

Inhaltsverzeichnis

1 Die Fraunhofer-Mission	1
1.1 Fraunhofer forscht für die Anwendung	1
1.2 Forschungsthemen im Fokus	2
1.2.1 Ressourceneffizienz	2
1.2.2 Digitalisierung und Resilienz	3
1.2.3 Life Sciences	5
1.3 Unsere Verantwortung	6
2 Energie und Rohstoffe	9
2.1 Fossile Energien im Wandel	9
2.2 Regenerative Energiequellen auf Erfolgskurs	11
2.3 Rohstoffe: Gewinnen, recyceln, ersetzen	14
2.4 Effizienztechnologien: Vermeiden statt verbrauchen	16
2.5 Mobilität mit Sinn für Ressourcen	18
2.6 Ausblick	20
3 Leistungszentrum Nachhaltigkeit	23
3.1 Wie funktioniert ein Leistungszentrum?	24
3.2 Nachhaltigkeitsforschung in Freiburg	26
3.3 Forschungsthemen des Leistungszentrums Nachhaltigkeit	28
3.4 Ankerprojekte und ihre Ziele	30
3.4.1 Das Tech Center i-protect	30
3.5 Pilotprojekte und ihre Ziele	33
3.5.1 ActiPipe: Aktive Heatpipes zur nachhaltigen Kühlung	34
3.5.2 GloBe Solar: Ein Klassifikationssystem für solartechnische Materialien	34
3.5.3 G-ONET: Graphen-organische Netzwerke für Superkondensatoren	35
3.5.4 Das HyCO ₂ -Netzwerk: Die Hydrogenierung von CO ₂ zu Flüssigkraftstoffen	35
3.5.5 Leichtbaumaterialien mit gesteigerter Festigkeit	36
3.5.6 Lignin als Basis für Kunststoff	36
3.5.7 MulDiScan: Multi-Dimensionale Erfassung von Umweltdaten	37
3.5.8 NaLuWiLeS: Effizienzverbesserung von LEDs und Solarzellen	37

3.5.9	Resilienzmaße zur Optimierung technischer Systeme	38
3.5.10	Selbstreparierende Werkstoffe	39
3.5.11	susCOMP: Molekulare Verbundwerkstoffe für den Leichtbau	40
3.5.12	SusLight: Nachhaltige Beleuchtung durch LEDs	40
3.6	Das Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)	41
3.7	Sustainability Summit Freiburg	42
3.8	Ausblick.	44
4	Forschungsprojekt Kombikraftwerk 2	45
4.1	Einleitung	46
4.2	Das Regenerative Kombikraftwerk	48
4.3	Simulationsmodell	48
4.4	Netzstabilität und Systemdienstleistungen	50
4.4.1	Frequenzhaltung und Regelleistungsbereitstellung	51
4.4.2	Spannungshaltung und Blindleistungsmanagement	53
4.4.3	Netzengpassmanagement	54
4.5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	56
5	Verbundprojekt Systemforschung Elektromobilität	59
5.1	Mit Strom in die Zukunft fahren	60
5.1.1	Klimaschutz als Treiber der Elektromobilität	61
5.1.2	Elektrofahrzeuge im Verkehrssystem	62
5.2	Besondere Herausforderungen der Elektromobilität	63
5.3	Einrichtung des Leitprojekts	66
5.4	Cluster Antriebsstrang und Fahrwerk	68
5.4.1	Zielstellung des Clusters	68
5.4.2	Lösungsansätze: Radnabenmotor und adaptives Fahrwerk	69
5.5	Cluster Batteriesystem und Range Extender	75
5.5.1	Zielstellung des Clusters	75
5.5.2	Leichtbau-Batteriesystem	76
5.5.3	Extrem robuster Hochleistungsspeicher für die Elektromobilität	80
5.5.4	Flexibles Batteriemangement-System für komplexe Batteriesysteme	82
5.5.5	Brennstoffzellen als Range-Extender	85
5.5.6	Spannungswandler zwischen Range Extender und Hochvoltbatterie	90

5.5.7	Kompakter Range Extender	92
5.6	Cluster Bauweisen und Infrastruktur	95
5.6.1	Zielstellung des Clusters	95
5.6.2	Projekt 1: Hochintegrierte Bodengruppe	95
5.6.3	Projekt 2: Leichtbaukarosserie	97
5.6.4	Projekt 3: Bidirektionales Laden	98
5.6.5	Projekt 4: Flächenheizung	100
5.6.6	Projekt 5: Innenraumakustik und Sounddesign für E-Fahrzeuge	101
5.6.7	Projekt 6: Kommunikationsgateway	102
5.6.8	Projekt 7: Autonomes Fahren	103
5.7	Ausblick	104
6	Forschungsprojekt SafetE-car	107
6.1	Einleitung	108
6.2	Technologische Besonderheiten von Elektrofahrzeugen im Kontext von Rettungs- und Pannendienstleistungen	109
6.2.1	Über den Umgang mit Elektrofahrzeugen bei nicht geplanten Betriebszuständen – Ergebnisse einer empirischen Analyse	111
6.2.2	Neue Prozesse für neue Dienstleistungen	114
6.3	Ausblick	116
7	E-Bus ohne Fahrleitung	119
7.1	Einleitung	119
7.1.1	Die Wurzeln des Elektroautos	120
7.1.2	Renaissance der E-Mobilität	120
7.2	Die aktuelle Technik: Hybridbusse	121
7.3	Eine Lösung für E-Busse: Das Docking-Prinzip	123
7.3.1	Batterie, Schwungrad und Hochleistungskondensator	124
7.3.2	Ladesystem für höchste Leistung	125
7.4	Fazit	126
8	Funktionsintegrierter Leichtbau	127
8.1	Handlungsfeld Leichtbau	127
8.2	Hochdruck-Resin Transfer Molding (HP-RTM)	128
8.2.1	Prozess	129
8.2.2	Methoden zur Simulation des RTM-Verfahrens	132
8.3	Nasspressen	136

8.4	Thermoplastische Tapes in Kombination mit LFT-D	137
8.4.1	Prozess	137
8.4.2	Methoden zur Simulation des kombinierten Tape-/D-LFT-Prozesses	139
9	Fraunhofer Leitprojekt E³-Produktion	145
9.1	Einleitung	146
9.2	Grundlagen	147
9.3	Effiziente Technologie – Ultrakurze Prozessketten	149
9.3.1	Bewertungsmodell	149
9.3.2	Softwarebasierte Bewertungsmethodik	150
9.3.3	Additive Fertigung „Vom Pulver zum Fertigteil“	151
9.3.4	Direct Sheet Molding Compound-Prozess	152
9.3.5	Umformbasierte Prozesskette	153
9.3.6	Integrierte Verfahrenstechnik	155
9.3.7	Ressourcenoptimiertes Produktdesign	156
9.4	Energieoptimierte Fabrik	158
9.4.1	Nachhaltigkeits- und Nutzenbewertung von Produktionen	158
9.4.2	Energie- und ressourcenadaptive Produktionssysteme	159
9.4.3	Emissionsoptimierte Produktionsstätten	160
9.4.4	Integrales Stoffstrom- und Energiemanagement	162
9.5	Erfolgsgarant Mensch	162
9.5.1	Industrie 4.0 in Produktion und Logistik	163
9.5.2	Assistenzsysteme für die Produktion	165
9.6	Demonstratoren	167
9.6.1	Digitale Engineeringplattform	167
9.6.2	E ³ -Forschungsfabrik	168
9.6.3	Assistenzsysteme für die Produktion	170
9.6.4	Produktionslogistik planen und steuern 4.0	171
9.7	Gute Aussichten für Produktion und Logistik	172
10	Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ – InnoCaT®	175
10.1	Einleitung	175
10.2	Die InnoCaT®-Referenzfabrik und die InnoCaT®-Referenzkarosserie	177
10.3	Ergebnisse	177
10.3.1	Prozessstabilität	179
10.3.2	Ressourceneffiziente Umformmaschine	181
10.3.3	Blechwarmumformung	184

10.3.4 Verschleißreduktion von Tiefziehwerkzeugen	185
10.3.5 Vorrichtungjustage	187
10.3.6 Konfigurierbares Energiemanagement	189
10.3.7 Lackverlustfreies Beschichten	191
10.4 Ausblick	193
11 Leitprojekt „Strom als Rohstoff“	197
11.1 Warum strombasierte Produktionsverfahren?	198
11.2 Strom und Kohlenstoffdioxid als Rohstoffe: Chancen und Herausforderungen	201
11.2.1 Die Energiewende in Deutschland: Regenerativer Strom und fluktuierendes Energieangebot ..	201
11.2.2 Die Renaissance der Elektrochemie	206
11.2.3 Systemkopplung Energie und Chemie: Neue elektrochemische Syntheserouten	207
11.3 Struktur des Leitprojekts „Strom als Rohstoff“	213
11.4 Effiziente Elektrochemie für nachhaltige Chemieprodukte: Erste Ergebnisse	215
11.5 Ausblick	230
12 Fraunhofer-Innovationscluster ER-WIN®	239
12.1 ER-WIN® aus Sachsen-Anhalt für die Welt von Morgen	240
12.2 ER-WIN® begeistert spielend	241
12.2.1 Planspiel Phase 1: „Identifizieren“	242
12.2.2 Planspiel Phase 2: „Formatieren“	243
12.2.3 Planspiel Phase 3: „Flexibilisieren“	245
12.3 ER-WIN® macht weiter	247
13 Innovationsnetzwerk Morgenstadt: City Insights	251
13.1 Die Stadt als gesunder Organismus	252
13.2 Systemansatz Morgenstadt	253
13.2.1 Die Morgenstadt-Initiative	255
13.2.2 Das Morgenstadt-Framework	258
13.3 Ein Praxisbeispiel aus der Morgenstadt	265
13.3.1 Analyse der Prager Indikatoren	266
13.3.2 Analyse der Prager Handlungsfelder	268
13.3.3 Analyse der Prager Wirkfaktoren	269
13.4 Living Labs	271
13.5 Fazit: Die Stadt als gesunder Organismus	276

14	Leistungszentrum Elektroniksysteme LZE	281
14.1	Auf zu neuen Ufern	283
14.2	Energieautarkes Asset-Tracking-System	284
14.2.1	Ortungstechnologie für die Logistik	285
14.2.2	Energieautarke Funktechnologie	287
14.3	Low-Power-Elektronik für Sport- und Fitnessanwendungen	289
14.3.1	Das FitnessSHIRT	289
14.3.2	Im Fokus: Energieeffizienz	291
14.3.3	Daten für die Gesundheit	292
14.4	Mit Gleichstrom zu mehr Effizienz	293
14.4.1	Gleichstrom als Rückgrat der Energieversorgung	294
14.4.2	Neue Konzepte zur Energiespeicherung	295
14.5	Kontaktlose Energie- und Datenübertragung	297
14.5.1	Neue Freiheitsgrade durch Induktionstechnologie	298
14.5.2	Induktive Steckverbindungen für vielfältige Anwendungsgebiete	300
14.6	Fazit	301
15	Leitprojekt „Kritikalität Seltener Erden“	303
15.1	Selten, aber wichtig: Hightech-Metalle	304
15.2	Besondere Herausforderungen	304
15.3	Das Leitprojekt „Kritikalität Seltener Erden“	306
15.3.1	Teilnehmende Institute und ihre Aufgaben	306
15.3.2	Hundert-Prozent-Substitution	308
15.3.3	Prozessoptimierung in industrieller Fertigung	309
15.3.4	Untersuchung und Optimierung von Demonstratoren	311
15.3.5	Design for Recycling	312
15.3.6	Begleitstudien, Märkte und Umwelt	315
15.4	Lösungsansätze	316
15.5	Ausblick	320
16	Naturkautschuk aus Russischem Löwenzahn	323
16.1	Hintergrund	324
16.2	Herausforderungen	326
16.2.1	Züchtung ertragsoptimierter Löwenzahnpflanzen	326
16.2.2	Extraktion von Naturkautschuk aus Russischem Löwenzahn	328
16.3	Fazit und Ausblick	329