilung und Nutzung von Abwärme als Teil der Medienversorgung. Begleitend hierzu wurde die Weiterentwicklung hin zur Befähigung einer dezentralen Abwärmenutzung als ein zukünftig zentrales Forschungsgebiet genannt. Positiv hervorgehoben wurde, dass Abwärme auf hohem Temperaturniveau bereits vergleichsweise gut genutzt wird, während insbesondere niedrigtemperierte Abwärme (ca. 60 % des erfassten Abwärmeaufkommens) bislang kaum erschlossen ist. Zudem verbleibt Abwärme aus industriellen Prozessen häufig innerhalb der Betriebe und wird nur selten an externe Nutzer bereitgestellt

Als strukturelles Problem wurde die Unsicherheit von Abwärmequellen hervorgehoben, etwa am Beispiel saisonaler Speicher in Meldorf, wo rückläufige industrielle Tätigkeit zu einem Wegfall der Abwärmequelle führt.

Zusätzlich wurde darauf hingewiesen, dass bestimmte Abwärmeformen, wie etwa Strahlungsabwärme, bislang möglicherweise nicht ausreichend in den verfügbaren Daten enthalten sind, obwohl sie grundsätzlich nutzbar wären. Auch materialtechnische Fragestellungen, insbesondere im Zusammenhang mit Korrosion, müssen weiter geklärt werden.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Ein zentraler Ansatz besteht darin, Niedertemperaturabwärme stärker zugänglich zu machen, auch wenn diese nicht in allen Fällen extern, etwa in Fernwärmenetzen, genutzt werden kann. Beispielhaft wurden Kühlprozesse mit Kühlwassertemperaturen um 30 °C genannt.

Bestehende Abwärmequellen wurden insbesondere in Druckluftsystemen, Oberflächenbehandlungsprozessen und Schleifprozessen identifiziert, die stärker in den Fokus rücken sollten. Technologisch wurden zudem kaskadierte Wärmetauscher als Ansatz zur effizienteren Nutzung von Abwärme diskutiert.

Für die Nutzung und Integration von Abwärme spielen auch Speicher- und Systemlösungen eine Rolle. Als weitergehende Optionen wurden Großwärmepumpen genannt. Grundsätzlich gilt, dass sich ein tragfähiger Business Case ergeben muss, während Dekarbonisierung allein nicht als ausreichender Treiber gesehen wird.

Auch Ringnetze wurden diskutiert, wobei hier die Herausforderung besteht, dass Abnehmer die Netztemperaturen teilweise stark absenken.

Ergänzend wurden thermoelektrische Technologien als komplementäre Lösung zu Speichern und Wärmepumpen eingeordnet, etwa im Sinne eines „Systems von Systemen“, beispielsweise zur Versorgung von Sensorik. Darüber hinaus wurde auch der Boden als mögliches Speichermedium adressiert.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Als konkrete Lösungsansätze wurden unter anderem die stärkere Nutzung von Niedertemperaturabwärme durch den Einsatz von Industrierärmepumpen, beispielsweise aus Kühlprozessen bei ca. 30 °C, sowie der Einsatz thermoelektrischer Technologien als Ergänzung zu Wärmepumpen und Speichern diskutiert. Entscheidend sei dabei stets eine sorgfältige Dimensionierung sowie die Berücksichtigung der Systemkosten. Der Business Case müsse im Vordergrund stehen, während Dekarbonisierung oft eher als zusätzlicher Nutzen betrachtet werde. Weitere Potenziale liegen in der direkten Abwärmenutzung innerhalb von Prozessen statt auf der Utility-Ebene (Medienversorgung), beispielsweise bei Druckluftsystemen, Oberflächenbehandlungen oder Schleifprozessen. Technisch wurden auch kaskadierte Wärmetauscher, Großwärmepumpen für sektorübergreifende Anwendungen sowie die Nutzung von Ringnetzen und alternativen Speichermedien wie dem Boden thematisiert.

Trotz der identifizierten Ansätze besteht weiterhin erheblicher Forschungs- und Klärungsbedarf. So müssen Abwärmepotenziale genauer charakterisiert werden, etwa hinsichtlich Temperatur, Medium, Verfügbarkeit und des Wärmequellentyps (Abgas, Prozess etc.). Zudem ist davon auszugehen, dass viele kleinere Abwärmequellen bislang nicht erfasst sind. Offene Fragen betreffen unter anderem den Nutzen multifunktionaler Speicher, technische Engpässe in Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, die Integration in bestehende industrielle Strukturen sowie neue, stärker maschinenorientierte Ansätze. Auch bislang wenig berücksichtigte Abwärmeformen wie Strahlungsabwärme und materialtechnische Fragestellungen wie Korrosion bedürfen weiterer Untersuchung.

Nächste Schritte

Für die nächsten Schritte wurde eine Vielzahl konkreter Maßnahmen benannt. Dazu zählen die Etablierung von Benchmarks, die bessere Verknüpfung von Branchen- und Abwärmedaten sowie die konsequente Umsetzung bestehender Forschungsroadmaps. Organisatorische Hürden, etwa die Trennung von Kühl- und Heizsystemen, sollen abgebaut und Umsetzungsrisiken frühzeitig adressiert werden. Als wichtige Instrumente wurden Pinch-Analysen, ein systematisches Mapping von Quellen und Senken sowie der Ausbau von Speicher- und Übertragungsinfrastrukturen genannt. Darüber hinaus spielen politische Rahmenbedingungen eine zentrale Rolle, insbesondere ein verlässlicher CO₂-Preis, Förderinstrumente wie Carbon Contracts for Difference sowie die gezielte Unterstützung von Investitions- und Betriebskosten.

Fazit

Im Fazit der Diskussion wurde betont, dass vor allem verlässliche Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Anreize und eine verbesserte Datenbasis notwendig sind, um die Nutzung industrieller Abwärme entscheidend voranzubringen. Neben der Sicherstellung von Planbarkeit und der Bereitstellung kostengünstigen, nachhaltigen Stroms wurde die Bedeutung von Wissenstransfer und sektorübergreifender Zusammenarbeit hervorgehoben. Letztlich müsse Sektorenkopplung systemisch gedacht, jedoch in konkreten und umsetzbaren Einzelmaßnahmen realisiert werden.

Auch die bestehenden Förderinstrumente wurden reflektiert. Programme wie BAFA oder die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) sind zwar bekannt und werden grundsätzlich positiv bewertet, weisen jedoch insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen praktische Hürden auf. Kritisiert wurden unter anderem lange Projektlaufzeiten, zeitliche Verzögerungen zwischen Forschungs- und Investitionsförderung sowie teilweise unattraktive Förderbedingungen.

Als vielversprechend gelten Reallabore und kleinere Demonstrationsprojekte, die Forschung und Investition enger verzahnen und den Wissenstransfer stärken können. Insgesamt besteht der Wunsch nach flexibleren, praxisnäheren Förderansätzen, die einen nahtlosen Übergang von der Entwicklung zur Umsetzung ermöglichen.

3.2.2 Industrierärmepumpen

Nummer des Thementischs: 4

Thementischleitung: Dr. Marek Miara (Fraunhofer ISE, Geschäftsführer von Heat Pumps Watch)

Protokoll: Steffen Linsmayer

Leitfrage: Wie können Industrierärmepumpen wirtschaftlich und systemdienlich zum Standard für industrielle Prozesswärme werden?

Problem schärfen und vertiefen

Zuerst sollten die wesentlichen Hemmnisse für die breite Anwendung von Industrierärmepumpen identifiziert, veränderte Rahmenbedingungen reflektiert und erste Lösungsansätze gesammelt werden. Im Mittelpunkt standen die Fragen: Warum erfolgt bislang keine breite Anwendung? Haben sich die Rahmenbedingungen verändert? Welche neuen Lösungen – etwa durch Digitalisierung oder veränderte Preisstrukturen – ergeben sich daraus? Anschließend sollten die Erkenntnisse vertieft und konkretisiert werden. Dabei wurde deutlich, dass die identifizierten Hemmnisse eng miteinander verknüpft sind und ein integrativer Lösungsansatz notwendig ist, der technische, wirtschaftliche, regulatorische und organisatorische Aspekte gleichzeitig adressiert.

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Technische und prozessuale Komplexität

- **Hohe Komplexität durch viele Beteiligte:** Industrielle Wärmepumpenprojekte involvieren eine Vielzahl von Akteuren – Anlagenbetreiber, Planer, Hersteller, Netzbetreiber und Genehmigungsbehörden. Diese Vielfalt führt zu unklaren Zuständigkeiten, langen Abstimmungsprozessen und erhöhtem Koordinationsaufwand, der Projekte verzögert oder ganz verhindert.
- **Fehlendes Prozessverständnis auf Betreiberseite:** In vielen Unternehmen werden zwar Daten zur Wärmeerzeugung und -nutzung erfasst, jedoch fehlt ein tiefgehendes Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse. Dadurch bleibt oft unklar, welche konkreten Anforderungen – etwa hinsichtlich Temperatur, Leistung oder Systemintegration – an eine Wärmepumpe gestellt werden müssen. Ohne diese Grundlage ist eine belastbare Auslegung kaum möglich.
- **Lange Planungs- und Messkampagnen:** Die Erfassung und Analyse relevanter Prozessdaten erfordert oft mehrmonatige Messkampagnen. Zusammen mit aufwändigen Planungsprozessen führt dies zu langen Vorlaufzeiten, die die Investitionsbereitschaft erheblich dämpfen.

- **Zielkonflikt Zentralisierung vs. Dezentralisierung:** Die Frage, ob Wärmepumpen zentral für ganze Standorte oder dezentral für einzelne Prozesse eingesetzt werden sollen, hat erhebliche Auswirkungen auf Systemauslegung, Infrastrukturplanung und Wirtschaftlichkeit. Eine eindeutige Antwort hängt stark vom konkreten Anwendungsfall ab.

Markt und Verfügbarkeit

- **Geringes Produktangebot in relevanten Leistungsbereichen:** Für viele typische Industrieanwendungen gibt es am Markt kaum standardisierte Wärmepumpenlösungen, insbesondere in höheren Temperatur- und Leistungsklassen. Das Angebot ist fragmentiert und deckt die tatsächliche Nachfragevielfalt nur unzureichend ab.
- **Unterschiedliche Anforderungen von Mittelstand und Großindustrie:** Während große Industriebetriebe eigene Engineering-Kapazitäten einsetzen können, fehlen im Mittelstand häufig die Ressourcen und das Know-how für individuelle Projektentwicklung. Standardlösungen sind für dieses Segment besonders wichtig, aber kaum vorhanden.

Wirtschaftlichkeit

- **Hohe Investitionskosten und langer ROI:** Die anfänglichen Investitionskosten für Industrierärmepumpen sind erheblich. In Verbindung mit langen Amortisationszeiten und unsicheren Business Cases entstehen hohe Hürden für Investitionsentscheidungen – auch dann, wenn das grundlegende Potenzial vorhanden ist, da der ROI außerhalb typischer Investitionszyklen der Unternehmen liegt.
- **Ungünstiges Strom-Gas-Preisverhältnis und volatile Strompreise:** Der wirtschaftliche Betrieb einer Wärmepumpe hängt wesentlich vom Verhältnis zwischen Strom- und Gaspreisen ab. Derzeit ist dieses Verhältnis in vielen Fällen noch ungünstig. Zusätzlich erschwert die Volatilität der Strompreise eine verlässliche langfristige Wirtschaftlichkeitsrechnung und erhöht das Investitionsrisiko.

Mangel an Referenzlösungen und erhöhter Engineering-Aufwand

- **Fehlende Standards – hoher Engineering-Aufwand:** Da es kaum standardisierte Lösungen und Planungsgrundlagen gibt, muss jedes Projekt von Grund auf neu konzipiert werden. Dies treibt die Kosten, verlängert die Projektlaufzeiten und erschwert die Vergleichbarkeit von Angeboten. Skaleneffekte können so kaum realisiert werden.

Regulatorische und sicherheitsbezogene Aspekte

- **Unsicherheit bei Kältemitteln (F-Gas-Verordnung):** Die künftige Verfügbarkeit und Zulässigkeit bestimmter Kältemittel sind durch regulatorische Entwicklungen wie die F-Gas-Verordnung unsicher. Hierdurch werden Technologieentscheidungen beeinflusst und spätere Nachrüst- oder Ersatzinvestitionen erforderlich werden.
- **Sicherheitsanforderungen und Ausfallsicherheit:** Industrielle Prozesse stellen hohe Anforderungen an Betriebssicherheit und Verfügbarkeit. Fehlende Redundanzen bei Wärmequellen sowie strenge Sicherheitsvorschriften erhöhen die Systemkomplexität und den Planungsaufwand erheblich.

Infrastruktur & Systemintegration

- **Ungeklärte Netz- und Infrastrukturfragen:** Viele Industriestandorte verfügen nicht über ausreichende Netzanschlüsse oder Stromverfügbarkeit für den Betrieb größerer Wärmepumpen. Eine integrierte Planung von Strom-, Wärme-, Wasserstoff- und CO₂-Infrastrukturen findet häufig nicht statt, was die Systemintegration erschwert und zusätzliche Kosten verursacht.

Demonstration & Wissenstransfer

- **Zu wenige Demonstrationsprojekte und fehlende Best Practices:** Potenzielle Anwender können sich kaum auf übertragbare Praxisbeispiele stützen. Bestehende Projekte werden selten systematisch ausgewertet und kommuniziert, sodass wertvolle Erfahrungen nicht in die breite Praxis einfließen. Dieser Mangel an positiven Referenzbeispielen hemmt das Vertrauen in die Technologie erheblich. Der Aufbau einer systematischen Wissensbasis auf Basis von realisierten Projekten – mit klaren Kennzahlen, Lernkurven und Übertragbarkeitshinweisen – wurde als dringend notwendig erachtet. Solche Referenzprojekte sollten aktiv kommuniziert und zugänglich gemacht werden.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Technische Lösungen

- **Modularisierung und standardisierte Komponenten:** Durch modulare Systemkonzepte und standardisierte Baugruppen können Wärmepumpensysteme schneller und günstiger geplant, beschafft und installiert werden. Flexibler Temperaturgleit und anpassungsfähige Leistungsbereiche erhöhen zudem die Einsatzbreite.
- **Identifikation von „No-Regret-Fällen“ als Einstiegspunkt:** Anwendungen, in denen Wärmepumpen bereits heute wirtschaftlich und technisch klar vorteilhaft sind, sollten gezielt identifiziert und als strategische Einstiegsmärkte priorisiert werden. Positive Erfahrungen in diesen Fällen können als Multiplikator für die breitere Marktentwicklung dienen.

Standardisierung

- **Definition von „Standard Cases“:** Die Identifikation und Beschreibung typischer Industrieanwendungen als „Standard Cases“ ermöglicht es, vordefinierte Planungs- und Auslegungsgrundlagen zu entwickeln. Dies beschleunigt Entscheidungsprozesse, senkt Engineering-Kosten und eröffnet Skaleneffekte in Produktion und Beschaffung.
- **Standardisierte Sicherheitskonzepte:** Einheitliche, anerkannte Sicherheitsanforderungen würden Genehmigungsprozesse vereinfachen, Planungssicherheit erhöhen und den Aufwand für individuelle Risikobewertungen deutlich reduzieren.
- **Standardisierung und Modularisierung vorantreiben:** Die Entwicklung modularer Baukastensysteme und die Definition von Planungsstandards wurden als maßgeblicher Einflussfaktor für eine kosteneffiziente und skalierbare Marktentwicklung hervorgehoben.

Digitalisierung & Künstliche Intelligenz

- **KI-gestützte Prozessanalyse und Betriebsoptimierung:** Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz können komplexe industrielle Prozesse besser analysiert, Wärmepotenziale präziser identifiziert und Betriebsstrategien optimiert werden. Offene Datenstandards und eine verbesserte Verfügbarkeit von Prozessdaten sind dabei zentrale Voraussetzungen.

Wirtschaft & Förderung

- **Flexible Förderprogramme und neue Geschäftsmodelle:** Bestehende Förderprogramme sollten flexibler und zielgerichteter ausgestaltet werden. Diskutiert wurden Ansätze wie ein „1000-Bäcker-Programm“ für Industrieböden, garantierte Strompreise oder inverse Einspeisevergütungen als Instrumente zur Verbesserung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Neue Geschäftsmodelle können darüber hinaus dazu beitragen, das Investitionsrisiko auf mehrere Akteure zu verteilen.
- **Proaktive und integrierte Infrastrukturplanung:** Ein koordinierter, vorausschauender Ausbau der Energieinfrastruktur – unter Einbeziehung von Strom, Wärme, Wasserstoff und CO₂ – ist notwendig, um die Systemintegration von Industrieböden langfristig zu ermöglichen und abzusichern.

Wissensplattformen & Netzwerke

- **Plattformen und Netzwerke zur Wissensteilung:** Plattformen wie z. B. „industrie-waerme-pumpe.de“ könnten einen wichtigen Beitrag zur Informationsversorgung leisten. Ein noch stärkerer Austausch zwischen Herstellern, Planern, Betreibern, Verbänden und Forschungseinrichtungen – national wie international – kann dazu beitragen, vorhandenes Wissen zu bündeln und Hemmnisse gemeinschaftlich zu überwinden.

Fazit

Industriewärmepumpen sind für viele Anwendungen bereits heute die technisch beste verfügbare Lösung. Dennoch bleibt ihre breite Marktdurchdringung weit hinter dem möglichen Potenzial zurück. Die Diskussion hat gezeigt, dass die Ursachen dafür nicht in einer einzelnen Barriere liegen, sondern in einem Zusammenspiel aus technischer Komplexität, fehlender Standardisierung, ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und mangelndem Wissenstransfer. Eine beschleunigte Marktdurchdringung erfordert daher ein koordiniertes Vorgehen auf mehreren Ebenen:

1. die Vereinfachung und Standardisierung technischer Lösungen, um Planungsaufwand und Kosten zu senken,
2. verbesserte wirtschaftliche Rahmenbedingungen – insbesondere durch eine günstigere Strompreisstruktur und flexible Förderinstrumente,
3. mehr Demonstrationsprojekte und einen systematischen Wissensaustausch als Vertrauensgrundlage für Investitionsentscheidungen,
4. sowie eine integrierte und vorausschauende Infrastrukturplanung, die Strom, Wärme und andere Energieträger gemeinsam denkt.

3.2.3 Was kann die Bioenergie für Industrie und Gewerbe tun?

Nummer des Thementischs: 12

Thementischleitung: Prof. Daniela Thrän (Bioenergie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Bioenergiesystem, Uni Leipzig)

Protokoll: Lena Panning

Leitfrage: Welche Anwendungsmöglichkeiten für Bioenergie in Industrie und Gewerbe sind in näherer Zukunft besonders wichtig, und was ist notwendig, damit sie realisiert werden können?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Die Chancen und Hemmnisse verschiedener Bioenergie-technologien und deren Verknüpfung mit der Industrie wurden detailliert diskutiert. So wurden für biogene Gase relevante Optionen wie die Kombination von Bioenergieanlagen mit Wärmepumpen oder Wärmespeichern sowie die Sammelleitung direkt von der Biogaserzeugung zum industriellen Abnehmer dargestellt. Herausforderungen bzgl. der Brennstoffe gibt es insbesondere hinsichtlich der abfallrechtlichen Einordnung mit Auswirkungen auf das Genehmigungsrecht, aber teilweise auch in Bezug auf die Substratbeschaffung, Transport- und Lagerlogistik. Daneben können Kläranlagen eine neue Rolle im Gesamtenergiesystem einnehmen. In der Bereitschaft zur Mitwirkung bzw. im veränderten Rollenverständnis zwischen Abwasserreiniger und Energieversorger scheint es jedoch regionale Unterschiede zu geben.

Als weiteres wichtiges Thema wurde BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) diskutiert, auch weil die CO₂-Reduktion in der Industrie ein wichtiges Thema ist. Die Kombination mit Bioenergieanlagen kann hier vorteilhaft sein. Daneben werden Technologien wie die Pyrolyse oder auch die Herstellung von biogenem DME (Dimethylether) aus der Industrie nachgefragt.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Vorgeschlagen wurde die Abwärme von Bioenergieanlagen, welche noch ein großes Potential birgt, besser auszunutzen. Daneben wurde die Pyrolyse als ein wichtiges Element, insbesondere abseits von Netzen, als eine vielversprechende und auch kleinskalig einsetzbare Technologie zur Kopplung mit der Industrie identifiziert.

Außerdem wird ein planbarer (hoher) CO₂-Preis als notwendig erachtet, um in die Umsetzung zu kommen und Investitionsentscheidungen zu ermöglichen.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Es fehlt eine nationale Strategie zum Einsatz der verfügbaren und mobilisierbaren Biomasse, da es beispielsweise in der kommunalen Wärmeplanung zu einer Überschätzung der tatsächlich verfügbaren Biomassen kommt und gleichzeitig auch zu negativen Investitionsentscheidungen, da Biomassepreise als unvorhersehbar gelten. Für Endprodukte von Pyrolyse-Anlagen und deren Nutzung wurde ein besonders hoher Bedarf an Standardisierung identifiziert, damit u.a. durch Zertifikatserlöse die Wirtschaftlichkeit erhöht werden kann. Für die Integration von Bioenergieanlagen in Industrieprozesse werden neben ermöglichenden Regularien auch die Vernetzung zwischen den verschiedenen Akteuren und der damit einhergehende Informationsaustausch als entscheidend angesehen.

Nächste Schritte

Als nächster Schritt für ein Zusammenbringen vom FN Bioenergie und dem FN Industrie und Gewerbe wird am 08.05.2026 ein Industrierwende-Dialog in Form eines Match-Makings zwischen den beiden FNE stattfinden. In diesem Webinar sollen die hier angestoßenen Diskussionen weitergeführt und zusätzliche Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie innovative Bioenergie-technologien in Industriebetrieben einsetzbar sind.



3.3 Energie - und Ressourceneffizienz sowie neue Materialien

Im Themenfeld „Energie- und Ressourceneffizienz sowie neue Materialien“ wird deutlich, dass erhebliche Effizienzpotenziale vorhanden sind, deren Umsetzung jedoch durch wirtschaftliche und strukturelle Faktoren sowie durch geringe Bekanntheit, fehlendes Vertrauen und unzureichende Nachweise von Einsparpotenzialen begrenzt wird. Sowohl bei der Tribologie als auch bei zirkulären Materialien und neuen Werkstoffen wie Aerogelen zeigt sich, dass technologische Lösungen bereits über die Grundlagenforschung hinaus entwickelt sind, ihre Anwendung in der Industrie jedoch häufig ausbleibt. Gründe hierfür sind insbesondere fehlende Wirtschaftlichkeit bzw. unsichere Refinanzierungsperspektiven, unklare Bewertungsmaßstäbe für Nachhaltigkeit sowie ein geringes Bewusstsein für vorhandene Effizienzpotenziale.

Ein zentrales Thema ist die Sicherstellung von Produktqualität und Verlässlichkeit, etwa durch Standards für Rezyklate sowie durch belastbare Nachweise von Effizienzgewinnen. Gleichzeitig wird betont, dass Kreislauffähigkeit und End-of-Life-Aspekte bereits in der Entwicklung berücksichtigt werden müssen. Über alle Themen hinweg zeigt sich zudem ein Bedarf, den Transfer von Forschung in die Anwendung zu stärken, etwa durch Demonstrationsvorhaben sowie eine stärkere Einbindung von Industrieanwendern. Insgesamt wird deutlich, dass die Umsetzung weniger an fehlenden technologischen Lösungen als an deren wirtschaftlicher Tragfähigkeit, Nachweisbarkeit und Akzeptanz in der Industrie hängt.

3.3.1 Steigerung von Energie- und Ressourceneffizienz durch Tribologie – Potentiale für die Industrie

Nummer des Thementischs: 10

Thementischleitung: Rolf Luther (Vorstandsvorsitzender der Gesellschaft für Tribologie e.V.)

Protokoll: Dr. Kirsten Agnes Lill

Leitfrage: Wie lässt sich der volkswirtschaftliche Nutzen von Reibungs- und Verschleißminderung durch betriebswirtschaftlichen und persönlichen Nutzen realisieren?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen:

Die Reduktion von Reibung und Verschleiß – zentrale Aufgaben der Tribologie – bietet ein bislang unterschätztes Potenzial zur Vermeidung von CO₂-Emissionen. Durch die Optimierung von Schmierungssystemen lässt sich ein Einsparpotenzial von 10 % bis 20 % des gesamten Primärenergieverbrauchs realisieren, was bis 2050 zu einer Vermeidung von 7–9 Gigatonnen CO₂ pro Jahr führen könnte. Dieses „Quasi-Senken“-Prinzip richtet den Fokus auf die Nutzungsphase von Produkten. Damit einher geht die Herausforderung, das tatsächliche Einsparpotenzial transparent nachzuweisen.

Die BMW-geförderten Projekte PEGASUS und CHEPHREN haben beispielsweise demonstriert, wie Superlubricity und innovative Schmiermittel die Energieeffizienz steigern können; daher steht jetzt die Frage, wie Endverbraucher den Nutzen erkennen und aktiv nutzen können, im Zentrum der Diskussion.

Technische Widrigkeiten wie Filmabriss im Hochleistungsbetrieb oder vermehrte Mischreibung (anteilige Festkörperreibung) sind bei der Effizienzsteigerung zu beachten; hier sind z.B. Hartstoffschichten als geeignete Maßnahmen identifiziert und erfolgreich erprobt. Die Einführung von

Bio-Ölen bietet vielversprechende Hebel in Industrie und Gewerbe, aber auch in der Automobilindustrie, um das Umweltbewusstsein der Konsumenten zu schärfen und mittelfristig auch Kosten zu senken.

Zur Umsetzung dieser Angebote besteht ein erheblicher Bedarf an verlässlichen Industriepartnern und an gezielter Kommunikation über Publikationen und Fachtagungen, um Unsicherheiten abzubauen und die Akzeptanz nachhaltiger Tribologie-Lösungen zu fördern.

Wichtigster Ideengeber zur Ausschöpfung der Potenziale sind aktuell noch die Forschungseinrichtungen. Als Grund hierfür wurde identifiziert, dass die Tribologie als Querschnittsthema (aus Maschinenbau, Werkstoffwissenschaften, Physik und Chemie, neuerdings auch Elektrotechnik) in vielen Industriezweigen einen schwierigen Zugang hat.

Die Forschung ist bereits weit über den Status der Grundlagenforschung hinaus, jedoch existiert in der Industrie nur im geringen Maß das Bewusstsein für die möglichen Effizienzsteigerungen (Erhöhung von Prozessgeschwindigkeiten, Reduktion von Wartungszyklen).

Dies hat sich auch dadurch gezeigt, dass an den beiden Thementischen ausschließlich Vertreter aus der Forschung (wenn auch mit Industrie-Erfahrungen) teilgenommen haben.

Offene Fragen und Forschungsbedarf:

Der Forschungsbedarf zielt auf anwendungsorientierte Lösungen ab. Dabei existiert bereits ein hohes Übertragungspotenzial in verschiedene Bereiche. Hier sind zu nennen: Effizienzsteigerungen bei Anwendungen in Kolbenmaschinen aller Art, z.B. in Wärmepumpen, sowie die Übertragung in die Produktionstechnik.

Weiterer Forschungsbedarf sollte auch darauf abzielen, den aktuellen Technologiereifegrad weiter zu erhöhen, um die Akzeptanz auf der Industrieseite zu steigern.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze:

Entwicklung einer adaptierten Forschungsstrategie, die den TRL weiter erhöht und dazu beiträgt, das Interesse an tribologischen Lösungsansätzen in der Industrie zu fördern.

Fazit:

Die Tribologie bietet große Potenziale für Energieeffizienz: Reibungsminderung ist eine unsichtbar antreibende Kraft. Die Umsetzung ist unter den aktuellen Bedingungen herausfordernd, aber vielversprechend in Hinsicht auf das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen.

3.3.2 Ressourceneffizienz und zirkuläre Wirtschaft im Kontext der Energieforschung

Nummer des Thementischs: 11

Thementischleitung: Boris Safner (Projektträger Jülich), Dr. Jonathan Lentz (Werkstofftechnik, Universität Bochum)

Protokoll: Dr. Marina Zingsheim

Leitfrage: Welche Forschungs- und Innovationsbedarfe bestehen, um Ressourceneffizienz und zirkuläre Wertschöpfung schneller in die Praxis zu bringen?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Insgesamt stellte sich die Wirtschaftlichkeit während der Diskussion als zentrale Komponente heraus. Die Frage, „ab wann Umsatz generiert wird“ ist -laut Diskussion- ein entscheidendes Merkmal für die „Vermutung der Tilgungsmöglichkeit“ von Bankkrediten. Dies wird besonders relevant, wenn Forschungsthemen und Entwicklungen in die Verwertung und Vermarktung gehen.

Weiterhin spielt der Aspekt Bewertung bzw. Wirkkategorien der Nachhaltigkeit eine zentrale Rolle: „Sind Branchenstandards notwendig, um beispielsweise die Qualität von Rezyklaten sicherstellen zu können und somit das Vertrauen in Produkteigenschaften zu erhöhen?“

Bei Entwicklungen sollte mit Blick auf die Ressourceneffizienz immer die Kreislauffähigkeit des Produktes beachtet werden. Das End of Life aller Produkte sollte berücksichtigt werden, um „Showstopper“ gegebenenfalls frühzeitig identifizieren zu können.

Insgesamt werden auch Forschungsprogramme grundsätzlich als sehr wichtig empfunden, um die Lücke zwischen Forschung und Anwendung zu schließen.

Konkrete Ideen, Vorschläge, Innovative Ansätze

Diskutiert wurde die stärkere Einbindung der öffentlichen Hand über klassische Förderinstrumente hinaus, beispielsweise durch Beteiligungsmodelle, um Risiken in der Skalierungs- und Markteinführungsphase zu reduzieren. Zudem wurde die Entwicklung von Branchenstandards für Rezyklate als zentraler Ansatz hervorgehoben, der durch Forschung und Entwicklung unterstützt werden soll, um die Nutzbarkeit und Qualität von Rezyklaten zu sichern. Insgesamt wurde betont, dass die Kombination aus Wissen, Forschung und Standardisierung eine Voraussetzung für die breitere Anwendung zirkulärer Materialien darstellt.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Klärungsbedarf wurde hinsichtlich der Gewichtung und Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitskriterien identifiziert. Eine Akzeptanzforschung zur Ermittlung der Qualität zirkulärer Produkte (z.B. im Baubereich) wäre wünschenswert. Nicht nur Prozessketten sollten beforscht werden, sondern zirkuläres Design sollte bis zum End of Life/im Kreislauf gedacht und die Forschung dahingehend ausgerichtet werden.

Ein grundsätzliches Problem zeigte sich bei dem Erlangen belastbarer Unternehmensdaten zwecks Effizienznachweis von Forschungsvorhaben. Aus Geheimhaltungsgründen ist dies oft problematisch. Grundsätzlich wird angemerkt, dass es häufig als schwierig empfunden wird, die Forschungsmöglichkeiten von außen zu verstehen.

Nächste Schritte

Keine expliziten nächsten Schritte formuliert.

Fazit

Ressourceneffizienz funktioniert nur wenn sie wirtschaftlich ist, und die Produktqualität und Mehrwerte gesichert sind. Gemeinsames Verständnis von Ressourceneffizienz ist wichtig.

3.3.3 Neue Materialien für Energieeffizienz in Bausektor und Industrie

Nummer des Thementischs: 14

Thementischleitung: Prof. Barbara Milow (Aerogele und Aerogelwerkstoffe, DLR), Dr. Marc Fricke (Geschäftsführer, Aerogel-IT)

Protokoll: Dr. Hendrik Wust, Michel Groth, Dr. Marc Fricke

Leitfrage: Welches Potential haben neue Materialien für die Effizienzsteigerung in Bausektor und Industrie in Deutschland und Europa?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Der Workshop identifizierte Kosten und regulatorische Anforderungen als entscheidende Faktoren für die Preisgestaltung und entwickelte innovative Lösungsansätze wie Nischenwachstum sowie die Berücksichtigung des Manufacturing Readiness Levels. Da noch Forschungsbedarf zur Skalierung und KI-Nutzung besteht, steht als nächster Schritt die Verbreitung der Ergebnisse im Fokus.

Die im Workshop geführten Diskussionen brachten hervor, dass die Kostenstruktur ein wesentlicher Treiber für die Preisgestaltung ist. Zudem wurden regulatorische Rahmenbedingungen als zentrale Einflussfaktoren identifiziert, wobei insbesondere die Themen Zertifizierung und Zulassung im Fokus standen. Des Weiteren konnte identifiziert werden, dass Industrieunternehmen grundsätzlich daran interessiert sind neue Materialien, bei entsprechenden technologischen/wirtschaftlichen Vorteilen, einzusetzen, wenn die entsprechende Fertigungsinfrastruktur in der Materialentwicklung mitgedacht wurde (Stichworte: Manufacturing-Readiness-Level, Fertigungstiefe und Systemintegration). Schlussendlich wurde erkannt, dass es neuen Materialien bzw. hier stellvertretend der Materialklasse „Aerogele“ an Bekanntheit mangelt, welches die Anwendung erschwert.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurden verschiedene konkrete Ideen und innovative Ansätze erarbeitet. Ein vielversprechender Vorschlag ist die Einbindung von Energie-Einspar-Dienstleistern, um Effizienzsteigerungen zu realisieren und zu monetarisieren. Als Wachstumsstrategie wurde empfohlen, sich zunächst auf spezifische Nischen zu konzentrieren, in denen ggf. auch initial höhere Preise akzeptiert werden, um sich in diesen zu etablieren. Darüber hinaus wurde betont, dass die spätere Applikation bereits in der frühen Phase mitgedacht werden sollte. Zur Bewertung der Fertigungsfähigkeit wurde zudem der Manufacturing-Readiness-Level als relevanter Ansatz hervorgehoben. Neben regulatorischen Ansätzen, welche zum höheren Einsatz neuer Materialien führen, könnten/sollten öffentliche Auftraggeber auch als Vorbilder bzw. best-practice-Beispiele dienen, um privaten Anwendern die Anwendung zu demonstrieren

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Trotz der erarbeiteten Lösungsansätze bestehen weiterhin offene Fragen und Forschungsbedarf. Es wurde deutlich, dass konkrete Show Cases benötigt werden, um die Machbarkeit zu demonstrieren. Hier könnten die genannten öffentlichen Auftraggeber eine tragende Rolle übernehmen. Ein zentraler Punkt ist die Skalierung der Lösungen, wobei insbesondere der Erreichung hoher Technology Readiness Levels Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Auch die Nutzung von Künstlicher Intelligenz bei der Produkt- und Prozessentwicklung wurde als Bereich identifiziert,

der weiterer Untersuchung bedarf. Hier muss insbesondere das Spannungsfeld aus IP, Datensicherheit und Produktivität beachtet werden.

Nächste Schritte

Die gewonnenen Erkenntnisse des Workshops sollten in der relevanten Community verbreitet werden, um den weiteren fachlichen Austausch zu fördern. Des Weiteren muss die Materialklasse „Aerogele“ einer breiteren Öffentlichkeit bekannt gemacht werden, um ein vielfältigeres Feedback und ggf. auch Anwendungsaufträge zu erhalten. Dazu kann schon ein Impulsvortrag auf dem Energieforschungs-Kongress dienen.



INDUSTRIE UND GEWERBE
FORSCHUNGSINFORMATIK UND ENERGIE

CHEPHREN
Projekt zur CHEmisch-PHysikalischen Reduzierung der Superlubricity – Hochleistungskunststoffe – Neuartige Superlubricity

Übersicht und Ziele in CHEPHREN
Die Reduzierung von Reibung und Verschleiß ist eine zentrale Anforderung an zukünftige Antriebe. Geeignete tribologische Maßnahmen können – gemäß aktuellen Studien – mindestens 40 % der heute typischen Energieverluste einsparen, was einem globalen Emissionseinsparungspotenzial von etwa 21 Mrd. Tonne CO₂ pro Jahr entspricht.
Im Projekt CHEPHREN wurden Superlubricity-Phänomene systematisch untersucht und die Übertragung von Reibung und Verschleiß in tribologischen Systemen gezielt erforscht. Hierzu wurde ein skalierbarer Ansatz zur Erforschung der jeweiligen Reibungs- und Verschleißmechanismen entwickelt. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert.

Superlubricity - Energieeffizienz
Superlubricity bezeichnet einen Zustand mit extrem niedriger Reibung und Verschleiß. Dieser Zustand ist in hochbeanspruchten Tribosystemen von großer Bedeutung. In diesem Projekt wurden systematisch analysiert und die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert.

INDUSTRIE UND GEWERBE
FORSCHUNGSINFORMATIK UND ENERGIE

DC-Schiene

Projektziele
Die DC-Schiene ist ein zentraler Bestandteil der Energieversorgung in industriellen Anlagen. In diesem Projekt wurden die Energieeffizienz und die Zuverlässigkeit der DC-Schiene untersucht. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert. Die Ergebnisse werden in tribologischen Modellen und Simulationen experimentell und numerisch validiert.

3.4 Digitalisierung, Daten und KI

Im Bereich „Digitalisierung und KI“ wurden auf dem Kongress zwei Thementische angeboten, die auf großes Interesse stießen und entsprechend gut besucht waren. Die hohe Beteiligung unterstreicht die Bedeutung des Themas für die industrielle Transformation und den wachsenden Bedarf an praxisnahen Lösungen. Sowohl in der Prozessindustrie als auch bei KI-Anwendungen für Energieeffizienz stehen fragmentierte Datenlandschaften, fehlende Standards sowie unklare Zuständigkeiten im Mittelpunkt. Während im Bereich Digitalisierung und Sensorik insbesondere Interoperabilität, Datenintegration und Akzeptanz als Hürden hervorgehoben wurden, liegt der Fokus bei KI stärker auf Datenverfügbarkeit, Vertrauen in die Systeme sowie wirtschaftlicher und regulatorischer Unsicherheit. Gemein ist beiden Themen die Notwendigkeit skalierbarer Anwendungsfälle, klarer Mehrwerte und eines stärkeren Wissenstransfers. Im Folgenden werden die Inhalte der beiden Thementische vertieft dargestellt.

3.4.1 Digitalisierung und Sensorik in der Prozessindustrie

Nummer des Thementischs: 9

Thementischleitung: Prof. Norbert Kockmann (Apparate Design, TU Dortmund), Dr. Sebastian Härtner (Projektleiter, Merck)

Protokoll: Dr. Antje Neubauer

Leitfrage: Wie lässt sich die Digitalisierung in der Prozessindustrie effektiv vorantreiben, und welche konkreten Herausforderungen in der Prozessindustrie müssen mit Digitalisierung und Sensorik in den nächsten Jahren gelöst werden?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Die Prozessindustrie ist durch eine hohe Komplexität und Heterogenität geprägt, da zahlreiche Systeme unterschiedlicher Hersteller parallel betrieben werden und vielfältige, meist nicht interoperable Datenströme erzeugen. Gleichzeitig entstehen zunehmend Standards für den Datenaustausch, etwa im Kontext von Manufacturing X, Catena X oder Forschungsinfrastrukturen wie NFDI, die zeigen, dass interoperabler Datenaustausch grundsätzlich möglich ist. Der Erfolg der Digitalisierung hängt jedoch weniger von technologischen Lösungen als von kulturellen Faktoren ab, insbesondere von Kommunikation und Akzeptanz innerhalb der Unternehmen. Zudem entwickeln sich Technologien deutlich schneller als regulatorische und organisatorische Anpassungen, was zusätzliche Herausforderungen schafft. Die Umsetzung digitaler Lösungen erfordert hohe Investitionen und ist nur dann realistisch, wenn skalierbare und wirtschaftlich tragfähige Anwendungen im Vordergrund stehen.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Diskutiert wurde der Aufbau standardisierter, softwarebasierter Plattformen auf Basis bestehender Datenaustauschstandards, um technisches Wissen systemübergreifend verfügbar zu machen. Wissensgraphen und semantische Modelle sollen dazu beitragen, Daten nicht nur zu speichern, sondern kontextualisiert nutzbar zu machen, etwa durch die Verknüpfung von Sensor-, Prozess- und Wartungsdaten mit Expertenwissen. Darüber hinaus wurden simulationsgestützte Ansätze hervorgehoben, insbesondere digitale Zwillinge, die auf physikalisch-chemischen oder datengetriebenen Modellen basieren und zur Analyse von Energie- und Ressourceneffizienzpotenzialen

eingesetzt werden können. Ergänzend wurde betont, dass digitale Transformation als sozio-technisches System verstanden werden muss und Kommunikationsstrategien eine zentrale Rolle beim Abbau von Vorbehalten spielen.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Zentrale Herausforderungen bestehen in der Breitenimplementierung digitaler Lösungen, insbesondere in der Einbindung von KMU sowie der Vorbereitung der Beteiligten auf neue Technologien und Geschäftsmodelle. Weitere offene Fragen betreffen die Verfügbarkeit und Qualität von Daten, insbesondere die Integration von Neu- und Bestandsanlagen sowie die Optimierung der gesamten Kette von Sensorik über Datenverarbeitung bis hin zur Nutzung. Auch Strategien für einen branchen- und herstellerübergreifenden Datenaustausch sind noch zu entwickeln. Im Bereich Interpretierbarkeit, Sicherheit und Akzeptanz besteht Bedarf an Lösungen, die hohe Anforderungen an Cyber-Sicherheit und Verantwortungszuweisung erfüllen und gleichzeitig durch KI unterstützt werden. Zudem sind Fragen zu Datenrechten und Übertragbarkeit bestehender Modelle aus anderen Branchen noch ungeklärt.

Nächste Schritte

Als nächste Schritte wurden die Entwicklung klarer Roadmaps und neuer Geschäftsmodelle betont, insbesondere mit Fokus auf konkrete Business Cases für KMU. Der Aufbau von Benchmarks und der Austausch von Best Practices sollen als Grundlage für eine breitere Umsetzung dienen, unterstützt durch Communities als Multiplikatoren. Die Nutzung bestehender Initiativen wie Manufacturing X soll weiter vorangetrieben werden, insbesondere zur Förderung interoperabler und vertrauenswürdiger KI-Anwendungen. Darüber hinaus wurde die Bedeutung von Aus- und Weiterbildung hervorgehoben, um den Transformationsprozess langfristig zu unterstützen.

Fazit

Der Nutzen von Digitalisierung und Sensorik in der Prozessindustrie muss insbesondere im Hinblick auf Energie- und Ressourceneffizienz klar herausgearbeitet werden. Vorreiter, Leuchtturmprojekte und Multiplikatoren spielen eine zentrale Rolle für die Breitenimplementierung. Der anstehende Generationen- und Mentalitätswechsel wird als unterstützender Faktor für die Transformation gesehen. Ergänzend wurden experimentelle Formate zur Sammlung sozio-technischer Erfahrungen vorgeschlagen.

3.4.2 KI für Energieeffizienz

Nummer des Thementischs: 15

Thementischleitung: Dr. Heiko Ranzau (Produkt und Innovationsmanagement, etalytics) Dr. Jan Ohlendorf (Integrierte Produkt- und Prozessentwicklung, am BIBA)

Protokoll: Dr. Henning Höfig

Leitfrage: Welches Hemmnis verhindert die Wunschlösung in Ihrer Organisation?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Der Thementisch war in beiden Runden sehr gut besucht. Es waren zahlreiche Unternehmensvertreter anwesend, u. a. ein Pumpen-, ein Papier-, ein Elektrotechnik-, ein Heizungs-, und ein Glashersteller sowie ein Energiemanagement-Dienstleister. Weiterhin waren zahlreiche

Forschungseinrichtungen vertreten, die u. a. zur Entwicklung und Anwendung von KI forschen als auch zur mathematischen Modellbildung. Die Gruppe wurde abgerundet von Vertretern aus der Finanzbranche.

Die Erwartungen an den Thementisch waren so vielfältig wie die Einsatzmöglichkeiten von KI: vom Wunsch einen Überblick zu bekommen über das Knüpfen von Kontakten bis hin zur Suche nach einem Thema für eine Masterarbeit. Die Unternehmensvertreter trieb eine Frage besonders um: „Wo ist der Einsatz von KI sinnvoll und wo ist es Hype?“

Die beiden Workshop Runden haben gezeigt, dass das Potenzial von Künstlicher Intelligenz (KI) für die Optimierung industrieller Energiesysteme zwar breit anerkannt wird, eine ebenso breite praktische Umsetzung jedoch aktuell noch an zahlreichen Barrieren scheitert. Zentral ist das Fehlen einer einheitlichen und ausreichenden Datenbasis: Oft ist nicht einmal klar, welche Komponenten im industriellen Energiesystem (Versorgungstechnik oder Produktionsanlagen) überhaupt Messdaten liefern. Zudem liegen die vorhandenen Daten in stark fragmentierten Silostrukturen vor, ebenso wie die organisatorische Zuständigkeit in den Unternehmen. Gleichzeitig besteht Unsicherheit darüber, welche Granularität der Messungen tatsächlich nötig ist, um KI-Modelle verlässlich zu trainieren. Ein weiteres Spannungsfeld ergibt sich zwischen dem wirtschaftlichen Anreiz, dem unklaren Potential von Energie- und Ressourceneinsparungen durch KI-Nutzung und der Sorge um Versorgungssicherheit sowie Haftungsrisiken, sobald KI aktiv in die Steuerung von Maschinen eingreift.

Viele Teilnehmende werden von Ihren Unternehmen/Institutionen ermutigt, KI im Arbeitsalltag zu nutzen. Dies beschränkt sich meist auf unternehmensinterne Sprachmodell-Lösungen. Sobald die KI-Nutzung mit weiteren Investitionen verbunden ist (Sensorik, Datenintegration, Software), wurde über Widerstände berichtet.

Hier wurden deutliche Unterschiede zwischen den Teilnehmenden sichtbar. Während Einige KI bereits als infrastrukturelle Grundvoraussetzung sehen, die über den reinen ROI-Gedanken hinausgeht, fürchten andere die Black Box-Natur vieler Modelle, die Abhängigkeit von ausländischen Cloud-Anbietern und die hieraus resultierende mögliche Gefahr für kritische Infrastrukturen. Zusätzlich wurden die unterschiedlichen Perspektiven der Menschen diskutiert, die KI einsetzen (sollen): Erfahrene Fachkräfte zeigen teils Skepsis, weil sie ihre Anlage/Maschine gut kennen und von deren effizienten Betrieb überzeugt sind aber auch Angst haben, durch KI Ihren Job zu verlieren. Jüngere Mitarbeitende setzen KI hingegen häufig unreflektiert als Allheilmittel ein. Diese vielfältigen Sichtweisen prägten die Kontroverse um die sinnvolle Integration von KI in industrielle Systeme.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Ein konsistenter Ansatz, der aus den Diskussionen hervorgegangen ist, sieht den digitalen Zwilling als Kerninfrastruktur, der sowohl Gebäude- als auch Prozessdaten in einem standardisierten Modell zusammenführen soll. Auf dieser Basis sollten zunächst modulare Pilotprojekte mit geringem Investitionsvolumen gestartet werden – zum Beispiel die Optimierung von einzelnen Anlagen – um schnelle Erfolgsnachweise zu liefern und das Vertrauen der Anwender zu stärken. Im Erfolgsfall können die Optimierungen dann auf weitere identische oder ähnliche Anlagen übertragen werden. Ergänzend wird ein neues Geschäfts- und Finanzierungsmodell vorgeschlagen, bei dem Dienstleister für Energiemanagement einen Teil der nachweislich erzielten Einsparungen erhalten, wodurch Anreize für die Implementierung von KI geschaffen werden und das finanzielle

Risiko bei den Anwendern reduziert wird. Einige Unternehmen berichten über mangelnde Transparenz im KI-Ökosystem. Hier könnte eine digitale Partnerbörse etabliert werden, auf der Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Start Ups ihre KI-Kompetenzen und laufenden Projekte präsentieren. Open Source Tools mit umfassender Dokumentation und Veröffentlichung von Modellen und Datenbereinigungsskripten (z. B. auf GitHub) sollen die Black Box-Problematik mindern und die Nachvollziehbarkeit erhöhen. Ein hybrider Ansatz, der physikalisch basierte Modelle mit datengetriebenen Machine Learning Methoden kombiniert, wird als besonders vielversprechend angesehen, weil er sowohl Interpretierbarkeit als auch Vorhersagekraft verbessert. Neben dem Betrieb von Anlagen wird auch vorgeschlagen, KI für die Planung von Neuanlagen zu nutzen. Sie kann helfen, dass Planer nicht ihre „Lieblingslösung“ favorisieren, sondern die optimale Lösung ausgewählt wird, ergänzt durch eine automatisierte Angebotserstellung.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Trotz dieser konkreten Entwicklungsansätze blieben zahlreiche offene Punkte. Es muss geklärt werden, welche Datenqualität und -granularität ausreicht, um robuste KI-Vorhersagen zu ermöglichen, und wie diese Standards branchenübergreifend definiert werden können. Rechtliche Rahmenbedingungen – insbesondere Haftungsfragen bei KI-gestützten Eingriffen in die Maschinensteuerung, Datenschutz und Sicherheitsaspekte – benötigen klare Vorgaben. Der Aufbau von Vertrauen in KI-Ergebnisse erfordert methodische Lösungen für Explainable AI, Zertifizierungsverfahren und Benchmark Studien. Gleichzeitig besteht ein Bedarf an europäischen, cloud-unabhängigen KI-Infrastrukturen, um die Abhängigkeit von US-amerikanischen Anbietern zu reduzieren und die erforderlichen Voraussetzungen bezüglich Vertraulichkeit, Datenschutz und Rechtssicherheit sicherzustellen. Technologisch sind europäische open source-Lösungen aktuell nicht konkurrenzfähig. Die technische Integration heterogener Gebäude- und Prozessleitsysteme ohne umfangreiche IT-Umstellungen sowie die Entwicklung automatisierter Datenbereinigungs-Algorithmen für fehlerhafte oder unrealistische Eingaben sind weitere Forschungsthemen. Schließlich muss untersucht werden, wie Wissensverlust vermieden werden kann, wenn Mitarbeitende durch KI-Systeme ersetzt oder deren Aufgaben neu definiert werden.

Nächste Schritte

Der Thementisch hat keine konkreten nächsten Schritte definiert, da das Thema KI zur Energieeffizienzsteigerung sehr viele Aspekte beinhaltet. Zur Beseitigung der genannten Hemmnisse sind Referenzanwendungen sinnvoll, die transparent über Anwendungsfälle, erzielte Einsparungen und vor allem zur Wirtschaftlichkeit der Lösung aber auch deren Grenzen berichten. Hier sollte gezielt das Berichten über erfolgreiche Investments in KI-Anwendungen und deren Übertragbarkeit forciert werden. Weiterhin tragen Standardisierung und Modularisierung zur Verbreitung von KI-Anwendungen bei.

Neben den rein technischen Anforderungen, sollte stets auch der „Faktor Mensch“ einbezogen werden. Dies umfasst Change Management-Maßnahmen, die Mitarbeitenden sowohl die technischen Grundlagen von KI und Machine Learning vermittelt als auch den kulturellen Wandel in den Unternehmen unterstützen, sodass erfahrene Fachkräfte und junge Talente gemeinsam die Digitalisierung der Energiesysteme vorantreiben können.

Fazit

Der Thementisch hat gezeigt, dass das Potenzial von KI zur Optimierung industrieller Energiesysteme breit anerkannt wird, ihre praktische Umsetzung jedoch noch durch erhebliche technische,

organisatorische und rechtliche Hürden gebremst wird. Entscheidend für den Erfolg sind belastbare Datenstrukturen, standardisierte Integrationsansätze, nachvollziehbare Methoden sowie Pilotanwendungen mit klar nachweisbarem Nutzen. Langfristig wird sich KI in diesem Feld nur dann durchsetzen, wenn neben der technologischen Machbarkeit auch Vertrauen, Wirtschaftlichkeit und die Einbindung der Mitarbeitenden konsequent berücksichtigt werden.



3.5 Transfer und Förderung

3.5.1 Beschleunigung des Transfers von FuE-Lösungen in ihre Anwendungsmärkte

Nummer des Thementischs: 7

Thementischleitung: Prof. Eberhard Jochem (IREES Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien und Fraunhofer ISI)

Protokoll: Dr. Gregor Kampwerth

Leitfrage: Bei welchen Akteuren und mit welchen Maßnahmen können neue Energie(effizienz)-Techniken schneller und breiter zum Klimaschutz beitragen? Ein Blick auf das jeweilige Innovationssystem.

Einführung

E. Jochem führt in das Thema ein anhand einer Handreichung (vgl. Anlage).

Eine Beschleunigung des Transfers von der Forschung in die Marktdiffusion einer neuen Energietechnik lässt sich erreichen durch eine kontinuierliche und gesamthafte Betrachtung des Innovationssystems der jeweiligen Technik. Diese Art von Betrachtung wird selten gemacht, eher beobachtet man einen fast linearen Prozess (etwas vereinfacht beschrieben):

- erst Forschung und Entwicklung bis TRL 6 - 7
- dann Pilot- und Demovorhaben, TRL 8
- dann Standardisierung, Sicherheitsprüfungen, Venture Capital (falls erforderlich)
- dann technik-spezifischer Aufbau bei beruflicher Fortbildung (Handwerker, Wartungsfirmen) und eventuell der betroffenen Ingenieur Ausbildung.
- dann Erschließen der Anwendungsmärkte TRL 8 – 9, für Endprodukte, aber auch für Produkte der industriellen Zwischennachfrage (d. h. Maschinen und Anlagen) und auch für Exportmärkte.

Das **Innovationssystem** besteht – generisch betrachtet – aus einer Reihe von Akteuren in Institutionen und Unternehmen (vgl. Handreichung). Ausgehend von der eher linearen Abwicklung des Transfers in die Märkte der Anwenderbranchen liegt ein Weg darin,

- die erforderlichen Prozesse zeitlich vorzudenken und
- bei Klarheit, dass bestimmte Akteure zu einem bestimmten Zeitpunkt tätig werden müssen, deren Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt zu initiieren und durchzuführen.

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen

Zentrale Erkenntnis der Diskussion ist, dass der Transfer von FuE-Ergebnissen in den Markt nicht als linearer Prozess verstanden werden sollte, sondern als Bestandteil eines umfassenden Innovationssystems, in dem unterschiedliche Akteure entlang des gesamten Entwicklungs- und Diffusionsprozesses koordiniert agieren müssen. In der Praxis wird dieser systemische Ansatz jedoch selten verfolgt.

Ein wesentliches Hemmnis liegt in einer Förderlücke zwischen Demonstrator (TRL 6) und Marktreife, insbesondere für KMU, die oft nicht über die finanziellen Ressourcen verfügen, um die kostenintensive Phase der Produktentwicklung, Skalierung und Markteinführung eigenständig zu bewältigen.

Zudem wurde betont, dass wirtschaftliche Tragfähigkeit und ein klarer Business Case entscheidend für erfolgreichen Transfer sind, dieser Aspekt jedoch in Deutschland häufig weniger stark berücksichtigt wird als beispielsweise in den USA. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass auch bei vorhandener Wirtschaftlichkeit der Transfer an begrenzten Ressourcen scheitern kann.

Weitere Hemmnisse bestehen in unzureichender Kompetenz und Unterstützung bei der IP-Verwertung, in fragmentierten Innovationsökosystemen (z. B. Trennung von KMU und Start-ups) sowie in fehlender Planungskompetenz, etwa im Bereich von Planungsingenieuren.

Kontrovers diskutiert wurde die Rolle von Förderung: Einerseits wird sie als notwendiger Enabler gesehen, andererseits wurde auch auf mögliche Ineffizienzen hingewiesen. Ebenso wurde betont, dass neben Sprunginnovationen auch inkrementelle Innovationen stärker berücksichtigt werden sollten.

Politische und regulatorische Rahmenbedingungen wurden als wesentlicher Einflussfaktor hervorgehoben, der sowohl fördernd als auch hemmend wirken kann.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze

Als zentraler Ansatz wurde hervorgehoben, Lösungen und deren Anwendungsfelder transparenter darzustellen und frühzeitig wirtschaftliche Anwendungsszenarien zu entwickeln. Der Business Case sollte dabei systematisch in den Mittelpunkt gestellt werden.

Zur Schließung der identifizierten Förderlücke wurde eine Anschlussförderung für KMU ab TRL 6 vorgeschlagen, um die Weiterentwicklung bis zur Serienreife zu ermöglichen. Für kapitalintensive Technologien wurde zusätzlich eine begleitende FuE-Förderung für die Hochskalierung empfohlen, die sowohl Investitionen als auch Betriebskosten in der Demonstrationsphase abdeckt.

Darüber hinaus wurde angeregt, die bestehenden Innovationsökosysteme zu öffnen und stärker mit weiteren Kapitalmarktakteuren wie Private Equity, Risikofinanzierern oder Förderbanken zu verknüpfen. Auch die Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Förderinteressenten wurde als sinnvoll erachtet.

Ein weiterer Ansatz liegt in der stärkeren Einbindung von Anwenderverbänden und deren technischen Ausschüssen, um Standardisierung voranzutreiben sowie Qualifikations- und Ausbildungsangebote, insbesondere für Handwerker und Planer, zu stärken.

Beispiele aus der Diskussion

Mehrere konkrete Praxisbeispiele verdeutlichten die identifizierten Transferhemmnisse und Handlungsbedarfe:

- Am Beispiel der Ansiedlung des Batterieherstellers CATL in Thüringen wurde deutlich, dass trotz erfolgreicher industrieller Ansiedlung ein regionales Innovationsökosystem nicht automatisch entsteht, wenn flankierende Maßnahmen wie passende Ausbildungsangebote ausbleiben.

- Ein KMU berichtete, dass eine mit Fördermitteln bis TRL 6 entwickelte Technologie mangels finanzieller Ressourcen nicht bis zur Serienreife weiterentwickelt werden konnte, was die identifizierte Förderlücke zwischen Demonstrator und Markteinführung konkret illustriert.
- Am Beispiel der Firma Schott wurde der hohe Aufwand bei der Hochskalierung von Laborlösungen auf industrielle Maßstäbe (z. B. von 100 l auf über 5.000 l) hervorgehoben, insbesondere im Hinblick auf technische Risiken und Betriebskosten in der Testphase.
- Die vom DLR entwickelte Hochtemperatur-Wärmepumpe „CoBra“ wurde als Beispiel für eine marktreife Technologie genannt, deren breite Diffusion dennoch an Unsicherheiten bei Anwendern hinsichtlich Betrieb und Wirtschaftlichkeit scheitert.
- Erfahrungen aus dem Programm „Urban Arena“ zeigten, dass fehlende Planungskapazitäten und -kompetenzen einen wesentlichen Engpass für die Umsetzung von Innovationsprojekten darstellen können.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf

Offen bleibt insbesondere, wie geeignete Instrumente zur Finanzierung der risikoreichen Phase zwischen Demonstrator und Markteinführung ausgestaltet werden können. Ebenso besteht Klärungsbedarf hinsichtlich der Frage, welche Förderformate für unterschiedliche Technologien und Branchen geeignet sind, da bestehende Instrumente wie Reallabore nicht für alle Anwendungsfälle passen.

Weitere offene Fragen betreffen die Identifikation von Wettbewerbssituationen bei neuen Technologien sowie die systematische Analyse internationaler Entwicklungen, etwa anhand von Patent- und Publikationsdaten.

Auch im Bereich der IP-Verwertung bestehen strukturelle Herausforderungen, insbesondere hinsichtlich der Rolle von Hochschulen und deren Einfluss auf Ausgründungen und Technologietransfer.

Schließlich bleibt die Frage offen, wie geeignete Märkte und rentable Anwendungen für neue Technologien systematisch identifiziert werden können.

Nächste Schritte

Die Diskussion mündete in eine Reihe konkreter Handlungsempfehlungen zur Beschleunigung des Transfers von FuE-Ergebnissen in die Anwendung:

- Lösungen und deren potenzielle Anwendungsfelder sollten systematisch und verständlich aufbereitet werden, um Transparenz zu schaffen und die Anschlussfähigkeit für Anwender zu erhöhen.
- Der Business Case sollte durchgehend mitgedacht und frühzeitig entwickelt werden, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Innovationen sicherzustellen.
- Für kleine und mittlere Unternehmen wurde eine gezielte Anschlussförderung ab TRL 6 vorgeschlagen, um die Weiterentwicklung von Demonstratoren bis zur Serienreife zu ermöglichen.

- Für kapitalintensive Technologien wurde eine begleitende FuE-Förderung für die Hochskalierung empfohlen, die sowohl Investitionen als auch Betriebskosten in der Demonstrationsphase einschließt, insbesondere für Tests unter realen Anwendungsbedingungen.
- Es wurde angeregt, bestehende Innovationsökosysteme zu öffnen und gezielt weitere Kapitalmarktakteure wie Private Equity, Risikofinanzierer und Förderbanken einzubeziehen („die Bubble verlassen“).
- Die Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Förderinteressenten wurde als sinnvoll erachtet, um Orientierung zu schaffen und Zugänge zu erleichtern.
- Dachverbände und technische Ausschüsse der Anwenderbranchen sollten stärker eingebunden werden, um Standardisierung voranzutreiben sowie Qualifikations- und Ausbildungsprogramme, insbesondere für Handwerker und Planer, zu stärken.
- Für die Projektauswahl wurde angeregt, stärker die fachliche und organisatorische Expertise der Initiatoren von Forschungsverbänden zu berücksichtigen. Zudem sollte die Fähigkeit zur vorausschauenden Betrachtung des Innovationssystems gezielt eingefordert und gefördert werden.

Fazit

Der beschleunigte Transfer von FuE-Ergebnissen erfordert eine systemische Betrachtung des gesamten Innovationsprozesses sowie geeignete Rahmenbedingungen entlang aller Entwicklungsphasen. Zentrale Herausforderungen liegen insbesondere in der Finanzierung der Skalierungsphase, der Stärkung wirtschaftlicher Perspektiven sowie in der besseren Vernetzung der beteiligten Akteure.

Anlagen und weitere Informationen:

- Handreichung zum Innovationssystem (Prof. E. Jochem)
- Photos Flipcharts
- Exkurs zur Renditeberechnung (Prof. E. Jochem)
- Begleitforschungsprojekt EE4ING-2: [Home - EE4InG2](#)

3.5.2 Kostenbewusstsein bei Forschungs- und Demonstrationsvorhaben

Nummer des Thementischs: 2

Thementischleitung: Dr. Joachim Wünning (Geschäftsführer WS Wärmeprozessstechnik GmbH)

Protokoll: Dr. Erik Skiera

Leitfrage: Fördern bestehende Förderstrukturen genügend Kostenbewusstsein oder setzen sie eher Anreize für technische Maximallösungen?

Wichtigste Erkenntnisse der Diskussion, Kontroversen:

Die Schlüsselkontroversen, die sich durch die Diskussion zogen, waren wie man eine ‚Ehrliche‘ Antragstellungsstellung ermöglichen und die Eigenverantwortung der Partner fördern kann. Die Übererfüllung von Sicherheitsnormen, die möglicherweise mit höheren Kosten und Ressourcen verbunden ist, sowie die Notwendigkeit, den Mittelbau an Universitäten und Forschungseinrichtungen zu stärken waren weitere wiederkehrende Themen. Die Compliance-Vorgaben der Unternehmen beziehungsweise der Projektträger wurden als häufiges Hindernis bei der Antragsstellung identifiziert.

Konkrete Ideen, Vorschläge, innovative Ansätze:

Die Workshop-Teilnehmenden erarbeiteten einige konkrete Ideen und innovative Ansätze. So wurde Opex-Förderung als ein potenzieller Schritt zur Unterstützung der Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten vorgeschlagen. Es wurde mehr Pragmatismus in der Verwaltung und Nachverfolgung von Projekten befürwortet, um die Prozesse zu vereinheitlichen und Fehlklassifizierungen von Drittmitteln zu minimieren. Die Schaffung von Brücken zu staatlichen Förderprogrammen wie der EEW-Förderung wurde empfohlen, um Synergien zu nutzen und die Effizienz der staatlichen Förderstruktur zu verbessern. Die Fokussierung auf wenige zentrale Fragestellungen wurde als ein innovativer Ansatz vorgeschlagen, um die Forschung zu vereinfachen und einen klaren Fokus zu schaffen. Im Rahmen von Forschungsvorhaben gibt es aktuell keine Anreize, die zum Einsparen von Kosten führen. Als wichtiger Innovationstreiber wurde die Förderung von Risikobereitschaft in der Forschung angesehen.

Offene Fragen oder Forschungsbedarf:

Es gibt einige offene Fragen und Forschungsbedarf, die weiter untersucht werden müssen. So ist unklar, wie effektiv eine Fokussierung auf wenige zentrale Fragestellungen die Forschung und deren Ergebnisse positiv beeinflussen kann, ohne dass dabei wichtige interdisziplinäre Aspekte außer Acht gelassen werden. Als Indikator für die Qualität von Forschungsprojekten wird das Drittmittel-Ranking gerne herangezogen. Diese Vorgehensweise sollte genau analysiert und quantifiziert werden, um dessen Aussagekraft zu bestätigen oder zu hinterfragen. Es muss präziser untersucht werden, warum der Versuch, die Komplexität von Drittmittelanträgen zu reduzieren, bisher nicht erfolgreich war und welche Anreize notwendig wären, um dies zu ändern.

Nächste Schritte:

Die Varianz der diskutierten Themen war sehr breit, sodass kein allgemeines Fazit gezogen werden konnte. Vielmehr sollten die diskutierten Themen zu Rate gezogen werden, wenn es um die Neuausrichtung von Förderprogrammen oder die Bedarfe der Forschenden geht. Auch die Vereinfachung des Antragsgeschäfts stellt einen Wunsch der Community dar. Ein wiederkehrender Austausch mit unterschiedlichen Beteiligten der Forschungsförderung kann das Thema weiter voranbringen.

3.5.3 Feedback zum 8. Energieforschungsprogramm

Nummer des Thementischs: 16

Thementischleitung: Dr. Vera Nießen (Projektträger Jülich)

Protokoll: Dr. Heide vom Schloß

Leitfrage: Was sind Ihre Anregungen zur Weiterentwicklung des Energieforschungsprogramms?

Allgemeine Einschätzung

Das Energieforschungsprogramm wird insgesamt als sinnvoll und hilfreich bewertet. Besonders positiv hervorgehoben werden das zweistufige Verfahren sowie die Möglichkeit der deadline-freien Einreichung, da diese gut mit den Abläufen und Bedürfnissen der Industrie vereinbar sind. Auch die Mikroprojekte werden als sehr effektives und praxisnahes Instrument eingeschätzt. Kritisch gesehen wird hingegen die im 8. Energieforschungsprogramm wahrgenommene Einschränkung der Technologieoffenheit. Es entsteht der Eindruck, dass politische Vorgaben eine starke Rolle spielen und industrielle Bedarfe nicht in allen Fällen ausreichend berücksichtigt werden. Darüber hinaus werden die formalen Anforderungen an Projektskizzen als zu hoch bewertet, insbesondere da detaillierte Angaben zu Kosten, Arbeitsplan, Verwertungsstrategie und CO₂-Einsparungen bereits in einer sehr frühen Phase gefordert werden.

Missionen

Die Missionen werden aus Sicht der Industrie als schwer greifbar beschrieben, da sich Technologien nicht immer eindeutig zuordnen lassen. Zur Verbesserung wird vorgeschlagen, die Missionen durch konkrete und anschauliche Beispiele zu präzisieren sowie eine stärkere Themen- und Technologieoffenheit zu ermöglichen. Zudem besteht Bedarf an klareren Zuordnungsmöglichkeiten für Querschnittsthemen. In diesem Zusammenhang wird auch Unsicherheit darüber geäußert, in welchen Bereichen Querschnittsthemen eingereicht werden können. Ein themenübergreifendes Beratungsangebot wird daher als sinnvoll erachtet.

Beratung

Die Beratungsangebote werden als zentraler Erfolgsfaktor des Programms hervorgehoben. Sowohl in der Phase vor der Skizzeneinreichung als auch während der Antragstellung wird die Unterstützung als unerlässlich angesehen. Die Beratung trägt aus Sicht der Teilnehmenden wesentlich zur Zeitersparnis, zur Beschleunigung der Verfahren und zur schnellen Klärung von Unklarheiten bei. Als Verbesserung wird ein strukturierter Beratungsslot vorgeschlagen, bei dem Termine mit mehreren Themenverantwortlichen gebucht werden können. Besonders positiv wird zudem die Möglichkeit bewertet, Skizzenideen im Rahmen von Beratungsgesprächen frühzeitig zu diskutieren.

Antragsbearbeitung

Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Zuwendungsrechts werden Vereinfachungen in der Antragsbearbeitung angeregt. Dazu zählt die Einführung standardisierter Templates mit klar definierten Mindestanforderungen, beispielsweise für Vorhabenbeschreibungen, ergänzt durch Freitextfelder für projektspezifische Inhalte. Zudem wird eine stärker bearbeiterunabhängige Strukturierung der Anforderungen empfohlen.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, die Projektbewirtschaftung stärker an Ergebnissen auszurichten und weniger an detaillierten Kostenarten, etwa in Anlehnung an Lump-Sum-Modelle. Gleichzeitig bestehen auf Seiten der Fördergeber Bedenken hinsichtlich eines erhöhten Aufwands in der Antragstellung.

Transparente Bewertungskriterien

Die Quantifizierung von CO₂-Einsparungen wird als aufwändig und teilweise spekulativ eingeschätzt und daher als ungeeignet für eine präzise, zahlenbasierte Bewertung angesehen. Stattdessen wird empfohlen, die Wirkung von Projekten plausibel und differenziert für kurz-, mittel- und langfristige Zeiträume darzustellen. Ergänzend wird eine stärkere qualitative Bewertung durch fachliche Gutachter vorgeschlagen.

Förderaufrufe

Förderaufrufe werden insgesamt kritisch bewertet. Sie werden häufig als nicht ausreichend passgenau für industrielle Forschungsbedarfe wahrgenommen und bieten aufgrund kurzer Fristen wenig Raum für fundierte Vorbereitung und Beratung. Besonders negativ wird die Häufung von Förderaufrufen zum Jahreswechsel bewertet, da dies eine angemessene Auseinandersetzung erschwert.

Zudem wird die starke Überzeichnung vieler Aufrufe als problematisch gesehen, da sie mit hohem Aufwand für die Antragstellenden bei gleichzeitig geringen Erfolgchancen verbunden ist.

Weitere Beobachtungen

Die grundsätzlichen Förderchancen im 8. Energieforschungsprogramm werden als vergleichsweise hoch eingeschätzt, was die Attraktivität des Programms erhöht. Gleichzeitig wird eine Diskrepanz zwischen Forschungsergebnissen und deren Berücksichtigung in der Energiepolitik wahrgenommen. Positiv hervorgehoben wird hingegen die Förderung der Zusammenarbeit zwischen Großunternehmen, kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen.

Fazit

Das 8. Energieforschungsprogramm wird insgesamt als sehr wertvoll eingeschätzt, insbesondere aufgrund seiner Struktur und der intensiven Beratungsangebote. Optimierungsbedarf besteht vor allem hinsichtlich der Technologieoffenheit, der Anforderungen an die Antragstellung, der Verständlichkeit der Missionen sowie der Ausgestaltung von Förderaufrufen und Bewertungskriterien.