



# Institute of Computer Science (ICS-HSG)

Jahresbericht 2020

**D. Borth, S. Handschuh, S. Mayer, B. Weber**

2021-03-31

Institute of Computer Science



University of St. Gallen

---

## Danksagung

Die Direktoren des Institut für Informatik möchten sich an dieser Stelle sehr herzlich für die grosse Unterstützung bedanken, die wir durch verschiedene Stellen und Personen der Universität St. Gallen und darüber hinaus in unseren Vorhaben erfahren!

Sehr herzlich danken wir dem *Präsidenten – Prof. Dr. Ernst Mohr* – sowie den *Mitgliedern – Frau Doris Albisser, Herrn Markus Bänziger, Prof. Dr. Elgar Fleisch, Prof. Dr. Dietmar Grichnik, Frau Stephanie Schoss und Prof. Dr. Manfred Hauswirth* – unseres Geschäftsleitenden Ausschusses für ihren grossen Einsatz für das Institut und seine Vorhaben!

Zuletzt möchten wir rückblickend auf das Jahr 2020 dem grossen *Team der IT-Bildungsoffensive* innerhalb und ausserhalb der Universität St.Gallen für ihre wichtige und tatkräftige Unterstützung in der Implementierung dieses Grossprojekts danken!

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b> . . . . .	
<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>Lehrstuhl Damian Borth (AIML)</b> . . . . .	<b>2</b>
Personelles . . . . .	2
Forschung . . . . .	2
Projekte . . . . .	3
Lehre . . . . .	4
Outreach . . . . .	4
<b>Lehrstuhl Siegfried Handschuh</b> . . . . .	<b>5</b>
Personelles . . . . .	5
Forschung . . . . .	5
Lehre . . . . .	7
Outreach . . . . .	8
<b>Lehrstuhl Simon Mayer</b> . . . . .	<b>9</b>
Personelles . . . . .	9
Lehre . . . . .	10
Forschung . . . . .	10
<b>Lehrstuhl Barbara Weber</b> . . . . .	<b>12</b>
Personelles . . . . .	12
Lehre . . . . .	12
Forschung . . . . .	13
<b>Publikationen</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>Literatur</b> . . . . .	<b>18</b>

---

## Einleitung

Das Institut für Informatik (Institute of Computer Science, ICS-HSG) umfasst die Lehrstühle für *Artificial Intelligence and Machine Learning* (Prof. Dr. Damian Borth), *Data Science* (Prof. Dr. Siegfried Handschuh), *Interaction- and Communication-based Systems* (Prof. Dr. Simon Mayer), und *Software Systems Programming and Development* (Prof. Dr. Barbara Weber). Die entsprechenden Ordinarien bilden auch die **Direktion des ICS-HSG**, während die geschäftsführende Direktion seit November 2019 von Prof. Mayer übernommen wird.<sup>1</sup>

Der **Geschäftsleitende Ausschuss** des ICS-HSG unter dem Vorsitz von *Prof. Dr. Ernst Mohr* setzt sich seit dem Jahr 2019 zusammen aus *Frau Doris Albisser, Herrn Markus Bänziger, Prof. Dr. Elgar Fleisch, Prof. Dr. Dietmar Grichnik, Prof. Dr. Manfred Hauswirth* und *Frau Stephanie Schoss*.

Die Lehrstühle des ICS-HSG engagieren sich gemeinsam im Rahmen der **IT-Bildungsoffensive des Kantons St.Gallen** für den Aufbau der *Master- und Bachelor-Informatikstudienprogramm* an der HSG. Im Jahr 2020 wurde als wichtiger Meilenstein dieser Initiative die *School of Computer Science* der Universität St.Gallen gegründet, welcher Prof. Dr. *Barbara Weber* als Gründungsdekanin vorsitzt. Bezüglich der IT-Bildungsoffensive wurde zudem mit der Genehmigung des Master of Science in Computer Science (MSc CS HSG) unter der akademischen Leitung von Prof. Dr. *Siegfried Handschuh* ein weiterer und ausserordentlich wichtiger Meilenstein erreicht, und wir freuen uns bereits auf die ersten Informatik-Student\*innen, die im September 2021 ihr Masterstudium an der Universität St.Gallen beginnen werden. Besonders herzlicher Dank gebührt an dieser Stelle Dr. *Jochen Müller*. Neben unseren gemeinsamen *Lehr- und Forschungsaktivitäten* am ICS-HSG haben sich im Jahr 2020 ausserdem eine Vielzahl an weiteren gemeinsamen Aktivitäten mit anderen Instituten der HSG, nationalen und internationalen Universitäten und mit Unternehmen im In- und Ausland ergeben.

Mit dem vorliegenden Jahresbericht geben wir einen Überblick über die Aktivitäten des ICS-HSG und seiner Lehrstühle im Jahr 2020. Details und aktuelle Neuigkeiten präsentieren wir auf unserer Institutswebsite, <https://ics.unisg.ch/>

---

<sup>1</sup>Es handelt sich hier um eine koordinative Funktion und der geschäftsführende Direktor übt keine Vorgesetztenfunktion bzgl. der weiteren Direktionsmitglieder aus.

---

## Lehrstuhl Damian Borth (AIML)

Die Aufbauphase des Lehrstuhls „Artificial Intelligence and Machine Learning“ wurde im Jahr 2020 abgeschlossen. Es kam neues akademisches Personal an den Lehrstuhl, erste Forschungsprojekte konnten erfolgreich abgeschlossen werden und die Lehrtätigkeit wurde vertieft.

### Personelles

Der Lehrstuhl wurde 2020 um vier neue Mitarbeiter erweitert. Als Mitarbeiter konnten Dr. Michael Mommert (1. Apr. 2020), Linus Scheibenreif (1. Okt. 2020), Joëlle Hanna (1. Nov. 2020), sowie Dr. Dimche Kostadinov (1. Nov. 2020) gewonnen werden. Hierdurch konnte unter anderen der Forschungsbereich „Analyse von Satellitenbilddaten“ vertieft werden. Dieser hat zum Ziel, den Einsatz von tiefen Neuronalen Netzen auf Satellitendaten zu untersuchen, um diese im Kontext des Klimawandels einzusetzen. Auf studentischer Seite wurden am Lehrstuhl vier hilfswissenschaftliche Mitarbeiter angestellt. Darüber hinaus konnte trotz Pandemie die Kollaboration mit der Polytechnic University of Catalonia (UPC), Barcelona durch einen Studentenaustausch 2020 weitergeführt werden.

### Forschung

Das Ende 2018 ausgearbeitete Forschungsprofil mit Fokus auf Künstliche Intelligenz (KI) und das Maschinelle Lernen (ML) wurde weiter vertieft. Der Lehrstuhl koordiniert die Forschung der vier Teilbereiche: (a) Architektur und Lernalgorithmen des Deep Learning (b) Analyse und Synthese von multimodalen Daten (c) Analyse von Satellitenbilddaten und (d) Analyse von transaktionalen Finanzdaten.

Auch 2020 bildete ein Schwerpunkt unserer Forschung die Arbeiten an „Text-to-Speech“ (TTS) Synthese. Diese Forschungsaktivitäten fallen in die Bereiche (a) und (b) und haben zum Ziel aus geschriebenem Text gesprochenes Audio in der Stimme des Autors zu erzeugen. Hierfür wurde das bereits entwickelte „End-to-End“ Lernsystem erweitert, um mehrere Sprecher und ihre Sprechcharakteristik abbilden zu können. Im Hinblick auf die Erzeugung Synthetischer Daten wurden

---

auch sozio-ökonomische Aspekte solcher Technologien betrachtet und in einer Studie in Zusammenarbeit mit der MCM-HSG veröffentlicht.

Im Bereich „Analyse von Satellitenbilddaten“ wurde 2020 ein neuer Forschungsfokus auf den Einsatz von Satellitendaten im Kontext des Klimawandels gelegt. Hier konnten erste Arbeiten im Bereich der automatischen Rauchwolkenerkennung von Kraftwerken, welche durch fossile Brennstoffe angetrieben werden, erfolgreich publiziert werden. Das vorgestellte System ist in der Lage, weltweit Industrierauch durch Schleierwolken zu erkennen und diese über eine Segmentierung quantitativ zu messen.

Bei der Analyse von transaktionalen Finanzdaten konnten 2020 mehrere Beiträge publiziert werden. Ein Grundlagenbeitrag ist in Zusammenarbeit mit dem ACA-HSG in der schweizerischen EXPERT FOCUS Zeitschrift erschienen. Dieser Beitrag zeigt eine Übersicht der Einsatzmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung. Ein wesentliches Element davon ist das repräsentative Sampling des Buchungsstoffes bei der Jahresabschlussprüfung. Eine weitere Publikation beschreibt, wie eine repräsentative Teilmenge des gesamten Buchungsstoffes automatisiert ausgewählt werden kann um diese nachfolgend zu prüfen.

Zusammengefasst wurden im Jahr 2020 am Lehrstuhl ein Zeitschriftenartikel und vier Konferenz- und Workshop-Beiträge publiziert. Eine Übersicht der veröffentlichten Beiträge kann man auf der Alexandria Forschungsplattform der Universität finden<sup>2</sup>. Abschliessend sei zu erwähnen, dass die Leitung und die Mitarbeiter des Lehrstuhls im Berichtszeitraum als Gutachter bei verschiedenen Konferenzen und Zeitschriften tätig waren.

## Projekte

Im Jahr 2020 konnten mehrere Projekte erfolgreich abgeschlossen werden. Das HSG- Grundlagenforschungsfonds (GFF)-Projekt NeuralIP wurde in Kooperation mit Prof. Oliver Gassmann (ITEM-HSG) abgeschlossen und dient als Grundlage für weitere Vorhaben an der Schnittstelle von tiefen Neuronalen Netzen und deren Unterscheidbarkeit voneinander. Die Industrie-Projekte HeuriCarNN und VocallyYours wurden Ende 2020 ebenfalls erfolgreich abgeschlossen. Hier konnten mit den finalen Evaluationen erste Prototypen entwickelt werden, um diese an die Industriepartner übergeben zu können. Gerade im Kontext von VocallyYours, bei

---

<sup>2</sup>[https://www.alexandria.unisg.ch/view/pub\\_alex\\_user\\_id/7781.html?](https://www.alexandria.unisg.ch/view/pub_alex_user_id/7781.html?)

---

denen Stimmen künstlich synthetisiert werden, ergaben sich verschiedenen Möglichkeiten potentieller Weiterführung des Themenfeldes, welche zurzeit ausgearbeitet werden. Final sind 2020 auch neue Kooperation mit den Stadtwerken St. Gallen entstanden sowie mit der Entsorgung St. Gallen, welche der Betreiber des lokalen Kehrrichtkraftwerks ist.

## Lehre

Im Jahr 2020 wurden verschiedene Vorlesungen an der Universität St.Gallen durch den Lehrstuhl durchgeführt: Im Bachelor BWL wurde der “Fundamental in Computer Science” im Co-Teaching mit anderen Lehrstühlen des Instituts sowie die Vorlesung “Maschine Learning” durchgeführt. Auf Master-Level, wurden die Vorlesungen “Introduction to Artificial Intelligence and Machine Learning” im Master of Business Innovation (MBI) und „Introduction to Machine Learning and Deep Learning“ im Master für Strategische Unternehmensführung (MUK) angeboten. Beide Vorlesungen erlauben es den Studenten, ihr Profil in diesen Bereichen in Theorie und Praxis zu schärfen. Darüber hinaus wurde der Kurs „Advanced Topics in Deep Learning“ im Promotionsprogramm Informatik veranstaltet. Im Bereich Masterarbeiten wurden am Lehrstuhl zwei Masterarbeiten erfolgreich abgeschlossen. Bei der Executive Education hat der Lehrstuhl in verschiedenen Programmen die Bereiche Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Deep Learning vertreten. Zusätzlich wurden einzelne Vorträge bei anderen Instituten im Jahr 2020 auf Einladung durchgeführt.

## Outreach

Die Arbeiten des Lehrstuhls konnten auf verschiedenen Wegen der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Insbesondere hervorzuheben sind HSG-nahe Veranstaltungen wie die Unterstützung bei der Donatorenveranstaltung des HSG Learning Centers, sowie der gemeinschaftliche Vortrag zum “AI Canvas” mit Adrian Locher auf dem AlpsForum der Law & Economic Foundation St.Gallen. Darüber hinaus wurden mehrere eingeladene (virtuelle) Keynotes auf verschiedenen internationalen und nationalen Veranstaltungen wie bei der Schweizer Nationalbank, der Handelsblatt-KI-Konferenz oder der Global Legal Entity Foundation (GLEIF) vorgetragen.

---

## Lehrstuhl Siegfried Handschuh

Der Lehrstuhl für Data Science hat im Jahr 2020 seine Forschung im Bereich Natural Language Processing vertieft.

### Personelles

Wir begrüßten Dr. Tomas Hrycej (1. März 2020) als neues Mitglied des Lehrstuhls. Tomas ist ein Veteran der Neuroinformatik und der statistischen Datenanalyse. Er stärkt damit die technisch-mathematische Basis unserer Forschungsarbeit. Als Gastwissenschaftler haben wir Dr. Reto Gubelmann an den Lehrstuhl eingeladen, der die linguistischen Fähigkeiten von BERT<sup>3</sup>-basierten Sprachmodellen untersucht. Jan Spörer, Data Scientist bei der Commerzbank AG, ist als externer Doktorand am Lehrstuhl angenommen worden.

### Forschung

Im Jahr 2020 wurde vor allem im Bereich **Natural Language Processing** geforscht.

Mit dem Kollegen Abraham Bernstein von der Universität Zürich fand im Februar 2020 ein akademischer Workshop zwischen den beiden Lehrstühlen statt, um Forschungsgebiete und -themen vorzustellen sowie Forschende zu vernetzen.

Innerhalb der HSG gab es einen umfangreichen wissenschaftlichen Austausch, konkrete Projekte wurden mit Jan Marco Leihmeister (IWI) und Sabine Seufert (jetzt IBB) durchgeführt.

Das Projekt «Improving the Argumentation Skills of Students through Machine Learning» wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl von Kollege Leihmeister durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde von unserer Seite ein adaptives **Argumentation-Mining**-System entwickelt, das Studierende aktiv dabei unterstützt, ihre Fähigkeit, strukturiert, logisch und reflektiert zu argumentieren, zu verbessern. Das Projekt wurde im Jahr 2020 abgeschlossen. Die

---

<sup>3</sup>Bidirectional Encoder Representations from Transformers



---

Ergebnisse des Projekts wurden erfolgreich publiziert und erhielten u.a. einen Honourable Mention Award auf der renommierten CHI-Konferenz.

Ein neues Projekt, diesmal mit der Kollegin Sabine Seufert, wurde begonnen. Es trägt den Titel «Chatbot-mediated Learning for Developing Economic Literacy - An Experimental Comparison of Chatbot and Human Task Partners for Team Learning». In diesem Projekt wird von unserer Seite ein intelligente **Chatbot**-basierte Lernplattform entwickelt. In diesem Projekt untersuchen wir gemeinsam, wie diese Lernplattform für den Einsatz von Gruppenarbeit zur Steigerung der Teamleistung konzipiert und aufgebaut werden kann, um die ökonomische Kompetenz von Schülern und Schülerinnen der Sekundarstufe II zu schulen.

Im Kontext des EU Projekets CS-Aware<sup>4</sup> (A cybersecurity situational awareness and information sharing solution for local public administrations based on advanced big data analysis) wurde an **Machine Translation** sowie an der Analyse von Social-Media-Daten gearbeitet.

Das Projekt «Transfer Pricing Chatbot» wurde in 2020 weitergeführt. Es ist eine Kooperation mit PricewaterhouseCoopers GmbH WPG (PwC). Es beinhaltet die Konzeption und Implementierung eines intelligenten Dialogsystems ("TPChatbot") zur interaktiven und automatisierten Beantwortung von Fragen im Bereich Transfer Pricing. Der **Chatbot** basiert auf den neuesten Algorithmen der natürlichen Sprachverarbeitung und des maschinellen Lernens, die sowohl im Dialogablauf als auch bei der Suche nach relevanten Antworten eingesetzt werden

Ein Innosuisse-Projekt mit dem Namen «Mood Index» ist umfangreich vorbereitet worden: Das Ziel dieses Projekts ist es, globale soziale Unruhen auf der Basis von Social Media-Daten zu erkennen und zu überwachen. Ferner wurde gemeinsam mit der Universität Passau eine Antragsskizze für eine DACH-Forscherguppe zum Thema «KI-FOR **Knowledge Graphs** für Forschungsprozesse in den Digital Humanities» bei der strategischen Förderinitiative zur Künstlichen Intelligenz (KI) eingereicht.

Darüber hinaus beschäftigt sich der Lehrstuhl intensiv mit Deep-Learning Natural Language Processing und entsprechenden Big-Data-Sprachmodellen. Zum Beispiel haben wir ein experimentelles deutsches GTP-2-Modell (**Generative Pretrained Transformer 2**), für Nachrichtentexte entwickelt. Die Trainingsdaten waren eine Kombination aus der deutschen Wikipedia, dem «Ten Thousand German News Articles Dataset», «Europarl V7» und Artikeln aus dem Nachrichten-

---

<sup>4</sup><https://cyberwatching.eu/projects/959/cs-aware>

---

magazin «DER SPIEGEL», der Jahrgänge 2000-2014.

Insgesamt ist die Expertise des Lehrstuhls im Bereich Natural Language Processing (NLP) in der wissenschaftlichen Gemeinschaft weithin anerkannt. Dies spiegelt sich wieder in der Nominierung für das Senior Programme Committee für den Themenbereich NLP – und die entsprechende Nominierung von Mitgliedern des Lehrstuhls in das Programmkomitee – bei der renomierten European Conference on Artificial Intelligence (ECAI) 2020.

## Lehre

Im Frühjahrs- und Herbstsemester 2020 wurde die Lehrveranstaltung *Introduction to Text Mining with Python* im Rahmen des Master of Business Innovation und die Lehrveranstaltung *Data Science*, sowie *Foundamentals of Computer Science (Co-Teaching)* im Rahmen des Bachelor BWL durchgeführt. Darüber hinaus wurden im Herbstsemester mehrere Capstone-Projekte im Unternehmenskontext betreut, unter anderem zum Thema Social Robotics und Natural Language Processing. Bei den letztgenannten Projekten gab es besondere Unterstützung bei der Modellauswahl, dem Trainingsdesign und dem Annotationschema.

Im Bereich der Bachelor- und Masterarbeiten wurden vier Bachelor und zwei Masterarbeiten erfolgreich abgeschlossen. In der Executive Education hat der Lehrstuhl die Bereiche Data Science und Natural Language Processing in verschiedenen Programmen gelehrt.

Als Hauptverantwortlicher hat Siegfried Handschuh mit seinen Kollegen aus der Informatik intensiv an dem Konzept für einen Bachelor-Studiengang Informatik gearbeitet, engagiert mit Stakeholdern und in den entsprechenden Gremien argumentiert und geworben und es abschliessend dem HSG-Senat vorgestellt, wo es mit grosser Mehrheit verabschiedet wurde.

Der neue Masterstudiengang Informatik, ebenso wie die Vertiefungsrichtung Data Science, wurde vom Lehrstuhl am HSG Open-Day und am Master-Infotag ausführlich vorgestellt.

---

## Outreach

Die Arbeit des Lehrstuhls wurde in verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt. Hervorzuheben ist ein Vortrag bei der fünften ICT-Konferenz<sup>5</sup> der IHK Ostschweiz, bei dem wir Einblicke in das Forschungsgebiet «Natural Language Processing» gaben. Ebenso ein Webinar<sup>6</sup> an der HSG zum Thema «Can AI understand humans?» und ein Auftritt zusammen mit Dr. Markus Thannhuber, dem CTO der Einhell GmbH, bei den HSG Highlights 2020 zum Thema «Wie Algorithmen Sprache lernen».

Für die SIRA (Swiss Informatics Research Association) wurde ein Data Science Event<sup>7</sup> organisiert, der aufgrund der damaligen Bedingungen der Coronapandemie in hybrider Form durchgeführt wurde.

Außerdem ein Beitrag für die HSG-Kinderuniversität zum Thema künstliche Intelligenz. Ergänzt und illustriert wurde der Beitrag für die Kinder mit einer Umsetzung des in der Schweiz weit verbreiteten Kartenspiels Jass. Die Mitarbeiter des Lehrstuhls entwickelten und implementierten das Spiel, bei dem der Computergegner des Spielers mittels Reinforcement Learning trainiert wurde. Das Jass-Spiel wurde als spielbare Web-Applikation<sup>8</sup> zur Verfügung gestellt.

---

<sup>5</sup><https://www.ihk.ch/ict-lösungen-make-or-buy>

<sup>6</sup><https://www.youtube.com/watch?v=F4d17dM62DE>

<sup>7</sup><https://ics.unisg.ch/sira-data-science/>

<sup>8</sup><https://jass.ai>

---

## Lehrstuhl Simon Mayer

Der Lehrstuhl für Interaction- and Communication-based Systems am ICS-HSG beschäftigt sich mit dem Thema des industriellen Internet der Dinge, und insbesondere mit Fragen der Web-basierten Interaktion von unterschiedlichen cyber-physischen Systemen miteinander und mit Menschen. Besonderes Augenmerk legen wir auf die Autonomisierung solcher Systeme und auf Anwendungen in der industriellen Fertigung sowie auf die Erklärbarkeit des Verhaltens der Systeme für Anwender. Wir beschäftigen uns in diesem Kontext auch mit den rechtlichen Rahmenbedingungen komplexer cyber-physischer Systeme.

### Personelles

Das Team des Lehrstuhls ist auch im Jahr 2020 gewachsen.

Wir konnten mit *Dr. Kenan Bektaş*, *Dr. Kimberly Garcia* und *Dr. Andrés Gómez* drei neue Postdocs gewinnen, welche die Forschungsinteressen des Lehrstuhls in Richtung des Gebiets *Pervasive Computing* optimal abbilden. *Dr. Bektaş* beschäftigt sich mit gaze-basierter Interaktion von Menschen mit Dingen und mit darauf basierenden Möglichkeiten, die Fähigkeiten von Nutzern bezüglich Wahrnehmung und Interaktion mit ihrer Umgebung zu erweitern; *Dr. Garcia* befasst sich mit Konzepten zum Design und der Implementierung von proaktiven Assistenzsystemen mit fortgeschrittenem Verständnis des Nutzer-Kontext. Der Forschungsschwerpunkt von *Dr. Gómez* liegt auf energiegetriebenen (“energy-driven”) Systemen, welche beispielsweise in Sensornetzen über Monate oder Jahre hinweg mit nur sporadischer Energiezufuhr funktionieren können. Unser Lehrstuhl hat mit *Ganesh Ramanathan*, MSc, auch einen weiteren externen Doktoratsstudenten hinzugewonnen – Herr Ramanathan wird sich mit autonomen Systemen im Rahmen von Gebäudeautomatisierung beschäftigen, was ideal zu seiner langjährigen Erfahrung in diesem Bereich (mit der Siemens AG) passt. Zudem ist *Jan Albert*, BSc, zum Team des Lehrstuhls gestossen – Herr Albert unterstützt die Softwareentwicklung am Lehrstuhl und arbeitet dabei gemeinsam mit unseren Forscherinnen und Forschern an mehreren Projekten. Eine unserer Doktoratsstudentinnen, Frau *Jie Lian*, MSc, hat unseren Lehrstuhl im Jahr 2020 verlassen.

Das Team des Lehrstuhls für Interaction- and Communication-based Systems umfasst dadurch per Ende 2020 elf Mitglieder (1 Professor; 4 Forscher\*innen mit

---

Doktorat; 5 Doktoratsstudent\*innen; 1 Softwareentwickler). Aktuell führen wir weitere Gespräche mit potenziellen zukünftigen Mitarbeitenden und verfügen über offene Stellen für 2 weitere Doktoratsstudent\*innen.

## Lehre

Unsere Lehraktivitäten umfassen die Durchführung von zwei Veranstaltungen im Rahmen des *Master of Business Innovation* (MBI; *Introduction to Computer Systems and Networks* im Herbstsemester und *Ubiquitous Computing and the Internet of Things* im Frühjahrssemester) sowie von Informatikveranstaltungen im Rahmen des *Bachelor BWL* und von Informatik-Einführungsveranstaltungen für die anderen Studiengänge der HSG (seit dem HS19). Prof. Dr. Simon Mayer wirkt gemeinsam mit Prof. Dr. Walter Brenner als Verantwortlicher für den Profilbereich *Unternehmerische Informatik* im reformierten Bachelor BWL. Unsere MBI-Veranstaltungen, insbesondere *Introduction to Computer Systems and Networks*, erhielten wie bereits im HS18 und HS19 auch im HS20 exzellente Bewertungen durch die Studierenden.

## Forschung

Die Forschung unseres Lehrstuhls umfasst weiterhin zwei Hauptbereiche:

Einerseits forschen wir an der Schaffung von **Infrastrukturen zur Ermöglichung autonomen Verhaltens von Softwareagenten und ihrer Zusammenarbeit mit Menschen** auf der Basis von Technologien aus dem Web of Things, automatischer Planung und Multiagentensystemen. Unsere Kern-Anwendungsfälle für diese Systeme sind die flexible Produktionsplanung für fortgeschrittene Industrieautomatisierungssysteme sowie die Vereinfachung von Automatisierungsaufgaben im Rahmen der Gebäudeautomatisierung. In diesem Forschungsbereich haben wir im vergangenen Jahr mehrere Konferenz- und Zeitschriftenpublikationen veröffentlicht, beispielsweise in der Zeitschrift *Personal and Ubiquitous Computing*.<sup>9</sup> Unser durch den Schweizer Nationalfonds gefördertes internationales Forschungsprojekt in diesem Bereich<sup>10</sup> läuft seit Oktober 2019 und es entstehen dort nun die ersten veröffentlichbaren Resultate und Lieferobjekte.

---

<sup>9</sup>Siehe <https://www.alexandria.unisg.ch/260427/>

<sup>10</sup>Siehe <http://p3.snf.ch/project-189474>

---

Im Oktober 2020 ist in diesem Bereich mit *IntelloT* ein weiteres Forschungsprojekt<sup>11</sup> angelaufen, welches durch die Europäische Kommission gefördert wird – in IntelloT arbeitet unserer Forschungsgruppe mit zwölf Partnern an der Entwicklung von Technologien, die verschiedene künstliche Intelligenzen in Anwendungsfällen in der industriellen Fertigung, der autonomen Landwirtschaft, und der Patientenrehabilitation zusammenbringen. In diesem Bereich haben wir ausserdem über das Jahr 2020 ein *Dagstuhl Seminar*<sup>12</sup> vorbereitet, welches im Februar 2021 erfolgreich (obwohl online) durchgeführt wurde.

Unser zweiter Kernforschungsbereich umfasst die direkte **Interaktion von Menschen mit komplexen cyber-physikalischen Systemen** im Automatisierungsbereich. In diesem Bereich, der in unserem Team im Jahr 2020 stark gewachsen ist, haben wir im vergangenen Jahr mehrere Publikationen (v.A. Positionspapiere) auf internationalen Konferenzen veröffentlicht. Wir erhielten ausserdem einen positiven Förderbescheid der Schweizer Innovationsagentur Innosuisse für unser neues Projekt, *Mixed-Reality Support for Context-Aware and Autonomous Industrial Processes*; der Start dieses Projekts, welches eine Zusammenarbeit von zwei Forschungseinrichtungen und drei Umsetzungs- und Anwendungspartnern darstellt, wurde Covid-bedingt auf April 2021 verschoben.

Inspiziert durch unserer Forschung an autonomem Verhalten von Softwareagenten und der Interaktion solcher Agenten mit Menschen haben wir im Jahr 2020 ausserdem eine Zusammenarbeit mit Forschenden im rechtlichen Bereich begonnen. Diese Zusammenarbeit wurde initial gefördert durch den gemeinsamen Forschungsantrag *Legal Code / Program Code* bei der Hasler Stiftung und wir beschäftigen uns darin mit den Wechselwirkungen zwischen Pervasive Computing Systemen und ihrem rechtlichen Kontext. Im Jahr 2020 haben wir Resultate dieser Arbeit auf mehreren Konferenzen präsentiert (z.B. auf der *BILETA 2020 Conference on Regulating Transitions in Technology and Law*) und mehrere Resultate bei internationalen Journalen im Bereich zwischen Recht und Technologie eingereicht (z.B. in *Technology and Regulation*). Um diesen Austausch weiter zu fördern, ist Prof. Mayer im Jahr 2020 ausserdem dem Geschäftsleitenden Ausschuss der *Forschungsstelle für Informationsrecht* der Universität St.Gallen als Mitglied beigetreten.

---

<sup>11</sup>Siehe <https://cordis.europa.eu/project/id/957218>

<sup>12</sup>Siehe <https://www.dagstuhl.de/en/program/calendar/semhp/?semnr=21072>

---

## Lehrstuhl Barbara Weber

Der Lehrstuhl beschäftigt sich mit der Entwicklung adaptiver Softwaresysteme. Das umfasst einerseits die Entwicklung neuro-adaptiver Softwaresysteme und andererseits die flexible und adaptive Unterstützung von Geschäftsprozessen. Ausserdem forscht der Lehrstuhl an menschlichen und kognitiven Aspekten des Software und Process Engineerings. Themenübergreifend ist das *Process Mining* als zentrales Forschungsgebiet am Lehrstuhl angesiedelt.

### Personelles

Der Lehrstuhl "Software Systems Programming and Development" hat im Februar 2019 seinen Betrieb aufgenommen. Das Team umfasst im Jahr 2020 Dr. Francesca Zerbato, die im Themenschwerpunkt Process Mining arbeitet und Dr. Ronny Seiger, der im Bereich Internet of Things (IoT) und Process Management forscht, sowie Martin Eigenmann, der die Forschungstätigkeiten als Senior Software-Entwickler unterstützt. Thierry Sorg verstärkt die Forschungsaktivitäten im Bereich neuro-adaptiver Softwaresysteme am Lehrstuhl seit August 2020 als Doktorand. Eine Doktorandenstelle im Gebiet Process Mining wird im April 2021 mit Naeimeh Soltani besetzt und es befindet sich aktuell eine Doktorandenstelle im Bereich IoT in Ausschreibung. Darüber hinaus werden wir ab Juni 2021 Amine Abbad Andaloussi, dem eine International Postdoc Fellowship zugesprochen wurde, am Lehrstuhl begrüßen.

### Lehre

Unsere Lehraktivitäten umfassten die Durchführung einer Veranstaltung im Rahmen des Master of Business Innovation (*Business Process Management and Complex Event Processing*) im Frühjahrsemester 2020 sowie eine Veranstaltung im Profildbereich Unternehmerische Informatik des Bachelor BWL (*Development of Business Process Automation and Monitoring Solutions*) im Herbstsemester 2020. Darüber hinaus ist der Lehrstuhl in den Informatikveranstaltungen im Rahmen des Bachelor BWL sowie der Informatik-Querertüchtigung (seit dem HS19) zusammen mit den anderen Informatik-Lehrstühlen aktiv. Weiterhin wurden im Jahr 2020 zwei Bachelorarbeiten in Unternehmerischer Informatik mit erfolgreicher Abgabe im Frühjahr 2021 betreut. Zur Unterstützung der Bachelorarbeiten

---

sowie Lehrveranstaltung im MBI kam die im Jahr 2019 beschaffte Smart Factory von Fischertechnik als Basis für praktische Anwendungsfälle und Beispiele erfolgreich zum Einsatz.

## Forschung

Unsere Forschung beschäftigt sich aktuell mit folgenden drei Themen:

**Entwicklung Neuro-adaptiver Software Systeme** Wir forschen an der Entwicklung neuro-adaptiver Software Systeme, die sich an den emotionalen und kognitiven Zustand ihrer Benutzer anpassen. In Kooperation mit der Technical University of Denmark (DTU) und der University of Queensland (UQ) untersuchen wir neuro-physiologische Messungen im Kontext des digitalen Lernens. Ein Journal Beitrag zu diesem Thema befindet sich gerade im Begutachtungsprozess. Darüber hinaus arbeiten wir am Lehrstuhl, unterstützt durch die Hasler Stiftung, an einer Streaming Middleware zur Online-Verarbeitung von neuro-physiologischen Sensordaten. Ausserdem gelang es unter der Federführung des Lehrstuhls eine umfassende Literaturstudie zu neuro-physiologischen Messungen im Software Engineering in der renommierten Zeitschrift Journal of Systems and Software zu publizieren [WFR21].

**Flexible und adaptive Unterstützung von Geschäftsprozessen** Unsere Forschung im Bereich flexible und adaptive Geschäftsprozessunterstützung (Business Procss Management, BPM) fokussiert auf die Integration von Geschäftsprozessen und dem Internet of Things (IoT). Hier ist unter Beteiligung des Lehrstuhls das grundlegende BPM-IoT-Manifesto als Journal-Publikation entstanden [JKM<sup>+</sup>20]. Weiterhin haben sich im Jahr 2020 verschiedene Aspekte und damit verbundene Kollaborationen im Bereich BPM und IoT ergeben: 1) Zusammen mit unserem Forschungspartner an der TU Dresden sind zwei Journal-Publikationen zur Verwendung von BPM-Technologie, Augmented Reality und IoT zur nutzerorientierten Programmierung und Steuerung von cyber-physischen Systemen entstanden [SAG<sup>+</sup>20, SKKA21]. 2) Zusammen mit unseren Forschungspartnern an der Universität Trier haben wir uns auf die prozess-orientierte Abstraktion und Programmierung von Smart Factories fokussiert, woraus ebenfalls eine erste Publikation entstanden ist [MSBW20]. Weitergehende Projekte und Publikationen in diesem Bereich mit dem Partner sind im Entstehen. 3) Mit unseren



---

Forschungspartnern aus Dänemark und Mexiko untersuchen wir diverse Aspekte des Process Minings im Zusammenhang mit Daten und Prozessen im IoT. Auch hierzu gab es erste Publikationen [SZB<sup>+</sup>20, BESW20] und intensive Vorarbeiten und Diskussionen mit den Forschungspartnern sowie dem Kantonsspital St. Gallen als Praxispartner um einen SNF-Antrag für das Jahr 2021 vorzubereiten. Die ersten Prototypen wurden anhand von Beispielen auf der Fischertechnik Smart Factory erfolgreich implementiert und konnten bereits zur Eröffnung der School of Computer Science interessierten Vertretern aus der Industrie und auch in öffentlichen Videos der School präsentiert werden<sup>13</sup>. Die laufende Forschung zur Verknüpfung von BPM und IoT wurde ebenfalls im Rahmen des Science Slam an der HSG im November 2020 den Studierenden als spannendes Forschungsfeld vorgestellt.

**Menschliche und kognitive Aspekte im Software und Process Engineering** Wir untersuchen menschliche und kognitive Aspekte im Software and Process Engineering in enger Zusammenarbeit mit unseren internationalen Partnern. Unsere Forschung in diesem Bereich zeichnet sich dadurch aus, dass wir häufig multi-modale Daten sammeln und subjektive Messungen mit Messungen von Benutzerverhalten (z.B. Benutzerinteraktionen), neuro-physiologischen Messungen und Performance-Messungen kombinieren. Insbesondere sind wir daran interessiert wie Benutzer mit Software-Artefakten (z.B. Source Code oder Prozessmodell) interagieren.

Zusammen mit der Technical University of Denmark und der University of Copenhagen beschäftigen wir uns beispielsweise mit der Frage inwieweit die hybride Repräsentation von Geschäftsprozessen die Kommunikation zwischen Domänenexperten und IT-Spezialisten verbessern kann und wie Benutzer mit hybriden Repräsentationen, die textuelle Beschreibungen von Gesetzestexten mit formalen Prozessmodellen kombinieren, interagieren. Darüber hinaus arbeiten wir mit Kollegen von der University of Queensland in Australien an der Frage wie sich die Integration von Regeln und Geschäftsprozessen auf die Verständlichkeit auswirkt.

Im Jahr 2020 konnten wir unsere Forschung in diesem Bereich noch weiter stärken. Zusammen mit internationalen Partnern haben wir begonnen uns im Rahmen eines vom SNF geförderten Projekts intensiv mit dem Prozess des Process Mining zu beschäftigen<sup>14</sup>. Process Mining hat sich in den letzten Jahren zu einer ausgereiften Disziplin entwickelt. Process Mining umfasst mehrere explorative

---

<sup>13</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=\\_B60aTHCE5E](https://www.youtube.com/watch?v=_B60aTHCE5E)

<sup>14</sup><http://p3.snf.ch/Project-197032>

---

Analyseaufgaben, die wissensintensiv sind und von den Analysten verlangen, dass sie sich auf ihre eigene Erfahrung verlassen, um aus den Daten Erkenntnisse zu gewinnen. Bisher wurde jedoch wenig Aufmerksamkeit darauf verwendet, das Verhalten von Prozessanalysten während des Process Mining zu verstehen, einschließlich der Herausforderungen, denen sich die Analysten gegenübersehen. In unserer Forschung konzentrieren wir uns darauf, ein umfassendes Verständnis dafür zu erlangen, wie Analysten Process Mining in der Praxis durchführen (der "Prozess des Process Mining"), einschließlich häufiger Muster von effektivem und nicht-effektivem Verhalten, Analyseprofilen, gängigen Analysestrategien und typischen Herausforderungen. Hier arbeiten wir eng mit Partnern von der University of Haifa zusammen. Darauf aufbauend planen wir die Entwicklung von methodischen Anleitungen und softwarebasierter operativer Unterstützung, um (unerfahrene) Analysten während der Analyse zu unterstützen. Ein Beitrag mit den Ergebnissen einer im Jahr 2020 durchgeführten Pilotstudie ist derzeit unter Begutachtung.

Unsere Forschung in diesem Bereich resultierte in 2020 unter anderem in 5 angenommene Journal Publikationen sowie 2 Artikel auf CORE A Konferenzen [GBAW20, SDA<sup>+</sup>20, ABS<sup>+</sup>20, INBW20, ADB<sup>+</sup>20, HAC<sup>+</sup>20]. Besonders hervorzuheben ist, dass unter Beiteiligung des Lehrstuhls eine dieser Publikationen in der renomierten und als FT50 bewerteten Zeitschrift Journal of Management Information Systems [CFdV<sup>+</sup>20] erschienen ist. Für diese Leistung wurde Barbara Weber mit einer Erfolgsprämie ausgezeichnet.

Der Lehrstuhl konnte im Jahr 2020 wiederum grosse internationale Sichtbarkeit erzielen und einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass St. Gallen als Informatik Standort international Sichtbarkeit erlangt. Mit Barbara Weber als PC Chair war und ist der Lehrstuhl massgeblich in die Organisation der International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2021) involviert. Des Weiteren war und ist Barbara Weber als Workshop Chair an der Organisation der International Conference of Business Process Management (BPM 2021) beteiligt. Beide Konferenzen sind als Core A bewertet. Darüber hinaus wurde ihre Forschung im Newsletter der IEEE Taskforce on Process Mining, der vierteljährlich an alle Mitglieder verschickt wird, als Academic Story porträtiert<sup>15</sup>. Am 13. Oktober konnte Barbara Weber die Forschung ihres Lehrstuhls auch im Rahmen ihrer Antrittsvorlesung an der HSG mit dem Titel "*Development and evaluation of adaptive software systems: from flexible and adaptive business process support to neuro-adaptive software systems*" präsentieren.

---

<sup>15</sup><https://www.tf-pm.org/newsletter/newsletter-stream-4-12-2020/academic-stories-barbara-weber>

---

## Publikationen

Für eine vollständige Liste der Veröffentlichungen des ICS im Jahr 2020 weisen wir gerne auf die einschlägige Online-Plattform der Universität St. Gallen unter [https://www.alexandria.unisg.ch/view/pub\\_institute/IIT/2020.html](https://www.alexandria.unisg.ch/view/pub_institute/IIT/2020.html).



Universität St. Gallen  
Institut für Informatik (ICS-HSG)  
Rosenbergstrasse 30  
9000 St.Gallen  
<https://ics.unisg.ch>

**Direktion**

- Prof. Dr. Damian Borth
- Prof. Dr. Siegfried Handschuh
- Prof. Dr. Simon Mayer
- Prof. Dr. Barbara Weber

---

## Literatur

- [ABS<sup>+</sup>20] Amine Abbad Andaloussi, Andrea Burattin, Tijs Slaats, Ekkart Kindler, and Barbara Weber. On the declarative paradigm in hybrid business process representations: A conceptual framework and a systematic literature study. *Inf. Syst.*, 91:101505, 2020.
- [ADB<sup>+</sup>20] Amine Abbad Andaloussi, Christopher John Davis, Andrea Burattin, Hugo A. López, Tijs Slaats, and Barbara Weber. Understanding quality in declarative process modeling through the mental models of experts. In Dirk Fahland, Chiara Ghidini, Jörg Becker, and Marlon Dumas, editors, *Business Process Management - 18th International Conference, BPM 2020, Seville, Spain, September 13-18, 2020, Proceedings*, volume 12168 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 417–434. Springer, 2020.
- [BESW20] Andrea Burattin, Martin Eigenmann, Ronny Seiger, and Barbara Weber. Mqtt-xes: Real-time telemetry for process event data. *BPM 2020 Best Dissertation Award, Doctoral Consortium, and Demonstration & Resources Track*, pages 97–101, 2020.
- [CFdV<sup>+</sup>20] Xusen Cheng, Shixuan Fu, Triparna de Vreede, Gert-Jan de Vreede, Isabella Seeber, Ronald Maier, and Barbara Weber. Idea convergence quality in open innovation crowdsourcing: A cognitive load perspective. *J. Manag. Inf. Syst.*, 37(2):349–376, 2020.
- [GBAW20] Jens Gulden, Andrea Burattin, Amine Abbad Andaloussi, and Barbara Weber. From analytical purposes to data visualizations: a decision process guided by a conceptual framework and eye tracking. *Softw. Syst. Model.*, 19(3):531–554, 2020.
- [HAC<sup>+</sup>20] Thomas T. Hildebrandt, Amine Abbad Andaloussi, Lars Rune Christensen, Søren Debois, Nicklas Pape Healy, Hugo A. López, Morten Marquard, Naja L. Holten Møller, Anette C. M. Petersen, Tijs Slaats, and Barbara Weber. Ecolknow: Engineering effective, co-created and compliant adaptive case management systems for knowledge workers. In *ICSSP '20: International Conference on Software and System Processes, Seoul, Republic of Korea, 26-28 June, 2020*, pages 155–164. ACM, 2020.

- 
- [INBW20] Constantina Ioannou, Indira Nurdiani, Andrea Burattin, and Barbara Weber. Mining reading patterns from eye-tracking data: method and demonstration. *Softw. Syst. Model.*, 19(2):345–369, 2020.
- [JKM<sup>+</sup>20] C. Janiesch, A. Koschmider, M. Mecella, B. Weber, A. Burattin, C. Di Ciccio, G. Fortino, A. Gal, U. Kannengiesser, F. Leotta, F. Mannhardt, A. Marrella, J. Mendling, A. Oberweis, M. Reichert, S. Rinderle-Ma, E. Serral, W. Song, J. Su, V. Torres, M. Weidlich, M. Weske, and L. Zhang. The internet of things meets business process management: A manifesto. *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, 6(4):34–44, 2020.
- [MSBW20] Lukas Malburg, Ronny Seiger, Ralph Bergmann, and Barbara Weber. Using physical factory simulation models for business process management research. In *International Conference on Business Process Management*, pages 95–107. Springer, 2020.
- [SAG<sup>+</sup>20] Ronny Seiger, Uwe Aßmann, Dominik Grzelak, Mikhail Belov, Paul Riedel, Ariel Podlubne, Wanqi Zhao, Jens Kerber, Jonas Mohr, Fabio Espinosa, et al. Immersives verteiltes robotic co-working. *Informatik Spektrum*, pages 1–11, 2020.
- [SDA<sup>+</sup>20] Josep Sànchez-Ferreres, Luis Delicado, Amine Abbad Andaloussi, Andrea Burattin, Guillermo Calderón-Ruiz, Barbara Weber, Josep Carmo-na, and Lluís Padró. Supporting the process of learning and teaching process models. *IEEE Trans. Learn. Technol.*, 13(3):552–566, 2020.
- [SKKA21] Ronny Seiger, Romina Kühn, Mandy Korzetz, and Uwe Aßmann. Holo-flows: modelling of processes for the internet of things in mixed reality. *Software and Systems Modeling*, pages 1–25, 2021.
- [SZB<sup>+</sup>20] Ronny Seiger, Francesca Zerbatto, Andrea Burattin, Luciano García-Bañuelos, and Barbara Weber. Towards iot-driven process event log generation for conformance checking in smart factories. In *2020 IEEE 24th International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW)*, pages 20–26. IEEE, 2020.
- [WFR21] Barbara Weber, Thomas Fischer, and René Riedl. Brain and autonomic nervous system activity measurement in software engineering: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, page 110946, 2021.