



FAKULTÄT FÜR
ELEKTROTECHNIK UND
INFORMATIONSTECHNIK

Forschungsbericht 2016

Institut für Automatisierungstechnik

INSTITUT FÜR AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. 0391 67-58589, Fax. 0391 67-41186
Email: Annett.Bartels@ovgu.de

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich (Geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen
Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle
Hon. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Palis
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich
Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen
Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle
Hon. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar

3. Forschungsprofil

1. Professur Automatisierungstechnik/Modellbildung (Prof. Achim Kienle)

Die Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppe von Prof. Kienle am Lehrstuhl für Automatisierungstechnik/Modellbildung der Otto-von-Guericke-Universität und dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg beschäftigen sich mit der Analyse, Synthese und Regelung komplexer Systeme. Dazu werden Methoden und Werkzeuge für die rechnergestützte Modellierung und Simulation, die nichtlineare Analyse, die optimale Prozessgestaltung und die Prozessführung entwickelt. Die Hauptanwendungsgebiete betreffen neben chemischen Prozessen in zunehmendem Maße auch Energiesysteme und ausgewählte Fragestellungen aus dem Bereich der Systembiologie. Aktuelle Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der chemischen Prozesse sind: Partikelbildende Prozesse (Kristallisation und Wirbelschichtsprühgranulation), chromatographische Prozesse sowie kombinierte Reaktions- und Stofftrennprozesse (Reaktion und Destillation oder Reaktion und chromatographische Trennprozesse). Aktuelle Anwendungsbeispiele aus dem Gebiet der Energiesysteme betreffen Brennstoffzellensysteme sowie das optimale Energiemanagement in Produktionssystemen. Aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Systembiologie betreffen Untersuchungen zur Modellierung der Influenza Virusreplikation in Säugerzellen und zur nichtlinearen Dynamik zellulärer Systeme.

2. Professur Integrierte Automation (Prof. Christian Diedrich)

Ein Ganzes ist mehr als die Summe seiner Komponenten. Der Entstehungsprozess von automatisierungstechnischen Systemen ist Gegenstand des Lehrstuhls mit folgenden Schwerpunkten:

- Prozessleittechnik
 - Verteilte Systeme
 - Informationsmanagement
 - Integrationstechnologien
 - Inbetriebnahme

- Diagnose
- Industrielle Kommunikation
 - Heterogene Netzwerke
 - Protokollspezifikationen
 - Feldgeräteintegration
- Engineering von Automatisierungssystemen
 - Requirement Engineering
 - Feldgeräteintegration in die Planung
 - Merkmalleisten
 - Informationsmanagement
- Automatisierungssysteme der funktionalen Sicherheit
 - Sicherheitstechniken
 - Vorgehensmodelle
- Formale und formalisierte Beschreibungstechniken
 - UML
 - Testfolgenberechnung für zustandsbasierte Verhaltensbeschreibungen
 - Funktionsbausteintechnik

3. Professur Systemtheorie/Regelungstechnik (Prof. Rolf Findeisen)

- Methodenentwicklung
 - Regelung und Beobachtung nichtlinearer Systeme mit Beschränkungen
 - Optimale und prädiktive Regelung
 - Ausgangsregelung
 - Tracking- und Trajektorienfolgeregelung
 - Regelung und Beobachtung über Informationsnetzwerke
 - Parameterschätzung
 - Sensitivitätsanalyse
 - Systemtheoretische Methodenentwicklung für die Systembiologie und Biomedizin
- Anwendungen
 - Regelung schneller mechatronischer Systeme
 - Regelung und Überwachung chemischer Prozesse
 - Modellierung, Analyse und Therapieentwurf des kraftinduzierten Knochenwachstums

4. Kooperationen

- Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH
- IPG Automotive GmbH
- Siemens AG

5. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Kooperationen: eclass e.V.; Rösberg Engineering; Universität der Bundeswehr, Professur für Automatisierungstechnik

Förderer: BMWi/AIF; 01.12.2015 - 31.10.2017

Semantische Allianz für Industrie 4.0 (SemAnz40)

Ziel dieses Verbundvorhabens ist die nachhaltige Etablierung deutscher Standards und Normen als Basis zur internationalen Normung und Standardisierung im Kontext von Industrie 4.0.

Kernthemen zur semantischen Beschreibungen bilden die

- Beschreibung mit Merkmalen (insbesondere eCI@ss/IEC 61987 und die
- Strukturierung von Informationen (insbesondere AutomationML (IEC 62714)).

Die Normen und Standards bzw. die sie unterstützenden Organisationen bilden damit perspektivisch eine Semantische Allianz für Industrie 4.0 daher das Akronym SemAnz40.

Insbesondere werden die Teilziele

- Gerätebeschreibung durch die Otto-von-Guericke-Universität,
- Durchgängige Informationsnutzung durch den Projektpartner Helmut-Schmidt Universität,
- Semantische Produktbeschreibungen durch den Projektpartner eCI@ss und
- Werkzeugunterstützung durch den Projektpartner Rösberg

vorangetrieben.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich
Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2015 - 31.05.2017
isSecure

Mit dem Einzug der Ethernettechnologie in die Feldebene der Automatisierungstechnik steigt die Bedrohung durch unbeabsichtigte oder beabsichtigte Beeinflussung der AT-Gerätefunktionen. Fehlbedienungen und bewusste Angriffe über die nun vorhandenen IP-Zugänge können zu Veränderungen in den Geräten führen, die den zu steuernden Prozess beeinflussen, ja sogar in gefährliche Situationen bringen. Dies gilt es mit allen Mitteln zu vermeiden.

Bisher wird jedoch IT-Sicherheit noch mehrheitlich als organisatorische Maßnahme in der industriellen Produktion wahrgenommen. Technische Maßnahmen, wie z.B. Firewalls, VPN und Verschlüsselung werden noch nicht bei AT-Geräten eingesetzt.

Hauptziel des Vorhabens ist die Entwicklung der Hard- und Software einer feldnahen Komponente, in der ein IP-basierter Zugang vorhanden ist und dieser sowohl über Standard-Sicherheitsverfahren (Firewall, VPN, Verschlüsselung) als auch automatisierungsspezifische Protokollanalyse und Diagnosealgorithmen abgesichert wird.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich
Förderer: Industrie; 01.11.2013 - 30.06.2016
Entwicklungsprozesse für eingebettete Systeme im sicherheitstechnischen Umfeld

Entwicklungen im sicherheitstechnischen Umfeld sind durch eine Vielzahl von organisatorischen und technischen Maßnahmen gekennzeichnet, zusätzlich zu den eigentlichen Entwicklungsaufgaben. Diese gelten der Absicherung der Ergebnisse einzelner Entwicklungs-schritte, um z.B. im Sinne der IEC 61508 ein angestrebtes SIL-Niveau zu erreichen. Der Entwicklungsaufwand vervielfacht sich dadurch, was sowohl hohe Kosten verursacht, als auch einen zeitlich verlängerten Entwicklungsprozess hervorruft.

Hauptziel ist es, diesen sicherheitstechnisch bedingten Mehraufwand bei Entwicklungen im eingebetteten Bereich zu senken. Dies bedeutet z.B. weniger manuelle Absicherungsschritte, einfachere Schnittstellen zwischen den Teilgebieten, Arbeitsschritten und Moduldefinitionen sowie vereinfachte Behandlung von Varianten. Alle Maßnahmen sollen bei den abnehmenden Stellen Akzeptanz finden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich
Förderer: BMWi/AIF; 01.05.2014 - 31.01.2016
Kartesis - Charakterisierung des HF-Übertragungskanal sowie Konzepterarbeitung und Validierung für die Kommunikationstechnik

Ziel des Projektes KARTESIS ist die Untersuchung von Konzepten zur hochgenauen Vermessung von Bauteilen und die Ableitung von Designempfehlungen für die Entwicklung eines Messplatzes, mit dem während der kinematischen Vermessung die zuverlässige Ermittlung der geometrischen Parameter unter normalen Instandhaltungsbedingungen ermöglicht wird. Die zu untersuchenden Konzepte basieren auf der RFID-Technologie, die hier neben der Nutzdatenübertragung zusätzlich zur Gewinnung der räumlichen Position angewendet werden soll.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2015 - 31.12.2017

Kooperierende Kompressorsteuerungen - Optimierung

Heutzutage ist der energieminimale Betrieb von Kompressorstationen ein Thema, welches immer mehr in den Fokus rückt. Aber auch der langjährige Einsatz von Kompressoren mit sehr geringem Instandhaltungsaufwand spielt eine für den Anlagenbetreiber entscheidende Rolle. Zur Erreichung des zweiten Zieles kommt ein umfassendes Condition Monitoring zum Tragen. Um den Aufwand für den Betreiber möglichst gering zu halten, kann eine übergeordnete Kompressorsteuerung, welche nur geringe Investitionskosten nach sich zieht, einen Kompromiss beider Ziele automatisch erreichen. Dazu ist nicht nur eine einfache Druckregelung, sondern auch ein komplexer Optimierungsalgorithmus notwendig. Letzterer legt die Priorisierung der Kompressoren in Abhängigkeit vom Druckluftbedarf, aber auch von den aktuellen Zuständen der Kompressoren fest. Für die Umsetzung existieren zwei Ansätze, den zentralen und dezentralen, welche beide Vor- und Nachteile aufweisen. Beim zentralen Ansatz steuert eine einzelne SPS über einen Feldbus oder zusätzliche Ein-/Ausgabebaugruppen die Kompressoren an. Beim dezentralen Ansatz teilen sich einzelne Kompressorenknoten die Algorithmenumsetzung untereinander auf.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: M. Sc. Carsten Seidel

Förderer: Haushalt; 01.10.2014 - 30.09.2017

Chemische Energiespeicherung

Überschüssiger Strom aus erneuerbaren Energien (Wind, Sonne) und typische Reaktionsprodukte aus Biogasanlagen können als Ausgangsstoffe für eine weitergehende chemische Energiespeicherung in Form von Methanol verwendet werden. Da die Verfügbarkeit dieser Ausgangsstoffe/Energie starken zeitlichen Fluktuationen auf unterschiedlichen Zeitskalen unterliegt, werden neue Konzepte der Prozessführung benötigt, welche durch das vorliegende Projekt entwickelt werden.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Kunde, Christian

Kooperationen: Jun.-Prof. Dr. Dennis Michaels, TU Dortmund

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2014 - 31.12.2017

Globale Optimierung von integrierten flüssigen Mehrphasensystemen / 2. Förderphase

Das optimale Design integrierter flüssiger Mehrphasensysteme führt auf gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierungsprobleme. In diesem Projekt sollen in Kooperation zwischen Ingenieuren und Mathematikern neue Verfahren zur globalen Optimierung solcher Probleme entwickelt werden. Die in der ersten Förderphase entwickelten Methoden sollen in der zweiten Förderphase weiter verallgemeinert und auf neue Prozessklassen aus dem SFB/TR 63 angewendet werden.

Die Leitung des Projektes erfolgt in Kooperation mit JP Dr. Dennis Michaels (TU Dortmund).

Dieses Projekt ist Teil des Sonderforschungsbereichs/Transregio 63 - Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Dr.-Ing. André Franz

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2012 - 31.12.2016

Nichtlineare Dynamik der Polyhydroxyalkanoat Synthese in Mikroorganismen

Polyhydroxyalkanoate (PHA) sind mikrobielle Polymere, welche von vielen Bakterien als Reservestoffe gebildet werden können. Diese Bio-Polymere stellen eine wichtige Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen dar, da sie biologisch abbaubar und nicht von fossilen Ressourcen abhängig sind. Zudem sind PHAs biokompatibel, wodurch sie sich im besonderen Maße für die Verwendung in der Medizintechnik, z.B. für Implantate eignen. Mikroorganismen sind jedoch hochgradig regulierte Systeme, die schnell und effizient auf veränderte Umgebungsbedingungen reagieren, um dadurch ihr Überleben zu sichern. Diese zellinternen Regulationsmechanismen beeinflussen auch die PHA-Synthese und steuern somit Menge und Eigenschaften des gebildeten PHA. Um die Ausbeute an gebildetem PHA zu maximieren und die für die jeweilige Anwendung benötigten Polymereigenschaften (e.g. Formbarkeit, Härte, Elastizität,...) zu erreichen, ist ein tieferes Verständnis der zellinternen Regulationsmechanismen von großer Bedeutung. Ziel dieses Projektes ist es daher, mit Hilfe der Kombination von mathematischer Modellierung und biologischen Experimenten, die wesentlichen Regulationsmechanismen aufzuklären und mathematisch abzubilden. Dies soll dazu beitragen, die immer noch sehr hohen Produktionskosten von Bio-Polymeren zu senken und Methoden zu entwickeln, welche es erlauben, die gewünschten funktionalen und technischen Eigenschaften der Bio-Polymere direkt schon während der Fermentation einzustellen.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Robert Dürr

Kooperationen: Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Timo Frensing, OvGU Magdeburg & MPI Magdeburg; Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl, OvGU Magdeburg & MPI Magdeburg

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2012 - 31.08.2016

Numerische Methoden zur Simulation und Parameteridentifikation von höher-dimensionalen verteilt parametrischen Systemen in der Biotechnologie

In vielen biotechnologischen Prozessen hat die Heterogenität innerhalb von Zellkulturen einen großen Einfluss auf die Produktmenge und -qualität. Anwendungsbeispiele lassen sich in der Grippe-Impfstoffproduktion und Biopolymerherstellung finden. Deren mathematische Beschreibung dient einem genaueren Verständnis sowie der Optimierung und Regelung der Produktionsprozesse. Eine Modellbildung ist mit Hilfe der populationsdynamischen Modellierung möglich, die auf multivariate partielle Differentialgleichungen führt. Für diese Systemklasse ist der Einsatz von Standard-Methoden zur numerischen Lösung und Parameterschätzung nicht effektiv. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit Methoden zu entwickeln, mit denen die hochdimensionalen Modelle simuliert und an experimentelle Daten angepasst werden können. In einem ersten Schritt wurde eine approximative Momentenmethode entwickelt, die eine effektive Berechnung wichtiger Eigenschaften der multivariaten heterogenen Systeme wie Mittelwert und Varianz ermöglicht.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Robert Dürr, MSc. Stefanie Velten

Förderer: Bund; 01.01.2013 - 31.08.2016

Populationsdynamische Modellierung und Optimierung der Virusreplikation bei der Impfstoffproduktion

Als Teil des Verbundprojektes CellSys Cell Line Development by Systems Biology, welches sich zum Ziel gesetzt hat, mit Hilfe eines systembiologischen Ansatzes eine Hochleistungszelllinie für die Influenza-Impfstoffproduktion zu entwickeln, werden im vorliegenden Projekt Methoden der populationsdynamischen Modellierung angewendet, um den Einfluss zellulärer Faktoren auf die Virusreplikation in Bioreaktoren zu quantifizieren. Zu diesem Zweck werden geeignete Modellierungsstrategien entwickelt, mithilfe derer sich elementare biologische Prozesse auf Einzelzellebene in die populationsdynamische Formulierung einbetten lassen. Die Zustandsvariablen der Einzelzellbeschreibung werden dabei in Eigenschaftskordinaten des populationsdynamischen Modells transformiert, sodass in vielen Fällen eine Modellreduktion unerlässlich ist. In Abhängigkeit von der Modellkomplexität werden stochastische oder deterministische Ansätze verwendet. Desweiteren werden Ergebnisse durchflusszytometrischer Untersuchungen zu Modellvalidierung bzw. -invalidierung genutzt, sodass sich daraus neue biologische Modellhypothesen ableiten und neue Experimente planen lassen. Die validierten Modelle sollen schließlich genutzt werden, um Schlussfolgerungen für ein optimales biologisches Prozessdesign zu ziehen. Das Projekt wird im Rahmen des Moduls II Transfer der Initiative e:Bio Innovationswettbewerb Systembiologie vom BMBF gefördert.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Jun.-Prof. Stefan Palis

Förderer: Haushalt; 01.07.2013 - 31.12.2017

Regelung von Systemen mit verteilten Parametern

Viele Systeme werden durch Zustandsvariablen beschrieben, die sich nicht nur entlang der Zeit sondern auch entlang einer Orts- oder anderen Koordinate bewegen. Diese Prozesse werden daher Systeme mit verteilten Parametern genannt. Die entsprechenden mathematischen Modelle sind typischerweise nichtlineare partielle Differentialgleichungen, die aus regelungstechnischer Sicht herausfordernd sind. Die Zielstellung dieses Projektes ist daher der systematische Reglerentwurf unter Verwendung von Konzepten der:

- Robusten Regelungstheorie,
- Generalisierten Stabilitätstheorie nach Lyapunov, d.h. der Stabilität im Sinne zweier Diskrepanzen

Typische Anwendungsbeispiele sind Energieübertragungsleitungen, Populationsbilanzen für Partikelprozesse, elastische Wellen und Rohrreaktoren.

Projektleitung: Prof. Dr. Achim Kienle

Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Stefan Palis, Dipl.-Ing. Christian Dreyschultze

Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. Evangelos Tsotsas, OvGU Magdeburg; Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich, TU Hamburg-Harburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 17.06.2013 - 16.06.2017

Untersuchung des dynamischen Verhaltens der Sprühgranulation in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichtströmen

Wirbelschichtströme spielen in der chemischen, pharmazeutischen, Düngemittel- und Lebensmittelindustrie eine große Rolle. Zum genaueren Verständnis der in ihnen ablaufenden dynamischen Prozesse, der Prozessintensivierung und -automatisierung ist eine mathematische Beschreibung notwendig. Hierzu bietet sich die Verwendung von populationsdynamischen Modellen an, da diese eine Eigenschaftsbeschreibung, z.B. Partikelfeuchte und -größe, erlauben. Zur Unterscheidung von verschiedenen Modellkandidaten sollen im Rahmen dieses Projektes Methoden der nichtlinearen Analyse eingesetzt werden. Hierbei werden alle Modellkandidaten eingehend in einem gegebenen Parameterraum untersucht und besonders interessante Betriebsbereiche für zusätzliche experimentelle Untersuchungen abgeleitet. Diese zusätzlichen Experimente können anschließend genutzt werden um einzelne Modellkandidaten zu verwerfen. Zur Beschleunigung der aufwändigen Experimente und zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit werden alle Experimente im geschlossenen Regelkreis, d.h. unter Verwendung eines Reglers, durchgeführt.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

Projektbearbeitung: M. Sc. Banafsheh Jabarivelisdeh

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.12.2014 - 30.11.2016

Modeling and Analysis of Heterogeneous Cell Populations

The research project is focussed on the modeling and analysis of heterogeneous cell populations. The first aim is to construct a biologically meaningful computational model for cell population dynamics from an assumed underlying gene regulatory network and specific growth dynamics, taking into account heterogeneity of the cells and stochastic changes on a slow time scale. As a second aim, the developed model class should form the basis for the development of computational methods that allow to reconstruct the cellular heterogeneity and other biological parameters from typical biological measurements.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Waldherr

Projektbearbeitung: M. Sc. Mubashir Hussain

Kooperationen: Prof. Peter Scheurich, Universität Stuttgart

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 06.01.2012 - 05.01.2016

Rechnerbasierte Modellierung, Sensitivitätsanalyse und Parameterschätzung für heterogene Zellpopulationen

Ziel des Projektes ist die Entwicklung neuer rechnerbasierter Methoden zur Modellierung und Analyse von großen Populationen strukturell identischer Systeme mit heterogenen Parametern und Populationsdynamik. Solche Populationen treten in biologischen Systemen auf, beispielsweise im Gewebe höherer Organismen, oder in Kolonien von Mikroorganismen. In diesen Fällen sind Zellen desselben Zelltyps strukturell ähnlich, können aber beispielsweise wegen Unterschieden in Proteinmengen oder Genaktivitäten dennoch unterschiedliches Verhalten zeigen. In

mathematischen Modellen können diese Unterschiede durch Variationen in den Parameterwerten für einzelne Zellen abgebildet werden. Das Projekt strebt eine Modellierungsstruktur an, bei der heterogene Populationen durch eine Zustandsdichtefunktion beschrieben werden, und bei der die Dynamik auf der Ebene des individuellen Systems zur Populationsebene hin extrapoliert wird. Die vorgeschlagene Struktur basiert auf etablierten Einzelzell-Modellierungsansätzen für zelluläre Systeme, und zielt auf Populationsmodelle ab, die durch eine Erweiterung bestehender Einzelzellmodelle konstruiert werden. Dieser Ansatz soll realisiert werden durch die Formulierung einer Zustandsdichtefunktion, welche die Population charakterisiert, und deren Dynamik durch eine partielle Differentialgleichung beschrieben ist, die aus intrazellulären Mechanismen und der Zellpopulationsdynamik, d.h. Zellteilung und Zelltod, hergeleitet wird. Die Betrachtung der Zellpopulationsebene ist beispielsweise erforderlich, um dynamische physiologische Prozesse in biologischem Gewebe oder metabolische Prozesse in einem Bioreaktor von der zellulären Ebene ausgehend zu verstehen. Zur Verwendung der vorgeschlagenen Modellklasse müssen auch geeignete Analysemethoden entwickelt werden, die rechenstechnisch effizient verwendet werden können. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf der Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und Unsicherheitsanalyse für die hier entwickelte Klasse von Populationsmodellen. Eine Anwendung des vorgeschlagenen Modellierungsansatzes und der Analysemethoden soll im Bereich der Zellbiologie realisiert werden, und zwar für den Prozess des programmierten Zelltods aufgrund eines extrazellulären biochemischen Stimulus. In diesem System tritt Heterogenität in der Zellpopulation dadurch auf, dass ein Teil der Zellen einer Population bei einem gegebenen Stimulus stirbt, während der übrige Teil überlebt. Auf Basis existierender Einzelzellmodelle für diesen Prozess wird der hier entwickelte Ansatz eingesetzt, um in Zusammenarbeit mit dem Kooperationsprojekt von Prof. Scheurich die dieser Heterogenität zugrunde liegenden Mechanismen besser zu verstehen.

Projektleitung: Dipl.-Ing. Erik May

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Erik May, Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Kooperationen: GFal - Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.; MEDIAN Klinik NRZ Magdeburg

Förderer: BMWi/AIF; 01.04.2015 - 31.03.2017

reha step Projekt - Trainingsgerät zur klinischen Gangrehabilitation von Schlaganfallpatienten

Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich [2]

Mehrere Studien haben bestätigt, dass der Therapieerfolg positiv mit einem frühen Beginn, einer höheren Intensität und einem aufgaben-spezifischen Training korreliert. Der Schlaganfall gehört zu den häufigsten Erkrankungen und betrifft allein in Deutschland ca. 260.000 Menschen jährlich [1]. Hierbei stellen motorische Funktionsstörungen die häufigsten neurologischen Ausfallerscheinungen bei den Überlebenden dar. Ziel der Rehabilitationsbehandlung ist es, verloren gegangene Fähigkeiten durch die Neustrukturierung des Gehirns wiederzuerlangen (Neuroplastizität). Speziell für die Gangrehabilitation ist neben den durch die Bewegung ausgelösten Nervenreizen auch eine Stimulierung der Rezeptoren in der Fußsohle durch Stand- und Gehbelastung erforderlich [2]

Mehrere Studien haben bestätigt, dass der Therapieerfolg positiv mit einem frühen Beginn, einer höheren Intensität und einem aufgaben-spezifischen Training korreliert [3]. Durch den erheblichen personellen und finanziellen Therapieaufwand ergeben sich im klinischen Alltag allerdings Restriktionen, die oftmals eine optimale Trainingshäufigkeit verhindern. Die technologische Unterstützung der Gangrehabilitation kann dem entgegenwirken. Existierende medizinische Systeme, die das Ziel haben, das Training zu intensivieren, sind jedoch sehr platzintensiv und stationär oder ermöglichen kein Training in einer aufrechten Haltung, um die Fußsohlen zu reizen.

Das Forschungsprojekt konzentriert sich deshalb auf die Konzepterstellung, Entwicklung und Validierung eines neuartigen Trainingsgerätes zur Gangrehabilitation motorisch geschädigter Schlaganfallpatienten. Bei diesem Trainingsgerät soll es sich um eine mobile und aktive Beinscheine handeln, die das Training in der Rehabilitationsklinik um einen neuen gerätegestützten Ansatz erweitert. Vor allem werden Übungen in der Frührehabilitation, aber auch in den weiterführenden Rehabilitationsphasen unterstützt. Der Einsatz dieses Trainingsgerätes soll die Intensität der Übungen erhöhen, die Patientensicherheit durch Stabilisierung der notwendigen Gelenke verbessern und die betreuenden Therapeuten entlasten.

- [1] Heuschmann P., Busse O., Wagner M., et al. (2010). Schlaganfall-häufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. *Aktuelle Neurologie* 37 (7), S. 333-40.
[2] Dietz, V. (2004). Locomotor activity in spinal cord-injured persons. *Journal of Applied Physiology* 96 (5), 1954-60
[3] Nelles, G. (Hrsg.) (2014). Neurologische Rehabilitation. 115 Tabellen. Stuttgart .

6. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Bangemann, Thomas; Riedl, Matthias; Thron, Mario; Diedrich, Christian

Integration of classical components into industrial cyber-physical systems

In: Proceedings of the IEEE. - New York, NY [u.a.]: Inst, Bd. 104.2016, 5, S. 947-959;

[Imp.fact.: 5,629]

Bück, Andreas; Neugebauer, Christoph; Meyer, Katja; Palis, Stefan; Diez, E.; Kienle, Achim; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Influence of operation parameters on process stability in continuous fluidised bed layering with external product classification

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 300.2016, S. 37-45;

[Kongress: 7th International Granulation Workshop 2015: Granulation across the length scales];

Diedrich, Christian; Riedl, Matthias

Engineering and integration of automation devices in I40 systems

In: Automatisierungstechnik: AT. - Berlin: De Gruyter, Bd. 64.2016, 1, S. 41-50;

[Imp.fact.: 0,187]

Dürr, Robert; Müller, Thomas; Duvigneau, Stefanie; Kienle, Achim

An efficient approximate moment method for multi-dimensional population balance models - application to virus replication in multi-cellular systems

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ces.2016.11.015>;

[Imp.fact.: 1,073]

Duvigneau, Stefanie; Sharma-Chawla, Niharika; Boianelli, Alessandro; Stegemann-Koniszewski, Sabine; Nguyen, Van Kinh; Bruder, Dunja; Hernandez-Vargas, Esteban A.

Hierarchical effects of pro-inflammatory cytokines on the post-influenza susceptibility to pneumococcal coinfection

In: Scientific reports. - London: Nature Publishing Group; Bd. 6.2016, Art.-Nr. 37045, insges. 11 S.;

[Imp.fact.: 5,228]

Faulwasser, Timm; Findeisen, Rolf

Nonlinear model predictive control for constrained output path following

In: IEEE transactions on automatic control. - New York, NY: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Bd. 61.2016, 4, S. 1026-1039;

[Imp.fact.: 2,779]

Faulwasser, Timm; Weber, Tobias; Zometa, Pablo; Findeisen, Rolf

Implementation of nonlinear model predictive path-following control for an industrial robot

In: IEEE transactions on control systems technology: a publication of the IEEE Control Systems Society. - New York, NY: IEEE, insges. 7 S., 2016;

[Imp.fact.: 2,818]

Kienle, Achim; Palis, Stefan; Mangold, Michael; Dürr, Robert

Modeling and simulation of particulate processes

In: Iektronnoe modelirovanie: Akademija Nauk Ukrainskoj USSR. - Kiev: Naukova Dumka, Bd. 38.2016, 5, S. 23-34;

Kögel, Markus; Findeisen, Rolf

Output feedback MPC with send-on-delta measurements for uncertain systems

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 49.2016, 22, S. 145-150;

[Kongress: 6th IFAC Workshop on Distributed Estimation and Control in Networked Systems NECSYS 2016, Tokyo, Japan, 8-9 September, 2016];

Koulchitsky, Stanislav; Delaïresse, Charlotte; Beeken, Thom; Monteforte, Alexandre; Dethier, Julie; Quertemont, Etienne; Findeisen, Rolf; Bullinger, Eric; Seutin, Vincent

Activation of D2 autoreceptors alters cocaine-induced locomotion and slows down local field oscillations in the rat ventral tegmental area

In: Neuropharmacology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 108.2016, S. 120-127;

[Imp.fact.: 4,936]

Kunde, Christian; Michaels, Dennis; Micovic, Jovana; Lutze, Philip; Górak, Andrzej; Kienle, Achim

Deterministic global optimization in conceptual process design of distillation and melt crystallization

In: Chemical engineering and processing. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 99.2016, S. 132-142;

[Imp.fact.: 2,071]

Lucia, Sergio; Schliemann-Bullinger, M.; Findeisen, Rolf; Bullinger, Eric

A set-based optimal control approach for pharmacokinetic/pharmacodynamic drug dosage design

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 49.2016, 7, S. 797-802;

[Kongress: 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems Including Biosystems, Trondheim, Norway, 6-8 June, 2016];

Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Heinrich, S.; Kienle, Achim

A dynamic two-zone model of continuous fluidized bed layering granulation with internal product classification

In: Particology. - Amsterdam: Elsevier, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.partic.2016.07.001>;

[Imp.fact.: 0,682]

Rinke, Kristine; Jost, Felix; Findeisen, Rolf; Fischer, Thomas; Bartsch, Rainer; Schalk, Enrico; Sager, Sebastian

Parameter estimation for leukocyte dynamics after chemotherapy

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 49.2016, 26, S. 44-49;

[Kongress: Foundations of Systems Biology in Engineering, FOSBE 2016, Magdeburg, Germany, 9-12 October, 2016];

Streif, Stefan; Kim, Kwang-Ki K.; Rumschinski, Philipp; Kishida, Masako; Shen, Dongying Erin; Findeisen, Rolf; Braatz, Richard D.

Robustness analysis, prediction, and estimation for uncertain biochemical networks - an overview

In: Journal of process control: a journal affiliated with IFAC, the International Federation of Automatic Control.

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 42.2016, S. 14-34;

[Imp.fact.: 2,653]

Suvarov, Paul; Wouwer, Alain vande; Lee, Ju Weon; Seidel-Morgensten, Andreas; Kienle, Achim

Control of incomplete separation in simulated moving bed chromatographic processes

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 49.2016, 7, S. 153-158;

[Kongress: 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems Including Biosystems, DYCOPS-CAB 2016, Trondheim, Norway, 6-8 June, 2016];

Begutachtete Buchbeiträge

Bock, Jürgen; Diedrich, Christian; Gössling, Andreas; Hänisch, Rolf; Kraft, Andreas; Pethig, Florian; Niggemann, Oliver; Reich, Johannes; Vollmar, Friedrich; Wende, Jörg

Interaktionsmodell für Industrie 4.0 Komponenten

In: Entwurf komplexer Automatisierungssysteme: EKA 2016; Beschreibungsmittel, Methoden, Werkzeuge und Anwendungen; 14. Fachtagung mit Tutorium; 24. bis 25. Mai 2015 in Magdeburg. - Magdeburg: Inst. für Automation und Kommunikation e.V., insges. 16 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Bück, Andreas; Dürr, Robert; Vorhauer, Nicole; Friese, Larissa; Tsotsas, Evangelos

Feedback control of microwave drying of solids

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-5-3, insgesamt 7 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Bück, Andreas; Wegner, M.; Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Bifurcation analysis of process stability of continuous fluidized bed agglomeration with external product classification

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1881-1886;

[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Diedrich, Christian; Hadlich, Thomas; Thron, Mario

Semantik durch Merkmale für Industrie 4.0

In: Handbuch Industrie 4.0: Produktion, Automatisierung und Logistik. - Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, insges. 16 S., 2016;

Dürr, Robert; Duvigneau, Stefanie; Laske, Tanja; Bachmann, Mandy; Kienle, Achim

Analyzing the impact of heterogeneity in genetically engineered cell lines for influenza vaccine production using population balance modeling

In: FOSBE 2016: 6th International Conference on Foundations of Systems Biology in Engineering Magdeburg, Germany, October 9-12, 2016: program booklet. - Magdeburg; 2016, Art. TuPP.1, S. 32

[Kongress: 6th International Conference on Foundations of Systems Biology in Engineering, FOSBE 2016, Magdeburg, Germany, October 9-12, 2016];

Findeisen, Rolf; Grover, Martha A.; Wagner, Christian; Maiworm, Michael; Temirov, Ruslan; Tautz, F. Stefan; Salapaka, Murti V.; Salapaka, Srinivasa; Braatz, Richard D.; Moheimani, S. O. Reza

Control on a molecular scale - a perspective

In: American Control Conference (ACC), 2016: 6 - 8 July 2016. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 3069-3082;

[Kongress: American Control Conference (ACC), Boston, 6-8 July, 2016];

Förster, Niklas; Leidhold, Roberto; Palis, Stefan

Maximisation of back EMF in a high performance PMSM machine with concentrated windings

In: IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC 2016). - Piscataway, NJ: IEEE, S. 586-590

[Kongress: IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC 2016), Varna, Bulgarien, 25-30 September, 2016];

Geyyer, Rostyslaw; Dürr, Robert; Temmel, E.; Li, T.; Lorenz, H.; Palis, Stefan; Seidel-Morgenstern, Andreas; Kienle, Achim

Control of MSMPR crystallization processes

In: BIWIC 2016: 23rd International Workshop on Industrial Crystallization, September 6-8, 2016, Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems Magdeburg - Germany. - Göttingen: Cuvillier Verlag, S. 335-341

[Kongress: 23rd International Workshop on Industrial Crystallization, BIWIC 2016, Magdeburg, 6-8 September, 2016];

Kishida, Masako; Findeisen, Rolf

-based approaches to determining guaranteed consistent and inconsistent parameter sets
In: 2015 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), S. 6603-6608, 2016;
[Kongress: 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Osaka, Japan, 15-18.12, 2015];

Kögel, Markus; Findeisen, Rolf

Robust output feedback predictive control with self-triggered measurements
In: 2015 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), S. 5487-5493, 2016;
[Kongress: 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Osaka, Japan, 15-18.12, 2015];

Mertens, Nick; Kunde, Christian; Kienle, Achim; Michaels, Dennis

A reformulation strategy for deterministic global optimization of ideal multi-component distillation processes
In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 691-696;
[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Muhlfordt, Tillmann; Paulson, Joel A.; Braatz, Richard D.; Findeisen, Rolf

Output feedback model predictive control with probabilistic uncertainties for linear systems
In: American Control Conference (ACC), 2016: 6 - 8 July 2016. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 2035-2040;
[Kongress: American Control Conference (ACC), Boston, 6-8 July, 2016];

Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Bück, Andreas; Diez, Eugen; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos; Kienle, Achim

Influence of mill characteristics on stability of continuous layering granulation with external product classification
In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1275-1280;
[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Palis, Stefan; Neugebauer, Christoph; Bück, Andreas; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos; Kienle, Achim

Control of multi-chamber continuous fluidized bed spray granulation
In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Patrascu, Andrei; Necoara, Ion; Findeisen, Rolf

Rate of convergence analysis of a dual fast gradient method for general convex optimization
In: 2015 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), S. 3311-3316, 2016;
[Kongress: 54rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Osaka, Japan, 15-18.12, 2015];

Potluri, Sasanka; Diedrich, Christian

Accelerated deep neural networks for enhanced Intrusion Detection System
In: 21th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). - Piscataway, NJ: IEEE, 2016; <http://dx.doi.org/10.1109/ETFA.2016.7733515>
[Kongress: 21th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Berlin, 6-9 September, 2016];

Seidel, Heiko; Mühlhause, Mathias; Jäger, Tobias; Fay, Alexander; Diedrich, Christian

Automatische Workflow-Generierung auf Basis eines Datenmodells mit Engineering-Beziehungen zur Sicherstellung eines konsistenten Planungsstandes
In: Entwurf komplexer Automatisierungssysteme: EKA 2016; Beschreibungsmittel, Methoden, Werkzeuge und Anwendungen; 14. Fachtagung mit Tutorium; 24. bis 25. Mai 2015 in Magdeburg. - Magdeburg: Inst. für Automation und Kommunikation e.V., insges. 11 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Süß, Sebastian; Magnus, Stephan; Thron, Mario; Zipper, Holger; Odefey, Ulrich; FäBler, Victor; Strahilov, Anton; Klodowski, Adam; Bär, Thomas; Diedrich, Christian

Test methodology for virtual commissioning based on behaviour simulation of production systems
In: 21th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). - Piscataway, NJ: IEEE, 2016; <http://>

dx.doi.org/10.1109/ETFA.2016.7733624

[Kongress: 21th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Berlin, 6-9 September, 2016];

Takács, G.; Menéndez Zometa, P.; Findeisen, Rolf; Rohal-Ilkiv, B.

Embedded model predictive vibration control on low-end 8-bit microcontrollers via automatic code generation

In: 23rd International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2016: Athens; Greece; 10 July 2016 through 14 July 2016. - Athen

[Kongress: 23rd International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2016, Athen, 10. - 14. July 2016];

Waldherr, Steffen

State estimation in constraint based models of metabolic-genetic networks

In: American Control Conference (ACC), 2016: 6 - 8 July 2016. - Piscataway, NJ: IEEE, S. 6683-6688;

[Kongress: American Control Conference (ACC), Boston, 6-8 July, 2016];

Wisniewski, Lukasz; Wendt, Verena; Jasperneite, J.; Diedrich, Christian

Scheduling of PROFINET IRT communication in redundant network topologies

In: Communication in automation: 2016 IEEE World Conference on Factory Communication Systems (WFCS);

[Kongress: 2016 IEEE World Conference on Factory Communication Systems (WFCS), 3 - 6 May 2016, Aveiro, Portugal];

Herausgeberschaften

Jumar, Ulrich [HerausgeberIn]; Diedrich, Christian [HerausgeberIn]

Entwurf komplexer Automatisierungssysteme - EKA 2016; Beschreibungsmittel, Methoden, Werkzeuge und

Anwendungen; 14. Fachtagung mit Tutorium; 24. bis 25. Mai 2015 in Magdeburg. - Magdeburg: Inst. für Automation und Kommunikation e.V., 2016; 16 Seiten: 18 cm, ISBN 978-3-944722-35-1;

Kongress: Tagung EKA; 14 (Magdeburg): 2016.05.24-25

Fachtagung mit Tutorium "Entwurf komplexer Automatisierungssysteme"; 14 (Magdeburg): 2016.05.24-25

[Der USB-Stick enthält die vollständigen Beitragsmanuskripte.];

Dissertationen

Bensmann, Astrid Lilian; Sundmacher, Kai [GutachterIn]; Kienle, Achim [GutachterIn]

Modellbasierte Analysen zur Gestaltung und Betriebsführung von Biogasanlagen. - München: Dr. Hut, 2016; xiv, 149

Seiten: Illustrationen; 21 cm x 14.8 cm, 280 g - (Verfahrenstechnik); <http://www.dr.hut-verlag.de/978-3-8439-2908-0.html>, ISBN 978-3-8439-2908-0;

[Literaturverzeichnis: Seite 135-144];

Dürr, Robert; Kienle, Achim [GutachterIn]; Thévenin, Dominique [GutachterIn]

Parameter estimation and method of moments for multi dimensional population balance equations with application to vaccine production processes. - Magdeburg, 2016; ii, 151 Seiten: Illustrationen

[Literaturverzeichnis: Seite 141-150];

Erdrich, Philipp; Reichl, Udo [GutachterIn]; Kienle, Achim [GutachterIn]

Modellbasierte Bestimmung von Interventionsstrategien zur Optimierung der Produktion von Biokraftstoffen in Cyanobakterien. - Magdeburg, 2016; xx, 158 Seiten: Illustrationen

[Literaturverzeichnis: Seite 131-158];

Höme, Stephan; Diedrich, Christian [GutachterIn]

Analytische Modellierung des Zeitverhaltens von verteilten industriellen Steuerungssystemen. - Magdeburg, 2016; XIX, 188 Seiten: Illustrationen

[Literaturverzeichnis: Seite 159-169];

Kraft, Martin; Zadek, Hartmut [GutachterIn]; Jumar, Ulrich [GutachterIn]

Interaktionssystematik im Personenverkehrsfluss - eine Methoden-anwendung zur Bemessung der aktiven Sicherheit im

Straßenverkehr. - Magdeburg: LOGiSCH GmbH, 2016; xiv, 378 Seiten, Seite xv-xxvi: Illustrationen, Diagramme; 21 cm, ISBN 978-3-930385-95-9;
[Literaturverzeichnis: Seite 257-291];

Rubiera Landa, Héctor Octavio; Kienle, Achim [GutachterIn]

Development of an efficient method for simulating fixed-bed adsorption dynamics using Ideal Adsorbed Solution Theory. - Magdeburg, 2016; xxii, 227 Seiten: Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 195-222];

Suvarov, Paul; Kienle, Achim [GutachterIn]

Robuste Regelung von Simulated Moving Bed Chromatographieprozessen. - Magdeburg, 2016; 114 Seiten: Illustrationen
[englischer Titel: Robust control methods for Simulated Moving Bed chromatographic separation processes];