

Inhaltsverzeichnis

1	Digitale Information – der „genetische Code“ moderner Technik . . .	1
1.1	Einleitung: Digitalisierung als hochdynamischer Prozess	1
1.2	Der „genetische Code“ moderner Technik	2
1.3	Die Dynamik des digitalen Alltags	3
1.4	Resilienz und Sicherheit	5
1.5	Fraunhofer forscht für die Anwendung	6
2	Digitalisierung – Anwendungsfelder und Forschungsziele	9
2.1	Einleitung	9
2.2	Datenanalyse und Datenübertragung	10
2.3	Arbeit und Produktion	12
2.4	Sicherheit und Resilienz	15
3	Virtuelle Realität in Medien und Technik	19
3.1	Einleitung: Digitalisierung realer Objekte am Beispiel von Kulturgütern	19
3.1.1	Automatisierung des 3D-Digitalisierungsprozesses mittels CultLab3D	21
3.1.2	Ergebnisse, Anwendungsszenarien und Weiter- entwicklung	25
3.2	Virtual und Augmented Reality-Systeme optimieren Planung, Konstruktion und Produktion	27
3.2.1	Virtual Reality	27
3.2.2	Augmented Reality	30
3.2.3	Visualisierung über Linked-3D-Data-Schemas	34
3.2.4	Integration von CAD-Daten in AR	37
3.2.5	Augmented-Reality-Tracking	38
3.2.6	Tracking as a Service	39
4	Verarbeitung von Videodaten	43
4.1	Einleitung: Die Bedeutung von Video in der Digitalen Welt	43
4.2	Videoverarbeitung am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut	47
4.3	Kompressionsverfahren für Videodaten	48
4.4	Dreidimensionale Videoobjekte	55
4.5	Ausblick	59

5	Audiocodex	65
5.1	Einleitung: Der Traum von High Fidelity	65
5.2	Hi-Fi Technologien von analog bis digital	66
5.3	Aktuelle Forschungsschwerpunkte	68
5.3.1	Gehör und Gehirn	68
5.3.2	Vom Audiokanal zum Audioobjekt	70
5.3.3	Audioobjekte in der praktischen Umsetzung	72
5.4	Ausblick	78
6	Digitaler Rundfunk	81
6.1	Einleitung	81
6.2	Frequenzökonomie ermöglicht mehr Sender	82
6.3	Programmviefalt	83
6.4	Neuartige Dienste: Von Stauwarnungen bis Katastrophenschutz	84
6.5	Diskriminierungsfreier Zugang	86
6.6	Hybride Anwendungen	86
6.7	Ausblick	86
7	5G-Datentransport mit Höchstgeschwindigkeit	89
7.1	Einleitung: Generationen der Mobilkommunikation – von 2G zu 5G	90
7.2	5G-Vision und neue technische Herausforderungen	92
7.3	Technische Kernkonzepte: Spektrum, Technologie und Architektur	97
7.4	5G-Forschung am Fraunhofer HHI	104
7.5	Ausblick	108
8	Industrial Data Space	113
8.1	Einleitung: Digitalisierung der Industrie und die Rolle der Daten	114
8.2	Industrial Data Space	116
8.2.1	Anforderungen und Ziele	116
8.2.2	Referenzarchitekturmodell	118
8.2.3	Stand der Entwicklungen	120
8.3	Fallstudien zum Industrial Data Space	122
8.3.1	Kollaboratives Supply Chain Management in der Automobilindustrie	122
8.3.2	Transparenz in Lieferketten der Stahlindustrie	123
8.3.3	Datentreuhänderschaft für Industriedaten	125
8.3.4	Digitale Vernetzung von Fertigungslinien	126

8.3.5	Produktlebenszyklusmanagement im Geschäftsökosystem	127
8.3.6	Agile Vernetzung in Wertschöpfungsketten	129
8.4	Fallstudienanalyse	130
9	Forschungsprojekt EMOIO	135
9.1	Einleitung: Gestaltung von Technik der Zukunft	137
9.2	Adaptive Systeme und Assistenzsysteme	138
9.3	Brain-Computer-Interface und neuro-adaptive Technologie	139
9.4	EMOIO – Von der Grundlagenforschung zur angewandten Gehirnforschung	142
9.4.1	Entwicklung eines interaktiven Experimentalparadigmas zur Erforschung der affektiven Effekte von Assistenz- funktionen	142
9.4.2	Untersuchung der Detektions- und Diskriminationsfähig- keit von Affekten mit EEG und fNIRS	144
9.5	Fazit und Ausblick	147
9.5.1	Fazit und Ausblick aus den Arbeiten im Projekt EMOIO	147
9.5.2	Ausblick und Anwendungen von Brain-Computer- Interfaces	148
10	Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung	153
10.1	Einleitung: Entwicklung der Generativen Fertigung	153
10.2	Generative Fertigung bei Fraunhofer	155
10.3	Additive Manufacturing – die Revolution der Produktherstellung im Digitalzeitalter	161
10.4	Mesoskopischer Leichtbau durch generativ gefertigte Sechseckwaben	163
10.5	Ästhetische Gebrauchsgüter mittels biomimetischer Strukturen	164
10.6	Hochleistungswerkzeuge für die Blechwarmumformung mittels Laserstrahlschmelzen	166
10.7	Generative Fertigung keramischer Bauteile	168
10.8	Druckbare Biomaterialien	170
10.9	Entwicklung und Bau einer hochproduktiven Fertigungsanlage zur generativen Herstellung großformatiger Bauteile aus wahl- freien Kunststoffen	172
10.10	Integration sensorisch-diagnostischer und aktorisch- therapeutischer Funktionen in Implantate	175
10.11	Generierung drei-dimensionaler Multimaterialbauteile	176

11	Future Work Lab	179
11.1	Einleitung: Megatrend Digitalisierung und Industrie 4.0	180
11.2	Future Work Frame – Rahmenbedingungen für eine zukunftsfähige Arbeitsgestaltung	181
11.2.1	Mensch-Technik-Interaktion	181
11.2.2	Flexibilität, Entgrenzung und Work-Life-Balance	182
11.2.3	Kompetenzentwicklung und Qualifizierung	183
11.3	Future Work Trends – Arbeitsgestaltung in der Industrie 4.0	183
11.3.1	Vernetzte Arbeitssysteme	184
11.3.2	Kontextsensitive Arbeitssysteme	185
11.3.3	Assistierende Arbeitssysteme	185
11.3.4	Intuitive Arbeitssysteme	186
11.4	Future Work Lab – Die Industriearbeit der Zukunft erleben	187
11.4.1	Demowelt: „Future Work erleben“	188
11.4.2	Lernwelt: „Fit für die Arbeit der Zukunft“	189
11.4.3	Ideenwelt: „Work in Progress weiterdenken“	190
11.5	Future Work Cases - Gestaltungsbeispiele für die Industriearbeit der Zukunft	190
11.5.1	Future Work Case „Assistierte Montage“	190
11.5.2	Future Work Case „Mensch-Roboter-Kooperation mit dem Großroboter“	192
11.6	Ausblick	194
12	Cyber-Physische Systeme	197
12.1	Einleitung	197
12.2	CPS in der Produktion	200
12.3	Transformation von Produktionssystemen zu Cyber-Physischen Systemen	203
12.3.1	Evolution im Produktionsprozess	203
12.3.2	„LinkedFactory“ – Daten als Ressource der Zukunft	208
12.4	Herausforderungen beim Entwurf von CPS	215
12.4.1	Systems Engineering als Schlüssel zum Erfolg	215
12.4.2	Leistungsstand und Handlungsbedarf in der Praxis	216
12.5	Zusammenfassung und Entwicklungsperspektiven	218
13	Leitprojekt „Go Beyond 4.0“	223
13.1	Einleitung	224
13.2	Massenproduktion	225
13.3	Digitale Fertigungsverfahren	226

13.3.1	Digitaldruck-Verfahren	227
13.3.2	Laserverfahren	229
13.4	Demonstratoren	232
13.4.1	Smart Door	232
13.4.2	Smart Wing	233
13.4.3	Smart Luminaire	235
13.5	Zusammenfassung und Ausblick	236
14	Kognitive Systeme und Robotik	239
14.1	Einleitung	239
14.2	Grundlegende und zukünftige Technologien für kognitive Systeme	240
14.2.1	Was sind künstliche neuronale Netze?	241
14.2.2	Zukünftige Entwicklungen	244
14.3	Kognitive Robotik in Produktion und Dienstleistung	245
14.3.1	Intelligente Bildverarbeitung als Schlüsseltechnologie für wirtschaftliche Robotikanwendungen	246
14.3.2	Ein vielseitiger Gentleman: Der Serviceroboter Care-O-bot® 4	249
14.4	Im Gelände und unter Wasser: Autonome Systeme für besonders anspruchsvolle Umgebungen	251
14.4.1	Autonome mobile Roboter in unstrukturiertem Gelände	251
14.4.2	Autonome Baumaschinen	252
14.4.3	Autonome Unterwasserroboter	254
14.4.4	Zusammenfassung	255
14.5	Maschinelles Lernen für die virtuelle Produktentwicklung	255
14.5.1	Untersuchung von Crashverhalten in der Automobilindustrie	256
14.5.2	Design von Materialien und Chemikalien	258
15	Fraunhofer-Allianz Big Data	261
15.1	Einleitung: Eine Allianz für viele Branchen	261
15.2	Angebote für alle Reifegrade	265
15.3	Daten monetarisieren	267
15.4	Datenschätze heben durch maschinelles Lernen	268
15.5	Data Scientist – ein neues Berufsbild im Datenzeitalter	270
15.6	Fazit	271
16	Safety und Security	275

16.1	Einleitung: Cybersicherheit – Top-Thema der Digital- wirtschaft.....	276
16.2	(Un-)Sicherheit heutiger Informationstechnologie	276
16.3	Cybersicherheit: Relevant für alle Branchen	279
16.4	Wachsende Bedrohung	282
16.5	Cybersicherheit und Privatsphärenschutz im Technologie- und Paradigmenwandel	282
16.6	Cybersicherheit und Privatsphärenschutz auf allen Ebenen	284
17	Ausfallsichere Systeme	295
17.1	Einleitung	295
17.2	Herausforderungen für ausfallsichere Systeme	297
17.3	Resilienz als Sicherheitskonzept für die vernetzte Welt	300
17.4	Angewandte Resilienzforschung: Komplexe, vernetzte Infrastrukturen ausfallsicher gestalten	305
17.5	Ausblick	308
18	Blockchain	311
18.1	Einleitung	311
18.2	Funktionsweise	313
18.3	Methoden der Konsensbildung	314
18.4	Implementierungen und Klassifizierung	316
18.5	Anwendungen	317
19	E-Health	321
19.1	Einleitung	321
19.2	Integrierte Diagnostik und Therapie	323
19.2.1	Nachzügler der Digitalisierung	323
19.2.2	Innovative Sensorik und intelligente Software- assistenten	324
19.2.3	Populationsbezogene Forschung	325
19.2.4	Multiparametrisches Gesundheitsmonitoring	326
19.2.5	Digitalisierung als Katalysator integrierter Diagnostik ...	328
19.3	Fleißiger „Kollege“ K.I.	331
19.3.1	Deep Learning bricht Rekorde	331
19.3.2	Mustererkennung als potentes Werkzeug in der Medizin ..	332
19.3.3	Radiomics als möglicher Wegbereiter	333
19.3.4	Intuition und Vertrauen auf dem Prüfstand	334

19.4	Rollenverteilung im Wandel	336
19.4.1	Integrierte Diagnostikteams	336
19.4.2	Der mündige Patient	336
19.5	Gesundheitsökonomische Potenziale	338
19.5.1	Kosteneinsparungen durch objektivierte Therapieentscheidungen	338
19.5.2	Effizienzsteigerung durch Früherkennung und Datenmanagement	339
19.6	Veränderungen im Marktgefüge	340
19.6.1	Disruptive Innovation und der Kampf um die Standards	340
19.6.2	Neue Wettbewerber im Gesundheitsmarkt	340
19.7	Ausblick	341
20	Smart Energy	347
20.1	Einleitung: Der Megatrend „Digitale Transformation“	347
20.2	Digitale Transformation im Energiesektor	349
20.3	Die Energiewende erfordert Sektorenkopplung und IKT	351
20.4	Zellulares Organisationsprinzip	354
20.5	Herausforderungen für Energie-IKT	357
20.6	Herausforderung Resilienz und umfassende Sicherheit	359
20.7	Energiewende als Transformationsprozess	362
21	Advanced Software Engineering	365
21.1	Einleitung	365
21.2	Software und Software Engineering	367
21.3	Ausgewählte Eigenschaften von Software	369
21.4	Modellbasierte Methoden und Werkzeuge	370
21.5	Risikobewertung und automatisierte Sicherheitstests	372
21.6	Softwarevermessung und Visualisierung	374
21.7	Modell-basiertes Testen	375
21.8	Testautomatisierung	377
21.9	Weitere Ansätze	379
21.10	Weiterbildungsangebote	379
21.11	Ausblick	380
22	Automatisiertes Fahren	385
22.1	Einleitung	386
22.2	Autonomes Fahren im Automobilbereich	387
22.2.1	State of the Art	387

22.2.2	Autonomes Fahren in komplexen Verkehrssituationen	390
22.2.3	Kooperative Fahrmanöver	393
22.2.4	Latenzarme, breitbandige Kommunikation	394
22.2.5	Wegseitige Absicherungssysteme	396
22.2.6	Digitale Vernetzung und Funktionssicherheit fahrerloser Fahrzeuge	397
22.2.7	Reichweitereverlängerung und Schnellladefähigkeit von autonomen Elektrofahrzeugen	400
22.2.8	Fahrzeugdesign, modularer Fahrzeugaufbau und skalierbare Funktionalität	401
22.3	Autonome Transportsysteme der Logistik	403
22.4	Fahrerlose Arbeitsmaschinen in der Landtechnik	404
22.5	Autonome Schienenfahrzeugtechnik	406
22.6	Unbemannte Schiffe und Unterwasserfahrzeuge	407