

# SGA – ASSPA – SSAC BULLETIN

## Nr. 81 – «Industrieerfahrungen mit Hochschulprojekten»

### Editorial

Sehr verehrte Leserin, sehr verehrter Leser

zum Abschluss des laufenden Jahres können wir Ihnen eine Palette von interessanten Beiträgen präsentieren.

Der erste Beitrag stammt von unserem langjährigen Mitglied Josef Mercx, der aus seiner Industrie-Erfahrung mit Forschungsprojekten berichtet. Dabei stehen die Fallstricke im Vordergrund, die dazu führen können, dass ein Projekt nicht erfolgreich abgeschlossen werden kann.

Der zweite Beitrag stellt ein vom SATW unterstütztes ETH-Projekt für ein neues Hybridkonzept eines Elektrofahrzeuges vor.

Dass «Predictive Maintenance» durch die zunehmende Digitalisierung immer wichtiger wird, zeigt der Beitrag der Sensorvereinigung einer Tagung am CSEM in Neuchâtel.

Ich hoffe, dass Sie dieses Jahr Spass am Lesen unserer Bulletins hatten. Wir versuchen immer interessante Beiträge zusammenzustellen. Für gute Tipps sind wir immer dankbar. Ebenso bedanke ich mich bei Christl Vogel und Peter Kirchhofer, ohne deren Einsatz kein Bulletin erscheinen könnte.

Ich wünsche allen Mitgliedern schöne Festtage und einen guten Rutsch ins neue Jahr und freue mich, Sie im nächsten Jahr wieder zu unseren Lesern zählen zu dürfen.

Mit freundlichen Grüssen

Peter Gruber



#### Kontakt

Dr. Peter Gruber  
 Grenzacherweg 116  
 4125 Riehen  
[pgconsult@gmx.ch](mailto:pgconsult@gmx.ch)

#### HSLU Technik & Architektur

Technikumstr. 21  
 6048 Horw

E-Mail: [peter.gruber@hslu.ch](mailto:peter.gruber@hslu.ch)

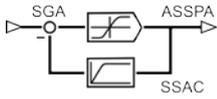
### Frohe Festtage

Der gesamte SGA Vorstand wünscht allen Mitgliedern und Ihren Angehörigen frohe Weihnachtstage und für 2019 viel Erfolg und Glück.



### Inhalt

<a href="#">Editorial</a>	1
<a href="#">Erfahrungen mit der Zusammenarbeit der Industrie mit Hochschulen</a>	2
<a href="#">Neues-Fahrzeugkonzept-für urbane Mobilität</a>	5
<a href="#">Termine – Links IFAC</a>	8
<a href="#">SGA Meeting und Vergabe Förderpreise</a>	9
<a href="#">Maintenance Predictive 2018 – Vorausschauende Wartung 2018</a>	10
<a href="#">Sensors.ch-Besuch Centre EPFL de MicroNano-Technologie (CMI)</a>	13
<a href="#">Stellenausschreibung</a>	16
<a href="#">Kommende Veranstaltungen</a>	16



## Erfahrungen mit der Zusammenarbeit der Industrie mit Hochschulen und Grossforschungseinrichtungen

### Hinweise für Semester-, Diplom- und Doktorarbeiten

#### Einleitung

In der Entwicklungsabteilung eines grossen Schweizer Ingenieurbüros für Anlagenbau haben sich dreimal Studenten gemeldet um eine Arbeit in der Industrie auszuführen. Die Vorschläge waren auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik und waren an sich sehr vielversprechend. Zweimal eine Diplomarbeit und einmal sogar eine – angebliche – Doktorarbeit. In zwei Fällen war das Ergebnis nicht befriedigend; insbesondere deshalb, weil die Vorabklärungen seitens des Unternehmens zu wenig gründlich waren. Auch eine Zusammenarbeit mit der niederländischen Grossforschungsanstalt TNO ist aus diesem Grunde unbefriedigend verlaufen.

Erfolgreich abgewickelte Projekte werden oft entsprechend gewürdigt, aber gescheiterte Projekte werden nicht erwähnt, obwohl es nützlich wäre, das dafür bezahlte Lehrgeld für folgende Projekte einzusetzen.

Es gibt gewisse Synergien zwischen der entsprechenden Hochschule oder Forschungsanstalt einerseits und der Industrie andererseits, aber auch prinzipiell unterschiedliche Zielsetzungen, welche bei der Konzipierung des Projektes entsprechende Beachtung verdienen.

#### Gescheiterte Projekte

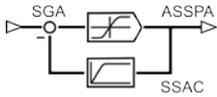
##### Personalwahl mit ungenügenden oder falschen Vorkenntnissen

Bei der Entwicklungsabteilung meldete sich eine Chemie-Ingenieurin aus einem ausser-europäischen Land. Sie wollte als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Informatik der Universität Fribourg eine Doktorarbeit über das Thema Multi-Agenten-Systeme absolvieren und suchte dafür eine industrielle Anwendung. Der Professor hat dabei an die Automatisierung von Müllverbrennungsanlagen gedacht. Nach einer kurzen Abklärung über die spezifischen Stärken und Schwächen der Multi-Agenten-Systeme schien dieser Ansatz zur Automatisierung von Müllverbrennungsanlagen dem Projektleiter und dem Chef der Entwicklungsabteilung nicht sehr sinnvoll. Nach Rücksprache mit dem Professor wurde das Ziel auf «Anwendung von Gleitwertlogik (Fuzzy-Logik)» geändert. Obwohl die Qualifikation «Chemie-Ingenieurin» als Voraussetzung für die Erarbeitung der erforderlichen Wissensbasis ideal erschien, gab es dort die erste Enttäuschung: Der Ingenieurin fehlten die Voraussetzungen zur Analyse und Lösen der Aufgabe; ihr fehlten die Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik. Ausserdem waren einerseits elementare organisatorische Fähigkeiten (In welcher Reihenfolge wickelt man so ein Projekt ab?) ungenügend vorhanden und andererseits war keine Bereitschaft da, entsprechende Hinweise aus der Entwicklungsabteilung anzunehmen. Nach mehreren Monaten Ärger und Zeitverlust war es der Professor selber, der telefonisch (!) mitteilte, dass er die Zusammenarbeit mit der wissenschaftlichen Mitarbeiterin beendet hatte.

##### Die Grossforschungsanstalt

Ganz anders gelagert war die Zusammenarbeit mit der niederländischen Grossforschungsanstalt TNO. Dort sind natürlich sehr viel praxisbezogene und organisatorische Kenntnisse vorhanden. Man wollte zusammen mit der Industrie einen Simulator für Müllverbrennungsprozessen entwickeln und diesen gemeinsam mit der Industrie einsetzen. Dazu wurde eine Ko-Finanzierung vorgeschlagen: TNO würde sich mit ungefähr 50 % an den Kosten beteiligen. Aus der Zusammenarbeit entstanden ein Simulator und zusätzlich noch eine Heizwert-Früherfassung, welche auf Materialbilanzen basiert. (Die letztgenannte Entwicklung war nicht im Ko-Finanzierungsvertrag inbegriffen). Nachdem der Simulator ausgeliefert war, stellte sich heraus, dass ein Ablaufdatum eingebaut war.

**Autor**  
**Josef Mercx**  
Roggebode 5  
Postfach 229  
5401 Baden



Nach Ablauf desselben funktionierte der Simulator nicht mehr und eine Rückfrage ergab, dass die praktische, industrielle Verwendung angeblich nicht im Ko-Finanzierungsvertrag inbegriffen war und zusätzlich bezahlt werden sollte. Aus Sicht des Ingenieurbüros machte es aber keinen Sinn, darüber ein Gerichtsverfahren in die Wege zu leiten, weil eine Organisation wie die TNO intern über viele Anwälte verfügt. Dies würde einen Prozessgewinn eher unwahrscheinlich machen. Das glückliche Ende der Geschichte: Ein kurz danach beim Ingenieurbüro eingetretener Mitarbeiter hat innerhalb einiger Monate einen Simulator entwickelt, welcher viel mehr Möglichkeiten bot und viele Male erfolgreich für gutbezahlte Personaltrainings eingesetzt wurde.

#### Vor- und Nachteile eines Zusammenarbeitsprojektes

Die Vorteile der Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie können nur voll zur Geltung kommen, wenn alle Beteiligten sich der Nachteile bewusst sind.

Die Vorteile des Einsatzes von Studierenden sind, vom Standpunkt der Industrie gesehen:

- Der Student bringt die letzten Erkenntnisse der Regelungstheorie mit.
- Der Student wird während des Studiums bereits mit der industriellen Arbeitsatmosphäre vertraut.
- Der Student entlastet die angestammte Mannschaft in der Entwicklungsabteilung von aufwendigen Literaturforschungsaufgaben.
- Der Student ist nicht betriebsblind und kann originelle Vorschläge einbringen.
- Die Mitarbeit eines guten Studenten, der keiner extrem intensiven Betreuung bedarf, ist recht kostengünstig.
- Ein guter Student kann für eine Festanstellung angeworben werden.

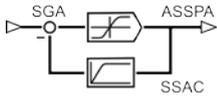
Die Nachteile sind, vom Standpunkt der Industrie gesehen:

- Die Ziele der Hochschule und der zusammenarbeitenden Industrie sind nicht dieselben. Zum Beispiel: Terminvorstellungen oder das Einfügen des konkreten Projektes in das Gesamtvorhaben des Hochschulinstitutes. Das könnte zu Konflikten führen. Besonders bei Doktorarbeiten decken sich die didaktischen, wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Anforderungen oft nur zum Teil.
- Die Studierenden können keine Garantie geben für Korrektheit und Vollständigkeit der Arbeit.
- Die Studierenden brauchen Betreuung und Begleitung. Der dafür notwendige Zeitaufwand kann im Voraus nicht oder wenn schon nur schwer abgeschätzt werden.
- Es gibt oft unterschiedliche Vorstellungen über Zeitaufwand und Termine im Projekt. Der Endtermin ist oft von der Hochschule fest vorgegeben. Wenn dieser Termin abgelaufen ist und die Arbeit deshalb nicht vollendet werden konnte, ist der Nutzen für den industriellen Partner meistens nur gering.
- Der Schutz von Betriebsgeheimnissen kann schwer durchgesetzt und noch schwieriger überwacht werden.

#### Empfehlungen

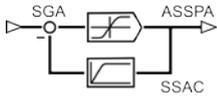
Für die industrielle Entwicklungsabteilung, für das beteiligte Hochschulinstitut und vor allem für die Studierenden ist ein gescheitertes Projekt frustrierend und enttäuschend. (Studierende haben in der Regel noch nicht genügend Lebenserfahrung um den Wert des Versagens zu erkennen. Ausserdem liegt die Ursache für ein Scheitern meistens nicht bei den Studierenden.)

Die Berücksichtigung dieser Empfehlungen kann nicht in allen Fällen ein Scheitern verhindern, aber prozedurale Unzulänglichkeiten als Ursache für ein Scheitern können weitgehend vermieden werden.



1. Grundlage für eine Zusammenarbeit ist ein schriftlicher, ausführlicher Vertrag. Das gilt auch für kleinere Vorhaben! Im Vertrag müssen alle Modalitäten festgehalten werden. Wenn das Hochschulinstitut Standardverträge einsetzt, ist es gut, diese nach den folgenden Kriterien zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Im Vertrag müssen festgehalten werden:
  - Namen des Studierenden, des betreuenden Professors und des Ansprechpartners in der Industrie.
  - Ziel(e) der Arbeit: materiell, eventuell auch didaktisch.
  - Umfang der Arbeiten: Entwicklung, Gestaltung, Projektierung, Inbetriebsetzung und Prüfung.
  - Kriterien, nach welchen die Arbeit «abgenommen» oder beurteilt wird.
  - Form der Berichterstattung
  - Bestimmungen über Betriebsgeheimnisse
  - Finanzielle Aspekte: Vergütung, Spesenregelung, Versicherung
  - Terminliche Aspekte mitsamt Bestimmungen über den Fall, wenn die Arbeit am Endtermin nicht vollendet ist.
  - Verwertung der Ergebnisse und Bestimmungen über «geistiges Eigentum» und Patentschutz (falls relevant).
2. Vor Abschluss eines Vertrages den Studierenden und den betreuenden Professor gründlich kennenlernen. Ebenfalls sollte der vorgesehene Betreuer beim industriellen Partner sich vorstellen. Bei diesem gegenseitigen Vorstellungsgespräch sollten alle nachher erwähnten Aspekte behandelt werden.
3. Die Ziele der Arbeit von beiden Seiten (Hochschule und Industrie) durchsprechen.
4. Ein grober Zeitplan muss aufgestellt und durchgesprochen werden. Wenn möglich Reservezeit für Irrläufer einrechnen.
5. Es braucht auf der Seite der Industrie eine Betreuungsperson, die gründliche Kenntnisse auf dem entsprechenden Fachgebiet besitzt. Falls eine solche nicht vorhanden ist, müssen häufige Gespräche mit dem Professor möglich sein.
6. Besonders bei länger dauernden Projekten, muss eine Fortschrittskontrolle organisiert werden. Bei Abweichungen, welche das Gelingen des Projektes gefährden, rechtzeitig Massnahmen ergreifen; eventuell die Anforderungen senken.
7. Bei Unstimmigkeiten über Teilziele oder Vorgehen rechtzeitig Kontakt aufnehmen. Oft haben Professor und Betreuer in der Industrie nicht dieselben Vorstellungen!
8. Es könnte sein, dass eine Diplomarbeit Qualitäten aufweist, welche die auftraggebende Industrie dazu veranlasst, den Studierenden nach Diplomerteilung fest anzustellen (siehe Vorteile). Falls diese Entscheidung festliegt, ist es besser, die Diplomarbeit abzurunden und bei Zeitknappheit eventuelle Detailarbeiten auf «später» zu verschieben. Bei diesen Detailarbeiten sind dann terminliche und Geheimhaltungs-Aspekte einfacher zu berücksichtigen.

Falls die Arbeit sehr gut oder hervorragend abgeschlossen worden ist, wird der Studierende sich über ein entsprechendes kurzes Zeugnis gewiss freuen. Die Anmeldung für den SGA-Förderpreis ist natürlich auch eine Möglichkeit der Anerkennung.



## Neues-Fahrzeugkonzept-für urbane Mobilität



**Das Institut für Virtuelle Produktion an der ETH Zürich hat zusammen mit der Fachrichtung Industrial Design der ZHdK ein innovatives Fahrzeugkonzept für Städte entwickelt. Das Resultat überzeugt nicht nur technisch, sondern auch ästhetisch. Die SATW hat die Entwicklung des Konzepts finanziell gefördert.**

Expertinnen, Experten sowie Einzelmitglieder der SATW können jährlich Anträge für persönliche Projektideen einreichen. Diese passen entweder zu den Schwerpunktprogrammen der SATW oder behandeln ein anderes aktuelles, für die SATW relevantes Thema. Professor [Pavel Hora](#), Vorsteher des Institut für Virtuelle Produktion an der ETH Zürich und Betreuer der [Formula Student Electric Gruppe](#), hat 2017 einen solchen Antrag gestellt. Dabei ging es um die Entwicklung des Antriebs und Designs der Fahrzeuge im Rahmen eines grösseren Projekts zur Entwicklung eines urbanen und umweltfreundlichen Mobilitätskonzepts, das den individuellen Mobilitätsbedürfnissen gerecht wird. Entstanden ist das Konzept «Intelligent Transport Cubes – iTC» für Städte mit komplexer Topologie. Im Unterschied zur heute im Vordergrund stehenden Elektromobilität basiert es auf Brennstoffzellentechnologie, was grosse Vorteile mit sich bringt: Neben einer effizienteren Energiespeicherung und Minderung des Rohstoffbedarfes ist auch die erforderliche Infrastruktur realisierbar.

**Mit freundlicher Genehmigung von**  
 Adrian Sulzer  
 Leiter Kommunikation und Marketing

Schweizerische Akademie  
 der Technischen  
 Wissenschaften SATW  
 St. Annagasse 18  
 8001 Zürich  
 © SATW

### Herausforderungen im städtischen Strassenverkehr meistern

Die individuelle Mobilität wird heute weitgehend durch Automobile abgedeckt. Hohe Schadstoffemissionen, dichter Stadtverkehr und zugeparkte Strassen sind die Folge. Der weltweite Trend der Urbanisierung und steigende Mobilitätsbedürfnisse dürften diese Probleme künftig weiter verschärfen. Somit braucht es neue Mobilitätskonzepte für Städte, welche die Kapazität der bestehenden Infrastruktur erhöhen – möglichst emissionsfrei und ressourcenschonend. Beim Ersatz von Verbrennungsmotoren stellt sich natürlich die Frage der Energieerzeugung: So ist ein Elektrofahrzeug nicht umweltfreundlicher als ein Dieselfahrzeug, wenn der für den Betrieb nötige Strom vornehmlich aus fossilen Energieträgern stammt. Zudem ist die Fertigung grosser Batterien mit enormen CO<sub>2</sub>-Emissionen behaftet. Bei der Sonnen- und Windenergie besteht wiederum das Problem der Speicherung. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Metallen wie Kobalt, Nickel und diversen seltenen Erden haben sich die ETH-Forscher unter der Leitung von Pavel Hora gegen eine reine Batterie-Lösung entschieden, wie derzeit von der Automobilindustrie favorisiert. Stattdessen basiert ihr Antrieb auf einem bereits heute realisierbaren Brennstoffzellen-System (PEMFC) mit synthetisch hergestelltem Wasserstoff (H<sub>2</sub>) als Speichermedium.

Formula Student Gruppe  
 ist Mitglied der SGA und  
 konnte in den letzten  
 Jahren immer von  
 bewilligten Einzelprojekten  
 profitieren, da die SGA  
 Mitglied in der SATW ist.

### Entwicklung des Antriebs

Für ihr H<sub>2</sub>E-Antriebskonzept haben die Forscher verschiedene Anforderungen errechnet, die sich an der europäischen Gesetzgebung für bestehende Fahrzeuge orientieren sowie an den Rahmenbedingungen des Grossraums Zürich. Neben der CO<sub>2</sub>-Neutralität ergaben sich somit präzise Anforderungen bezüglich Abmessung, Betriebsbedingungen, Kapazität und Reichweite der Fahrzeuge sowie Geschwindigkeits- und Höhenprofil. Das Antriebsmodul besteht aus einer Kombination der H<sub>2</sub>-Energieversorgung mittels Brennstoffzellen und dem Elektroantrieb. Somit handelt es sich um H<sub>2</sub>E-Fahrzeuge mit Batterie. Im Unterschied zu Elektrofahrzeugen hat sie aber nur die Funktion eines Zwischenspeichers und ist somit viel kleiner. Weitere Komponenten sind die Wasserstofftanks, eine komplexe Systemsteuerung, welche die Energieversorgung regelt, sowie Elektromotoren, platzsparend in den Radnaben verbaut. Die Module sind so angeordnet, dass in der Mitte ein möglichst grosser «Transport Cube» Platz findet.

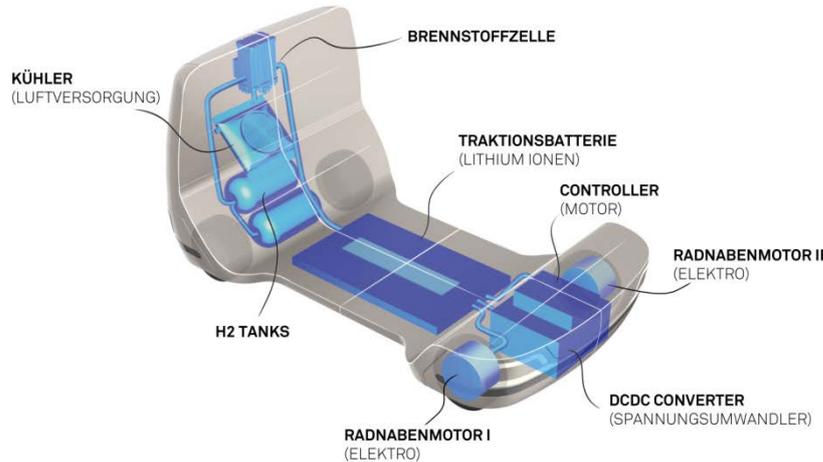
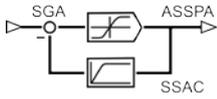


Bild 1: Anordnung der Komponenten des Antriebs. Die Motoren sind im Rad eingebaut.

### Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Während sich die ETH-Forscher auf die technischen Aspekte konzentrierten, entwarf [Claudia Polli](#), Studentin an der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK), im Rahmen ihrer [Bachelorarbeit](#) das Industriedesign. Wichtigste Anforderung war die Nutzung der Fahrzeuge als «Shared Service» zum Transport von Personen und Waren. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzerszenarien entschied man sich für einen modularen Aufbau und eine Trennung von Antrieb und Kabine. Das Antriebsmodul kann also sowohl Personen- wie auch Cargomodule transportieren. Aus Sicherheitsgründen und zur einfachen Wartung ist die Wasserstofftechnik von der Kabine getrennt und von aussen zugänglich. Da für den autonomen Betrieb weder Pedale noch Steuerrad nötig sind, bestand für den Innenraum grosse Gestaltungsfreiheit. «Das Design soll Vertrauen schaffen», so Claudia Polli. «Antriebsmodul und Kabine ergeben gemeinsam eine möglichst «smoothe» Form, ein in sich geschlossener, ruhiger Körper. Scharfe Kanten und starke Trennungen wirken aggressiv und könnten davor abschrecken, ein solches Fahrzeug zu nutzen. Der Unterschied zwischen Cargo- und Personenmodul soll klar ersichtlich sein und trotzdem soll man sehen, dass sie aus der gleichen Familie stammen.» Die Bestellung eines iTCs erfolgt mittels App. Personen können das iTC als Taxi bestellen, für Sightseeing-Touren buchen, als Transportmittel für ihren Umzug oder um Waren autonom zu einem bestimmten Abgabeort zu senden. Praktisch alle denkbaren Nutzungen sind dank modularem Aufbau abgedeckt.

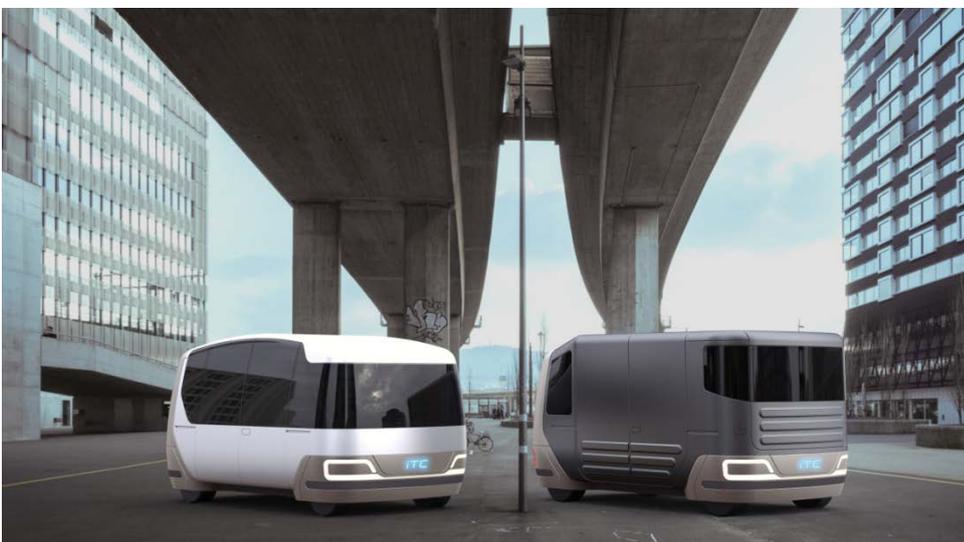
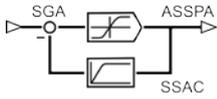


Bild 2: Überzeugendes Design gekonnt inszeniert: Fotorealistic Rendering der iTCs (link: Personenkabine, rechts: Cargomodul) unter dem Bahnviadukt neben dem Toni-Areal. (© Bild: ZHdK Industrial Design)



### Ist die Technologie schon reif?

Werden iTCs schon bald auf Zürcher Strassen verkehren? «Viele bisherige Prognosen punkto Elektromobilität oder Brennstoffzellenfahrzeuge erwiesen sich als zu optimistisch», so Pavel Hora. Das liege aber weniger an der Technologie als an den Erfolgsaussichten für die Autoindustrie und der Akzeptanz der Kunden. «Allerdings sind die Fertigungskosten für Brennstoffzellenantriebe noch zu hoch. Da sind wir als Ingenieure gefordert!» Pavel Hora erwartet, das PEMFC und anderen Komponenten des Antriebs mit hohen Stückzahlen künftig viel günstiger werden. Eine wichtige Rolle spiele die Industrie als Zulieferer. Doch haben wir in der Schweiz den Anschluss bei der Brennstoffzellentechnologie nicht schon verpasst? «Es ist klar, dass insbesondere Deutschland die Entwicklung neuer Fahrzeugantriebe massiv staatlich fördert», gibt Pavel Hora zu bedenken. Er und sein Team entwickeln mit einem Industriepartner die Fertigungstechnologie für die im PEMFC verbauten Bipolarplatten. Eine markante Produktionssteigerung und Kostensenkung seien da absehbar. Man könne hierzulande in vielen relevanten Bereichen wie Elektromotoren oder Energiemanagement auf Spitzentechnologien zurückgreifen und stehe der deutschen Industrie in nichts nach. «Warum denken wir nicht über eine ›grüne‹ Automobilindustrie in der Schweiz nach?», fragt der Professor provokativ.

### Gesamtheitliche Lösung gesucht

Im Rahmen des Projekts wird nicht nur ein Fahrzeug entwickelt, sondern ein Gesamtkonzept, das Mobilität gekoppelt mit Fragen zur Infrastruktur und Energieversorgung betrachtet. Da wir den CO<sub>2</sub>-Austoss global kurzfristig senken müssen, sind nur technisch verfügbare Lösungen anwendbar. Wie eine [BFE-Studie](#) bereits 2013 aufzeigte, ist in der Schweiz kurzfristig eine Wasserstoffversorgung für 50'000 Fahrzeuge mit einer Fahrleistung von 15'000 km realisierbar. Beim Aufbau von H<sub>2</sub>-Tankstellen rechnet man heute mit rund 1,2 Mio. Franken Kosten pro Säule. Da das Tanken von H<sub>2</sub> nicht viel anders abläuft als bei Benzin, könnten die Tankstellenbetreiber ihre Infrastruktur weiter betreiben. Wichtig für den Endverbraucher ist die Tatsache, dass heute 1 kg Wasserstoff rund 10 Franken kostet und man damit rund 100 km weit kommt. «Verbraucher müssen ihr Verhalten nicht ändern und fahren trotzdem ohne CO<sub>2</sub>-Austoss.» Reine Elektromobilität bedeute dagegen eine Auslagerung der Probleme auf andere Ebenen. «Das von uns entwickelte Konzept ist eine umsetzbare Alternative!»

### Auskunft

Prof. Dr. Pavel Hora, Institut für virtuelle Produktion, [pavel.hora@ivp.mavt.ethz.ch](mailto:pavel.hora@ivp.mavt.ethz.ch)

### Veranstaltungen – safe the date

#### Konferenz «F3–Fighting Fake Facts»

Montag 04. Februar 2019 - 09:00 Uhr, Universität Basel

«Fake Facts»: ein Oxymoron, das immer mehr zur bedauernden Wirklichkeit wird und die Wissenschaft zunehmend zu untergraben droht. Die Konferenz «F3–Fighting Fake Facts» ist ein Beitrag, um die wissenschaftliche Gemeinschaft und die Öffentlichkeit für das Problem zu sensibilisieren. Fundierte Fakten und bewiesene Wahrheiten sind das Fundament wissenschaftlichen Fortschritts und die Grundlagen für einen offenen und konstruktiven Dialog.



[Konferenz-Website](#)

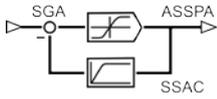
#### Shift 2019 - Business ohne Grenzen? Vertrauen und Akzeptanz digitaler Geschäftsmodelle

Donnerstag 28. Februar 2019 - 08:15 Uhr, X-TRA, Limmatstrasse 118, 8005 Zürich

Praxisrelevante Aspekte «Digitaler Ethik» werden an der Konferenz aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet.



[Konferenz-Website](#)



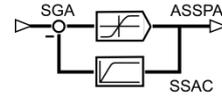
## SGA Meeting – Übergabe Förderpreise 2018

Das SGA Meeting findet am 30. Januar 2019 am Institut für Automatik (IfA) der ETH Zürich (ETL Gebäude, Physikstrasse 3) statt.

Wir freuen uns am IfA Gast sein zu können.

Das IfA Labor hat vier Professuren: John Lygeros (Direktor), Florian Dörfler, Roy Smith und Maryam Kamgarpour.

Am IfA arbeiten ungefähr 10 postdocs und über 30 Doktoranden.



**.ifa** AUTOMATIC CONTROL  
 LABORATORY

<https://control.ee.ethz.ch/>

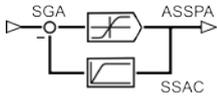
## Provisorisches Programm für das SGA Meeting 30. Januar 2019 – Beginn 14.00 Uhr

- Welcome and presentation of IfA, **Prof. Dr. Lygeros**, head of IfA
- Vortrag Gewinner des Bachelor Preises  
**Lukas Spannagl**, ETH Zürich, Institute for Dynamic Systems and Control,  
 «Norm Optimal Iterative Learning Control for Aggressive Position Tracking with a Soft Robotic Arm»
- Preisübergabe Bachelor, Prof. Dr. Jürg Keller, SGA Präsident
- Vortrag Gewinner des Master Preises  
**Luciano Beffa**, ETH Zürich, Institute for Dynamic Systems and Control  
 «State Estimate Recovery for Autonomous Quadcopters»
- Preisübergabe Master, Prof. Dr. Jürg Keller, SGA Präsident
- Vortrag **Dr. Annika Eichler**, «Building und occupancy work»
- Laborbesichtigung IfA
- Apéro



Bitte reservieren Sie sich bereits heute den Termin –  
 wir freuen uns auf Sie!





## Termine – Links IFAC

Infos zu allen Veranstaltungen der IFAC können Sie direkt auf der SGA Webseite entnehmen. Es sind alle IFAC News aufgeschaltet.

Sollten Sie die Mails, mit denen wir Ihnen jeweils die IFAC News als PDF weiterleiten nicht mehr griffbereit haben, finden Sie diese auch auf unserer Webseite unter: [www.sga-asspa.ch](http://www.sga-asspa.ch)

### 21st IFAC World Congress

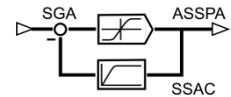
The 21st IFAC World Congress will be hosted by the VDI/VDE Society for Measurement and Automatic Control on the 12th to 17th July 2020 in Berlin.

The Congress takes place at: ESTREL Berlin, Sonnenallee 225, 12057 Berlin

Workshops and tutorials are planned on the 11th and 12th July.

The Council of the International Federation of Automatic Control (IFAC) held in Zurich on 19 July 2013 has selected the German proposal for the organisation of the 21st IFAC World Congress in Berlin, Germany in 2020.

The 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control was held in Toulouse, France, in July 2017.



## Termine – IMEKO (International Measurement Confederation)

Infos und Daten zu allen IMEKO Events entnehmen Sie bitte der [IMEKO Webseite](#)

## Administration

Wie immer an dieser Stelle, möchte ich mich vom Sekretariat herzlich bedanken, dass Sie einerseits der SGA die Treue halten und vor allem dafür, dass unsere «Mitgliederliste» inzwischen so genau stimmt, dass nur noch Abwesenheitsmeldungen eingehen. Das ist nur Dank Ihnen möglich, die Sie mir Adress- und E-Mail Änderungen mitteilen.

Ich würde mich sehr freuen, wenn das auch im neuen Jahr so wäre und wünsche Ihnen allen ein erfolgreiches und glückliches 2019!



## Impressum

Das Bulletin erscheint dreimal jährlich und wird den Mitgliedern per E-Mail zugestellt. Es ist für PDF und Bildschirm optimiert. Die gedruckte Version erscheint daher nicht im doppelseitigen Layout.

Redaktion SGA Dr. Peter Gruber  
 sensors.ch Peter Kirchhofer

Gestaltung SGA Sekretariat Christl Vogel

Auflage 150 Exemplare SGA + 150 Exemplare sensors.ch

Redaktionsschluss für Bulletin Nr. 82 – April 2019

Herausgeber  
 Schweizerische Gesellschaft  
 für Automatik  
 Association Suisse pour  
 l'Automatique  
 Swiss Society for Automatic  
 Control  
 Adresse  
 SGA Sekretariat  
 Christl Vogel  
 Eggwilstr. 16a  
 CH.9552 Bronschhofen  
 Tel. 076 215 67 57  
[sekretariat@sga-asspa.ch](mailto:sekretariat@sga-asspa.ch)

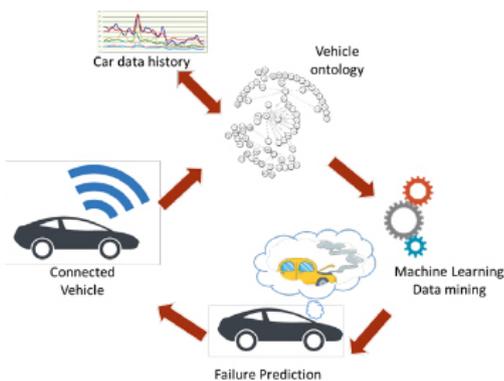
Maintenance Prédictive 2018 – Vorausschauende Wartung 2018

Am 30. November 2018 fand am CSEM in Neuchâtel die von GESO, sensors.ch und fsmr organisierte Tagung «Maintenance Prédictive» statt. Folgende 6 Themenkreise wurden den 80 Teilnehmern vorgestellt:

1. Die vorausschauende Wartung: Herausforderungen und Ziele

Die historische Entwicklung der Wartung von Maschinen und Anlagen verlief über die korrektive Wartung (1940 bis 1950), die präventive, systematische und regelmässig wiederholte Wartung (1950 bis 1980), die zustandsabhängige, auf Diagnosen basierte Wartung (1980 bis 2000) zur heute praktizierten vorausschauenden, auf Prognosen basierten Wartung. Diese umfasst das Beobachten der Anlage und der darin ablaufenden Prozesse (Daten-Erfassung und -Auswertung), die Analyse der erhobenen Daten und der beobachteten besonderen Vorkommnisse (Diagnose und Prognose unter Zuhilfenahme von Fuzzy Logic, Wissens-Datenbanken und künstlicher Intelligenz) sowie die Einleitung der korrektiven und weiterer notwendiger Aktionen.

Hatem Ghorbel, HE-Arc  
<http://www.sensors.ch/doc/01-Ghorbel.pdf>



Ein aktuelles Forschungsprojekt an der HE-Arc befasst sich mit der vorausschauenden Wartung von Akkumulatoren in Fahrzeugen und sucht Antworten auf Fragen wie z.B.

- ist der Akku-Typ für den Einsatz in Fahrzeugen geeignet?
- Wie viele Lade-/Entlade-Zyklen bleiben noch, bevor der Akku ersetzt werden muss?

Abb. 1: Vorausschauende Wartung beim Automobil

Ein anderes Projekt befasst sich mit der Voraussage der 5 häufigsten Pannen an Werkzeugmaschinen:

- Kraftübertragung (z.B. Kugelumlaufspindel)
- Spindel
- Kabel, Verkabelung
- Achsen

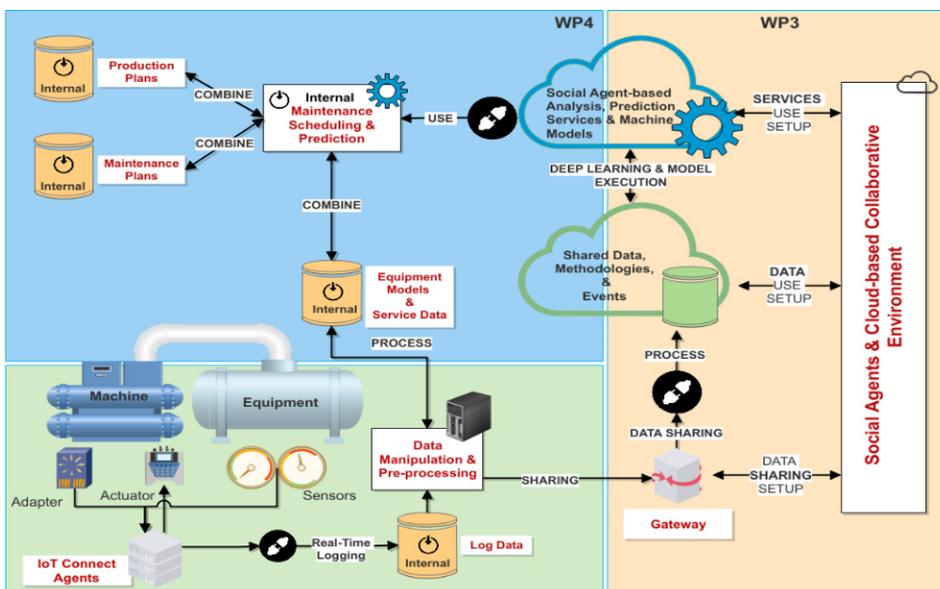


Abb. 2: Vorausschauende Wartung bei einer Grossanlage

## 2. Deep Learning zur Überwachung und Vorhersage des Gesundheitszustands von Industriemaschinen

Wie werden Maschinen und Anlagen in Zukunft instand gehalten? Die Meinungen dazu gehen weit auseinander. Die einen propagieren Industrie 4.0 als Schlüsseltechnologie, die anderen zeigen sich sehr skeptisch in Anbetracht der grossen Datensammelwut. Doch bereits heute stehen viele Maschinendaten zur Verfügung – sie müssen nur intelligent genutzt werden. Jeder Maschinenbauer und Betreiber einer Anlage wünscht sich eine zuverlässige Prognose, wann die einzelnen Komponenten das Ende ihrer Lebensdauer erreichen. Ziel ist, den Betrieb langfristig sicherzustellen, Fehler frühzeitig zu erkennen und Ausfälle zu verhindern. Ein wichtiger Aspekt sind aber auch die betrieblichen Kosten. Fällt eine Maschine aus, zählen dabei nicht nur Kosten für Reparatur oder Neuanschaffungen, sondern auch Faktoren wie Qualität, Termintreue und Aufrechterhalten der Produktionskette. In extremen Beispielen wie in einer Kupfermine oder Ö Raffinerie kann der Ausfall einer einzigen Maschine die komplette Produktion lahmlegen. In solchen Fällen bewegen sich die Kosten für den Betreiber schnell im Bereich von mehreren Millionen Franken pro Tag. Drohen so hohe Verluste, lässt sich ein grösserer Aufwand für die technische Instandhaltung rechtfertigen als bei einem Auto oder einem Kühlschrank. Oft geht es bei der technischen Instandhaltung deshalb um eine Balance zwischen Aufwand und Kosten, die bei einem möglichen Ausfall der Anlage entstehen könnten.

Fehler, die zu Ausfällen führen, können grundsätzlich in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Frühausfälle sind Fehler, die sehr früh in der Lebensphase auftreten. Typischerweise sind dies Auslegungsfehler oder Qualitätsprobleme in der Produktion, die sogenannten Kinderkrankheiten.
- Zufallsausfälle sind unsystematische Fehler, die unerwartet über die gesamte Lebensdauer einer Maschine auftreten können. Auch Bedienungsfehler, äussere Einwirkungen und Wartungsfehler zählen zu dieser Kategorie. Diese Ausfälle sind am stärksten gefürchtet – sie sind sozusagen die Erdbeben einer Maschine.
- Spätausfälle sind Fehler, die gegen Ende des Lebenszyklus auftreten. Keine Maschine kann unendlich lange funktionieren: Alterung (Korrosion), Abnutzung (Verschleiss) und Ermüdung (Bruch).

Bei Predictive Maintenance liegt der Fokus primär darauf, Anzeichen für Zufallsausfälle frühzeitig zu erkennen und Spätausfälle zu prognostizieren. So können rechtzeitig Massnahmen ergriffen bzw. langfristig geplant werden und das Ausfallrisiko kann minimiert werden.

### Predictive Maintenance

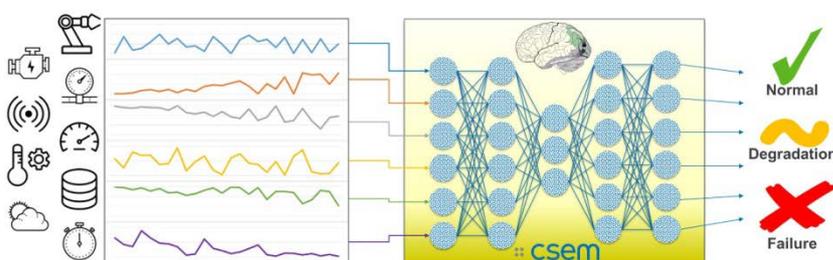


Abb. 3: Vorausschauende Wartung unter Nutzung eines künstlichen neuronalen Netzwerks

In vielen aktuellen Predictive-Maintenance-Ansätzen werden unzählige zusätzliche Sensoren propagiert. Doch diese sind teuer und erhöhen den Installationsaufwand. Zudem ist jeder zusätzliche Sensor eine potenzielle Fehlerquelle, die zur Abschaltung der Maschine führen kann. Einen neuen Weg beschreitet das CSEM, nämlich die verfügbaren Maschinendaten intelligent zu nutzen. Den Schlüssel dazu bilden künstliche neuronale Netzwerke. Diese besitzen die Fähigkeit, selbstständig Dinge zu lernen und das Gelernte auf neue Situationen anzuwenden. Ein übliches Netzwerk mit mehreren Millionen mathematischen Gleichungen kann problemlos auf einem modernen Smartphone verarbeitet werden.

Durch die smarte Verarbeitung aller bereits in einer klassischen Anlage erhältlichen Signale mit Parametern wie Latenzzeiten, Zykluszeiten, Raumtemperatur, Tages- und Jahreszeit, entsteht eine sehr genaue Zustandswolke einer Maschine, ohne dass viele zusätzliche Sensoren notwendig sind. Werden diese Daten über neuronale Netzwerke zu einem intelligenten System verknüpft, lassen sich Störungen erkennen, bevor es zu einem Ausfall der Maschine kommt. Es wird sogar möglich, den Zeitpunkt eines Defektes vorherzusagen, und kontinuierliches Lernen verbessert die Trefferquote.

3. Wie und wann vorausschauende Wartung in der Werkstatt eingeführt werden wird

Zum Beitrag von Mecatis haben wir keine Präsentationsunterlagen erhalten.

Samuel Vuadens, Mecatis

4. Vorausschauende Wartung: einige theoretische Überlegungen

Es bestehen verschiedene Strategien für die Wartung einer Maschine oder Anlage:

- Abwarten, bis ein Fehler auftritt;
- Ersatz der kritischen Komponente(n) bevor deren theoretische Lebensdauer erreicht ist;
- Beobachten der Änderung und Änderungsgeschwindigkeit relevanter Maschinenmessgrößen; über die Zeit.

Die verschiedenen Strategien und deren Unterschiede wurden anhand mathematischer Modelle veranschaulicht und miteinander verglichen.

Roger Filliger, BFH  
<http://www.sensors.ch/doc/04-Filliger.pdf>

5. Hochpräzisionsspindeln 4.0 - globales Management von Spindeln

Zum Beitrag von BNN haben wir keine Präsentationsunterlagen erhalten.

Martin Boeni,  
BBN Broches de Haute  
Précision SA

6. Die Herausforderungen der vorausschauenden Instandhaltung in der Maschinenindustrie

BOBST dient der Verpackungsindustrie mit innovativen Lösungen. Vorausschauende Wartung besteht bei BOBST aus einem Mix zwischen der Analyse von erhobenen Anlage-Daten sowie beobachteten besonderen Vorkommnissen und dem Wissen aus der F&E-Abteilung.

Valery Naula, BOBST  
<http://www.sensors.ch/doc/06-Naula.pdf>

## Bonnes pratiques

### Le voyage structuré de la maintenance prédictive



Abb. 4: Vorausschauende Wartung: bewährt hat sich strukturiertes Vorgehen

Link zum Flyer mit dem Tagungsprogramm:

<http://www.sensors.ch/doc/flyer-maintenance.pdf>

sensors.ch-Besuch vom 02. Oktober 2018  
Centre EPFL de MicroNano-Technologie (CMi), Lausanne



Zur Einführung wurde den Besuchern kurz die École polytechnique fédérale de Lausanne, EPFL, vorgestellt:

- Von den über 10'000 Studierenden sind 2'100 Doktorierende, 45 % sind Schweizer und 41 % stammen aus der EU.
- Die EPFL umfasst 5 Fakultäten mit insgesamt 13 Abteilungen, 26 Instituten und 350 Laboratorien und Forschungsgruppen.
- Im EPFL Innovationspark sind neben über 110 Startups auch Ableger einer ganzen Reihe renommierter Firmen beheimatet. Seit dem Jahr 2000 wurden 230 Startups an der EPFL gegründet.
- In Genf, Neuchâtel, Fribourg und Sion bestehen Aussenstationen der EPFL
- Die Gesamtkosten von CHF 943 Mio werden mit CHF 633 Mio vom Bund getragen und CHF 104 Mio stammen vom Schweizerischen Nationalfonds.

#### Vorstellung des Zentrums für MicroNano-Technologie (CMi)

Das CMi an der EPFL ist eine technologische Plattform, ein Komplex aus Reinräumen und Verarbeitungsgeräten für die Ausbildung und für das wissenschaftliche Experimentieren von Anwendern von Mikrotechnologien. Das CMi empfängt jedes Jahr mehr als 500 Doktoranden und Industriepartner, welchen eine Vielzahl von Mikro- und Nano-Fertigungsprozessen zur Verfügung stehen, Benutzer werden mit fortschrittlichen Geräten geschult und profitieren von einer persönlichen Beratung durch erfahrene Mitarbeiter. Das CMi bietet allerdings NICHT die Fabrikation von MicroNano-Komponenten als Dienstleistung für aussenstehende Firmen an. Der Erfolg vieler Forschungsprojekte und die rasante Entwicklung vieler Start-ups basieren auf dem breiten Angebot des CMi für Bildung im Bereich der MicroNano-Technologie, auf dessen wissenschaftlicher Forschung und auf dem direkten Zugang zu verschiedensten Mikrofabrikationsprozessen.

- Im Jahr 2016 wurde das CMi von insgesamt 530 Anwendern genutzt. Seit 2006 stieg deren Zahl jährlich um etwa 12%.
- Seit 1998 werden am CMi Integrierte Schaltungen (ICs) und Micro-Elektromechanische Systeme (MEMS) auf einer Reinraum-Gesamtfläche von 1'000 m<sup>2</sup> hergestellt.
- 2004 begann das CMi sich mit Nanotechnik zu beschäftigen.
- 2007 Elektronenstrahl-Lithographie
- 2010 Bio-Materialien und neue Materialien, Vergrößerung der Reinraumfläche um 300 m<sup>2</sup>
- 2013 Ionenstrahl-Ätzen
- 2014 Herstellung und Anwendung Fotolithographischer Masken, Trocken-Ätzen
- 2017 Vergrößerung der Reinraumfläche um weitere 100 m<sup>2</sup>
- 2018 Stepper Lithographie mit schrittweisem Belichten der Foto-Schicht.

Der Betrieb aller Reinräume erforderte 2016 erhebliche Aufwendungen beim Verbrauch von Elektrizität (2,7 Mio kWh), Heizungswärme (1,9 Mio kWh), Kühlwasser (610'000 m<sup>3</sup>), Reinwasser (21'000 m<sup>3</sup>) und Stickstoff (330'000 m<sup>3</sup>) und verursacht Kosten von total CHF 812'000.-. Die Kosten der Reinraum-Infrastruktur liegen bei CHF 19 Mio, jene für die apparative Ausrüstung bei CHF 31 Mio. Zur Unterbringung der Infrastruktur dient jeweils unter- bzw. oberhalb des eigentlichen Reinraumes ein eigenes Stockwerk für die Energie-, Flüssigkeits- und Gas-Speicherung und -Verteilung sowie deren Vor- und Nachbehandlung, inkl. Be- und Entlüftung. Die erwärmte Abluft wird zur Wärmerückgewinnung genutzt.

Am CMi werden jährlich über 200 Berichte publiziert.

Um in einem der Reinräume arbeiten zu dürfen, muss der Benutzer zuerst einen halbtägigen Einführungskurs besuchen und den von ihm zur Anwendung vorgesehenen Prozessablauf vom technischen Ausschuss absegnen lassen. Anschliessend wird er in der Bedienung und Handhabung der zu benützenden Apparate und Geräte geschult.

Am einleitenden Vortrag wurden zum Schluss noch ein paar typische Projekte vorgestellt, wie z.B.

- Realisation eines wenige Atomschichten dicken Monolayer MoS<sub>2</sub> – Transistors
- elastische Haut mit integrierter Elektronik, welche den Tast-Sinn nachbildet und mit dem Nervensystem kommuniziert
- Flüssigkeits-Pumpe als Micro Elektro Mechanisches System aufgebaut
- Implantierbare Elektrode zur Stimulation bestimmter Regionen im Gehirn
- auf einem Chip integrierte Spule zur Magnetresonanz-Untersuchung von biologischem Gewebe und anderer Mikrostrukturen
- Kontaktlinsen-Sensor mit integriertem telemetrischem Mikroprozessor und Dehn-Messstreifen zur kontinuierlichen Überwachung des Augendrucks
- auf einem Chip integrierter Abtast-Spiegel zum Einsatz in einem Mikroprojektor

In einem Reinraum dürfen wegen Kontamination der bearbeiteten bzw. hergestellten Objekte nicht einmal die kleinsten Teilchen über die Kleidung abgegeben werden. Deshalb ist die richtige Reinraumbekleidung für die optimale Funktion des Reinraumsystems auch von höchster Bedeutung, denn sie verhindert, dass ungewollt Partikel in die Raumluft gelangen. Vor dem anschliessenden Rundgang durch die Reinräume des CMi mussten deshalb alle Teilnehmer die obligate Schutzkleidung anziehen: Overall mit Kapuze, Haarabdeckung, Atem-Filter und Mundschutz, Abdeckbrille, Überschuhe aus PE-Folie, ESD-Fersenband und darüber noch Überzieh-Stiefel sowie Latex-Reinraumhandschuhe.



Abb. 1:  
Vorbereitung für das  
Betreten der Reinräume  
© Ph. Fischer

Nach Passieren der elektronischen Zutrittskontrolle wurden beim Gang durch die verschiedenen Reinräume sowohl die dort verwendeten Apparaturen als auch die Infrastruktur gezeigt:

- Die Reinräume und die zugehörigen Räume für die Infrastruktur stehen unter leichtem Überdruck. Bei Druckabfall wird ein Alarm ausgelöst.
- Aus Sicherheitsgründen sind Leitungen für hochreaktive Flüssigkeiten und Gase doppelwandig ausgeführt. Der Zwischenraum steht auch hier unter leichtem Überdruck, und bei Druckabfall wird Alarm ausgelöst.
- Einrichtungen zur Lithographie: Elektronenstrahl- und Photo-Lithographie. Um die Massgenauigkeit beim Arbeiten zu gewährleisten, sind alle Reinräume bei einer Temperatur von 21 °C ± 0.1°C thermostatisiert.
- Beschichtungs-, Bedampfungs- und Sputter-Anlagen und Öfen für Lacke, Kunststoffe oder für Metalle, in Dickschicht und Dünnschicht-Technologie, zum Aushärten, Konditionieren oder Trocknen.
- Ätz-Vorrichtungen für nasses und trockenes (Ionenstrahl- und Elektronenstrahl-) Ätzen
- Verschiedene weitere Bearbeitungsprozesse: Schleifen, chemisches Polieren, Elektro-Plattieren
- Messeinrichtungen für alle relevanten elektrischen, mechanischen, optischen Messgrößen, inkl. Verschiedene Atomic Force Microscopes

## CENTER OF MICRONANOTECHNOLOGY CMI

Reservation - Login

Organisation Equipment Process



### Mission

To provide basic and advanced training on processes and technologies.  
To offer access to the processing equipment available in the clean room.  
To gather, to practice and to provide the most advanced know-how in the microtechnology field.  
To cooperate with other academic institutions and research centers.

Website der EPFL:

<https://www.epfl.ch/>

Instituts-Website:

<https://cmi.epfl.ch/>

## Internationaler Wettbewerb zu Applikationen der Nano-micro – Technologie / iCAN'19

Wie schon im letzten Bulletin berichtet, haben die beiden Schweizer Teams mit ihren Projekten «SLEEPIZ, a wireless vital Signs monitoring Device for Sleep Assesement» und «WEARit – smart clothes» am internationalen Wettbewerbs-Finale in Hong Kong Preise gewonnen: das Team 1 erzielte mit SLEEPIZ einen 2. Platz, das Team 2 mit dem Projekt WEARit einen 3. Platz.

Inzwischen können schon die Unterlagen zum neuen Wettbewerb iCAN'19 abgerufen werden. Die dannzumal im Frühjahr 2019 bestimmten nationalen Preisträger dürfen anschliessend am Finale in Berlin/BRD teilnehmen.

Schweizerische iCAN-Web-Site: <http://ican-contest.ch>

Internationale iCAN-Web-Site: [http://english.ican-contest.org/index.html#/en?\\_k=43kjm6](http://english.ican-contest.org/index.html#/en?_k=43kjm6)

**n | w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Musikhochschulen



Die Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW umfasst neun Hochschulen mit rund 12'000 Studierenden. An der Hochschule für Technik ist am Institut für Sensorik und Elektronik per 01.05.2019 oder nach Vereinbarung folgende Stelle mit Arbeitsort Windisch zu besetzen:

### Professor/in für Sensortechnik (80–100 %)

**Ihre Aufgaben:** Sie unterrichten anwendungsnah unsere angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik sowie der Systemtechnik in den Themenfeldern Mess- und Sensortechnik, Signalverarbeitung sowie in verwandten Gebieten und Grundlagenfächern. Zudem betreuen Sie die Studierenden bei ihren Projekt- und Laborarbeiten. Des Weiteren akquirieren und leiten Sie Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Wirtschaftspartnern. Dazu pflegen Sie Ihre Kontakte und Kooperationen mit der Industrie und Wissenschaft und bauen diese weiter aus.

**Ihr Profil:** Sie haben einen Hochschulabschluss in Elektrotechnik oder verwandten Gebieten (ETH, Uni, FH), mehrjährige Industrieerfahrung in Forschung und Entwicklung im Bereich der Sensortechnik, insbesondere auch in der Rolle als Projektleiter/in, und ein tragfähiges berufliches Netzwerk in der Schweiz. Eine Ihrer Stärken ist die Akquise von Projekten und der dafür notwendigen Drittmittel. Als gewinnende Persönlichkeit arbeiten Sie gerne im Team und haben Begeisterung und Talent für die Ausbildung unserer Studierenden.

**Ihre Bewerbung** können Sie Alberto Tagliatti, HR-Verantwortlicher, bis zum 31.01.2019 online über nachfolgenden Button zukommen lassen. Nähere Auskünfte erteilt Ihnen gern Prof. Dr. Gerd Simons, Institutsleiter, T +41 56 202 75 68, E-Mail: [gerd.simons@fhnw.ch](mailto:gerd.simons@fhnw.ch)

► Jetzt online bewerben



[www.fhnw.ch/technik](http://www.fhnw.ch/technik)



Für alle Leser, alle Vereinsmitglieder und ihre Angehörigen entbietet der Vorstand seine besten Feiertagswünsche und wünscht Ihnen zum Neuen Jahr alles Gute und viel Erfolg. Gerne erwarten wir Sie auch im kommenden Jahr bei einem Besuch unserer Veranstaltungen.



### Kommende Veranstaltungen

- Termine und Informationen zu kommenden Veranstaltungen entnehmen Sie bitte der sensors.ch Webseite.

<http://www.sensors.ch>

