

Tagungsband des zweiten Innovationsforums Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität



Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin)
Campus Wilhelminenhof, Wilhelminenhofstraße 75 A, Gebäude G, 12459 Berlin
4. - 5. Juni 2019

Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Alfred Iwainsky
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V. (GFai)
Volmerstraße 3, 12489 Berlin
Tel.: 030 / 814 563 350
E-Mail: iwainsky@gfai.de

Jahr: 2019

ISBN 978-3-942709-22-4

(Digitale Variante zum Download)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Veranstalter, Förderung, Programmkomitee	4
Teil 1 Konferenz „Autonome mobile Services“	7
Das Programm	8
Vortragspräsentationen zum Download/Druck	9
Interdisziplinäre Kooperationen für Innovation. Von der Idee zum Markt über Netzwerke und Verbundprojekte Siegfried Helling , Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH	10
Remote Gas Sensing with Multicopter-Platforms Nikolas Winkler , Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	24
Agile Roboterentwicklung Individuelle Roboterlösungen nach dem Baukastenprinzip Sabrina Heerklotz , Innok Robotics GmbH	35
INNVELO® - Innovatives Verkehrs- und Logistikkonzept für Ballungszentren als neue sächsische Fahrzeugmarke Jens Heinrich , ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.	65
Leichtbau von Bauteilen mit bionischen Methoden Prof. Dr.-Ing. Michael Herdy , inpro GmbH	71
Humanoide Robotik im Forschungslabor „Pneumatische Robotik und Softrobotik“ Johannes Zawatzki , Beuth Hochschule für Technik Berlin	98
BOSS Manta Ray AUV – von Fischen lernen für maritime Robotik Dr. Rudolf Bannasch , Evologics GmbH	109
Robotikanwendungen für die Industrie Gerhard Schreck , Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK	116
Begleitende Ausstellung	128
Teil 2 Transfer-Tag und Bürgerforum „Innovative Angebote für den Alltag in Beruf und Freizeit“	129
Bestandteile und Ablauf	130
Die Aussteller und ihre Exponate	131
Das Vortragsprogramm	132
Vortragspräsentationen zum Download/Druck	133
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand Dr. Kerstin Röhrich , VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	134
Bündelung von Kompetenzen. Wie und wozu? Aus der Arbeit von ZIM-Kooperationsnetzwerken Prof. Dr. Alfred Iwainsky , Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.	141
Mechatronische Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen Sebastian Oppitz , Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University	149
Künstliche Intelligenz beim autonomen Fahren Felix Lorenz , Technische Universität Berlin	156
Das Integrated Positioning System (IPS) Dr. Adrian Schischmanow , Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin	165
Hochpräzises Positionieren und Navigieren mit dem Satellitenpositionierungsdienst SAPOS® in Berlin Jürgen Siebert , Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen	173
Autonome Informationslogistik in der Produktion Anne Bernardy , FIR e. V. an der RWTH Aachen	194
NeuroRace – Autonomous Robotic Control by Machine Learning Patrick Baumann , HTW Berlin	198
Die Plattform-Revolution am Beispiel der Dorf-2.0-Plattform Hans-Peter Nickenig , I.T. Out GmbH	207
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag Paul Schweidler , HFC Human-Factors-Consult GmbH, Berlin	215
Generic 48 V - Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge Jens Heinrich , ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.	227
Weitere Impressionen	235

Vorwort



Vor einem Jahr, am Ende des ersten Innovationsforums „Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität“, stand bereits fest: So etwas veranstalten wir noch einmal. Die positiven Rückäußerungen der Teilnehmer waren eine große Motivation für erneute Anstrengungen in diese Richtung.

Wir haben seitens des Netzwerkmanagements von MoDiSeM dann sehr früh bei der HTW Berlin wegen einer Weiterführung dieser Kooperation und insbesondere hinsichtlich verfügbarer Räumlichkeiten nachgefragt. Die Antwort kam prompt: Am 04. und 05. Juni 2019 (also exakt ein Jahr nach dem ersten Innovationsforum) würden wir Hörsaal 1 und Raum 007/008 in Gebäude G auf dem Campus Wilhelminenhof nutzen können. Das war eine solide, stimulierende Basis für alle weiteren Schritte : Sondierung der Möglichkeiten für die Veranstaltung vor Ort, Etablierung eines Programmkomitees, Save-the-Date-Ankündigung, Gewinnung von Aktiven, insbesondere Ausstellern, Festlegung des Programms, Gewinnung von Teilnehmern über diverse Kanäle.

Was hat sich außer den Inhalten gegenüber dem ersten Forum geändert? Es ist vor allem das Ambiente. Wir hatten nun einen schönen, modernen und geräumigen Hörsaal, einen großen Doppelraum für die Exponate sowie eine angrenzende Außenfläche für Vorführungen mobiler Geräte sowie von E-Fahrzeugen zur Verfügung. Zwischen Hörsaal und Ausstellungsraum befindet sich eine großzügige helle Verkehrsfläche, die insbesondere dem Zugang zur Mensa dient. Alle Raumbereiche für unser Innovationsforum auf einer Ebene, kein umständlicher Wechsel der Etagen mehr wie im Vorjahr!

Die zweite Verbesserung: Wir haben den Transfer-Tag und das Bürgerforum nicht mehr zeitlich voneinander abgegrenzt. Jeder Bürger war im Laufe des gesamten zweiten Veranstaltungstages willkommen.

Die Gewinnung der Aktiven verlief weitgehend reibungslos und führte zu einem vollen Programm. Während der Konferenz am ersten Tag des Innovationsforums wurden insgesamt 9 Vorträge gehalten. Dazu kam zu Beginn ein Grußwort des Präsidenten der HTW Berlin, von Herrn Prof. Dr. Carsten Busch, eine große Ehre für die Aktiven. Insgesamt 18 Aussteller präsentierten u. a. robotische Systeme, Unmanned Aerial Systems (UAS), Ortungs- und Navigationssysteme sowie eine ganze Palette von E-Fahrzeugen. Besondere Höhepunkte waren für viele Teilnehmer die angebotenen Probefahrten. Das Vortragsprogramm umfasste am zweiten Tag insgesamt 10 Beiträge in zwei Blöcken.

Am Ende des Forums war es wie vor einem Jahr: Es gab viele positive Rückäußerungen, verbunden mit der Frage, ob ein drittes Innovationsforum dieser Art angedacht sei. Ja, wir arbeiten bereits darauf hin.

Danksagung

Zunächst geht der Dank an alle, die zu dem interessanten und attraktiven Programm beigetragen haben, an die Mitglieder des Programmkomitees, die Vortragenden und die Aussteller.

Weiterhin gilt großer Dank an Frau Petra Grönke, ebenfalls Netzwerkmanagerin im Rahmen unseres ZIM-Kooperationsnetzwerkprojektes MoDiSeM, an Frau Reimann, Frau Dreger und Herrn Borowski für ihre unermüdlichen, engagierten Aktivitäten zur Vorbereitung und Durchführung des zweiten Innovationsforums.

Last not least danke ich Frau Dr. Kerstin Röhrich (VDI/VDE Innovation + Technik GmbH) für ihre langjährige Betreuung der ZIM-Netzwerkarbeit der GFal und Herrn Dr. Frank Weckend, den Geschäftsführer der GFal, für die Gestaltung guter Rahmenbedingungen für ZIM-Netzwerke.

Alfred Iwainsky

Netzwerkmanager MoDiSeM

Berlin-Adlershof, Juni 2019

Veranstalter, Förderung, Programmkomitee

Wie vor einem Jahr wurde auch das zweite Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität“ von folgenden drei Veranstaltern organisiert und durchgeführt:

- GFaI / MoDiSeM
- Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin)



Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.

Die GFaI ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung mit Sitz auf dem Technologie-Campus Berlin-Adlershof, einem der größten in Europa. Sie ist An-Institut der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) sowie der Beuth Hochschule für Technik Berlin und Mitglied von:

- AiF (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V.)
- VIU (Verband Innovativer Unternehmen e. V.)
- ZUSE-Gemeinschaft (Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V.)

Seit 2002 gehört das Management von NEMO- bzw. ZIM-Kooperationsnetzwerk-Projekten zum Tätigkeitsspektrum der GFaI. Das aktuelle Projekt dieser Art ist einer der Veranstalter des Innovationsforums und wird im Folgenden vorgestellt.



Das ZIM-Kooperationsnetzwerk MoDiSeM

MoDiSeM steht für Mobile Dienste – Services für Mobilität. Die thematischen Schwerpunkte der Arbeit im Netzwerk von insgesamt 31 Partnern (Unternehmen, Forschungseinrichtungen u. a.) ordnen sich hier ein:

- A** Fahrerloser (autarker) Transport im nichtöffentlichen bzw. halböffentlichen Raum
- B** Mobile, automatisierte Services im nichtöffentlichen bzw. halböffentlichen Bereich
- C** Infrastrukturen für den Einsatz elektrisch betriebener Kleinfahrzeuge im öffentlichen und nichtöffentlichen Raum
- D** Automatisierung von Services mittels UAV
- E** Unterstützung der Mobilität von Menschen mit Bewegungseinschränkungen

Gemeinsam werden zu diesen Schwerpunkten Forschungs- und Entwicklungsinitiativen vorangebracht. Ein aktuelles Beispiel ist das zum Schwerpunkt E gehörende BMBF-Verbundprojekt VarioKnie (Variables interaktives Prothesenknie), an dem aus MoDiSeM folgende Partner beteiligt sind: Orthopädie-Technik Scharpenberg; GFaI; SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH.

Darüber hinaus wird eine Vielzahl von FuE-Initiativen auch zu den o. g. thematischen Schwerpunkten A bis D vorangetrieben. Auch dazu ein aktuelles Beispiel: Waldbrand-Monitoring und -Bekämpfung mittels UAV.

Die Netzwerkarbeit wird seit dem 01.08.2017 unter den Förderkennzeichen 16KN075201 und 16KN075202 im Rahmen des Programms „ZIM – Kooperationsnetzwerke“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Projektträger ist die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.



Wirtschafts- und Technologieförderung für Unternehmen, Investoren und Wissenschaftseinrichtungen in Berlin stehen im Fokus der Aktivitäten der Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH. Dabei tragen maßgeschneiderte Services und exzellente Vernetzung zur Wissenschaft, Wirtschaft und Politik dazu bei, Innovations-, Ansiedlungs-, Expansions- und Standortsicherungsprojekte zum Erfolg zu führen.

Als einzigartiges Public Private Partnership stehen hinter Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie sowohl der Senat des Landes Berlin als auch über 280 Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen mit ihrem Engagement für Berlin.

Besonders wichtig für das Innovationsforum ist die interdisziplinäre Vernetzung mit den Clustern Verkehr | Mobilität | Logistik sowie Optik | Photonik, in deren Rahmen u. a. nachhaltige Entwicklungen für Mobilität, Robotik und Automation vorangebracht werden.

Dieses Kooperationsforum in Zusammenarbeit mit Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH wird auch aus Mitteln des Landes Berlin gefördert, kofinanziert von der Europäischen Union - Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung.



Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin



Die HTW Berlin ist die größte staatliche Hochschule für angewandte Wissenschaften in Berlin und Ostdeutschland (über 13.900 Studierende, über 600 Mitarbeiter).

Folgende Studiengänge sind hier wegen ihrer Beziehungen zu den Themen des Innovationsforums hervorgehoben:

- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| ■ Angewandte Informatik | ■ Entwicklungs- und Simulationsmethoden im Maschinenbau | ■ Ingenieur Informatik |
| ■ Bauingenieurwesen | ■ Facility Management | ■ Kommunikationsdesign |
| ■ Betriebliche Umweltinformatik | ■ Fahrzeugtechnik | ■ Maschinenbau |
| ■ Betriebswirtschaftslehre | ■ Gesundheitselektronik | ■ Mikrosystemtechnik |
| ■ Business Administration and Engineering | ■ Industrial Design | ■ Project Management and Data Science |
| ■ Computer Engineering | ■ Industrial Sales and Innovation Management | ■ Regenerative Energien |
| ■ Construction and Real Estate Management | ■ Informations- und Kommunikationstechnik | ■ Umweltinformatik |
| ■ Elektrotechnik | | ■ Wirtschaft und Politik |
| | | ■ Wirtschaftsingenieurwesen |
| | | ■ Wirtschaftskommunikation |

Der Campus Wilhelminenhof ist diesjähriger Austragungsort des Innovationsforums. Der Campus befindet sich auf einem geschichtsträchtigen, an der Spree gelegenen, ehemaligen Industrieareal in Oberschöneweide. Die alten Gebäude wurden saniert und um Neubauten erweitert. Im Jahre 2006 bezog die HTW Berlin hier das erste Gebäude.

Das aus 9 Persönlichkeiten zusammengesetzte Programmkomitee (s. Kasten) hat über mehrere Monate die Gewinnung von Aktiven, die Zusammenstellung eines attraktiven Programms und die Information/Einladung von Interessenten geprägt.

Frau Dr. Juliane Haupt, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH; Projektmanagerin Verkehr | Mobilität | Logistik (inzwischen bei Astro- und Feinwerktechnik GmbH)

Herr Siegfried Helling, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH; Koordinator für Technologietransfer und Innovationsmanagement, Projektmanager Optik I Photonik

Herr Prof. Dr. Peter Hufnagl, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin), Centrum für Biomedizinische Bild- und Informationsverarbeitung (CBMI); Projektleiter

Herr Prof. Dr. Alfred Iwainsky (Leiter des PK), stellvertretender Vorstandsvorsitzender der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V. (GFal); hauptverantwortlicher Manager des ZIM-Kooperationsnetzwerkes MoDiSeM

Herr Tobias Kley, Evangelisches Johannesstift Altenhilfe gGmbH; Diakon, Projektleitung Innovation und Technik, Verbundkoordinator Pflegepraxiszentrum Berlin

Herr Prof. Dr. Wolfgang Rehak, European Aviation Security Center e. V. (easc); Vice Chairman

Herr Dr. Adrian Schischmanow, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Optische Sensorsysteme, Informationsverarbeitung optischer Systeme

Herr Prof. Dr. Holger Schlingloff, Humboldt-Universität zu Berlin; Fraunhofer FOKUS, Chief Scientist des Geschäftsbereichs SQC; Vorstandsvorsitzender der GFal

Herr Roland Sillmann, Geschäftsführer der WISTA Management GmbH



Prof. Dr. Carsten Busch, Präsident der HTW Berlin, bei der Eröffnung des Innovationsforums

Teil 1

Konferenz **Autonome mobile Services**

im Rahmen des

Zweiten Innovationsforums
„Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität“

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Campus Wilhelminenhof
Wilhelminenhofstraße 75A, Gebäude G, 12459 Berlin

4. Juni 2019



Programm

Im Folgenden ist das Konferenzprogramm so dargestellt wie es angekündigt wurde. Bei seiner Durchführung gab es keinerlei Ausfälle, aber einige Modifikationen von Vortragstiteln und eine Vertretung eines verhinderten Vortragenden (s. Vortragspräsentationen zum Download)

- 09:30 Uhr Registrierung; Besichtigung von Exponaten und Postern
- 10:00 Uhr **Eröffnung der Veranstaltung**
Grußwort des Gastgebers, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)
Prof. Dr. Carsten Busch, Präsident
Begrüßung, Kurzübersicht zum Innovationsforum
Prof. Dr. sc. Alfred Iwainsky, GFaI, ZIM-Netzwerk MoDiSeM
- 10:15 Uhr **Sektion 1** Moderation: Prof. Dr. Peter Hufnagl
Kooperative Wege von der Idee zum Markt – Service für Innovation, Förderung und Finanzierung
Siegfried Helling, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH
Remote Gas Sensing mit Multicopter-Plattformen
Dr. Matthias Bartholmai, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- 11:00 – 11:30 Uhr Kaffeepause
- 11:30 Uhr **Sektion 2** Moderation: Prof. Dr. Alfred Iwainsky
Agile Roboterentwicklung – Individuelle Roboterlösungen nach dem Baukastenprinzip
Sabrina Heerklotz, Innok Robotics GmbH
„Innvelo“ – Innovatives Verkehrs- und Logistikkonzept
Jens Heinrich, ICM e. V.
- 12:30 – 13:30 Uhr Mittagspause
Mittagsimbiss in unmittelbarer Nachbarschaft
Networking, Besichtigung von Exponaten/Postern
- 13:30 Uhr **Sektion 3: Leichtbau und Bionik in der Robotik**
Moderation: Siegfried Helling
Humanoide Robotik
Johannes Zawatzki, Beuth Hochschule für Technik Berlin,
Fachgebiet Pneumatische Robotik, MRI/MRK, Bionik
BOSS Manta Ray AUV – von Fischen lernen für maritime Robotik
Dr. Rudolf Bannasch, Evologics GmbH
Leichtbau von Bauteilen mit bionischen Methoden
Prof. Michael Herdy, HTW Berlin, Inpro GmbH
- 15:00 – 15:30 Uhr Kaffeepause, Networking, Besichtigung von Exponaten
- 15:30 Uhr **Sektion 4** Moderation: Anne Bernardy
Robotikanwendungen für die Industrie
Dr. Gerhard Schreck, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)
Ergebnisse von Analysen der Waldbrände in Brandenburg 2018 – Herausforderungen an autonome Systeme
Prof. Wolfgang Rehak, European Aviation Security Center e. V. (easc)
- 16:30 Uhr **Kurzvorträge zur Vorstellung von Projektideen und Suche nach Kooperationspartnern**
- 17:00 Uhr Ende der Konferenz

Vortragspräsentationen zum Download / Druck



Die linke Hälfte des Hörsaals, der dem Innovationsforum zur Verfügung stand



**Interdisziplinäre Kooperationen für Innovation
Von der Idee zum Markt über Netzwerke und Verbundprojekte**

Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Unser Service für Unternehmen und Wissenschaftler

Wir bringen Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft für Berlin zusammen,
um Innovationen zu fördern

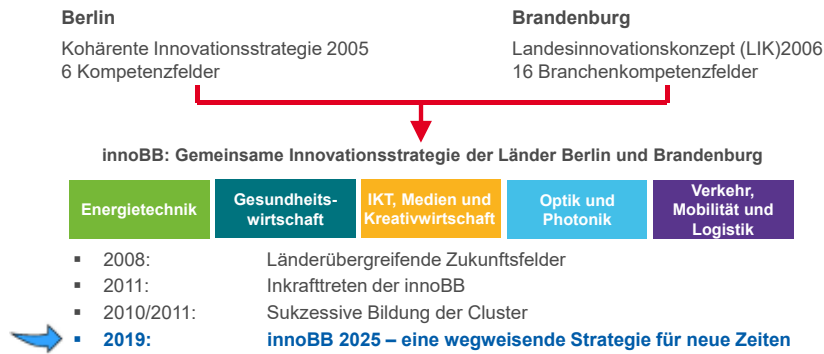


- Wir sind zentraler Servicedienstleister in Berlin mit Technologietransfer-Know-how (Information und Strategien für Technologietransfer, Lotsendienste durch Technologie- und Förderprogramme, Kooperationsforen, Online-Plattformen, Informationen zu Trends und Potenzialen, Forschungsprogramm-Know-how etc.)
- Wir geben Impulse zur Anbahnung von Technologie- und Innovationsprojekten
- Wir tragen zur Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft bei und unterstützen Innovationsprojekte - in Berlin und in Brüssel
- Wir unterstützen die Vermarktung des Wissenschaftsstandortes Berlin regional, national und international

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Clusterentwicklung auf Basis der Gemeinsamen Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg (innoBB)

Entwicklungspfad

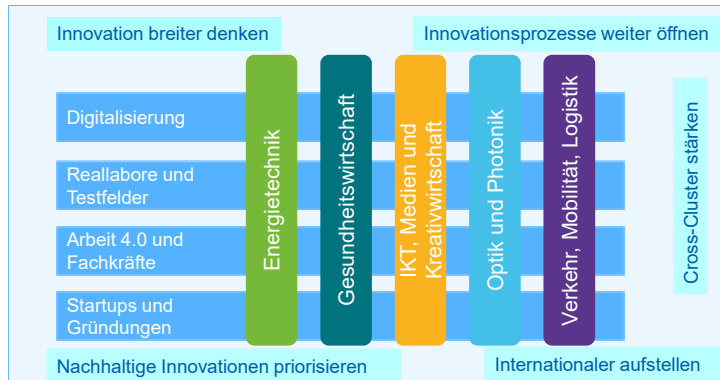


innoBB 2025 – Gemeinsame Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg



Eine wegweisende Strategie für neue Zeiten

innoBB 2025 auf einen Blick – die Cluster integrieren Leitlinien und Schwerpunktthemen



Umsetzung der innoBB 2025

- **Politischer Gestaltungsrahmen**
 - ✓ Intensivierung der Zusammenarbeit der Länder Berlin und Brandenburg in der Innovations- und Technologieförderung
 - ✓ Weiterer Ausbau der regionalen Innovationsinfrastruktur in der Hauptstadtregion
- **Länderübergreifende Clusterstrukturen und Prozesse** – Clustermanagements und bewährte Formate für die strategische und operative Weiterentwicklung
- **Partizipative Entwicklung der Masterpläne der Cluster** - aktive Einbeziehung der Perspektiven der regionalen Akteure
- Ergebnis- und Wirkungsmessung – kontinuierliche Erhebung und jährliche Berichte zu den Aktivitäten und Projekten in den Clustern mit Hilfe des Ergebnis- und Wirkungsmonitorings (EWM)
- **Einladung zur Mitarbeit in den Clustern – enge Einbindung von großen und kleinen Unternehmen, Sozialpartnern, Verbänden sowie von Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen**

Technologische Schwerpunkthemen im Cluster Optik und Photonik



Lasertechnik

- Laser und Halbleiterlaser für Kommunikation, Materialbearbeitung, Messtechnik etc.



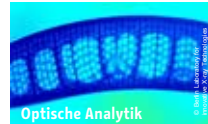
Lichttechnik

- Organische und anorganische Halbleiterlichtquellen
- Öffentliche Beleuchtung und Ladeinfrastruktur
- Visible Light Communication/Li-Fi



Photonik für Kommunikation und Sensorik

- Photonische Komponenten für Kommunikation
- Sensorik und Messtechnik
- Quantentechnologie
- Systemintegration
- Breitbandkommunikation



Optische Analytik

- UV-/Röntgen-/IR- und THz-Technologie
- Prozessmesstechnik
- Spektroskopie



Biomedizinische Optik und Augenoptik

- Bildverarbeitung
- Diagnostik
- Augenoptik/ Laseranwendungen



Mikrosystemtechnik

- Verbindungstechnologien
- Zuverlässigkeit
- Printed Electronics
- MEMS für Sicherheitsanwendungen und Gebäudemanagementsysteme

Relevante Querschnittsthemen: Autonome Robotik, Drohnen, 5G und VLC, VR/AR und Sensordatenfusion

Anwendungsgebiete (Industrie 4.0 in Berlin)

Wichtige Bausteine für die Verzahnung der Produktion mit Informations- und Kommunikationstechnik



Automatisierungs- und Steuerungstechnologien
Digitaler Zwilling
SPS/Edge Lösungen
5G
Robotik



Digitale Geschäftsmodellentwicklung
Agiles Projektmanagement
Plattformen und Apps
Change- und Lean-Management



VR/AR
Visualisierung von Prozessen
Wartungs- und Schulungstools
Usability



Künstliche Intelligenz
Datenanalyse
Condition Monitoring
Predictive maintenance



IoT
Big Data
Sensorik
Maschinelles Lernen

Die Big Data- und KI-Hauptstadt

Auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz wurden in den letzten Jahren wegweisende Fortschritte mit **Forschungsergebnissen und Entwicklungen** erzielt. Die effiziente Speicherung sehr großer Datenmengen sowie deren Verarbeitung ebneten den Weg zu neuen Anwendungen statistischer Verfahren (Big Data) und zum Maschinellen Lernen. Hierbei werden IT-Systeme, die in ihrem Aufbau dem menschlichen Gehirn ähneln, trainiert, Bilder zu erkennen, Videos zu analysieren oder Sprache zu verstehen.

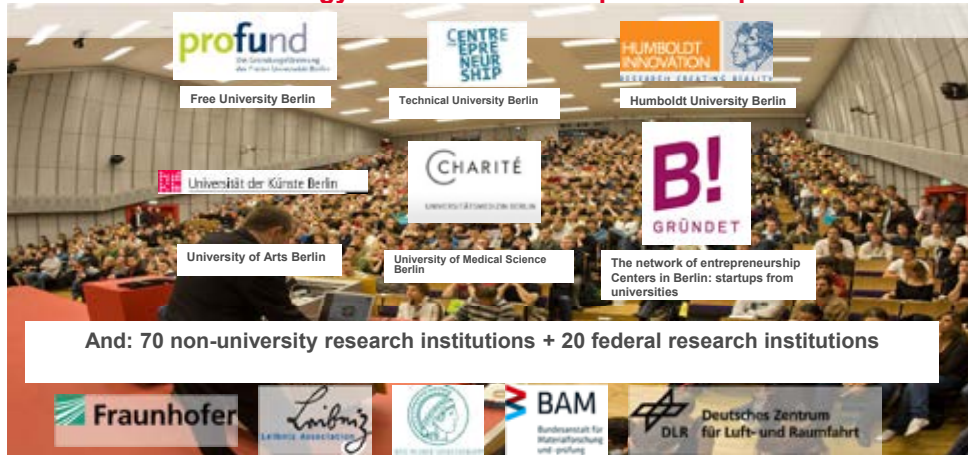


Die **Anwendungen** von KI-Systemen sind vielfältig: Verbesserung der Interaktion von Menschen mit IT-Systemen und Maschinen z.B. durch natürliche Sprache oder Roboter, autonome Fahrzeuge, Erkennung und Diagnose von Krankheiten, Analyse und Auslastungsprognosen von Netzstrukturen in den Bereichen Kommunikation, Energie und Versorgung sowie viele weitere Anwendungsgebiete.

Ein Ausschnitt der Forschungslandschaft

- Kompetenzzentrum (BMBF) Berlin Big Data Center (BBDC) an der TU Berlin
- Kompetenzzentrum (BMBF) Machine Learning an der TU Berlin
- Forschungszentrum Data Science an der Beuth Universität
- Dahlem Center for Machine Learning and Robotics an der FU Berlin
- DAI-Labor – Distributed Artificial Intelligence Laboratory an der TU Berlin
- Einstein Zentrum Digitale Zukunft
- Zentrum für Biomedizinische Bild- und Informationsverarbeitung an der HTW Berlin
- Datenwissenschaft in der Landwirtschaft am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie
- Projekt Büro des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)
- Smart Data Forum (BMW)
- FZI Forschungszentrum Informatik - Außenstelle Berlin (FZI)
- Forschung und Lehre an der Charité Berlin
- Vier Fraunhofer-Institute (FOKUS, HHI, IPK, IZM) kooperieren im Leistungszentrum Digitale Vernetzung

Academics: Technology-Transfer and Entrepreneurship



Berlin as a Hub for Industry Start-up Accelerators



As a result: Berlin is offering a strong ecosystem for innovation

- In Berlin there exist already numerous creatives places for innovation: labs / co-working spaces / incubators / accelerators / hubs etc.
- Each year many startups are founded (2015: 620)
- Big cooperations like Lufthansa, Telekom, Siemens, Cisco, Würth, Schindler and Microsoft have chosen Berlin as location for innovation and startup activities
- Even OEMs and tier 1 suppliers in the automotive sector are increasingly discovering Berlin – here innovation and research activities are bundled

Unser Service für Unternehmen und Wissenschaftler

Wir bringen Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft für Berlin zusammen, um Innovationen zu fördern



© seen - fotolia.com

- Wir sind zentraler Servicedienstleister in Berlin mit Technologietransfer-Know-how (Information und Strategien für Technologietransfer, Lotsendienste durch Technologie- und Förderprogramme, Kooperationsforen, Online-Plattformen, Informationen zu Trends und Potenzialen, Forschungsprogramm-Know-how etc.)
- Wir geben Impulse zur Anbahnung von Technologie- und Innovationsprojekten
- Wir tragen zur Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft bei und unterstützen Innovationsprojekte - in Berlin und in Brüssel
- Wir unterstützen die Vermarktung des Wissenschaftsstandortes Berlin regional, national und international

Service-Angebote von BPWT

Berlin Partner ist die erste Adresse für Unternehmen in Berlin und bietet Ihnen maßgeschneiderte Unterstützung – bei der Standortentscheidung und während der Umsetzung vor Ort. Unsere Service Packages bündeln Informationen, Angebote und Kontakte. Unsere Experten unterstützen Sie gemeinsam mit unseren Service-Partnern aktiv, kompetent und kostenlos. So können sich Unternehmen auf das Wesentliche konzentrieren: Ihren unternehmerischen Erfolg am Standort Berlin.

				
BUSINESS LOCATION PACKAGE	BUSINESS FINANCING PACKAGE	BUSINESS TALENT PACKAGE	BUSINESS INNOVATION PACKAGE	BUSINESS INTERNATIONAL PACKAGE
Der direkte Weg zu Ihrer Immobilie	Förderprogramme für Investitionen und Innovation	Die richtigen Fachkräfte für Ihre Stellen	Mehr Innovation durch Forschungsk Kooperationen	Von Berlin aus weltweit erfolgreich kooperieren

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



Service zu Förder- und Finanzierungsinstrumenten in Berlin

Berlin bietet vielfältige Fördermöglichkeiten für Investoren - abgestimmt auf die unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Entwicklungsschritte eines Projekts. Wir unterstützen bei der Beantragung von Zuschüssen und vermitteln zu Förder- und Bürgschaftsbanken sowie Beteiligungskapitalgebern.

Direkte Zuschüsse	Darlehen	Bürgschaften	Beteiligungskapital
--------------------------	-----------------	---------------------	----------------------------

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



Verbundförderung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW)

1. GRW Projektförderung von Kooperationsnetzwerken

Ziel: Unterstützung gemeinsamer Initiativen zur Verbesserung der Kooperation zwischen Unternehmen, Einrichtungen und regionalen Akteuren

Rechtsform/ Zielgruppe: Verein mit mind. 7 Vereinsmitgliedern als Träger des Kooperationsnetzwerkes. Die Mitglieder der Kooperationsnetzwerke müssen mehrheitlich gewerbliche Unternehmen sein. Als weitere Partner können wirtschaftsnahe Einrichtungen und regionale Akteure vertreten sein.

Fördersatz: Zuschuss von 75 % und max. 200.000,00 EUR im Rahmen der De-minimis-Beihilfen. Der gemeinsame Eigenanteil der Partner liegt bei 25 %. Gesamtumfang über 3 Jahre: 266.666,00 EUR

2. GRW Innovationscluster

Ziel: Regionale und überregionale Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und wirtschaftsnahen Einrichtungen zu initiieren, um die Innovationsfähigkeit und -tätigkeit anzuregen.

Rechtsform: eingeschriebener Verein (e.V.) mit mind. 7 Partnern, davon ein Großunternehmen
Fördersatz: maximal 50 % GRW-Mittel als Anteilsfinanzierung, der Förderbetrag ist bis zu 5,0 Mio. € festgesetzt und kann bis zu max. 7,5 Mio. € aufgestockt werden, sofern es sich überwiegend um KMU oder um eine interregionale Kooperation handelt. Bei den förderfähigen Kosten handelt es sich um eine kombinierte Förderung von Investitionskosten und Kosten für Personal- und Sachausgaben.

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Erfolgsbeispiele für Kooperationsnetzwerke - INAM



BACKGROUND

The Innovation Network for Advanced Materials (INAM) is a network that was initiated in 2016 by the Humboldt University Berlin, Berlin Partner, OSRAM and IRIS Adlershof and Fraunhofer ILT Berlin. The aim of the network is to fill the existing gap between research and industry in the field of Material Sciences.

Our mission is to support new emerging technologies and startups in the fields of advanced materials, innovative processes and analytical technologies. INAM's objective is to accelerate the global market entry of technology innovations by providing access to infrastructure and collaboration between corporates, startups and research institutions.



17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Erfolgsbeispiele für Kooperationsnetzwerke - INAM



JOIN OUR GROWING & INNOVATIVE NETWORK

FIND OUT MORE

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



Erfolgsbeispiele für Kooperationsnetzwerke - INAM



HOME | IMPRESSUM | HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

FORSCHUNG | WACHSTUM | ÜBER IRIS | SERVICE

KONTAKT

IRIS Adlershof
Humboldt-Universität zu Berlin
Zum Großen Windkanal 6
12489 Berlin
Germany

Direktor
Prof. Dr. Jürgen P. Rabe
rabe@iris-adlershof.de

IRIS ADLERSHOF

Das *Integrative Research Institute for the Sciences* **IRIS Adlershof** der Humboldt-Universität zu Berlin erforscht fächerübergreifend neuartige hybride Materialien und Funktionssysteme mit bisher unzugänglichen optischen, elektronischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften. Damit verbunden sind grundlegende Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Materie auf extremen Längen- und Zeitskalen sowie in komplexen Systemen.

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



**Forschungscampi als Kooperationsnetzwerke
von Wissenschaft und Wirtschaft**

Das Beispiel Mobility2Grid: an der Schnittstelle von Energie und Mobilität

Karoline Karohs

Transfer im Gespräch | 28. März 2019



Gemeinsame Forschung von 36 Partnern



Umgangsbezeichnung: Vorkoordinator Elektromobilität (URP@URP-M2G)
Hauptphase/Getachterbegehung/Logon/Partner/252 Logo2014 eps.jpg
26.03.2019



Weitere Netzwerkoption: GRW – Innovationscluster Gemeinsame Nutzung technischer Ressourcen im Verbund



Förderbedingungen

Art der Förderung: nicht rückzahlbarer Zuschuss

Fördersatz/ -betrag: Investitionen: bis zu 55 % (in C-Fördergebieten), max. 5 Mio. EUR.
(7,5 Mio. EUR sofern Verbund überwiegend aus KMU besteht oder interregionale Kooperation vorliegen)

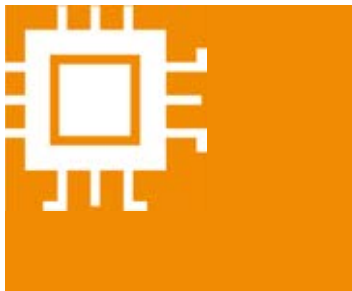
Förderzeitraum: 5 Jahre (Verlängerungsoption um weitere 5 Jahre)

Förderfähige Kosten: Investitionskosten
➤ Anschaffungskosten (im-) materieller Güter

Betriebskosten (Personal- und Sachausgaben, wenn für folgende Aktivitäten aufgewandt:

- Betreuung der Verbundpartner durch unterstützende Leistungen
- Werbemaßnahmen für Akquise von Unternehmen und Präsenz des Innovationsclusters
- Verwaltung des Innovationsclusters, Organisationskosten

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



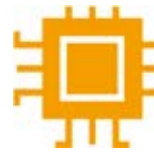
©Berlin Partner – Philipp Jester

Business Innovation Package
Mehr Innovation durch Forschungsk Kooperation.

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



Auf einen Blick - der Innovation Service für mehr FuE-Kooperation



INNOVATIONS- UND KOOPERATIONSPOTENZIALE	KOOPERATIONSPARTNER	INNOVATIONSFÖRDERUNG
<p>Markt- und Technikinformation</p> <p>Patentservice: Anleitung zur Entwicklung von Schutzrechtsstrategien</p> <p>Zugang zu Know-how aus den Berliner Wachstumsbranchen</p> <p>Methodik für Trendanalysen und Innovationsmanagement</p> <p>Ausgewählte Potenzialanalysen und Realisierungskonzepte</p>	<p>Identifizierung von Experten aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie in Berlin</p> <p>Kontaktanbahnung über Kooperationsveranstaltungen, Matchmaking-Events und Online-Plattformen</p> <p>Zugang zu Inkubatoren & Acceleratoren in Berlin</p> <p>Kontakte zu europäischen Forschungsregionen (ERRIN) in Brüssel</p>	<p>Innovationsförderung für Wirtschaft und Wissenschaft in Berlin (u.a. ProFIT, Transfer-/Coaching-BONUS)</p> <p>Innovations- und Schutzrechtsförderung des Bundes (u.a. ZIM, go-Inno, WIPANO, VIP+)</p> <p>Förderprogramme und Calls des Bundes und der EU für Innovation und Kooperation, inkl. Horizon 2020</p> <p>Projektwerkstätten in Brüssel mit Experten der EU-Kommission</p>

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF



Service und Lotsendienste von Berlin Partner durch Förderprogramme von Land, Bund und EU (Auswahl)



	Initiierung, Begleitung	Forschung, Entwicklung, Kooperation	Markteinführung Marktvorbereitung
Zuschuss	Transfer BONUS	Transfer BONUS	ZIM-DL
	ProFIT Frühphase I	ProFIT (IF)	
	Innovationsassistent	GRW-Kooperationsnetzwerke	
	BMW-Innovationsgutschein	ZIM (EP, KU, KF/VP)	GRW-Investitionszulage
	WIPANO	KMU-Innovativ	
	EXIST	Fachspezifische Aufrufe	
	Verbundforschung & Entwicklung im H2020 (EEN)		KMU - Instrument H2020 (EEN)
Darlehen	ProFIT Frühphase I	ProFIT (EE)	ProFIT (ME)
		ProFIT Frühphase II	
	EU	Bund	Berlin

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF





Innovation durch Kooperation
www.berlin-partner.de

Please do not use pictures and texts inappropriately. Share with care.

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Vielen Dank!
Ihre Fragen?

Kontakt:
Siegfried Helling
Bereich Innovation Services | Förderung | Finanzierung
T +49 (0)30 46302- 479
siegfried.helling@berlin-partner.de

Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH
Ludwig Erhard Haus
Fasanenstraße 85 | 10623 Berlin
T +49 (0)30 46302-500 | info@berlin-partner.de
www.berlin-partner.de | www.businesslocationcenter.de




Einige Projekte der Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH werden aus Mitteln des Landes Berlin und der Investitionsbank Berlin gefördert, kofinanziert von der Europäischen Union – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung. Investition in Ihre Zukunft.

17.06.2019 | Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH | ISFF

Remote Gas Sensing with Multicopter-Platforms

Nikolas Winkler, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung



BAM
Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung


Sicherheit in Technik und Chemie

04.06.2019

REMOTE GAS SENSING WITH MULTICOPTER PLATFORMS


N. Winkler¹, P. P. Neumann¹, D. Hüllmann¹, H. Kohlhoff¹, M. Bartholmai¹,
V. H. Bennetts², and A. J. Lilienthal²

¹Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
²Örebro University



BAM

Mobile Robot Olfaction



Autonomous Robots + Gas Sensors + Environment Sensors = Robot with Nose

Source: Mobile Robots and Olfaction Lab, Örebro University

04.06.2019 Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität" 2

Mobile Robot Olfaction

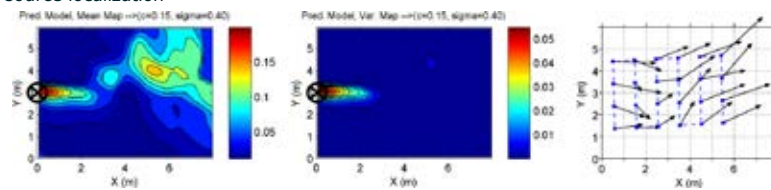


- **Advantages**

- » Operation in hazardous locations
- » Rapid deployment and adaption to changing environmental conditions

- **Tasks**

- » Discrimination of gaseous compounds
- » Gas distribution mapping
- » Gas source localization



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

3

Mobile Robot Olfaction



- **Challenges**

- » Limitations of current gas sensing technologies
- » Gas diffusion is a complex phenomena



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

4

Gas-sensitive UAV v1.0

Gas-sensitive Micro UAV v1.0 Airrobot AR100-B Quadcopter

• Technical Data

- » Takeoff weight (incl. payload): 1.3 kg
- » Diameter: 1.0 m
- » Flight time: ≤ 30 min
- » Max. wind speed: < 8 m/s



Gas Transport to the Sensors



- **Problem:** rotor movement of UAV induce disturbances
 - » Dilution and dispersion of the surrounding gas-air mixture
 - » Problematic for punctual gas sources creating small plumes

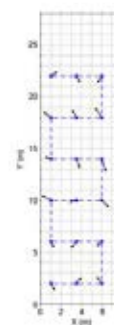
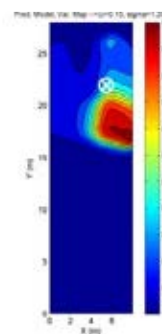
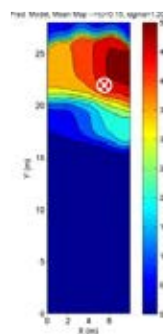
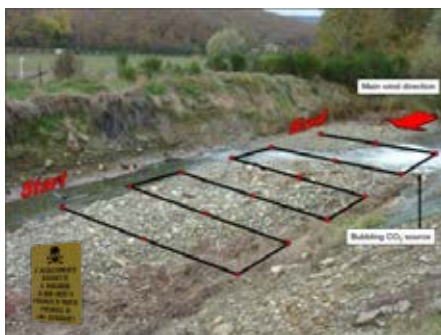


04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

7

Example – Gas Distribution Mapping



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

8

Gas-sensitive UAV v2.0

Unmanned Aerial Vehicle for Remote Gas Sensing

Basic Idea of the Unmanned Aerial Vehicle for Remote Gas Sensing (UAV-REGAS)



Source: DJI

Gas-sensitive Micro UAV v2.0 DJI Spreading Wings S1000



- **Technical details**

- › Takeoff weight: max. 11 kg
- › Diameter: approx. 1.4 m
- › Max power consumption: 4 kW
- › Max flight speed: 15-20 m/s
- › Flight time: ≤ 15 min

- **Payload**

- › Modified 3-axis aerial gimbal for stabilizing and orienting the payload,
- › Open-path gas detector
- › Laser range finder
- › Wide angle camera



07.05.2019

RASEM Kickoff Meeting

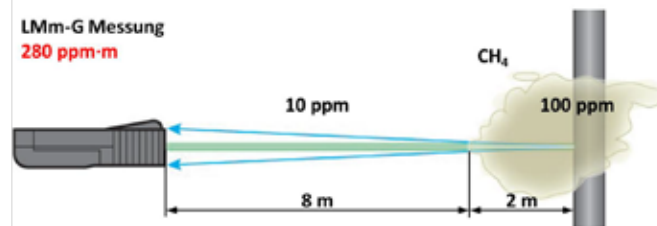
11

Open-Path Gas Detector TGE LaserMethane mini-G



- **Measurement principle**

- › Based on Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy
- › Methane concentration is determined using the difference from emitted and received laser beam (Lambert-Beer law)



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

12

Robotic Platform System Overview

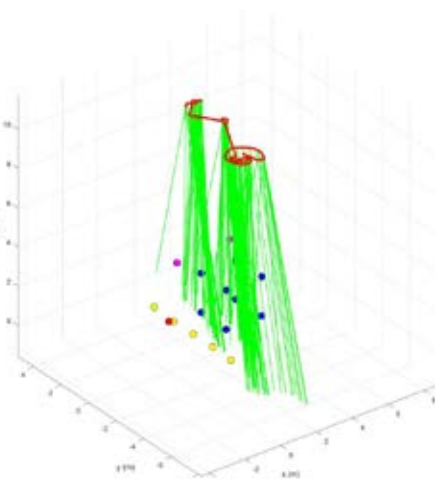
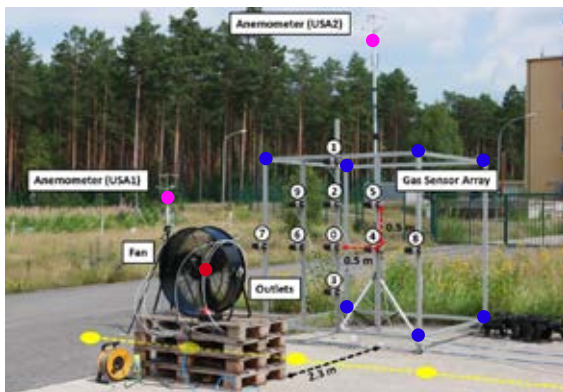


04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

13

2D CT-based Plume Reconstruction – Setup

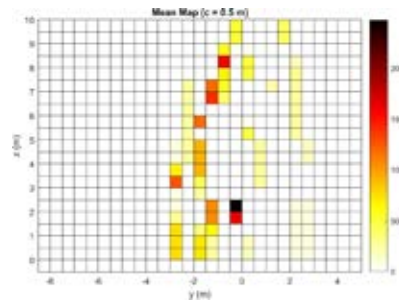
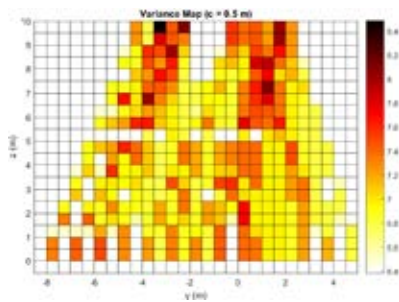


04.06.2019

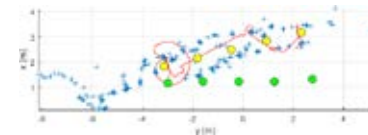
Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

14

2D CT-based Plume Reconstruction – Results



- **Problem:** standard GPS not accurate enough
- RTK GPS offering centimeter-level positioning (up to 1 cm + 1 ppm)



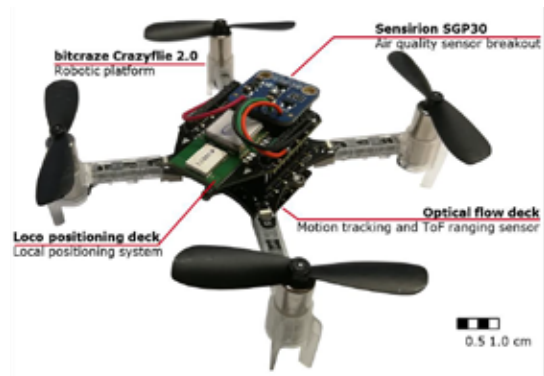
Gas-sensitive Nano UAV Swarm

Robotic Platform Bitcraze Crazyflie 2.0



- **Technical details**

- › Takeoff weight: max. 42 g (35.6 g)
- › Available payload: 15 g
- › Diameter: < 0.1 m
- › Flight time: ≤ 7 min

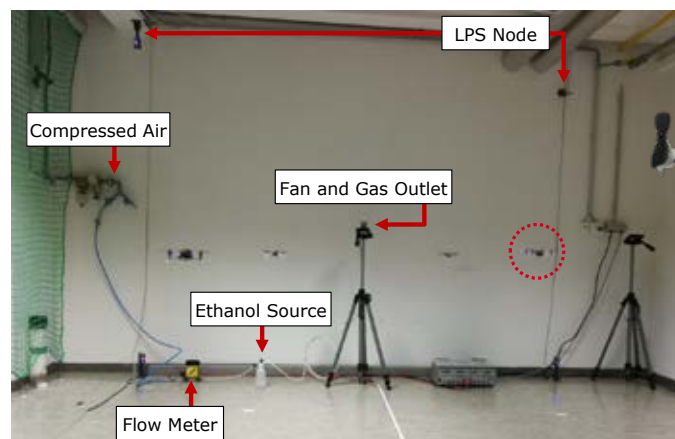


04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

17

Indoor Drone Arena @BAM Experimental Setup

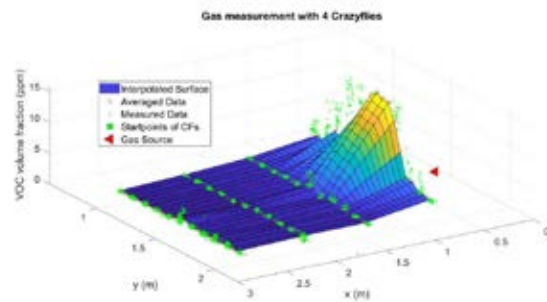
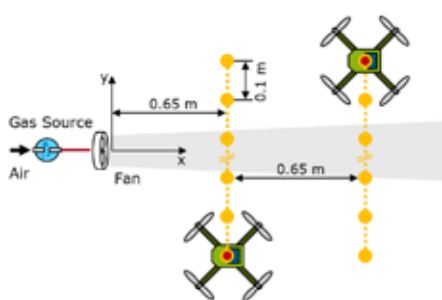


04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

18

Example – Swarm-based Gas Distribution Mapping



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

19

Comparison



	Bitcraze Crazyflie 2.0	AirRobot AR100-B	DJI Spreading Wings S1000
Takeoff weight (incl. payload)	42 g	1.3 kg	10.2 kg
Diameter	0.1 m	1 m	1.4 m
Flight time	7 min	≤ 30 min	≤ 15 min
Gas sensors	In-situ	In-situ	Remote
Gas transport	Required	Required	No plume contact needed
Wind vector estimation	-	2D	3D (planned)
Mobile robot olfaction algorithms	Multi-agent system (MAS), particle swarm optimization	Plume tracking (bio-inspired), source declaration (probabilistic), gas distribution mapping (grid-based), sensor planning (APF)	Planned: plume reconstruction based on computed tomography (2D, 2.5D, and 3D), gas source localization (e.g. plume tracking with gimbal)...

04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

20

Conclusions



- UAVs are a powerful tool for rescue units to uncover
 - » Gas leaks
 - » Dimension of the danger zone
- Gas-sensitive UAVs can contribute to the task of monitoring, e.g., landfills and pipelines
- Fields of application of gas-sensitive UAVs include
 - » Gas Source Localization
 - » Gas Distribution Mapping

04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

21

Thank you for your attention!



Funding

- **Gas-sensitive UAV v1.0**
 - **MNPQ-Program (BMW)**
 - » Title – "Microdrone for gas measurements in hazardous environments"
 - » Partner – AirRobot GmbH & Co. KG and Division 8.1
 - **BAM PhD Program – P. Neumann (8.1)**
 - » Title – "Gas Source Localization and Gas Distribution Mapping with a Micro-Drone"
 - » Partner – FU Berlin and Örebro University, Sweden
- **UAV-REGAS**
 - **Topic Infrastructure**
 - » Title – "Complex Fires – Consequences of accidental failure of gas tanks"
 - » Partner – Divisions 2.1, 2.2, 2.4, 3.2, 7.5, and 8.1
 - **MI Type I – D. Hüllmann (8.1)**
 - » Title – "Aerial-based gas source localization and gas distribution mapping using an open-path gas detector"
 - » Partner – Örebro University, Sweden
 - **ZIM**
 - » Title – "Development and validation of a miniaturized, laser-based open-path remote measuring system for assessment of gas clouds and precise localization of gas sources"
 - » Partner – JP ProteQ and Division 8.1



04.06.2019

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität"

22



Agile Roboterentwicklung

Individuelle Roboterlösungen
nach dem Baukastenprinzip

Sabrina Heerklotz

04. Juni 2019

Bitte vervollständigen Sie folgenden Satz:

„Ich hätte gerne einen Roboter, der ...“

Was macht Innok Robotics?

Wir machen Ihren Roboter.



5 / 61

Innok Robotics GmbH

Agile Roboterentwicklung

Bitte vervollständigen Sie folgenden Satz:

„Ich hätte gerne einen Roboter, der ...“

Stefan K.
Innovationsmanager bei einem Netzbetreiber

Innok Robotics
Mobile Innovationen



8 / 61

Innok Robotics GmbH

Stefan K.
Innovationsmanager bei einem Netzbetreiber

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„... regelmäßig Inspektionsfahrten in unseren Anlagen durchführt
und die aufgenommenen Bilder und Videos an unseren Server schickt.“



9 / 61

Innok Robotics GmbH

Heino S.
Geschäftsführer einer Gärtnerei

Innok Robotics
Mobile Innovationen



10 / 61

Innok Robotics GmbH

Heino S.
Geschäftsführer einer Gärtnerei

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„... auf einem 12 Hektar großen Friedhof die Gräber gießt,
für deren Pflege wir verantwortlich sind.“



11 / 61

Innok Robotics GmbH

Benedikt H.
Logistikmanager bei einem Maschinenbauer

Innok Robotics
Mobile Innovationen



12 / 61

Innok Robotics GmbH

Benedikt H.
Logistikmanager bei einem Maschinenbauer

Innok Robotics
Mobile Innovationen



13 / 61

Innok Robotics GmbH

Ich hätte gerne einen Roboter, der ...

Innok Robotics
Mobile Innovationen



14 / 61

Innok Robotics GmbH

Klassischer Ansatz

Innok Robotics
Mobile Innovationen



15 / 61

Innok Robotics GmbH

Klassischer Ansatz

Innok Robotics
Mobile Innovationen



16 / 61

Innok Robotics GmbH

Klassischer Ansatz

Innok Robotics
Mobile Innovationen

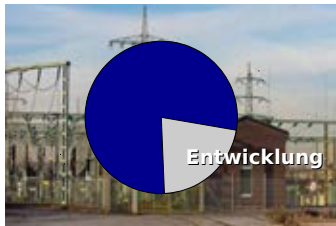


17 / 61

Innok Robotics GmbH

Agile Roboterentwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen

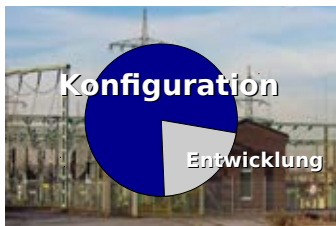


18 / 61

Innok Robotics GmbH

Agile Roboterentwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen



19 / 61

Innok Robotics GmbH

Leitsätze der agilen Entwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen

<p>Individuen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen</p>	<p>Funktionierende Produkte stehen über einer umfassenden Dokumentation</p>
<p>Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über der Vertragsverhandlung</p>	<p>Reagieren auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans</p>

20 / 61 Innok Robotics GmbH

Leitsätze der agilen Entwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen

<p>Individuen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen</p>	<p>Funktionierende Produkte stehen über einer umfassenden Dokumentation</p>
<p>Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über der Vertragsverhandlung</p>	<p>Reagieren auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans</p>

21 / 61 Innok Robotics GmbH

Leitsätze der agilen Entwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen

<p>Individuen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen</p>	<p>Funktionierende Produkte stehen über einer umfassenden Dokumentation</p>
<p>Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über der Vertragsverhandlung</p>	<p>Reagieren auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans</p>

22 / 61

Innok Robotics GmbH

Leitsätze der agilen Entwicklung

Innok Robotics
Mobile Innovationen

<p>Individuen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen</p>	<p>Funktionierende Produkte stehen über einer umfassenden Dokumentation</p>
<p>Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über der Vertragsverhandlung</p>	<p>Reagieren auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans</p>

23 / 61

Innok Robotics GmbH

Entwicklungszyklus

Innok Robotics
Mobile Innovationen

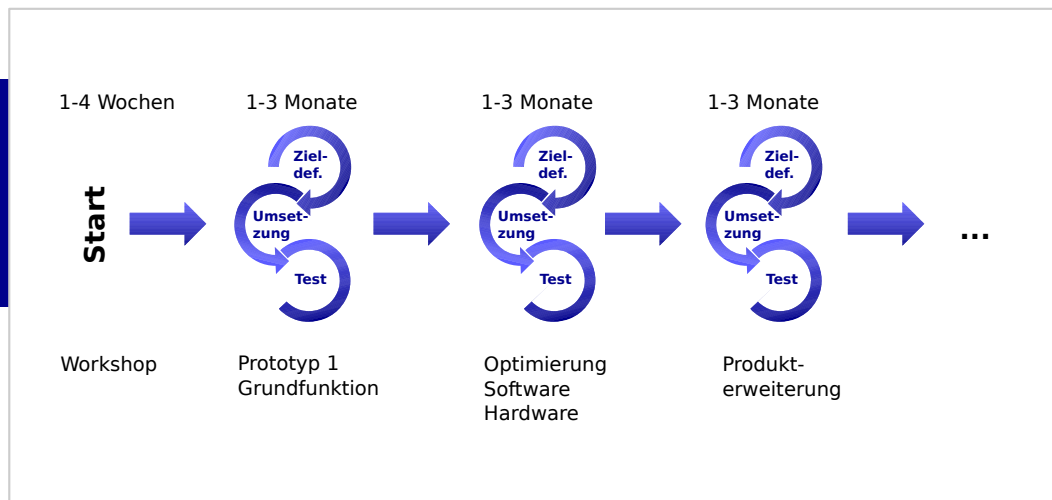


24 / 61

Innok Robotics GmbH

Typischer Projektablauf

Innok Robotics
Mobile Innovationen



25 / 61

Innok Robotics GmbH

Roboterbaukasten

Roboterbaukasten



Hardware-Baukasten
Innok Heros



Innok Cockpit
Autonomie-Software

Software-Baukasten
Innok Cockpit

Roboterbaukasten

Innok Robotics
Mobile Innovationen



Innok Cockpit
Autonomie-Software

**Hardware-Baukasten
Innok Heros**

**Software-Baukasten
Innok Cockpit**

28 / 61

Innok Robotics GmbH

Modularer Roboter „Innok Heros“

Innok Robotics
Mobile Innovationen



29 / 61

Innok Robotics GmbH

Modularer Roboter „Innok Heros“

Innok Robotics
Mobile Innovationen

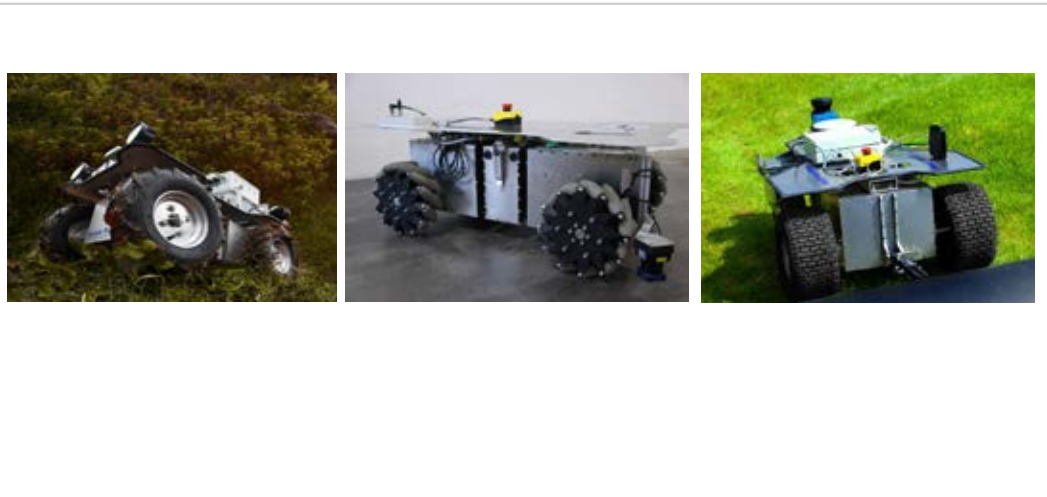


30 / 61

Innok Robotics GmbH

Modularer Roboter „Innok Heros“

Innok Robotics
Mobile Innovationen

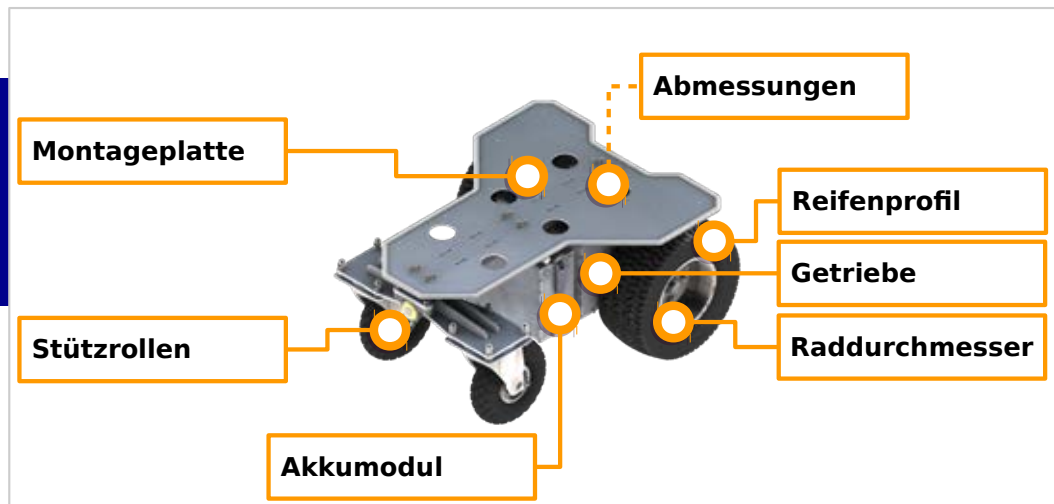


31 / 61

Innok Robotics GmbH

Modularer Roboter „Innok Heros“

Innok Robotics
Mobile Innovationen

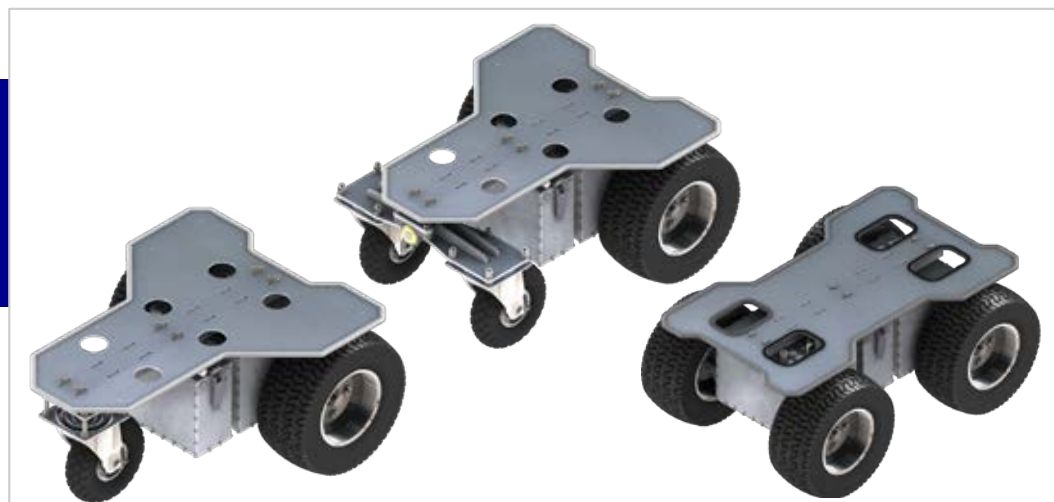


32 / 61

Innok Robotics GmbH

Baustein: Roboterfahrzeug

Innok Robotics
Mobile Innovationen

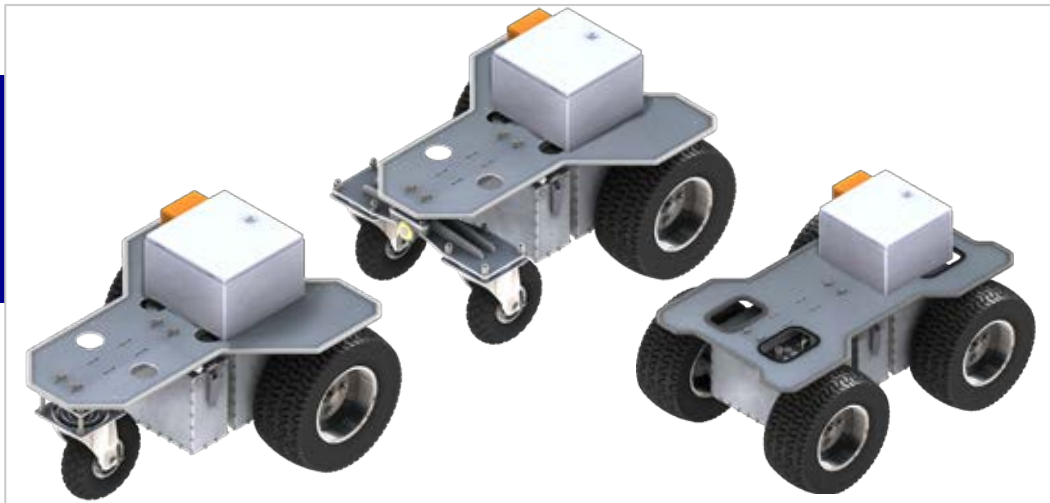


33 / 61

Innok Robotics GmbH

Baustein: Steuerungshardware

Innok Robotics
Mobile Innovationen

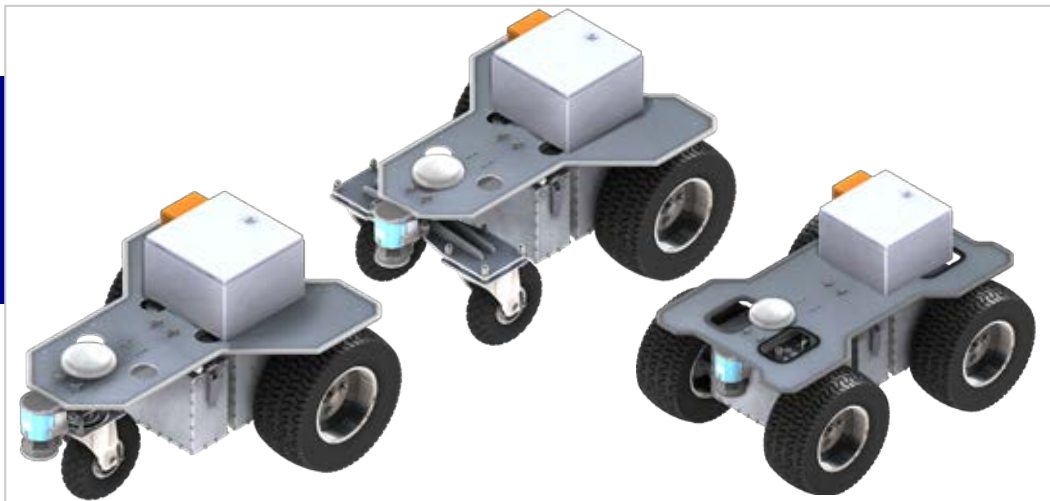


34 / 61

Innok Robotics GmbH

Sensorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen

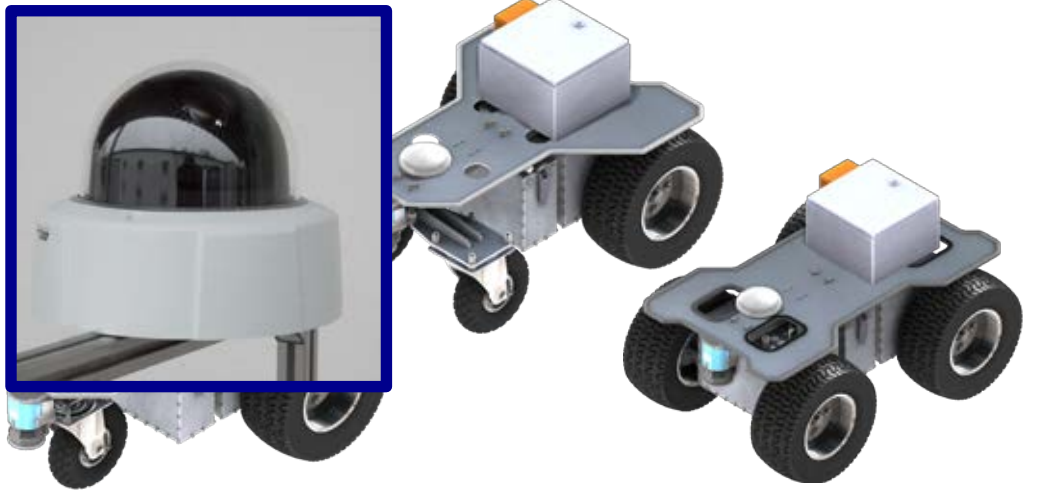


35 / 61

Innok Robotics GmbH

Sensorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen

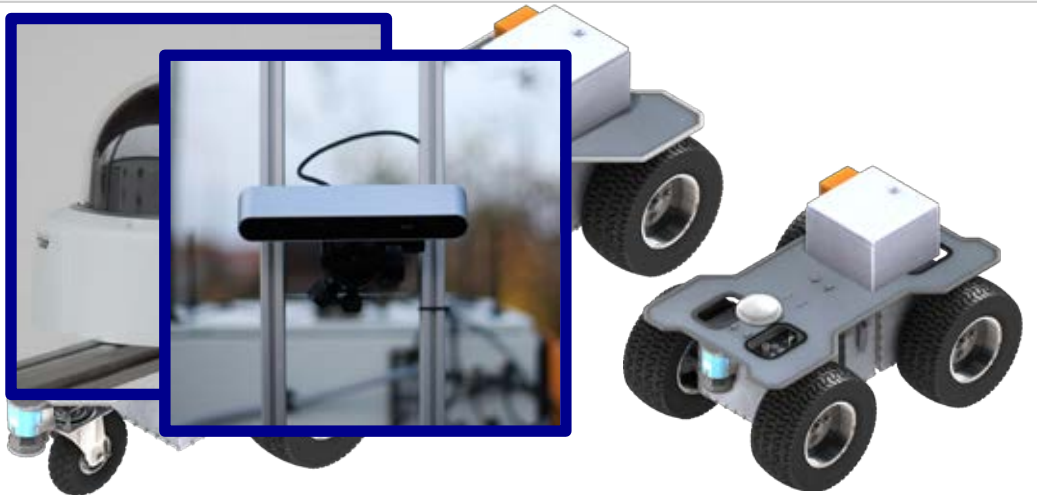


36 / 61

Innok Robotics GmbH

Sensorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen



37 / 61

Innok Robotics GmbH

Sensorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen



38 / 61

Innok Robotics GmbH

Sensorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen



39 / 61

Innok Robotics GmbH

Aktorik-Bausteine

Innok Robotics
Mobile Innovationen



40 / 61

Innok Robotics GmbH

Roboterbaukasten

Innok Robotics
Mobile Innovationen



Innok Cockpit
Autonomie-Software

**Hardware-Baukasten
Innok Heros**

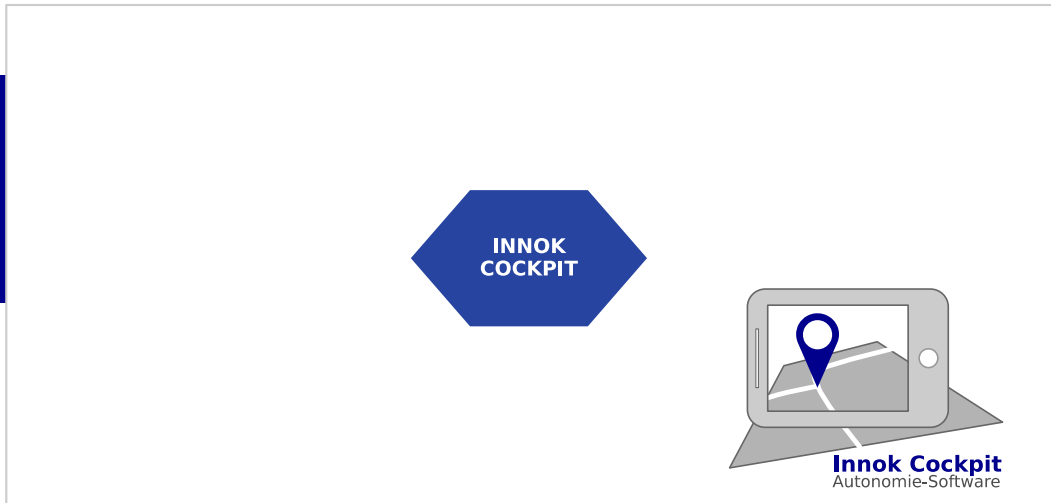
**Software-Baukasten
Innok Cockpit**

41 / 61

Innok Robotics GmbH

**Autonomie-Software
Innok Cockpit**

Innok Robotics
Mobile Innovationen

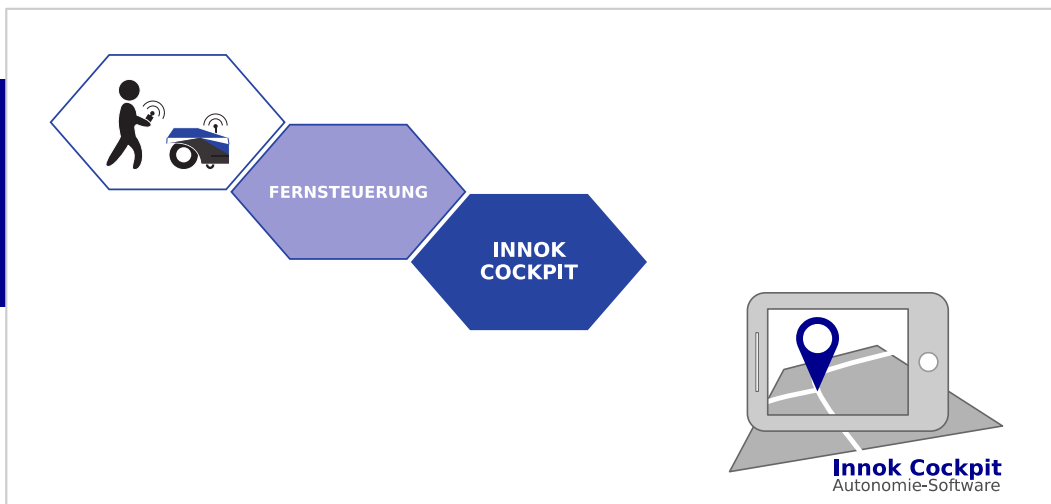


43 / 61

Innok Robotics GmbH

**Autonomie-Software
Innok Cockpit**

Innok Robotics
Mobile Innovationen

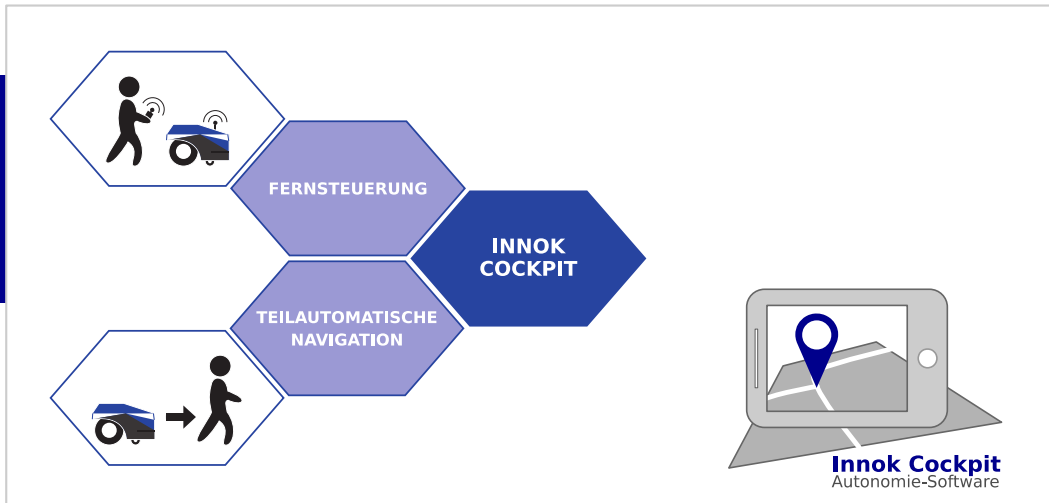


44 / 61

Innok Robotics GmbH

**Autonomie-Software
Innok Cockpit**

Innok Robotics
Mobile Innovationen

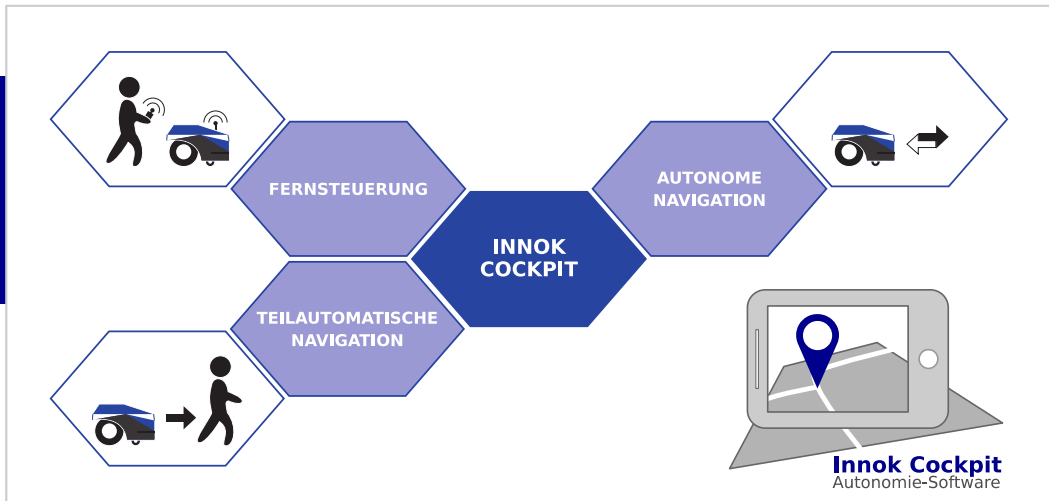


45 / 61

Innok Robotics GmbH

**Autonomie-Software
Innok Cockpit**

Innok Robotics
Mobile Innovationen



46 / 61

Innok Robotics GmbH

Einfaches Beispiel für autonome Navigation

Innok Robotics
Mobile Innovationen



47 / 61

Innok Robotics GmbH

Einfaches Beispiel für autonome Navigation

Innok Robotics
Mobile Innovationen



48 / 61

Innok Robotics GmbH

Einfaches Beispiel für autonome Navigation

Innok Robotics
Mobile Innovationen



49 / 61

Innok Robotics GmbH

Einfaches Beispiel für autonome Navigation

Innok Robotics
Mobile Innovationen



50 / 61

Innok Robotics GmbH

Roboterbaukasten

Innok Robotics
Mobile Innovationen



**Hardware-Baukasten
Innok Heros**



Innok Cockpit
Autonomie-Software

**Software-Baukasten
Innok Cockpit**

51 / 61

Innok Robotics GmbH

Ich hätte gerne einen Roboter, der ...

Innok Robotics
Mobile Innovationen



52 / 61

Innok Robotics GmbH

Stefan K.
Innovationsmanager bei einem Netzbetreiber

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„... regelmäßig Inspektionsfahrten in unseren Anlagen durchführt und die aufgenommenen Bilder und Videos an unseren Server schickt.“



53 / 61

Innok Robotics GmbH

Inspektionsroboter Inspectos

Innok Robotics
Mobile Innovationen



54 / 61

Innok Robotics GmbH

Heino S.
Geschäftsführer einer Gärtnerei

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„... auf einem 12 Hektar großen Friedhof die Gräber gießt,
für deren Pflege wir verantwortlich sind.“



55 / 61

Innok Robotics GmbH

Bewässerungsroboter Rainos

Innok Robotics
Mobile Innovationen



56 / 61

Innok Robotics GmbH

Benedikt H.
Logistikmanager bei einem Maschinenbauer

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„... Fertigungsteile aus der Fertigungshalle in die Montagehalle transportiert.“



57 / 61

Innok Robotics GmbH

Transportroboter Induros

Innok Robotics
Mobile Innovationen



58 / 61

Innok Robotics GmbH

Ich hätte gerne einen Roboter, der ...

Innok Robotics
Mobile Innovationen



59 / 61

Innok Robotics GmbH

Innok Robotics
Mobile Innovationen

„Ich hätte gerne einen Roboter, der ...“

60 / 61

Innok Robotics GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



INNVELO IDEE

E-Bike

- Leicht
- Kostengünstig
- Einfach / funktionell

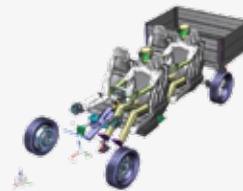


INNVELO THREE®



E-Car

- Geschlossene Fahrgastzelle
- Größere Reichweite
- Transportmöglichkeit
- Höhere Geschwindigkeit





INNVELO THREE WORK Plattform

Das Produkt zur Ausgründung einer innovativen sächsischen Fahrzeugmarke

USE CASE B2B – WORK

- Kurier-, Express- und Paketdienste
- Stadtreinigung
- Grasschnitttransport
- Verteilservice



Fakten

- $V_{max} = 45$ oder 90km/h
- 300kg Nutzlast, Europalettenfläche
- Reichweite 105 oder 210km
- Verbrauch $8\text{kWh}/100\text{km}$
- $U=48\text{V}$
- $P_{max}=25\text{Kw}$
- 29.500€ bei 100 Stück / Jahr
- 14.500€ bei 100.000 Stück / Jahr

3



INNVELO Team

Dr.-Ing. Sebastian Ortmann

- Institutsleiter ICM e.V.
- Leiter Forschung und Entwicklung



Dipl.-Ing. Jens Heinrich

- Teamverantwortlicher Mobilität ICM e.V.



**Staatl. gepr. Techniker Kraftfahrzeugtechnik
Marwan Alshaabi**

- Montage, Konstruktion, Service, Testing



**Staatl. gepr. Techniker Kraftfahrzeugtechnik
Marcus Lenk**

- Fertigungsleiter



M.Sc. Nikhil Jaqtab

- Elektronikentwicklung



Cand. Dipl.-Ing. (FH) Yannick Müller

- Leiter Konstruktion, CAD Admin
- Karosserieentwicklung



Cand. M.Sc. Niklas Reincke

- Technische Dokumentation, Antragstellung
- Marketing



Cand. M.Sc. Lalitkumar Savaliya

- FEM Berechnung / Simulation GfK, Stahl, Aluminium



Cand. Dipl.-Ing. (FH) Sayyid Omar

- Fahrwerksentwicklung
- Fertigungsplanung



Cand. Dipl.-Ing. (FH) Markus Parthy

- Ergonomie, Package, Einkauf



4



INNVELO Finanzen

INNVELO THREE WORK No. 1-3

- 300.000€/ Stück

INNVELO THREE WORK No. 4-8

- 220.000€/ Stück

INNVELO THREE WORK No. 9-10

- 200.000€/ Stück

INNVELO THREE WORK 100 Stück /Jahr

- 32.500€/ Stück

INNVELO THREE WORK 100.000 Stück / Jahr

- 14.500€/ Stück

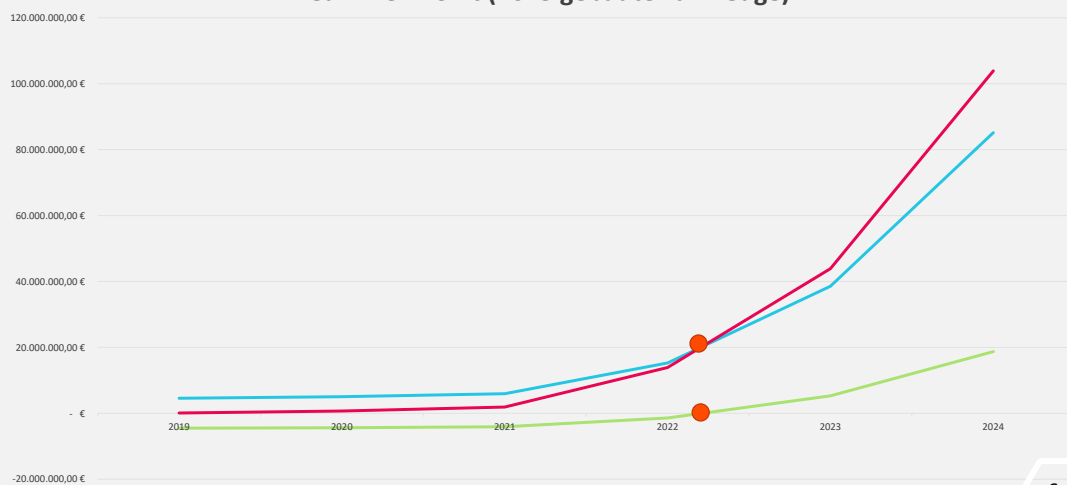


5



INNVELO Finanzen

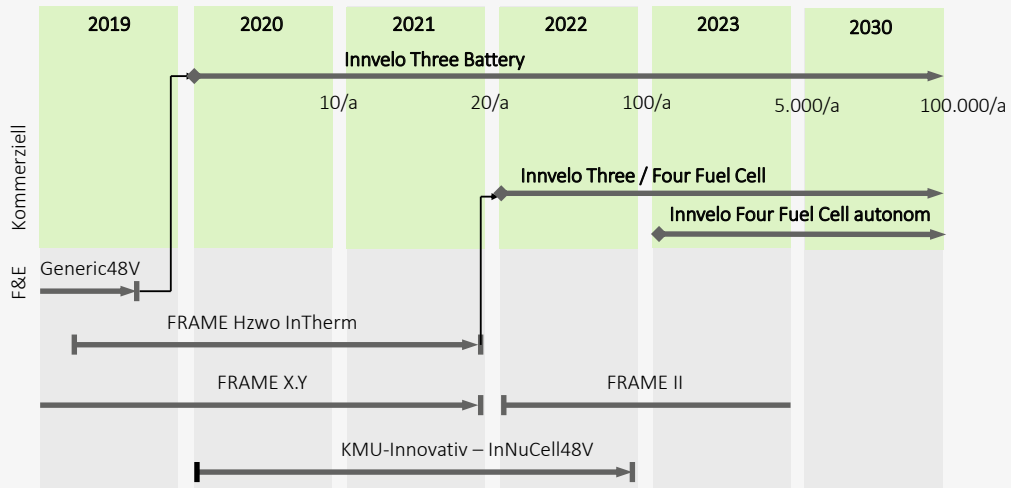
Break Even Point (1675 gebaute Fahrzeuge)



6



INNVELO Timeline



7



INNVELO Produktion

8

„Etablierung einer neuen sächsischen Fahrzeugmarke in den Wandererwerken.“



Innvelo Pedelec

Innvelo two

Innvelo 3

Innvelo 4





INNVELO Entwurf - Produktionsstätte

WANDERER NACHNUTZUNG DES EHEMALIGEN SCHREIBMASCHINENWERKS

A = KREATIVITÄT U. WISSENSCHAFT
B = WOHNLOFTS
C = GEWERBEATELIERS
D = AUSSTELLUNGEN/EVENTS

9



INNVELO Community

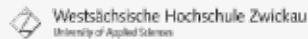
Investors



Certification



Research and Development



10

INNVELO Community

INNVELO Partners



11





innVELO

Vielen Dank

Dr.-Ing. Sebastian Ortmann
+49 37127836 400
s.ortmann@icm-chemnitz.de
www.icm-chemnitz.de

Dipl.-Ing. Jens Heinrich
+49 37127836 307
j.heinrich@icm-chemnitz.de
www.innVELO.de



Leichtbau von Bauteilen mit bionischen Methoden

Prof. Dr.-Ing. Michael Herdy, inpro GmbH



Kontaktdaten:

Prof. Dr.-Ing. Michael Herdy
Seniorexperte für Bionik
Innovation and Data Intelligence (ID)

inpro Innovationsgesellschaft für
fortgeschrittene Produktionssysteme
in der Fahrzeugindustrie mbH
Steinplatz 2, D-10623 Berlin

Telefon: +49 (0)30 399 97-183
Fax: +49 (0)30 399 97-117
E-Mail: Michael.Herdy@inpro.de
Web: www.inpro.de

Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen von diesem Manuskript sind untersagt.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Autor und inpro Innovationsgesellschaft mbH übernehmen keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. sowie die Abbildungen frei von Schutzrechten Dritter sind.

In diesem Handout wurden aus Urheberrechtsgründen einige Bilder entfernt. Stattdessen wurden teilweise kurze Beschreibungen und teilweise leere Felder eingefügt.

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Bionik

Technische Nutzung von Resultaten der biologischen Evolution.

Schritte zur Nutzung der Resultate:

Analyse des biologischen Vorbildes

Abstraktion der interessierenden evolutionären Resultate

Anwendung in der Technik

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Biologische Materialien:

- Im Unterschied zu Ingenieurwerkstoffen sind biologische Materialien in der Regel **Faserverbund- und Gradientenmaterialien**.
- Sie besitzen einen hierarchischen Aufbau, der sich von der **molekularen Ebene bis hin zur Gesamtstruktur** erstreckt.
- Biologische Materialien sind **nicht homogen**, sondern aus mehreren Komponenten mit wechselnden Anteilen zusammengesetzt.
- Durch eine geeignete Strukturierung und eine entsprechende Zusammensetzung der Komponenten wird das **Material für seine Funktion spezialisiert**

VDI Verein Deutscher Ingenieure:
Bionik - Bionische Materialien, Strukturen
und Bauteile. VDI 6223, Stand Juni 2013.

Biologische Kompositwerkstoffe

Natürliches Vorbild: Knochen

- Knochengewebe ist eine Mischung aus dem Mineral **Hydroxylapatit** und dem Protein **Kollagen**.
- Hydroxylapatit macht ungefähr 70 Prozent der Trockenmasse des Knochens aus und liegt in winzigen Kristallen vor
- Das Kollagen mit seinen langen Fasern stellt den Großteil der übrigen 30 Prozent. Kristalle und Fasern sind fest miteinander verbunden.
- Dentin und Zahnschmelz sind ebenfalls Mischungen aus Hydroxylapatit und Kollagen, aber der Zahnschmelz ist härter als Knochen oder Dentin, weil er mehr Hydroxylapatit enthält (95 Prozent) .
- Würden Knochen **aus feuchtem Kollagen** ohne Hydroxylapatit bestehen, wären sie so **biegsam wie Gummi**. Bestünden sie ausschließlich **aus Hydroxylapatit**, wären sie so **spröde wie Glas** oder Porzellan.



<https://pixabay.com/de/illustrations/skelett-medizinische-knochen-504784/>

Biologische Kompositwerkstoffe



Natürliches Vorbild: Perlmutter

- Die innerste Schicht der Schale von Weichtieren wird als Perlmutter bezeichnet.
- Perlmutter ist ein extrem zähes und widerstandsfähiges Material, welches Deformationsresistenz mit Bruchresistenz kombiniert.



Bildquelle: Michael Herdy

Biologische Kompositwerkstoffe



Natürliches Vorbild: Perlmutter

- Perlmutter besteht aus Calciumcarbonat in Plattenform und einem weichen Protein-Klebstoff in einer Stein-und-Mörtel-Struktur, die 3000 Mal härter ist als ihre Einzelbestandteile.
- Die Protein-Zwischenschicht „bremst“ Mikrorisse aus und verhindert so deren Ausbreitung.

Im Dokument:

Yaraghi, N. A.; Kisailus, D. (2018):
Biomimetic Structural Materials.
Inspiration from Design and Assembly.
In: Annual review of physical chemistry.
Vol. 69, pp. 23–57

ist der schichtweise Aufbau des
Perlmutter sehr gut zu sehen.

Bionische Kompositwerkstoffe



Übertragung in die Technik: Künstliches Perlmutter

- Chemikern der Universität Konstanz ist es in Kooperation mit der University of Science and Technology of China (Hefei, China) erstmalig gelungen, die Perlmutterstruktur auf künstlichem Wege herzustellen.
- Für den Aufbau des Perlmutter werden die Komponenten Kalk, Chitin sowie Seidengel verwendet. Es wird derselbe strukturelle Aufbau und beinahe identische Eigenschaften wie beim natürlichen Biomineral erreicht.
- Im selben Herstellungsverfahren könnten anstelle des spröden Ausgangsmaterials Kalk auch andere Komponenten verwendet werden.

Auf der Seite:

<https://www.chemie.de/news/159385/natuerliche-perlmutterstruktur-kuenstlich-hergestellt.html>

ist der schichtweise Aufbau des künstlichen Perlmutter gut zu sehen.

<https://www.chemie.de/news/159385/natuerliche-perlmutterstruktur-kuenstlich-hergestellt.html>

Biologisches Material Spinnenseide

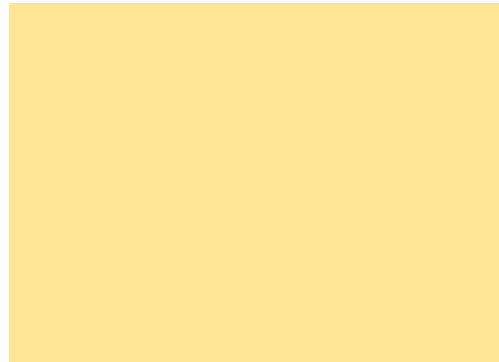


Bildquelle:
https://pixabay.com/static/uploads/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610__180.jpg

Biologisches Material Spinnenseide



- Weibliche Radnetzspinnen nutzen bis zu sechs verschiedene Seiden sowie einen seidenähnlichen Klebstoff, die alle in spezialisierten Drüsen produziert werden
- Der Abseilfaden hat die größte Zähigkeit aller Seidenarten; er sorgt für die Form und die Stabilität des Netzes und dient der Spinne als Rettungsleine
- Die Fangspiralseide ist so gestaltet, dass sie die kinetische Energie auftreffender Beute besonders gut dissipieren kann
- Deutlich dehnbarer als Nylon
- Extrem belastbar: Spinnenseide kann, bevor sie reißt, 3-mal mehr Energie aufnehmen als z. B. Kevlar, eine der reißfestesten synthetischen Fasern [1]



Schematic overview of different silk types produced by female orb weaving spiders (Araneae). Each silk type (highlighted in red) is tailored for a specific purpose [2]

- [1] Scheibel, T.: Was Spiderman besser wissen sollte: Herstellung und Verarbeitung eines faszinierenden Biopolymers, Proceedings VDI-Wissensforum Kunststoff im Automobilbau, Mannheim 2011.
[2] Eisoldt, Lukas; Smith, Andrew; Scheibel, Thomas (2011): Decoding the secrets of spider silk. In *Materials Today* 14 (3), pp. 80–86.

Spinnenseide



Biologisches Vorbild / Technische Realisierung

Von der Spinne werden die Seiden bei Körpertemperatur (ca. 27 °C) energiearm produziert. Erst seit kurzem ist die Funktionsweise der Spinndrüse bekannt [1]:

- In der Spinnenseidendrüse gibt es einen deutlichen pH-Gradienten.
- Der pH-Gradient beeinflusst spezielle Teile des Spinnenseideproteins und gewährleistet, dass sich die Faser schnell im Spinnenproduktionsgerät bildet.
- Das Wissen um den pH-Gradienten konnte für die Entwicklung eines **neuartigen Prozesses zur Herstellung eines kilometerlangen Spinnenseidenfadens** ohne problematische Chemikalien bei niedrigen Temperaturen genutzt werden



Künstliche Spinnenseide mit Produktionsverfahren analog dem biologischen Vorbild [1]

- [1] Swedish University of Agricultural Sciences, Stockholm, SLU news (Ed.) (2017): Spinning spider silk is now possible. URL: <https://www.slu.se/en/ew-news/2017/1/spinning-spider-silk-is-now-possible/> (accessed 18.01.2017).

Künstliche Herstellung von Spinnenseide



Technische Realisierung

- Seidenfaden ist sehr stabil, lässt sich aufgrund seines extrem geringen Durchmessers aber nur schwer handhaben und weiterverarbeiten [1]
- Natürliche Seidenproduktion erfolgt bei niedrigeren Temperaturen (27°C).
- Bei Verwendung des biologischen Spinnprozesses können die Energiekosten zur Herstellung synthetischer Fasern um mehr als 90 % gesenkt werden
- Die Firma AMSilk bezeichnet ihr aus rekombinantem Protein hergestelltes Produkt „Biosteel®“ als „wettbewerbsfähige künstliche Spinnenseiden-Faser“ [2]
- Biosteel® von AMSILK wird in industriellem Maßstab produziert
- Weitere Gebiete: MedTech & Aesthetics, Cosmetic ingredients

[1] Scheibel, T.: Herstellung und Verarbeitung von Spinnenseidenproteinen. Biopolymere mit Anwendungspotenzial für die Zukunft. In: GAK - Gummi Fasern Kunststoffe (2012)
[2] Universität Bayreuth: Ein wissenschaftlich-technologischer Durchbruch, Pressemitteilung. Bayreuth 2013

Anwendung künstlicher Spinnenseide



Sitznetz aus Spinnenseide

- Toyota stellte auf dem Pariser Automobilsalon im Oktober 2016 einen Sitz vor, der neben seinem geringen Eigengewicht zudem ein entspanntes Sitzen gewährleistet.
- Der Hauptbestandteil der Kettfäden des Sitznetzes besteht aus synthetischer Spinnenseide. Sie besitzt eine hohe Reißfestigkeit und gute Dämpfungseigenschaften.

Schuh aus Biosteel-Fasern

- Adidas präsentierte den weltweit ersten Performance-Schuh aus Biosteel®-Fasern (Pressemitteilung, 18.11.2016)

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Leichtbaustrukturen bei biologischen Vorbildern inpro



Krauskopfpelikan

https://de.wikipedia.org/wiki/Krauskopfpelikan#/media/File:Pelikan_vo_sletuvanje.jpg

- Pelikane sind große bis sehr große Wasservögel.
- Der Krauskopfpelikan kann als größte Art der Gattung eine Körperlänge von 1,80 m, eine Flügelspannweite von 3,45 m und ein Gewicht von 13 kg erreichen. Damit zählt er zu den größten und schwersten flugfähigen Vögeln.
- Das Skelett macht bei den schwersten Pelikanen nur etwa 7 % des Körpergewichts aus.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pelikane>

Gradientenstruktur bei Leichtbaumaterialien



- Komplexe Gradienten finden sich in vielen mechanisch beanspruchten Pflanzenstrukturen, wie z.B. in den Halmen von Pfahlrohr und Bambus
- Beispiele für Gradienten:
 - Grad der Verholzung
 - Größe der Zellen
 - Übergang Faser-Grundgewebe
 - Verteilung der Leitbündel

Gradientenstruktur beim Bambus
Quelle: Herdy, Mai 2017

Isostatische Rippen



Biologische Vorbilder

- In Knochen gibt es ein schwammartiges Bälkchenwerk. Die Bälkchen bilden sich nur an belasteten Stellen
- Die Einzelbälkchen richten sich in Richtung der Druck- und Zughauptspannungen aus. Sie stehen an jeder Stelle aufeinander senkrecht
- Im Raum schließen sich die Linien zu Flächen gleicher Spannung zusammen, die ebenfalls jeweils senkrecht aufeinander stehen
- Dieses Prinzip der **isostatischen Rippen** innerhalb von Skelettknochen wurde vom Ingenieur K. Cullmann 1870 entdeckt

→ Alle Rippen erfahren die gleichen Belastungen

Isostatische Rippen



Anwendung in der Technik: Gatti-Wollfabrik

- Der italienische Bauingenieur und Architekt Pier Luigi Nervi (1891-1979) war der erste, der das Prinzip der isostatischen Rippen auf ein Bauwerk anwendete.
- Die Unterzüge für Betondecken können besonders leicht gestaltet werden, wenn sie spannungstrajektorieell ausgerichtet werden. Das hat Nervi 1951 mit seiner Wollfabrik Gatti in Rom gezeigt [1].

Auf der Seite:

<https://de.pinterest.com/pin/371828512955964415/>

ist die Unterzugkonstruktion der Gatti-Wollfabrik in Rom zu sehen.

[1] Nachtigall, W.; Pohl, G.: Bau-Bionik. Natur - Analogien - Technik, 2., neu bearb. und erw. Aufl, Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.

Isostatische Rippen



Anwendung in der Technik: Zoologie-Hörsaal Freiburg

- Der Architekt Hans-Dieter Hecker plante in den 1960er Jahren den Rundbau des ehemaligen Zoologie-Hörsaals der Universität Freiburg.
- Er orientierte sich an dem Prinzip der isostatischen Rippen: Eine tragende Fläche, bspw. eine Stockwerksdecke, kann in Unterzüge aufgelöst werden, die jeweils den Richtungen der Druck- und Zugspannungstrajektorien folgen
- Insgesamt kann das Tragesystem leichter werden als eine Normaldecke

Literatur mit Bildbeispielen:

[1] Antony, Florian; Grießhammer, Rainer; Speck, Thomas; Speck, Olga (2014): Sustainability assessment of a lightweight biomimetic ceiling structure. In *Bioinspir Biomim* 9 (1).

[2] Nachtigall, Werner; Wisser, Alfred (2013): Bionik in Beispielen. Berlin: Springer.

Mögliche Realisierung isostatischer Rippen durch 3D-Druck

Das Unternehmen LafargeHolcim hat Beton-Werkstoffe speziell für zwei unterschiedliche 3D-gedruckte Strukturen entwickelt und ausgeliefert:

- Stützenkonstruktion, gedruckt von XtreeE und zusammengesetzt von Fehr Architectural, mit einer Höhe von rund 4 Metern. Sie trägt das Dach eines Schulhofs in Aix-en-Provence
- Pavillon für die Bezirksverwaltung der Ile-de-France



<https://www.xtreee.eu/2015/08/17/preview-3d-printed-concrete-wall-1/>



<https://www.autocad-magazin.de//filigrane-betonstrukturen-aus-dem-3d-drucker>

Leichtbau durch Zugseil-Konstruktionen

Zugseile in der Natur

Bambus

- Bambushalme besitzen hervorragende mechanische Eigenschaften. Aus diesem Grund werden in Asien auch heute noch aus Bambushalmen Baugerüste hergestellt.
- Von besonderem Interesse ist die Funktion der **Halmverdickungen und der Querwände** in den Knoten der hohlen Halme.
- Wenn sich die hohlen Bambushalme im Wind oder unter Schneelasten biegen, kommt es zu einer Ovalisierung des ursprünglich runden Halmquerschnitts, was letztlich zum **Knickversagen** führen kann.
- Um ein Hohlrohr gegen **Ovalisierung und Knickversagen** zu stabilisieren, gibt es zwei Möglichkeiten:
 - Eine **Druckstütze parallel** zu den angreifenden Querdrücken, die dick (und somit schwer) genug sein muss, um nicht selbst zu knicken.
 - Ein **Zugseil senkrecht** zu den Querdrücken, das sehr dünn und leicht sein kann.



<https://pixabay.com/de/> [Bild 1697129/]

Speck, Thomas (Hg.) (2011): Was die Technik von Pflanzen lernen kann - Bionik in Botanischen Gärten. Eine Ausstellung des Verbands Botanischer Gärten im Rahmen der Woche der Botanischen Gärten 2011. Freiburg [u.a.]: Verband Botanischer Gärten.

Zugseile in der Natur

Bambus

- Bambushalme haben kein sekundäres Dickenwachstum, sondern sprießen bereits mit ihrem endgültigen Halmdurchmesser teleskopartig aus dem Boden
- Die Querwände der Knoten im Bambus wirken zumindest teilweise als Zuggurtung und verhindern dadurch eine Ovalisierung der Halme. Dadurch wird die Gefahr des Knickens unter Gewichts- und Windlasten verringert.
- Von Claus Mattheck vom KIT wurde die Leichtbaumethode „In Seilen denken!“ entwickelt:
 - Dünne vorgekrümmte Schalenelemente können mit Zugseilen verspannt und stabilisiert werden. Damit lassen sich hochstabile und dabei sehr leichte Bauteile und Konstruktionen entwickeln.



Bambuswald [1]



Querschnitt durch Bambusrohr [2]

[1] Quelle: pixabay

[2] <http://bambus.rwth-aachen.de/de/index.html>

Zugseile in der Natur



Bambus - Modell

- Vermeidung der Ovalisierung von Halmquerschnitten durch Zugseile
- Ist die Biegerichtung des Halmes nicht definiert, so können mehrere Zugseile quer zu den jeweils auftretenden querschnittsverflachenden Kräften den Halm aussteifen
- Im Bambushalm kann das nodale Diaphragma als eine Zugmembran aus der Summe aller Seile aufgefasst werden.



Kappel, Roland (2007)
Wissenschaftliche Berichte FZKA, 7313



Leichtbau durch Wölbstrukturen

Leichtbau durch Wölbstruktur



Biologisches Vorbild

In der Biologie ist das Prinzip wölbstrukturierter Oberflächen weit verbreitet (z.B. bei Schildkrötenpanzern). Diese Strukturen sind vergleichsweise **leicht** und dennoch **formstabil** und nehmen vergleichsweise **viel Stoßenergie** auf ohne zu brechen.

<http://www.biokon.de/bionik/best-practices/>

Leichtbau durch Wölbstruktur



Technische Realisierung - Verfahrensprinzip

- Wölbstrukturieren ist ein sehr junges Fertigungsverfahren, mit dem viereckige, hexagonale oder wabenförmige 3D-Strukturen in die Oberfläche dünner und gewölbter Materialien eingebracht werden können.
- Im Strukturierungsprozess wird gekrümmtes Material von innen partiell abgestützt und von außen mit Druck beaufschlagt.
- Auf Grund der Belastung faltet sich der Werkstoff energieminiert in dreidimensionale Strukturen mit sehr hoher Formstabilität.
- Vorteile dieses Verfahrens gegenüber anderen umformenden Verfahren:
 - hohe Biegesteifigkeit bei geringer Wandstärke und niedrigem Gewicht,
 - hohe thermische Stabilität und verbesserte Charakteristika zum Wärmeaustausch mit umströmenden Fluiden
 - die Oberflächenqualität des Ausgangsmaterials bleibt nach dem Strukturierungsprozess erhalten.

Kalweit, Andreas; Paul, Christof; Peters, Sascha; Wallbaum, Reiner (2012): Handbuch für Technisches Produktdesign. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Leichtbau durch Wölbstruktur



Technische Realisierung – Materialien + Eigenschaften

- Wölbstrukturen können inzwischen für viele Werkstoffe erzeugt werden.
- Typische Materialien sind Aluminium, Edelstahl, Kupfer und Titan.
- Derzeit existieren Produktionsanlagen zum Wölbstrukturieren mit einer maximalen Bearbeitungsbreite von 1.200 mm.
- Aluminium kann bis zu einer Wanddicke von 1,2 mm und Edelstahl bis zu einer Dicke von 1 mm verarbeitet werden.
- Wabenstrukturen sind mit einer Schlüsselweite von 17, 33, 39 und 50 mm und einer maximalen Strukturtiefe von 5 mm herstellbar.
- Da die Oberflächengüte des Ausgangsmaterials beibehalten wird, ist der Nachbearbeitungsaufwand gering. Es können hohe Genauigkeiten erzielt werden.

Leichtbau durch Wölbstruktur



Anwendungsbeispiel Hallendach

Eine Sporthalle in Odessa/ Ukraine wurde mit einer 6000 m² 3D-Dachkonstruktion aus lackiertem wölbstrukturiertem Aluminiumblech versehen:

- Etwa 30 % Gewichtseinsparung gegenüber der konventionell glatten Konstruktion
- Die früher gefürchteten Hagelschäden sind infolge der hohen Steifigkeit und der diffusen Lichtbrechung infolge der Wölbstrukturen kaum sichtbar.
- Das Dach ist wegen der diffusen Lichtbrechung blendfrei

Leichtbau durch Wölbstruktur



Anwendungsbeispiel Wäschetrommel

- Seit 2001 Produktion durch Miele
- Jährliche Stückzahl: ca. 800.000
- Gemeinsame Entwicklung der Dr. Mirtsch GmbH und Miele

Vorteile [2]:

- Wäsche gleitet schonender auf den sanften Wölbkuppeln
- Intensivierung der Strömungen durch ständige Umlenkungen
- Hohe Steifigkeit, sogar bei höchster Schleuder-Drehzahl
- Reduzierung von Noppenbildung und Fadendurchtritten



Miele-Wäschetrommel aus wölbstrukturiertem Blech [1]

[1] Kalweit, Andreas; Paul, Christof; Peters, Sascha; Wallbaum, Reiner (2012): Handbuch für Technisches Produktdesign. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
[2] <http://www.woelbstruktur.de/referenzen.php>
[3] [2] Mirtsch, F.: Bionische Wölbstrukturen für effektive Leichtbauprodukte, Vortrag. Löttingen 2011.

Leichtbau durch Wölbstruktur



Anwendungsbeispiel Leichtbaukatalysator

- Der Mantel herkömmlicher Metall-Katalysatoren ist glatt, ggf. mit versteifenden Sicken, und besitzt eine Blechstärke von 1 bis 2 mm.
- Der Mantel des Leichtbaukatalysators besitzt eine Wandstärke von 0.5 mm.
- Fast doppelte Dauerhaltbarkeit des Leichtbaukatalysators gegenüber einem herkömmlichen Katalysator
- 10 bis 30 % leichter als selbst ein nur 1 mm dünner Metall-Katalysator
- Bis zu 65 % verbesserte Biege- und Formsteifigkeit als der gleiche Kat mit glattem Mantel
- Die Abgasanlagen des Porsche Panamera sowie einige Cayenne-Modelle sind mit Leichtbaukatalysatoren bestückt.



Leichtbaukatalysator mit Wölbstruktur [1]

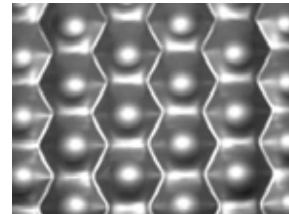
Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie mbH (Sept. 2011):
Leichtbaukat mit bionischer Struktur.

Leichtbau durch Wölbstruktur

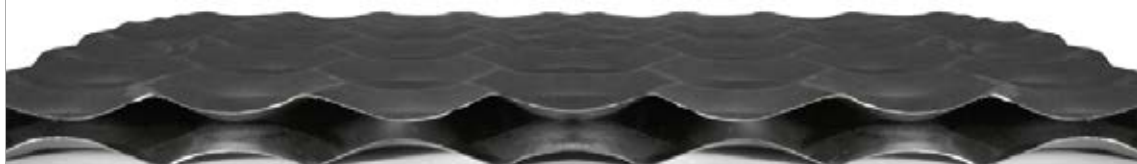


Das Material DeepHEX

- Wölbstrukturiertes Material mit Mulden bis zu 11 mm
- Lokale Wandausdünnung nur leicht erhöht (ca. 4 % in den Strukturkuppeln)
- Hohe Biegesteifigkeit und Crashfestigkeit
- Besonders steife Elemente durch Sandwichaufbau aus zwei auf den Strukturkuppeln verschweißten DeepHex-Blechen (Abbildung unten)



DeepHEX: Strukturtiefe 9 mm



Zweilagenaufbau mit DeepHEX

Flyer DeepHEX der Dr. Mirtsch Wölbstrukturierung GmbH

Übersicht



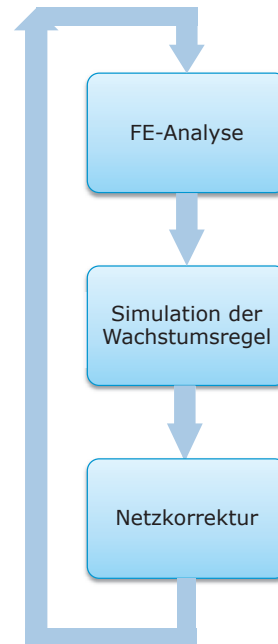
- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Form- und Topologieoptimierung



Wachstumsregeln

- Die biologischen Wachstumsträger erreichen ihre spannungsoptimierte Form, indem sie nach einer Wachstumsregel in die optimale Form hineinwachsen.
- Die zwei Wachstumsregeln lauten:
 - 1. Lagere an hochbelasteten Stellen Material an**
(Vorbild: Bäume und Knochen)
 - 2. Entferne Material an unterbelasteten Stellen**
(Vorbild: Knochen)
- Die Übertragung dieses biologischen Vorbildes in die Technik erfolgte am Forschungszentrum Karlsruhe mit der CAO-Methode (Ablaufschema siehe rechts)



Form- und Topologieoptimierung



Überblick zu CAO und SKO

→ Bei allen Methoden müssen zuvor die Lastfälle klar definiert sein

- **CAO** (Computer Aided Optimization) → Formoptimierung
Das Bauteil nimmt bei Überlastung an Masse zu (es **wächst** an der Bauteiloberfläche) oder verliert Masse bei Unterbelastung (es **schrumpft** an der Bauteiloberfläche). Es ergibt sich als Resultat eine **gleichmäßige Spannung auf der Bauteiloberfläche**.
- **SKO** (Soft Kill Option) → Topologieoptimierung
Es werden (auch im inneren des Bauteils) **für die Belastung unnötige Bauteilbereiche entfernt**; bei gleicher Festigkeit werden die Bauteile leichter.
- **Zugdreiecke** (grafische Methode)
Ohne Computertechnik, mit einem Geodreieck und einem Bleistift, lässt sich die **Gefahr des Kerbbruchs** deutlich **reduzieren**. Auch unnötige Bauteilbereiche können entfernt werden.
Sehr ähnliche Ergebnisse wie bei der CAO-Methode

Quelle: http://hikwww1.fzk.de/imf2/numerische_werkzeuge/biomechanik/

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Computer Aided Optimization (CAO)

Optimale Krallen:



Megaraptor-Kralle

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Megaraptor-Kralle.jpg>

Optimales biologisches Vorbild:

- Die Form einer Dinosaurierkralle folgt einer logarithmischen Spirale.
- Es ist die optimale Form, zu der auch die CAO-Methode führt.
- Ein Kreisbogen-Design führt zu erheblich schlechteren Ergebnissen

Bildquelle: Wikipedia

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Soft Kill Option (SKO)

Optimierung von Bauteilen mit SKO

Vorgehensweise bei der technischen Umsetzung:

- Definition des Designraums, der die äußere Begrenzung für das spätere Bauteil darstellt.
- Einsparung von Material an belastungsarmen Stellen.
- Materialverstärkung in hoch belasteten Bereichen.
- Wiederholung, bis gleichmäßige Spannungsverteilung im Bauteil erreicht ist.
- Der mit SKO berechnete Design-Vorschlag wird danach in eine endgültige Bauteil-Konstruktion umgesetzt.

Bionic Car - Bionisches DAIMLER-Konzeptfahrzeug



Skelett des Bionic Car nach Anwendung von SKO (links) und Konzeptfahrzeug (rechts)

Bionik im Automobilbau, Ulm 2005,
Ausstellungsstand von Daimler, Fotos: Herdy, inpro

Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Evolutionstrategie (ES)

- Die ES wurde in den sechziger Jahren von Ingo Rechenberg und Hans-Paul Schwefel an der Technischen Universität Berlin entwickelt.
- Mutation, Rekombination und Selektion waren die wesentlichen Elemente der ersten Strategien.
- Von Anfang an wurde eine Theorie der ES entwickelt, die z.B. die Fortschrittsgeschwindigkeit von Modellfunktionen beschreibt.
- Von Anfang an wurden auch Anpassungsmechanismen für die Mutationsschrittweite entwickelt, die seit den 90er Jahren intensiv erforscht werden.

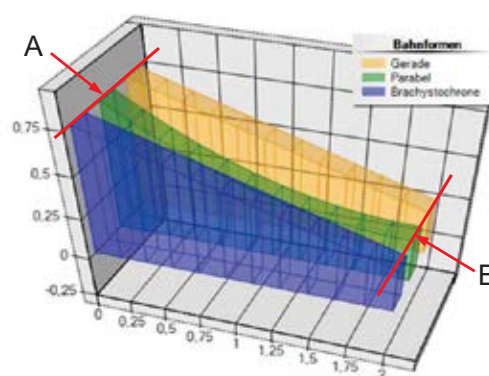
Beispielsanwendung: Optimale Bahnkurven

Johann Bernoulli stellte im Juni 1696 in den Acta Eruditorum den

„scharfsinnigsten Mathematikern des ganzen Erdkreises“

das „Brachystochronenproblem“:

→ Zwischen zwei nicht in gleicher Höhe und nicht übereinander liegenden Punkten A und B soll die Kurve des schnellsten Falles unter dem Einfluss der Schwerkraft gefunden werden.



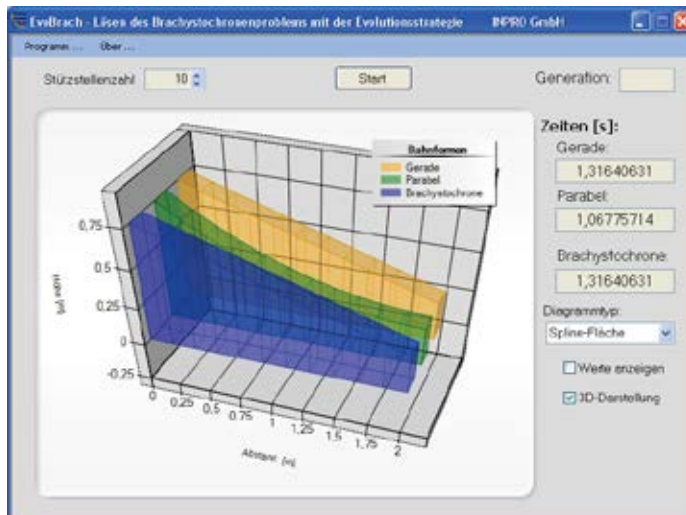
Brachystochrone mit 10 Stützstellen. Die Stützstellen der blauen Bahn werden ausgehend von einer Geraden mittels der Evolutionstrategie angepasst.

Bildquelle: Herdy, inpro

Einführungsbeispiel



Start: Brachystochronenproblem

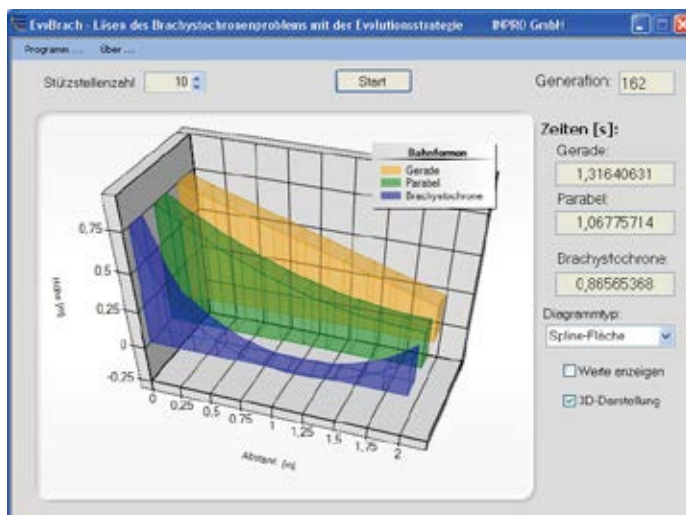


Ausgangskonfiguration des des Brachystochronenproblems mit 10 Stützstellen.
Die blaue Kurve ist die Eltern-Kurve, von der ausgehend die Optimierung mit der Evolutionsstrategie erfolgt.

Einführungsbeispiel



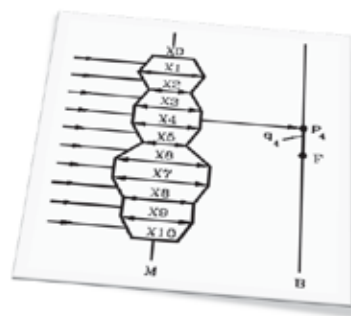
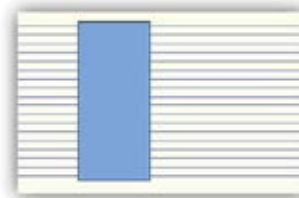
Lösung: Brachystochronenproblem



Lösung des Brachystochronenproblems mit 10 Stützstellen nach 163 Generationen.
Die blaue Kurve ist die Kurve kürzester Zeit, die so genannte Brachystochrone. Die gedachte Kugel rollt noch unter das Ziel hinunter, rollt wieder bergauf und dennoch ist dies die Bahn kürzester Zeit.

Beispielsanwendung: Optimierung einer Prismenlinse

- Die Form eines zu Beginn rechteckförmigen lichtdurchlässigen Körpers soll so verändert werden, dass ein parallel einfallendes Lichtbündel in einem einzelnen Punkt auf der Projektionsfläche konzentriert wird.
- Der Fokus F darf sich an einer beliebigen Stelle auf der Projektionsfläche befinden.
- Die Linse soll ein minimales Volumen haben.
- Zur Variation werden die Dicken der Linse (X_0 bis X_{10} im unteren Bild) variiert.
- Bei der Bewertung wird die Abweichung der Strahlen vom Fokus F sowie das Gewicht der Linse berücksichtigt.



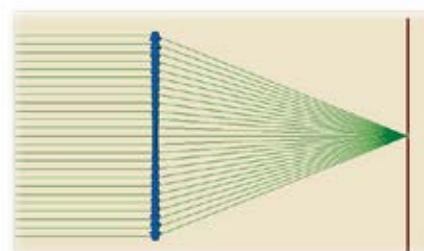
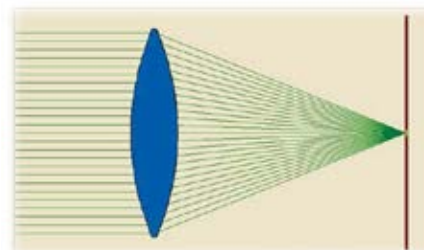
Bildquelle: Michael Herdy

Optimierung optischer Systeme

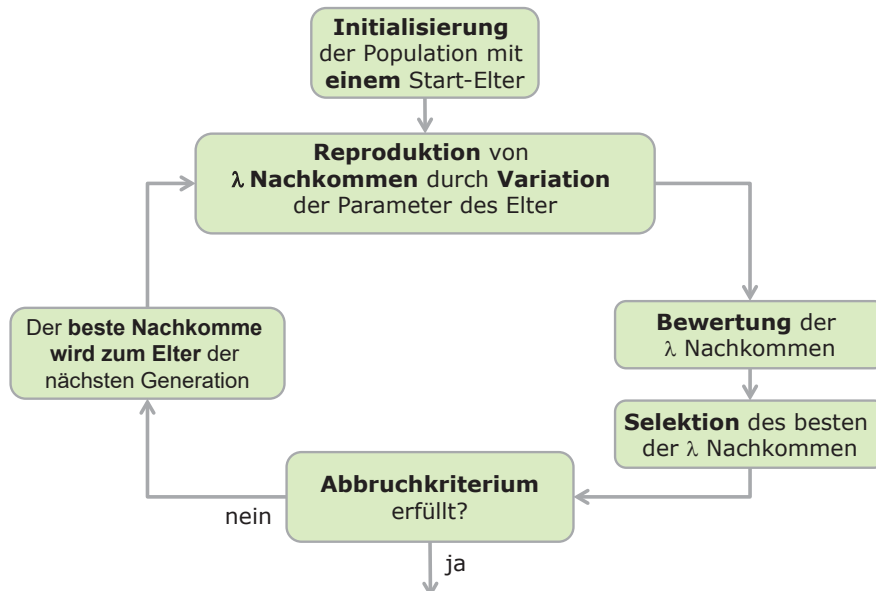
Vergleich Sammellinse - Fresnellinse

Ergebnis der Linsenoptimierung bei unterschiedlicher Modellierung:

- Modellierung oberes Bild:
Ein Prisma der Prismenlinse muss jeweils **kontinuierlich in das nächste Prisma übergehen**.
- Ergebnis ist eine Sammellinse
- Modellierung unteres Bild:
Die Prismen müssen **nicht kontinuierlich ineinander übergehen**;
- Als Ergebnis ergibt sich eine Fresnel-Linse als gewichtsoptimale Linse.



Ablaufschema einer $(1,\lambda)$ -ES:



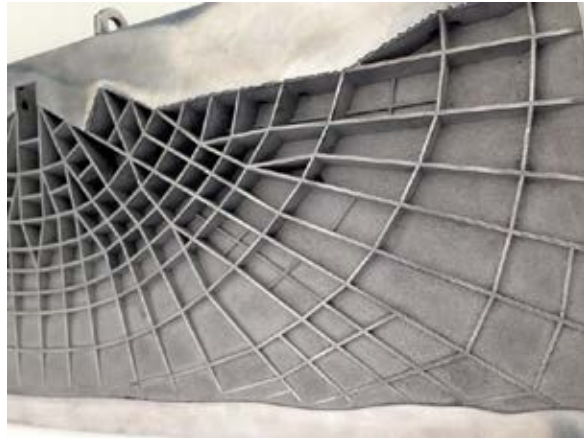
Übersicht

- Was ist Bionik?
- Bionische Leichtbau-Materialien
- Bionische Leichtbau-Strukturen
- Der Weg zu Leichtbau-Bauteilen
 - Form-Optimierung mit Computer Aided Optimization
 - Topologie-Optimierung mit der Soft Kill Option
 - Bemessungs-Optimierung mit der Evolutionsstrategie
 - Realisierung von Leichtbau-Bauteilen mittels 3D-Druck

Additive Fertigung



Mit SLM realisiertes Demonstrator-Titan-Bauteil (Airbus)



Links: Victoria Amazonica als biologisches Vorbild
Rechts: Testbauteil aus Titan mit SLM-Verfahren realisiert

Quelle: 2016-06-08_Woche der Umwelt_Airbus-Stand, Foto: Herdy, inpro Innovationsgesellschaft mbH

Additive Fertigung



Mit SLM realisiertes Titan-Bauteil (Airbus)



Doppelwandige Treibstoffleitung mittels SLM-Verfahren realisiert

Quelle: 2016-06-08_Woche der Umwelt_Airbus-Stand, Foto: Herdy, inpro mbH



Humanoide Robotik im Forschungslabor „Pneumatische Robotik und Softrobotik“

Johannes Zawatzki
www.BioRobotikLabor.de
Beuth Hochschule für Technik Berlin
BA-Studiengang „Humanoide Robotik“



Mensch-Roboter-Interaktion (MRI): Motivation, Aufgabe, Ziele



Motivation: Demographischer Wandel

- Abnehmen schwerer, gefährlicher Arbeit (THW, Feuerwehr)
 - > Nah am Menschen, ohne Schutzvorrichtung
- Arbeitnehmer ergonomisch entlasten (Pflege, Montage, Service)
 - > Verschleiß durch Arbeit verzögern
- Ältere Arbeitnehmer unterstützen (Senioren)
 - > Selbstbestimmtes Leben und Arbeiten im Alter

Aufgabe

- Direkte physische Kontakt zwischen Mensch und Roboter

Ziele

- Sicherheit für den Menschen, Technik passt sich an
- Menschen (ergonomisch) unterstützen, nicht ersetzen



Mensch-Roboter-Interaktion: Begriffe



Mensch-Roboter: Verbindet Biologie und Technik (Bionik) ...

- ... mit dem Ziel, durch Abstraktion, Übertragung und Anwendung biologischer Lösungen technische Fragestellungen zu lösen
- VDI-Richtlinie Bionik VDI-6220 (2011)
 - Bionische Roboter VDI-6222 (2012)

Ideale menschenzentrierte Mensch-Roboter-Interaktion?

= Mensch-Mensch-Interaktion!? (vollwertiger sozialer Partner)

-> menschliche Eigenschaften/Verhalten auf Roboter übertragen

-> gleiche Sprache (Wertebereiche: Sinne vs. Sensoren) sprechen

- Menschenzentrierte Technik muss biologische Eigenschaften haben
- **Paradigmenwechsel**
 - alt: „Hart konstruieren und so weich wie möglich regeln“
 - neu: „Weich konstruieren und (nur) so steif wie nötig regeln“



Fluidischer Muskel: Aufbau, Zusammenhänge, Eigenschaften



Aufbau

- Chloropren-Membran (Kautschuk)
- Aramid-Fasergeflecht (Kevlar)

Zusammenhänge

- Kraft \sim Durchmesser (DMSP-5/10/20/40)
- Verkürzung \sim Ausgangslänge (ca. 30%)
- Steifigkeit \sim (Innen-)Luftdruck (0-8bar)

Eigenschaften

- Ähnliche Eigenschaften/Verhalten wie natürlicher Muskel
- Inhärent passiv nachgiebig für Kollision
- Einstellbar nachgiebig für Interaktion
- Hohe gewichtsbezogene Leistung
- Kein Ruckgleiten, keine Haltekräfte

4/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



1. Humanoider Muskelroboter – ZAR5 (2006) [Festo-Projekt]



Ziele:

- menschliche Proportion, Bewegung und Performanz
- weiche/sichere Bewegung durch nachgiebige Muskeln
- Mensch-Roboter- vs. Mensch-Mensch-Interaktion

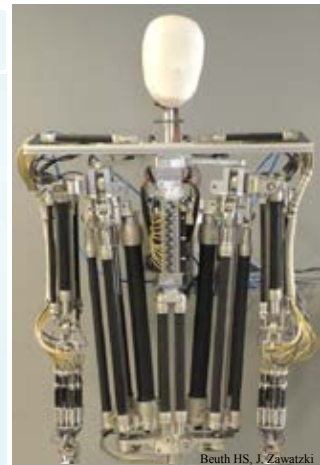


Festo AG & Co. KG

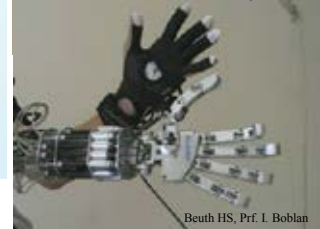
Projektpartner: Festo AG, TU Berlin,
EvoLogics GmbH



Festo AG & Co. KG



Beuth HS, J. Zawatzki



Beuth HS, Prof. I. Boblan

5/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



1. ZAR5: Zwei-Arm-Roboter V5



Torso: 2 Arme und 2 Fünffinger Hände

- 52 = $2 \cdot (10 + 16)$ fluidische Muskeln DMSP-5/10/20/40
- 104 Schaltventile MHE2/MH1
- 32 = $2 \cdot (11 + 5)$ Winkelsensoren KMZ41+UZZ9001
- 20 = $2 \cdot (10 + 0)$ Drucksensoren XFGM
- 8 = $2 \cdot (2 + 2)$ Mikrokontroller PIC18F458

-> Freiheitsgrade: 44

-> Gewicht Torso: ca. 45 kg

Basis: rollend

- PC, elektrische Versorgung, Ventile, Elektronik
- Signalkonverter für Daten-Anzug/Handschuhe
- Taucherflasche (16L, 200bar auf 8bar)

-> Gewicht Basis: ca. 40 kg

=> Mehr als 750 CNC gefräste Teile und Komponenten

Festo AG & Co. KG

6/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de

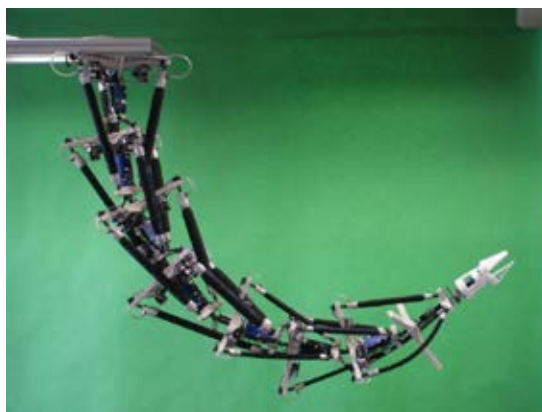


2. BROMMI:TAK - (2012) [BMBF Projekt]



BROMMI: „Bionische Rüsselkinematik für sichere Roboter-Anwendungen in der Mensch-Maschine-Interaktion“

TAK: „Tripedale Alternanzkaskade“



TU Berlin, U. Dahl

Projektpartner: TU Berlin, FhG IFF Magdeburg, VW

7/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



2. BROMMI:TAK: Motivation, Ziele, Besonderheiten



Motivation, Anforderungen

- Biologisches Vorbild: große Kräfte bei industriellen Proportionen

Ziele

- Redundante Kinematik: gelenkig, mehrdeutig und kostengünstig
- Muskulärer Antrieb: inhärent nachgiebig, variable Steifigkeit
- Hohe gewichtsbezogene Leistung: leicht, kraftvoll, effizient

Biologische Besonderheiten

- Muskulärer Hydrostat, keine Knochen: kontinuierliche Krümmung
- Trotzdem Vorzugsknickstelle: fungiert als Gelenk
 - > weniger DOFs, energetisch günstiger, dort muskulär verstärkt

=> Technische Umsetzung: Muskel betriebene Gelenkkette



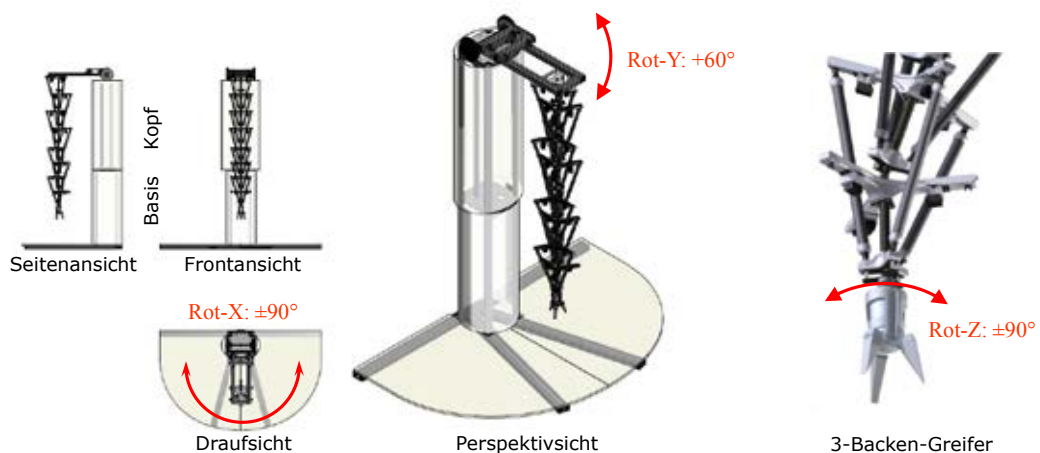
2. BROMMI:TAK: Aufbau



Rüssel: PA6 (SLS), Carbon, Federstahl, kerbspannungsfrei (SKO)

1. Kopf: horizontale X- und vertikale Y-Rotation (DMSP-40)
2. 7-Segment-Rüssel: je 2 Rotationen (4x DMSP-20, 3x DMSP-10)
3. Greifer: Z-Rotation und 3-Backen-FinRay® aus PA6 (SLS)

Gesamt: 27 Muskeln, 48 Ventile, 24 Mikrocontroller => **18 DOF**



2. BROMMI:TAK: Ergebnisse



Qualitativ

- redundant, robust, organisch=intuitiv
- leicht, nachgiebig, weich, sicher(er)

Technisch

- Stellung im Raum durch Transformationen
 - Vorwärtsrechnung: Gelenk-Winkel -> Greifer-Koordinaten
 - Rückwärtsrechnung: Greifer-Koordinaten -> Gelenk-Winkel
- Stellung und Bewegung mit unterschiedlichen Qualitäten

Quantitativ

- Geschwindigkeit Greifer: 250mm/s (max. 1m/s)
- Positions-/Wiederholgenauigkeit: $\pm 15\text{mm}/\pm 5\text{mm}$
- Rüssel-Eigengewicht: 18kg (Elefantenrüssel 16kg)
- Handhabungsgewicht: bis 5,0kg horizontal haltend
- Elektr. Leistung Stand-by/Betrieb: 10W/50W + Druckluft
- Materialkosten: ca. 10TEuro

www.BioRobotikLabor.de

10/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de

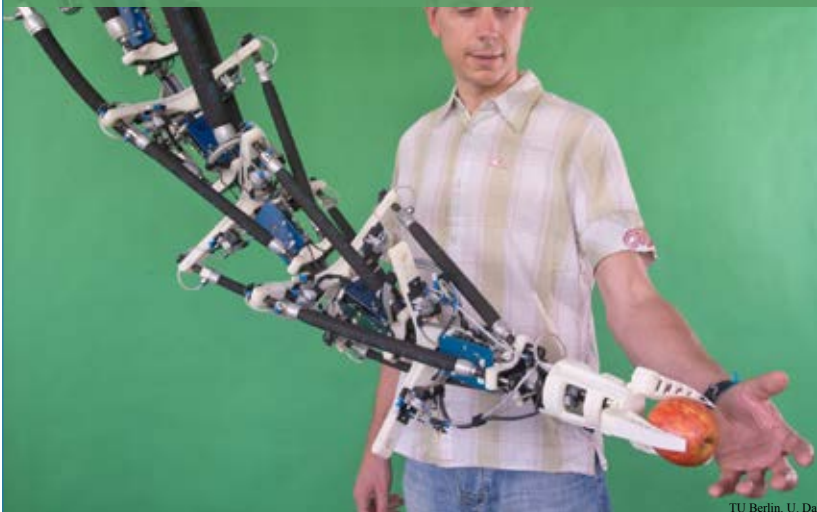


2. BROMMI:TAK: Bionische Rüsselkinematik



Ziele:

- industrielle Proportion, Leichtbau und Komponenten
- weiche/nachgiebige Bewegung durch pneumatische Muskeln
- Sicherheit, Performanz und Nutzlast für MRK-Anwendungen



TU Berlin, U. Dahi



11/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



3. BionicMotionRobot - (2017) [Festo-Projekt]



Ziele:

- Einsatz neuartiger, pneumatischer Leichtbau-Balgstrukturen
- Realisierung modularer Kinematik (3x 4 DOF) ohne Knick-/Scherstellen
- nachgiebige/sichere Kinematik mit einstellbarer Steifigkeit
- hohes Kraft-Eigengewicht-Verhältnis nahe 1:1
- emotionale Anmutung für spielerischen Umgang bei Interaktion
- kostengünstige Herstellung durch 3D-Druck (ca. 2-5 T€ pro Stück)

*Initiator: Dr. Wilfried Stoll, GF-Gesellschafter Festo
Koordination: Markus Fischer, Bissingen a. d. Teck*

*Idee, Konzept, Realisation:
Prof. Dieter Mankau, Frankfurt a. Main*

12/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Tech

Johannes Zawatzki

zki | BioRobotikLabor.de



3. BionicMotionRobot: Oktopus Tentakel



Inspiration:

- Oktopus/Tintenfisch Tentakel
- Oktopoden haben kein Innenskelett
- Fangarme für Beutefang, Fortbewegung bis feinmotorische Manipulationen
- die rein muskuläre Struktur ist zugleich Aktor, Antagonist und Skelett (Hydrostat)

- muskulärer Hydrostat führt hydraulische Bewegungen aus

*Wissenschaftliche Beratung, Biologie:
Prof. Dr. Martin S. Fischer, Uni. Jena*

13/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



3. BionicMotionRobot



Technische Umsetzung:

- Segment besteht aus 4 Faltenbälger
- werden alle 2 cm von scheibenförmigen Spanten zusammengehalten
-
- dazwischen verläuft ein Kardangelenk

- Faltenbälge sind aus robustem Elastomer
- ummantelt mit 3D-Textilgestrick aus elastischen und hoch festen Fäden

- Textil bestimmt, wo sich die Struktur ausdehnt bzw. Kraft entfaltet und wo Ausdehnung gehindert wird

- > Vorteil: große Kräfte und gezielte Umsetzung in Bewegung

*Design, CAD und Prototypen:
Christian Ebert, Mirko Zobel, Ebert Zobel,
Industrial Design, Frankfurt am Main*

14/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



4. KobotAERGO: Motivation, Problem, Ziel (2016) [BMBF]



KobotAERGO: „Adaptive kollaborative Roboter als altersangepasste Begleiter für ein ergonomisches und flexibles Material-Handling“

Motivation

- Unterstützung körperlich schwerer Arbeit (Heben, Schieben...)
- Präzision und Fachkunde bleibt beim Werker (Positionierung...)

Problem

- Weg-, Kraft- und Ruck-Übertragung zwischen Werker und Kobot

Ziel der TU Berlin

- Intuitive, menschenzentrierte Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS)

Projektpartner: TU Berlin, FhG IPK Berlin, TU München, VW

15/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



4. KobotAERGO: Problem, Lösung, Vorteile

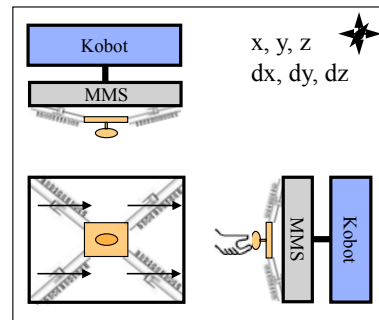


Lösung: Mechanische Parameteranpassung durch

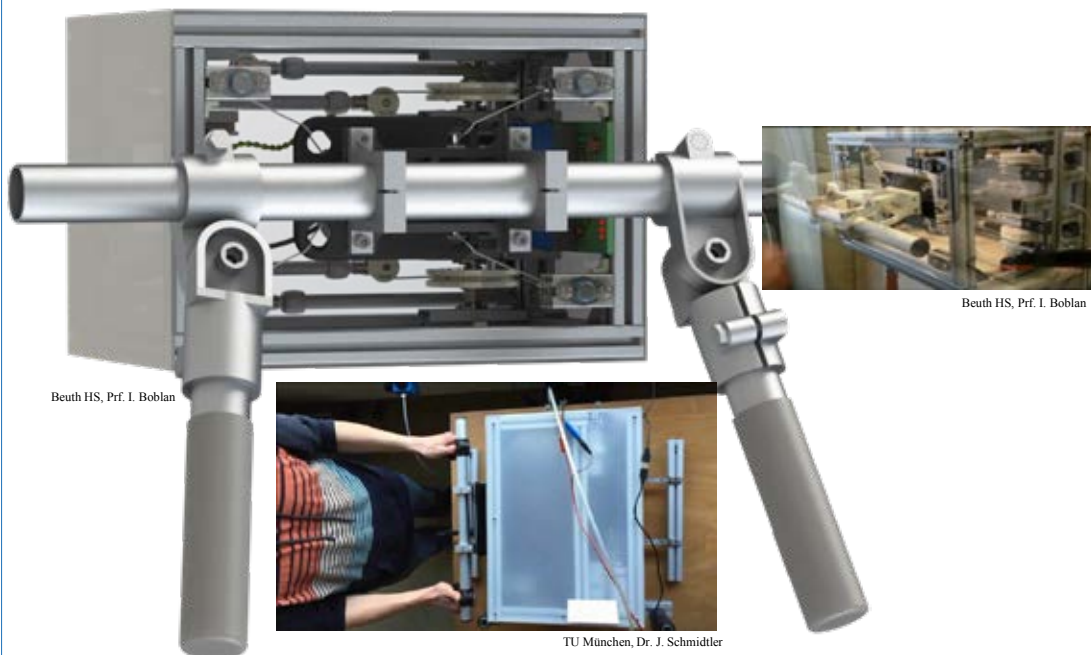
- Konstruktion: verschiedene Hebelarme für Kraft und Moment
- Antriebe: passive/aktive Steifigkeit für Weg bis Ruck

Vorteile gegenüber reiner SW-Lösung

- Inhärent (passiv) nachgiebig
- Stoß-/Vibrationsaufnahme >3Hz
- Fühlbare mechanische (Rück-)Kopplung ohne zeitliche (Regel-)Verzögerung
- Beliebig positionierbar am Roboter
- Geeignet für nachträgliche Anbringung



4. KobotAERGO: Mensch-Maschine-Schnittstelle



Beuth HS, Prof. I. Boblan

Beuth HS, Prof. I. Boblan

TU München, Dr. J. Schmidler



5. ExoSkelett - (2018) [ZIM Projekt]



Ziele:

- Einsatz pneumatischer Muskeln
- nachgiebige/sichere Kinematik mit einstellbarer Steifigkeit
- hohes Kraft-Eigengewicht-Verhältnis
- unterstützen von allgemeinen Hebebewegungen und Überkopfarbeiten
- bisherige Unterstützung von 5 kg Last im Ellenbogengelenk und 1,25 kg im Schultergelenk



Beuth HS, M. Martens



Beuth HS, M. Martens

Initiator: sachs engineering GmbH

Projektpartner: Beuth HS, TU Chemnitz, Meyer-Hayoz Design engineering GmbH

18/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



5. ExoSkelett



Technische Umsetzung:

- Einfach Ansteuerung/Aktivierung über Daumensensor
- Voreinstellung verschiedener Unterstützungsmodi
- Anpassbare Kraftunterstützung durch Druckregelung
- Anpassung der Muskelkraft über Seilscheibengetriebe
- Kein Energieverlust beim Halten



Beuth HS, J. Zawatzki



Beuth HS, J. Zawatzki

19/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



Zusammenfassung: Neue Wege, MRI im Lab, Videos



Neue Wege und Möglichkeiten für eine menschenzentrierte Technik

- Weg **1**: **Künstliche Muskeln** für nachgiebige Bewegungen
- Weg **2**: **Leichtbau** für Energie effiziente Bewegungen
- Weg **3**: **Wertebereichsanpassung** für sichere Interaktion

Haptische Mensch-Roboter-Interaktion (BioRobotikLabor.de)

- Links: Mensch-Roboter-Interaktion (ZAR5)
- Mitte links: Mensch-Roboter-Kollaboration (BROMMI:TAK)
- Mitte rechts: : Mensch-Roboter-Transformation (KobotAERGO)
- Rechts: Mensch-Roboter-Transformation (ExoSkelett)



Beuth HS, Prof. I. Boblan



Beuth HS, Prof. I. Boblan



Beuth HS, Prof. I. Boblan



Beuth HS, M. Martens

20/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de



Vielen Dank!

Gibt es Fragen?

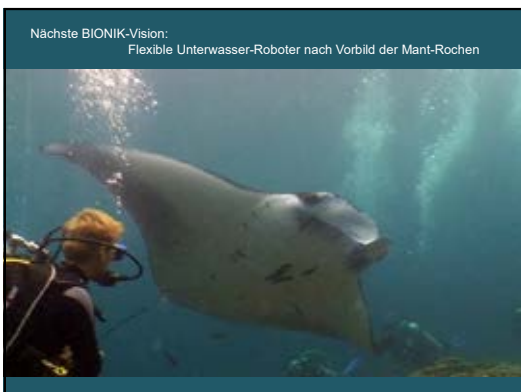
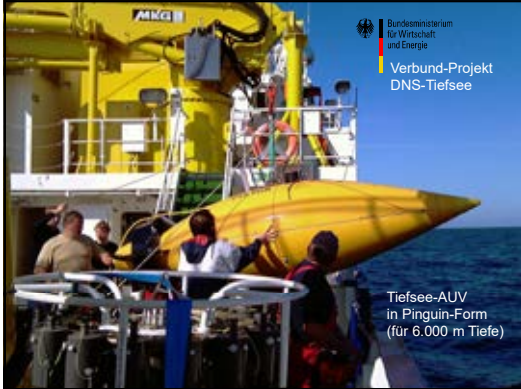
21/21 | 04.06.19 | Pneumatische Robotik und Softrobotik | Beuth HS für Technik Berlin | Johannes Zawatzki | BioRobotikLabor.de

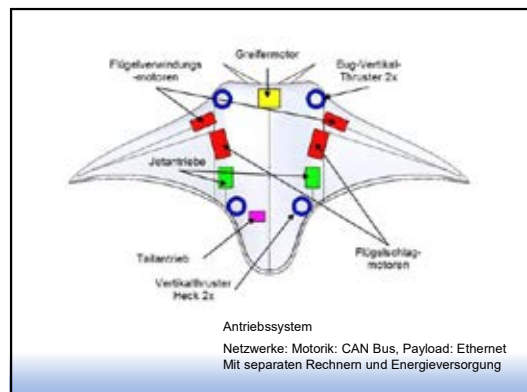
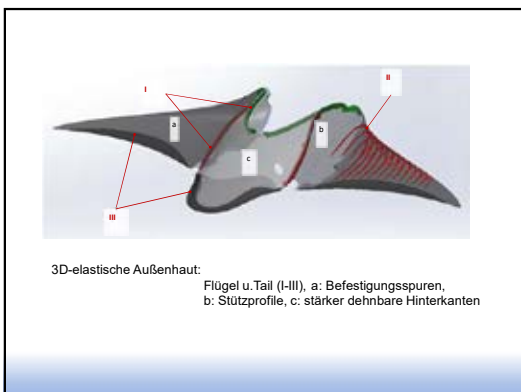
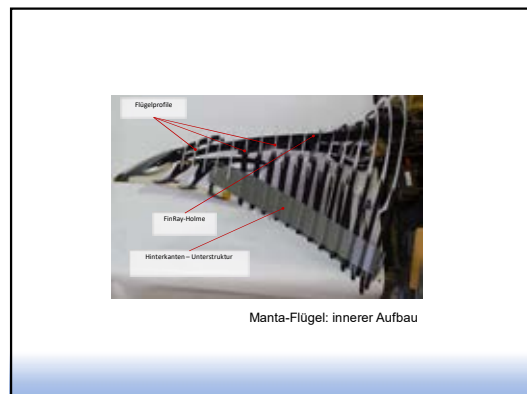
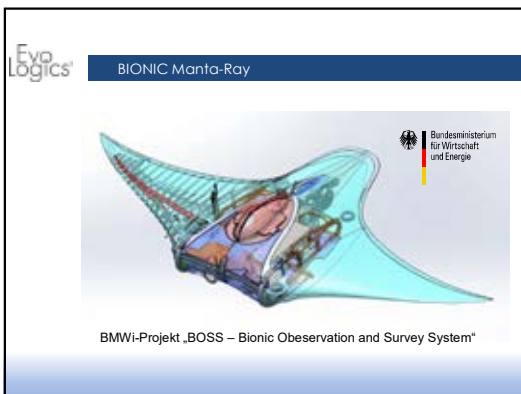
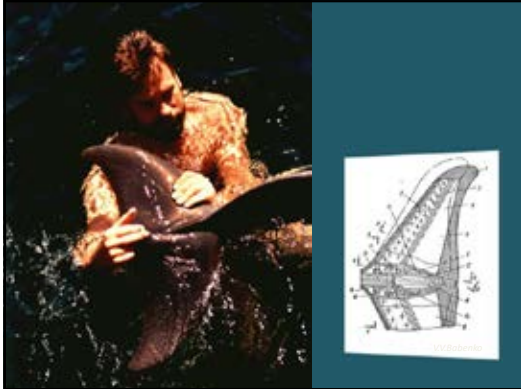


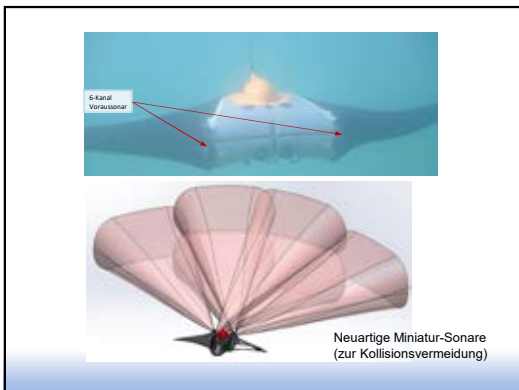
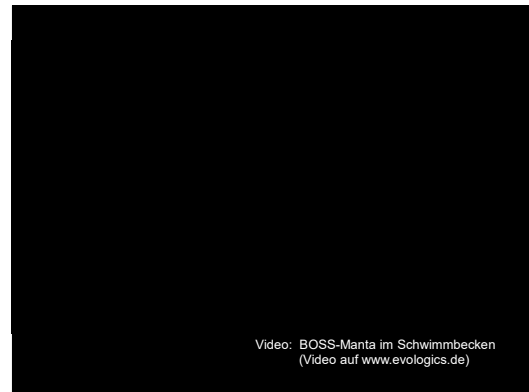
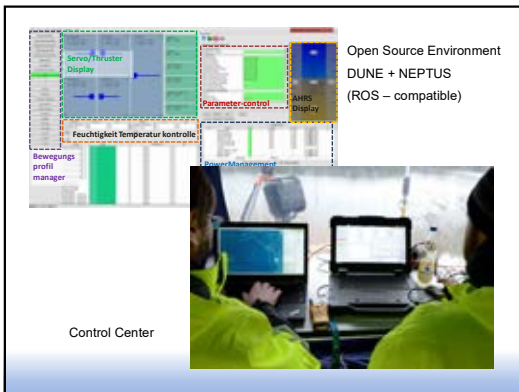
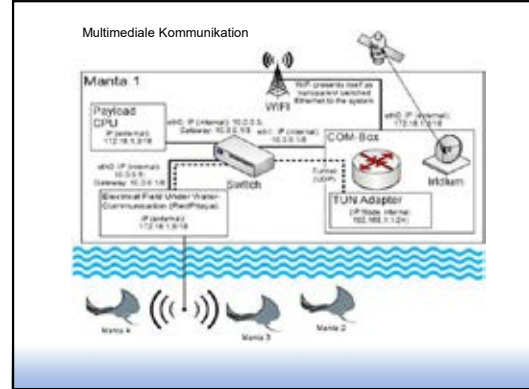
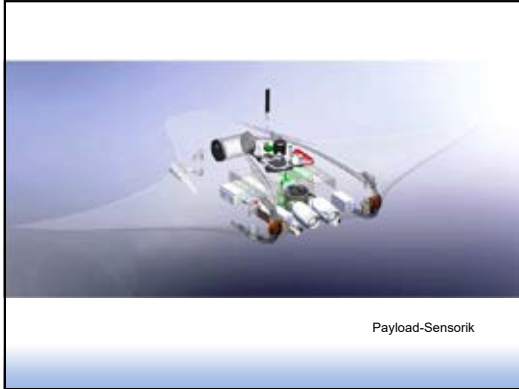
BOSS Manta Ray AUV – von Fischen lernen für maritime Robotik

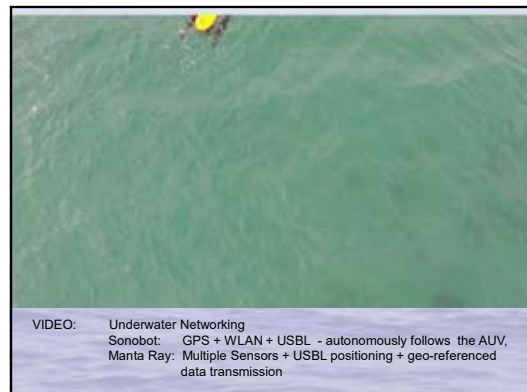
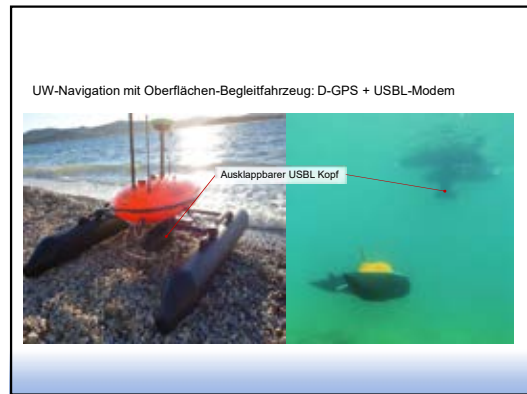
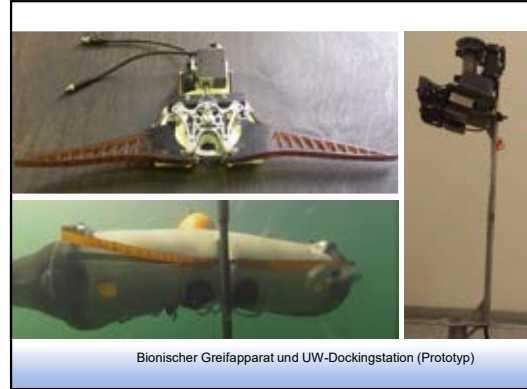
Dr. Rudolf Bannasch, Evologics GmbH











Manta-Schwarm



VIDEO: Underwater Networking
SWARM of 3 Manta Rays linked by USBL-Modems



VIDEO: Underwater Networking
SWARM of Manta Rays accompanied by Sonobot (USV)



Beispiel-Szenario für künftige Anwendungen
Umweltüberwachung beim Tiefsee-Bergbau

FAZIT und AUSBLICK

- ✓ Erfolgreiche Konzeptstudie belegt die Realisierbarkeit
- ✓ Naturkonforme BOSS-Systemtechnik mit vielen Einzelinnovationen
- ✓ Große internationale Ausstrahlung
- ✓ Reges internationales Interesse für vielfältige Inspektions-, Vermessungs- und Monitoring-Aufgaben

Aber:

- Mantas noch im juvenilen Frühstadium
- Weiterführende Arbeiten zum Erreichen der Einsetzbarkeit unter realen Meeresbedingungen inkl. Tiefsee nötig
- Folgeprojekt in Vorbereitung



Robotikanwendungen für die Industrie

Gerhard Schreck, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Leichtbau und Bionik in der Robotik Robotikanwendungen für die Industrie

Zweites Innovationsforum
„Autonome mobile Dienste – Services für
Mobilität“
4. Juni 2019
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Gerhard Schreck
Automatisierungstechnik
Prozessautomatisierung und Robotik



© Fraunhofer IPK/Komarinin_Hell



Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK



Produktionstechnisches
Zentrum Berlin (PTZ)



- Fraunhofer-Gesellschaft – Europas größte Organisation für angewandte Forschung
- Fraunhofer IPK => Fraunhofer-Verbund Produktion
- Partner für angewandte Forschung, Entwicklung und Umsetzung.

Geschäftsfelder

- Unternehmens- und Qualitätsmanagement
- Virtuelle Produktentstehung
- Produktionssysteme
- Füge- und Beschichtungstechnik
- Automatisierungstechnik



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Geschäftsfeld Automatisierungstechnik



Geschäftsfeldleitung
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger

Das Geschäftsfeld Automatisierungstechnik entwickelt Lösungen zur effizienten, hochflexiblen und sicheren Automatisierung von Maschinen, Anlagen und Prozessen.

Zwei Fachabteilungen

- Prozessautomatisierung und Robotik
- Maschinelles Sehen

Langjährige Expertise in der Entwicklung von Robotersteuerungen und roboterbasierten Automatisierungslösungen.



Erste
Robotersteuerung für
Fa. Siemens / Kuka



Dual Arm Roboter,
Fa. Comau



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Geschäftsfeld Automatisierungstechnik

Effiziente und hochflexible Automatisierung von Maschinen, Anlagen und Prozessen



- Entwicklung von Automatisierungskonzepten und innovativen Roboter- und Handhabungssystemen
- Lösungen für die effiziente Zusammenarbeit von Mensch und Roboter: Kollaborative Roboter (COBOTS), tragbare Robotik, Ergonomie
- Entwicklung von intelligenten Robotersteuerungen und Kinematiken
- Innovative ICT-Strukturen für cloud- und dienstbasierte Automatisierung («Automation as a Service«)
- Intelligente Datenanalyse für eine effiziente Produktion
- Machine Vision für Anwendungen in den Bereichen Produktion und Logistik
 - Bildverarbeitung und Mustererkennung für die automatisierte optische Inspektion von Oberfläche, Form und Farbe
 - Maschinelles Lernen und Visualisierung für die statistische Prozesssteuerung
 - Entwicklung und Integration von optomechatronischen Messsystemprototypen
- Großvolumige Metrologie



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

© Foto: Fraunhofer IPK / kleine Badelgic mit freundlicher Genehmigung von Comau; Fraunhofer IPK

Roboteranwendungen – Machbarkeit und Grenzen bestimmen Beispiel: „Roboter als Bearbeitungsmaschine“



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Bild: © Fraunhofer IPK

Robotergetriebene Bearbeitung Anlagen im Versuchsfeld des Fraunhofer IPK



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Bild: © Fraunhofer IPK

Roboteranwendungen für Handhabung und Montage Roboterlabor am Fraunhofer IPK - Projektbeispiele



Scratch Umgebung zur aufgabenorientierten Programmierung von zweiarmigen Robotern

Industrielle Anwendungsbeispiele:
Automobil-Montage, Life-cycle Test,
Usability Test

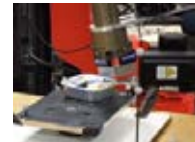
Long term R&D within collaborative projects,
e.g. funded by EC



Expert cooperative robots for highly skilled operations for the factory of the future



Seamless Human-Robot Cooperation for Intelligent, Flexible and Safe Operations in the Assembly Factories of the Future



Fotos: © Fraunhofer IPK

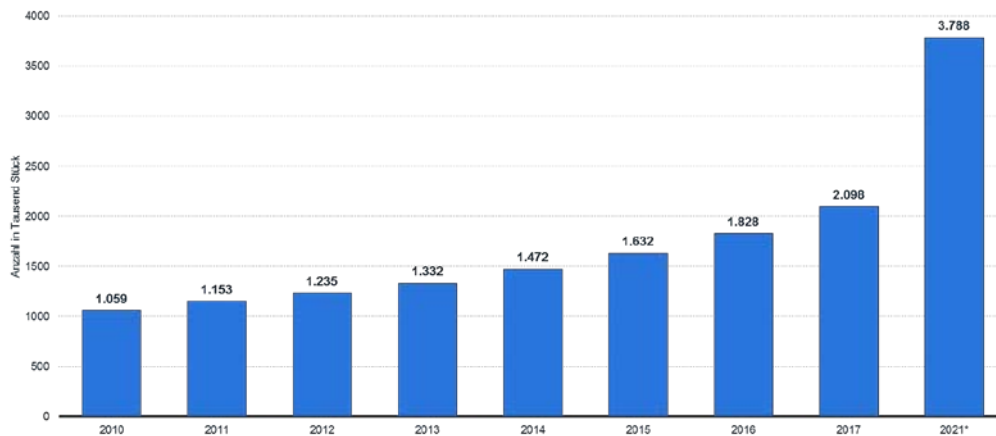


Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Geschätzter Bestand von Industrierobotern weltweit in den Jahren 2010 bis 2021 (in 1.000 Stück)



© Statista 2019 / Quelle: IFR, Oktober 2018

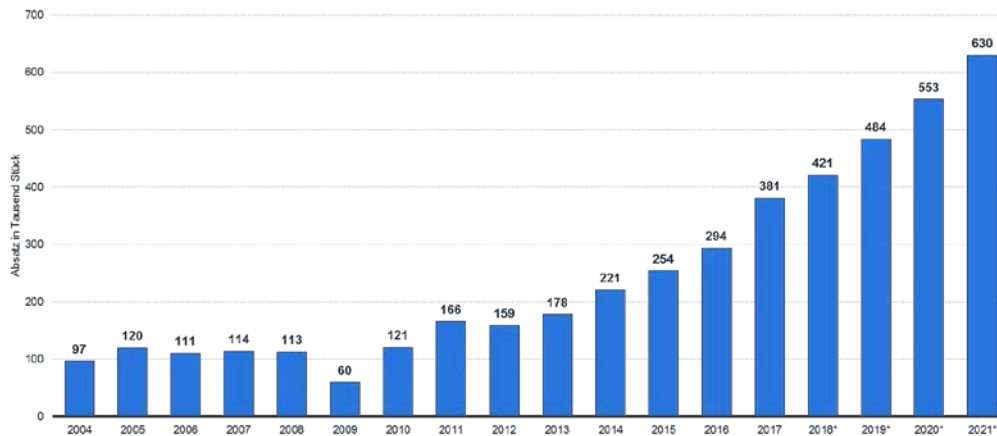


Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Absatz von Industrierobotern weltweit in den Jahren 2004 bis 2017 sowie eine Prognose bis 2021 (in 1.000 Stück)



© Statista 2019 / Quelle: IFR, Oktober 2018



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Industrierobotersystem

(Ehemalige)¹⁾ VDI-Richtlinie 2860
„Industrieroboter sind universell einsetzbare **Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen**, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln **frei** (d. h. ohne mechanischen bzw. menschlichen Eingriff) **programmierbar** und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind **mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar** und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.“



Bild: Comau Robotics

¹⁾ Wurde 2018 zurückgezogen da sie nicht mehr dem Stand der Technik genügt.



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Veränderte Paradigmen für die Entwicklung von Industrierobotern

Traditionell



Zunehmend

- Hohe Traglast
- Geschwindigkeit / Taktzeiten
- Fokussierung auf hohe Positionier- oder Bahngenauigkeit
- Kinematik mit hoher Steifigkeit
- „Absolute Positioniergenauigkeit“

- Flexibles, anpassbares Systemverhalten / Nachgiebigkeit für Kontaktaufgaben
- Sensorik und intelligente Regelung / Genauigkeit durch Software
- „Fühlende interaktionsfähige Roboter“

- Sicherheitsfunktionen für MRK
- Kommunikations- und Lernfähigkeit



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

 **Fraunhofer**
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Entwicklungen in Richtung „Leichtbau“

Industrierobotik: KUKA IR 662/60

- Traglast: 60 kg
- Gewicht: ca. 2.200 kg
- ca. 1980



Bild: Dirk Jacob / KUKA

Industrierobotik: KUKA KR 60-3

- Traglast: 60 kg
- Gewicht: 665 kg
- 2019



Bild: www.kuka.com



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

 **Fraunhofer**
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Leichtbauroboter für die Raumfahrt ROTEX: Roboter-Technologie-Experiment der D2-Mission



ROTEX Roboter

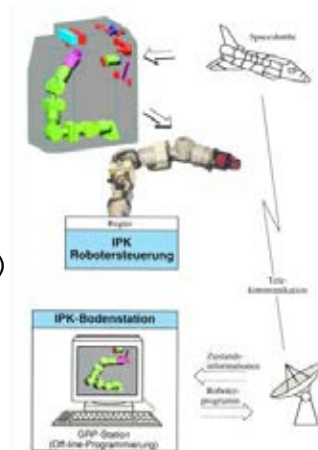
- 6-achsiger Roboterarm mit Greifer, bestückt mit Distanz-, Kraft-, Momenten- und Tastsensoren
- Entwicklung: DLR, Oberpfaffenhofen
- Bau: DASA, Friedrichshafen

Fraunhofer IPK

Ground-Reprogramming-Experiment (GRP)

- Komplette Off-line-Programmierung
- Automatikbetrieb des Roboters
- Simulationsbasiertes Monitoring

Missionsdurchführung: 1993



Grafik: © Fraunhofer IPK

Bild: www.deutsches-museum.de



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Leichtbauroboter für die Industrie (Beispiele)



CR-35iA (Fanuc)



LBR iwa (Kuka)



APAS (Bosch)



YuMi (ABB)



PANDA (Franka Emika)



UR5&UR10
(Universal Robot)



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Bildquellen: Internetseite der jeweiligen
Roboterhersteller

Leichtbauroboter Kennzahlen Beispiel Universal Robots

UR10e

- Nutzlast 10 kg
- Gewicht 33,5 kg

UR5e

- Nutzlast 5 kg
- Gewicht 20,6 kg

UR3e

- Nutzlast 3 kg
- Gewicht 11,2 kg



UR5&UR10
(Universal Robot)

<https://www.universal-robots.com/>

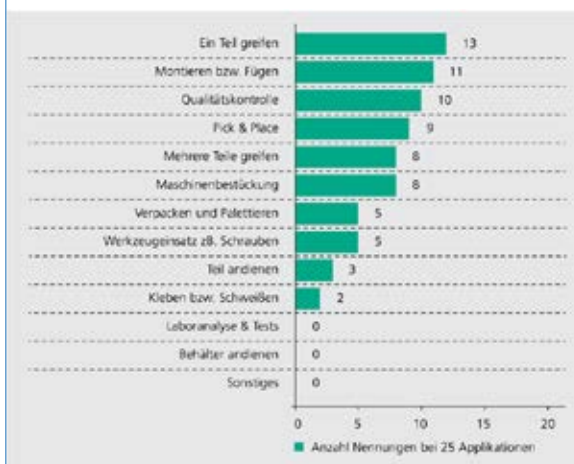


Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

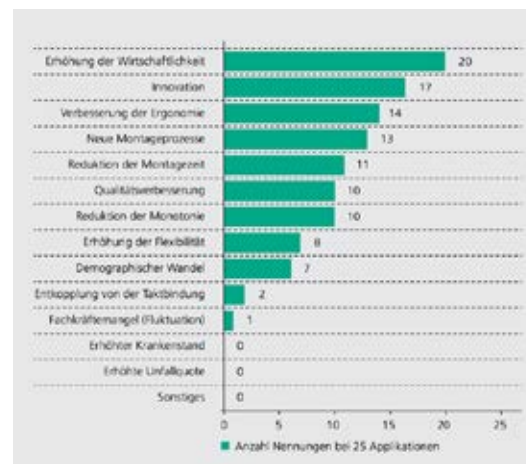


INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Leichtbauroboter und deren Anwendungsbereiche



Klassifikation der Applikation*



Applikationsgrund*

*Bauer W (editor), Bender M, Braun M, Rally P, Scholtz O (2016) Leichtbauroboter in der manuellen Montage.
Studie Fraunhofer IAO

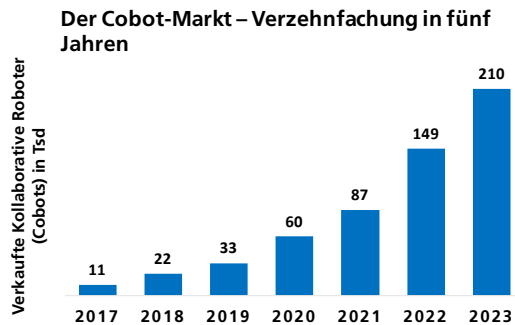


Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Marktentwicklung für Collaborative Roboter (Cobot)



Quelle: Markets & markets, Collaborative robots market – global forecast to 2023 (in: ke NEXT, Robotik/2018, S. 34)



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Robotik in der Landwirtschaft - Ernteroboter

Project CATCH: Cucumber Gathering - Green Field Experiments



The *global objective* of the **CATCH experiment project** is to improve novel cost-effective modular and lightweight robotic systems to automate demanding agricultural harvesting applications

automatica
Optimize your Production

The Leading Exhibition for
Smart Automation and Robotics
19.-22. Juni 2018 | München



Cucumber harvesting on a field – „Cucumber-Flyer“; up to 40 workers on a flyer



Light-wight dual arm robot system prototype developed at Fraunhofer IPK



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Greiferentwicklungen in der Robotik Menschliche Hand als Vorlage

Beispiel:
Anthropomorphe SCHUNK 5-Finger-Hand



Bild: www.schunk.com



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Greiferentwicklungen in der Robotik - „Bionische Greifer“

Greifen nach dem Vorbild der Oktopus-Tentakel

Adhäsion wie beim Gecko



Der bionische Greifer besteht aus einer weichen Silikonstruktur, die sich pneumatisch ansteuern lässt. Wird sie mit Druckluft beaufschlagt, krümmt sich das Tentakel nach innen und kann sich formschlüssig und sanft um das jeweilige Greifgut legen.

Quelle: www.festo.com



Der Gecko Gripper verwendet Millionen von mikroskopisch kleinen Fasern, die mit starken Van-der-Waals-Kräften an einer Oberfläche haften.

ROBOTICS AWARD 2019, Hannover Messe

Quelle: www.onrobot.com



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

Fraunhofer
IPK
INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Wearable Robotics für Produktion, Logistik & Service Beispiele für Leichtbau Exoskelette



Paexo
(passives Exoskelett)
Fa. Ottobock



Cray X
(aktives Exoskelett)
Fa. German Bionic Systems



Mate
(passives Exoskelett)
Fa. Comau



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Bildquellen: Internetseite der jeweiligen
Exoskeletthersteller

Wearable Robotics für Produktion, Logistik & Service Soft-Robotik Entwicklungen am Fraunhofer IPK



© Fraunhofer IPK / Armin Okulla



2019

ErgoJack

- Passiver Soft-Exosuit/Exoskelett
- Echtzeit-Ergonomieanalyse
- Vibrationsfeedback
- **Intelligente Ergonomieunterstützung**

PowerGrasp

- Aktiver Soft-Exosuit mit adaptiver Kraftunterstützung
- Single Arm und Dual Arm Ausführung



© Fraunhofer IPK



Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019



INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik IPK
Pascalstrasse 8-9
10587 Berlin

Gerhard Schreck
Abteilungsleiter
Prozessautomatisierung und Robotik

Telefon +49 30 39006-152
Telefax +49 30 3911037
E-Mail gerhard.schreck@ipk.fraunhofer.de
Internet www.ipk.fraunhofer.de



PISA: Workerbot 1
(pi4_robotics / Fraunhofer IPK)



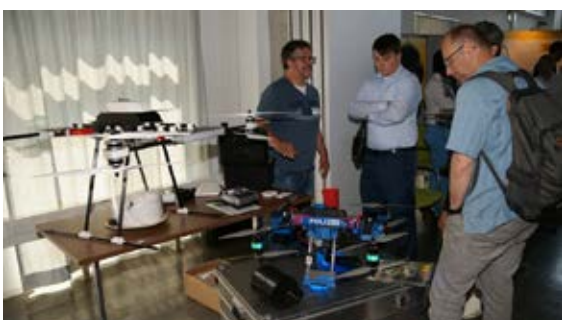
Leichtbau und Bionik in der Robotik
Roboteranwendungen in der Industrie
HTW Berlin, 04.06.2019

 **Fraunhofer**
IPK

INSTITUT
PRODUKTIONSANLAGEN UND
KONSTRUKTIONSTECHNIK

Begleitende Ausstellung

Die begleitende Ausstellung wurde in den dafür vorgesehenen Zeiten gut besucht. Die Exponate erregten großes Interesse, wenn auch Probefahrten mit innovativen elektrischen Fahrzeugen dem nächsten Tag des Innovationsforums vorbehalten waren (s. Teil 2 des Tagungsbandes). Hier einige Impressionen:



Teil 2

Transfer-Tag und Bürgerforum **Innovative Angebote für den Alltag in Beruf und Freizeit**

im Rahmen des

Zweiten Innovationsforums
„Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität“

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Campus Wilhelminenhof
Wilhelminenhofstraße 75A, Gebäude G, 12459 Berlin

5. Juni 2019

Bestandteile und Ablauf

Auch der zweite Tag des Innovationsforums bot ein interessantes und attraktives Programm. Nach dem 7. internen Workshop des ZIM-Kooperationsnetzwerkes MoDiSeM (nur für Mitglieder dieses Netzwerkes) führte der hauptverantwortliche Netzwerkmanager (Prof. Dr. Alfred Iwainsky) in die Bestandteile des Transfer-Tages und Bürgerforums ein. Er erläuterte Schwerpunkte der Ausstellung und verwies auf besondere Exponate. Es folgte ein zweiter Vortrag von Herrn Siegfried Helling (Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH), der für diesen Tagungsband mit dem Beitrag zur Konferenz kombiniert und in dieser zusammengeführten Form in Teil 1 des Bandes wiedergegeben wird.

Nach dieser Einführung in den Tag standen den Teilnehmern zeitlich parallel

- der Besuch der Ausstellung,
- Probefahrten und Mitfahrgelegenheiten sowie
- ein umfangreiches begleitendes Vortragsprogramm

zur Verfügung. Letzteres bestand aus zwei Blöcken, einem zum Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) und einem zu solchen thematischen Schwerpunkten wie z. B. Positionsbestimmung für Navigation und KI bzw. maschinelles Lernen für autonomes Fahren.

Was für ein Gewimmel, nicht nur von angemeldeten Teilnehmern, sondern auch von Zaungästen, autonomen robotischen Systemen, E-Trikes, E-PKWs und sogar einem E-LKW! Da konnte man z. B. den Inspectos von Innok Robotics, ein autonomes Kleinfahrzeug zur Abfallentsorgung aus der Reihe proANT von der InSystems Automation GmbH und einen Rollstuhl mit Roboterarm von der TalkTools GmbH im Innenbereich der Ausstellung fahren sehen. Nach einiger Zeit hatten sich die Teilnehmer am Innovationsforum so an diese robotischen Systeme gewöhnt, dass sie die Kollisionsvermeidung vollkommen der technischen Seite überließen. Entsprechend dem thematischen Spektrum von MoDiSeM waren natürlich auch Unmanned Aerial Systems (UAS) zu besichtigen, und zwar vom MoDiSeM-Mitglied Tholegrobotics aus Glauchau und vom Berliner Unternehmen BÄRDROBES. Auf Grund der unmittelbaren Nähe zu einer Bundeswasserstraße (Spree) war ein Aufstieg leider nicht möglich.

Im Außenbereich bewegte sich der Reinigungsroboter „Blitz“ des MoDiSeM-Partners Enway autonom, E-Trikes bzw. einen E-LKW stellte der MoDiSeM-Partner Ber-LEAN für Probefahrten bzw. Mitfahrten zur Verfügung. Über zwei Hyundai E-PKWs (eines auf Batterie- und eines auf Brennstoffzellenbasis) konnte man sich von kompetenter Seite informieren lassen. Mitfahrten auf Campus und Umgebung wurden angeboten. Last not least stellte der MoDiSeM-Partner michael bendich fahrzeugbau einen E-PKW zum Mitfahren zur Verfügung.

Soweit eine kleine Auswahl von Exponaten. Eine vollständige Übersicht findet sich im nächsten Abschnitt.



Die Aussteller und ihre Exponate

Die Ausstellung erstreckte sich über den großen Doppelraum 007/008 im Gebäude G des Wilhelminenhofes und sich anschließende Freiflächen. Die verfügbaren Flächen waren mit Exponaten belegt. Probefahrten fanden auf dem Campus und darüber hinaus statt. Die E-PKWs boten Mitfahr-Gelegenheiten bis zur Wuhlheide mit atemberaubenden Beschleunigungsmanövern auf der vierspurigen Straße An der Wuhlheide.

Die Tafel gibt eine Übersicht zu den Ausstellern und ihren Exponaten.

Nr.	Aussteller (in alphabetischer Reihenfolge)	Exponate, Vorführungen, Probefahrten, Mitfahrgelegenheiten
1	BÄRDRONES	360°-VR Drohne für Videoaufnahmen zur Erzeugung von VR-Modellen
2	Ber-LEAN TechCenter GmbH	TecTrikes zum Probefahren; elektrisch betriebenes Nutzfahrzeug Maxus EV80 von Saic als Mitfahrgelegenheit
3	CSB Schimmel Automobile GmbH	E-PKW IONIQ und Kona Electric von Hyundai für Mitfahrgelegenheiten
4	DLR Berlin-Adlershof	Komponenten und Systeme für Ortung und Navigation, insbesondere das Integrierte Positionsbestimmungssystem (IPS), Gewinner des Innovationspreises Berlin-Brandenburg 2018
5	Enway GmbH	Autonomer Reinigungsroboter „Blitz“
6	ESYS GmbH	Mobile Messtechnik, Datenlogger, Füllstandsmesser mit grafischer Web- & APP-Darstellung, Thermo DAN Temperaturmesser
7	Evologic GmbH	Sonobot - Autonomous Surface Vehicle (Autonomes Oberflächenfahrzeug)
8	gfai tech GmbH	Akustische Kamera, Mikrofon-Array für akustische Kartierung von Schall- und Lärm- bzw. Geräusch-Szenen
9	HFC Human-Factors-Consult GmbH	Begegnungen zwischen Mensch und Roboter in VR-VR-Testwelten zur Interaktionsgestaltung
10	Innok Robotics GmbH	Roboter Inspectos zur automatisierten Sichtprüfung
11	InSystems Automation GmbH	Transportroboter aus der Produktfamilie proANT
12	I.T. Out GmbH	ProSilva Schädlingsfalle für das Monitoring von Borkenkäfer-Befall im Wald bzw. Forst
13	KONTENDA GmbH	Kontaktlose Energieversorgung (ROTENDA-E)
14	michael bendich fahrzeugbau	E-PKW von Nissan
15	Naturplan, Herr Dobbert	Kombination: Solarfahrradanhänger + Solarstrandkorb
16	Talktools GmbH	Assistenzroboter (Roboterarm) auf Elektrorollstuhl
17	Team „exe“, amtierender Deutscher Meister in der RoboCup Simulation League	RoboCup Simulation
18	Tholegrobotics	UAS Tholeg THO-R-PX 8-10 mit Multispektralkamera und Tageslichtsensor (Polizei-Drohne), Agri X6 Kopter mit Trichogramma Dispenser zur Bekämpfung des Maiszünslers

Das Vortragsprogramm

Im Folgenden ist das die Ausstellung begleitende Vortragsprogramm so dargestellt, wie es angekündigt wurde. Kurzfristig konnte dann noch eine Erweiterung zur hochpräzisen Ortung mit dem Dienst SAPOS® vorgenommen werden. Der nächste Abschnitt enthält die Vortragspräsentationen zum Download/Druck mit einigen Modifikationen in den Titeln und einer Vertretung eines verhinderten Vortragenden.

12:30 – 13:30 Uhr **Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), eines der wichtigsten Förderprogramme des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)**

In diesem parallel zur Ausstellung stattfindenden Vortragsblock im Hörsaal werden das gesamte ZIM sowie Aktivitäten im Rahmen von ZIM-Netzwerkprojekten vorgestellt:

Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand von „Solo“ bis zur internationalen Kooperation.

Dr. Kerstin Röhrich, VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bündelung von Kompetenzen. Wie und wozu? Aus der Arbeit von ZIM-Kooperationsnetzwerken

Prof. Dr. Alfred Iwainsky, ZIM-Netzwerkmanager

15:00 – 16:45 Uhr **Begleitendes Vortragsprogramm** Moderation: Prof. Dr. Alfred Iwainsky

Im Rahmen des Transfer-Tages und Bürgerforums werden im Hörsaal Kurzvorträge zu Themen von allgemeinem Interesse bzw. zu Exponaten gehalten:

Mechatronische Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen – aktuelle Forschungsergebnisse und Ausblick

Dr.-Ing. Till Quadflieg, APS GmbH, Aachen

Künstliche Intelligenz für autonomes Fahren

Felix Lorenz, Technische Universität Berlin

Das Integrierte Positionsbestimmungssystem IPS

Dr. Adrian Schischmanow, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin

Autonome Informationslogistik in der Produktion mit Vorführung eines Remote-Zugriffs über 5 G auf eine MIR (Mobile Roboter-Plattform) in Aachen

Anne Bernardy, FIR e. V., Aachen

NeuroRace – Framework für maschinelles Lernen zur autonomen Robotersteuerung

Patrick Baumann, HTW Berlin

Die Plattform-Revolution am Beispiel der Dorf-2.0-Plattform

Hans-Peter Nickenig, I.T. Out GmbH, Nordhorn

Denn wir wissen (nicht), was sie tun: Intuitivität robotischer Systeme im Alltag

Paul Schweidler, HFC Human-Factors-Consult GmbH, Berlin

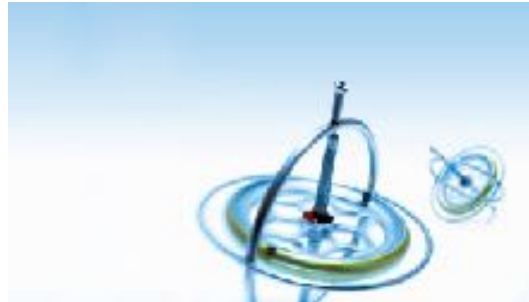
Generic48V – Entwicklung eines ganzheitlichen 48V Elektronikkonzepts für Elektrofahrzeuge

Jens Heinrich, ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.

Vortragspräsentationen zum Download / Druck



Die rechte Hälfte des Hörsaals, der dem Innovationsforum zur Verfügung stand



Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Zweites Innovationsforum Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität
5. Juni 2019, Dr. Kerstin Röhrich

Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) ist ein bundesweites, technologie- und branchenoffenes Förderprogramm. Mit dem ZIM sollen die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen nachhaltig unterstützt und damit ein Beitrag zu deren Wachstum verbunden mit der Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen geleistet werden.

Mittelständische Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die mit ihnen zusammenarbeiten, erhalten Zuschüsse für anspruchsvolle Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die zu neuen Produkten, technischen Dienstleistungen oder besseren Produktionsverfahren führen. Wesentlich für eine Bewilligung sind der technologische Innovationsgehalt sowie gute Marktchancen der geförderten FuE-Projekte. Das ZIM zielt auf mittelstandsgerechte Rahmenbedingungen und ist auf die Bedürfnisse von kleinen und mittelständischen Unternehmen ausgerichtet.

Die Unternehmen können Forschung und Entwicklung als Einzelprojekte durchführen oder als Kooperationsprojekte mit Forschungseinrichtungen oder anderen Unternehmen. Darüber hinaus werden das Management und die Organisation von innovativen Unternehmensnetzwerken gefördert. Sowohl bei Kooperationsprojekten als auch bei Netzwerken unterstützt das ZIM auch internationale Partnerschaften.

FuE-Projekte

Gefördert werden einzelbetriebliche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und FuE-Kooperationsprojekte von Unternehmen oder von Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Entwicklung innovativer Produkte, Verfahren oder technischer Dienstleistungen ohne Einschränkung auf bestimmte Technologien und Branchen. Kooperationsprojekte sollen in einer ausgewogenen Partnerschaft durchgeführt werden, bei der alle Partner innovative Leistungen erbringen. Kooperationsprojekte können auch mit ausländischen Partnern (Unternehmen und Forschungseinrichtungen) durchgeführt werden.

Antragsberechtigt im ZIM sind:

- kleine und mittlere Unternehmen
- weitere mittelständische Unternehmen
- nichtwirtschaftlich tätige Forschungseinrichtungen als Kooperationspartner von Unternehmen

	kleine Unternehmen	mittlere Unternehmen	weitere mittelständische Unternehmen
Beschäftigte	weniger als 50	weniger als 250	weniger als 500
Jahresumsatz oder	bis 10 Mio. €	bis 50 Mio. €	bis 50 Mio. €
Jahresbilanzsumme	bis 10 Mio. €	bis 43 Mio. €	bis 43 Mio. €

Für Unternehmen sind die zuwendungsfähigen Kosten für ein Einzelprojekt bzw. ein Teilprojekt bei Kooperationsvorhaben auf 380.000 Euro begrenzt.

Die Zuwendung für Einzelprojekte von Unternehmen erfolgt als nicht rückzahlbarer Zuschuss in Form einer Anteilsfinanzierung bis zu folgenden Fördersätzen:

Unternehmensgröße (siehe Definition antragsberechtigter Unternehmen)	neue Bundesländer und Berlin	alte Bundesländer
kleine Unternehmen	45 %	40 %
mittlere Unternehmen	35 %	35 %
weitere mittelständische Unternehmen	25 %	25 %

Die Zuwendung für Kooperationsprojekte erfolgt als nicht rückzahlbarer Zuschuss in Form einer Anteilsfinanzierung bis zu folgenden Fördersätzen, bezogen auf die zuwendungsfähigen Kosten:

Unternehmensgröße (siehe "Wer wird gefördert?")	Kooperationsprojekte	Kooperationsprojekte mit ausländischen Partnern
kleine Unternehmen in den neuen Bundesländern	50 %	55 %
kleine Unternehmen in den alten Bundesländern	45 %	55 %
mittlere Unternehmen	40 %	50 %
weitere mittelständische Unternehmen	30 %	40 %

Für Forschungseinrichtungen sind die zuwendungsfähigen Kosten je Teilprojekt auf 190.000 Euro begrenzt. Sie werden mit einem Fördersatz von 100 % gefördert.

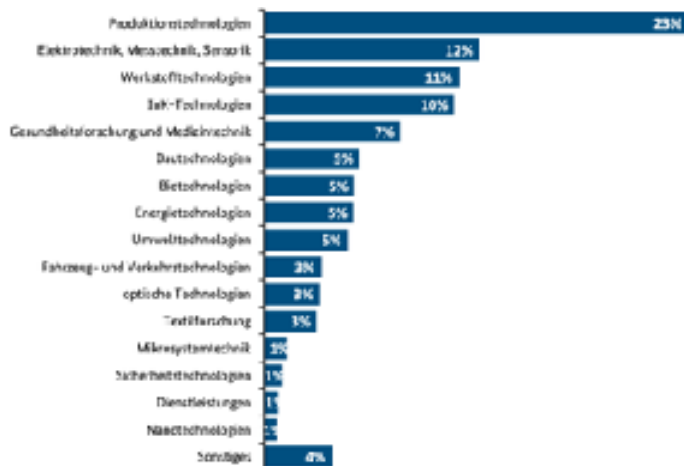


Abbildung 1: Fördermittel nach Technologiefeldern

Netzwerke

Weiterhin können im ZIM Netzwerkmanagementdienstleistungen und die im Netzwerk konzipierten FuE-Projekte gefördert werden. Die Netzwerke bestehen aus mindestens sechs voneinander unabhängigen kleinen und mittelständischen Unternehmen. Weitere Partner können zusätzlich teilnehmen (z. B. Forschungseinrichtungen, Hochschulinstitute, große Unternehmen und sonstige Einrichtungen wie beispielsweise Verbände). Grundlage der Zusammenarbeit ist eine gemeinsame Idee zur Entwicklung und Verwertung von innovativen Produkten, Verfahren oder technischen Dienstleistungen in einem technologisch oder regional orientierten Verbund oder entlang einer Wertschöpfungskette. Eine Einschränkung auf bestimmte Technologiefelder und Branchen besteht nicht.

Begünstigte der Förderung sind die im Netzwerk organisierten Unternehmen. Sie beteiligen sich mit einem jährlich steigenden Beitrag an den Kosten des Netzwerkmanagements. Diese Förderung stellt eine De-minimis-Beihilfe dar, die anteilig auf die Unternehmen umgelegt wird.

Antragsberechtigt für die Förderung des Netzwerkmanagements ist die von den beteiligten Unternehmen beauftragte externe Netzwerkmanagementeinrichtung oder eine am Netzwerk beteiligte Forschungseinrichtung. Antragsteller und Zuwendungsempfänger sind somit die Netzwerkmanagementeinrichtungen (indirekte Förderung der Unternehmen).

Die Förderung des Netzwerkmanagements ist degressiv gestaffelt.

		Phase 2		
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr
Phase 1				
Nationale Netzwerke	90 %	Nationale Netzwerke	70 %	
12 Monate		12 Monate	50 %	
		12 Monate	30 %	
Modellversuch Internationale Netzwerke	95 %	Modellversuch Internationale Netzwerke	80 %	
18 Monate		12 Monate	60 %	
		12 Monate	40 %	
		12 Monate		

Die maximale Zuwendung für das Netzwerkmanagement beträgt 380.000 Euro, wobei auf die Phase 1 nicht mehr als 160.000 Euro (entspricht 90 % der zuwendungsfähigen Projektkosten) entfallen dürfen. Im Modellversuch internationale Netzwerke beträgt die maximal mögliche Zuwendung 450.000 Euro, wobei diese für die Phase 1 auf maximal 190.000 Euro begrenzt ist.

Bei FuE-Projekten aus Netzwerken erhalten die beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Zuwendung auf direktem Weg. Die Eigenanteile an den jeweiligen Projektkosten sind von den Unternehmen zu tragen.

Ergänzende Leistungen zur Markteinführung

Zusätzlich zu den FuE-Projekten kleiner und mittlerer Unternehmen können Leistungen zur Markteinführung gefördert werden.

Neue Produkte und Verfahren sind erst dann eine erfolgreiche Innovation, wenn sie am Markt ankommen. Maßnahmen, die der wirtschaftlichen Verwertung der FuE-Ergebnisse dienen, sind oft mit erheblichen Kosten verbunden und erfordern spezielles Know-how.

Deshalb können bei FuE-Einzel- und FuE-Kooperationsprojekten kleiner und mittlerer Unternehmen ergänzend auch Leistungen externer Dritter zur Unterstützung der Markteinführung der Projektergebnisse gefördert werden.

Antragsberechtigt sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit weniger als 250 Beschäftigten, deren FuE-Projekt bewilligt wurde.

Leistungsumfang

- Innovationsberatungsdienste
Beratung, Unterstützung und Schulung in den Bereichen Wissenstransfer, Erwerb, Schutz und Verwertung immaterieller Vermögenswerte sowie Anwendung von Normen und Vorschriften in denen diese verankert sind.
- Innovationsunterstützende Dienstleistungen
Bereitstellung von Büroflächen, Datenbanken, Bibliotheken, Marktforschung, Laboratorien, Gütezeichen, Tests und Zertifizierung zum Zweck der Entwicklung effizienterer Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen.

Leistungen zur Markteinführung können ab Bewilligung, spätestens jedoch sechs Monate nach Ende der Laufzeit des ZIM-Projekts beantragt werden.

- Zu jedem bewilligten FuE-Projekt kann ein Antrag auf Förderungen von Leistungen zur Markteinführung gestellt werden.
- Zu einem bewilligten Antrag kann maximal zweimal – bis spätestens sechs Monate nach Ende der Laufzeit des ZIM-Projekts – eine neue Leistung beantragt werden.
- Kosten von maximal 50.000 Euro werden zu 50% bezuschusst.

Internationale FuE-Projekte

ZIM-Kooperationsprojekte können jederzeit auch mit ausländischen Partnern (Unternehmen und Forschungseinrichtungen) aus jedem Land durchgeführt werden.

Für die deutschen Kooperationspartner gelten die Förderkonditionen des ZIM. Die beteiligten deutschen Unternehmen können einen um bis zu 10 % erhöhten Fördersatz erhalten. Alle ausländischen Kooperationspartner werden als "nicht antragsberechtigte Kooperationspartner" im ZIM-Antrag geführt und müssen ihre Finanzierung eigenständig (bestätigt per LOI) sicherstellen.

Zur Unterstützung von grenzüberschreitenden Kooperationsprojekten

- bietet das ZIM laufend bilaterale Ausschreibungen mit über 20 Ländern/Regionen weltweit an,
- ermöglicht das Netzwerk IraSME multinationale Kooperation mit ausgewählten Ländern und organisiert dafür jährlich zwei Ausschreibungen und mehrere Netzwerk- sowie Informationsveranstaltungen und
- engagiert sich das ZIM im Netzwerk EUREKA und bietet deutschen Antragstellern die nachgeordnete Antragstellung für EUREKA-Netzwerkprojekte an.

Internationale ZIM-Kooperationsnetzwerke

Um Netzwerke bei der Zusammenarbeit mit internationalen Akteuren zu unterstützen, wurde das ZIM um das Modellvorhaben „ZIM-Kooperationsnetzwerke International“ erweitert.

Mit dieser Förderung können die in den ZIM-Kooperationsnetzwerken organisierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Innovationsnetzwerken anderer Länder gemeinsam technologische Innovationsvorhaben mit hohen Marktchancen durchführen. Während des zweijährigen Modellversuchs gelten hierfür neue Förderbedingungen.

Um ZIM-Kooperationsnetzwerke bei der Vernetzung mit internationalen Akteuren zu unterstützen wird das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) um das Modellvorhaben „ZIM-Kooperationsnetzwerke International“ erweitert. (Neufassung der Richtlinie vom 14.12.2017, veröffentlicht im Bundesanzeiger am 27.12.2017)

Mit der Förderung sollen die in den ZIM-Netzwerken organisierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Innovationsnetzwerken anderer Länder gemeinsam technologische Innovationsvorhaben mit hohen Marktchancen durchführen.

Während des zweijährigen Modellversuchs gelten neue Förderbedingungen für internationale ZIM-Kooperationsnetzwerke:

Die ZIM-Förderung des Netzwerkmanagements begünstigt nur die deutschen Partner.

Die inhaltlichen ZIM-Kriterien für die Förderung von nationalen Kooperationsnetzwerken müssen erfüllt werden.

Das internationale ZIM-Kooperationsnetzwerk muss im Antrag (in Ergänzung zu den Anforderungen an nationale Netzwerke) nachweisen, dass in einem Umfang mit ausländischen Partnern kooperiert wird, der

- fachlich-inhaltlich für die Netzwerkkonzeption einen Mehrwert darstellt,
- einen deutlich höheren Managementaufwand erfordert als nationale ZIM-Kooperationsnetzwerke,
- in einem ausgewogenen Verhältnis stattfindet,
- einen erheblichen Nutzen für die deutschen Netzwerkpartner bringt,
- konkrete internationale FuE-Kooperationen erwarten lässt.

Netzwerkstruktur:

- Ausländische mittelständische Unternehmen werden als zählbare Netzwerkpartner anerkannt.
- Ein internationales ZIM-Kooperationsnetzwerk muss aus **mindestens vier deutschen Unternehmen im Sinne der ZIM-Richtlinie Nummer 3.1.1 und mindestens zwei ausländischen mittelständischen Unternehmen** bestehen, wobei die Anzahl der ausländischen Unternehmen nicht höher als 50 % sein soll.
- Diese 6 Unternehmen müssen voneinander unabhängig sein.
Hinweise zur Förderung internationaler ZIM-Kooperationsnetzwerke, Stand 22.12.2017
- Darüber hinaus muss eine ausländische **Einrichtung als Management für die ausländischen Partner** beteiligt sein. Dieses soll mit der deutschen Managementeinrichtung vertrauensvoll zusammenarbeiten und die internationale Kooperation durch Bereitstellung und Austausch von Informationen unterstützen. (im Folgenden bezeichnet als **ausländischer Koordinator**).
- Der ausländische Koordinator finanziert und gestaltet seine Leistungen und Beiträge aus eigenen Mitteln. (z. B. nationale Förderung)
- Das ausländische Netzwerk kann schon existieren (kein Förderausschluss).

Förderzeitraum:

- Die maximale Laufzeit der Phase 1 bei internationalen Kooperationsnetzwerken beträgt 1,5 Jahre.
- Die Phase 2 bei internationalen Kooperationsnetzwerken dauert in der Regel drei Jahre.

Fördermittel:

- Die maximalen Förderquoten werden um 5 % auf 95 % in der ersten Förderphase (1,5 Jahre) und um jeweils 10 % auf 80 %, 60 % bzw. 40 % in den darauffolgenden Förderjahren erhöht.

- Die maximal mögliche Zuwendung beträgt 450.000 Euro, wobei diese für die Phase 1 auf maximal 190.000 Euro begrenzt ist.

Das Interesse bei den Netzwerken ist groß. Einige Netzwerke hatten bereits seit längerem Kontakte zu Forschungseinrichtungen oder es wurden Unternehmen im Ausland für konkrete Entwicklungsideen eingebunden. Die neuen Fördermöglichkeiten sorgen nun dafür, dass internationale Aktivitäten schon in der Netzwerkarbeit und Vorbereitungsphase für FuE-Projekte noch stärker forciert werden. Seit Beginn des Modellvorhabens konnten bereits 21 internationale ZIM-Netzwerke bewilligt werden.



Abbildung 2: Übersicht zu internationalen Kooperationsnetzwerken (Sitz der internationalen Koordinatoren) – Stand: Juni 2019

Bündelung von Kompetenzen. Wie und wozu? Aus der Arbeit von ZIM-Kooperationsnetzwerken

Prof. Dr. Alfred Iwainsky, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.

Zweites Innovationsforum "Autonome, mobile Dienste – Services für Mobilität,
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Berlin, 05.06.2018



Bündelung von Kompetenzen. Wie und wozu? Aus der Arbeit von ZIM-Kooperationsnetzwerken

Prof. Dr. sc. Alfred Iwainsky
Stellvertretender Vorstandsvorsitzender der GFaI
Netzwerkmanager MoDiSeM



Alfred Iwainsky, GFaI, Netzwerkmanager MoDiSeM

1. Das aktuelle bei der GFaI laufende Netzwerkprojekt

Thema:

MoDiSeM: Mobile Dienste – Services für Mobilität



Laufzeit:

Phase 1: 01.08.2017 – 31.07.2018

Phase 2: 01.08.2018 – 31.07.2020

Anzahl der Partner:

- 18 reguläre Partner, davon 13 KMU
- 11 assoziierte Partner, davon 6 KMU

Netzwerkmanagement:

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V. (GFaI)

Das Projekt wird unter dem Förderkennzeichen 16KN075201 (Phase 1) und 16KN075202 (Phase 2) im Rahmen des ZIM-Programms vom BMWi gefördert. Projektträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH



Das ZIM-Kooperationsnetzwerk der GFaI

MoDiSeM: Mobile Dienste – Services für Mobilität



Schwerpunkte der Arbeit:

- A Fahrerloser (autarker) Transport im nichtöffentlichen bzw. halböffentlichen Raum
- B Mobile, automatisierte Services im nichtöffentlichen bzw. halböffentlichen Bereich
- C Infrastrukturen für den Einsatz elektrisch betriebener Kleinfahrzeuge im öffentlichen und nichtöffentlichen Raum
- D Automatisierung von Services mittels UAV
- E Unterstützung der Mobilität von Menschen mit Bewegungseinschränkungen



Fachlich-thematische Kompetenzen in diversen Gebieten (Begriffe alphabetisch geordnet)	
<ul style="list-style-type: none"> • Ambient Assisted Living (AAL) • Arbeitswelt 4.0 • Automatisierungstechnik • Autonomes Fahren • Bewegungsautomatisierung • Bildverarbeitung • Computer Aided Facility Management (CAFM) • Cyber-Physical Systems (CPS) • Elektrisch angetriebene Kleinstfahrzeuge • Elektromotor-Steuerung • ELSI (Ethische, legale und soziale Implikationen) • Fahrerassistenz/Fernerkundung • Gebäude- und Gelände-Modellierung, digitale • Industrie 4.0 • Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation, digitale • Kontaktlose Energieübertragung • Künstliche Intelligenz (KI) • Medizintechnik • Mensch-Technik-Interaktion, Human Machine Interface (HMI) • Mess- und Regelungstechnik • Micro Energy Harvesting (MEH) • Mustererkennung, Klassifikation • Navigation • Orthopädie • Ortung • Prozessautomation • Roboter-Kollaboration • Robotik • Sensorik, multimodale Sensorik, Sensordatenfusion • Steuerungstechnik • Unmanned Aerial Vehicles (UAV) • User centered design



Grundsätzliche Kompetenzen im Netzwerk

2. Alltag in den von der GFaI geführten Netzwerken

Die wichtigsten, wiederkehrenden Aktivitäten

- Organisation/Durchführung von Netzwerk-internen Workshops bei verschiedenen Partnern, jeweils mit Vorabendtreffen
- Monitoring von Chancen/Risiken im Bereich der FuE-Förderung
- Herausarbeitung von FuE-Initiativen
- Bündelung entsprechender Kompetenzen, Etablierung von Projektkonsortien
- Ausarbeitung von FuE-Vorhaben (wichtiger Schritt von der Initiative zum Projekt)
- Kampf um die Finanzierung von Projekten im harten Wettbewerb
- Gemeinsame Durchführung von FuE-Projekten
- Kooperation bei Ergebnisvermarktung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Etablierung, Pflege von Informations- und Kooperationsbeziehungen; Gewinnung neuer Netzwerkpartner

Impressionen von Vorabend-Treffen zu diversen internen Workshops verschiedener Netzwerke



Fahrt mit dem Solarboot Fechte beim Vorabendtreffen des 2. MESEDA-Workshops am 16.09.2008 im Emsland



Führung durch das Schaubergwerk „Volle Rose“ im Schortetal bei Ilmenau in Thüringen beim Vorabendtreffen des 5. MESEDA-Workshops am 03.12.2008



Führung durch den Jahrtausendturm auf dem ehemaligen BUGA-Gelände in Magdeburg bei einem Vorabendtreffen des Netzwerkes MESEDA am 21.07.2010



Besichtigung des deutschen Burgenmuseums Veste Heldburg am 11.9.2012 beim 6. MoniSzen-Workshop



Führung zur Firebird-Kleinsatellitenmission im DLR, Standort Berlin-Adlershof beim Vorabendtreffen des 5. internen BASSY-Workshops am 08.02.2016



Besichtigung des Ganganalyse-Labor GRAIL der Universität Rostock am 08.05.2017 am Vorabend des 8. WS von BASSY



Besuch des Chemnitzer Weihnachtsmarktes vor dem 2. internen MoDiSeM-Workshop am 12.12.2017



Historische Stadtführung beim 6. Workshop von MoDiSeM am 27.02.2019 in Magdeburg

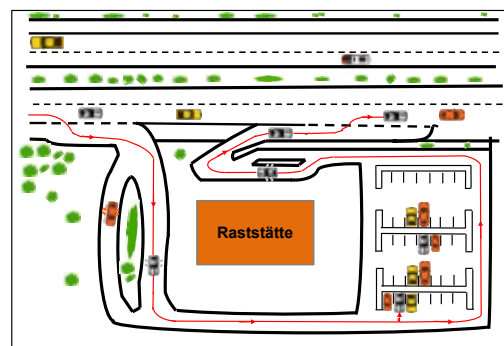
3. Kompetenzbündelung für konkrete Projekte

Zunächst zwei konkrete Beispiele, dann kurze repräsentative Verallgemeinerung.

3.1 Aktuelles Beispiel aus dem Netzwerk MoDiSeM

Ausgangspunkt für die FuE-Initiative im Rahmen von ZIM:

- Vision automatischer Services am Rande des öffentlichen Straßennetzes, und zwar
- im Kontext des autonomen Fahrens



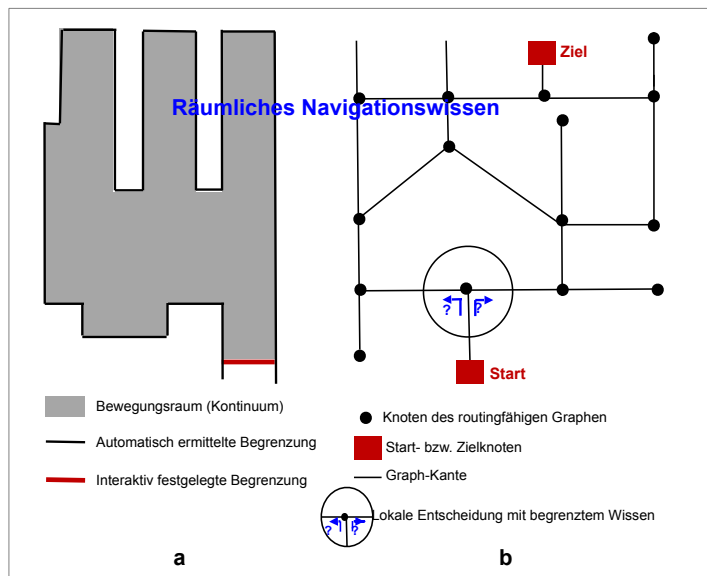
Zukunftsvision einer Autobahn-Raststätte für die Zeit des autonomen Fahrens

Grobe Einordnung des ZIM-Vorhabens

Stufen des autonomen Fahrens im öffentlichen Raum*	ZIM-Kooperationsprojekt von MoDiSeM
	Stufe autonomer Services, hier: Toolbox von Microservices für die Konfiguration von Applikationslösungen zur automatisierten Nutzung autonomer Geräte
<p>Stufe 5: Vollautomatisierter, autonomer Betrieb des Fahrzeuges ohne Möglichkeit des Eingreifens seitens des Fahrers (die heute bekannten Bedienelemente sind gar nicht mehr vorhanden); folglich sind auch autonome Fahrten ganz ohne Fahrer möglich.</p> <p>Stufe 4: Im Normalbetrieb vollständig autonomes Fahren; Fahrer kann aber eingreifen und das System „überstimmen“.</p> <p>Stufe 3: Streckenweise (z. B. auf einem Autobahnabschnitt) kann das Fahrzeug selbstständig beschleunigen, bremsen und lenken. Bei Bedarf fordert das System den Fahrer auf, die Kontrolle zu übernehmen. Dies kann er aber auch aus eigener Initiative tun.</p> <p>Stufe 2: Automatisierte Systeme übernehmen komplexe Teilaufgaben wie Geschwindigkeitsregelung, Spurwechsellassenz, automatische Notbremsung. Der Fahrer behält aber die Hoheit und Verantwortung.</p> <p>Stufe 1: Das Fahrzeug verfügt über einzelne unterstützende Systeme wie ABS und EPS, die selbstständig eingreifen</p>	<p>Technische Ausgangspunkte:</p> <p>Verfügbare autonome Service-Roboter mit folgenden Funktionskomplexen für die Mensch-Maschine-Interaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenbeschreibung/Prozessvorgaben (häufige Arbeitsunterbrechungen, Mensch muss immer wieder verfügbar sein) • Folgen eines menschlichen Masters • Fernbedienung durch Menschen

* Quellen:

- ADAC: Autonomes fahren: Die 5 Stufen zum selbstfahrenden Auto. 07.11.2018. Aufgesucht am 02.04.2019 unter [https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autonomes-fahren/...](https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autonomes-fahren/)
- Winkle, Th.: Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung. In:
- Maurer, M.; Gerdes, Ch.; Lenz, B.; Winner, H. (Hrsgb.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. SpringerOpen, 2015

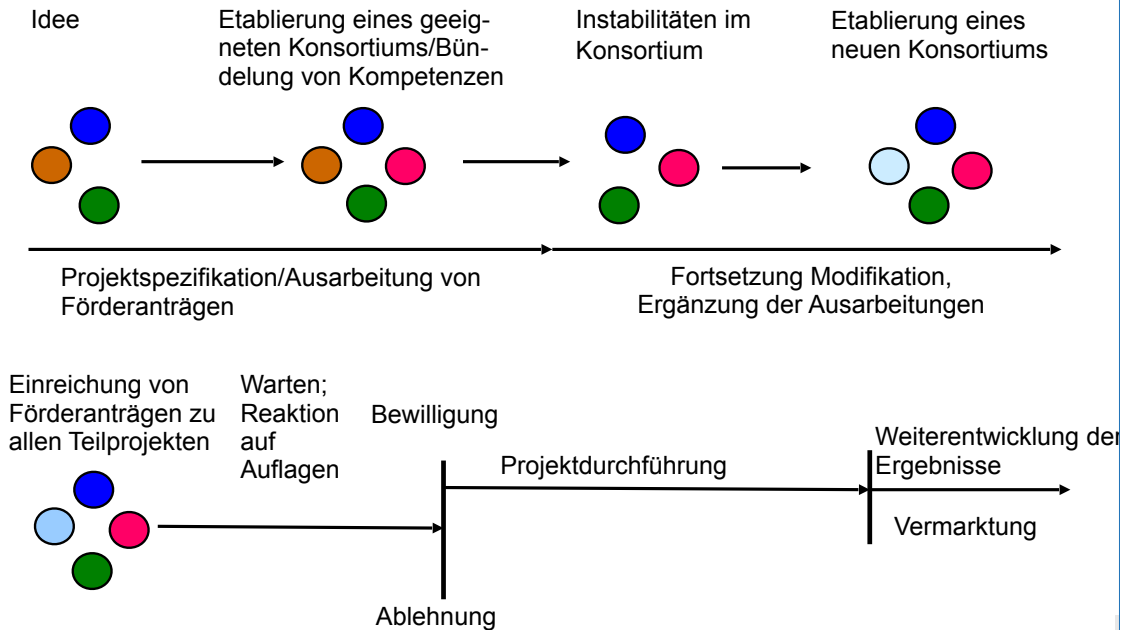


Zwei grundsätzlich verschiedene Formen digitaler Modellierung räumlichen Navigationswissens

a) Begrenzung eines Kontinuums von Bewegungsmöglichkeiten (Modellierung von *Verboten*)

b) Modellierung durch routenfähigen Graphen (explizite Darstellung diskreter Bewegungspotenziale)

Typische Abläufe bei Genese und Durchführung von FuE-Projekten am Beispiel ZIM



**Nochmals vielen Dank an den Gastgeber!
Gute, interessante Fortführung unseres Innovationsforums**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Mechatronische Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen

Sebastian Oppitz, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University



Mechatronische Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen

Sebastian Oppitz, M.Sc. - Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University
Dr.-Ing. Till Quadflieg - APS GmbH, Aachen



Gliederung

- APS - ITA - RWTH
- Kompetenzfelder
- Ausgewählte Projekte
- Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

2



APS - ITA - RWTH

- Über 30 Jahren Expertise im Bereich Robotik, Sensorik, Informations- und Kommunikationstechnologie
- Seit 2016 Teil der ITA Group und RWTH
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern aus Industrie und Wissenschaft
- Fokus auf innovativen Technologien für KMU

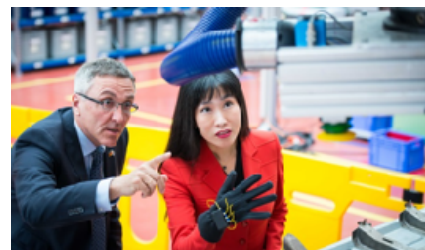


3



Kompetenzfelder

- Servicerobotik und Assistenzsysteme
 - Produktion und Logistik
 - Medizin und Pflege
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Roboter- und Automatisierungsschulungen
 - Ausbildung für Studierende
 - Kurse für nationale und internationale Partner aus Industrie und Forschung
- Low Cost Automation



4



Ausgewählte Projekte

Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen
Projekt: Intelligent Wheelchair

- Touchscreen
- Spracheingabe
- Sprachausgabe
- Kraftgekoppelter Joystick
- Kollisionsdetektor



5



Ausgewählte Projekte

Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen
Projekt: RobotAid



6



Ausgewählte Projekte

Assistenzsysteme für Menschen mit körperlichen Einschränkungen
Projekt: RobotAid

- Projektform: BMBF, ZIM, TBD
- Partner aktuell:
 - Hanyang University Korea
 - Hexar Systems, Korea
- Gesuchte Partner:
- Produzenten von Medizintechnik
- Hersteller Modularer Komponenten
- Dienstleister aus dem Bereich Medizintechnik



7



Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

Status Quo ^[1]

- Verdoppelung des weltweiten Roboterbestandes zwischen 2003 und 2013
- Geschätzter Produktionswert im Bereich „Robotik und Automation“ von 6 Milliarden Euro p.a. in DE in 2012
- Digitalisierungstechnologien und Mensch-Maschine-Kooperation übernehmen immer mehr eine Schlüsselrolle
- KMU liegen hier aktuell hinter Großbetrieben zurück

⁸ [1] Automatisierung und Robotik-Systeme
Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2016
Fraunhofer ISI und Fraunhofer IPA, Karlsruhe, Januar 2016



Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

Status Quo ^[1] - Hindernisse für den Einsatz von Robotik bei KMU

- zu geringe Fertigungsgröße
- keine automatisierbaren Prozesse
- Roboter zu teuer
- kein Personal für Roboterbedienung
- Roboter zu schwer und unflexibel
- Programmierung zu zeitaufwendig
- Vorbehalte gegen Robotertechnologie



⁹ [1] Automatisierung und Robotik-Systeme
Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2016
Fraunhofer ISI und Fraunhofer IPA, Karlsruhe, Januar 2016



Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

Lösungsansatz Low Cost Automation

- unkomplizierte simple Automatisierungslösungen mithilfe einfacher technischer Elemente
- Verbesserung der Produktivität in Produktionsabläufen und ein effektiveres Zusammenwirken von Mensch und Maschine
- Aufgaben:
 - Transportieren
 - Positionieren
 - Handling
 - Einlegen und Entnehmen

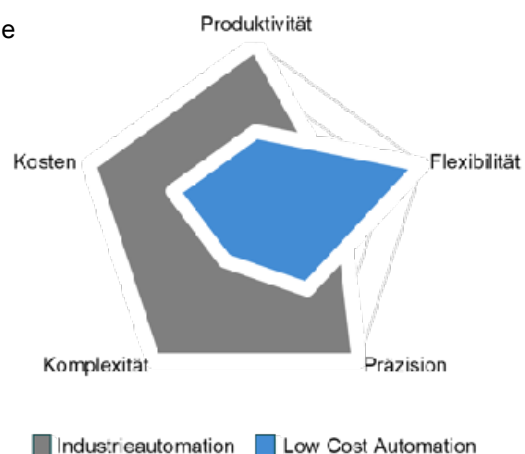
10



Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

Low Cost Automation und Assistenzsysteme @ APS GmbH und ITA

- Low Cost Automation meets:
 - Ergonomie im Kontext Produktion und Pflege
 - i4.0
 - Automatisierungsbedürfnisse von KMU
- Anwendungsbereiche:
 - Unterstützung des Menschen bei Arbeitsabläufen
 - Handhabung schwerer Lasten
 - Kommunikation und Informationsbereitstellung
 - Arbeitsraumüberwachung



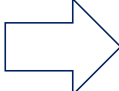
11



Zukünftige Forschungsfelder und Kooperationsmöglichkeiten

Wir freuen uns auf potentielle Partner aus Industrie und Wissenschaft für nationale und internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte

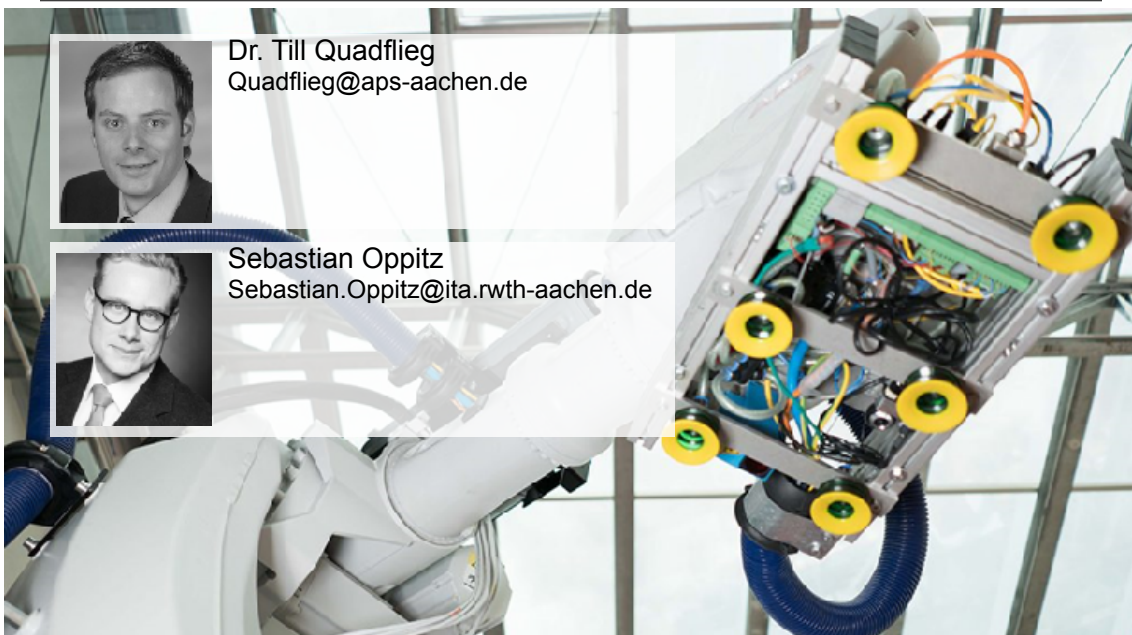
Kooperationen aus dem Bereich :

- Informatik z.B. für:
 - Bildauswertung
 - Modellbildung
 - Sensorik
 - Produzenten von Medizinprodukten
(auch zugehörige Produktionsverfahren)
- 
- Low Cost Automaton
 - Service Robotics

12



Kontakt



13



Künstliche Intelligenz beim autonomen Fahren

Felix Lorenz, Technische Universität Berlin

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ BEIM AUTONOMEN FAHREN

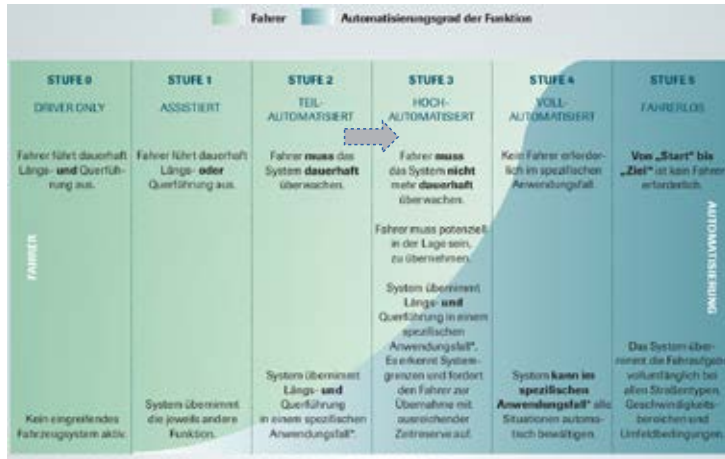


Felix Lorenz | Innovationsforum Transfer-Tag | 05.06.2019

 **Fraunhofer**
FOKUS



FAHRAUTOMATISIERUNGSTUFEN



Fraunhofer FOKUS

Quelle: Verband der Automobilindustrie [VDA15]

Beispiele

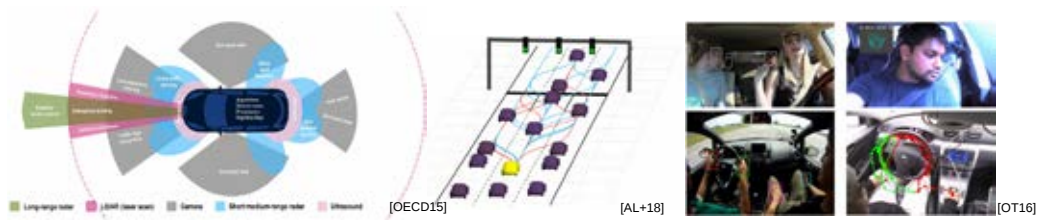
- Assistiert**
 - ACC
 - Spurhalteassistent
- Teilautomatisiert**
 - Stauassistent
 - Parkassistent
- Hochautomatisiert**
 - Staupilot
 - Autobahnpiilot

2

© Fraunhofer FOKUS

ÜBERGANG ZU STUFE 3

Erhöhte techn. Anforderungen, u.a.



Komplexe Wahrnehmung & Sensorfusion

Prädiktion & Planung

Fahrerzustandserfassung & Steuerübergabe

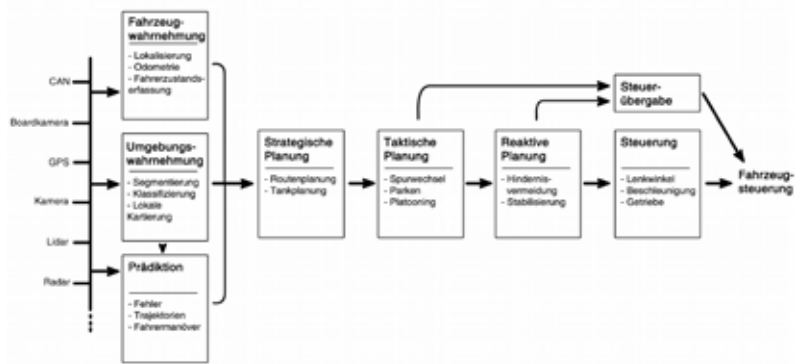
Fraunhofer FOKUS

3

© Fraunhofer FOKUS

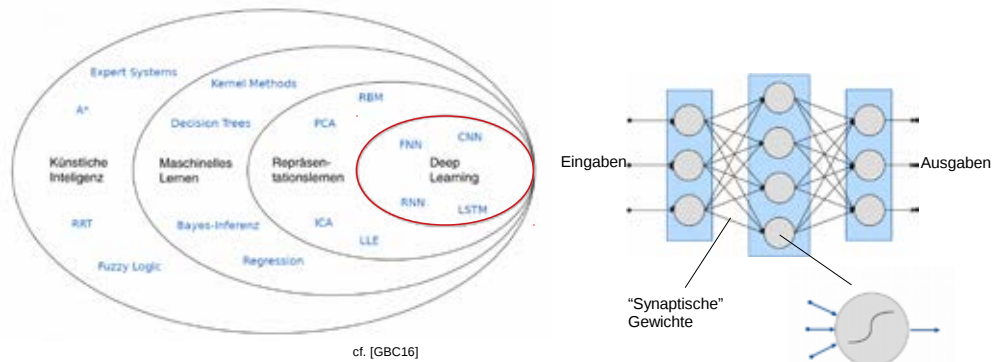
FUNKTIONSBAUSTEINE DES AF

Schema nach Becker, 2018 [Be18]

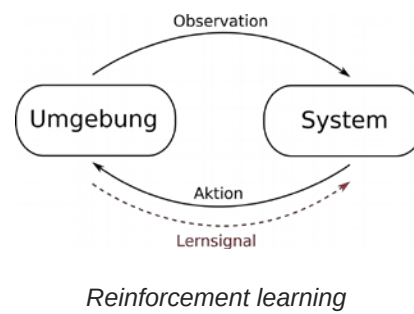
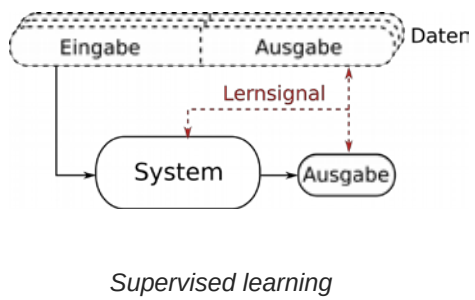


WHY NOW?

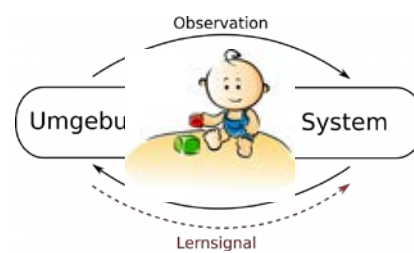
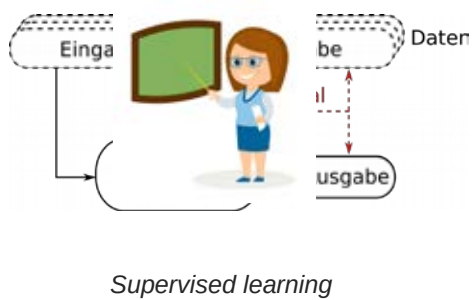
Algorithmischer Katalysator: Deep Learning



LERNPARADIGMEN



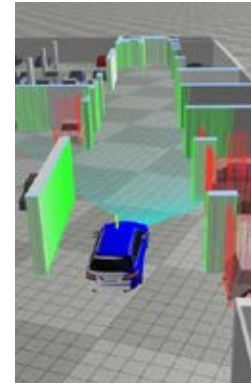
LERNPARADIGMEN



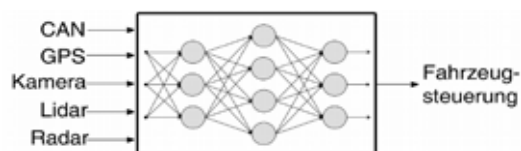
STAND DER TECHNIK

Literaturrecherche in Kollaboration mit AQI

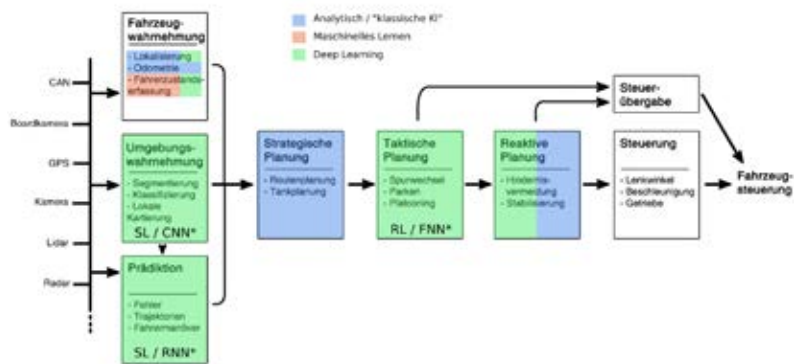
- Insgesamt 66 Publikationen aus dem Zeitraum 2016 – 2018 gesichtet & klassifiziert
- **~80%** verwenden Deep Learning
 - **~65%** supervised learning
 - **~30%** simulations-basiert
- Planungsmodule meist auf bestimmte Fahrmanöver beschränkt
- *End-zu-End* Ansatz (Pomerlau, 1989) wird seit 2016 aktiv verfolgt (v.a. RL)



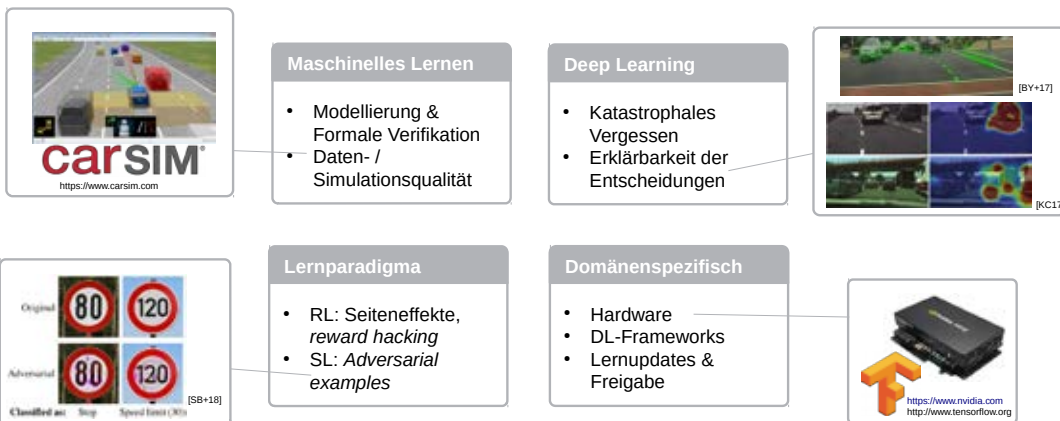
END-ZU-END ANSATZ



STAND DER TECHNIK



HERAUSFORDERUNGEN



FAHRAUTOMATISIERUNG @ FOKUS

- Aktuell: Teleoperation Demo @ GTC

https://www.fokus.fraunhofer.de/de/asct/news/GTC-Messe-Demo_2018_10



- 2017 - 2019: **DIGINET-PS**

Die digital vernetzte Protokollstrecke –
urbanes Testfeld automatisiertes und vernetztes Fahren in Berlin



- 2015 - 2018: **RobustSENSE**

Robust and reliable platform for automated driving



AUSBLICK – AF IN DEUTSCHLAND

Absicherung und Freigabe: The road ahead

- **Training:** Etablierung industrieweiter Mindestanforderungen an Simulationstools und Standarddatensätze
- **Testing:** Neue Testkonzepte für DL-basierte Steuerung
- **Composition:** Verifikation der Interaktion zwischen autonomen Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller
- **Lernupdates:** Prozedurale Rahmenbedingungen für kontinuierliche Freigabe von Lernupdates



FAZIT

- Deep Learning als technologischer Katalysator für den Übergang zu Stufe 3
- Für spezifische Anwendungsfälle ist Markteinführung 2020 realistisch
- Vollautomatisierung aufgrund technologiespezifischer Herausforderungen unabsehbar
- Wettbewerbsfähigkeit unmittelbar an Datenhoheit geknüpft
- In Deutschland sind außerdem Zulassungsprozesse und Datenschutzfragen zu klären

QUELLEN

- [AL+18] Ajanovic, Zlatan, et al. "Search-based optimal motion planning for automated driving." 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2018.
- [Be18] Becker, J. (2018). The Future of the Automobile- Driver Assistance and Automated Driving, Lecture, ME302. Stanford University, USA.
- [BY+17] Bojarski, Mariusz, et al. "Explaining how a deep neural network trained with end-to-end learning steers a car." arXiv preprint arXiv:1704.07911 (2017).
- [GBC16] Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep learning. MIT press, 2016.
- [HDV18] Hecker, Simon, Dengxin Dai, and Luc Van Gool. "End-to-end learning of driving models with surround-view cameras and route planners." Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV). 2018.
- [HW+15] Huval, Brody, et al. "An empirical evaluation of deep learning on highway driving." arXiv preprint arXiv:1504.01716 (2015).
- [KC17] Kim, Jinkyu, and John Canny. "Interpretable learning for self-driving cars by visualizing causal attention." Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. 2017.
- [OECD15] Smith, Bryant Walker, and Joakim Svensson. "Automated and autonomous driving: regulation under uncertainty." (2015).
- [OT16] Ohn-Bar, Eshed, and Mohan Manubhai Trivedi. "Looking at humans in the age of self-driving and highly automated vehicles." IEEE Transactions on Intelligent Vehicles 1.1 (2016): 90-104.
- [Po89] Pomerleau, Dean A. "Alvin: An autonomous land vehicle in a neural network." Advances in neural information processing systems. 1989.
- [SB+18] Sitawarin, Chawin, et al. "Darts: Deceiving autonomous cars with toxic signs." arXiv preprint arXiv:1802.06430 (2018).
- [VDA15] Verband der Automobilindustrie. "Automatisierung – von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren." VDA, Berlin (2015).

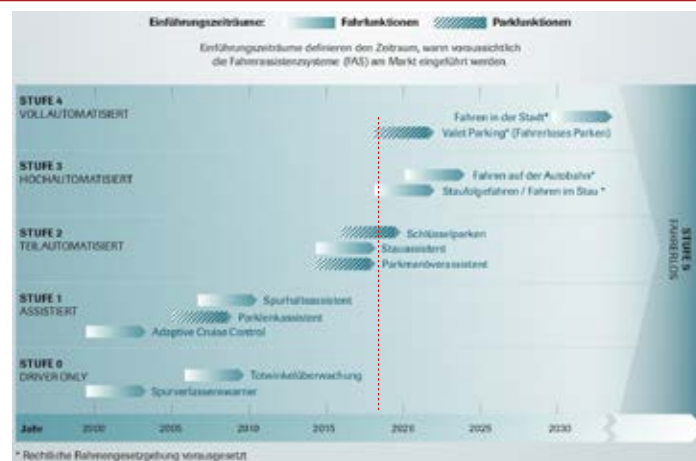
KONTAKT

Felix Lorenz
 Technische Universität Berlin
 Fachgebiet Komplexe und Verteilte IT-Systeme
 felix.lorenz@tu-berlin.de



Vielen dank für Ihre Aufmerksamkeit

FAHRAUTOMATISIERUNG HEUTE UND MORGEN





Das Integrated Positioning System (IPS)

Dr. Adrian Schischmanow, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin


Das Integrated Positioning System (IPS)

Institut für Optische Sensorsysteme





Knowledge for Tomorrow



DLR.de • Chart 2

Motivation

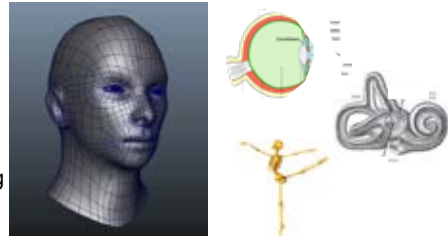
- Navigation ist eine Schlüsselkomponente moderner Maschinen
- Wichtig für das autonome Fahren, Robotik und Industrie 4.0
- Navigation = Eigenverortung im Raum + Zielführung
- Eigenverortung = Position + Lage (6DoF)
- Globale satellitengestützte Navigationssysteme (GPS, GLONASS, GALILEO) sind nicht immer oder nur eingeschränkt verfügbar (Indoor, urbane Gebiete, Wald, etc.)
- Existierende Technologien (IMU, Laser, etc.) haben Nachteile



Idee

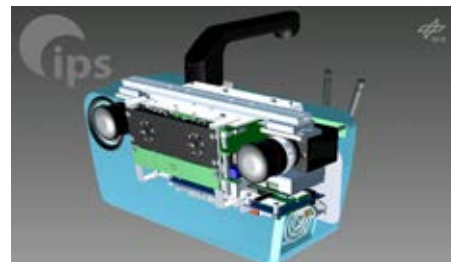
Nachbildung des menschlichen Orientierungssinns:

- Augen (visuelles System)
- Innenohr (Gleichgewichtsorgan) / Sinn für Beschleunigung

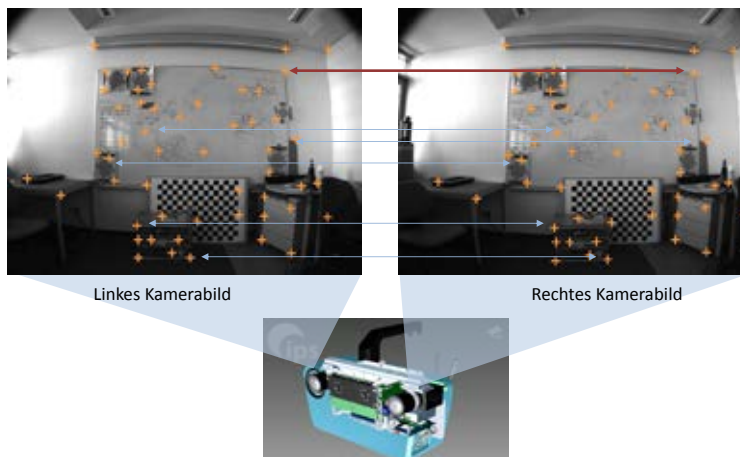


IPS als technische Umsetzung:

- Sensoren
 - Stereokamera (VGA, 25Hz)
 - Inertiale Messeinheit (IMU)
- Computer
 - CPU
 - FPGA
- Gehäuse, Beleuchtung
- Algorithmen zur Eigenverortung



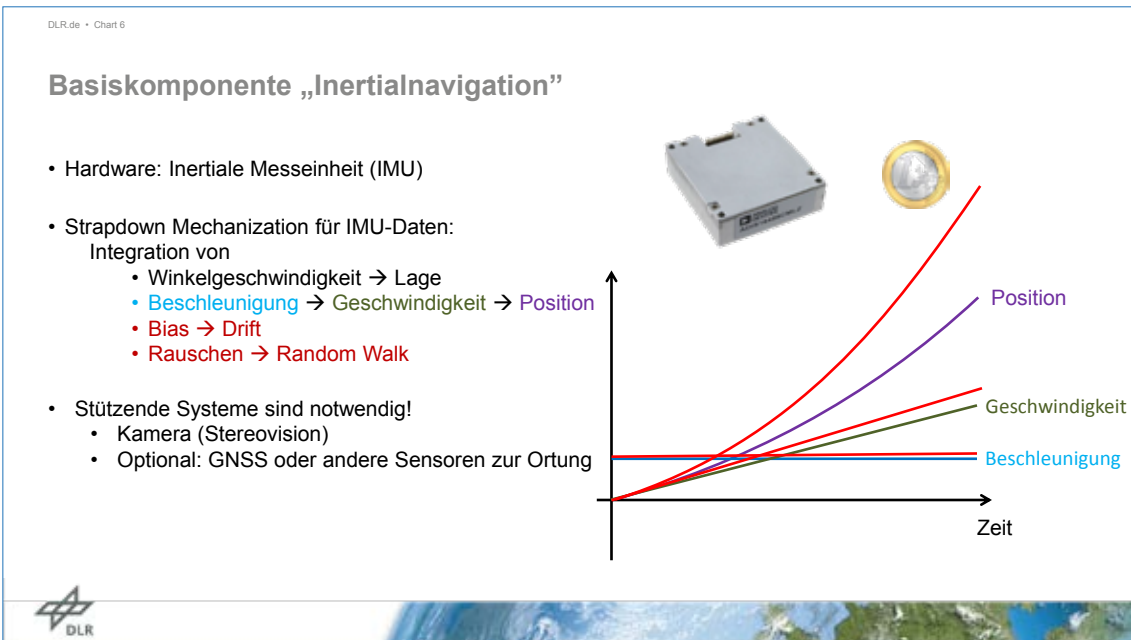
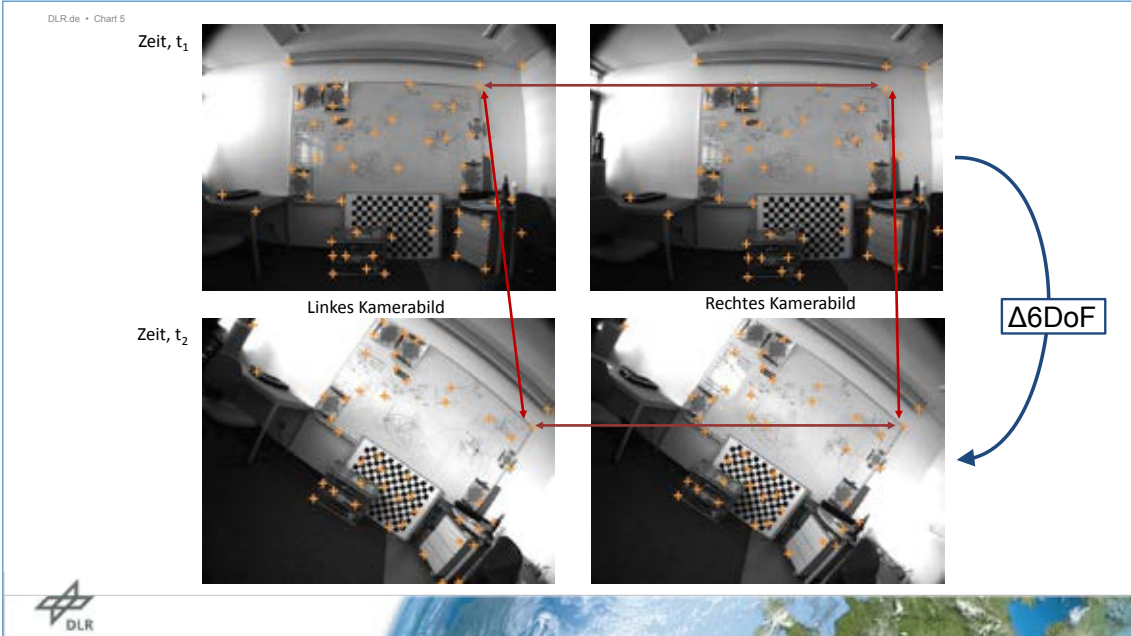
Basiskomponente „Visuelle Odometrie“



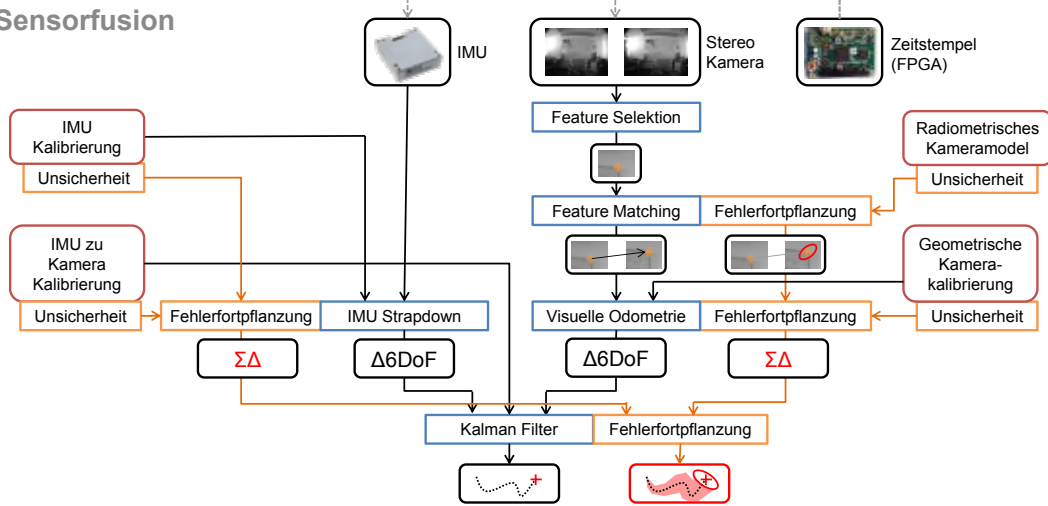
Linkes Kamerabild

Rechtes Kamerabild





Sensorfusion



Experimentelle Ergebnisse

- Startpunkt / Endpunkt
- Referenztrajektorie
- Pure Inertialnavigation



Experimentelle Ergebnisse

- Startpunkt / Endpunkt
- Referenztrajektorie
- Pure Inertialnavigation
- Pure Visuelle Odometrie



Experimentelle Ergebnisse

- Startpunkt / Endpunkt
- Referenztrajektorie
- Pure Inertialnavigation
- Pure Visuelle Odometrie
- Visuell gestützte Inertialnavigation (IPS)

Genauigkeit

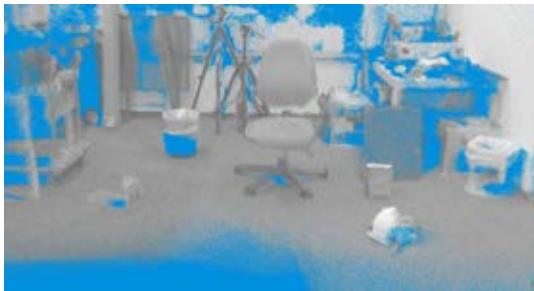
- 3D-Fehler: $2m / \sqrt{hr}$
- Bsp.: 50cm nach 400m

Grießbach et al., 2014, IPIN International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, pp. 709 - 716



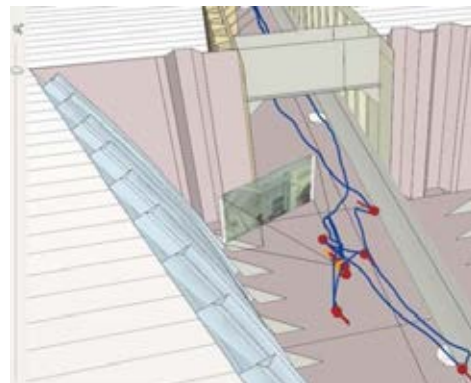
Anwendung Gebäude und Industrieanlagen

- Digitalisierung von Gebäuden und Industrieanlagen
- 3D-Modelle, angereichert mit semantischen Informationen
- Gebäudepläne
- BIM



Anwendung In-Schiffsinspektion

- Regulärer Nachweis der Betriebssicherheit, erforderlich für Versicherungen und Behörden
- Aktueller Prozess ist sehr fehleranfällig (z.B. Zuordnung inspizierter Bereiche im CAD-Modell)
- IPS wird für die automatische, GNSS-freie, Georeferenzierung von Inspektionsfotos verwendet

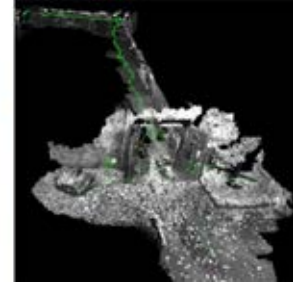


DNV GL Software ShipManager Hull mit integrierten IPS-Inspektionsdaten



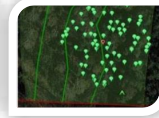
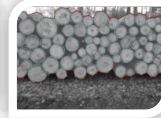
Anwendung Bergbauinspektion

- Umsetzung gesetzlicher Vorgaben zur Inspektions- und Dokumentationspflicht im Altbergbau und aktiven Bergbau
- 3D-Mapping von Bergwerksschächten, Stollensystemen und untertägigen Hohlräumen

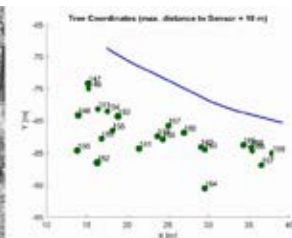


Anwendung Forst

- Digitale Erfassung des Baumbestands
- Zusammenarbeit mit DLR Spin-Off "VINS"



- ✓ Zeitsparende Datenaufnahme: just walk, drive or fly by
- ✓ Multifunktional: Einzelbaumvermessung, Bestandsdaten, Poltervermessung
- ✓ Einfache Datenintegration in Forstinformationssysteme und in GIS

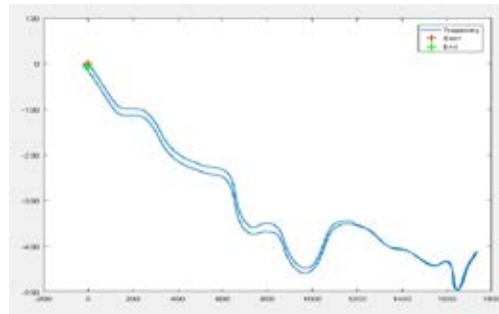


info@vins3d.de | www.vins3d.de | +49 30 209 346 616



Anwendung Automotive

- Verbesserung der Sicherheit durch digitale Straßendaten
- Referenzdaten für das autonome Fahren
- Zusammenarbeit mit Auckland University of Technology



Kontakt

Dr.-Ing. Sergey Zuev
sergey.zuev@dlr.de
+49 30 67 055 289

Dr. rer. nat. Adrian Schischmanow
adrian.schischmanow@dlr.de
+49 30 67 055 525

<https://www.dlr.de/os/>



Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen | **berlin** Berlin

Hochpräzises Positionieren und Navigieren mit dem Satellitenpositionierungsdienst SAPOS® in Berlin

Referenzstation 0897
(Berlin-Wittenau)



Referenzstation 0896 (Berlin-Wilmersdorf)



Referenzstation 0898 (Berlin-Grünau)





Jürgen Siebert
Dipl. Ing. Arno Bergemann
Lars Schwarz

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin | Abteilung III | Geoinformation

2. Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität“ 04./05.06.2019

1

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen | **berlin** Berlin

Übersicht

- Aktuelle globale Navigations Satellitensysteme (GNSS)
- Bedingungen für eine hochpräzise GNSS-Positionierung
- Positionierung mit Absolut-GNSS und Differential-GNSS
- Was bedeutet hochpräzise Echtzeit-Positionierung (HEPS)
- Satellitenpositionierungsdienst SAPOS®
- SAPOS® in DE und Berlin, Anwendungen und Beispiele

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin | Abteilung III | Geoinformation

2. Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität“ 04./05.06.2019

2

Verwendete GNSS-Systeme für den SAPOS®-Dienst in Deutschland

- NAVSTAR-GPS (**N**avigation **S**atellite **T**iming **A**nd **R**anging – Global Positioning System (USA))
 - GLONASS (übers. Globales Navigations Satelliten-System (Russland))
 - BeiDou-BDS (BeiDou Navigation Satellite System (VR China)) BeiDou – chinesis. Name für „Großer Wagen“
 - GALILEO (europäisches GNSS – weltweit erstes ziviles GNSS)
- Alle GNSS-Systeme arbeiten nach ähnlichen Prinzipien und senden im wesentlichen Codephasen-Carrierphasen- und Navigationsnachrichten auf bestimmten Trägerfrequenzen aus.
- Hohe Genauigkeiten in der Zeitmessung werden durch Rubidium/Cäsium-Atomuhren gewährleistet

NAVSTAR-GPS (USA)

Weltraumsegment (Stand Juni 2017):

- insges. 31 SV davon 12 Block IIR SV (Space Vehicle); 7 Block IIR-M SV; 12 Block IIF SV
- Große Halbachse der Satellitenbahnen beträgt 26609 km (MEO)
- Referenzzeit ist die GPS-Zeit (GMT +/-00:00 z.Zt. +18 Sekunden)



Abb.: www.garmin.de

Alle GPS-Satelliten senden eine Navigationsnachricht aus. Diese besteht aus 1500 Bit und wird alle 30 Sekunden übertragen

NAVSTAR-GPS (USA)

Signale und Frequenzen:

Signal / Kanal	Code / Modulation	Frequenz	Daten / Nutzen
L1-Trägerphase	ARNS-Bereich (für Luftfahrt geeignet)	1575,42 MHz ($\lambda_1 = 0,190\text{m}$)	
L1 – P(Y)	PPS-Code (Precise Positioning Service) BPSK(10) – Modulation		Militärische Nutzung
L1 – C/A	SPS-Code (Standard Positioning Service) BPSK(1) – Modulation		zivile Nutzung
L2-Trägerphase	RNSS-Bereich (weniger geschützt)	1227,60 MHz ($\lambda_2 = 0,244\text{m}$)	
L2 – P(Y)	PPS-Code (Precise Positioning Service) Daten wie bei L1 BPSK(10) – Modulation		militär. Nutzung
L2C	CM- (Civilian Moderate-) und CL- (Civilian Long-) Code BPSK(1)-Modulation		CNAV-Messages (genauere Ortung durch Zusatzinform.)
L5-Trägerphase		1176,45 MHz ($\lambda_5 = 0,255\text{m}$)	
I5/Q5	I5/Q5 – Code BPSK(10)-Modulation		Navigationsnachricht sicherheitskritische Anwendungen

GLONASS (Russland)

Weltraumsegment (Stand Juni 2017):

- 24 SV in einer Höhe von 19100km (MEO)
- System besteht aus SV aus drei Generationen (GLONASS; GLONASS-M und GLONASS-K)
- GLONASS-Referenzzeit = GMT +03:00 (Moskauer Zeit) → Differenz zu GPS 03:00:00 Minus 18 Sekunden (z.Zt.)



Abb.: ilrs.gsfc.nasa.gov/glonass.html

Die Navigationsnachricht wird in Form eines sich alle 2,5Min wiederholenden Superframes übertragen. Der Superframe ist in 5 Frames unterteilt – je Frame 30Sekunden.

Die Orbit- und Almanachdaten unterscheiden sich von denen der anderen GNSS-Systeme.

GLONASS (Russland)

Signale und Frequenzen:

GLONASS-SV senden ihre Signale mit der FDMA (Frequency Division Multiple Access) -Technologie aus. Zur Unterscheidung der SV werden minimal unterschiedliche Frequenzen nach folgender Formel verwendet, wobei k die Slot-Nummern der Satelliten darstellen (nur für GLONASS-M):

$$f_{k1} = f_{01} + k \cdot \Delta f_1; \quad f_{01} = 1.602 \text{ MHz}; \quad \Delta f_1 = 562,5 \text{ KHz};$$

$$f_{k2} = f_{02} + k \cdot \Delta f_2; \quad f_{02} = 1.246 \text{ MHz}; \quad \Delta f_2 = 437,5 \text{ KHz};$$

$$k = -7 \dots +6.$$

	Code / Modulation	Frequenz		Daten / Nutzen
		GLONASS-M	GLONASS-K	
G1-Trägerphase (Zentralfrequenz)		GLO-M 1602,00 MHz	GLO-K 1600,995 MHz ($\lambda_1 = 0,187\text{m}$)	
G1 (I-Kanal)	PAC-Code (Pinpoint Accuracy Code) BPSK(5,11) – Modulation			Militärisch, zivil (a. e. Risiko)
G1 (Q-Kanal)	SAC-Code (Standard Accuracy Code) BPSK(0,511) – Modulation			Zivil
G2-Trägerphase (Zentralfrequenz)		GLO-M 1246,00 MHz	GLO-K 1248,060 MHz ($\lambda_2 = 0,241\text{m}$)	
G2 (I-Kanal)	PAC-Code (Pinpoint Accuracy Code) BPSK(6,11) – Modulation			Militärisch Zivil (a. e. Risiko)
G2 (Q-Kanal)	SAC-Code (Standard Accuracy Code) BPSK(0,511) – Modulation			Zivil
G3-Trägerphase (Zentralfrequenz)	CDMA-Signale (I- und Q-Kanal) BPSK(10) – Modulation	n. b.	GLO-K 1202,025 MHz ($\lambda_3 = 0,249\text{m}$)	zivil

Senat

2. Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität“ 04./05.06.2019

7

GALILEO (Europa): erstes ziviles GNSS?

Weltraumsegment (Stand Juni 2018):

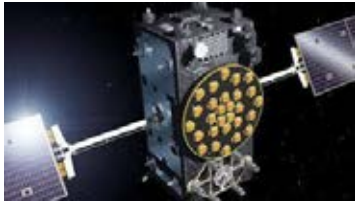
- Bis Ende 2019 sollen alle 30 Satelliten in ihre Umlaufbahn gebracht werden. Seit 2018 befinden sich 26 Satelliten im MEO (Medium Earth Orbit) in einer Höhe von rund 23200 km (27 plus drei aktive Ersatz-Satelliten)
- GALILEO-Referenzzeit = GST anähernd GPS-Zeit → genaue Zeitdifferenz in Navigationsnachricht)

Es gibt drei unterschiedliche Typen von Navigationsnachrichten:

- F/NAV-Messages (Open Service)
- I/NAV-Messages (Safety of Live Service)
- C/NAV-Messages (Commercial Service)



GALILEO (Europa)



Galileo wurde als ziviles satellitengestütztes Positionierungs- und Navigationssystem konzipiert.

Folgende Dienste sind für Galileo vorgesehen:

- Offener Dienst (Open Services - OS)
- Kommerzieller Dienst (Commercial Services - CS)
- Sicherheitskritischer Dienst (Safety of Live Service – SoL)
- Öffentlich regulierter Dienst (Public Regulated Service – PRS)
- Such- und Rettungsdienste (Search and Rescue Service – SAR)

GALILEO (Europa)

Signale und Frequenzen:

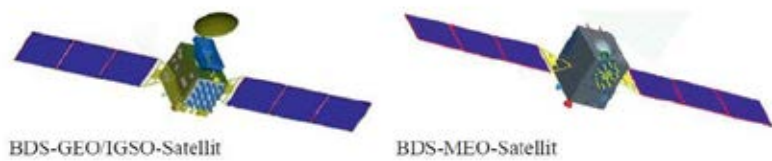
F/NAV-Message:

- 1 Frame (600 Sekunden) → 6 Minuten bestehend aus 12 Subframes
- 1 Subframe (50 Sekunden) bestehend aus 5 Pages
- 1 Page (10 Sekunden)

Signal /Kanal	Code / Modulation	Frequenz		Daten / Nutzen
		GLONASS-M	GLONASS-K	
E1-Trägerphase (Zentralfrequenz)		GAL-E1 1575,420 MHz ($\lambda_1 = 0,190\text{m}$)		
Kanal-A	BOC(15,2,5) – Modulation			PRS-Dienste
Kanal-B	CBOC(6,1,1/11) – Modulation in Phase			OS-Dienste
Kanal-C	CBOC(6,1,1/11) – Modulation Anti-Phase			OS-Dienste
E5-Trägerphase (Zentralfrequenz)		GAL-E5 1191,795 MHz ($\lambda_1 = 0,252\text{m}$)		
E5a (I+Q-Kanal)	BPSK(10) – Modulation	GAL-E5 1176,450 MHz ($\lambda_1 = 0,255\text{m}$)		OS u. CS-Dienste
E5b (I+Q-Kanal)	BPSK(10) – Modulation	GAL-E5 1207,140 MHz ($\lambda_1 = 0,248\text{m}$)		OS-, CS-, und SoL-Dienste
E6-Trägerphase (Zentralfrequenz)	(B-, C- und P-Kanal) BPSK(5) und BOC(10,5)– Modulation	GAL-E6 1278,750 MHz ($\lambda_1 = 0,234\text{m}$)		CS- und PRS-Dienste

BDS (BeiDou) - chinesisches GNSS

- BDS-1 (1994 – 2003) konzipiert für regionale Dienste bestehend aus 4 geostationären Satelliten über den chinesischen Raum (bidirektionales Positionierungskonzept)
- BDS-2 (2004-2012) kompatibel zu BDS-1 aber mit neuen Komponenten für Einweg-Messung. Ende 2012 insgesamt 14 SV (5 GEO, 5 IGSO und 4 MEO)
- BDS-3 (seit 2009) nach und nach soll global verfügbares System aufgebaut werden.
- Volle globale Verfügbarkeit ab 2020 mit einer Konstellation bestehend aus 35 Satelliten



© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

BDS (BeiDou) - chinesisches GNSS

Weltraumsegment (bis 2020 geplant):

- 27 Satelliten im MEO (Medium Earth Orbit) in einer Höhe von rund 27840 km (MEO)
- Drei Inclined-Geosynchronous-Orbit (IGSO)-Satelliten, Bahnneigung 55°, Äquatorübergang bei 118° östlicher Länge
- Fünf geostationäre Satelliten über den Asien-/Pazifik-Bereich



(Quelle: Spaceflight101)

GNSS-Frequenzübersicht

System	Signal ¹³	Zentralfrequenz [MHz]	Bandbreite [MHz]	Wellenlänge [cm]	ITU-Service
GPS	L1	1.575,42	30,690	19,00	ARNS
	L2	1.227,60	30,690	24,40	RNSS
	L5	1.176,45	20,460	25,50	ARNS
GLONASS	G1	1.602,00	10,457	18,70	ARNS
	G2	1.246,00	17,760	24,10	RNSS
	G3	1.202,25	20,460	25,00	ARNS
Galileo	E1	1.575,42	34,782	19,00	ARNS
	E6	1.278,75	30,690	23,50	RNSS
	E5	1.191,80	51,150	25,17	ARNS
BDS	B1	1.561,098	4,092	19,2	ARNS
	B3	1.268,52	20,460	23,66	RNSS
	B2	1.207,52	20,460	24,90	ARNS

ARNS (Aeronautical Radio Navigation Services) → primary Services mit besonderen Vorrechten
 RNSS (Radio Navigation Satellite Services) → keine sicherheitskritischen Anwendungen

© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

Positionsbestimmung mit GNSS Grundlagen

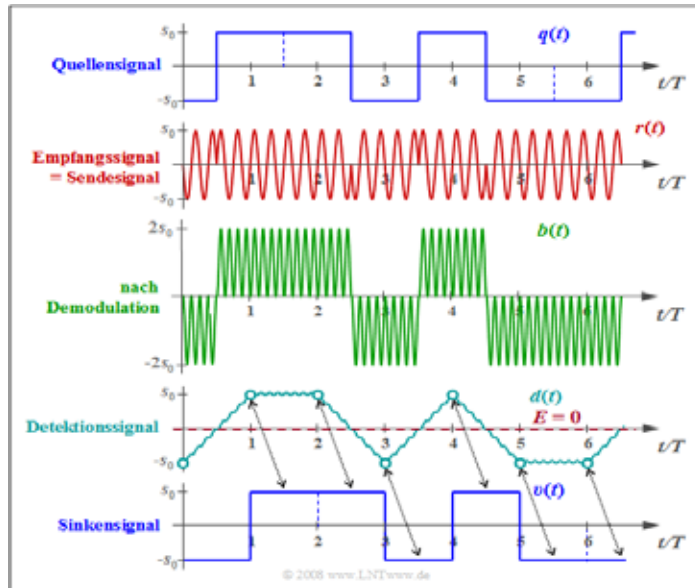


Positionsbestimmung mit GNSS BPSK – Binary Phase Shift Keying

Die meisten GNSS-Signal-Codes werden durch eine BPSK -Modulation der Trägerphase erzeugt:

Nach einer bestimmten Anzahl von Wellenlängen wird beim Zustand +S0 bzw. -S0 die jeweilige Phase um 180° addiert.

Diese Phasensprünge werden dem digitalen Code entsprechend erzeugt bzw. vom Empfänger decodiert.

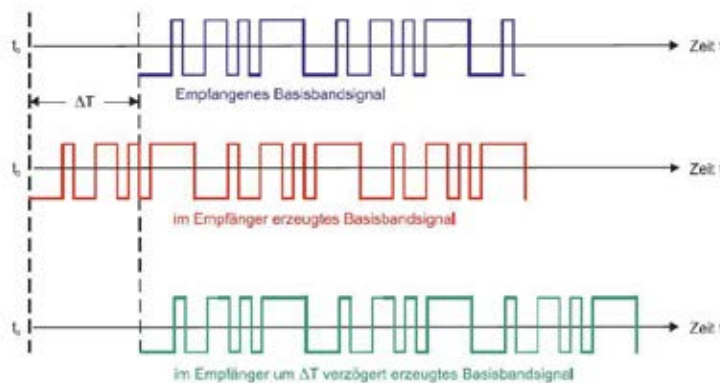


Pseudostreckenmessung mit GNSS

- Der Empfänger generiert ein der Zeit entsprechendes „identisches“ Signal und vergleicht dies mit dem empfangenen Satellitensignal
- Messung der Pseudostrecke durch „Auszählen“ von Bits und C/A-Code-Perioden bzw. Ermittlung des Z-Counts (Signal-(Ab)sendezeit des Satelliten) der in der Navigationsnachricht enthalten ist.

Die Korrelation mit dem um ΔT verzögertem Signal im Empfänger ergibt die Pseudo-Signallaufzeit des Satellitensignals.

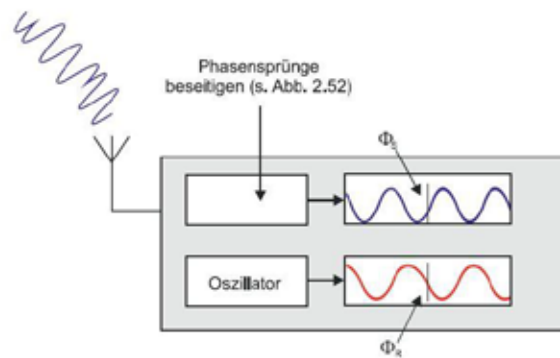
$$PSR = c * dT$$



© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

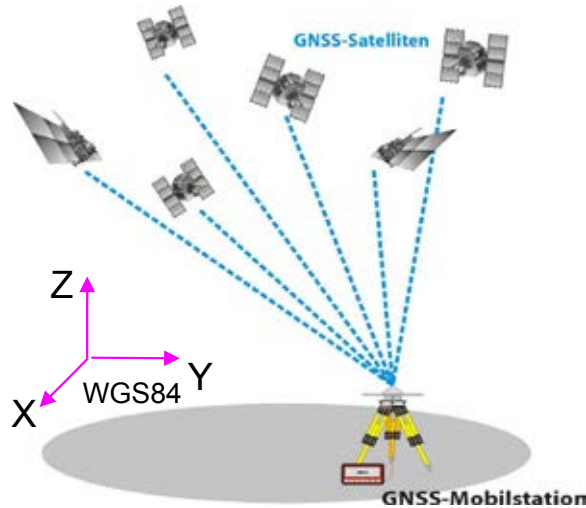
Trägerphasenmessung mit GNSS

- Der Empfänger generiert ein der Zeit entsprechendes „identische“ Phase und vergleicht diese mit der empfangenen Phase des Satellitensignals
- Phasensignale werden zu unterschiedlichen Messepochen miteinander verglichen, die Differenz ergibt die Messgröße
- Große Herausforderung an die Lösung der Mehrdeutigkeit (Strecke Receiver-Satellit)



© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

Einfache Positionsbestimmung mit GNSS



PDOP = Position Dilution of Precision
(Geometrie der Satellitenkonfiguration)

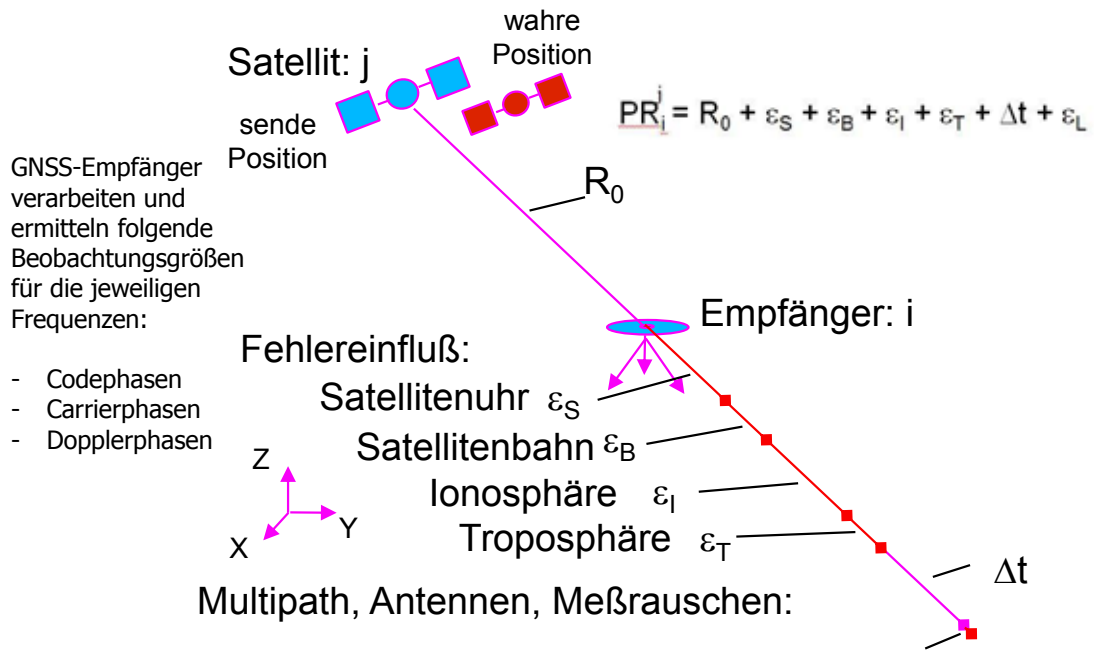
für hohe Genauigkeit: nur Trägerphasenmessungen

mindestens 5 Satelliten um das Gleichungssystem mit mindestens 4 Unbekannten lösen zu können

$\{x, y, z, \Delta t\}$

$$(PSR_i + \Delta t \cdot c)^2 = (X_i - X_E)^2 + (Y_i - Y_E)^2 + (Z_i - Z_E)^2$$

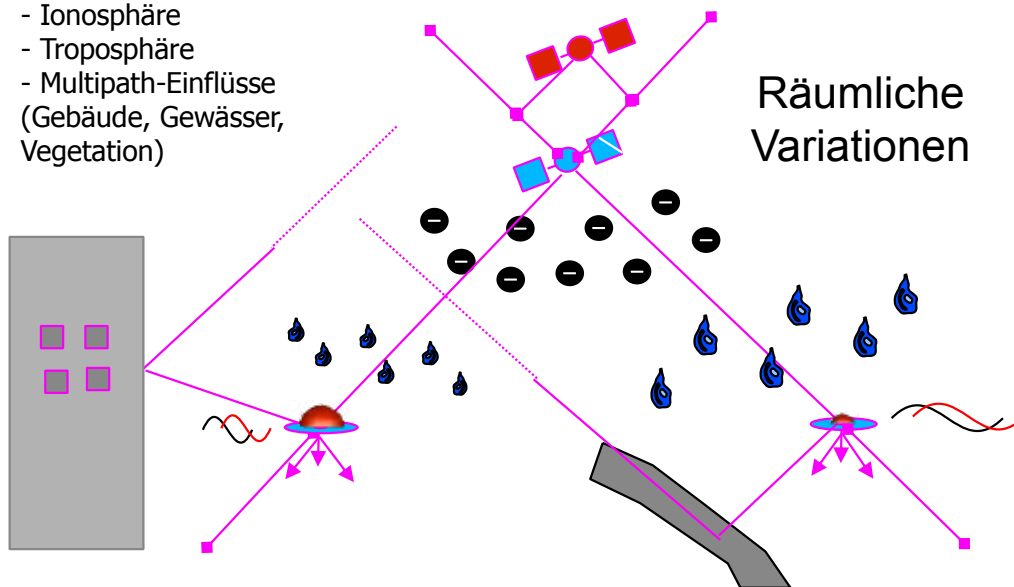
GNSS-Fehlerquellen



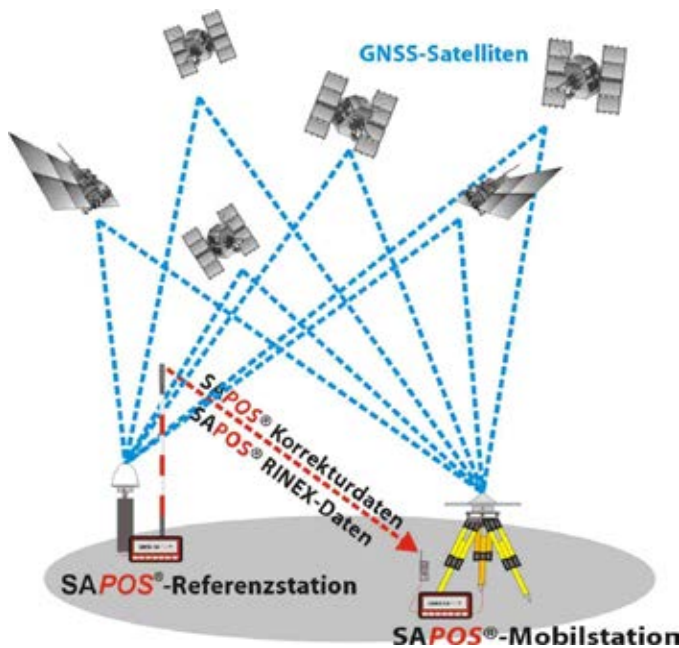
GNSS-Fehlerquellen

- Ionosphäre
- Troposphäre
- Multipath-Einflüsse (Gebäude, Gewässer, Vegetation)

Räumliche Variationen



Grundprinzip Differential-GNSS



Befindet sich ein GNSS-Empfänger auf einer genau bekannten Position, lassen sich genaue Fehlereinflüsse in Echtzeit bestimmen.

Diese können zur Korrektur für Messungen von in der Nähe befindlichen GNSS-Rover genutzt werden

Korrekturen können in Form von Echtzeit- SAPOS®-RTCM-Datastreams und SAPOS®-Rinex-Postprocessing-Daten zur Verfügung gestellt werden.

Diese werden in unterschiedlichen Versionen meist über das Internet zur Verfügung gestellt.

SAPOS®-Referenzstationen

Bereitstellung von Informationen für Rover zur Korrektur der nicht lokalen Fehleranteile:

Informationen im Zustandsraum (State Space):

- Satellitenbahnen = $f(\text{Zeit})$
- Satellitenuhren = $f(\text{Zeit})$
- Ionosphäre = $f(\text{Ort}_{\text{Empfänger}}, \text{Ort}_{\text{Satellit}}, \text{Zeit})$
- Troposphäre = $f(\text{Ort}_{\text{Empfänger}}, \text{Zeit})$

Informationen im Beobachtungsraum (Observation Space):

- Einfluss der Zustandsparameter auf eine Pseudostreckenmessung (Näherungstrecke von Satellit zu Rover)

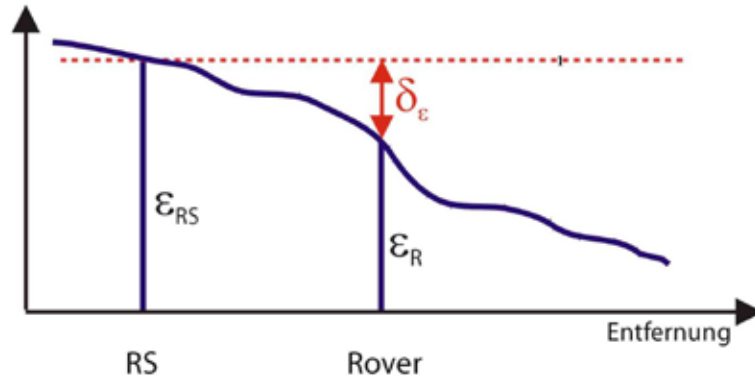
Kontrolle und Monitoring der Daten:

- Signalqualität, grobe Fehler

DGNSS-Entfernungsabhängigkeiten

zwischen Referenzstation und Empfänger (Rover)	
bis 3 km	einen Fehler von 1-3 cm
von 3 bis 10 km	von 3-6 cm
von 10 bis 20 km	von 6-15 cm
über 20 km	von 20 cm und größer

Phasen-Korrektur

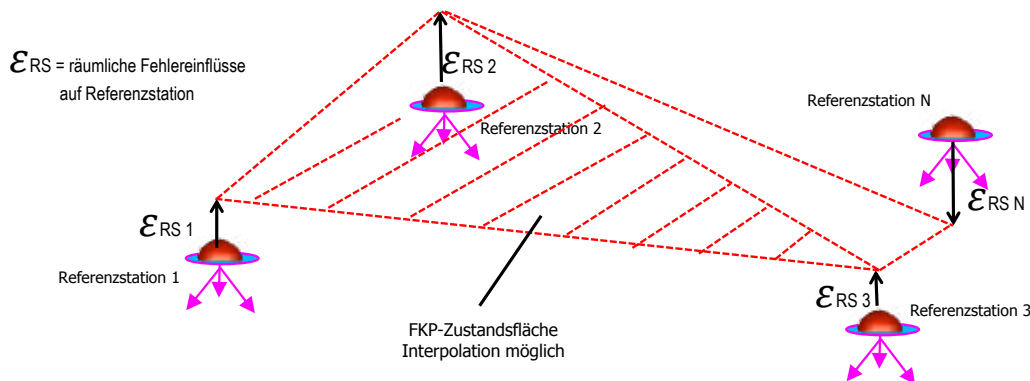


Innovative Lösungen durch SAPOS®

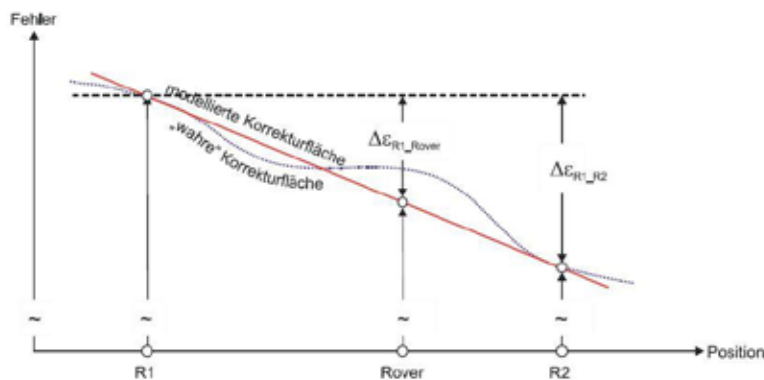
Vernetzung von Referenzstationen

Flächenkorrekturparameter (FKP): Modellierung entfernungsabhängig wirkender GNSS-Fehleranteile von Ionosphäre, Troposphäre und Satellitenbahnen (Orbit) mehrerer GNSS-Referenzstationen zu einem mathematisch beschriebenen GNSS-Zustands-Netz

Vorteile: Beschleunigung der Mehrdeutigkeitslösung, größere Zuverlässigkeit



Prinzip der FKP-Berechnung (1)



Prinzip der FKP-Berechnung

© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

- FKP-Daten beinhalten dispersive (ionosphärische) und nichtdispersive (geometrische) Korrekturen, jeweils in Nord-Süd und in Ost-West-Richtung
- FKP-Daten werden im RTCM-Format mit den Messagetypen 1034 (GPS) und 1035 (GLO) in Echtzeit ausgesendet (RTCM-Standard Dokument 10403.1 Amendment 1-5)

RTCM = Radio Technical Commission for Maritime Services

Prinzip der FKP-Berechnung (2)

$$\delta r_0 = 6,37 \cdot [N_0 \cdot (\Phi - \varphi_R) + E_0 \cdot (\lambda - \lambda_R) \cdot \cos(\Phi_R)]$$

$$\delta r_1 = 6,37 \cdot H \cdot [N_1 \cdot (\Phi - \varphi_R) + E_1 \cdot (\lambda - \lambda_R) \cdot \cos(\Phi_R)]$$

N_0, E_0 FKP [ppm] in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung für das nichtdispersive (geometrische) Signal

N_1, E_1 FKP [ppm] in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung für das dispersive (ionosphärische) Signal

φ_R, λ_R Breite, Länge [rad] der Referenzstation

Φ, λ Breite, Länge [rad] der Nutzerstation aus der Navigationslösung

$$H = 1 + 16 \cdot (0,53 - E/\pi)^3$$

E Elevationswinkel [rad] des betrachteten Satelliten

δr_0 Der entfernungsabhängige Fehler [m] für das nichtdispersive (geometrische) Signal

δr_1 Der entfernungsabhängige Fehler [m] für das dispersive (ionosphärische) Signal

$$\delta r_2 = \delta r_0 + (154/120) \cdot \delta r_1$$

$$\delta r_1 = \delta r_0 + (120/154) \cdot \delta r_2$$

$$R_k = R - \delta r$$

Die entfernungsabhängigen Fehler für die L1- und L2-GPS-Signale

Aus einer aus Phasenbeobachtungen abgeleitete und bezüglich der positionsabhängigen Fehler korrigierte Pseudorange R

Diese Formeln und andere Berechnungshinweise z.Bsp. für Koordinatentransformationen können im aktuellen RTCM-Dokument 10403.1 (Amendment 1-5) eingesehen werden.

<http://www.rtcmm.org>

© Aus Vermessung und Ortung mit Satelliten von Manfred Bauer

Innovative Lösungen durch SAPOS® Vernetzung von Referenzstationen

Weitere Vernetzungslösungen:

- VRS - Virtuelle (fiktive) Referenzstation mit ungefähren Koordinaten des Nutzers
- MAC – Master Auxiliary Concept – ähnlich wie FKP (Rover berechnet Koeffizienten selbst)

Beide Konzepte haben ähnliche Ansätze wie die FKP-Berechnung, werden aber im Rover anders umgesetzt und erfordern andere RTCM-Korrekturdatentypen.

RTCM-Messagetypen für VRS beinhalten lediglich Observation-Data (MT 1004 (GPS) u. MT 1012 (GLO))
 RTCM-Messagetypen für MAC-GPS: 1015, 1016, 1017
 RTCM-Messagetypen für MAC-GLO: 1037, 1038, 1039

Zusätzlich werden Auxiliary- und Info-Messagetypen der Referenzstationen in den Korrekturdatenstreams eingebettet.

Die Vernetzung von Referenzstationen und der Einsatz von Echtzeit-Korrekturdaten über das Internet ermöglicht innerhalb von wenigen Sekunden zentimetergenaue Positionierungen von geodätischen GNSS-Rovern, Fahrzeugen, Drohnen, Robotern und anderen mobilen oder statischen Einsatz-Geräten für die unterschiedlichsten Anwendungen, die mit tauglichen RTK-DGNSS-Empfängern ausgerüstet sind.

SAPOS®-Referenzstationen in DE



In Deutschland gibt es rund 300 SAPOS®-Referenzstationen, die alle miteinander auch länderübergreifend vernetzt sind.

Übergeordnete Institution ist die AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesländer)

Abstimmungen zwischen den Bundesländern innerhalb der AdV garantieren ein homogenes und qualitativ hohes Angebot an GNSS-Korrekturdaten-Diensten

Ausführende organisatorische Institution sind die ZSS (Zentrale Stelle SAPOS®) und die einzelnen Bundesländer

<http://www.sapos.de>
<http://www.zentrale-stelle-sapos.de>

Operative länderübergreifende Zusammenarbeit in der AdV

Grundlage → AdV 108/17 & AdV S2002/1

Zentrale Stelle SAPOS® (ZSS)


- 2003 - Einrichtung beim Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) in Hannover
- Autorisierter zentraler Ansprechpartner für deutschlandweite bzw. über die Landesgrenzen hinaus arbeitende Kunden

Aufgaben

- Bereitstellung der SAPOS®-Daten und Erteilung von Nutzungsrechten einschließlich der zugehörigen Entgeltfestsetzung entsprechend den Beschlüssen der AdV
- Vermarktung von SAPOS® an deutschlandweite Kunden
- Unterstützung der AdV bei der Koordinierung bundesweiter Aktivitäten
- Deutschlandweite Zusammenführung von SAPOS® -Daten
- Auf Anforderung technische Unterstützung bei der länderübergreifenden Vernetzung
- Seit 2015 Bereitstellung der Zentralen Ntrip Einwahl in Zusammenarbeit mit dem Land Berlin

SAPOS®-Dienste in DE

SAPOS-Dienste im Überblick

 SAPOS	EPS	HEPS	GPPS
Verfahren	Echtzeit	Echtzeit	Postprocessing
Genauigkeit - Lage	0,3 - 0,8 m	0,01 - 0,02 m	≤ 0,01 m
Genauigkeit - Höhe	0,5 - 1,5 m	0,02 - 0,03 m	0,01 - 0,02 m
Übertragungstechnik	Ntrip über Internet (GPRS, UMTS, LTE)	Ntrip über Internet (GPRS, UMTS, LTE), GSM	Internet (Webserver)
Taktrate	1 Sekunde	1 Sekunde	1 Sekunde
Einheit	entfällt	1 Minute	1 Minute
SAPOS®-Gebühr je Einheit	150,00 EUR p.a.	0,10 EUR	0,20 EUR
Standard, Format	RTCM 2.3	RTCM 2.3, RTCM 3	RINEX 2.1

Quelle: SAPOS®-Produktdefinition, Version 7, 2015

Zwei Bundesländer bieten ihre SAPOS®-Daten als Open-Data kostenfrei an:

SAPOS®-Berlin und SAPOS®-Thüringen

Weitere Bundesländer werden folgen

SAPOS®-(H)EPS-Daten werden über NTRIP-Caster (Stream-Server) Nach einem bestimmten NTRIP-Protokoll bundesweit in Echtzeit zur Verfügung gestellt.

Bundesweite zentrale SAPOS®-NTRIP-Einwahl



Die zentrale NTRIP-Einwahl ist auf Grund des NTRIP-Protokolls nur auf TCP-Server-Port 2101 erreichbar.

Das Angebot beschränkt sich im wesentlichen auf drei Mountpoints, welche die drei unterschiedlichen RTK-DGNSS-Vernetzungsverfahren darstellen:

- VRS → MP: VRS_3_2G
- MAC → MP: MAC_3_2G
- FKP → MP: FKP_3_2G

Alle drei Verfahren ermöglichen ähnlich hohe Genauigkeiten in Abhängigkeit der Satellitenkonstellation, der Roversoftware und der Verfügbarkeit entsprechender (präziser) Ephemeriden

Registrierung ist bei ZSS erforderlich

Länderübergreifende SAPOS® Vernetzung Berlin-Brandenburg



SAPOS®-Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service (HEPS) in Berlin

Hauptaufgabe:

Bereitstellung des amtlich geodätischen Raumbezugs mit Koordinatensystemen für Lage, Höhe und Schwere.

Aktueller amtlicher Raumbezug für die Lage:
ETRS89/Dref91 R2016 (Abbildungsform UTM)

Aktueller amtlicher Raumbezug für die Höhe:
DHHN 2016

Amtliche Koordinatensysteme und deren ständige Beobachtung mit Hilfe von Referenzstationen garantieren die hohe Genauigkeit für SAPOS®-Echtzeitmessungen.



HEPS-Daten werden über NTRIP-Caster zur Verfügung gestellt.

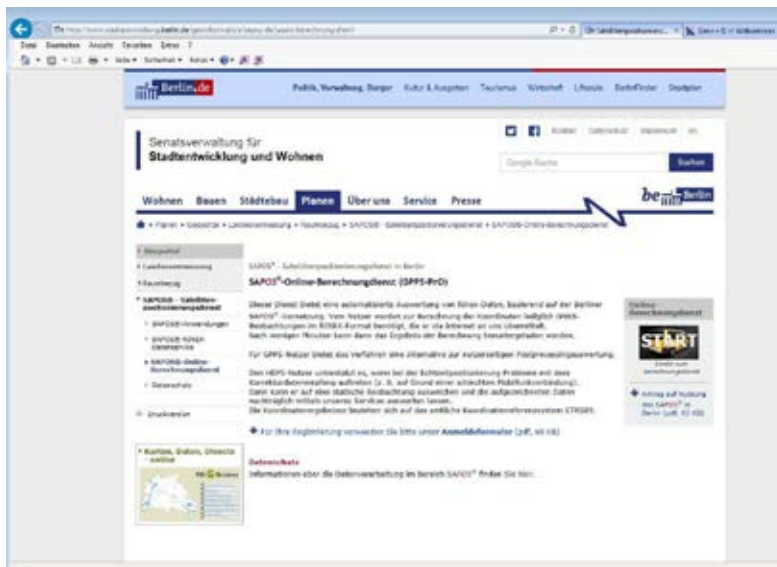
Öffentlich bestellte Vermessungsbüros führen mit SAPOS® amtliche Vermessungsarbeiten durch.

SAPOS® Geodätischer präziser Positionierungs-Service (GPPS-Dienst)



Genauigkeitssteigerungen im Sub-Zentimeterbereich sind durch Rinex-Beobachtungsdatenaufzeichnungen und deren Postprocessing-Auswertung mit Hilfe von SAPOS®-Referenzstations-Rinexdaten möglich.

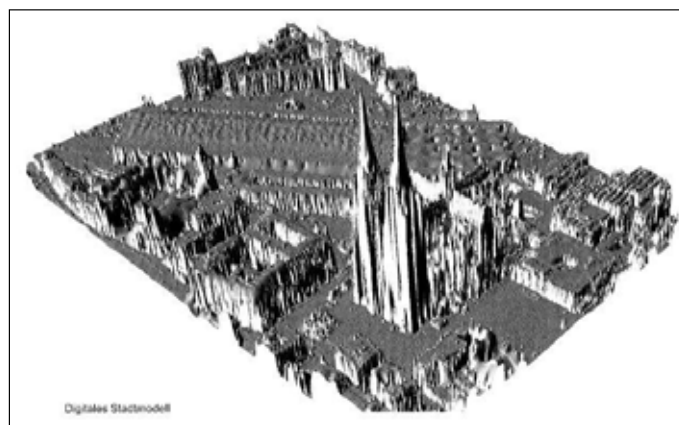
SAPOS® Online-Berechnungsdienst (GPPS-PrO)



Eigene Rinex-Beobachtungsdaten können zum SAPOS®-Online-Berechnungsdienst hochgeladen werden. Die Parametrierung der Berechnung für unterschiedliche Beobachtungsdaten erfolgt automatisch. Die Berechnung erfolgt in wenigen Minuten. Die Ergebnisse liegen im Berliner amtlichen Koordinatensystem ETRS89/Dref91 R2016 vor.

SAPOS® Anwendungen - Vermessungswesen

- Photogrammetrie, Laserscanning
- dreidimensionale Stadt- und Geländemodelle



SAPOS® Anwendungen – Hydrographie und Gewässerüberwachung

Zur Schiffspositionierung und Navigation auf Gewässern, für die Bestimmung von unter Wasser gelegenen Hindernissen sowie für die räumliche und zeitliche Zuordnung von Wasserproben, Schadstoff- und Temperaturmessungen kommen SAPOS®-Korrekturdaten zum Einsatz.



SAPOS® Anwendungen – Klimaforschung und Wettervorhersage

Aus meteorologischen und GNSS-Beobachtungen können fundamentale Parameter wie Druck, Temperatur und Wasserdampfgehalt in Troposphäre und Stratosphäre bestimmt werden. Hierzu werden SAPOS®-Rinexdaten an das Geoforschungszentrum in Potsdam übermittelt.



SAPOS®-Anwendungen – polizeiliche Vermessung bei Kriminal-, Unfall- und Katastrophenszenarien

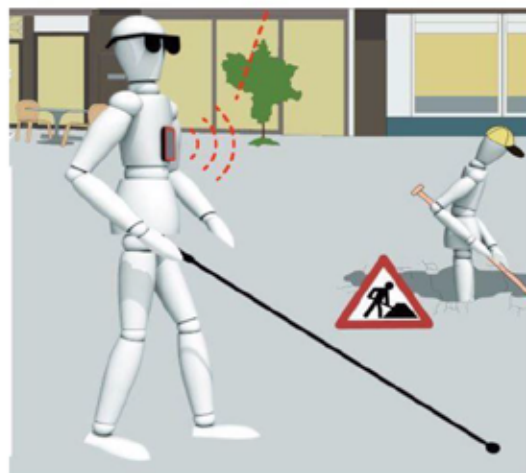


SAPOS®-Daten werden für die vermessungstechnische Dokumentation von Unfällen, Kapitalverbrechen, Havarien, Katastrophen, Terrorakten usw. verwendet, die den Einsatz von polizeilichen oder anderen Noteinsatzkräften notwendig werden ließen.

z. Bsp.:
Drohnenüberfliegungen von Unfallorten.

SAPOS® Anwendungen – m4guide

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojekt m4guide wird ein neuartiges Navigationssystem entwickelt, mit dem sich auch blinde und sehbehinderte Personen sicher von Tür zu Tür in einer ihnen unbekanntem städtischen Umgebung zu Fuß, mit öffentlichen Verkehrsmitteln sowie in Bahnhöfen und Bürgerämtern bewegen können. Hierbei wird für die genaue Ortung auf SAPOS®-Korrekturdaten gesetzt.



SAPOS®-Anwendungen – bei Kunst und Kultur



Naturphänomen, Ufologie, Esoterik ?

Maislabyrinth „Biber“ in Tholey, Ortsteil Sotzweiler

- präzise maßstabsgerechte Übertragung des Entwurfs in die Örtlichkeit mit SAPOS® HEPS
- durchschnittlicher Aufwand: einschließlich Kontrollmessung pro Punkt < 2 min, gesamt < 8 Std.

Hochpräzises Positionieren und Navigieren mit dem Satellitenpositionierungsdienst SAPOS® in Berlin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!!

SAPOS®-Registrierung:

www.zentrale-stelle-sapos.de

Downloadseite für NTRIP-Client-Software:

www.gnssurfer-download.de



Autonome Informationslogistik in der Produktion

Anne Bernardy, FIR e. V. an der RWTH Aachen



Autonome Informationslogistik in der Produktion

MoDiSeM Innovationsforum

Berlin, 05.06.2019

Anne Bernardy

Informationslogistik ist die Schlüsseldisziplin für die Umsetzung von Industrie 4.0

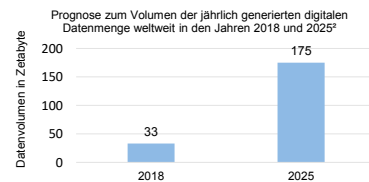


Potentiale

- Die Digitalisierung der Produktion birgt ein Wertschöpfungspotential von 425 Milliarden Euro in Deutschland¹
- Digitale Geschäftsmodelle können die Wertschöpfungsketten zu Gunsten von Dienstleistern verschieben³
- 91% der Unternehmen in Deutschland sehen die Digitalisierung der industriellen Produktion als Chance³
- Durch eine vernetzte Produktion lässt sich die Produktivität signifikant steigern
- Ausfallzeiten und Produktionsausschuss lassen sich nachhaltig reduzieren
- Die Dynamik der Produktion ist durch Informationslogistik deutlich erhöhen

Herausforderungen

- Mit der Vervielfachung der erhobenen Daten steigen die Anforderungen an die Informationslogistik
- Die Informationslogistik kommt als Bindeglied zwischen IT und Produktion eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu⁴
- Deutsche Unternehmen investieren weniger als 50% in Industrie 4.0 relevante Themen als US Unternehmen



© FIR e. V. an der RWTH Aachen

¹ Roland Berger: DIE DIGITALE TRANSFORMATION DER INDUSTRIE (2015)

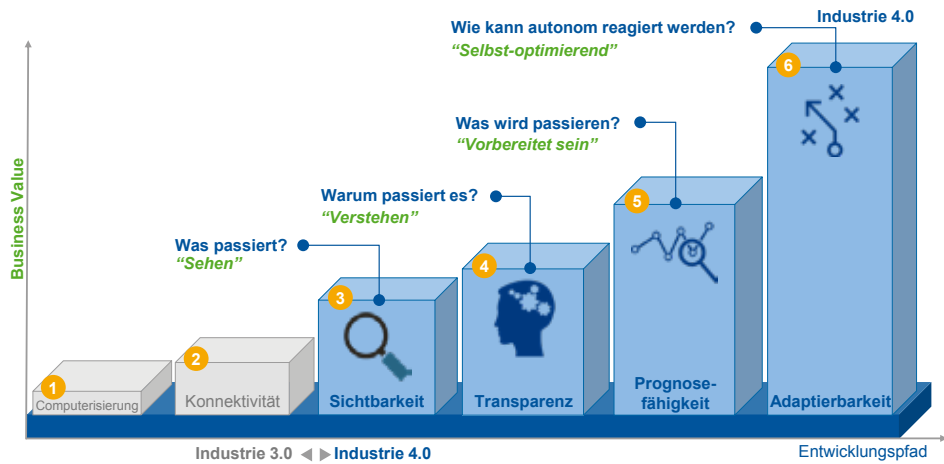
² Seagate: Prognose zum Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmenge weltweit in den Jahren 2018 und 2025 (in Zettabyte), Statista

³ McKinsey: Industry 4.0 How to navigate digitalization of the manufacturing sector

⁴ Bundesvereinigung Logistik: Logistik und IT als Innovationstreiber für den Wirtschaftsstandort Deutschland

2

Umsetzung der autonomen Informationslogistik erfolgt stufenweise



© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Schulz et al.

3

Innovative Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen die technische Realisierung



© FIR e. V. an der RWTH Aachen

4

5G als Leittechnologie für die 4. industrielle Revolution in der Presse

ULTRASCHNELLES NETZ

Jedes zweite Industrieunternehmen setzt auf 5G¹

DAIMLER, BMW, VW

Autoindustrie im 5G-Fieber – Deutsche Hersteller wollen ihre eigenen Netze

Sich selbst steuernde Fabriken und autonom fahrende Autos: Der geplante Mobilfunkstandard 5G wird für die Autoindustrie zur Schlüsseltechnik. Die Konzerne wollen eigene Netze für ihre Fabriken²

Inwiefern stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?³

5G wird den Einsatz weiterer digitaler Technologien wie z.B. Industrie 4.0- Anwendungen oder Robotik fördern **93 %**

5G wird die Produktivität deutscher Unternehmen massiv fördern **84 %**

5G ist als Technologie entscheidend dafür, ob deutsche Unternehmen künftig weltweit erfolgreich sind **73 %**

5G ist eine der wichtigsten Zukunftstechnologien **70 %**

5G Potenziale



Hochleistungsbreitband: > 10 GB/s Übertragungsgeschwindigkeit



Geringer Energiebedarf: Bis zu 10 Jahre Batterielaufzeit, 1 Mio Geräte/km²



Verfügbarkeit: Eigenes Netz oder öffentliches Netz der Provider



Zuverlässige Echtzeit-Kommunikation: < 1ms Latenz, 10⁻⁹ Fehlerquote



Flexibilität: Anpassung der Produktion ohne neue Netzwerkänderungen



Mobilität: Network-Slicing ermöglicht autonome Fahrzeuge

Die autonome Informationslogistik ist unabdingbar für Industrie 4.0 und verlangt den Einsatz von innovativen Technologien wie 5G

Fazit

- Die autonome Informationslogistik bietet viel versprechende Potentiale
- Für die Umsetzung von Industrie 4.0 müssen die Produktionsmittel miteinander vernetzt sein
- Es besteht der Bedarf einer flexiblen aber sicheren Informationslogistik
- Nur mit 5G lässt sich eine sichere und flexible Übertragung von großen Datenmengen sicherstellen
- Demo an unserem Stand veranschaulicht das Potenzial von 5G für die autonome Informationslogistik bei einem Remotezugriff auf ein FTS



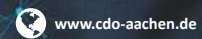
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

M.Sc.
Anne Bernardy
Information Management
Head of Smart System Innovation Lab

Phone: +49 (0)241 477 05-509
Fax: +49 (0)241 477 05-199
Mobil: +49 (0)162 243 60 79
E-Mail: Anne.Bernardy@fir.rwth-aachen.de

CDO | Convention on
Aachen | Digital
2019 | Opportunities
13. – 14.11.2019

Visit us in Aachen!





100101001011 001
10100 0 1010100
1 01 00101 001101
010101 11 011100

NeuroRace

Autonomous Robotic Control by Machine Learning

Patrick Baumann

Supported by

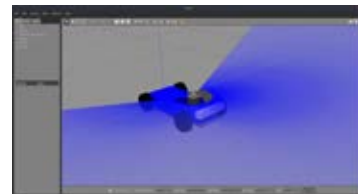


What is NeuroRace?

*Project in the field of machine learning to
Autonomously control a vehicle*

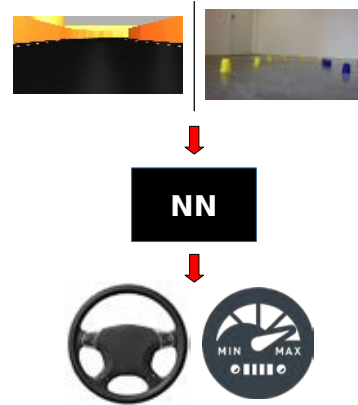
Topics

- Hardware und Sensors (Simulation & Real World)
- Machine Learning
 - Paradigms - Imitation & Reinforcement Learning
 - Problem Types - Regression & Classification



Objectives

- Autonomous control of a vehicle in scale 1:10 by an **end-to-end concept** as reference for **general autonomous robotic control**
- Providing an open, customizable software setup for teaching and research
- Manuals for construction, installation and deployment of simulation, real world prototype
- Support of different Learning Paradigms



Machine Learning Paradigms

Imitation Learning

- Agent has preliminary information about the world
- Imitates/clones behavior
- Training requires labeled data
- Only as good as provided data

Reinforcement Learning

- Agent has no preliminary information about the world
- Learns „own“ behavior
- Training requires reward system
- Possible super-human behavior

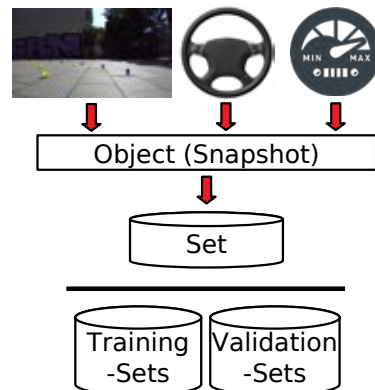
Imitation Learning

Data Structure

- Identifier
- Image
- Control commands
 - Steering
 - Speed

Objective

Imitation of action (regressive values)



Reinforcement Learning

Concept

- Environment
- Agent

Process

- Observation
- Action
- Reward

Objective

Maximize cumulative reward

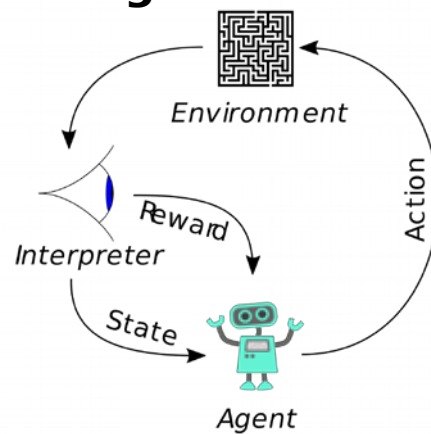
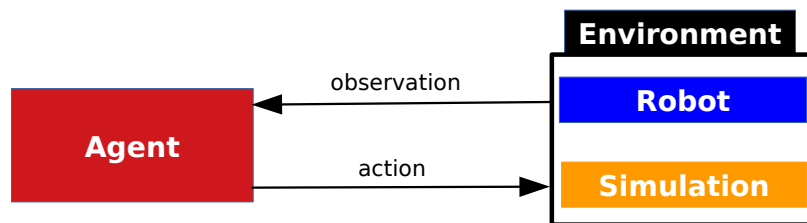


Figure distributed under a CCO 1.0 license from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reinforcement_learning_diagram.svg

NeuroRace Software Concept



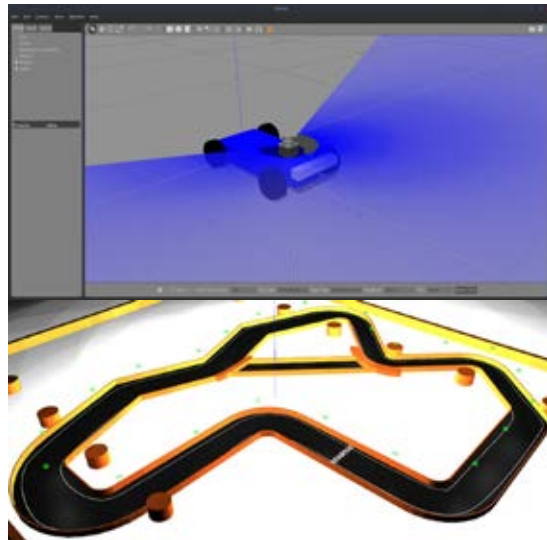
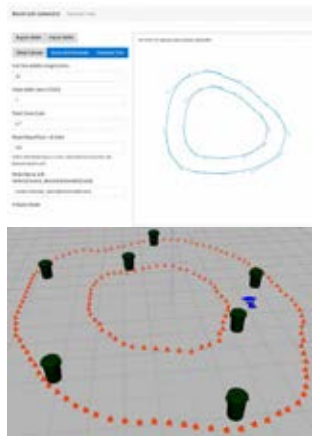
Wiki, Sources - <https://gitlab.com/NeuroRace>

Docker - <https://hub.docker.com/u/neurorace>

Robot Operating System (ROS)

- Meta-Operating Robot Control System
- Hardware Abstraction
- Language Neutral
- Network Support
- Publisher-Subscriber Principle (Peer-to-Peer Communication)
 - Nodes
 - Topics
 - Messages

Simulation



Patrick Baumann - <https://gitlab.com/NeuroRace>



Prototype

Concept

- Vehicle/robot
- Sandbox principle

Hardware

- Jetson TX2/3
- OmniVision Camera
- ZED Stereo Camera
- Lidar
- Inertial Measurement Unit
- Speed Measurement



Patrick Baumann - <https://gitlab.com/NeuroRace>

10



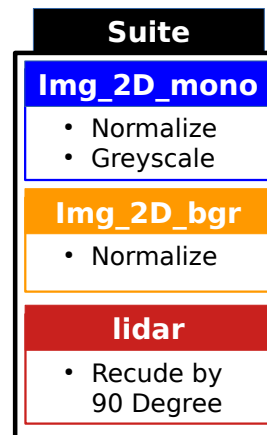
Tools - Processors and Processor Suite

Processor

- Handler for modifying and transforming input data
- Default, raw data is passed through
- Each Processor has its own Pipeline for the passed data

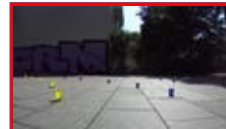
ProcessorSuite

- Set of Processors for
 - different data
 - different processing
- Splits input data and passes to regarding Processors



Tools - Feature Visualization

- Graphical presentation of relevant features detected by the model
- Helpful for deeper understanding of learning and training behavior
- Method - Heatmap



Tools - Augmentation

- Increasing data sets for Supervised Learning by data manipulation
 - Reduction of required data to record
- Methods
 - Brightness
 - Rotation
 - Mirroring



Tools - VR Control (in progress)



Conclusion

- Sandbox Environment for Robotic Machine Learning Tasks in Simulation and Real World
- Implemented reference for API and pipeline usage
 - *Pipeline* - data handling, processing and augmentation
 - *Machine Learning* - training, auto saving and loading, prediction
- Different Backends
 - Keras with Tensorflow
 - PyTorch
- *Designed for adaption/extension → create your own data processing and/or neural network for your robotic task, bloat work is done by framework*
- *Train by simulation or real world and execute vice versa, or mix it!*

Demo-Video



Patrick Baumann – <https://gitlab.com/NeuroRace>

17

htw



<https://gitlab.com/NeuroRace>

htw Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences

www.htw-berlin.de

Die Plattform-Revolution am Beispiel der Dorf-2.0-Plattform

Hans-Peter Nickenig, I.T. Out GmbH

Plattform- Geschäftsmodell

BMBWF 2014
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

I.T.out GmbH, Anhäuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform-Revolution

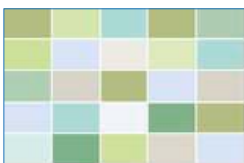








		
		
		


I.T.out GmbH, Anhäuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform-Revolution







Wandel zu einer neuen Form von Wertschöpfung und Wertübertragung

- ➔

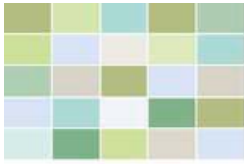
traditionell: Pipelines

 - lineare Wertschöpfungskette, Hersteller am Anfang und der Kunde am Ende
- ➔

heute: Plattform

 - komplexe Beziehungen

I.T.out GmbH, Anhäuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



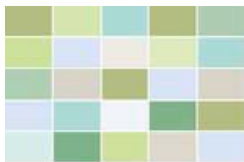
Die Plattform-Revolution



Wandel zu einer neuen Form von Wertschöpfung und Wertübertragung

- ➔ Plattform – komplexe Beziehungen
 - es gibt unterschiedliche Usertypen; Anbieter, Kunde, manche nehmen beide Rollen ein, die Plattform liefert die Ressourcen für die Interaktion
 - Werte werden ausgetauscht oder konsumiert, gelegentlich entstehen nebenbei weitere davon
 - Werte können auf vielfältige Weise an verschiedenen Orten erzeugt, ausgetauscht und konsumiert werden
 - die Plattform liefert hierzu die Verbindungen

I.T.out GmbH, Ahnauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



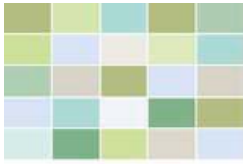
Die Plattform-Revolution



Die elementaren Entscheidungen

- ➔ Welche Wertschöpfungsansätze verfolgen wir?
- ➔ Wie platzieren wir uns im Ökosystem der Plattform?
- ➔ Offenes Plattformmodell? Warum?
- ➔ Welche Monetarisierung-Methoden nutzen wir?
- ➔ Dorfgemeinschaft 2.0 – Die offene Plattform

I.T.out GmbH, Ahnauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



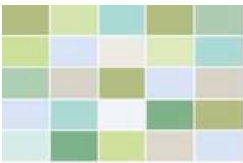
Die Plattform-Revolution



Welche Wertschöpfungsansätze verfolgen wir?

- Werten
- ➔ für User: Zugang zu den auf der Plattform erzeugten Werten
 - ➔ Für Anbieter und Drittanbieter: Zugang zu einer Community oder einem Markt
 - ➔ User als auch Anbieter: Zugang zu Tools und Dienstleistungen, die Interaktionen ermöglichen
 - ➔ User als auch Anbieter: Zugang zu Kuratierungsverfahren zur Qualitätsverbesserung von Interaktionen

I.T.out GmbH, Ahauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



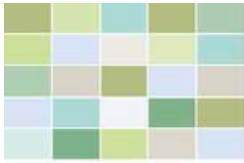
Die Plattform-Revolution



Das Ökosystem der Plattform / Beteiligte

- ➔ Beteiligung von Managern und Sponsoren
- ➔ Unternehmen, das die Plattform managed
 - organisiert und steuert die Interaktionen zwischen Anbietern und Usern
 - hat Kontakt und Einfluss auf Drittentwickler
 - hat erheblichen Einfluss auf den alltäglichen Plattformbetrieb
- Unternehmen, das die Plattform sponsort
 - rechtliche Kontrolle über die verwendete Technologie
 - wirtschaftliche Kontrolle
 - strategische Positionierung

I.T.out GmbH, Ahauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



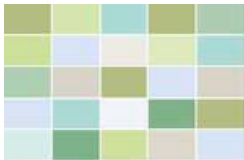
Die Plattform-Revolution



Das Ökosystem der Plattform / Manager und Sponsoren

Vier Modelle zum Managen und Sponsern von Plattformen. Nach „Opening Platforms: How, When and why“ von Thomas Eisenmann, Geoffrey Parker und Marshall Van Alstyne		PLATTFORM – MANAGEMENT	
		EINE FIRMA	MEHRERE FIRMEN
P L A T T F O R M	EINE FIRMA	Proprietäres Modell Beispiele: Macintosh PlayStation Monster.com Federal Express Visa (nach 2007)	Lizenzierungsmodell Beispiele: Microsoft Windows Google Android Palm OS MBNA Karten der Marke Amex Qualcomms Standards zur Funkübertragung
	MEHRERE FIRMEN	Joint-Venture Modell Beispiele: CareerBuilder (Verlage) Orbitz (Fluggesellsch.) Visa (vor 2007)	Gemeinschaftliches Modell Beispiele: Android (Open Source) Linux DVD UPC-Strichcode RFID-Standards zur Inventarüberwachung

I.T.out GmbH, Ahuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform-Revolution



Das Ökosystem der Plattform / Entwickler



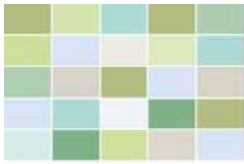
Kernentwickler (Core Developers)

stellen Kernfunktionen der Plattform zur Verfügung

machen den Usern die Plattform zugänglich

stellen Tools und Rahmenbedingungen zur Verfügung, um einfach und zufriedenstellend den Mehrwert für den User und Anbieter zu gewährleisten

I.T.out GmbH, Ahuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform- Revolution



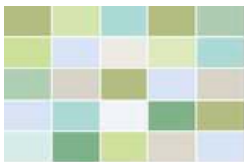
Information Technology
Outsourcing GmbH

Das Ökosystem der Plattform / Entwickler

- ➔ Erweiterungs-Entwickler (Extension Developers)
fügen der Plattform Features und Mehrwert hinzu

erweitern die Funktionalität

I.T.out GmbH, Ahauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform- Revolution



Information Technology
Outsourcing GmbH

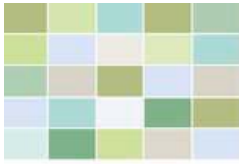
Das Ökosystem der Plattform / Entwickler

- ➔ Datenaggregatoren (Data Aggregators)
fügen der Plattform aus vielfältigen Quellen Daten hinzu, um die
Suchfunktion der Plattform zu verbessern

sie sammeln Daten über die Plattformuser und die Interaktionen, an
denen sie teilnehmen

unterstützen damit den Ertrag der Plattform, weil sie die Daten an
andere Unternehmen weitergeben (mit Genehmigung!) für gezielt
platzierte Werbung
(woher konnten Sie wissen, dass ich genau diese Sorte Äpfel gerne
mag?)

I.T.out GmbH, Ahauer Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



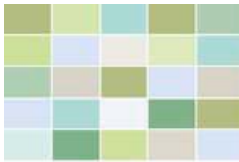
Die Plattform-Revolution



Das richtige Maß an Offenheit?

- ➔ Auswirkung auf die Nutzung, die Teilnahme von Entwicklern, die Monetarisierung und die Regulierung
- ➔ je offener, desto fragmentierter wird das System
- ➔ je offener, desto schwieriger gestaltet sich die Monetarisierung des Systems
- ➔ je offener, desto schwieriger ist für die Betreiber das geistige Eigentum, das dem System zugrunde liegt, zu kontrollieren

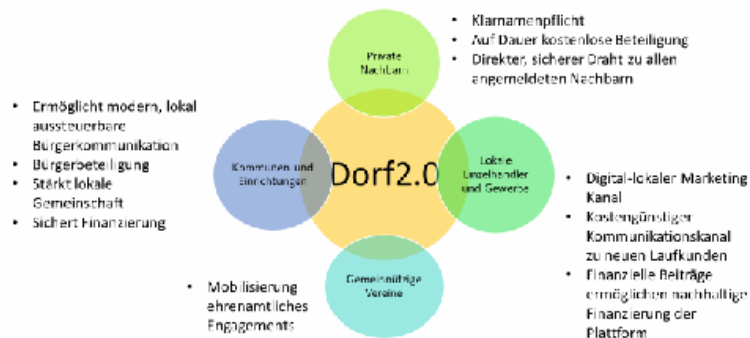
I.T.out GmbH, Anhäuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



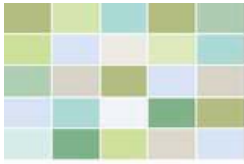
Die Plattform-Revolution



vernetzt alle lokal relevanten Akteure einer lokalen Gemeinde



I.T.out GmbH, Anhäuser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



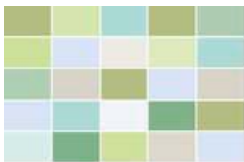
Die Plattform- Revolution



Information Technology
Outsourcing GmbH

<http://www.dorfgemeinschaft20.de/virtueller-dorfmarktplatz/>

I.T.out GmbH, Anhauser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de



Die Plattform- Revolution



Information Technology
Outsourcing GmbH

Vielen Dank!

I.T.out GmbH, Anhauser Hof 2, 48527 Nordhorn, Telefon (0 59 21) 7 27 18-11, info@itout.de, www.it-out.de

Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag

Paul Schweidler, HFC Human-Factors-Consult GmbH, Berlin



Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag

Zweites MoDiSeM Innovationsforum
Berlin, 05.06.2019

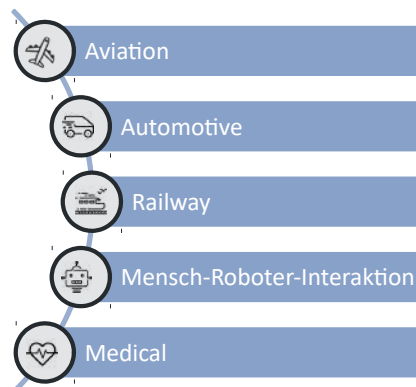


HFC Human-Factors-Consult GmbH

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

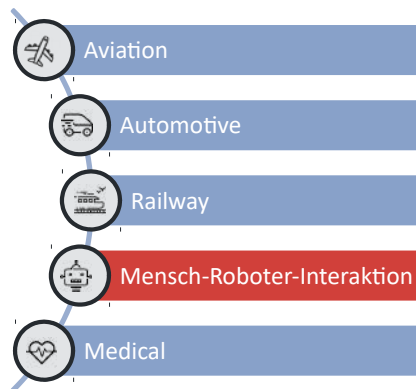
Seite 2

- privates Forschungsinstitut
- 2002 gegründet
- 23 KollegInnen aus Ingenieurs- und Humanwissenschaften
[PsychologInnen, Human-Factors-IngenieurInnen, Fahrzeugtechniker, Informatiker, Luft- und Raumfahrt-techniker]





- privates Forschungsinstitut
- 2002 gegründet
- 23 KollegInnen aus Ingenieurs- und Humanwissenschaften
[PsychologInnen, Human-Factors-IngenieurInnen, Fahrzeugtechniker, Informatiker, Luft- und Raumfahrt-techniker]

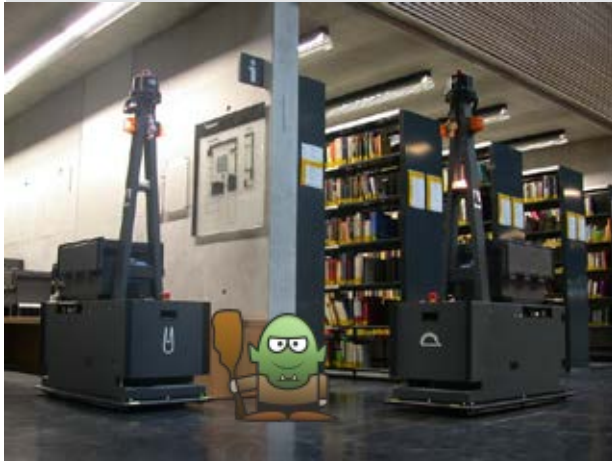


**...denn wir wissen (nicht),
was sie tun.**



Intuitivität und Berechenbarkeit
robotischer Systeme im Alltag

Zweites MoDiSeM Innovationsforum
Berlin, 05.06.2019



Quellen: <https://www.ub.hu-berlin.de> (photo by Anja Herwig), Icon by Martin Berube

- Mobile Plattformen im Alltag und öffentlichen Raum
→ Mensch als „Kollateralteilnehmer“
- kein/unzureichendes Wissen über den Roboter, dessen Ziele und Verhaltensmuster...
- ... und keine Zeit zum „Kennenlernen“.



Das Problem

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 7

- Mobile Plattformen im Alltag und öffentlichen Raum
→ Mensch als „Kollateralteilnehmer“
- kein/unzureichendes Wissen über den Roboter, dessen Ziele und Verhaltensmuster...
- ... und keine Zeit zum „Kennenlernen“.
- Was nun?



Die Lösung

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 8

Intuitivität



Intuitivität

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 9

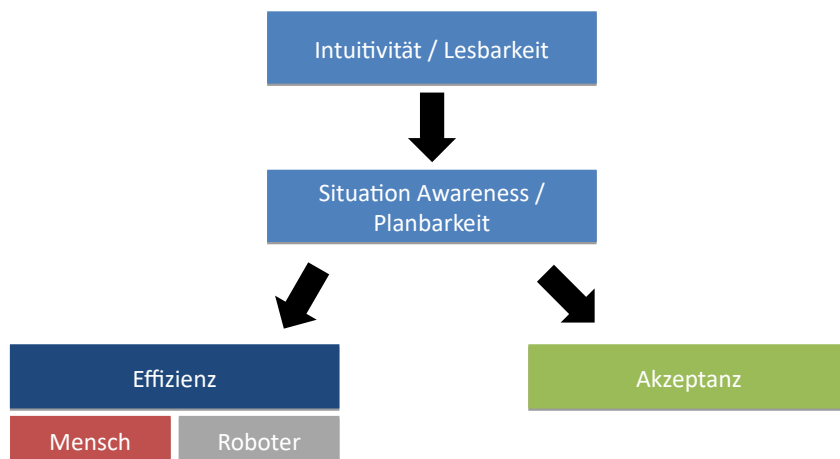
- „Ein technisches System ist intuitiv benutzbar, wenn es durch nicht bewusste Anwendung von Vorwissen durch den Benutzer zu effektiver Interaktion führt.“
(Mohs, Hurtienne, Scholz & Rötting, 2006)



„Wirkung“ von Intuitivität

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 10





Ein Szenario: Episodische Begegnung im Klinikgang

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 11

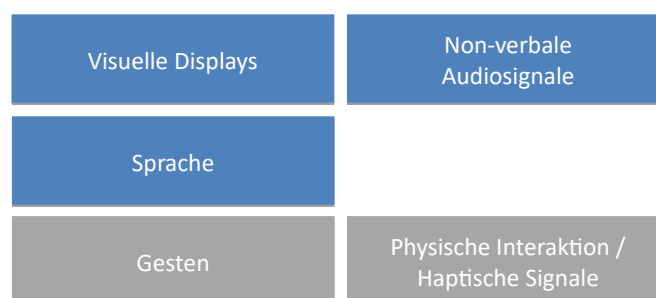
- Verschiedenste „Kommunikationsbedarfe“ seitens des Roboters
- Ziel: soviel Interaktion wie nötig, so wenig wie möglich



Medien des Informationsaustauschs nach Goodrich & Schultz (2007):

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 12



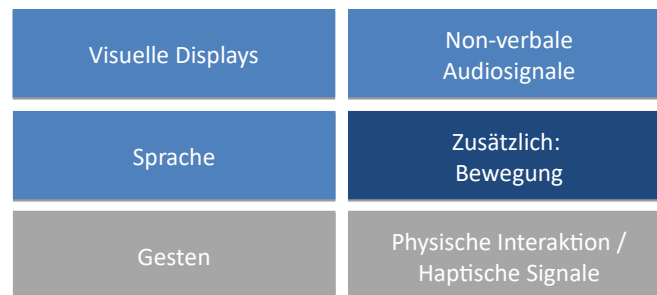


Medien des Informationsaustauschs

nach Goodrich & Schultz (2007):

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 13



Medium: Sprache

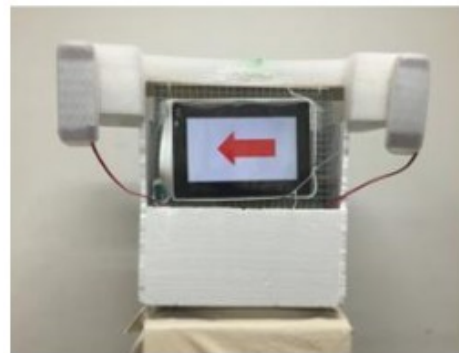
HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 14

- Unzweideutig designbar
- Intuitiv?
- Lautstärke in Umgebung?
- (natürliche) Sprachinteraktion ?



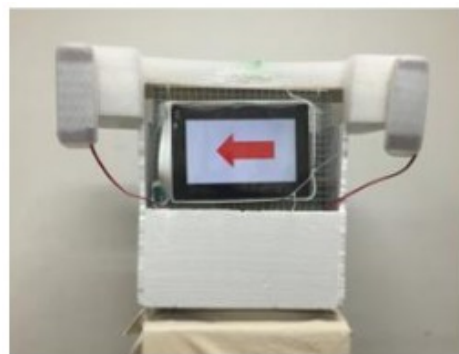
- Richtungspfeile
 - hilfreich, aber erhöhter Interpretationsaufwand (z.B. Shrestha et al., 2016)



Bildquelle: Shrestha et al., 2016



- Richtungspfeile
 - hilfreich, aber erhöhter Interpretationsaufwand (z.B. Shrestha et al., 2016)
- Avatar
 - Ermöglicht Mimik / Gestik
 - Information clutter?
 - Visibility?



Bildquelle: Shrestha et al., 2016



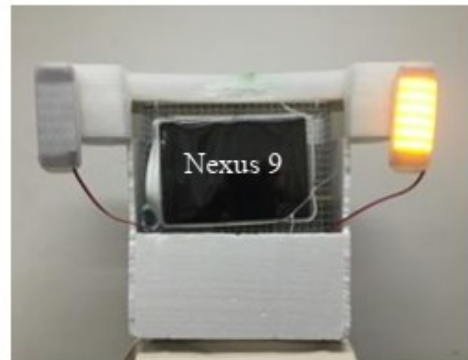
Medium: Visuelle Signale

Blinker

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 17

- Für Richtungsangaben oft am lesbarsten (z.B. May et al., 2015)
- eingeschränktes Informationsspektr
- Sichtbarkeit?



Bildquelle: Shrestha et al., 2016



Medium: Audiosignale

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 18

- Kann als zusätzliches Zeichen für Bewegungsänderung hilfreich sein (Shrestha et al., 2016)
- Sorgt für Aufmerksamkeit
- aber: kann auch furchteinflößend sein (ebd.)
- Passung Ton <-> Nachricht?
- Lautstärke?



Medium: Bewegung

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 19

- Lesbares Bewegungsverhalten kann Informationsträger sein
- Lichtenthäler & Kirsch (2012):
 - Lesbar: Menschähnliches Verhalten, Konsistente Bewegungsmuster, Komplementäre Gesten
 - Geschwindigkeitsänderung statt Trajektorienänderung (“maximum smoothness”)?
- Basili et al. (2013):
 - keine Maximum-Smoothness Strategie in dynamischen Situationen



Der ideale Weg zur Herstellung von Intuitivität ?

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 20

- “Kommt drauf an... ”, aber: multimodal sinnvoll
- Kommunikationsbedarfe, Zielgruppe, Umgebung sind zu beachten
- (technische) Komplexität der konkreten Lösung
- Iterative Feldtests notwendig bei der Produktion
- Rolle des Roboters mit entscheidend
 - Werkzeug vs. sozialer Agent ?
 - “KISS” (Keep it simple, stupid!)



Forschungsbedarfe

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 21

- Zusätzliche Datenbasis für Bewegungstrajektorien benötigt, v.a. hinsichtlich Zielgruppe Ältere Menschen
- Lesbarkeit: Universal oder individuell verschieden?
- Signalbewegung Prä-Ausweichmanöver hilfreich?
- Sounddesign für Audiomeldungen
- Systematisierung: Kommunikationsbedarf-Medium



Quellen

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 22

Basili, P., Sağlam, M., Kruse, T., Huber, M., Kirsch, A., & Glasauer, S. (2013). Strategies of locomotor collision avoidance. *Gait & posture*, 37(3), 385-390.

Goodrich, M. A., & Schultz, A. C. (2008). Human-robot interaction: a survey. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 1(3), 203-275.

Lichtenthäler, C., & Kirsch, A. (2013). Towards legible robot navigation-how to increase the intend expressiveness of robot navigation behavior.

May, A. D., Dondrup, C., & Hanheide, M. (2015, September). Show me your moves! Conveying navigation intention of a mobile robot to humans. In *2015 European Conference on Mobile Robots (ECMR)* (pp. 1-6). IEEE.

Mohs, C., Hurtienne, J., Scholz, D. & Rötting, M. (2006b). Intuitivität - definierbar, beeinflussbar, überprüfbar. In *Useware 2006 - VDI Berichte Nr. 1946*, Düsseldorf: VDI-Verlag. S.215-224.

Shrestha, M. C., Kobayashi, A., Onishi, T., Yanagawa, H., Yokoyama, Y., Uno, E., ... & Sugano, S. (2016, July). Exploring the use of light and display indicators for communicating directional intent. In *2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)* (pp. 1651-1656). IEEE.



Vielen Dank!

HFC Human-Factors-Consult GmbH, Paul Schweidler
Intuitivität und Berechenbarkeit robotischer Systeme im Alltag
Zweites MoDiSeM Innovationsforum
05. Juni 2019

Seite 23

Paul Schweidler
schweidler@human-factors-consult.de

HFC Human-Factors-Consult GmbH
Köpenicker Straße 325; Haus 40
D-12555 Berlin



HFC Human-Factors-Consult GmbH
Köpenicker Straße 325; Haus 40
D-12555 Berlin

Tel: +49 (0)30 6576-3222
www.human-factors-consult.de
kontakt@human-factors-consult.de

Generic 48 V - Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge
Jens Heinrich, ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.

© ICM e.V. 2018

arbeitskreis
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ICM
Institut Chemnitzer
Maschinen- und Anlagenbau e.V.



Generic 48V – Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge

Chemnitz, 01.02.2019

© ICM e.V. 2018

Agenda

ICM
Institut Chemnitzer
Maschinen- und Anlagenbau e.V.

1. Generic48V
2. Ziel des Projektes
3. Aktueller Stand der Entwicklung der einzelnen Partner
4. Demonstrator und Ausblick

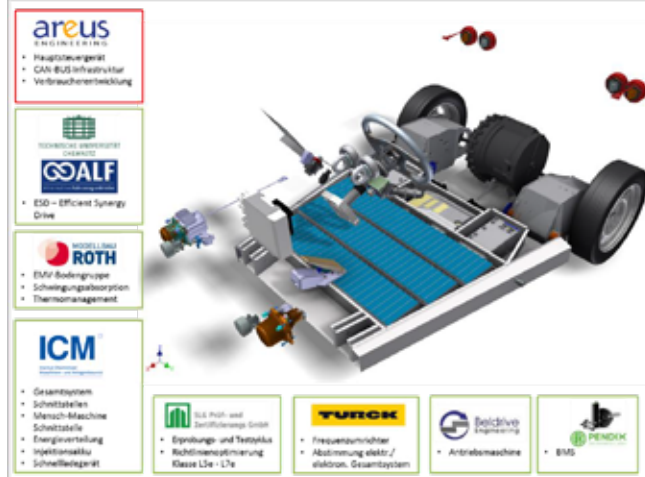
Generic48V

- Durch BMBF öffentlich gefördertes Projekt über VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
- Förderprogramm: KMU-innovativ: Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)
- Technologiebereich: Kommunikationssysteme
- Anwendungsfeld: Automobil und Mobilität
- Laufzeit: 03/2016 – 03/2019
- Problemstellung: EMV-taugliche und zugelassene 48V-Komponenten für eine vollständige Fahrzeugplattform in der Mikromobilität nicht verfügbar
- Zielstellung: Entwicklung eines fahrzeugunabhängigen ganzheitlichen Elektronikkonzeptes für leichtgewichtige Elektrofahrzeuge der Klasse L im Niederspannungsbereich <60V
Entwicklung einer kompakten, effizienten und störfesten EMV-Bodengruppe für drei- und vierrädrige Elektrofahrzeuge

Generic48V

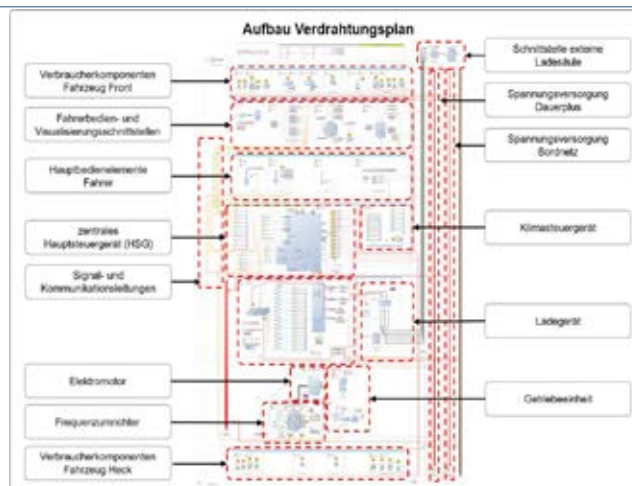
- Vorteile des Niederspannungsbereiches < 60V:
 - Jede freie Werkstatt kann die Fahrzeuge ohne Hochvoltschulung warten
 - Vereinfachte Zulassungsbedingungen hinsichtlich elektrischer Sicherheit
 - Berührungsschutz zu spannungsführenden Komponenten kann einfacher ausgeführt werden
 - Im Crashfall muss das Gesamtsystem von der Feuerwehr nicht spannungsfrei geschaltet werden → schnellere Bergung der Insassen → Schutz des Rettungspersonals
 - Niederspannung ist nicht lebensbedrohlich
- Nachteile des Niederspannungsbereiches < 60V:
 - Elektrische Leistung ist bei 20-25kW begrenzt
 - » Lösung: ausreichend für Fahrzeuge bis ~900kg zulässige Gesamtmasse
 - Hohe Ströme mit hohen Leitungsquerschnitten
 - » Lösung: Frequenzumrichter sitzt direkt am Antrieb, sehr kurze Wege zwischen Akku und Antrieb
- Vorteile einer einheitlichen Spannungsebene im Fahrzeug
 - Einsparung von Spannungswandlern → Effizienzsteigerung des Gesamtsystems → Reichweitenerhöhung

Ziel des Projektes



© ICM e.V. 2018

Generic 48V - Verdrahtungsplan

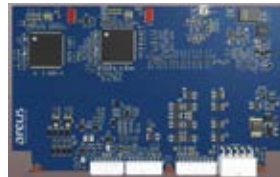


© ICM e.V. 2018

Generic 48V – HSG, KSG, GSG, Display

Hauptsteuergerät HSG:

- Umsetzung der Bedieneingaben, Leistungsansteuerung
- Management der Anzeigeninhalte
- Flexibel einsetzbar für 12V und 48V Komponenten
- Aktuelle Hauptaktivität: Softwareentwicklung



Hauptsteuergerät



Klimasteuergerät

Getriebesteuergerät GSG:

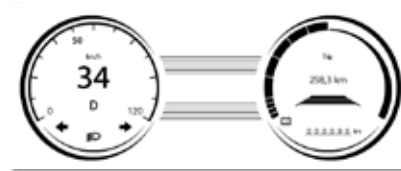
- Automatikgetriebefunktion
- Aktuelle Hauptaktivität: Softwareentwicklung

Klimasteuergerät KSG:

- Management aller Heiz-/Kühl- und Klimakomponenten
- Aktuelle Hauptaktivität: Softwareentwicklung

Anzeigeeinheit:

- Graphische Hauptanzeige (Dashboard)
- Aktuelle Hauptaktivität: Test und Integration ins Fahrzeug



Anzeigeeinheit

Elektromotorische-Getriebe-Antriebseinheit (EMGA)

- Ganzheitliches Antriebssystem auf **48V Versorgungsspannung**
- **Ein- oder Zweimotorige** Variante individuell umsetzbar
→ austauschbarer Radsatz bei gleichbleibender Wellen- und Gehäusestruktur
- **2-Gang System mit integrierter elektromechanischer Aktuatorik**

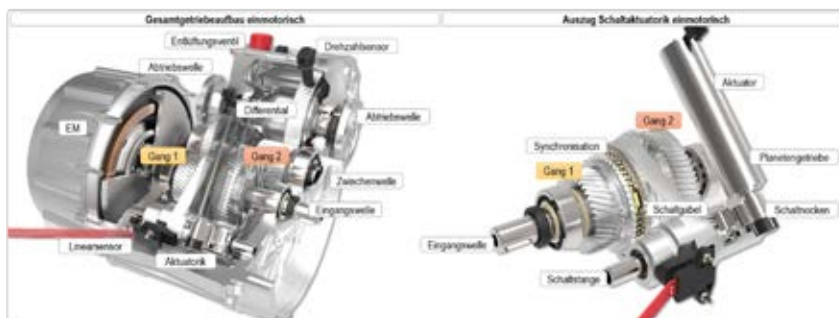


Abbildung links:
Gesamtaufbau für
einmotorische Umsetzung -
Schnittdarstellung

Abbildung rechts:
Getriebeeingangswelle und
elektromechanische
Aktuierung

Generic 48V - Frequenzumrichter



Hochintegrierte Lösung eines Frequenzumrichters für permanentmagneterregte Synchronmaschinen

Logic

Ziel: Standardisierter Aufbau und Funktionsumfang

- sensorlose und sensorbehaftete FOC 3-phasiger PMSMs
- CAN-Kommunikation, analoge Freigabe-Ein- und Ausgänge
- Softwareparametrierung über RS485

Interface

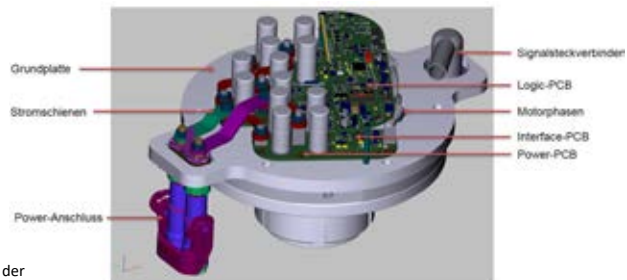
Ziel: Konfigurierbare Schnittstelle zwischen Logic und Power

- Ansteuerung der Leistungsschalter zur Optimierung des Schaltverhaltens und der EMV
- Anpassung der Mess- und Steuersignale

Power

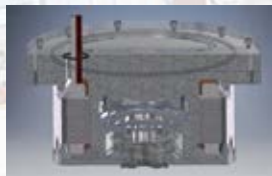
Ziel: Kundenspezifische Anpassung der Leistungsanforderungen der Zielapplikation

- Phasenströme bis zu 250 A_{rms}
- 8-lagiges FR-4-PCB
- Strom- und Spannungsmessung jeder Phase



Frequenzumrichterintegration

Generic 48V - Elektrischer Antrieb



- Konzeption und Auslegung der elektrischen Maschine
- konstruktive Umsetzung
- Realisierung Testmotoren
- Belastungsmessungen
- Messungen in Fahrversuchen
- Abstimmung zu Kennwerten und Schnittstellenbedingungen mit den Projektpartnern
- konstruktive Umsetzung und Realisierung eines Verbundaggregates aus Motor, Wechselrichter und Getriebe mit integriertem Kühlkonzept

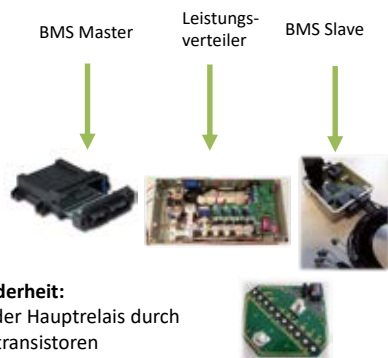


Generic 48V – Batteriemanagementsystem (BMS)



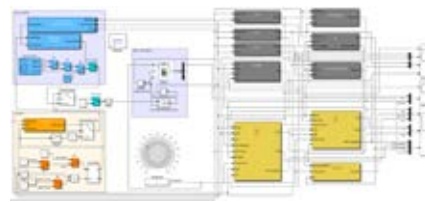
Hardware

Aufteilung in 3 Hauptbaugruppen:



Software

- Erstellung und simulative Erprobung des SoC Algorithmus mit MATLAB Simulink
- Erstellung des gesamten BMS-Programms in MATLAB



© ICM e.V. 2018

Generic48V – Bodengruppe



Vorbetrachtung

Lastfälle

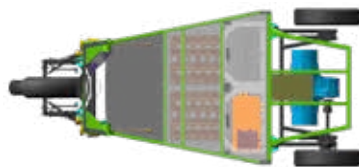
- Vertikaler Stoß
- Längsstoß
- Seitlicher Stoß
- Vertikales Einfedern

Bauraumkonzept

- Beachtung vorhandener Außenkonturen
- Komponenten als Platzhalter-modelle

Materialkonzept

- EMV Verträglichkeit
- Bearbeitung
- Reparatur
- Recycling
- Gewicht



© ICM e.V. 2018

Fahrbetrieb - Typzulassung

- **VO 168/2013**
Materielle Anforderungen / Beschreibung des Typgenehmigungsverfahrens / technische Nutzer-Informationen
- **VO 3/2014**
funktionale Sicherheit / Anwendung aller relevanter UNECE-Regelungen
- **VO 44/2014**
Anforderungen an die Bauweise / EMV Anforderungen
- **VO 901/2014**
Beschreibung der Dokumentation aller o.g. Anforderungen

Ladebetrieb – CE Konformität

- **RICHTLINIE 2014/35/EU (Niederspannungsrichtlinie)**
elektrische Sicherheit
- **RICHTLINIE 2014/30/EU (EMV-Richtlinie)**
elektromagnetische Verträglichkeit, Anforderungen zur Störaussendung und Störfestigkeit



Test des Gesamtkonzeptes im Demonstrator Innvelo 3 Work

Ausblick

- Testbeginn aller Komponenten im Verbund ab 10/2018
- Vorbereitende Untersuchungen für die Straßenzulassung ab 01/2019
- Erreichung der Straßenzulassung bis 12/2019

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.
Otto-Schmerbach-Straße 19
09117 Chemnitz

Fon +49 (0)3 71/2 78 36-101
Fax +49 (0)3 71/2 78 36-104

www.icm-chemnitz.de

Weitere Impressionen



Siegfried Helling



Nikolas Winkler



Sabrina Heerklotz



Jens Heinrich



Prof. Michael Herdy



Johannes Zawatzki



Prof. Wolfgang Rehak



Dr. Rudolph Bannasch



Dr. Gerhard Schreck



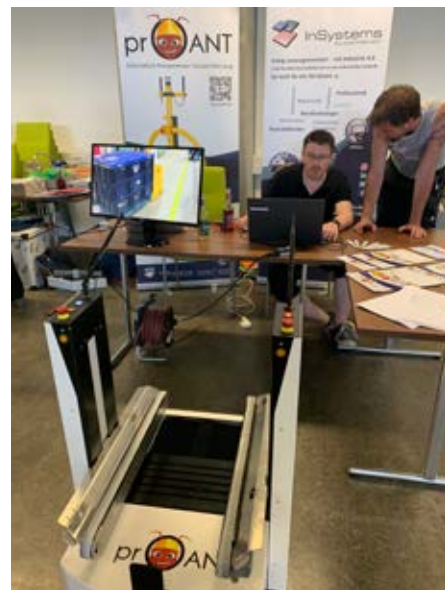
TecTrikes vom MoDiSeM-Partner Ber-LEAN TechCenter GmbH für Probefahrten im Außenbereich



E-Rollstuhl mit Roboter-Arm von Talk Tools



Beispiele der Produktfamilie „Akustische Kamera“ der gfai tech GmbH



Am Stand der InSystems Automation GmbH mit autonomen Logistik-Fahrzeugen aus der Reihe proANT



Kombination von Fahrradanhänger und Strandkorb mit Photovoltaik von Naturplan



Der autonome Reinigungsroboter „Blitz“ des MoDiSeM-Partners Enway im Außenbereich der Ausstellung



Einer der Stars der Ausstellung: Autonomer Inspektionsroboter von Innok Robotics



UAS vom MoDiSeM-Partner Tholegrobotics



Der hauptverantwortliche Netzwerkmanager, Prof. Iwainsky, im Vortragsteil von Transfer-Tag und Bürgerforum



Prof. Iwainsky mit einer ERASMUS-Studentin aus Bulgarien am Stand von Tholegrobotics



Probefahrten mit E-Trikes von Ber-LEAN TechCenter GmbH im Außenbereich der Ausstellung



Weitere Informationen unter: www.modisem.de
ISBN 978-3-94209-22-4
(Digitale Variante zum Download)

