

*Abschlussbericht für Modul D des BMBF-Projektes:  
Begleitende Evaluierung der Fördermaßnahme „Validierung des  
Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung – VIP“*

## Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt

---

*Im Auftrag des*

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48,  
76139 Karlsruhe

Für das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat 112

*Autoren*

Anette Braun, Sabine Korte und Sylvie Rijkers-Defrasne

*Name und Anschrift der Projektleiter/Ansprechpartner*

Dr. Dr. Axel Zweck / Dr. Sabine Korte  
VDI Technologiezentrum GmbH (VDI TZ)  
Innovationsbegleitung und Innovationsberatung  
Airport City, VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
Tel.: 0211/6214-574  
Fax: 0211/6214-139  
korte@vdi.de

08. Juli 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Initialer CTA-Check (Fragebogenerhebung).....</b>	<b>4</b>
3.1	Ergebnisse des Pretests .....	5
3.2	Ergebnisse der quantitativen Auswertung .....	7
3.3	Ergebnisse der qualitativen Auswertung.....	26
3.4	Fazit CTA-Fragebogenauswertung.....	29
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der CTA-Workshops .....</b>	<b>31</b>
4.1	Haftungsrisiko und Regulierungsfragen .....	31
4.2	Umweltaspekte.....	32
4.3	Gesundheitsaspekte .....	32
4.4	Ethische-moralische Aspekte / Technologieakzeptanz / Gesellschaftliche Aspekte.....	32
4.5	Fazit CTA-Workshops.....	33
<b>5</b>	<b>Schlussbetrachtung und Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>35</b>
<b>Anhang 1:</b>	<b>Fragebogen Quick CTA-Check.....</b>	<b>38</b>
<b>Anhang 2:</b>	<b>Ergebnisse der CTA-Case-Studies .....</b>	<b>42</b>
A2.1	„Validierung des Innovationspotentials von piezoelektrischen Sensorfasern“- (VIP Piezofaser).....	42
A2.2	„Objektverfolgungstechnologien zur Einbettung von Werbung in Filmsequenzen“ – (VIP OnEye) .....	46
A2.3	„Neuartige magnetokalorische Maschine für Kühl- und Heizanwendungen“ – (VIP MagKal).....	51
A2.4	„Nano-Komposite als Anodenmaterial von Lithium-Ionen- Akkumulatoren“ – (VIP NaKoLiA) .....	54
A2.5	„Validierung des Innovationspotentials multifunktionaler Verbundstoffe auf der Basis von Graphen“ – (VIP GraphTherm) .....	58

## 1 Zusammenfassung

Die Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt wurden im Rahmen der Evaluierung mithilfe einer konstruktiven Technologiefolgenabschätzung (CTA – Constructive Technology Assessment) untersucht. Ein initialer CTA-Check erfolgte auf Basis eines quantitativ auswertbaren Fragebogens, gefolgt von einer qualitativen Auswertung sowie einer vertieften inhaltlichen Analyse von spezifischen CTA-Aspekten bei fünf ausgewählten VIP-Vorhaben. Die wichtigsten Einzelbefunde sind:

- Mithilfe der CTA-Fragebogenerhebung konnten Aspekte zu Rahmenbedingungen, rechtliche Fragen, Haftungsrisiken, Umwelt- und Gesundheitsfragen identifiziert werden, die bei der Entwicklung von Produkten eine Rolle spielen können.
- Der CTA-Fragebogen konnte als geeignete Methode validiert werden, um einerseits den Bedarf für eine begleitende CTA-Analyse unter den VIP-Vorhaben zu ermitteln und andererseits die Diskussion über CTA-Aspekte zu initiieren.
- Die tiefer gehende CTA-Analyse von fünf ausgewählten VIP-Vorhaben sowie die dazu organisierten CTA-Workshops verdeutlichten auch, dass CTA-Aspekte möglichst frühzeitig in der Entwicklung neuer Technologien/Verfahren/Produkte berücksichtigt werden sollten.
- CTA kann helfen, gesundheitliche, ökologische, humane, rechtliche, soziale, ethisch-moralische und andere politisch relevante Folgen des jeweils zu entwickelnden Verfahrens und möglicher Alternativen abzuschätzen. Hieraus können wiederum technische und wirtschaftliche Konsequenzen abgeleitet werden.
- CTA sollte künftig frühzeitig und systematisch in die Entwicklung eines Verfahrens/eines Forschungsvorhabens einfließen. Das Ziel sollte generell sein, möglichst viele gesellschaftlich relevante Auswirkungen des jeweiligen zu entwickelnden Produkts systematisch zu identifizieren. Darunter fallen nicht nur Marktanalysen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen, sondern auch die gesellschaftlichen, ethischen und rechtlichen Auswirkungen einer Technik und ihre Nutzung auf die vielfältigen und miteinander im Austausch stehenden Bereiche.

## 2 Einleitung

Die konstruktive Technologiefolgenabschätzung (CTA – constructive technology assessment) ist eine Form der entwicklungsbegleitenden Technologiebewertung. Ziel der CTA im Rahmen der Evaluierung ist es, gemeinsam mit den Zuwendungsempfängern die möglichen Auswirkungen einzelner Projekte auf Gesellschaft und Umwelt zu analysieren und als Voraussetzung für den Verwertungserfolg abzuschätzen.

Ziel der CTA-Betrachtung im Rahmen der Evaluierung war es, gemeinsam mit den Zuwendungsempfängern die möglichen Auswirkungen einzelner Vorhaben in Bezug auf verschiedene Dimensionen (z. B. ökologische, ökonomische, gesundheitliche, ethisch-moralische, gesellschaftliche sowie politische) zu analysieren und als Voraussetzung für den Verwertungserfolg abzuschätzen. Der Erfolg von Innovationen hängt nicht allein davon ab, ob die verwendete Technologie funktioniert. Neben Umweltaspekten und Rahmenbedingungen sind die Menschen und deren Einstellung zu der Innovation wesentlich für Erfolg oder auch Misserfolg einer Innovation.

CTA versucht, möglichst viele gesellschaftlich relevante Auswirkungen der jeweiligen zu entwickelnden Verfahren systematisch zu identifizieren. Darunter fallen nicht nur Marktanalysen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen, sondern auch die Auswirkungen einer Technik, ihre Akzeptanz und ihre Nutzung auf die vielfältigen und miteinander im Austausch stehenden Bereiche.

## 3 Initialer CTA-Check (Fragebogenerhebung)

Der Erfolg von Innovationen hängt nicht allein davon ab, ob die verwendete Technologie funktioniert. Neben Umweltaspekten und Rahmenbedingungen sind die Menschen und deren Einstellung zu der Innovation wesentlich für Erfolg oder auch Misserfolg einer Innovation. Im Rahmen eines initialen CTA-Checks soll untersucht werden, in welchem Ausmaß solche „menschlichen“ Faktoren für die einzelnen Projekte eine Rolle spielen. So lassen sich Innovationshemmnisse oder Akzeptanzprobleme frühzeitig erkennen und adressieren.

Der initiale CTA-Check erfolgt auf Basis eines quantitativ auswertbaren Fragebogens (vgl. Anhang 1). Bis Ende September 2013 wurden 99 Vorhaben im Rahmen des VIP Programmes bewilligt. Fünf dieser Vorhaben dienten bereits als Basis für den Pretest der CTA-Befragung. Der CTA-Fragebogen wurde daher an die Projektleiterinnen und Projektleitern und an die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren der verbleibenden 94 Vorhaben versandt. 84 Projektleiterinnen und -leiter (Rücklaufquote: 90 Prozent) und 44 Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (Rücklaufquote: 47 Prozent) beantworteten den CTA-Fragebogen. Die beiden Rücklaufquoten sind zwar sehr unterschiedlich, liegen aber höher als die durchschnittliche Rücklaufquote, die bei Befragungen erwartet werden kann.

### 3.1 Ergebnisse des Pretests

Der initiale CTA-Check erfolgt auf Basis eines quantitativ auswertbaren Fragebogens.

Im ersten Zwischenbericht wurde erläutert, welche ITA-Dimensionen untersucht werden sollen und wie der Fragebogen entstanden ist. Ferner wurden für einen Pretest des Fragebogens die folgenden fünf bereits bewilligten Projekte ausgewählt:

VIP0002	RWBau	Innovation durch Einsatz der Radiowellen-Technologie im Bauwesen
VIP0004	OnEye	Objektverfolgungstechnologien zur Einbettung von Werbung in Filmsequenzen
VIP0005	EXTassay	Entwicklung einer EXT-basierten Technologieplattform zur hochparallelen Wirkstoffanalyse
VIP0020	IWS	Entwicklung eines Instrumentenwechselsystems für die Minimal Invasive Chirurgie
VIP0027	GiLdA	Gestaltung impulsentkoppelter Lineardirektantriebsachsen aus Anwendersicht

Der Pretest hatte zum Ziel, die inhaltliche Verständlichkeit und sprachliche Eindeutigkeit der Fragen, deren Beantwortbarkeit und die Funktionalität des Fragebogens zu testen. Die Fragebögen wurden einerseits von den Projektleiterinnen und -leiter sowie Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (projektinterne Sicht) der Projekte ausgefüllt und andererseits von VDI TZ Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die insbesondere die Fragen durch „Aufsetzen einer ITA-Brille“ (externe, ITA-Sicht) auf Basis der bewilligten Förderanträge beantwortet haben.

#### Erkenntnisse des Pretests

Das Ausfüllen der Fragen durch die Projektinternen zeigte, dass der Fragebogen geeignet ist, um die ITA-Aspekte der Vorhaben zu ermitteln. Die Fragen wurden alle ausgefüllt und es gab weder Rückfragen oder Anmerkungen zu den einzelnen Fragen des Fragebogens noch zu dessen Funktionalität.

Durch die Auswertung wurde deutlich, dass das Wort „Nutzer“ in Frage 15 und 18 nicht eindeutig ist. Der Fragebogen wurde so umformuliert, dass nun an diesen beiden Stellen die Formulierung „Personen, die mit dem Produkt in Kontakt kommen“ verwendet wird. Der finale Fragebogen ist im Anhang 1 dargestellt.

Die ersten Fragen hinsichtlich der zugrunde liegenden Technologien wurden sowohl aus projektinterner als auch aus ITA-Sicht ohne Auffälligkeiten beantwortet. Die Differenzen zwischen der projektinternen und der ITA-Sicht beruhen wohl eher auf dem mangelnden Detailwissen der externen VDI TZ-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Fragen zu ökonomischen Aspekten (Fragen 7 bis 9 des Fragebogens) wurden aus projektinterner und externer Sicht teilweise unterschiedlich beantwortet, wobei die externe

Sicht tendenziell höhere Zahlen verkaufter Produkte bzw. Lizenzen und eine höhere Personenzahl, die mit dem Produkt in Kontakt kommen wird, schätzten. Ferner konnte aus der Sichtung der Projektbeschreibungen nicht entnommen werden, dass (bzw. ‚ob‘) in den Projekten eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt wurde oder geplant ist.

Fragen zu ökologischen und gesundheitlichen Aspekten (Fragen 22 bis 29) wurden aus projektinterner und externer ITA-Sicht größtenteils ähnlich beantwortet.

Diskrepanzen in der Beantwortung der Fragen aus projektinterner und ITA-Sicht gab es insbesondere bei der sozialen bzw. gesellschaftlichen und politischen ITA-Dimension. Folgende Aspekte wurden aus projektinterner Sicht häufig nicht gesehen:

- Haftungsrisiko (Frage 11),
- fachlicher Qualifizierungsbedarf (Frage 13),
- Erklärungsbedürftigkeit bei der Verwendung des Produkts (Frage 15),
- ethische und moralische Fragestellungen (Frage 16 und 17),
- Regulierungsbedarf (Frage 20),
- Standardisierungsaktivitäten und Notwendigkeit der Standardisierung (Frage 21).

Auffälligkeiten bei der projektinternen Sicht gab es insbesondere bei den Fragen 16 und 17. Hier wurde mehrheitlich geantwortet, dass durch das entstehende Produkt keine ethischen und moralischen Fragestellungen aufgeworfen werden. Gleichzeitig wurde aber bejaht, dass derartige Fragestellungen bei der Entwicklung des Produkts berücksichtigt werden.

Der Pretest zeigt darüber hinaus, dass der entwickelte Fragebogen geeignet ist, um die ITA-Aspekte der Vorhaben zu ermitteln sowie die Diskrepanzen zwischen der projektinternen und der ITA-Sicht aufzudecken. Mit den abschließenden Änderungen (siehe oben) kann der Fragebogen als methodisch valide angesehen werden.

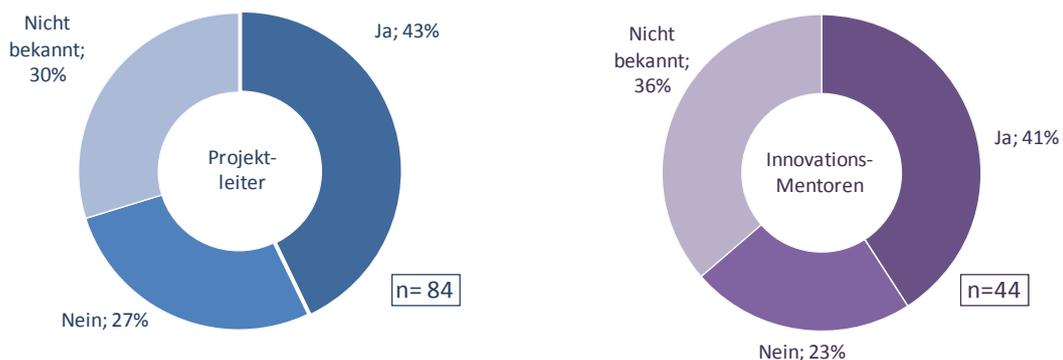
### 3.2 Ergebnisse der quantitativen Auswertung

Im Folgenden werden die quantitativen Ergebnisse der CTA-Befragung dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse aus der Befragung der Projektleiterinnen und -leiter (PL) in blau und die der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (IM) in lila für die einzelnen Fragen dargestellt.

#### Teil 1: Technologie- bzw. verfahrensbezogene Fragen

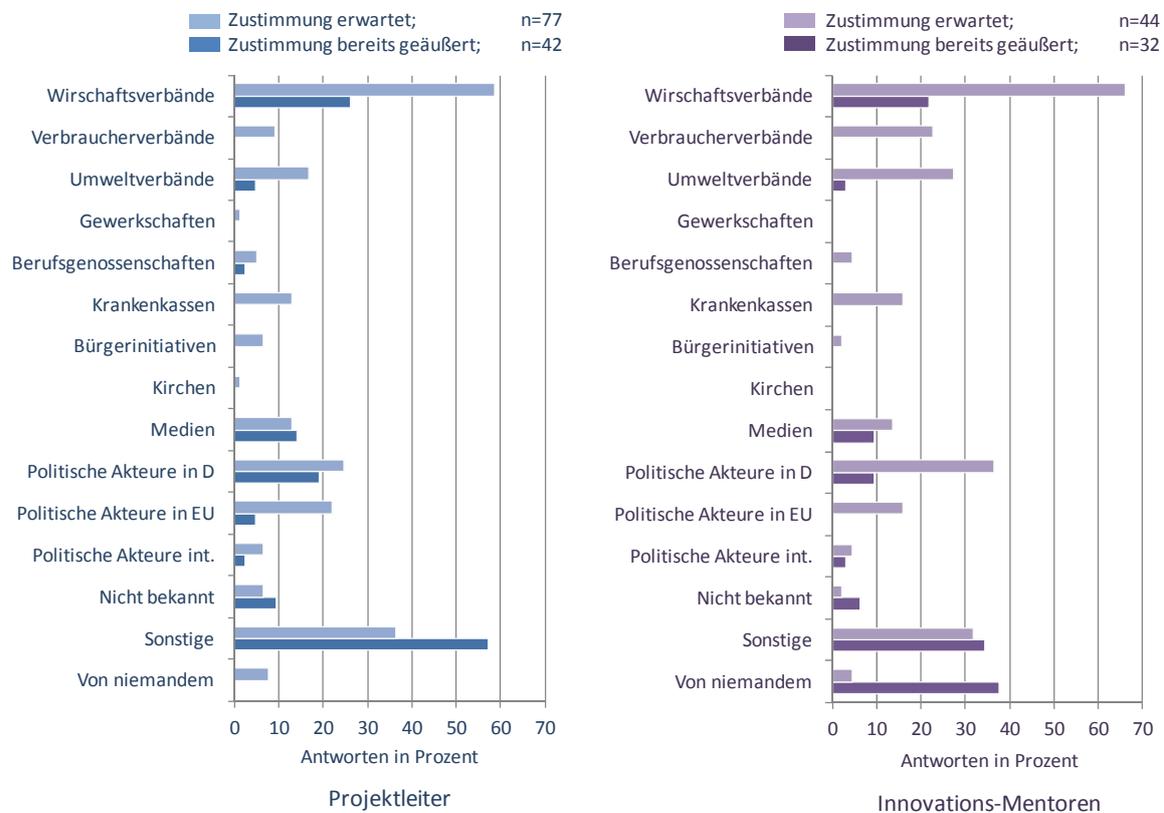
Die ersten sechs Fragen beziehen sich allgemein auf die zugrunde liegende Technologie oder das Verfahren in dem Vorhaben.

#### Öffentliche Äußerungen von dritter Seite zur Technologie bzw. zum Verfahren?



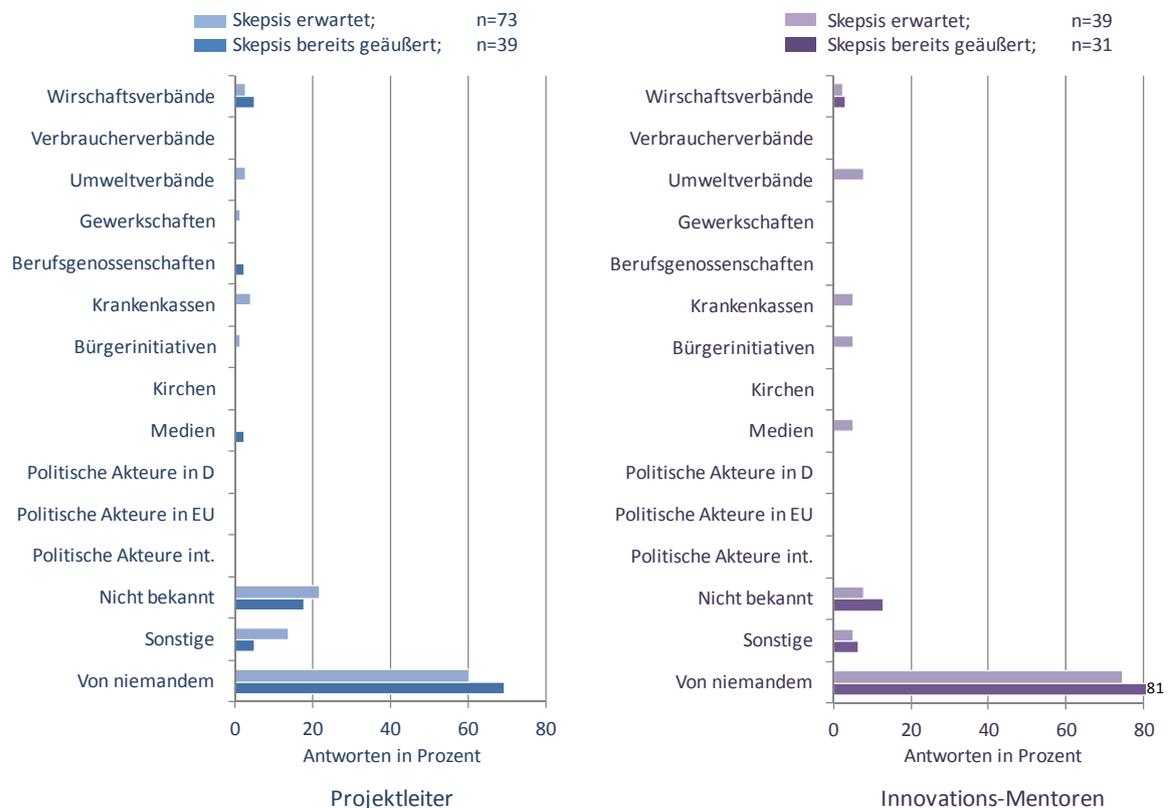
- Etwa 43 % der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren geben an, dass die Technologien oder Verfahren, die den Vorhaben zugrunde liegen, bereits in der Öffentlichkeit diskutiert wurden.
- Während die Projektleiterinnen und -leiter mit 27 % die gestellte Frage verneinen, ist dies 30 % der Befragten nicht bekannt.
- Dagegen verneinen 23 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren die Frage, während sogar 36 % mit „nicht bekannt“ antworten.

## Positive Wahrnehmung der Technologien bzw. Verfahren in der Öffentlichkeit (erwartet und bereits geäußert)



- Es scheint, als hätten sich insbesondere die Projektleiterinnen und -leiter und die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren bislang wenig mit bereits zustimmenden Äußerungen zu den Technologien in ihren Vorhaben befasst. Darauf lassen die Antworten in absolute Zahlen schließen.
- Die Mehrheit der Befragten (PL 58 % und IM 65 %) gibt an, dass sich Wirtschaftsverbände bislang zustimmend zu den Technologien / Verfahren geäußert haben. Die Befragten erwarten auch weitere zustimmende Äußerungen von diesen Akteuren.
- Ferner wurden Verbraucherverbände, Umweltverbände, Gewerkschaften und Berufsgenossenschaften, Krankenkassen, Bürgerinitiativen und Kirchen, Medien und politische Akteure verschiedener Ebenen von den Befragten bezüglich bereits geäußelter Zustimmungen genannt. 37 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren erwarten zustimmende Äußerungen von politischen Akteuren in Deutschland.
- Darüber hinaus erwarten die Projektleiterinnen und -leiter von jeder Akteursgruppe zustimmende Äußerungen.

## Tendenziell ablehnende Wahrnehmung der Technologien bzw. Verfahren in der Öffentlichkeit (erwartet und bereits geäußert)



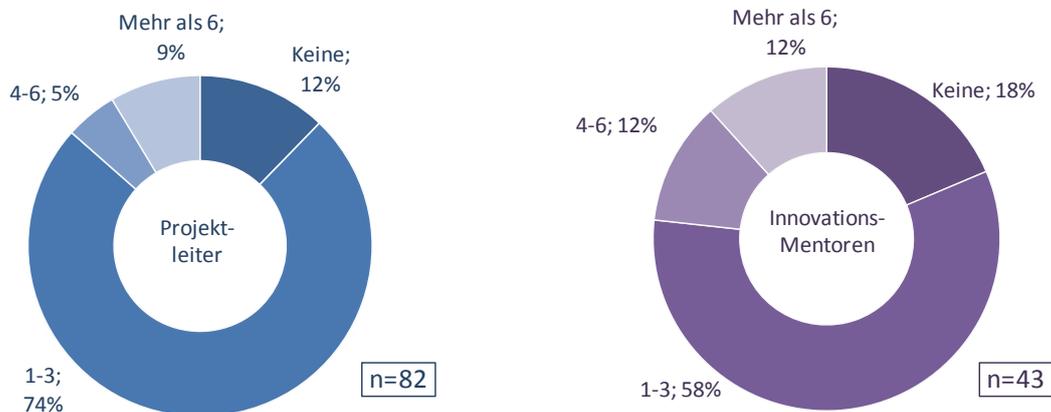
- Wie bei den vorherigen Fragen scheint es, als hätten sich die Projektleiterinnen und -leiter und die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren bislang wenig mit bereits tendenziell ablehnenden Äußerungen zu den Technologien in ihren Vorhaben befasst. Darauf lassen die Antworten in absolute Zahlen schließen.
- Die große Mehrheit der Befragten (PL 69 % und IM 81 %) gibt an, dass sich bislang niemand skeptisch zu den Technologien / Verfahren geäußert hat und sie erwarten auch keine skeptischen Äußerungen.
- Etwa 20 % der Projektleiterinnen und -leiter ist nicht bekannt, ob es skeptische Aussagen gab oder geben wird. Bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren ist dieser Anteil wesentlich geringer.
- Die Befragten nennen vereinzelte Akteure von denen sie eine eher ablehnende Äußerung erwarten oder von denen bereits Skepsis geäußert wurde, wie Wirtschaftsverbände, Umweltverbände (z.B. IM 8 %) und Bürgerinitiativen.

Die Fragen zu den bereits geäußerten Zustimmungen oder Ablehnungen wurden von nur etwa der Hälfte der befragten Projektleiterinnen und -leiter beantwortet. Bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren ist die Beantwortungsquote für diese Frage wesentlich höher.

Interessant ist die Beantwortung der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren in Bezug auf die Akteursgruppe „Umweltverbände“. Knapp 30 % der IM-Befragten erwarten von den Umweltverbänden zustimmende Äußerungen (zweitgrößte Akteursgruppe nach den

Wirtschaftsverbänden). Gleichzeitig erwarten 10 % der IM-Befragten von den Umweltverbänden eher Skepsis (größte genannte Akteursgruppe).

### Anzahl der Konkurrenz-Technologien / -Verfahren



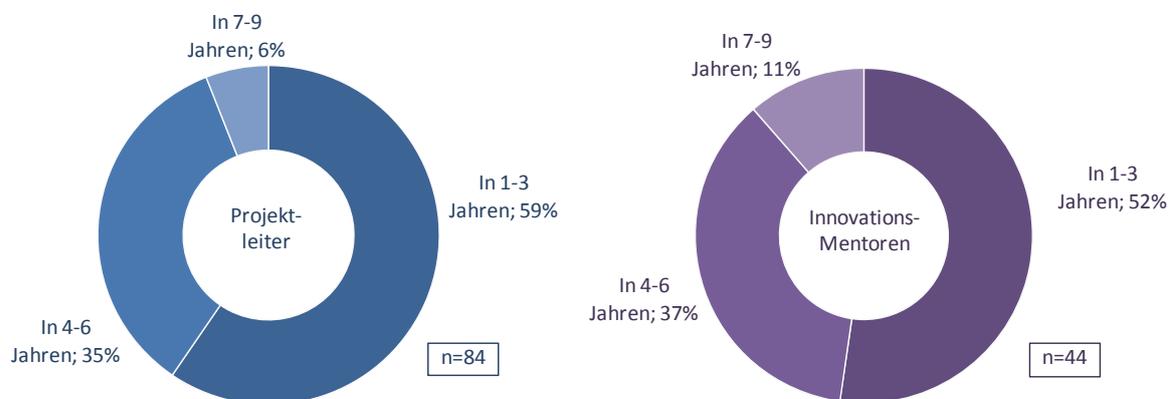
- Die Mehrheit der Befragten (PL: 74 % und IM: 58 %) sieht ein bis drei Konkurrenztechnologien bzw. -verfahren.
- 5 % der Projektleiterinnen und -leiter gehen davon aus, dass es vier bis sechs Konkurrenztechnologien gibt. Diese Einschätzung wird von 12 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren geteilt.
- 12 % der Projektleiterinnen und -leiter geben an, dass es für die Technologie keine Konkurrenz gibt. Diese Einschätzung wird von 18 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren geteilt.
- 9 % der Projektleiterinnen und -leiter gehen davon aus, dass es für ihre jeweilige Technologie mehr als sechs Konkurrenztechnologien gibt. Niemand der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren glaubt, dass es mehr als 6 Konkurrenztechnologien gibt.

## Teil 2: Produkt- bzw. dienstleistungsbezogene Fragen

Diese Fragen beziehen sich spezifisch auf die einzelnen VIP-Vorhaben. Dabei geht es um das Produkt, das am Ende des Vorhabens neu entstanden sein wird. Mit dem Wort „Produkt“ sind alle Verwertungsformen in dem jeweiligen Geschäftsumfeld gemeint, wie beispielsweise neue Produktionsprozesse oder neue Dienstleistungen.

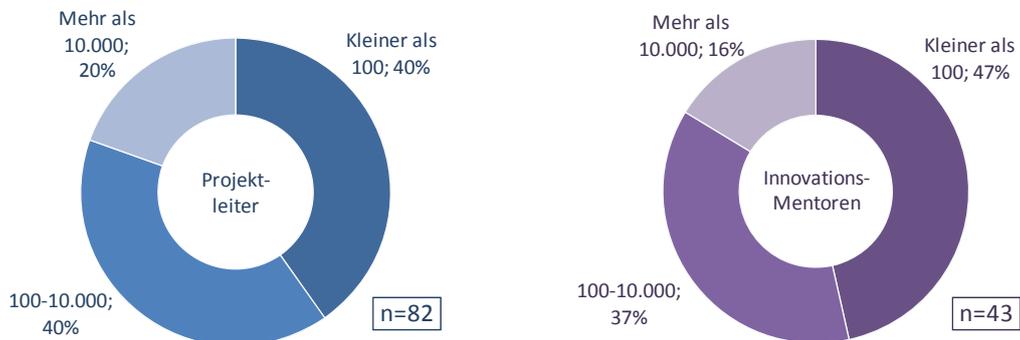
Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge der im zweiten Teil gestellten Fragen (vgl. Fragebogen, Anhang 1) präsentiert.

### Markteintritt möglicher Produkte, ausgehend vom Ende der Projektlaufzeit



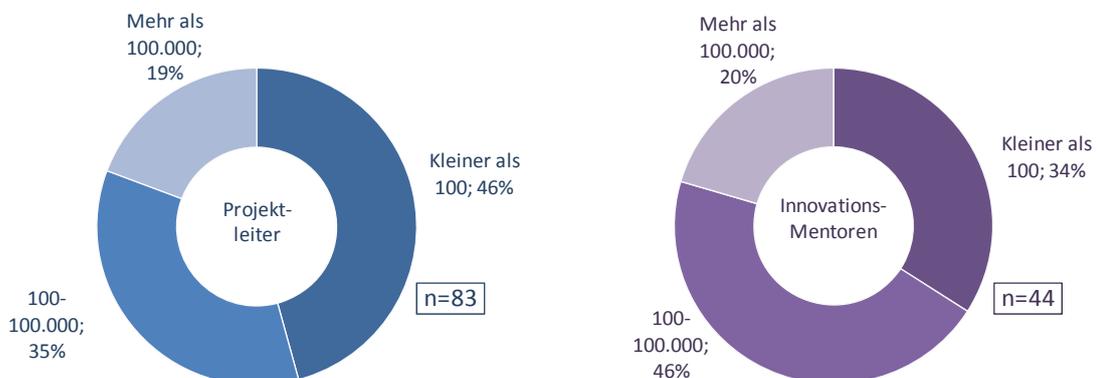
- Bezüglich des Markteintritts sind sich die Projektleiterinnen und -leiter (59 %) und Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (52 %) weitgehend einig, dass sie den Markteintritt in etwa 1-3 Jahren schätzen.
- Jeweils 35 % der Projektleiterinnen und -leiter und 37% Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sehen den Eintritt dagegen in 4-6 Jahren, während nur 6 % der Projektleiterinnen und -leiter dies auf 7-9 Jahre schätzen.
- Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sehen das weniger optimistisch. 11 % rechnen mit der Einführung in 7-9 Jahren.

## Geschätzte Verkaufszahlen des Produktes oder Lizenzen der Dienstleistung pro Jahr



- Ein großer Teil der Vorhaben (etwa 40 %) entwickelt sehr spezielle Produkte mit einer Verkaufsstückzahl pro Jahr von weniger als 100 Produkten. Sogar 47 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren stimmen dieser Ansicht zu.
- Der andere gleich große Teil der Vorhaben (40 %) widmet sich allgemeineren Produkten. Die geschätzten Verkaufsstückzahlen liegen dabei zwischen 100 und 10.000. 37 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren unterstützen diese Sicht.
- Nur für etwa 20 % der Vorhaben werden hohe Verkaufszahlen von mehr als 10.000 Produkten erwartet. Diese Ansicht wird von den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (16 %) ebenfalls geteilt.

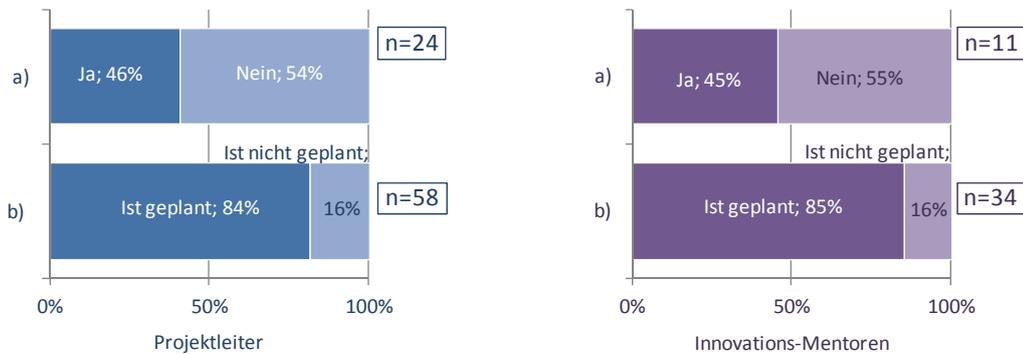
## Anzahl der Personen, die mit dem Produkt/ der Dienstleistung in Kontakt kommen



- Im Einklang zu der Frage bezüglich der erwarteten Verkaufszahlen (Frage oben) erwartet die Mehrzahl der Projektleiterinnen und -leiter (46 %), dass weniger als 100 Personen mit dem Produkt in Kontakt kommen werden, während 35 % glauben, dass die Anzahl zwischen 100 und 100.000 Personen liegen wird.
- Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren schätzen die Situation leicht anders ein: Nur 34 % von ihnen schätzen, dass maximal 100 Personen mit den Produkten in Kontakt kommen werden, während die Mehrzahl (46 %) diese Anzahl bei 100 bis 100.000 Personen sieht.
- Gesellschaftliche Auswirkungen finden nur statt, wenn genügend Personen betroffen sind. Die Produkte, die mehr als 100.000 Personen erreichen, haben so ein Potenzial. In diesem Punkt sind sich Projektleiterinnen und -leiter und Innovations-Mentorinnen

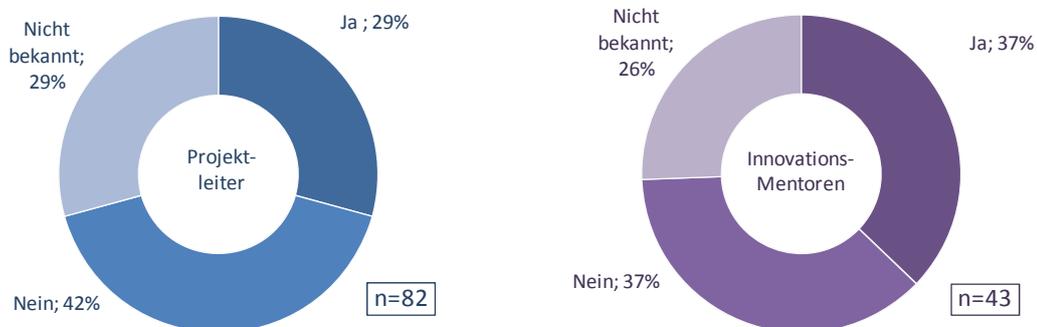
und -Mentoren einig. Nur jeweils 20 % der Befragten erwarten, dass die Produkte das Potenzial zu gesellschaftlichen Veränderungen besitzen.

### Kosten-Nutzen-Analyse für das Produkt [a) erstellt; b) geplant]



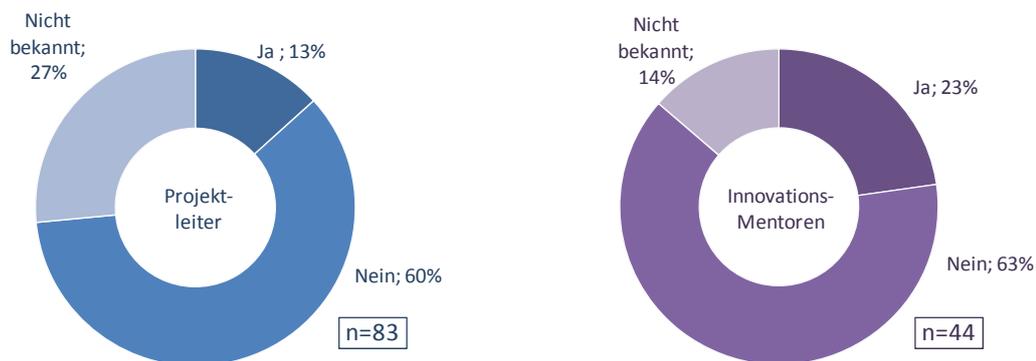
- Etwa 45 % der Befragten geben an, eine Kosten-Nutzen-Analyse erstellt zu haben. 85 % der Befragten planen, eine solche Analyse durchzuführen.
- Es scheint, als wenn die Angaben entweder für den ersten Teil oder den zweiten Teil der Frage gegeben wurde. Werden die Rückläufe für beide Fragenteile addiert, ergeben sich Rückläufe, die vergleichbar mit den anderen Fragen sind.

### Haftungsrisiko im Zusammenhang mit dem Produkt



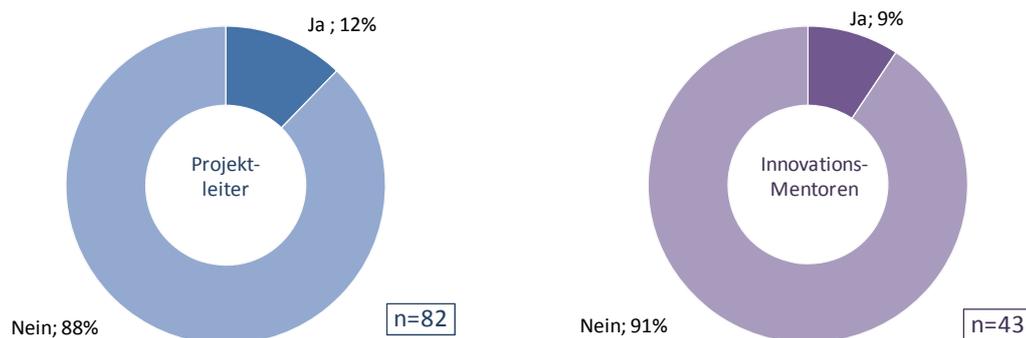
- Die Einschätzungen der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren stimmen bei dieser Frage im Wesentlichen überein.
- Fast ein Drittel der Befragten (PL 29 % und IM 37 %) gehen davon aus, dass bei ihren Produkten ein Haftungsrisiko besteht. Um die 40 % der Befragten erwarten kein Haftungsrisiko, während etwa 28% der Befragten dieses nicht einschätzen können.
- Handlungsbedarf besteht bei den Vorhaben, bei denen ein Haftungsrisiko nicht bekannt ist. In diesen Fällen sollten sich die Vorhabensteilnehmer mit dieser Frage beschäftigen.

## Marktregulierungen stellen bei Einführung des Produktes ein Hindernis dar



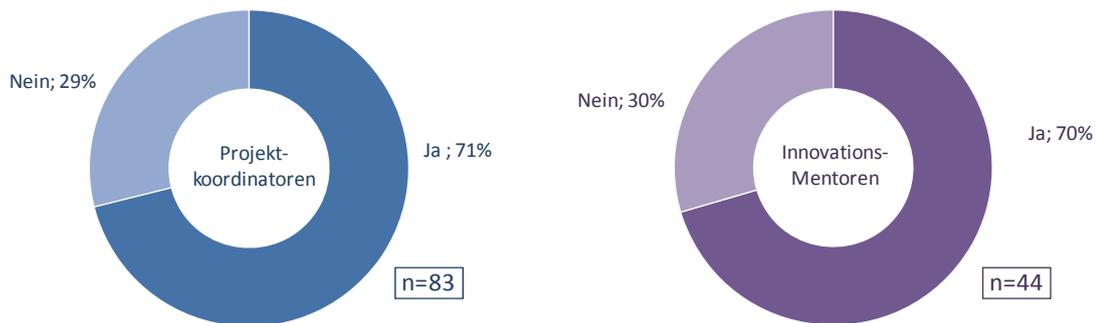
- Die Mehrheit der Projektleiterinnen und -leiter (60 %) und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (63 %) gehen davon aus, dass Marktregulierungen kein Hindernis darstellen.
- Nur 13 % der Projektleiterinnen und -leiter und immerhin 23 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sehen Hindernisse bei der Markteinführung.
- Dagegen können 27 % der Projektleiterinnen und -leiter und deutlich weniger der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (14 %) bei den Vorhaben keine Angaben zu Marktregulierungen machen.
- Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren, die vorwiegend aus der Wirtschaft kommen, können diese Frage womöglich realistischer einschätzen als die Projektleiterinnen und -leiter.
- Handlungsbedarf besteht bei den Vorhaben, bei denen nicht bekannt ist, ob Marktregulierungen ein Hindernis darstellen. In diesen Fällen sollten sich die Vorhabenteilnehmer mit dieser Frage beschäftigen.

## Einführung des Produktes erfordert besondere Formen des Arbeitsschutzes



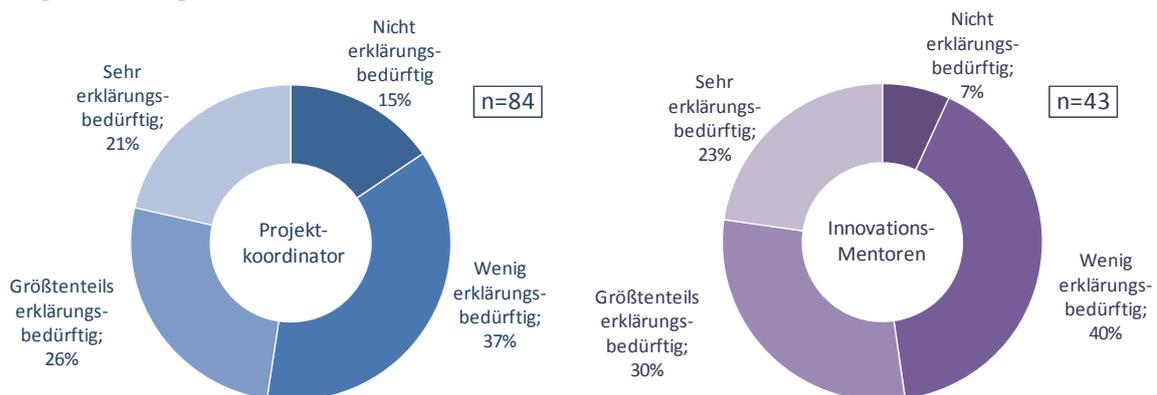
- Die große Mehrheit der Projektleiterinnen und -leiter (88 %) als auch der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (91 %) sehen keine besonderen Formen des Arbeitsschutzes bei den Vorhaben.
- Nur 12 % der Projektleiterinnen und -leiter und 9 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren erwarten bei ihren Produkten besondere Formen des Arbeitsschutzes.

### Personen, die mit dem Produkt arbeiten, benötigen **besondere fachliche Qualifizierung**



- In den geförderten Vorhaben werden anspruchsvolle Produkte entwickelt. Fast drei Viertel der Befragten geben an, dass die Personen, die mit den Produkten arbeiten werden, eine besondere fachliche Qualifizierung benötigen.
- Jeweils 30 % der Befragten erwarten, dass die Anwendung der Produkte keine besonderen fachlichen Qualifikationen erfordert.

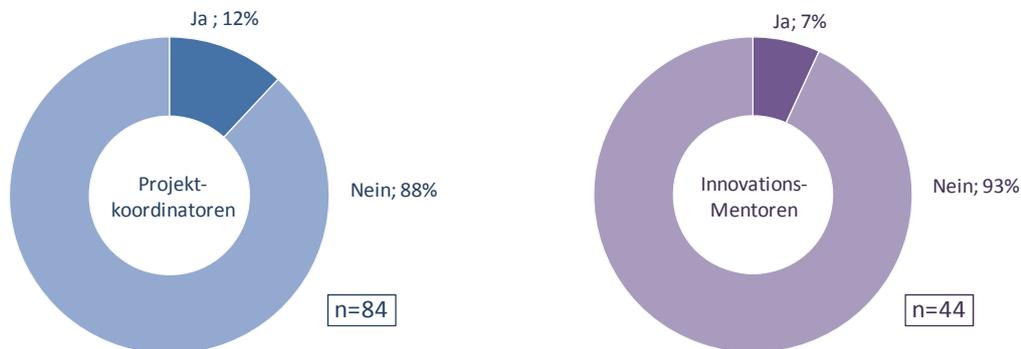
### Verwendung des Produktes für die **Personen**, die damit in Kontakt kommen, **ist erklärungsbedürftig?**



- Etwas mehr als die Hälfte der Projektleiterinnen und -leiter sehen die Produkte als nicht erklärungsbedürftig (15 %) oder wenig erklärungsbedürftig (37 %) an. Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren schätzen dies etwas geringer ein: 7 % geben nicht erklärungsbedürftig und 40 % wenig erklärungsbedürftig an.
- Dagegen stufen 23 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren und 21 % der Projektleiterinnen und -leiter die Produkte als sehr erklärungsbedürftig ein. Größtenteils erklärungsbedürftig geben 26 % der Projektleiterinnen und -leiter und 30 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren für die Verwendung ihres Produktes an.

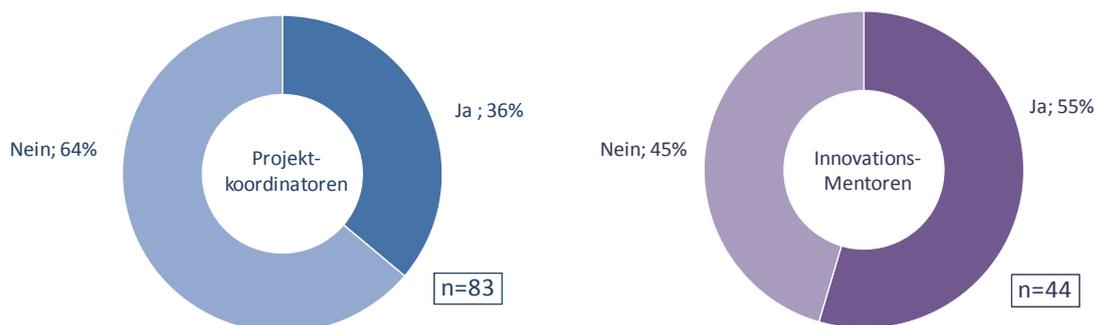
Obwohl bei der Frage zum „Arbeiten mit den Produkten“ fast drei Viertel der Befragten angaben, dass dafür eine besondere fachliche Qualifikation nötig ist, hält die Hälfte der Befragten die Verwendung der Produkte für nicht bzw. wenig erklärungsbedürftig.

Durch das Produkt werden **ethische und moralische Fragestellungen** aufgeworfen



- Die große Mehrheit der Befragten (PL: 88 % und IM: 93 %) sieht in ihren Vorhaben keine ethischen und moralischen Aspekte. Nur 12 % der Projektleiterinnen und -leiter und 7% der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren schätzen, dass mit ihren Vorhaben solche Fragestellungen aufgeworfen werden.

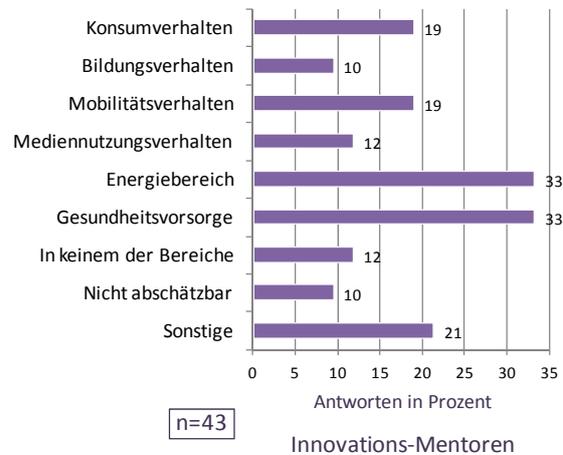
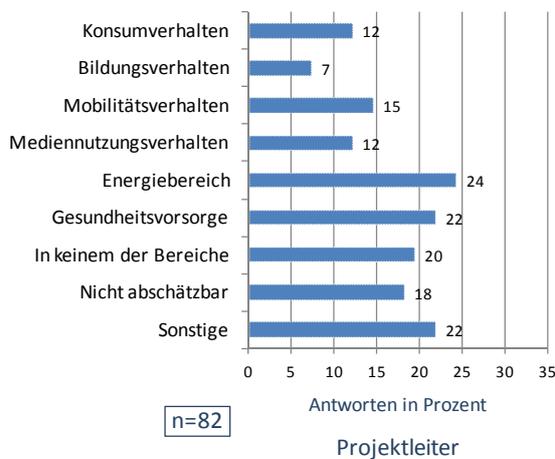
Derartige **Fragestellungen** werden im Vorhaben **berücksichtigt?**



- Eine Mehrzahl der Projektleiterinnen und -leiter verneinen, solche Aspekte bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen. 36 % geben an, solche Aspekte zu berücksichtigen.
- Bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren ist die Einschätzung anders gewichtet: die Mehrheit (55 %) sieht diese Fragestellungen bei der Produktentwicklung berücksichtigt, während 45 % dies verneinen.

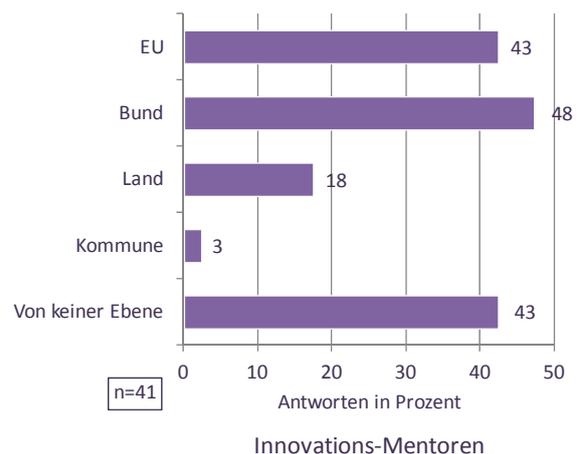
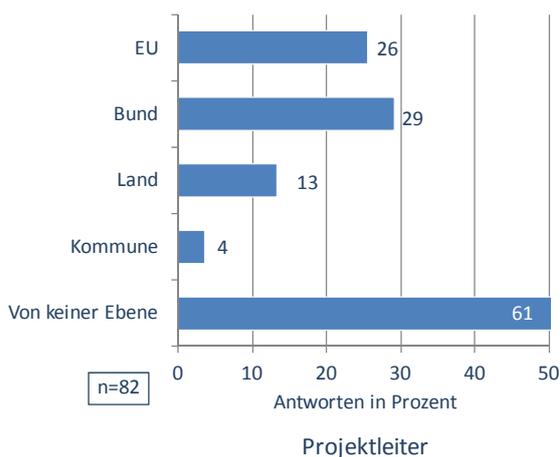
Die Antworten auf diese beiden Fragen sind im Vergleich sehr interessant, denn obwohl die große Mehrheit keine ethischen und moralischen Aspekte bei der Produktentwicklung sieht, geben mehr als 36 % der Befragten (sogar bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren mehr als die Hälfte) an, diese Aspekte in den Vorhaben zu berücksichtigen. Eine Erklärung hierfür wäre, dass Vorhaben im medizinischen Bereich angesiedelt sind. Die Befragten sehen keine direkten ethischen Fragestellungen, wissen aber, dass letztendlich die entwickelten Produkte vor der Zulassung klinische Studien durchlaufen müssen. Hierbei wird eine Ethikkommission eingesetzt, die ethische Fragestellungen prüft und Sicherheit, Schutz und Wohlbefinden der Probanden sicherstellt.

## Produkte könnten das Verhalten der Personen in verschiedenen Bereichen beeinflussen



- Von den Projektleiterinnen und -leiter wurden alle Bereiche genannt, der Energiebereich am häufigsten (24 %) und das Bildungsverhalten am seltensten (7 %). Fast ebenso häufig konnten die Projektleiterinnen und -leiter den Einfluss nicht abschätzen oder sie erwarten in keinem der Bereiche einen Einfluss.
- Auch die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren nennen den Energiebereich am häufigsten, zusammen mit der Gesundheitsvorsorge (33 %). Im Gegensatz zu den Projektleiterinnen und -leiter konnten etwa 10 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren den Einfluss nicht abschätzen bzw. 12 % erwarteten in keinem der Bereiche einen Einfluss.

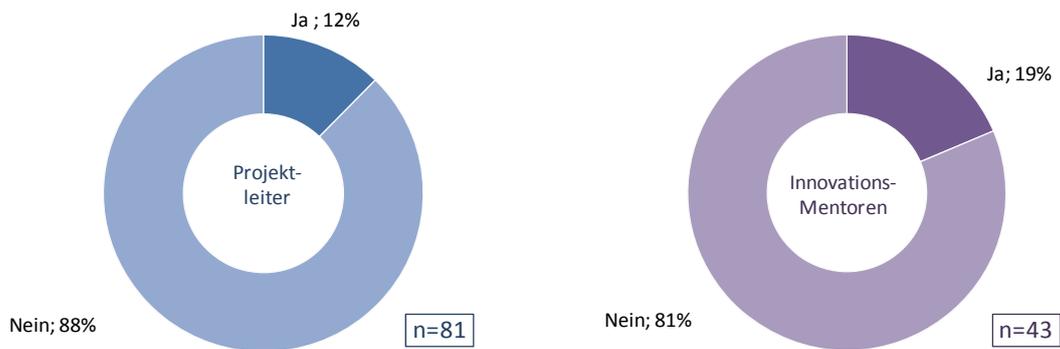
## Mögliche Einflussnahme der politischen Ebenen auf die Einführung des Produktes



- Die Mehrzahl (61 %) der Projektleiterinnen und -leiter rechnet mit keiner Einflussnahme. 29 % von ihnen erwarten eine Einflussnahme vom Bund und 26 % von ihnen gehen von einer Einflussnahme der EU sowie 13 % von der des Landes aus. 4 % der Projektleiterinnen und -leiter vermuten eine Einflussnahme von den Kommunen.
- Die Mehrzahl der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren erwartet eine Einflussnahme vom Bund (48 %) und von der EU (43 %). Mit keiner Einflussnahme rechnen nur 43 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren.

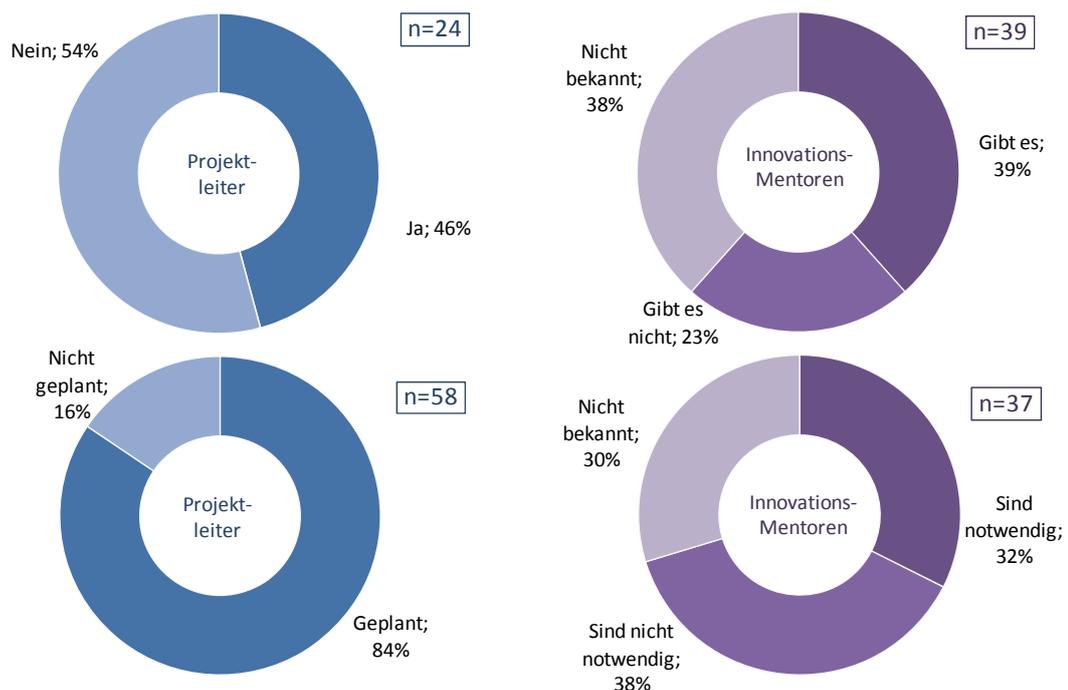
- Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren, die vorwiegend aus der Wirtschaft kommen, können diese Frage womöglich realistischer einschätzen als die Projektleiterinnen und -leiter.

### Produkt erzeugt **zusätzlichen** Regulierungsbedarf



- Die große Mehrheit der Befragten sieht für ihre Produkte keinen zusätzlichen Regulierungsbedarf (PL: 88 % und IM: 81 %).
- 19 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren und nur 12 % der Projektleiterinnen und -leiter sehen bei vielen Produkten einen Regulierungsbedarf.

### Standardisierungsaktivitäten sowie zusätzliche Standardisierungsaktivitäten im Zusammenhang mit dem Produkt

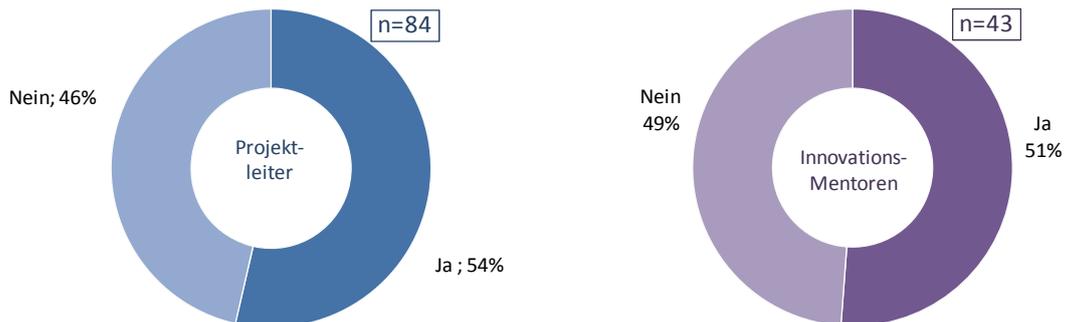


- 40% der Projektleiterinnen und -leiter können bezüglich Standardisierungsaktivitäten, die die Entwicklung ihres Produktes beeinflussen könnten, keine Aussagen treffen.

38% der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren geben dieselbe Antwort. Fast ein Drittel der Befragten schätzen, dass es zusätzliche Aktivitäten gibt und 22 % bzw. 23 % verneinen dies.

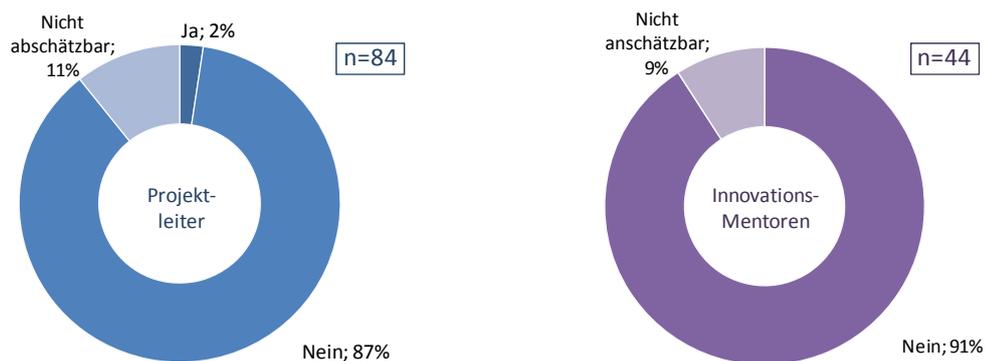
- Die Einschätzungen der Befragten bezüglich notwendiger Standardisierungsaktivitäten sehen im Wesentlichen ähnlich aus, wie für die obere Frage.

### Produkt bietet **Lösungen für Umweltprobleme**



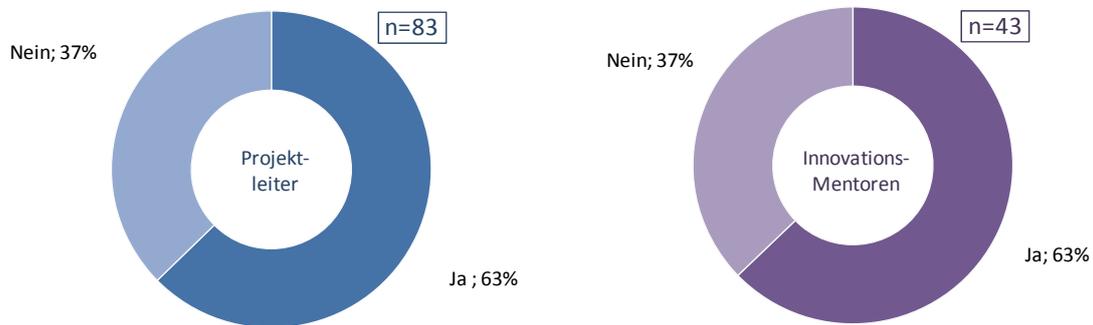
- Etwas mehr als die Hälfte der Projektleiterinnen und -leiter (54 %) erwartet, dass die in den Vorhaben zu entwickelnden Produkte Lösungen für Umweltprobleme bieten.
- Dagegen geht eine kleine Mehrheit der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (51 %) davon aus, dass die Produkte dies nicht bieten können.

In Verbindung mit dem Produkt entstehen **Umweltbeeinträchtigungen** (Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie, Lärm, Biodiversität, Ressourcen)



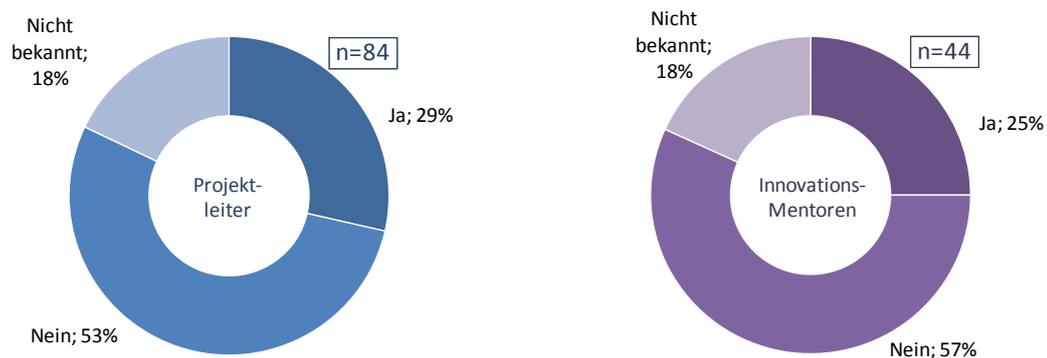
- Die große Mehrheit der Befragten (PL: 87 % und IM: 91 %) erwartet keine Umweltbeeinträchtigungen in Verbindung mit ihren Produkten.
- 2 % der Projektleiterinnen und -leiter rechnen bei ihren Produkten mit Umweltbeeinträchtigungen. Weitere 11 % der Projektleiterinnen und -leiter können dies nicht einschätzen.
- Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren rechnen nicht mit einer Beeinträchtigung und nur 9 % von ihnen können dies nicht abschätzen.

Einsatz des Produktes trägt zur **Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz** bei



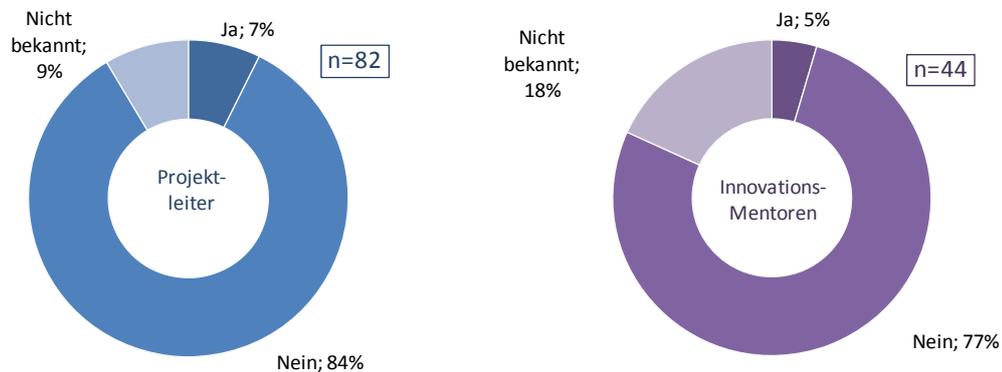
- Etwa 63 % der Befragten erwarten durch den Einsatz der zu entwickelnden Produkte eine Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz.
- Die Einschätzungen der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren stimmen bei dieser Frage überein.

Produkt ersetzt existierende Produkte, die **Umweltprobleme verursachen**



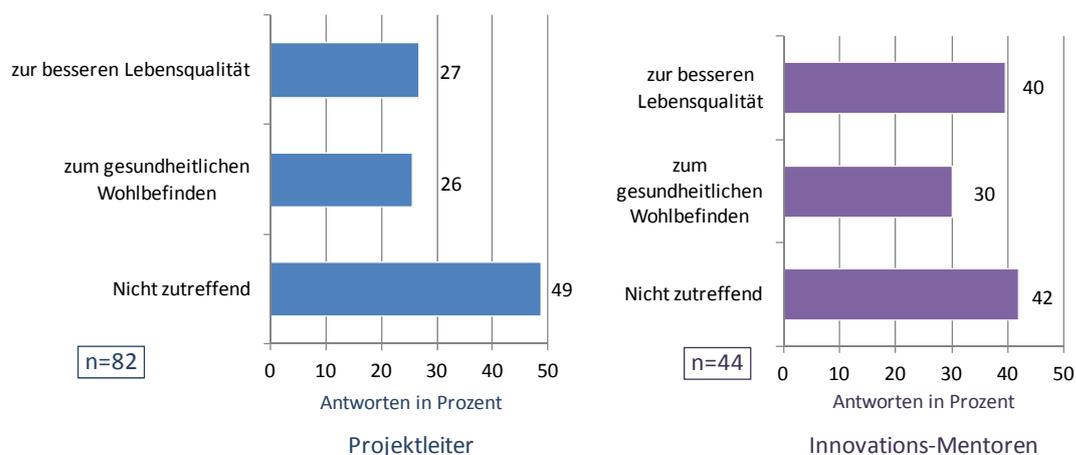
- Knapp die Hälfte der Projektleiterinnen und -leiter gibt an, dass ihr Produkt kein bestehendes Produkt ersetzen kann, das Umweltprobleme verursacht. 18 % der Befragten ist dies nicht bekannt.
- Ähnlich gestaltet es sich bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren: 57% verneinen, dass das Produkt ein bestehendes ersetzen kann, welches Umweltprobleme verursacht. 18 % ist dies jedoch nicht bekannt.
- 25 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gehen davon aus, dass ihre Produkte existierende Produkte ersetzen können, die Umweltprobleme verursachen. Die Projektleiterinnen und -leiter sehen dies etwas optimistischer: 29 % von ihnen erwarten, dass dies auf ihre Produkte zutrifft.

Bei dem Produkt kommen **Stoffe** zum Einsatz, die **toxisch für die Umwelt** sind



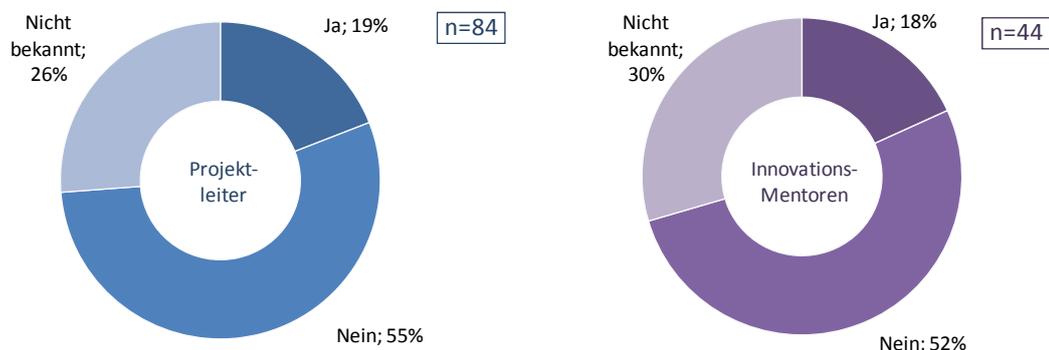
- Die große Mehrheit der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gibt an, dass in ihren Produkten keine umwelttoxischen Stoffe vorkommen. Einige Befragte (PL: 7 % und IM: 5 %) gehen allerdings davon aus, dass dies so ist. Weiteren 9 % der Projektleiterinnen und -leiter und 18% der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren ist dies nicht bekannt.

### Produkte leisten einen Beitrag



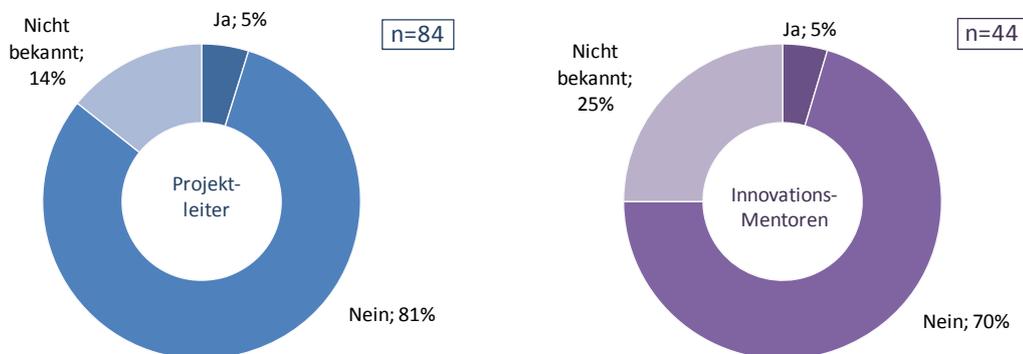
- 49% der Projektleiterinnen und -leiter und 42% der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sehen diese Frage für ihre Produkte als nicht zutreffend an.
- 26 % der Projektleiterinnen und -leiter und 30 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren erwarten, dass ihre Produkte einen Beitrag zum gesundheitlichen Wohlbefinden leisten.
- 27 % der Projektleiterinnen und -leiter und sogar 40 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gehen davon aus, dass ihre Produkte zur besseren Lebensqualität beitragen.

Produkt ersetzt existierende Produkte ersetzen, die **Gesundheitsprobleme** verursachen



- Die Mehrheit der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren (52 %) gibt an, dass ihr Produkt kein bestehendes Produkt ersetzen kann, das Gesundheitsprobleme verursacht. Etwa 27 % der Befragten (PL 26 %; IM 30 %) ist dies nicht bekannt.
- 18 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gehen davon aus, dass ihre Produkte existierende Produkte ersetzen können, die Gesundheitsprobleme verursachen. 19 % der Projektleiterinnen und -leiter sehen das für ihre Produkte.

Bei dem Produkt kommen **humantoxische Stoffe** zum Einsatz



- Die große Mehrheit der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gibt an, dass in ihren Produkten keine umwelttoxischen Stoffe vorkommen. Einige der Befragten (PL und IM: 5 %) gehen allerdings davon aus, dass dies so ist. Dies ist die gleiche Anzahl von Produkten wie für die obere Frage. Womöglich handelt es sich hierbei um dieselben Vorhaben. Weiteren 14 % der Projektleiterinnen und -leiter und 25 % der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren ist dies nicht bekannt.

## Zusammenfassung der Kernaussagen

### Wahrnehmung der Technologie bzw. des Verfahrens in der Öffentlichkeit

Die Akzeptanz von Technologien spielt bei dem Erfolg von Produkten, die auf diesen Technologien basieren, eine wichtige Rolle. Denn, wenn die Verbraucher aufgrund fehlender Akzeptanz die Technologie ablehnen, werden sie auch keine Produkte kaufen. Um die Wahrnehmung der Technologie in der Öffentlichkeit zu beurteilen, wurden die Projektleiterinnen und -leiter sowie Innovations-Mentorinnen und -Mentoren gefragt, ob sich verschiedene Akteursgruppen bereits zur entwickelten Technologie geäußert haben bzw. ob sie von denen eine Äußerung in der Zukunft erwarten. Unterschieden wurde zwischen positiver Äußerung einerseits und tendenziell ablehnender Äußerung/Skepsis andererseits.

Es scheint, als hätten sich insbesondere die Projektleiterinnen und -leiter und die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren bislang wenig mit bereits zustimmenden oder tendenziell ablehnenden Äußerungen zu den Technologien in ihren Vorhaben befasst. Fast einem Drittel der Befragten ist nicht bekannt, ob es öffentliche Äußerungen zu der Technologie oder dem Verfahren ihrer Projekte gibt. Von denen, die öffentliche Äußerungen wahrgenommen haben, antwortet die Mehrheit der Befragten, dass sich Wirtschaftsverbände bislang zustimmend zu den Technologien/Verfahren geäußert haben. Die große Mehrheit der Befragten erwartet **zustimmende Äußerungen** von den Wirtschaftsverbänden. Auch von den anderen Akteuren wird eher Zustimmung als Ablehnung erwartet. Unter „Sonstige“ (Zustimmung) wurden am häufigsten Firmen oder Industrie, aber auch andere Facharbeitsgruppen genannt, wie beispielsweise Akteure aus der Medizintechnik oder aus der Prozesstechnik.

Die große Mehrheit der Befragten gibt an, dass sich bislang niemand skeptisch zu den Technologien/Verfahren geäußert hat und sie erwarten auch keine **skeptischen Äußerungen**. Die Befragten nennen vereinzelt Akteure, von denen sie eine eher ablehnende Äußerung erwarten oder von denen bereits Skepsis geäußert wurde, wie Wirtschaftsverbände, Umweltverbände und Bürgerinitiativen.

### Markteintritt und erwarteter Erfolg der Produkte

Gut die Hälfte der Befragten schätzen, dass der Markteintritt der zu entwickelnden Produkte in etwa 1-3 Jahren stattfinden könne. Mehr als ein Drittel der Befragten sehen diesen Eintritt dagegen erst in 4-6 Jahren.

In Bezug auf die Anzahl der erwarteten Nutzer rechnen nicht mal ein Viertel der Befragten mit einer Verkaufsstückzahl von mehr als 10.000.

Auch wenn Produkte von nur wenigen Personen genutzt werden, kann eine große Anzahl von Menschen davon betroffen sein. Beispielsweise entwickelt das VIP-Vorhaben „IWS“ ein Instrumentenwechselsystem. Dieses wird zwar nur von Chirurgeninnen und Chirurgen bei Operationen angewendet, aber eine große Anzahl von Patienten kann damit behan-

delt werden. In Bezug auf die breite Verwendung der Produkte gehen ebenfalls nur 20% der Befragten davon aus, dass mehr als 100.000 Personen mit dem Produkt/der Dienstleistung in Kontakt kommen werden. Im Rahmen der vorliegenden CTA-Analyse wird davon ausgegangen, dass gesellschaftliche Auswirkungen am ehesten zu erwarten sind, wenn mehr als 100.000 Personen betroffen sind.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass sowohl in Bezug auf die erwartete Verkaufsstückzahl des Produkts/der Dienstleistung als auch in Bezug auf die erwartete Anzahl der Betroffenen, Projektleiterinnen und -leiter einerseits und Innovations-Mentorinnen und -Mentoren andererseits offensichtlich nicht in allen Fällen, d.h. nicht bei jedem VIP-Vorhaben, dieselbe Aussage getätigt haben.<sup>1</sup> Die unterschiedlichen aggregierten Zahlen deuten daraufhin, dass es einzelne VIP-Vorhaben gibt, bei denen die beiden befragten Gruppen nicht der gleichen Meinung sind, was die erwartete Anzahl der Nutzer sowie die Anzahl der betroffenen Personen angeht, die mit dem Produkt/der Dienstleistung in Kontakt kommen werden, das/die im Rahmen des gemeinsam betreuten VIP-Vorhabens entwickelt wird.

### Rahmenbedingungen

Fast ein Drittel der Befragten konnten keine Angaben dazu machen, ob ein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit dem Produkt besteht. Diese Aussage erscheint insofern problematisch, als die Mehrzahl der Befragten einen Markteintritt ihrer Produkte nach einem bis drei Jahren nach Ende der Vorhabenlaufzeit erwartet.

Die Mehrheit der Befragten geht davon aus, dass **Marktregulierungen** kein Hindernis darstellen. Dagegen können weniger als ein Drittel der Projektleiterinnen und -leiter und deutlich weniger Innovations-Mentorinnen und -Mentoren bei den Vorhaben keine Angaben zu Marktregulierungen machen. Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren, die vorwiegend aus der Wirtschaft kommen, können diese Frage womöglich realistischer einschätzen als die Projektleiterinnen und -leiter. Handlungsbedarf besteht bei den Vorhaben, bei denen nicht bekannt ist, ob Marktregulierungen ein Hindernis darstellen. In diesen Fällen sollten sich die Vorhabenteilnehmer mit dieser Frage beschäftigen.

Nur wenige Befragte gehen davon aus, dass die Produkte einen zusätzlichen **Regulierungsbedarf** erzeugen, wobei der Anteil der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren größer ist als derjenige der Projektleiterinnen und -leiter.

Ein großer Teil der Befragten kann nicht einschätzen, ob es im Zusammenhang mit ihrem Produkt zusätzliche Standardisierungsaktivitäten gibt, die die Entwicklung des Produkts beeinflussen könnten. Gut ein Drittel der Befragten bejahen diese Frage. Knapp 20% der Befragten sehen **keine notwendigen zusätzlichen Standardisierungsaktivitäten**.

<sup>1</sup> Ähnliche Diskrepanzen zwischen den Aussagen von Projektleiterin bzw. Projektleiter und Innovations-Mentorin bzw. -Mentor bezogen auf einzelne CTA-Aspekte ihres gemeinsam betreuten VIP-Vorhabens werden in den Umfrageergebnissen insbesondere ab der Frage zu möglichen Haftungsrisiken deutlich.

## Anforderungen an die Nutzer der Produkte

Die große Mehrheit der Befragten sehen keine besonderen Formen des **Arbeitsschutzes** bei den Vorhaben.

In den geförderten Vorhaben werden anspruchsvolle Produkte entwickelt. Fast drei Viertel der Befragten geben an, dass die Personen, die mit den Produkten arbeiten werden, eine besondere **fachliche Qualifizierung** benötigen.

Etwas mehr als die Hälfte der Projektleiterinnen und -leiter sehen die Produkte als **nicht oder wenig erklärungsbedürftig** an. Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren schätzen dies genau anders ein: Etwas mehr als die Hälfte von ihnen geben größtenteils und sehr erklärungsbedürftig an. Obwohl bei der Frage zum Arbeiten mit den Produkten fast drei Viertel der Befragten angaben, dass dafür eine besondere fachliche Qualifikation nötig ist, hält die Hälfte der Befragten die Verwendung der Produkte für nicht bzw. wenig erklärungsbedürftig.

## Ethische und moralische Fragestellungen

Die große Mehrheit der Befragten sieht keine **ethischen und moralischen Fragestellungen**, die durch ihre Produkte aufgeworfen werden. Dennoch geben viele Befragte (von den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sogar mehr als die Hälfte) an, dass **derartige Fragestellungen bei der Entwicklung der Produkte berücksichtigt** werden. Eine Erklärung hierfür wäre, dass einige Vorhaben im medizinischen Bereich angesiedelt sind. Die Befragten sehen keine direkten ethischen Fragestellungen, wissen aber, dass letztendlich die entwickelten Produkte vor der Zulassung klinische Studien durchlaufen müssen. Hierbei wird eine Ethikkommission eingesetzt, die ethische Fragestellungen prüft und Sicherheit, Schutz und Wohlbefinden der Probanden sicherstellt.

## Einfluss der Produkte auf Konsumentenverhalten und politische Einflussnahme

Auf die Frage, in welchem Bereich das Produkt das **Verhalten der Personen**, die damit in Kontakt kommen, **beeinflussen** könnte, nennen die Befragten alle Bereiche. Dabei werden der Energiebereich und die Gesundheitsvorsorge am häufigsten und das Bildungsverhalten am seltensten genannt. Auffällig ist, dass ebenfalls sehr häufig „nicht abschätzbar“ und „in keinem Bereich“ als Antwort gegeben wurde. Bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren sind es aber im Verhältnis zu den Projektleiterinnen und -leitern weniger. Unter „Sonstiges“ wurden u.a. Prozesstechnik, Krankenhäuser, Ressourcen, Medizinsektor, Technologie und Softwareentwicklung genannt.

Bei der Einschätzung, von **welchen politischen Ebenen mögliche Einflussnahmen auf die Einführung des Produkts** erwartet werden, antworten die meisten Befragten mit „von keiner Ebene“. Nur halb so häufig werden dann in abfallender Reihenfolge Bund, EU sowie Land und Kommune genannt. Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren nennen ebenfalls in abfallender Reihenfolge vorwiegend Bund, EU und Land. „Von keiner Ebene“

kommt in der Häufigkeit bei den Innovations-Mentorinnen und -Mentoren an dritter Stelle.

#### Auswirkungen auf die Umwelt

Gut die Hälfte der Befragten erwartet, dass ihr Produkt **Lösungen für Umweltprobleme** bietet. Ebenfalls die Mehrheit der Befragten erwartet durch den Einsatz ihres Produkts eine **Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz**. Etwa die Hälfte der Befragten geht nicht davon aus, dass ihre Produkte existierende Produkte ersetzen können, die Umweltprobleme verursachen. Knapp 20% der Befragten ist dies nicht bekannt.

Die große Mehrheit der Befragten sieht in Verbindung mit ihrem Produkt keine **Umweltbeeinträchtigungen**. Wenige Befragte (PL) sehen Umweltbeeinträchtigungen. Etwa 10% können dies nicht abschätzen.

#### Auswirkungen auf die Gesundheit

Die Befragten erwarten, dass einige Produkte einen Beitrag zum gesundheitlichen **Wohlbefinden** und andere Produkte einen Beitrag zu einer besseren **Lebensqualität leisten könnten**.

Etwa die Hälfte der Befragten geht nicht davon aus, dass ihre Produkte existierende Produkte ersetzen können, die **Gesundheitsprobleme** verursachen. Knapp einem Drittel ist dies nicht bekannt.

Die große Mehrheit der Befragten gibt an, dass in den Produkten keine Stoffe vorkommen, die **humantoxisch** sind. Zu beachten ist, dass sowohl einige Projektleiterinnen und -leiter als auch einige Innovations-Mentorinnen und -Mentoren angeben, dass dies für ihre Produkte zutrifft.

### 3.3 Ergebnisse der qualitativen Auswertung

Die Auswahl der Vorhaben, die weitergehend untersucht werden sollen, basiert nur auf der quantitativen Auswahl der Fragebögen, die von den Projektleiterinnen und -leiter ausgefüllt wurden. Die Antworten der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren wurden nicht herangezogen, da auf diese Weise diejenigen Vorhaben bevorzugt würden, bei denen ein Doppel-Ausfüllen durch die Projektleiterinnen und -leiter und die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren vorliegt.

Etwa ein Fünftel der Vorhaben hat das Potenzial, gesellschaftliche Auswirkungen auszulösen. Solche Auswirkungen sind am ehesten zu erwarten, wenn mehr als 100.000 Personen (die mit dem Produkt in Kontakt kommen) betroffen sind. Gesellschaftliche Auswirkungen können darin bestehen, dass die Betroffenen ihr Verhalten in verschiedenen Bereichen ändern, beispielsweise im Energiebereich, in der Gesundheitsvorsorge, im Mobilitätsbereich sowie im Konsumbereich.

Für die qualitative Analyse wurden daher nicht nur jene Vorhaben, die die größte Nutzergruppen aufweisen, sondern auch jene, bei denen die Projektleiterinnen und -leiter angegeben haben, dass mehr als 100.000 Personen mit dem Produkt in Kontakt kommen, ausgewählt.<sup>2</sup>

Ferner wurden anhand folgender Kriterien fünf Vorhaben einer vertieften qualitativen Analyse unterzogen:

- Gibt es ein Haftungsrisiko? Ausgewählt wurden Vorhaben, bei denen die Haftungsfragen nicht bekannt sind.<sup>3</sup>
- Hat das Produkt Auswirkungen auf die Umwelt? Ausgewählt wurden Vorhaben, bei denen umweltrelevante Fragen zu erwarten sind.<sup>4</sup>
- Hat das Produkt Auswirkungen auf die Gesundheit? Bei der Auswahl spielten toxische Stoffe und humantoxische Stoffe die größte Rolle.<sup>5</sup>
- Gibt es ethische und moralische Fragestellungen und werden diese in dem Projekt betrachtet?

Hierzu wurde die vorhabeninterne Sicht der CTA-Sicht gegenüber gestellt. Dazu wurden die Fragebögen für die 22 Vorhaben auch von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des VDI TZ (CTA-Evaluierungsteam => CTA-Sicht) ausgefüllt. Die Beantwortung der Fragen aus CTA-Sicht erfolgte ausschließlich auf Basis der Informationen aus den jeweiligen Vorhabenbeschreibungen. Die Antworten aus CTA-Sicht wurden dann mit den Antworten der Projektleiterinnen und -leiter (vorhabeninterne Sicht) verglichen. Erwartungsgemäß waren bei vielen der 22 VIP-Vorhaben und bei vielen CTA-Fragen die Antworten aus vorhabeninterner Sicht und aus CTA-Sicht gleich. Hier sind beispielsweise die gleichen/ähnlichen Einschätzungen zur Wahrnehmung der Technologien in der Öffentlichkeit, zur Anzahl der Konkurrenztechnologien, zum Markteintritt, zum Arbeitsschutz, zu den Bereichen, in den das Produkt eine Verhaltensänderung bewirken könnte sowie zur Einflussnahme von politischen Ebenen zu nennen. Dennoch konnten einige VIP-Vorhaben identifiziert werden, bei denen einzelne CTA-Fragen/Aspekte von den Projektleiterinnen und -leitern einerseits und vom CTA-Evaluierungsteam andererseits unterschiedlich eingeschätzt wurden. Diese Diskrepanz zwischen vorhabeninterner Sicht und CTA-Sicht be-

---

<sup>2</sup> Die Frage lautete konkret: „Welche verkaufte Stückzahl des Produkts erwarten Sie pro Jahr im günstigsten Fall bzw. bei Produktionsprozessen oder Dienstleistungen: Wie viele verkaufte Lizenzen oder Dienstleistungsverträge erwarten Sie?“

<sup>3</sup> Die Frage lautete konkret: „Könnte ein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit dem Produkt bestehen?“

<sup>4</sup> Die Fragen lauteten konkret: „Bietet das Produkt Lösungen für Umweltprobleme oder entstehen in Verbindung mit dem Produkt Umweltbeeinträchtigungen (Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie, Lärm, Biodiversität, Ressourcen)?“;

Erwarten Sie durch den Einsatz Ihres Produkts eine Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz?;

Kann das Produkt existierende Produkte ersetzen, die Umweltprobleme verursachen?“

<sup>5</sup> Die Fragen lauteten konkret: „Kann das Produkt existierende Produkte ersetzen, die Gesundheitsprobleme verursachen? Kommen bei dem Produkt humantoxische Stoffe zum Einsatz oder Stoffe, die toxisch für die Umwelt sind?“

traf insbesondere wichtige Fragen des Constructive-Technology-Assessment wie beispielsweise solche zur fachlichen Qualifizierung, zur Erklärungsbedürftigkeit bei der Verwendung des Produktes, zur Haftung, zu ethisch-moralischen Aspekten, zum Regulierungsbedarf, zu Standardisierungsaktivitäten und der Notwendigkeit der Standardisierung sowie zu Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit. Besonderes Augenmerk legte das CTA-Evaluierungsteam zusätzlich auf die Antworten von Fragen, die in einem inhaltlichen Zusammenhang lagen und deren Beantwortung durch die Projektleiterinnen und -leiter zu Widersprüchen führten.

Die qualitative Analyse (Vergleich der vorhabeninternen Sicht mit der CTA-Sicht) zeigt, dass nicht nur Fragen, die mit „nicht bekannt“ beantwortet wurden, beachtenswert sind und eine nähere Betrachtung erfordern, sondern bei einigen Vorhaben, für die Fragen zu Markteintritt, Haftungsrisiken, Marktregulierung, Regulierungsbedarf sowie Standardisierung mit „nein“ beantwortet wurden, werden diese Einschätzung aus CTA-Sicht nicht geteilt. Auch in diesen Fällen besteht der Bedarf, dass sich die Projektleiterinnen und -leiter mit diesen Fragestellungen beschäftigen.

Die fünf interessantesten Vorhaben in Bezug auf die unterschiedlichen Sichtweisen (projektinterne Sicht gegenüber CTA-Sicht) zu den oben genannten Aspekten wurden zur weiteren Analyse (CTA-Technologieerstbewertung, vgl. Anhang 2 und CTA-Workshops, vgl. nächstes Kapitel) ausgewählt:

VIP-Vorhaben	Ziel des Vorhabens	Relevante CTA-Aspekte
<b>VIP0121 GraphTerm</b> Validierung des Innovationspotenzials multifunktionaler Verbundstoffe auf Basis von Graphen	Untersuchung der technischen Machbarkeit von Graphen-basierten multifunktionalen Verbundstoffen für das thermische Management.  Potenzielle Anwendungsfelder: Von der Kühlung von Laserdioden oder mobilen Computern bis zur Geothermie oder thermisch-beschichteten Oberflächen.	Potenzielle gesundheitliche Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit den genutzten Materialien (Graphen).  Anforderung an den Arbeitsschutz bei Nutzung der Technologie.  Fragen zu Umweltaspekten, Recycling/Entsorgung und rechtlichen Aspekten bei der Nutzung von Kompositen.
<b>VIP0122 Magkal</b> Neuartige magnetokalorische Maschine für Kühl- und Heizanwendungen	Entwicklung von Kältemaschinen und/oder Wärmepumpen, die unter Ausnutzung des magnetokalorischen Effekts (MCE) arbeiten. Diese besitzen das Potential, den Systemwirkungsgrad gegenüber heutigen konventionellen Anlagen wesentlich zu steigern.	Haftungsfragen im Zusammenhang mit der möglichen Unzuverlässigkeit des Produkts – z.B. Auswirkungen des Magnetfelds auf Menschen mit Herzschrittmacher oder Pulsgeneratoren.  Potenzielle gesundheitliche Risiken im Zusammenhang mit der Nutzung der Heusler-Legierung (Inhaltsstoffe).  Anforderung an den Arbeitsschutz.  Recycling-Fragen und eventuelle Umweltbeeinträchtigung im Zusammenhang mit Nutzung der Materialien.
<b>VIP0163 NaKoLiA</b> Nano-Komposite als Anodenmaterial von Lithium-	Validierung der technischen Machbarkeit sowie des wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Potentials neuartiger Hochleistungs-	Haftungsrisiken.  Rechtliche und sicherheitsrelevante Aspekte/Möglicher zusätzlicher Regulierungs- bzw. Standardisierungsbedarf im Zusammenhang mit

VIP-Vorhaben	Ziel des Vorhabens	Relevante CTA-Aspekte
Ionen-Akkumulatoren	Anodenmaterialien für leistungsfähigere Batterien insbesondere für den Einsatz in Elektrofahrzeugen.	dem Produkt. Erklärungsbedürftigkeit des Produkts. Potenzielle Gesundheits- und Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit den genutzten Nanomaterialien. Recycling-Fragen.
<b>VIP0292</b> <b>Sensofasern</b> Validierung des Innovationspotentials von piezoelektrischen Sensorfasern	Entwicklung einer industriell herstellbaren Mehrkomponentenfaser mit piezoelektrischen Eigenschaften zur Herstellung intelligenter Textilien (in die Kleidung integrierter Sensor). Mögliches Einsatzgebiet: Bekleidung für den Sportbereich oder auch Gesundheitsbereich (Telemedizinische Anwendungen).	Haltbarkeit und Zuverlässigkeit der Faser im Kleidungsstück/Haftungsrisiko bei Unzuverlässigkeit der als Sensor genutzten Faser. Potenzielle Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit dem Produkt. Lebensdauer und Entsorgungserfordernisse der Faser. CTA-Aspekte telemedizinischer Anwendungen: Datenübertragung und -schutz, Stromverbrauch bei funkbasierten Lösungen, Zuverlässigkeitsaspekte, Hürden des Gesundheitssystems. Ethisch/moralische Fragestellungen im Zusammenhang mit dem potenziellen Missbrauch der erhobenen Sensordaten.
<b>VIP0004 OnEye</b> Objektverfolgungstechnologien zur Einbettung von Werbung in Filmsequenzen	Entwicklung und Validierung durch einen Demonstrator von einer Objektverfolgungstechnologie zur Einbettung von Werbung in Filmsequenzen, durch die das Konzept von „Embedded Advertisement“ realisierbar wird. Die Werbung ist „versteckt“, d.h. sie ist für den Zuschauer nicht sichtbar, kann aber von ihm nach Bedarf aktiviert werden.	Haftungsrisiko bei Unzuverlässigkeit der Technologie. Rechtliche Fragen im Zusammenhang mit „embedded content“/Transparenzgebot im Product Placement. Ethisch-moralische Aspekte bei ordnungsgemäßer Nutzung der Technologie (Wirkung von „versteckter“ Werbung) sowie auch bei Missbrauch der Technologie (unerlaubtes „tracking“ privater Daten). Datenschutzaspekte.

### 3.4 Fazit CTA-Fragebogenauswertung

Mithilfe der quantitativen Analyse des Fragebogens können CTA-Fragestellungen in den Vorhaben identifiziert und die unterschiedlichen Einschätzungen der Projektleiterinnen und -leiter und der Innovations-Mentorinnen und -Mentoren aufgezeigt werden. Insbesondere bei Fragen, die auf die Vermarktung und die Einführung der Produkte abzielen, werden die unterschiedlichen Einschätzungen deutlich. Dies gilt für Fragen zu Aspekten wie beispielsweise Markteintritt, Haftungsrisiken, Marktregulierung und Regulierungsbedarf. Bei diesen Fragen geben die Projektleiterinnen und -leiter häufig an, dass sie die Frage nicht beantworten können („nicht bekannt“). In diesen Fällen besteht der Bedarf, dass sich die Vorhabensteilnehmerinnen und Vorhabensteilnehmer mit diesen Fragestellungen beschäftigen, um sie schon frühzeitig bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen. Die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren scheinen – aufgrund ihrer Praxiserfahrung – derartige Fragestellungen relativ realistisch einschätzen zu können.

Die qualitative Analyse (Vergleich der projektinternen Sicht mit der CTA-Sicht) zeigt, dass nicht nur Fragen, die mit „nicht bekannt“ beantwortet wurden, interessant sind und eine nähere Betrachtung erfordern. Sondern bei einigen Projekten, für die Fragen zu Markteintritt, Haftungsrisiken, Marktregulierung, Regulierungsbedarf sowie Standardisierung mit „nein“ beantwortet wurden, werden diese Einschätzung aus CTA-Sicht nicht geteilt. Auch in diesen Fällen besteht der Bedarf, dass sich die Vorhabenteilnehmerinnen und Vorhabenteilnehmer mit diesen Fragestellungen beschäftigen. Hier wird allerdings empfohlen, dass eine Diskussion mit entsprechenden Experten angestrebt wird, da die Befragten diese Aspekte für nicht relevant halten.

## 4 Ergebnisse der CTA-Workshops

Auf Basis der VIP-Vorhabens-Beschreibungen wurde zuerst eine CTA-Technologie-erstbewertung durchgeführt (siehe auch Anhang 2), die zur Identifizierung offener CTA-Fragen führte. Diese Fragen wurden anschließend im Rahmen von CTA-Workshops diskutiert, die Projektleiterinnen und -leiter bzw. Teilnehmerinnen und Teilnehmer der VIP-Vorhaben, das CTA- sowie externe Expertinnen und Experten auf den jeweiligen Gebieten der VIP-Vorhaben zusammenbrachten.

Die untersuchten CTA-Fragen reichten von Haftungs- und Regulierungsfragen (Zuverlässigkeit, vgl. VIP-Piezofaser) über Umwelt- und Gesundheitsaspekte (vgl. VIP-MagKal; VIP-GraphTherm, VIP-NaKoLia) bis hin zu ethisch-moralischen Aspekten (versteckte Werbung, Personentracking, vgl. VIP-OnEye) und Fragen der gesellschaftlichen Technologieakzeptanz (vgl. VIP-GraphTherm, VIP-NaKoLia).

Die detaillierten Vorhabens-spezifischen Ergebnisse sowie die CTA-Technologie-erstbewertung finden sich ausführlicher in Anhang 2.

### 4.1 Haftungsrisiko und Regulierungsfragen

- Aspekte der Haftung sind schwierig zu behandeln, insofern die im Rahmen der VIP-Fördermaßnahme geförderten Projekte oft „Zwischenprodukte“ im Fokus haben, von denen manchmal nicht klar ist, erstens in welche „Endprodukte“ für den Massenmarkt sie einfließen könnten und zweitens wie genau diese „Endprodukte“, für die sich die Frage der Haftung bei Unzuverlässigkeit / Unsicherheit in der Anwendung stellen würde, aussehen könnten.
- Vor dem Hintergrund, dass nicht klar ist, wer später das Produkt tatsächlich produziert – und die VIP-Maßnahme sieht vor, dass bei den geförderten Projekten per Definition kein Industriepartner, insbesondere kein potenzieller Produzent des Produkts beteiligt wird – sind Aussagen darüber, wer letztendlich für Zuverlässigkeit / Sicherheit des Produkts haften soll, schwierig zu treffen.
- Im Falle der Entwicklung von Produkten auf Basis von Materialien, für die die potenziellen langfristigen Nachteile für Mensch und Umwelt unklar sind (typisches Beispiel hierfür sind Nanomaterialien), stellt die Klärung von Haftungsfragen eine große Herausforderung dar. Sollten beispielsweise Schäden an Mensch und Umwelt dadurch entstehen, dass bestimmte genutzte Materialien (z. B. Nanopartikeln) freigesetzt werden, könnte es sich u. U. als sehr schwierig erweisen, die Provenienz der freigesetzten Materialien eindeutig nachzuweisen. // Stichwort Balance zwischen Vorsorgeprinzip und Ergebnisoffenheit / Freiheit der Forschung.
- Haftungsfragen sind auch in denjenigen Fällen schwierig zu behandeln, wenn das entwickelte „Zwischenprodukt“ ein „neues“ Produkt darstellt, für die Regulierungsfragen erst geklärt werden müssten.
- Dadurch dass die Industrie prinzipiell an den im Rahmen von VIP geförderten Projekten nicht beteiligt ist, sind Fragen der Zulassung von Materialien / Stoffen manchmal schwierig zu klären.

## 4.2 Umweltaspekte

- Es stellte sich heraus, dass Fragen des Recyclings im Rahmen der geförderten Vorhaben selten untersucht wurden. Ein möglicher Grund hierfür könnte darin liegen, dass die untersuchten Vorhaben die Validierung des Entwicklungspotenzials von „Zwischenprodukten“ zum Ziel haben, z.B. von einer Faser, die selbst in die Entwicklung von Bekleidungsstücken einfließen könnte. Somit würde sich die Frage des Recyclings in dem genannten Beispiel nicht bei der Faser selbst, sondern bei dem Endprodukt „Sensorshirt“ stellen. Allerdings ist es durchaus vorstellbar, dass Fragen des zukünftigen Recyclings eine Rolle spielen, wenn es darum geht, einen Abnehmer für das entwickelte „Zwischenprodukt“ zu finden. So könnte in dem eben erwähnten Beispiel ein Textilhersteller, potenzieller Abnehmer der Sensorfaser, der Meinung sein, dass die Sensorfaser für die von ihm entwickelten Kleidungsstücke nicht infrage kommt, weil er durch seine Verwendung Probleme hätte, bestimmte Auflagen in Bezug auf Recycling seiner Kleidungsstücke zu erfüllen bzw. weil die Akzeptanz seiner Kleidungsstücke aufgrund der enthaltenen möglicherweise schwer recycelbaren Sensorfaser sinken würde. Insofern stellt es möglicherweise ein gewisses Risiko dar, Recycling-Fragen bei „Zwischenprodukten“ von vorneherein auszuschließen und auf Zuständigkeit und Verantwortung des zukünftigen Verwerters des „Zwischenprodukts“ zu verweisen.

## 4.3 Gesundheitsaspekte

- In der Regel werden gesundheitliche Aspekte kurz- und mittelfristig behandelt, in dem Sinne, dass geklärt wird, inwiefern die eingesetzten Materialien im Rahmen der Forschung selbst und im Hinblick auf das zu entwickelnde „Zwischenprodukt“ keine gesundheitlichen Schäden verursachen, bzw. Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen sind.
- Potenzielle langfristige gesundheitliche Schäden durch die Nutzung des Zwischenprodukts in einem Endprodukt für den Massenmarkt oder solche, die aufgrund von Problemen beim Recycling des Endprodukts entstehen könnten, sind aber für die VIP-Projekte schwierig zu greifen und zu untersuchen.

## 4.4 Ethische-moralische Aspekte / Technologieakzeptanz / Gesellschaftliche Aspekte

- Aufgrund der Fokussierung auf das „Zwischenprodukt“ erscheint die Frage der Akzeptanz des Endprodukts manchen VIP-Projektteilnehmern fern. Dennoch ist es aus Sicht des CTA-Teams wichtig, solche Fragen frühzeitig anzugehen, um spätere Misserfolge bei Markteintritt zu vermeiden.
- Die Frage der öffentlichen Akzeptanz für die entwickelten Technologien lässt sich manchmal nur schwer klären, da sie sehr je nach Anwendungsgebieten des Endprodukts variieren kann. // Stichwort: „Forschung an sich neutral, deren Anwendung kann positive oder negative Auswirkung auf Privatsphäre, etc. haben).
- Auch können die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit und die Akzeptanz für eine bestimmte Technologie im Laufe der Zeit sehr variieren. Aufgrund des u. U. langen Zeitraums zwischen VIP-Projekt und Markteintritt eines möglichen Endprodukts kann es schwierig sein, endgültige Aussagen über die Akzeptanz der Technologie in der Öffentlichkeit zu treffen.

## 4.5 Fazit CTA-Workshops

Von den meisten Projektleiter wurde betont, dass Lerneffekte bzgl. der Betrachtung von CTA-Aspekte sich im Laufe des Projekts ergeben hätten: zwar wurde der Umfang der ethischen und soziologischen potenziellen Probleme im Zusammenhang mit der Anwendung der Technologie zu Beginn des Forschungsprojekts tendenziell unterschätzt, man sei aber während der Laufzeit angesichts der durch die Technologie eröffneten Möglichkeiten sensibler für solche Fragestellungen geworden. Auch die CTA-Evaluation habe dazu beigetragen, dass man bei zukünftigen Projekten CTA-Fragen von Anfang an stärker im Fokus habe.

Die meisten Projektleiter messen CTA-Aspekten prinzipiell eine hohe Bedeutung bei.

In den Workshops wurde diskutiert, wie der Innovationsprozess so gestaltet werden kann, dass CTA-Probleme vermieden und Chancen erschlossen werden. Alle Projektnehmer waren sich darüber einig, dass, selbst bei korrekter Technikanwendung negative Folgen Ihrer Forschung bzw. des daraus resultierenden Produktes (oder der daraus folgenden Dienstleistung) auftreten können. Einerseits können manche negative Auswirkungen von Anfang an berücksichtigt werden (z. B. potenzielle Gesundheitsgefahren durch Nanoteilchen), andererseits können einige dieser Risiken, die erst später unbeabsichtigt auftreten, mit entsprechendem CTA vorhergesehen werden (z. B. REACH Diskussion, Nanocare etc.). Darüber hinaus kann es allerdings später auftretende Folgen geben, die selbst mit einer CTA-Analyse recht unvorhersehbar bzw. schwer einschätzbar bleiben (z. B. Folgen des Treibhauseffektes).

Laut den Workshop-Teilnehmern laufen CTA-Aspekte Gefahr, im Zuge des Projektalltags in den Hintergrund zu geraten. Hilfreich wäre, wenn Impulse zur Beachtung und Berücksichtigung von CTA-Fragen zu Beginn eines Projektes gegeben würden – besser noch: bei der Antragstellung. Vorstellbar wäre, dass die Ausschreibung es vorsieht, dass Antragsteller bereits im Antrag darstellen müssen, wie sie in dem beantragten Projekt mit CTA-Fragen umzugehen planen. Es stellte sich allerdings heraus, dass die Antizipation von CTA-Aspekten in Projekten mit größerer Endproduktnähe eher stattfindet, als in denjenigen Projekten, die noch recht weit von einem markttauglichen Endprodukt entfernt sind.

Eine CTA-Analyse, die erst zur Mitte/Ende des Projektes ansetze, sei für die meisten Projekte nicht mehr umsetzbar. Die anwesenden Projektteilnehmer empfehlen, die im Workshop erörterten Aspekte bei einer potenziellen Neu-Auflage des VIP-Programms zu berücksichtigen.

### **Zum Workshop-Setting selbst:**

- Es erscheint sinnvoll, mehrere Vorhaben, die ähnliche Forschungsthemen im Fokus haben, bzw. die mit ähnlichen CTA-Fragestellungen in Berührung kommen (z.B. zum Thema Recycling oder potenzielle Schäden für Mensch und Umwelt), zum Thema eines gemeinsamen CTA-Workshops zu machen. Die Erfahrung der durchgeführten Workshops (drei Workshops jeweils zu einem einzelnen Vorhaben und ein gemeinsamer

Workshop zu zwei Vorhaben) bestätigt, dass dadurch die CTA-Diskussion bereichert werden kann, beispielsweise insofern, dass ein Vorhaben von den Erfahrungen und „Good Practices“ des anderen Vorhabens lernen kann. Auch können durch gemeinsame Workshops zu mehreren Vorhaben projektübergreifende CTA-Fragen besser herausgestellt und bearbeitet werden. Manche CTA-Aspekte, beispielsweise Fragen der Produkthaftung, sind zudem per se interpretationsbedürftig und können daher in einer möglichst breiten und offenen Diskussion am ehesten behandelt werden.

- Es stellte sich heraus, dass die Diskussion von CTA-Themen durch die Teilnahme der Projektleiter (Federführer) am CTA-Workshop bereichert wird, da diese die breitmögliche Sicht auf das Thema und dessen mögliche CTA-Aspekte einbringen können.

## 5 Schlussbetrachtung und Handlungsempfehlungen

Generell kann resümiert werden, dass CTA bei allen untersuchten Projekten helfen kann, gesundheitliche, ökologische, humane, rechtliche, soziale, ethisch-moralische und andere Folgen des jeweils zu entwickelnden Verfahrens und möglicher Alternativen abzuschätzen. Hieraus können wiederum technische und wirtschaftliche Konsequenzen abgeleitet werden.

Der CTA-Fragebogen konnte als geeignete Methode validiert werden (CTA-PreTest), um einerseits den Bedarf für eine begleitende CTA-Analyse unter den VIP-Vorhaben zu ermitteln und andererseits die Diskussion über CTA-Aspekte zu initiieren. Tatsächlich bestätigen die Ergebnisse der Fragebogen-Umfrage, dass Bedarf für eine begleitende CTA-Analyse besteht, da bei vielen VIP-Vorhaben mögliche CTA-Aspekte z. T. wenig oder gar nicht berücksichtigt werden, insbesondere bei naturwissenschaftlichen Vorhaben. Die tiefer gehende CTA-Analyse von fünf ausgewählten VIP-Vorhaben sowie die dazu organisierten CTA-Workshops verdeutlichten auch, dass CTA-Aspekte möglichst frühzeitig in der Entwicklung neuer Technologien / Verfahren / Produkte berücksichtigt werden sollten.

**Empfehlung:** Aspekte der konstruktiven Technologiefolgenabschätzung (CTA) sollten künftig **frühzeitig und systematisch** in die Entwicklung eines Verfahrens/eines Forschungsvorhabens einfließen und bestenfalls bereits in der **Projektantragsphase** ansetzen.

### *Begründung und Ziele:*

Das Ziel sollte generell sein, möglichst viele gesellschaftlich relevante Auswirkungen des jeweiligen zu entwickelnden Verfahrens systematisch zu identifizieren. Darunter fallen nicht nur Marktanalysen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen, sondern auch die gesellschaftlichen, ethischen und rechtlichen Auswirkungen einer Technik und ihre Nutzung auf die vielfältigen und miteinander im Austausch stehenden Bereiche.

### *Überlegungen zur Ausgestaltung:*

- CTA-Aspekte sollten frühzeitig, bestenfalls bereits in der Projektantragsphase, berücksichtigt werden. Zu realisieren wäre dies durch die Vorgabe, dass bereits in der Projektskizze einige CTA-Aspekte adressiert werden müssen.
- CTA-Aspekte sollten systematisch und kontinuierlich betrachtet werden. Diese Rolle könnte durch die Innovations-Mentorinnen und -Mentoren wahrgenommen werden, indem ihnen ein CTA-Leitfaden an die Hand gegeben wird. Auch die Einbindung externer CTA-Experten, die das Vorhaben begleiten und an den Vorhabens-Besprechungen teilnehmen, wäre denkbar.

## **Anhang**

Anhang 1: Fragebogen Quick CTA-Check

Anhang 2: Ergebnisse der CTA-Case-Studies

# Fragebogen Quick CTA-Check

## Wer?

Mit diesem Fragebogen wenden wir uns an die Projektkoordinatoren und Innovations-Mentoren der Projekte, die im Rahmen der Fördermaßnahme *Validierung des Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung – VIP* gefördert werden.

## Worum geht es?

Der Erfolg von Innovationen hängt nicht allein davon ab, ob die verwendete Technologie funktioniert. Neben Umweltaspekten und Rahmenbedingungen sind die Menschen und deren Einstellung zu der Innovation wesentlich für Erfolg oder auch Misserfolg einer Innovation. Mit diesem Fragebogen wollen wir untersuchen, in welchem Ausmaß solche „menschlichen“ Faktoren für Ihr Projekt eine Rolle spielen. So lassen sich Innovationshemmnisse oder Akzeptanzprobleme frühzeitig erkennen und adressieren.

## Was ist zu tun?

Wir bitten Sie, die folgenden Fragen aus Ihrer subjektiven Sicht heraus zu beantworten. In der Formulierung der Fragen sprechen wir der Einfachheit halber immer von „Produkten“. Stellen Sie sich dabei das Produkt vor, das am Ende Ihres Projektes neu entstanden sein wird. Mit dem Wort „Produkt“ sind alle Verwertungsformen in dem jeweiligen Geschäftsumfeld gemeint, wie beispielsweise neue Produktionsprozesse oder neue Dienstleistungen.

Wir möchten Sie bitten, den ausgefüllten Fragebogen bis zum 09.11.2013 elektronisch an [korte@vdi.de](mailto:korte@vdi.de) oder per Fax an 0221 / 6214-139 zu senden.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Dr. Sabine Korte, Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH,  
VDI-Platz 1 in 40468 Düsseldorf. Tel: 0211 / 6214 574; E-mail: [korte@vdi.de](mailto:korte@vdi.de)

Die folgenden Fragen beziehen sich allgemein auf die zugrunde liegende Technologie oder das Verfahren in Ihrem Projekt. Bitte markieren Sie alle zutreffenden Antworten, Mehrfachnennungen sind entsprechend möglich.

1) Gibt es bereits von dritter Seite öffentliche Äußerungen zur Technologie bzw. zum Verfahren ?

 Ja Nein Nicht bekannt

Wenn Sie diese Frage mit "Nein" oder "Nicht bekannt" beantwortet haben, gehen Sie bitte direkt zu Frage 4):

2) Wer hat sich von dritter Seite zur Technologie bzw. zum Verfahren bereits öffentlich tendenziell zustimmend geäußert?

<input type="checkbox"/>	Wirtschaftsverbände
<input type="checkbox"/>	Verbraucherverbände
<input type="checkbox"/>	Umweltverbände
<input type="checkbox"/>	Gewerkschaften
<input type="checkbox"/>	Berufsgenossenschaften
<input type="checkbox"/>	Krankenkassen
<input type="checkbox"/>	Bürgerinitiativen
<input type="checkbox"/>	Kirchen
<input type="checkbox"/>	Medien
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure (z. B. Parteien, Ministerien)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf europäischer Ebene (z. B. EU)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf internationaler Ebene (z. B. UNO)
<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt
<input type="checkbox"/>	Sonstige: _____
<input type="checkbox"/>	Niemand

3) Wer hat sich von dritter Seite zur Technologie bzw. zum Verfahren bereits öffentlich tendenziell ablehnend geäußert?

<input type="checkbox"/>	Wirtschaftsverbände
<input type="checkbox"/>	Verbraucherverbände
<input type="checkbox"/>	Umweltverbände
<input type="checkbox"/>	Gewerkschaften
<input type="checkbox"/>	Berufsgenossenschaften
<input type="checkbox"/>	Krankenkassen
<input type="checkbox"/>	Bürgerinitiativen
<input type="checkbox"/>	Kirchen
<input type="checkbox"/>	Medien
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure (z. B. Parteien, Ministerien)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf europäischer Ebene (z. B. EU)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf internationaler Ebene (z. B. UNO)
<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt
<input type="checkbox"/>	Sonstige: _____
<input type="checkbox"/>	Niemand

4) Von welchen der genannten Akteure (evtl. zusätzlich zu Frage 2) erwarten Sie eine Zustimmung zur Technologie bzw. zum Verfahren?

<input type="checkbox"/>	Wirtschaftsverbände
<input type="checkbox"/>	Verbraucherverbände
<input type="checkbox"/>	Umweltverbände
<input type="checkbox"/>	Gewerkschaften
<input type="checkbox"/>	Berufsgenossenschaften
<input type="checkbox"/>	Krankenkassen
<input type="checkbox"/>	Bürgerinitiativen
<input type="checkbox"/>	Kirchen
<input type="checkbox"/>	Medien
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure (z. B. Parteien, Ministerien)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf europäischer Ebene (z. B. EU)
<input type="checkbox"/>	Politische Akteure auf internationaler Ebene (z. B. UNO)
<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt
<input type="checkbox"/>	Sonstige: _____
<input type="checkbox"/>	Von niemandem

5) Von welchen der genannten Akteure (evtl. zusätzlich zu Frage 3) erwarten Sie eher Skepsis gegenüber der Technologie bzw. des Verfahrens?

- Wirtschaftsverbände
- Verbraucherverbände
- Umweltverbände
- Gewerkschaften
- Berufsgenossenschaften
- Krankenkassen
- Bürgerinitiativen
- Kirchen
- Medien
- Politische Akteure (z. B. Parteien, Ministerien)
- Politische Akteure auf europäischer Ebene (z. B. EU)
- Politische Akteure auf internationaler Ebene (z. B. UNO)
- Nicht bekannt
- Sonstige: \_\_\_\_\_
- Von niemandem

6) Mit wie vielen anderen Technologien / Verfahren steht die Technologie / das Verfahren Ihres Projektes in Konkurrenz?

- Keine     1-3     4-6     Mehr als 6

Alle weiteren Fragen beziehen sich spezifisch auf Ihr VIP-Projekt.

Bitte nennen Sie den Titel Ihres VIP-Projektes: \_\_\_\_\_

Bitte nennen Sie Ihre Rolle in dem VIP-Projekt

- Projektkoordinator     Innovations-Mentor

7) Wann sehen Sie den Markteintritt möglicher Produkte, ausgehend vom Ende der Projektlaufzeit?

- In 1-3 Jahren     In 4-6 Jahren     In 7-9 Jahren     In mehr als 9 Jahren

8) Welche verkaufte Stückzahl des Produktes erwarten Sie pro Jahr im günstigsten Fall bzw. bei Produktionsprozessen oder Dienstleistungen: Wie viele verkaufte Lizenzen oder Dienstleistungsverträge erwarten Sie?

- Kleiner als 100     100 - 10.000     Mehr als 10.000

9) Wie viele Personen werden mit dem Produkt oder der Dienstleistung in Kontakt kommen bzw. wie viele Personen werden die Lizenz (z. B. bei Firmenlizenz) voraussichtlich verwenden?

- Kleiner als 100     100 - 100.000     Mehr als 100.000

10) Wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse für das Produkt a) erstellt oder ist b) eine solche geplant?

a)  Ja  Nein b)  Ist geplant  Ist nicht geplant

11) Könnte ein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit dem Produkt bestehen?

Ja  Nein  Nicht bekannt

12) Stellen bei der Einführung Ihres Produktes bestehende oder absehbare Marktregulierungen ein Hindernis dar?

Ja  Nein  Nicht bekannt

13) Benötigen die Personen, die mit dem Produkt arbeiten, für den Umgang damit eine besondere fachliche Qualifizierung?

Ja  Nein

14) Erwarten Sie, dass die Einführung Ihres Produktes besondere Formen des Arbeitsschutzes erfordert?

Ja  Nein

15) Ist die Verwendung des Produktes für die Personen, die damit Kontakt kommen, erklärungsbedürftig?

Nicht erklärungsbedürftig  Wenig erklärungsbedürftig  Größtenteils erklärungsbedürftig  Sehr erklärungsbedürftig

16) Werden durch das Produkt ethische und moralische Fragestellungen aufgeworfen?

Ja  Nein

17) Werden derartige Fragestellungen bei der Entwicklung des Produktes von Ihnen berücksichtigt?

Ja  Nein

18) In welchem der folgenden Bereiche könnte das Produkt das Verhalten der Personen, die damit in Kontakt kommen, beeinflussen:

Konsumverhalten  Energiebereich  
 Bildungsverhalten  Gesundheitsvorsorge  
 Mobilitätsverhalten  In keinem der Bereiche  
 Mediennutzungsverhalten  Nicht abschätzbar  
 Sonstige: \_\_\_\_\_

19) Von welchen politischen Ebenen erwarten Sie eine mögliche Einflussnahme auf die Einführung des Produktes?

EU  Bund  Land  Kommune  Von keiner Ebene

20) Erzeugt/benötigt das Produkt zusätzlichen Regulierungsbedarf?

 Ja

 Nein

21) Gibt es im Zusammenhang mit dem Produkt zusätzliche Standardisierungsaktivitäten, die die Entwicklung des Produktes a) beeinflussen könnten oder b) sind diese notwendig?

a)  Gibt es

 Gibt es nicht

 Nicht bekannt

b)  Sind notwendig

 Sind nicht notwendig

 Nicht bekannt

22) Bietet das Produkt Lösungen für Umweltprobleme (Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie, Lärm, Biodiversität, Ressourcen)?

 Ja

 Nein

23) Erwarten Sie durch den Einsatz Ihres Produktes eine Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz?

 Ja

 Nein

24) Entstehen in Verbindung mit dem Produkt Umweltbeeinträchtigungen (Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie, Lärm, Biodiversität, Ressourcen)?

 Ja

 Nein

 Nicht abschätzbar

25) Kann das Produkt existierende Produkte ersetzen, die Umweltprobleme verursachen?

 Ja

 Nein

 Nicht bekannt

26) Kommen bei dem Produkt Stoffe zum Einsatz, die toxisch für die Umwelt sind ?

 Ja

 Nein

 Nicht bekannt

27) Das Produkt leistet einen Beitrag

 zum  
gesundheitlichen  
Wohlbefinden

 zur  
besseren  
Lebensqualität

 Nicht zutreffend

28) Kann das Produkt existierende Produkte ersetzen, die Gesundheitsprobleme verursachen?

 Ja

 Nein

 Nicht bekannt

29) Kommen bei dem Produkt humantoxische Stoffe zum Einsatz?

 Ja

 Nein

 Nicht bekannt

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

## Anhang 2: Ergebnisse der CTA-Case-Studies

### A2.1 „Validierung des Innovationspotentials von piezoelektrischen Sensorfasern“- (VIP Piezofaser)

Gegenstand des Antrags ist die Entwicklung einer industriell herstellbaren Mehrkomponentenfaser mit piezoelektrischen Eigenschaften. Mehrkomponentenfasern mit piezoelektrischen Eigenschaften stellen ein attraktives Entwicklungsziel mit großem Innovationspotenzial dar, da der Einsatz als in die Kleidung integrierter Sensor möglich wäre.

Im Zuge dieses Vorhabens sollen zwei neuartige Ansätze (Mehrkomponentenschmelzspinnprozess und Bedrucken) erprobt, verglichen und im Hinblick auf mögliche Anwendungsszenarien evaluiert werden. Parallel zu den Entwicklungsarbeiten sollen in umfangreichen Begleitstudien Anwendungsideen, mögliche Pilotanwender und Zielbranchen identifiziert und iterativ in den Entwicklungsprozess eingebunden werden.

Ebenso sind die Sammlung von entscheidungsrelevanten Kriterien (z. B. technologisches Risiko, technische Machbarkeit, Marktpotenzial, strategische Wichtigkeit, notwendige Entwicklungszeit, etc.) und die Entwicklung einer Kriteriengewichtung geplant. Aufgrund der technologischen Neuartigkeit ist die Bewertung und Gewichtung mit großer Unsicherheit verbunden. Daher wurden der Innovations-Mentor und externe Experten in den Prozess der Bewertung eingebunden.

Als primäres Anwendungsfeld ist zum Zeitpunkt des Projektstarts der Bereich Medtech angedacht, in dem vielfältige körpernahe Messaufgaben mit verfügbaren Sensortechnologien noch nicht zufriedenstellend gelöst sind (z. B. Sensorshirt zur Atmungsüberwachung von alten Menschen und Säuglingen). Eine Zulassung im Bereich Medtech wurde als unkritisch eingeschätzt, da sich das Sensorshirt nach Medizinproduktgesetz (Richtlinie 93/42/EWG) in Klasse 1 der nicht invasiven Produkte einordnen lässt. Die Mindestanforderung sei hier CE-Konformität.

Darüber hinaus werden Potenziale in folgenden Anwendungsfeldern gesehen:

- Clothtech (Integration von Sensoren in Alltagskleidung, z. B. für temperaturregulierende Funktionen);
- Sporttech (Integration von Sensoren in die Sportbekleidung, z. B. zur Unterstützung der Leistungsmessung);
- Protech (Integration von Sensoren in Schutzbekleidung, z. B. zur Überwachung von Vitalfunktionen von gefährdeten Personen);
- Buildtech (Überwachung faserverstärkter Bauteile in sicherheitskritischen Anwendungen). Schwerpunkt ist hierbei die Messung von Verschleiß- und Belastungszuständen in Fahrzeugen zu Land, Luft und Wasser sowie in Bauwerken, die regelmäßig starken Erschütterungen ausgesetzt sind (z. B. Brücken).

## Ergebnisse der Fragebogenauswertung

Der CTA-Fragebogen wurde vom Projektleiter ausgefüllt. Auffällig ist, dass laut dem Projektleiter bisher nur wenige Äußerungen zum Projekt bzw. zur angestrebten Technologie öffentlich getätigt worden sind. Während beispielsweise zustimmende Äußerungen von Krankenkassen (die die Technologie bezahlen müssten, sollte das angestrebte Sensorshirt aufgrund seines Beitrags zu einer effizienten Gesundheitsversorgung Eingang in den Leistungskatalog gesetzlicher Krankenkassen finden) oder Wirtschafts- und Verbraucherverbänden zu erwarten wären, haben sich laut dem Projektnehmer lediglich Forschungsinstitute bereits zur Technologie geäußert, dies aber „tendenziell zustimmend“ (Fragen 2 und 3).

Unterschiedliche Bewertungen zwischen dem Projektleiter und dem CTA-Evaluierungsteam bestehen bei der Frage nach einem Haftungsrisiko. Während laut Angaben des Projektleiters ein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit der Nutzung des Produkts nicht bekannt ist (Frage 11), könnte sich das Evaluierungsteam durchaus mögliche Szenarien vorstellen, bei denen die Frage der Haftung im Falle der Unzuverlässigkeit des Produkts problematisch sein könnte.

Laut Projektleiter kommen bei dem Produkt keine Stoffe zum Einsatz, die toxisch für die Umwelt sind (Frage 26). Allerdings seien mögliche Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit dem Produkt nicht abschätzbar (Frage 24).

## CTA-Technologieerstbewertung

### *Technologieaspekte*

- Das aktuelle Projekt fokussiert auf die Entwicklung einer Sensorfaser zur Überwachung der Atmungsfunktion; es ist aber durchaus angedacht, das Produkt dahingehend zu erweitern, dass auch andere Vitalfunktionen (z. B. Herzfunktion) überwacht werden könnten.
- Fragen der Daten-Auslesemöglichkeit werden auch untersucht, sind aber wie die notwendige Datensicherheit nicht im Fokus des Projektes.
- Ebenfalls nicht im Fokus des Projekts aber im Hinblick auf die Markteinführung des Endprodukts Sensorshirt wichtig ist die Betrachtung der unterschiedlichen technischen Anforderungen, die an das Produkt gestellt werden müssen, je nachdem ob das Sensorshirt im stationären Bereich oder im Rahmen einer telemedizinischen Fernüberwachung angewandt wird.

### *Gesundheitsaspekte*

- Die hohe Biokompatibilität von PVDF wurde von den Projektteilnehmern unterstrichen.
- Aufgrund der Einbettung der CNT in der Polymermatrix und der zusätzlichen Ummantelung der CNT-Komposite (Kern) in der Sensorfaser rechnet der Projektteilnehmer mit keinerlei gesundheitlichen Problemen (kein Nanopartikel-Risiko) bei der Anwendung der Sensorfaser.

### *Umweltaspekte*

- Die Frage der Entsorgung des Sensorshirts und des Recyclings der Sensorfaser bzw. ihrer Bestandteile wurde noch nicht untersucht.

### *Technologieakzeptanz / Gesellschaftliche Aspekte*

- Die Frage des möglichen Risikos der „Verfremdung der Pflegebedürftigen durch Geräte“ wurde aufgeworfen.
- Obwohl das Design eines Sensorshirts nicht Gegenstand des VIP-Projektes ist, sollte doch aufgrund der begrenzten Eigenschaftsparameter (nur ca. 1% Dehnung der Piezofaser, d. h. das Shirt muss sehr eng am Körper anliegen) angegeben werden, welche Anforderungen die Sensorfaser in einem textilen Produkt erfüllen kann, auch vor dem Hintergrund der Technik-Akzeptanz.

### *Ökonomische Aspekte: Mögliche Markteintrittshürden*

Aufgrund der Tatsache, dass das aktuelle Projekt auf der Entwicklung der Sensorfaser und nicht des Endprodukts Sensorshirt fokussiert, sind viele Fragen zu möglichen Markteintrittshürden noch nicht eingehend thematisiert worden. Aus Sicht des CTA-Teams lohnt sich aber durchaus deren frühzeitige Betrachtung, um mögliche spätere Hürden rechtzeitig zu erkennen und zu umgehen.

- Inwiefern die entwickelte Mehrkomponenten-Schmelzspinn-Technologie sich entweder ganz oder in Teilen (z. B. einzelne Arbeitsschritte) patentieren lässt, ist noch offen. Allerdings sei nach Angabe der Projektteilnehmer momentan ein Patentverfahren zur Polarisierung von PVDF zwecks Herstellung der piezoelektrischen  $\beta$ -Phase in Schweden eingeleitet worden. Da unklar ist, inwiefern deutsche Anbieter und insbesondere die Projektteilnehmer Markteintrittshürden erfahren müssten, sollte dieses Patentverfahren erfolgreich abgeschlossen werden.
- Die Frage des angestrebten Markts für das Produkt Sensorshirt ist noch unklar: je nachdem, ob ein medizinisches Produkt als Teil des Leistungskatalogs der GKV oder ein Produkt für den 2. Gesundheitsmarkt bzw. für den Sportbereich angestrebt wird, werden unterschiedliche Anforderungen an das Produkt gestellt sowie unterschiedliche Zulassungs- bzw. Markteinführungsverfahren notwendig.
- Die Frage, inwiefern die entwickelte Technologie (Sensorfaser zur Überwachung der Atmungsfunktion) ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber bereits existierender Technologien bietet, scheint noch nicht eingehend untersucht worden zu sein. Dabei ist auch zu überprüfen, welche Fortschritte die in der Forschung und Entwicklung befindlichen konkurrierenden textilen Sensor-Technologien (kapazitive Sensoren, z. B. das EU-Projekt „SimpleSkin“<sup>6</sup>) verzeichnen.

---

<sup>6</sup> <http://www.simpleskin.org/project-details>.

### Fazit CTA Piezofaser

Alternative Überwachungssysteme sind in der Telemedizin durchaus bereits marktfähig – z. B. die Mobilfunkgeräte der österreichischen Firma Emporia, mit integrierter Notruf-funktion und automatischer Sturzerkennung oder der "Mamagoose"-Pyjama des belgi-schen Unternehmens Verhaert Design ([www.verhaert.com](http://www.verhaert.com)).

Auch im Sportbereich existieren derzeit schon eine ganze Reihe von Sensoren als Tracker für Bewegung und Fitness, z. B. das Nike+-Sportband oder der „Fitbit One“ . Besonders Leistungssportler trainieren anhand ihrer Pulsfrequenz und setzen Sportuhren mit Puls-messung per Brustgurt ein (große Hersteller sind hier Suunto, Casio, Garmin, Sigma usw.). Neuere Systeme führen per elektro-optischer Linse Messungen direkt am Handgelenk durch. Die genauen anvisierten Anwendungsfelder sollten daher noch genauer aufge-schlüsselt und beschrieben werden.

Sämtliche Probleme telemedizinischer Anwendungen gilt es hier zu bedenken (Daten-übertragung und -schutz, Stromverbrauch bei funkbasierten Lösungen, Zuverlässigkeits-aspekte, Hürden des Gesundheitssystems,...). Die Lebensdauer und Entsorgungserforder-nisse der „Piezofaser“ ist unklar und sollte überdacht werden. Haltbarkeit und Zuverläs-sigkeit der Faser im Kleidungsstück ist noch unerforscht. Es wird davon ausgegangen, dass die Piezofaser eine deutlich höhere Haltbarkeit hat, als die sie umgebene textile Faser.

Die bereits marktfähigen Geräte zur frühkindlichen Atmungsüberwachung konnten sich bisher nicht durchsetzen (mangels Zuverlässigkeit) und ein entsprechender Trend ist nicht erkennbar.

Mit der Erfassung detaillierter Körperbewegungen ist ein umfassendes Tracking des Trä-gers möglich. Es ist unklar, welche neuen Dienstleistungen und unerwünschten Neben-ausprägungen entstehen können. Ähnlich wie Metadaten in der Telekommunikation kön-nen Bewegungsdaten eine genaue Verhaltensanalyse des Benutzers ermöglichen. Kran-kenkassen könnten ihre Mitglieder überwachen, medizinische Dienstleister die Einhaltung von Vereinbarungen und soziale Netze die Vitalfunktionen ihrer Nutzer integrieren. Neben Datenschutzforderungen und gebräuchlichen Mindestanforderungen der IT-Sicherheit, könnten zusätzliche Meta-Anforderungen seitens der Nutzer entstehen, die ein solches Produkt grundsätzlich in Frage stellen. Vergleichbare Reaktionen zeigen sich schon heute in Form von Nutzerabwanderungen bei Diensten und Produkten, die von sozialen Netzwerken wie Facebook aufgekauft oder in ausländische Dienste integriert werden, wo die hohen Anforderungen des deutschen Datenschutzrechts nicht sicherge-stellt werden können.

## **A2.2 „Objektverfolgungstechnologien zur Einbettung von Werbung in Filmsequenzen“ – (VIP OnEye)**

Die in diesem Vorhaben verwendete neue Technologie zur Objektverfolgung ermöglicht es, durch ihre Robustheit und Performanz einen Einsatz für „Embedded Advertising“ zu verfolgen. Dieser Ansatz der objektverfolgungsbasierten Einbettung von Werbung in Filmsequenzen erlaubt das intuitive Auswählen von Objekten, die das Interesse des Zuschauers wecken, zum Beispiel die Uhr des Schauspielers oder die Einrichtung einer gezeigten Wohnung. Obwohl diese Idee einleuchtend ist, lies sich diese Einbettung bis jetzt nicht realisieren, da die existierenden Objektverfolgungstechnologien nicht ausreichend präzise und robust genug für diese Art der Anwendung waren. Deswegen sind bisherige Versuche letzten Endes nur eine Zusammenstellung von Filmsequenzen und kontextuellen Einkaufslisten, die manuell aufwändig erstellt wurden und alle bestellbaren Objekte präsentieren.

Ziel des Vorhabens ist es, einen Demonstrator zur Erstellung von Interaktiv-Videos zu entwickeln, der unter realistischen Bedingungen die Anwendbarkeit der Technologie zur Objektverfolgung zwecks Einbettung von Werbung in Filmsequenzen beweist. Parallel dazu soll die mögliche Positionierung des Systems innerhalb eines expandierenden und sich umstrukturierenden Marktes bestimmt werden.

Vorteil dieser Technologie ist, dass die Werbung „versteckt“ ist, d. h. sie ist für den Zuschauer nicht störend sichtbar, kann aber von ihm nach Bedarf aktiviert werden. Das erhöht die Attraktivität der Plattform, sei es webTV, Smartphone oder IPTV, für die Zuschauer und damit deren Wettbewerbsfähigkeit.

Für die weitere Verwertung und Markteinführung der entwickelten technologischen Plattform werden hauptsächlich zwei Szenarien untersucht: Spin-off Gründung und Lizenzierung. Die im Laufe des Projekts erstellten Markt-, Konkurrenz- und Positionierungsanalysen werden eine wichtige Grundlage zur Auswahl der optimalen Strategie sein. Beide Szenarien werden in Zusammenarbeit mit dem Innovationsmentor schon während der Projektlaufzeit mit dem Ziel untersucht, bis zum Ende des Projekts bereits alle Maßnahmen eingeleitet zu haben, welche die Weiterentwicklung und Verwertung der Plattform sichern. Mit Hilfe der vorgestellten Technologie kann der „Content Provider“ seinen Kunden Dienstleistungen bieten, die sowohl „pay-per-click“ Werbung als auch „T-Commerce“ beinhalten. Der Zielmarkt würde dann durch den Markt der Produktionsfirmen bestimmt.

### **Ergebnisse der Fragebogenauswertung**

Der CTA-Fragebogen wurde vom Projektleiter ausgefüllt. Unterschiedliche Bewertungen bestehen bei der Frage nach einem Haftungsrisiko (Frage 11). Laut Projektleiter besteht kein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit dem Produkt. Das CTA-Evaluierungsteam könnte sich aber durchaus mögliche Szenarien vorstellen, bei denen die Frage der Haftung eine Rolle spielen könnte.

Insbesondere bei der Frage nach möglichen moralischen oder ethischen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Produkt besteht eine Diskrepanz zwischen Projektleiter und CTA-Evaluierungsteam: während für den Projektleiter keine ethischen und moralischen Fragestellungen durch das Projekt aufgeworfen werden (Frage 16 und 17), geht das CTA-Evaluierungsteam vom Gegenteil aus.

## **CTA-Technologieerstbewertung**

### *Technologieaspekte und mögliche Anwendungsgebiete*

- Mit der im Rahmen des Projekts „OnEye“ entwickelten Technologie ist es möglich, beliebige Objekte in beliebigen Filmsequenzen automatisch zu verfolgen, so dass mit diesen Objekten zusätzliche, im Prinzip beliebige Inhalte – z. B. Werbeinhalte, Angaben zu Produktzusammensetzung oder zu Inhaltsstoffen – verknüpft / eingebettet werden können. Diese eingebetteten Inhalte können dann jederzeit und nach Wunsch vom Zuschauer eingeblendet werden.
- Anwendungsgebiete für die „OnEye“-Technologie könnten sein: Fernsehen, Web-TV, videobasierte Internetauftritte von Unternehmen.
- Wenn es sich bei den eingebetteten Inhalten um Werbeinhalte handelt, entsteht in Kombination mit einer Internetverbindung und der Möglichkeit der direkten Bestellung / Bezahlung der erworbenen Produkte die Möglichkeit des Geschäftsmodells „Watch, Click and Pay“ (Bezeichnung von den Projektteilnehmern geprägt).
- Nach Abschluss des Projekts „OnEye“ kann festgehalten werden, dass die Fehleranfälligkeit der Technologie äußerst gering ist: je nach zu verfolgendem Objekt wird aus 10-15 verfügbaren Basis-Algorithmen automatisch die bestgeeigneten Algorithmen ausgewählt; mögliche Fehler beim „Tracking“ können durch punktuelle Überprüfung der tatsächlichen Position des verfolgten Objekts im Film und anschließender neuer algorithmischer Berechnung der Trajektorie (und Interpolation der Bahnkurve) des verfolgten Objekts fast gänzlich ausgeschlossen werden.
- Die „OnEye“-Technologie bietet das Potenzial, das traditionell passive Medium Fernsehen dahingehend zu modernisieren, dass mehr Interaktivität und Konvergenz zwischen TV-Programmen und -inhalten, Internet und Zuschauer möglich wird. Daraufhin wurde ergänzt, dass der TV-Sektor als „verstaubtes“ Medium diese Zusatzebene sehr benötigen könnte und es kaum vorstellbar erscheint, dass keinerlei Bedarf herrscht.
- Möglich wäre auch die Einbettung der „OnEye“-Technologie in den „Second screen“: Neben dem TV würde dann bspw. über ein Tablet / Touchpad die „OnEye“-Technologie bedient werden. Der Zuschauer könnte sich also die Werbung interaktiv auf dem „Second screen“ anschauen, während der Film im Fernsehen weiter läuft.
- Die „OnEye“-Technologie muss nicht zwangsgebunden für Werbung genutzt werden. Interessant könnte auch eine Technologie im Sinne von „Click and Know!“ sein, bei der beispielsweise in Fernseh-Dokumentationen zusätzliche, tieferegehende Informationen / Inhalte eingebettet werden, die beim Click auf vorgesehene Objekte nach Interesse eingeblendet werden könnten.

- Die Tracking-Technologie kann in fast allen videobasierten Anwendungsszenarien genutzt werden, in denen eine Bewegungsverfolgung gefilmter Objekte benötigt wird. Verkehrs- und Überwachungskameras sind offensichtliche Beispiele.

#### *Ethisch-moralische Aspekte / Technologieakzeptanz / Gesellschaftliche Aspekte*

- Die „OnEye“-Technologie könnte gesellschaftliche Auswirkungen haben, da weit mehr als 100.000 Menschen von der Technologie betroffen sein könnten. Dieser Aspekt wirft aber ethische Fragen im Zusammenhang mit der Anwendung der Technologie auf. Die Möglichkeit der Suche beispielsweise von Logos in Filmsequenzen (z. B. einer politischen Opposition) wurde zwar einerseits aus technischer Sicht bewundert, sollte aber auch andererseits kritisch betrachtet werden. Die Verfügbarkeit hocheffizienter Algorithmen zur Identifizierung spezifischer Bildelemente in Filmsequenzen macht deutlich, dass Privatsphäre – selbst in großen Menschenmengen und unübersichtlichen öffentlichen Räumen – nicht mehr gegeben ist: Privatpersonen / Gesichter können von nun an in großen Menschenmengen „getracked“ werden.
- Die Akzeptanz für Objektverfolgungstechnologien wie die im Projekt entwickelte „OnEye“-Technologie könnte in den Anwendungsbereichen sinken, in denen der potenzielle Missbrauch von privaten Daten bzw. das Risiko der Verletzung der Privatsphäre am größten sind: beispielsweise bei der Überwachung öffentlicher Räume. Diese Widerstände würden es auch wahrscheinlich machen, dass solche Technologien – zumindest in diesen Anwendungsbereichen – zuerst in Amerika auf dem Markt erscheinen könnten und nicht in Deutschland, somit auch ohne das Siegel „Made in Germany“.
- Hingewiesen wurde darauf, dass Moral immer eine Frage von „Raum und Zeit“ sei und dass eine Technologie immer in falsche Hände geraten könne – zwar sei die Technologie der digitalen Objektverfolgung an sich weder „positiv“ noch „negativ“, die Möglichkeit des potenziellen Missbrauchs der Privatsphäre mache aber die Diskussion von CTA-Aspekten bei Forschungsprojekten umso wichtiger.

#### *Rechtliche und Haftungsfragen*

Rechtliche Aspekte bzw. aktuelle Regulierungsfragen (beispielsweise im Zusammenhang mit der Lockerung des Gesetzes zu „Product Placement“ im Fernsehen) standen nicht im Fokus des „OnEye“-Projekts.

#### *Ökonomische Aspekte: Nachfrage und mögliche Markteintrittshürden*

- Die Nachfrage nach dem Produkt / der Dienstleistung „OnEye für Embedded Advertising“ scheint momentan sehr beschränkt bzw. nicht vorhanden zu sein. Zwar sind die Projektteilnehmer auch nach Abschluss des Projekts „OnEye“ der Meinung, dass die entwickelte Technologie eine „Win-Win“-Situation ermöglichen kann: einerseits eröffnet OnEye Unternehmen neue Märkte für „Embedded Advertising“; andererseits wird der Zuschauer von Filmen mit dank „OnEye“-Technologie eingebetteter Werbung nicht „gestört“ in dem Sinne, dass er sich die eingebetteten Werbeinhalte nur nach Bedarf / Wunsch anschauen kann – im Unterschied zu TV- / Videoinhalte mit Bannerwerbung.
- Dennoch sind Bannerwerbung oder Werbeblöcke momentan sehr erfolgreich am Markt und die Tatsache, dass sich möglicherweise eine Gruppe von Fernseh- / WebTV- / Video-Zuschauer durch Bannerwerbung / Werbeblöcke gestört fühlt, stellt (momentan) keine Gefährdung deren Markterfolg dar. Insbesondere die Tatsache, dass einge-

bettete Werbung nur durch das Einverständnis des Zuschauers erzeugt werden kann, birgt das Risiko, dass der Kreis der durch Werbung erreichten Menschen schrumpft und somit der lukrative Aspekt der Werbung etwas verloren geht. Angesichts der sehr hohen Minutenpreise, die für Werbeblöcke in quotenstarken TV-Programmen erzielt werden, stellt dies eine wichtige Markteintrittshürde für die mit „OnEye“-Technologie eingebettete Werbung dar. Bzw. das Geschäft mit „Embedded Advertising“ scheint momentan weniger lukrativ als dasjenige mit Werbeblöcken / Bannerwerbung zu sein.

- Insofern wird zwar die Neuartigkeit der Technologie geschätzt, jedoch fehlen Argumente für große Medien- / TV-Unternehmen, in diesem Segment zu investieren. Trotzdem werden die potenziellen Marktchancen für die „OnEye“-Technologie von den Projektteilnehmern weiter verfolgt – beispielsweise wurden bereits Gespräche mit Pro7-Verantwortlichen geführt und weitere Gespräche mit RTL/Luxemburg sind geplant.
- Bei kleineren Web-TV-Anbietern liegt die Lage etwas anders: tendenziell wären solche Unternehmen eher bereit, die neue „OnEye“-Technologie bereits jetzt einzuführen – z. T. weil ihr Anteil am lukrativen Markt mit Werbebanner geringer ist –, ihnen fehlt aber oft an den nötigen finanziellen Ressourcen.
- Der Durchbruch der „OnEye“-Technologie im TV-Segment erscheint aus den eben geschilderten Gründen in weiter Ferne. Dagegen realistischer erscheint ein Durchbruch im Bereich der „Tablets“. Dies liegt vor allem an der natürlichen Bedienung per Touchscreen, welche die „OnEye“-Technologie attraktiver macht, sowie an der jüngeren Benutzergruppe der „Tablets“, welche aus Sicht der Diskussionsteilnehmer eher der Zielgruppe des Projekts entspricht.
- Besonders interessant ist die Möglichkeit, videobasierte Inhalte mit zusätzlichen Meta-Ebenen zu belegen. Filmszenen und Objekte können so als textbasierte Tags in das Filmmaterial eingebunden werden. So wird das visuelle und akustische Material des Films um textuelle, szenenbasierte Inhalte erweitert, um Videos auf diese Weise z. B. durchsuchbar zu gestalten. Als Anwendungsszenario wäre folgende Fragestellung denkbar: „Suche alle Filme, in denen die Akropolis beworben wird“.
- Die Weiterverfolgung von VIP ist laut dem „OnEye“-Projektleiter aufgrund mangelnder Ressourcen sehr schwierig. Fördergelder müssten erneut akquiriert werden. Neben der umfassenden Tätigkeit am Forschungszentrum und Lehrstuhl bestehe wenig Zeit, das Projekt voran zu treiben. Das Produkt könne jedoch nicht als „Abfallprodukt“ behandelt werden und benötige für einen endgültigen Durchbruch sehr viel Arbeitszeit.
- Das am ehesten erfolgsversprechende Einsatzgebiet für die entwickelte Technologie zur digitalen Objektverfolgung in Videosequenzen sieht der Projektleiter derzeit eher abseits des Fernsehens oder des Internets. Die Algorithmen können und werden beispielsweise in Projekten zur Verkehrsüberwachung und -steuerung in Kaiserslautern eingesetzt: hier geht es darum, anhand der Beobachtung eines Kreisverkehrs verkehrstechnische Mängel deutlich zu machen. Durch das Tracking von Autos im Kreisverkehr (Fahrtrichtung, zurückgelegene Trajektorien) können der Verkehrsfluss am Kreisverkehr videometrisch analysiert werden und Lösungen für eine effizientere Verkehrslenkung erarbeitet werden ohne aufwändig Sensoren in die Verkehrsinfrastruktur einbauen zu müssen.

### **Fazit CTA OnEye**

Dieser neue Werbungsmodus könnte für den Verbraucher/Zuschauer folgende Vorteile implizieren: Erstens, die Zuschauer werden nicht passiv mit Werbung überschüttet, sondern bestimmen selbst, ob sie an einem Produkt interessiert sind und weitere Informationen (Werbung) erhalten wollen. Zweitens, die Zuschauer werden nicht durch ständige Werbeunterbrechungen gestört, können aber trotzdem Objekte von Interesse auswählen, näher betrachten, und bei Bedarf direkt bestellen. Der Zuschauer wird bei Interesse an einem Produkt an die E-Commerce Anwendung des Lieferanten weitergeleitet. Für jede tatsächliche Bestellung wird wiederum eine Provision an den Content Provider fällig.

Dieser neue Werbungsmodus könnte jedoch für den Verbraucher/Zuschauer durch T-Commerce und im Hinblick auf Datenschutzaspekte folgende Nachteile implizieren: Der Zuschauer wird bei Interesse an einem Produkt an die E-Commerce Anwendung des Lieferanten weitergeleitet. Für jede tatsächliche Bestellung würde wiederum eine Provision an den Content Provider fällig. Ferner ergeben sich durch die Möglichkeit dieser Objektverfolgungstechnik datenschutzrelevante Aspekte: Privatpersonen / Gesichter könnten in großen Menschenmengen „getrackt“ werden. Ausgewählt wurde das Projekt daher insbesondere aufgrund der durch die Technologie aufgeworfenen moralischen und ethischen Fragen.

### **A2.3 „Neuartige magnetokalorische Maschine für Kühl- und Heizanwendungen“ – (VIP MagKal)**

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer Maschine (Demonstrator), die auf Basis des magnetokalorischen Prinzips betrieben wird. Magnetokalorische Systeme lassen sich einfach umschalten zwischen Kälte- und Wärmemaschine. Es soll eine Kältemaschine und eine Wärmepumpe in ein magnetokalorisches System integriert werden, um als ideales Aggregat für die Innenraumklimatisierung in Elektrofahrzeugen zu fungieren. Zu den Schwerpunkten des Vorhabens zählt auch die Optimierung idealer magnetokalorischer Materialien für zukünftige Anwendungen im Hinblick auf Korrosionsbeständigkeit, Verarbeitbarkeit, Toxizität, magn. Hysterese und Materialermüdung. Im zu validierenden Anwendungsgebiet der Kühlung (ca. 20 K Temperaturerniedrigung gegenüber der Umgebung) benötigt eine dem heutigen Stand der Technik entsprechende Kompressions-Kältemaschine etwa doppelt so viel elektrische Energie für den Kompressorantrieb, wie sie an nutzbarer Kühlleistung erzeugt. Im Falle der meisten Kompressionskältemaschinen stagnieren die Werte – trotz jahrzehntelanger Optimierung – bei einem COP = 1 oder geringfügig besser. Konventionelle Kompressor-Wärmepumpen arbeiten z. Zt. mit COP-Werten von ca. 3. MCE -Materialien werden einem äußeren Magnetfeld ausgesetzt, dabei richten sich die Elementarmagnete im Material entlang der Feldlinien aus. Die Zunahme der magnetischen Ordnung führt zu einer Temperaturerhöhung. Schaltet man das Magnetfeld nach Erreichen der Ausgangstemperatur des Materials aus, findet der umgekehrte Prozess statt und das Material kühlt unter die Ausgangstemperatur ab. Hierfür sind keine Treibhausgase (fluorierte Kohlenwasserstoffe, HFC) oder gefährlichen Chemikalien (Ammoniak, NH<sub>3</sub>) notwendig. Die MCE-Maschine soll auch in aktuellen Entwicklungsfeldern der Industrie als Schlüsseltechnologie für wesentliche Teilprobleme fungieren, für die bislang keine Lösungen verfügbar sind. Die Optimierung des magnetokalorischen Materials selbst und des Wärmetransports, der bei der Magnetisierung/Entmagnetisierung des MCE-Materials auf ein geeignetes Trägermedium zu erfolgen hat, stellen die wesentlichen wissenschaftlichen Schwerpunkte des Projektes dar.

#### **Ergebnisse der Fragebogenauswertung**

Der CTA-Fragebogen wurde vom Projektleiter ausgefüllt. Unterschiedliche Bewertungen zwischen dem Projektleiter und dem CTA-Evaluierungsteam bestehen bei der Frage nach einem Haftungsrisiko. Während laut Angaben des Projektleiters ein Haftungsrisiko im Zusammenhang mit der Nutzung des Produkts nicht bekannt ist (Frage 11), könnte sich das Evaluierungsteam durchaus mögliche Szenarien vorstellen, bei denen die Frage der Haftung im Falle der Unzuverlässigkeit des Produkts problematisch sein könnte: insbesondere was die Auswirkungen des Magnetfeldes angeht, zum Beispiel für Menschen mit Herzschrittmacher oder Pulsgeneratoren. Für die Heusler-Legierung könnte darüber hinaus ein Haftungsrisiko bezüglich der Inhaltsstoffe bestehen. Zur Anwendung des Produktes bestehe laut Fragebogen kein fachlicher Qualifizierungsbedarf (Frage 13) oder besondere Formen des Arbeitsschutzes (Frage 14), da das Produkt wenig erklärungsbedürftig sei (Frage 15). Das CTA-Team ist jedoch der Meinung, dass Arbeitsschutzmaßnahmen zu tref-

fen sind – und ein sicheres Recycling zu gewährleisten ist –, da Indiumverbindungen als im hohen Grade giftig gelten. Auch Nickel ruft allergene Reaktionen hervor und mit größeren Mengen von Kobalt und Mangan werden Gesundheitsprobleme in Verbindung gebracht.

Es kommen laut Projektleiter keine humantoxischen Stoffe zum Einsatz (Frage 29). Das CTA-Team ist jedoch der Meinung, dass Umweltbeeinträchtigungen ausgehend vom MCE-Material überprüft werden sollten, da es sich um Gemische aus verschiedenen Bestandteilen handelt: Recycling der MCE-Materialien und Arsen als eventueller Bestandteil der Materials, bzw. Heusler-Legierung aus Nickel, Mangan, Indium und Kobalt. Laut Projektleiter könne das Produkt existierende Produkte ersetzen, die gesundheitliche Probleme verursachen (Frage 28).

### **CTA-Technologieerstbewertung**

#### *Ökonomische Aspekte: Wirtschaftlichkeit und Kosten-Nutzen-Analyse*

Gadolinium als optimales Material, aber teuer, rar und Monopol der Förderung bei China. Alternativen bisher sind Gemische aus Lanthan, Eisen und Silizium oder Mangan, Eisen, Phosphor und Arsen. Sollte die Entwicklung eines Prototypens gelingen, ist eine Wirtschaftlichkeit realistisch, allerdings sollte das MCE-Material dafür möglichst günstig und vorrätig sein und dabei effektiv arbeiten, um ähnlich gute Ergebnisse wie mit Gadolinium zu erreichen. Der Nutzen der Technologie wäre enorm. Große Unternehmen zeigen bereits Interesse, eine wirtschaftliche Verwertung ist also realistisch. Das Problem ist allerdings, dass die Magnete noch sehr teuer sind.

#### *Ökologische Aspekte*

Die ökologischen Auswirkungen wären zunächst sehr positiv. Über die Entsorgung, bzw. das Recycling der MCE-Materialien muss aber noch entschieden werden.

#### *Gesundheitliche Aspekte*

Arsen ist Bestandteil eines möglichen MCE-Materials, bekanntermaßen aber auch giftig. Gadolinium ist auch ein giftiges Metall, welches sich in Leber, Milz oder Knochen anreichern kann. Es bestehen eventuell Risiken bezüglich des Magnetfeldes für Menschen mit Herzschrittmachern und Pulsgeneratoren (diese sind immun bis zu einem statischen Magnetfeld von 1 mT, es gibt aber noch Geräte im Umlauf, die geringere Werte haben). Die Heusler-Legierung aus Nickel, Mangan, Indium und Kobalt ist gesundheitlich problematisch: Nickel ist ein starkes Kontaktallergen. Inhalierter Nickelstäube können bereits in Konzentrationen, die nicht zu einer nennenswerten Erhöhung der gesamten Körperbelastung führen, schädliche Wirkungen im Atemtrakt hervorrufen. Nach langfristiger inhalativer Aufnahme kann Nickel kanzerogene Wirkungen sowie vor allem lungentoxische, nierentoxische, fruchtschädigende oder sensibilisierende Wirkungen aufweisen. Nickel ist ein erwiesenes Humankanzerogen. Auch die Einnahme von Indium kann zu einer Schädigung des Herzens, der Niere und der Leber führen und kann teratogen sein (Fehlbildungen verursachend). Daraus folgt, dass Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Verarbeitung entsprechend getroffen werden müssten.

*Soziale bzw. gesellschaftliche und politische Dimension sowie ethisch-moralische Aspekte*

Rund 20 % der Energie weltweit werden für Kühlzwecke aufgewendet. Eine effizientere Technologie könnte also zu erheblichen Verbesserungen der Energielage führen. Auch giftige oder umweltschädliche Kühlmittel würden der Vergangenheit angehören. Die entsprechenden MCE-Geräte wären deutlich energieeffizienter. Eingesetzt werden könnte die Technologie zu Kühl- und Heizzwecken.

**Fazit CTA MagKal**

Der wichtigste Schritt im Projekt dürfte die Entwicklung eines geeigneten MCE-Materials sein, da Gadolinium zu teuer und nicht genügend davon vorhanden ist. Eine Heusler-Legierung aus Nickel, Mangan, Indium und Kobalt ist gesundheitlich jedoch nicht unbedenklich. Auch die Beschaffung der Bestandteile (v. a. Kobalt) ist aber schwierig: Zu beachten sind Umweltbelastungen durch Abbau, Arbeitsbedingungen und gesundheitliche Belastungen für Arbeiter und naheliegende Bewohner. Gesundheitsaspekte und Aspekte der Entsorgung, bzw. das Recyclings der MCE-Materialien sollte diskutiert werden.

## **A2.4 „Nano-Komposite als Anodenmaterial von Lithium-Ionen-Akkumulatoren“ (VIP NaKoLiA)**

Die weltweit geplante schrittweise Elektrifizierung des Kraftfahrzeugantriebs und der Ausbau der erneuerbaren Energien werden zu einem starken Anstieg der Nachfrage nach leistungsfähigen und sicheren Batterien führen. Die Entwicklung wird in starkem Maße von der Kostenstruktur und Verfügbarkeit von Batterien mit ausreichender Energiedichte und Sicherheit abhängen und für diese und ihre Komponenten ein enormes Marktpotenzial schaffen.

Das Projekt NaKoLiA hat zum Ziel, die technische Machbarkeit, das wirtschaftliche und das sicherheitstechnische Potenzial neuartiger Hochleistungs-Anodenmaterialien unter Beweis zu stellen.

Lithium-Ionenbatterien sind zurzeit in den Leistungsdaten, der Verfügbarkeit der Rohstoffe, dem Gefährdungspotential, der Toxizität und der voraussehbaren Fertigungskapazitäten ohne Alternative, ein signifikanter Einsatz alternativer Batteriekonzepte ist nicht vor 2025 zu erwarten. Trotz aller Vorteile der bereits auf dem Markt verfügbaren Lithium-Ionen Systeme besteht jedoch ein großer Bedarf an weiter entwickelten Batterien mit Gewichts-, Volumen- und Kostenreduktion, verkürzten Ladezeiten, hoher Zahl an Ladezyklen und hoher Temperaturtoleranz bei gleichzeitiger Vermeidung toxischer Komponenten und weiterer Verbesserung der Sicherheit. Erst wenn hier weitere, erhebliche Fortschritte erreicht sind, kann sich das Konzept des teil- oder vollelektrischen Fahrzeugantriebs flächendeckend durchsetzen.

Eine wesentliche Steigerung der Energiedichte von Lithium-Ionenbatterien kann nur durch eine deutlich verbesserte Speicherfähigkeit der aktiven Materialien erzielt werden. Während es hierzu auf der Kathodenseite noch keine überzeugenden Konzepte gibt, sind die Möglichkeiten zur Steigerung der Speicherfähigkeit auf der Anodenseite grundsätzlich bekannt und anerkannt. Sie basieren auf der Verwendung von Silizium und/oder Zinn, vorzugsweise in Kombination mit dem heute schon eingesetzten Graphit. Vor allem Silizium eröffnet die Möglichkeit einer erheblichen Gewichts- und Kostenersparnis und bietet neben einer Gewichts- und Kosteneinsparung den inhärenten Vorteil, dass der Anteil an potenziell brennbarem Graphit um mehr als  $2/3$  reduziert wird, was vor allem unter Sicherheitsaspekten einen erheblichen Gewinn darstellt. Da jedoch die Langzeitstabilität von Silizium-haltigen Anodenmaterialien bisher nicht gewährleistet ist, sind entsprechende Batterien trotz des großen Potenzials bisher nicht am Markt verfügbar.

Die patentierten und erwiesenermaßen kostengünstigen Verfahren zur Herstellung der neuartigen Materialien werden bei erfolgreicher Durchführung zu einer Sprunginnovation bezüglich der Langzeitstabilität von Hochleistungs-Anodenmaterialien führen. Ein wichtiges Kriterium bezüglich der Marktfähigkeit beruht auf der Tatsache, dass das genutzte Verfahren ohne Kostensteigerung die Speicherfähigkeit von Lithium-Ionenbatterien deutlich verbessern und gleichzeitig deren Volumenbedarf reduzieren kann. Eine erfolgreiche

Durchführung des Vorhabens resultiert in Materialien von großer ökonomischer und ökologischer Bedeutung.

### **Ergebnisse der Fragebogenauswertung**

Den CTA-Fragebogen haben sowohl der Projektleiter als auch der Innovationsmentor beantwortet. Einige Diskrepanzen zwischen den Einschätzungen von Projektleiter und Innovationsmentor bestehen: Bezüglich des möglichen Markteintritts des Produkts geht der Projektleiter von einem einer Spanne von ca. 7-9 Jahre nach Ablauf des Projekts aus, während der Innovationsmentor mit einem möglichen Markteintritt bereits 4-6 Jahre nach Ablauf des Projekts rechnet (Frage 7). Dem Projektleiter ist nicht bekannt, ob im Zusammenhang mit dem Produkt ein Haftungsrisiko besteht. Diese Frage wurde vom Innovationsmentor nicht beantwortet (Frage 11). Für den Projektleiter ist unbekannt, inwiefern bestehende oder absehbare Marktregulierungen ein Hindernis für das Produkt darstellen könnten. Laut Innovationsmentor ist es durchaus der Fall (Frage 12). Auch bei der Frage nach der Erklärungsbedürftigkeit des Produkts besteht eine Diskrepanz zwischen Projektleiter und Innovationsmentor: der Projektleiter schätzt das Produkt als nicht erklärungsbedürftig ein, während es der Innovationsmentor als größtenteils erklärungsbedürftig ansieht (Frage 15). Laut Projektleiter bestehe im Zusammenhang mit dem Produkt zusätzlicher Regulierungsbedarf (Frage 20); allerdings sei ihm nicht bekannt, ob Standardisierungsaktivitäten notwendig seien, bzw. ob es bereits welche gebe (Frage 21). Hier steht die Einschätzung des Projektleiters im Widerspruch zu derjenigen des Innovationsmentors: laut dem Innovationsmentor erzeugt das Produkt keinen zusätzlichen Regulierungsbedarf (Frage 20), Standardisierungsaktivitäten, die das Produkt beeinflussen, gebe es bereits und zusätzliche seien nicht notwendig (Frage 21).

Laut dem vom Projektleiter beantworteten Fragebogen biete das Produkt einerseits Lösungen für Umweltprobleme (Frage 22) und es sei im Zusammenhang mit der Nutzung des Produkts eine Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz zu erwarten (Frage 23). Andererseits seien aber mögliche Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit dem Produkt nicht abschätzbar (Frage 24). Dieser Einschätzung widerspricht allerdings der Innovationsmentor, der der Ansicht ist, dass keine Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit dem Produkt entstehen. Dem Projektleiter ist nicht bekannt, inwiefern das Produkt existierende Produkte ersetzen könne, die Gesundheitsprobleme verursachen. Laut dem Innovationsmentor ist es nicht der Fall (Frage 28). Laut dem Projektleiter leistet das Produkt einen Beitrag zur besseren Lebensqualität (Frage 27). Laut dem Innovationsmentor treffe dies aber nicht zu.

### CTA-Technologieerstbewertung

- CTA-Aspekte werden eingehend und sehr kritisch untersucht.
- Das Projekt NaKoLiA kann insofern, was die Berücksichtigung von CTA-Aspekten angeht, als „Good Practice“-Beispiel angesehen werden.
- Beispielsweise kommen für die nano-Forschung Materialien, die schon im makroskopischen Bereich problematisch sind (da Umwelt- oder humantoxisch), für die Forschung im Nano-Bereich nicht in Frage.
- Etliche toxikologische Untersuchungen wurden bereits durchgeführt. Allerdings sei die Interpretation / Beurteilung der Ergebnisse je nach Studie / auswertende Institution so unterschiedlich, dass es sehr schwierig sei, daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten.
- Der gesundheitliche Aspekt ist bei dem Projekt NaKoLiA kein showstopper. Gäbe es Hinweise, dass er einer sein könnte, würde das Projekt nicht weitergeführt.

### *Rechtliche Aspekte*

- Es ist unklar, ob das im Projekt NaKoLiA entwickelte „Produkt“ ein neuer Stoff darstellt, der nach der REACH-Richtlinie zugelassen und deshalb eine Toxizitätsstudie vorgelegt werden soll, oder nicht.
- NaKoLiA hat von Anfang an gesehen, dass sie durch die Prüfung von Reach müssen und diesen Aspekt deshalb berücksichtigt. Allerdings ermöglicht die VIP-Förderung zwar die Vorbereitung der Verwertung der Forschungsergebnisse allerdings keine finanzielle Beihilfe im Hinblick auf eine direkte Verwendung der Produkte. Diesbezüglich fühlen sich die Projektnehmer „alleine gelassen“ und können nur auf die Industrie zurückgreifen, um die Frage zu beantworten „Wie passieren wir Reach?“ Dabei sind sie der Meinung, dass Hochschulen fähig sein müssten bzw. es Forschern möglich gemacht werden müsste, ihre Forschung für nichtindustrielle Zwecke zu nutzen und dahin gehend zu arbeiten.
- Laut den Projektnehmern wird hier ein Widerspruch des VIP-Konzepts deutlich: zwar soll bereits zu Beginn eines Projekts beachtet werden, was für Prüfung/Normung potenziell wichtig werden könnte, allerdings darf dies nicht gefördert werden.

### *Umweltaspekte*

- Es entwickle sich ein Markt für Lithium-Ion-Batterien und die Wiedergewinnung von Kupfer und Lithium aus alten Batterien lohne sich.
- Allerdings verändere sich das Anodenmaterial im Laufe der Lebensdauer und verliert seine Eigenschaften. Bei der Verbrennung von alten Batterien steige die Gefahr der Freisetzung von eingesetzten Nanomaterialien
- Batterien sind eingehaust. Durch Nano-Silizium wird Batterie bei Recycling nicht gefährlicher, als das, was jetzt verbrannt wird. Silizium macht für Recycling keinen Unterschied. Es wäre noch nicht einmal eine Kennzeichnung notwendig. Kupfer und Aluminium lohnt sich zu recyceln, alles andere nicht mehr.
- Dual-use sei sinnvoll: Die Autobatterie wird bis weniger als 80% der Leistungsfähigkeit genutzt und dann für stationäre Anwendungen, wo Gewicht keine Rolle spielt, weiterverwendet. Also gibt es anschließend noch einen Abnehmermarkt. Dabei ist die Restleistung wertvoller als der Materialwert.

## Fazit CTA NaKoLiA

Das Projektteam geht davon aus, dass die Materialien – nicht wie bisherige Ansätze – nur einige zehn bis maximal hundert Lade-/Entladezyklen überstehen, sondern eine hohe Langzeitstabilität gewährleisten. In zahlreichen vorangegangenen Forschungsvorhaben wurden Methoden und Technologien entwickelt, um nanoskaliges Silizium in seinen physikalischen Eigenschaften maßzuschneidern. Dabei wurde eine bestimmte Morphologie und Zusammensetzung des Siliziums identifiziert, die sich besonders gut für die Verwendung in Lithium-Ionen Batterien eignet. Für das vom Projektteam entwickelte, poröse Si/C-Komposit wurde das proof-of-principle gezeigt. Mit diesem Material sieht das Projektteam das Potenzial hoher Zyklenstabilität, was es insbesondere für den Einsatz im Bereich der Elektromobilität qualifiziert. Dieses Si/C-Komposit kann Graphit in herkömmlichen Anoden teilweise oder auch ganz ersetzen.

Nanomaterialien haben ein beachtliches technisches und kommerzielles Potenzial, können aber möglicherweise ein Risiko für die Umwelt darstellen und Anlass zur Besorgnis hinsichtlich der Gesundheit und Sicherheit von Mensch und Tier geben.<sup>7</sup>

„Es ist darauf zu achten, dass nachgeschaltete Anwender, die Nanoformen aus Bulkmaterial herstellen/ produzieren (z. B. durch Zermahlen), erweiterten Pflichten gegenüber denen eines nachgeschalteten Anwenders von Bulkmaterialien unterliegen. ...

Hier ist u. a. die Frage zu klären, wie die Materialien die Gesundheitsverhältnisse am Arbeitsplatz beeinflussen, welche Wechselwirkungen im Körper auftreten und auf welchen Wegen das Nanomaterial in den Organismus eindringt. Überdies müssen die Toxizitätsaspekte von Kohlenstoff- Nanoröhren im Zusammenhang mit spezifischen Materialcharakterisierungen beurteilt werden, da sonst Expositionspfade und Toxizitätsmessungen nicht korrekt interpretiert werden können.“<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> <http://echa.europa.eu/de/regulations/nanomaterials> (zuletzt aufgerufen am 29.04.2014).

<sup>8</sup> VDI TZ: Kohlenstoff-Nanoröhren: Potenziale einer neuen Materialklasse für Deutschland: [http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/79\\_ZTC-Studie\\_CNT.pdf](http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/79_ZTC-Studie_CNT.pdf).

## **A2.5 „Validierung des Innovationspotentials multifunktionaler Verbundstoffe auf der Basis von Graphen“ – (VIP GraphTherm)**

Im Projekt GraphTherm soll die technische Machbarkeit von Graphen-basierten multifunktionalen Verbundstoffen für das thermische Management bewiesen werden. Mit Hilfe von Demonstratoren sollen potenzielle Anwender von den herausragenden Eigenschaften der Verbundwertstoffe überzeugt werden. Insbesondere sollen die entwickelten Kompositen die folgenden Eigenschaften kombinieren:

- Wärmeleitfähigkeit von Kupfer mit der thermischen Ausdehnung von Silizium,
- Wärmeleitfähigkeit von Blei mit dem Gewicht und Preis von Plastik,
- Wärmeleitfähigkeit von Quarz mit einer beliebigen Fließ- und Streichfähigkeit und der elektrischen Leitfähigkeit von Metallen.

Dazu wird Graphen als nanoskaliger Füllstoff in Metalle, Polymere und Öle eingebracht, was Eigenschaften ermöglicht, die in der Natur nicht vorkommen. Es werden wärmeleitende Materialien entstehen, deren Gewicht, thermische Ausdehnung, elektrische Leitfähigkeit und Transparenz auf die Anwendung abgestimmt werden kann. Im Rahmen des Projekts sollen auch skalierbare Methoden zur Synthese von Graphen validiert werden.

Die beschriebenen Kompositen haben Anwendungsfelder, die von der Kühlung von Laserdioden oder mobilen Computern bis zur Geothermie oder thermisch-beschichteten Oberflächen reicht. Vorgespräche mit potenziellen Anwendern zeigen schon jetzt, dass ein großes Interesse an der Technologie und daraus resultierenden Produkten besteht. Unterstützt durch den Innovationsmentor aus der kunststoffverarbeitenden Industrie sollen ein branchenübergreifendes Kontaktnetzwerk aufgebaut und Verwertungsoptionen erarbeitet werden. Dabei sollen die Anforderungen bei der Herstellung und Verarbeitung von Kompositen berücksichtigt werden. Am Ende des Projekts soll das Geschäftsmodell für die Verwertung der Ergebnisse festgelegt werden. Gegenwärtig sind der OEM-Vertrieb aber auch der Aufbau eines Fertigungsbetriebes denkbare Verwertungswege.

### **Ergebnisse der Fragebogenauswertung**

Der CTA-Fragebogen wurde vom Projektleiter ausgefüllt. Laut Projektleiter bestehe im Zusammenhang mit dem Produkt ein Haftungsrisiko (Frage 11). Markregulierungen – ob bestehende oder absehbare – bei der Einführung des Produkts sind dem Projektleiter nicht bekannt (Frage 12). Allerdings geht der Projektleiter davon aus, dass das Produkt besondere Formen des Arbeitsschutzes erfordert (Frage 14). Zur Anwendung des Produktes bestehe laut Fragebogen kein fachlicher Qualifizierungsbedarf (Frage 13) und das Produkt sei nicht erklärungsbedürftig (Frage 15). Hier vertritt das CTA-Team eine deutlich abweichende Meinung. Mögliche Einflussnahme auf die Einführung des Produkts wird auf politischer Ebene sowohl von der EU als auch vom Bund erwartet (Frage 19). Laut Projektleiter bestehe im Zusammenhang mit dem Produkt zusätzlicher Regulierungsbedarf (Frage 20); auch seien Standardisierungsaktivitäten notwendig und Standardisierungsaktivitäten gebe es bereits (Frage 21). Laut Projektleiter biete das Produkt einerseits Lösungen

für Umweltprobleme (Frage 22) und es könne existierende Produkte ersetzen, die Umweltprobleme verursachen (Frage 25); auch sei im Zusammenhang mit der Nutzung des Produkts eine Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz zu erwarten (Frage 23). Andererseits seien aber mögliche Umweltbeeinträchtigungen im Zusammenhang mit dem Produkt nicht abschätzbar (Frage 24). Auch sei nicht bekannt, ob bei dem Produkt Stoffe zum Einsatz kommen, die für die Umwelt toxisch sind (Frage 26). Gesundheitsprobleme im Zusammenhang mit dem Produkt werden verneint, aber bei der Frage nach humantoxischen Stoffen gibt der PL „nicht bekannt“ an. (Frage 29).

### **CTA-Technologieerstbewertung**

- Graphen ist bisher wenig bekannt und auch wenig untersucht.
- Die Notwendigkeit und Wirkung von Sicherheitsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Nutzung von Graphen kann man noch nicht abschätzen.
- Beim möglichen Metallkomposit auf Basis von Graphen dürften Haftungsrisiken nicht vorhanden sein. In Polymerfaser könnte ein Haftungsrisiko bestehen, insbesondere wenn für manche Anwendungen ein hoher Graphenanteil (30%-40%) zur Verbesserung der Polymereigenschaften gebraucht wird. Sollte eine solche Polymerfaser breit eingesetzt und bei deren Verwendung Kohlenstoffnanomaterial austreten, könnte es gefährlich sein.

### *Markt / Nachfrage*

- Mögliches Endprodukt: 1. Metallkomposität, sieht aus wie graues Stück Kupfer. Anwendung als Kühlkörper. 2. Polymerfaser
- Zum Metallkomposit: es sei eigentlich ein Zwischenprodukt, das z. B. in elektronische Bauteile als Kühlelement eingebaut werden könnte (z. B. LED-Plättchen). Allerdings dürfte es aufgrund des hohen Preises – die Graphenherstellung ist deutlich teurer als die Herstellung vergleichbarer Stoffe wie Aluminium – nur in Anwendungen in Frage kommen, für die aktuelle Lösungen nicht ausreichend sind. Insofern dürfte es nicht massenmarkttauglich sein.
- Zu Polymerkompositen: sie wären eher massenmarkttauglich, allerdings sei noch kein festes Produkt anvisiert worden. Die optimale Nutzung von Graphen sei laut Projektteilnehmerin wahrscheinlich noch gar nicht gefunden.
- Aufgrund der unterschiedlichen „Produkte“, die aus dem Projekt GraphTherm hervorgehen könnten, und insbesondere deren unterschiedlichen Anwendungsbereiche kann das Projekt entweder gesellschaftliche Auswirkungen im Sinne des CTA-Fragebogens haben („mehr als 100.000 Personen kommen mit dem Produkt in Kontakt“) oder eben nicht („Produktstückzahl unter 100“). Allerdings ging der Projektleiter beim Ausfüllen des Fragebogens von gesamtgesellschaftlichen Auswirkungen und Produktstückzahlen über 100.000 aus.

### *Rechtliche Aspekte*

- Die Frage der Haftung bei Nanomaterialien ist nicht absehbar. Den WS-Teilnehmern zufolge ist auch unklar, wie die Frage der Haftung z. B. im Falle von durch freigesetzte Nanopartikeln verursachten Schäden geklärt werden könnte, da es schwer nachweis-

bar sein dürfte, woher diese Nanopartikel kommen (Herstellungsprozess, Benutzung, Recycling). Zum jetzigen Zeitpunkt sei auch schwer abzusehen, inwiefern zukünftige toxikologische Analysen mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Nanostoffen hervorbringen werden / könnten. Die Situation könne mit derjenigen im Zusammenhang mit Asbest verglichen werden, bevor dessen Schädlichkeit bekannt wurde.

- Darüber hinaus fehlt es an messbaren Zahlen und Techniken zur Erfassung von Nanopartikeln – es herrsche noch nicht einmal Einigkeit darüber, was genau ein Nanoprodukt sei (welche Größen genau, welcher Anteil am Gesamtmaterial?). Dabei seien für eine mögliche Regulierung sowohl eine einheitliche Definition als auch einheitliche Messtechniken zur Überprüfung der Regeleinhaltung unabdingbar.
- Es gibt Handlungsvorgaben, wie man mit Nanostoffen umgehen soll (BUA). Produktion unterliegt Handlungsanweisungen, die allerdings vage sind, da noch keiner weiß, welche Werte kritisch sind. Schwermetalle sind giftig, alles was persistent ist, ist giftig (?). Solche Eigenschaften müssen in Bezug auf Nanomaterialien untersucht werden.
- Eine Kennzeichnungspflicht, etwa in Form einer „Nano-REACH“-Verordnung wird eher kritisch gesehen, auch aufgrund der o.g. Problematik hinsichtlich Definition und Messverfahren. Besser wäre eine verpflichtende warnende Kennzeichnung / Siegel, etwa analog zum Äskulapstab.
- Das Beispiel Taiwan, wo es eine transparente Positivliste für zugelassene, als unbedenklich erachtete Nanomaterialien gibt, wurde angeführt. Eine solche Regulierung macht es Forschungsinstitutionen und Unternehmen einfacher, mit Nanomaterialien umzugehen und diese zu nutzen / zu verarbeiten. Inwiefern aber ein solches System hierzulande bzw. in der EU möglich wäre, erschien den WS-Teilnehmern unklar.
- Ein Patent auf die Herstellung und Bearbeitung von Graphen ist beantragt. Wenn es am Ende eine mögliche Option wäre, für ein Produkt, das Abnehmer findet, dann würde es große Menge an Personen betreffen.
- In großen Mengen Graphen zu produzieren ist nicht das Ziel. Aber es musste erst mal eigenes hergestellt werden, das für wissenschaftliche Zwecke sauber etc. ist.
- Man will auch großen Teil der Wertschöpfung dadurch abschöpfen, dass man bei der Entwicklung und Herstellung dabei ist.
- Demonstrator wäre nötig, der noch nicht in Arbeit ist.
- Frage: Kann man aus recycelten Materialien Graphen herstellen?
- GRAPH THERM: Ja, es gibt dazu Publikationen, dass das funktioniert. Carbonfasern, werden durch Verbrennung zu Kohlenstofffasern. So könnte man theoretisch Kohlenstoffnanorohre/Grafit herstellen. Dazu sind sehr präzise Stoffe nötig, die man aus recycelten Stoffen normalerweise nicht gewinnen kann, weil sie nicht sauber genug sind.

#### *Ethisch-moralische Fragen / Gesundheitliche Aspekte*

- Im Zusammenhang mit Forschung im Nano-Bereich stellt sich angesichts der Unsicherheit bzgl. möglicher Gesundheits- und Umweltrisiken die Frage, auf was / wen sich mögliche Haftungsrisiken / Haftungsfragen beziehen könnten / sollten: auf die Produkte / Ergebnisse, die unmittelbar aus der Forschung hervorgehen oder auf Produkte darüber hinaus? Was ist die Verantwortlichkeit des Forschers?

- Wie kann Gefährdungspotenzial bei der Freisetzung von Nanopartikeln abgeschätzt werden? Und: wie soll der Forscher mit dem Verdacht eines Gefährdungspotenzials in Abwesenheit von Regulierung umgehen? Soll er die Forschungsarbeiten fortführen, wenn dafür Nachfrage aus der Industrie vorhanden ist oder sollen die Forschungsarbeiten abgebrochen und damit das Risiko eingegangen werden, dass eine andere Forschungsgruppe mögliche Ergebnisse vermarktet?
- NaKoLiA gibt Beispiel: Thermo-Elektrik. Man nutzt Temperaturdifferenz, um elektrischen Strom zu erzeugen. Dafür wird hochdotiertes Silizium verwendet, wozu man Phosphor einsetzt. Phosphorien kann unter bestimmten Bedingungen entstehen. Man würde also jeden gefährden, der damit arbeitet. Eigentlich funktioniert das sehr gut, aber bei kommerzieller Nutzung, kann das zu so massiven Problemen führen, dass wir nach Alternativen suchen müssen. Bezüglich Umweltschutz und Toxizität. Vielleicht ist das Material an sich giftiger, aber nicht mehr bei der Verwendung. Gespräche mit Industrie, dass das Endprodukt nur bei sehr guter Schulung der Mitarbeiter ungefährlich ist, wären nötig, sind jedoch schwierig durchzuführen.
- Es wurde angemerkt, dass mögliche Regulierungen zu Nanomaterialien aufgrund potenzieller Gefahren zur Folge haben könnten, dass Forschungsarbeiten hierzulande nicht erlaubt sind, die Forschung an denselben Materialien aber in anderen Teilen der Welt durchgeführt wird – mit negativen Konsequenzen für die deutsche Forschung und Wirtschaft. Dieses Dilemma zu lösen sei besonders schwierig.

#### *Gesellschaftliche Aspekte*

Die Wahrnehmung der Nanotechnologie in der Bevölkerung hat sich über die letzten 10 Jahre sehr verändert. Nach einer Phase des größten Misstrauens seien laut den Projektteilnehmern auf Nanotechnologie basierte Produkte inzwischen relativ breit akzeptiert, solange kein direkter Kontakt zwischen Nanopartikeln und Mensch besteht („Verpackungen mit Nano sind ok, Kosmetika aber nicht“).

#### **Fazit CTA GraphTherm**

Die Notwendigkeit und Wirkung von Sicherheitsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Nutzung von Graphen kann man noch nicht abschätzen. Beim möglichen Metallkomposit auf Basis von Graphen dürften Haftungsrisiken nicht vorhanden sein. In Polymerfaser könnte ein Haftungsrisiko bestehen, insbesondere wenn für manche Anwendungen ein hoher Graphenanteil (30%-40%) zur Verbesserung der Polymereigenschaften gebraucht wird. Sollte eine solche Polymerfaser breit eingesetzt und bei deren Verwendung Kohlenstoffnanomaterial austreten, könnte dieses ein gewisses Gefahrenpotenzial darstellen.

Prinzipiell ergibt sich für Graphen ein ähnliches potenzielles Anwendungsspektrum wie für Kohlenstoff-Nanoröhren, wobei deren Entwicklungsstand gegenüber Graphen um mindestens fünf Jahre voraus ist. „Ein übergreifendes technisches Risiko besteht in der bisher ungenügend erforschten Toxizität von Graphen. Wir arbeiten hierfür schon jetzt auf dem Gebiet der Kohlenstoffnanoröhren mit der Berliner Charité zusammen und werden diese Zusammenarbeit auf Graphene ausweiten. Das Risiko der Toxizität von Graphen ist vermutlich sehr gering, da die Stücke nicht in Gewebe eindringen können und nur ein kleines geometrisches Gefahrenpotenzial besitzen (planare Geometrie; keine Nadel-

form).“<sup>9</sup> „Das größte Anwendungspotenzial von Graphen lässt sich vor allem in zwei Bereichen erkennen. Zum einen kann es dazu verwendet werden, um in Verbundwerkstoffen als „Faser“ in eine Polymermatrix eingebaut zu werden. Die sehr feste Kohlenstoffbindung ermöglicht dabei eine große Steigerung der Stabilität solcher Komposite. Außerdem sind graphenbasierte Verbundwerkstoffe, ähnlich wie Komposite mit anderen Kohlenstoffkomponenten wie z. B. CNTs, elektrisch und thermisch leitend. Es wird erwartet, dass sich Graphen-Komposite im Vergleich kostengünstiger und mit definierterer Qualität herstellen lassen. Mögliche Anwendungsbereiche wären als Leichtbaumaterial im Flugzeugbau zu sehen oder auch als Werkstoff für das thermische Management in Computern und anderen elektronischen Systemen.“<sup>10</sup> Die Anwendungsmöglichkeit von Graphen zur Nutzung als Elektrodenmaterial in der Energiespeicherung, insbesondere in Superkondensatoren, ist sowohl für Elektrofahrzeuge als auch für den stationären Einsatz zur Zwischenspeicherung von Solar- oder Windenergie von Bedeutung. Erste Untersuchungen haben ergeben, dass durch Graphen-Elektroden die Kapazität heutiger Superkondensatoren verdoppelt werden kann. Derzeit ist Graphen als Material noch in einer relativ frühen Forschungsphase. Die Herstellung von Graphen aus Graphit bzw. Graphitoxid erzeugt noch viele Defekte im Material, die die elektrische Leitfähigkeit reduzieren und daher für elektronische Anwendungen problematisch sind. Die gleichmäßige Schichterzeugung und Schichtstrukturierung stellt ebenfalls noch eine ungelöste Herausforderung dar.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Vorhabensbeschreibung des Projekts VIP GrapfTherm.

<sup>10</sup> [http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/ZTC\\_Band\\_85\\_MetaRoadmap\\_Nanomaterialien.pdf](http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/ZTC_Band_85_MetaRoadmap_Nanomaterialien.pdf).

<sup>11</sup> [http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/ZTC\\_Band\\_85\\_MetaRoadmap\\_Nanomaterialien.pdf](http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/ZTC_Band_85_MetaRoadmap_Nanomaterialien.pdf).