

Kerstin Cuhls, Jürgen von Oertzen,
Simone Kimpeler

Zukünftige Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich



Kerstin Cuhls, Jürgen von Oertzen, Simone Kimpeler

Zukünftige Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich

Impressum

Herausgeber der FAZIT-Schriftenreihe:

MFG Stiftung Baden-Württemberg
Breitscheidstr. 4, D-70174 Stuttgart
Tel. +49 (0)711/90715-300, Fax +49 (0)711/90715-350

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
L 7,1, D-68161 Mannheim
Tel. +49 (0)621/1235-01, Fax +49 (0)621/1235-224

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe
Tel. +49 (0)721/6809-0, Fax +49 (0)721/689152

Schutzgebühr € 8,-

ISSN 1861-5066

© MFG Stiftung Baden-Württemberg, Mai 2007 – www.fazit-forschung.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Executive Summary..... | 9 |
| 1. Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich – Wo liegen die technischen Herausforderungen? | 12 |
| 1.1. Warum und wie in die Zukunft schauen?..... | 13 |
| 1.2. Was ist eine Delphi-Studie? | 14 |
| 2. Vorgehen bei der Delphi-Befragung | 16 |
| 2.1. Thesengenerierung | 16 |
| 2.2. Fragebogen-Design | 18 |
| 2.3. Teilnehmerauswahl | 20 |
| 3. Die Ergebnisse im Überblick | 23 |
| 3.1. Wann werden die Thesen für realisierbar gehalten? | 23 |
| 3.2. Fast alle ausgewählten Thesen sind wünschenswert | 26 |
| 3.3. Qualität der Gesundheitsversorgung und höhere Lebensqualität wichtig..... | 27 |
| 3.4. Anwendbarkeit in anderen Bereichen | 30 |
| 3.5. Technische Probleme bei der Realisierung sind Haupthindernis | 31 |
| 4. Auswertung der einzelnen Thesen | 35 |
| 5. Ein kurzer Blick in die Zukunft..... | 169 |
| 5.1. Methodischer Ausblick..... | 169 |
| 5.2. Wo entstehen neue Märkte? | 170 |
| 6. Literatur | 176 |
| 7. Anhang: Auszug aus dem Fragebogen, zweite Runde | 182 |
| 8. Autoren-, Projekt- und Partnerinformation | 184 |
| Über die Autoren | 184 |
| Über das Projekt FAZIT | 185 |
| Über die Partnerinstitutionen..... | 186 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Die Realisierung aller 36 Thesen gelistet von frühen nach späten Realisierungen..... | 23 |
| Tabelle 2: | Top 10 Thesen mit den größten technischen Problemen | 33 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1: | FAZIT Methodik und Vorgehen der Zukunftsforschung | 14 |
| Abbildung 2: | Grundlegende Struktur (Mindmap)..... | 17 |
| Abbildung 3: | Beispielzweig der Mindmap zur Themengenerierung (Ausschnitt) | 17 |
| Abbildung 4: | Woher kommen die Teilnehmer? (zweite Runde der Befragung)..... | 21 |
| Abbildung 5: | Anteil der Teilnehmer an den Forschungsbereichen..... | 21 |
| Abbildung 6: | Altersverteilung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer..... | 22 |
| Abbildung 7: | Wofür sind die Themen wichtig?..... | 28 |
| Abbildung 8: | Anwendung der Technik aus den Thesen in anderen Bereichen | 31 |
| Abbildung 9: | Hemmnisse bei der Realisierung..... | 32 |
| Abbildung 10: | Realisierungszeit These 1, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 36 |
| Abbildung 11: | Wichtigkeit der These 1 (in Prozent) | 37 |
| Abbildung 12: | These 1 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 37 |
| Abbildung 13: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 1 (in Prozent)..... | 38 |
| Abbildung 14: | Realisierungszeit These 2, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 40 |
| Abbildung 15: | Wichtigkeit der These 2 (in Prozent) | 41 |
| Abbildung 16: | These 2 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 42 |
| Abbildung 17: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 2 (in Prozent)..... | 42 |
| Abbildung 18: | Realisierungszeit These 3, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 44 |
| Abbildung 19: | Wichtigkeit der These 3 (in Prozent) | 45 |
| Abbildung 20: | These 3 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 45 |
| Abbildung 21: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 3 (in Prozent)..... | 46 |
| Abbildung 22: | Realisierungszeit These 4, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 47 |
| Abbildung 23: | Wichtigkeit der These 4 (in Prozent) | 48 |
| Abbildung 24: | These 4 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 49 |
| Abbildung 25: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 4 (in Prozent)..... | 49 |
| Abbildung 26: | Realisierungszeit These 5, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 51 |
| Abbildung 27: | Wichtigkeit der These 5 (in Prozent) | 52 |
| Abbildung 28: | These 5 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 52 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 29: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 5 (in Prozent) | 53 |
| Abbildung 30: | Realisierungszeit These 6, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 55 |
| Abbildung 31: | Wichtigkeit der These 6 (in Prozent)..... | 56 |
| Abbildung 32: | These 6 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 57 |
| Abbildung 33: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 6 (in Prozent) | 57 |
| Abbildung 34: | Realisierungszeit These 7, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 59 |
| Abbildung 35: | Wichtigkeit der These 7 (in Prozent)..... | 60 |
| Abbildung 36: | These 7 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 61 |
| Abbildung 37: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 7 (in Prozent) | 61 |
| Abbildung 38: | Realisierungszeit These 8, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 64 |
| Abbildung 39: | Wichtigkeit der These 8 (in Prozent)..... | 64 |
| Abbildung 40: | These 8 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 65 |
| Abbildung 41: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 8 (in Prozent) | 66 |
| Abbildung 42: | Realisierungszeit These 9, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 67 |
| Abbildung 43: | Wichtigkeit der These 9 (in Prozent)..... | 68 |
| Abbildung 44: | These 9 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 69 |
| Abbildung 45: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 9 (in Prozent) | 69 |
| Abbildung 46: | Realisierungszeit These 10, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 71 |
| Abbildung 47: | Wichtigkeit der These 10 (in Prozent)..... | 72 |
| Abbildung 48: | These 10 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 72 |
| Abbildung 49: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 10 (in Prozent) | 73 |
| Abbildung 50: | Realisierungszeit These 11, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 74 |
| Abbildung 51: | Wichtigkeit der These 11 (in Prozent)..... | 75 |
| Abbildung 52: | These 11 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 75 |
| Abbildung 53: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 11 (in Prozent) | 76 |
| Abbildung 54: | Realisierungszeit These 12, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 77 |
| Abbildung 55: | Wichtigkeit der These 12 (in Prozent)..... | 78 |
| Abbildung 56: | These 12 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 78 |
| Abbildung 57: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 12 (in Prozent) | 79 |
| Abbildung 58: | Realisierungszeit These 13, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 81 |
| Abbildung 59: | Wichtigkeit der These 13 (in Prozent)..... | 81 |
| Abbildung 60: | These 13 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 82 |
| Abbildung 61: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 13 (in Prozent) | 83 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| Abbildung 62: | Realisierungszeit These 14, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 85 |
| Abbildung 63: | Wichtigkeit der These 14 (in Prozent) | 85 |
| Abbildung 64: | These 14 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 86 |
| Abbildung 65: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 14 (in Prozent) | 87 |
| Abbildung 66: | Realisierungszeit These 15, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 89 |
| Abbildung 67: | Wichtigkeit der These 15 (in Prozent) | 89 |
| Abbildung 68: | These 15 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 90 |
| Abbildung 69: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 15 (in Prozent) | 90 |
| Abbildung 70: | Realisierungszeit These 16, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 93 |
| Abbildung 71: | Wichtigkeit der These 16 (in Prozent) | 93 |
| Abbildung 72: | These 16 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 94 |
| Abbildung 73: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 16 (in Prozent) | 95 |
| Abbildung 74: | Realisierungszeit These 17, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 96 |
| Abbildung 75: | Wichtigkeit der These 17 (in Prozent) | 97 |
| Abbildung 76: | These 17 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 97 |
| Abbildung 77: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 17 (in Prozent) | 98 |
| Abbildung 78: | Realisierungszeit These 18, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 100 |
| Abbildung 79: | Wichtigkeit der These 18 (in Prozent) | 101 |
| Abbildung 80: | These 18 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 101 |
| Abbildung 81: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 18 (in Prozent) | 102 |
| Abbildung 82: | Realisierungszeit These 19, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 103 |
| Abbildung 83: | Wichtigkeit der These 19 (in Prozent) | 104 |
| Abbildung 84: | These 19 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 104 |
| Abbildung 85: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 19 (in Prozent) | 105 |
| Abbildung 86: | Realisierungszeit These 20, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 106 |
| Abbildung 87: | Wichtigkeit der These 20 (in Prozent) | 107 |
| Abbildung 88: | These 20 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 107 |
| Abbildung 89: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 20 (in Prozent) | 108 |
| Abbildung 90: | Realisierungszeit These 21, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 109 |
| Abbildung 91: | Wichtigkeit der These 21 (in Prozent) | 110 |
| Abbildung 92: | These 21 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent) | 110 |
| Abbildung 93: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 21 (in Prozent) | 111 |
| Abbildung 94: | Realisierungszeit These 22, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent) | 114 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Abbildung 95: | Wichtigkeit der These 22 (in Prozent)..... | 114 |
| Abbildung 96: | These 22 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 115 |
| Abbildung 97: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 22 (in Prozent) | 116 |
| Abbildung 98: | Realisierungszeit These 23, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahres- schritte (in Prozent)..... | 118 |
| Abbildung 99: | Wichtigkeit der These 23 (in Prozent)..... | 118 |
| Abbildung 100: | These 23 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 119 |
| Abbildung 101: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 23 (in Prozent) | 119 |
| Abbildung 102: | Realisierungszeit These 24, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 122 |
| Abbildung 103: | Wichtigkeit der These 24 (in Prozent)..... | 122 |
| Abbildung 104: | These 24 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 123 |
| Abbildung 105: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 24 (in Prozent) | 123 |
| Abbildung 106: | Realisierungszeit These 25, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 125 |
| Abbildung 107: | Wichtigkeit der These 25 (in Prozent)..... | 126 |
| Abbildung 108: | These 25 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 126 |
| Abbildung 109: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 25 (in Prozent) | 127 |
| Abbildung 110: | Realisierungszeit These 26, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 130 |
| Abbildung 111: | Wichtigkeit der These 26 (in Prozent)..... | 130 |
| Abbildung 112: | These 26 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 131 |
| Abbildung 113: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 26 (in Prozent) | 131 |
| Abbildung 114: | Realisierungszeit These 27, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 133 |
| Abbildung 115: | Wichtigkeit der These 27 (in Prozent)..... | 134 |
| Abbildung 116: | These 27 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 134 |
| Abbildung 117: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 27 (in Prozent) | 135 |
| Abbildung 118: | Realisierungszeit These 28, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 136 |
| Abbildung 119: | Wichtigkeit der These 28 (in Prozent)..... | 137 |
| Abbildung 120: | These 28 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 137 |
| Abbildung 121: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 28 (in Prozent) | 138 |
| Abbildung 122: | Realisierungszeit These 29, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 139 |
| Abbildung 123: | Wichtigkeit der These 29 (in Prozent)..... | 140 |
| Abbildung 124: | These 29 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 140 |
| Abbildung 125: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 29 (in Prozent) | 141 |
| Abbildung 126: | Realisierungszeit These 30, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent) | 142 |
| Abbildung 127: | Wichtigkeit der These 30 (in Prozent)..... | 143 |
| Abbildung 128: | These 30 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 143 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Abbildung 129: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 30 (in Prozent)..... | 144 |
| Abbildung 130: | Realisierungszeit These 31, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 146 |
| Abbildung 131: | Wichtigkeit der These 31 (in Prozent)..... | 146 |
| Abbildung 132: | These 31 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 147 |
| Abbildung 133: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 31 (in Prozent)..... | 147 |
| Abbildung 134: | Realisierungszeit These 32, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 149 |
| Abbildung 135: | Wichtigkeit der These 32 (in Prozent)..... | 150 |
| Abbildung 136: | These 32 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 151 |
| Abbildung 137: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 32 (in Prozent)..... | 151 |
| Abbildung 138: | Realisierungszeit These 33, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 154 |
| Abbildung 139: | Wichtigkeit der These 33 (in Prozent)..... | 154 |
| Abbildung 140: | These 33 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 155 |
| Abbildung 141: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 33 (in Prozent)..... | 155 |
| Abbildung 142: | Realisierungszeit These 34, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 158 |
| Abbildung 143: | Wichtigkeit der These 34 (in Prozent)..... | 158 |
| Abbildung 144: | These 34 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 159 |
| Abbildung 145: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 34 (in Prozent)..... | 159 |
| Abbildung 146: | Realisierungszeit These 35, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 162 |
| Abbildung 147: | Wichtigkeit der These 35 (in Prozent)..... | 162 |
| Abbildung 148: | These 35 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 163 |
| Abbildung 149: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 35 (in Prozent)..... | 163 |
| Abbildung 150: | Realisierungszeit These 36, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)..... | 165 |
| Abbildung 151: | Wichtigkeit der These 36 (in Prozent)..... | 166 |
| Abbildung 152: | These 36 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)..... | 166 |
| Abbildung 153: | Hemmnisse bei der Realisierung von These 36 (in Prozent)..... | 167 |

Executive Summary

Informationstechnologie im Gesundheitsbereich wird in den kommenden Jahren (weiterhin) ein wichtiges Thema sein. An dieser Schnittstelle eröffnen sich neue Marktpotenziale für IT-Unternehmen. Aber welche Informationstechniken sind es, die Änderungen bewirken? Das war die Ausgangsfrage der vorliegenden Delphi-Studie im Rahmen des Projektes FAZIT (Forschungsprojekt für aktuelle und zukunftsorientierte Informations- und Medientechnologie und deren Nutzung in Baden-Württemberg). Um diese Frage zu beantworten, wurden solche informationstechnischen Entwicklungen identifiziert, die in den nächsten 20 Jahren relevant werden können. Für die Thesengenerierung, -fokussierung und -formulierung wurden Literatur zu Rate gezogen, Experten befragt und ein Workshop abgehalten.

In der Auswahlphase der Thesen gab es bereits eine erste Auffälligkeit: Auftrag war, technische Thesen zu formulieren, die einen Beitrag zum Gesundheitswesen leisten können. Diejenigen absehbaren Entwicklungen, die stark zu Kostensenkungen oder Problemlösungen beitragen, liegen aber nicht immer im technischen Bereich, sondern sind oft stärker von der Struktur des deutschen Gesundheitswesens, Regulationsfragen und organisatorischen Herausforderungen geprägt. Entsprechend ist ein Ergebnis dieser Studie, dass zwar an erster Stelle die technischen Hemmnisse als Haupt-Hindernis auf dem Weg zur Realisierung stehen, aber andere Hemmnisse durchaus eine große Rolle spielen, z.B. die Akzeptanz seitens der Betroffenen oder auch der Anwender.

Um weitere Fragen zu den Techniken und ihrem Einsatz zu beantworten, wurden in einer zweistufigen Online-Delphi-Befragung die detailliert formulierten Thesen durch Experten und Expertinnen aus wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Einrichtungen des Gesundheitswesens und Verbänden bzw. Vereinen hinsichtlich ihrer Wichtigkeit, Realisierbarkeit, Wünschbarkeit und ihrer Hemmnisse bewertet.

In der ersten Runde haben 203 Personen ihren Fragebogen komplett oder teilweise ausgefüllt, in der zweiten Runde waren es 86 Personen. Die Ergebnisse sind damit recht aussagekräftig. Unter den Antwortenden waren 7 Prozent Frauen, was in etwa ihrem Anteil in Forschung und Technikentwicklung in Deutschland entspricht. Unterschiede im Antwortverhalten von Frauen und Männern oder nach Alter waren nicht feststellbar.

Viele der in den Thesen formulierten technischen Lösungen, die zu neuen Märkten führen können, sind eher unauffällige, unspektakuläre Entwicklungen. Einige Thesen wurden formuliert, von denen angenommen wurde, dass die Technik selbst bereits im Einsatz ist, z.B. das Telemonitoring für Risikopatienten. Es stellte sich aber heraus, dass es zwar Tests und erste Anwendungen gibt, die Anwendung in engmaschiger Fernüberwachung in der zugespitzten Formulierung der Delphi-These als „Standard“ aber noch lange nicht Wirklichkeit ist. Im Überblick über alle Thesen werden sowohl rasche Realisierungen als auch späte um das Jahr 2025 erwartet, die zukünftigen Entwicklungen einzelner Thesen weisen also eine sehr unterschiedliche Dynamik auf.

Thesen, welche die Industrie interessieren, z.B. die Techniken, die auf andere Bereiche übertragbar sind, sollten in Zukunft genauer beobachtet werden. Sie sind die wichtigen und interessanten Themen der Studie: Sie liegen bei den Zeit- und Wichtigkeits-Bewertungen nicht früh, sondern meistens „nur“ im oberen bzw. zeitlich frühen Mittelfeld und werden alle von der Mehrheit der Delphi-TeilnehmerInnen für wünschenswert gehalten.

Thesen, bei denen es im wahrsten Sinne des Wortes „unter die Haut geht“, sind dagegen sehr umstritten. In der vorliegenden Delphi-Studie werden alle Thesen zur Implantation (z.B. Retina-Implantate, künstliche Nieren, Elektroden im Gehirn zur Verhinderung eines epileptischen Anfalls, ein künstliches Herz- und Lungenimplantat etc.) sowie zur perkutanen Intervention (z.B. Biopsieroboter) für wünschenswert gehalten, erreichen aber nicht unbedingt die positiven Wünschbarkeits-Einschätzungen anderer Thesen. Neben den üblichen technischen Problemen werden Datensicherheit und Datenschutz oder die Akzeptanz der Betroffenen oft als Hemmnisse genannt.

Für neue Märkte im Bereich IKT-basierter Gesundheitsanwendungen sind Themen wie Proteomics, Telemonitoring, Expertensysteme und -datenbanken, Spracheingabe für Dokumentationstätigkeiten oder Datenzugriff von überall aus besonders interessant und erhalten die höchsten Bewertungen hinsichtlich ihrer Wichtigkeit für Kostensenkungen, einer Verbesserung der Gesundheitsvorsorge oder Qualität der Gesundheitsversorgung. Das Thema „Ambient Intelligence“ wird nach Meinung der ExpertInnen besonders für die Verbesserung der Lebensqualität sehr wichtig sein.

Alle Thesen mit hohem Marktpotenzial für die IT-Wirtschaft sind in ihrer Entwicklung und Umsetzung besonders wissensintensiv. Entsprechend finden sich einige der Thesen auch in den Themenbereichen der High-Tech-Strategie der Bundesregierung wieder (BMBF, 2006b und 2007). Die wenigen umstrittenen Thesen der vorliegenden Delphi-Studie verweisen auf ein höheres Investitionsrisiko für Entwickler und Hersteller.

Viele der ausgewählten technischen Themen sind nicht auf den Gesundheitsbereich beschränkt, sondern auch in anderen Einsatzbereichen zukünftig von Bedeutung. Fast alle der formulierten Thesen werden für realisierbar gehalten, trotzdem sehen die Experten in einigen Bereichen Hemmnisse in der Entwicklung. Dabei werden am häufigsten technische Probleme genannt. Diese stehen z.B. bei Retina-Implantaten, künstlichen Organen, Mikromaschinen und implantierbaren Kleinstsystemen, der Spracherkennung oder der Genomanalyse in der Routineversorgung im Vordergrund. Bei anderen Thesen sind es Datenschutz und Datensicherheit und damit die Regulierung, die noch angepasst werden muss, wie bei der Radio Frequency Identification (RFID) oder Ambient Intelligence. In einigen Fällen, z.B. bei den operierenden Mikromaschinen, treten wieder andere rechtliche Fragen (Haftung usw.) auf.

Häufig werden auch die hohen Kosten (Anfangsinvestitionen oder laufende Kosten) als großes Hemmnis auf dem Weg zur Verwirklichung genannt. Bei einigen Thesen gelten dann einerseits die Kosten als Hemmnis, andererseits wird die Technik aber für Kostensenkungen besonders wichtig eingestuft. Dies gilt zum Beispiel für Ambient Intelligence zur Überwachung von Patienten zu Hause oder für den nicht-invasiven Langzeit-Blutdrucksensor. In diesen Fällen ist abzuwägen, wo sich Investitionen in die Zukunft lohnen. Die Delphi-Ergebnisse bieten nur Ansatzpunkte für weitere Diskussionen oder Maßnahmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Chancen auf eine Realisierung vieler der formulierten Thesen in den nächsten 10 bis 15 Jahren nicht schlecht stehen. Die technischen Hemmnisse sind zwar nicht von der Hand zu weisen, aber sie sind überwindbar. Neue Märkte für IKT in Gesundheitsanwendungen werden insbesondere in den Bereichen Spracherkennung, virtuelle Realität und Simulationen, Datenbanken, Sensorik, Radio Frequency Identification (RFID) oder neuen Management- und Planungssystemen erwartet.

1. Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich: Wo liegen die technischen Herausforderungen?

Die Informationstechnologie wird den Gesundheitsbereich in den nächsten Jahren (weiterhin) stark verändern. Aber wie? Und welche Techniken werden diese Änderungen bewirken? Das war die Ausgangsfrage der vorliegenden Studie zur Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich. Wo und wie kann Informations- und Kommunikationstechnologie zur Verbesserung des Gesundheitswesens oder zu Kosteneinsparungen beitragen? Was ist zwar technisch möglich, aber dann doch nicht erwünscht?

Im Spannungsfeld all dieser Fragen bewegt sich die vorliegende Delphi-Studie zu „Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich“, in der untersucht wird, welche konkreten Beiträge die Informationstechnologie zur Verbesserung des Gesundheitsbereichs überhaupt leisten kann, wann diese realisiert werden können und welche Hemmnisse auf dem Weg zu ihrer Verwirklichung noch zu überwinden sind.

Um diese Fragen zu beantworten, wurden die für die nächsten 20 Jahre relevanten IT-Entwicklungen identifiziert und in Thesenform formuliert. In einer zweistufigen Befragung wurden die Thesen durch Experten und Expertinnen hinsichtlich ihrer Wichtigkeit, Realisierbarkeit und Wünschbarkeit bewertet.

Schon in der Phase der Themenfindung wurde deutlich, dass Technik zwar einen großen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit des Gesundheitswesens leisten kann, der Erfolg der technischen Neuerungen jedoch eng mit Faktoren wie Kosten, Akzeptanz, Regulierung oder organisatorischen Veränderungen verknüpft ist.

Die vorliegende Studie ist Teil eines größeren Projekts. Das vom Staatsministerium Baden-Württemberg geförderte Forschungsprojekt FAZIT (Forschungsprojekt für aktuelle und zukunftsorientierte Informations- und Medientechnologie und deren Nutzung in Baden-Württemberg) untersucht seit Anfang 2005 den Bedarf und die Einsatzmöglichkeiten für innovative Informations- und Medientechnologien und identifiziert langfristige Treiber, durch die neue Märkte für IKT in Baden-Württemberg entstehen können. Projektträger ist die MFG-Stiftung Baden-Württemberg, Projektpartner sind das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Karlsruhe.

Ein mehrstufiger Foresight-Prozess im Projekt identifiziert die für Informations- und Medientechnologie relevanten Forschungs- und Entwicklungsfelder, die entscheidend für das Innovationspotenzial des Landes Baden-Württemberg sind. Da hier sowohl technische als auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Trends zusammenwirken, wird eine Kombination von Foresight-Methoden eingesetzt. Gesellschaftliche und technische Entwicklungen werden in drei Delphi-Studien gesichtet und von Experten hinsichtlich bestimmter Kriterien wie ihrer Wichtigkeit oder ihres Realisierungszeitraums beurteilt. Die Ergebnisse gehen in einen Szenarien-Prozess ein, um die Zukunftsfähigkeit Baden-Württembergs im IKT-Bereich zu überprüfen und ausgewählte Marktbereiche zu beschreiben.

Im hier vorliegenden Bericht wird zunächst die zweite Delphi-Studie des Projekts mit ihrem Vorgehen und ihrer Methodik beschrieben. Daran schließen sich im dritten Kapitel die Ergebnisse aller Thesen im Überblick an. Detailauswertungen zu den einzelnen Thesen und Ergebnissen finden sich in Kapitel 4. Ein kurzer Blick in die Zukunft rundet das Bild ab.

1.1. Warum und wie in die Zukunft schauen?

Wissenschaftlich eingebettet ist das Forschungsprojekt FAZIT in den Forschungsansatz regionaler Innovationssysteme, der Innovation als einen evolutionären, kumulativen und rückgekoppelten Prozess versteht. Innovationen lassen sich nur in der ökonomischen und sozialen Interaktion der unterschiedlichen regionalen Akteure realisieren und bringen als Ergebnis technologische, organisatorische und soziale Neuerungen (Koschatzky, 2001). Damit wird zum einen der soziale Aspekt von Innovation im Sinne eines kollektiven Lernprozesses hervorgehoben, zum anderen die hohe Bedeutung der Einbeziehung aller Akteure in der Region betont. Vom Ansatz regionaler Innovationssysteme ausgehend wird gefolgert, dass die Zukunftsfähigkeit Baden-Württembergs insbesondere davon abhängt, wie erfolgreich Wissen erzeugt, neu kombiniert und in Produkte umgesetzt werden kann. Entscheidend für den Erfolg von Innovationen im regionalen Kontext sind institutionell eingebettete Netzwerke zwischen Unternehmen, Hochschulen und Organisationen und die soziale Konstruktion von Innovationen im Spannungsfeld von Technology Push und Market Pull (Leydesdorff, 2005).

Insbesondere aus langfristiger Forschung, langfristigen technischen Entwicklungen oder auch durch den Einfluss von gesellschaftlichen Megatrends können neue Produkte und lukrative Märkte entstehen. Um nicht nur einen kurzfristigen und engen Blickwinkel auf die Zukunft von informationstechnischen Innovationen zu behalten, sondern langfristige Perspektiven auszumalen und stabile Zukunftsbilder zu entwerfen, werden in FAZIT verschiedene Verfahren der Zukunftsforschung kombiniert. Ziel ist, Ergebnisse der Studie zwar global einzubetten, aber auf den Standort Baden-Württemberg bezogen die besonderen lokalen bzw. regionalen Herausforderungen aufzuzeigen, um neue Strategien zu ermöglichen oder bereits existente Strategien anzupassen. Mit dem Ansatz des so genannten „Regional Foresight“ wird daher die strategische Entscheidungsfindung aller Akteure im Innovationssystem unterstützt. Die Akteure werden in den Zukunftsforschungs-Prozess eingebunden.

Zukunftsbilder sollten an heutigen Entscheidungsprozessen anknüpfen. So können sie heute sachgerechte Entscheidungen erleichtern und ein auf eine gemeinsame Zukunft ausgerichtetes Handeln auslösen.

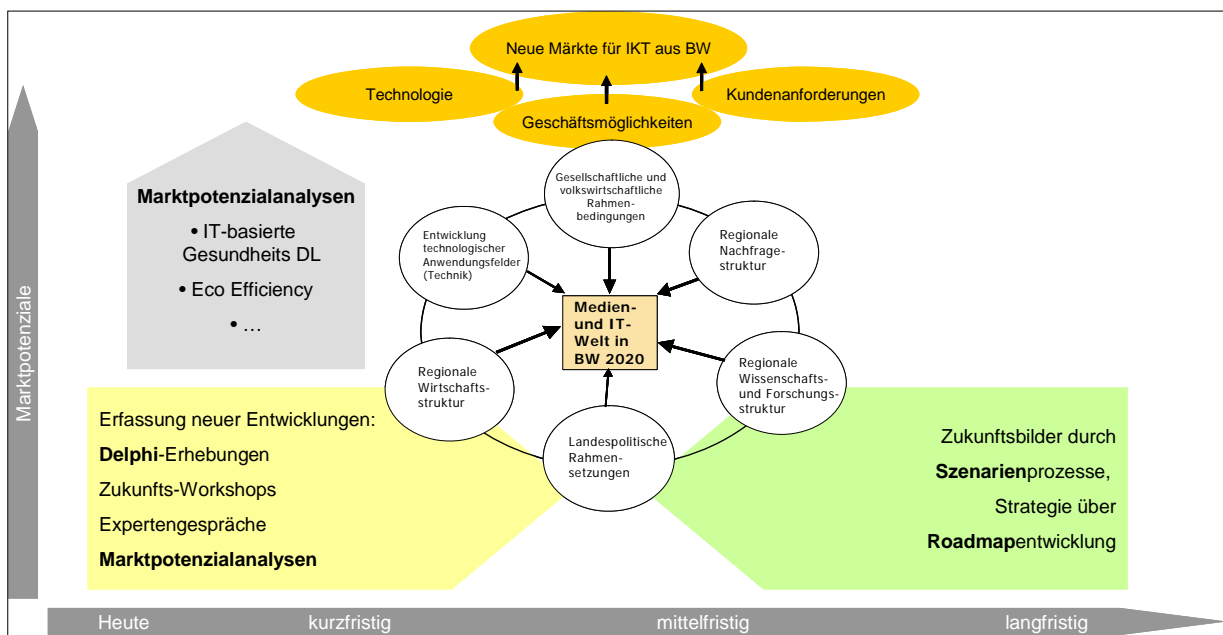
Beim Entwerfen von Zukunftsbildern ist man sich der Tatsache sehr bewusst, dass die Zukunft nicht vorhersagbar ist. Trotzdem können gewisse Entwicklungen in die Überlegungen einbezogen werden, insbesondere in den Bereichen Wissenschaft und Technik. In Vorausschau-Verfahren interessiert die Forscher zunächst, was überhaupt auf der Agenda stehen könnte. Foresight oder Vorausschau ist daher ein systematischer Blick in die Zukunft von Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft mit dem Ziel, diejenigen Gebiete strategischer Forschung sowie neuer Technologie zu identifizieren, die wahrscheinlich einen großen Einfluss auf Wirtschaft und Wohlergehen der Menschen haben werden (siehe Martin, 1995 bzw. Cuhls, 2003).

1.2. Was ist eine Delphi-Studie?

Das Delphi-Verfahren wurde in den fünfziger Jahren von der Rand Corporation, Santa Monica, Kalifornien, als Methode des „Operations Research“ (eine Art Systemforschung, in der Statistiken, mathematische Modelle etc. für Entscheidungsfindungen genutzt werden) in der Militärforschung entwickelt, in Japan in nationalem, zivilen Kontext seit Beginn der siebziger Jahre etabliert und ist als Element von Foresight-Prozessen seit Beginn der neunziger Jahre auch in Europa verbreitet (vgl. Blind/ Cuhls/ Grupp, 1999; 2002). Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung führte im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (heute Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF) die ersten nationalen deutschen Delphi-Studien durch. Seitdem wurde die Methode gemeinsam mit einem japanischen Partner (Cuhls/ Kuwahara, 1994; Cuhls/ Breiner/ Grupp, 1995) und im internationalen Kontext weiter verfeinert. Das Delphi-Verfahren erfreut sich dank der neuen Möglichkeiten elektronischer Befragungen insbesondere im europäischen und asiatischen Kontext zunehmender Beliebtheit (z.B. EUFORIA, FISTERA, Delphi of the Millennium Project; NISTEP 2005; MOST 2003 und 2005).

Delphi-Verfahren sind in der Regel Befragungen in zwei oder mehr so genannten „Runden“ oder „Wellen“. Ab der zweiten Runde werden Ergebnisse der ersten Runde zurückgespielt (Feedback). Die zu bewertenden Themen werden aus unterschiedlichen Quellen, mit Desk Research oder in Gruppenprozessen generiert und formuliert. Befragt werden möglichst sachkundige Personen, oft Entscheidungsträger aus Wirtschaft, Forschung, aber auch Verbänden oder anderen Organisationen. Jede(r) Befragte kann in der zweiten Runde bei einer erneuten Einschätzung wählen, ob er oder sie die aggregiert aus der vorherigen Runde vorliegenden Einschätzungen aller befragten Experten in die eigenen Überlegungen einbeziehen und sich beeinflussen lassen möchte oder nicht (Häder/ Häder, 2000).

Abbildung 1:FAZIT Methodik und Vorgehen der Zukunftsforschung



Die drei Delphi-Studien im Rahmen von FAZIT sind ein bedarfsorientiertes Delphi zur Frage „Wie nutzen wir Informations- und Kommunikationstechnologien im Jahr 2020“ (von Oertzen/ Cuhls/ Kimpeler, 2006) sowie zwei technikorientierte Delphi-Befragungen. Die vorliegende Delphi-Studie bezieht sich auf die Frage, welche zukunftsweisenden, konkreten Beiträge die Informationstechnologie zu Lösungen im Gesundheitsbereich leisten kann. Welche Techniken sind zu erwarten? Wie wird ihr Einsatz im Gesundheitsbereich aussehen? Wo und wie kann Informations- und Kommunikationstechnologie zur Verbesserung des Gesundheitswesens oder zu Kosteneinsparungen beitragen? Was ist technisch überhaupt möglich? Was ist gewünscht und was nicht? Wie wichtig sind die Entwicklungen? Wo liegen die Hemmnisse bei der Verwirklichung? Dies sind die Fragen, die den Experten und Expertinnen in der Delphi-Studie gestellt werden.

Die Ergebnisse fließen zudem in den FAZIT Szenarien-Prozess ein (siehe Abbildung 1). Im dritten FAZIT-Delphi werden dann abschließend diejenigen technischen Themen aufgegriffen, für die aus Sicht der Szenarien-Entwicklung eine weitere Bewertung notwendig ist. Eine Kombination aus Szenarien und Delphi-Verfahren bietet inhaltlich den Mehrwert, dass Informationen zu einzelnen detaillierten Themen erarbeitet und zusammenhängende Zukunftsbilder beschrieben werden, Thesen und Entwicklungen also in ihrem Kontext behandelt werden können (Kinkel/ Armbruster/ Schirrmeister, 2006).

Die im Projekt FAZIT durch den Delphi-Prozess initiierten Diskussionen müssen mit Experten und Entscheidungsträgern weiter geführt werden. Einzelne Ergebnisse können und sollten vertieft werden, so dass am Ende von FAZIT deutlich wird, wo neue Märkte entstehen können und wie unterstützende Maßnahmen am Standort Baden-Württemberg umgesetzt werden sollten.

2. Vorgehen bei der Delphi-Befragung

Für eine Delphi-Befragung werden Thesen formuliert, die anhand eines Kriterienrasters bewertet werden. Deshalb beginnt eine Delphi-Studie mit einer Phase der Thesenfindung und -formulierung, der so genannten Thesengenerierung. Danach folgt das Fragebogen-Design. Parallel dazu werden die Teilnehmer für die Befragung identifiziert. Die vorliegende Delphi-Befragung zur Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich ist eine zweistufige, Internet-basierte Befragung.

2.1. Thesengenerierung

In dieser zweiten FAZIT-Delphi-Studie wurden auf einem internen Workshop einerseits die Entwicklungen der Informationstechnologie und auf der anderen Seite die möglichen Anwendungsfelder im Gesundheitsbereich zusammengetragen. Sie wurden in eine Mindmap (zur Arbeit mit Mindmaps siehe z.B. Buzan/ Buzan, 1993) eingetragen, um das Thema strukturiert darzustellen (siehe Abbildung 2). Diese Struktur wurde dann schrittweise erweitert.

Einschlägige Studien zum Thema Medizintechnik und Informationstechnologie im Gesundheitsbereich wurden gesichtet (z.B. Hornschild/ Raab/ Weiss 2005; BMBF 2005; Jackson 2002). Längerfristige Entwicklungen, die im Sinne von „zukünftigen technischen Problemlösungen“ klassifiziert werden konnten, wurden ausgewählt und daraufhin geprüft, ob sie auch für den Standort Baden-Württemberg wichtig sein könnten. Diese wurden ebenfalls in die Mindmap eingeordnet, so dass die Mindmap am Ende zwei ausgefüllte Ebenen hatte. Abbildung 3 zeigt einen Zweig dieser Mindmap. Diese Ebene war nicht nur für die Strukturierung des Themas wichtig, sondern half bereits bei der Auswahl von Themen, die für die Zukunft relevant sein könnten. Die Thesen selbst wurden später anhand dieser ersten Anhaltspunkte zugespitzt formuliert.

Auf der Basis dieser ersten Übersicht wurden Experten zum Thema eingeladen und ein Workshop am 5. April 2006 in Karlsruhe abgehalten, um mit Experten-Unterstützung

- die Übersicht zu überprüfen, zu aktualisieren, zu ergänzen und entsprechend neu zu formulieren sowie
- erste Detailthesen auszuarbeiten.

Abbildung 2: Grundlegende Struktur (Mindmap)

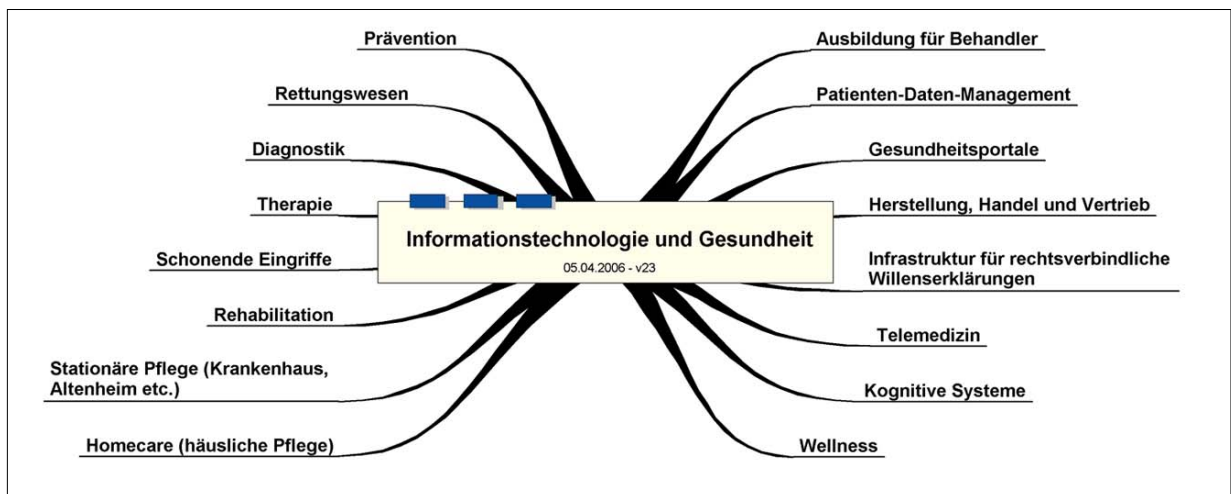
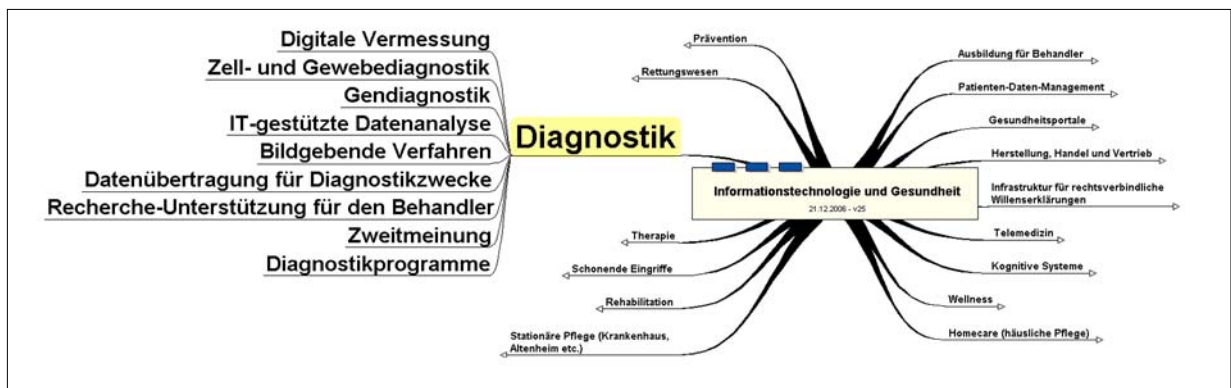


Abbildung 3: Beispielzweig der Mindmap zur Themengenerierung (Ausschnitt)



Experten aus der (angewandten) Wissenschaft, aber auch aus der Wirtschaft sowie von einem Mediziner-Verband und einer Krankenkasse haben an diesem Workshop teilgenommen. Sie standen auch danach noch für Überarbeitungen und Beratung zur Verfügung.

Die Thesen für das Delphi-Verfahren sollten folgende Anforderungen erfüllen:

- eine technische Herausforderung beinhalten.
- bis etwa zum Jahr 2030 realisierbar sein.
- mit dem Gesundheitswesen zusammenhängen (einen Beitrag zur Kostensenkung oder zu besserer Qualität der Versorgung etc. leisten).
- positiv formuliert werden, damit sie einen wünschenswerten Zukunftsausschnitt beinhalten.

Es stellte sich heraus, dass die eigentlichen Herausforderungen in vielen Fällen nicht in der Technik gesehen werden, sondern in organisatorischen Veränderungen des Gesundheitssystems, der geltenden Regulierung oder der Akzeptanz der Technik. Deshalb wurden viel diskutierte Themen wie die elektronische Patientenkarte und ihre technische Umsetzung zwar als Herausforderung auch hier in Betracht gezogen, aber als Delphi-These wieder verworfen. Laut Experten sei die Patientenkarte technisch zwar noch erweiterungsbedürftig (hinsichtlich Speichermenge, Standardisierung, Anpassung an Infrastrukturen etc.) und es gäbe sicherlich noch

die eine oder andere technische Hürde zu nehmen, die technischen Probleme seien aber alle auf Anforderung relativ kurzfristig lösbar. Vorher stünden jedoch Entscheidungen an wie: Was und wie viel wird auf der Chipkarte gespeichert? Die gesamte Krankenakte oder nur Teile? Oder ist die Karte nur der Schlüssel zu einem dezentral organisierten Gesamtsystem? Welche Infrastruktur ist notwendig und wie ist diese organisiert? Wer hat unter welchen Umständen Zugriff? Die These zur Patientenkarte wurde also nicht berücksichtigt. Dafür wurden aber etwa 50 andere Thesen formuliert.

Aus der sich ergebenden Liste der technischen Themen wurden die 36 interessantesten und zukunftssträchtesten Thesen herausgearbeitet, für die Befragung fokussiert und fertig formuliert.

2.2. Fragebogen-Design

Nach einer Testphase wurde der Delphi-Fragebogen ausschließlich im Internet bereitgestellt und getestet. Nach der ersten Phase der Themenselektion erfolgte eine Ausarbeitung der konkreten Thesen in zwei Feedback-Runden unter Einbeziehung der Workshop-Teilnehmer und weiterer externer Experten. Dafür erhielt jeder Teilnehmer und jede Teilnehmerin einen Zugangscodes, damit die Personen ihren persönlichen Bogen unterbrechen und bei Gelegenheit wieder aufrufen und ergänzen konnten. Die erste Phase startete am 16. Mai 2006 und endete am 10. Juni 2006. Die zweite Runde begann sofort im Anschluss und endete am 19. Juli 2006. Eine Erinnerungsmail wurde jeweils nach etwa drei Wochen verschickt, um die Teilnehmer zu motivieren, ihre Bewertungen abzugeben.

Für die zweite Runde wurden nur diejenigen Personen per E-Mail angeschrieben, die sich an der ersten beteiligt hatten. Dafür waren im Fragebogen der ersten Runde die E-Mail-Adresse sowie einige Daten zur Person abgefragt worden.

In der zweiten Runde sah der Fragebogen wie in der ersten aus, nur wurden zu jeder These die zusammengefassten Ergebnisse aller Teilnehmer und Teilnehmerinnen eingetragen, damit diese bei der nochmaligen Beurteilung die Ergebnisse der ersten Runde bei ihrer Antwort berücksichtigen konnten. Die Befragung war – wie bei Delphi üblich – anonym, so dass bei einer Meinungsänderung niemand sein Gesicht verlieren konnte. Tatsächlich haben einige Personen ihre Einschätzung geändert.

Entsprechend der Zielsetzung der Studie sollte herausgefunden werden, welche zukunftsweisenden, konkreten Beiträge die Informationstechnologie zu Lösungen im Gesundheitsbereich leisten kann. Welche Techniken sind dies? Wie wird ihr Einsatz im Gesundheitsbereich aussehen? Wo und wie kann Informations- und Kommunikationstechnologie zur Verbesserung des Gesundheitswesens allgemein, der Gesundheitsvorsorge, einer besseren Qualität der Versorgung oder zu Kosteneinsparungen beitragen? Was ist wann technisch möglich? Ist der Einsatz der Technik wünschenswert? Wofür ist die These wichtig? Wo liegen die Hemmnisse bei der Verwirklichung? Genau diese Fragen wurden den Befragten in der Delphi-Studie vorgelegt.

Und so sieht der Fragebogen aus (eine Beispielseite der zweiten Runde findet sich im Anhang): Welche Techniken erwartbar sind, wurde bereits in der Formulierungsphase der Thesen erarbeitet. Entsprechend beginnt der Fragebogen selbst mit der **Nennung der These**. Bezüglich

dieser These werden dann Fragen gestellt. Die erste Frage betrifft die Selbsteinschätzung der Fachkenntnis. Als Nächstes folgt die Frage, wann das Thema realisiert werden kann (in Fünfjahresstufen) bzw. ob es „nie“ möglich sein wird. Im Anschluss daran wird direkt nach der „Wünschbarkeit“ des Themas gefragt: Halten Sie die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert? Hier können die Optionen „ja“, „nein“ oder „weiß nicht“ angekreuzt werden.

Die Frage nach der Wichtigkeit der These ist unterteilt in Wichtigkeit für

- Kosteneinsparung
- bessere Gesundheitsvorsorge
- Qualität der Versorgung
- technischen Fortschritt
- höhere Lebensqualität
- Umweltschutz und Nachhaltigkeit sowie
- Anderes (Nennung möglich).

Entsprechend kann bei dieser Frage (mehrfach) angekreuzt werden. Die folgende Frage bezieht sich darauf, in welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein könnte. Vorgegeben sind im Fragebogen:

- Produktentwicklung
- Management
- Industrie und Produktion
- Logistik
- Vertrieb
- Umweltmanagement
- Verkehr, Mobilität
- andere Bereiche (Nennung möglich).

Auch hier sind Mehrfachnennungen erlaubt.

Die letzte Frage widmet sich den Hemmnissen, die einer Realisierung der These entgegenstehen könnten. Mehrfachnennungen sind möglich. Die angenommenen Hemmnisse sind:

- technische Probleme
- F&E Infrastruktur
- Forschungsfinanzierung
- Kosten
- Akzeptanz bei den Betroffenen
- Akzeptanz bei Anwendern
- Datensicherheit, Datenschutz
- Standards und Normen
- Regulierung
- Einfluss von Interessensgruppen

- Aus- und Weiterbildung sowie
- anderes (Nennung möglich).

Freie Kommentare können in solch einem Fragebogen ebenfalls abgegeben werden. Bei Bedarf können die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einfach nur die These lesen und mit dem „weiter“-Knopf zur nächsten These übergehen. Selektives Ausfüllen bei jeder These ist ebenfalls möglich.

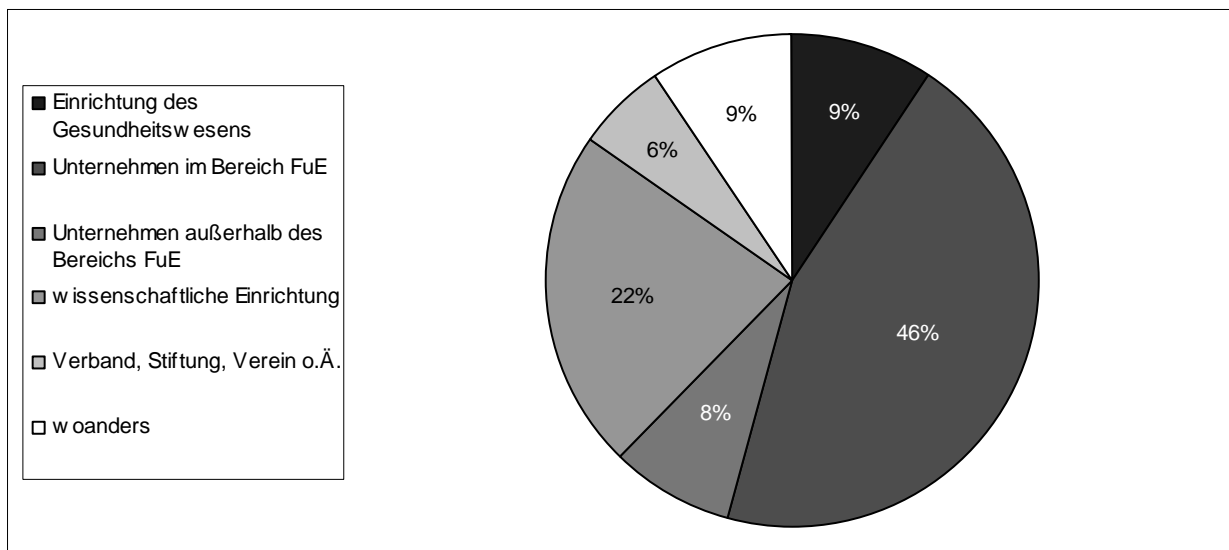
2.3. Teilnehmerauswahl

Die ausgewählten Teilnehmer und Teilnehmerinnen an der Delphi-Befragung stammen aus wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, aus Unternehmen, Einrichtungen des Gesundheitswesens und Verbänden bzw. Vereinen (siehe Abbildung 4). Ihre Adressen wurden aus öffentlich zugänglichen Datenbanken gefiltert. Da für die Befragung Sachkenntnisse sowohl in der Informationstechnologie als auch im Gesundheitsbereich notwendig sind, wurden die Personen entsprechend ausgewählt. Zusätzlich wurden Personen aus Patentdatenbanken herausgesucht, wenn sie in den letzten drei bis fünf Jahren Patente in den entsprechenden Klassifikationen angemeldet hatten.

Patentdaten für Adressrecherchen zu benutzen, ist bei Befragungen dieser Art neu, birgt aber auch Probleme. Die Aussichten, dass Patentanmelder einen Fragebogen beantworten würden, wurden zwar als nicht so gut eingeschätzt wie bei den auf andere Weise identifizierten Personen, insbesondere weil Patente über Privatadressen angemeldet werden, die sich häufig ändern. Auf der anderen Seite haben diese Personen aber große Fachkenntnis. Ihr Antwortverhalten ist daher entsprechend unterschiedlich. Viele Angeschriebene waren tatsächlich verzogen, ihre Anschreiben kamen zurück. Andere fragten telefonisch zunächst nach, woher wir ihre Privatadresse hätten. Letztere konnten häufig von den Vorteilen einer Mitarbeit überzeugt werden. Einige wenige Adressaten waren bereits pensioniert und empfanden sich bedauerlicherweise als zu alt für die Zukunftsstudie.

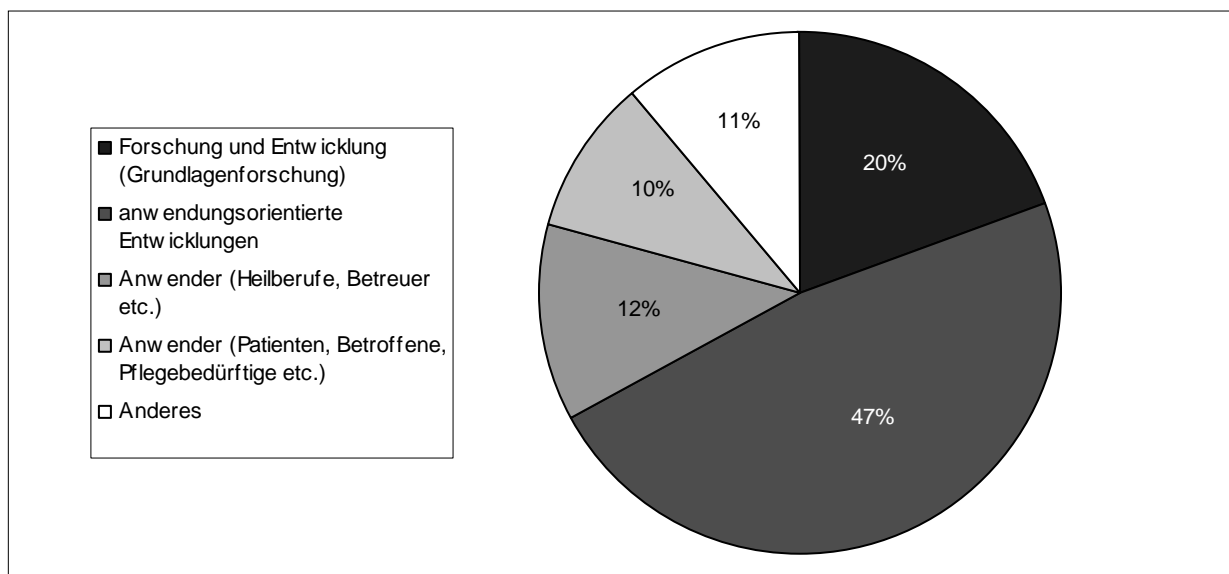
In der ersten Runde haben 203 Personen ihren Fragebogen komplett oder teilweise ausgefüllt, in der zweiten Runde waren es 86 Personen. Unter diesen waren 7 Prozent Frauen, was aber in etwa ihrem geringen Anteil in Forschung und Technikentwicklung in Deutschland entspricht.

Abbildung 4: Woher kommen die Teilnehmer? (zweite Runde der Befragung)



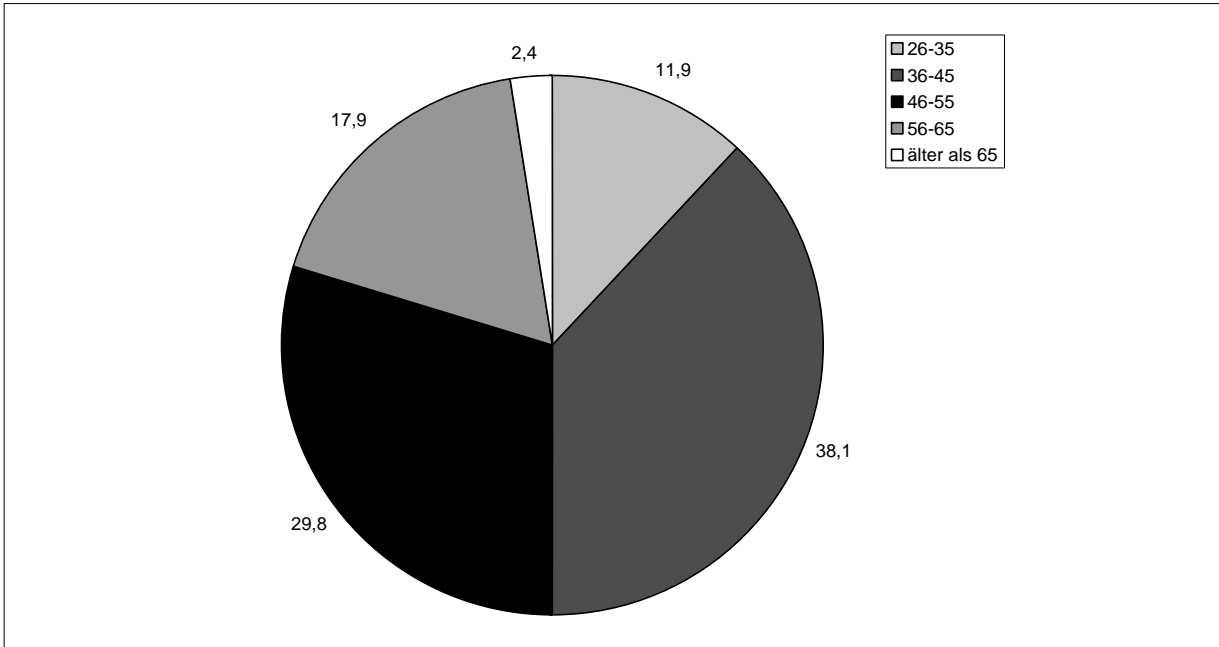
Die meisten Delphi-Experten und -Expertinnen kommen aus den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen (46 Prozent). Weitere 22 Prozent arbeiten in wissenschaftlichen Einrichtungen. Die anderen TeilnehmerInnen verteilen sich auf andere Unternehmensbereiche (Industrie) und Verbände, Stiftungen und Vereine. Etwa 9 Prozent der Expertinnen und Experten arbeiten „woanders“. Knapp die Hälfte aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer arbeitet an anwendungsorientierten Entwicklungen (Abbildung 5), knapp 20 Prozent in Forschung und Entwicklung (Grundlagenforschung), 12 Prozent sind Anwender (Betreuer, Heilberufe etc.) und etwa 10 Prozent sind Anwender im Sinne einer Patienten-, Betroffenen- oder Pflegebedürftigen-Perspektive. 11 Prozent kommen aus anderen Bereichen.

Abbildung 5: Anteil der Teilnehmer an den Forschungsbereichen



Die Altersverteilung (Abbildung 6) ist relativ gleichmäßig, lediglich Personen unter 25 und über 65 sind nicht bzw. nur in geringer Zahl vertreten.

Abbildung 6: Altersverteilung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer



Die Antwortzahlen der vorliegenden Delphi-Befragung sind für eine statistische Auswertung ausreichend, aber die Rücklaufquoten (prozentualer Anteil der Antworten an den Aussendungen) sind nicht so hoch wie bei klassischen postalischen Befragungen (in der Regel zwischen 70 und 85 Prozent). Insbesondere in der zweiten Runde hat die Beteiligung stärker abgenommen als die Erfahrungen aus klassischen postalischen Befragungen (insbesondere Delphi-Befragungen) vermuten ließen.

Es wurde auch danach ausgewertet, ob es Unterschiede im Antwortverhalten der Teilnehmerinnen und Teilnehmern gibt, je nachdem, wie alt sie sind oder wie hoch ihre Fachkenntnis ist. Im Durchschnitt aller Daten ist zu sagen, dass es keine nennenswerten Unterschiede nach Geschlecht, Alter oder Fachkenntnis gibt, die Hinweise auf divergierende Meinungen geben könnten. Unterschiede sind allerdings bei spezifischen Einzelthesen erkennbar (siehe Kapitel 4). Es ist also bereits ein bemerkenswertes Ergebnis, dass *im Durchschnitt keine* nennenswerten Unterschiede zwischen den Befragten Gruppen hinsichtlich der ausgewählten Themen zu Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich erkennbar, Hinweise zu den Thesen jedoch ableitbar sind.

3. Die Ergebnisse im Überblick

3.1. Wann werden die Thesen für realisierbar gehalten?

Der Zeitraum der Realisierung wurde nicht exakt, sondern in Fünfjahres-Schritten abgefragt, weil die Zukunft niemand genau kennen kann. Dargestellt wird dies in der Regel mit Hilfe des Medians sowie der Quartile Q1 (25-Prozent-Punkt) und Q2 (75-Prozent-Punkt). Genau die Hälfte der Befragten gibt Antworten, deren Wert zwischen Q1 und Q2 liegt. In dieser Darstellung gibt jeweils ein Viertel nach oben (also $> Q2$) bzw. nach unten (also $< Q1$) abweichende Einschätzungen ab. Auf diese Weise werden Bandbreiten von Meinungen aufgezeigt. Liegen unteres (Q1) und oberes Quartil (Q2) sehr nah beieinander, so ist sich die Hälfte (in der Regel sogar die Mehrheit) der Teilnehmer in ihrer Einschätzung einig. Liegen sie weit auseinander, gibt es keinen Konsens bzw. große Unsicherheiten in der Einschätzung des Verwirklichungszeitraumes. Tabelle 1 zeigt für alle Thesen, wann die Befragten eine Realisierung erwarten. Die Thesen sind nach dem Median, also dem 50-Prozent-Punkt, von frühen Verwirklichungen bis zu späteren hin, sortiert. Hierzu wurden die Antworten Fünfjahres-Intervallen von 2006 bis 2010, 2011 bis 2015, 2016 bis 2020, 2021 bis 2025, 2026 bis 2030 sowie „später“ zugeordnet. Anschließend wurde die Summe der Antworten durch zwei dividiert, um den Zentralwert (Median) zu ermitteln, also jenen Punkt, an dem die Hälfte der Antwortvorgaben kleiner und die andere Hälfte größer als der Wert des Medians ist. Innerhalb der Fünfjahres-Intervalle wird eine Gleichverteilung angenommen. Beispiel: Es haben 100 Personen geantwortet, je 20 in jedem Intervall, nur keiner bei „später“, dann liegt die 50. bzw. 51. Person genau in der Mitte des Intervalls von 2016 bis 2020, also beim Jahr 2018. Das ist der Median.

Tabelle 1: Die Realisierung aller 36 Thesen gelistet von frühen nach späten Realisierungen

| Thesen | Jahr der Verwirklichung (50 Prozent-Punkt) |
|--|---|
| Expertensysteme und Datenbanken werden in Pilotversuchen erprobt, die für einzelne Patienten die individuell erforderliche Medikamenten-Kombination auf unerwünschte Medikamenten-Interaktionen überprüft und Vorschläge für eine Arzneimitteltherapie mit verringerten Wechsel- und Nebenwirkungen macht. | 2010 |
| Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenseinrichtungen besser ausgelastet sind. | 2010 |
| Die regionale Mikrowellen-Hyperthermie kann mit einer Computersimulation der Biowärmeleitung optimal geplant werden. | 2012 |
| Ein EDV-System existiert, mit dem niedergelassene Ärzte von Endgeräten ihrer Wahl bei Hausbesuchen sofort auf alle vorliegenden Daten des Patienten (kryptografisch verschlüsselt) zugreifen können. | 2012 |
| Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, Üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.). | 2012 |

| Thesen | Jahr der Verwirkli- chung (50 Prozent- Punkt) |
|---|---|
| Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt. | 2012 |
| Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus erfolgen routinemäßig durch Spracheingabe. | 2013 |
| Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-)Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard. | 2013 |
| Kabellos wieder aufladbare implantierte Defibrillatoren sind im Einsatz, die ihre Messdaten an eine Steuereinheit übertragen, welche ihre Daten an ein Service-Center zur Überprüfung und für eine eventuelle Notfallmeldung übermittelt. | 2013 |
| Ambient Intelligence im Haus ermöglicht Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, thinking carpet, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale. | 2013 |
| Ein implantierbares Speichermedium ist entwickelt, welches alle für Behandlung und Verwaltung notwendigen Daten eines Patienten trägt. | 2013 |
| Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt. | 2013 |
| Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich. | 2013 |
| Spracherkennung und korrekte Zuordnung der Sprache zu den Sprechenden ist so genau, dass Chirurgen während einer OP allein durch Sprache Geräte sicher navigieren können und dadurch wirksam entlastet werden. | 2013 |
| Elektroden im Gehirn detektieren den Beginn eines epileptischen Anfalls und verhindern ihn durch ein spezifisches elektrisches Stimulationsmuster. | 2013 |
| Expertensysteme werden routinemäßig eingesetzt, die dem medizinischen Personal bei Diagnose und Therapie konkrete Entscheidungsvorschläge machen. | 2014 |
| Ein System mit Funk-Labels (RFID) ist in gewöhnlichen Haushalten einsatzbereit, so dass auch Personen, die viel und leicht etwas vergessen (Altersdemenz, Alzheimer etc.) alles wieder finden und auf wichtige Dinge aufmerksam gemacht werden. | 2014 |
| Es werden Techniken in der Forschung eingesetzt, die die Vorhersage der biologischen Aktivität von Proteinen und ihrer funktionellen Domänen aus Informationen über ihre räumliche Struktur ermöglichen. | 2014 |
| Interaktive elektronische Logopädie-Trainer sind Standard. | 2014 |
| Funktionstüchtige Robotersysteme für perkutane Interventionen (z.B. Biopsieroboter) sind entwickelt und getestet. | 2014 |
| Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) werden für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z.B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z.B. Alzheimer) klinisch eingesetzt. | 2014 |
| Ein routinemäßiger Ganzkörperscan mit funktioneller Bildgebung ist nach Unfällen Standard. | 2014 |
| Protein-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik sind entwickelt und getestet. | 2014 |
| Eine histologische Diagnose von Gewebe in vivo ist mit spektroskopischen, mikroskopischen Laser-Scanning-Methoden möglich. | 2014 |
| Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstel- | 2014 |

| Thesen | Jahr der Verwirkli- chung (50 Prozent- Punkt) |
|--|---|
| lung von Diabetes-Patienten ermöglichen. | |
| Um im akuten Notfall einen Menschen sehr schnell identifizieren zu können, wird ein schneller Gentest durchgeführt und die Daten mit einer Personenprofildatenbank abgeglichen. | 2016 |
| Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80% aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig. | 2016 |
| Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt. | 2017 |
| Vitalparameter (Blutdruck, Blutwerte, Antikörper, Hormone) lassen sich über implantierte Chips auslesen. | 2017 |
| Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren. | 2018 |
| Die Standardisierung und Verarbeitung der enormen Datenmengen, die die Proteomforschung liefert, ist mit Verfahren zur Visualisierung von Ergebnissen, dem automatisierten Abgleich mit anderen genomweiten Datensätzen sowie der Integration mit anderen „-omics“-Ansätzen (Genomics etc.) zu einer Systembiologie erfolgt. | 2018 |
| In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den Patienten hat. | 2018 |
| Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsfähig. | 2019 |
| Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich. | 2019 |
| Komplette künstliche Nieren sind entwickelt. | 2022 |
| Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung. | später |

Die Skala der Einschätzungen im Fragebogen geht bis zum Jahr 2030, so dass bei späteren Einschätzungen kein exakter Wert zu ermitteln ist, sondern in der Tabelle „später“ eingetragen ist. Die Einschätzung „nie“ wurde prozentual herausgerechnet und ist nur bei einer These mit einem sehr hohen Wert erwähnt.

Die spätesten zu erwartenden Realisierungen sind entweder sehr speziell (Proteomics, Retina-Implantate, zum besseren Verständnis siehe Kapitel 4), sehr umstritten wie die „Operationen mittels Mikromaschinen“ bzw. die „Krankenpflege-Roboter“ oder sie stellen technische Herausforderungen dar, wie die zwei Thesen zu künstlichen Organen („Komplette künstliche Nieren sind entwickelt.“ und „Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung.“). Entsprechend können solche Thesen nur dann früher Realität werden, wenn Maßnahmen zu ihrer Förderung ergriffen werden. Dazu finden sich Ansätze in Kapitel 4.

Alle Thesen werden für machbar gehalten, nur eine Minderheit hat bei den auch in den später erläuterten Kategorien „Wünschbarkeit“ und „Wichtigkeit“ umstrittensten Thesen „nie“ realisierbar angekreuzt (siehe dazu das folgende Kapitel). Dies sind fünf Thesen:

1. In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den Patienten hat. (fast 24 Prozent sagen „nie“)
2. Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80 % aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig. (12 Prozent „nie“)
3. Ein implantierbares Speichermedium ist entwickelt, welches alle für Behandlung und Verwaltung notwendigen Daten eines Patienten trägt. (12 Prozent „nie“)
4. Spracherkennung und korrekte Zuordnung der Sprache zu den Sprechenden ist so genau, dass Chirurgen während einer OP allein durch Sprache Geräte sicher navigieren können und dadurch wirksam entlastet werden. (10 Prozent „nie“)
5. Um im akuten Notfall einen Menschen sehr schnell identifizieren zu können, wird ein schneller Gentest durchgeführt und die Daten mit einer Personenprofildatenbank abgeglichen. (knapp 10 Prozent „nie“)

3.2. Fast alle ausgewählten Thesen sind wünschenswert

In dieser Delphi-Untersuchung wurde direkt nach der Wünschbarkeit der Thesen gefragt. Die Frage lautete: Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert? Fast alle der zur Diskussion gestellten Themen wurden für sehr wünschenswert (meistens mehr als 90 Prozent) gehalten. Es gibt sogar Thesen mit 100 Prozent Zustimmung, diese sind:

- Komplette künstliche Nieren sind entwickelt.
- Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, Üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.).
- Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren.
- Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich.

Nur vier Thesen sind bezüglich ihrer Wünschbarkeit umstritten, d.h. bei ihnen liegt der Wert für „wünschenswert: ja“ wesentlich niedriger als im Durchschnitt, aber immer noch recht hoch:

- Ein implantierbares Speichermedium ist entwickelt, welches alle für Behandlung und Verwaltung notwendigen Daten eines Patienten trägt. (64 Prozent sagen „nein“)
- In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den

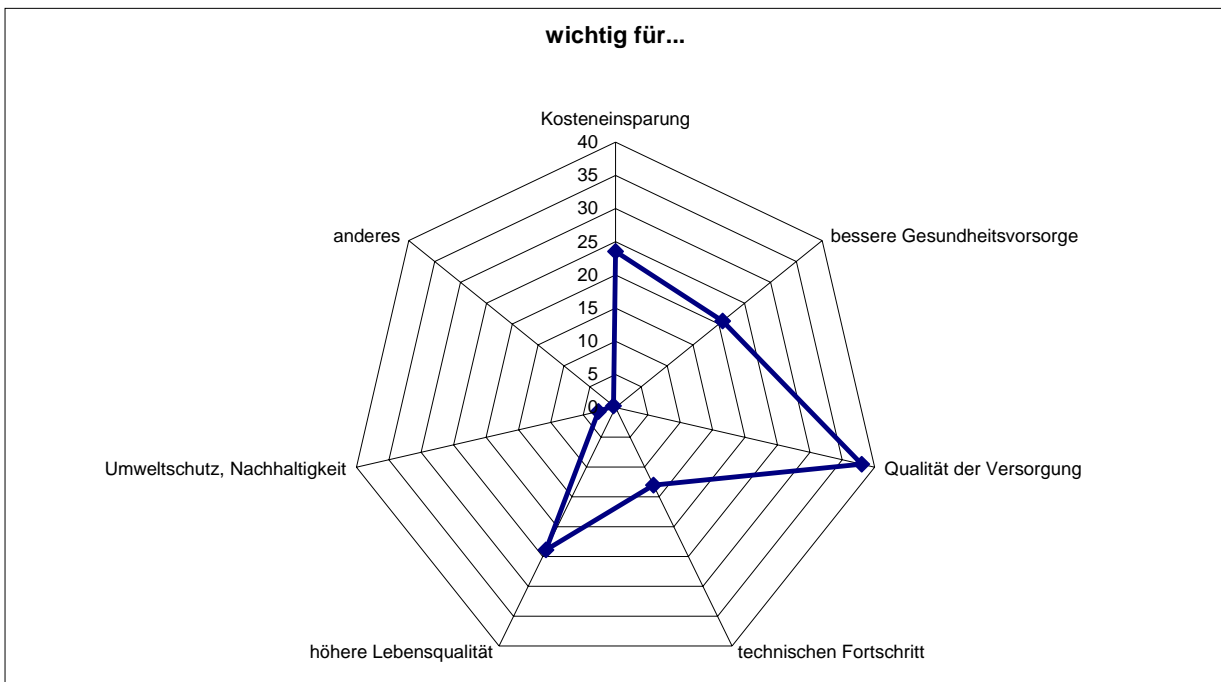
Patienten hat. (54 Prozent sagen „nein“)

- Um im akuten Notfall einen Menschen sehr schnell identifizieren zu können, wird ein schneller Gentest durchgeführt und die Daten mit einer Personenprofildatenbank abgeglichen. (20 Prozent „nein“)
- Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt. (14 Prozent sagen „nein“, 14 Prozent „weiß nicht“)

Zwei dieser nicht unbedingt wünschenswerten Thesen weisen gleichzeitig den höchsten Wert für „nie realisierbar“ auf. Vielleicht werden sie tatsächlich nicht oder nur verzögert realisiert, weil sie in dieser Form nicht zu den wünschbaren Entwicklungen gehören. Besonders sind dies die seit Jahren umstrittenen „Roboter in der Krankenpflege“ (siehe beispielsweise auch BMFT, 1993 oder Cuhls/ Blind/ Grupp, 1998). Kommentare der Befragten weisen darauf hin dass sie angesichts des „Pflegenotstands“ und des demografischen Wandels, durch den sich die Probleme in der Pflege möglicherweise noch verschärfen werden, eine unvermeidliche Notwendigkeit werden. Erste Prototypen derartiger Roboter existieren (z.B. der Care-O-Bot des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung, IPA, 2006). Lösungen zur Vermeidung roboterisierter Pflege müssen daher auf anderen Ebenen als der rein technischen gesucht werden (Attraktivität von Pflegeberufen, Bezahlung etc.). Die Technik selbst wird sicherlich auch – oder sogar zuerst – in anderen Service-Bereichen Anwendung finden.

3.3. Qualität der Gesundheitsversorgung und höhere Lebensqualität wichtig

Bei der nächsten Frage ging es um die Wichtigkeit der These, allerdings nicht allgemein, sondern für Kosteneinsparungen, den technischen Fortschritt, eine bessere Gesundheitsvorsorge, die Qualität der Versorgung, eine bessere Lebensqualität, Umweltschutz und Nachhaltigkeit oder anderes. Die Einschätzungen der Delphi-Experten zeigen, dass die Wichtigkeit der im Durchschnitt am häufigsten genannten Thesen in einer besseren Qualität der Gesundheitsversorgung und einer höheren Lebensqualität der Menschen liegt. Beides wurde aber nur von etwa der Hälfte der Antwortenden angekreuzt. Die Werte liegen also nicht sehr hoch, was suggeriert, dass im Durchschnitt die Thesen nicht sehr wichtig zu sein scheinen. Da Mehrfachkreuze möglich waren, verteilen sich die Nennungen aber sehr stark. So wurden auch Kosteneinsparungen, eine bessere Gesundheitsvorsorge und technischer Fortschritt angekreuzt, allerdings bei den einzelnen Thesen sehr unterschiedlich, so dass der Durchschnitt in Abbildung 7 nicht sehr aussagekräftig ist. Da bei einer These Kosteneinsparungen bei einer anderen die anderen Kategorien häufiger angekreuzt wurden, verteilen sich die Kreuze bei der prozentualen Auswertung. Genauere Aussagen stehen im Kapitel 4.

Abbildung 7: Wofür sind die Themen wichtig?

Hinweis: Gezählt wurden alle Nennungen/ Kreuze und durch die Anzahl der Thesen geteilt, um einen Durchschnittswert zu erhalten. Mehrfachnennungen waren möglich.

Für den technischen Fortschritt selbst sowie für Umweltschutz und Nachhaltigkeit spielen die Thesen kaum eine Rolle. Letzteres ist nicht verwunderlich, handelt es sich doch um anwendungsbezogene Gesundheitsthemen. Die einzige These, die für Umweltschutz und Nachhaltigkeit eine besonders wichtige Rolle spielt, lautet „Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80 Prozent aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig“.

Es zeigt sich jedoch auch, dass die Entwicklung neuer Informationstechnologie im Gesundheitsbereich für den technischen Fortschritt als solchen keine treibende Rolle einnimmt, trotzdem aber natürlich für Anwendungen wichtig sein wird. Das einzige Thema, das von mehr als 80 Prozent der Experten und Expertinnen als wichtig für den technischen Fortschritt genannt wird, ist „die Standardisierung und Verarbeitung der enormen Datenmengen, die die Proteomforschung liefert, ist mit Verfahren zur Visualisierung von Ergebnissen, dem automatisierten Abgleich mit anderen genomweiten Datensätzen sowie der Integration mit anderen „-omics“-Ansätzen (Genomics etc.) zu einer Systembiologie erfolgt“. Gehen von der informationstechnischen Forschung im Bereich Gesundheit tatsächlich nur wenige Impulse für den technischen Fortschritt aus?

Besonders wichtig für eine bessere Qualität der Versorgung sind die folgenden einzelnen Thesen, die jeweils von mehr als 90 Prozent der Teilnehmenden für wichtig gehalten wurden.

- Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich.
- Ein EDV-System existiert, mit dem niedergelassene Ärzte von Endgeräten ihrer

Wahl bei Hausbesuchen sofort auf alle vorliegenden Daten des Patienten (kryptografisch verschlüsselt) zugreifen können.

- Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.
- Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-) Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard.
- Eine histologische Diagnose von Gewebe in vivo ist mit spektroskopischen, mikroskopischen Laser-Scanning-Methoden möglich.
- Expertensysteme und Datenbanken werden in Pilotversuchen erprobt, die für einzelne Patienten die individuell erforderliche Medikamenten-Kombination auf unerwünschte Medikamenten-Interaktionen überprüft und Vorschläge für eine Arzneimitteltherapie mit verringerten Wechsel- und Nebenwirkungen macht.
- Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgestattete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich.
- Die regionale Mikrowellen-Hyperthermie kann mit einer Computersimulation der Biowärmeleitung optimal geplant werden.
- Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.).
- Expertensysteme werden routinemäßig eingesetzt, die dem medizinischen Personal bei Diagnose und Therapie konkrete Entscheidungsvorschläge machen.
- Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) werden für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z.B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z.B. Alzheimer) klinisch eingesetzt.
- Protein-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik sind entwickelt und getestet.
- Ein routinemäßiger Ganzkörper-Scan mit funktioneller Bildgebung ist nach Unfällen Standard.

Und für die bessere Gesundheitsvorsorge sind die folgenden zwei Themen die wichtigsten. Sie wurden von mehr als 80 Prozent der Delphi-Experten genannt:

- Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt.
- Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt.

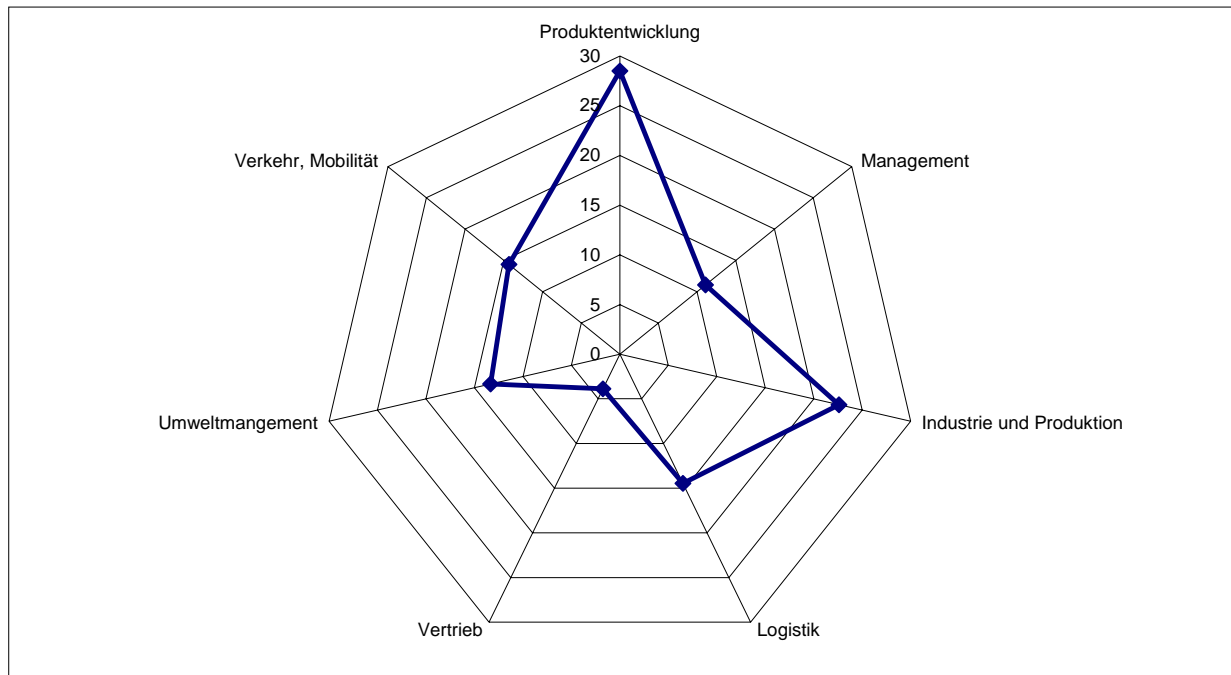
Sechs der Thesen wurden als besonders wichtig im Hinblick auf Kosteneinsparungen genannt; hier dominieren mit Nennung von mehr als 85 Prozent der Teilnehmer Systeme mit Software-Lösungen für die Datenverarbeitung (die ersten drei Themen). Die anderen drei Themen wurden von mehr als 80 Prozent der Teilnehmerinnen und Teilnehmer genannt.

- Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.
- Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus erfolgen routinemäßig durch Spracheingabe.
- Ein EDV-System existiert, mit dem niedergelassene Ärzte von Endgeräten ihrer Wahl bei Hausbesuchen sofort auf alle vorliegenden Daten des Patienten (kryptografisch verschlüsselt) zugreifen können.
- Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, Üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.).
- Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt.
- Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80 Prozent aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig.

3.4. Anwendbarkeit in anderen Bereichen

Die genannten Themen aus der Informationstechnologie sind nicht nur im Gesundheitswesen anwendbar, sondern viele der Techniken können auf andere Anwendungsbereiche übertragen werden. Zur Auswahl der vorgegebenen Bereiche standen Produktentwicklung, Management, Industrie und Produktion, Logistik, Vertrieb, Umweltmanagement, Verkehr und Mobilität sowie „Anderes“ (siehe Abbildung 8). Erstaunlich ist, dass zu jeder These tatsächlich andere Bereiche genannt wurden, grundsätzlich also jeder der zur Diskussion gestellten Technologieansätze auf einen anderen Bereich übertragbar ist. Damit ist das Ziel erreicht worden, informationstechnische Thesen auszuwählen, die nicht nur im Gesundheitsbereich eine Rolle spielen werden, sondern jede der Entwicklungen für sich wird auch für einen anderen „Markt“ interessant sein.

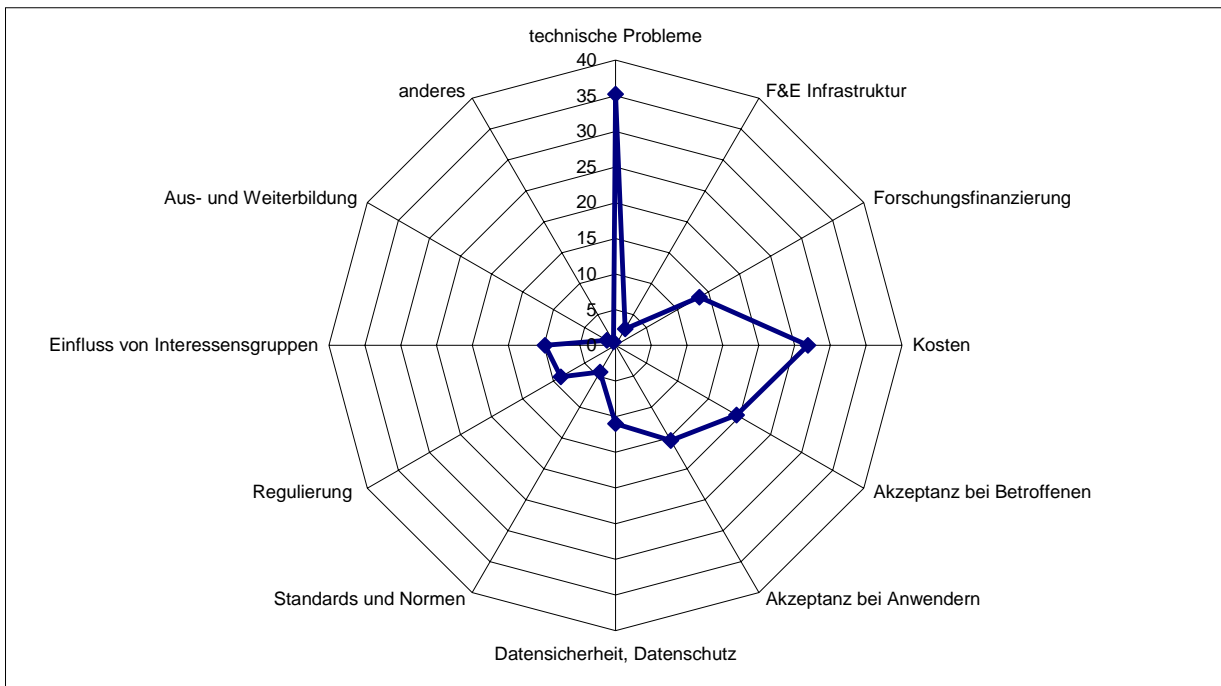
Besonders häufig wurde als andere Anwendung die Produktentwicklung genannt. Auch wenn der Durchschnitt der Einschätzungen durch die Delphi-Expertinnen und -Experten bei maximal 28 Nennungen liegt, ist dieser Wert als hoch anzusehen, denn es war nicht erwartet worden, dass die genannten Technologieansätze tatsächlich so quer liegen. Keine der Techniken aus den Thesen ist in „keinem“ der genannten Bereiche anwendbar. „Andere“ als die anzukreuzenden Bereiche konnten formuliert werden, wurden aber auch nur selten (im Durchschnitt nur 1 Kreuz) genannt und sind deshalb in der Abbildung 8 nicht aufgeführt.

Abbildung 8: Anwendung der Technik aus den Thesen in anderen Bereichen

Hinweis: Gezählt wurden alle Nennungen/ Kreuze und durch die Anzahl der Thesen geteilt, um einen Durchschnittswert zu erhalten. Mehrfachnennungen waren möglich.

3.5. Technische Probleme bei der Realisierung sind Haupthindernis

Obwohl die Teilnehmer der Delphi-Befragung die technischen Probleme als größtes Hindernis einschätzen (siehe Abbildung 9, Basis ist die Anzahl der Nennungen), sagen sie trotzdem, die Probleme seien lösbar. Genau aus diesem Grund sind die Themen in die Delphi-Studie aufgenommen worden: Sie sollen eine technische Herausforderung darstellen, aber realistisch erscheinen. Die ausgewählten Themen scheinen also die „richtigen“ zu sein, zumal sie bei den Wichtigkeitsbewertungen (s.o.) ebenfalls relativ hohe Einschätzungen erhalten.

Abbildung 9: Hemmnisse bei der Realisierung

Hinweis: Gezählt wurden alle Nennungen/ Kreuze und durch die Anzahl der Thesen geteilt, um einen Durchschnittswert zu erhalten. Mehrfachnennungen waren möglich.

Von den 86 Teilnehmerinnen und Teilnehmern der zweiten Runde haben im Durchschnitt 35 „technische Hemmnisse“ angekreuzt. Die meisten Kreuze wurden bei den zehn in Tabelle 2 aufgeführten Thesen gemacht. Jeweils mehr als 90 Prozent der Befragten setzten hier ein Kreuz.

Die Auswertung der „Hemmnisse bei der Realisierung“ zeigt, dass neben den technischen Problemen die Realisierung einzelner Thesen auch an den hohen Kosten scheitern könnte. Insgesamt wurden Kosten zwar nicht häufig, aber doch an zweiter Stelle bei den Realisierungsproblemen genannt – und das, obwohl gleichzeitig Kosteneinsparungen ein wichtiger Grund für die Realisierung der Thesen sein dürfte (siehe Kapitel 3.3). Dieser Widerspruch ist im Einzelfall selten zu finden (siehe Kapitel 4) und betrifft dann in der Regel Themen, die mit hohen Investitionskosten verbunden sind und erst auf lange Sicht zu Einsparungen führen können

Tabelle 2: Top 10 Thesen mit den größten technischen Problemen

| Thesen | Nennungen in Prozent |
|---|-------------------------|
| Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif. | 100 |
| Komplette künstliche Nieren sind entwickelt. | 95,5 |
| Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich. | 94,6 |
| Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich. | 94,5 |
| Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen. | 93,8 |
| Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung. | 93,2 |
| Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren. | 92,6 |
| Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt. | 91,8 |
| Spracherkennung und korrekte Zuordnung der Sprache zu den Sprechenden ist so genau, dass Chirurgen während einer OP allein durch Sprache Geräte sicher navigieren können und dadurch wirksam entlastet werden. | 91,4 |
| Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt. | 90,7 |

Im Detail haben bei den folgenden Thesen jeweils mehr als 80 Prozent der Teilnehmer die Kosten als Hemmnis angekreuzt:

- Ein routinemäßiger Ganzkörperscan mit funktioneller Bildgebung ist nach Unfällen Standard.
- Ambient Intelligence im Haus ermöglicht Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, thinking carpet, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale.
- Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-) Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard.
- Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.
- Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) werden für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z.B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z.B. Alzheimer) klinisch eingesetzt.

Als Hemmnisse werden ebenfalls – wenn auch wesentlich seltener – die Forschungsfinanzierung, sowie Akzeptanz bei Betroffenen und Anwendern genannt. Bei einzelnen Fragen spielt der Datenschutz eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Interessant ist aber auch, dass die Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur, Standards und Normen, Aus- und Weiterbildung sowie andere Hemmnisse für die Experten nicht ausschlaggebend sind. Für Details sind die Einzelauswertungen der Thesen im Kapitel 4 aufschlussreich.

4. Auswertung der einzelnen Thesen

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse zu den einzelnen Thesen (1 bis 36) dargestellt. Die Darstellung folgt den Fragen im Fragebogen. Die erste These wurde von den meisten Teilnehmenden, die letzte These von den wenigsten Teilnehmerinnen und Teilnehmern beurteilt. Dies zeigt neben der sehr unterschiedlichen Fachkenntnis der Delphi-Experten und Expertinnen, dem unterschiedlichen „Schwierigkeitsgrad“ der Thesen auch die typischen Ermüdungserscheinungen bei der Beantwortung des Fragebogens. Hinweise zu unterschiedlichen Antworten von Männern und Frauen können nur bedingt gegeben werden. Da nur 7 Prozent der Teilnehmenden weiblich sind, ist in den meisten Fällen die Fallzahl zu gering, um belastbare Aussagen zu machen. Unterschiede dürften in diesen Fällen eher den individuellen Einstellungen zuzuschreiben sein.

Unterschiede hinsichtlich der Fachkenntnis werden nur in den Fällen genannt, in denen Auffälligkeiten beobachtet werden können und in denen die Anzahl der Antwortenden in den einzelnen Teilkategorien belastbar genug sind. Das heißt, wenn nur zwei oder drei sehr fachkundige Personen geantwortet haben, dürften die Ergebnisse eher individuell zu interpretieren sein. Rückschlüsse auf die Fachkenntnisse wären in solchen Fällen spekulativ.

Systematische Unterschiede in den Antworten der einzelnen Alterskohorten sind nicht festzustellen. Somit scheint auch das Alter der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer keinen direkten Einfluss auf die inhaltlichen Antworten zu haben. Abweichungen bei den einzelnen Thesen werden daher nur genannt, wenn anzunehmen ist, dass kein statistisches Artefakt vorliegt, der Unterschied also nur an der geringen Anzahl z.B. der jüngeren Personen am Sample liegt.

These 1: Elektroden im Gehirn detektieren den Beginn eines epileptischen Anfalls und verhindern ihn durch ein spezifisches elektrisches Stimulationsmuster.

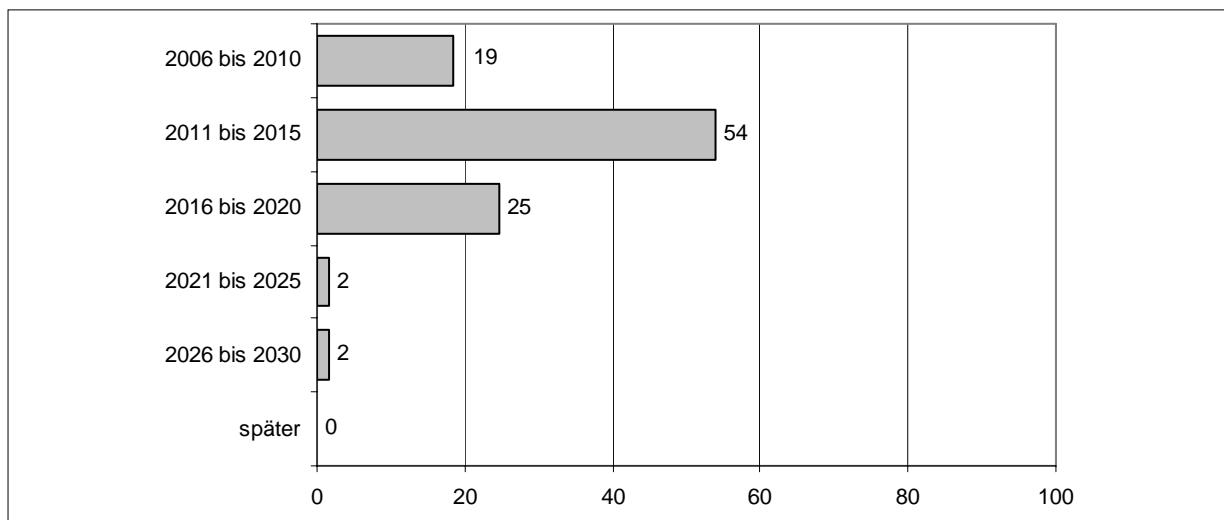
Technische Basis dieser These ist eine spezielle Sensorik sowie eine elektronische Stimulationssteuerung. Dazu müssen die Schnittstellen im Gehirn nicht nur genau definiert werden (Hirnforschung), sondern auch so gestaltet sein, dass die für epileptische Anfälle relevanten Bereiche des Gehirns erreicht werden können. Die Stimulation anderer Bereiche muss dabei ausgeschlossen werden können, um Nebenwirkungen zu vermeiden, die in diesem Fall sehr gefährlich sein können. Kommentare weisen auf die Manipulationsmöglichkeit des Gehirns durch derartige Elektroden hin und darauf, dass es seit 1996 bereits ein Verfahren gibt, dieses Projekt aber aus diversen Gründen noch nicht zur Anwendungsreife weiter verfolgt werden konnte.

Diese These wurde von 70 Teilnehmenden beurteilt. Von diesen haben 10 Prozent ihre Fachkenntnis als hoch eingeschätzt, 44,3 Prozent als mittel, die anderen als gering. Zur Einordnung: Andere Delphi-Thesen wurden von mehr besonders fachkundigen Personen beurteilt.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Verwirklichung der These wird um das Jahr 2013 herum erwartet (Median). Dabei sind sich die Experten relativ einig. Das untere Quartil der Antworten (Q1) liegt bei 2011, das obere Quartil (Q2) bei 2016, also eine relativ geringe Streuung der Antworten (Abbildung 10). „Nie“ hat niemand ausgewählt. Elektroden im Gehirn sind also durchaus eine Entwicklung, die erwartet wird.

Abbildung 10: Realisierungszeit These 1, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

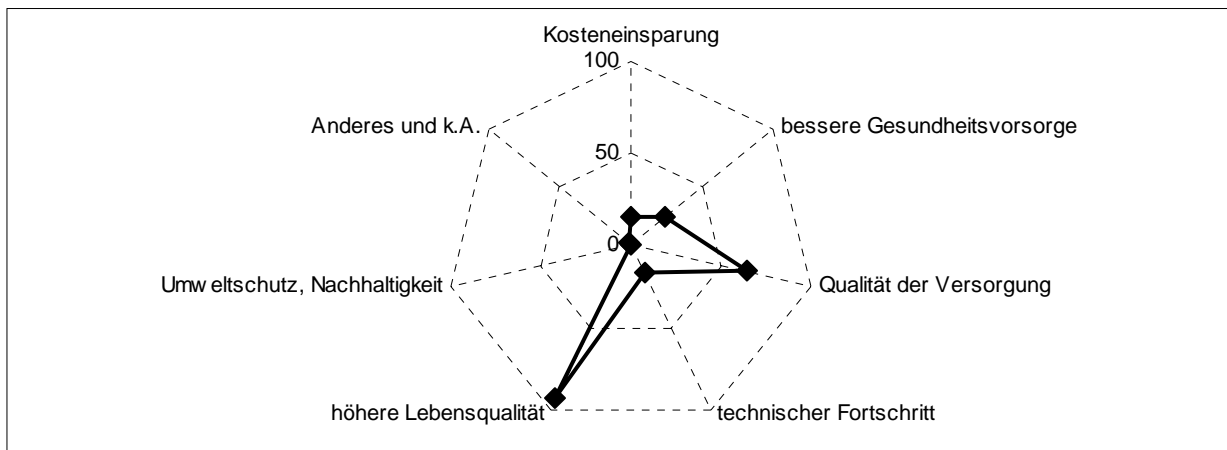


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

98 Prozent der Delphi-Experten finden das Thema wünschenswert, nur jeweils ein Prozent sagen „nein“ oder „weiß nicht.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 11:Wichtigkeit der These 1 (in Prozent)

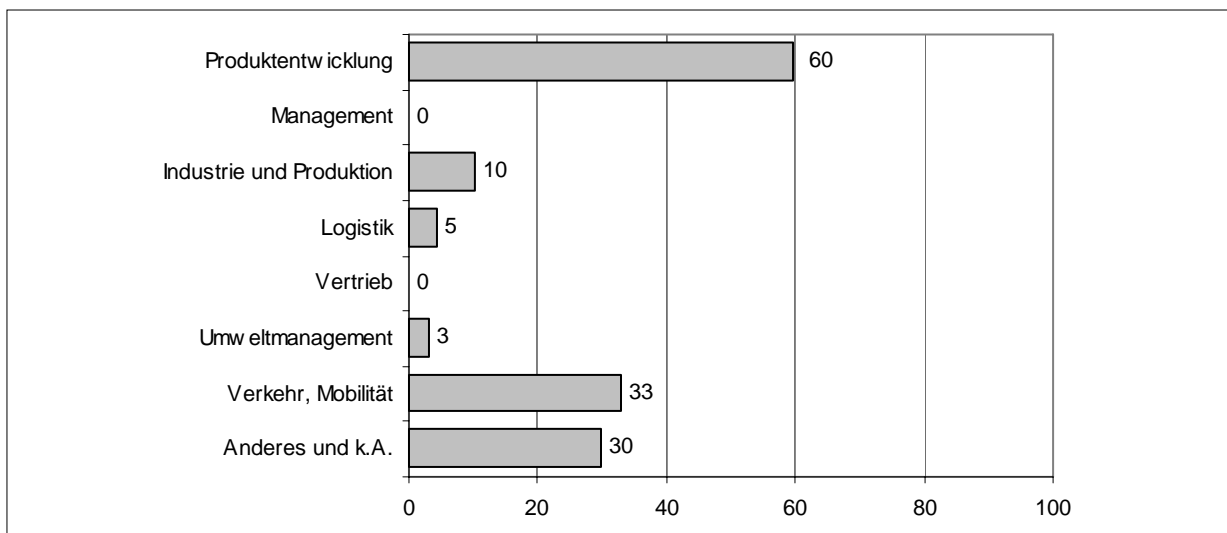


Dieses Thema ist besonders wichtig für eine höhere Lebensqualität, aber auch eine bessere Qualität der Versorgung wird genannt (Abbildung 11).

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

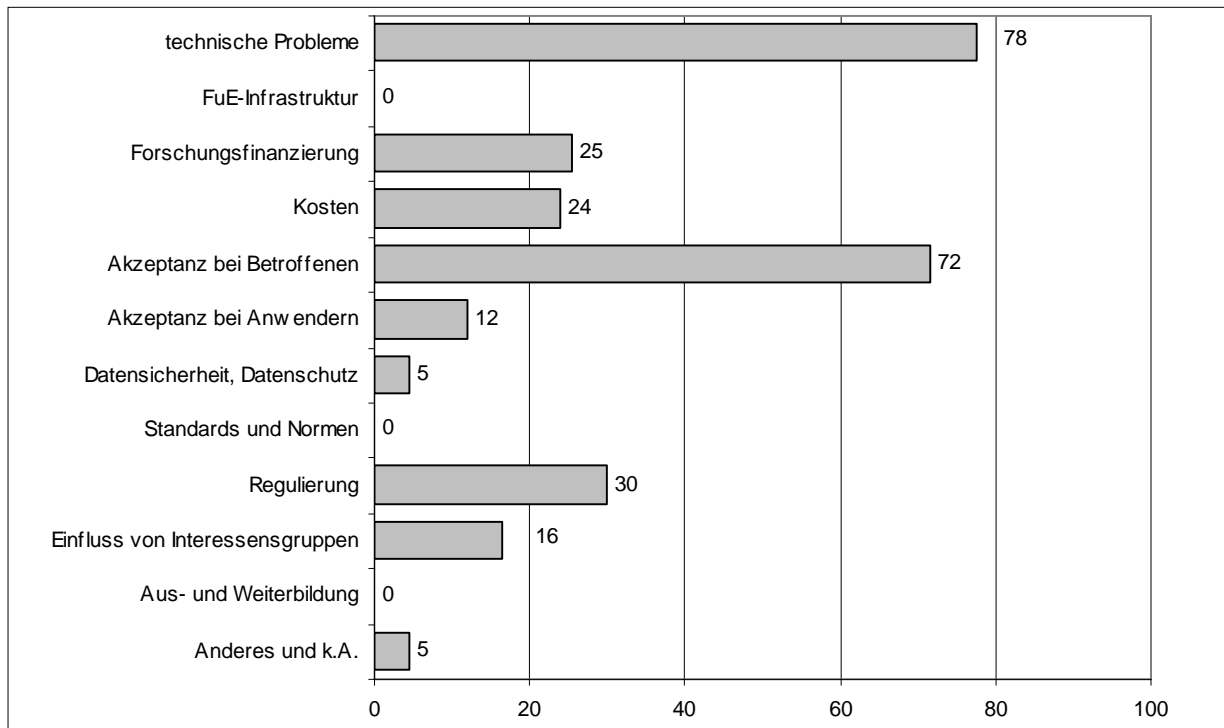
Neben dem Gesundheitswesen könnte die Technik auch in der Produktentwicklung sowie Verkehr und Mobilität einsetzbar sein (Abbildung 12). Kommentare weisen auf weitere Einsatzmöglichkeiten im Militär, in Facharztpraxen und in der Hirnforschung hin. Ebenso wird eine Warnung vor Missbrauchsmöglichkeiten, z.B. zur Fernsteuerung menschlichen Verhaltens, angebracht.

Abbildung 12:These 1 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 13: Hemmnisse bei der Realisierung von These 1 (in Prozent)



Hemmnisse bei der Verwirklichung sind insbesondere technische Probleme und die Akzeptanz bei den Betroffenen (Abbildung 13). Eingriffe ins Gehirn bedeuten für viele der potenziellen Betroffenen eine Überwindung, bieten sich doch nicht nur die Möglichkeiten, das Gehirn positiv zu manipulieren, sondern die Gefahr einer (unabsichtlichen oder absichtlichen) Beeinflussung des Verhaltens der betroffenen Person. Selbst „Nebenwirkungen“ auf andere Hirnareale lassen sich nicht ausschließen. Und wer möchte sich schon der Gefahr aussetzen, ferngesteuert zu werden? Im Krankheitsfall dagegen kann sich die Technik als segensreich erweisen und wird sicherlich in schweren Fällen von Epilepsie nicht an der Akzeptanz scheitern, sonst würde der Zeitraum der Realisierung anders eingeschätzt werden. Stimulatoren für Parkinson-Kranke weisen bereits heute gute technische Fortschritte auf und werden im Krankheitsfall auch als „kleinere Übel“ akzeptiert.

Die Experten mit hoher Fachkompetenz nennen häufig noch die mangelnde Forschungsfinanzierung (67 Prozent) und die Kosten (ebenfalls 67 Prozent), was stark über dem Durchschnitt liegt (24 bzw. 25 Prozent), als Hemmnis. Andere nennenswerte Unterschiede in der Einschätzung können allerdings nicht konstatiert werden.

Ausblick

Diese These ist sehr umstritten, weil sie neben technischen Herausforderungen mit der recht geringen Akzeptanz der Betroffenen konfrontiert ist. Trotzdem halten fast alle Expertinnen und Experten eine Realisierung für wünschenswert und in der Regel auch in den nächsten zehn Jahren für machbar. Die weitere Entwicklung ist sehr interdisziplinär angelegt: Ohne neue Erkenntnisse aus der Hirnforschung kann die Informationstechnologie und auch die Elektrotechnik die Entwicklung nicht vorantreiben. Grundsätzlich können solche Techniken auch in anderen Bereichen einsetzbar sein. Epileptische Anfälle aber sind sehr speziell. Es gibt allerdings auch Hinweise auf potenziellen missbräuchlichen Einsatz (Manipulation der Persönlichkeit, Militär). Der wird eher durch die grundlegenden Erkenntnisse mit Hilfe von Simulationen in anderen Bereichen entstehen.

These 2: Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80 % aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig.

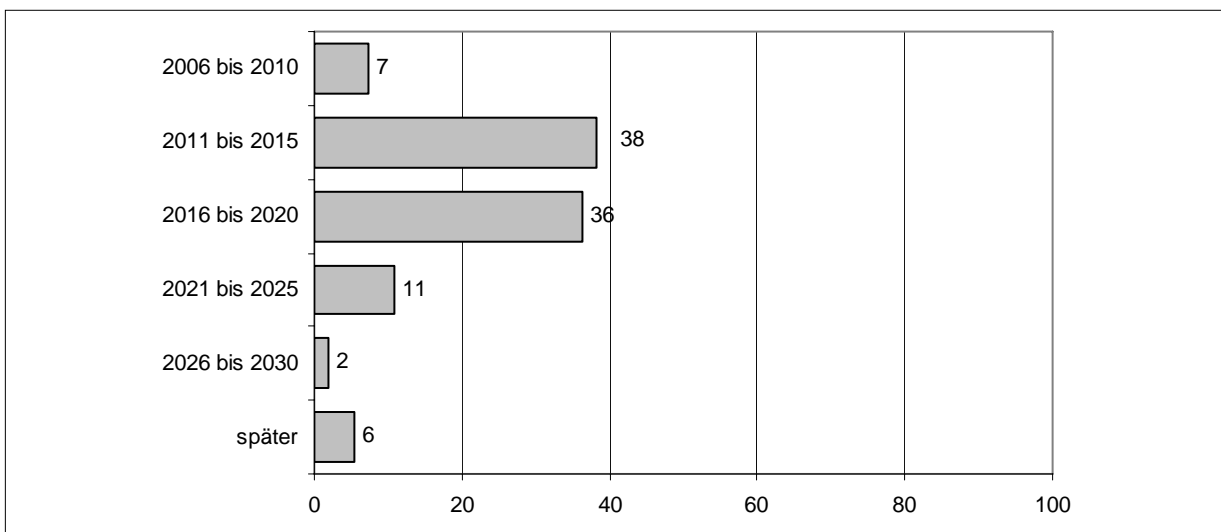
Es gibt bereits viele Ansätze, die Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung unnötig machen, teilweise aufgrund gesetzlicher Vorgaben (Omoe, 2006). Aber 80 Prozent aller Tierversuche überflüssig zu machen, ist ein sehr hoher Anspruch. Um möglichst viele Tierversuche zu vermeiden, läuft gerade weitere Förderung an (BNN, 2006). Kommentare weisen daher auch auf beide Seiten der Medaille hin: Einerseits ist das Thema für den Tierschutz sehr wichtig, andererseits ist aber der Abgleich von Versuchsergebnissen mit der Realität in jedem Fall schwierig. Ein Experte weist darauf hin, dass „die Komplexität von Lebewesen so hoch ist, dass sogar Tierversuche immer wieder zu fehlerhaften Übertragungen von Ergebnissen auf den Menschen führen.“ Die Argumentation vieler grundsätzlicher Tierversuchs-Gegner, die Ergebnisse von Tierversuchen seien sowieso nur selten auf Menschen übertragbar, wird von neueren Studien (Roberts, 2006, siehe auch Gericke et al., 2005 oder www.aerzte-gegen-tierversuche.de) gestützt, ist aber umstritten. Umso wichtiger wäre daher eine technische Alternative.

Diese These wurde von 66 Personen beurteilt, von denen 9,2 sich selbst hohe Fachkenntnis zuschreiben. Exakt die Hälfte attestiert sich selbst mittlere Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Verwirklichung der These, d.h. dass 80 Prozent aller Tierversuche durch informationstechnische Ansätze überflüssig werden, wird erst sehr spät für möglich gehalten. Der Median (50 Prozent-Punkt der Antworten) liegt bei 2016, mit einer hohen Streubreite in Richtung spätere Verwirklichung (Q1: 2013, Q2: 2020). Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Antworten. 12,1 Prozent der Antwortenden sagen sogar „nie.“

Abbildung 14: Realisierungszeit These 2, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



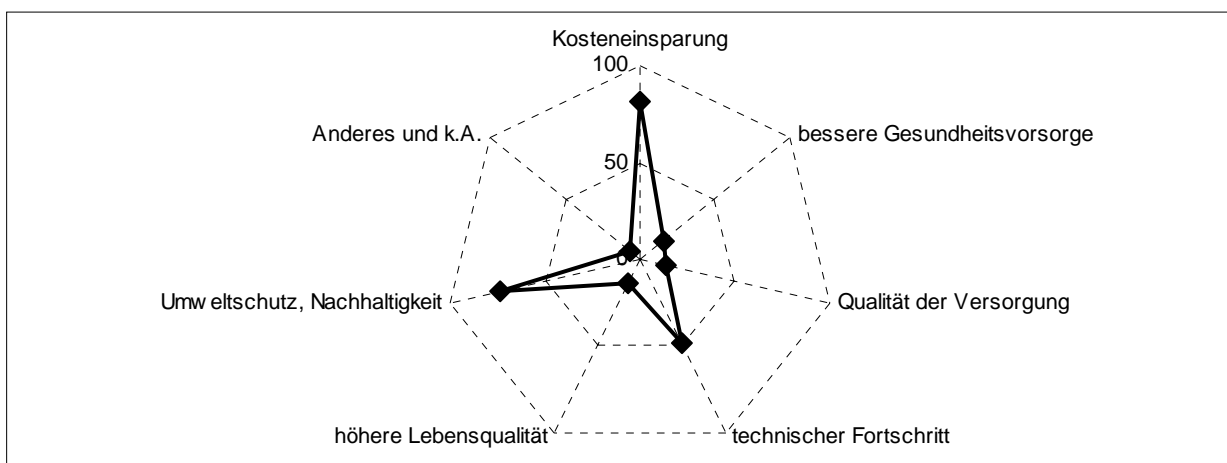
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

97 Prozent der Antwortenden signalisieren, dass es sich um ein wünschenswertes Thema handelt, nur 3 Prozent sagen, es sei nicht wünschenswert. Bei den Experten mit hoher Fachkenntnis (Selbsteinschätzung) halten aber nur 83 Prozent der Teilnehmenden das Thema für wünschenswert.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

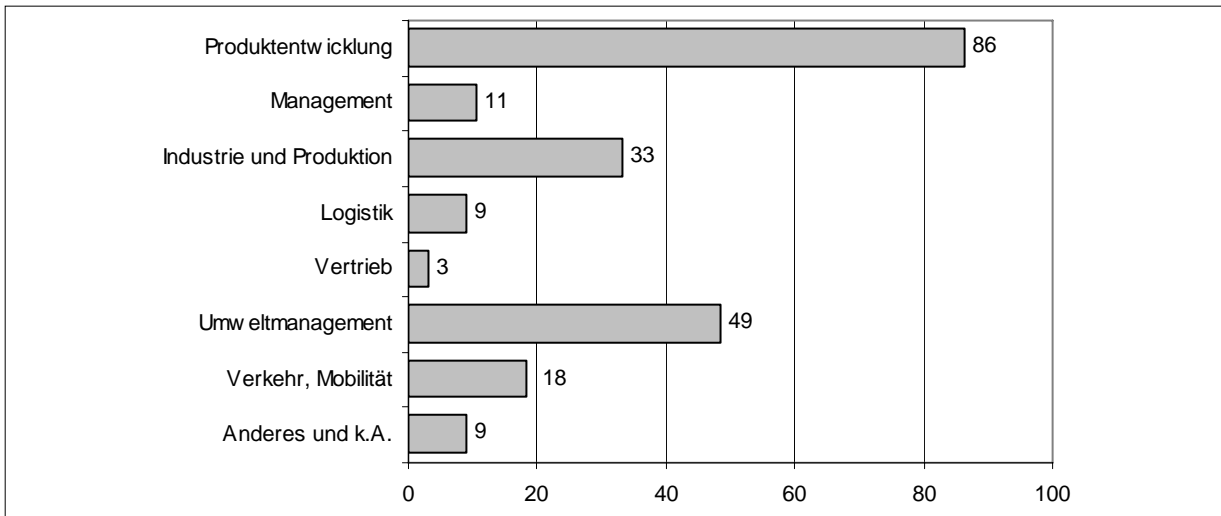
Wichtig ist diese Entwicklung für Kosteneinsparungen (Abbildung 15), denn Tierversuche sind sehr kostenintensiv. Diese These ist zudem die einzige in der ganzen Delphi-Befragung, die für Umweltschutz und Nachhaltigkeit als besonders wichtig eingeschätzt wird. In gewissem Maße kann das Thema sogar zum technischen Fortschritt beitragen – so die Experten und Expertinnen. Interessant ist hier, dass die Personen mit sehr großer Fachkompetenz das Thema in seiner Wichtigkeit für Kosteneinsparungen eher relativieren: nur 67 Prozent statt des Durchschnitts von 82 Prozent halten es in diesem Punkt für wichtig. Und auch bei der Wichtigkeit für Umweltschutz und Nachhaltigkeit relativieren die Sachkenner das Ergebnis (nur 50 Prozent Nennungen anstatt 74 Prozent). Möglicherweise ist dies der geringen Frauenbeteiligung wegen ein „Statistisches Artefakt“, aber die beteiligten Frauen halten das Thema grundsätzlich für wichtiger als die Männer (insbesondere für die Qualität der Versorgung), die Ausnahme sind hier nur die Kosteneinsparungen, die von den Männern für wichtiger gehalten werden.

Abbildung 15: Wichtigkeit der These 2 (in Prozent)

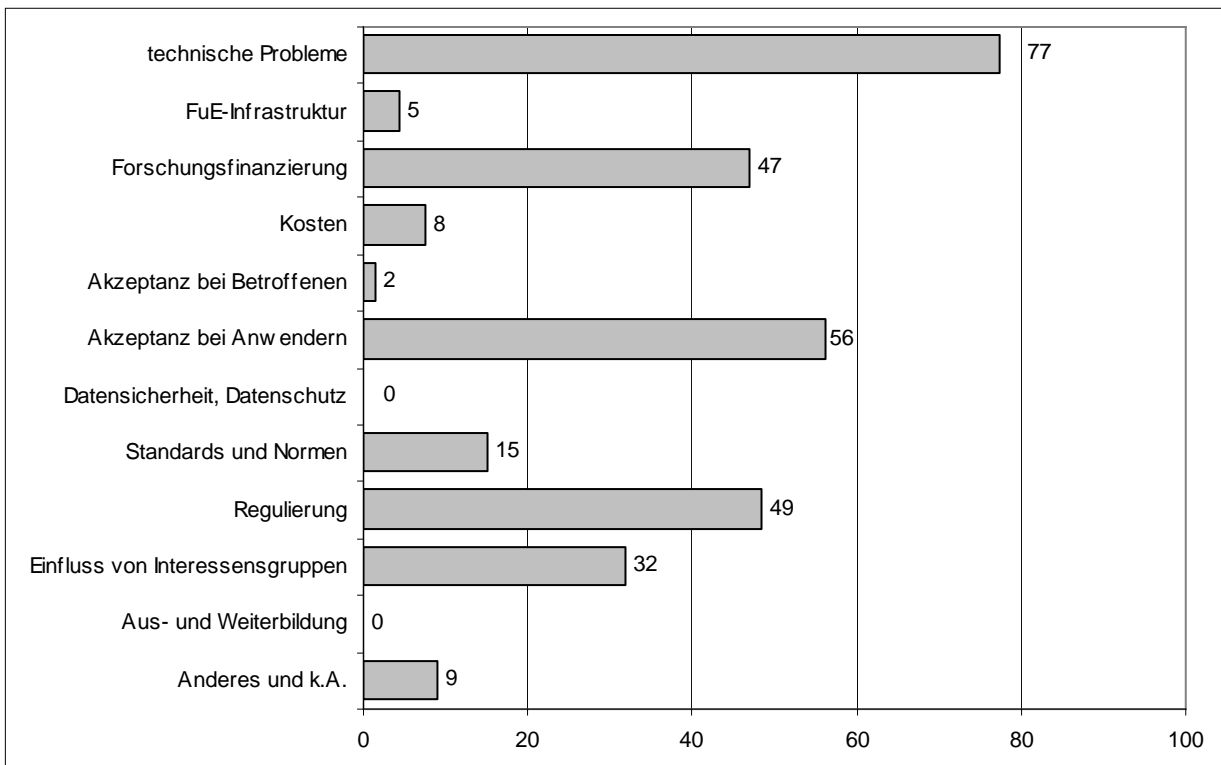


In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Die Techniken zur Simulation und Modellbildung können in der Produktentwicklung, dem Umweltmanagement sowie der Industrie und Produktion ebenfalls Einsatz finden (Abbildung 16). Hier sind sich alle einig, wobei die Personen mit hoher Fachkompetenz ebenfalls noch ein größeres Potenzial in der Logistik sehen.

Abbildung 16:These 2 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 17:Hemmnisse bei der Realisierung von These 2 (in Prozent)

Die Hemmnisse bei der Realisierung liegen eindeutig im technischen Bereich (Abbildung 17). An zweiter Stelle werden die Akzeptanz bei Anwendern (gemeint sind hier Ärzte, Pharma-Industrie, Forscher und Entwickler etc.), Regulierung sowie die Forschungsfinanzierung genannt. An dritter Stelle scheint der Einfluss von Interessensgruppen eine Rolle zu spielen. Die unterschiedlichen Teilnehmergruppen sind sich in ihrer Einschätzung relativ einig.

Ausblick

Tierversuche überflüssig zu machen, ist nicht nur eine technische Herausforderung, sondern kann auch an der Akzeptanz der Anwender scheitern. 80 Prozent aller Tierversuche überflüssig zu machen, ist ein hoch gestecktes Ziel, das vielen der Teilnehmerinnen und Teilnehmern erst sehr spät (um 2018, mit großer Unsicherheit) möglich erscheint, obwohl es für sehr wünschenswert gehalten wird. Gleichzeitig ist den Experten und -Expertinnen sehr bewusst, dass es schon schwierig ist, Ergebnisse von Tierversuchen auf Menschen zu übertragen. Noch schwieriger wird es, durch informationstechnische Ansätze genaue Daten für derartige Simulationen und Modelle zusammenzustellen und Wirkungszusammenhänge zu definieren.

These 3: Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, Üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.).

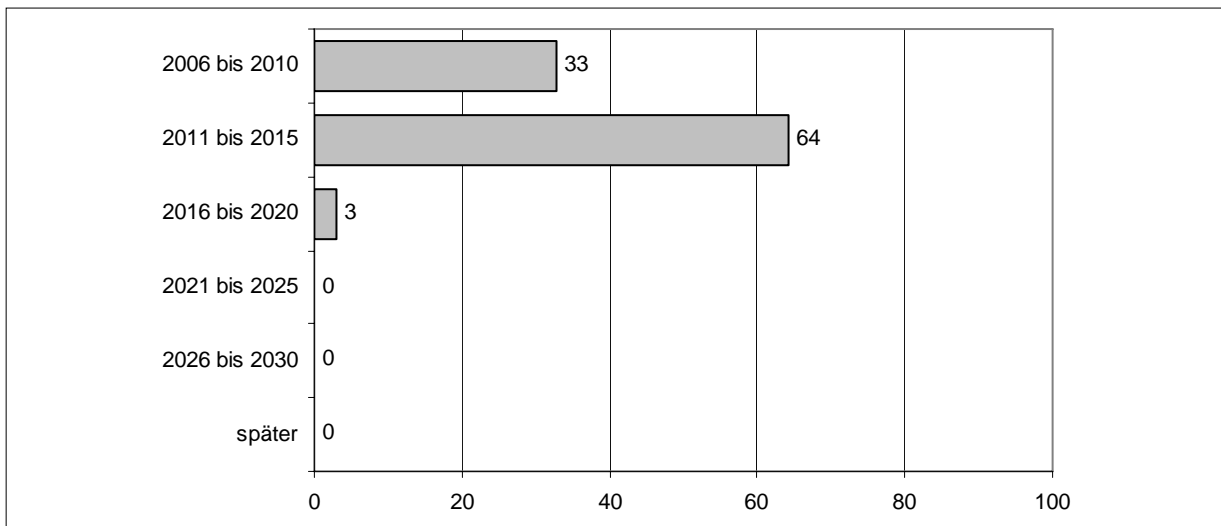
Gute Ausbildung von medizinischem Fachpersonal ist essenziell. Dabei wird der Einsatz virtueller Realität eine immer größere Rolle einnehmen. So wie heute Flugsimulationen Standard sind, werden in Zukunft auch Operationssimulationen mit zum Standard in der medizinischen Ausbildung gehören – sagen die Experten – und sind sich in ihren Einschätzungen auch sehr einig. Ein Kommentar weist allerdings darauf hin, dass „Simulationen nicht die Realität ersetzen können, aber sie erlauben intensivere Schulungen (siehe Pilotenausbildung)“ in den unterschiedlichen ärztlichen Einsatzgebieten wie Chirurgie, minimal-invasive Interventionen oder sogar bei Patientengesprächen.

Diese These zur virtuellen Realität in der Ausbildung wurde von 67 Teilnehmenden beurteilt, davon gaben sogar 23,1 Prozent der Personen hohe und weitere 56,9 Prozent mittlere Fachkenntnisse an. Die Antworten sind also sehr fundiert.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Das Thema wird um das Jahr 2012 herum für realisierbar gehalten (unteres Quartil: 2009, oberes Quartil 2014). Die Meinungen gehen also kaum auseinander, wie auch Abbildung 18 zeigt.

Abbildung 18: Realisierungszeit These 3, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



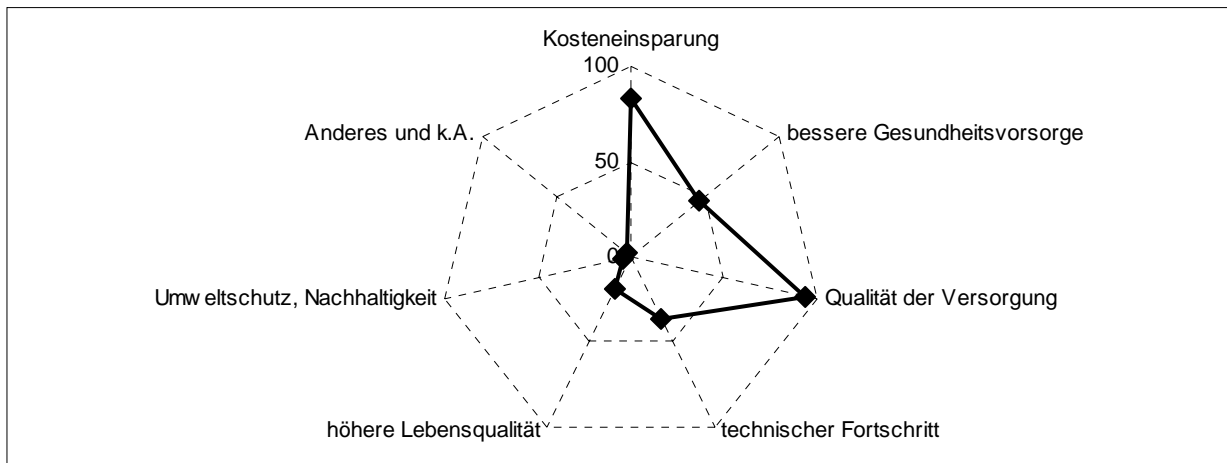
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Bei diesem Thema wird die Realisierung von allen Antwortenden (100 Prozent) für wünschenswert gehalten.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

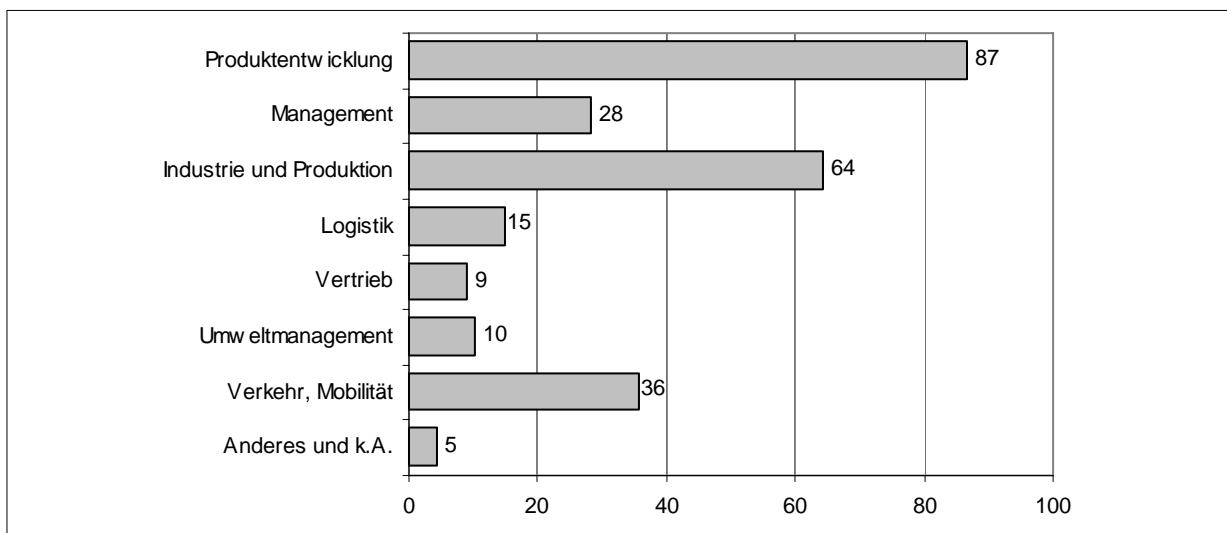
Wichtig ist die virtuelle Realität in der Ausbildung an erster Stelle für Kosteneinsparungen und für die Qualität der Versorgung, aber auch für bessere Gesundheitsvorsorge und sogar den technischen Fortschritt kann sie wichtig werden (Abbildung 19).

Abbildung 19: Wichtigkeit der These 3 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

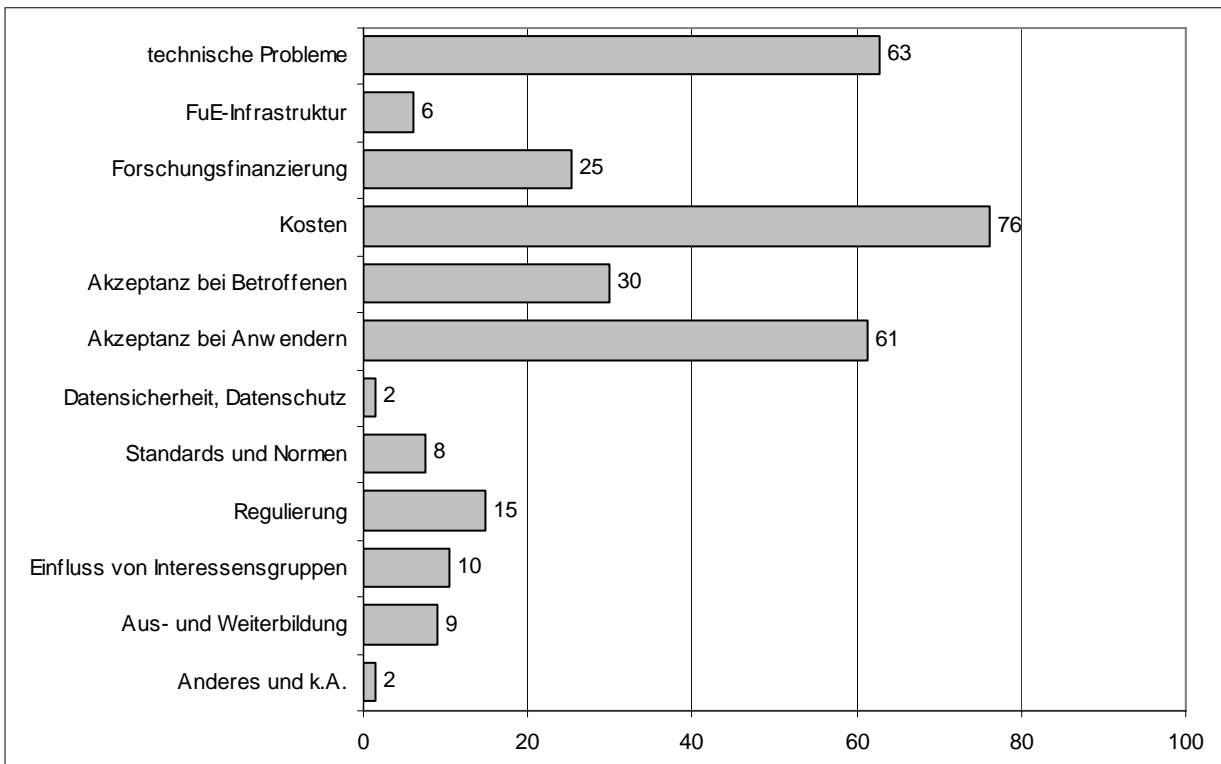
Abbildung 20: These 3 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Virtuelle Realität kann in sehr vielen anderen Bereichen Einsatz finden. Die meisten Nennungen beziehen sich auf Produktentwicklung, gefolgt von Industrie und Produktion. Auch Verkehr und Mobilität sowie Management wurden einige Male angekreuzt (Abbildung 20).

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Das größte Hemmnis wird in den Kosten gesehen, aber auch technische Probleme und die Akzeptanz bei den Anwendern finden Erwähnung (Abbildung 21). Eine kleinere Rolle scheinen die Akzeptanz bei den Betroffenen und die Forschungsfinanzierung sowie Regulierungsfragen zu spielen.

Abbildung 21: Hemmnisse bei der Realisierung von These 3 (in Prozent)

Dabei sehen die Personen mit großer Fachkunde weniger technische Hemmnisse kommen als der Durchschnitt der Antwortenden. Dafür erwarten sie größere Probleme bei der Akzeptanz durch die Anwender, bei Regulierung und durch den Einfluss von Interessensgruppen sowie Hemmnisse in der Aus- und Weiterbildung. Andere Unterschiede in der Einschätzung sind nicht feststellbar.

Ausblick

Virtuelle Realität in der Ausbildung wird in den nächsten zehn Jahren zunehmend ein Thema werden, nicht nur im Gesundheitsbereich, sondern wird in vielen Bereichen einsetzbar sein, um die Kosten von Ausbildung und Training zu senken. Technische, Kosten- und Akzeptanzprobleme scheinen lösbar zu sein.

These 4: Ein implantierbares Speichermedium ist entwickelt, welches alle für Behandlung und Verwaltung notwendigen Daten eines Patienten trägt.

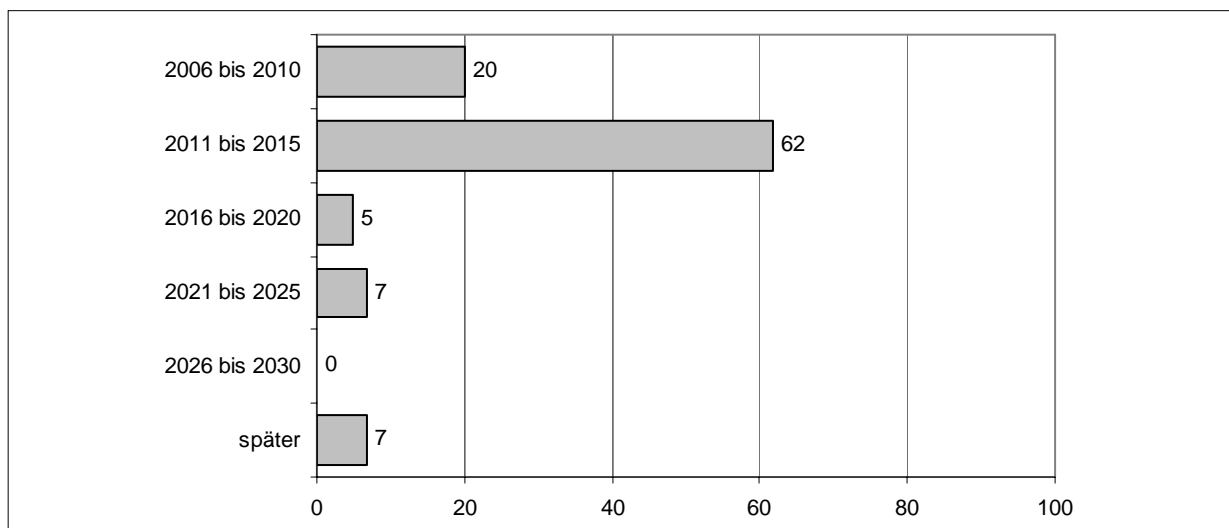
Zur Zeit der Verfassung dieses Berichtes wird die elektronische Patientenkarte als Speichermedium für Patientendaten in Deutschland erstmals getestet. Bereits diese Karte ist umstritten. Ein implantierbares Speichermedium ist einerseits zwar sicherer, andererseits aber auch mit weiteren Risiken verbunden. Entsprechend kommentieren die Teilnehmer und Teilnehmerinnen an der Delphi-Befragung: „Es gibt keine Notwendigkeit dafür“, „George Orwell 1984“, „Kontrolle und Überwachung“, warnen vor „Personenkontrolle“ und mahnen den „Schutz persönlicher Daten an.“ Auch wird bezweifelt, dass der Nutzen der Implantation höher ist als der von anderen Verfahren.

Diese These wurde von 69 Teilnehmenden beurteilt. Von diesen waren nach eigenen Angaben 29,9 Prozent Personen mit hoher Fachkenntnis und 56,7 Prozent mit mittlerer Fachkenntnis. Damit ist ein sehr großer Personenanteil sehr fachkundig.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Realisierung der These wird um das Jahr 2013 für möglich gehalten (unteres Quartil 2011, oberes 2015). Allerdings sagen fast 12 Prozent der Teilnehmenden, ein solches Speichermedium werde es „nie“ geben. Entsprechend ist die Verteilung der Antworten (siehe Abbildung 22). Entweder es erfolgt eine relativ frühe Realisierung, eine nach 2030 oder gar keine (12 Prozent „nie“). Ein relativ großer Prozentsatz (7 Prozent) der Teilnehmerinnen und Teilnehmer hält die These erst später als 2030 für realisierbar.

Abbildung 22: Realisierungszeit These 4, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

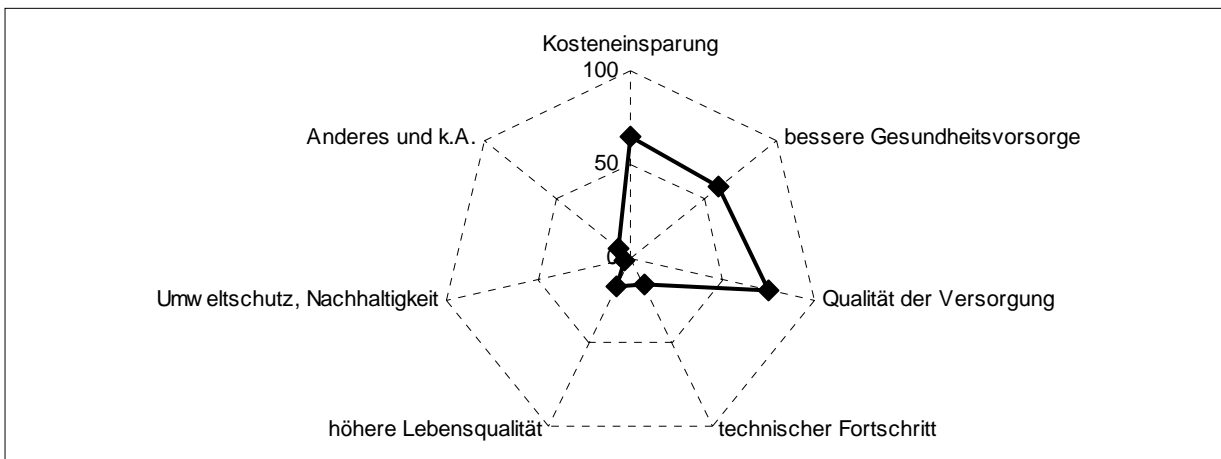
Diese These ist relativ umstritten. Während fast alle Thesen sehr eindeutig als wünschenswert eingeschätzt werden, halten in diesem Fall 64 Prozent die Entwicklung für nicht wünschenswert und 7 Prozent sagen „weiß nicht.“ Trotzdem stimmen immerhin noch 29 Prozent der

Wünschbarkeit des Themas zu. Ein Speichermedium implantiert zu haben, erweckt wohl bei vielen Personen ein „mulmiges“ Gefühl, und damit auch noch überwacht werden zu können, erst recht. Dies passt zu der Einschätzung von 12 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen, also einem im Vergleich zu anderen Thesen sehr hohen Prozentsatz, die These sei „nie“ zu verwirklichen. Es ist wahrscheinlich der Einsatz des implantierbaren Speichermediums, der bezweifelt wird, weniger die Entwicklung der Technik.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Die genannte Entwicklung ist für die Qualität der Versorgung, eine bessere Gesundheitsvorsorge und Kosteneinsparungen wichtig (Abbildung 23). Von den Personen mit hoher Fachkenntnis wird die Wichtigkeit noch höher eingeschätzt. Allerdings sind die Nennungen in allen Kategorien nicht sehr häufig. Darin spiegelt sich wahrscheinlich auch die im Vergleich zu den anderen Thesen geringere Wünschbarkeit wider.

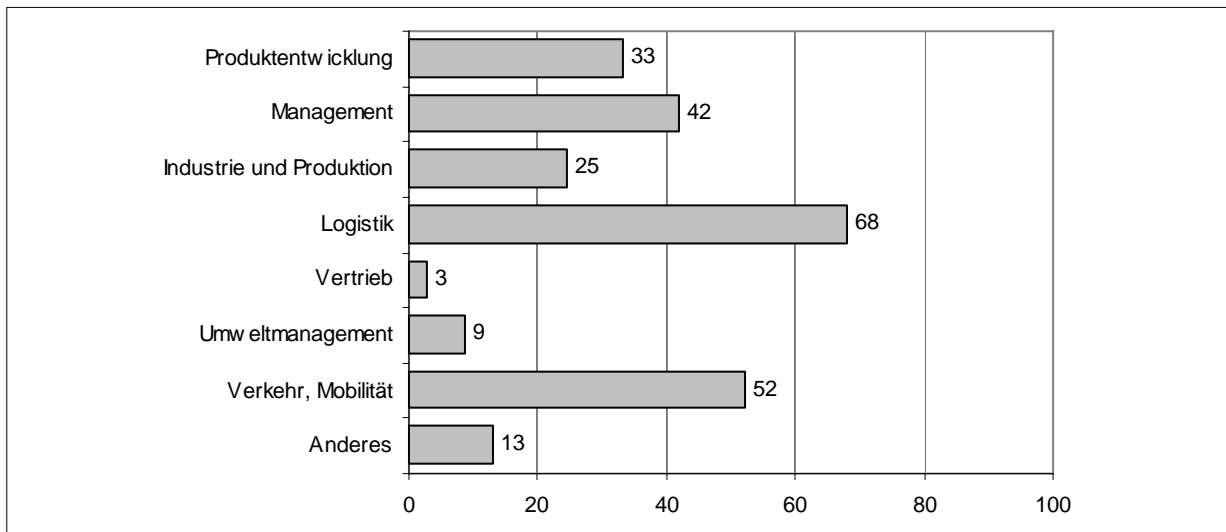
Abbildung 23: Wichtigkeit der These 4 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

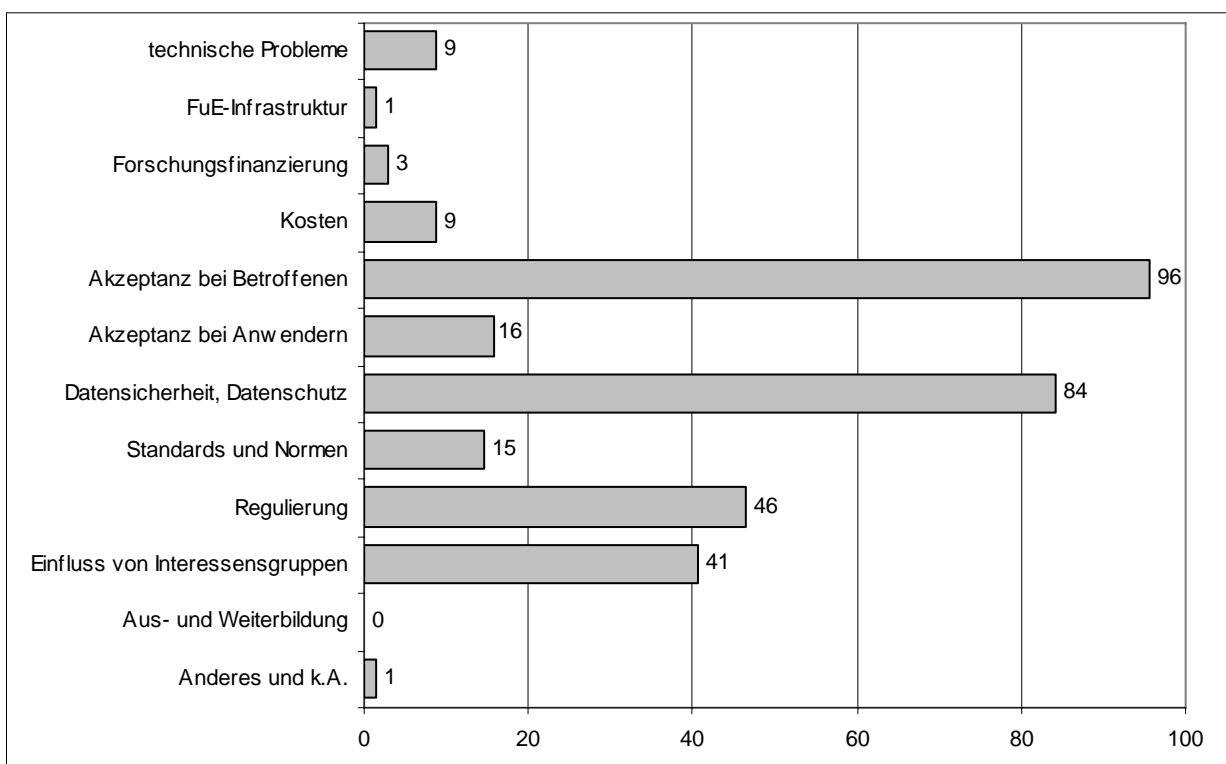
Implantierbare Speichermedien werden auch in der Logistik einsetzbar sein. Verkehr, Mobilität, Management und Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion werden ebenfalls häufig angekreuzt (Abbildung 24). Die Experten und Expertinnen mit hoher Fachkenntnis kreuzen exakt diese anderen Bereiche wesentlich häufiger an als der Durchschnitt.

Abbildung 24:These 4 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 25:Hemmnisse bei der Realisierung von These 4 (in Prozent)



Da viele diese These nicht für wünschenswert halten, schätzen sie auch die Hemmnisse entsprechend hoch ein. So werden die Akzeptanz bei den Betroffenen sowie der Datenschutz und die Datensicherheit als große Hemmnisse von fast allen genannt (Abbildung 25). Auch die Regulierung und der Einfluss von Interessensgruppen könnten die Einführung eines implantierbaren Speichermediums behindern. Die Akzeptanz bei den Anwendern sowie Standards und Normen werden nur von wenigen als problematisch genannt.

Ausblick

Kaum jemand will es wirklich, das implantierbare Speichermedium, auf dem alle für Behandlung und Verwaltung der Patienten notwendigen Daten verzeichnet sind, insbesondere aus Datenschutz- und Persönlichkeitschutzgründen nicht. Trotzdem ist nur wenig umstritten, dass es entwickelt werden wird. Die Hemmnisse liegen nicht bei der Technik, sondern in der Akzeptanz der Betroffenen und der Lösung von Datenschutz-Problemen. Ob hier ein großer Markt entsteht, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden, auch wenn theoretisch eine große Einsatzbreite (bei allen Patienten und darüber hinaus in anderen Bereichen) genannt wird.

These 5: Ein EDV-System existiert, mit dem niedergelassene Ärzte von Endgeräten ihrer Wahl bei Hausbesuchen sofort auf alle vorliegenden Daten des Patienten (kryptografisch verschlüsselt) zugreifen können.

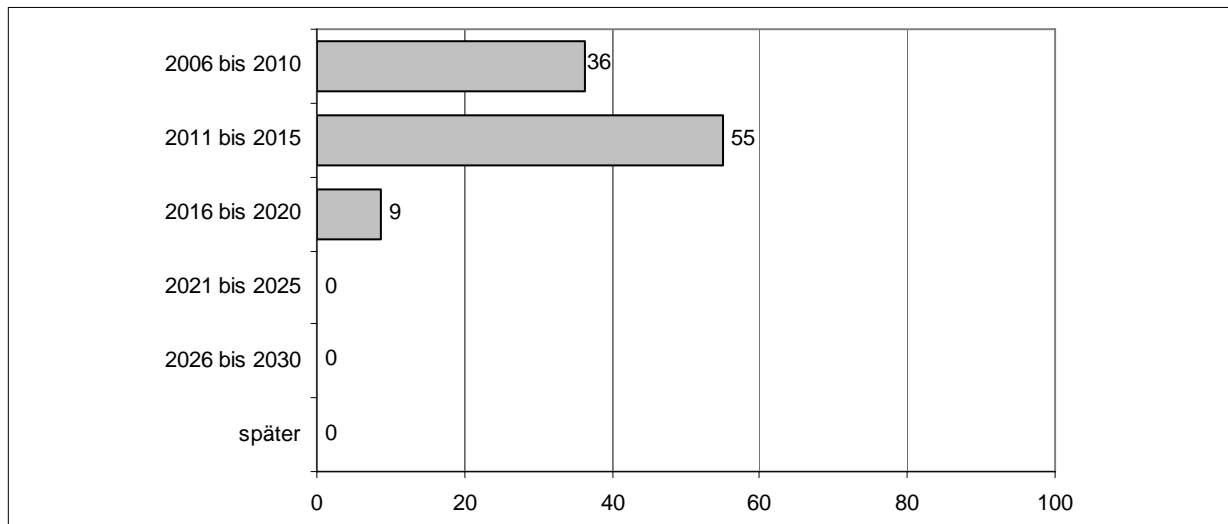
Ärzte haben bei Hausbesuchen oft nicht alle Daten verfügbar. Die Idee hinter dieser These ist, dass die Daten auch nicht unbedingt immer lokal vorhanden sein müssen, sondern mit einem Endgerät auf zentral gespeicherte Daten zugegriffen werden kann. Eine ausreichende Daten-Verschlüsselung (Kryptografie) ist dafür selbstverständlich notwendig. Die Verfügbarkeit würde nicht nur schnellen Datenzugriff und damit möglicherweise schnellere, im Ernstfall sogar lebensrettende, Diagnosen ermöglichen, sondern auch viele administrative Dinge erleichtern, wie z.B. direkte Dateneingabe.

Viele der Teilnehmenden rechnen daher bei einem solchen System mit einer Arbeitsentlastung (siehe auch PriceWaterhouseCooper, o.J.), es gibt aber auch warnende Stimmen, die – ähnlich wie bei anderen Datenschutz-rechtlich relevanten Themen – vor einer Überwachung und möglichen „Verfolgung“ von Patienten, aber auch Ärzten warnen.

Diese These wurde von 69 Personen beurteilt, von denen sich fast die Hälfte (44,8 Prozent) als sehr fachkundig einstuft. Nur 9 Prozent der Teilnehmenden halten sich für wenig fachkundig, die anderen stufen sich im mittleren Bereich der Fachkenntnis ein. Damit ist diese These mit sehr großer Kompetenz bewertet worden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Abbildung 26: Realisierungszeit These 5, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



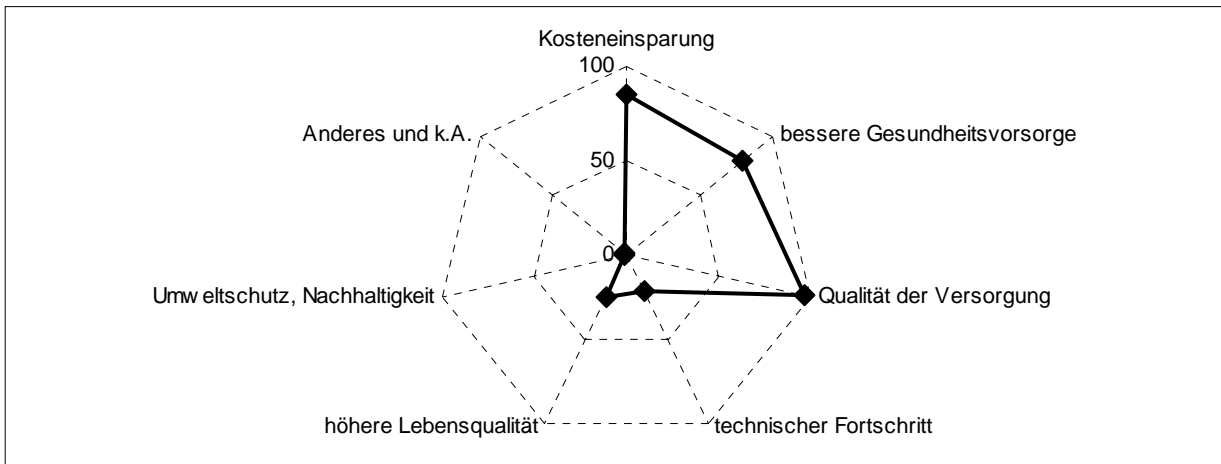
Relativ große Einigkeit herrscht bei der Einschätzung zum Zeitraum der Realisierung. Der Median liegt beim Jahr 2012 (Q1: 2009, Q2: 2014). In der Abbildung 26 wird deutlich, dass niemand das System später als 2020 erwartet. Es sagt auch keiner „nie.“ Dies ist also ein sehr wahrscheinliches Thema mit sehr sicheren Aussagen zum Verwirklichungszeitraum.

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Ein solches EDV-System halten 92 Prozent der Delphi-Experten für wünschenswert. Nur jeweils vier Prozent sagen „nein“ oder „weiß nicht.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

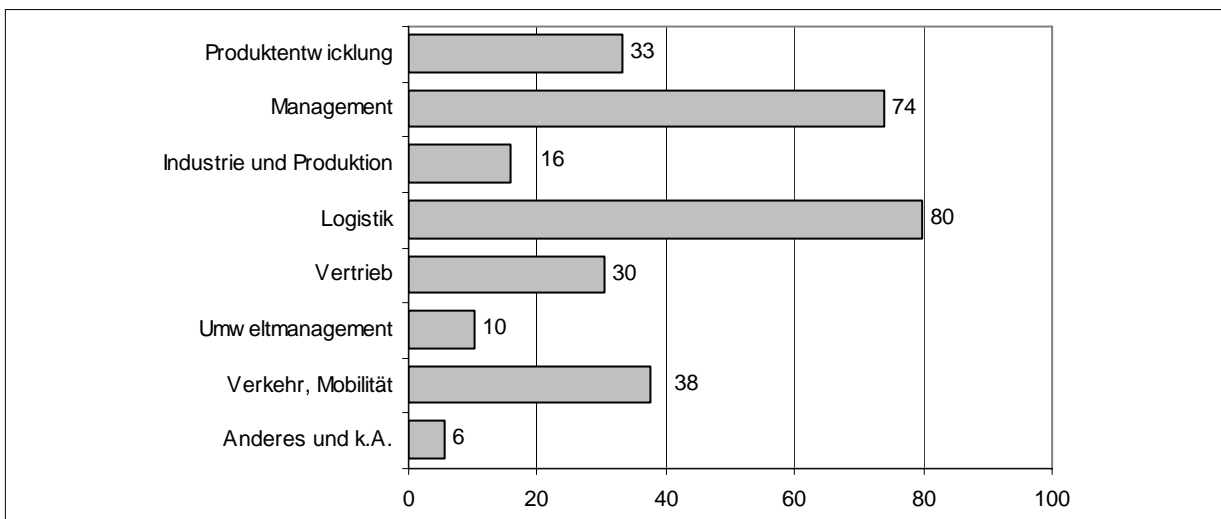
Abbildung 27: Wichtigkeit der These 5 (in Prozent)



Das EDV-System für Hausbesuche ist besonders wichtig im Hinblick auf Kosteneinsparungen, eine bessere Gesundheitsvorsorge und eine höhere Qualität der Versorgung (Abbildung 27). Andere Angaben wurden nur sehr selten gemacht. Die Personen mit großer Fachkenntnis schätzen dabei die genannten Wichtigkeiten eher noch ein wenig höher ein.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

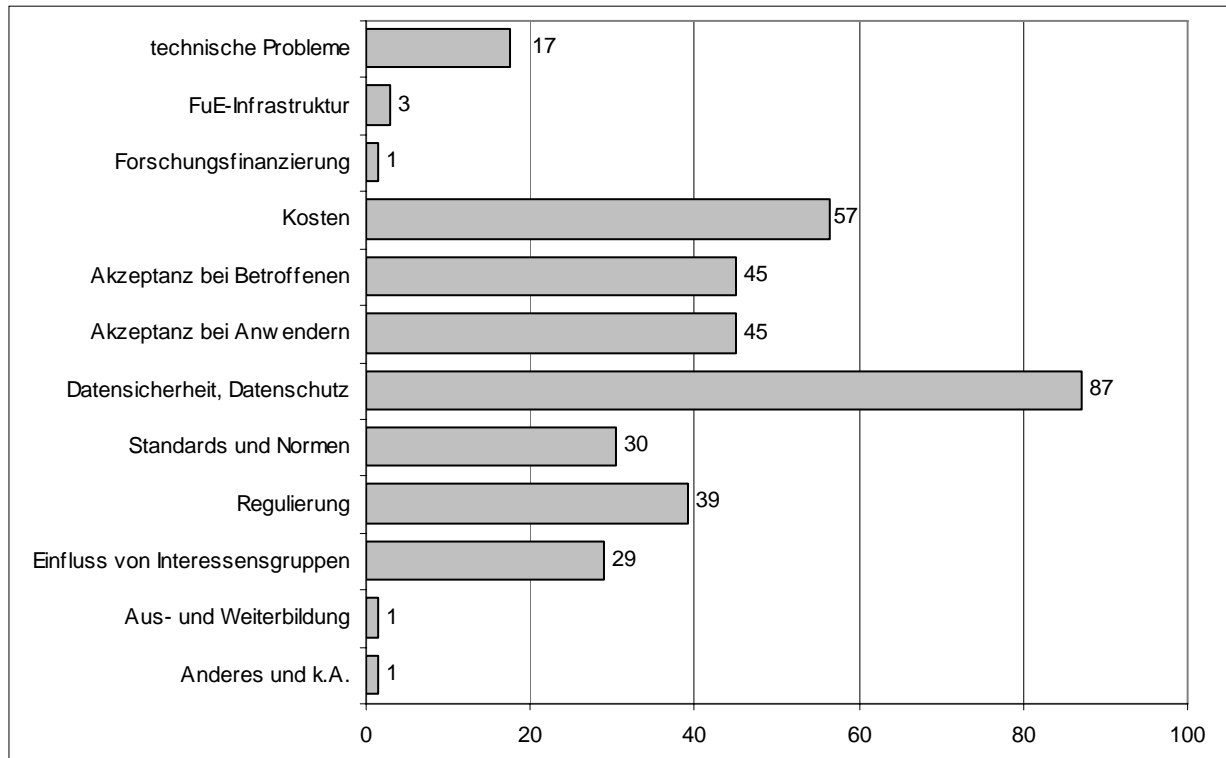
Abbildung 28: These 5 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Ein ähnliches System wird sicherlich auch in der Logistik und im Management einsetzbar sein (Abbildung 28). Auch der Einsatz in der Produktentwicklung, im Vertrieb sowie Verkehr und Mobilität wird von einer Minderheit genannt.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 29: Hemmnisse bei der Realisierung von These 5 (in Prozent)



Die Hindernisse auf dem Weg zur Realisierung sind nicht unbedingt technischer Art, denn „technische Probleme“ nennen nur 17 Prozent der Teilnehmenden. Datensicherheit und Datenschutz nehmen bei den Hemmnissen die Spitzenreiterposition ein, gefolgt von Kosten und den Akzeptanzfragen, sowohl bei Betroffenen als auch bei den Anwendern (Abbildung 29). Genannt werden zusätzlich, wenn auch nicht in gleichem Maße häufig, Regulierung, Standards und Normen sowie der Einfluss von Interessensgruppen.

Ausblick

Das EDV-System im Bereich Gesundheit, mit dem von überall auf geschützte Daten zugegriffen werden kann, wird es in nicht allzu ferner Zukunft geben. Die Hemmnisse liegen eher in der Akzeptanz und im Datenschutz, können aber nach dem Urteil der befragten Expertinnen und Experten überwunden werden. Für Hersteller einfacher Endgeräte, die mit diesem System kompatibel sind, sowie für Software-Entwickler kann sich aufgrund des großen Marktes hier Potenzial aufbauen. Der systemische Charakter des Themas inklusive Aufbau einer Infrastruktur ist hier die Herausforderung.

These 6: Um im akuten Notfall einen Menschen sehr schnell identifizieren zu können, wird ein schneller Gentest durchgeführt, und die Daten mit einer Personenprofildatenbank werden abgeglichen.

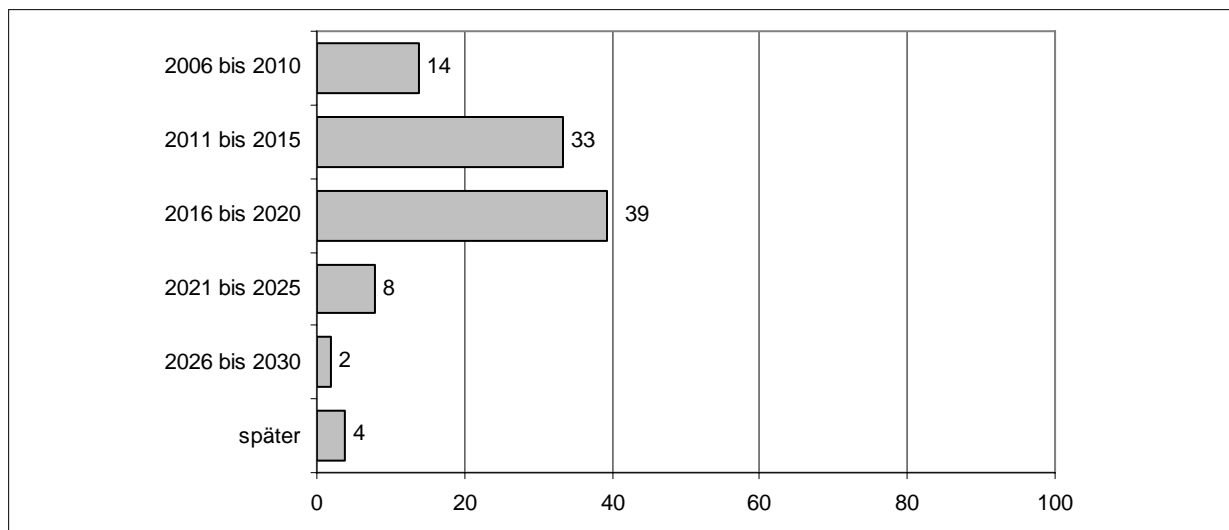
Einen Menschen im Notfall rasch identifizieren zu können, kann in bestimmten Fällen hilfreich sein, denn nur dann weiß man, ob dieser Mensch einer besonderen Behandlung bedarf (von chronischen Krankheiten bis zu überstandenen Knochenbrüchen). Das war die Ausgangsdiskussion hinter der hier formulierten Delphi-These. Technisch geht es dabei um die schnelle Durchführung eines Gentests direkt vor Ort und um den informationstechnischen Abgleich mit einer Personenprofildatenbank, d.h. einer extrem großen Datenmenge. Dazu muss diese jedoch erst einmal existieren.

Die Delphi-Experten weisen in Kommentaren mehrfach darauf hin, dass die Notwendigkeit einer schnellen Personenidentifikation in gesundheitlichen Notfällen oder nach Unfällen in der Realität selten sei. Im akuten Notfall gehe es stärker darum, die Patienten zu stabilisieren. Dafür gleich einen Gentest durchzuführen und dann auch noch einen Datenbankabgleich vorzunehmen, geht den meisten zu weit. Entsprechend sind auch die Kommentare der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer: In dieser Form sei die These „etwas für totalitäre Systeme“, „von zweifelhafter Notwendigkeit“ und besser geeignet für „Kriminalistik“ bzw. „Personenüberwachung.“ Die Ergebnisse in der Bewertung sind daher sehr eindeutig.

Diese These wurde von 63 Personen beurteilt. Unter diesen schätzen sich 12,7 Prozent als Experten mit hoher Fachkenntnis ein, 39,7 Prozent attestieren sich eine mittlere, die anderen 47,6 Prozent eine geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

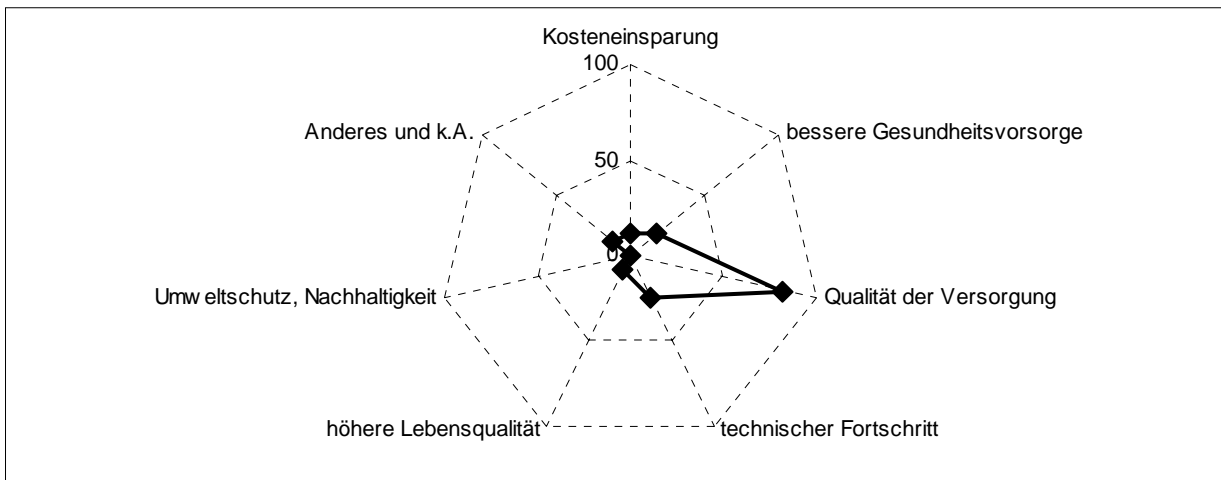
Die rasche Identifikation im Notfall mit Hilfe eines Gentests und Personendatenabgleich wird um das Jahr 2016 herum als möglich eingeschätzt. Das untere Quartil liegt bei 2012, das obere bei 2019. Die Streubreite der Antworten ist also relativ groß, wie sich auch aus Abbildung 30 ablesen lässt. Nur 3 Prozent der Delphi-Expertinnen und -Experten halten das Thema für „nie“ realisierbar, was angesichts der Kommentare und großen Zweifel, die geäußert werden, ein sehr niedriger Wert ist.

Abbildung 30: Realisierungszeit These 6, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)**Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?**

Diese These ist umstritten. Betrachtet man den Durchschnitt der Antworten, so wird sie sogar klar abgelehnt. 70 Prozent der Teilnehmerinnen und Teilnehmer halten eine schnelle Identifizierung von Menschen per Gentest auch in Notfällen für nicht wünschenswert, und 10 Prozent, also ein relativ großer Anteil im Vergleich zu anderen Thesen, sind sich nicht sicher. Nur 20 Prozent halten diese These im Durchschnitt für wünschenswert – das ist im Vergleich zu den anderen ein sehr geringer Wert. Dabei gibt es aber in den Alterskohorten große Unterschiede: Von den jüngeren Personen (26 bis 35 Jahre) halten 43 Prozent das Thema für wünschenswert. Von den 36 bis 55 Jährigen sind es nur 4 bzw. 6 Prozent. von den 56 bis 66 Jährigen halten 44 Prozent diese These für wünschenswert; bei den über 65 Jährigen sind sogar alle positiv eingestellt. Das Unbehagen an dieser Stelle liegt sicherlich nicht an der raschen Identifizierung von Personen im Notfall, auch wenn gesagt wird, dass zuerst eine Stabilisierung des Patienten und danach die Identifizierung wichtig sei (Kommentar), sondern das Unbehagen liegt wesentlich stärker an der hinter dem Gentest liegenden Datenbank, die natürlich persönliche Daten enthalten würde und damit auch für andere Zwecke (kriminelle Ermittlungen, Versicherungen usw.) nutzbar wäre, wenn sie nicht ausreichend geschützt ist.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 31: Wichtigkeit der These 6 (in Prozent)

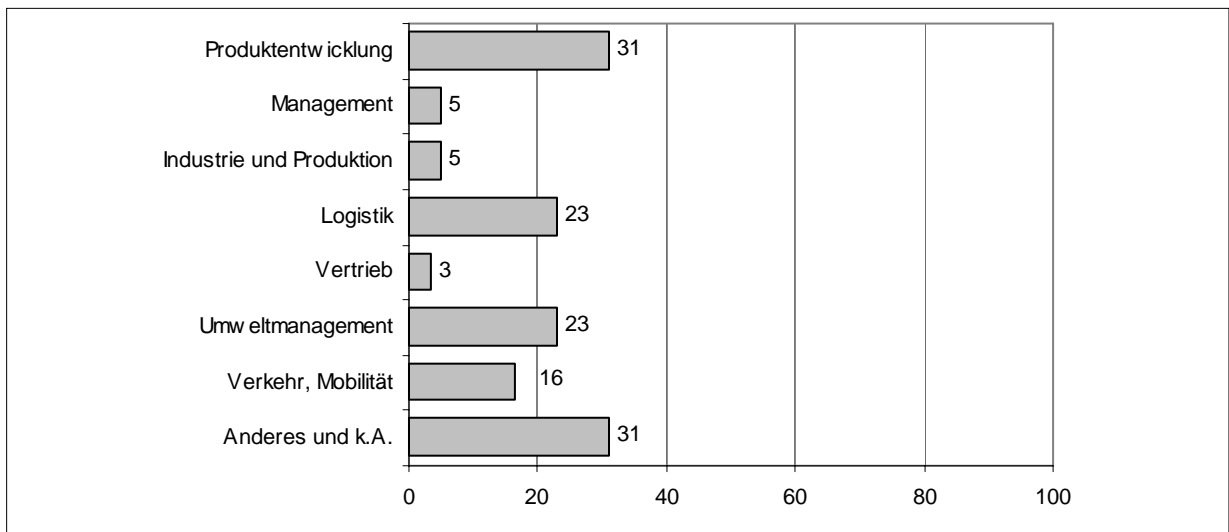


Auf der anderen Seite wird die These aber für die Qualität der Versorgung für sehr wichtig gehalten (Abbildung 31). Andere Kategorien werden jedoch kaum genannt.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Dafür sind schnelle (Gen-) Tests bzw. Datenbankabgleiche in anderen Bereichen einsetzbar (Abbildung 32). Die Delphi-Experten und -Expertinnen nennen – ebenfalls mit ziemlicher Streuung – die Produktentwicklung, die Logistik und das Umweltmanagement, allerdings erhalten alle genannten Bereiche keine sehr hohen Bewertungen. TeilnehmerInnen, die sich selbst als besonders fachkundig bezeichnen, nennen diese Bereiche allerdings häufiger als der Durchschnitt. Eine der am häufigsten angekreuzten Kategorien sind die „anderen Bereiche“: genannt werden hier Kriminalistik und Kriminalitätsbekämpfung, der Sicherheitsbereich und Personenüberwachung, unter anderem bei illegalen Einwanderern. Wie letzteres funktionieren soll, ist allerdings unklar, denn bei illegalen Einwanderern ist nur bei einem geringen Prozentsatz einmal Ausgewiesener anzunehmen, dass diese sich in einer nationalen Datenbank wiederfinden, sonst wären sie nicht illegal. Und bei einer internationalen Datenbank wäre jeder Mensch irgendwo ein „gläserner Einwanderer.“

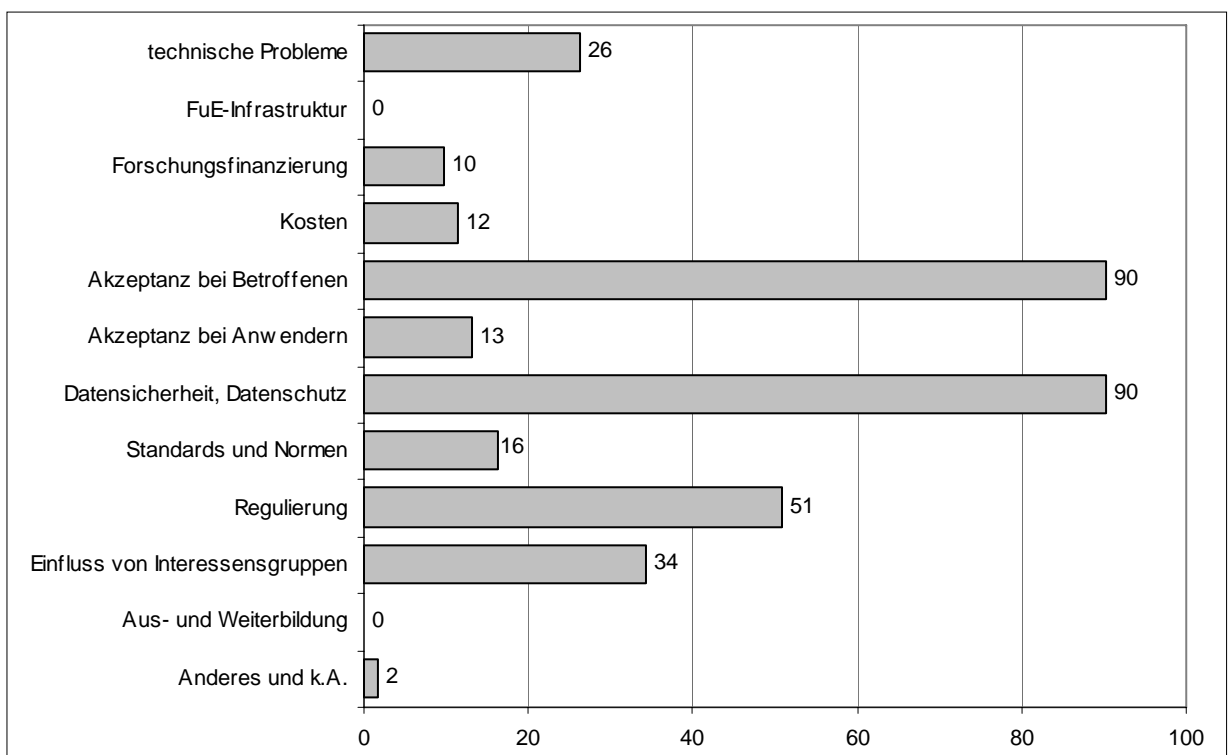
Abbildung 32:These 6 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Folglich werden als Hemmnisse, die einer Realisierung entgegenstehen, von fast allen Beteiligten auch der Datenschutz und die Datensicherheit sowie die Akzeptanz bei den Betroffenen angekreuzt (Abbildung 33). Regulierung, der Einfluss von Interessensgruppen sowie technische Probleme werden ebenfalls genannt. Es liegt also eine These mit relativ vielen Hindernissen auf dem Weg zur Realisierung vor. Daher auch ihr vergleichsweise spät eingeschätzter Realisierungszeitraum.

Abbildung 33:Hemmnisse bei der Realisierung von These 6 (in Prozent)



Ausblick

Einen schnellen Gentest inklusive Abgleich mit einer Personendatenbank wünschen die wenigsten – auch deshalb nicht, weil es im Notfall nicht vordringlich ist, jemanden zu identifizieren. Trotzdem wird der Einsatz dieser Technik für machbar gehalten, allerdings nicht in den nächsten zehn Jahren. Dafür sind zu viele Hemmnisse aus dem Weg zu räumen. Es wird angenommen, dass Gentests mit Datenbankabgleichen weniger im Gesundheits- als in anderen Bereichen eingesetzt werden. Hier werden zunächst Kriminalistik und Personenüberwachung genannt.

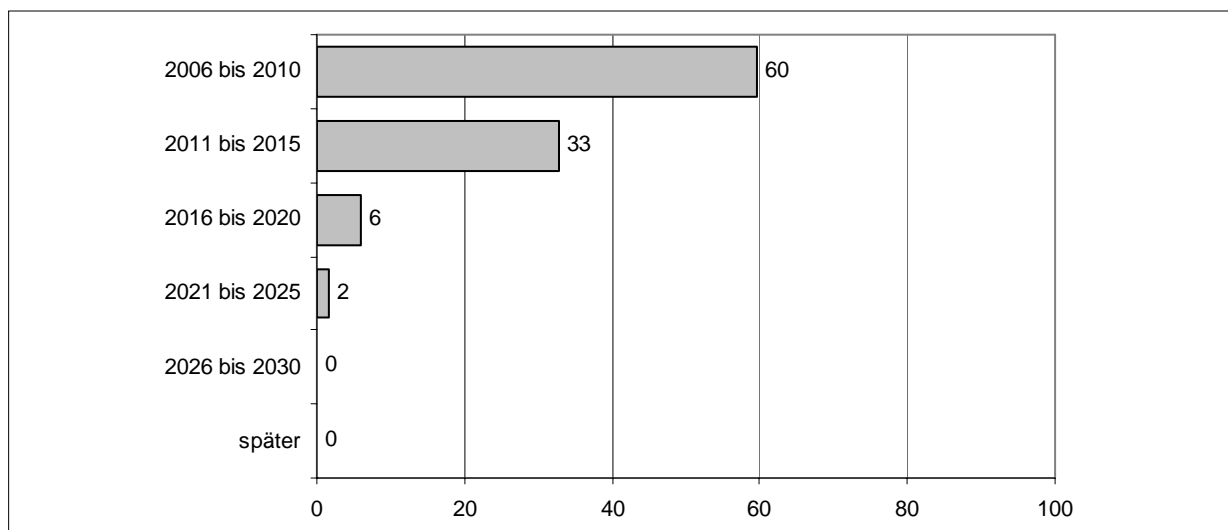
These 7: Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.

Wartezeiten in Krankenhäusern sind für die Patienten und Patientinnen ein leidiges Übel. Auch für die Krankenhäuser bedeuten Wartezeiten insbesondere auf Personalseite eine ungleichmäßige Auslastung und damit Kosten sowie Stress beim Personal. Ein komplettes EDV-basiertes System könnte hier Abhilfe schaffen, wenn es die Patienten so lenkt, dass Wartezeiten vermieden werden. Spontane Reaktion der Delphi-Befragten war: „Das gibt es doch schon!“ Nach längerer Diskussion der Experten auf dem Workshop im April 2006, Nachfragen bei weiteren Experten und zusätzlichen Recherchen zeigte sich jedoch, dass es kein funktionierendes und tatsächlich im Einsatz befindliches komplettes System gibt, das allen Anforderungen genügt.

Diese These wurde von 69 Experten und Expertinnen bewertet. Unter diesen bezeichneten sich 46,2 Prozent als besonders fachkompetent, der höchste Wert dieser Befragung überhaupt. Nur 9 Prozent gaben eine geringe Fachkenntnis an. Die Antworten dürften daher sehr von sachkundigen Personen gegeben worden sein.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Abbildung 34: Realisierungszeit These 7, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



Hoch sind die Erwartungen an eine frühe Realisierung der These. Mit großer Einigkeit halten die Delphi-Experten und -Expertinnen das Thema für bald machbar, niemand für „nie“ realisierbar. Der Median liegt bei 2010, das untere Quartil bei 2008, das obere bei 2013, also keine große Varianz in den Antworten, wie sich auch in Abbildung 34 zeigt. Die Entwicklung und Einführung eines solchen Systems ist also in nächster Zukunft zu erwarten, soweit sie nicht tatsächlich schon teilweise realisiert ist.

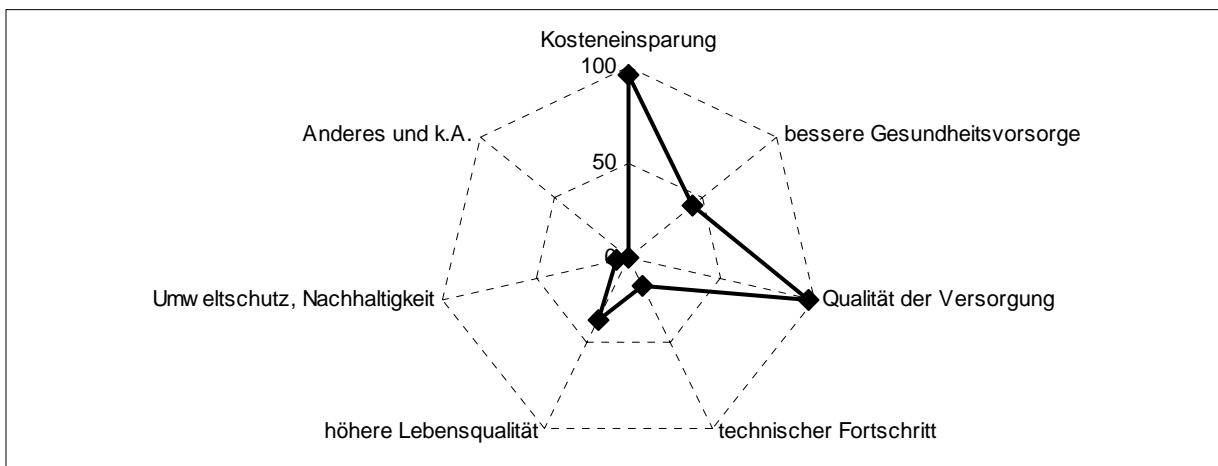
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

98 Prozent der Antwortenden, also fast alle, halten dieses Patienten-Lenksystem für wünschenswert. Nur jeweils ein Delphi-Experte wünscht es nicht bzw. legt sich nicht fest.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Wichtig sind, wie bereits in der These angedeutet, die durch das EDV-System zu erwarteten Kosteneinsparungen. Das sagen alle Teilnehmenden (Abbildung 35). Aber auch für die Qualität der Versorgung halten alle ein solches System für wichtig, das ja weiter geht als reine EDV. Daneben wird das Thema für eine bessere Gesundheitsvorsorge für relevant gehalten, denn je einfacher der Zugang zu Gesundheitsleistungen und je kürzer die Wartezeiten, desto mehr Menschen nehmen möglicherweise präventive Leistungen in Anspruch. Diese These bezieht sich nicht auf die Wartezeiten in Arztpraxen, sondern nur auf die in Krankenhäusern.

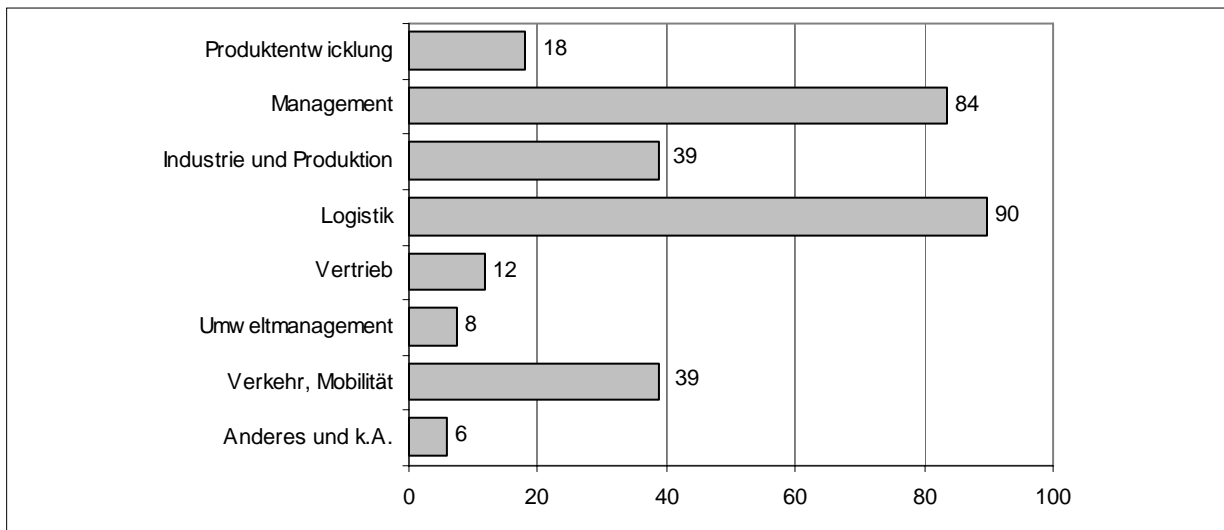
Abbildung 35: Wichtigkeit der These 7 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

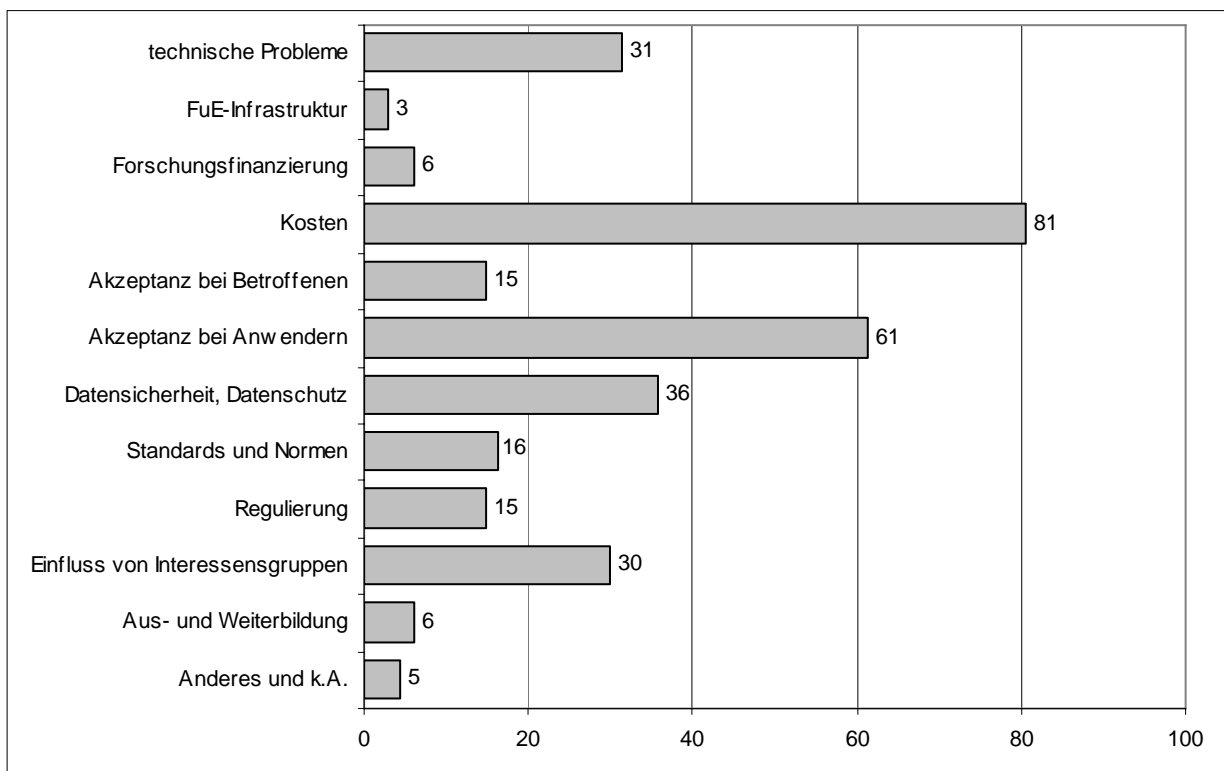
Ein solches System könnte nicht nur Patienten lenken, sondern in abgewandelter Form auch viele andere Dinge, Waren zum Beispiel oder Teile in Produktionsprozessen. Entsprechend könnte es im Management und in der Logistik (Abbildung 36) eingesetzt werden – sagen sehr viele der Delphi-Teilnehmer. Auch in Industrie und Produktion sowie Verkehr und Mobilität könnte das System Einsatz finden. Sogar Produktentwicklung, Vertrieb und Umweltmanagement sowie „anderes“ werden – wenn auch selten – genannt.

Abbildung 36:These 7 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 37:Hemmnisse bei der Realisierung von These 7 (in Prozent)



Trotz aller Euphorie werden noch viele Hemmnisse auf dem Weg der Realisierung gesehen (Abbildung 37). Diese sind in erster Linie die Kosten: Damit sind sicherlich die Investitionskosten in den grundlegenden Infrastruktur-Aufbau des Systems gemeint. Nicht zu vernachlässigen dürften aber auch die laufenden Kosten sein, um ein solches System zu betreiben. Weiterhin scheint die Akzeptanz bei den Anwendern, also in den Krankenhäusern, noch ein Hindernis sein, insbesondere aus Kosten-, vielleicht auch aus Zeitgründen. Genannt werden dann noch alle anderen Kategorien, besonders jedoch der Datenschutz/ Datensicherheit, der Einfluss

von Interessensgruppen sowie technische Probleme. Und die Betroffenen müssen es auch noch akzeptieren, annehmen und sich wie erwartet verhalten. Immerhin 15 Prozent nennen noch die Akzeptanz der Betroffenen.

Ausblick

Ein EDV-System, das Patienten lenkt, um Wartezeiten zu verkürzen und eine bessere Auslastung in Krankenhäusern zu bewirken, hört sich wie ein Selbstläufer an. Tatsächlich stehen die Realisierungschancen wohl gut, denn die Delphi-Experten und -Expertinnen halten unisono das Projekt in den nächsten 10 Jahren für machbar, insbesondere weil es für Kosteneinsparungen wichtig ist. Trotzdem werden noch viele Hemmnisse genannt, die auf dem Weg liegen und den Einsatz zumindest behindern könnten. Ein solches System könnte bald auch in anderen Bereichen Anwendung finden, in erster Linie im Management und in der Logistik.

These 8: Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-) Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard.

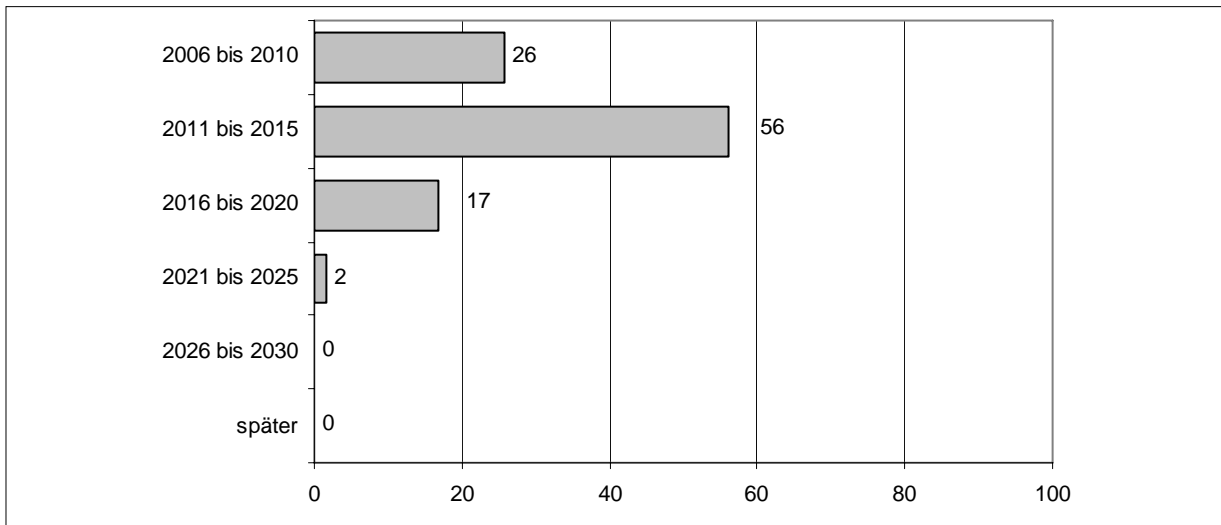
Telemonitoring wird bereits seit längerer Zeit diskutiert und erste Erprobungen laufen (Der Spiegel, 2007), ist aber aus diversen Gründen noch keine Standardanwendung. Bisher existiert noch keine Infrastruktur für ein solches System, auch noch nicht für chronisch Kranke oder Risikopatienten. Ein solches System würde erlauben, dass viele Patienten, die derzeit noch zur Überwachung ins Krankenhaus müssen, zu Hause bleiben können und nur im Notfall oder wenn bestimmte Überwachungswerte nicht in Ordnung sind, der Arzt alarmiert wird.

Dieses Thema hat zwei Seiten: Einerseits kann mehr Komfort für Patienten geboten und es können auf lange Sicht Kosten (Krankenhaus-Aufenthalte) gespart werden. Auf der anderen Seite werden in diesem Zusammenhang Datenschutz und Privatsphäre heftig diskutiert. Das Gefühl permanent überwacht zu werden, ist den Patienten und Patientinnen nicht geheuer. Datenschützer befürchten den „gläsernen Patienten“ und generelle Überwachung von Personen. Ein Kommentar aus der vorliegenden Delphi-Studie verweist sogar darauf, dass der in Deutschland (in den östlichen Bundesländern allerdings stärker als in Baden-Württemberg) erwartete und schon heute einsetzende Ärztemangel Telemonitoring zu einer Notwendigkeit machen werde.

66 Personen haben diese These beurteilt, davon bezeichnen sich 37,1 Prozent als besonders fachkundig, ein sehr hoher Wert. Nur 22,6 Prozent der Teilnehmenden halten sich für gering fachkundig. Alle anderen haben mittlere Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

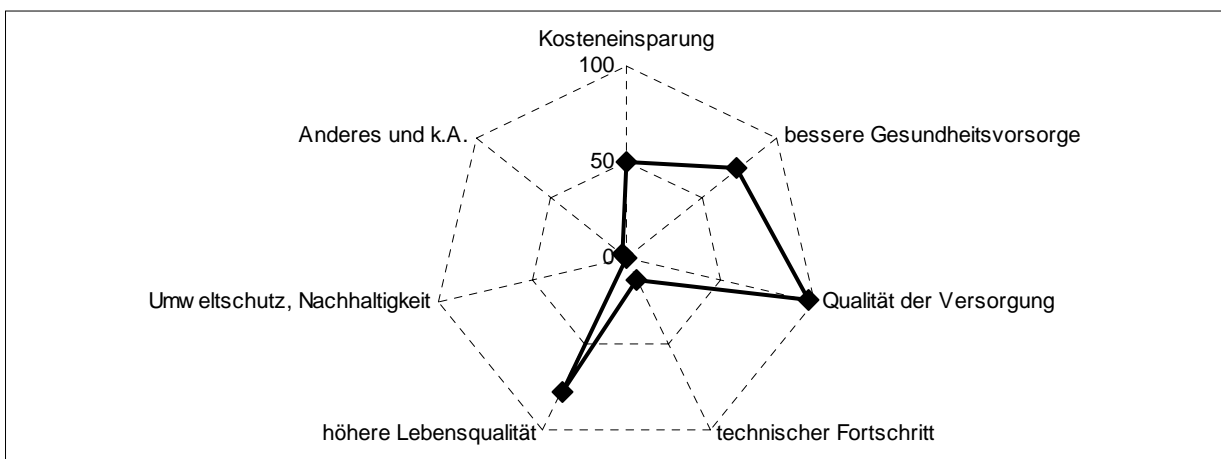
Die Realisierung eines solchen Telemonitoring als Standard wird um das Jahr 2013 herum für möglich gehalten, wobei sich die Teilnehmenden in ihrer Einschätzung sehr einig sind (Q1: 2011, Q2: 2015), wie auch Abbildung 38 zeigt. Alle halten die These für realisierbar. Anfangs wird Teleüberwachung sicherlich nur für Risiko-Patienten, z.B. chronisch Kranke, genutzt werden. Erst mit Kostensenkungen und Infrastrukturaufbau wird ein solches System für immer mehr Menschen nutzbar sein. Wenn Telemonitoring Standard ist und langzeitstabile Biosensoren verfügbar sind, werden immer mehr Patienten und Patientinnen zu Haus bleiben können.

Abbildung 38: Realisierungszeit These 8, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Bei der Frage für wie wünschenswert das Thema gehalten wird, sind sich die Antwortenden fast ebenso einig: Telemonitoring von (Risiko-) Patienten halten 89 Prozent der Antwortenden für wünschenswert. 9 Prozent sagen, sie wissen es nicht, 2 Prozent halten das Thema für nicht wünschenswert. Einwände werden hinsichtlich der Missbrauchsmöglichkeiten und des Kostenaufwands gemacht. Sicherlich wollen auch viele der Antwortenden nicht selbst rund um die Uhr überwacht werden – auch wenn es ihrer eigenen Sicherheit im Krankheitsfall dienen könnte. Hier spielen sicherlich Emotionen eine große Rolle.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

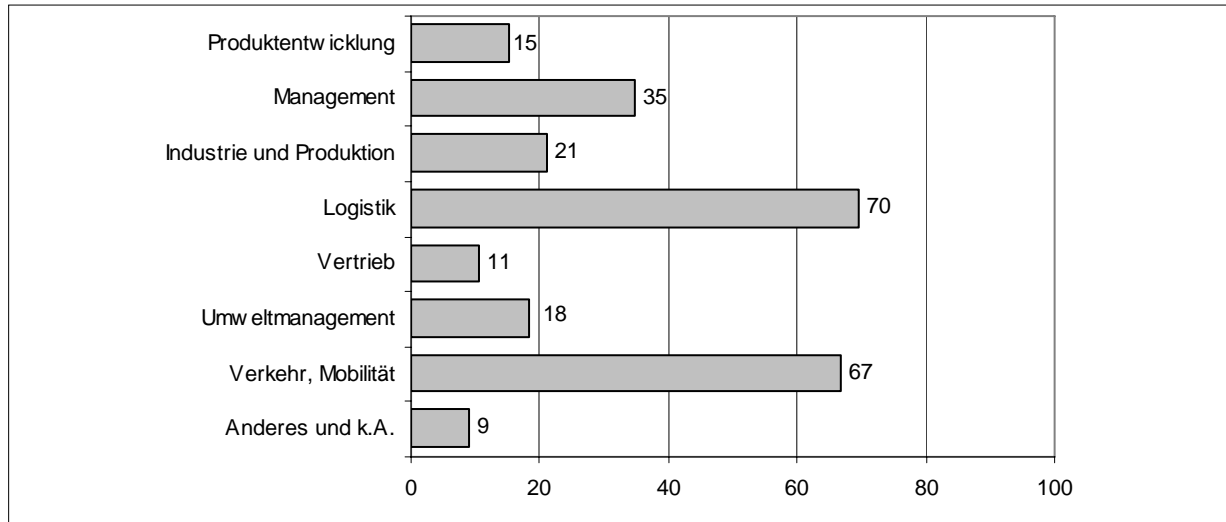
Abbildung 39: Wichtigkeit der These 8 (in Prozent)

Die Entwicklung ist sehr wichtig für eine bessere Qualität der Versorgung, eine höhere Lebensqualität sowie eine bessere Gesundheitsvorsorge (Abbildung 39). Eine Alternative zur Fernüberwachung ist in manchen Fällen nur der stationäre Aufenthalt im Krankenhaus – insofern ist diese Einschätzung logisch. Mittels Teleüberwachung können die PatientInnen in ihrer gewohnten Umgebung bleiben, was nicht nur höhere Lebensqualität, sondern auch weniger

Stress durch Umgewöhnung bedeutet. Auch zu Kosteneinsparungen kann die Technik beitragen.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

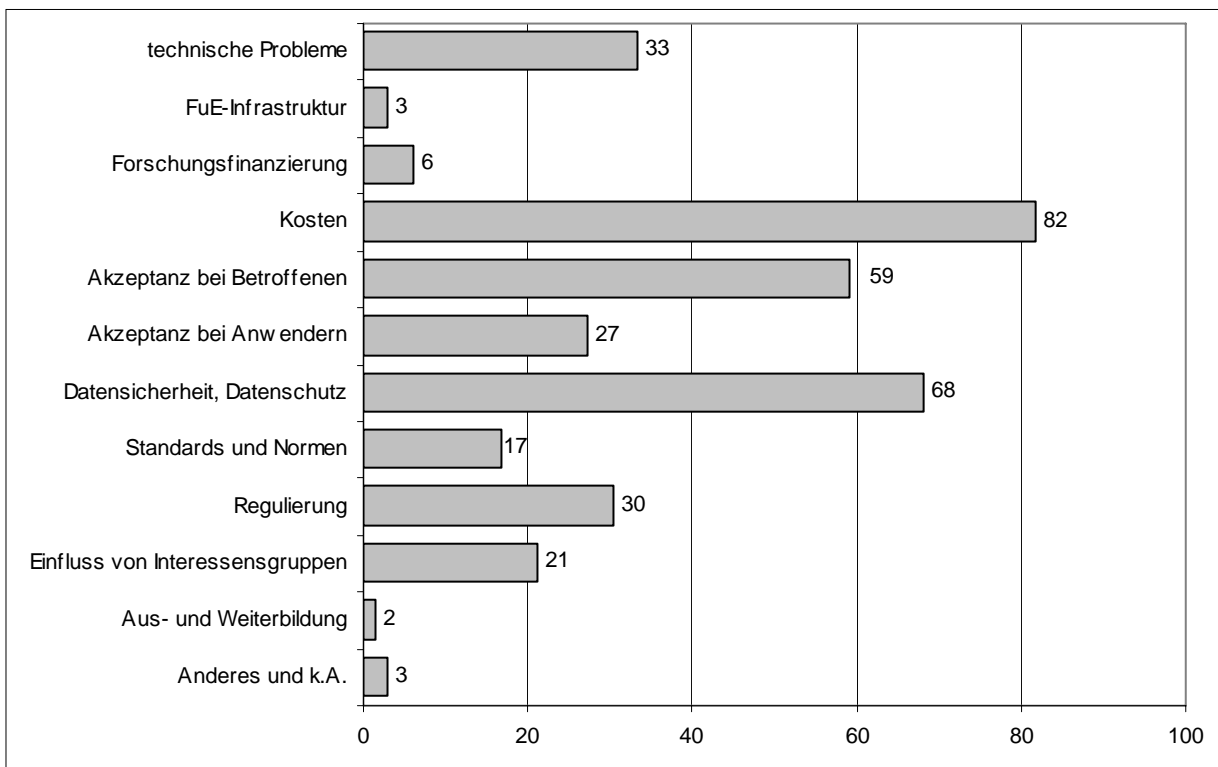
Abbildung 40: These 8 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Insbesondere Logistik und Verkehr/ Mobilität sind die Einsatzbereiche, die für Telemonitoring noch als Einsatzfelder genannt werden (Abbildung 40). Aber auch Management, Industrie und Produktion, das Umweltmanagement oder sogar der Vertrieb könnten in Zukunft Einsatzbereiche werden.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Trotz der sehr optimistischen Einschätzung hinsichtlich der Verwirklichungszeit werden viele Hemmnisse auf dem Weg zur Realisierung genannt. Dies sind insbesondere die Kosten eines solchen Systems, wahrscheinlich nicht nur die Investitionskosten, sondern die laufenden Kosten für eine permanente Überwachung und Auswertung der Daten. An zweiter Stelle werden Datensicherheit und Datenschutz genannt, gefolgt von der Akzeptanz bei den Betroffenen, die dann immerhin unter permanenter Beobachtung stehen. Diese Akzeptanz wird von der Alterskohorte über 56 Jahren noch wesentlich stärker als Hemmnis gesehen als von den jüngeren Delphi-Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Auch Regulierungsfragen und einige technische Probleme müssen noch gelöst werden. Auch hier schätzen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer je nach Alter die These unterschiedlich ein: So sehen die Personen unter 45 in stärkerem Maße ein Hemmnis in der Regulierung (43 Prozent bei den 26 bis 35 Jährigen und 36 Prozent bei den 36 bis 45 Jährigen) als die älteren (nur 10 Prozent bei den 46 bis 55 Jährigen). Gleiches gilt für die technischen Probleme, die von 43 Prozent der 26 bis 35 Jährigen als großes Hemmnis eingestuft werden, aber nur von 20 Prozent der 56 bis 65 Jährigen. Die mittleren Jahrgänge der 36 bis 55 Jährigen bewerten etwa durchschnittlich (36 bzw. 35 Prozent).

Abbildung 41: Hemmnisse bei der Realisierung von These 8 (in Prozent)**Ausblick**

Telemonitoring im Sinne einer engmaschigen Fernüberwachung von Patienten wird wohl Standard werden, darin sind sich die Delphi-Expertinnen und Experten sehr einig. Auch, dass dies in den nächsten zehn Jahren so kommen wird, ist unumstritten. Trotzdem sind noch viele Hürden zu nehmen, z.B. könnten die Kosten für den Aufbau und die Unterhaltung des Systems Verzögerungen bewirken, aber auch Datenschutz und Fragen von Persönlichkeitsrechten sowie der Privatsphäre müssen – wie bei allen Fragen zur Überwachung von Personen – noch geklärt werden. Telemonitoring wird auch in anderen Bereichen, z.B. Management, Logistik, Verkehr und Mobilität, (noch stärker) zum Einsatz kommen.

These 9: Expertensysteme werden routinemäßig eingesetzt, die dem medizinischen Personal bei Diagnose und Therapie konkrete Entscheidungsvorschläge machen.

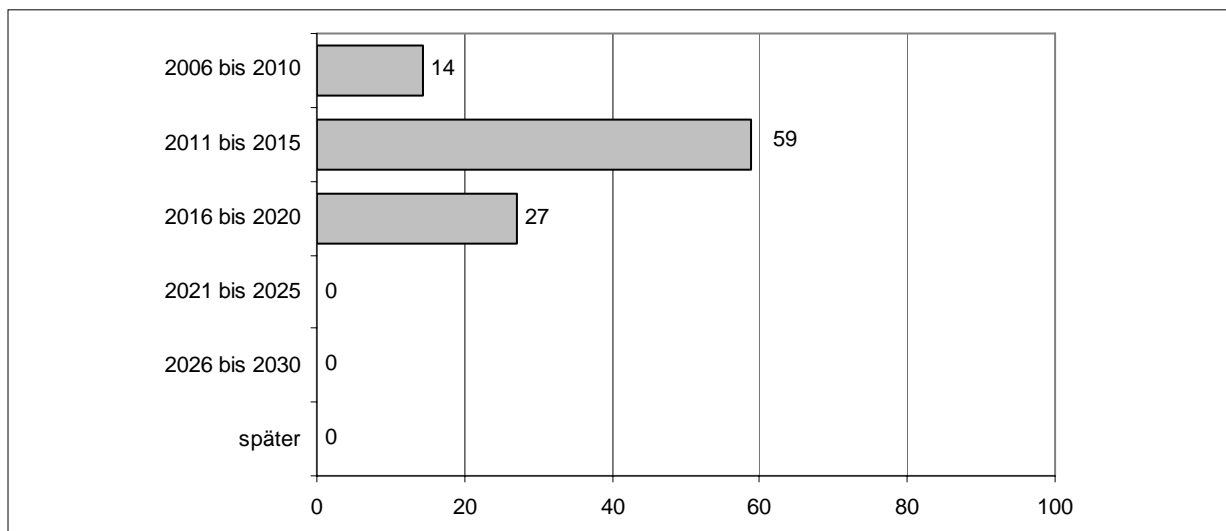
Es wird erwartet, dass Expertensysteme immer „intelligenter“ werden. Das bedeutet, dass sie Beziehungen zwischen Daten herstellen können, sie sortieren und Prioritäten nach bestimmten Vorgaben filtern können. Die Idee hinter der hier formulierten These ist, dass Expertensysteme auch im Gesundheitsbereich Einsatz finden, um nicht nur Nachschlage-Möglichkeiten zu bieten, sondern auch konkrete Entscheidungsvorschläge zu unterbreiten. Die Entscheidungshoheit liegt selbstverständlich weiterhin beim Personal. Ein Kommentar weist darauf hin, dass der „Verlust von Entscheidungskompetenz“ eine Folge sein kann.

Diese These wurde von 65 Personen beurteilt, von denen sich 27,7 Prozent, also fast ein Drittel, für sehr fachkompetent hält. Mehr als die Hälfte (53,8 Prozent) attestiert sich mittlere Fachkompetenz.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Mit relativ geringer Streubreite der Antworten wird das Thema um das Jahr 2014 herum für machbar gehalten. Das untere Quartil Q1 liegt bei 2011, das obere (Q2) bei 2016. Die Antworten verteilen sich entsprechend nur auf die ersten drei Fünfjahresschritte (Abbildung 42). Nur eine Person hält das Thema „nie“ für realisierbar. Ein Hinweis lautet, das Thema sei technisch bereits heute im Routine-Einsatz, sei aber ein Marketing- und Vertriebsproblem sowie ein Problem der Verzahnung der Prozesse.

Abbildung 42: Realisierungszeit These 9, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



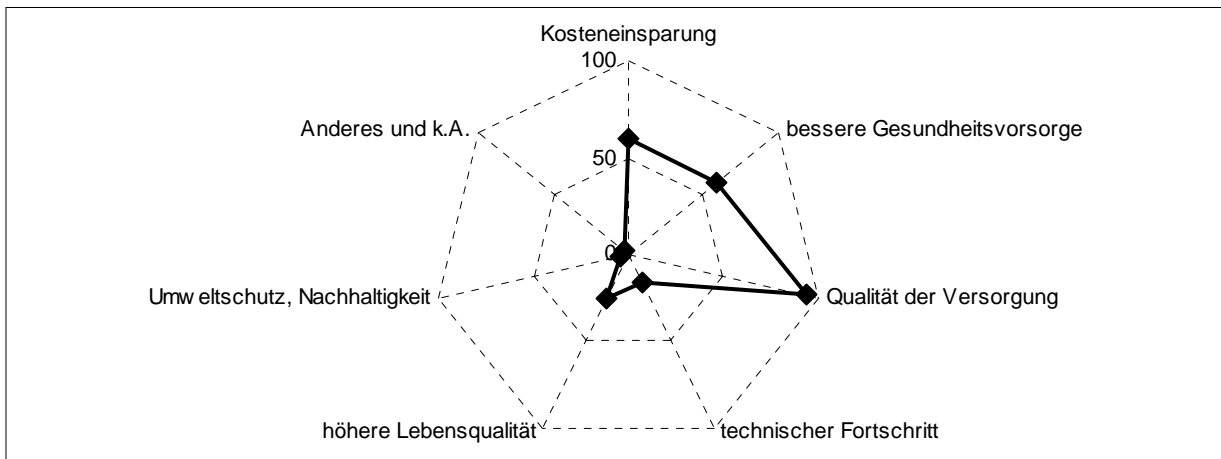
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

88 Prozent der Teilnehmenden halten das Thema für wünschenswert. Jeweils 6 Prozent sagen „weiß nicht“ oder halten es für nicht wünschenswert. Diskutiert wurde bei dieser These bereits im Vorfeld (z.B. auf dem Workshop), dass solche Expertensysteme zwar grundsätzlich hilfreich seien. Was aber ist bei „falschen“, ungenauen oder den (eigenen) ärztlichen Behandlungsvorschlägen konträr gegenüberstehenden Vorschlägen? Für grundsätzlich nicht wünschenswert hielten alle Workshop-Teilnehmer bereits, dass Maschinen die Entscheidungen über medizinische Behandlungen übernehmen.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

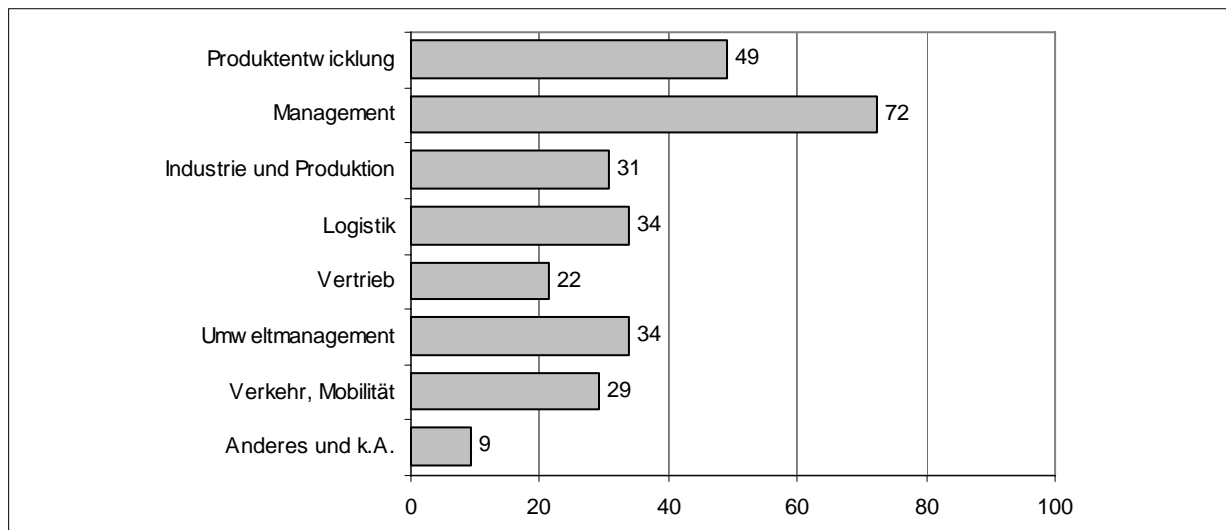
Wichtig ist das Thema auf jeden Fall für eine bessere Qualität der Versorgung (Abbildung 43) und kann möglicherweise auch zur besseren Gesundheitsvorsorge sowie zu Kosteneinsparungen beitragen.

Abbildung 43: Wichtigkeit der These 9 (in Prozent)

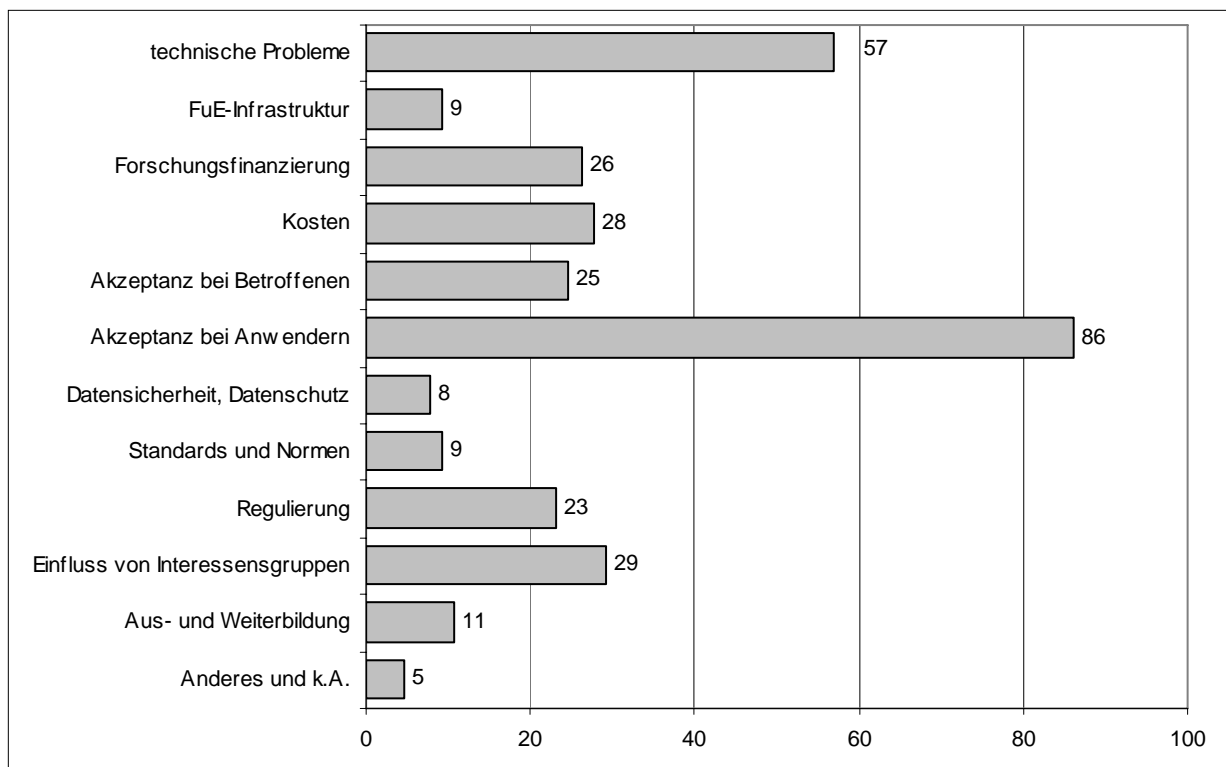


In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Systeme, die Entscheidungsvorschläge machen, können in sehr vielen anderen Bereichen eingesetzt werden. Abbildung 44 zeigt eine sehr breite Streuung der Antworten. Die meisten Kreuze wurden beim Management gemacht, gefolgt von der Produktentwicklung.

Abbildung 44:These 9 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 45:Hemmnisse bei der Realisierung von These 9 (in Prozent)

Obwohl ein System, das Entscheidungsvorschläge für den medizinischen Bereich macht, für realisierbar gehalten wird, sehen die Delphi-Experten und -Expertinnen das größte Hemmnis bei der Akzeptanz auf Seiten der Anwender. Wer möchte sich schon einen Teil der Entscheidungen abnehmen lassen und nur noch die Entscheidung „abnicken“? Technische Probleme, wie z.B. Zugriff auf verteilte Datenbanken, „intelligentes“ Sortieren und Auswählen, Umgang mit großen Datenmengen in kurzer Zeit usw., sind ebenso noch zu lösen. Aber auch alle anderen Kategorien werden – manche mehr, manche weniger – genannt; erwähnenswert sind hier

die Kosten, der Einfluss von Interessensgruppen, die Forschungsfinanzierung, die Akzeptanz bei den Betroffenen und Regulierungsfragen.

In den Expertenkommentaren wird befürchtet, dass das Personal in Erklärungsdruck gerät, wenn es – aus guten Gründen – den Entscheidungsvorschlägen nicht folgt und dieses Nichtbefolgen Konsequenzen hat. Was passiert wenn Ärzte eine Behandlung anordnen, die den Vorschlägen nicht folgt und diese Behandlung den Patienten dann sogar schädigt? Wie sehen die rechtlichen Konsequenzen aus? Andere Kommentare weisen darauf hin, dass die derzeitigen Systeme noch zu unflexibel und auf Domänen (gemeint sind wahrscheinlich Teilgebiete der Medizin) begrenzt sind. Auch die Anpassung an individuelle Problemlagen und Bedürfnisse muss noch geleistet werden, denn diese sind nicht immer mit Standardregeln zu erfassen.

Ausblick

Expertensysteme standardmäßig nutzen zu können, die dem medizinischen Personal sogar Entscheidungsvorschläge machen, heißt nicht, dass die Systeme Entscheidungen abnehmen. Darauf wird mehrfach hingewiesen, denn die Systeme erscheinen den meisten Delphi-ExpertInnen für wünschenswert und sind – trotz technischer und Akzeptanzprobleme – auch zu verwirklichen. Bereits heute existieren einige. Die in dieser These gemeinten Systeme werden aber in der Praxis eine Reihe rechtlicher Fragen aufwerfen, z. B. was ist bei Nichtbefolgen der Ratschläge? Kritisch erscheint auch, dass solche Ansätze zur „Entscheidungsunlust“ bzw. zum „Verlust der Entscheidungskompetenz“ erziehen, und es wird befürchtet, dass das Personal nach einer Gewöhnungsphase den Vorschlägen ohne nachzudenken folgen könnte. Dies gilt auch für die vielen anderen Bereiche, in denen „intelligente Expertensysteme“ Einsatz finden können.

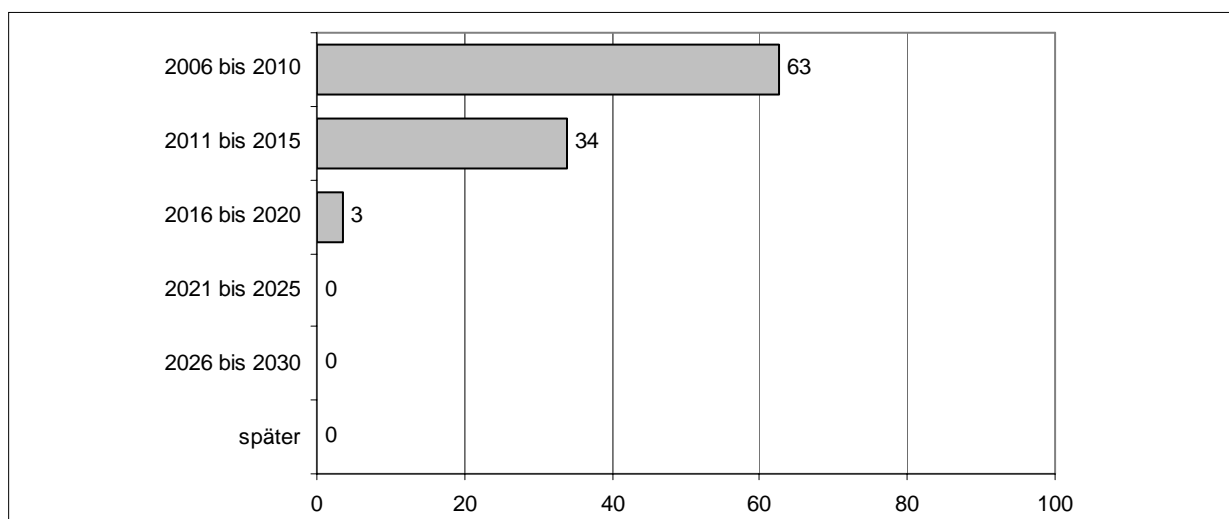
These 10: Expertensysteme und Datenbanken werden in Pilotversuchen erprobt, die für einzelne Patienten die individuell erforderliche Medikamenten-Kombination auf unerwünschte Medikamenten-Interaktionen überprüft und Vorschläge für eine Arzneimitteltherapie mit verringerten Wechsel- und Nebenwirkungen macht.

Unerwünschte Medikamenten-Interaktionen können große Schäden verursachen, die bis zum Tod von Patienten führen können. Einige der unerwünschten Medikamenten-Interaktionen sind durch eine falsche Dosierung oder falsche Handhabung der Patientinnen und Patienten selbst verursacht (so genannte unzureichende „Compliance“, siehe Bührlen, 2003). Hinzu kam, dass viele Patienten aus unterschiedlichen Gründen übermedikamentiert werden. Deshalb wurde die hier formulierte These, die einen Lösungsvorschlag für diese Probleme über Expertensysteme und Datenbanken bietet, ausgewählt. Hinzu kam, dass es sicherlich grundsätzlich erstrebenswert ist, eine Therapie mit möglichst geringen Nebenwirkungen zu erhalten. Allerdings geht man mit der These noch nicht sehr weit und fragt „nur“ nach der Erprobung in Pilotversuchen.

Die These wurde von 60 Delphi-Expertinnen und -Experten bewertet. 25,9 Prozent, also sehr viele, haben dabei nach eigenen Angaben große Fachkenntnis, 44,8 Prozent eine mittlere und 29,3 Prozent geringe. Für dieses Thema gelten einige der Anmerkungen, die bereits zur vorangegangenen These gemacht wurden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Abbildung 46: Realisierungszeit These 10, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



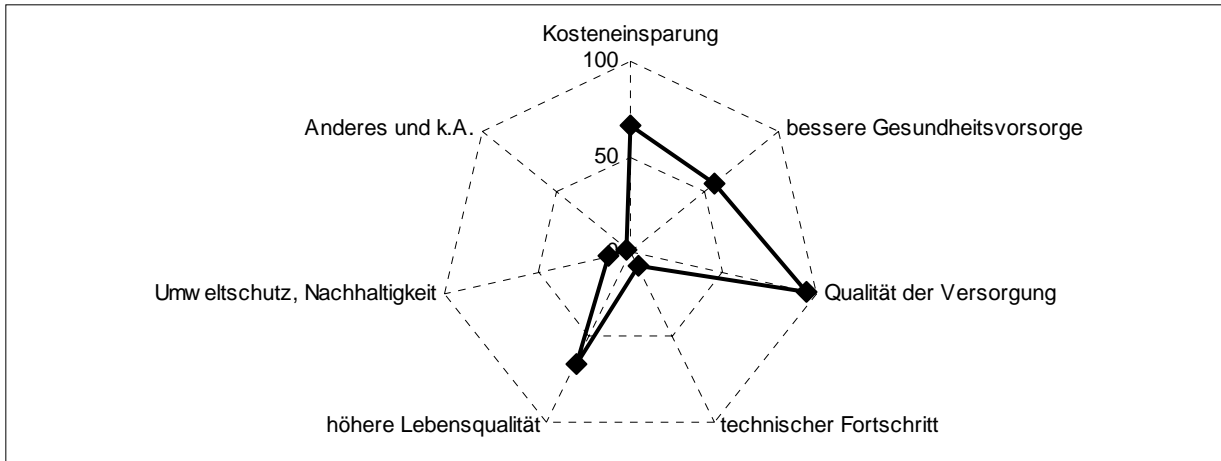
Die Realisierung der These wird entsprechend der Frage nach „Erprobung“ auch sehr früh (die früheste überhaupt) für möglich gehalten. Der Median liegt beim Jahr 2010, das untere Quartil bei 2008, das obere bei 2012. Die Verteilung der Antworten ist damit relativ dicht, wie Abbildung 46 zeigt.

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

98 Prozent der Antwortenden, also die Mehrheit, hält ein solches System für wünschenswert. Nur 2 Prozent sagen „weiß nicht.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

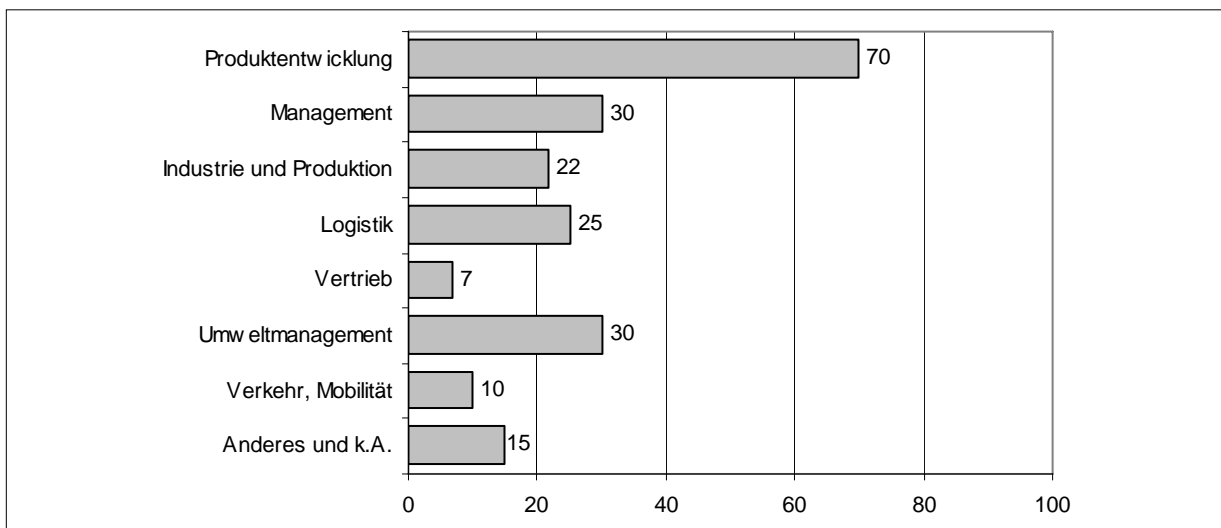
Abbildung 47: Wichtigkeit der These 10 (in Prozent)



Besonders wichtig ist die Entwicklung für eine gute Qualität der Versorgung. Für Kosteneinsparungen, eine höhere Lebensqualität und eine bessere Gesundheitsvorsorge werden solche Expertensysteme und Datenbanken ebenfalls für wichtig gehalten (Abbildung 47).

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Abbildung 48: These 10 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)

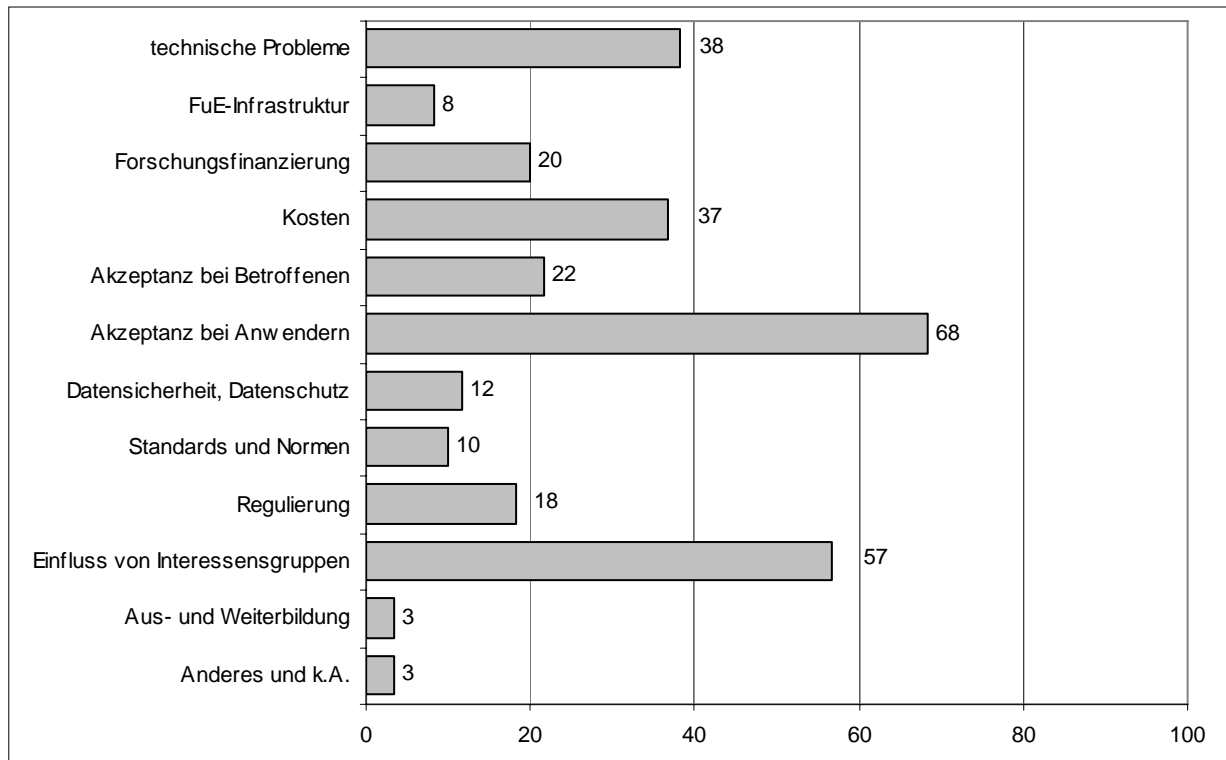


Ähnlich wie bei der Beurteilung anderer Datenbanken und Expertensysteme ist auch diese Technologie – selbstverständlich dem Kontext angepasst – in vielen anderen Bereichen nutzbar (Abbildung 48). 70 Prozent der 60 Antwortenden in der zweiten Delphi-Runde kreuzen hier die Produktentwicklung an. Aber auch Management, Umweltmanagement, Logistik und Industrie und Produktion werden angegeben. Immerhin 15 Prozent der Delphi-Teilnehmerinnen bzw.

-Teilnehmer kreuzen hier „anderes und k.A.“ an. Ein Kommentator wird etwas konkreter und nennt die Sportmedizin und hier insbesondere das Doping als weiteres Anwendungsfeld.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 49: Hemmnisse bei der Realisierung von These 10 (in Prozent)



Ganz klare Aussage zu den Hemmnissen: Obwohl das Thema im Probeinsatz relativ früh zu verwirklichen ist, wird der breite Einsatz bzw. die Realisierbarkeit insgesamt durch die Akzeptanz bei Anwendern und den Einfluss von Interessensgruppen behindert (Abbildung 49). Daneben treten die noch vorhandenen technischen Probleme und die Kosten, die ebenfalls genannt werden, in den Hintergrund. Aber auch alle anderen möglichen Hemmnisse wie Forschungsfinanzierung, die Akzeptanz bei den Betroffenen, Datensicherheit und Datenschutz, Regulierung, Standards und Normen sowie die FuE-Infrastruktur werden genannt. Der praktische Einsatz wird also aufgrund der Hemmnisse noch auf sich warten lassen.

Ausblick

Expertensysteme und Datenbanken, die für einzelne Patienten die individuell erforderliche Medikamenten-Kombination auf unerwünschte Medikamenten-Interaktionen überprüfen und Vorschläge für eine Arzneimitteltherapie mit verringerten Wechsel- und Nebenwirkungen machen können, werden zwar als Pilotversuche schon in naher Zukunft möglich sein, kleinere Datenbanken existieren auch schon. Aber einer breiten Anwendung stehen noch viele Hemmnisse, insbesondere die Akzeptanz bei den Anwendern und der Einfluss von Interessensgruppen, entgegen. Wie alle Thesen zu Expertensystemen ist auch diese Technologie auf viele andere Bereiche übertragbar.

These 11: Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt.

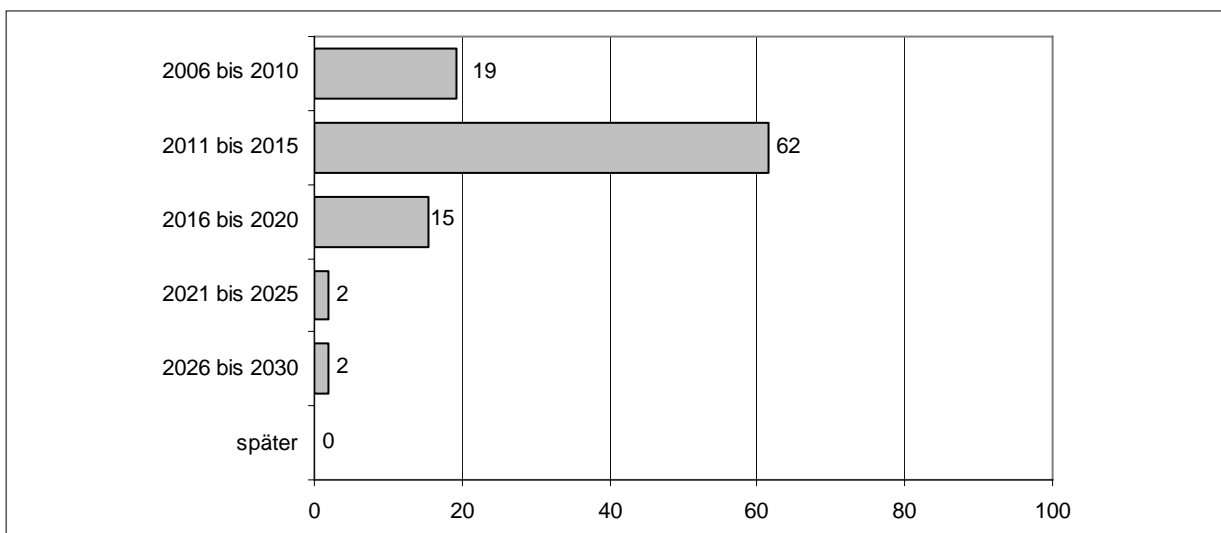
Direkt dort, wo sie gebraucht werden, also am „Point of Care“, Daten zu klinisch relevanten Parametern zu erhalten, ist der Inhalt dieser These. Realisiert werden soll das Ganze über ein Kleinstlabor auf einem Chip. Damit könnte direkt beim Patienten, wo auch immer er oder sie sich befindet, Blut und Urin auf Krankheiten hin untersucht werden.

Diese These wurde von 52 Delphi-Expertinnen und -Experten bewertet. Damit zeigt sich deutlich, dass diese These schon etwas spezieller als viele andere ist und nicht so viele Personen sie beurteilen können oder möchten. Entsprechend haben sich auch nur 13,7 Prozent der Expertinnen und Experten als sehr fachkundig eingestuft. 41,2 Prozent haben mittlere Fachkenntnis, 45,1 Prozent nur geringe.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Auch wenn die These in ihrer Breite einigen Personen laut Kommentaren fast schon utopisch vorkam, hielten alle die Labs-on-Chips doch für realisierbar (keiner sagte „nie“) und das schon in den nächsten 10 bis 15 Jahren. Wahrscheinlich wird die Realisierung etwas von den nachzuweisenden Stoffen abhängen (manche früher, andere später), aber beim Zeitraum der Verwirklichung der kompletten These ist man sich relativ einig: Der Median liegt um das Jahr 2013 herum, das untere Quartil (Q1) bei 2011, das obere (Q2) bei 2015. Die Verteilung ist wie in Abbildung 50.

Abbildung 50: Realisierungszeit These 11, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

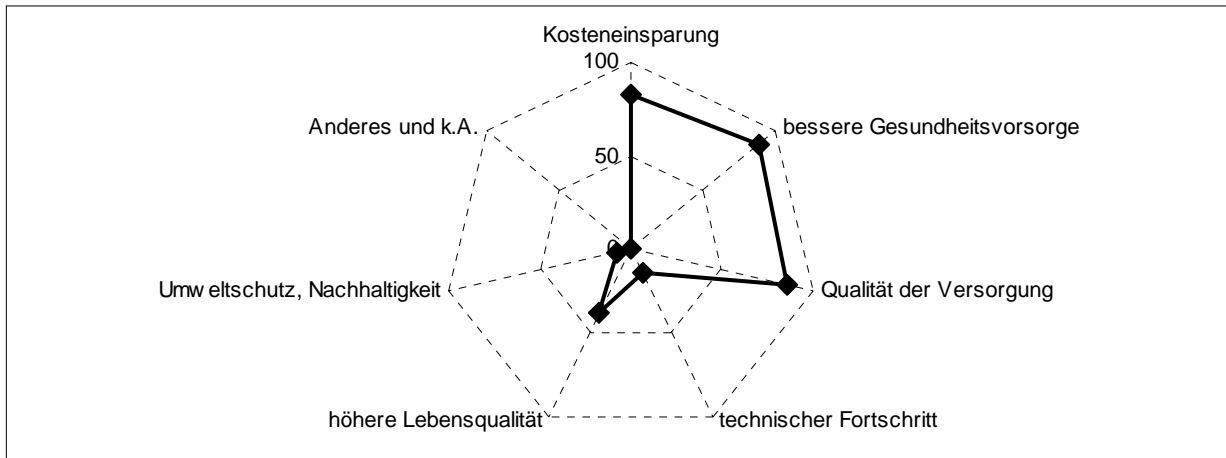


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

96 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen halten dieses „Vor-Ort-Labor“ für wünschenswert. Nur 2 Prozent sagen „weiß nicht“ oder „nein.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

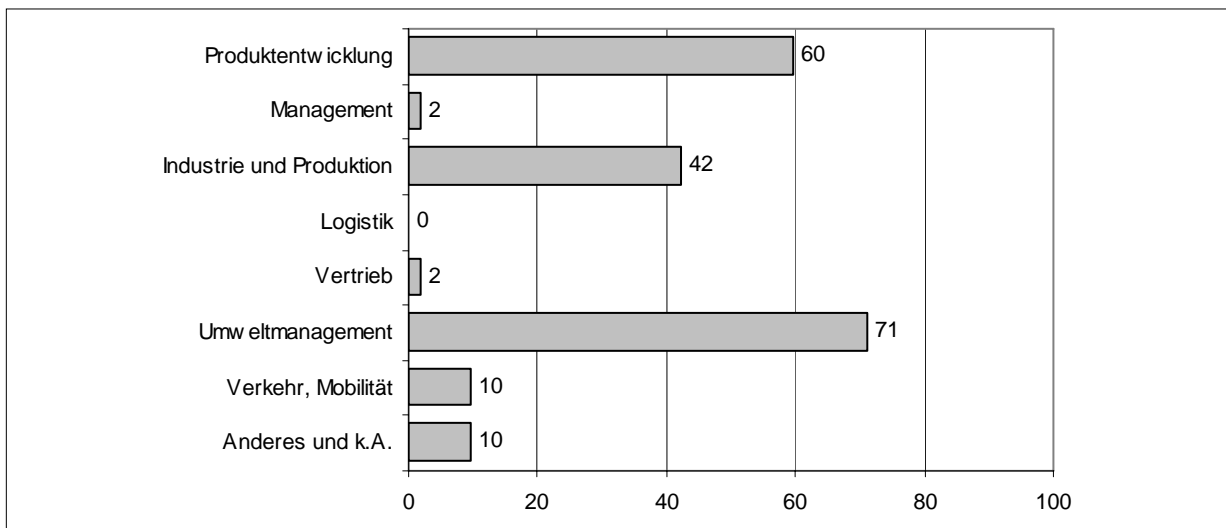
Abbildung 51:Wichtigkeit der These 11 (in Prozent)



Die Labs-on-Chips sind für eine bessere Qualität der Versorgung, bessere Gesundheitsvorsorge sowie Kosteneinsparungen besonders wichtig (Abbildung 51), sagen jeweils mehr als 80 Prozent der am Delphi Beteiligten. Immerhin fast die Hälfte der Expertinnen und Experten findet die These auch wichtig für eine höhere Lebensqualität, denn Point-of-Care-Diagnostik heißt natürlich auch, dass geschulte Patientinnen und Patienten die Chips selbst nutzen können oder zumindest nicht ins Krankenhaus oder die Arztpraxis gehen müssen.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

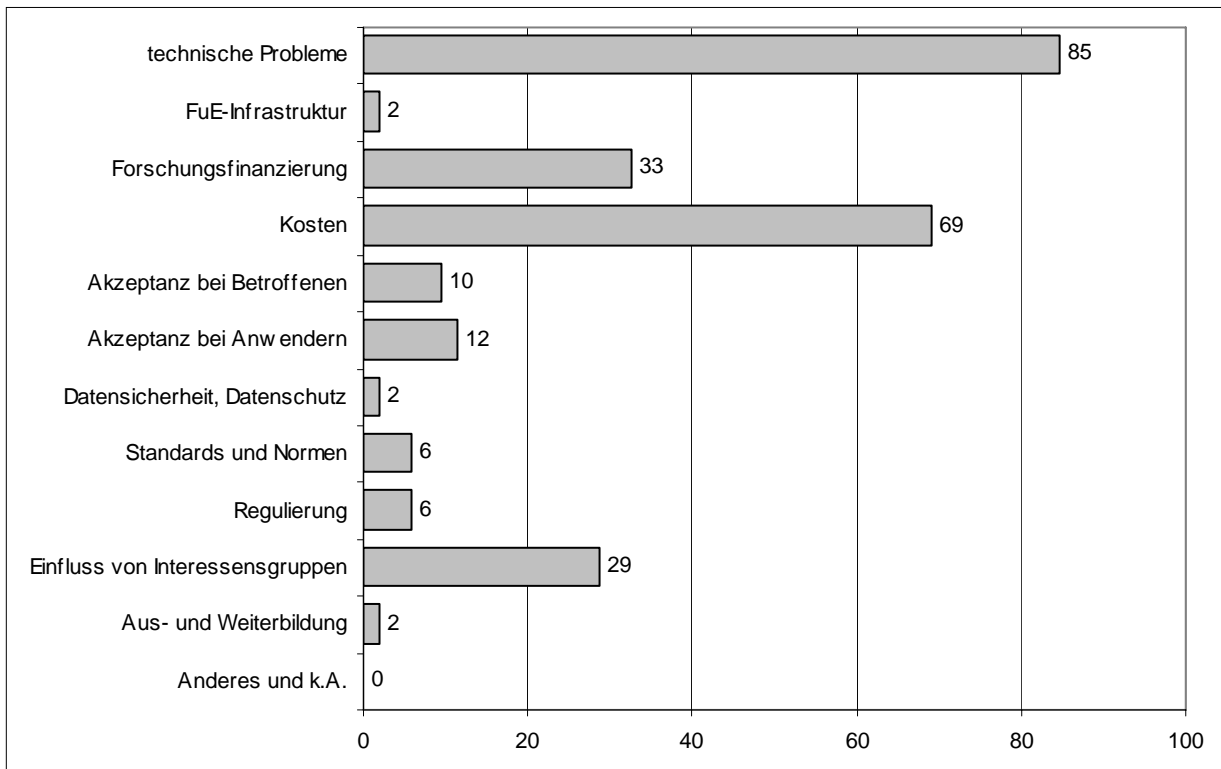
Abbildung 52:These 11 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Labs-on-Chips zum Nachweis bestimmter Stoffe sind nach Meinung der Delphi-Teilnehmer und -Teilnehmerinnen auch im Umweltmanagement, der Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion einsetzbar (Abbildung 52). Einmal entwickelt, muss das Prinzip also nur auf unterschiedliche Nachweisstoffe und Umgebungen übertragen werden.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 53: Hemmnisse bei der Realisierung von These 11 (in Prozent)



Hemmnisse, die einer Realisierung entgegenstehen (Abbildung 53), sind hauptsächlich technische Probleme. Biosensoren sind bislang zum Beispiel noch sehr instabil, so dass der Nachweis bestimmter Stoffe die Herausforderung bleiben wird. Die Miniaturisierung ist die zweite große Herausforderung. An zweiter Stelle der Hemmnisse werden die Kosten genannt. Möglicherweise stehen aber auch der Einfluss von Interessensgruppen sowie die Forschungsfinanzierung einer raschen Verwirklichung im Wege.

Ausblick

Labs-on-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin werden in den nächsten 10 bis 15 Jahren durchaus für möglich gehalten. Überall dort, wo vor Ort und rasch Analysen durchgeführt werden müssen, sind mögliche andere Einsatzbereiche, d.h. im Umweltmanagement ebenso wie in der Produktion oder der Produktentwicklung. Für wünschenswert wird das Thema jedenfalls gehalten. Allerdings stehen einer Realisierung noch technische Probleme und die Kosten entgegen. Diese Hemmnisse werden aber als überwindbar eingeschätzt. Nach und nach wird dann auch in anderen Bereichen (z. B. im Umweltmanagement oder der industriellen Produktion) ein relativ großer Markt entstehen können.

These 12: Protein-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik sind entwickelt und getestet.

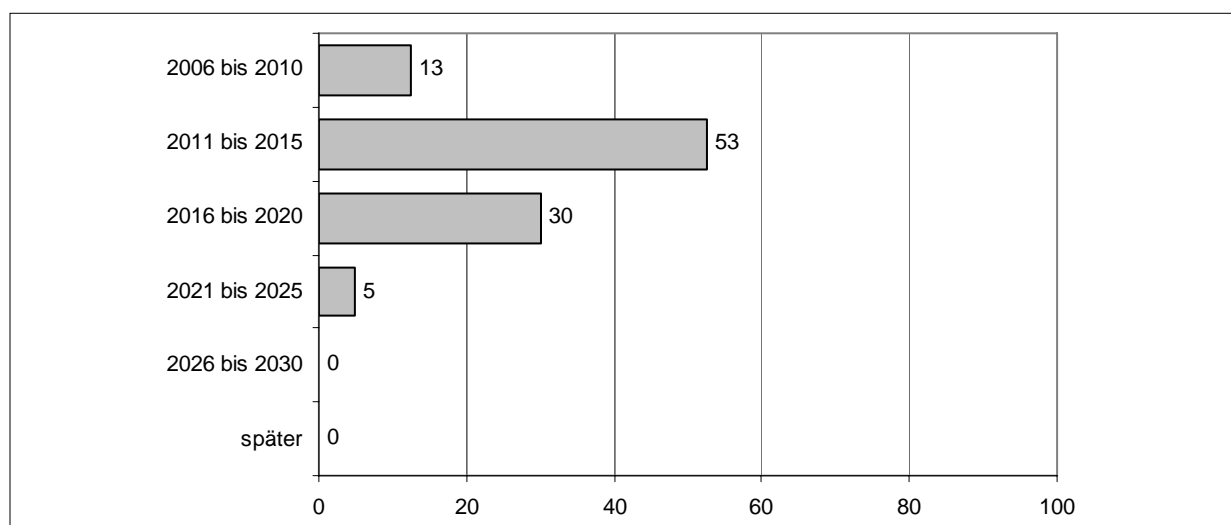
Der Protein-Chip ist ein viel versprechendes Werkzeug der Proteinforschung (siehe auch Thesen Nr. 34 und 35) in der klinischen Diagnostik, molekularbiologischen Forschung sowie der Lebensmittel- und Umweltanalytik. Eine verwandte Methode ist der DNA-Chip. Die am häufigsten eingesetzten Proteine für diagnostische Verfahren sind Antikörper. Es können Proteine, Viren, aber auch niedermolekulare Verbindungen wie Hormone, Toxine und Pestizide in einer Probe (Blutserum, Milch, Urin etc.) nachgewiesen werden. Hierbei macht man sich die Eigenschaft spezifischer Antikörper zu Nutze, die an den nachzuweisenden Stoff (Antigen) binden. Antikörper oder Antigen werden zuvor mit einem Enzym markiert. Die durch das Enzym katalysierte Reaktion dient als Nachweis für das Vorhandensein des Antigens. Grundsätzlich bietet die Protein-Chip-Technik die Möglichkeit, unterschiedliche Stoffe nachzuweisen, in der klinischen Diagnose, meistens Stoffe im Blut. Diese Messung soll vor Ort, also dort, wo der Patient oder die Patientin sich befindet, geschehen.

Diese These wurde nur von 43 Expertinnen und Experten beurteilt. Immerhin 11,6 Prozent der Antwortenden bescheinigen sich eine hohe Fachkenntnis, 32,6 Prozent eine mittlere, die anderen 55,8 Prozent nur eine geringe Sachkenntnis. Die Ergebnisse repräsentieren daher eine geringere Fachkenntnis und eine kleinere Grundgesamtheit als in vielen der anderen Fälle.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Obwohl das Thema sehr speziell ist, verteilen sich die Antworten zum Zeitraum der Realisierung nicht sehr breit: Protein-Chips werden um das Jahr 2014 herum für realisierbar gehalten (Q1: 2012, Q 2: 2017). Niemand zweifelt die Realisierbarkeit an. Die Antworten verteilen sich wie in Abbildung 54.

Abbildung 54: Realisierungszeit These 12, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



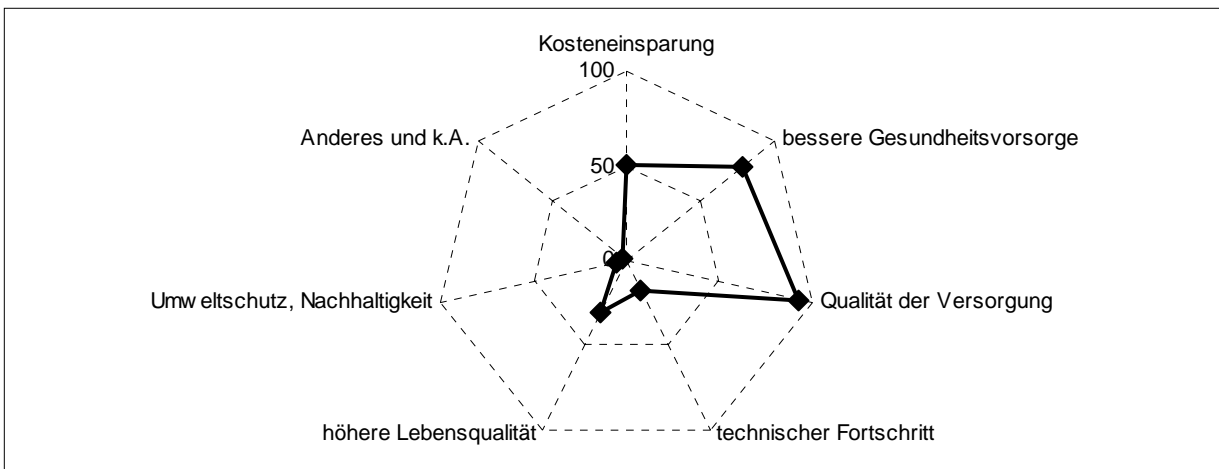
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Protein-Chips für die „Point-of-Care“-Diagnostik werden von 94 Prozent der Befragten für wünschenswert gehalten. Jeweils 3 Prozent sagen „nein“ oder „weiß nicht.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Für die Qualität der Versorgung und eine bessere Gesundheitsvorsorge wird das Thema für sehr wichtig gehalten (Abbildung 55). Einige der Teilnehmenden meinen auch, dass es für Kosteneinsparungen und möglicherweise noch eine höhere Lebensqualität eine Rolle spielen könnte.

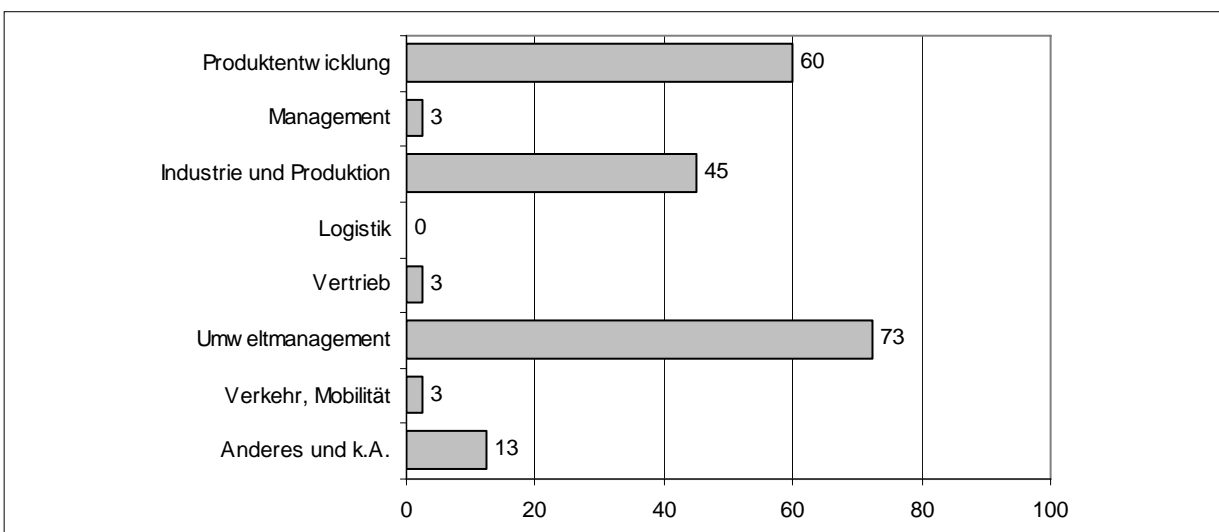
Abbildung 55: Wichtigkeit der These 12 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Protein-Chips werden auch in anderen Bereichen einsetzbar sein. Insbesondere das Umweltmanagement, die Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion werden hier genannt.

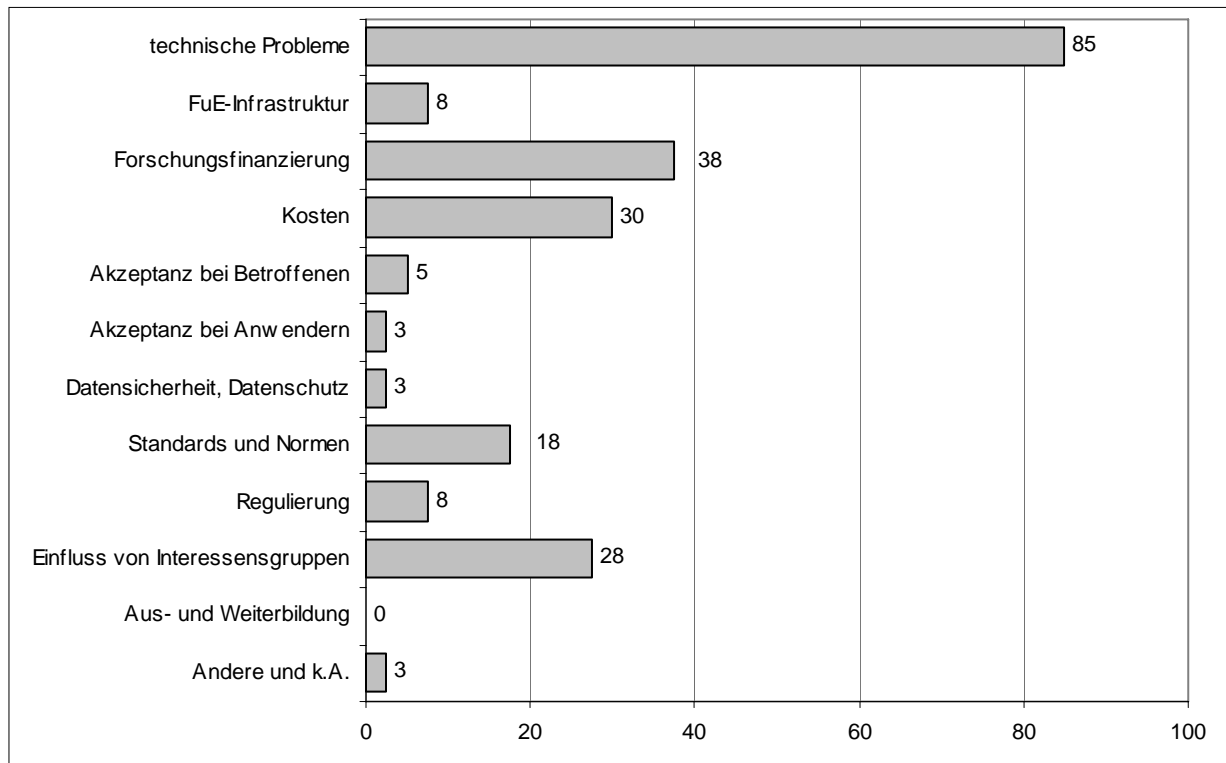
Abbildung 56: These 12 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Bevor das Thema realisiert werden kann, sind noch viele technische Hürden zu nehmen (Abbildung 57). Diese bilden die eigentliche Herausforderung. Forschungsfinanzierung, Kosten und ein möglicher Einfluss von Interessensgruppen werden jeweils etwa von einem Drittel der Delphi-Teilnehmerinnen und Teilnehmer genannt.

Abbildung 57: Hemmnisse bei der Realisierung von These 12 (in Prozent)



Ausblick

Den Protein-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik stehen hauptsächlich technische Probleme bei der Verwirklichung entgegen. Diese scheinen den Delphi-Teilnehmerinnen und Teilnehmer jedoch überwindbar zu sein, denn das Thema wird sowohl für wünschenswert als auch für machbar gehalten. Erwartet wird eine Realisierung etwa um das Jahr 2015 herum. Dann würden die Protein-Chips neben anderen Einsatzgebieten wie dem Umweltmanagement auch einen Beitrag zur Verbesserung der Gesundheitsvorsorge und der Versorgungsqualität leisten.

These 13: Eine histologische Diagnose von Gewebe in vivo ist mit spektroskopischen, mikroskopischen Laser-Scanning-Methoden möglich.

Für histologische Untersuchungen ist es heute in vielen Fällen noch notwendig, das Gewebe zu entnehmen. Dies ist aufwändig und auch belastend, so dass die Idee hinter dieser These ist, spektroskopische, mikroskopische Laser-Scanning-Methoden einzusetzen, die das Gewebe ohne Entnahme (also in vivo) und noch voll funktionsfähig untersucht, also „scannt“.

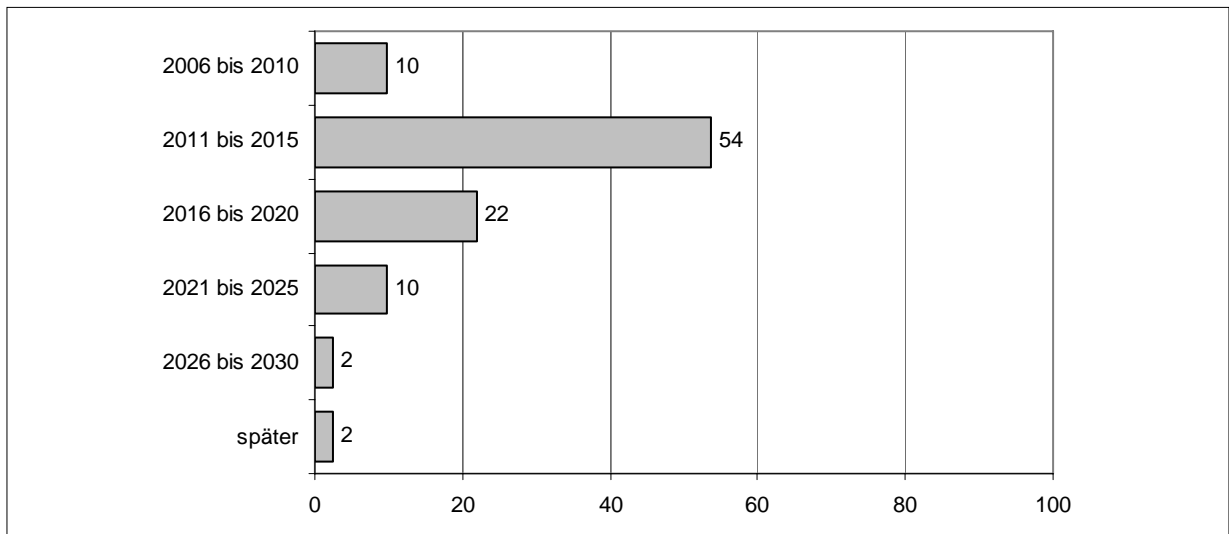
Für eine histologische Untersuchung, z.B. von Melanomen, muss das Scanning dreidimensional sein. Ein bereits existierendes, spezielles dreidimensionales Laser-Scanning-Verfahren ist das „Konfokale Laser-Scanning“, das in der Mikroskopie (Laser-Scanning Mikroskope) und der Augenheilkunde (Laser-Scanning Ophthalmoskope) eingesetzt wird. Das Prinzip des konfokalen Laser-Scannings beruht darauf, dass ein fokussierter Laserstrahl über eine Probe gesannt wird (in der Mikroskopie wird manchmal stattdessen das Objekt selbst bewegt) und das zurückfallende Licht hinter einer kleinen Punktblende detektiert wird. Durch die Anordnung der Blende wird nur Licht aus der Brennebene detektiert und man erhält ein Schnittbild nur aus dieser Ebene. Wie dick diese Ebene ist hängt von der Schärfentiefe des verwendeten Mikroskops ab. Ändert man zwischen einzelnen Aufnahmen die Fokussierung, so kann man einen ganzen Bildstapel aufnehmen und erhält so einen 3D-Datensatz.

Auch dieses Thema ist sehr speziell, so dass nur 46 der Teilnehmerinnen und Teilnehmer hier antworteten. Von diesen bezeichnen sich aber immerhin 19,6 Prozent sehr fachkompetent. 21,7 Prozent attestieren sich eine mittlere, 58,7 Prozent, also die meisten der Antwortenden, nur eine geringe Fachkompetenz. Vor diesem Hintergrund ist auch die Bandbreite der Antworten zu sehen, die insbesondere beim Zeitraum der Realisierung eine relativ große Streubreite aufweist.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Der Ansatz wird von allen Antwortenden für machbar gehalten, niemand sagt „nie realisierbar.“ Die Zeiteinschätzung liegt um das Jahr 2012 (Median) herum, mit einer Bandbreite von 7 Jahren (Q1: 2012, Q2: 2018). Die Antworten verteilen sich jedoch wesentlich breiter als bei anderen Thesen (siehe Abbildung 58), 2 Prozent der Antwortenden halten derartige Laser-Scanning-Systeme sogar erst nach 2030 für realisierbar.

Abbildung 58: Realisierungszeit These 13, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



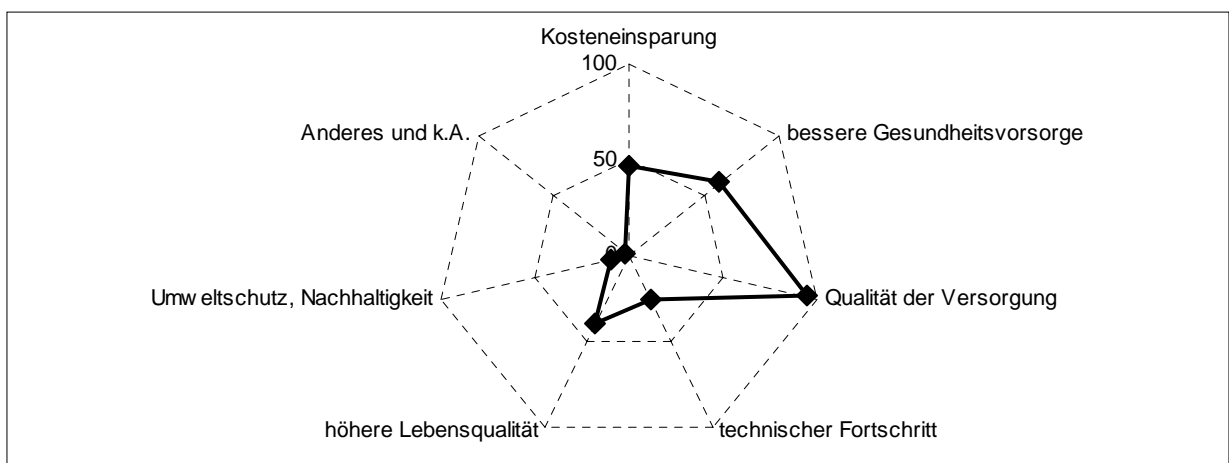
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

93 Prozent der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer halten das Thema für wünschenswert, 7 Prozent sagen „weiß nicht“.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Das Thema ist für eine bessere Qualität der Versorgung sehr wichtig. Genannt wird auch eine Relevanz für eine bessere Gesundheitsvorsorge, Kosteneinsparungen, eine höhere Lebensqualität und den technischen Fortschritt. In den zuletzt genannten Kategorien halten die wenigen wirklichen Sachkenner das Thema für noch wichtiger als die anderen Antwortenden. Es bleibt nachzuprüfen, ob die Personen mit hoher Fachkenntnis den Laser-Scanning-Systemen eine größere Tragweite zutrauen und genauer einschätzen können, wozu sie wirklich wichtig sind.

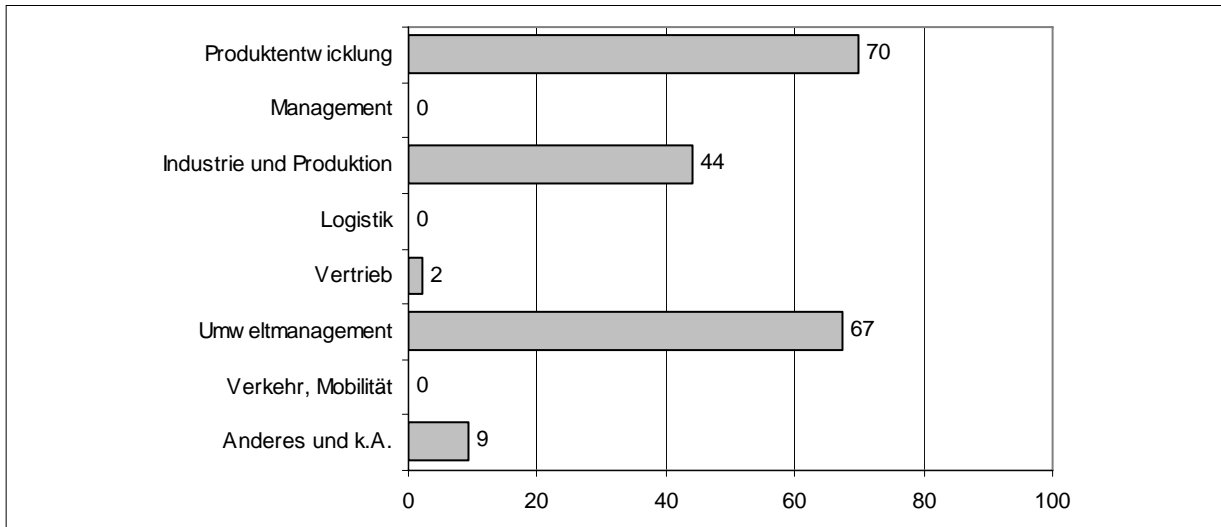
Abbildung 59: Wichtigkeit der These 13 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

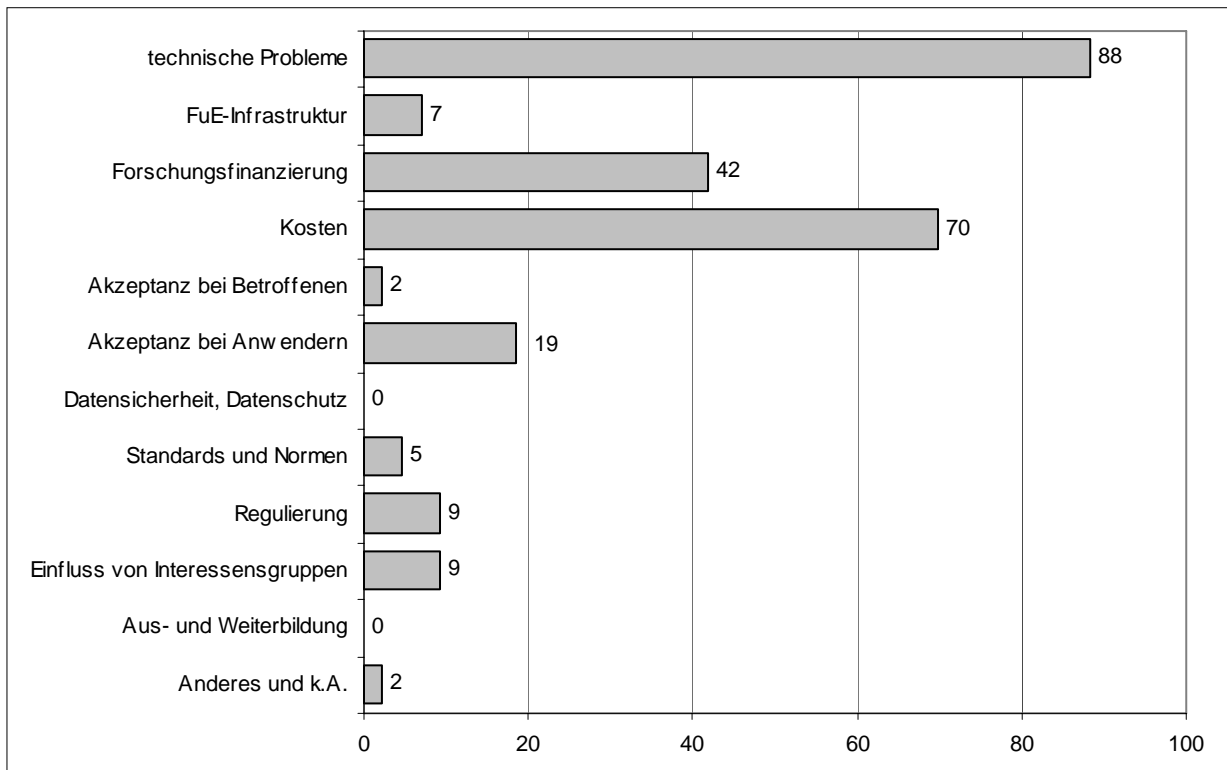
Laser-Scanning-Systeme können auch in der Produktentwicklung und im Umweltmanagement, möglicherweise auch in Industrie und Produktion Einsatz finden.

Abbildung 60:These 13 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Die Hemmnisse, die einer Realisierung im Wege stehen, sind eindeutig technischer Natur (siehe Abbildung 61). An zweiter Stelle werden die Kosten als Hindernis angesehen. Aber auch die Forschungsfinanzierung ist noch ausbaufähig. Alle anderen Hemmnisse werden zwar nicht häufig genannt, es sei aber auch darauf hingewiesen, dass einige Personen die Akzeptanz bei den Anwendern (für Chirurgen fällt Arbeit weg, für andere bedeutet die Anwendung des Laser-Scannings viel Weiterbildung) als Hemmnis einstufen.

Abbildung 61: Hemmnisse bei der Realisierung von These 13 (in Prozent)**Ausblick**

Mit spektroskopischen, mikroskopischen Laser-Scanning-Methoden histologische Diagnose von Gewebe in vivo vorzunehmen, scheint durchaus möglich zu sein und wird in den nächsten 10 Jahren für realistisch eingeschätzt. Dieses sehr spezielle Thema konnte allerdings nur von 46 Personen überhaupt beurteilt werden, so dass auch die Spannweite in den Antworten relativ groß ist. Für eine Verwirklichung sind eindeutig noch technische Probleme zu lösen und die Kosten zu senken. Dann aber kann Laserscanning zu einer besseren Qualität der Versorgung beitragen und die Scanning-Systeme können auch in anderen Bereichen wie der Produktentwicklung oder dem Umweltmanagement eingesetzt werden.

These 14: Ein routinemäßiger Ganzkörperscan mit funktioneller Bildgebung ist nach Unfällen Standard.

Kernspintomografen oder Röntgengeräte sowie erste Systeme für molekulare Bildgebung oder Magnetresonanztomografie (MRT) zur Darstellung von Weichteilen existieren seit einiger Zeit. Erste Ganzkörperscans sind bereits heute mit Kernspintomografen (siehe z.B. Stern, 2004; Zechbauer, 2005; Handelsblatt, 2006 oder Diagnoseklinik München, 2006) möglich. Die Anschaffung und der Einsatz von Kernspintomografen ist allerdings immer noch immens teuer (PriceWaterhouseCoopers, o.J.). Die Geräte können daher nicht überall unterhalten bzw. eingesetzt werden. Die hohen Kosten beruhen allerdings nicht nur auf der technischen Ausrüstung, sondern auch auf der Personalintensität der Geräte. Derzeit dauert ein Ganzkörperscan noch etwa 45 Minuten bis eine Stunde¹ und wird weniger nach Unfällen als zur Krebsdiagnose eingesetzt. Zusätzlich müssen die Daten nach einem Unfall sehr schnell verarbeitet und bildlich dargestellt werden können. Bis ein Ganzkörperscan tatsächlich zum Standard werden kann, sind daher – abgesehen von den Kosten – noch einige technische Herausforderungen zu meistern. Welche Geräte dabei zum Einsatz kommen werden, ob es multimodale Lösungen geben wird oder ob auch in Zukunft von Fall zu Fall unterschieden wird, bleibt abzuwarten und war nicht Gegenstand der These.

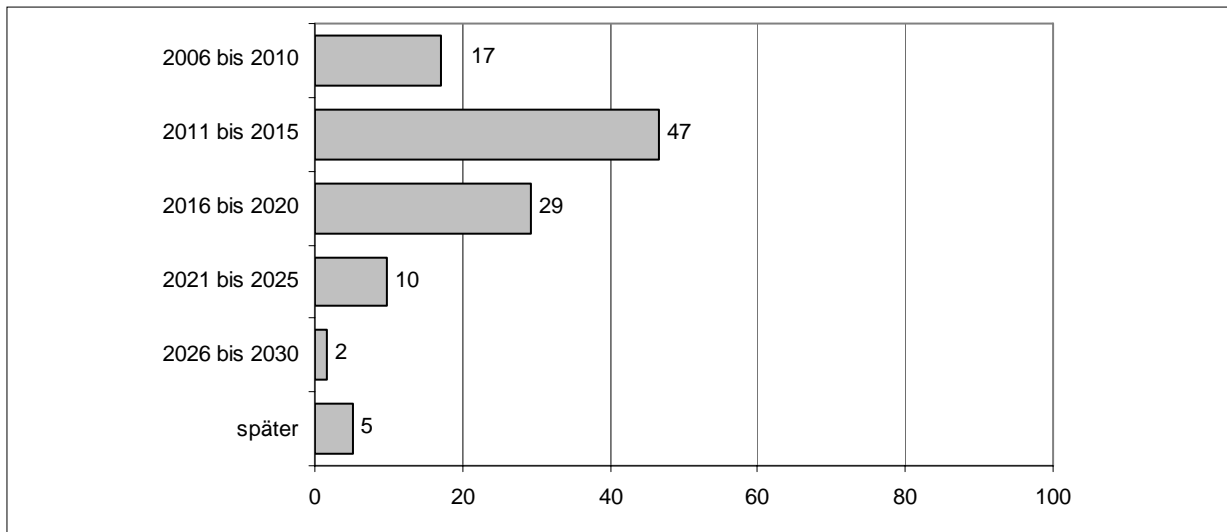
Diese These wurde von 63 Teilnehmerinnen und Teilnehmern beurteilt. 25,4 Prozent von ihnen sehen sich als sehr gute Fachkenner, 39,7 Prozent als mittlere und 34,9 Prozent als Personen mit geringer Fachkenntnis. Damit können die Ergebnisse als recht belastbar angesehen werden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Verwirklichung eines solchen Standard-Einsatzes wird um das Jahr 2014 erwartet, wobei die Bandbreite der Einschätzungen hier über 6 Jahre variiert (Q1: 2011, Q2: 2017). 4,8 Prozent der Antwortenden halten den Standard-Einsatz nicht für realisierbar und etwa 5 Prozent verschieben ihn auf nach 2030. Die Antworten verteilen sich wie in Abbildung 62.

¹ http://www.diagnoseklinik-muenchen.de/ganzkoerper_mrt_ab.php

Abbildung 62: Realisierungszeit These 14, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



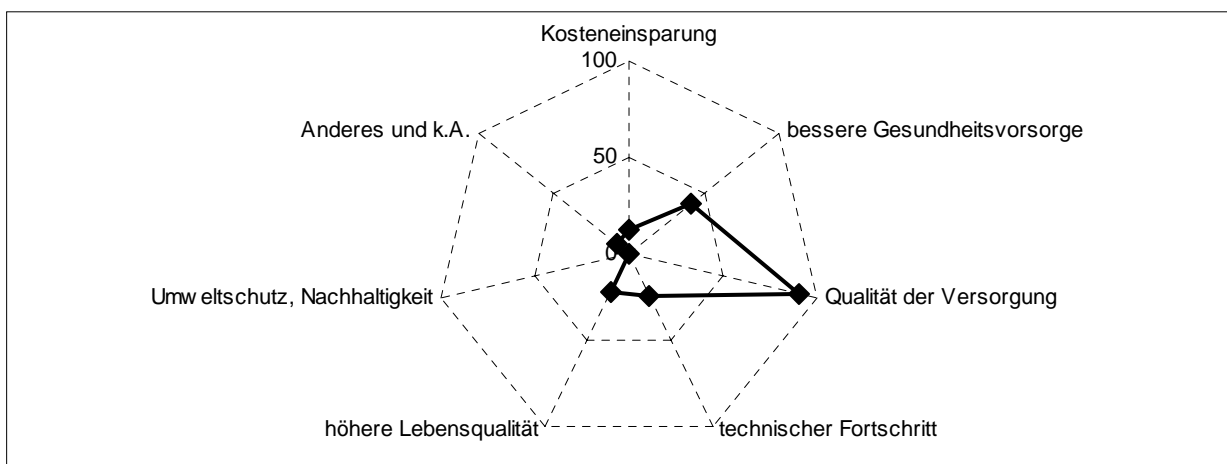
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Der standardisierte Einsatz eines Ganzkörper-scans nach Unfällen wird – teilweise auch aus Kostengründen – nicht von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern für wünschenswert gehalten. Immerhin 83 Prozent sagen, es sei wünschenswert, 11 Prozent sagen „nicht wünschenswert“ und 6 Prozent trauen sich keine Entscheidung darüber zu. Hierzu passen auch Kommentare (während des Workshops) wie: „Nicht in jedem Fall sollte sofort ein Ganzkörper-scans vorgenommen werden, es sollte zuerst die Notwendigkeit eingeschätzt werden.“

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Besonders wichtig wird das Thema für die Qualität der Versorgung sein. Wenn nach Unfällen sehr schnell geklärt werden kann welche Verletzungen, insbesondere der inneren Organe, vorliegen, ist dies sicherlich ein Qualitätssprung. Genannt wird aber auch die bessere Gesundheitsvorsorge, da Ganzkörper-scans sicherlich noch stärker in der Diagnostik (derzeit besonders Krebsdiagnostik) eingesetzt werden können.

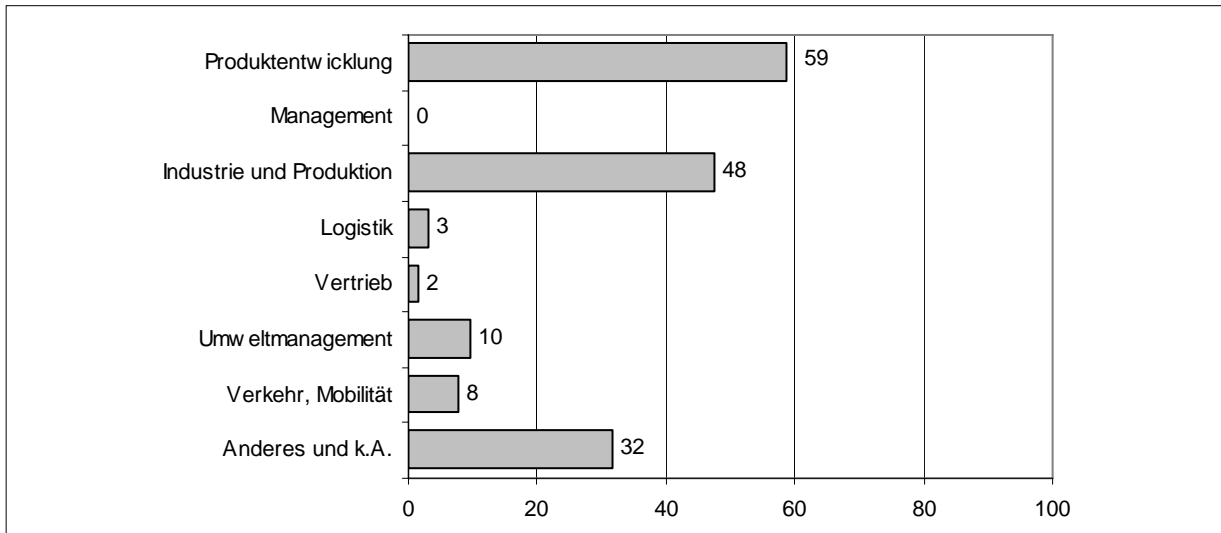
Abbildung 63: Wichtigkeit der These 14 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

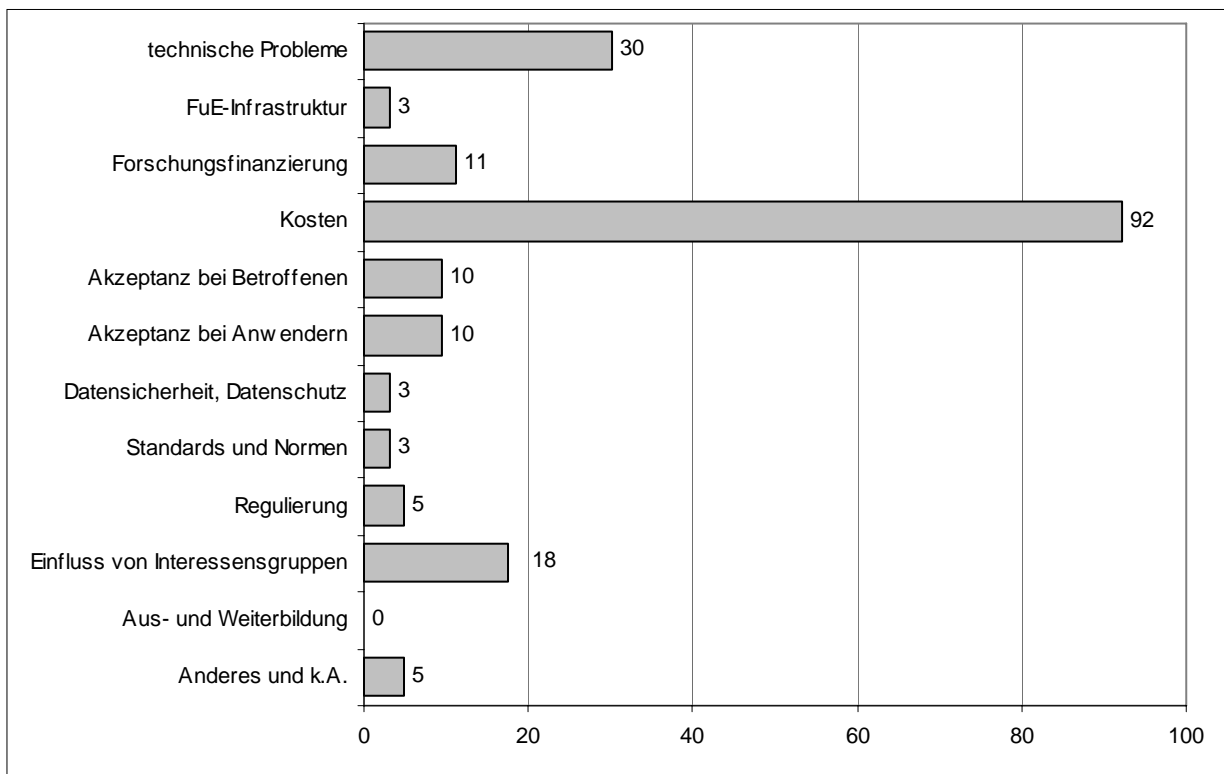
Ganzkörper-scans oder wahrscheinlich auch das Scannen großer anderer Objekte sind für die Produktentwicklung sowie in Industrie und Produktion interessant, sagen etwa jeweils die Hälfte der Teilnehmerinnen und -Teilnehmer. 32 Prozent nennen andere Einsatzbereiche insbesondere im Sicherheitsbereich, z.B. Flugsicherung und Kriminalitätsvorsorge.

Abbildung 64:These 14 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Wie bereits angedeutet, sind die hohen Kosten das größte Hindernis auf dem Weg zu einem standardisierten Einsatz – sagen fast alle Befragungsteilnehmerinnen und -teilnehmer. Alle übrigen Hemmnisse sind dem untergeordnet. Die technischen Probleme, die noch zu lösen sind, werden nur von 30 Prozent der Expertinnen und Experten genannt. Eine kleine Rolle könnten noch der Einfluss von Interessensgruppen (hier halten die Personen mit sehr hoher Fachkenntnis das Hemmnis für größer als diejenigen mit mittlerer und geringer Sachkenntnis), die Akzeptanz sowohl bei den Betroffenen als auch den Anwendern (auch hier wurden von den Fachkennern mehr Kreuze gesetzt als im Durchschnitt der Befragten) und die Forschungsfinanzierung spielen. Mehrere Kommentare weisen noch darauf hin, dass bei Ganzkörper-scans eine gewisse Strahlenbelastung entsteht, diese dürfe bei routinemäßigem Einsatz „nicht höher als die Belastung bei einem Transatlantik-Flug sein.“

Abbildung 65: Hemmnisse bei der Realisierung von These 14 (in Prozent)**Ausblick**

Der routinemäßige Einsatz von Ganzkörper-scans mit funktionaler Bildgebung nach Unfällen ist zwar wünschenswert, Kommentare geben aber zu bedenken, dass nicht in jedem Fall ein solcher Scan notwendig ist. Einziger oft genannter Hemmnisfaktor sind die Kosten, diese allerdings sind erheblich. Die technischen Probleme dagegen scheinen eher lösbar zu sein. Eine Verwirklichung dieser These wird trotz der Kosten kaum angezweifelt.

These 15: Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) werden für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z.B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z.B. Alzheimer) klinisch eingesetzt.

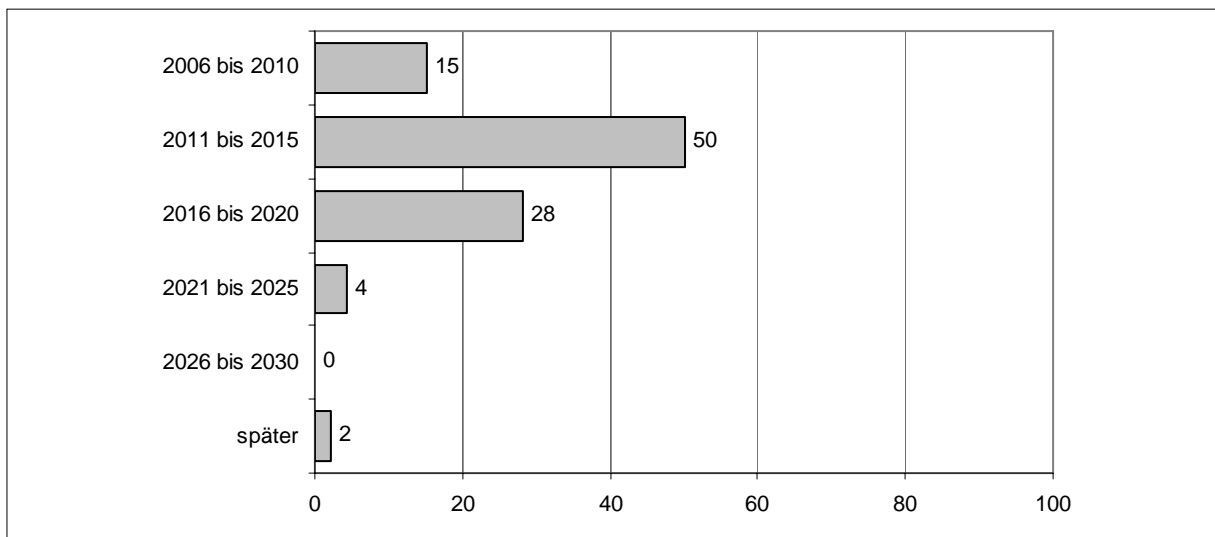
Die Magnetresonanztomographie ist ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung von Strukturen im Inneren des Körpers. Mit einer MRT kann man Schnittbilder des menschlichen (oder tierischen) Körpers erzeugen, die oft eine hervorragende Beurteilung der Organe und vieler Organveränderungen erlauben. Die Magnetresonanztomographie nutzt magnetische Felder, keine Röntgenstrahlen. Sie ist in den letzten Jahren ständig weiter entwickelt worden, weil sie einen hohen Weichteilkontrast liefert und daher besonders in der Tumordiagnostik oder der Abbildung von Hirn und Spinalkanal, Knorpel, Bandscheiben, Darm etc. eingesetzt wird. Für die funktionellen Methoden der MRT werden kontinuierlich neue Anwendungen erschlossen (BMBF, 2005); besonders in der neurologischen Forschung findet die MRT mehr und mehr Einsatz. Der 2005 in Betrieb genommene, europaweit stärkste Magnetresonanztomograf steht am Leibniz-Institut für Neurobiologie (IfN) in Magdeburg und soll beispielsweise „detaillierte Einblicke in Anatomie, Funktionsweise und sogar Stoffwechselfvorgänge des Gehirns, die entscheidend sind für eine bessere Diagnose neurologischer Erkrankungen wie Alzheimer, Epilepsie, Schizophrenie oder Multipler Sklerose und der Entwicklung von Heilmethoden für diese schrecklichen Krankheiten“ (BMBF, 2006a) bieten. Vor übertriebenen Erwartungen insbesondere hinsichtlich der Rückschlüsse aus den Bildern wird allerdings gewarnt (Hüsing, 2006). Auch die Kommentare der Befragten weisen darauf hin, dass die „Wissensbasis zur richtigen Deutung der Bildinformation“ noch sehr gering ist und damit das eigentliche Problem darstellt.

Die These zur funktionellen MRT für die Diagnostik psychischer Erkrankungen und von Erkrankungen des zentralen Nervensystems wurde von 46 Personen beurteilt. Unter diesen bezeichnen sich 17,8 Prozent als sehr, 42,2 Prozent als mittel und 40 Prozent als gering fachkundig.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Wie viele Thesen dieser Delphi-Befragung wird auch die MRT mit dem genannten speziellen Einsatz etwa um das Jahr 2014 herum für möglich gehalten. Die Bandbreite der Einschätzungen ist dabei nicht sehr groß, das untere Quartil liegt bei 2012, das obere bei 2017. 2 Prozent der Antwortenden meinen, das Thema sei erst nach 2030 zu verwirklichen. „Nie“ sagt keiner. Die Einschätzungen verteilen sich wie in Abbildung 66 auf die Fünfjahresschritte.

Abbildung 66: Realisierungszeit These 15, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



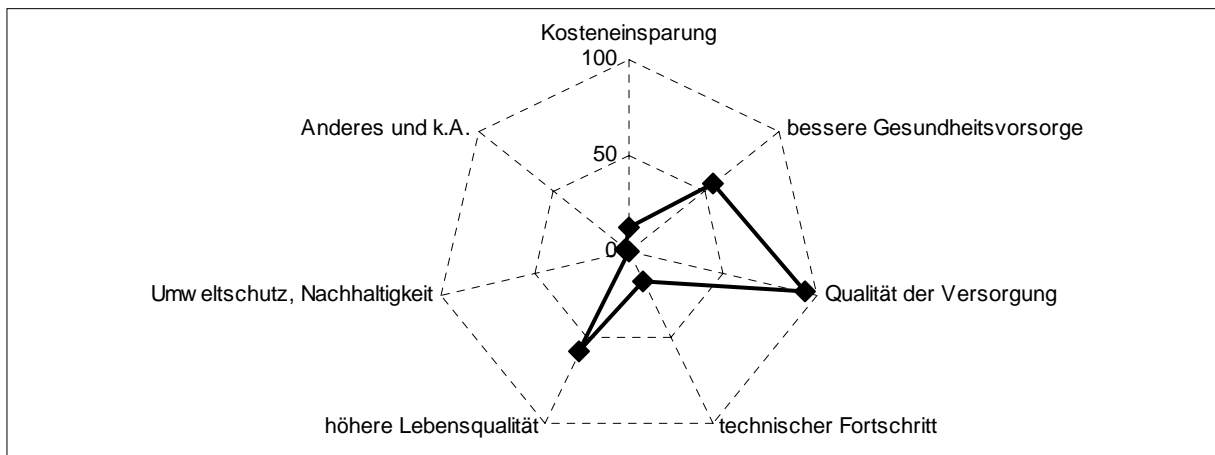
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

91 Prozent der Delphi-Experten halten das Thema für wünschenswert, 7 Prozent trauen sich keine Einschätzung zu und 2 Prozent halten es für nicht wünschenswert.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

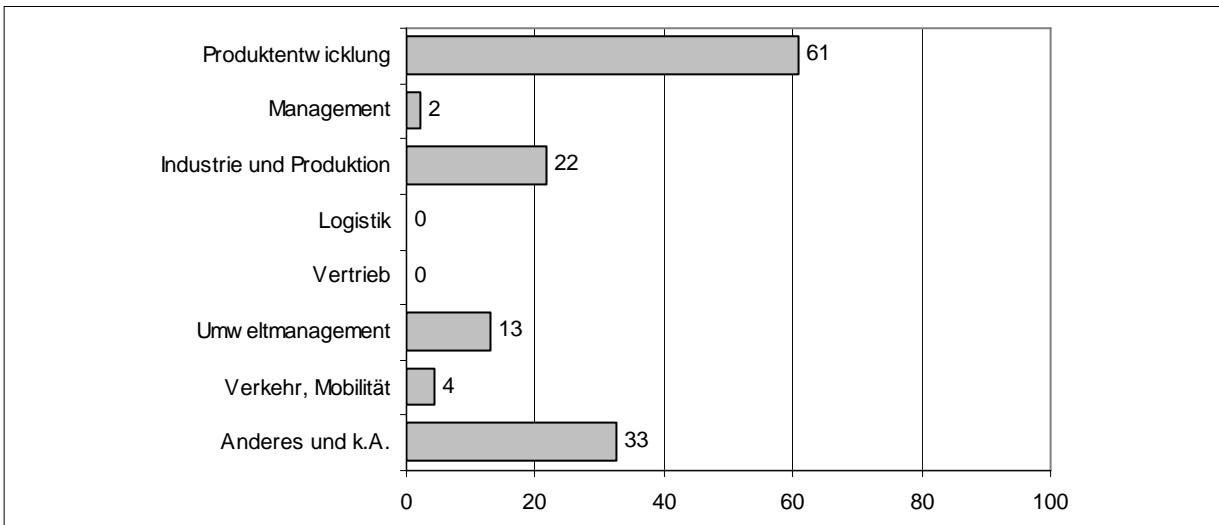
Besonders wichtig ist die These für die Qualität der Versorgung. Viele der Delphi-Expertinnen und -Experten halten sie aber auch eine bessere Gesundheitsvorsorge und eine höhere Lebensqualität für wichtig (siehe Abbildung 67).

Abbildung 67: Wichtigkeit der These 15 (in Prozent)



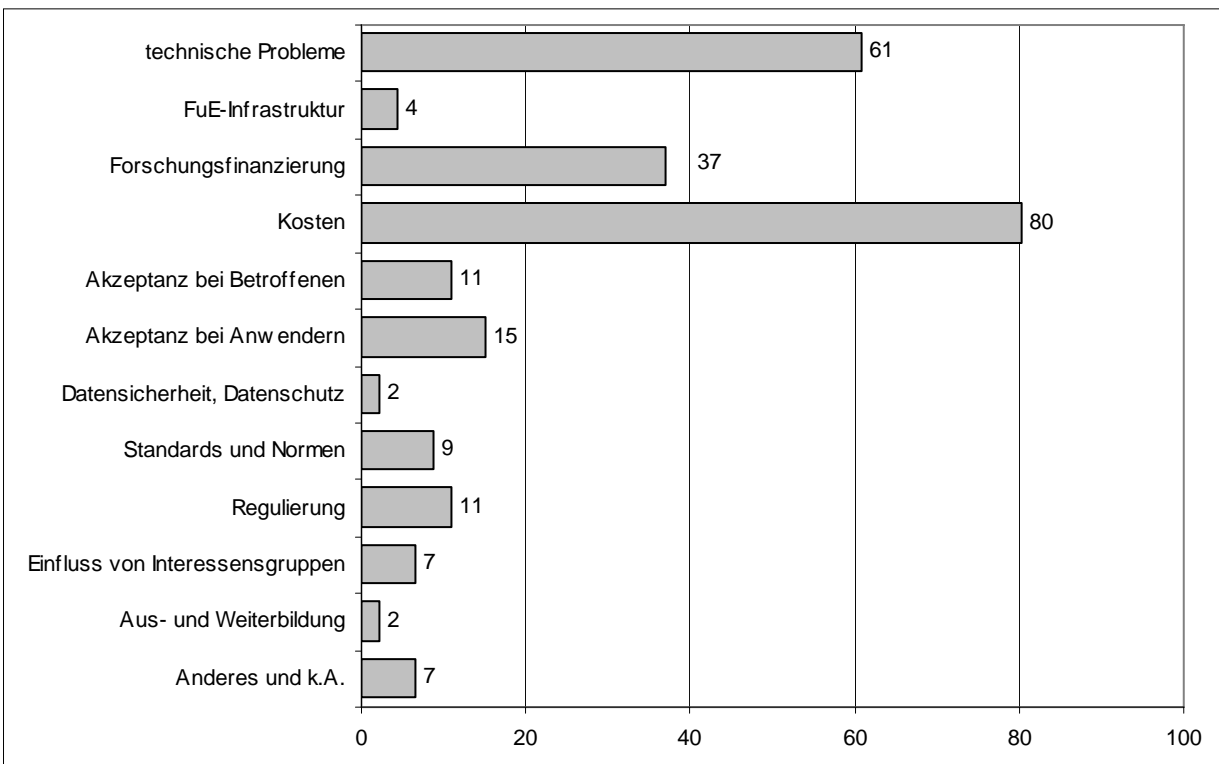
In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Die Magnetresonanztomografie ist auch in der Produktentwicklung einsetzbar. 22 Prozent der Teilnehmenden nennen noch Industrie und Produktion, 13 Prozent das Umweltmanagement. Immerhin ein Drittel kreuzten „Anderes und k.A.“ an, als Beispiel gibt ein Teilnehmer „Militär“ an, spezifiziert aber leider nicht genauer.

Abbildung 68:These 15 – Einsatzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Die Hemmnisse auf dem Weg zur Verwirklichung liegen insbesondere bei den Kosten und im technischen Bereich. Mehr als ein Drittel der Teilnehmenden nennen noch die Forschungsfinanzierung. Alle anderen Hemmnisse werden zwar genannt, insbesondere Akzeptanz bei Betroffenen und Akzeptanz durch die Anwender sowie Regulierung, aber längst nicht so häufig wie die Kosten oder technische Probleme (siehe Abbildung 69).

Abbildung 69:Hemmnisse bei der Realisierung von These 15 (in Prozent)

Ausblick

Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z. B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z. B. Alzheimer) klinisch einzusetzen, ist keine triviale Aufgabe. Eine Hürde ist die Interpretation der gewonnenen Daten und Bilder. Trotzdem wird das Thema für realisierbar gehalten und zwar in den nächsten 10 bis 15 Jahren. Die meisten Experten halten einen solchen MRT-Einsatz auch für wünschenswert, allerdings stehen der Verwirklichung noch die hohen Kosten und technische Probleme im Weg. Dann jedoch wird die Entwicklung die Qualität der Versorgung, die Gesundheitsvorsorge und die Lebensqualität der Betroffenen stark verbessern.

These 16: In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den Patienten hat.

Roboter in der industriellen Produktion einzusetzen, ist akzeptierter Standard. Aber in privaten Bereichen, z.B. Haushalt, Kranken- oder Altenpflege, sind Roboter in Deutschland sehr umstritten. Das zeigte sich bereits in früheren Delphi-Befragungen in denen sogar diskutiert wurde, nicht mehr von „Robotern“, sondern „Geräten“ bzw. „Maschinen“ zu sprechen (BMFT, 1993; Cuhls/ Kuwahara, 1994; Cuhls /Breiner/ Grupp, 1996 oder Cuhls/ Blind/ Grupp, 1998). Dennoch laufen die Entwicklungen erster Service-Roboter auch in Deutschland an. Ein Beispiel für Roboter in der Krankenpflege ist der Care-O-Bot (Fraunhofer IPA, 2006). Besonders in Japan setzt man mehr und mehr auf Roboter in der Kranken- und Altenpflege (Woznik, 2006), auch im Sinne humanoider und „verstehender“ Roboter (Ishii, 2006).

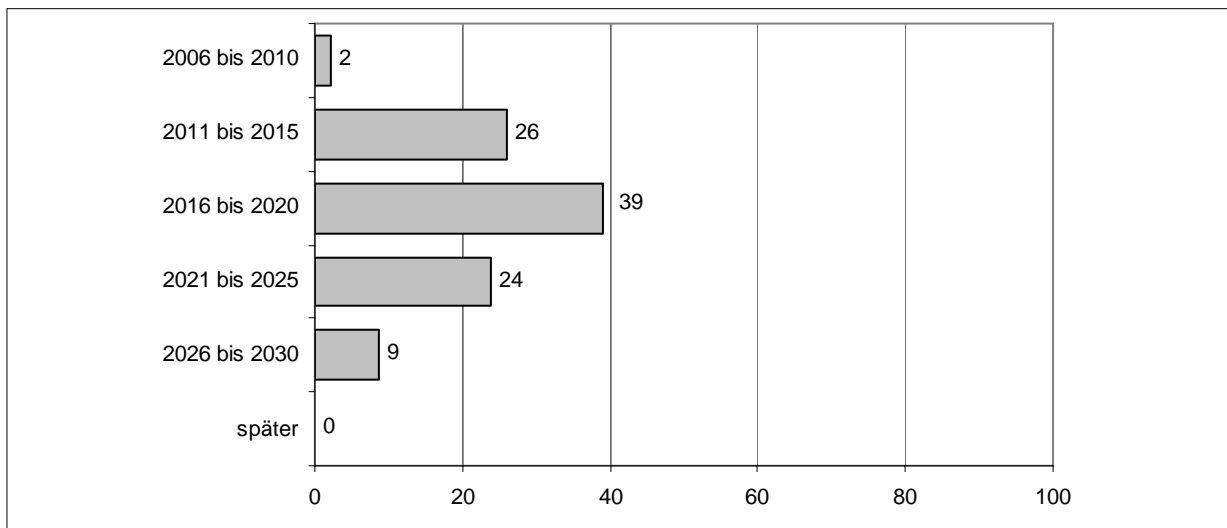
Trotzdem ist die These, „In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den Patienten hat“ eine der umstrittensten der vorliegenden Delphi-Befragung. Entsprechend reichen die Kommentare von „unmenschlich, unsozial“, „Gefährlich: Entpersonalisierung der Pflege“, „muss verhindert werden“ bis zu „Zeitgewinn für echte Pflege am Menschen“, einer „Entlastung des Personals“. Ein Kommentar ging so weit zu sagen, dass der Klinikbetrieb ohne Roboter bei der gegebenen Bevölkerungsentwicklung nicht mehr aufrechterhalten werden könne.

Die Roboter in der Krankenpflege wurden von 63 Delphi-Expertinnen und -Experten beurteilt. 18 Prozent von ihnen bescheinigen sich große Fachkenntnis, 50,8 Prozent „mittlere“, und 31,1 Prozent nur „geringe“ Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Immerhin 23,8 Prozent der Antwortenden halten diese These nicht für realisierbar. Das ist mit Abstand der höchste Wert für Nicht-Realisierbarkeit in der ganzen Befragung. Die übrigen Antworten ordnen den Zeitraum der Realisierung wie in Abbildung 70 ein, „später“ sagt interessanterweise niemand. Das bedeutet, die Roboter werden entweder bis 2030 im Einsatz sein oder gar nicht. Der Median liegt trotzdem relativ spät bei 2018 (Q1: 2015, Q2: 2022).

Abbildung 70: Realisierungszeit These 16, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



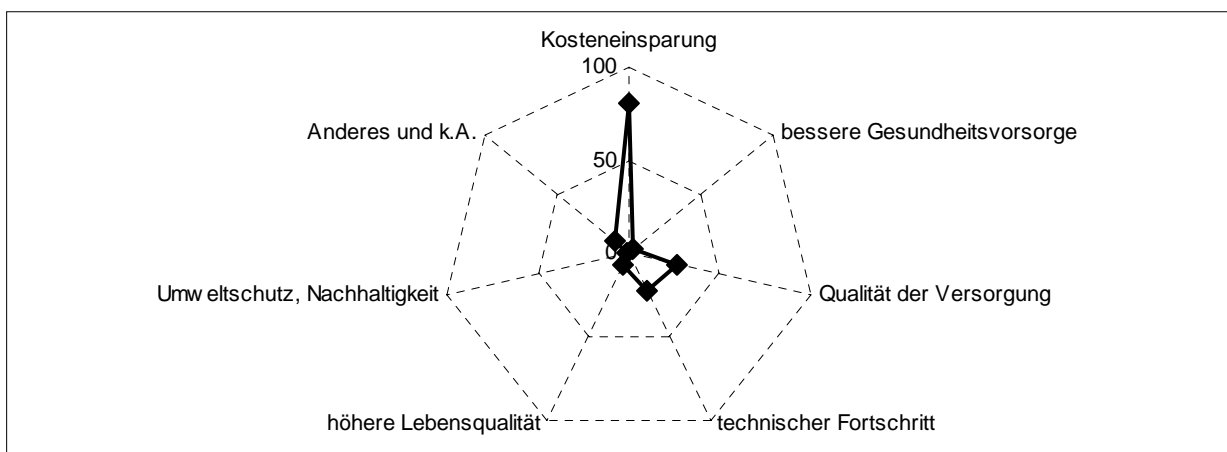
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Diese umstrittenste These der Umfrage hält nur die knappe Mehrheit (54 Prozent) für wünschenswert, 31 Prozent halten sie für nicht wünschenswert und 15 Prozent enthielten sich.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Das Thema sei für Kosteneinsparungen sehr wichtig, sagen zumindest 81 Prozent aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Dies wird aber von den Personen mit hoher Fachkenntnis unter ihnen relativiert: hier schätzen nur noch 55 Prozent das Thema für wichtig ein. Sehr wenige Expertinnen und Experten halten die Krankenpflege-Roboter auch für die Qualität der Versorgung und den technischen Fortschritt für wichtig. Bei der Wichtigkeit für den technischen Fortschritt hat keine der wenigen teilnehmenden Frauen ein Kreuz gesetzt, aber immerhin 19 Prozent der männlichen Befragten.

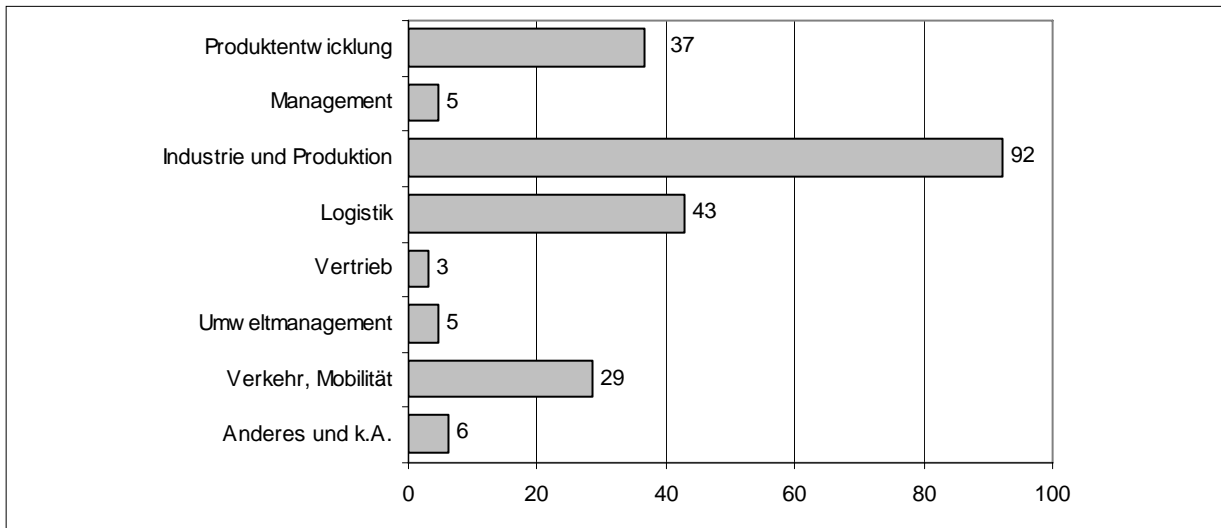
Abbildung 71: Wichtigkeit der These 16 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

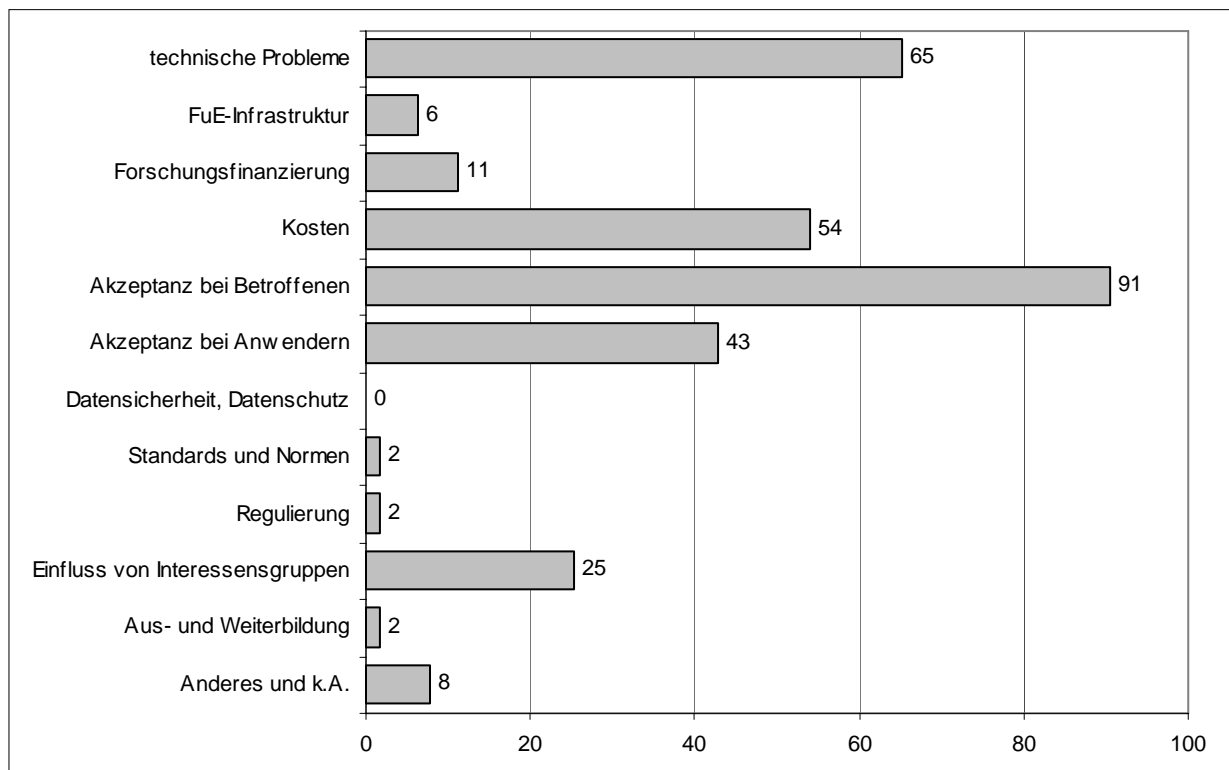
Roboter können grundsätzlich in sehr vielen Bereichen einsetzbar sein, so dass hier alle Kategorien genannt wurden, insbesondere Industrie und Produktion. Roboter können aber auch in der Logistik, der Produktentwicklung oder Verkehr/ Mobilität eingesetzt werden.

Abbildung 72:These 16 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Die Realisierung dieser These entscheidet sich eindeutig an der Akzeptanz bei den Betroffenen, sofern diese überhaupt eine Wahl haben. Auch die Akzeptanz der Anwender wird eine Rolle spielen. Hemmnisse liegen ferner noch in der Technik – und die werden von den fachkundigen Antwortenden für wesentlich höher eingeschätzt als von allen Teilnehmern (82 Prozent Fachkenner, 65 Prozent Durchschnitt aller Antworten) – sowie in den Kosten für Roboter in der Pflege. Auch der Einfluss der Interessensgruppen wird von einem Viertel der Antwortenden (sogar von 45 Prozent der Experten mit hoher Sachkenntnis) als Hemmnis eingestuft. Das Thema kann zwar an der technischen Machbarkeit scheitern, aber eher noch – und davon geht immerhin fast ein Viertel der Delphi-Befragten aus – an Akzeptanzfragen.

Abbildung 73: Hemmnisse bei der Realisierung von These 16 (in Prozent)**Ausblick**

Roboter in der Krankenpflege sind und bleiben umstritten, auch wenn in der hier vorliegenden These eingeschränkt wird auf schwere und standardisierte Tätigkeiten und obwohl auf die Entlastung des Personals hingewiesen wird, damit dieses sich mehr um die persönliche Zuwendung für die Patientinnen und Patienten kümmern kann. Nur etwas mehr als die Hälfte – und damit in dieser Befragung sehr wenige – halten Krankenpflege-Roboter überhaupt für wünschenswert, ein Drittel lehnt sie komplett ab. Wenn sie realisiert werden – und das wird von fast einem Viertel der Delphi-Expertinnen und -Experten grundsätzlich bezweifelt – dann allerdings vor 2030, wahrscheinlich sogar zwischen 2016 und 2020, weil Roboter für Kostensenkungen eine immense Rolle spielen können. Entscheiden wird sich die Verwirklichung einerseits an der technischen Machbarkeit, andererseits an Akzeptanzfragen, sowohl bei den Betroffenen als auch den Anwendern.

These 17: Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich.

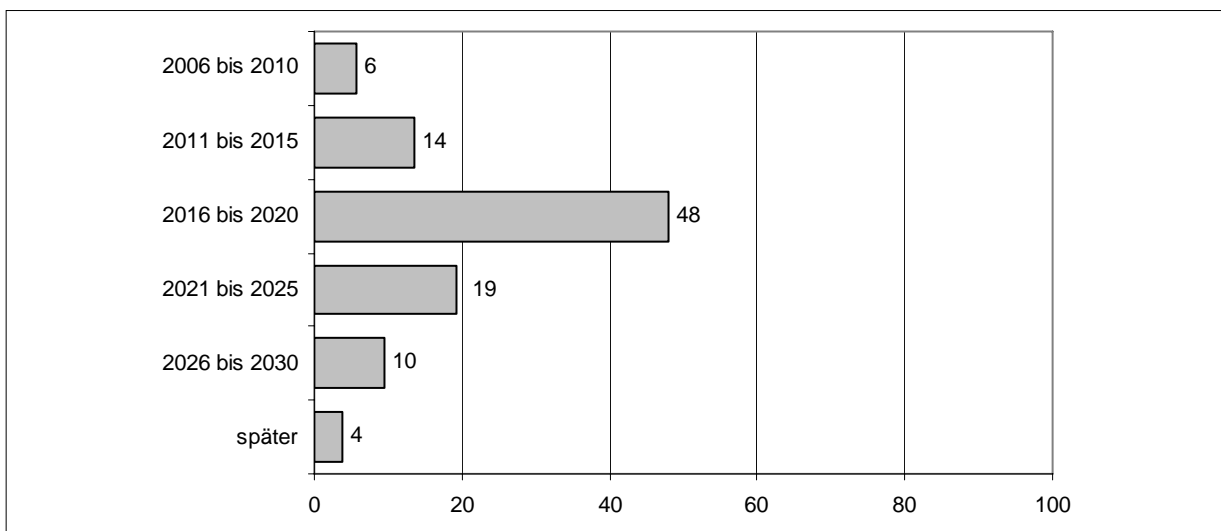
Operationen minimal-invasiv und endoskopisch durchzuführen, gehört in vielen Bereichen bereits zum Standard. Der Vorteil aller minimal-invasiven Techniken ist, dass die jeweiligen Wunden klein bleiben und somit die Heilung in der Regel schneller voranschreitet. Bei dieser These geht es einen Schritt weiter: Eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete Mikromaschine soll in den Körper eindringen, von außerhalb des Körpers gesteuert werden und auf diese Weise operieren. Die technischen Herausforderungen liegen in der Miniaturisierung, in der Steuerung, der Entwicklung adäquater Sensoren, den Aktoren, die eigentlich operieren, und dem Zusammenspiel des gesamten Systems. Damit könnte dann – so die Idee – sehr genau und an für das Skalpell unzugänglichen Stellen des Körpers operiert werden.

55 Delphi-Expertinnen und -Experten haben diese These beurteilt. Davon bescheinigen sich 18 Prozent große Sachkenntnis, 50 Prozent eine mittlere und 32 Prozent eine geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Diese These ist ein eher langfristiges Projekt und wird etwa um das Jahr 2019 herum für realisierbar gehalten, mit einer Bandbreite von 7 Jahren in den Einschätzungen. Das untere Quartil liegt bei 2016, das obere bei 2023. Abbildung 74 zeigt, dass einige das Thema auch erst nach 2030 für möglich halten. Nur 1,8 Prozent der Teilnehmenden sagen „nie“ realisierbar.

Abbildung 74: Realisierungszeit These 17, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



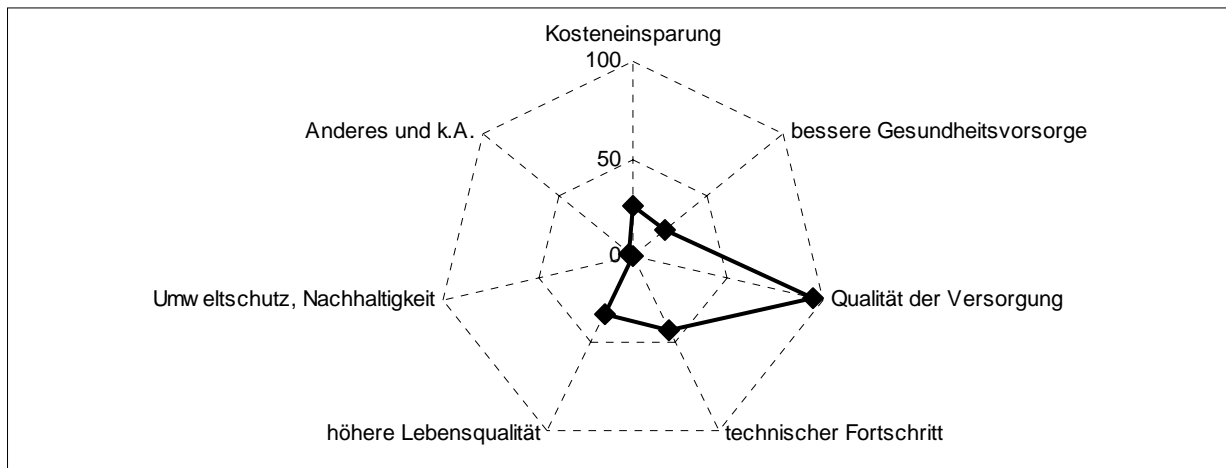
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

93 Prozent der Befragten halten das Thema für wünschenswert. Nur 2 Prozent halten es für nicht wünschenswert. Die restlichen 5 Prozent wagen keine Einschätzung.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Eine operierende Mikromaschine mit Fernkontrolle wird für die Qualität der Versorgung grundsätzlich für wichtig gehalten (Abbildung 75, durchschnittlich kreuzten dies 95 Prozent der Teilnehmenden an, allerdings „nur“ 75 Prozent der großen Fachkenner). Wichtig ist das Thema aber auch für den technischen Fortschritt und eine höhere Lebensqualität der Patienten. Einige Delphi-Expertinnen und -Experten nennen auch eine bessere Gesundheitsvorsorge und Kosteneinsparungen.

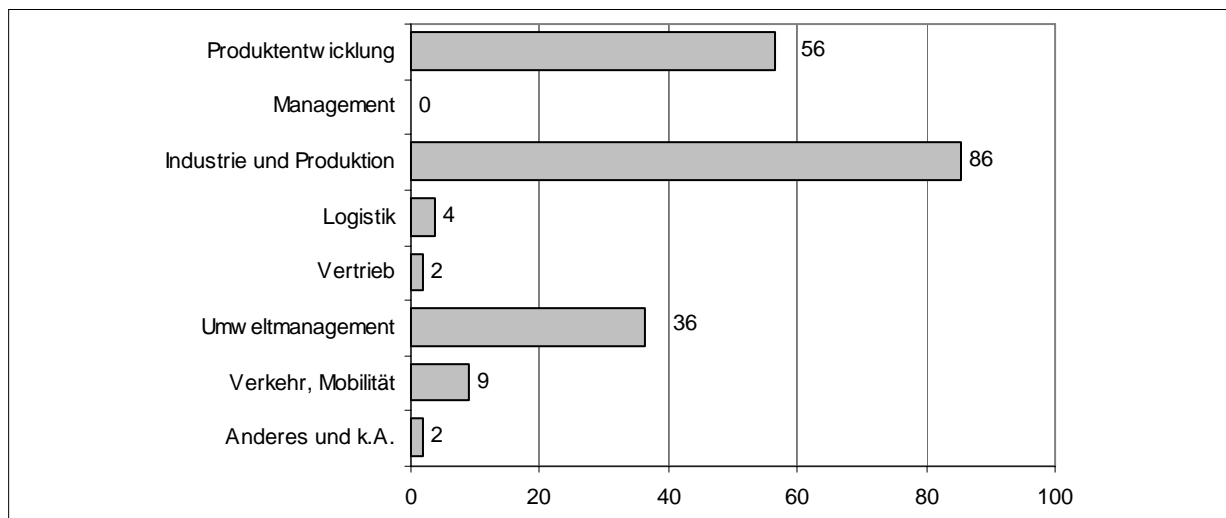
Abbildung 75:Wichtigkeit der These 17 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete Mikromaschinen werden auch in Industrie und Produktion, der Produktentwicklung und im Umweltmanagement einsetzbar sein (Abbildung 76). Einige wenige Personen vermuten in Mobilität und Verkehr Einsatzmöglichkeiten.

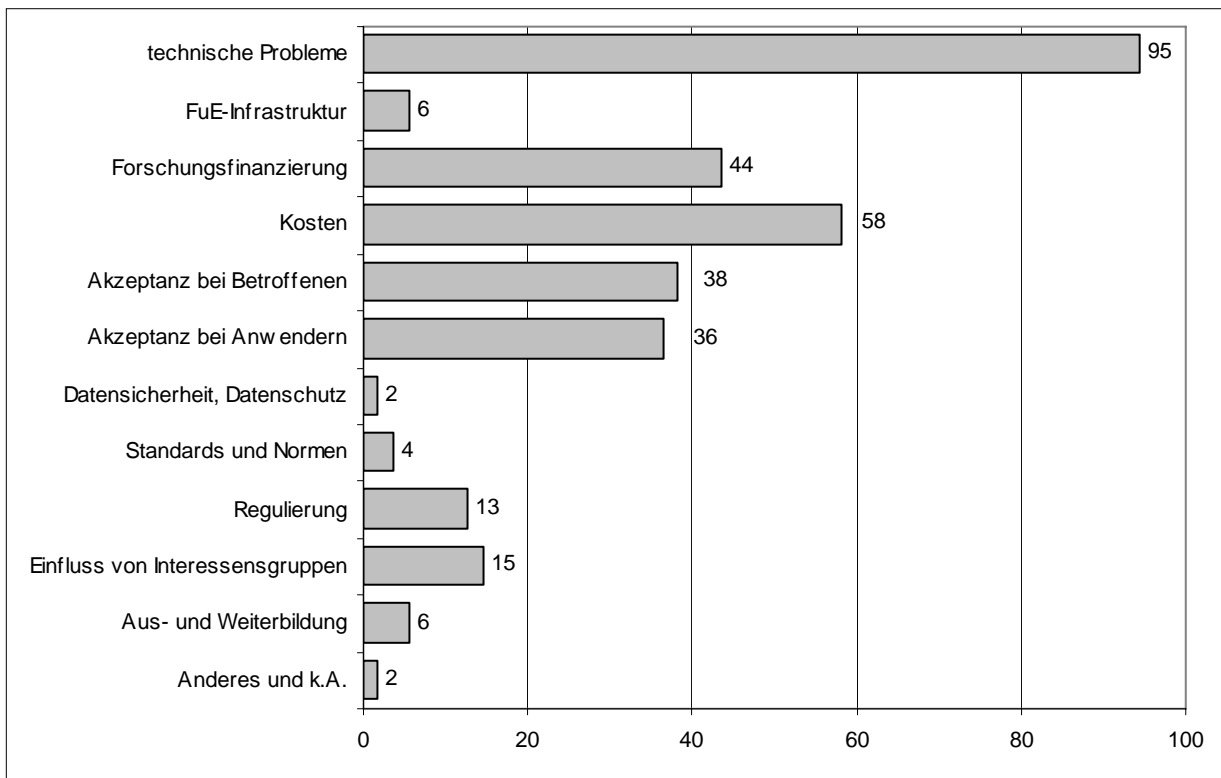
Abbildung 76:These 17 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Aber es gibt noch eine Menge Hemmnisse auf dem Weg zur Verwirklichung (Abbildung 77). An erster Stelle stehen die technischen Probleme, gefolgt von den Kosten und der Forschungsfinanzierung (von den Fachleuten natürlich häufiger angekreuzt als von allen anderen). Ein rein technisches Problem scheint es aber auch nicht zu sein. Häufig wird auch die Akzeptanz bei Betroffenen sowie bei Anwendern als Hürden genannt. Die Kenner der Materie unter den Delphi-Befragten nennen die Akzeptanz der Anwender wesentlich häufiger als Problem. Erwähnt wird – auch in Kommentaren – dass die Regulierung noch ein Hindernis darstellt: Haftungsfragen und Sicherheitsanforderungen sind bisher noch nicht geklärt. Immerhin 15 Prozent der Befragungsteilnehmerinnen und -Teilnehmer, sogar 38 Prozent der Personen mit hoher Fachkenntnis nennen noch den Einfluss der Interessensgruppen als Hindernis.

Abbildung 77: Hemmnisse bei der Realisierung von These 17 (in Prozent)



Ausblick

Mikromaschinen, die in Menschen eindringen und dort mit Hilfe von Sensoren und Aktoren sowie Fernsteuerung operieren, wird es zwar nicht in den nächsten 10 Jahren geben, aber sie werden wohl kommen, weil sie eine wesentlich bessere Qualität der Versorgung, hier: der Operation, bieten. Es wird länger als 10 Jahre, wahrscheinlich bis zu 20 Jahren dauern, bis die doch nicht unerheblichen technischen Probleme gelöst sind. Gewünscht wird die Realisierung dieser These jedenfalls. Ihr eigentlicher Einsatz wird aber noch mit Akzeptanzhürden sowohl bei Anwendern als auch bei Betroffenen zu kämpfen haben. Die Chirurgen als Anwender wollen sich das Skalpell nicht unbedingt aus der Hand nehmen lassen und stattdessen die Steuerung einer Maschine lernen – und die Patienten haben nicht so gern eine Maschine in sich (so die Diskussion auf dem Workshop) – wer weiß, wem man sich da überlässt? Mikromaschinen-Systeme sind aber auch für den technischen Fortschritt – und damit diverse andere Gebiete, z. B. Industrie und Produktion, – von nicht unerheblicher Relevanz. Deshalb sollte das genannte Hemmnis Forschungsfinanzierung überwunden werden können.

These 18: Funktionstüchtige Robotersysteme für perkutane Interventionen (z.B. Biopsieroboter) sind entwickelt und getestet.

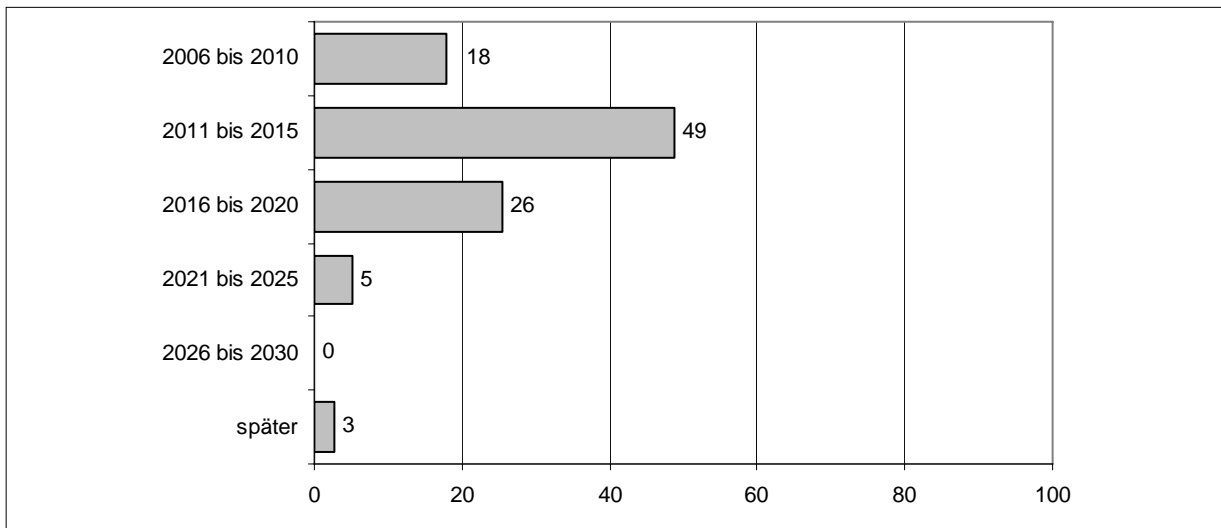
Bei dieser These geht es um das Eindringen in den Körper mit Hilfe von Robotersystemen. Anders als bei der vorangegangenen These Nr. 16 wird nichts darüber ausgesagt, ob das System fern kontrolliert wird und es muss auch nicht sehr klein sein, um komplett eindringen zu können. Die hier angesprochenen Robotersysteme befinden sich außerhalb des Körpers, das Eindringen findet mit unterschiedlichen Hilfsmitteln (z.B. Nadeln, Stents etc.) statt. Eine mögliche Anwendung dieser Robotersysteme sind Biopsien, also die Entnahme einer Gewebeprobe beispielsweise für Diagnosezwecke oder die Therapieplanung.

44 Personen haben die Robotersysteme für perkutane Interventionen bewertet. Von diesen sind nach eigenen Angaben 26,8 Prozent, also recht viele, sehr fachkundig. 36,6 Prozent hatten jeweils mittlere bzw. geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die These über Robotersysteme für perkutane Interventionen wird als früher realisierbar eingeschätzt als die vorangegangene These zur Operation durch eine Mikromaschine. Der Median bei der hier diskutierten These 18 liegt um das Jahr 2014 herum (Q1: 2011; Q2: 2017). Niemand bezweifelt die Realisierbarkeit der These grundsätzlich, allerdings halten etwa 3 Prozent der Antwortenden das Thema erst nach 2030 für machbar. (Abbildung 78)

Abbildung 78: Realisierungszeit These 18, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



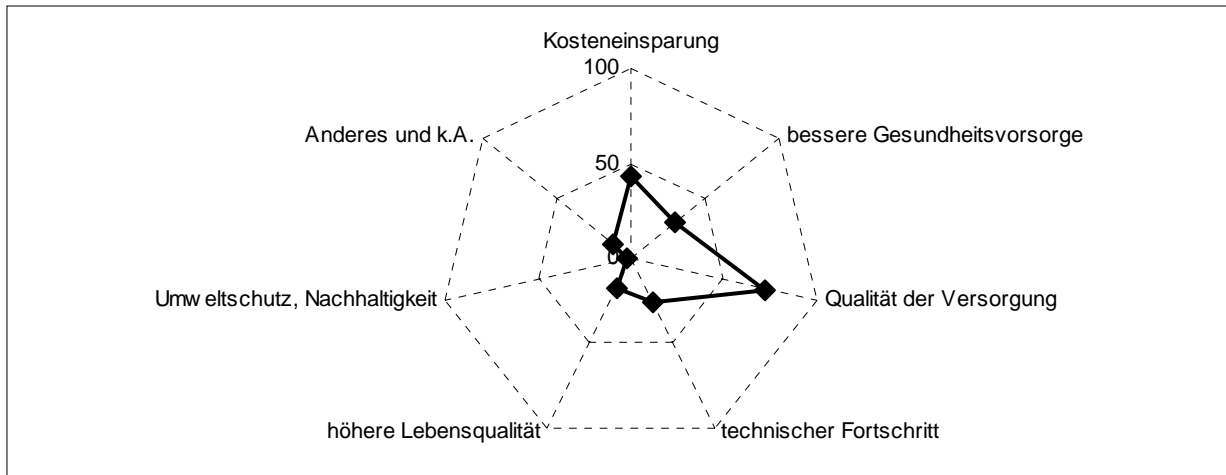
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Roboter für perkutane Interventionen gehören zu den umstrittenen Themen: Der Inhalt der These wird „nur“ von 70 Prozent der Beteiligten für wünschenswert gehalten. Das ist aber wesentlich mehr als die Hälfte und daher schon erstaunlich. Denn die Skepsis, einen Roboter in eine Person bzw. sich selbst eindringen zu lassen, war von mehreren beratenden Experten bei der Thesenvorbereitung (Workshop 2006 und andere) für größer gehalten worden. Nur 9 Prozent der Beteiligten halten das Thema für nicht wünschenswert, weitere 21 Prozent (im Vergleich ein hoher Wert) enthalten sich einer Einschätzung.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Roboter, die unter der Haut agieren können, sind für die Qualität der Versorgung sehr wichtig (Abbildung 79), weil sie sehr genau arbeiten sollen und damit eine hohe diagnostische Sicherheit bieten, wie Kommentare andeuten. Kosten können ebenfalls eingespart werden, weil Fachspezialisten „besser genutzt“ werden können (Kommentar). Aber auch für eine bessere Gesundheitsvorsorge und den technischen Fortschritt halten einige Delphi-Expertinnen und Experten das Thema für wichtig.

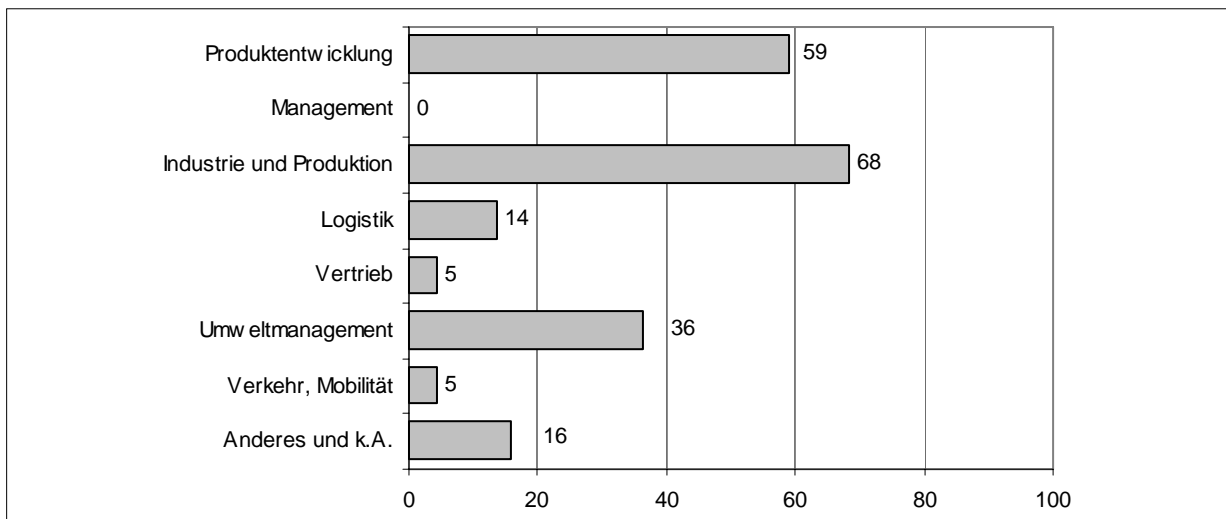
Abbildung 79:Wichtigkeit der These 18 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Roboter sind grundsätzlich in der Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion einsetzbar (Abbildung 80), den Biopsierobotern ähnliche Robotersysteme werden daher auch so eingeschätzt. Aber auch für das Umweltmanagement können sie interessant sein, möglicherweise auch für die Logistik. Andere Einsatzbereiche werden ebenfalls genannt, Kommentare weisen hier auf das Militär (Kampfmittelentschärfung) hin.

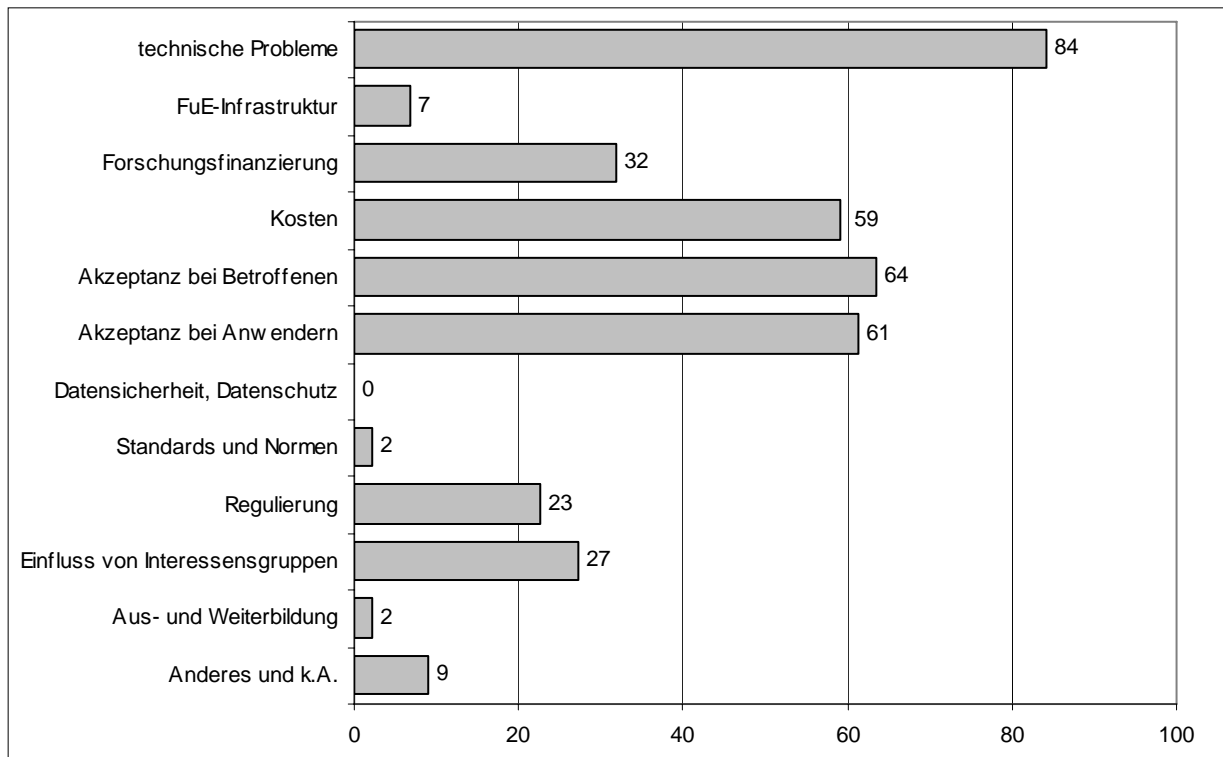
Abbildung 80:These 18 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Das größte Hemmnis ist mit Abstand die Technik, die noch nicht ausreichend entwickelt ist (Abbildung 81). Aber auch die Akzeptanz sowohl der Betroffenen als auch der Anwender und die hohen Kosten dürften große Hürden sein. Weitere Probleme bereiten noch die Forschungsfinanzierung, der Einfluss von Interessensgruppen und die Regulierung. Immerhin 9 Prozent der Antwortenden nennen andere Hemmnisse, spezifizieren hier aber nur Haftungsfragen.

Abbildung 81: Hemmnisse bei der Realisierung von These 18 (in Prozent)



Ausblick

Robotersysteme für perkutane Interventionen (z. B. Biopsieroboter) werden in der Zukunft auf jeden Fall zum Einsatz kommen und um das Jahr 2015 herum für möglich und auch von der Mehrheit für wünschbar gehalten, obwohl immerhin 9 Prozent der Beteiligten das Thema nicht für wünschenswert halten. Wie andere Robotersysteme werden auch den Biopsierobotern ähnliche Systeme in der Produktentwicklung sowie Produktion und Industrie Einsatz finden. Aber noch stehen dem Einsatz am Menschen viele Hemmnisse, sowohl technische Probleme als auch die Kosten sowie die Akzeptanz von Betroffenen und Anwendern, entgegen.

These 19: Spracherkennung und korrekte Zuordnung der Sprache zu den Sprechenden ist so genau, dass Chirurgen während einer OP allein durch Sprache Geräte sicher navigieren können und dadurch wirksam entlastet werden.

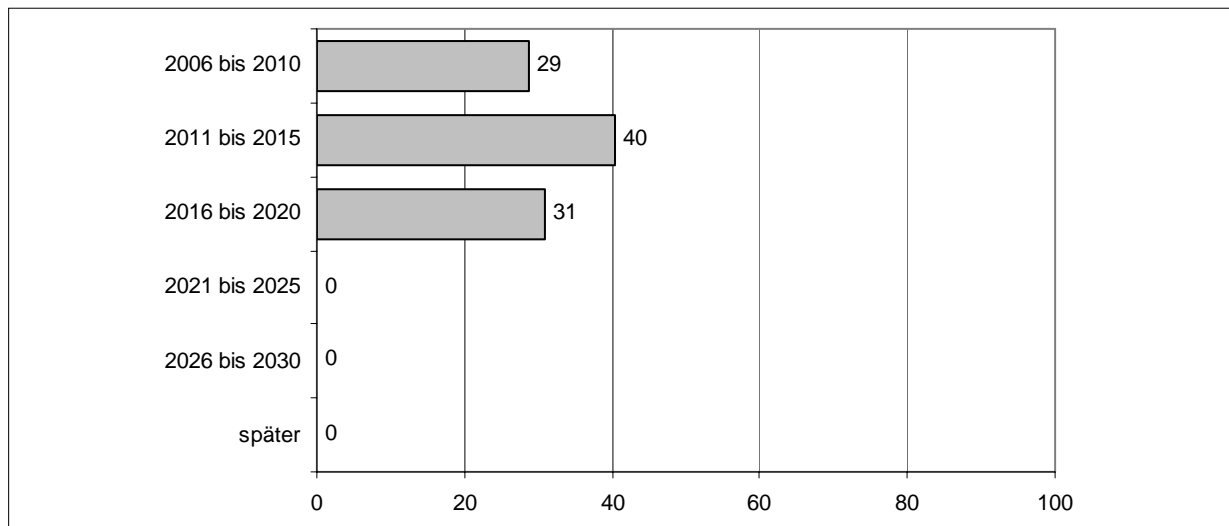
Spracherkennung wird immer besser, scheitert aber trotzdem häufig noch an Intonation, Dialekt, ungenauer Aussprache oder Tonhöhe. Wenn dann noch andere Geräusche hinzukommen, ist es um die Zuordnung zu den Sprechenden und die Genauigkeit der Erkennung noch nicht so gut bestellt. Um mit Sprache Geräte bei einer Operation sicher navigieren zu können, muss diese aber zu nahezu 100 Prozent richtig erkannt werden.

Diese These 19 haben 58 Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer beurteilt. Von diesen sind 38,2 Prozent, also ein sehr großer Teil, nach eigenen Angaben Experten mit hoher Fachkenntnis. 40 Prozent haben mittlere und 21,8 Prozent geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Antworten zum Zeitraum der Realisierung verteilen sich mit relativ geringer Streubreite wie in Abbildung 82. Der Median liegt bei 2013 (Q1: 2010, Q2: 2016). Auf der anderen Seite sagen aber 10,3 Prozent der Antwortenden „nie“ realisierbar. Immerhin ein Zehntel der Delphi-Expertinnen und -Experten glauben also nicht, dass eine solche Genauigkeit erreicht werden kann. Das Thema wird also entweder vor 2020 realisiert – oder gar nicht.

Abbildung 82: Realisierungszeit These 19, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



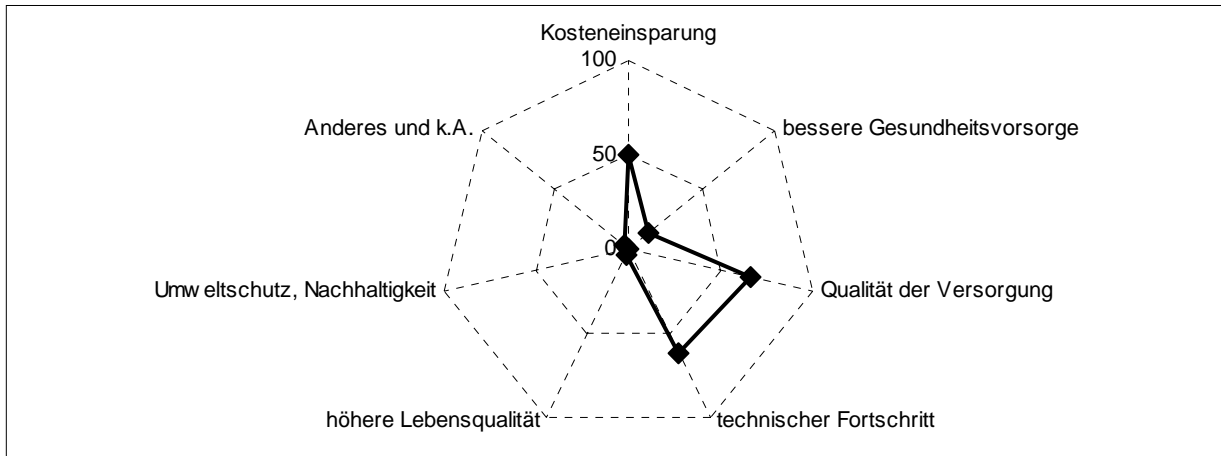
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Die Spracherkennung im Operationssaal wird von 83 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen für wünschenswert erachtet. 10 Prozent halten sie für nicht wünschenswert (wahrscheinlich sind dies auch diejenigen, die „nie realisierbar“ sagen) und 7 Prozent sagen „weiß nicht“.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Wichtig ist die Spracherkennung im OP für eine bessere Qualität der Versorgung, den technischen Fortschritt und Kosteneinsparungen (Abbildung 83).

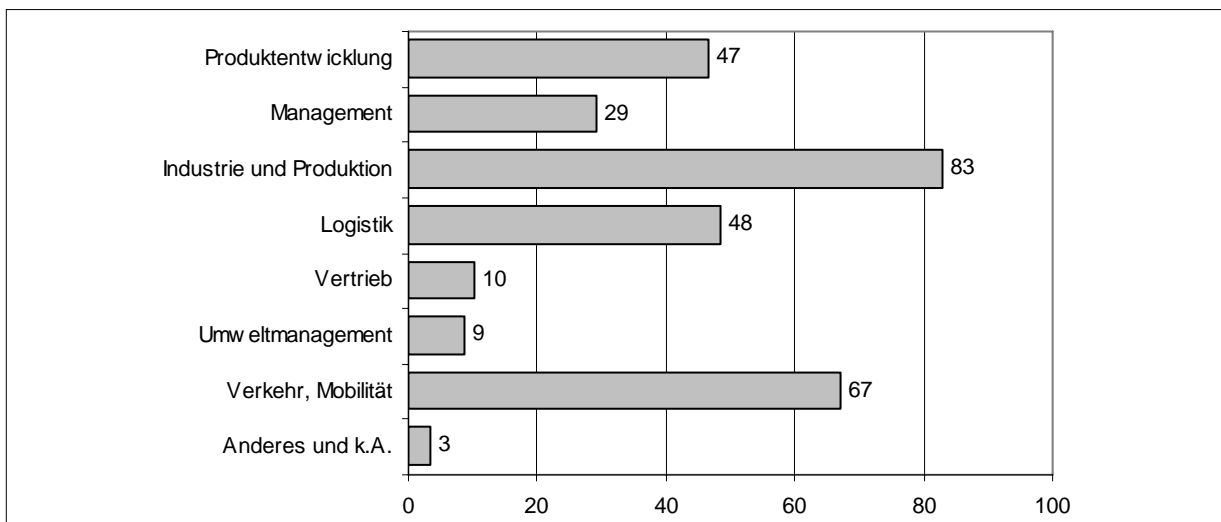
Abbildung 83: Wichtigkeit der These 19 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

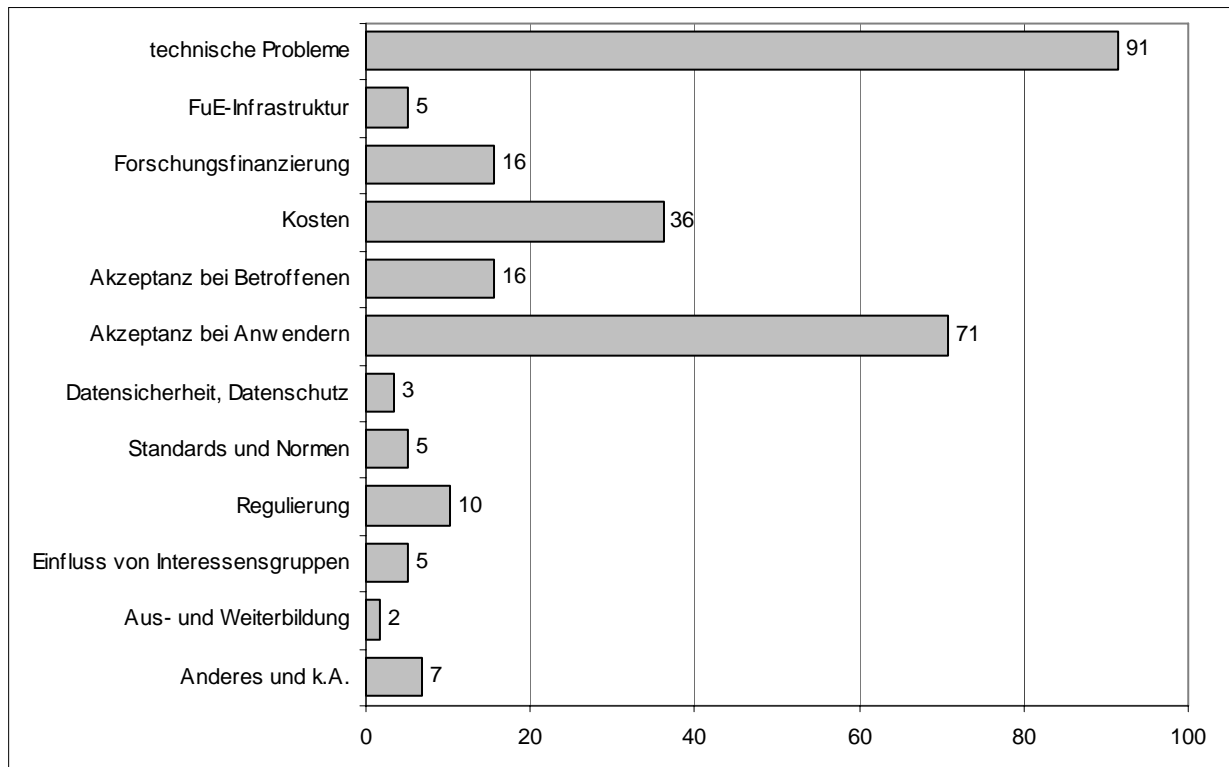
Spracherkennung ist ein Thema, das in sehr vielen unterschiedlichen Bereichen von Belang sein dürfte. Alle der vorgegebenen Bereiche wurden angekreuzt, besonders häufig Industrie und Produktion, Produktentwicklung, Logistik und Mobilität/ Verkehr. Sogar das Management wird noch von fast einem Drittel der Befragten genannt (Abbildung 84).

Abbildung 84: These 19 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Die Hemmnisse für die Realisierung sind eindeutig auf der technischen Seite zu suchen. Problematisch ist aber auch die Akzeptanz bei den Anwendern eingestuft worden, weniger sind die Betroffenen und ihre Akzeptanz das Problem. Hohe Kosten schlagen auf der Negativseite ebenso zu Buche (Abbildung 85). In Kommentaren werden auch Sicherheitsaspekte genannt, das „Restrisiko ist sehr hoch“. Diese wurden bereits auf dem Delphi-Workshop diskutiert.

Abbildung 85: Hemmnisse bei der Realisierung von These 19 (in Prozent)**Ausblick**

Spracherkennung wird sich immer weiter durchsetzen. Aber eine Genauigkeit, wie sie für die Navigation von Geräten im OP notwendig ist, zu erreichen, ist technisch sehr schwierig. Trotzdem sagen 90 Prozent der Antwortenden, sie wird noch vor 2020 so genau sein können (der Median liegt sogar bei 2014). Die anderen 10 Prozent sagen, in dieser Genauigkeit ist Spracherkennung „nie realisierbar“. Ein Restrisiko bleibe immer. Ob Spracherkennung im OP von den Anwendern akzeptiert werden wird, ist die andere Frage. In anderen Bereichen wird dies weniger problematisch sein; der Einsatz entsprechender Systeme wird in Industrie und Produktion, aber auch der Produktentwicklung, Verkehr und Mobilität, der Logistik und sogar im Management gesehen.

These 20: Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus erfolgen routinemäßig durch Spracheingabe.

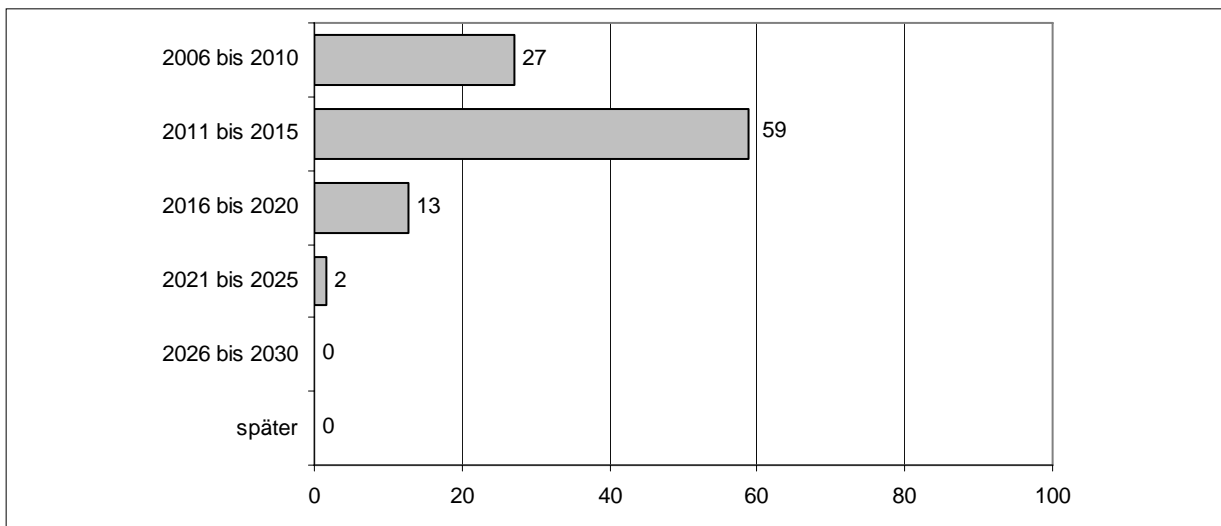
Administrative Aufgaben machen im Krankenhaus einen großen Teil der Arbeit aus. Wenn diese routinemäßig durch Spracheingabe erledigt werden können, wäre dies eine große Entlastung für Ärzte und das Pflegepersonal. Aber auch hier – wie in der vorangegangenen These – ist Genauigkeit und zuverlässige Erkennung notwendig. Eine falsche Therapie aufgrund fehlerhafter Dokumentation hätte fatale Folgen. Bei der routinemäßigen Spracheingabe ist eine besondere Schwierigkeit, dass die Aufzeichnungen vor Hintergrundgeräuschen (z.B. bei der Visite etc.) erstellt werden müssen. Diese herauszufiltern ist eine der technischen Herausforderungen.

Diese These Nr. 20 wurde von 63 Personen bewertet. Von diesen haben sich mehr als ein Drittel (36,7 Prozent), also sehr viele, als Experten mit hoher Fachkenntnis eingeschätzt. Weitere 45 Prozent attestieren sich eine mittlere Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Routinemäßig Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus über Spracheingabe zu erledigen, wird mit ziemlicher Einigkeit (siehe Abbildung 86) in den nächsten 10 Jahren für möglich gehalten. Der Median liegt bei 2013, das untere Quartil bei 2010, das obere bei 2015. Für unrealistisch hält die genaue Spracheingabe niemand, und später als 2025 schätzt sie auch niemand ein.

Abbildung 86: Realisierungszeit These 20, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



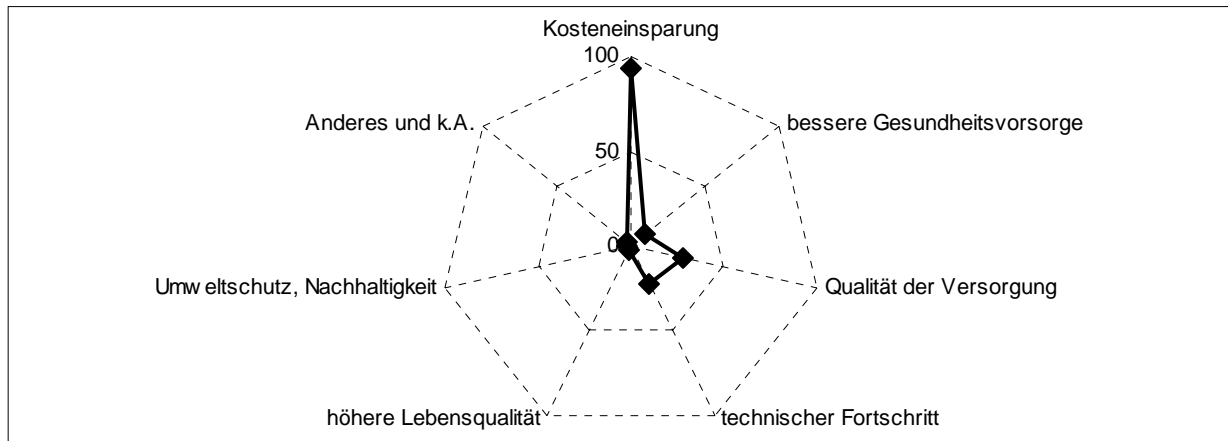
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Dokumentationstätigkeiten routinemäßig per Spracheingabe zu erledigen, wird von fast allen (98 Prozent der Befragten) für wünschenswert gehalten. Eine Person sagt „weiß nicht“.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Die Relevanz der Spracheingabe liegt eindeutig in Kosteneinsparungen (Abbildung 87), denn viele Verwaltungstätigkeiten würden einfach wegfallen (mehrfache Dateneingabe etc.). Einige wenige Delphi-Teilnehmer und -Teilnehmerinnen halten das Thema auch für die Qualität der Versorgung und den technischen Fortschritt für wichtig.

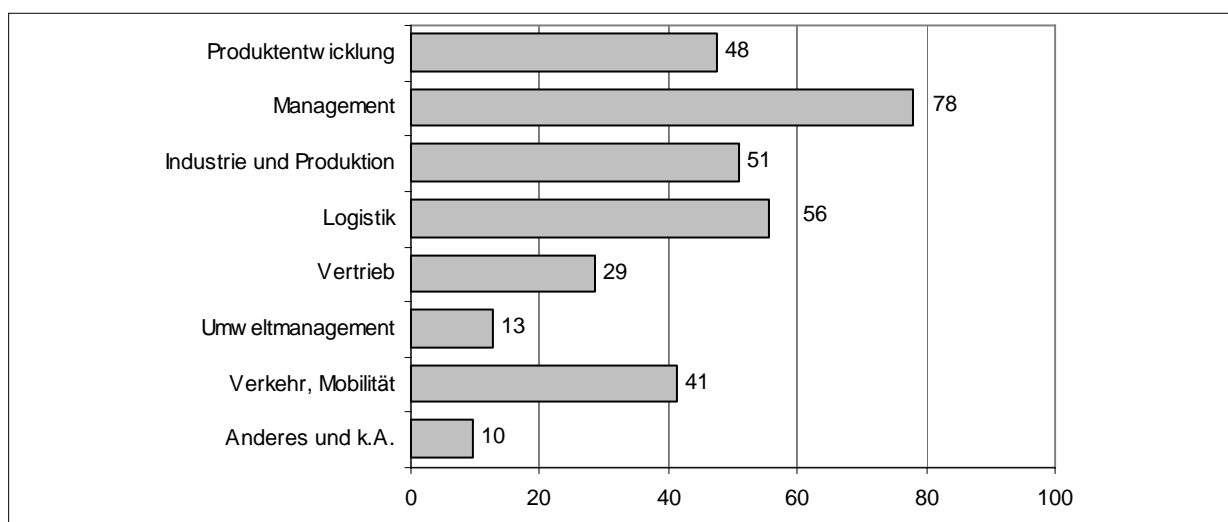
Abbildung 87:Wichtigkeit der These 20 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

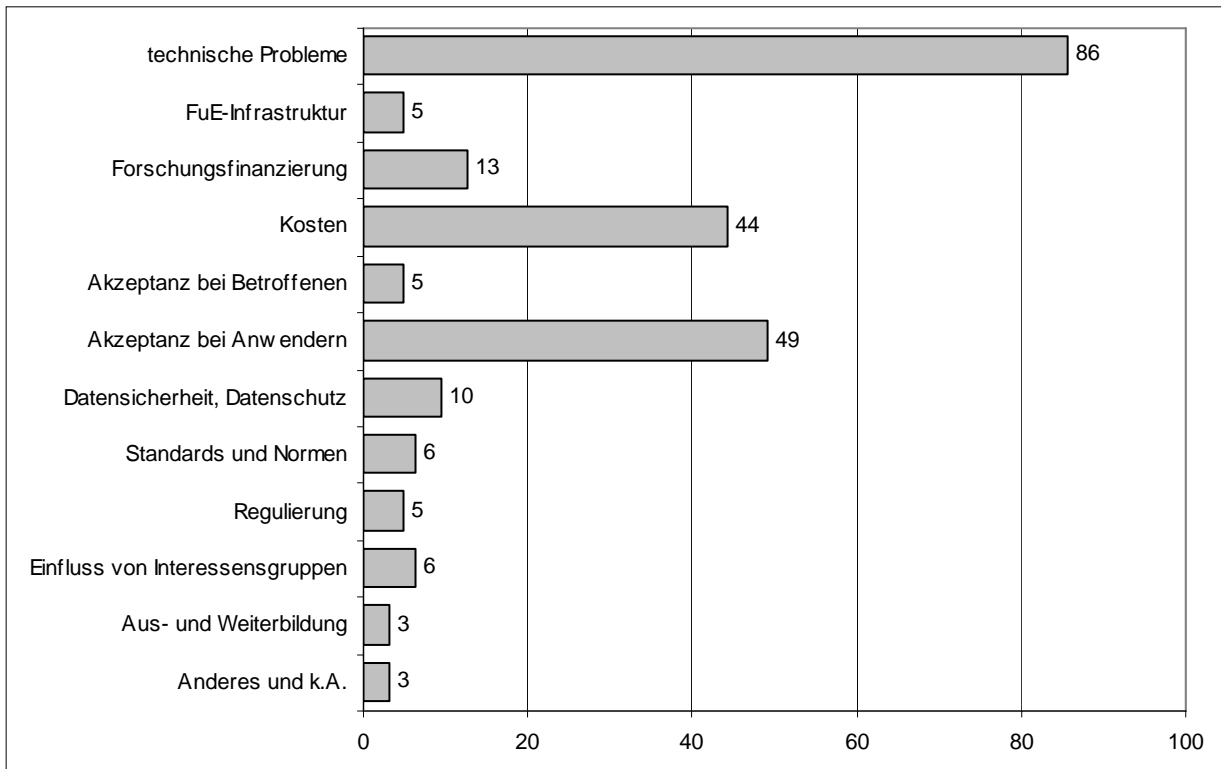
Spracheingabe wird vielseitig einsetzbar sein und überall dort, wo Dokumentationstätigkeiten notwendig sind, auch zu Kosteneinsparungen führen. Genannt werden in dieser Befragung daher alle vorgegebenen Bereiche, wenn auch unterschiedlich häufig (Abbildung 88). Am häufigsten wird das Management genannt.

Abbildung 88:These 20 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 89: Hemmnisse bei der Realisierung von These 20 (in Prozent)



Trotz aller Einigkeit bei der Realisierung gibt es doch noch Hindernisse (Abbildung 89) zu umschiffen. Diese liegen eindeutig im technischen Bereich. Daneben muss bei den Anwendern Überzeugungsarbeit geleistet werden, und auch die Kosten stellen einen nicht unerheblichen Faktor dar.

Ausblick

Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus routinemäßig durch Spracheingabe zu erledigen, wird in nächster Zukunft realisiert sein. Dies wird einen großen Beitrag zu Kosteneinsparungen im Gesundheitswesen leisten können. Spracheingabe funktioniert heute schon, aber die notwendige Genauigkeit zu erreichen, wird erst nach und nach möglich sein. Entsprechend können Dokumentationstätigkeiten in allen möglichen Bereichen Einsatz finden, allen voran im Management. Die immer noch großen technischen Probleme werden als überwindbar eingeschätzt. Allerdings sind die Anfangs-Kosten nicht unerheblich und bei den Anwendern muss noch einiges an Überzeugungsarbeit geleistet werden, um Spracheingabe als Standard zu etablieren.

These 21: Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt.

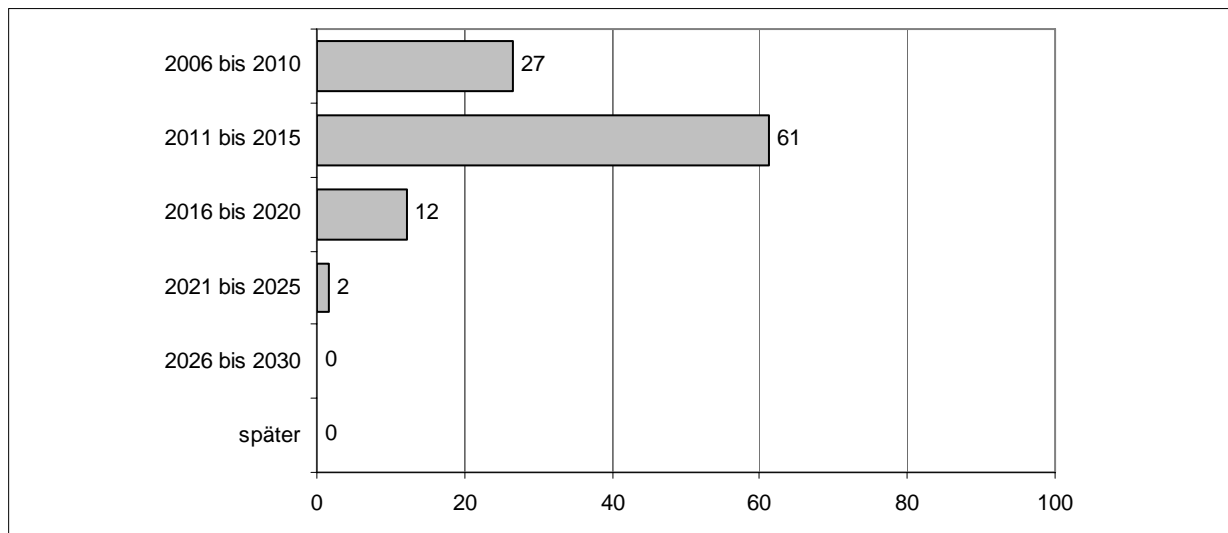
Blutdruckmessen beim Arzt in der Praxis ist immer eine Momentaufnahme. Deshalb haben viele betroffene Patienten und Patientinnen ihr eigenes Blutdruckmessgerät zu Haus, um die Aufregung in der Praxis („Weißkitteleffekt“) ausschließen zu können. Bei vielen gefährdeten Personen oder nach Unfällen genügen diese punktuellen Bestandsaufnahmen jedoch nicht und eine kontinuierliche Langzeitmessung ist notwendig. Bisher ist die Langzeitmessung nur tageweise möglich und sehr aufwändig, weil sie mit dem ständigen Tragen eines Gerätes verbunden ist. Deshalb wäre ein genau messender, kleiner Blutdrucksensor auf der Haut (also nicht-invasiv) für die Langzeitmessung ideal. Ein invasiver Blutdrucksensor mit Fernablesung ist bereits in der Testphase (Info Netzwerk Medizin, 2000). Nicht-invasive Blutdrucksensoren für die punktuelle Messung (nur für einen Zeitpunkt und auch noch ohne Datenübertragung) existieren ebenfalls, und auch an nicht-invasiven Blutdrucksensoren für Langzeitmessungen wird gearbeitet, womit die zeitlichen Voraussagen unserer Delphi-Expertinnen und -Experten möglicherweise doch noch überholt werden können (BNN, 2002).

52 Delphi-Experten und -Expertinnen haben diese These eingeschätzt. Von diesen sieht ein Viertel sich als sehr fachkompetent, 36,5 Prozent als Experten mit mittlerer Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Bei der Einschätzung der Verwirklichungszeit ist man sich sehr einig. Sie wird zwischen 2010 und 2015 (Median 2012) liegen. Nur wenige Personen haben spätere Zeiten angekreuzt und „nie“ sagt auch niemand.

Abbildung 90: Realisierungszeit These 21, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

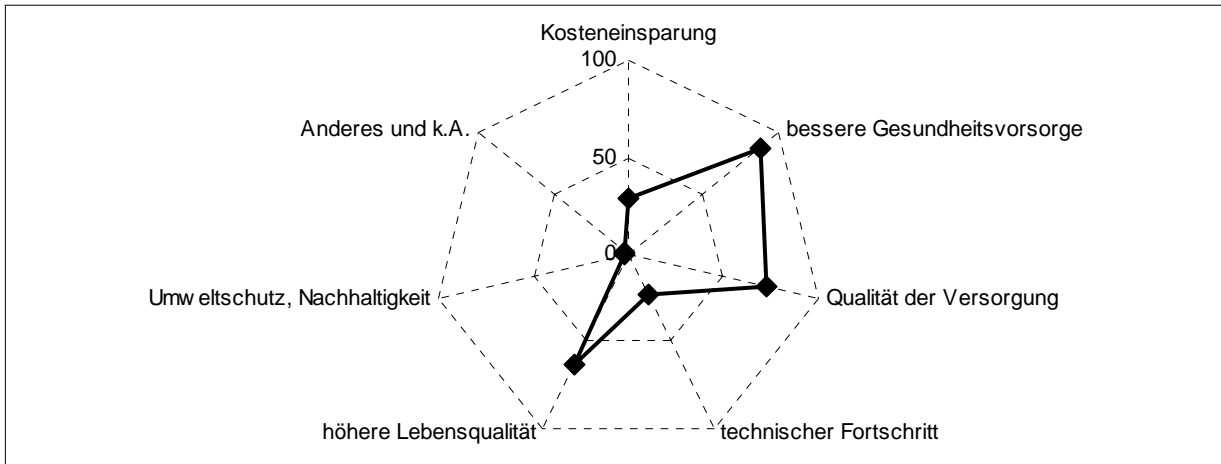


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Einen nicht-invasiven Blutdrucksensor halten 98 Prozent der Delphi-Experten für wünschenswert, nur zwei Prozent nicht.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

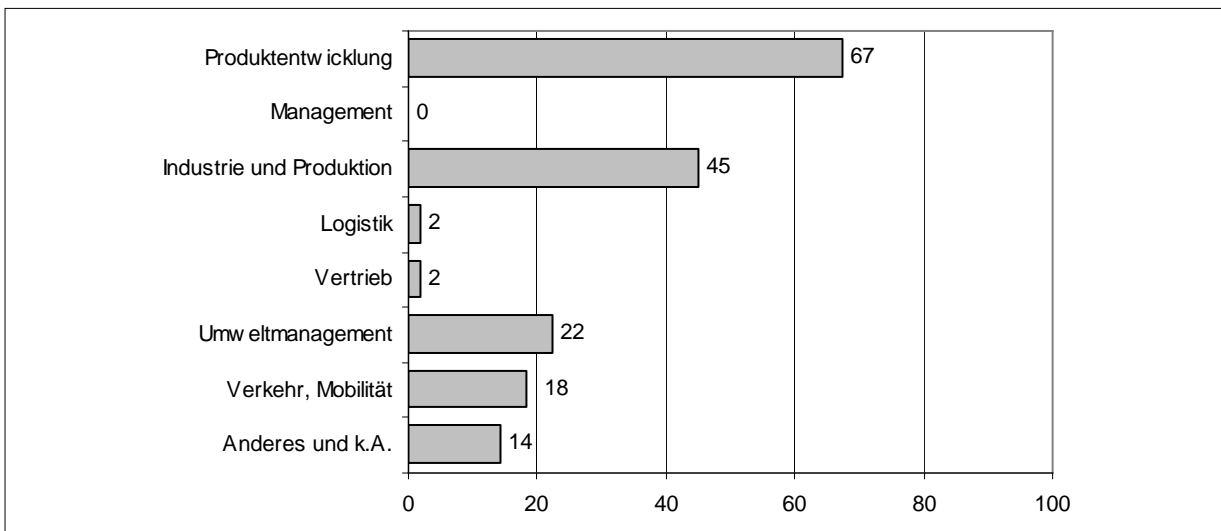
Abbildung 91: Wichtigkeit der These 21 (in Prozent)



Der nicht-invasive Blutdrucksensor für die Langzeitmessung wird als sehr wichtig für eine bessere Gesundheitsvorsorge, eine höhere Lebensqualität sowie die Qualität der Versorgung eingeschätzt (Abbildung 91). Einige halten ihn auch wichtig für Kosteneinsparungen und den technischen Fortschritt.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

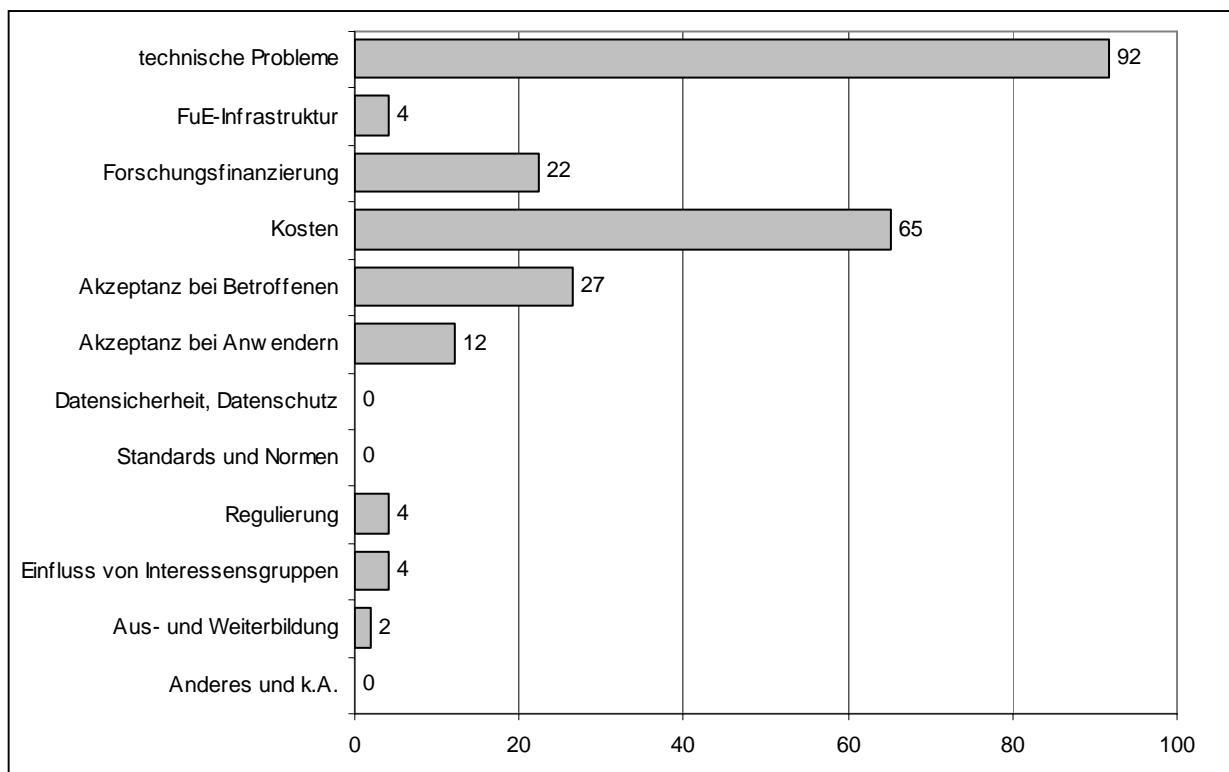
Abbildung 92: These 21 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Ähnliche Sensoren sind in der Produktentwicklung, Industrie und Produktion, möglicherweise auch im Umweltmanagement sowie Verkehr und Mobilität einsetzbar. Relativ viele Expertinnen und Experten kreuzen hier noch „Anderes“ an, spezifizieren aber nicht weiter (Abbildung 92).

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Hemmnisse auf dem Weg zur Verwirklichung (Abbildung 93) sind insbesondere im technischen Bereich zu finden. Auch die Kosten scheinen ein beträchtliches Hindernis zu sein, wobei die besonders fachkompetenten Personen die technischen Probleme etwas relativieren („nur“ 77 Prozent Nennungen statt 92 Prozent), dafür aber die Kosten häufiger nennen (77 Prozent statt 65 Prozent im Durchschnitt aller). Genannt werden weiterhin die Forschungsfinanzierung und die Akzeptanz bei Betroffenen, die möglicherweise keine Langzeitüberwachung wollen, letzteres noch häufiger von den Sachkennern (38 Prozent statt 27 Prozent im Durchschnitt). Einige nennen die Akzeptanz bei Anwendern. In einem Kommentar wird noch auf mögliche Handhabungsprobleme hingewiesen. Auffallend ist, dass niemand Datensicherheits- oder Datenschutzprobleme als problematisch nennt. Alle Beteiligten gehen also von großer Sicherheit aus, vermutlich weil mit der Technik nicht notwendigerweise eine Fernübertragung der Daten verbunden ist.

Abbildung 93: Hemmnisse bei der Realisierung von These 21 (in Prozent)

Ausblick

Einen nicht-invasiven Blutdruckmesser für die Langzeitbeobachtung zu entwickeln, hört sich zwar nicht allzu schwierig an, hat es aber technisch in sich. Bisher sind es auch die technischen Probleme und die Kosten, die eine Verwirklichung verhindert haben. Aber die These wird realisiert werden, da sind sich alle einig, und das spätestens in den nächsten 10 bis 15 Jahren. Für eine bessere Gesundheitsvorsorge, die Qualität der Versorgung und eine höhere Lebensqualität der Betroffenen (kleiner Sensor statt großem Gerät) ist das Thema sehr wichtig. Trotzdem muss auch bei den Betroffenen die Akzeptanz noch verbessert werden.

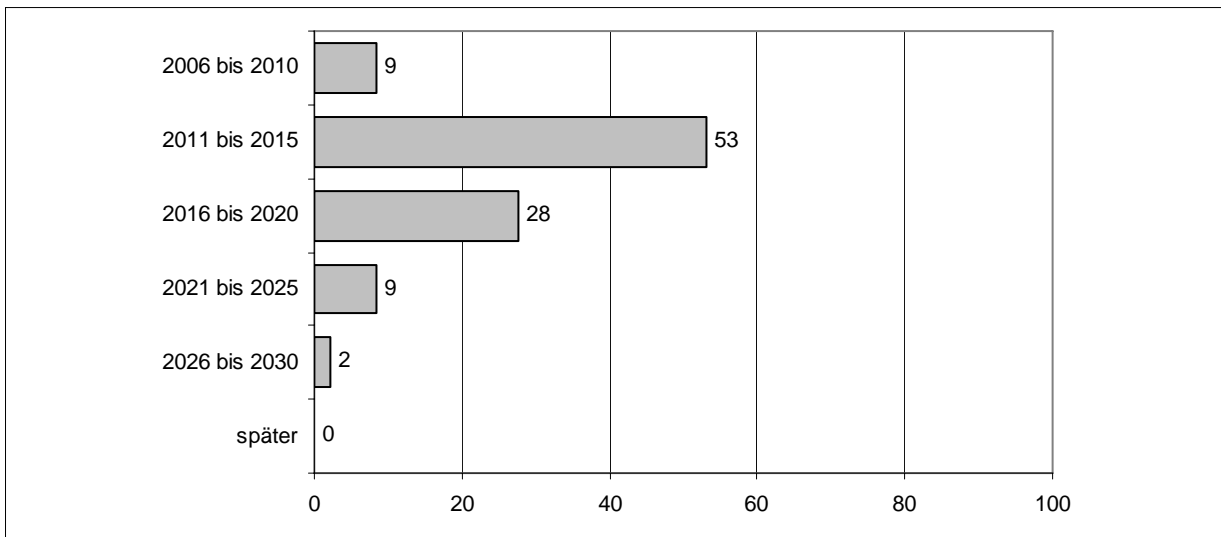
These 22: Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen.

Diabetes hat sich in den letzten Jahren zu einer der häufigsten Krankheiten in den Industrienationen entwickelt, und es wird eine weitere Zunahme der Erkrankungen aufgrund von Fehlernährung erwartet. Bei der Behandlung von Diabetikern ist eine optimale Einstellung, d.h. die dem Blutzuckerspiegel angemessene Versorgung mit Insulin, wichtig, um Folgeschäden, z.B. an Nieren, Augen, Herz etc., zu vermeiden. Bisherige Lösungen bestehen immer darin, dass die Patientinnen und Patienten ihren Blutzucker bestimmen bzw. bestimmen lassen und dann die entsprechende Dosis Insulin verabreicht wird, sei es per Tablette, Spritze oder Pen. Dieses in einem System zu automatisieren, indem ein Glukosesensor implantiert wird, der die genauen Messdaten liefert, und automatisch die richtige Dosis Insulin aus einem Reservoir in den Körper entlassen wird, würde sicherlich für die Patienten einiges vereinfachen und vor allem genauere Dosierungen ermöglichen. Patientinnen und Patienten müssten dann nicht vor jeder Mahlzeit an ihre Dosis denken, falsche Handhabung dürfte ebenfalls ausgeschlossen sein und das „Compliance“-Problem (Bührlen, 2003) stellte sich ebenfalls nicht.

Von den Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmern haben 48 diese These bewertet. Von ihnen bezeichnet sich knapp ein Viertel (24,4 Prozent) als besonders fachkundig, weitere 40 Prozent attestieren sich mittlere Fachkompetenz. Entsprechend haben 35,6 Prozent nur geringe Fachkenntnis. Das Thema ist also sehr speziell. Es ist aber anzunehmen, dass diejenigen, die geantwortet haben, ihre Annahmen sehr fundiert machen.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

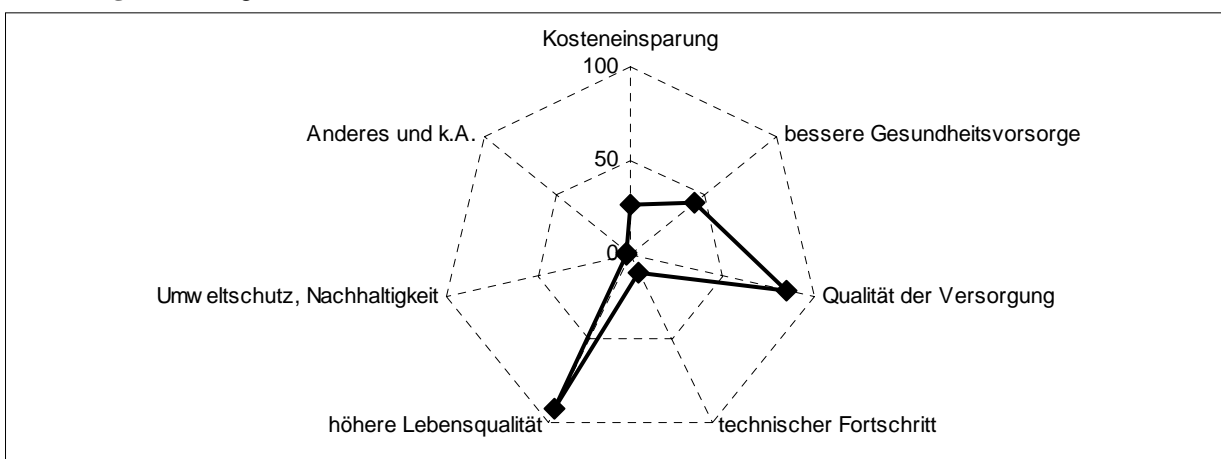
Das Diabetes-System mit Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir inklusive Steuerung wird um das Jahr 2014 für realisierbar gehalten. Das untere Quartil liegt bei 2012, das obere bei 2018, die Streuung der Antworten ist also nicht so breit, wie auch Abbildung 94 zeigt. Später als 2030 sagt niemand, „nie“ auch nicht, das Thema wird also grundsätzlich für realisierbar gehalten.

Abbildung 94: Realisierungszeit These 22, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Auch diese These wird von 98 Prozent der Expertinnen und -Experten für wünschenswert gehalten. Nur zwei Prozent halten das Thema für „nicht wünschenswert“. Ein Argument für „nicht wünschenswert“ lautete (bei Interviews in der Thesenformulierungsphase), dass solch ein System für eine grundlegende Ernährungsumstellung der Patientinnen und Patienten nicht förderlich sei. Wenn Personen so einfach eingestellt werden können, sie diese Umstellung auch nicht mehr aufwändig lernen müssten, gäbe es nur wenig Anreize, mit einer angepassten Ernährungsweise zu unterstützen. „Also weiterhin Cola, Pommes und andere süße Sachen“, das System werde schon damit fertig.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 95: Wichtigkeit der These 22 (in Prozent)

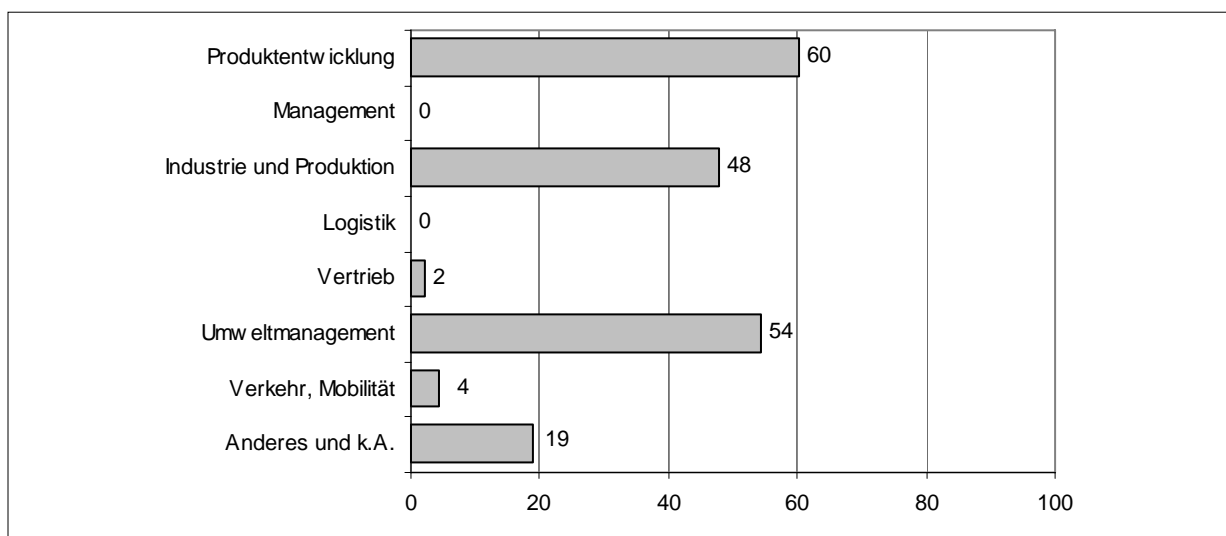
Wichtig ist ein System, das eine optimale Insulingabe gewährleistet, für eine höhere Lebensqualität der Patienten und Patientinnen, die jetzt doch sehr eingeschränkt ist bzw. sein kann. Auch für die Qualität der Versorgung und eine bessere Gesundheitsvorsorge kann das System wichtig sein – so die Expertinnen und Experten. Möglicherweise trägt es sogar zu Kosteneinsparungen bei, dies sagen die Experten mit hoher Sachkenntnis noch häufiger als der Durch-

schnitt der Befragten (36 Prozent im Vergleich zu 27 Prozent). Ein Kommentar verweist auf die höhere Lebenserwartung, auf die betroffene Personen aufgrund der angepassten und genauen Insulingaben hoffen können.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Ein System, das per Sensor Daten erfasst und über eine Steuerung aus einem Reservoir Stoffe entlässt, kann auch in der Produktentwicklung, in Produktion und Industrie sowie im Umweltmanagement Einsatz finden. Auch „Anderes“ wird genannt und besonders auf die Verfahrenstechnik hingewiesen.

Abbildung 96:These 22 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Es sind eindeutig die technischen Herausforderungen, die eine Verwirklichung noch nicht erlaubt haben. Eine der Herausforderungen betrifft den implantierbaren Glukosesensor, der langzeitstabil und sehr genau sein muss. Erste Erfolge werden aber bereits gemeldet². Ein externer Glukosesensor für das Handgelenk soll bereits die Zulassung erteilt bekommen haben³. Unklar ist aber die Genauigkeit dieses Sensors in der praktischen Anwendung. Die nächste Herausforderung sind die Aktoren, die so klein sein müssen, dass sie nicht stören und die ebenfalls langzeitstabil sein müssen. Dazu kommt noch die Steuerung, die sehr exakt und langzeitzuverlässig sein muss. Kommentare weisen auf die notwendige „Sicherheit der Algorithmen“ hin und dass zunächst „Kenntnis über die messtechnische Erfassung ALLER für die Insulinausschüttung relevanten Größen“ unerlässlich sei.

Das zweite Hemmnis, das von mehr als der Hälfte der Teilnehmenden genannt wird, sind die Kosten (54 Prozent), allerdings relativieren die Expertinnen und Experten mit hoher Sachkenntnis das Kostenproblem ein wenig (nur 45 Prozent Nennungen). Wie bei allen Implantaten wird auch hier die Akzeptanz der Betroffenen als Hindernis auf dem Weg zur Realisierung an-

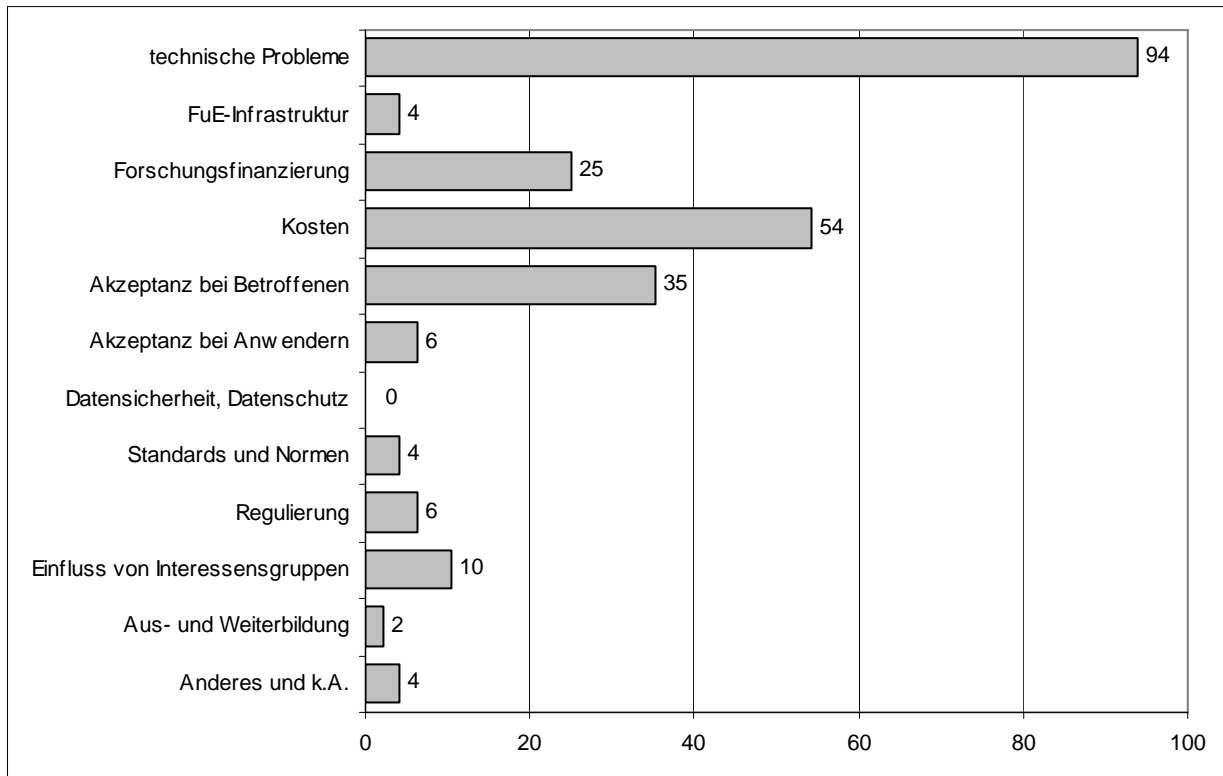
² <http://www.diabsite.de/aktuelles/nachrichten/2000/000829b.html>;

http://www.sensile.com/senmedical/data/investors_media/sensile_glucose_sensor_nzz.pdf

³ <http://www.diabetes-kids.de/article.php?sid=402>

gegeben. Hier muss also noch Überzeugungsarbeit geleistet werden. Erwähnung findet auch die Forschungsfinanzierung. 36 Prozent der besonders fachkompetenten Personen, die entsprechende Erfahrung haben dürften, nennen den Einfluss von Interessensgruppen als Hindernis, im Durchschnitt (siehe Abbildung 97) sind es allerdings nur 10 Prozent aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Abbildung 97: Hemmnisse bei der Realisierung von These 22 (in Prozent)



Ausblick

Systeme, bestehend aus einem implantierbaren Glukosesensor, Aktor(en) und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen, werden um das Jahr 2015 herum für klinisch einsatzreif gehalten und auch von fast allen Delphi-Expertinnen und -Experten für wünschenswert erachtet. Wichtig für eine höhere Lebensqualität von Diabetikern und die Qualität der Versorgung ist das System allemal. Bis zu seinem klinischen Einsatz müssen aber noch viele technische Probleme überwunden werden, allen voran die Entwicklung eines implantierbaren Glukosesensors, der dann im Gesamtsystem integriert ist und so die Insulinausschüttung durch sichere Algorithmen steuert. Kosten und die Akzeptanz der Betroffenen könnten die weitere Verbreitung noch verzögern. Ähnliche Systeme sind jedoch auch anderen Orts einsetzbar, z.B. in der Produktentwicklung, Industrie und Produktion oder im Umweltmanagement.

These 23: Komplette künstliche Nieren sind entwickelt.

Von chronischem Nierenversagen, also der dauerhaften und fortschreitenden Verminderung der Nierenfunktion, sind in Deutschland immer mehr Menschen betroffen, z.B. durch Diabetes. Dieses führt in der Regel zu einem endgültigen Nierenversagen, neu bei etwa 15.000 Menschen im Jahr – dann übernehmen Nierenersatzverfahren wie Dialyse und Nierentransplantation die wichtigen Funktionen der Nieren. Insgesamt werden in Deutschland rund 65.000 Menschen dialysiert, etwa 20.000 sind nierentransplantiert.⁴ Eine künstliche Niere könnte vielen Patientinnen und Patienten die Dialyse ersparen. Externe, sehr große Dialysegeräte existieren zwar und werden oft auch als „künstliche Nieren“ bezeichnet, hier sind jedoch implantierte künstliche Organe gemeint.

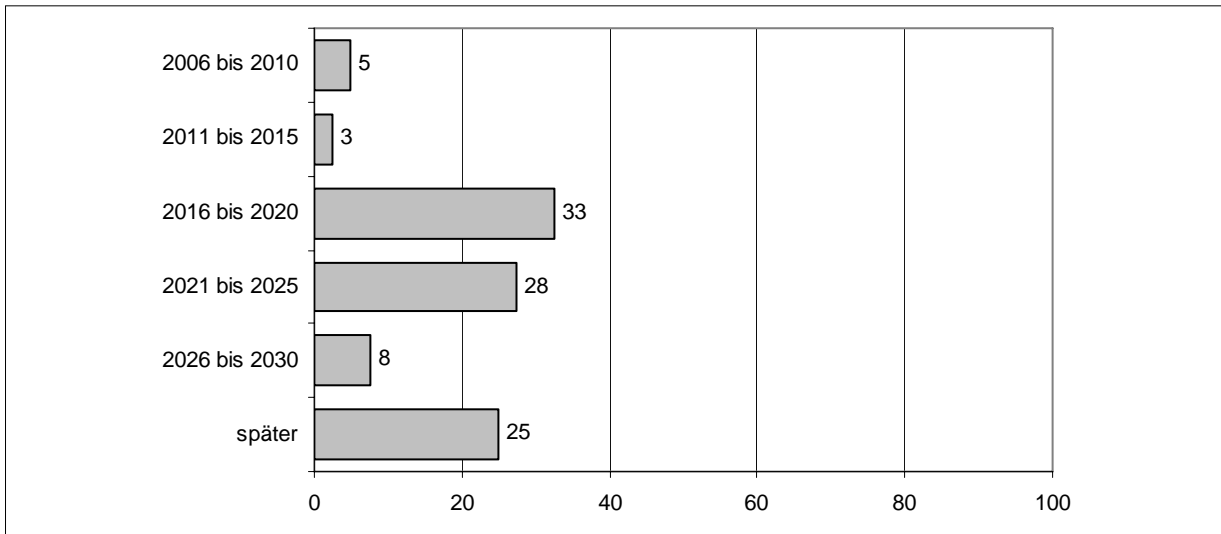
Die erste erfolgreiche Nierentransplantation wurde 1954 in Boston durchgeführt. In Deutschland führte W. Brosig die erste Nierentransplantation am 27.11.1963 in Berlin-Westend durch (TransplantForum, 2007). In Deutschland werden jährlich etwa 2000 Nieren von toten Spendern transplantiert. Über 90 Prozent aller nierentransplantierten Patienten verlassen die Klinik mit einem funktionierenden Organ. Obwohl bei Nieren auch Lebendspenden möglich sind, werden mehr Nieren benötigt als für eine Transplantation freigegeben werden. Deshalb liegt die Idee, künstliche Nieren zu implantieren, auf der Hand. Deren Entwicklung ist aber nicht so einfach, wie es scheint.

Nur 45 Personen haben bei dieser These ihre Einschätzung abgegeben. Von diesen sehen sich wiederum nur wenige, 11,1 Prozent, als sehr gute Fachexperten. 35,6 Prozent der Teilnehmenden attestieren sich eine mittlere, 53,3 Prozent eine geringe Fachkenntnis. Vielleicht ist die insgesamt relativ geringe Fachkenntnis, mit der die These beurteilt wurde, auch der Grund für die relativ großen Streubreiten in den Antworten.

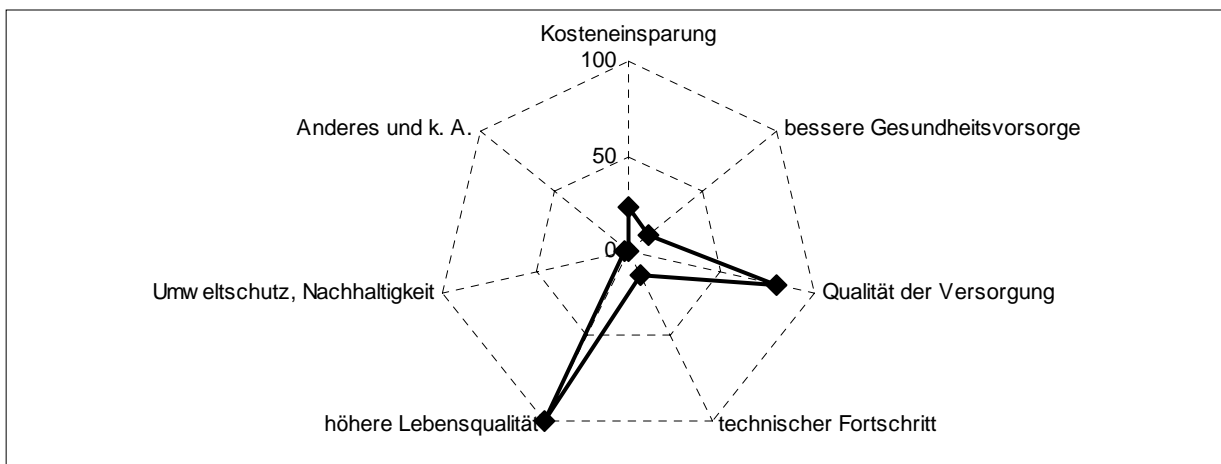
Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Entwicklung kompletter künstlicher Nieren wird in den nächsten zehn Jahren eher *nicht* erwartet. Und auch danach sind sich die Delphi-Expertinnen und -Experten sehr uneinig in ihrer Einschätzung, wie die Abbildung 98 zeigt. Der Median liegt bei 2022, das untere Quartil bereits sehr spät bei 2018, das obere Quartil erst weit nach 2030. Ein Viertel der Befragten vermutet eine „spätere“ Realisierung, nach 2030. Dies ist eine der spätesten Entwicklungen, die im vorliegenden Delphi überhaupt diskutiert werden. Trotzdem sagen nur 2,3 Prozent der Antwortenden, die These sei „nie“ realisierbar. Hier geht es allerdings um die „Entwicklung“, noch nicht um den klinischen Einsatz. Die Einschätzung sind insgesamt unsicher, weil die selbst eingeschätzte Fachkenntnis der Befragten bei diesem doch sehr speziellen Thema gering ist.

⁴ <http://www.kfh-dialyse.de/cnv/index.html>

Abbildung 98: Realisierungszeit These 23, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)**Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?**

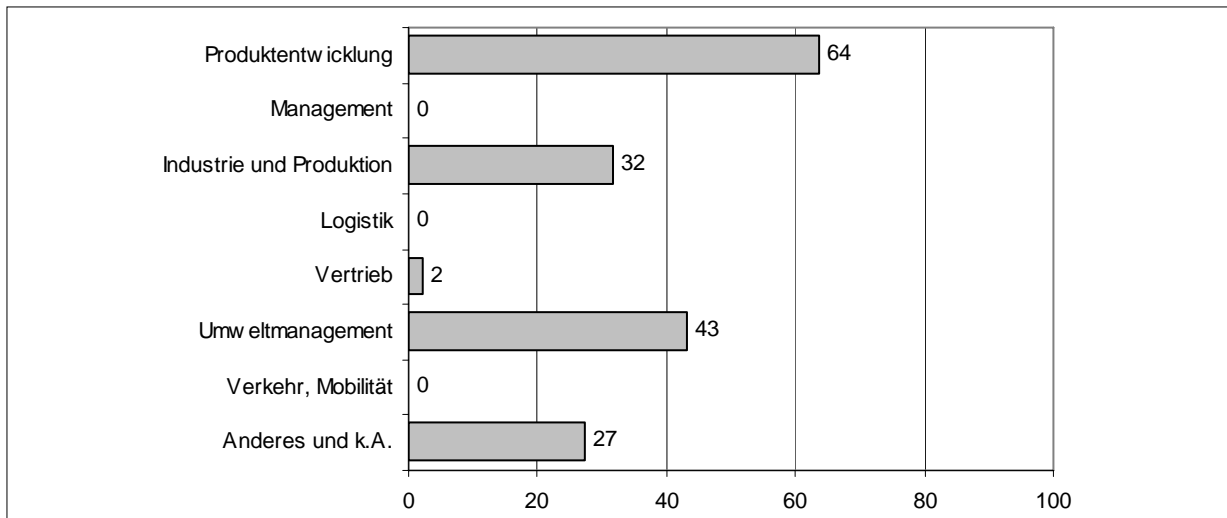
Künstliche Nieren halten alle Befragten (100 Prozent) für wünschenswert.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?**Abbildung 99:** Wichtigkeit der These 23 (in Prozent)

Entsprechend der Wünschbarkeit halten alle Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer das Thema für eine höhere Lebensqualität für wichtig, sehr viele auch für die Qualität der Versorgung.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

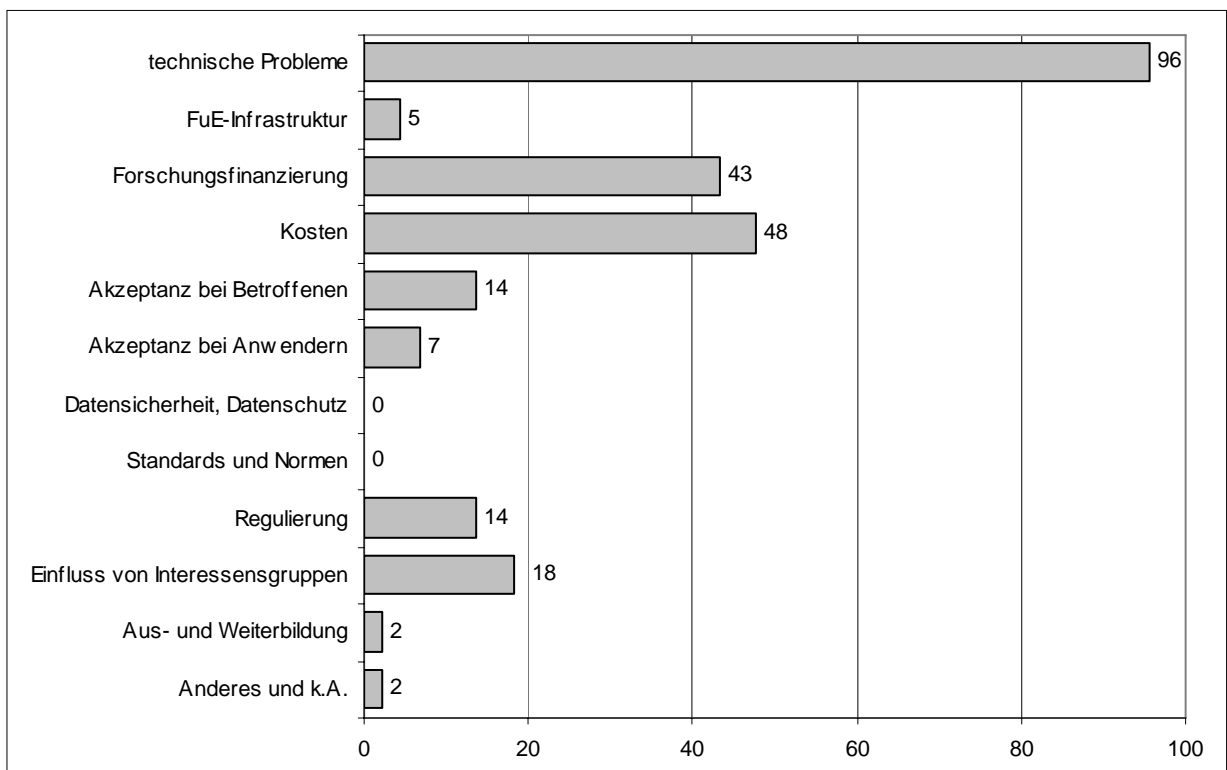
Abbildung 100:These 23 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Ähnliche Technik kann in der Produktentwicklung, im Umweltmanagement, Industrie und Produktion sowie anderen Bereichen, genannt wird hier die Verfahrenstechnik, Einsatz finden. Die Nennungen sind nicht so hoch wie bei vielen anderen Thesen.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 101:Hemmnisse bei der Realisierung von These 23 (in Prozent)



Dafür vermuten fast alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer an dieser Befragung technische Probleme als Hindernis (Abbildung 101). Eine künstliche Niere ist ein sehr komplexes System mit einer großen Durchflussrate und der Separierung sehr unterschiedlicher Stoffe, was technisch nicht so einfach zu bewältigen ist. Vergewagt man sich die Größe heutiger Dialysegeräte, wird die Herausforderung deutlich, so viele Funktionen in ein relativ kleines „Gerät“ zu integrieren und dann auch noch mit Energie zu versorgen. Aber auch die Kosten sind als Hemmnis nicht zu unterschätzen. Die Forschungsfinanzierung wird ebenfalls als problematisch angesehen. Einige Expertinnen und Experten nennen auch den Einfluss von Interessensgruppen, die Regulierung und sogar die Akzeptanz bei den Betroffenen als Hemmnis. Die wenigen Expertinnen und Experten, die sich hohe Fachkenntnis attestieren, schätzen die Hemmnisse sogar noch höher ein als der Durchschnitt aller Antwortenden.

Ausblick

Komplette künstliche Nieren zu entwickeln, halten alle Expertinnen und Experten für wünschenswert und auch für wichtig, um die Lebensqualität von Dialysepatienten zu erhöhen. Auch für die Qualität der Versorgung wären sie sehr wichtig, denn dann könnte eine künstliche Niere die Funktionen der natürlichen Niere übernehmen, lange bevor die natürliche Niere versagt oder so stark in Mitleidenschaft gezogen ist, dass bereits Schäden durch unzureichende Blutreinigung entstehen. Aber: Die künstliche Niere wird erst sehr spät für machbar gehalten, obwohl nur sehr wenige die grundsätzliche Realisierbarkeit in Zweifel ziehen. Technische Probleme (von Membranen bis zur Miniaturisierung) stehen einer früheren Verwirklichung entgegen. Aber auch Kosten und Forschungsfinanzierung werden als problematisch angesehen. Die dahinter stehende Technik könnte allerdings auch in anderen Bereichen Einsatz finden.

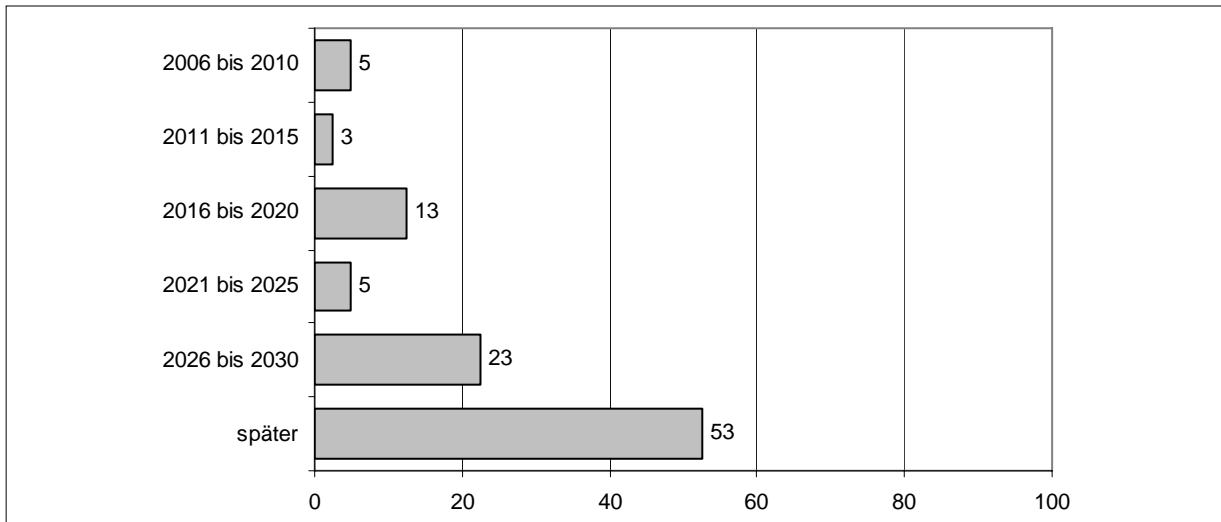
These 24: Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung.

Ein Herzimplantat wird in den Körper von Menschen nur bei unheilbaren Herzerkrankungen und dann erst bei Herzinsuffizienz eingesetzt. Dies wird vor allem dann in Erwägung gezogen, wenn ein geeignetes Spenderherz nicht zur Verfügung steht. Obwohl das Herz ein vergleichsweise einfaches Organ darstellt, nämlich einen Hohlmuskel der als Pumpe funktioniert, gilt das Herzimplantat als eine Art Heiliger Gral der modernen Medizin. Herzimplantate unterscheiden sich von einer externen Herz-Lungen-Maschine, die meist für einige Stunden, z.B. bei Operationen, die Funktion von Herz und Lunge ersetzt und nur an einer Stelle in den Blutkreislauf des Patienten eingeschaltet wird. Ein nicht nur einseitig unterstützendes künstliches Herz muss sowohl mit dem Körperkreislauf als auch mit dem Lungenkreislauf verbunden werden. Herzimplantate sollen deshalb für wesentlich längere Zeit eingesetzt werden. Der Rekord liegt derzeit (2006) bei 17 Monaten. Einige Modelle sollen dabei das kranke Herz des Patienten vollständig ersetzen, welches dann entfernt wird. Andere Modelle arbeiten lediglich unterstützend und das eigene Herz verbleibt im Körper. Wie bei der künstlichen Niere (These 23) könnte auch ein künstliches Herz- und Lungenimplantat die Spende eines natürlichen Organs überflüssig machen und Menschen, für die kein geeignetes Spenderorgan zur Verfügung steht, retten. In der Praxis ist man von einer solchen Entwicklung mit Marktzulassung noch weit entfernt.

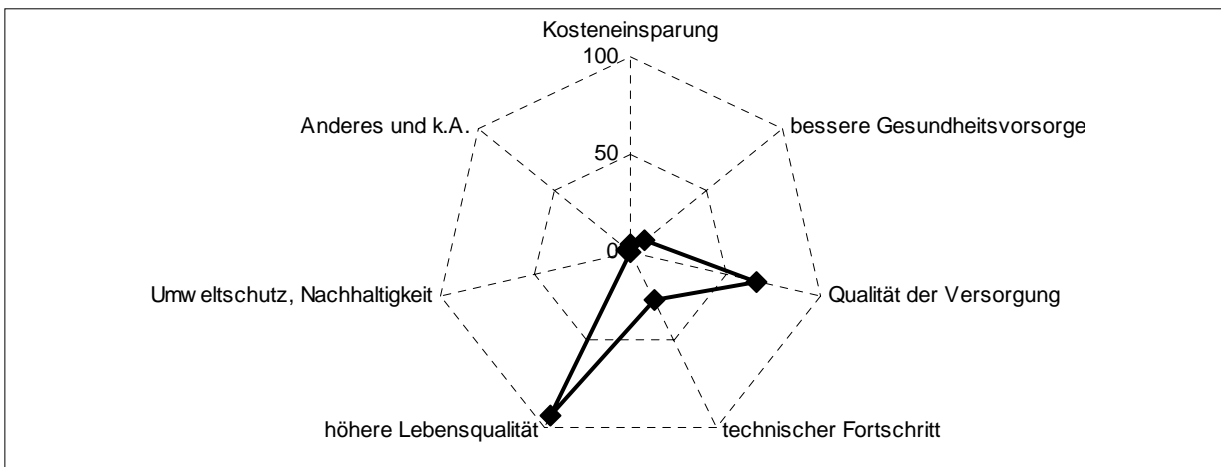
Nur 44 Personen haben diese These überhaupt beurteilt, von denen sich nur 11,4 Prozent als besonders fachkompetent bezeichnen. 31,8 Prozent hatten mittlere Fachkenntnis, die meisten (56,8 Prozent) nur geringe. Die These wurde also mit geringerer Fachkenntnis als die meisten anderen Thesen dieser Studie beurteilt.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Dies ist die späteste Realisierung der ganzen Delphi-Studie (siehe Abbildung 102) mit einer ziemlich großen Streuung in den Antworten. Der Median liegt bereits nach dem Jahr 2030. Trotzdem wird das Herz-Lungenimplantat von den meisten für möglich gehalten, nur 2,3 Prozent der Antwortenden sagen „nie“ realisierbar.

Abbildung 102: Realisierungszeit These 24, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)**Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?**

Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat halten 88 Prozent der Antwortenden für wünschenswert. Nur 5 Prozent sagen, es sei „nicht wünschenswert“, 7 Prozent sagen „weiß nicht“.

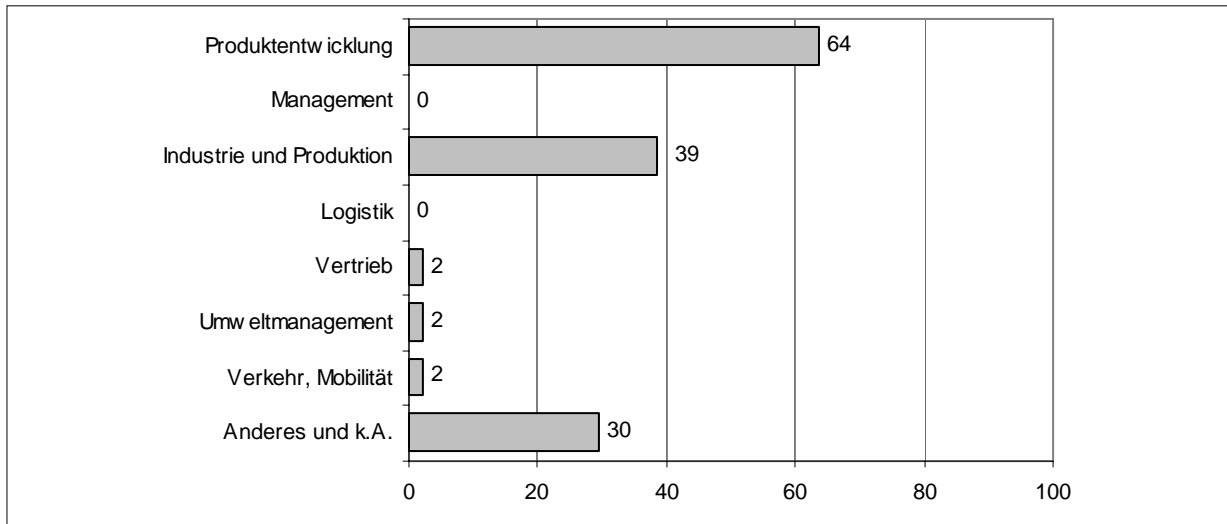
Wofür ist die Realisierung der These wichtig?**Abbildung 103:** Wichtigkeit der These 24 (in Prozent)

Besonders wichtig (Abbildung 103) wäre das künstliche Herz-Lungenimplantat für eine höhere Lebensqualität der Patientinnen und Patienten, wichtig aber auch für die Qualität der Versorgung. Auch zum technischen Fortschritt würde es beitragen. Kommentare verweisen noch auf die „längere Lebenserwartung“ und die „Lebensverlängerung bei Organschäden“, denn ohne eine solche „Maschine“ können einige Patientinnen und Patienten schlichtweg nicht überleben. Verwiesen wird ferner auf Fragen der Ethik.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

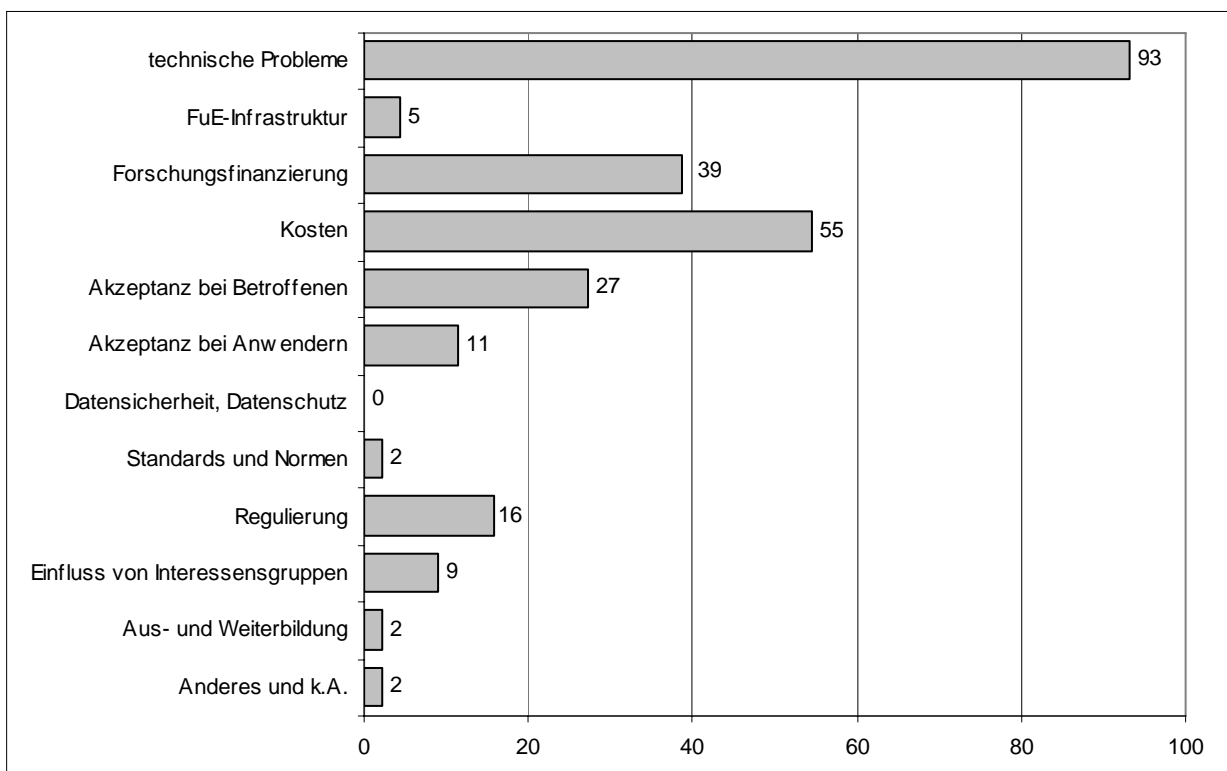
Ein ähnliches Gerät wäre auch in der Produktentwicklung einsetzbar (Abbildung 104) sowie in Industrie und Produktion. Was gemeint ist, bleibt unspezifiziert, kann sich aber auf die Entwicklung von Mikropumpensystemen mit großem Durchfluss beziehen. „Anderes und k.A.“ wird ebenfalls häufig angekreuzt (30 Prozent sind hier viel), dies wird aber nicht weiter spezifiziert und scheint sich mehr auf „k.A.“ zu beziehen.

Abbildung 104:These 24 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 105:Hemmnisse bei der Realisierung von These 24 (in Prozent)



Das Haupthemmnis sind eindeutig die technischen Probleme (Abbildung 105). Das Gerät zu entwickeln ist schon schwierig (großer Durchfluss bei geringer Größe des Gerätes, Steuerung, Langlebigkeit, Materialfragen, Energieversorgung etc.), die Marktzulassung noch schwieriger, denn wer möchte sich schon freiwillig als Testperson zur Verfügung stellen. Herz-Lungen-Maschinen heutigen Typs sind sehr groß, so dass es noch starker technischer Anstrengungen bedarf, ein kleines implantierbares Gerät zu entwickeln und mit Energie zu versorgen. An zweiter Stelle und immer noch von mehr als der Hälfte aller Antwortenden werden die Kosten als Hemmnis genannt, gefolgt von der Forschungsfinanzierung. Auch die Akzeptanz – sowohl bei den Betroffenen als auch den Anwendern – dürfte nicht selbstverständlich sein. Das Herz ist emotional gesehen nicht „irgendein“ Organ. Mit 16 Prozent (d.h. 7 Nennungen) relativ häufig in dieser Studie wird auch die Regulierung als Hemmnis genannt.

Ausblick

Bis ein künstliches Herz- und Lungenimplantat die Marktzulassung erhält, wird es noch sehr lange dauern; es wird aber auch nicht für unmöglich gehalten. Viele sehen es als wünschenswert und wichtig für die Lebensqualität (oder sogar das Überleben) der betroffenen Patientinnen und Patienten an. Aber die technischen Hürden lassen die Realisierung noch in weite Ferne rücken. Kosten- und Akzeptanzfragen spielen im Vergleich zu den technischen nur eine geringe Rolle.

These 25: Vitalparameter (Blutdruck, Blutwerte, Antikörper, Hormone) lassen sich über implantierte Chips auslesen.

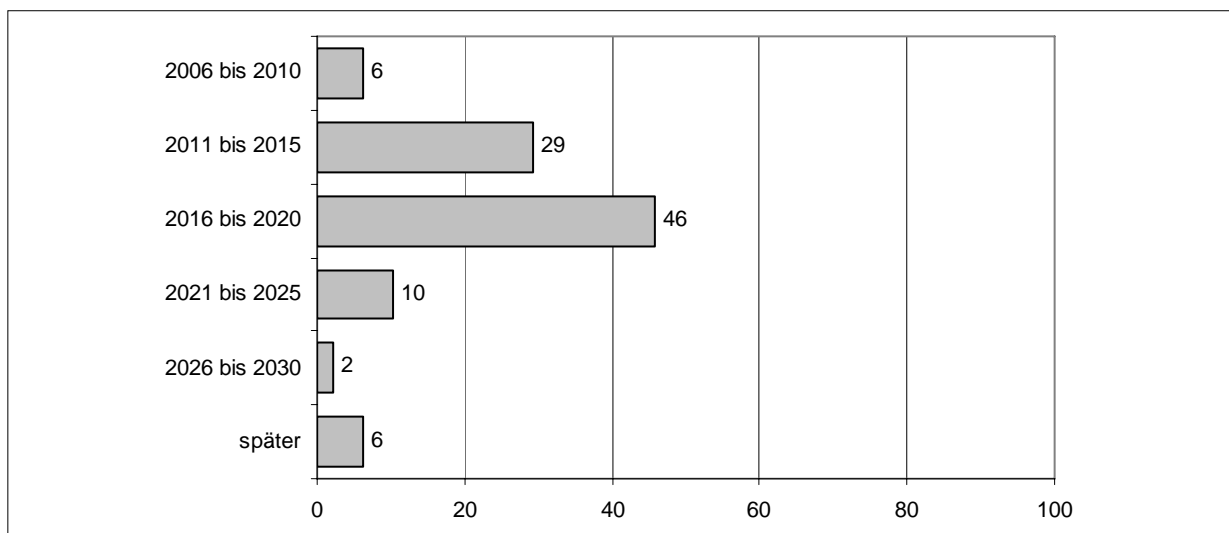
Diese These ähnelt den Thesen Nr. 11 und 12. Allerdings geht es hier nicht um die Messung von Vitalwerten über externe Chips (z.B. Lab-On-Chip), sondern um implantierte Chips, also eine weiter führende Entwicklung. Implantierte Chips „messen“ den Blutdruck, erheben Werte zu Blutbeschaffenheit, zu Antikörpern, Hormonen etc., und die Werte können ohne weitere Intervention ausgelesen werden. Dies ist eine Hilfe bei Langzeitbeobachtungen und für Diagnosen, könnte aber auch für Sportler interessant werden.

52 der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer haben diese These beurteilt. Ein Viertel von ihnen bezeichnet sich als große Fachkenner, 38,5 Prozent als mittlere und 36,5 Prozent als geringe Fachkundige. Damit wird diese These insgesamt mit großer Fachkompetenz beurteilt.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Realisierung implantierbarer Chips zum Auslesen wird um das Jahr 2017 erwartet (Q1: 2014; Q2: 2020). Die Antworten verteilen sich wie in Abbildung 106 mit einer Fokussierung auf die mittleren vorgegebenen Zeiten und einer größeren Streubreite bei den späteren. 6 Prozent der Teilnehmer halten das Thema sogar erst nach 2030 für machbar und 4 Prozent für gar nicht möglich.

Abbildung 106: Realisierungszeit These 25, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

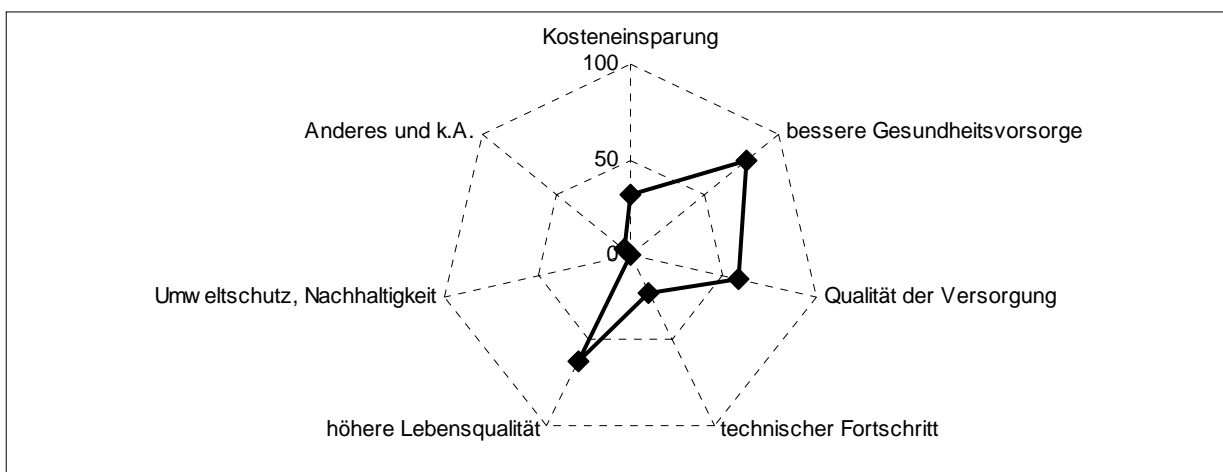
Vitalparameter über implantierte Chips auszulesen, ist eine der eher umstrittenen Thesen. Trotzdem wird auch diese These von 74 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen als wünschenswert bezeichnet, ein Wert, der wesentlich niedriger als bei anderen Thesen ist. Noch zurückhaltender sind Personen mit großer Fachkenntnis: nur 62 Prozent von ihnen halten die These für wünschenswert. Auffallend ist, dass die älteren Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer das Thema stärker für wünschenswert halten als die jüngeren (87 bzw. 88 Prozent der 46 bis 65-Jährigen sagen wünschenswert im Vergleich zu 60 bzw. 58 Prozent der 26 bis 45-Jährigen).

16 Prozent aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer halten das Auslesen von Vitalparametern gar nicht für wünschenswert. Kommentare deuten an, dass die damit verbundene Überwachungsmöglichkeit von Personen ihnen nicht gefällt („Big Brother is watching you“). 10 Prozent sagen „weiß nicht“.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Das Auslesen von Vitalparametern über implantierte Chips wird für eine höhere Lebensqualität der Patientinnen und Patienten, für eine bessere Gesundheitsvorsorge und die Qualität der Versorgung für wichtig gehalten. Eine gewisse Relevanz für Kosteneinsparungen und den technischen Fortschritt konstatieren immerhin noch ein Viertel der Beteiligten.

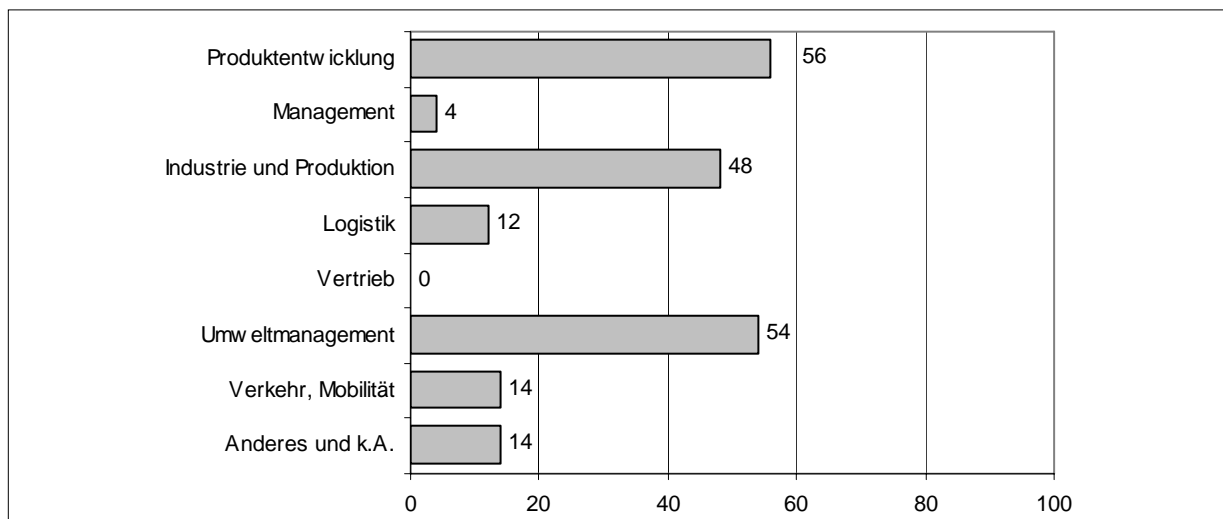
Abbildung 107: Wichtigkeit der These 25 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

Auslesbare implantierte Chips können auch in der Produktentwicklung, der Industrie und Produktion sowie im Umweltmanagement eingesetzt werden (Abbildung 108). Auch Logistik und Verkehr/ Mobilität werden als Einsatzmöglichkeiten neben „Anderen“ genannt.

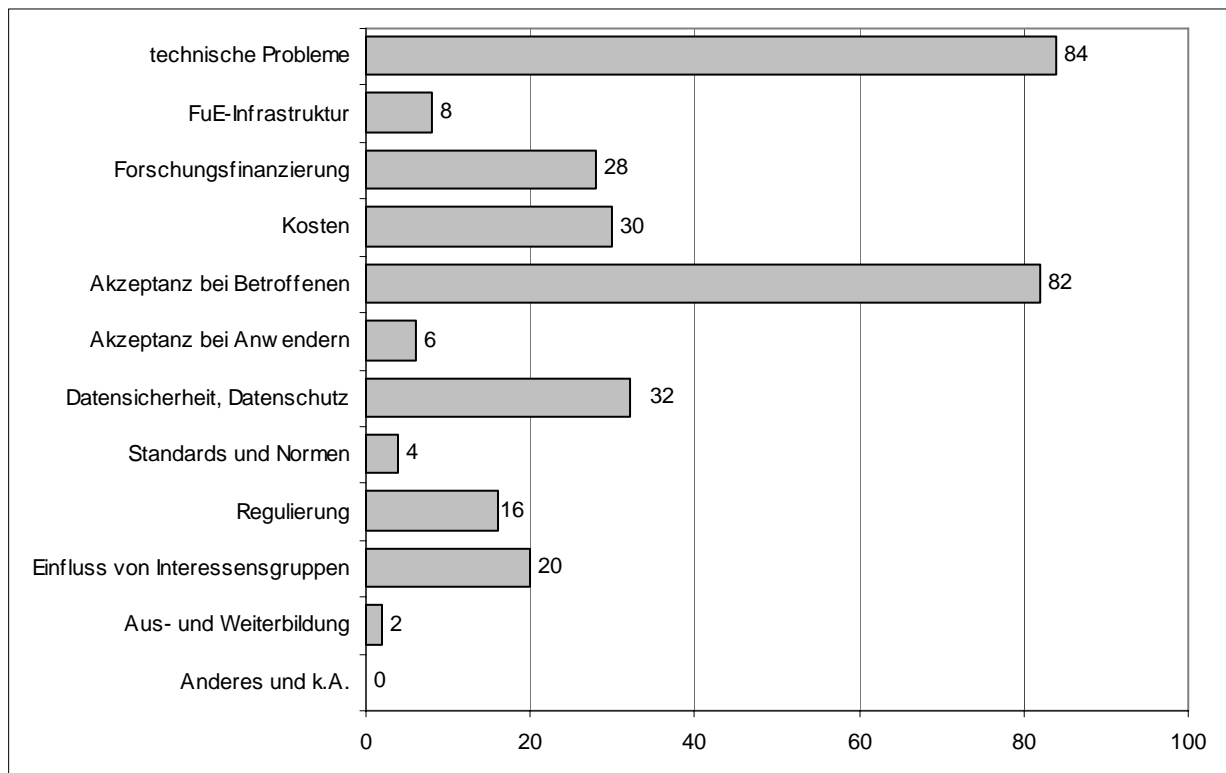
Abbildung 108: These 25 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Hindernisse auf dem Weg zur Verwirklichung liegen eindeutig im technischen Bereich sowie in der Akzeptanz bei den Betroffenen (Abbildung 109). Wie bei anderen implantierbaren oder in den Körper eindringenden „Geräten“ oder „Dingen“ (Biopsieroboter, Mikromaschinen etc.) gibt es Vorbehalte gegen einen Gegenstand im menschlichen Körper. Es ist emotional suspekt, etwas im Körper zu haben, von dem man nicht weiß was es tut, oder das man nicht selbst steuern kann. Daher werden bei allen diesen Themen Akzeptanzprobleme vermutet. Aber auch Datensicherheit und Datenschutz werden von fast einem Drittel der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer als Hemmnis genannt. Gleiches gilt für Forschungsfinanzierung und Kosten. 20 Prozent der Befragten nennen den Einfluss von Interessensgruppen (sogar 38 Prozent der besonders fachkundigen Personen) und 16 Prozent (allerdings nur 8 Prozent der besonders fachkundigen Personen) die Regulierung als Problem. In Kommentaren werden noch ethische Fragen als Hemmnis genannt.

Abbildung 109: Hemmnisse bei der Realisierung von These 25 (in Prozent)



Ausblick

Wie bei allen Thesen die etwas in den Körper Implantierbares beinhalten, wird auch diese These zum Auslesen der Vitalparameter via Chip mit Skepsis betrachtet und für nicht ganz so wünschenswert gehalten wie viele andere Thesen. Der Kommentar „Big Brother is watching you“ ist klassisch dafür, die Ängste vor Überwachung, mangelnder Datensicherheit und Schutz sehr persönlicher Daten auszudrücken. Trotzdem wird das Thema als wichtig für die Gesundheitsvorsorge, die Qualität der Versorgung und die Lebensqualität der Betroffenen angesehen. Andere Einsatzgebiete kann es auch geben. Und obwohl einige der – vielleicht nicht ganz so fachkundigen Personen – bei der Einschätzung der Verwirklichungszeit Unsicherheit zeigen, sagen doch fast alle, dass diese Chips über kurz oder lang realisiert werden können. Bloß wann – da sind sich die Delphi-Teilnehmenden uneinig.

These 26: Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren.

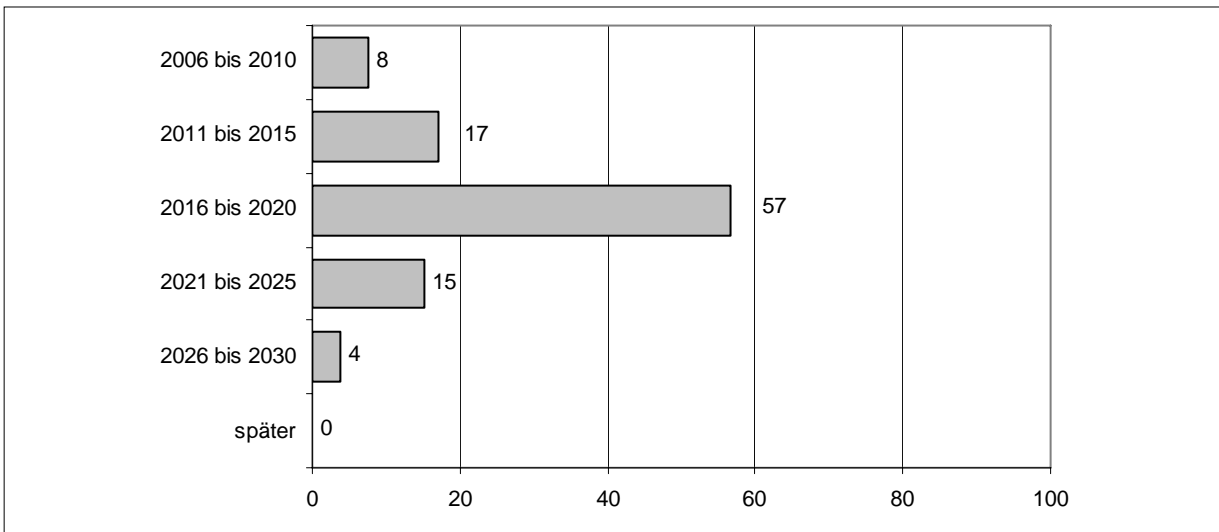
Retina-Implantate sind Sehprothesen für stark sehbehinderte oder blinde Menschen, deren Netzhaut (Retina) krankheitsbedingt ihre Funktion verloren hat, deren Sehnerv aber noch eine intakte Verbindung zum Gehirn bildet. Es gibt verschiedene Ansätze, die Funktion degenerierter Nerven in der Netzhaut künstlich zu ersetzen. Das Funktionsprinzip ist aber im Wesentlichen identisch. Das Bild, das beim gesunden Menschen vom Auge wahrgenommen wird, soll aufgenommen, in elektrische Impulse gewandelt und an die Nerven weitergegeben werden. In den letzten Jahren wurden zwei erfolgversprechende Implantate entwickelt, das subretinale Implantat und das epiretinale Implantat. Das subretinale Implantat wird im Auge unter der Netzhaut eingesetzt, während das epiretinale Implantat auf die Netzhaut implantiert wird.

54 Personen haben diese These beurteilt, von denen nur 15,1 Prozent sich als besonders fachkompetent einschätzen. 34 Prozent der Delphi-Befragten haben zu dieser These mittlere Fachkenntnis, die Hälfte (50,9 Prozent) allerdings nur geringe Kenntnis. Damit ist diese These nicht von vielen hoch kompetenten Personen bewertet worden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Verwirklichung eines Retina-Implantats, mit dem sich Blinde im Raum orientieren können, wird trotz anderweitig behaupteter erster Erfolge⁵ relativ spät, um 2018, für möglich gehalten (Q1: 2016; Q2: 2020). Die Verteilung in Abbildung 110 zeigt deutlich, dass mehr als die Hälfte der Delphi-Expertinnen und -Experten den Zeitraum zwischen 2016 und 2020 angekreuzt hat. Wesentlich später, nach 2030, nimmt niemand die Verwirklichung an, genauso wenig wie „nie“ angekreuzt wurde. Vielleicht ergibt sich die Diskrepanz von Einschätzung der Verwirklichung und ersten Firmen die Retina-Implantate herstellen, aus mangelnder Kenntnis der Akteure. Wahrscheinlich werden die derzeitigen Implantate jedoch nur bei Sehbehinderungen erfolgreich sein, bei kompletter Blindheit eher nicht.

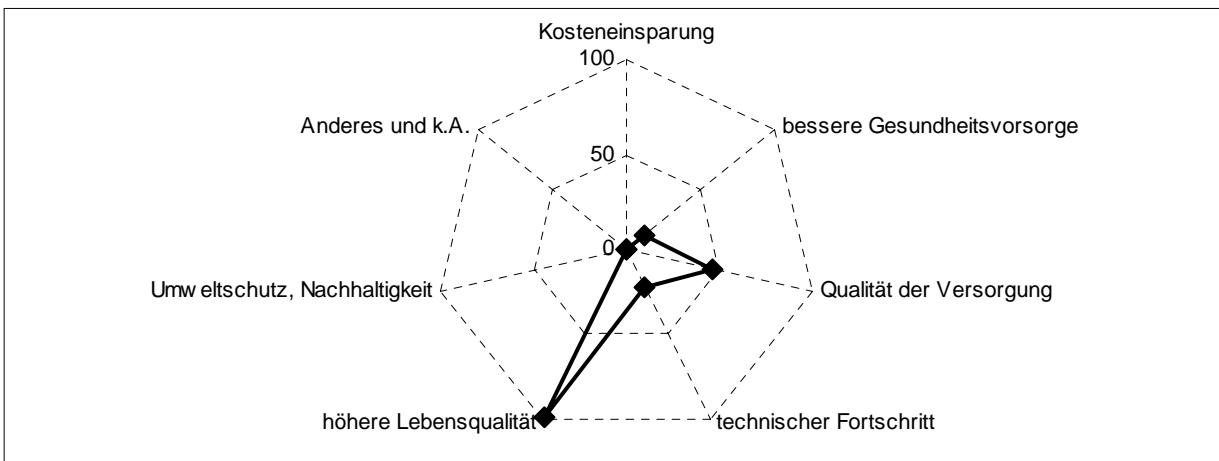
⁵ <http://www.retina-implant.de/>;
<http://www.optobionics.com/>;
<http://www.intmedimplants.ch/>;
<http://www.2-sight.com/> ;
<http://www.sciencegarden.de/berichte/200609/zeitleiste/zeitleiste.php>;

Abbildung 110: Realisierungszeit These 26, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)**Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?**

Das Retina-Implantat, mit dem sich Blinde im Raum orientieren können, halten alle Teilnehmenden (100 Prozent) für wünschenswert.

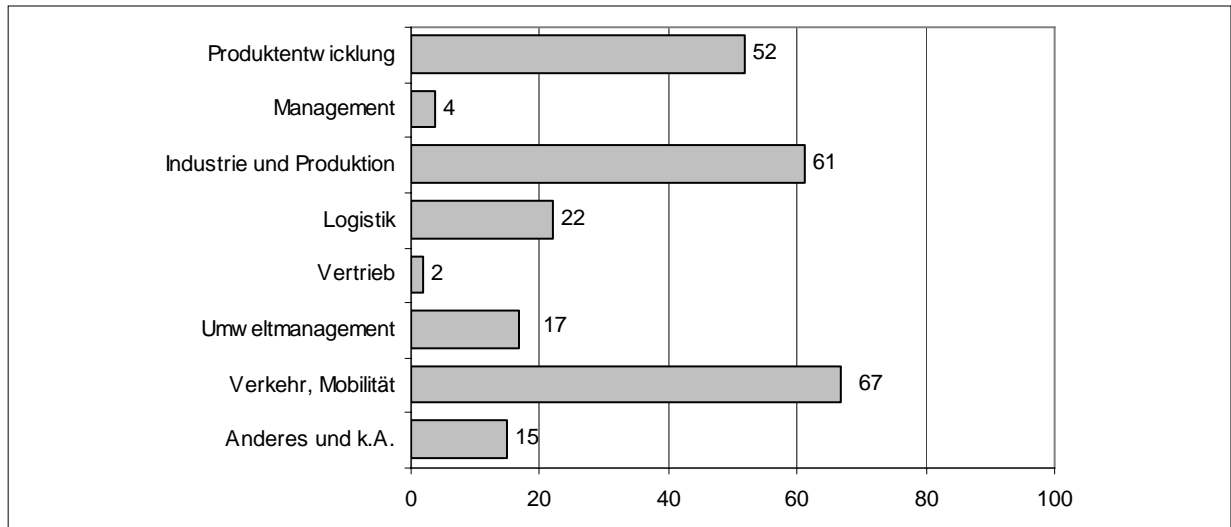
Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Alle Teilnehmenden halten die These für eine bessere Lebensqualität für wichtig. Die Hälfte konstatiert noch die Wichtigkeit für die Qualität der Versorgung, knapp ein Viertel (sogar 38 Prozent der großen Fachkenner) auch für den technischen Fortschritt.

Abbildung 111: Wichtigkeit der These 26 (in Prozent)

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

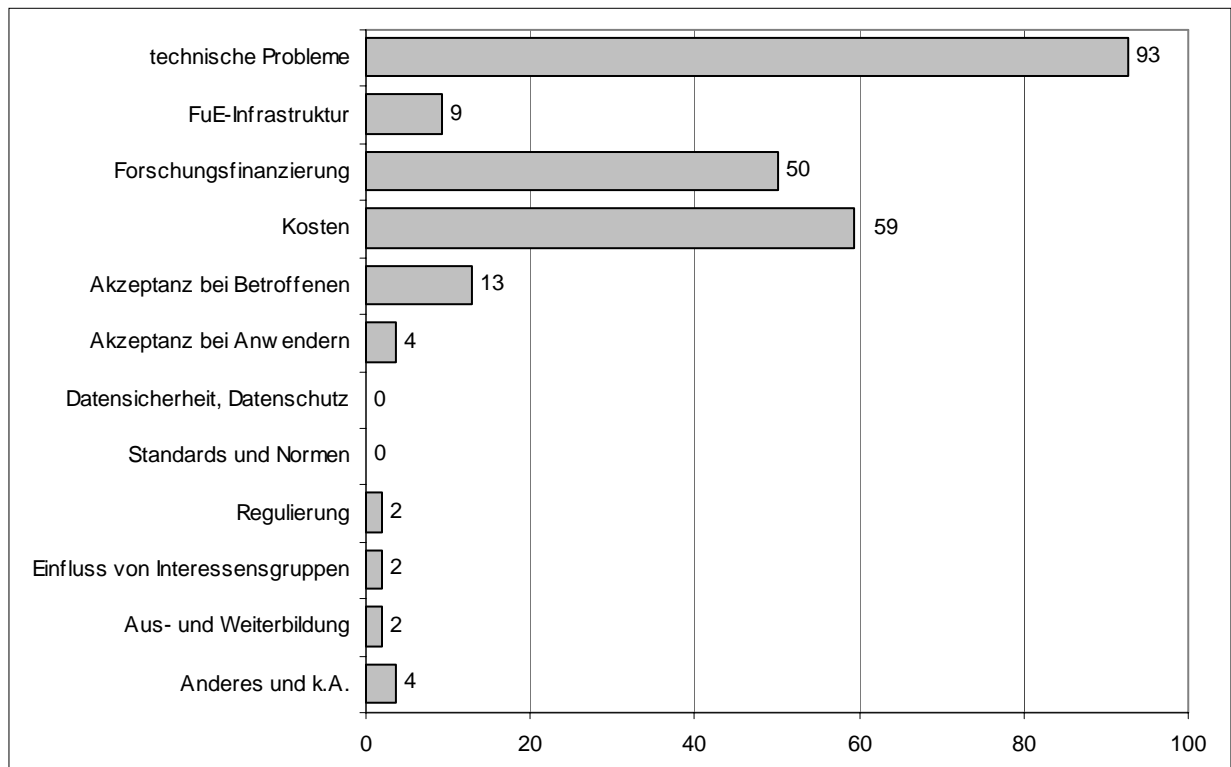
Abbildung 112:These 26 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Implantate für eine begrenzte Orientierungsmöglichkeit werden auch in der Produktentwicklung, in Industrie und Produktion sowie in Verkehr und Mobilität für einsatzfähig angesehen (Abbildung 112). Einige nennen auch die Logistik und das Umweltmanagement sowie „Anderes“.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 113:Hemmnisse bei der Realisierung von These 26 (in Prozent)



Das Haupthindernis liegt eindeutig in den technischen Problemen (Abbildung 113). Aber auch die Kosten und die Forschungsfinanzierung werden als Hemmnisse genannt, von den Fachkennern noch häufiger als vom Durchschnitt der Teilnehmenden. Einige wenige nennen die Akzeptanz der Betroffenen als Hemmnis – von den Experten mit großer Fachkenntnis sogar 38 Prozent – wie bei allen Implantaten, hier allerdings weniger oft.

Ausblick

Retina-Implantate, die Blinden eine Orientierung im Raum ermöglichen, werden von allen Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmern unisono für wünschenswert gehalten, weil sie für Blinde eine neue Dimension der Lebensqualität ermöglichen. Uneinig – und vielleicht auch nicht fachkundig genug – sind sich die TeilnehmerInnen bei der Frage der Realisierung, die erst relativ spät für möglich gehalten wird. Dabei gibt es bei den Retina-Implantaten bereits Erfolge und erste Firmen auf dem Markt. Noch jedoch kämpfen diese mit den technischen Problemen, den hohen Kosten und der ebenfalls als Hemmnis angesehenen Forschungsfinanzierung.

These 27: Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif.

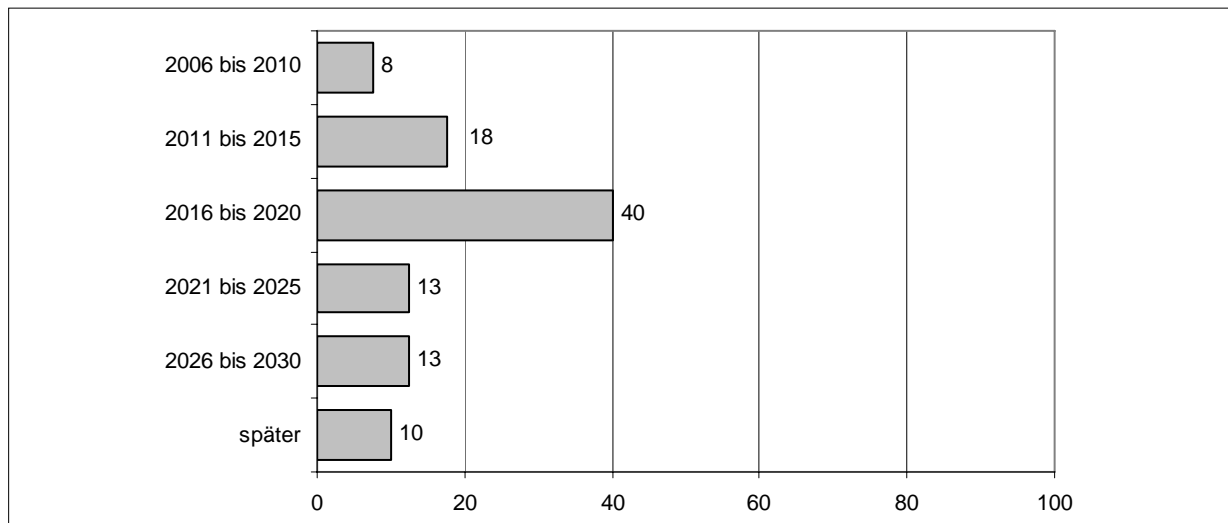
Diese These zu Retina-Implantaten geht noch etwas weiter als die vorangegangene und beschreibt die Kombination des Implantates mit einem kompletten System, in dem unterschiedliche Datentypen kombiniert und bewertet werden, so dass besser „gefilterte“ Daten an die Nerven weiter geleitet werden können und die Erkennung durch die Patienten auf diese Weise verbessert wird.

Diese These ist sehr speziell. Nur 43 Teilnehmerinnen und -Teilnehmer haben hier geantwortet. 19,5 Prozent von ihnen bezeichnen sich als fachkompetent, 34,1 als mittel und 46,3 Prozent als gering fachkompetent.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Einschätzung der Realisierungszeit zeigt eine große Spannweite der Antworten (Abbildung 114) und 10 Prozent der Antwortenden verschieben das Thema sogar auf „später“, also nach 2030. Der Median der Einschätzungen liegt sehr spät bei 2019 (Q1: 2016; Q2: 2025). Aber die Verwirklichung wird für möglich gehalten, niemand sagt „nie“.

Abbildung 114: Realisierungszeit These 27, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

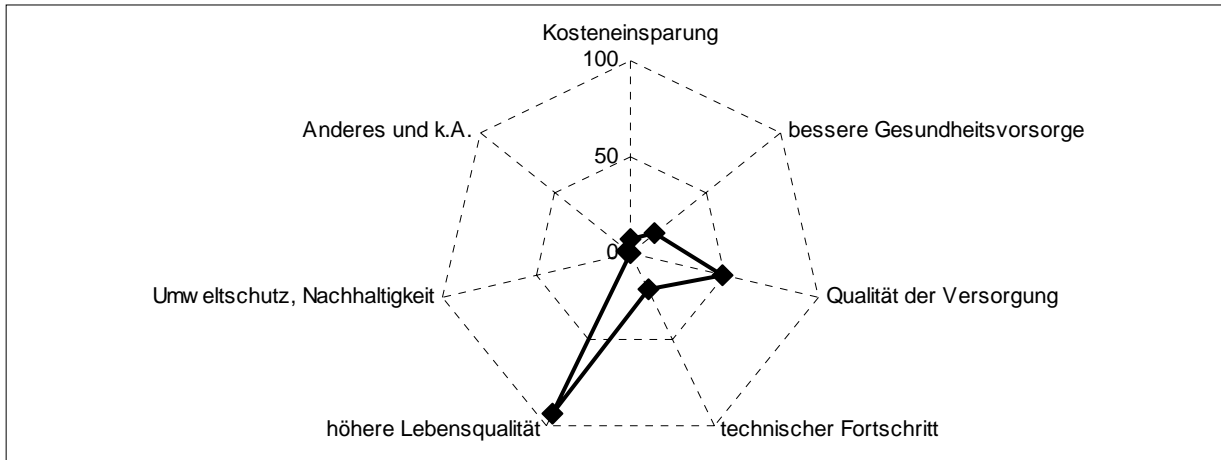


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Dieses Thema halten 95 Prozent der Teilnehmenden für wünschenswert. 5 Prozent der Teilnehmenden machen keine Angabe.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 115: Wichtigkeit der These 27 (in Prozent)

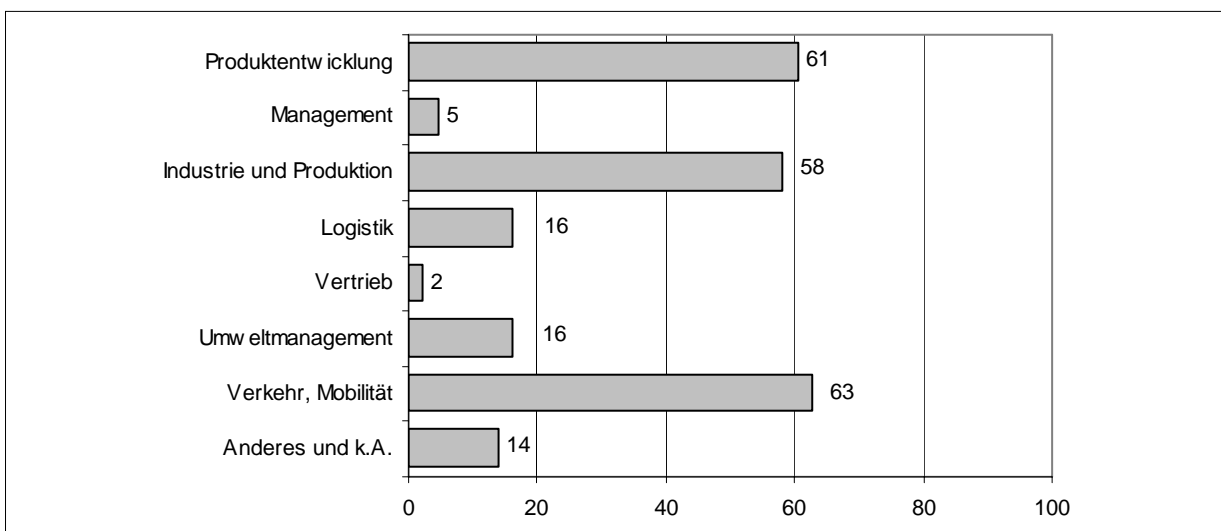


Ähnlich wie bei der vorangegangenen These halten die Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer das System mit dem Retina-Implantat für relevant, um die Lebensqualität von Sehbehinderten und Blinden zu verbessern (Abbildung 115). Auch für die Qualität der Versorgung hält die Hälfte der Teilnehmenden die These für wichtig. Immerhin noch ein Viertel hält sie wichtig für den technischen Fortschritt. Die Personen mit hoher Fachkenntnis unter den Antwortenden schätzen das Thema als wesentlich wichtiger für den technischen Fortschritt (38 Prozent) und für eine bessere Gesundheitsvorsorge (auch 38 Prozent) ein.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

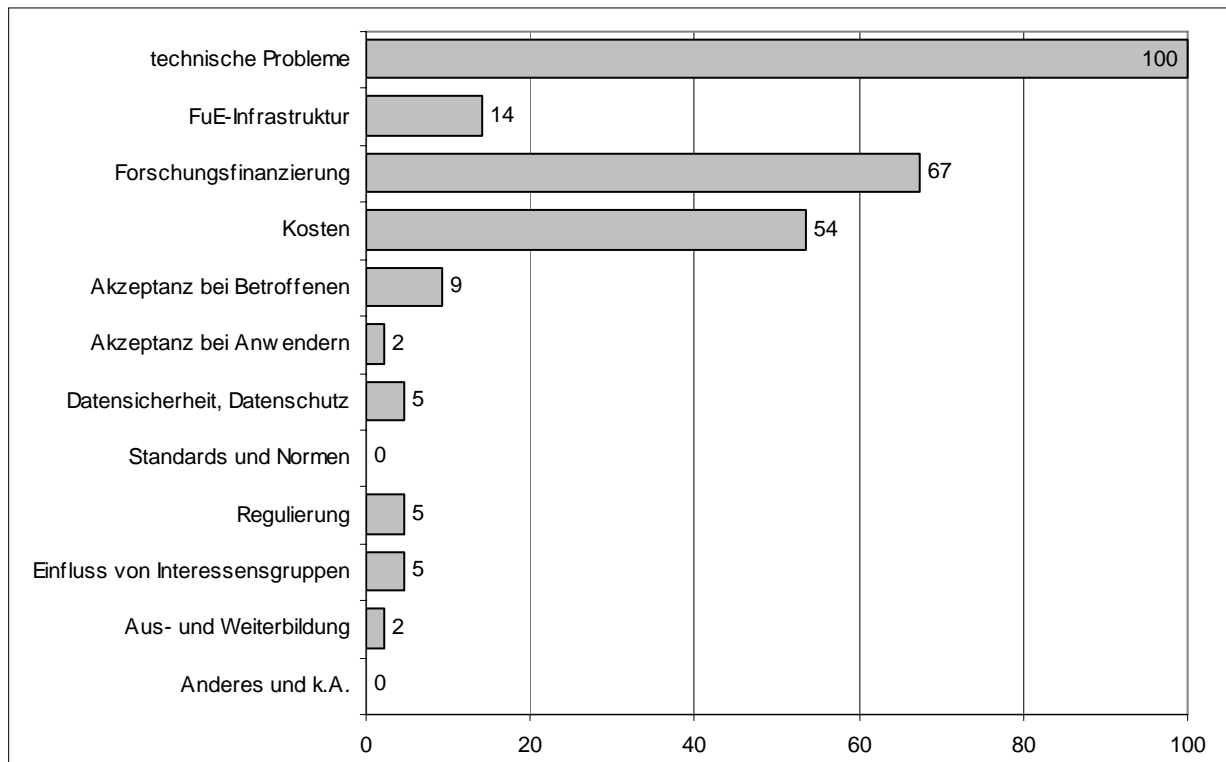
Ähnliche visuelle Systeme können auch in der Produktentwicklung, Industrie und Produktion, vor allem aber in Verkehr und Mobilität eingesetzt werden. Aber auch in der Logistik und im Umweltmanagement könnten derartige Systeme genutzt werden.

Abbildung 116: These 27 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Verwirklicht ist die These aus technischen Gründen noch nicht. Alle Delphi-Expertinnen und -Experten nennen technische Probleme als das Haupthindernis (Abbildung 117). Erst an zweiter Stelle werden Forschungsfinanzierung und Kosten genannt, von den Fachexperten häufiger als im Durchschnitt. Immerhin 14 Prozent der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und sogar 25 Prozent der besonders fachkundigen Personen nennen die Infrastruktur in der Forschung und Entwicklung als Hindernis, 9 Prozent nennen die Akzeptanz der Betroffenen.

Abbildung 117: Hemmnisse bei der Realisierung von These 27 (in Prozent)**Ausblick**

Retina-Implantate werden erst sehr spät, um 2020, durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif. Diese These ist sehr speziell, so dass nur wenige sie bewertet haben, aber fast alle hielten sie für wünschenswert. Wichtig ist sie ganz besonders für die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten. So kompliziert und speziell die These auch ist, alle halten die technischen Probleme zwar für das Haupthindernis, die Realisierung aber für machbar. Dann können derartige visuelle Systeme auch z. B. in Verkehr und Mobilität, in der Produktentwicklung oder Industrie und Produktion eingesetzt werden.

These 28: Die regionale Mikrowellen-Hyperthermie kann mit einer Computersimulation der Biowärmeleitung optimal geplant werden.

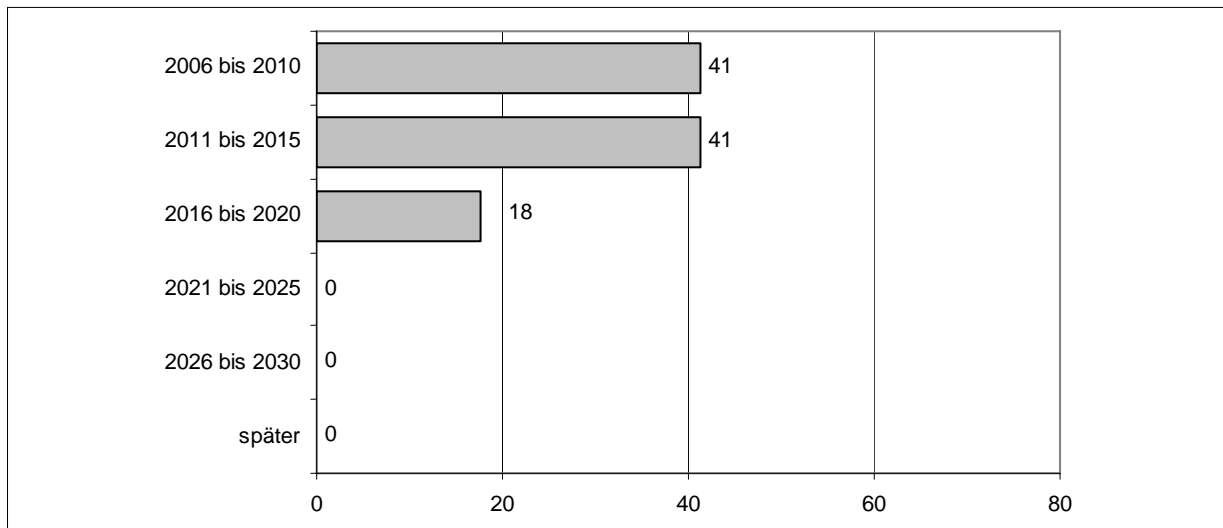
Mikrowellen-Hyperthermie ist ein Verfahren, das insbesondere in der Onkologie (also Krebsforschung und -therapie) Anwendung findet. Mit diesem Verfahren werden lokal, d.h. nur an ganz bestimmten Stellen des Körpers, die Zellen erwärmt. In dieser These geht es darum genau planen zu können, an welcher Stelle und mit welchen Stärken gearbeitet werden muss. Dazu soll eine Computersimulation helfen, die darstellt, wie die Biowärmeleitung, also die Wärmeverteilung im Körper bzw. an dieser Stelle des Körpers, erfolgt. Ziel ist es, gesundes Gewebe nicht zu beeinträchtigen.

Die Mikrowellen-Hyperthermie ist ein sehr spezielles Thema, so dass nur sehr wenige Delphi-Experten sich damit auskennen und nur 35 Personen die These beurteilt haben. Von diesen nennen sich 11,4 Prozent sehr fachkundig, 45,7 Prozent bescheinigen sich mittlere und 42,9 Prozent geringe Fachkenntnis. Damit ist die These mit einer eher mittleren Fachkenntnis bewertet worden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Dafür sind sich die wenigen Expertinnen und Experten sehr einig (Abbildung 118), was die Einschätzung der Verwirklichungszeit angeht. Das Thema wird relativ früh für machbar gehalten, der Median liegt bei 2012 (unteres Quartil: 2009, oberes Quartil: 2015).

Abbildung 118: Realisierungszeit These 28, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

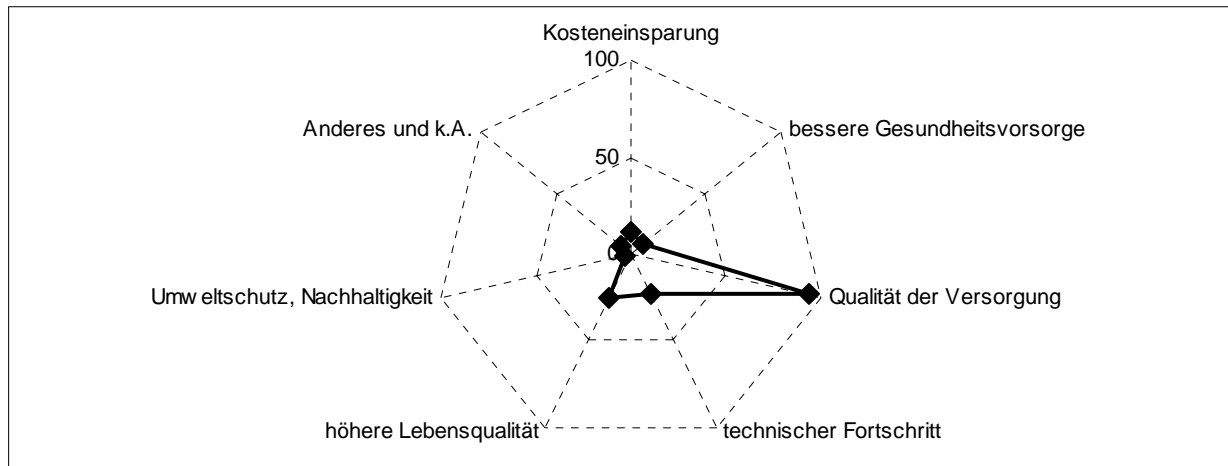


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Dieses Thema wird von 94 Prozent der Teilnehmenden für wünschenswert erachtet. 6 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen sagen „weiß nicht“.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

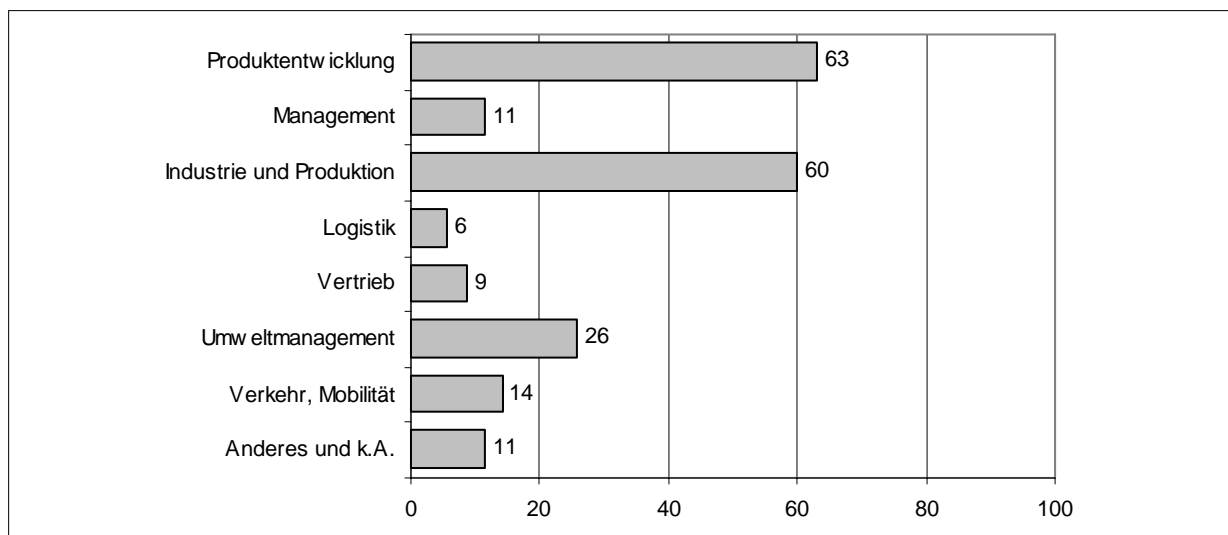
Abbildung 119:Wichtigkeit der These 28 (in Prozent)



Das Thema ist besonders wichtig für die Qualität der Versorgung, sagen fast alle Delphi-Experten und -Expertinnen. Ein Viertel von ihnen hält die These auch für eine höhere Lebensqualität und den technischen Fortschritt für wichtig.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

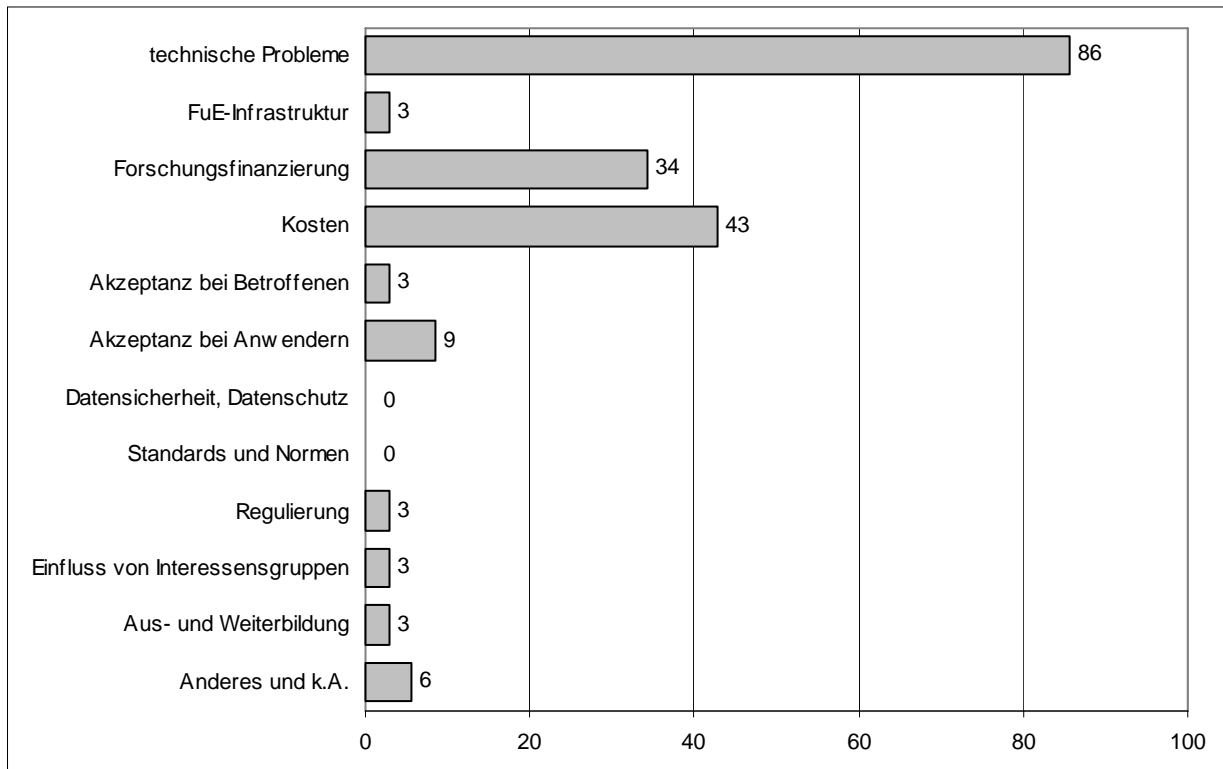
Abbildung 120:These 28 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Die Computersimulation zur Wärmeleitfähigkeit bzw. zur Planung kann in vielen anderen Bereichen einsetzbar sein. Bei dieser These ist leider durch die Formulierung nicht ganz klar, worauf die Antwortenden sich beziehen, auf die Mikrowellen-Thermie oder die Computersimulation, beides sind technische Entwicklungen. Es werden daher alle der vorgeschlagenen Rubriken angekreuzt, besonders jedoch Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion (Abbildung 120).

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 121: Hemmnisse bei der Realisierung von These 28 (in Prozent)



Technische Probleme verhindern eine noch frühere Realisierung der These. Auch die Kosten und die Forschungsfinanzierung spielen dabei eine hemmende Rolle (Abbildung 121).

Ausblick

Die optimale Planung der regionalen Mikrowellen-Hyperthermie mit Hilfe einer Computersimulation der Biowärmeleitung ist eine technische Herausforderung. Auch die Kosten und die Forschungsfinanzierung können noch hemmend bei der Verwirklichung der These wirken, allerdings nicht so stark. Besonders relevant ist die These für die Qualität der Versorgung. Einsetzbar ist die technische Entwicklung insbesondere in der Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion, aber auch andere Bereiche werden genannt. Möglich wird die Entwicklung ziemlich bald (Median 2009), spätestens 2020.

These 29: Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich.

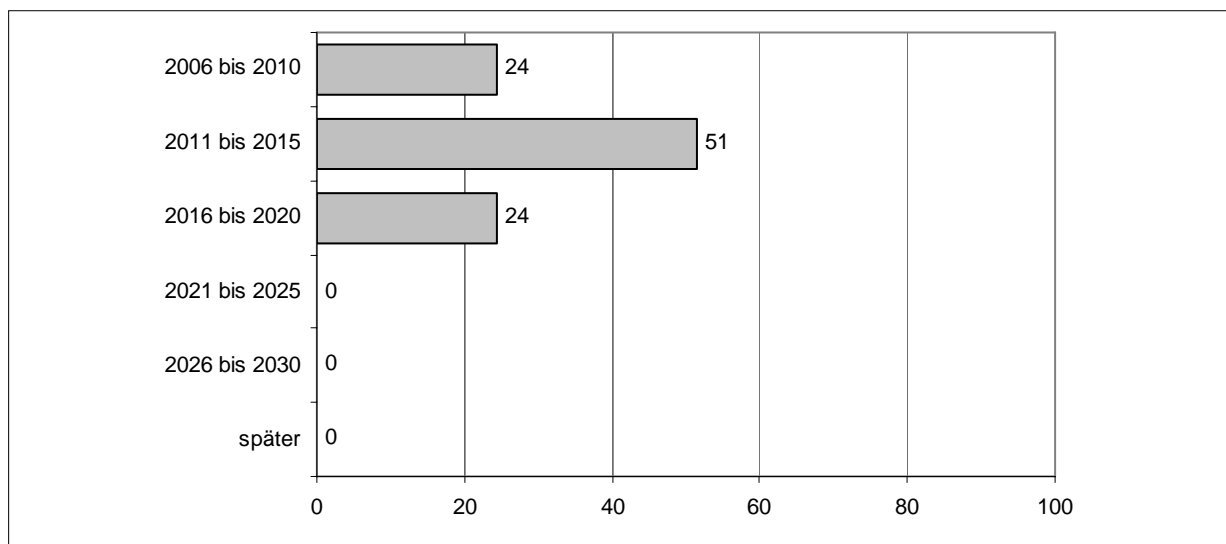
Die biologisch adaptive Strahlentherapie ist ein Ansatz in der Onkologie, um über Bestrahlung Tumorgewebe zu zerstören. Um die Strahlentherapie optimal anzupassen, sollen Computer-unterstützte Planungen durchgeführt werden. Bei diesen Planungen ist es wiederum wichtig, unterschiedliches Gewebe mit in die Berechnungen einzubeziehen, um – wie bei der vorangegangenen These – möglichst wenig Nebenwirkungen zu haben und möglichst kein gesundes Gewebe zu schädigen. Es wird an unterschiedlichen Ansätzen gearbeitet (Thorwarth et al., o.J., Birkner, 2002).

Diese sehr spezielle These wurde von nur 38 Personen beurteilt. Das ist weniger als die Hälfte der Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer. Von diesen 38 bezeichnen sich nur 13,2 für sehr kompetent. Exakt die Hälfte der Antwortenden bescheinigt sich mittlere und die anderen 36,8 Prozent geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie wird in den nächsten 10 Jahren durchaus für möglich gehalten (Abbildung 122). Der Median der Befragung liegt bei 2013, das untere Quartil schon bei 2011, das obere Quartil bei 2015. Die Experten und -Expertinnen sind sich also relativ einig bei ihrer Einschätzung.

Abbildung 122: Realisierungszeit These 29, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

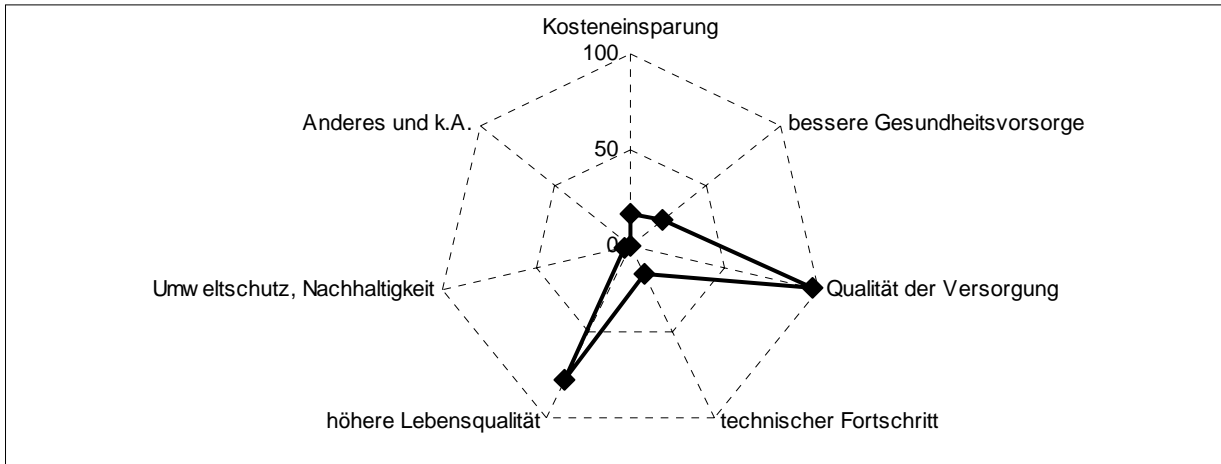


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, wird von allen Teilnehmenden (100 Prozent) für wünschenswert gehalten.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 123: Wichtigkeit der These 29 (in Prozent)

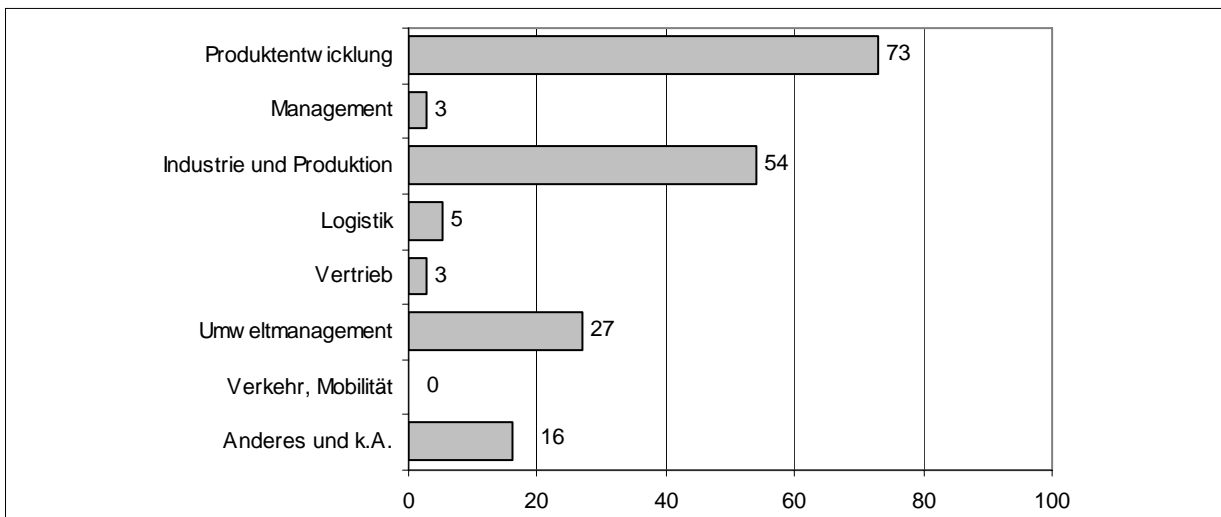


Das Thema ist sehr wichtig für die höhere Lebensqualität von Patientinnen und Patienten und noch mehr für die Qualität der Versorgung (Abbildung 123).

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

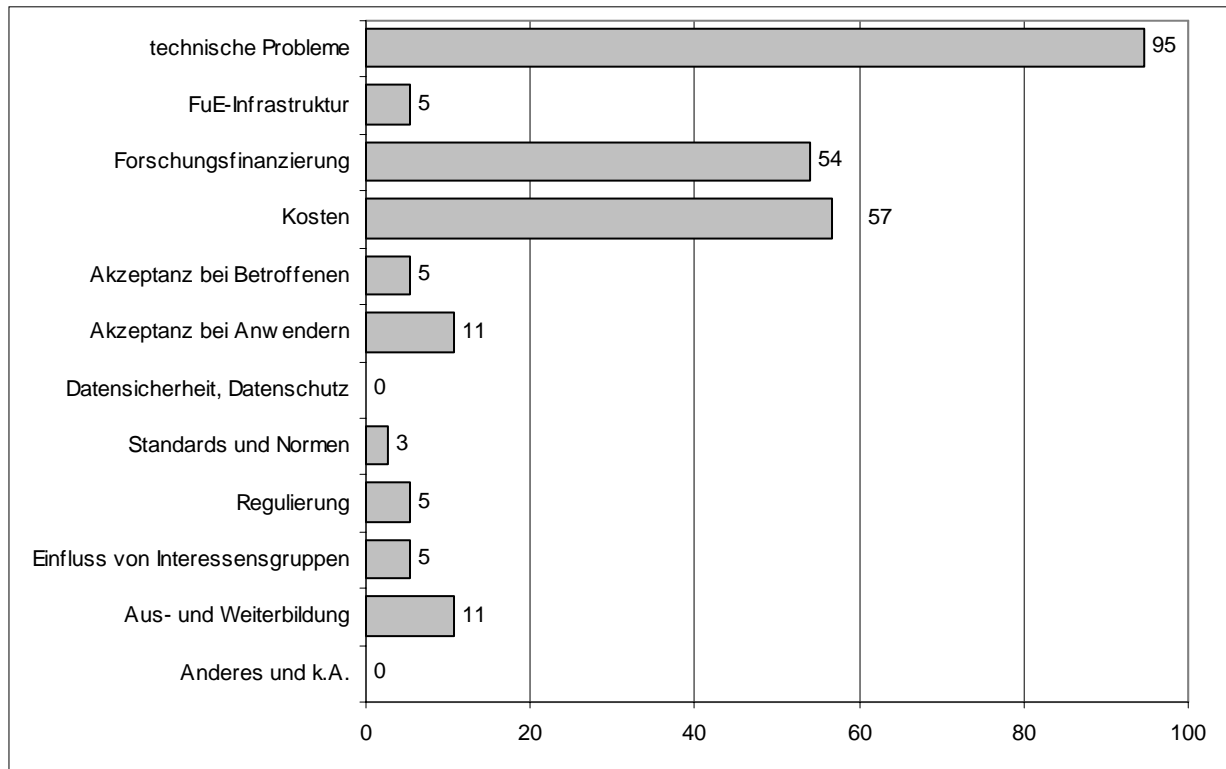
Auch diese Technologie kann in der Produktentwicklung, Industrie und Produktion sowie möglicherweise sogar im Umweltmanagement Einsatz finden (Abbildung 124).

Abbildung 124: These 29 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 125: Hemmnisse bei der Realisierung von These 29 (in Prozent)



Die Probleme liegen eindeutig im technischen Bereich (Abbildung 125), sonst wäre die These vielleicht schon jetzt Wirklichkeit. Auch die Kosten und die Forschungsfinanzierung zählen zu den am meisten hemmenden Faktoren. 11 Prozent der Antwortenden sehen in der Akzeptanz bei Anwendern und auch in der Aus- und Weiterbildung, die sonst eher selten angekreuzt werden, ein Hemmnis.

Ausblick

Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, wird schon in den nächsten Jahren (Median 2014) für möglich gehalten. Technische Probleme, Kosten und Forschungsfinanzierungs-Hemmnisse scheinen überwindbar. Das Thema ist unumstritten wünschenswert und wird für die Qualität der Versorgung sowie eine bessere Lebensqualität von Krebspatienten und -patientinnen für besonders wichtig gehalten.

These 30: Interaktive elektronische Logopädie-Trainer sind Standard.

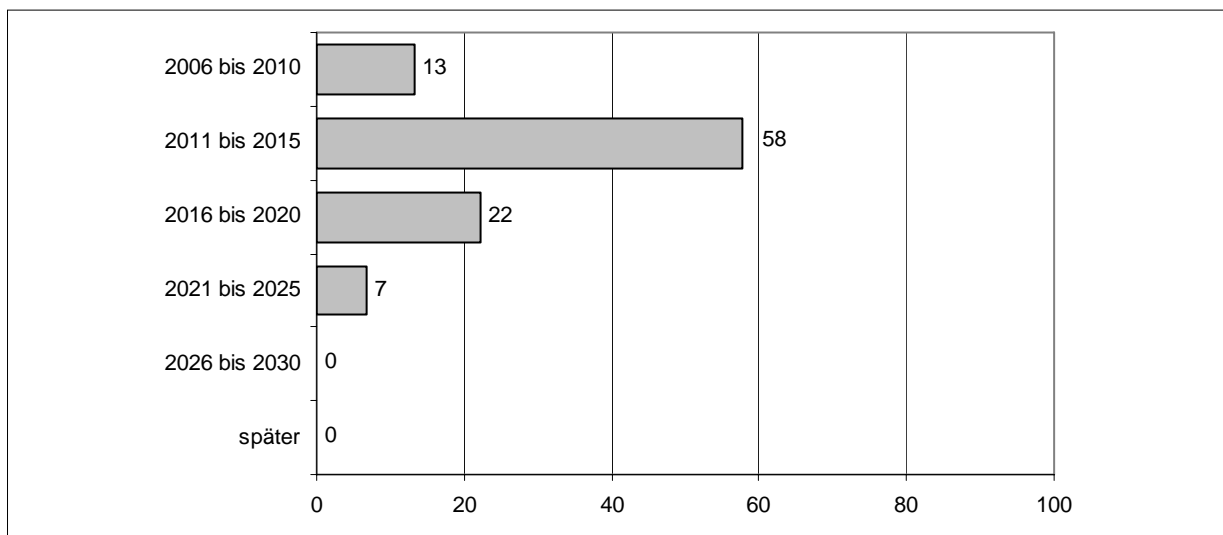
Interaktive elektronische Logopädie-Trainer könnten das Sprachtraining zu Haus oder an jedem beliebigen Ort und jederzeit zu einem erschwinglichen Preis ermöglichen. Sie sind nicht nur für den Spracherwerb von Kindern gedacht, sondern könnten auch Unfallopfern, Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall oder anderen Krankheiten ständige Übungsmöglichkeiten bieten.

Diese These wurde von 48 Personen beurteilt. Von ihnen sehen sich 21,3 Prozent als Personen mit großer Fachkenntnis, 36,2 mit mittlerer und 42,6 Prozent mit geringer.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die elektronischen Logopädie-Trainer könnten um das Jahr 2014 (Q1: 2012, Q2: 2016) verwirklicht werden. Die Verteilung der Antworten ist wie in Abbildung 126. Niemand erwartet eine Realisierung nach 2025 oder gar keine.

Abbildung 126: Realisierungszeit These 30, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

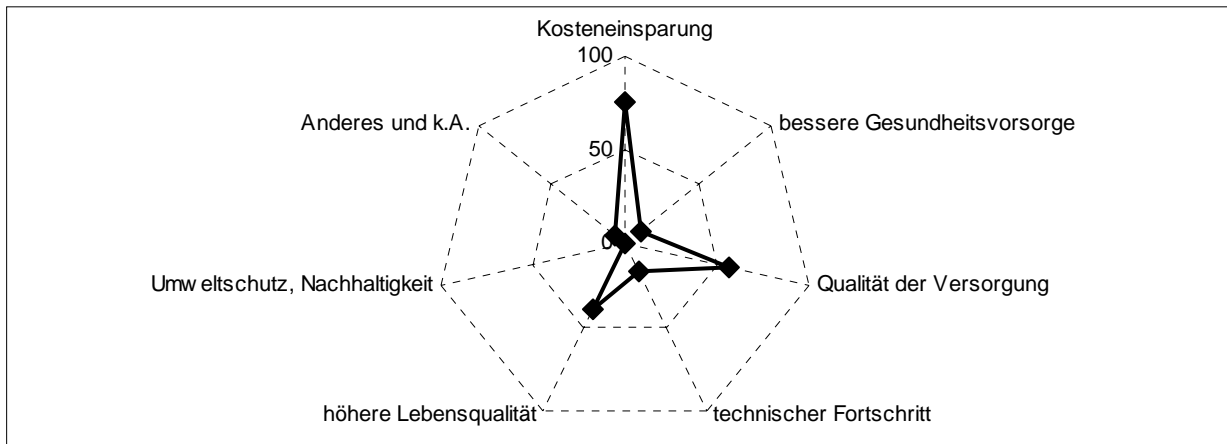


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Interaktive elektronische Logopädie-Trainer als Standard wünschen sich „nur“ 79 Prozent der Teilnehmenden. Damit gehört dieses Thema zu denen mit einem relativ niedrigen Zustimmungsgangrad. 8 Prozent der Teilnehmenden halten es für nicht wünschenswert, 13 Prozent sagen „weiß nicht“. Kommentare weisen darauf hin, dass menschliche Trainer mit den entsprechenden persönlichen Kontakten wesentlich erwünschter sind.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

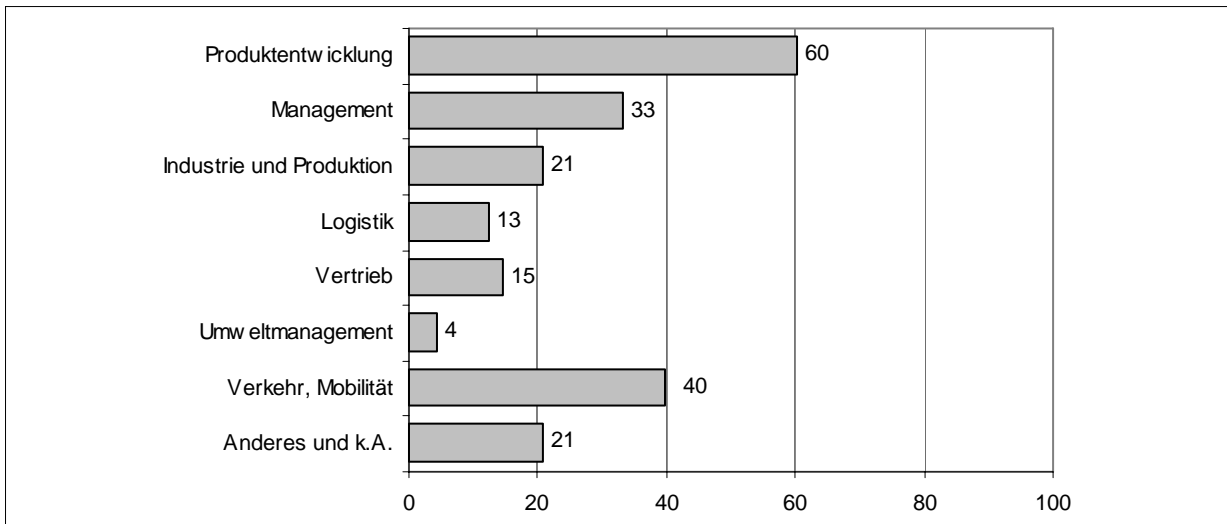
Abbildung 127:Wichtigkeit der These 30 (in Prozent)



Wichtig sind interaktive Logopädie-Trainer für Kosteneinsparungen, aber auch für die Qualität der Versorgung (dies wurde von den Delphi-Teilnehmern über 56 Jahren wesentlich häufiger angekreuzt als von den jüngeren) sowie eine höhere Lebensqualität der Betroffenen (Abbildung 127).

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

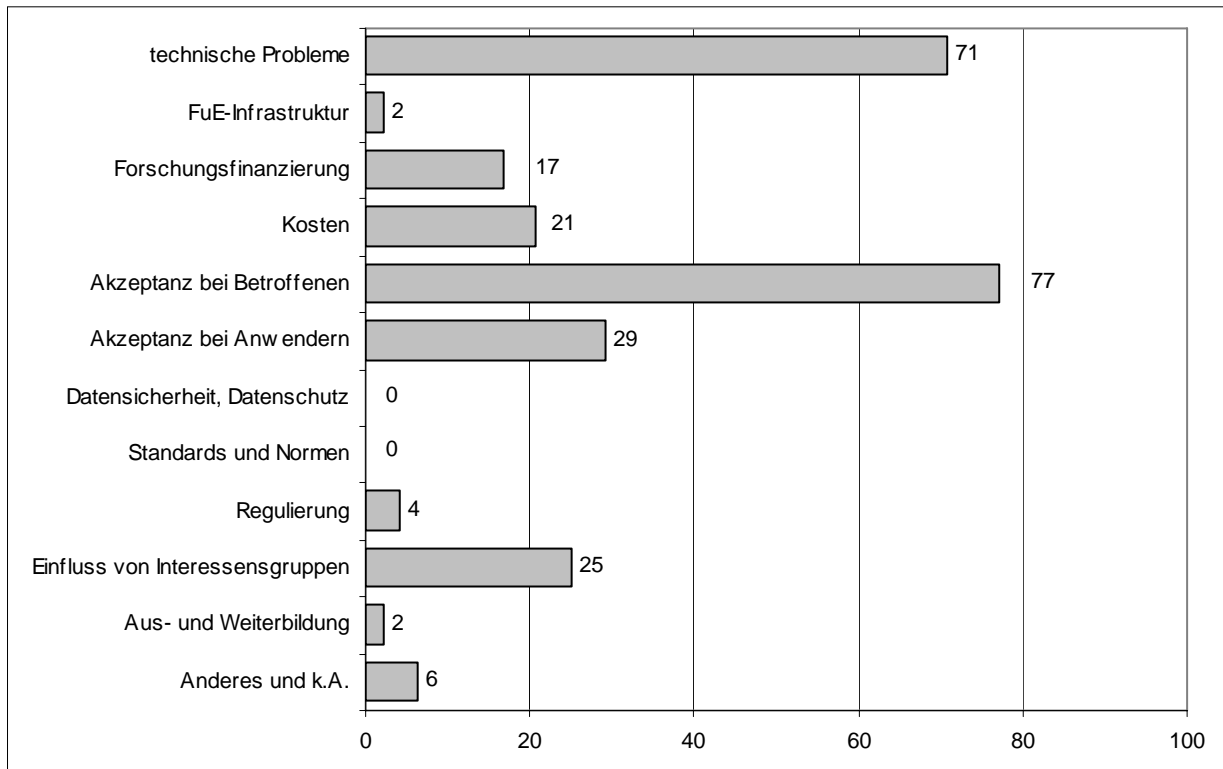
Abbildung 128:These 30 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Ähnliche interaktive Trainer-Systeme können in fast allen anderen Bereichen Anwendung finden (Abbildung 128). Kommentare weisen besonders auf das Lernen von Fremdsprachen und Sprachschulen hin.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 129: Hemmnisse bei der Realisierung von These 30 (in Prozent)



Das System muss von den Betroffenen akzeptiert werden – dies scheint das größte Hemmnis zu sein. Gleiches gilt für die Akzeptanz durch die Anwenderinnen und Anwender. Aber auch technische Probleme stehen im Vordergrund. Genannt werden daneben die Kosten, die Forschungsfinanzierung und von immerhin einem Viertel der Antwortenden auch der Einfluss von Interessensgruppen, die eine Verwirklichung verhindern könnten (Abbildung 129). In einem Kommentar wird bezweifelt, dass elektronische Logopädie-Trainer das Problem der Personen ganzheitlich erfassen können.

Ausblick

Interaktive elektronische Logopädie-Trainer könnten um das Jahr 2015 oder kurz danach zum Standard geworden sein. Die Akzeptanz bei den Betroffenen und Anwendern sowie technische Hindernisse könnten dem noch entgegenstehen. Wichtig ist das Thema für Kosteneinsparungen, aber auch für die Qualität der Versorgung (überall und jederzeit Training) und die Lebensqualität der Betroffenen. Die dahinter stehende Technik kann auch in vielen anderen Bereichen eingesetzt werden, von der Produktentwicklung bis zur Mobilität. Auch Sprachschulen oder das Unterrichten von Fremdsprachen könnten von ähnlicher Technik stark profitieren. Trotzdem halten nicht alle das Thema für wünschenswert und hätten gern weiterhin den menschlichen Kontakt und damit den menschlichen Trainer.

These 31: Ein System mit Funk-Labels (RFID) ist in gewöhnlichen Haushalten einsatzbereit, so dass auch Personen, die viel und leicht etwas vergessen (Altersdemenz, Alzheimer etc.), alles wieder finden und auf wichtige Dinge aufmerksam gemacht werden.

Systeme mit Funk-Etiketten (RFID, Radio Frequency Identification) werden als eine der neuen Basis-Technologien mit breiten Einsatzmöglichkeiten gehandelt, wenn die noch bestehenden technischen und sonstigen Probleme gelöst sind. Transponder an oder in Objekten speichern Daten die berührungslos und ohne Sichtkontakt gelesen werden können, je nach Ausführung (passiv/aktiv), benutztem Frequenzband, Sendeleistung und Umwelteinflüssen auf Entfernungen zwischen wenigen Zentimetern und mehr als einem Kilometer. Die Datenübertragung zwischen Transponder und Lesegerät findet mittels elektromagnetischer Wellen statt. Bei niedrigen Frequenzen geschieht dies induktiv über ein Nahfeld, bei höheren über ein elektromagnetisches Fernfeld (Fraunhofer, 2005).

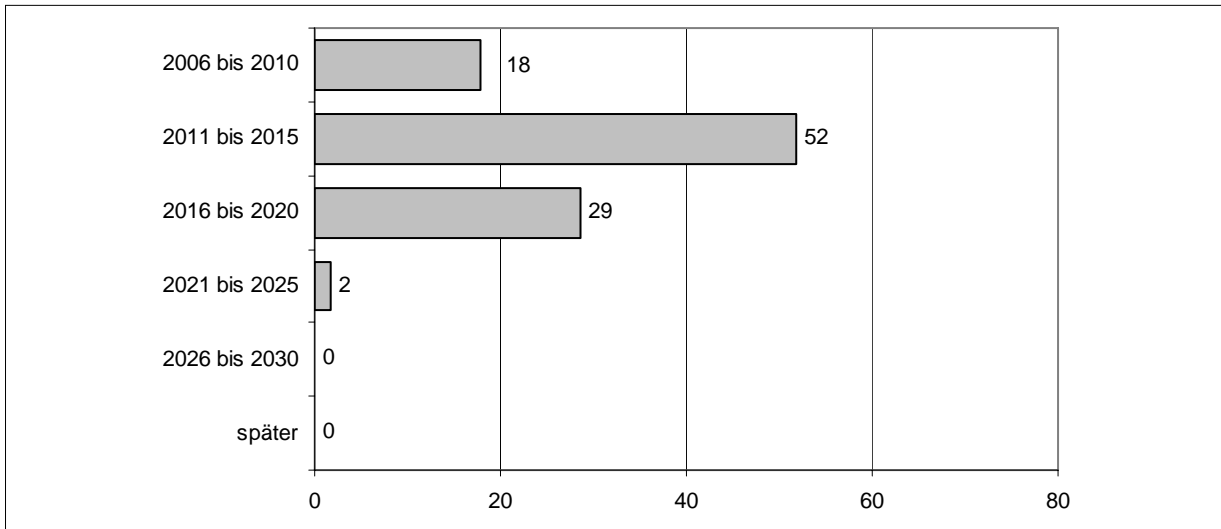
Funk-Etiketten-Systeme werden bereits in vielen Bereichen eingesetzt, bieten aber noch weitere Optionen. RFID ermöglicht eine automatische Identifikation (Funckerkennung) und Lokalisierung von Objekten. Ein RFID-System umfasst Transponder (auch RFID-Etikett, Smart Tag, Smart Label, RFID-Chip, RFID-Tag, Funk-Label oder Funketikett, aus kritischer Perspektive auch „Schnüffelchip“ genannt), Lesegeräte mit zugehöriger Antenne (auch „Reader“ genannt) und die Integration mit Servern, Diensten und sonstigen Systemen, wie z.B. Kassensystemen im Supermarkt, Gebührenabrechnungen auf Straßen oder sogar zur Erkennung von Kühen an Melkmaschinen.

Ob Funk-Labels bzw. RFID-Systeme auch in gewöhnlichen Haushalten Einzug halten, scheint nur eine Frage der Zeit zu sein. Hier könnten sie eingesetzt werden, um Gegenstände aufzufinden oder um Personen auf etwas aufmerksam zu machen.

Bei diesem Thema waren mehr Personen an der Bewertung beteiligt als bei den vorangegangenen Thesen, nämlich 58. Sehr viele von ihnen, 45,6 Prozent (der höchste Anteil in dieser Studie überhaupt) bezeichnen sich als Experte oder Expertin mit sehr guter Fachkenntnis. Weitere 38,6 Prozent attestieren sich mittlere Fachkenntnis. Damit ist das Thema mit der größten Fachkenntnis in dieser Delphi-Studie bewertet worden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

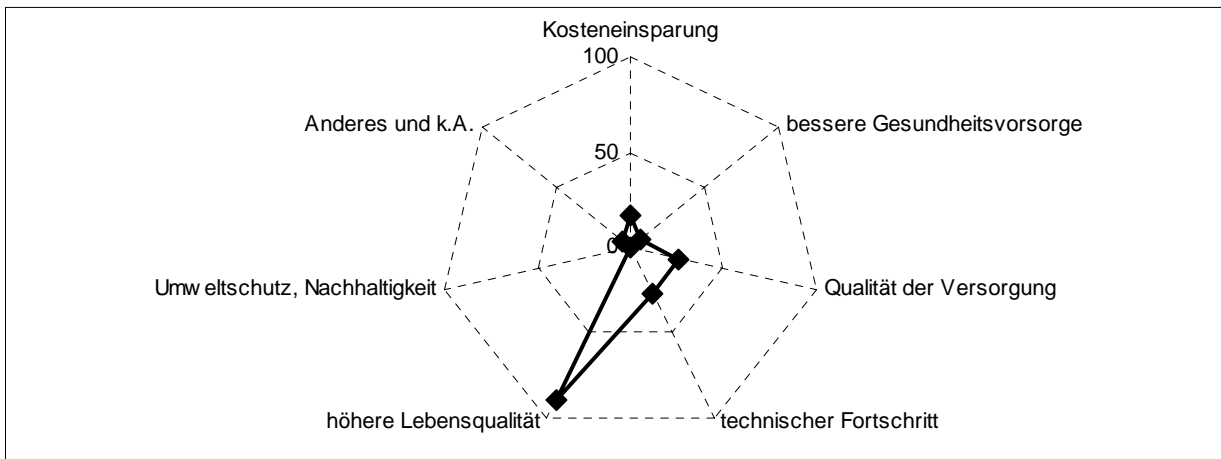
Tatsächlich erwarten die vielen fachkundigen Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine zügige Realisierung der These um das Jahr 2014 (Q1: 2011; Q2: 2016). Die Einschätzungen verteilen sich wie in Abbildung 130. Niemand schätzt eine Realisierung erst nach 2025 ein. Es gibt aber einige wenige Zweifler, 3,4 Prozent der Antwortenden sagen „nie“ realisierbar.

Abbildung 130: Realisierungszeit These 31, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

84 Prozent der Teilnehmenden halten diese RFID-Anwendung für wünschenswert. 12 Prozent sagen „nein“, 4 Prozent „weiß nicht“. Damit gehört es zu den nicht ganz unumstrittenen Themen der Delphi-Befragung. Der Grund dafür dürfte sein, dass mit den Funketiketten auch eine lückenlose Überwachung der Personen und ihrer Gegenstände im Haushalt möglich wird, was selbstverständlich nicht jedem behagt.

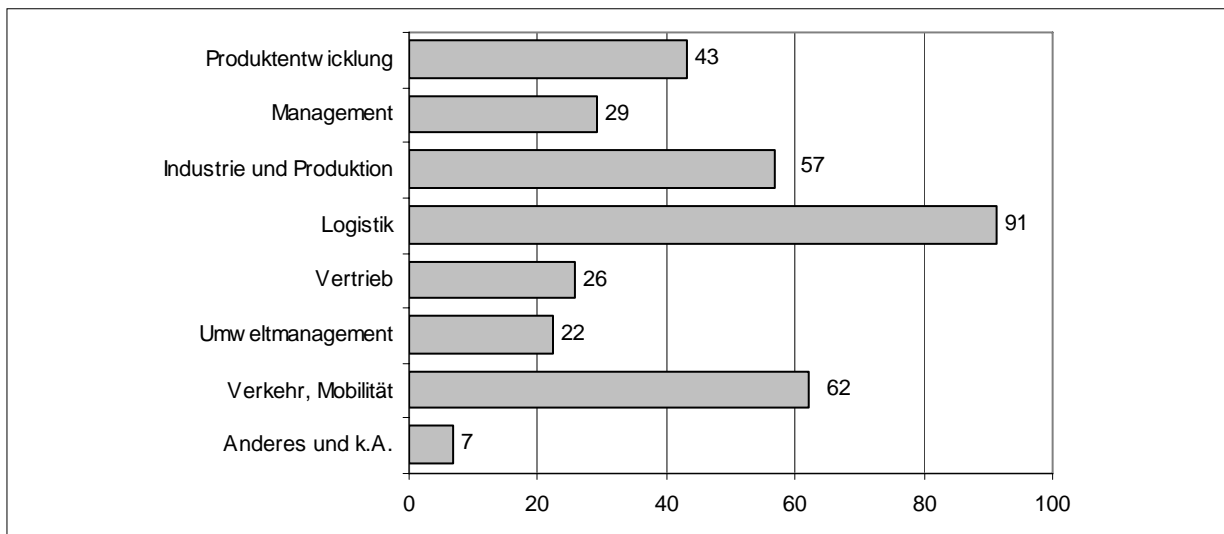
Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 131: Wichtigkeit der These 31 (in Prozent)

Wichtig ist das Thema für eine höhere Lebensqualität (Abbildung 131), denn zum Beispiel Pflegebedürftige können auf diese Weise länger ungefährdet in ihren gewohnten Umgebungen bleiben.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

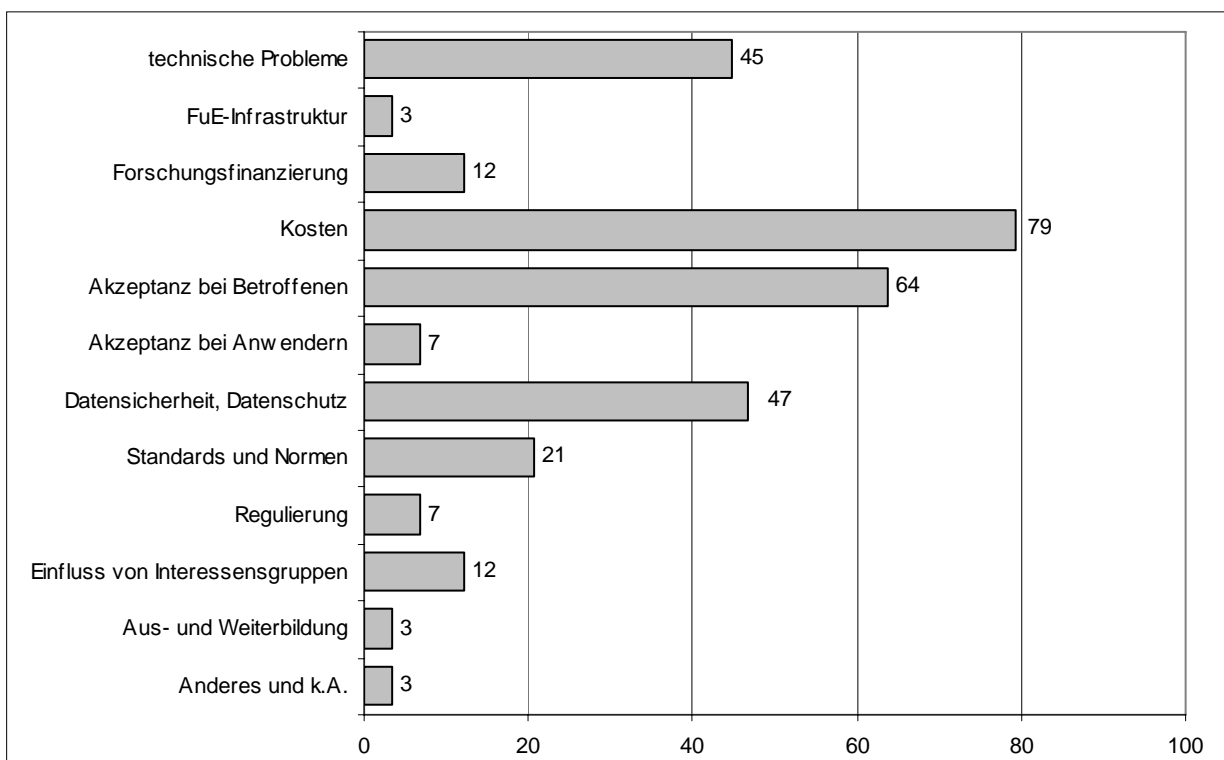
Abbildung 132: These 31 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



RFID wird in vielen anderen Bereichen (Abbildung 132) für einsetzbar gehalten, insbesondere natürlich in der Logistik, für die erste Systeme bereits entwickelt sind. Verkehr und Mobilität werden an zweiter Stelle genannt, gefolgt von Industrie und Produktion, Produktentwicklung, Management, Vertrieb und Umweltmanagement. Zusätzlich werden Zugangskontrollen genannt.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 133: Hemmnisse bei der Realisierung von These 31 (in Prozent)



Beim Einsatz von RFID in gewöhnlichen Haushalten sind es weniger die technischen Probleme als die Kosten (Abbildung 133), die einer Verwirklichung der These im Wege stehen. Je älter die Expertinnen und Experten sind, desto weniger sehen sie die Kosten als Problem, aber desto wichtiger erscheint ihnen das Hemmnis Datenschutz und Datensicherheit. Auch die Akzeptanz bei den Betroffenen muss erst noch geschaffen werden. Ein weiterer Aspekt sind der Datenschutz und die Datensicherheit mit entsprechender Regulierung, Standards und Normen.

Ausblick

Funktiketten in Haushalten zum Auffinden von Gegenständen werden kommen. Obwohl sich viele Menschen Gedanken über die Überwachungsmöglichkeiten von Personen machen und starke Überwachung eher ablehnen, erwarten die meisten doch eine Verwirklichung dieser These in den nächsten 10 Jahren. Die Hemmnisse sind deshalb auch eher Akzeptanzfragen und Kosten, weniger als bei den anderen Thesen die technischen Hindernisse. Dafür ist das Thema technisch auch schon zu ausgereift. RFID-Systeme werden einen großen Markt mit vielen Einsatzbereichen schaffen.

These 32: Ambient Intelligence im Haus ermöglicht Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, thinking carpet, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale.

Die Idee der „Ambient Intelligence“, der „intelligenten Umgebung“, geht davon aus, dass alle Gegenstände, in denen Elektronik ist oder integriert werden kann, vernetzt werden können. Neu ist, dass diese Dinge sich quasi selbst vernetzen und sich selbständig und situationsgerecht auf die Benutzer einstellen sollen, damit ein Mehrwert für die Menschen entsteht. Die intelligente Umgebung steht unaufdringlich und hilfsbereit im Hintergrund; sie agiert nur, wenn sie auch benötigt wird. Möglich ist das durch die immer kleiner werdende Elektronik und drahtlose Kommunikationstechnik, also Mikrochips, Sensoren, Funkmodule etc. Damit werden die Gegenstände und Infrastrukturen im Umfeld des Menschen von passiven zu aktiven Objekten. Die eingebettete Elektronik verbindet aber nicht nur Elektrogeräte, sondern stattet die ganze Umgebung in Büros oder Privathaushalten, z.B. die Kleidung, Möbel, Fenster, Rollos, Teppiche usw., mit zusätzlichen Funktionen aus (Fraunhofer, 2005).

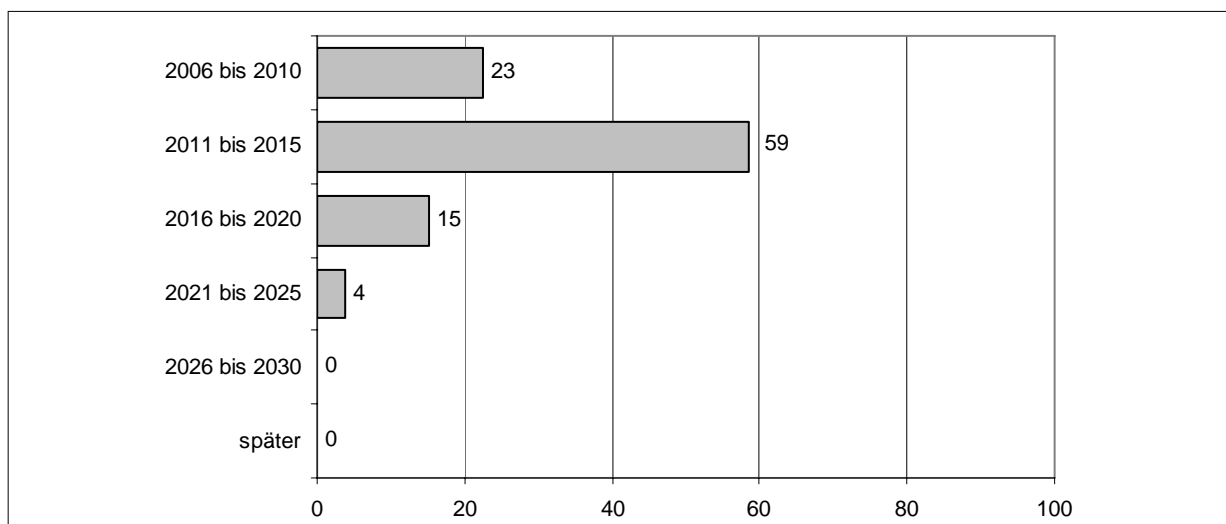
In dieser These soll Ambient Intelligence für die Patientinnen- und Patienten-Überwachung genutzt werden, damit Personen länger in ihrer gewohnten Umgebung bleiben oder früher aus dem Krankenhaus entlassen werden können.

54 Personen haben diese These beurteilt, von denen mehr als ein Drittel (34,6 Prozent) sich als sehr fachkundig bezeichnet. Weitere 46,2 Prozent reklamieren immerhin mittlere Fachkenntnis für sich, so dass diese These insgesamt vor dem Hintergrund großer Fachkenntnis bewertet wird.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer sind sich auch in der Einschätzung der Verwirklichungszeit relativ einig (Abbildung 134). Ihre Antworten liegen bei 2013 (Median) mit relativ geringer Streuung (Q1: 2011, Q2: 2015). 1,9 Prozent der Personen sagen allerdings „nie“.

Abbildung 134: Realisierungszeit These 32, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



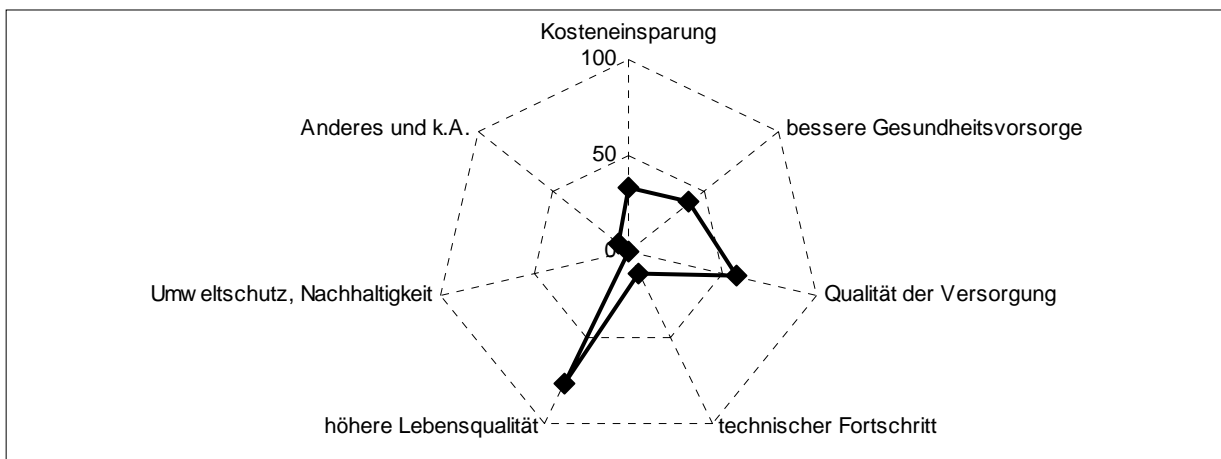
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Ambient Intelligence gehört – wahrscheinlich wegen der Zweischneidigkeit von Überwachungen – nicht zu den Themen mit uneingeschränkter Wünschbarkeit. 80 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen halten das Thema zwar für wünschenswert, aber immerhin 13 Prozent halten es nicht für wünschenswert, und 7 Prozent kreuzen „weiß nicht“ an. Kommentare weisen darauf hin, dass eine Totalüberwachung der Bevölkerung damit möglich ist und sie das Thema deshalb nicht für wünschenswert halten. Deshalb mahnen sie die „fehlende Privatsphäre“ an bzw. sagen wünschenswert „nur bei Patienten, die sich nicht mehr selbst helfen können“. Auch auf moralische Aspekte wird hingewiesen.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Die These wird für eine höhere Lebensqualität als besonders wichtig eingeschätzt. Aber auch die Qualität der Versorgung und eine bessere Gesundheitsvorsorge werden genannt, einige halten sie für Kosteneinsparungen wichtig.

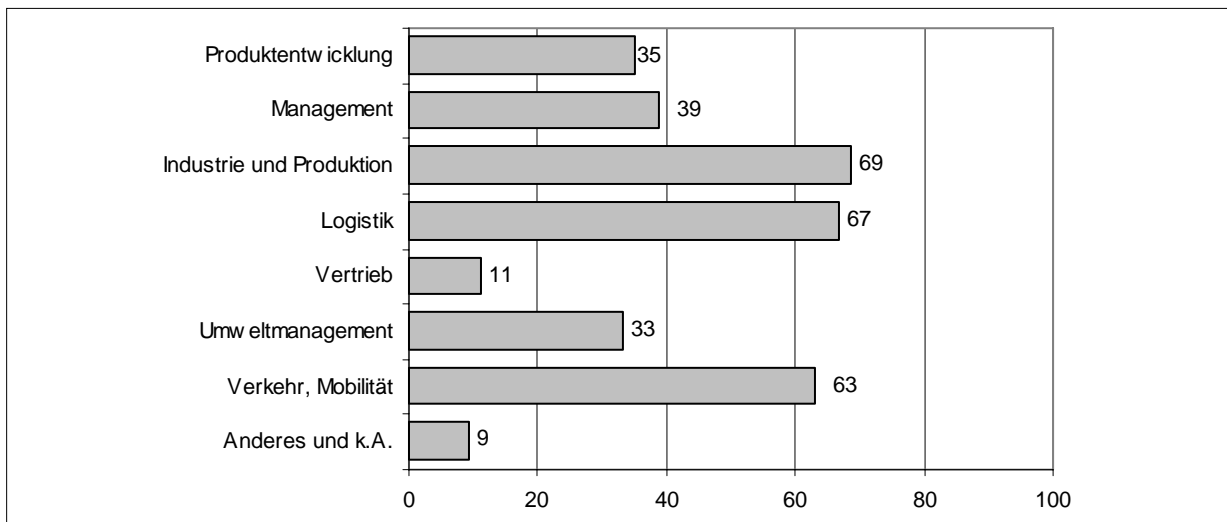
Abbildung 135: Wichtigkeit der These 32 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

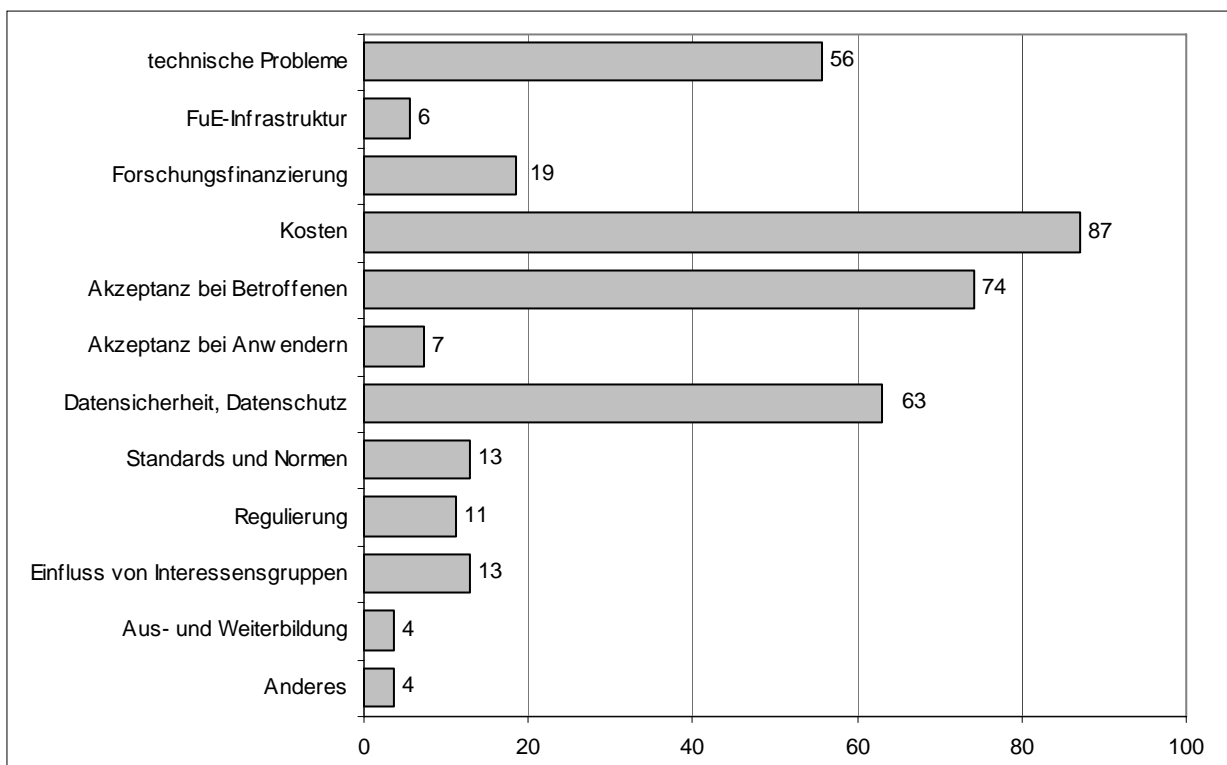
Ambient Intelligence besitzt Querschnitts-Charakter. Die Technologie selbst wird in vielen anderen Bereichen einsetzbar sein. Genannt werden alle vorgegebenen Bereiche, hier besonders Industrie und Produktion, Logistik, Verkehr und Mobilität, sowie weitere, die nicht spezifiziert werden.

Abbildung 136:These 32 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 137:Hemmnisse bei der Realisierung von These 32 (in Prozent)



Es sind auch weniger die technischen Probleme als die Kosten, die einer Realisierung im Weg stehen könnten. Wie bei der Frage nach der Wünschbarkeit schon angeklungen ist, wird als zweithäufigstes Hemmnis die Akzeptanz bei den Betroffenen genannt. Und dazu sind viele Datensicherheits- und Datenschutzprobleme noch zu lösen. Technische Probleme werden hier nur von etwas mehr als der Hälfte der Befragten als Hemmnis genannt.

Ausblick

Ambient Intelligence, also die „intelligente Umgebung“ im Haus könnte bereits in den nächsten zehn Jahren für die Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, „thinking carpet“, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale eingesetzt werden. Die Kosten für den Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur stehen dem allerdings noch entgegen, ebenso wie die Akzeptanz seitens der Betroffenen. Entsprechende Datenschutz- und Datensicherheitsfragen sind bis zur Realisierung noch zu lösen. Dafür hat die Ambient Intelligence einen Querschnittscharakter. Wenn es tatsächlich gelingt, Dinge in diesem Umfang zu vernetzen, dann wird es in vielen Bereichen möglich sein, von der Industrie bis zum Verkehr – und damit tun sich große Märkte auf.

These 33: Kabellos wieder aufladbare implantierte Defibrillatoren sind im Einsatz, die ihre Messdaten an eine Steuereinheit übertragen, welche ihre Daten an ein Service-Center zur Überprüfung und für eine eventuelle Notfallmeldung übermittelt.

Ein Defibrillator ist ein medizinisches Gerät, das durch gezielte Stromstöße Herzrhythmusstörungen wie Kammerflimmern und Kammerflattern (Defibrillation) oder ventrikuläre Tachykardien, Vorhofflimmern und Vorhofflattern (Kardioversion) beenden kann. Defibrillatoren werden z.B. auf Intensivstationen, in Notfallaufnahmen sowie in Fahrzeugen des Rettungsdienstes und Arztpraxen für die so genannte „Re-Animation“ bereit gehalten, seit den 1990er Jahren zunehmend auch in vielen öffentlich zugänglichen Gebäuden und Orten für eine eventuelle Anwendung durch medizinische Laien. Bei diesen Geräten handelt es sich um automatisierte externe Defibrillatoren, die den Anwender mit Sprachanweisungen führen und in der Regel Anweisungen zur dann zwingend notwendigen, kardiopulmonaren Reanimation geben.⁶

Bei dieser These geht es darum, Defibrillatoren für betroffene Patienten zu entwickeln, die implantiert werden und damit ständig automatisch verfügbar sind. Sie sollen kabellos wieder aufladbar sein, Daten messen können und diese Daten dann wieder an eine Steuereinheit liefern. Um zu überprüfen, ob alle Daten in Ordnung sind, werden sie automatisch an ein Service-Center weiter übertragen. Bei Abweichungen gibt es eine Notfallmeldung an den Arzt. Implantierbare Herzschrittmacher und Defibrillatoren existieren bereits⁷, allerdings keine kompletten Systeme, so wie sie in dieser These beschrieben sind.

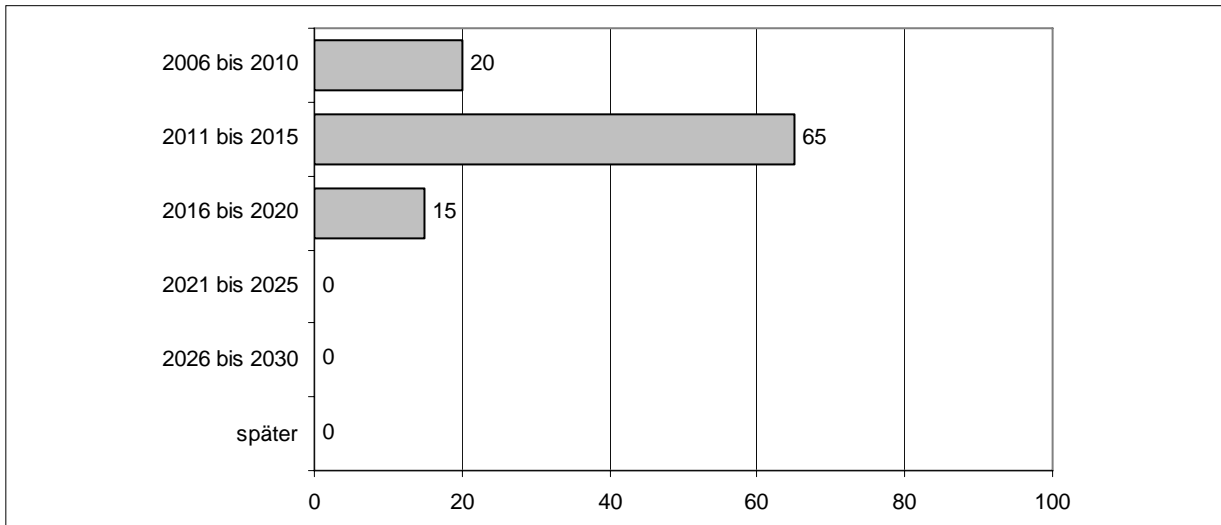
Diese These wurde von 43 Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmern beurteilt, von denen sich immerhin 23,3 Prozent als sehr fachkompetent einschätzen. Weitere 37,2 Prozent attestieren sich mittlere, 39,5 Prozent nur geringe Fachkenntnis.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die These wird um das Jahr 2013 herum für realisierbar gehalten, das untere Quartil liegt bei 2011, das obere bei 2015. Die Streuung der Antworten ist also, wie in Abbildung 138 zu sehen ist, sehr gering. Trotzdem halten 4,7 Prozent der Antwortenden das Thema nicht für realisierbar.

⁶ siehe auch <http://www.herzschrittmacher.info/hintergrund.htm>

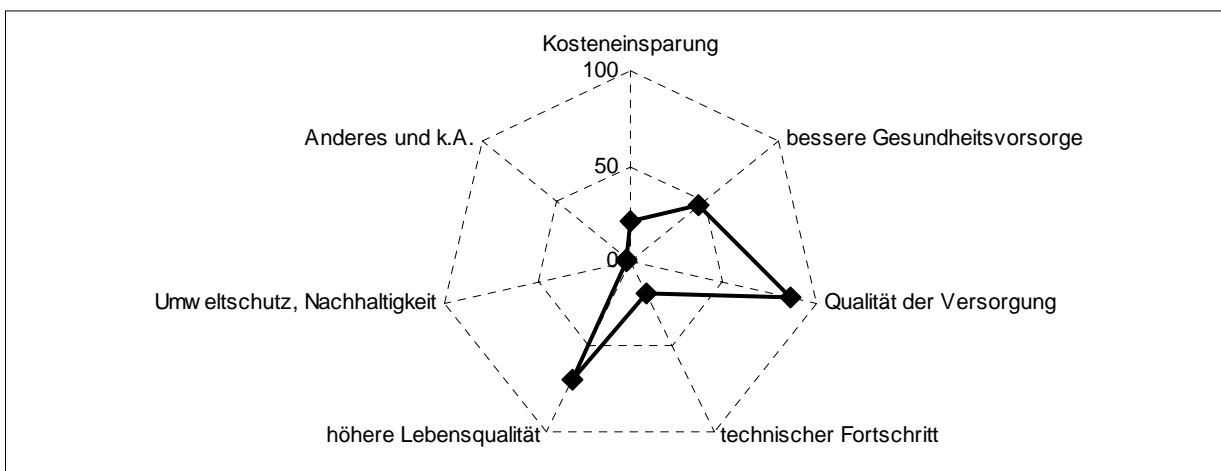
⁷ <http://www.wlw.de/rubriken/defibrillatoren.html>

Abbildung 138: Realisierungszeit These 33, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Dieses Thema halten 86 Prozent der Teilnehmenden für wünschenswert. Jeweils 7 Prozent sagen „nein“ oder „weiß nicht“. Gewarnt wird insbesondere vor „Fehlalarm“, der „Produktion von Datenmüll“ und dem „funktechnischen Durcheinander“, das sicherlich auch einen Sicherheitsaspekt beinhaltet.

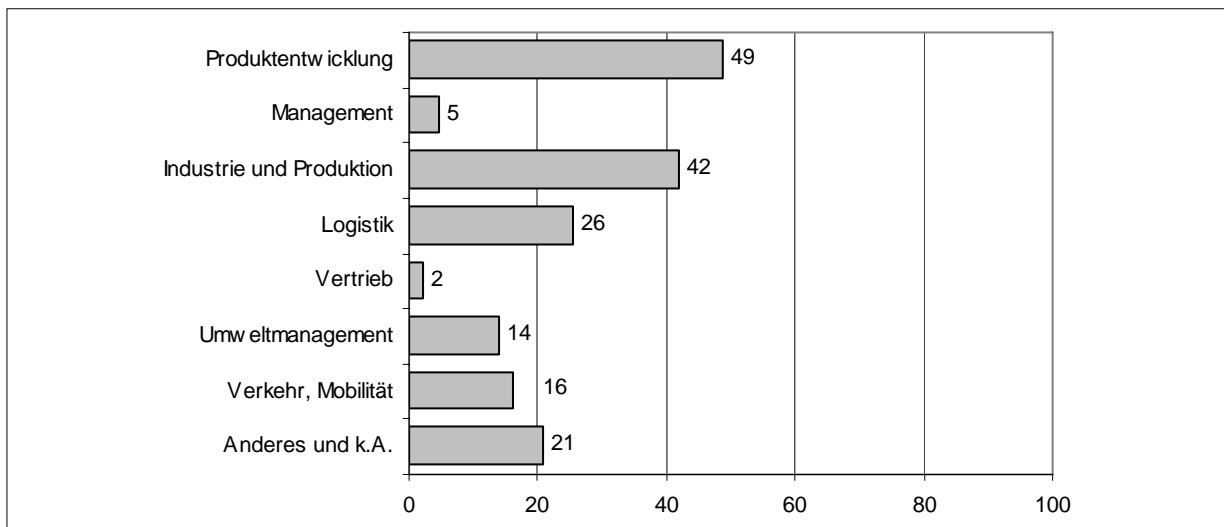
Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

Abbildung 139: Wichtigkeit der These 33 (in Prozent)

Das Thema wird für sehr wichtig für die Qualität der Versorgung und die höhere Lebensqualität der betroffenen Patientinnen und Patienten gehalten. Fast die Hälfte aller Befragten hält die These auch wichtig für eine bessere Gesundheitsvorsorge.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

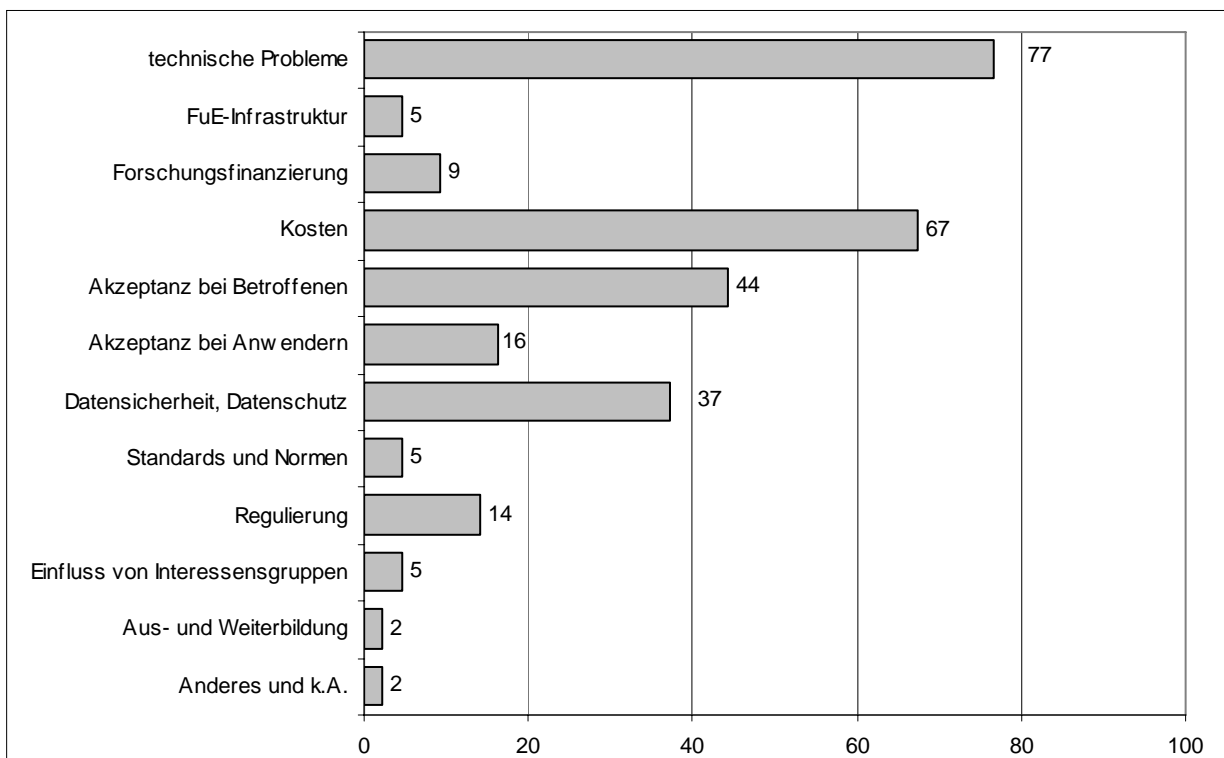
Abbildung 140:These 33 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Einsetzbar ist die Technik der Datenübertragung eines implantierten Gerätes auch in der Produktentwicklung sowie Industrie und Produktion. Auch Umweltmanagement und Verkehr/Mobilität werden neben „anderen Bereichen“ genannt.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 141: Hemmnisse bei der Realisierung von These 33 (in Prozent)



Technische Probleme verhindern derzeit noch eine Realisierung der These. Aber auch die Kosten sind nicht unerheblich – so die Delphi-Befragten. Weitere Hindernisse sind Datensicherheit und Datenschutz, aber auch die Akzeptanz bei den Betroffenen – und möglicherweise sogar den Anwendern. Immerhin 6 Personen verweisen noch auf die Regulierung als Hindernis.

Ausblick

Kabellos wieder aufladbare implantierte Defibrillatoren werden in den nächsten 10 Jahren im Einsatz sein. Sie sollen in der Lage sein, ihre Messdaten an eine Steuereinheit zu übertragen, welche ihre Daten dann wieder an ein Service-Center zur Überprüfung und für eine eventuelle Notfallmeldung übermittelt. Es gibt dabei nur sehr wenige Zweifler, die das Thema entweder für nicht wünschenswert (7 Prozent) oder „nie“ realisierbar (4,7 Prozent) halten. Die eigentlichen Probleme sind technischer Art. Aber auch Kosten, Datensicherheit und Datenschutz sowie Akzeptanzprobleme werden als Hemmnis empfunden. Implantierte bzw. integrierte Kleinstgeräte, die kabellos aufladbar sind und ihre Daten nach extern übermitteln, um sie dort überprüfen zu lassen, werden in sehr vielen Bereichen einsetzbar sein und damit in der Zukunft einen großen Markt ausmachen.

These 34: Es werden Techniken in der Forschung eingesetzt, die die Vorhersage der biologischen Aktivität von Proteinen und ihrer funktionellen Domänen aus Informationen über ihre räumliche Struktur ermöglichen.

Diese These ist der Proteomik bzw. Proteomforschung zuzuordnen. Die Proteomik (englisch: *proteomics*) umfasst die Erforschung der Gesamtheit aller in einer Zelle oder einem Lebewesen, unter definierten Bedingungen und zu einem definierten Zeitpunkt, vorliegenden Proteine. Die Proteomik versucht, sämtliche Eiweiße im Organismus zu katalogisieren. Die Baupläne der Proteine finden sich in den Erbanlagen. Somit beschäftigt sich die Proteomik bevorzugt mit Ergebnissen sequenzierter Genome. Speichert die Erbsubstanz DNA lediglich Informationen, so erfüllen die aus Aminosäuren bestehenden Eiweißmoleküle vielfache Aufgaben. Sie sind Grundsubstanz des Lebens und wehren als Antikörper Krankheiten ab, ermöglichen als Enzyme die Verdauung und sorgen als Muskeln für Bewegung.

Das Proteom ist im Gegensatz zum (eher) statischen Genom (hoch) dynamisch und kann sich daher in seiner qualitativen und quantitativen Proteinzusammensetzung aufgrund veränderter Bedingungen (Umweltfaktoren, Temperatur, Genexpression, Wirkstoffgabe etc.) verändern. Sehr bildlich kann man sich die Dynamik des Proteoms an folgendem Beispiel vor Augen führen: Eine Raupe und der aus ihr entstehende Schmetterling enthalten das gleiche Genom, unterscheiden sich aber trotzdem äußerlich aufgrund eines unterschiedlichen Proteoms. Die Veränderungen des Proteoms können zum Teil sehr schnell erfolgen bspw. durch Phosphorylierungen und Dephosphorylierung von Proteinen, die im Rahmen der Signaltransduktion eine sehr wichtige Rolle spielen.

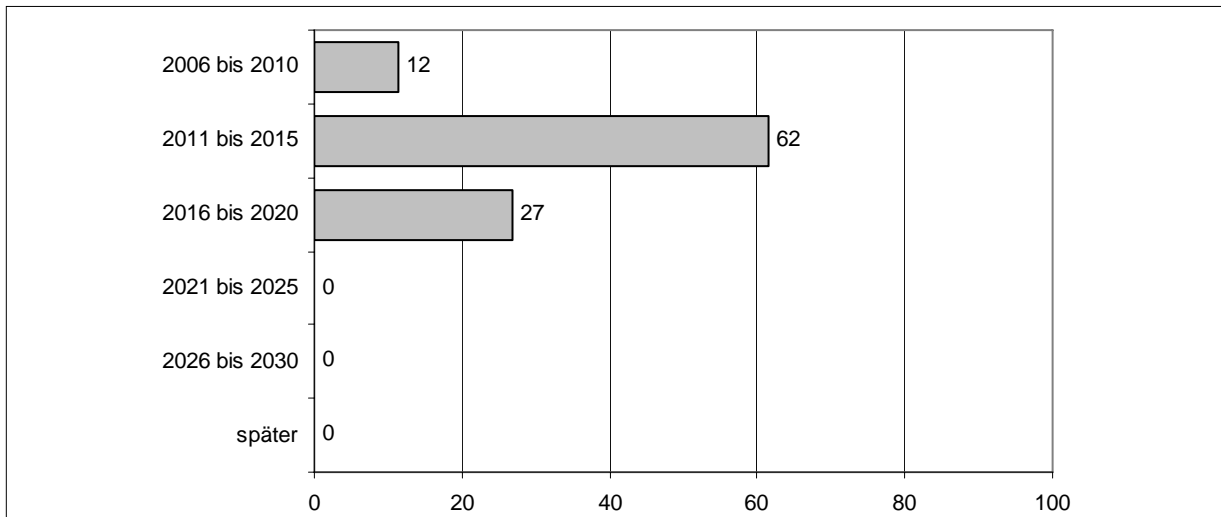
Bei dieser These geht es nun darum, die „biologische Aktivität von Proteinen und ihrer funktionellen Domänen aus Informationen über ihre räumliche Struktur“ zu verstehen, bzw. vorhersagbar zu machen. Dafür werden unter anderem Informationstechniken benötigt. Die Medizin erhofft sich von der Proteomforschung neue Wirkstoffe gegen Krebs, Infektionen und bestimmte Nervenkrankheiten. Leiden wie Sichelzellanämie, Alzheimer oder die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit beruhen auf fehlerhaft geformten Proteinen. Ist also bekannt, welches Protein für eine Fehlfunktion verantwortlich ist, ist es möglich, gezielt ein kleines Molekül zu entwickeln, welches an dieses Protein andockt und es ausschaltet. Virenhemmende Medikamente gegen AIDS und Grippe beruhen auf Wirkstoffen, die so entstanden sind. Denkbar sind aber auch leistungstärkere Waschmittelenzyme und Pflanzenschutzmittel für die Industrie. Biologen wiederum hoffen, durch Proteomforschung herauszufinden, wie Leben funktioniert. Die Biophysiker reden schon jetzt von einer „molekularen Anatomie“. Die Proteinforschung gilt daher als ein sehr wichtiges Zukunftsfeld. Auch die folgende These 35 bezieht sich darauf.

These 34 wurde von 33 Teilnehmerinnen und -Teilnehmern bewertet. Das ist die geringste Anzahl in der gesamten Studie. Einerseits ist dies sicherlich auf Ermüdung der Teilnehmenden am Ende des Fragebogens zurückzuführen, andererseits aber auch darauf, dass sich in der Proteomforschung nicht sehr viele Personen auskennen. Immerhin hat sich aber fast ein Viertel der Teilnehmenden große Fachkompetenz (24,2 Prozent) bescheinigt, 15,2 Prozent mittlere (eine sehr geringe Zahl), dafür wieder viele (60,6 Prozent) geringe Fachkenntnisse.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die These wird um das Jahr 2014 für machbar gehalten. Mit einem unteren Quartil bei 2012 und einem oberen bei 2016 sind sich die Expertinnen und Experten relativ einig in ihrer Aussage (Abbildung 142). Nach 2020 hat niemand mehr ein Kreuz gesetzt. „Nie“ realisierbar sagen nur 3,4 Prozent.

Abbildung 142: Realisierungszeit These 34, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)

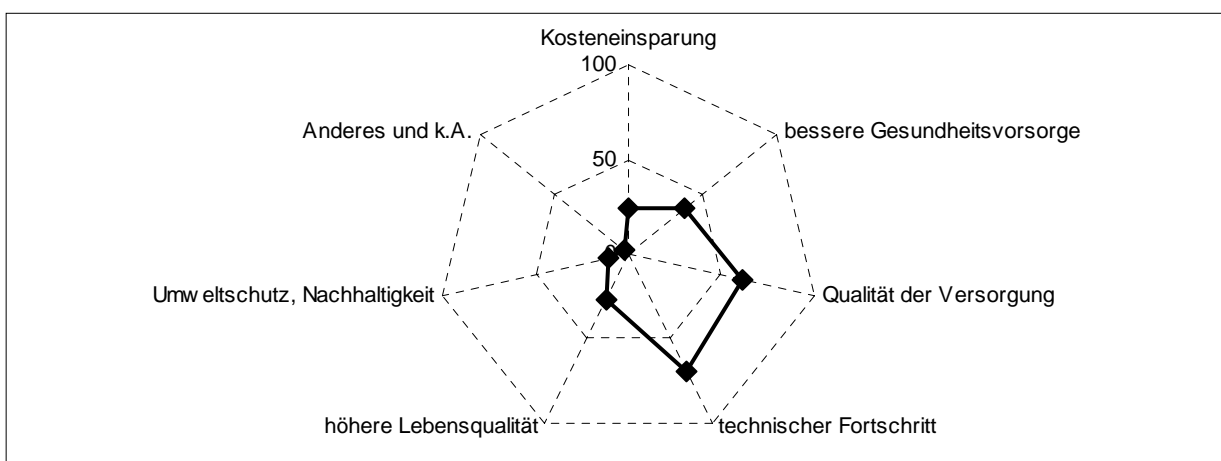


Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Diese These empfinden 96 Prozent der Delphi-Expertinnen und -Experten als wünschenswert. Vier Prozent kreuzen „weiß nicht“ an.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

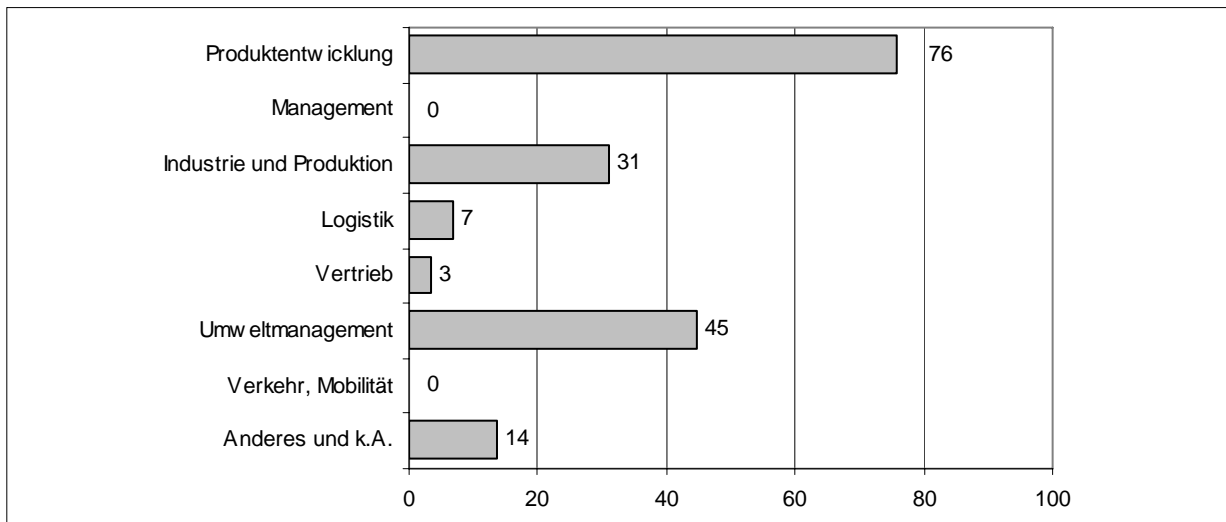
Abbildung 143: Wichtigkeit der These 34 (in Prozent)



Als besonders wichtig erscheint die These den Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer für den technischen Fortschritt. Aber auch für die Qualität der Versorgung, möglicherweise sogar für bessere Gesundheitsvorsorge oder Kosteneinsparungen, kann die Entwicklung wichtig werden.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

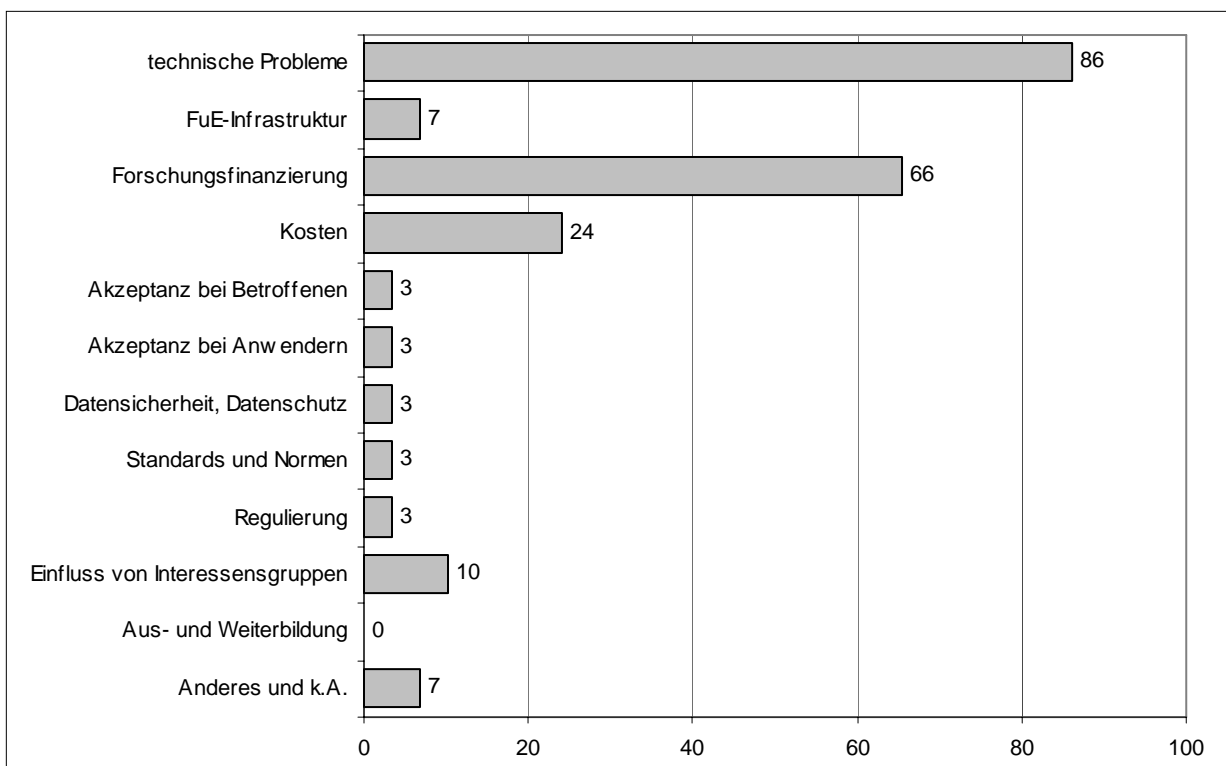
Abbildung 144:These 34 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Die Technik in dieser These kann auch in der Produktentwicklung (hier ist sicherlich besonders der Pharmabereich gemeint, Kommentare verweisen auf „Zeiteinsparung bei Entwicklung neuer Medikamente“) eingesetzt werden. Auch im Umweltmanagement sowie Industrie und Produktion kann das Thema genutzt werden. Im Vergleich zu anderen Thesen wird auch „Anderes“ relativ häufig genannt. Kommentare nennen hier das Militär.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 145:Hemmnisse bei der Realisierung von These 34 (in Prozent)



Technische Probleme sind die größten Hürden für die Verwirklichung dieser These, gefolgt von der (nicht ausreichenden) Forschungsfinanzierung. Aber auch die Kosten in der Anwendung werden als Hemmnis genannt.

Ausblick

Techniken, die die Vorhersage der biologischen Aktivität von Proteinen und ihrer funktionellen Domänen aus Informationen über ihre räumliche Struktur ermöglichen, in der Forschung einzusetzen, wird zwar als technisch schwierig, aber um das Jahr 2014 herum für machbar gehalten. Besonders für den technischen Fortschritt ist das Thema wichtig, benötigt allerdings nach Einschätzung der Delphi-Experten und -Expertinnen weitere Forschungsfinanzierung. Einsetzbar sind solche Techniken auch in der Produktentwicklung und hier besonders im Pharmabereich, aber auch im Umweltmanagement sowie in Industrie und Produktion.

These 35: Die Standardisierung und Verarbeitung der enormen Datenmengen, die die Proteomforschung liefert, ist mit Verfahren zur Visualisierung von Ergebnissen, dem automatisierten Abgleich mit anderen genom-weiten Datensätzen sowie der Integration mit anderen „-omics“-Ansätzen (Genomics etc.) zu einer Systembiologie erfolgt.

Bei dieser These geht es um die Integration der Proteomforschung mit anderen Ansätzen zu einer Systembiologie. Zur Proteomforschung (Proteomics) siehe die Erläuterung in der vorangegangenen These 34. Die Systembiologie (Synonym: *Systeomik*, Englisch: *Systems Biology*) ist ein relativ junger Zweig der Biowissenschaften, der versucht, biologische Organismen in ihrer Gesamtheit zu verstehen. Das Ziel ist, ein integriertes Bild aller regulatorischen Prozesse über alle Ebenen, vom Genom über das Proteom, zu den Organellen bis hin zum Verhalten und zur Biomechanik des Gesamtorganismus zu bekommen. Wesentliche Ansätze zu diesem Zweck stammen aus der Systemtheorie und ihren Teilgebieten. Auf mathematisch-analytischer Seite der Systembiologie kommen als Forschungsmethoden sehr häufig Computersimulationen und Heuristiken zum Einsatz (siehe auch Reiß, 2002).

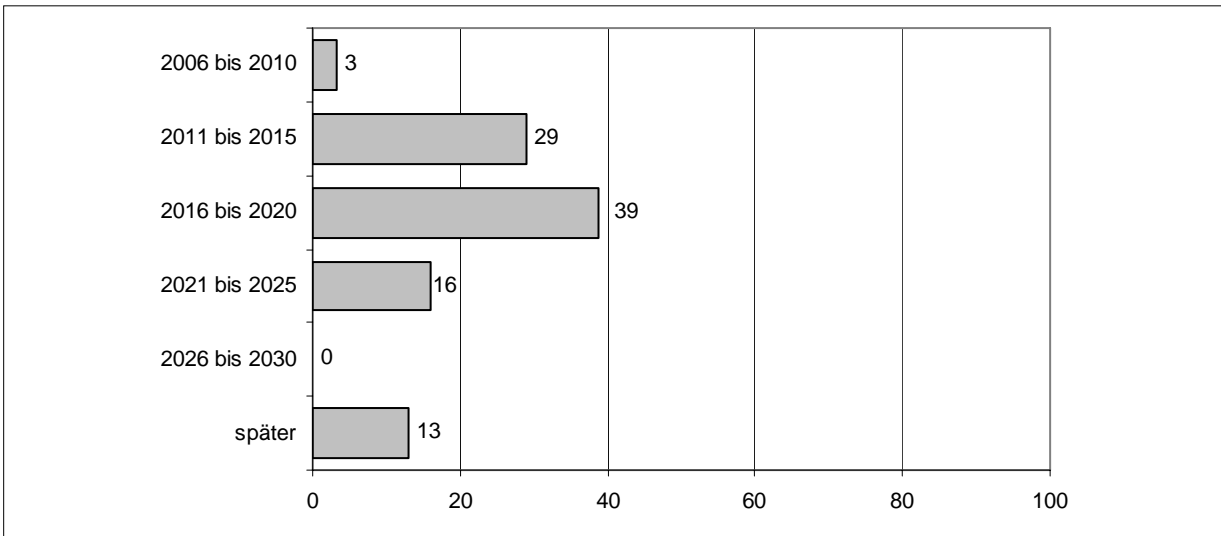
Die klassische Proteomanalyse untersucht, ob ein bestimmtes Protein vorhanden (bzw. detektierbar) ist oder nicht. Quantitative Methoden erlauben es zudem, Aussagen über die Menge der einzelnen Proteine zu treffen. Auf diese Weise lässt sich zum Beispiel untersuchen, ob bestimmte Proteine in Krebszellen häufiger vorkommen als in gesunden Zellen. Kombiniert man quantitative Proteomanalyse mit anderen biologischen Methoden, so kann man auch Aussagen über die Funktion von Proteinen treffen (z.B. Protein-Protein-Interaktion). Die moderne Proteomforschung geht daher inzwischen weit über das bloße Katalogisieren von Proteinen hinaus. Dabei fallen enorme Datenmengen an, die verarbeitet, analysiert und dargestellt werden müssen. Abgleiche unterschiedlicher Datenbanken und die Unterstützung durch neue Informationstechnik sind dafür unerlässlich.

Diese ebenfalls sehr spezielle These haben 34 Personen bearbeitet, von denen sich 14,7 Prozent eine große, 38,2 eine mittlere und 47,1 Prozent eine geringe Fachkenntnis zuschreiben.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Die Verwirklichung der These wird ebenfalls um das Jahr 2018 für realisierbar gehalten (Q1: 2014, Q2: 2022), allerdings sagen hier 13 Prozent der Beteiligten „später als 2030“. Die Verteilung der Antwortenden lässt sich in Abbildung 146 ablesen. Für möglich gehalten wird die Entwicklung von allen, niemand sagt „nie“.

Abbildung 146: Realisierungszeit These 35, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



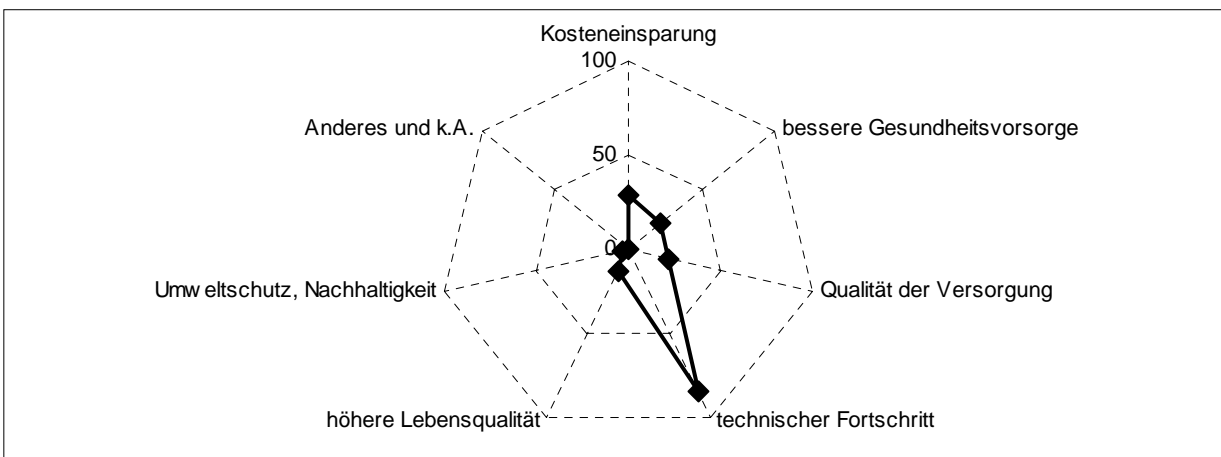
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

13 Prozent der Delphi-Experten und -Expertinnen enthalten sich bei der Frage nach der Wünschbarkeit der These. 87 Prozent halten sie aber für wünschenswert.

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

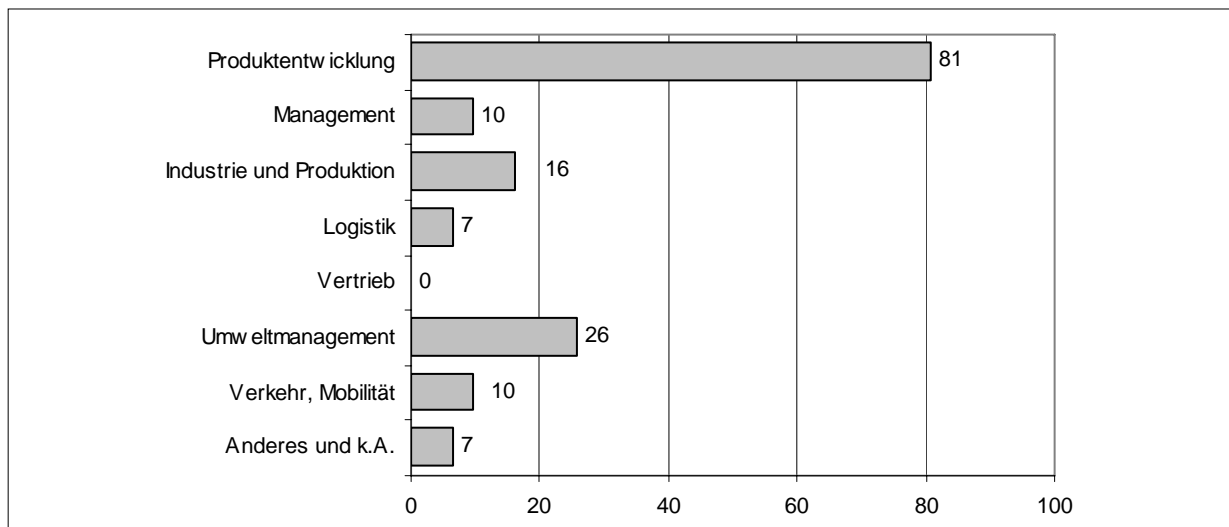
Vornehmlich für den technischen Fortschritt wird die These von fast allen Experten und Expertinnen für wichtig gehalten.

Abbildung 147: Wichtigkeit der These 35 (in Prozent)



In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

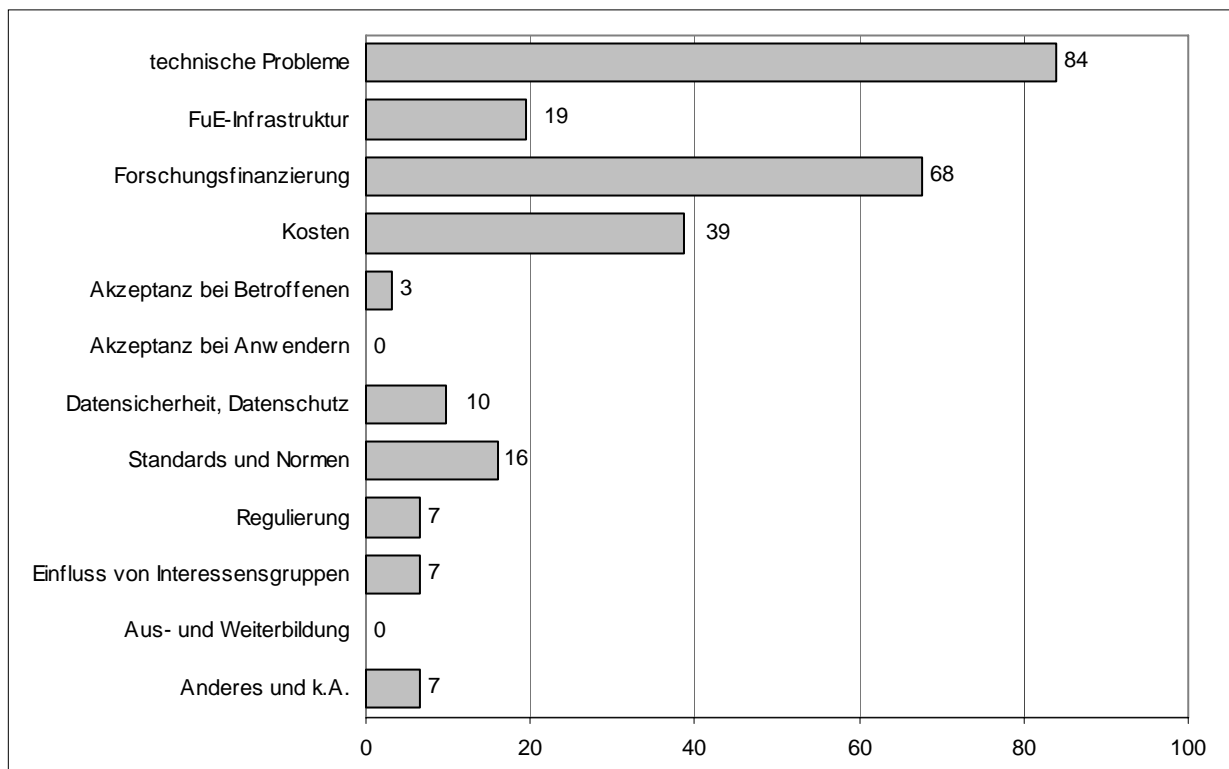
Abbildung 148: These 35 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Auch diese technische Entwicklung ist in anderen Bereichen einsetzbar. Genannt wird hauptsächlich die Produktentwicklung. Ein Kommentar verweist auch hier auf eine „Beschleunigung der Entwicklung neuer Medikamente“. Das Umweltmanagement wird ebenfalls als ein potenzieller Anwendungsbereich genannt.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 149: Hemmnisse bei der Realisierung von These 35 (in Prozent)



Die Standardisierung und Verarbeitung derartig großer Datenmengen ist eine große technische Herausforderung. Technische Probleme sind deshalb auch das größte Hemmnis gefolgt von der Forschungsfinanzierung. Aber auch die Kosten werden genannt. Möglicherweise ist auch die Forschungs- und Entwicklungs-Infrastruktur des Landes nicht vorbereitet, denn diese wird in kaum einer These so häufig als Hemmnis genannt wie bei dieser. Dies müsste im Detail aber noch einmal hinterfragt werden.

Ausblick

In der Proteomforschung fallen riesige Datenmengen an, und noch mehr, wenn versucht wird, Genomik und andere Ansätze in eine Systembiologie zu integrieren. Ihre Verarbeitung und Darstellung ist eine enorme technische Herausforderung – die technischen Probleme stellen daher auch die größten Hemmnisse dar, gefolgt von Forschungsfinanzierung und Kosten. Entsprechend wird die Entwicklung für den technischen Fortschritt als besonders wichtig eingeschätzt und auch in anderen Bereichen, insbesondere der Produktentwicklung (hier ist wahrscheinlich der Pharmabereich gemeint) einsetzbar. Realistisch ist die These; niemand hält die Verwirklichung für unmöglich. Für möglich wird sie um 2018 gehalten.

These 36: Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt.

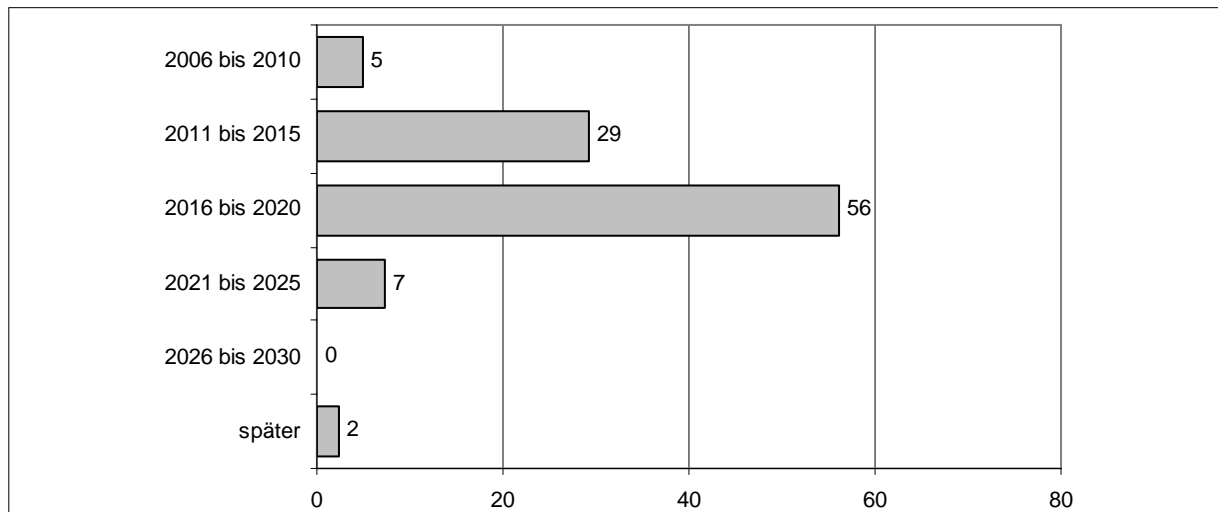
Schnelle Genomanalysen können nur mit Hilfe von Informationstechnologie handhabbar gemacht werden. Ansätze sind DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung (extrem schnelle Bestimmung der DNA-Sequenz, d.h. der Nukleotid-Abfolge in einem DNA-Molekül) oder Genkarten, die bisher noch nicht einmal in der Forschung vollständig nutzbar sind. Bei dieser These geht es nun darum, die sehr anspruchsvollen Ansätze auch für die medizinische Routineversorgung nutzbar zu machen. Davon verspricht man sich rasche und weniger oberflächliche Diagnosen⁸, um wesentlich gezielter therapieren zu können.

44 Personen haben diese These bewertet. Nur 11,4 Prozent bescheinigen sich große Fachkompetenz, 38,6 Prozent mittlere, exakt die Hälfte geringe Fachkenntnis. Diese These ist sehr speziell und ähnlich wie bei den Proteomik-Thesen konnten bei der Expertensuche für die Befragung nur wenige Fachkenner identifiziert werden.

Wann erwarten Sie die Realisierung dieser These?

Schnelle Genomanalysen in der medizinischen Routineversorgung werden um das Jahr 2017 für möglich gehalten. Das untere Quartil liegt bei 2014, das obere bei 2019. Zwei Prozent sagen sogar „nach 2030“ und 2,3 Prozent „nie“. Die Verteilung findet sich in Abbildung 150.

Abbildung 150: Realisierungszeit These 36, Verteilung der Antworten auf die Fünfjahresschritte (in Prozent)



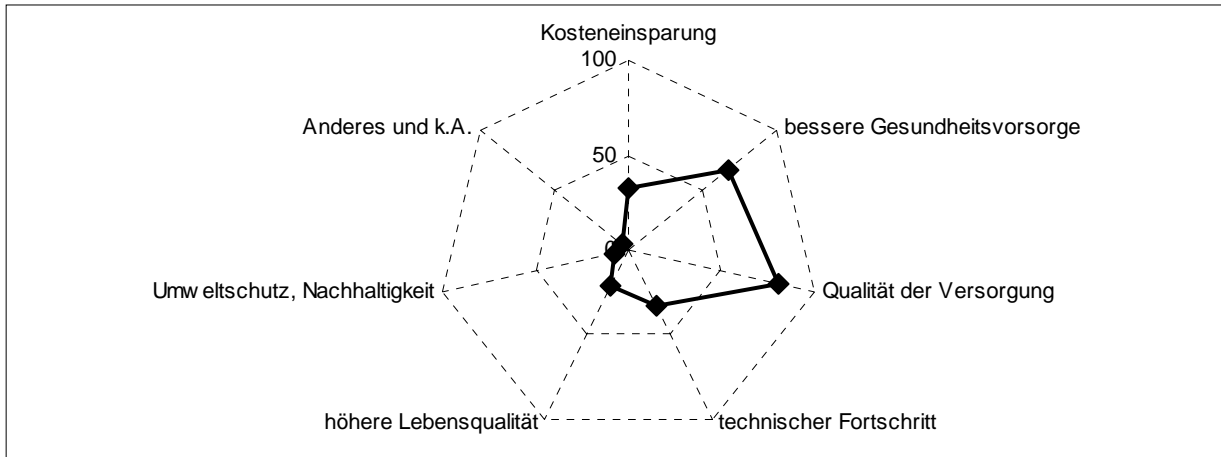
Halten Sie persönlich die Realisierung der These alles in allem für wünschenswert?

Methoden zur schnellen Genomanalyse in der medizinischen Routineversorgung sind nicht so eindeutig wünschenswert wie viele der anderen Thesen. „Nur“ 72 Prozent der Befragten halten ihren Einsatz für wünschenswert, jeweils 14 Prozent für nicht wünschenswert bzw. wissen es nicht. Auf der einen Seite werden zwar schnelle Untersuchungsergebnisse erhofft, aber es gibt auch Zweifel am Nutzen in der Routine. Es wird darauf hingewiesen, dass es nur in Einzelfällen für die Diagnose wirklich nützlich sei, das Genom zu analysieren.

⁸ Vgl. z.B. http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin_gesundheit/bericht-38909.html

Wofür ist die Realisierung der These wichtig?

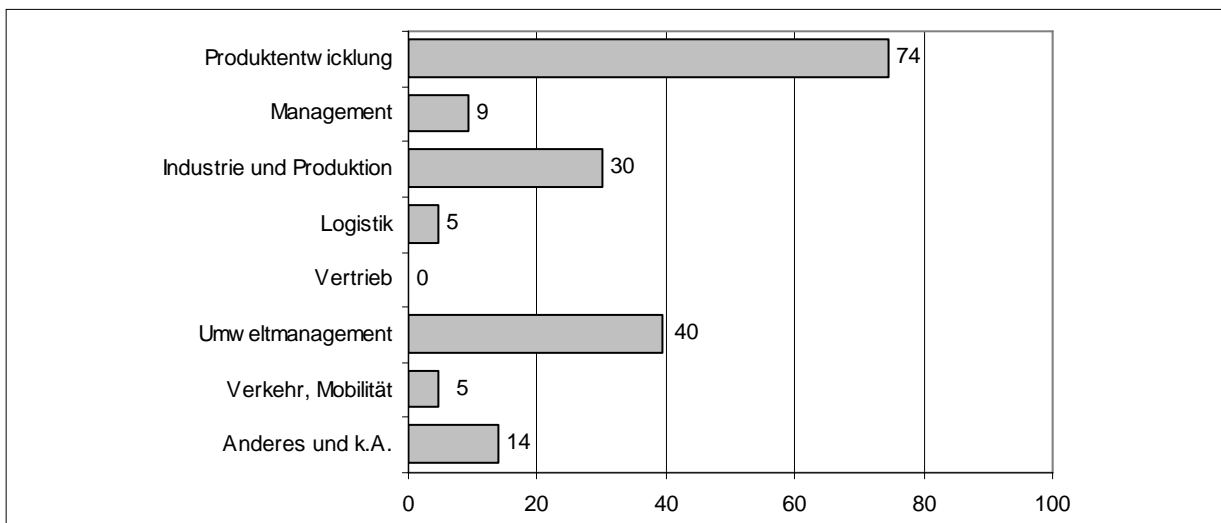
Abbildung 151: Wichtigkeit der These 36 (in Prozent)



Die These wird für eine bessere Qualität der Versorgung und eine bessere Gesundheitsvorsorge von den meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Delphi-Studie für wichtig gehalten. Aber auch für den technischen Fortschritt und Kosteneinsparungen scheint die Entwicklung wichtig zu sein.

In welchen anderen Bereichen neben dem Gesundheitswesen wird die in der These genannte technische Entwicklung noch einsetzbar sein?

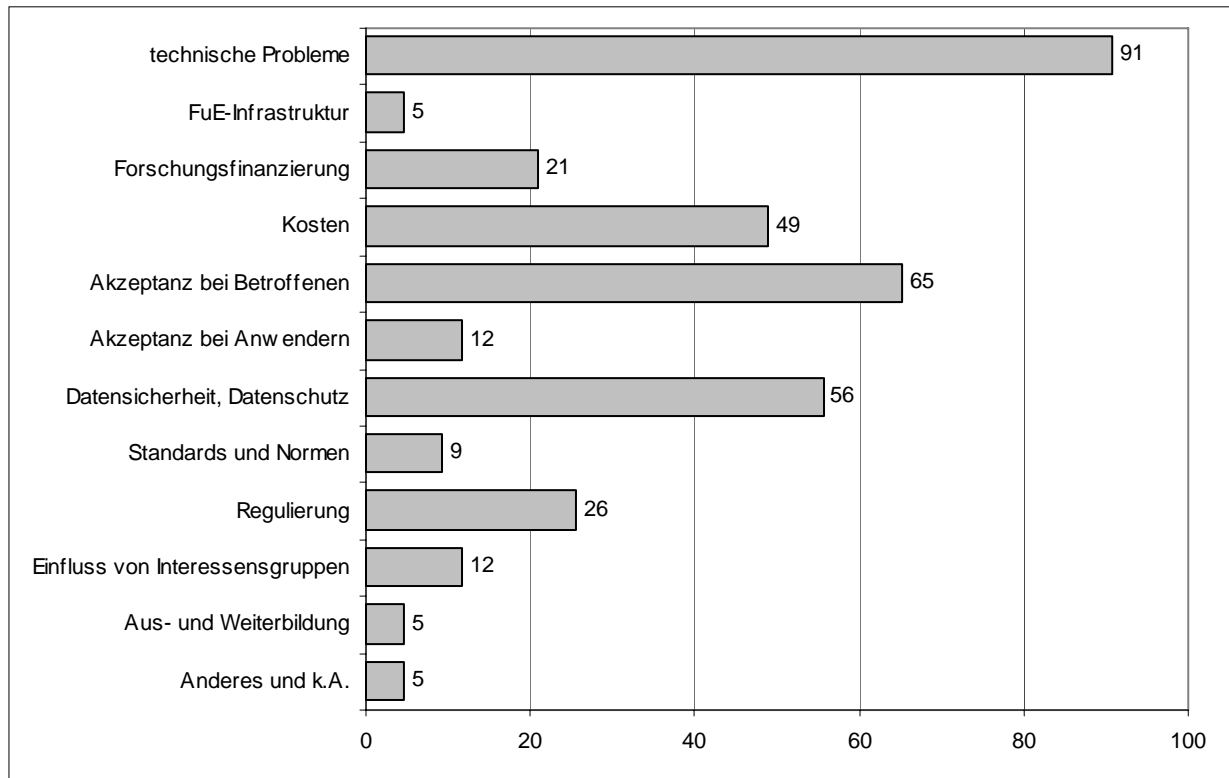
Abbildung 152: These 36 – Einsetzbarkeit in anderen Bereichen (in Prozent)



Auch die schnelle Genomanalyse ist in der Produktentwicklung nutzbar – und auch hier wird wieder auf die Pharmaforschung und Medikamentenentwicklung verwiesen. Genannt werden als Einsatzbereiche ferner wieder Industrie und Produktion sowie das Umweltmanagement. Aber auch „Anderes“ wird relativ häufig angekreuzt und in Kommentaren auf „Verbrechensbekämpfung und Versicherungen“ verwiesen.

Wo liegen Hemmnisse, die einer Realisierung der These entgegenstehen?

Abbildung 153: Hemmnisse bei der Realisierung von These 36 (in Prozent)



Diese These hat aufgrund ihrer Komplexität noch einige Hürden zu nehmen. An erster Stelle sind dies die technischen Probleme, z.B. schnell so große Datenmengen verarbeiten zu können. An zweiter Stelle steht bereits die Akzeptanz durch die Betroffenen. Sich bereits bei Alltagskrankheiten einem Gentest zu unterziehen, ist vielleicht gar nicht notwendig, aber auch bei ernsteren Erkrankungen die Bereitschaft zu erzeugen, die eigene DNA aktenkundig zu machen, erfordert noch Überzeugungsarbeit. Entsprechend hoch müssen Datenschutz und Datensicherheits-Bestimmungen sein, die dritte große Hürde für das Thema. Dazu kommen noch die Kosten, die allerdings bei Routine-Einsatz allein schon durch die häufige Durchführung sinken dürften. Von den meisten Experten und Expertinnen wird auch eine unzureichende Forschungsfinanzierung beklagt. Für einen Routineeinsatz von Genomanalysen müsste gegebenenfalls auch die Regulierung angepasst werden.

Ausblick

Methoden zur schnellen Genomanalyse in der medizinischen Routineversorgung einzusetzen ist eine technische Herausforderung, die allerdings bewältigt werden kann. Datensicherheit und Datenschutz müssen ebenfalls noch gewährleistet werden, wenn Genomanalysen in großem Stil durchgeführt werden. Die Akzeptanz seitens der Betroffenen muss erst noch geschaffen werden. Wenn dann noch die Kosten akzeptabel sind, steht der Routine-Anwendung nichts mehr im Weg, und sie könnte um das Jahr 2017 verwirklicht sein. Wichtig für die Gesundheitsvorsorge und eine bessere Qualität der Versorgung wäre eine solche Möglichkeit. Und einsetzbar sind Genomanalysen auch woanders, in der Produktentwicklung, der Industrie, dem Umweltmanagement, vor allem aber der Verbrechensbekämpfung, ein großer Markt also.

5. Ein kurzer Blick in die Zukunft

5.1. Methodischer Ausblick

An dieser Stelle erfolgen einige methodische Anmerkungen und ein Blick in die methodische Zukunft: Wie bereits beim ersten FAZIT-Delphi (von Oertzen/ Cuhls/ Kimpeler, 2006) lag eine der größten Herausforderungen in der Identifikation von Experten, die sich mit solch einer Breite an Thesen ausreichend fachkundig auseinander setzen können. Dies ist für die meisten Thesen gelungen. Der Versuch hat sich bewährt, Patentanmeldungen bestimmter Klassifikationsgruppen einzubeziehen, weil Paten anmelderinnen und Patentanmelder tatsächlich sehr fachkundig antworten können. Der Nachteil ist, dass die dort angegebenen Privatadressen teilweise nicht mehr aktuell und aufwändige Recherchen notwendig waren. Trotzdem ist der Rücklauf mit Antworten von 203 Personen in der ersten Runde zur Zufriedenheit ausgefallen. Allerdings ist nun schon in mehreren Online-Delphi-Studien festzustellen, dass die zweite Runde einen relativ geringen Rücklauf hat (nur 86 Personen). Dies ist insbesondere im Vergleich zu früheren nicht-elektronischen Studien sehr wenig. Eine Erklärung gibt es nicht. Möglicherweise ist einfach das Komitment bei einem so flüchtigen Medium wie dem Internet nicht mehr das gleiche oder der Anreiz, die Endergebnisse zu erhalten, in einer Zeit der Informationsüberflutung nicht mehr so groß.

Bewährt hat sich auch das mehrstufige Verfahren der Themenauswahl von den großen Themen zu den kleinen. Hilfreich war insbesondere die Zwischenbewertung in einem Workshop bei dem sehr schnell deutlich wurde, dass Technologie und technische Entwicklungen nur bedingt eine Antwort auf die zukünftigen Herausforderungen des Gesundheitssystems sein können. Auch in Fragen der Kostensenkung wurden immer wieder die zwei Facetten betont: Einerseits kann Technik zu Kostensenkungen beitragen, andererseits sind die hohen Kosten (Anfangsinvestitionen oder laufende Kosten) eines der Hemmnisse. Solche Widersprüche können bei Befragungen durchaus auftreten und kommen insbesondere bei den folgenden Thesen zum Tragen:

- Ambient Intelligence im Haus ermöglicht Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, thinking carpet, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale.
- Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt.
- Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt.
- In vielen Krankenhäusern werden Roboter für schwere und standardisierte Tätigkeiten in der Krankenpflege (z.B. Umbetten, Wäsche wechseln etc.) eingesetzt, damit das Pflegepersonal entlastet wird und mehr Zeit für persönliche Zuwendung zu den Patienten hat.

Bei diesen Themen wurden sowohl viele Kreuze bei der „Wichtigkeit für Kostensenkungen“ als auch dem Hemmnis „Kosten“ gemacht. Bei derartigen Themen eine Abwägung nur aufgrund von Kostenargumenten zu treffen, wäre nicht sinnvoll. Rein methodisch muss daher qualitativ abgewogen werden, was die statistischen - und in den genannten Thesen widersprüchlichen Aussagen - zu bedeuten haben.

Neben den Thesen, ihrer Identifikation und der Formulierung ihrer zukünftigen Entwicklung sind auch die Fragen bzw. Bewertungskriterien für die Qualität der Ergebnisse ausschlaggebend. In dieser Untersuchung standen Fragen zum Zeitpunkt der Realisierung, der Wichtigkeit der These, der Hemmnisse und der Einsetzbarkeit in anderen Bereichen im Mittelpunkt. Erstmals wurde in einer Delphi-Erhebung dieses Umfangs auch die Frage gestellt, ob die These „wünschenswert“ sei oder nicht. Obwohl die Thesen fast alle für wünschenswert gehalten wurden, ergeben sich doch Unterschiede, die mit anderen Ergebnissen, z.B. den Wichtigkeiten oder Hemmnissen, korrelieren und damit weitere Hinweise auf die zusätzliche Entwicklung liefern.

Sicherlich gehört die Zukunft bei Befragungen und auch bei Delphi-Verfahren den elektronischen Varianten. Wir geben aber zu bedenken, dass die Erfahrungen in Deutschland eine schlechtere Rücklaufquote als bei konventionellen postalischen Versandverfahren zeigen. Dies kann einerseits auf eine Ermüdung aufgrund der vielen Befragungen zurückzuführen sein, scheint andererseits aber auch mit dem Medium Internet zu tun zu haben, denn in der ersten Befragungswelle sind die Antwortraten noch relativ hoch. Die Quote sinkt erst ab der zweiten Befragungsrunde (siehe Kapitel 2.3, vgl. auch das erste FAZIT-Delphi, von Oertzen/ Cuhls/ Kimpeler, 2006). Die elektronischen Befragungen müssen dabei gleichen Standards unterliegen wie postalische, beispielsweise ist es wichtig, dass jeder nur einmal pro Runde antworten kann, die Teilnehmerzusammensetzung klar und kontrollierbar ist, die Daten auswertbar sind, der Fragebogen einfach zu beantworten und zu verstehen ist usw.

5.2. Wo entstehen neue Märkte?

Wir Menschen tendieren dazu, uns an Auffälligkeiten zu orientieren und die eher normalen, „langweilig verlaufenden Themen“, die sich so entwickeln, wie sie prognostiziert wurden, zu ignorieren. Deshalb sei an dieser Stelle der Hinweis gestattet, dass die auffallenden und in bestimmter Hinsicht umstrittenen Thesen der vorliegenden Delphi-Studie für die Medien und möglicherweise die Öffentlichkeit die interessantesten sind, aber nicht immer für Marktentwicklungen, da die genannten Techniken für Entwickler und Hersteller oft noch viele Risiken beinhalten. Deshalb sollten Sie als Nutzer dieser Studie nicht einfach die von bestimmten Resultaten her ins Auge fallenden Themen herausgreifen, sondern zwischen den unterschiedlichen Kriterien bzw. Fragen abwägen und sie für die eigene Analyse nutzen.

Beispielsweise ist anzunehmen, dass die „Roboter in der Krankenpflege“ und die „Biopsiroboter“, die jeweils nur bedingt für wünschenswert gehalten wurden und auch von den Kommentaren her die am stärksten diskutierten sind, in ihrer Realisierung und somit Marktrelevanz eher später als der Durchschnitt anzusiedeln sind. Thesen, welche die Industrie interessieren, z.B. die Techniken, die auf andere Bereiche übertragbar sind, sollten genauer beobachtet werden. Sie sind die wichtigen und interessanten Themen der Studie, liegen aber bei den Zeit- und

Wichtigkeits-Bewertungen nicht früh, sondern meistens „nur“ im oberen bzw. zeitlich frühen Mittelfeld. Die umstrittenen Themen sind bereits seit der Delphi-Studie von 1993 (BMBF, 1993) und nicht nur in Deutschland (vgl. z.B. NISTEP, 1992) umstritten. Nur die angenommenen Zeiträume der Verwirklichung haben sich verschoben.

So wurde zum Beispiel im Delphi von 1993 die ähnliche These „Nahezu alle schweren Arbeiten zur Pflege körperlich und geistig Behinderter in Krankenhäusern und zu Hause werden von Robotern durchgeführt.“ von 45 Prozent der Teilnehmerinnen und Teilnehmer für „nicht nötig“ gehalten, realisierbar aber trotzdem um 2014, allerdings mit sehr breiter Streuung der Angaben (Q1: 2010, Q2: nach 2020, dem Zeithorizont der damaligen Studie). Dieselbe These wurde in der japanischen äquivalenten Delphi-Befragung (NISTEP, 1992) bereits um 2007 für realisierbar gehalten, allerdings auch mit breiter Streuung (Q1: 2002, Q2: 2013), wobei nur eine Person die These für „unnötig“ hielt. Im deutschen Delphi von 1998 (Cuhls/ Blind/ Grupp, 1998) und im sechsten japanischen Delphi (NISTEP, 1997) wurden die „Roboter zur Unterstützung bei der Pflege von Patienten mit hochgradigen körperlichen oder geistigen Behinderungen“ in weiter Verbreitung bereits um das Jahr 2011 herum (Median) für realisierbar gehalten, „Roboter zur Erleichterung der körperlichen Anstrengungen des Pflegepersonals in der Kranken- und Altenpflege“ (nur in Cuhls/ Blind/ Grupp, 1998) ebenfalls in weiter Verbreitung sogar noch zwei Jahre früher.

Für neue Märkte in Baden-Württemberg sind Themen wie Proteomics, Telemonitoring, Spracheingabe für Dokumentationstätigkeiten oder Datenzugriff von überall aus, die zwar wenig spektakulär klingen, gleichzeitig aber einen großen Wissensgehalt haben und viel Know-How erfordern, besonders interessant. Diese decken sich natürlich zum großen Teil mit denjenigen Themen, die auch auf nationaler Ebene diskutiert werden und die teilweise auch Eingang in die High-Tech-Strategie der Bundesregierung gefunden haben (BMBF, 2006b und 2007). Auch nur diese Technologie-Ansätze werden in großem Maße zu Märkten in anderen Themengebieten führen. Selbstverständlich wurden in dieser Delphi-Studie alle Thesen dahin gehend ausgewählt, dass sie insgesamt wichtig für die zukünftige Entwicklung sind, manche werden sich aber dynamischer entwickeln als andere.

Eines der sich besonders dynamisch entwickelnden Themen ist das Retina-Implantat, mit zwei Thesen (Nr. 26 „Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren.“ und Nr. 27 „Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif.“). Beides sind Thesen, die für sehr wünschenswert gehalten werden, weil sie besonders wichtig für die Lebensqualität von Sehbehinderten oder Blinden sind. Deshalb gibt es in diesen Gebieten trotz aller technischen Hindernisse und den hohen Kosten bereits einige Anstrengungen, die vielleicht die sehr pessimistischen und sehr breit gestreuten Zeiteinschätzungen (Median 2018 bzw. 2020) der Delphi-Experten und -Expertinnen zu Fehleinschätzungen machen werden. Manchmal ist es sogar gut, wenn die zeitlichen Prognosen sich nicht erfüllen. Durch sich selbst zerstörende Prophezeihungen (also Prognosen, die nicht „wahr“ oder vom Zeithorizont falsch eingeschätzt werden, weil aufgrund des jetzigen Wissens andere Entscheidungen getroffen werden) könnte das komplette System um ein Retina-Implantat eines dieser „nicht realisierten“ Themen werden – und früher

möglich werden als hier eingeschätzt. Dafür müssen aber noch viele technische Hemmnisse überwunden werden.

Viele der ausgewählten technischen Themen sind nicht nur auf den Gesundheitsbereich beschränkt, sondern auch für andere Einsatzbereiche relevant. Genannt wurde besonders häufig die Produktentwicklung, aber auch Industrie und Produktion sowie Logistik. Nicht erwartet wurde, dass die Delphi-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer so viele weitere Einsatzbereiche ankreuzen würden. Manchmal ist die Interpretation schwierig (Was ist mit „Produktentwicklung“ gemeint?), wenn Kommentare keine weiteren Hinweise geben. Welche „neuen“ Produkte könnten gemein sein? In den meisten Fällen wurde dies nicht angegeben. Das Signal ist jedoch, die ausgewählten Themen hängen zwar alle sowohl mit Informationstechnologie als auch mit Gesundheit zusammen, die dahinter stehende Technik ist aber nicht auf dieses Gebiet beschränkt. Alle Thesen, die mit Spracheingabe zu tun haben, können beispielsweise in einer Vielzahl anderer Gebiete genauso gut ihren Einsatz finden. Vielleicht sogar früher, weil die Genauigkeit der Spracherkennung, die zum Beispiel im Operationssaal erreicht werden muss, ziemlich nahe an 100 Prozent liegen sollte. Bei anderen Anwendungen, z.B. im Sekretariat, ist das nicht immer notwendig. Weiter führende Informationen zu diesen und anderen Themen finden sich unter www.fazit-forschung.de. Innerhalb des FAZIT-Foresight-Ansatzes werden viele der hier nur angedeuteten Anwendungsfelder in den Szenarien, die 2007 entwickelt werden, konkretisiert. Aber zurück zu den Inhalten der Delphi-Thesen.

Auffallend, aber nicht erstaunlich ist, dass Themen, bei denen es im wahrsten Sinne des Wortes „unter die Haut geht“, sehr umstritten sind. In der vorliegenden Delphi-Studie sind das alle Thesen zur

- Implantation („Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren.“ und „Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif.“ „Komplette künstliche Nieren sind entwickelt.“, „Elektroden im Gehirn detektieren den Beginn eines epileptischen Anfalls und verhindern ihn durch ein spezifisches elektrisches Stimulationsmuster.“, „Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen.“, „Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich.“ oder „Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung.“) sowie zur
- perkutanen Intervention („Funktionstüchtige Robotersysteme für perkutane Interventionen, z.B. Biopsieroboter, sind entwickelt und getestet.“).

Diese Thesen werden zwar im Großen und Ganzen für wünschenswert gehalten, erreichen aber nicht unbedingt die positiven Einschätzungen anderer Thesen. Neben den üblichen technischen Problemen werden Datensicherheit und Datenschutz oder die Akzeptanz der Betroffenen oft als Hemmnisse genannt. Bei diesen Thesen werden auch ethische Fragen aufgeworfen und Kommentare verweisen auf Ablehnung, die manchmal mehr emotional denn rational begründet

scheint.

Fast alle der Thesen werden für realisierbar gehalten, trotzdem sind oftmals die Hemmnisse nicht zu unterschätzen. Die folgenden Thesen zum Beispiel könnten an den Kosten scheitern, da bei ihnen das Hemmnis „Kosten“ besonders häufig angekreuzt wird:

- Ein routinemäßiger Ganzkörper-Scan mit funktioneller Bildgebung ist nach Unfällen Standard.
- Ambient Intelligence im Haus ermöglicht Überwachung von Patienten zu Hause (per Kamera, thinking carpet, Möbel mit Sensoren, Immobilitätssensor) und gegebenenfalls Meldung von Auffälligkeiten an eine Notrufzentrale.
- Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-) Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard.
- Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.
- Valide diagnostische Testverfahren auf Basis der funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) werden für die Diagnostik von psychischen Erkrankungen (z.B. von manisch-depressiven Erkrankungen) und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (z.B. Alzheimer) klinisch eingesetzt.

Einige dieser Thesen werden für sehr wichtig gehalten, z.B. das Thema „Ambient Intelligence“ wird für die Verbesserung der Lebensqualität sehr wichtig sein und die Technik selbst kann auch in anderen Bereichen Einsatz finden. Für unrealistisch wird keine dieser Thesen gehalten, die Kostenprobleme können also bei der richtigen Weichenstellung (Kostensenkung, größere Mengen im Einsatz bzw. häufigerer Einsatz, Vereinfachung der Technik etc.) überwunden werden.

Schwieriger scheint es schon bei den technischen Problemen zu sein, die bei manchen Thesen von allen oder fast allen Teilnehmern als das Haupthindernis angegeben werden (siehe Kapitel 4). Besonders erwähnenswert sind hier wieder die Retina-Implantate („Retina-Implantate werden durch die Kombination funktioneller und morphologischer Daten, deren Bewertung mittels Expertensystemen und die Vernetzung der unterschiedlichen Systeme entscheidend verbessert und damit anwendungsreif.“ „Blinde können sich mit einem Retina-Implantat im Raum orientieren.“), die künstlichen Organe („Komplette künstliche Nieren sind entwickelt.“ „Ein künstliches Herz- und Lungenimplantat erhält die Marktzulassung.“), Mikromaschinen und implantierbare Kleinstsysteme („Operationen, die innerhalb des Körpers durch eine mit Sensoren und Aktoren ausgerüstete und über Fernkontrolle gesteuerte Mikromaschine ausgeführt werden, sind möglich.“ „Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen.“), aber auch Strahlentherapie-Planung („Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART), die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich.“), Spracherkennung („Spracherkennung und korrekte Zuordnung der Sprache zu

den Sprechenden ist so genau, dass Chirurgen während einer OP allein durch Sprache Geräte sicher navigieren können und dadurch wirksam entlastet werden.“), Genomanalyse in der Routineversorgung („Methoden zur schnellen Genomanalyse, wie z.B. DNA-Chips, Hochgeschwindigkeitssequenzierung oder Genkartierung, werden in der medizinischen Routineversorgung eingesetzt.“) und ein „nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor“.

Für den technischen Fortschritt selbst sowie für Umweltschutz und Nachhaltigkeit spielen laut Aussage der Experten die Themen kaum eine Rolle. Die einzige These, die für Umweltschutz und Nachhaltigkeit eine besonders wichtige Rolle spielt, lautet „Informationstechnische Ansätze (Simulationen, virtuelle Tiermodelle) machen 80 Prozent aller Tierversuche in der Medizin- und Pharmaforschung überflüssig.“

Neue Märkte werden aufgrund von Spracherkennung, virtueller Realität und Simulationen, Datenbankansätzen, Sensorik, Radio Frequency Identification (RFID) oder neuen Management- und Planungssystemen erwartet, sei es weil sie grundsätzlich für wichtig gehalten werden, sei es, weil sie Kosten senken oder weil die dahinter stehende Technologie so übergreifend ist, dass sie nicht nur im Gesundheitsbereich, sondern auch in anderen Sektoren oder Branchen nutzbar ist. Diese Kriterien erfüllen insbesondere die folgenden Thesen:

- Expertensysteme und Datenbanken werden in Pilotversuchen erprobt, die für einzelne Patienten die individuell erforderliche Medikamenten-Kombination auf unerwünschte Medikamenten Interaktionen überprüft und Vorschläge für eine Arzneimitteltherapie mit verringerten Wechsel- und Nebenwirkungen macht.
- Patienten werden in Krankenhäusern über ein komplettes EDV-basiertes System so gelenkt, dass Wartezeiten, z.B. bei Aufnahme, OP, Röntgen etc., minimiert werden und gleichzeitig die Krankenhauseinrichtungen besser ausgelastet sind.
- Ein EDV-System existiert, mit dem niedergelassene Ärzte von Endgeräten ihrer Wahl bei Hausbesuchen sofort auf alle vorliegenden Daten des Patienten (kryptografisch verschlüsselt) zugreifen können.
- Die regionale Mikrowellen-Hyperthermie kann mit einer Computersimulation der Biowärmeleitung optimal geplant werden.
- Virtuelle Realität ist in der Ausbildung von medizinischem Fachpersonal Standard (z.B. virtuelle Chirurgie, Üben von minimal-invasiven Interventionen, Endoskopie, Rettungsübungen, Patientengespräche etc.).
- Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt.
- Dokumentationstätigkeiten im Krankenhaus erfolgen routinemäßig durch Spracheingabe.
- Telemonitoring, d.h. engmaschige Fernüberwachung von (Risiko-)Patienten, die Auswertung dieser Informationen in medizinischen Einrichtungen und ggf. Alarmierung des behandelnden Arztes, ist Standard.
- Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt.
- Die Computer-unterstützte Planung einer biologisch adaptiven Strahlentherapie (ART),

die eine individuelle Anpassung der Therapie an heterogenes Gewebe erlaubt, ist möglich.

- Expertensysteme werden routinemäßig eingesetzt, die dem medizinischen Personal bei Diagnose und Therapie konkrete Entscheidungsvorschläge machen.
- Ein System mit Funk-Labels (RFID) ist in gewöhnlichen Haushalten einsatzbereit, so dass auch Personen, die viel und leicht etwas vergessen (Altersdemenz, Alzheimer etc.) alles wieder finden und auf wichtige Dinge aufmerksam gemacht werden.
- Kabellos wieder aufladbare implantierte Defibrillatoren sind im Einsatz, die ihre Messdaten an eine Steuereinheit übertragen, welche ihre Daten an ein Service-Center zur Überprüfung und für eine eventuelle Notfallmeldung übermittelt.
- Interaktive elektronische Logopädie-Trainer sind Standard.
- Protein-Chips für die „Point of Care“-Diagnostik sind entwickelt und getestet.
- Es werden Techniken in der Forschung eingesetzt, die die Vorhersage der biologischen Aktivität von Proteinen und ihrer funktionellen Domänen aus Informationen über ihre räumliche Struktur ermöglichen.
- Eine histologische Diagnose von Gewebe in vivo ist mit spektroskopischen, mikroskopischen Laser-Scanning-Methoden möglich.
- Klinisch einsatzreife Systeme, bestehend aus implantierbarem Glukosesensor, Aktoren und Insulin-Reservoir sowie Steuerungssoftware sind entwickelt, die eine dauerhaft optimale Einstellung von Diabetes-Patienten ermöglichen.

Von diesen Themen sind die folgenden zwei Thesen die wichtigsten für eine bessere Gesundheitsvorsorge. Sie wurden von mehr als 80 Prozent der Delphi-Experten genannt:

- Labs-on-Chips werden für die „Point of Care“-Diagnostik von Blut und Urin auf klinisch relevante Parameter wie Proteine, Antikörper, Hormone, Bilirubin, Cholesterin, Harnstoff sowie Enzyme breit eingesetzt.
- Ein nicht-invasiver Langzeit-Blutdrucksensor ist entwickelt.

Mit diesen manchmal eben nicht spektakulären Techniken und ihrer Anwendung tun sich ganz andere Märkte auf – in Baden-Württemberg genauso wie anderswo. Die Chancen auf ihre Realisierung in den nächsten 10 bis 15 Jahren stehen nicht schlecht. Die technischen Hemmnisse sind zwar nicht von der Hand zu weisen, aber sie sind überwindbar. Wie in Kapitel 4 beschrieben und anhand der Patentanmeldungen feststellbar, scheinen einige Firmen bereits in den Startlöchern zu stehen.

6.Literatur

Armbruster, H., Kinkel, S., Schirrmeister, E. (2006)

Szenario-Delphi oder Delphi-Szenario? Erfahrungen aus zwei Vorausschaustudien mit der Kombination dieser Methoden, in: Gausemeier, J. (Hg.): Vorausschau und Technologieplanung, Paderborn: Westfalia.

Badische Neueste Nachrichten (BNN 2006)

Geld für Forschung ohne Tierversuche, Ausgabe Nr. 297, Weihnachten 2006, S. 10.

Badische Neueste Nachrichten (BNN 2002)

Uni Karlsruhe zeigt mobiles Langzeit-EKG, <http://www.itiv.uni-karlsruhe.de/opencms/opencms/de/news/singlenews.html?id=340>, zugegriffen am 13.1.2007.

Baier, Elisabeth (2006)

Marktpotenziale IT-basierter Gesundheitsdienstleistungen, FAZIT-Marktstudie, Karlsruhe 2006.

Birkner, Markus (2002)

Bildgestützte, adaptive Bestrahlungsplanung intensitätsmodulierter Strahlentherapie, Dissertation an der Eberhardt-Karls-Universität zu Tübingen, http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=964830574&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=964830574.pdf, zugegriffen am 17.1.2007.

Blind, Knut; Cuhls, Kerstin; Grupp, Hariolf (1999)

Current Foresight Activities in Central Europe. In: Technological Forecasting and Social Change, Special Issue on National Foresight Projects, Vol. 60, No. 1, New York: Elsevier Science, S. 15-37.

Bührten, Bernhard (2003)

Verbesserung der Arzneimittelversorgung durch Steigerung der Compliance. Expertise für die Hans-Böckler-Stiftung. Projekt Nr. 2003-471-4. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung.

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF, Hg.) (2007)

Aktionsplan Medizintechnik 2007-2008. Bestandteil der Hightech-Strategie der Bundesregierung. Bonn und Berlin. www.gesundheitsforschung-bmbf.de, zugegriffen am 21.2.2007.

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF, Hg.) (2006a)

Unternehmen Region. Sechs Jahre InnoRegio, Broschüre, Berlin 2006.

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF, Hg.) (2006b)

Ideen zünden. Die Hightech-Strategie für Deutschland. Bonn und Berlin. www.bmbf.de, zugegriffen am 21.2.2007.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2005)

Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich; Aachen und Frankfurt.

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT, Hg.) (1993)

Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Bonn.

Buzan, Tony; Buzan, Barry (1993)

The mindmap book, BBC Books, London.

Cuhls, Kerstin (2003)

From Forecasting to Foresight processes – New participative Foresight Activities in Germany. In: Cuhls, K.; Salo, A. (Guest Editors): Journal of Forecasting, Wiley Interscience, Special Issue, no. 22, pp. 93-111.

Cuhls, Kerstin (1998)

Technikvorausschau in Japan. Ein Rückblick auf 30 Jahre Delphi-Expertenbefragungen, Heidelberg: Physica.

Cuhls, Kerstin; Blind, Knut; Grupp, Hariolf (2002)

Innovations for our Future. Delphi '98: New Foresight on Science and Technology. Technology, Innovation and Policy, Series of the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI no. 13, Heidelberg: Physica.

Cuhls, Kerstin; Blind, Knut, Grupp, Hariolf (Hg.) (1998)

Delphi '98 Umfrage. Zukunft nachgefragt. Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Karlsruhe.

Cuhls, Kerstin; Breiner, Sybille; Grupp, Hariolf (1995)

Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik – Mini-Delphi –, Karlsruhe. Bonn: BMBF.

Cuhls, Kerstin; Kuwahara, Terutaka (1994)

Outlook for Japanese and German Future Technology, Comparing Technology Forecast Surveys, Heidelberg: Physica.

Der Spiegel (2007)

Medizin. Visite durchs Telefon, 12. Februar 2007.

Department of Arts, Culture, Science and Technology (1999)

Foresight. Crime, Criminal Justice and Defence, sowie andere Bände, Pretoria.

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, IPA (2006)

Robotersysteme, http://www.ipa.fraunhofer.de/Arbeitsgebiete/robotersysteme/service/service_reha.php, zugegriffen am 21.12.2006.

Fraunhofer Gesellschaft (2005)

Perspektiven für Zukunftsmärkte. Mit Fraunhofer heute schon für morgen forschen. München.

Diagnoseklinik München

Ganzkörperuntersuchung zur Früherkennung 3D-Darstellung von Gefäßen und Hohlorganen MR-Spektroskopie zur biochemischen Analyse der Prostata, München 2005, <http://www.diagnoseklinik-muenchen.de/pdf/MRT.pdf>, zugegriffen am 21.12.2006.

Gericke, Corina et al. (2005)

Was Sie schon immer über Tierversuche wissen wollten – Daten und Fakten, Göttingen: Echo-Verlag.

Häder, Michael; Häder, Sabine (2000)

Die Delphi-Technik in den Sozialwissenschaften. Methodische Forschungen und innovative Anwendungen, Opladen: Westdeutscher Verlag.

Handelsblatt (2006)

Kernspintomograph scannt den Körper von Kopf bis Fuß, Meldung vom 12.6.2006, http://www.handelsblatt.com/news/Technologie/Medizin-Innovationen/_pv/_p/205698/_t/ft/_b/1183320/default.aspx/kernspintomograph-scannt-den-koerper-von-kopf-bis-fuss.html, zugegriffen am 10.1.2007.

Havas, Attila (2003)

Evolving Foresight in a small country in transition. In: Cuhls, K.; Salo, A. (Guest Editors): Journal of Forecasting, Wiley Interscience, Special Issue, Nr. 22, S. 179-201.

Hornschild, Kurt; Raab, Stephan; Weiss, Jörg-Peter (2005)

Die Medizintechnik am Standort Deutschland – Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland; Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, DIW Berlin: Politikberatung kompakt 10.

Hüsing, Bärbel, Jäncke, L., Tag, B. (2006)

Impact Assessment of Neuroimaging, IOS Press, Amsterdam.

Info Netzwerk Medizin 2000 (o.J.)

Implantierter Blutdrucksensor verringert Infektionsrisiko bei Langzeitüberwachung, <http://medizin-2000.de/highlights-forschung/medizintechnik/Siemens/medizintechnik2.html>; zugegriffen am 13.1.2007.

Ishii, Kayoko (2006)

Cognitive Robotics to Understand Human Beings, In: Quarterly Review, no. 20, Juli 2006, Science and Technology Trends, NISTEP, Tokyo.

Jackson, Andrew (2002)

Future of Healthcare. Global Trends and Views from technology Foresight in selected countries; Statumen 2002, Paper prepared for the Danish technology foresight project on bio and healthcare technology, The Danish Ministry of Science, Technology and Development.

Koschatzky, Knut (2001)

Räumliche Aspekte im Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung, in: Wirtschaftsgeographie, Bd. 19, Münster, Hamburg.

Kuratorium für Dialyse und Nierenversagen e.V. (o.J.)

Chronisches Nierenversagen, <http://www.kfh-dialyse.de/cnv/index.html>, zugegriffen am 15.1.2007.

Leydesdorff, Loet (2005)

The Triple Helix Model And The Study Of Knowledge-based Innovation Systems. In: International Journal of Contemporary Sociology, Jg. 42, Nr. 1.

Martin, Ben R. (1995)

Foresight in Science and Technology. In: Technology Analysis & Strategic Management, Jg. 7, Nr. 2., S. 139-168.

Ministry of Science and Technology (MOST) (2003)

China's Report of Technology Foresight 2003 (Chinesisch) ISBN 7-5023-4492-6/ No. 67. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House.

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) (1992)

The Fifth Technology Forecast Survey, NISTEP Report No. 25, Tokyo.

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) (1997)

The Sixth Technology Forecast Survey, NISTEP Report No. 52, Tokyo.

Neue Züricher Zeitung (2004)

Ein implantierbarer Glukosesensor. Körperverträgliche Mikrosystemtechnik, Meldung vom 10.3.2004, http://www.sensile.com/senmedical/data/investors_media/sensile_glucose_sensor_nzz.pdf; zugegriffen am 13.1.2007.

ohne Autor (o.J.)

„Piercing“-Verfahren beschleunigt Entwicklungsarbeiten am implantierbaren Glukosesensor, <http://www.diabsite.de/aktuelles/nachrichten/2000/000829b.html>, zugegriffen am 15.1.2007.

ohne Autor (o.J.)

Zulassung für Glukosesensor, <http://www.diabetes-kids.de/article.php?sid=402>.

PriceWaterhouseCoopers (Hg., o.J.,)

HealthCast 2020: Gesundheit zukunftsfähig gestalten, PriceWaterhouseCoopers' Health Research Institute, Studie von 2005/6,
<http://pwc.com/us/eng/about/ind/healthcare/hc2020.html>, zugegriffen am 21.12.2006.

Reiß, Thomas (2002)

Systeme des Lebens: Systembiologie, Bonn: BMBF, 2002.

Roberts, Ian (2006)

RM04/JH18/IR: Testing treatments on animals: Relevance to humans. London School of Hygiene and Tropical Medicine, London. In:
<http://www.pcpoh.bham.ac.uk/publichealth/nccrm/publications.htm>, zugegriffen am 14.12.2006.

Omoe, Hiromi (2006)

Recent Trends in Animal experimentation in Japan – On the Revision and Implementation of the Law for the Humane Treatment and Management of Animals. In: Quarterly Review No. 21, Oct. 2006, NISTEP, Tokyo.

Stern (2004)

Totale Transparenz, Artikel vom 19.7.2004,
<http://www.stern.de/wissenschaft/mensch/:Ganzk%F6rperscan-Totale-Transparenz/529907.html>; zugegriffen am 10.1.2007.

Thorwarth, Daniela; Eschmann, S.-M.; Paulsen, F. und Alber, Markus (o.J.)

Hypoxiesensitive [18F]-Fmiso PET – Bildgebung zur biologisch adaptiven Bestrahlungsplanung, Projekt von fortune (Projekt Nr. 1161-0-0) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Projekt Nr. AL 877/1-1), Tübingen, http://www.medizin.uni-tuebingen.de/medphys/forschung/thorwarth_poster_fortune_1004_v2.ppt, zugegriffen am 17.1.2007.

Transplantforum (2007)

Nierentransplantation; <http://www.transplant-forum.de/nierentranspl.0.html>, zugegriffen am 15.1.2007.

UNU Millennium Project (2006)

Global Energy Delphi, real-time Delphi. In: <http://www.acunu.org/millennium/energy-delphi.html>, zugegriffen am 12.1.2006.

Von Oertzen, Jürgen; Cuhls, Kerstin; Kimpeler, Simone (2006)

Wie nutzen wir Informations- und Kommunikationstechnologien im Jahr 2020? Ergebnisse einer Delphi-Befragung, FAZIT-Schriftenreihe, Band 3, Stuttgart, www.fazit-forschung.de.

Woznik, Roman (2006)

Künstlicher Humanoid kann sehen und riechen: Roboter als Altenpfleger. In: Japan Magazin, Nr. 6, 2006, S. 9.

Zechbauer, Ulrike (2005)

Hannah in der Röhre, In: bild der wissenschaft plus, S. 4-9.

zusätzlich im Internet:

[http://de.wikipedia.org/wiki; diverse](http://de.wikipedia.org/wiki/diverse)

<http://www.wlw.de/rubriken/defibrillatoren.html>

http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin_gesundheit/bericht-38909.html

7. Anhang: Auszug aus dem Fragebogen, zweite Runde

8. Autoren-, Projekt- und Partnerinformation

Über die Autoren

Dr. Kerstin Cuhls studierte Japanologie, Sinologie und Betriebswirtschaft an der Universität Hamburg sowie ein Jahr an der Kansai Gaikokugo Daigaku, Osaka, Japan, mit Abschluss als Magister Artium. Seit 1992 ist sie am Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung als Projektleiterin tätig. 1993 war sie 4 Monate ans National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), Tokyo, Japan, abgeordnet. Seit 2005 ist sie abteilungsübergreifende Foresight-Koordinatorin. Ihre Forschungsgebiete sind Foresight-Konzepte, Methoden der Zukunftsforschung, Identifikation von „emerging technologies“ sowie neuer gesellschaftlich relevanter Themen, Innovationssysteme und -politik in Japan und China.

Dr. Jürgen von Oertzen studierte Politikwissenschaft und Physik in Hamburg und Kingston Upon Hull (GB) und promovierte in Politikwissenschaft an den Universitäten Dresden und Halle. Ausbildung zum Mediator in Wirtschaft und Arbeitswelt. Seit Mai 2005 am Fraunhofer ISI in der Abteilung Innovationssysteme und Politik mit den Arbeitsschwerpunkten Identifikation zukünftig relevanter Technologien und deren Chancen und Risiken (Foresight/Vorausschau), Evaluation von Forschungs- und Innovationspolitik, Institutionenforschung sowie Sicherheitsforschung.

Dr. Simone Kimpeler studierte Kommunikationswissenschaft, Soziologie und Wirtschaftspolitik in Münster und promovierte 1999 zum Thema Konstruktivistische Diskursanalyse. Seit Februar 2000 ist sie Projektleiterin am Fraunhofer ISI, seit 2001 stellvertretende Abteilungsleiterin. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in der Analyse und Begleitforschung von Innovationsprozessen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, insbesondere zu wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen. Weitere Arbeitsbereiche sind die Analyse von Marktentstehungsprozessen und Marktdynamik, Regionale Foresight-Prozesse, Evaluation und Benchmarking von Innovationsförderprogrammen.

Über das Projekt FAZIT

FAZIT erforscht neue Märkte für IKT

Innovationen und neue Märkte – das sind wesentliche Faktoren im Wettbewerb der Regionen, um den Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen zu sichern. Im Mittelpunkt von FAZIT steht die Identifikation von neuen Märkten für innovative Informations- und Medientechnologien. Halbjährlich durchgeführte repräsentative Unternehmensbefragungen liefern zeitaktuelle Standortdaten über kurz- und mittelfristige Entwicklungen im IT- und Mediensektor sowie in ausgewählten Anwenderbranchen in Baden-Württemberg. Determinanten, Ziele und Potenziale, Hemmnis- und Förderfaktoren für die Nutzung von Informations- und Medientechnologien werden erfasst und analysiert. Workshops und Fallstudien dienen der Vertiefung von ausgewählten Marktthemen und diskutieren Umsetzungspotenziale in der Praxis. Gesellschaftliche und technische Megatrends werden in drei Delphi-Studien gesichtet und von Experten hinsichtlich bestimmter Kriterien wie der Realisierbarkeit beurteilt. Anschließend werden die Thesen in einem Szenarienprozess auf ihre Relevanz für die Zukunftsfähigkeit Baden-Württembergs überprüft. Die Ergebnisse und Zukunftsperspektiven des Projekts werden in einer abschließenden Roadmap für Baden-Württemberg zusammengeführt – neue Marktchancen werden aufgezeigt und Impulse für Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen geschaffen.

Gemeinnütziges, im Rahmen der Zukunftsoffensive III gefördertes Forschungsprojekt

FAZIT ist ein im Rahmen der Zukunftsoffensive III vom Land Baden-Württemberg gefördertes gemeinnütziges *Forschungsprojekt für aktuelle und zukunftsorientierte Informations- und Medientechnologien und deren Nutzung in Baden-Württemberg*. Projektträger ist die MFG-Stiftung Baden-Württemberg, Stuttgart. Partner sind das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Karlsruhe.

Mehr Informationen im Internet unter www.fazit-forschung.de

Über die Partnerinstitutionen

MFG Stiftung Baden-Württemberg

Die MFG Stiftung realisiert gemeinnützige Projekte in den Bereichen IT, Medien und Film. Im Mittelpunkt stehen dabei Forschung und Entwicklung, Kunst, Kreativität, Kultur sowie Aus- und Weiterbildung. Die MFG Stiftung führt insbesondere verschiedene Maßnahmen zur Vernetzung von Akteuren im Bildungs- und Forschungsbereich durch, wie z.B. durch Veranstaltungen (Kongresse, Workshops) sowie Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, und fördert innovative Projekte und Forschungsaktivitäten durch Studien, Stipendienprogramme und Wettbewerbe. Internet: www.mfg.de/stiftung

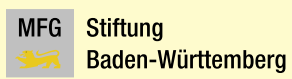
Fraunhofer-Institut System- und Innovationsforschung

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), untersucht Entstehungsbedingungen und Märkte innovativer technischer Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. Die Forschungsgruppen konzentrieren sich auf neue Technologien, Industrie- und Serviceinnovationen, Energiepolitik und nachhaltiges Wirtschaften sowie auf Dynamik regionaler Märkte und Innovationspolitik. Internet: www.isi.fraunhofer.de

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Das ZEW arbeitet auf dem Gebiet der anwendungsbezogenen empirischen Wirtschaftsforschung. Methodisch sind die Arbeiten primär mikroökonomisch und mikroökonomisch ausgerichtet. Die Forschungsgruppe Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) am ZEW befasst sich mit den Entwicklungen und den Auswirkungen der zunehmenden Verbreitung von IKT, wobei der Fokus insbesondere bei industrie- und arbeitsmarktökonomischen Fragestellungen liegt. Hierzu gehören beispielsweise die Auswirkungen der IKT-Nutzung auf Produktivität, Innovation, Unternehmensorganisation und Unternehmenswachstum sowie auf die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten. Internet: www.zew.de

■ PROJEKTTRÄGER



■ PARTNER

