

## Teil 2

# Technische Entwicklung im Umfeld des Feuerwehrfahrzeuges

**Herausgegeben von:** Referat 6 „Fahrzeuge und Technische Hilfeleistung“ vfdb

**Autoren:** Alexander Ronacher, Julia Reitetschläger, Georg Pilsner, Edmund Penz, Anton Klusarits

**Haftungsausschluss:** Dieses Dokument wurde sorgfältig von den Experten der vfdb erarbeitet und vom Präsidium der vfdb verabschiedet. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung der vfdb und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

**Vertragsbedingungen:** Die vfdb verweist auf die Notwendigkeit, bei Vertragsabschlüssen unter Bezug auf vfdb-Dokumente die konkreten Leistungen gesondert zu vereinbaren. Die vfdb übernimmt keinerlei Regressansprüche, insbesondere auch nicht aus unklarer Vertragsgestaltung.

---

Vom Präsidium der vfdb freigegeben am 30. Oktober 2014

**Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB)**  
**der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.**  
**Postfach 1231, 48338 Altenberge**

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	4
2	Einführung.....	5
3	Bisherige Arbeiten .....	5
4	Zukünftige Herausforderungen .....	6
5	Allgemeine Trends .....	7
5.1	Konjunkturzyklen.....	7
5.2	Kondratieff-Zyklen .....	9
5.3	Globale Trends.....	10
5.3.1	Allgemeines zum Trend.....	10
5.3.2	Megatrends .....	11
5.3.3	Megatrend-Map.....	15
5.3.4	Feuerwehrtrend-Map.....	15
5.4	Ressourcenknappheit.....	16
5.4.1	Produktrohstoffe.....	16
5.4.2	Öl, Gas und Treibstoffe .....	18
5.4.3	Mangelware Wasser.....	18
6	Fahrzeugtechnologien.....	19
6.1	Chassis .....	19
6.2	Euro 6 .....	20
6.2.1	Ausnahmegenehmigung Euro 5 .....	22
6.2.2	Euro 5 .....	22
6.2.3	Fahrerassistenzsysteme .....	23
6.2.4	Alternative Antriebe der Nutzfahrzeugindustrie.....	24
6.2.5	Autonomes Fahren.....	25
6.3	Aufbautechnologie.....	26
6.3.1	Leichtbau .....	26
6.3.2	Materialentwicklung.....	28
6.3.3	Bionik .....	32
6.4	Lichttechnik .....	33
6.4.1	LED (Light Emitting Diode).....	33
6.4.2	OLED (Organic Light Emitting Diode).....	33
6.4.3	Leuchtmittel im Vergleich .....	35
6.5	Elektrik – Elektronik.....	36

6.5.1	Touch-Bedienung.....	36
6.5.2	Lenkrad 2.0 mit aktiver Rückmeldung .....	36
6.5.3	Head-Up Display .....	36
6.5.4	Car2Car – Car2Infra.....	37
6.6	Datenverarbeitung - Big Data .....	38
7	Lebenszyklen – Produktzyklen .....	39
7.1	Ersatzteile .....	39
7.2	Wartung und Service.....	40
7.3	Gegenentwicklung Lebenszyklus Feuerwehrfahrzeug.....	40
8	Robotik.....	40
8.1	Drohnen, UAV (Unmanned Aerial Vehicle).....	40
8.2	Robotik.....	42
8.2.1	Feuerwehrroboter.....	42
8.2.2	Lastenträger .....	44
9	Infrastruktur.....	45
9.1	Verkehrswege .....	45
9.2	Stromnetze.....	45
9.3	Intelligente Stromnetze.....	46
9.3.1	Dezentrale Energieversorgung.....	47
9.4	Intelligente Infrastruktur .....	48
9.4.1	Frühwarnsysteme.....	48
9.4.2	Die Zukunft des Verkehrs? .....	48
9.4.3	Internet der Dinge .....	50
9.4.4	Internet der Dienste.....	53
9.4.5	Kommunikation .....	54
10	Neue Einsatz-Anforderungen durch Technologieentwicklungen im Fahrzeugbau .....	54
10.1	Alternative Antriebskonzepte.....	54
10.2	Leichtbau .....	55
10.3	Passive Sicherheitssysteme.....	56
11	Gesundheitssystem .....	56
11.1	Smart Senior .....	56
12	Abbildungsverzeichnis .....	58
13	Literaturverzeichnis.....	61

## 1 Vorwort

Das vfdb-Referat 6 „Fahrzeuge und technische Hilfeleistung“ (FTH) beschäftigt sich intensiv mit den Veränderungen, die künftig auf die Feuerwehren zukommen, um Notwendigkeiten und Optionen für die Feuerwehrtechnik für die nächsten Jahre zu erheben. In einem ersten Bericht „Entwicklung des Umfeldes der Feuerwehren“ wurde primär auf Veränderungen in Gesellschafts- und Gefahrenentwicklung eingegangen.

Nun liegt Teil 2 des Technischen Berichts zur Zukunft der Feuerwehrtechnik vor. Das Referat 6 hat sich in den vergangenen fünf Jahren kontinuierlich mit der Vorbereitung dieses Dokumentes auseinandergesetzt. Dazu wurden etliche Abschnittsarbeiten, Arbeiten im Rahmen verschiedener Studiengänge sowie Forschungsprojekte initiiert, betreut und ausgewertet. Zunächst wurden einzelne Themen und Lösungsansätze bearbeitet, wie eine standardisierte räumliche Zuordnung von einsatztaktisch zusammengehörenden Beladungsteilen in Löschfahrzeugen, die technischen Anforderungen an die Feuerwehr bei Schadenlagen mit großer Flächenausdehnung, eine alternative Anordnung der Bedieneinrichtungen für die Feuerlöschkreiselpumpe, die Bewertung verschiedener moderner Löschverfahren, die Analyse des Einsatzes eines kombinierten Hubrettungslöschfahrzeuges im Vergleich zu konventionellen Einsatzfahrzeugen und die Untersuchung begrenzender Faktoren auf die Entwicklung der Größe der Feuerwehrfahrzeuge.

Dabei hat sich gezeigt, dass die Betrachtung von Lösungen für einzelne Aspekte zwar im Detail hilfreich ist, sich aber kaum verbindliche, allgemein gültige Aussagen zu den tatsächlich langfristig zu etablierenden Lösungen ableiten lassen. Deshalb hat das Referat 6 Thesen zu den zukünftigen Herausforderungen etabliert, welche im Ergebnis die ungeteilte Zustimmung aller Experten im Referat 6 fanden. Diese sind in Kapitel 4 des vorliegenden Dokuments zu finden.

Daran schließen sich Inhalte an, welche die Megatrends und deren Relevanz betrachten und deren mögliche Wirkung auf die Zukunft beschreiben. Die bedeutendsten Einflussfaktoren der zukünftigen technischen Entwicklungen, die auf Feuerwehrfahrzeuge, Geräte als auch Peripheriesysteme wirken können, sind in diesem Bericht durch das Team aus dem Bereich Innovations-, Technologie- und Wissensmanagement bei der Firma Rosenbauer zusammengefasst. Eine weitere Interpretation der daraus folgenden Konsequenzen ist dem Referat 6 und den interessierten Lesern vorbehalten.

Besonderer Dank für das kontinuierliche Vorantreiben und konsequente Unterstützen dieser Arbeiten gilt dem langjährigen stellvertretenden Vorsitzenden des vfdb-Referats 6, Herrn Kommerzialrat Julian Wagner, der leider kurz vor der Fertigstellung dieser Arbeit, voller Tatendrang und noch mitten in der Arbeit im Sinne einer effizienten Weiterentwicklung der Feuerwehrtechnik, im März dieses Jahres verstarb.

Berlin, im September 2014,

Karsten Göwecke,  
Vorsitzender des vfdb-Referats 6

## 2 Einführung

Der vorliegende Bericht wurde nach den Grundprinzipien der Trend- und Technologiebeobachtung nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Anspruch auf Vollständigkeit, erstellt. Laufende Innovationen und Entwicklungen führen kontinuierlich zu neuen Erkenntnissen, sodass ein solcher Bericht nicht den Anspruch haben kann, alle Technologien stets am neuesten Stand darzustellen.

Die Technologiezyklenbeobachtung nach Kondratieff ist die Basis für die Erfassung der entscheidenden Veränderungen im technischen und daraus folgend den damit in Verbindung stehenden Bereichen.

Weitere Strömungsveränderungen wurden mit Hilfe der Trendbeobachtung auf Basis der Megatrendentwicklung erfasst. Diese Trendwelle deckt ein sehr breites Feld von soziokulturellen, technologischen sowie zivilisatorischen Einflussfaktoren auf den Feuerwehrbereich ab.

Daraus leiten sich wiederum Detailbeobachtungsfelder ab, die sich aus regelmäßigen Recherchen unterschiedlicher Fachquellen (siehe auszugsweise Literaturverzeichnis) erheben und auch durch eine relevante Mehrfacherkennung mit größerer Eintrittswahrscheinlichkeit deuten lassen.

Der Anspruch auf Vollständigkeit kann in diesem Bericht nicht erhoben werden, da es den Rahmen sprengen und die Bedeutung verwässern würde. Aus diesem Grund wurden ausschließlich die aus Autorsicht bedeutendsten Veränderungsfelder erfasst und erläutert.

## 3 Bisherige Arbeiten

Im Rahmen des Technischen Berichts „Die Zukunft der Feuerwehrtechnik“, Teil 1 – „Entwicklungen des Umfeldes der Feuerwehren“ wurden folgende Feststellungen getroffen:

### Demographie und Engagement

- Sinkende Einwohnerzahl
- Überalterung der Bevölkerung
- Relative Entvölkerung in Teilen der Republik
- Steigende Lebenserwartung
- Steigende Lebensarbeitszeit
- Steigender Anteil älterer Feuerwehrmitglieder
- Relative Überhöhung des Anteils ausländischer Mitbürger
- Steigendes Sicherheitsbedürfnis
- Zunehmende Abwanderung hochqualifizierter Kräfte ins Ausland
- Abnahme der regionalen Verbundenheit der Menschen
- Abnehmendes Engagement im Ehrenamt
- Zunehmend geringere Tages- und Nachtverfügbarkeit von Einsatzkräften

## **Mobilität, Verkehr und Infrastruktur**

- Wachsende Mobilität
- Steigender Personenindividualverkehr
- Überproportionaler Anstieg der Gütertransporte
- Steigende Gefahrenpotentiale pro Verkehrsfläche
- Veränderungen der Verkehrsmittel hin zu komplexeren Fahrzeugen
- Differenzierung von Verkehrsmitteln abhängig ihres Einsatzzwecks
- Einführung der Hybridtechnologie, in Abhängigkeit der Fortschritte in der Akkutechnik und dem weltweiten Klimabewusstsein
- Zunehmende Konzentration von Fahrzeugen auf unterirdischen und umbauten Verkehrsflächen
- Zunehmende Fahrtzeiten zur Einsatzstelle als wesentliche Einflussfaktoren auf die zukünftige Entwicklung der Feuerwehr

## **Einsatz und Ressourcen**

- Steigende Einsatzzahlen, vor allem technische Hilfeleistungen
- Steigende Anforderungen/Belastungen von Einsatzkräften (kognitiv, psychisch, physisch)
- Angespannte finanzielle Situation der öffentlichen Haushalte

## **Vorbeugender Brandschutz**

- Veränderte Einsatz- und Gefährdungslagen durch moderne Bausubstanzen und -konzepte
- Zunehmende Bedeutung und Erfolge des vorbeugenden Brandschutzes

# **4 Zukünftige Herausforderungen**

Aktuell werden vom vfdb-Referat 6 die bevorstehenden Herausforderungen mit Auswirkung auf die Feuerwehrtechnik der Zukunft wie folgt gesehen:

- Sowohl der demografische Wandel als auch der regionale Strukturwandel führen zu einer Personalreduktion bei den Feuerwehren sowie zum verstärkten Einsatz von Frauen und älteren Menschen.
- Das führt auch zu laufenden Änderungen in Struktur und Organisation der Feuerwehren im Sinne einer regionalen Schwerpunktsetzung und besseren Koordination der einzelnen Kräfte im Einsatzfall.
- Die Aufgabenfelder der Feuerwehren werden sich weiter in Richtung technische Hilfeleistung und Rettungsmaßnahmen bewegen und es ist mit einer Zunahme der Komplexität der Aufgabenstellungen zu rechnen (z.B. Naturkatastrophen).

- Multifunktional qualifiziertes Personal wird weniger, demgegenüber ergeben sich jedoch zunehmende Anforderungen an die Fertigkeiten in den einzelnen Spezialgebieten. Dadurch ist eine multifunktionale Qualifikation des Personals mit dem Ziel einer umfassenden Einsetzbarkeit in Brandschutz, Hilfeleistung, Rettungsdienst und Leitstelle nicht mehr realisierbar.
- Die für Feuerwehren verfügbaren Finanzmittel der öffentlichen Hand werden in den nächsten Jahren nicht steigen.
- Die Versorgung der Feuerwehren mit Löschwasser über Trinkwasserleitungen wird zunehmend kritisch. Technische und wirtschaftliche Zwänge bedingen eine schwächere Dimensionierung der Trinkwassersysteme.
- Das Wachstum der Ballungszentren führt zu neuen architektonischen Lösungen. Massenansammlungen und eine Zunahme des Transportaufkommens stellen zusätzliche Anforderungen an Feuerwehren dar.
- Die Schutzzieldefinition ist in Diskussion.
- Personalmangel und technologischer Fortschritt werden die Entwicklung neuer Systemlösungen in Kombination mobiler und stationärer Löschtechniken vorantreiben.
- Der technische Fortschritt in der Chassis-Entwicklung – nicht zuletzt durch Umweltauflagen getrieben – wird auch zukünftige Einsatzfahrzeuge betreffen. Stichworte dazu sind z.B. Abgasbeschränkungen, Fahrerassistenzsysteme oder alternative Antriebssysteme.
- Elektronische Bedienungs-, Steuerungs- und Überwachungselemente werden in Feuerwehrfahrzeugen (nicht nur das Fahrgestell, sondern auch den Aufbau betreffend) verstärkt zum Einsatz kommen.
- Chassis- und Fahrzeugtechnologien sind immer kürzeren Lebenszyklen unterworfen. Dem stehen verlängerte Einsatzzeiten bis zu 30 Jahren gegenüber.
- Die Multifunktionalität der Fahrzeuge wird zunehmen. Fahrzeug- und Gerätebedienungen müssen an die Einsatzanforderungen und die Personalressourcen (Frauen, Ältere) ausgerichtet werden.
- Moderne Informationssysteme werden zu einer Vernetzung einzelner Einsatzkräfte (Lageinformation) sowie zu einer optimalen Informationsbereitstellung beitragen.

## **5 Allgemeine Trends**

### **5.1 Konjunkturzyklen**

Viele Bereiche der Gesellschaft lassen sich in sogenannten Konjunkturzyklen abbilden. Diese Zyklen spiegeln zwar primär wirtschaftliche oder technologische Veränderungen wider, haben jedoch dadurch auch bedeutenden Einfluss auf viele Lebensbereiche und somit auch indirekt auf die Feuerwehr.

Aus der untenstehenden Grafik lässt sich der langwellige (ca. 40 – 60 Jahre) Technologie- bzw. Kondratieffzyklus als der für das Feuerwehrwesen relevantester herauslesen.

### Die Weltwirtschaft bewegt sich in kurz-, mittel- und langfristigen Konjunkturzyklen:

- Kondratieff → Technologiezyklus
- Kuznets → Konsumzyklus
- Juglar → Konjunkturzyklus
- Kitchin → Konjunkturzyklus
- 4 Jahreszeiten → Konjunkturzyklus

### Charakteristik:

- Keiner dieser Zyklen unterliegt dabei einer strikten Periodizität
- Die Zyklen verlaufen NICHT konstant in sinusförmigen Wellen
- Struktur der Wellen/Auf- und Abschwung ist für den Zykluscharakter wichtig

### Konjunkturbewegung:

Die Entwicklung der Wirtschaft und somit auch der davon abhängigen Bereiche verläuft wellenförmig. Phasen des Aufstiegs werden von schlechteren Entwicklungsphasen wieder abgelöst. Man unterscheidet allgemein vier Phasen:

- Rezession: Die Wirtschaft schrumpft nach einer Hochkonjunktur wieder
- Depression: Der tiefste Punkt des Schrumpfungsprozesses
- Aufschwung: Die Wirtschaft beginnt wieder zu wachsen
- Hochkonjunktur: Die wirtschaftliche Entwicklung ist am Höhepunkt angelangt

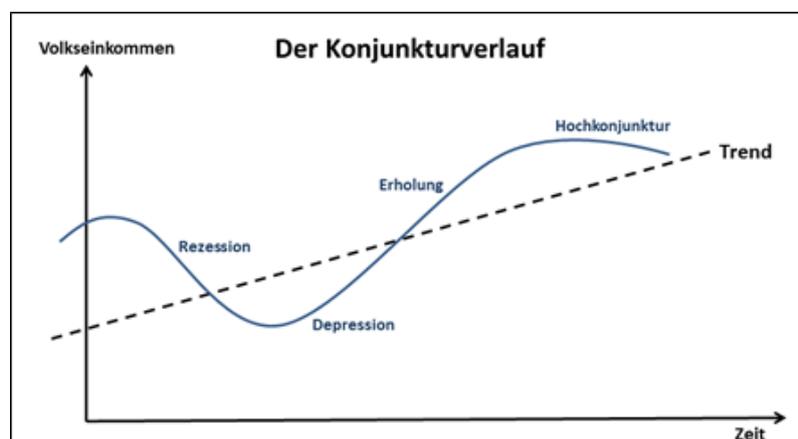


Abbildung 1 Der Konjunkturverlauf

## Ursachen von Konjunkturschwankungen:

Konjunkturschwankungen sind einerseits bedingt durch außerwirtschaftliche Ursachen:

- Elementarereignisse wie Wetter- bzw. Klimaereignisse, Erdbeben, Hurrikans, ...
- Politische Ereignisse, wie z.B. Machtwechsel durch Wahlen, ...
- Krieg und kriegerische Ereignisse, Revolutionen, Unruhen, Aufruhr und Aufstände, ...

Andererseits auch aufgrund wirtschaftlicher Ursachen:

- Neue Erfindungen und Technologien, wie z.B. Industrieroboter, Autos, Computer, ...
- Geldpolitische Instrumente bzw. Veränderung der Geldmenge
- Änderung der Steuergesetze
- Produktzyklen und Marktsättigung [1]

## 5.2 Kondratieff-Zyklen



Abbildung 2 Innovationszyklen – Kontratieff-Zyklen

Dieser Zyklus wurde 1962 vom russischen Wissenschaftler Nikolai Kondratjew entdeckt. Er beschreibt die Basisinnovationen, auf die sich viele Bereiche neben der eigentlichen Technologie und Wirtschaftsgruppen beziehen. Es gibt sogenannte Paradigmen, deren Entstehen Aufschwung, Rezession und Abschwung erfährt. Im Randbereich dieser Paradigmen verändert sich die von diesen Technologien betroffene Welt und somit auch die Gesellschaft und das Feuerwehrumfeld. [2]

Wir stehen derzeit im Rezessionsbereich des 5. Kondratieff-Zyklus. Der darauffolgende 6. Zyklus signalisiert veränderte Schwerpunkte. So werden voraussichtlich die Themen Nachhaltigkeit, Produktivitätssteigerung bei den Ressourcennutzungen, erneuerbare Energien, Bionik und Nanotechnologie das gesamte System von Produktion, soziokultureller

Gesellschaft, Wirtschaft, Mensch und Umwelt mehr oder weniger stark beeinflussen bzw. verändern.

### 5.3 Globale Trends

Laut Duden stellt ein Trend die „Grundrichtung einer (statistisch erfassbaren) Entwicklung, (wirtschaftliche) Entwicklungstendenz“ dar.

Mit zunehmendem Abstand der Vorhersage wird die Eintrittswahrscheinlichkeit ungenauer.

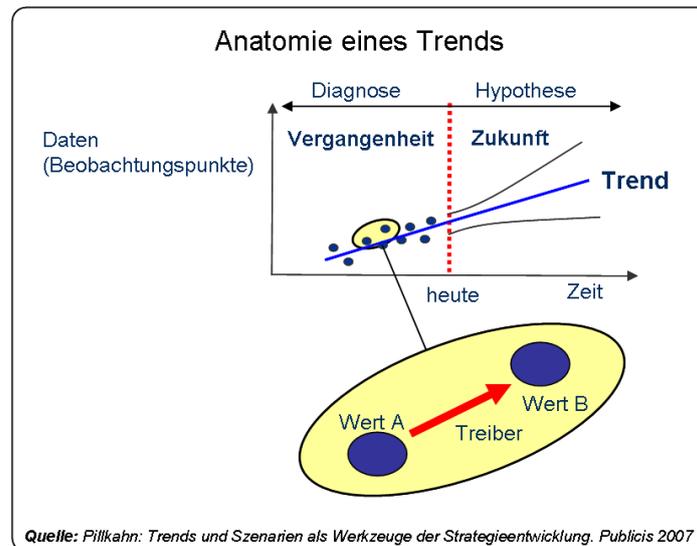


Abbildung 3 Anatomie eines Trends

#### 5.3.1 Allgemeines zum Trend

Die Trendarten werden nach Relevanz, Länge und Intensität unterschieden:

##### a) Metatrends

Metatrends sind die evolutionären Konstanten in der Natur und unterliegen keinen Zyklen. In der Ebene der Natur finden in Jahrmillionen-Abständen die Auf- und Abschwünge von Spezies und Ökologie statt.

##### b) Megatrends

Großräumige, langfristige Treiber des Wandels.

##### c) Techno Trends

Veränderungsprozesse auf Technologie- und Wirtschaftszyklen bezogen.

##### d) Soziokulturelle Trends

Mittelfristige Veränderungsprozesse, die von den Lebensgefühlen der Menschen im sozialen und technischen Wandel geprägt werden.

### e) Konsum- und Zeitgeisttrends

Mittel- bis kurzfristige Veränderungen, die sich vor allem in den Konsum- und Produktwelten bemerkbar machen, z.B. „Geiz ist Geil“-Trend.

### f) Produkt- und Modetrends

Flüchtige, oberflächliche und häufig marketinggesteuerte Phänomene, die eher im Bereich einer Saison zu finden sind. [3]

## 5.3.2 Megatrends

Megatrends – Die großen Treiber der Gesellschaft und deren Umfeld.

Megatrends sind jene Trends, die einen großen und epochalen Charakter haben. Ihre Dauer nehmen wir mit 30 Jahren oder mehr an. Das entscheidende Merkmal von Megatrends aber ist ihr „Impact“. Sie verändern nicht nur einzelne Segmente oder Bereiche des sozialen Lebens und der Wirtschaft, sie formen vielmehr ganze Gesellschaften um. Megatrends sind unbequem, komplex und bisweilen paradox. Doch wenn wir sie richtig verstehen, helfen sie uns, die Zukunft nicht nur zu ahnen, sondern zu gestalten. [3]

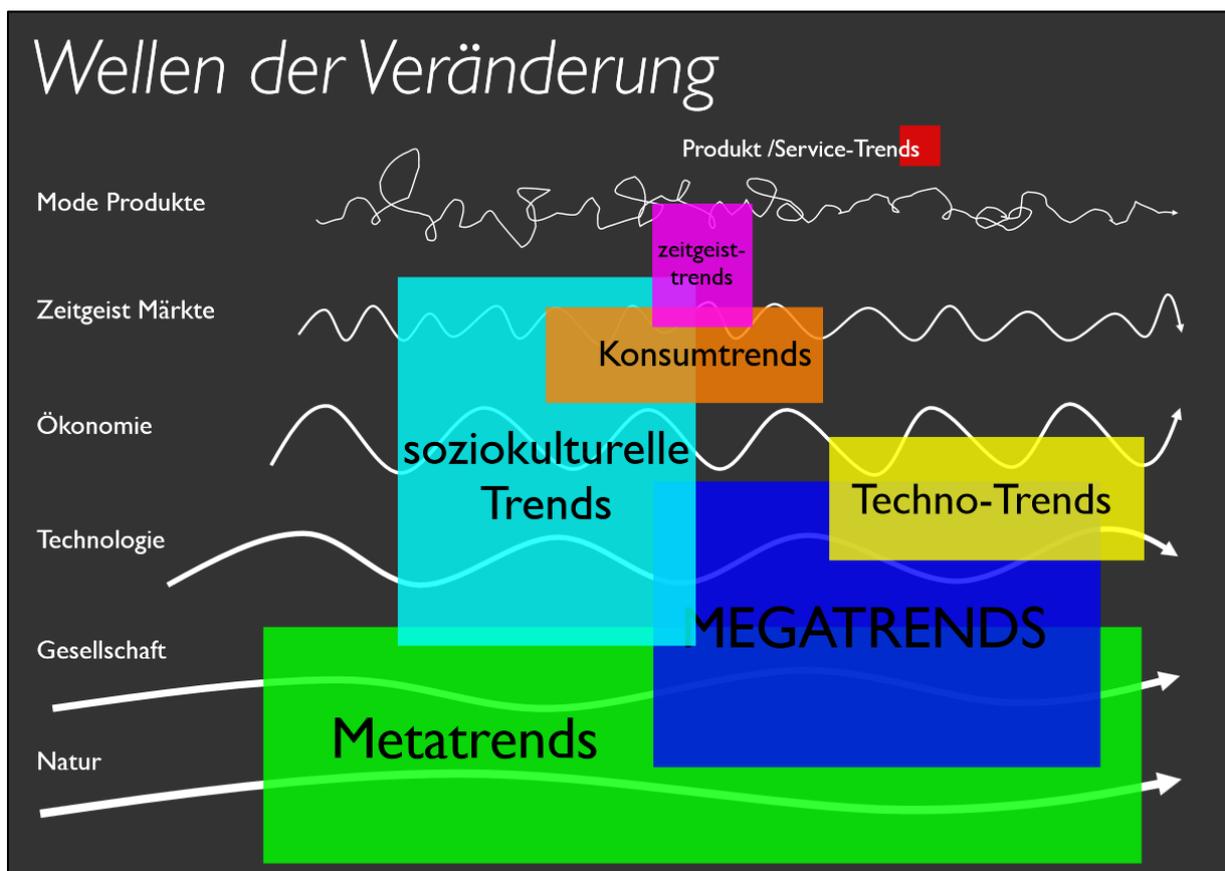


Abbildung 4 Wellen der Veränderung

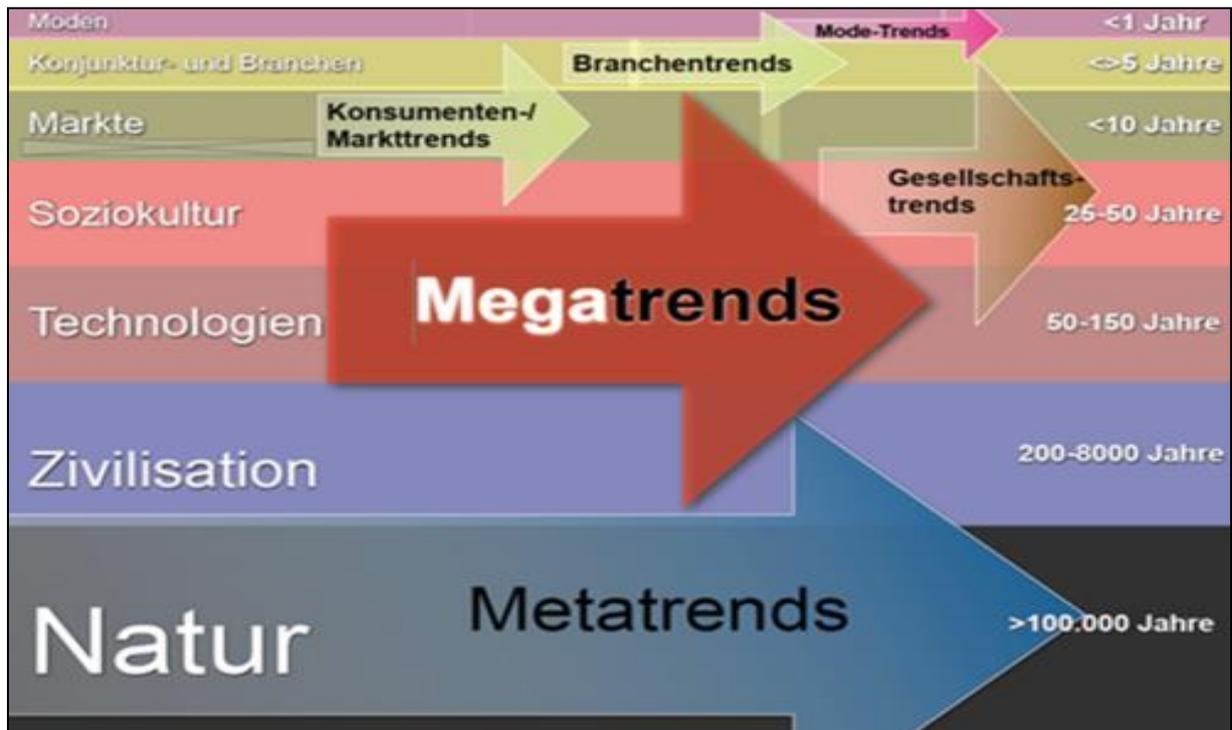


Abbildung 5 Trendwellen-Modell

Die Basis aller Arbeit des Zukunftsinstitutes sind folgende elf Megatrends:

### GLOBALISIERUNG

Die alte Erste-Zweite-Dritte-Weltordnung wird nicht zurückkommen. Ehemalige Schwellenländer sind zu Wirtschaftsgiganten geworden und fordern Sitz und Stimme in der neuen Weltgemeinschaft. In der jetzigen, chaotischen Phase der Globalisierung muss ein neues, komplexeres Regelsystem entstehen. Dabei verliert Nationalität immer mehr an Bedeutung, während die unmittelbare Region immer wichtiger wird.

### FEMALE SHIFT

Der Megatrend „Female Shift“ beschreibt einen grundsätzlichen Wandel der bisher männerdominierten Welt. Mit der Auflösung der traditionellen Geschlechterrollen finden im Berufs- und Privatleben von Männern und Frauen massive Umbrüche statt, welche große Chancen mit sich bringen. Frauen streben verstärkt nach Führungspositionen, während Männer ihr Recht auf Zeit mit der Familie einfordern. Neue Männer und Frauen finden ihre Lebensbalance in beruflicher Verwirklichung und in Beziehungs- und Familienmodellen abseits der alten Vater-Mutter-Kind-Konstellation.

## KONNEKTIVITÄT

Konnektivität bezeichnet die neue Organisation der Menschheit in Netzwerken. Über das „Internet der Dinge“ kommunizieren nicht mehr nur Menschen, sondern auch Maschinen miteinander. Doch dieser Wandel ist nur vordergründig ein technischer; der wahre Impact liegt im Sozialen. Der Trend zur Openess öffnet Unternehmen und administrative Strukturen nach außen. Er wird von der Forderung nach Transparenz vorangetrieben, die die ganze Gesellschaft umformt. Der Megatrend Konnektivität ist ein echter Blockbuster unter den elf Megatrends und hat den größten Einfluss auf alle anderen.

## URBANISIERUNG

Der Megatrend Urbanisierung steht für eine der größten und auch schwierigsten Herausforderungen unserer Zukunft. Zum ersten Mal in der Geschichte leben jetzt mehr Menschen in der Stadt als auf dem Land. Städte erleben eine Renaissance als Lebens- und Kulturform – und ihren endgültigen globalen Siegeszug. Der Aufstieg der Wissensgesellschaft führt zu einer weiteren Verdichtung von urbanen Gebieten und gibt ihnen eine neue Bedeutung als Knotenpunkte des Wissens.

## SILVER SOCIETY

Die Lebenserwartung steigt auf der ganzen Welt: die Menschen werden nicht nur älter, sondern altern auch anders – und vor allem wird man später alt. Zum Älterwerden gesellt sich das „Downaging“, das Heraustreten aus traditionellen Altersrollen derer, die man einst als „Senioren“ bezeichnete. Statt sich in den Ruhestand zu begeben, nehmen ältere Menschen ganz selbstverständlich in Form von Ehrenamt, Erwerbsleben oder einem Universitätsstudium am Gesellschaftsleben teil.

## NEO-ÖKOLOGIE

Neo-Ökologie ist mehr als „Naturschutz“ und hat längst nichts mehr mit Birkenstock-Sandalen und kratzigen Wollpullovern zu tun. Neo an der Ökologie ist, dass sie Nachhaltigkeit und Effizienz in allen Bereichen bedeutet: In der Finanzwirtschaft ebenso wie im Städtebau, in Mobilitätskonzepten oder im moralischen Konsum. Was in den vergangenen Jahrzehnten eher eine Beschäftigung für elitäre Minderheiten war, wird jetzt zum Mainstream: Bio wird der neue Standard.

## GESUNDHEIT

Gesundheit bedeutet nicht mehr nur das Gegenteil von Krankheit, sondern ein Bewusstsein für die Balance der individuellen Lebensenergie. Infolgedessen verwandelt sich die Medizin vom spezialisierten Reparaturbetrieb in einen gewaltigen Sektor im Dienste des Gesundheitsprosumenten. Gesundheit ist ein gutes Verkaufsargument und durchdringt längst alle Lebens- und Konsumbereiche; unter dem Stichwort „Corporate Health“ auch die

Arbeitswelt. Der Gesundheitsmarkt ist und bleibt auch in Zukunft ein wichtiger Eckpfeiler der Wirtschaft.

## NEUES LERNEN

Der Megatrend „Neues Lernen“ beschreibt, wie sich Bildung im Zeitalter der Wissensexpllosion verändert. Überall auf der Welt schaffen digitale Medien einen immer leichteren Zugang zu einer immer größer werdenden Wissensmenge. Im „War for Talents“ der anbrechenden globalen Kreativ-Ökonomie setzt sich diese Erkenntnis durch: Bildung ist ein Schlüssel zu einer hoffnungsvollen Zukunft. Wo jetzt individuelle Talente gefördert werden und leidenschaftliche Neugier entfacht wird, sind die Voraussetzungen für Innovationen und sozialen Aufstieg geschaffen.

## MOBILITÄT

Mobilität ist eine Grundvoraussetzung unseres Lebens und Wirtschaftens geworden. In der globalen Wirtschaft hängt von ihr ab, ob wir in Zukunft konkurrenzfähig bleiben. Von unserer privaten Mobilität hängt ab, ob wir künftig die guten Jobs bekommen und unsere Lebensqualität steigern können. Mit der Diskussion um Ressourcenknappheit und der Forderung nach Nachhaltigkeit verändert sich jedoch auch unsere Auffassung von Mobilität – und unser Mobilitätsverhalten.

## NEW WORK

Unsere Gesellschaft befindet sich im Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft. Dementsprechend verändern sich auch Unternehmensstrukturen und Arbeitsräume: Service-, Informations- und Kreativarbeiter rücken ins Zentrum des Wirtschaftens. Während die Work-Life-Balance beschworen wird, verschwimmen die Grenzen zwischen Berufs- und Privatleben. Als kreative Arbeiter werden wir zunehmend selbstständig – auch wenn wir fest angestellt sind. Der Megatrend „New Work“ hebt den Arbeitsbegriff auf eine neue Ebene: Die „schöne neue Arbeitswelt“ verunsichert uns dabei gleichermaßen wie sie uns fasziniert.

## INDIVIDUALISIERUNG

Ausbildung, Arbeit, Heirat, Kinder, Tod? Neue Biografien kennen nicht nur eine Richtung, sondern sie verlaufen entlang neuer Brüche, Umwege und Neuanfänge. Sie sind zu „Multigrafien“ geworden. Und in einer Gesellschaft, die uns immer mehr Freiheiten gibt, uns aber auch immer stärker unter Entscheidungsdruck setzt, verändern sich die Werte – und mit ihnen die Wirtschaft, in der sich DIY-Kultur und Nischenmärkte etablieren. Der Megatrend Individualisierung gehört zu den größten treibenden Kräften, die Gesellschaft und Wirtschaft massiv verändern – und das weltweit. [3]





Abbildung 7 Feuerwehrtrend-Map

## 5.4 Ressourcenknappheit

Aufgrund der demographischen und wirtschaftlichen Entwicklungen prognostizieren Experten, dass sich in den nächsten 30 Jahren der Rohstoffverbrauch verdoppeln wird.

### 5.4.1 Produktrohstoffe

So ist zu erwarten, dass speziell der Verbrauch von metallischen Rohstoffen aufgrund des in den Schwellenländern stark zunehmenden Produktionsaufkommens zunehmen wird und diese Rohstoffe dadurch deutlich teurer werden.

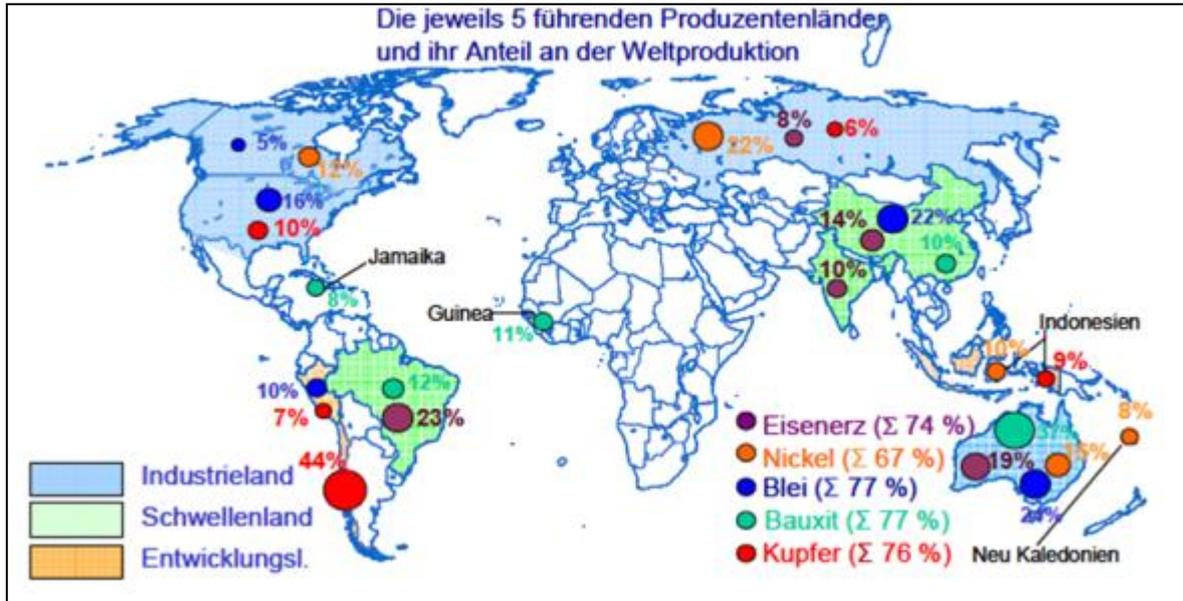


Abbildung 8 Produzentenländer – Weltproduktion © BGR Hannover

Durch unsere Abhängigkeit von bestimmten Rohstoffen sind wir jetzt, da diese Stoffe langsam knapp werden, dazu gezwungen, alternative Stoffe oder Recycling-Methoden zu suchen.

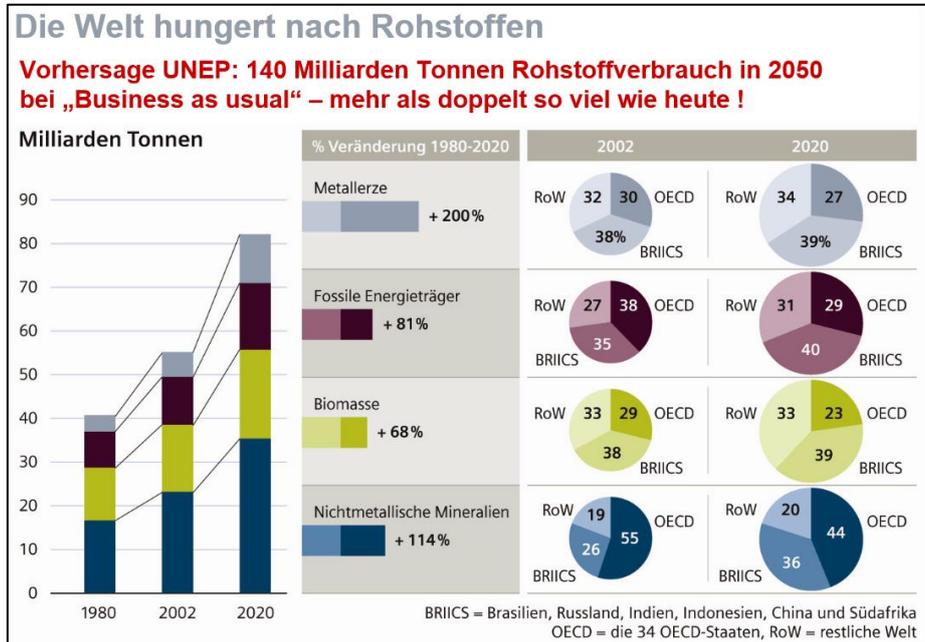


Abbildung 9 Rohstoffknappheit

Als Beispiel nennen wir Seltene Erden, die aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften die Stoffe der Zukunft darstellen. Viele Schlüsseltechnologien, wie z.B. LCD-Fernseher, Windturbinen, Elektromotoren, Abgasnachbehandlungssysteme, Kommunikationseinheiten und vieles mehr sind davon besonders abhängig. [5]

Wichtige Rohstoffe werden durch diese Entwicklungen rasch aufgebraucht. Kein Rohstoff ist unendlich vorhanden und bei fossilen Rohstoffen wie Eisenerz, Gas, Kohle oder Öl herrscht bereits heute trotz günstiger Gewinnungsverfahren eine Knappheit. Um dem entgegenzuwirken, wird zunehmend an Recyclingverfahren gearbeitet. Auch die Gesetzgebung sieht in manchen Ländern bereits Handlungsbedarf und liefert die Rahmenbedingungen dazu. Der Rohstoffmangel ist eine der großen Herausforderungen, mit der ausnahmsweise die Industriestaaten und nicht die armen Länder zu kämpfen haben. [6]

#### 5.4.2 Öl, Gas und Treibstoffe

Ebenso von großer Bedeutung ist die schonende Gewinnung und Nutzung von Energie. Die Verwendung von Öl und Gas zur Wärme-, Strom- und Bewegungserzeugung ist zunehmend eine Priorisierungs- und Kostenfrage im Hinblick auf die zukünftige Verfügbarkeit dieser fossilen Energieträger. So werden derzeit unterschiedliche Prognosen von Treibstoffpreisentwicklungen dargestellt.

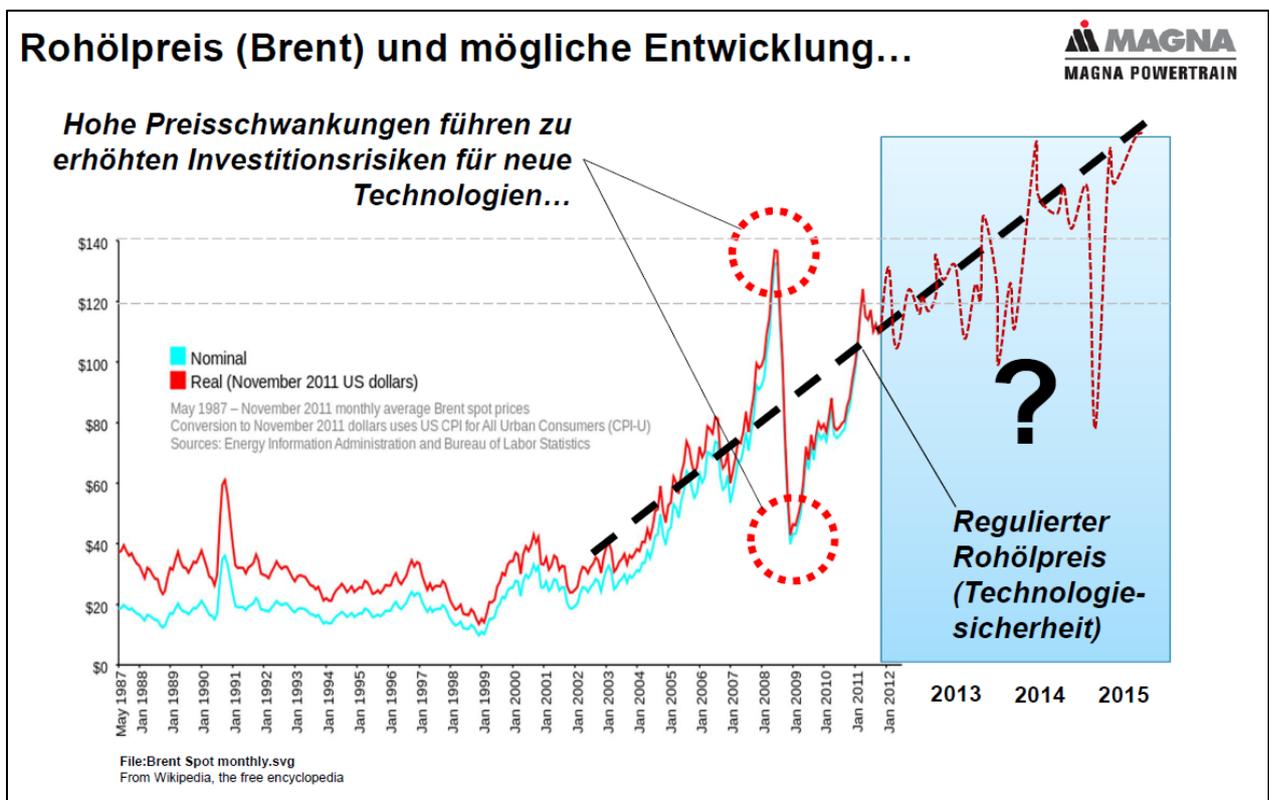


Abbildung 10 Rohölpreisentwicklung

Der Trend in Richtung Nutzung erneuerbarer Energien bleibt bestehen. Vor allem in Ländern nahe dem Äquator wird man auf Solarenergie umsteigen, um nicht auf teure Energieimporte angewiesen zu sein. [7]

#### 5.4.3 Mangelware Wasser

71 % der gesamten Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt, aber nur ein Bruchteil davon (rund 1 %) ist als Trinkwasser nutzbar und selbst dieser Anteil droht, immer knapper zu werden. Viele Länder wie Pakistan, China, Indien oder südliche Staaten Afrikas leiden bereits unter

Wassermangel bzw. erwarten in naher Zukunft eine bedrohliche Trinkwasserknappheit, doch auch in europäischen Ländern wie z.B. Spanien trocknen immer mehr Flüsse und Seen aus und es entsteht dort bald die erste Wüste Europas.

Obwohl laut Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation mehr als eine Milliarde Menschen an Wasserknappheit leiden, werden im Durchschnitt täglich 127 Liter reines Trinkwasser alleine für alltägliche Tätigkeiten wie putzen oder waschen verbraucht. Es überrascht daher nicht, dass zukünftig Konflikte um die letzten noch vorhandenen, lebensnotwendigen Süßwasserreserven befürchtet werden.

Es stellt sich somit die berechtigte Frage, ob die Feuerwehr in einigen Jahrzehnten auf ihr wichtigstes Löschmittel, das Wasser, verzichten muss und mit anderen Alternativen die Brandbekämpfung durchführen wird. [8]

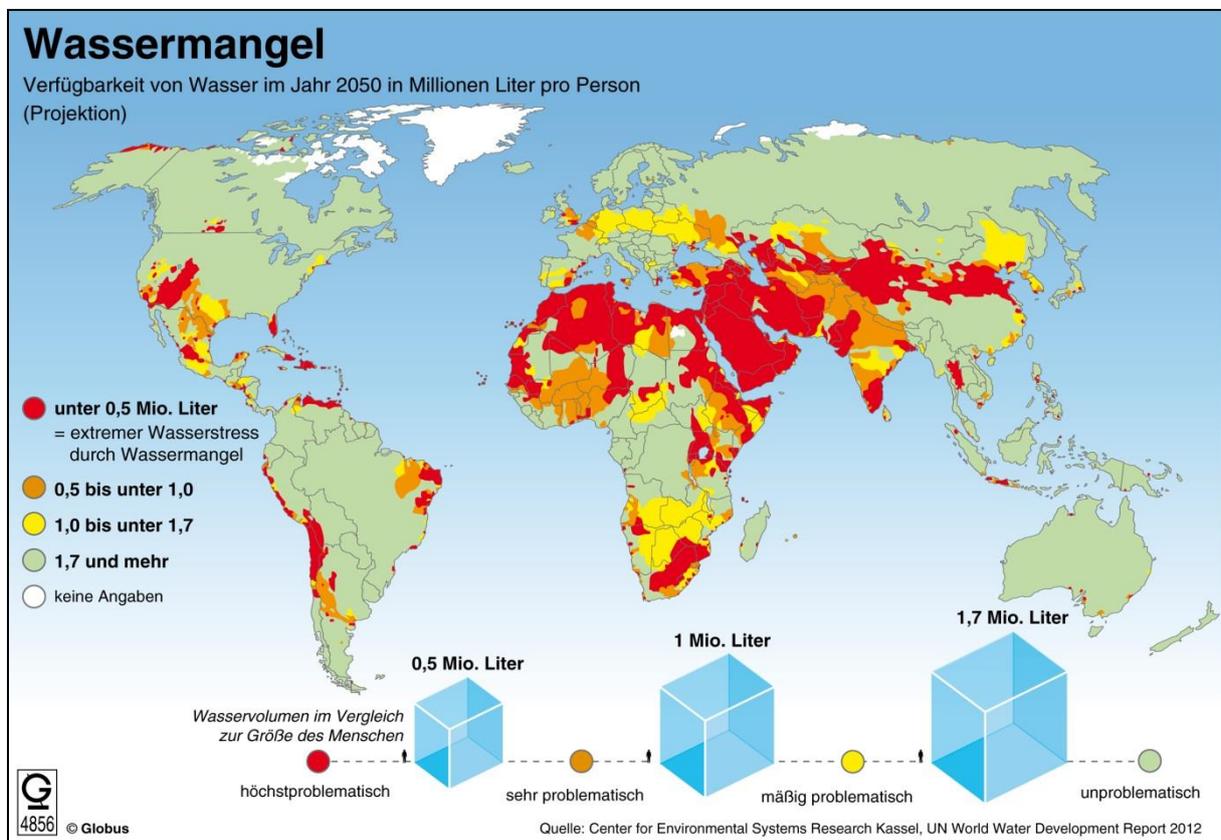


Abbildung 11 Wassermangel

## 6 Fahrzeugtechnologien

### 6.1 Chassis

Zunehmende Weltbevölkerung, stetig steigende Wirtschaftsleistungen, gehobene Mobilitätsanforderungen und viele weitere Faktoren führen zu einem Anstieg von Warentransporten und Verkehr. In einigen Jahrzehnten werden Städte existieren, welche

groß genug sind, um den Namen „Mega-City“ zu tragen. Durch die stetige Zuwanderung der Menschen in diese Ballungszentren wird ein regelrecht komprimierter Verkehrsboom entstehen, was zur Folge hat, dass die Gesetze, welche den Verkehr regeln, immer umfangreicher und strenger werden müssen. Neben den strengeren Regulierungen des Verkehrs läuft die Suche nach alternativen Antriebslösungen auf Hochtouren.

Die Anforderungen an einen emissionsarmen LKW-Betrieb, Effizienzsteigerungen bei Motoren und der Peripherie und auch die Anforderung an leistungsstarke Triebwerke lässt trotz steigender Kompaktheit die Chassis zunehmend höher werden. Diese Entwicklung zeigt sich bei den neuen Modellen der namhaften Chassis-Hersteller, die Kabinenoberkanten wandern um teilweise 40 - 60 mm nach oben. Weiters ist durch die komplexen Abgassysteme und strengeren Gesetzesanforderungen das Modifizieren von Chassis-Kabinen und Anbauteilen in immer geringerem Umfang möglich. Somit schränkt sich auch die Optimierbarkeit für den Feuerwehranwendungsbereich deutlich ein.

Abseits der Emissionsproblematik spielt auch die Erhöhung der aktiven Fahrzeugsicherheit eine wesentliche Rolle in der derzeitigen Entwicklung. Bei zukünftigen Fahrzeugen scheint das autonome Fahren eine zentrale Rolle einzunehmen. [9]

## 6.2 Euro 6

Seit 31.12.2013 müssen in allen EU-Staaten die Euro-6-Abgasnormen zur Erstzulassung von Nutzfahrzeugen erfüllt werden. Um die durch Straßenfahrzeuge verursachte Umweltbelastung zu begrenzen, werden mit dieser Verordnung gemeinsame Anforderungen an die Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen und deren spezifische Ersatzteile eingeführt. Außerdem werden darin Maßnahmen festgelegt, mit denen der Zugriff auf Reparaturdaten der Fahrzeuge verbessert und die rasche Produktionseinführung von Fahrzeugen, die diese Normen erfüllen, gefördert werden soll.

Mit Euro 6 werden die Grenzwerte für LKW bei Partikeln um etwa 67 % und bei Stickstoffoxiden sogar um 80 % gegenüber Euro 5 gesenkt. Auch ein Grenzwert für die Partikelanzahl – bislang gab es nur Grenzwerte für die Partikelmasse – wird mit Euro 6 eingeführt. [10]

Diese Verordnung gilt unter anderem für Nutzfahrzeuge für die Personen- oder Güterbeförderung oder für bestimmte, besondere Zweckbestimmungen und zwar für Fahrzeuge sowohl mit Fremdzündungsmotor (benzin-, erdgas- oder flüssiggasbetriebene Motoren) als auch mit Selbstzündungsmotor (Dieselmotoren). [11]

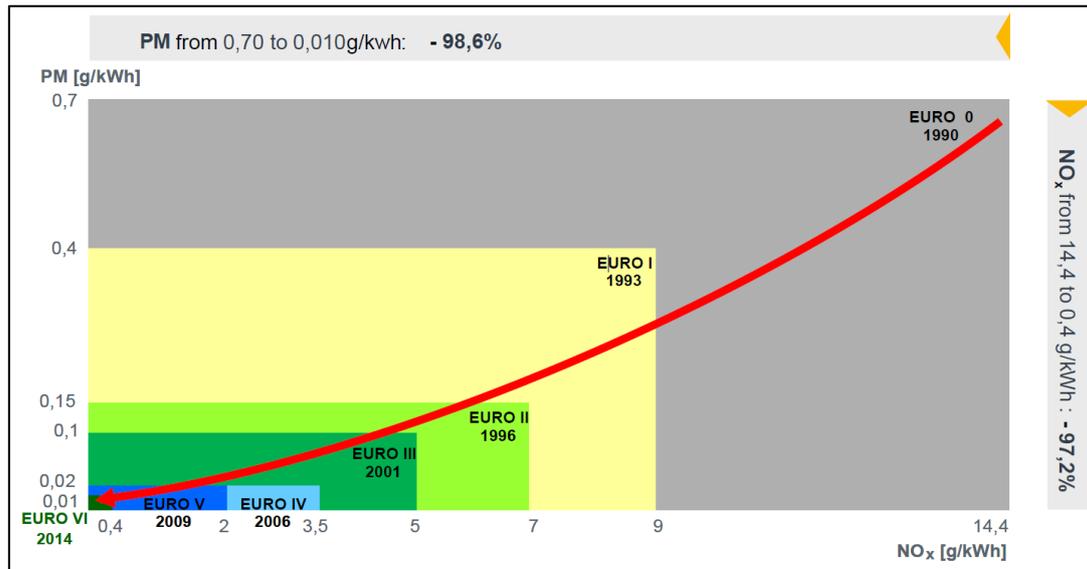


Abbildung 12 Emissionsgrenzen im zeitlichen Verlauf

Im ersten Quartal 2013 wurden die Lösungen für Kipper-, Baustellen- und Allrad-Fahrzeuge veröffentlicht. Dabei konnte erstmals die Auswirkung auf die Feuerwehr, vor allem in Bezug auf mögliche verlorene Beladeräume durch erhöhtes Volumen für Abgasnachbehandlungssysteme, beurteilt werden. Die Euro-6-Grenzwerte lassen sich nur mehr über die Kombination verschiedener Abgasnachbehandlungssysteme erreichen.

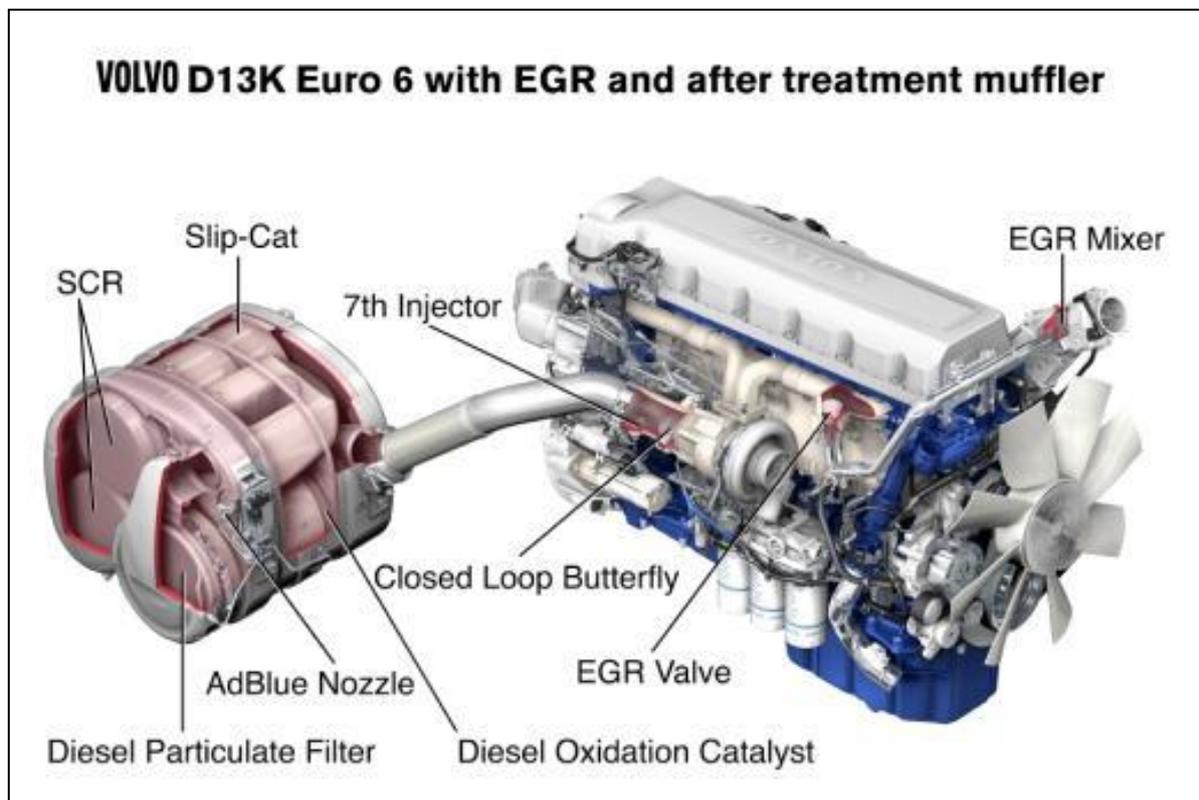


Abbildung 13 Volvo Euro 6 Motor mit Abgasnachbehandlung

Die nachstehende Abbildung zeigt das Abgasnachbehandlungssystem am Beispiel eines Mercedes Actros. Die zulässige Gesamtbreite ist dabei voll ausgenützt.



Abbildung 14 Abgasnachbehandlung MB

### 6.2.1 Ausnahmegenehmigung Euro 5

In manchen deutschen Bundesländern sowie in Österreich gibt es Ausnahmeregelungen, die eine Euro-5-Zulassung von Einsatzfahrzeugen der Feuerwehr, Polizei und des Katastrophenschutzes befristet bis 2015 beziehungsweise 2016 erlauben.

### 6.2.2 Euro 5

Zu den nachfolgenden Abgasanforderungen sind zum jetzigen Zeitpunkt keine aussagekräftigen und seriösen Unterlagen verfügbar. Es wird von den Gesetzgebern jedoch deutlich signalisiert, dass neben den stetigen Abgasreduktionen auch die CO<sub>2</sub>-Treibhausgasreduktion als bedeutender Schwerpunkt behandelt wird.

So werden für PKW durch EU-Mitgliedereinigungsbeschlüsse, die über das Jahr 2013 hinaus Gültigkeit haben, bis 2018 die CO<sub>2</sub>-Flottenausstöße auf unter 95 g CO<sub>2</sub>/km sinken müssen. Diese bedeutende Einigung wird in Expertenkreisen voraussichtlich auch Auswirkungen auf die LKW-Sparte haben.

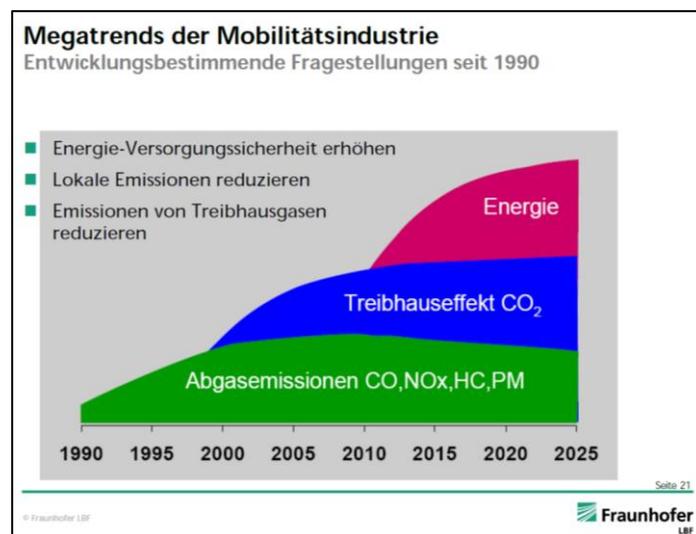


Abbildung 15 Entwicklungsbestimmende Fragestellungen

### 6.2.3 Fahrerassistenzsysteme

Trotz der sinkenden Unfallrate für LKW wird in der Forschung weiterhin kräftig in die Weiterentwicklung der Sicherheitssysteme investiert. Ein wesentlicher Grund hierfür ist der steigende Bedarf an Nutzfahrzeugen und die steigende Anzahl der Verkehrsteilnehmer. Bis zum Jahr 2025 wird in Europa ein Anstieg von 80 % in der Güterverkehrsleistung vorausgesagt. Als Gründe hierfür werden unter anderem, wie bereits erwähnt, die Globalisierung der Wirtschaft, die Produktion im Verbund oder die Veränderung der Güterstruktur genannt. Die Verkehrsinfrastruktur entwickelt sich nicht im selben Tempo wie die Anforderungen, wodurch sich ergibt, dass die Anstrengungen im Bereich Sicherheit der einzelnen Verkehrsteilnehmer noch größer werden müssen.

Sicherheit in Nutzfahrzeugen ist ein Thema mit äußerst hohem Stellenwert. Neben einer Menge passiver Maßnahmen, die immer auf dem aktuellsten Stand der Technik sind, wurden mittlerweile auch Sicherheitsmaßnahmen eingebaut, die aktiv in das Fahrverhalten des Lenkers eingreifen. Diese Fahrerassistenzsysteme haben bei Wirkungsanalysen großes Potenzial bewiesen.

Innovationen zur Unfallvermeidung sind Sicherheitsprogramme wie ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm), ACC (abstandsgeregelter Tempomat) und LGS (Spurassistent). Sie sorgen für die Fahrzeugsicherheit, welche ein äußerst wichtiger Bestandteil für den Erfolg im Wettbewerb und ein ebenso wichtiger Faktor für die Produktqualität ist.

Der Emergency Brake Assistant (EBA) der Firma MAN ist ein autonomer Notbremsassistent, der den Fahrer bei Hindernissen vor einer drohenden Kollision warnt sowie im Notfall selbsttätig eine Bremsung einleitet. Dies funktioniert unter anderem über einen Radarsensor, über den der Verkehrsraum vor dem Fahrzeug permanent überwacht wird.

Das Lane Guard System (LGS) überwacht das korrekte Einhalten der Fahrspur und sorgt somit speziell bei längeren, monotonen Fahrten auf Bundesstraßen und Autobahnen für eine erhöhte Sicherheit. Dabei werden von einer Kamera die Spurmarkierungen aufgezeichnet und ausgewertet. Wenn eine Abweichung von der Fahrspur erkannt wird, wird der Fahrer akustisch gewarnt.

Alle diese Technologien, welche sukzessive im Fahrzeug Einzug halten, bilden die Basis für das autonome Fahren. [12]

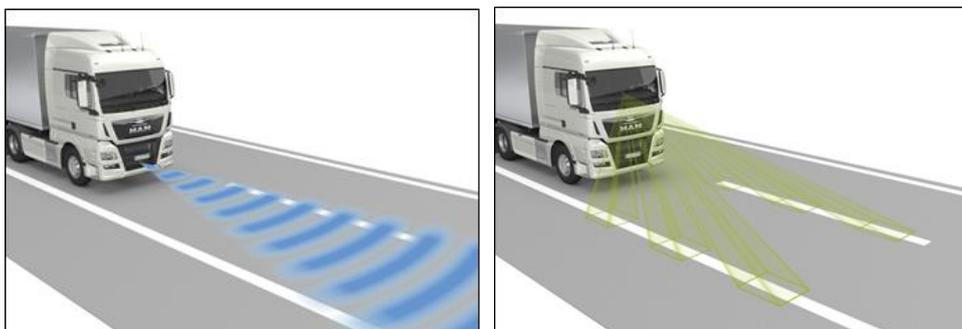


Abbildung 16 Funktionsweise EBA / LGS

Wie weit diese Sicherheitssysteme für ein Einsatzfahrzeug sinnvoll sind, wird die Reaktionsgeschwindigkeit, Serienverfügbarkeit und Varianz für heterogene Einsatzfahrten ergeben.

#### 6.2.4 Alternative Antriebe der Nutzfahrzeugindustrie

Wie bereits erwähnt, wird in Europa bis zum Jahr 2025 ein Anstieg von 80 % in der Güterverkehrsleistung vorausgesagt. Vorwiegend aufgrund der damit verbundenen großen Mengen an CO<sub>2</sub>-Emissionen und dem damit in Wechselwirkung stehenden Klimawandel sind die Entwicklung alternativer Antriebe unabdinglich.

Für die Elektrifizierung des LKW-Verkehrs gibt es eine Reihe von Argumenten. Im Vordergrund stehen Effizienzsteigerungen, Lärm- und Emissionsreduktionen, speziell für stark wachsende urbane Gebiete.

Wird der notwendige Strom aus regenerativen Quellen (Sonne, Wasserkraft, Biogas) erzeugt, können die LKW-Transporte, unabhängig von politischen Komplikationen in Förderländern, emissionsarm betrieben werden.

Als Beispiel für die Aktivitäten im Bereich der umweltfreundlichen und emissionslosen Nutzfahrzeuge zeigt ein Beitrag mit dem Titel „LKW am Highway“ ein mögliches Szenario, wie sich der Antrieb der Zukunft gestalten könnte. Das Konzept sieht vor, die Fahrzeuge so zu bauen, dass sie ihre Energie aus Oberleitungen beziehen. Diese Energie wird dann mit Hilfe von Transformatoren und bidirektionaler Gleichrichter von Drehstrom in Gleichstrom umgewandelt. Zusätzlich ist es durch einen Wechselrichter möglich, die beim Bremsen entstandene Energie zurück in die Oberleitung zu leiten.

Um Energie aus der Oberleitung beziehen zu können, wurde der Doppel-Stromabnehmer des E-Trucks neu entwickelt. Dieser muss, unabhängig von der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, zuverlässig an- und abbügeln, vorhandene Fahrdrähte automatisch erkennen und daran anbügeln und vor allem sofort abbügeln, sollte der Fahrer den Blinker betätigen oder einem anderen Fahrzeug ausweichen. Bei etlichen Testfahrten haben sich Konzept und Technik immer wieder bestens bewährt, die Testergebnisse sprechen für sich.



Abbildung 17 E-Truck mit Oberleitung

In der Praxis liegen die Vorteile in der einfachen und kostengünstigen Adaption des Straßennetzes sowie in der Erweiterung zum E-Highway. Bei der Konstruktion der Fahrzeuge kann man auf den Einbau von schweren Schaltgetrieben verzichten, wodurch Gewicht und Volumen des Fahrzeugs verringert werden. Zu guter Letzt kann Bremsenergie zurückgewonnen und mit anderen E-Trucks via Oberleitung Energie ausgetauscht werden. [13]

Neben den rein elektrischen Antrieben durch Oberleitungen oder Batterien spielen auch die Hybridantriebe, also eine Kombination aus konventionellem und alternativem Antrieb, eine wesentliche Rolle. Neben dem Reichweitenproblem bei Batterie-elektrischen Fahrzeugen hat der Diesel-elektrische Antrieb im Bereich der Effizienz einen

großen Vorteil im Vergleich zum konventionellen Antrieb. Stromgeneratoren werden voraussichtlich auch noch in den nächsten 20 Jahren mit Diesel-, Benzin- oder Flüssiggasmotoren angetrieben.

## 6.2.5 Autonomes Fahren

An 90 % aller Unfälle ist der Fahrer schuld, womit er den größten Risikofaktor im Verkehr darstellt. Im Hinblick auf die bereits diskutierte Zunahme des Verkehrsaufkommens in den nächsten Jahrzehnten gilt es, dieses Risiko weitestgehend zu mindern.

Mit den Systemen, die derzeit entwickelt werden, um Fahrzeuge selbständig fahren zu lassen, wird der Mensch am Steuer bald überflüssig sein. Der Autopilot kann selbständig beschleunigen, bremsen oder sogar Überholmanöver durchführen, während der Fahrer – nun nicht viel mehr als ein Passagier – sich im Fahrzeug über das Wetter informieren oder Musik hören kann. Von außen ist es nahezu unerkennbar, dass das Fahrzeug voller neuartiger Technik steckt.

Laut dem aktuellen Stand der Entwicklung wären Fahrzeuge schon dieser Tage dazu fähig, ohne Mitwirken eines Lenkers zu fahren. Dabei werden sämtliche, bereits vorhandene Fahrerassistenzsysteme gekoppelt, gemeinsam ausgewertet und das Fahrzeug geregelt. [14]



Abbildung 18 Sensorik des autonomen Fahrens

Wie weit dieses autonome Fahren Einfluss auf ein Einsatzfahrzeug nehmen wird, ist noch offen, doch es kann angenommen werden, dass zumindest einzelne Lösungen aus dem Thema der Sicherheitssysteme Einzug halten werden.

## 6.3 Aufbautechnologie

### 6.3.1 Leichtbau

Der Leichtbau gilt als einer der großen Technologietrends des 21. Jahrhunderts. Im allgemeinen Fahrzeugbau steht dabei die Reduktion der Fahrzeugmasse im Vordergrund. Sie ist der wesentliche Stellhebel auf dem Weg, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch zu reduzieren. In Bezug auf die feuerwehrtechnische Aufbautechnologie steht im Vordergrund, die Aufbaumasse zu reduzieren, um bei gleichbleibender Gesamtfahrzeugmasse die maximale Beladung zu erhöhen.

Unter Leichtbau versteht man ein umfassendes Konstruktionsprinzip, welches klassisch in unterschiedliche Leichtbaustrategien aufgeteilt wird. [15]

- **Bedingungsleichtbau:** Gewichtseinsparung durch genaue Analyse der auftretenden Einsatzbedingungen und der Zuverlässigkeit der Gesamtkonstruktion.
- **Konzeptleichtbau:** Gewichtseinsparung beim Gesamtsystem durch systematische Betrachtung geeigneter Strukturbauteile, einzelner Komponenten und Module und deren optimaler Anpassung an das Gesamt- bzw. Teilsystem.
- **Stoffleichtbau:** Austausch des ursprünglichen Werkstoffs durch einen anderen Werkstoff mit besseren gewichtsspezifischen Eigenschaften.
- **Formleichtbau:** Anpassung der Werkstoffverteilung in der Tragstruktur. Durch gezielte Adaption der Werkstückmassen an die Belastungssituation werden Bereiche höherer Belastung verstärkt, während in gering ausgenutzten Bereichen Blechdicken oder Wandstärken reduziert werden.
- **Fertigungsleichtbau:** Gewichtseinsparungspotenziale durch Herstellungs-, Fertigungs- und Montageprozesse. Allerdings kann der Fertigungsleichtbau selten isoliert betrachtet werden, da dieser mit den beiden Leichtbaustrategien Stoff- und Formleichtbau sehr eng verknüpft ist.

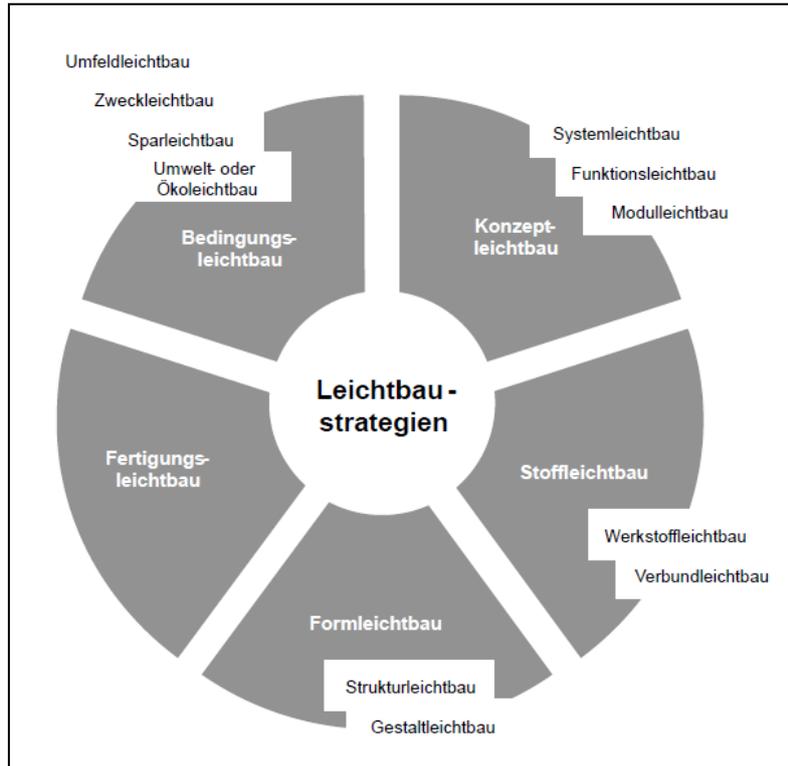


Abbildung 19 Leichtbaustrategien im Überblick

Nicht alle Leichtbaustrategien finden im Bereich des feuerwehrtechnischen Aufbaus gleichermaßen Anwendung. Die relevantesten Leichtbaustrategien stellen der Stoffleichtbau, der Formenleichtbau und der Fertigungsleichtbau dar.

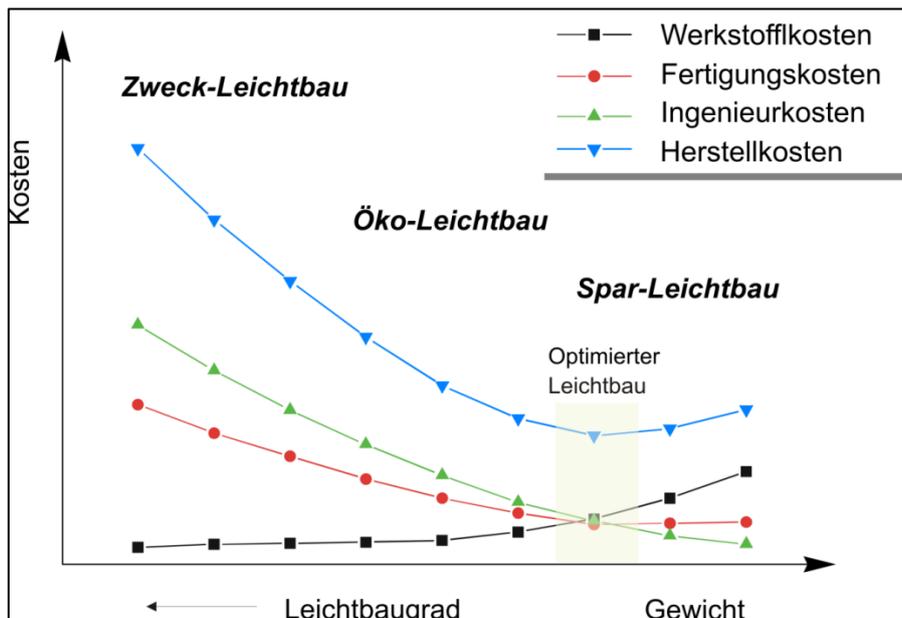


Abbildung 20 Zielkonflikt Leichtbaugrad / Kosten

Wie in Abbildung 20 erkennbar, nehmen mit zunehmendem Leichtbaugrad (abnehmendem Gewicht) auch die Kosten der Konstruktion zu. Hierbei liegt es in der Kunst des Entwicklers, den idealen Leichtbaugrad in Bezug auf das Produkt zu wählen.

### 6.3.2 Materialentwicklung

Neben den klassischen Leichtbauwerkstoffen wie Aluminium, welches auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird, etablieren sich zunehmend weitere Materialien als Leichtbauwerkstoffe. Wesentliche Trends lassen sich dabei im Bereich der höherfesten Stähle und der Faserverbundwerkstoffe beobachten. Stahl entwickelt sich vom klassischen Konstruktionswerkstoff hin zum Leichtbauwerkstoff infolge der Weiterentwicklung der höchstfesten Stähle. Auch Kunststoffe finden als Konstruktionswerkstoffe im Maschinenbau immer mehr Beachtung, da sie sich für viele Anwendungszwecke „maßschneidern“ lassen. Dies wird auch durch die Expertenbefragung bestätigt, die dem Kunststoff langfristig eine hohe Bedeutung für den Leichtbau zusprechen.

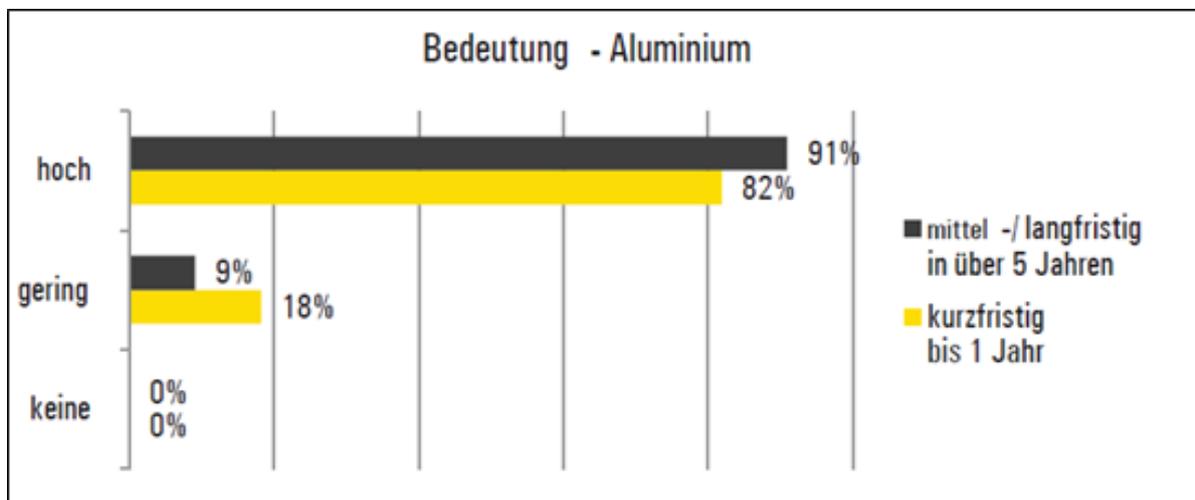


Abbildung 21 Bedeutung Aluminium als Leichtbauwerkstoff

Wie bereits erwähnt, stellt Aluminium den klassischen Leichtbauwerkstoff dar. Durch den Einsatz verschiedenster Legierungstypen kann ein großes Spektrum an technologischen und mechanischen Eigenschaften erreicht werden. Die Festigkeit des reinen Aluminiums liegt bei 49 MPa, durch entsprechende Legierungsbestandteile kann die Festigkeit einer Al-Legierung bis zu 700 MPa erreichen. Die niedrige Dichte mit 2,7 g/cm<sup>3</sup>, die hohe Zähigkeit und die gute Verformbarkeit zählen zu den wichtigsten Eigenschaften der Al-Legierungen. Wie in Abbildung 21 ersichtlich, werden die Aluminiumwerkstoffe auch in Zukunft eine zentrale Rolle im Leichtbau spielen. [16]

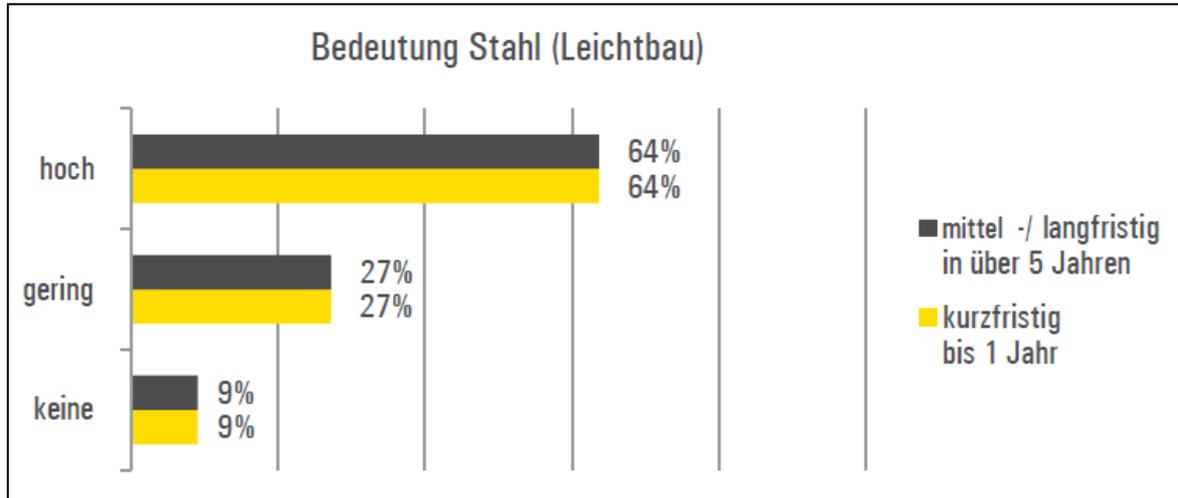


Abbildung 22 Bedeutung Stahl als Leichtbauwerkstoff

Die Stahlindustrie in Kooperation mit Forschungsinstitutionen arbeitet seit langem an der Entwicklung von höherfesten Stählen mit noch mehr Leistungspotenzial. Angestrebt wird eine Erhöhung der Festigkeitseigenschaften, um die tragenden Querschnitte und damit die Masse eines Bauteils zu reduzieren und somit den Werkstoffeinsatz zu minimieren. Stahl ist aufgrund seiner technologischen und mechanischen Eigenschaften sehr vielseitig einsetzbar. In der Entwicklung höherfester Stähle gilt es, die Festigkeitseigenschaften ohne den Verlust großer Bruchdehnung zu steigern. Das wird einerseits durch den TRIP-Effekt (Transformation Induced Placity) erreicht, wodurch die Verfestigung durch Umwandlung von Austenit in Martensit entsteht, andererseits durch den TWIP-Effekt (TWinning Induced Plasticity), wodurch das Verfestigungspotenzial aus der verformungsinduzierten Zwillingsbildung resultiert (Abbildung 23).

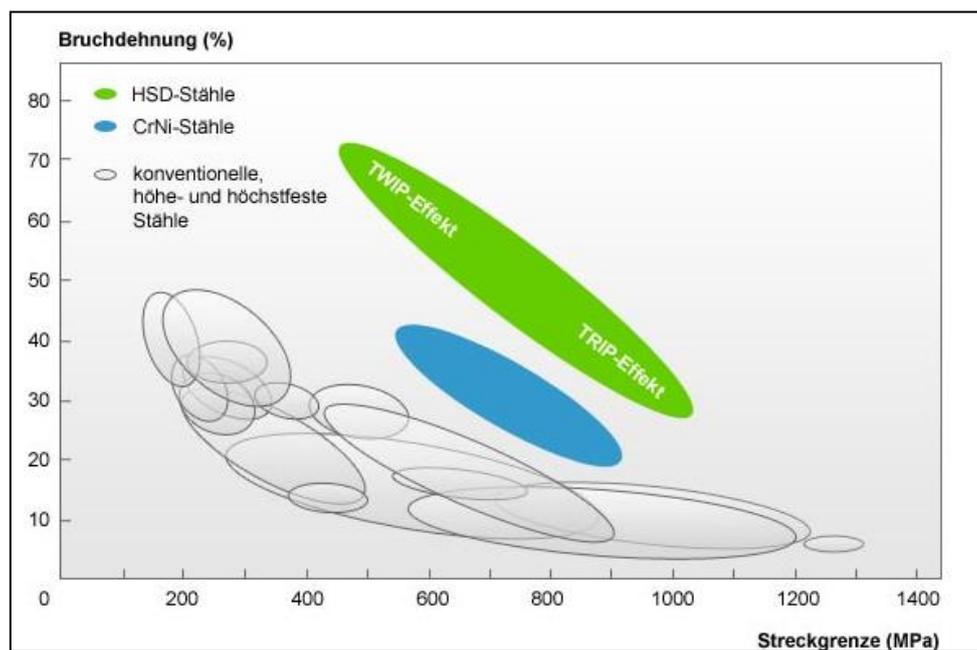


Abbildung 23 Eigenschaften höchstfester Stähle

Um das Leichtbaupotential des Stahls mit einer Dichte von ca.  $7,85 \text{ g/cm}^3$  nutzen zu können, müssen die hohen Festigkeiten des Werkstoffs voll ausgenutzt werden. Im Bereich höchstfester Stähle können dann Zugfestigkeiten bis 2.000 MPa erreicht werden. An dieser Stelle treten die Technologien rund um den Bereich Simulation und Bauteiloptimierung wesentlich in Erscheinung, da nur unter Zuhilfenahme numerischer Berechnungsmethoden eine belastungsgerechte Auslegung erfolgen kann. Neben der beanspruchungsgerechten Auslegung spielen dabei auch die werkstoffgerechte Formgebung und Verarbeitung eine große Rolle.

Insbesondere für Leichtbauanwendungen spielen faserverstärkte Kunststoffe eine zunehmend bedeutendere Rolle (siehe Abbildung 24 und Abbildung 25). Diese Verbundwerkstoffe vereinen die positiven Eigenschaften beider Werkstoffe: der verstärkenden Fasern und der einbettenden Matrix. Sie zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit in Faserrichtung aus, was durch die spezifische Festigkeit der Faser erreicht wird. Ein Werkstoff in Faserform hat in Faserrichtung eine vielfach größere Festigkeit als ein identisches Material in anderer Form. Je dünner die Faser, umso größer ist die Festigkeit. Als Verstärkungsfaser werden beispielsweise Kohlenstofffasern (CFK) oder Glasfasern (GFK) verwendet.

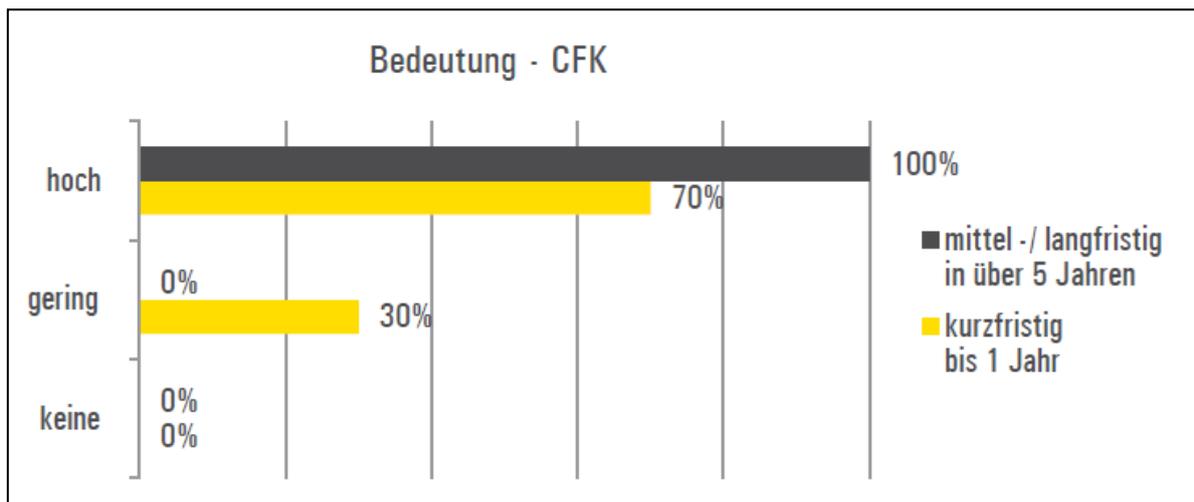


Abbildung 24 Bedeutung CFK als Leichtbauwerkstoff

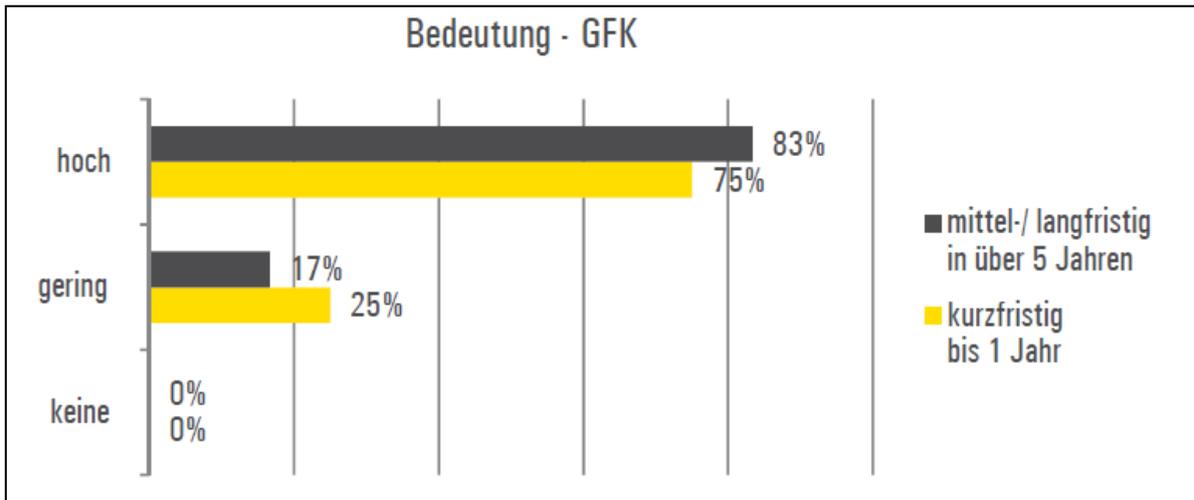


Abbildung 25 Bedeutung GFK als Leichtbauwerkstoff

Die hochfeste Kohlenstofffaser ermöglicht die Herstellung steifer und extrem leichter Bauteile. Der kohlenstofffaserverstärkte Kunststoff (CFK) wird meist dann eingesetzt, wenn extreme Leichtbauanforderungen die hohen Kosten rechtfertigen. Die Dichte im Faserverbund beträgt etwa 1,6 g/cm<sup>3</sup>. Experten sehen bereits mittelfristig eine sehr hohe Bedeutung von CFK.

Glasfasern sind deutlich preisgünstiger als Kohlenstofffasern, besitzen eine Dichte von circa 2 – 27 g/cm<sup>3</sup> im Faserverbund und erreichen eine geringere Festigkeit. Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) werden für weniger gewichtskritische Bauteile eingesetzt, wie etwa im Rumpf von Sportsegelbooten. Ihre Bedeutung für den Leichtbau ist nach Expertenansicht ebenfalls hoch und wird weiter steigen.

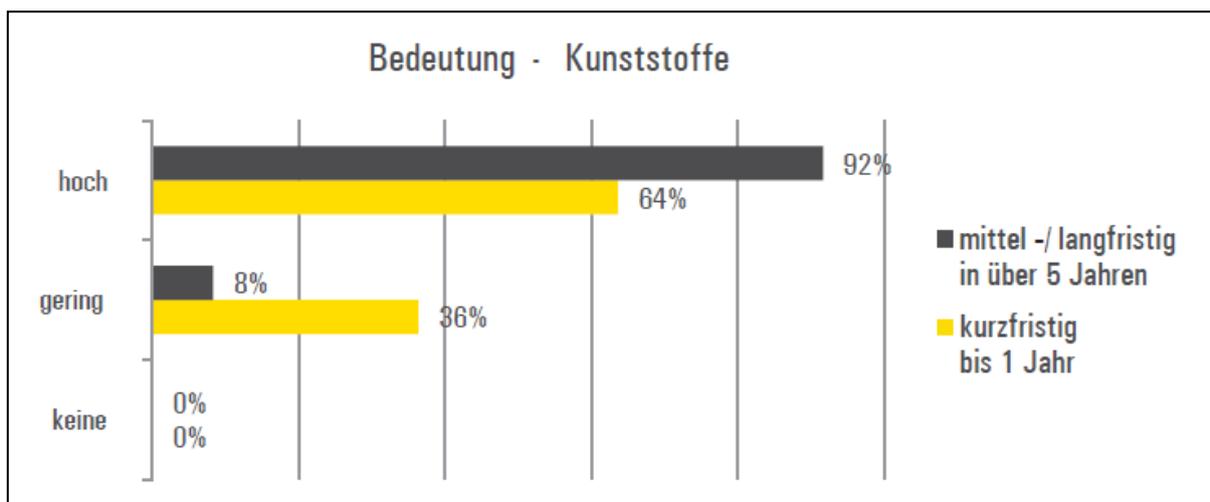


Abbildung 26 Bedeutung Kunststoff als Leichtbauwerkstoff

Die größten Vorteile gegenüber den Metallen sind die Gewichtsersparnis, die gute Schwingungsdämpfung und die einfachere Bearbeitbarkeit. Die vielfältigen Kunststoffverarbeitungsverfahren ermöglichen beispielsweise auch die Hybridtechnik, die

Kombination mehrerer Werkstoffe in einem Konstruktionselement und damit die Umsetzung spezieller Anforderungsprofile. Während ein einzelner Werkstoff oftmals zu Kompromissen zwingt, können Hybridstrukturen Nachteile einzelner Werkstoffe aufheben und die Vorteile summieren.

Alle oben genannten Leichtbauwerkstoffe unterscheiden sich stark in ihren technologischen Eigenschaften. Allerdings kann man zusammenfassend sagen, dass sich der feuerwehrtechnische Aufbau im Hinblick auf Leichtbau zu Multimaterialkonzepten weiterentwickeln wird.

### 6.3.3 Bionik

Der Begriff der Bionik ist ein Kunstwort aus Biologie und Technik, sie wird auch die Leittechnologie des 21. Jahrhunderts genannt. Man versucht, auf Basis der Natur neue Lösungsansätze für neue Technologien zu finden. In der Technik zeugen bereits marktgängige Produkte von dem Nutzen der bionischen Vorgehensweise. Vor allem im Bereich des Formenleichtbaus kann durch die Optimierung der Geometrie entsprechend des Kraftflusses Material gespart werden. Leichtbauweisen und der ressourcenschonende Einsatz von Baumaterial spielen in der Natur eine große Rolle, wie ein Auszug aus unzähligen Beispiele zeigen soll: [17]

- **Materialersparnis durch Hohlräume**

Dabei liegt die Strategie darauf, Material an Stellen geringerer Belastung zu entfernen und Stellen höherer Beanspruchung gezielt zu verstärken. Sandwich-Konstruktionen bestehen aus zwei dichten äußeren Schichten und einer weniger dichten Mittelschicht, die oft mit zellularem Material gefüllt ist.

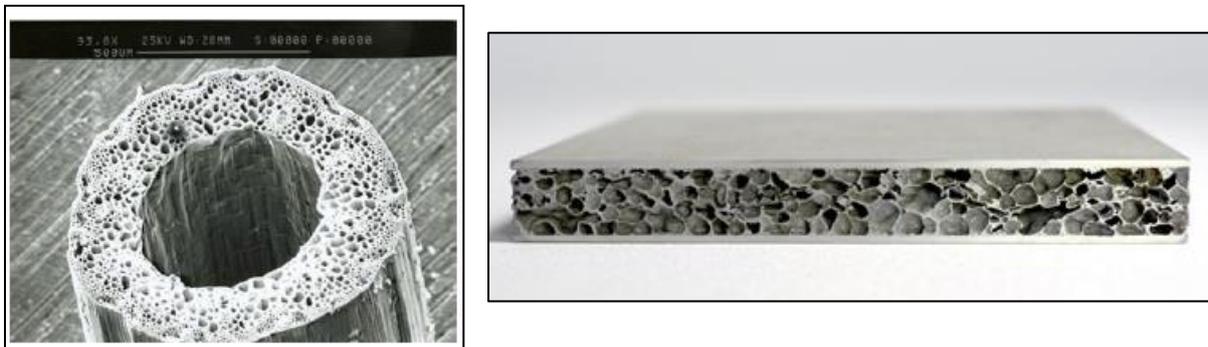


Abbildung 27 Vergleich Sandwichelemente; links: Grasstängel, rechts: Sandwichelement (Fa. Havel Metal Foam)

- **Organische Fasern und Faserverbunde**

Leichtbaukonstruktionen erfordern neben geeigneter Architektur auch möglichst leichte Grundkomponenten. In biologischen Materialien bieten sich dafür vor allem organische Faserverbunde an. Beispiele sind Haut, Haare, Sehnen oder Pflanzenzellwände. Sie bestehen aus longitudinal-steifen, organischen Fasern, die in eine weichere, ebenfalls organische Matrix eingebettet sind.

- **Hierarchischer Aufbau**

Viele natürliche Werkstoffe weisen ausgeprägte Strukturen aus mehreren verschiedenen Längenskalen auf, weshalb sie auch als „hierarchisch aufgebaut“ bezeichnet werden. Markante Beispiele sind Holz, Knochen oder Sehnen. Typischerweise folgen Hierarchieebenen mit sehr unterschiedlicher Architektur aufeinander und ergeben zusammen einen hierarchischen Verbund, der im Allgemeinen ein hoch komplexes Spektrum von funktionellen Anforderungen erfüllt. [17]

Diese Erkenntnisse werden Werkstoffanwendungen im Feuerwehrfahrzeug prägen, den Leichtbau forcieren und Oberflächeneigenschaften deutlich verbessern.

## **6.4 Lichttechnik**

### **6.4.1 LED (Light Emitting Diode)**

EU-weit wird aktuell von Glühbirnen auf alternative Leuchtmittel umgestellt. Dabei spielen Leuchtdioden (kurz LED von der deutschen Bezeichnung Licht-emittierende Diode) eine wesentliche Rolle. Auch außerhalb privater Bereiche werden LED aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften eingesetzt. Beispielsweise werden großflächig Straßenbeleuchtungen auf LED-Technologie umgestellt. Der Vorteil der LED-Lampen ist, dass sie aufgrund erhöhter Lebensdauer deutlich seltener ersetzt werden müssen. Neben der Langlebigkeit haben sie weitere Vorteile wie verbesserte Farbwiedergabe und Energieeffizienz. Gesteuert werden LED mit Hilfe eines Vorschaltgeräts, welches die Helligkeit des Leuchtmittels automatisch an die vorherrschende Tageszeit anpasst. [18]

Allerdings weisen LEDs nicht nur Vorteile auf. Man benötigt bereits oben erwähntes Vorschaltgerät, welches den Wechselstrom aus dem Netz in Gleichstrom umwandelt, aber den Vorteil der Kompaktheit von LED-Leuchtmittel reduziert.

### **6.4.2 OLED (Organic Light Emitting Diode)**

Die hohe Effizienz der organischen Leuchtdioden (OLED) wurde unter anderem durch ihr spezielles Design und der speziell angefertigten elektrischen Kontakte erreicht. Eine der größeren Herausforderung in der Produktion der OLED ist der Schutz der empfindlichen Leuchtschicht vor Sauerstoff und Feuchtigkeit. [19]

OLEDs wird das Potenzial nachgesagt, die gesamte Hausbeleuchtung zu revolutionieren. Mit 40 lm/W liegt die Effizienz der zweiten Generation bereits über der einer Halogenlampe. Die wesentlichen Nachteile der OLED liegen derzeit noch im Preis sowie in der Lebensdauer, beschränkt auf ca. 5.000 Stunden. Die Tendenz der Lebensdauer ist mit zunehmender Entwicklung steigend, das heißt, man kann in den nächsten Jahren eine Erhöhung der Lebensdauer auf bis zu 40.000 Stunden bis 2018 erwarten. Ein maßgeblicher Vorteil der OLED ist, dass sich aus ihnen biegsame Leuchtflächen herstellen lassen (Abbildung 28). Bis die Vision von leuchtenden Vorhängen Wirklichkeit wird, müssen die Hersteller vor allem einen Weg finden, die Produkte preiswert in Serie produzieren zu können. Es wird also in den nächsten Jahren im Bereich OLED noch mit weiteren Entwicklungen zu rechnen sein. [20]



Abbildung 28 OLED als biegsame Struktur

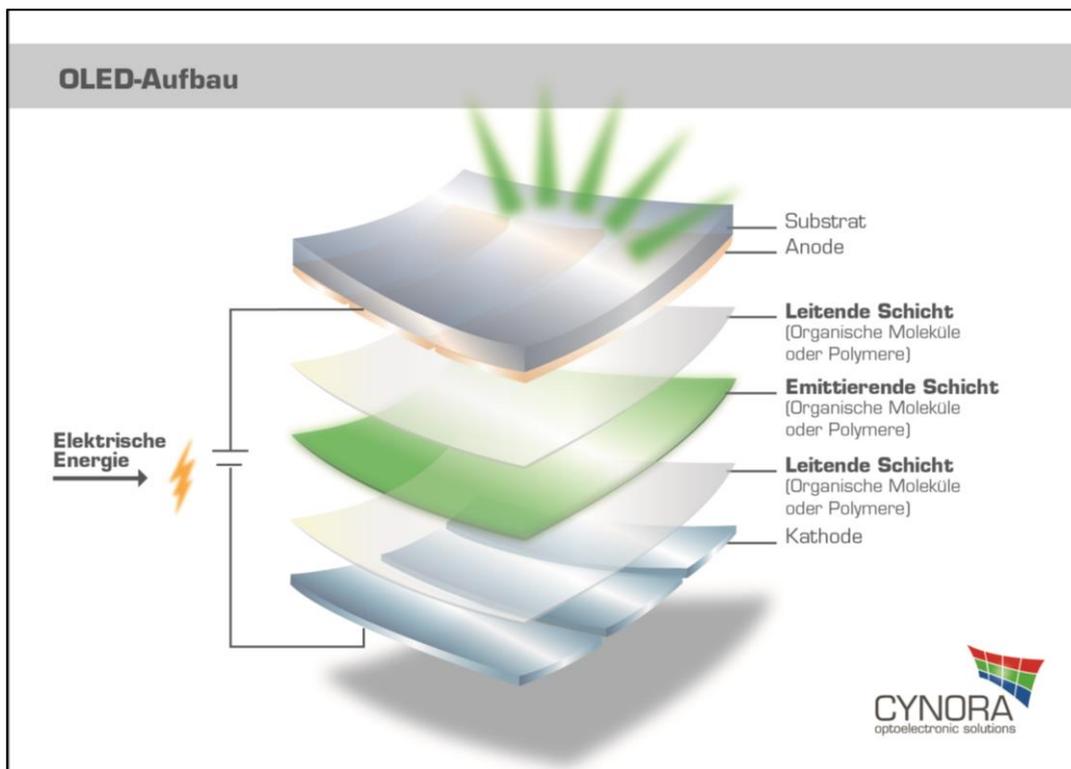


Abbildung 29 Aufbau OLED

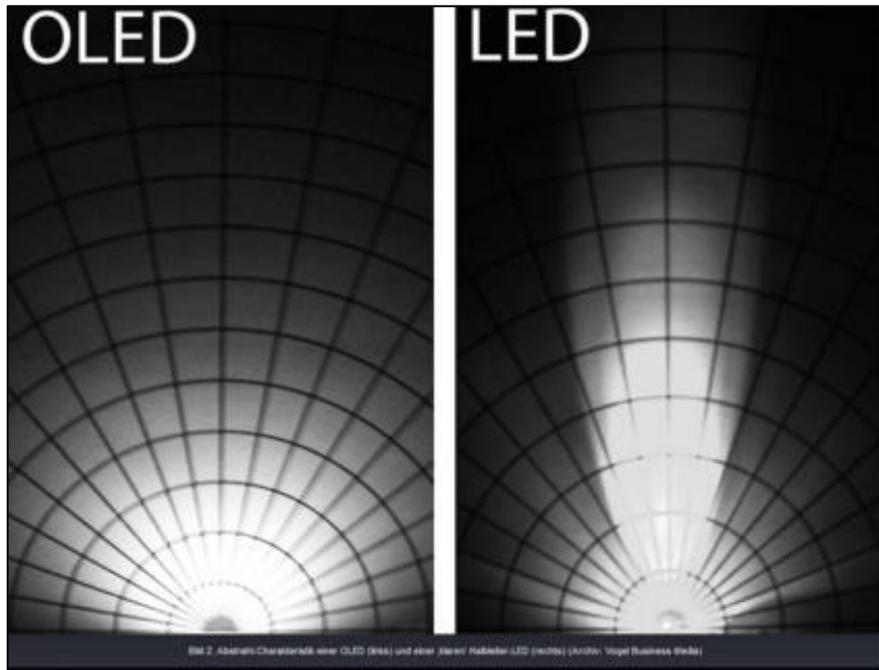


Abbildung 30 Abstrahlcharakteristik OLED / LED

In Abbildung 30 ist die ausgezeichnete Abstrahlcharakteristik einer OLED im Vergleich zu einer herkömmlichen LED dargestellt.

### 6.4.3 Leuchtmittel im Vergleich

Die klassische Glühlampe scheint am Ende ihres Lebenszyklus angelangt zu sein – aber welche Alternativen sind zukünftig erhältlich? Im Wesentlichen stehen derzeit folgende Leuchtmittel am Markt zur Verfügung: Kompaktleuchtstoffröhren, LED, OLED, Glühlampe und Halogenlampe.

Die Effizienz und weitere Fakten wie Lebensdauer sprechen für die LED. Diese hat einen relativ hohen Preis, was einen bedeutenden Nachteil darstellt. Allerdings sinken die Preise der LED nach und nach und werden in Bezug auf Kosten mittelfristig mit den üblichen Leuchtmitteln konkurrieren können.

## 6.5 Elektrik – Elektronik

### 6.5.1 Touch-Bedienung



Abbildung 31 Audi A8 Touch-Bedienung

Im Audi A8 befindet sich neben dem Schalthebel eine Touch-Bedienung, auf der man Schriftzeichen mit dem Finger erstellen kann. So wird auch die Bedienung der Navigation vereinfacht. [21]

### 6.5.2 Lenkrad 2.0 mit aktiver Rückmeldung

Auch das Lenkrad wird in Zukunft multifunktional sein. Um aktive Rückmeldung geben zu können, wurden von einem Ingenieur der Firma AT&T 20 Aktuatoren in ein Lenkrad integriert, die unterschiedliche Vibrationsmuster erzeugen und dem Fahrer aktiv Feedback geben. [21]

### 6.5.3 Head-Up Display

Das Head-Up Display wird vermehrt zur Unterstützung für den Fahrer eingesetzt. Das Display projiziert alle relevanten Informationen, wie die Fahrtrichtungspfeile, auf die Windschutzscheibe. Die Informationen werden so angezeigt, dass der Fahrer den Blick nicht von der Straße wenden muss. [22]

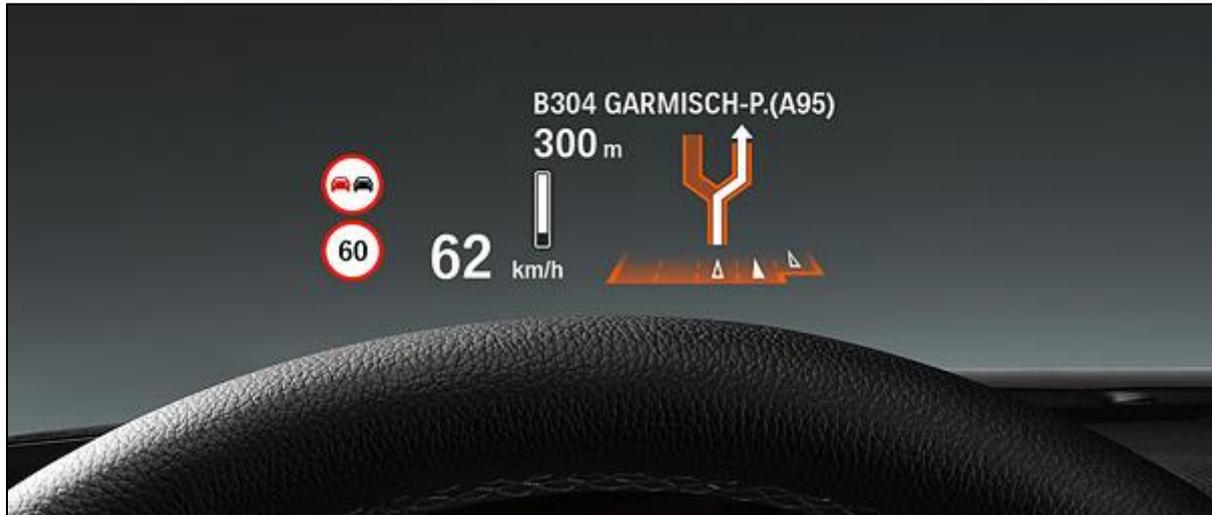


Abbildung 32 BMW Head-Up Display im BMW 5er Gran Turismo

#### 6.5.4 Car2Car – Car2Infra

Unter Car2Car-Kommunikation versteht man die Vernetzung und den Austausch von Informationen zwischen Fahrzeugen. Zukünftig sollen Verkehrsteilnehmer beispielsweise frühzeitig vor gefährlichen Situationen gewarnt werden, im Extremfall kann die Fahrzeugelektronik dabei selbständig Brems- bzw. Ausweichmanöver ausführen und dadurch Unfälle vermeiden. Kommt beispielsweise ein Fahrzeug an einer nicht einsehbaren Stelle (hinter einer Kurve, Kuppe, ...) ungeplant zum Stehen, so könnte durch die Car2Car-Kommunikation diese Information an die nachfolgenden Verkehrsteilnehmer gesendet werden und das Fahrzeug kann schon abbremsen, noch bevor der Fahrer die Gefahrensituation mit freiem Auge erkennen kann. [23]

Auch für Pannenhilfe kann das System eingesetzt werden. Ist beispielsweise die Motortemperatur zu hoch oder der Öldruck bei voller Drehzahl zu gering, kann die Information schon mit Koordinaten, Fahrzeugtyp und Besitzer vom Fahrzeug an den Pannendienst weitergeleitet werden. [24]

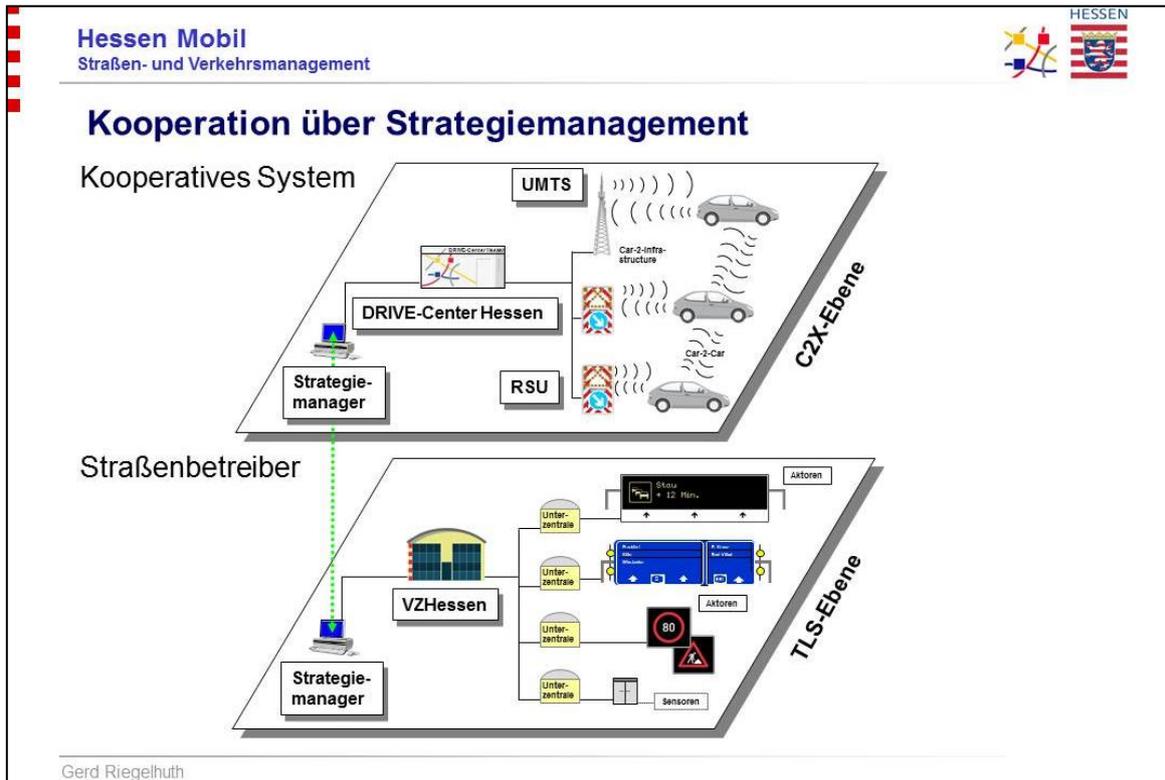


Abbildung 33 Kooperation über Strategiemangement

## 6.6 Datenverarbeitung - Big Data

Big Data ist ein Begriff, der bereits den Beginn des 21. Jahrhunderts prägt. So ist die zunehmend wachsende Datenverfügbarkeit (Internet, Mobiltelefone, Kameras, Chipkarten, Haussysteme, RFID oder Internet der Dinge, Autokommunikation, ...) ausschlaggebend für sich rasch verändernde Prozesse und Systeme. Als problematisch erweist sich dabei die Erfassung, Speicherung, Suche, Verteilung, Analyse und Visualisierung dieser großen Datenmengen. [25] Dies wird auch viele Bereiche im Feuerwehrumfeld beeinflussen.



Abbildung 34 Big Data

## 7 Lebenszyklen – Produktzyklen

Die Produktlebenszyklen der meisten Produkte verkürzen sich mehr und mehr, Innovationen und Weiterentwicklungen werden aufgrund vieler Bedingungen, unter anderem von Konsumenten, stetig gefordert.

### 7.1 Ersatzteile

Gleichermaßen nimmt auch die Vielfalt und Komplexität von Ersatzteilen rasant zu und sowohl die hohe Bauteilvielfalt als auch die Erwartungen an eine ununterbrochene Teileverfügbarkeit über einen langen Zeitraum stellen große Herausforderungen für Hersteller und Servicebetriebe dar. Die Lagerhaltung von Ersatzteilen ist aufgrund der sich gegenläufig entwickelnden Lagerkosten jedoch keine sinnvolle Alternative. Bei einer weiteren Senkung der Produktlebenszyklen würde sich das entsprechend in einer Erhöhung der Ersatzteilpreise auswirken.



Abbildung 35 3D-Drucker EVOlizer (EVOtech GmbH)

Eine interessante Entwicklung zeigt sich derzeit am Sektor der Eigenproduktion von Bauteilen mittels 3D-Drucker (Abbildung 35). Die Eigenschaften und Anforderungen sind vielfältig und können derzeit noch nicht vollständig mit diesen Verfahren abgedeckt werden. Doch die Weiterentwicklung dieser Verfahren verspricht einiges für die Zukunft.

## 7.2 Wartung und Service

Wartung und Service erhalten bei kostenintensiven Produkten laut Umfragen eine immer größere Bedeutung. So sind aufgrund der Rohstoffverfügbarkeitsentwicklungen längere Nutzungszeiträume und gezielte, überschaubare Wartungseinheiten (Steuerblöcke, modulare Elektronik, modulare Antriebseinheiten, ...) die Folge.

## 7.3 Gegenentwicklung Lebenszyklus Feuerwehrfahrzeug

Die Kommunen stehen in dem permanenten Forderungsfeld, mehr an infrastrukturellen Leistungen bei teilweise geringeren finanziellen Spielräumen zu bringen. In Anbetracht dieses finanziellen Aspekts werden von den Fahrzeugen im Feuerwehrbereich Einsatzzeiten von bis zu 30 Jahren gefordert.

Die Frage nach der Ersatzteilverfügbarkeit über diesen langen Zeitraum drängt sich auf. Eine mögliche Antwort sind die oben beschriebenen 3D-Drucker.

## 8 Robotik

### 8.1 Drohnen, UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Unbemannte Flugobjekte (UAV, umgangssprachlich auch Drohnen genannt) sind Flugzeuge, die ohne einen Piloten an Bord entweder autonom (von einem Computer) oder von einer Person am Boden mittels Fernsteuerung gelenkt werden. Drohnen gibt es in verschiedensten Größen und Ausführungen und sie werden für die unterschiedlichsten Aufgaben eingesetzt. Waren sie bis vor wenigen Jahren vor allem noch als hochtechnisches, aber auch nicht unumstrittenes Mittel in der modernen Kriegsführung (Aufklärung, Spionage, bewaffnete Drohnenangriffe aus sicherer Entfernung) in den Medien, so kommen seit einigen Jahren immer mehr Drohnen auch für den zivilen Sektor bis hin zum Privatgebrauch auf den Markt, die sogar von Kindern mit ihren Smartphones gesteuert werden können. [26]



Abbildung 36

CAMCOPTER® S-100 während einer Flugvorführung auf der Le Bourget Paris Air Show (links)

CAMCOPTER® S-100 bei der Kontrolle von Hochspannungsleitungen in Auckland, Neuseeland (rechts)

Während Drohnen im Militärbereich teilweise mehrere Stunden bis sogar einige Tage ohne aufzutanken in der Luft verbringen können, reicht die Akku-Leistung bei zivilen Drohnen meist weniger als eine Stunde, was in den meisten Fällen jedoch ausreichend ist. Drohnen sind meistens mit Kamerasystemen ausgestattet, mit denen sie aus der Vogelperspektive die Umgebung filmen beziehungsweise fotografieren können und gleichzeitig die Daten an einen Rechner am Boden schicken. Je nach Bedarf kann man sie aber auch mit anderen Messgeräten zur Messung von Schadstoffen, Infrarot-Kameras, etc. ausstatten. Diese Art der Überwachung aus der Luft wird mittlerweile vielseitig eingesetzt, beispielsweise zur Beobachtung und Kontrolle von Pipelines oder der Straßenverkehrslage, bei Großveranstaltungen (Crowd Control), zur Verbrechensbekämpfung, zur Dokumentation von Wildtierbeständen, zur Baustellenüberwachung oder Landschaftsbewässerung. [27]



**Abbildung 37** Luftaufnahmen von Drohnen

Auch im Feuerwehrsektor setzt man immer mehr auf die Einsatzmöglichkeiten von Drohnen, wie z.B. bei Waldbränden, Großschadensereignissen, Unfällen mit gefährlichen Stoffen oder bei Suchaktionen. Der Einsatzleiter kann sich mit den Bildern aus der Luft einen guten Gesamtüberblick über das Ausmaß der Ereignisse verschaffen, rascher die richtigen Entscheidungen treffen und Einsatzbefehle geben.

Im Zusammenhang mit Drohnen wird immer auch das Thema Datenschutz und Sicherheit genannt. Während in Bezug auf den Datenschutz in den USA andere Regelungen gelten, gibt es beispielsweise in Deutschland Gesetze, die Einsatz/Verwendung von Drohnen regeln. So dürfen in Deutschland Drohnen bis zu einer gewissen Gewichtsklasse (theoretisch) nur mit einer Genehmigung und nur unter Sichtkontakt von einer Person am Boden gelenkt werden und dürfen nicht eigenständig (z.B. entlang einer vorgegebenen Route) fliegen. [28]

### **Beispiele für Drohnen:**

Die hier angeführten Drohnen erreichen eine Flugdauer von ca. 30 – 90 Minuten und halten Windstärken von bis zu 65 km/h stand. [29]



Abbildung 38 Drohnen Microdrones/Aeryon Labs

## 8.2 Robotik

### 8.2.1 Feuerwehrroboter

Feuerwehrleute sind heutzutage hervorragend ausgestattet und durch widerstandsfähige Sicherheitsbekleidung vor Feuer und großer Hitze geschützt. Jedoch gibt es immer wieder Situationen, in denen keine noch so gute Ausrüstung und Bekleidung das Wohl der Einsatzkräfte garantieren kann, wie beispielsweise bei Einsturz-, Explosions- oder Kontaminationsgefahr.

In solchen Situationen kann beispielsweise ein ferngesteuertes Fahrzeug oder ein Roboter eingesetzt werden. Dieses/r dringt – gesteuert von einem Feuerwehrmann aus sicherer Entfernung - zum Beispiel in das Gefahrengebiet vor und macht dort Aufnahmen von der Einsatzstelle, nimmt Proben, führt Messungen durch, löscht Brände, rettet Personen aus dem Gefahrenbereich und ähnliches.

Bis jetzt gibt es nur sehr wenige Feuerwehren, die über Robotersysteme für den Feuerwehreinsatz verfügen (z.B. Werkfeuerwehr des Chemie-Unternehmens BASF). Grund dafür sind in erster Linie die hohen Investitionskosten sowie die Tatsache, dass Robotersysteme nach derzeitigem Erkenntnisstand eher nur von Spezial-, Berufs- oder Stützpunktfeuerwehren sinnvoll eingesetzt werden können.



Abbildung 39 Entschärfungsroboter iRobot



Abbildung 40 Feuerwehroboter Fa. Taurob

### LUF – Löschunterstützungsfahrzeug



Abbildung 41 Löschunterstützungsfahrzeug LUF 60 der Fa. Rechner

### Diverse Löschroboter



Abbildung 42 Feuerwehroboter Fa. Taurob

## 8.2.2 Lastenträger

Um Feuerwehreinsätze erfolgreich durchführen zu können, sind neben den ausgebildeten Feuerwehrleuten und deren Fähigkeiten auch die unterschiedlichsten Gerätschaften und Hilfsmittel notwendig. Diese sind oftmals schwer zu tragen und bedürfen einer Menge „Manpower“, um sie vom Feuerwehrfahrzeug an die gewünschte Einsatzstelle zu tragen. Gerade im unwegsamen Gelände (Berge, Waldbrände, ...) und bei langen Wegstrecken kann es rasch zur Erschöpfung kommen, noch bevor die Einsatzkräfte überhaupt die Einsatzstelle erreicht haben.

### Autonome Lastenträger

Autonome, geländegängige Fahrzeuge oder mehrbeinige Roboter, wie der Big Dog von Boston Dynamics, könnten zukünftig als Lastenträger fungieren und den Einsatzkräften ihr Equipment quasi „hinterhertragen“.



Abbildung 43 Autonomer, geländegängiger Transporter Grizzly

Der „Grizzly“ der Firma Clearpath Robotics erreicht eine Spitzengeschwindigkeit von ca. 20 km/h und kann Lasten von bis zu 600 kg befördern. [30]

Der „Big Dog“ der Firma Boston Dynamics, der für das US-Militär als „Pack-Esel“ entwickelt wurde, hat ein Eigengewicht von ca. 110 kg hat und könnte Lasten mit bis zu 150 kg auf seinem „Rücken“ transportieren. [31]

### Exoskelette als Kraftunterstützung

Eine andere Möglichkeit, die Einsatzkräfte körperlich zu entlasten, welche jedoch noch nicht so bald zum flächendeckenden Einsatz kommen wird, bieten spezielle „Anzüge“, sogenannte „Exoskeletons“ bzw. zu Deutsch Exoskelette. Diese „Anzüge“, die von Personen getragen werden, unterstützen durch elektrischen bzw. hydraulischen Antrieb den Bewegungsablauf von Beinen und Händen und entlasten dadurch die Gelenke und Muskeln des Trägers. Damit ist es, unter anderem, möglich, größere Lasten ohne körperliche Anstrengungen zu tragen bzw. zu bewegen. [32]

Zurzeit gibt es eine Reihe von Entwicklern, die an Exoskeletten arbeiten, die meisten von ihnen sind im militärischen, einige aber auch im medizinischen Bereich angesiedelt.

## **9 Infrastruktur**

### **9.1 Verkehrswege**

In den durch Zuwanderung immer größer werdenden Städten darf man vor allem eines nicht außer Acht lassen: das Verkehrssystem. Laut einer Umfrage von Siemens unter mehr als 500 BürgermeisterInnen und anderen Experten ist die Verkehrsinfrastruktur der bei weitem wichtigste Punkt, um als Zuwanderungsort attraktiv zu bleiben. Laut Experten sollte man das Straßennetz nicht weiter ausbauen, sondern eher das bereits vorhandene besser nutzen, da es billiger und ökologisch sinnvoller ist.

Der Straßen- und im speziellen der Güterverkehr soll laut Prognosen (gegenüber 2005 - Prognosen im Auftrag des BMVBS) bis 2050 um 116 % steigen. Diese mehr als Verdoppelung ausschließlich des Güterverkehrs wird die Feuerwehren speziell in den städtischen Bereichen vor eine besondere Herausforderung stellen.

### **9.2 Stromnetze**

Strom hat eine große Bedeutung in hoch entwickelten Ländern. Der zunehmende Verbrauch hat auch immer mehr Quellen und unterschiedliche Verteilungssysteme. Unter Quellen versteht man den Ort der Energieproduktion. Große Mengen werden bereits individuell auf Hausdächern produziert. Auch die dezentrale Produktion nimmt zu und somit auch die Alternativen des Stromtransportes (Stromautobahnen bis zu 800.000 V). Alle diese Systeme haben Einfluss auf das Einsatzspektrum der Feuerwehren und in weiterer Folge auch auf die Fahrzeuge und Ausrüstung.

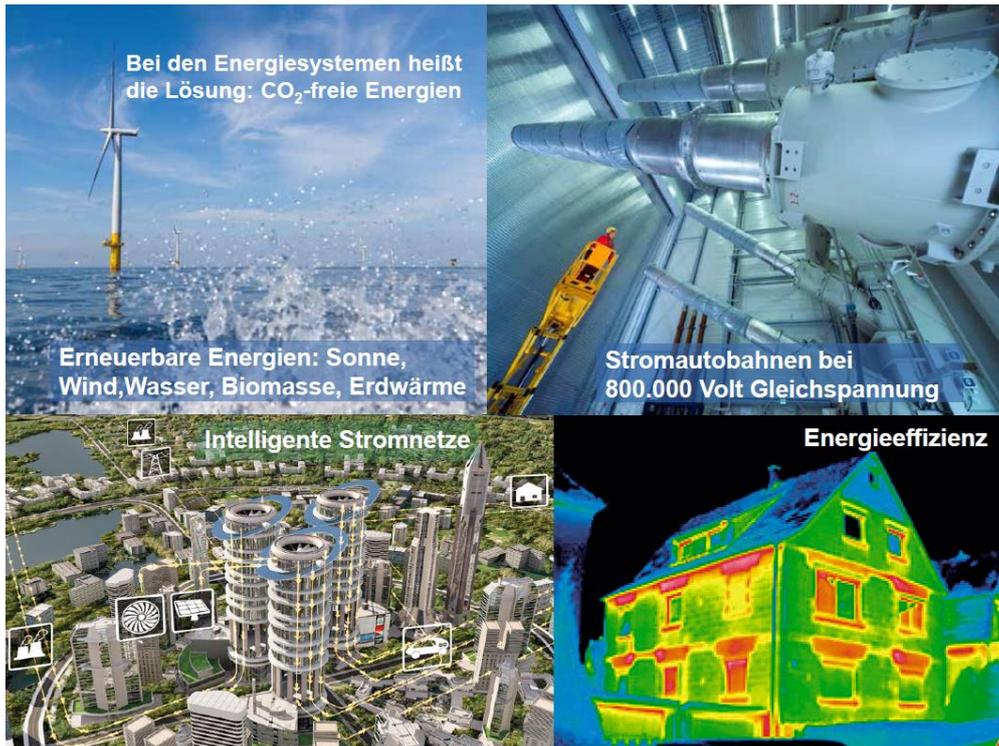


Abbildung 44 Zukunft 2050

Viele Betriebe stehen in Abhängigkeit zur Stromverfügbarkeit. Bei produzierenden, landwirtschaftlichen und infrastrukturellen Betrieben steht somit das Thema Verfügbarkeit auch im Falle eines Ereignisses im Vordergrund.

### 9.3 Intelligente Stromnetze

Smart Grid ist die Bezeichnung für ein intelligentes Stromnetz. Herzstück des intelligenten Netzes ist eine Steuerzentrale, die sämtliche Daten im Stromnetz erfasst. Die Zentrale steuert die Produktion und den Verbrauch von Strom sinnvoll.

Intelligente Stromnetze werden als zentrale Voraussetzung für den weiteren Ausbau von Anlagen und Autobahnen sowie zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wie Wind, Sonne und Biomasse gesehen. Die technische Umsetzung steht momentan erst am Anfang. [33]

## Das intelligente Stromnetz

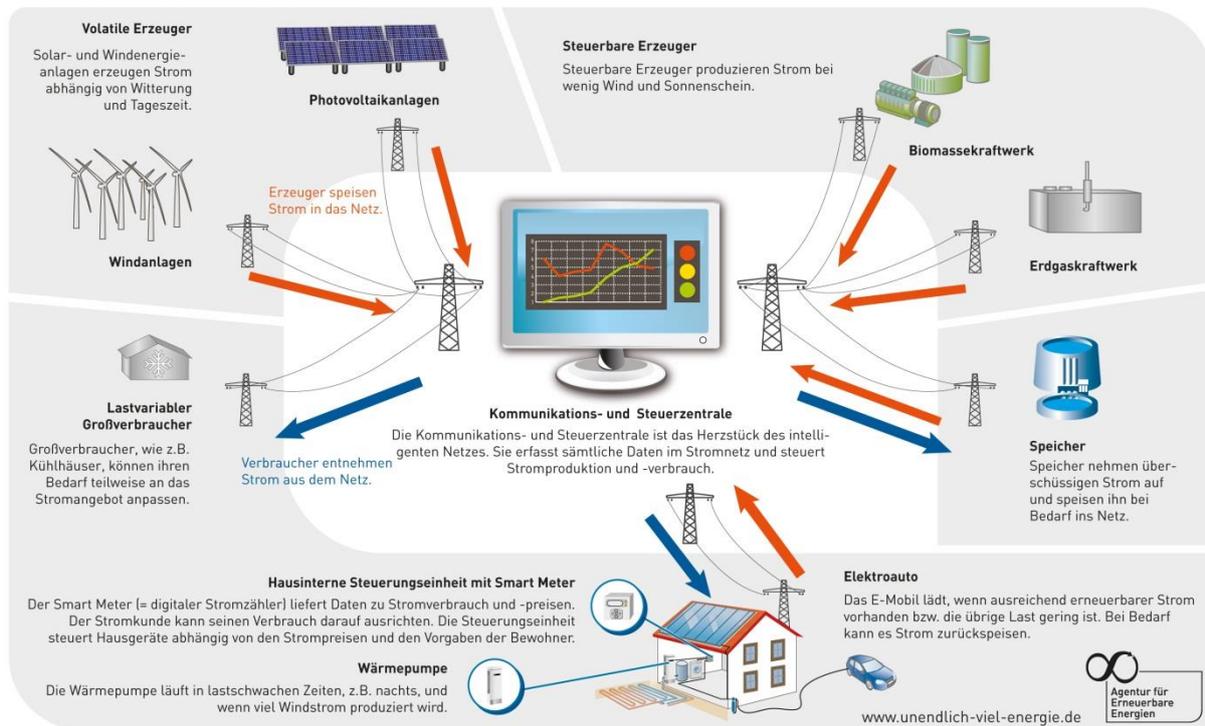


Abbildung 45 Das intelligente Stromnetz

### 9.3.1 Dezentrale Energieversorgung

ADRES (**A**utonome **D**ezentrale **R**egenerative **E**nergiesysteme) ist ein Konzept, welches mit intelligenten, regenerativen und effizienten Energiesystemen die Zukunft der Energieversorgung darstellen soll.

Da die Energieversorgung vor großen, teils neuen Herausforderungen (Importabhängigkeiten, Ressourcenverknappung, Umwelt- und Klimaauswirkungen) steht, muss nach nachhaltigen Lösungen dieser Probleme gesucht werden und erfordert dahingehend einen Wandel der Energieversorgungsstruktur. Durch geänderte Rahmenbedingungen wird die zukünftige Energiedienstleistung überwiegend durch regenerative, regional verfügbare Energien zu erfüllen sein. Das System ist nur dann den Anforderungen gewachsen, wenn es möglich ist, das begrenzte Angebot der regionalen Energieressourcen sowohl effizient zu erzeugen als auch äußerst wirkungsvoll zu verbrauchen.

Durch innovatives Netzmanagement sollen vor allem Energie- und Leistungsautonomie ermöglicht werden. So werden auch intelligente Verbrauchsgeräte ihren Energiebedarf selbständig und dezentral regeln können, indem sie über Netzindikatoren ihren Leistungsmangel bzw. -überschuss ausbessern. Durch dieses intelligente Bilanzierungstool wird der Verbraucher automatisch an die stochastische Erzeugung angepasst, zusätzlich wird der Aufwand an Energiespeichern und Backup-Versorgern sowie das Auftreten von Blackouts verringert.

Dennoch wird das damit verbundene, allgegenwärtige Vorhandensein von „Kleinkraftwerken“ und sensiblen Stromnetzen weitere Herausforderungen für die Feuerwehren darstellen. [34]

## **9.4 Intelligente Infrastruktur**

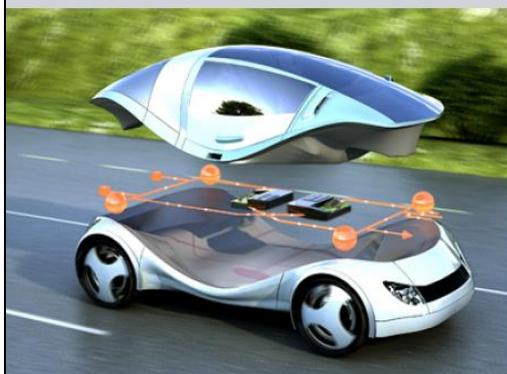
### **9.4.1 Frühwarnsysteme**

Rechtzeitige Warnung vor Gefahren kann Menschenleben retten und entsprechende Systeme können Sicherheitskräfte unterstützen, früher zu reagieren. BLIDS von Siemens warnt zum Beispiel vor Unwettern. Sobald der erste Blitz in einem vorher definierten Gebiet registriert wird, erhält der Nutzer eine E-Mail oder SMS. BLIDS beruht auf Daten von 150 Stationen in Europa. Jeder Blitz erzeugt ein elektromagnetisches Feld, das sich mit Lichtgeschwindigkeit in alle Richtungen ausbreitet. GIS verknüpft Karten mit anderen räumlichen Informationen, Daten werden nur selten aktualisiert. Geoinformationen sollen in Zukunft verstärkt mit Wetter- und Anlagendaten verknüpft werden. Die BLIDS-Funktionalität soll für alle Smartphones angeboten werden und auf einen Blick erkennen lassen, warum eine Trasse ausgefallen ist. In Zukunft soll im Notfall alles vollautomatisch ablaufen. Siemens bietet übergeordnete Gebäudesysteme an, die verschiedene Einzelsysteme steuern und kontrollieren und die betroffenen Stellen informieren. Intelligente Notfallsysteme sollen die Situation erkennen und selber reagieren. In den USA wird bereits häufig per E-Mail oder SMS vor Gefahren gewarnt. Natürlich muss das System wissen, wo sich im Gebäude Personen befinden. Bis dato wird weiterhin ein System gesucht, welches auch leblose Personen automatisch entdeckt. Es gibt unterschiedliche Ideen, derzeit werden aber noch verschiedene Technologien evaluiert.

### **9.4.2 Die Zukunft des Verkehrs?**

Europas Verkehr 2050. Autos und Nutzfahrzeuge bewegen sich lautlos und ohne Motorengeräusche vorwärts, im Automatikmodus lenkt sich das Auto selbst und fährt autonom. Die Fahrzeuge sind mit Kameras, Radar- und Infrarotsensoren ausgestattet und kommunizieren selbständig mit Ampeln, Verkehrszeichen und auch anderen Fahrzeugen. [35]

## Zukunftstrend Elektroauto – an was arbeiten die Forscher heute?



### Wichtige Forschungsfelder der Elektromobilität

- Batterietechnik, Energiemanagement, Antriebe
- Radnabenmotoren – in jedem Rad ein Elektromotor mit integrierter Bremse, Dämpfung und Lenkung jedes Rades
- Lade-Infrastruktur, Schnellladen (binnen 5 – 15 Minuten) sowie komfortables induktives, d.h. kabelloses Laden
- Drive-by-Wire, Plug-and-Play-Systemarchitektur
- Software-Updates bis hin zum autonomen Fahren
- Einfache Abrechnungssysteme per Smartphone
- Integration der Elektroautos in Stromnetze der Zukunft



Page 14

November 2013

© Ulrich Eberl, 2013

Abbildung 46 Zukunftstrend Elektroauto

Zurück in die Zukunft. Fahrzeuge von morgen sollen mit vielfältigen Sinnesorganen die Umgebung abtasten, mit anderen Fahrzeugen kommunizieren, selbständig agieren, Unfälle vermeiden können, mit Treibstoff sparsam umgehen und so umweltfreundlich wie möglich sein. Fahrzeuge werden zukünftig nicht nur Strom, sondern auch Informationen tanken. Sie werden stets online bleiben. Für die Elektroautos der Zukunft sind Informationen sehr wichtig. Selbständige Kommunikation unter den Fahrzeugen erhöht die Sicherheit im Straßenverkehr, wie auch Antiblocksysteme, Reifendruckkontrolle, Fahrdynamikregelung und vieles mehr. [35]



Abbildung 47 Stadtverkehr 2050

Die Fahrzeuge werden im Verkehr auch deshalb miteinander kommunizieren, um Unfälle zu verhindern. Sollte beispielsweise nach einer unübersichtlichen Kurve eine längere Autokolonne stehen, so könnten die Fahrzeuge in der Kolonne an nachfolgende Autos eine Warnmeldung schicken.

Diese Entwicklungen könnten zur vierten industriellen Revolution führen, zur sogenannten Industrie 4.0. Diese Industrie würde eine dezentrale Steuerung ermöglichen und könnte sogar Einzelproduktionen rentabel machen.

### 9.4.3 Internet der Dinge

In verschiedenste Produkte und Geräte eingebaute, winzige Computer sorgen dafür, dass unsere Umwelt immer intelligenter wird. Diese sogenannten Embedded Systems sind über das Internet miteinander vernetzt, werden „Internet der Dinge“ genannt und könnten verschiedenste Bereiche unseres Alltags, vor allem aber die Logistik-, Energie- und Verkehrssysteme revolutionieren.



Abbildung 48 Smartphones werden neue Services bieten

Dr. Georg von Wichert sammelte vier Wochen lang die Verkehrsdaten Berlins und gab diese in ein von ihm entwickeltes, kognitives Software-System ein. Dieses baute anschließend ein Modell des städtischen Verkehrs und traf anhand der erhaltenen Daten seine Entscheidungen selbst. Es wertete also sämtliche Sensoren der Stadt aus, um den besten Weg zu finden. Dadurch, dass es eine Menge unterschiedlicher Daten gleichzeitig beobachtete, konnte es diverse Abweichungen gegenüber dem normalen Staumuster schneller als der Mensch erkennen. Dr. Georg von Wichert ist der Meinung, dass in wenigen Jahren sämtliche Kurier-, Fracht- und Personendienste miteinander verbunden sein werden. Erst dann kann man von einem Nervensystem für den Verkehr sprechen. [36]

Bereits im Jahre 1966 sagte ein deutscher Informatiker voraus, dass in wenigen Jahrzehnten fast keine Industrieprodukte mehr existieren würden, die nicht über integrierte Computer verfügen. Bereits heute hat sich diese Vorhersage erfüllt und in wenigen Jahren wird jedes Gerät vernetzt sein. Eine Gesellschaft, die mit Hilfe von Sensoren automatisiert ist, wird entstehen. Für den prognostizierten Erfolg des „Internet der Dinge“ sollen als Basis neue Lösungen zur Identifizierung, Analyse und Kommunikation fungieren, allerdings müssen diese Lösungen in den nächsten fünf Jahren weit genug entwickelt sein, um sie nutzen zu können. Die ersten Vorteile dieser neuartigen Entwicklung werden sich bei den Konsumenten in erster Linie durch deren Smartphones bemerkbar machen.

Bis 2020 sollen sämtliche Haushalte der EU mit intelligenten Stromzählern ausgestattet sein, welche die Beleuchtungssysteme automatisch steuern sollen. Sie können jedoch auch die durch die Verwendung von alternativen Energiequellen geforderten Stromnetze optimieren.

## 1000-mal mehr Rechenleistung – wie verändert das unser Leben? Smart Car – Smart Building – Smart Grid



**Was bringt die Intelligenz in den Systemen?**

- **Smart Car:** Komfort und Sicherheit – Ziel unfallfreies Fahren dank Sensorik und Kommunikation mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur. Autonomes Fahren, vorteilhaft v.a. für ältere Menschen, Telemedizin und -sensorik. Verbindung zum Smart Home, Smart Grid, Smartphone
- **Smart Home:** Komfort, Sicherheit und Energiesparen – Sensoren (Temperatur, Licht, Bewegung, Sprach-/Gesichtserkennung, Gerüche etc.), Nutzung von Stromspeichern, u.a. Batterien, Verbindung ins Internet (Wettervorhersage, Wartung)
- **Smart Grid:** Zuverlässigkeit und Kosten sparen – Ausbalancieren von Angebot und Nachfrage, flexible Preise, Demand Response, Internet der Energie

**...und die Verbindung der drei Smarten?**

- Smart Car und Smart Building werden zu Komponenten des Smart Grids: Austausch von Information und Energie, Autobatterien als Puffer im Stromnetz

© Ulrich Eberl, 2013

Abbildung 49 Smart Car - Smart Building - Smart Grid

Ermöglicht wird diese neue Flexibilität in der Herstellung durch das EU-Projekt „Internet of Things at Work“, welches von Siemens koordiniert wird. Zusätzlich beteiligt sich die Firma auch an einem Projekt, welches zur Schonung unserer Rohstoffressourcen beitragen soll.



In Logistiknetzen werden Pakete ihren Weg selbst finden, indem sie sich mit ihrer Umgebung austauschen.

Abbildung 50 Industrie 4.0

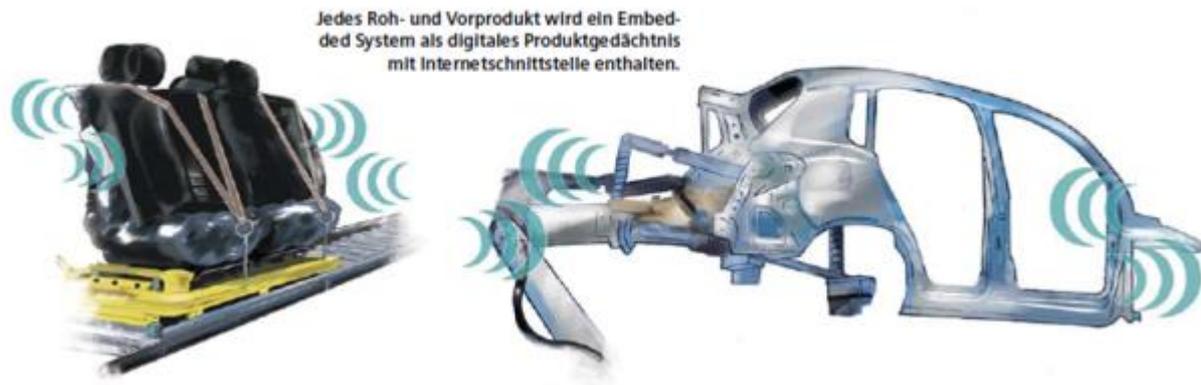


Abbildung 51 Embedded System - Digitales Produktgedächtnis

#### 9.4.4 Internet der Dienste

Es wird an der Entwicklung eines Systems gearbeitet, mit dem Pakete den Weg zu ihrem Ziel selbst finden. Eilsendungen werden schneller ausgeliefert, während die weniger wichtigen warten müssen. Man kann Pakete auch mit Temperatursensoren ausstatten, um verderbliche Waren überwachen zu können.



Abbildung 52 Internet Cloud – Embedded Systems

Koordinieren könnte diese Vorgänge eine Computer-Cloud, da diese Software, Speicherplatz und Rechenleistung nach Bedarf über das Internet zur Verfügung stellen kann. Außerdem könnte man sämtliche IT-Prozesse über die Cloud abwickeln.

Das Internet der Dienste könnte uns aber auch im Alltagsleben helfen. Man könnte Online-Marktplätze schaffen, die diverse Services anbieten bzw. kombinieren könnten. Auch wenn man einmal ein Problem mit der Wasserleitung hat, kann dies über eine Internet-Plattform geregelt werden, der Hausbesitzer müsste nicht selbst einen Handwerker anrufen und beauftragen. Intelligente Stromnetze könnten über dieses System selbständig im Auftrag von Verbrauchern oder Stromproduzenten Energie ein- oder verkaufen. Somit würde das immense Wissen im Internet als Grundlage für die Dienstleistungen verwendet werden.

Alle diese Informationen werden zukünftig am Feuerwehrwesen nicht spurlos vorüber gehen. Frühzeitig Eskalationsstufen zu erfassen, an die richtige Einsatzeinheit weiterzuleiten und rasch reagieren zu können, wird als einer vieler Nutzen davon hervorgehen.

### **9.4.5 Kommunikation**

Facebook, Google, Amazon, Apple – vier verschiedene Online-Giganten, jedoch verfolgen sie alle dasselbe Ziel: Sie wollen möglichst viele, verwertbare Daten sammeln und auch zur Verfügung stellen.

Die Menge an verfügbaren Informationen ist immens und führt auch zu mehr oder weniger großem Halbwissen. Die Fülle der Möglichkeiten kann aber die Einsatzorganisationen auch unter Druck setzen.

## **10 Neue Einsatz-Anforderungen durch Technologieentwicklungen im Fahrzeugbau**

### **10.1 Alternative Antriebskonzepte**

Die zunehmende Akzeptanz von alternativen Energiesystemen, welche die Umwelt weniger stark belasten, wird in Zukunft zu einer deutlichen Verbreitung solcher Antriebskonzepte führen.

Hierbei besteht momentan eine potentielle Gefahr durch die Unübersichtlichkeit und Vielzahl der Systeme und ihrer von außen oft nicht zu erkennenden Ausprägung. Eine weitere Gefahr resultiert aus der Möglichkeit zum nachträglichen Einbau von Komponenten (Gastank, Leitung, etc.).

Grundsätzlich bergen die Fahrzeuge, welche mit Betriebsmitteln auf Basis fossiler Brennstoffe fahren (Autogas, Erdgas, Biogas, Wasserstoff, etc.), ähnlich geringes Gefahrenpotential, so dass von den „neuen“ Fahrzeugkonzepten in der Unfallsituation keine unkalkulierbaren Gefahren ausgehen. Es ist dennoch zwingend notwendig, über erweitertes Wissen im Zusammenhang mit diesen Antriebskonzepten zu verfügen, da sie im Einsatzfall anders zu behandeln sind. Es existieren z.B. Bereiche der Karosserie, in welchen im Falle einer Personenbergung nach Möglichkeit nicht geschnitten werden sollte (Wasserstoff-, Gas- oder Hochspannungsleitungen).

Im Falle von massiven Beschädigungen (z.B. LKW-Auffahrunfall, Busunfall mit hoher Ausgangsgeschwindigkeit) besteht die Möglichkeit, dass die Tanks zerstört werden und sich

Gefahrenmomente entwickeln, z.B. Gasansammlungen in Hohlräumen (Kofferraum, Radkästen, etc.).

Hybridfahrzeuge verbrennen fossile Brennstoffe, werden hier jedoch gesondert behandelt. Ihre Technik beruht auf der bekannten Verbrennungskraftmaschine und zusätzlich umfangreichen elektronischen Systemen. Hinsichtlich der Bordnetzspannung ist Vorsicht geboten. Das oftmals übliche Durchtrennen von Kabelbäumen sollte vorsichtig abgewogen werden. Hohe Spannungen an den elektrischen Leitern können zu lebensbedrohlichen Verletzungen bei Rettungskräften und bei verunfallten Personen führen, ebenso zu feuergefährlichen Situationen, wenn aus Unwissenheit Kurzschlüsse erzeugt werden. Doch auch die Sicherheitskonzepte entwickeln sich dazu sehr rasant und positiv weiter.

Möglicherweise setzt sich eine ähnliche Hochenergiestrategie auch bei konventionellen Fahrzeugen in Zukunft durch. Entsprechende Überlegungen existieren seit Jahren. Die Vorteile einer erhöhten Bordnetzspannung sind vielfältig, setzen jedoch voraus, dass alle elektrischen Komponenten auf diese angehobene Spannung angepasst werden. [37]

Sollte diese Technologie in der Serienproduktion der Fahrzeuge Einzug halten, so würden auch für diese Nighthybride die oben genannten Gefahrenpotentiale gelten.

## 10.2 Leichtbau

Wie bereits in Kapitel 6.3.2 erwähnt, spielen höherfeste und höchstfeste Stähle eine zunehmend größere Rolle. Vor allem um Fahrzeuge sicherer zu machen und das Verletzungsrisiko bei Unfällen zu verringern, setzen Hersteller zunehmend hochfeste Stähle ein. Deren extrem harte Legierungen sollen die Karosserien verstärken, so dass den Insassen bei einem Zusammenprall oder Überschlag eine möglichst stabile Sicherheitszelle bleibt. Doch was hier sinnvoll erscheint, stellt die Einsatzkräfte von Feuerwehr und Rettungsdienst bei Unfällen vor neue Herausforderungen. So sind die Materialien derart hart, dass sie mit einem herkömmlichen Rettungsgerät unter Umständen nicht mehr durchtrennt werden können, um eingeklemmte Personen zu befreien. Ältere Rettungsgeräte könnten bei modernen Fahrzeugen durchaus an ihre Leistungsgrenzen geraten – die hochfesten Stähle sind bei der Rettung ein Problem. Die Hersteller verweisen auf verstärkte A- und B-Säulen sowie die dort zusätzlich integrierten Airbags, die beim Durchtrennen ausgelöst werden können.

Aufgrund der hohen Anforderungen an die Einsatzkräfte bei der Befreiung eingeklemmter Personen aus Personenkraftwagen wurde daher die vfdb-Richtlinie 06/01 „Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen“ [38] veröffentlicht. Die RL 06/01 hat zum Ziel, zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise bei der Befreiung eingeklemmter Personen aus Personenkraftwagen beizutragen, als Grundlage für die Aus- und Weiterbildung zu dienen und eine Basis für die Beschaffung sowie den Kräfteansatz zu liefern. In der Richtlinie werden wesentliche Begriffe definiert und die Punkte Einsatzvorbereitung, Informationsbeschaffung, Einsatzabwicklung und Einsatztechnik behandelt. Als Ergänzung zur vfdb-RL 06/01 dient das bereits 2012 veröffentlichte Merkblatt zur vfdb-RL 06/01 [39].

Die fahrzeugspezifischen Daten zur Befreiung eingeklemmter Personen sind in Rettungsdatenblättern zusammengefasst. Die zentrale Abfrage der Zuordnung der

Rettungsdatenblätter über die KFZ-Kennzeichen durch die Leitstellen mittels Zugriff auf den Zentralrechner des Kraftfahrtbundesamtes stellt dabei einen wesentlichen Fortschritt dar. Die hierzu notwendigen neuen bundesgesetzlichen Regelungen in der Fahrzeug-Zulassungsverordnung und in anderen straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften wurden mit 01.02.2013 wirksam.

### **10.3 Passive Sicherheitssysteme**

Moderne Kraftfahrzeuge weisen eine stetig steigende Zahl von passiven Sicherheitssystemen auf. Um ihre Schutzziele zu erreichen, müssen die Reaktionszeiten dieser Systeme (Airbag, Gurtstraffer, etc.) kurz sein, die nötige Energie muss sehr rasch aufgebaut werden. Aus diesem Grund basieren viele dieser Systeme auf pyrotechnischer Basis oder führen die nötige Energie in gespeicherter Form mit (Gasdruckspeicher). Für Einsatzkräfte könnten solche Systeme ein Gefahrenpotential darstellen. Die oftmals vorhandenen Ängste vor Airbag Systemen sind jedoch meist nicht gerechtfertigt. [37]

Eine Intensivierung des Einsatzes dieser Systeme im Fahrzeugbau ist zu erwarten und wird von den Einsatzkräften zusätzliche Kenntnisse und eine konsequente Nutzung der neuen Informationssysteme (siehe Kapitel 10.2) erfordern.

## **11 Gesundheitssystem**

### **11.1 Smart Senior**

Mit der steigenden Lebenserwartung wollen Senioren auch immer länger mit hoher Lebensqualität, selbstbestimmt, sicher und mobil leben. Dies ist dank sogenannter altersgerechter Assistenzsysteme möglich.

„Smart Senior“ ist ein Forschungsprojekt, welches die für die Wünsche der Senioren nötigen Informations- und Kommunikationstechnologien entwickelt. Die große Herausforderung bei dem Projekt liegt darin, diverse Haushaltsgeräte für diese Technologien zu optimieren.

Durch sogenannte Telemedizin versucht man den Senioren den Weg zum Arzt abzunehmen. Eine Untersuchung dieser Art verläuft nicht anders wie eine normale Visite.

Dabei ist zu erkennen, dass sich auch im Bereich des Feuerwehr-Rettungsdienstes einiges verändern kann. Fahrzeugausstattungen werden viel umfassendere Informationen über Personen erhalten können.



Abbildung 53 SmartSenior

## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Der Konjunkturverlauf .....	8
Quelle: Rosenbauer International AG	
Abbildung 2 Innovationszyklen – Kontratieff-Zyklen.....	9
Quelle: Nefiodow, Leo; Der sechste Kontratieff	
Abbildung 3 Anatomie eines Trends.....	10
Quelle: Pilikhan; Wikimedia, commons.wikimedia.org/wiki/file:Anatomie_eines_Trends	
Abbildung 4 Wellen der Veränderung .....	11
Quelle: Zukunftsinstitut GmbH	
Abbildung 5 Trendwellen-Modell .....	12
Quelle: Zukunftsinstitut GmbH	
Abbildung 6 Megatrend-Map .....	15
Quelle: Zukunftsinstitut GmbH	
Abbildung 7 Feuerwehrtrend-Map .....	16
Quelle: Rosenbauer International AG	
Abbildung 8 Produzentenländer – Weltproduktion © BGR Hannover.....	17
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	
Abbildung 9 Rohstoffknappheit.....	17
Quelle: OECD, basierend auf SERI (2006), MOSUS MFA Datenbank, Sustainable Europe Research Institute, Wien	
Abbildung 10 Rohölpreisentwicklung.....	18
Quelle: Magna International Inc.	
Abbildung 11 Wassermangel.....	19
Quelle: APA Fotoservice, APA PictureDesk GmbH	
Abbildung 12 Emissionsgrenzen im zeitlichen Verlauf .....	21
Quelle: MAN Truck and Bus AG	
Abbildung 13 Volvo Euro 6 Motor mit Abgasnachbehandlung .....	21
Quelle: AB Volvo 2013	
Abbildung 14 Abgasnachbehandlung MB.....	22
Quelle: Rosenbauer International AG	
Abbildung 15 Entwicklungsbestimmende Fragestellungen .....	22
Quelle: Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, Deutschland	
Abbildung 16 Funktionsweise EBA / LGS.....	23
Quelle: MAN Truck and Bus AG	
Abbildung 17 E-Truck mit Oberleitung .....	24
Quelle: Siemens AG	
Abbildung 18 Sensorik des autonomen Fahrens .....	25
Quelle: Audi AG	
Abbildung 19 Leichtbaustrategien im Überblick .....	27
Quelle: Henning, Frank und Moeller, Elvira. Handbuch Leichtbau, München: Carl Hanser Verlag, 2011	
Abbildung 20 Zielkonflikt Leichtbaugrad / Kosten .....	27
Quelle: IUL - Institut für Umformtechnik und Leichtbau, TU Dortmund	
Abbildung 21 Bedeutung Aluminium als Leichtbauwerkstoff .....	28
Quelle: Fraunhofer IPA, Leichtbau in Mobilität und Fertigung (2012)	
Abbildung 22 Bedeutung Stahl als Leichtbauwerkstoff .....	29

Quelle: Fraunhofer IPA, Leichtbau in Mobilität und Fertigung (2012)	
Abbildung 23 Eigenschaften höchstfester Stähle.....	29
Quelle: <a href="http://wt2-nichteisenmetallehtw.wikispaces.com/Hochfeste+und+h%C3%B6herfeste+St%C3%A4hle">http://wt2-nichteisenmetallehtw.wikispaces.com/Hochfeste+und+h%C3%B6herfeste+St%C3%A4hle</a>	
Abbildung 24 Bedeutung CFK als Leichtbauwerkstoff .....	30
Quelle: Fraunhofer IPA, Leichtbau in Mobilität und Fertigung (2012)	
Abbildung 25 Bedeutung GFK als Leichtbauwerkstoff .....	31
Quelle: Fraunhofer IPA, Leichtbau in Mobilität und Fertigung (2012)	
Abbildung 26 Bedeutung Kunststoff als Leichtbauwerkstoff.....	31
Quelle: Fraunhofer IPA, Leichtbau in Mobilität und Fertigung (2012)	
Abbildung 27 Vergleich Sandwichelemente; links: Grasstängel, rechts: Sandwichelement (Fa. Havel Metal Foam).....	32
Quelle: links: Degischer, Hans und Lüftl, Sigrid (Hrsg); Leichtbau, Prinzipien, Werkstoffauswahl und Fertigungsvarianten, Abb. 1.1.3a 2009, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA; rechts: Havel metal foam GmbH; <a href="http://www.havelmf.de">www.havelmf.de</a>	
Abbildung 28 OLED als biegsame Struktur.....	34
Quelle: Osram OLED GmbH	
Abbildung 29 Aufbau OLED.....	34
Quelle: Cynora GmbH	
Abbildung 30 Abstrahlcharakteristik OLED / LED .....	35
Quelle: Dr. Karlheinz Blankenbach in: Elektronik Paxis 2013, Vogel Business Media GmbH & Co KG	
Abbildung 31 Audi A8 Touch-Bedienung .....	36
Quelle: Audi AG, in: <a href="http://www.manager-magazin.de/fotostrecke-72581-2.html">www.manager-magazin.de/fotostrecke-72581-2.html</a>	
Abbildung 32 BMW Head-Up Display im BMW 5er Gran Turismo .....	37
Quelle: BMW AG	
Abbildung 33 Kooperation über Strategiemangement.....	38
Quelle: Kooperation über Strategiemangement, Riegelhuth, Gerd. Hessen Mobil, 2011	
Abbildung 34 Big Data.....	38
Quelle: Careerloft. <a href="http://www.careerloft.de/news/246/an-alle-informatik-und-bwl-studenten-big-data-das-gemeinsame-event-von-SAP/">www.careerloft.de/news/246/an-alle-informatik-und-bwl-studenten-big-data-das-gemeinsame-event-von-SAP/</a>	
Abbildung 35 3D-Drucker EVOlizer (EVOtech GmbH).....	39
Quelle: EVOtech GmbH	
Abbildung 36 CAMCOPTER ® S-100.....	40
Quelle: Schiebel Elektronische Geräte GmbH	
Abbildung 37 Luftaufnahmen von Drohnen.....	41
Quelle: Aeryon Labs Inc.	
Abbildung 38 Drohnen Microdrones/Aeryon Labs.....	42
Quelle: Aeryon Labs Inc./Microdrones GmbH	
Abbildung 39 Entschärfungsroboter iRobot .....	42
Quelle: <a href="http://irobot.com">irobot.com</a>	
Abbildung 40 Feuerwehrroboter Fa. Taurob .....	43
Quelle: Taurob OG	
Abbildung 41 Löschunterstützungsfahrzeug LUF 60 der Fa. Rechner .....	43
Quelle: LUF GmbH	
Abbildung 42 Feuerwehrroboter Fa. Taurob .....	43
Quelle: Taurob OG	
Abbildung 43 Autonomer, geländegängiger Transporter Grizzly .....	44

Quelle: Clearpath Robotics	
Abbildung 44 Zukunft 2050.....	46
Quelle: Eberl, Ulrich. Zukunft 2050, Beltz & Gelberg (2011)	
Abbildung 45 Das intelligente Stromnetz .....	47
Quelle: Agentur für erneuerbare Energie e.V. / <a href="http://www.unendlich-viel-energie.de">www.unendlich-viel-energie.de</a>	
Abbildung 46 Zukunftstrend Elektroauto .....	49
Quelle: Eberl, Ulrich. Siemens	
Abbildung 47 Stadtverkehr 2050 .....	50
Quelle: Eberl, Ulrich. Zukunft 2050, Beltz & Gelberg (2011)	
Abbildung 48 Smartphones werden neue Services bieten.....	51
Quelle: Hiltech. 1, 2013: Siemens	
Abbildung 49 Smart Car - Smart Building - Smart Grid.....	52
Quelle: Eberl, Ulrich. Siemens	
Abbildung 50 Industrie 4.0.....	52
Quelle: Hiltech. 1, 2013: Siemens	
Abbildung 51 Embedded System - Digitales Produktgedächtnis.....	53
Quelle: Hiltech. 1, 2013: Siemens	
Abbildung 52 Internet Cloud – Embedded Systems.....	53
Quelle: Hiltech. 1, 2013: Siemens	
Abbildung 53 SmartSenior.....	57
Quelle: Eberl, Ulrich. Siemens	

## 13 Literaturverzeichnis

- [1] Rosenbauer International AG, *Ursachen von Konjunkturschwankungen*.
- [2] L. Nefiodow, *Der sechste Kondratieff*, 2001.
- [3] Zukunftsinstitut, „Zukunftsinstitut,“ [Online]. Available: [www.zukunftsinstitut.at](http://www.zukunftsinstitut.at).
- [4] „Trend Update,“ [Online]. Available: [www.trend-update.de/inforama/megatrend-map/](http://www.trend-update.de/inforama/megatrend-map/). [Zugriff am 12 07 2013].
- [5] *Siemens Hi!tech*, 01 2012.
- [6] J. Randers, „Der neue Bericht an den Club of Rome,“ 2012.
- [7] „Earthsummit 2012,“ 2012. [Online]. Available: [www.earthsummit2012.org](http://www.earthsummit2012.org).
- [8] Welt Online, „[www.welt.de](http://www.welt.de),“ [Online]. Available: [www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article114678630](http://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article114678630). [Zugriff am 12 07 2013].
- [9] G. Josel, „Nutzfahrzeug Special,“ *fuhrpark*, 2013.
- [10] N. B. u. R. Bundesministerium für Umwelt. [Online]. Available: [www.bmu.de/N42820](http://www.bmu.de/N42820). [Zugriff am 2013].
- [11] „[www.europa.eu](http://www.europa.eu),“ [Online]. Available: [europa.eu/legislation\\_summaries/environment/air\\_pollution/l28186\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_de.htm). [Zugriff am 2013].
- [12] W. S. J. G. Eberhard Hipp, „Wirkungspotenziale von Fahrerassistenzsystemen im Nutzfahrzeug,“ *ATZ elektronik*, 2006.
- [13] Siemens, „LKW am eHighway,“ *Hi!tech*, 03 2012.
- [14] Siemens, „Hände weg vom Steuer!,“ *Hi!tech*, 01 2012.
- [15] F. Henning und E. Moeller, *Handbuch Leichtbau*, München: Carl Hanser Verlag, 2011.
- [16] Fraunhofer Institut LBF, „Leichtbau in Mobilität und Fertigung,“ 2012.
- [17] H.-P. Degischer und S. Lüftl, *Leichtbau Prinzipien, Werkstoffauswahl und Fertigungsvarianten*, Wiley VCH, 2009.
- [18] Siemens, „Wartungsarmes Licht aus LED,“ *Hi!tech*, 03 2013.
- [19] Siemens, „OLED auf dem Vormarsch,“ *Hi!tech*, 03 2013.
- [20] B. Hänßler, „LED, OLED,“ 2013.

- [21] T. Geiger, „Manager Magazin,“ [Online]. Available: [www.manager-magazin.de/fotostrecke/fotostrecke-72581-2.html](http://www.manager-magazin.de/fotostrecke/fotostrecke-72581-2.html). [Zugriff am 2013].
- [22] BMW AG. [Online]. Available: [www.bmw.ch/ch/de/newvehicles/5series/gran\\_turismo/2009/allfacts/ergonomics/head\\_up\\_display.html/](http://www.bmw.ch/ch/de/newvehicles/5series/gran_turismo/2009/allfacts/ergonomics/head_up_display.html/). [Zugriff am 11 07 2013].
- [23] Wikipedia, „Wikipedia,“ [Online]. Available: [de.wikipedia.org/wiki/Car2Car\\_Communication](http://de.wikipedia.org/wiki/Car2Car_Communication). [Zugriff am 12 07 2013].
- [24] G. Riegelhuth, „Kooperation über Strategiemangement,“ Hessen, 2011.
- [25] Wikipedia, „Wikipedia - Big Data,“ [Online]. Available: [de.wikipedia.org/wiki/big\\_data](http://de.wikipedia.org/wiki/big_data). [Zugriff am 12 07 2013].
- [26] Wikipedia, „Wikipedia - UAV,“ [Online]. Available: [en.wikipedia.org/wiki/UAV](http://en.wikipedia.org/wiki/UAV). [Zugriff am 12 07 2013].
- [27] Aeryon Labs Inc.. [Online]. Available: [www.aeryon.com/applications/public-safety.html](http://www.aeryon.com/applications/public-safety.html). [Zugriff am 11 07 2013].
- [28] „Spiegel Online,“ [Online]. Available: [www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/us-drohnen-gesetz-angst-vor-dem-ueberwachungsstaat-a-862364.html](http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/us-drohnen-gesetz-angst-vor-dem-ueberwachungsstaat-a-862364.html). [Zugriff am 11 07 2013].
- [29] „Microdrones,“ [Online]. Available: [www.microdrones.de/products/products.php](http://www.microdrones.de/products/products.php). [Zugriff am 11 07 2014].
- [30] „Clearpath Robotics,“ [Online]. Available: [www.clearpathrobotics.com/grizzly/techspecs](http://www.clearpathrobotics.com/grizzly/techspecs). [Zugriff am 11 07 2013].
- [31] „Wikipedia - Big Dog,“ [Online]. Available: [en.wikipedia.org/wiki/BigDog](http://en.wikipedia.org/wiki/BigDog). [Zugriff am 11 07 2013].
- [32] „Wikipedia - Exoskeleton,“ [Online]. Available: [en.wikipedia.org/wiki/Powered\\_exoskeleton](http://en.wikipedia.org/wiki/Powered_exoskeleton). [Zugriff am 11 07 2013].
- [33] „ Institut für Technikfolgen Abschätzung OEAW,“ [Online]. Available: [www.oeaw.ac.at/ita/themen/intellegente-stromnetze](http://www.oeaw.ac.at/ita/themen/intellegente-stromnetze). [Zugriff am 12 07 2013].
- [34] „TU Wien,“ [Online]. Available: [www.ea.tuwien.ac.at/forschungsgebiete/autonome\\_dezentrale\\_energiesysteme](http://www.ea.tuwien.ac.at/forschungsgebiete/autonome_dezentrale_energiesysteme). [Zugriff am 12 07 2013].
- [35] U. Eberl, Zukunft 2050, Basel: Beltz & Gelberg, 2011.
- [36] Siemens, Pictures of the future, Frühjahr 2012.
- [37] „Hakworld,“ [Online]. Available: [193.170.245.167/hakworld/VW/konjunktur.htm](http://193.170.245.167/hakworld/VW/konjunktur.htm). [Zugriff am 12 07 2013].

- [38] „Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen (vfdb 06-01),“ Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), 2010-12.
- [39] „Technisch-medizinische Rettung (Merkblatt zur vfdb RL 06/01),“ Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), 2011-11.
- [40] E. Hipp, W. Schwertberger und Gwehenberger Johann, „Wirkungspotenziale von Fahrerassistenzsystemen im Nutzfahrzeug,“ *ATZelektronik*, 2006.