

# spirit biel/bienne

Das Magazin der technischen Disziplinen der Berner Fachhochschule |

1 | 2016

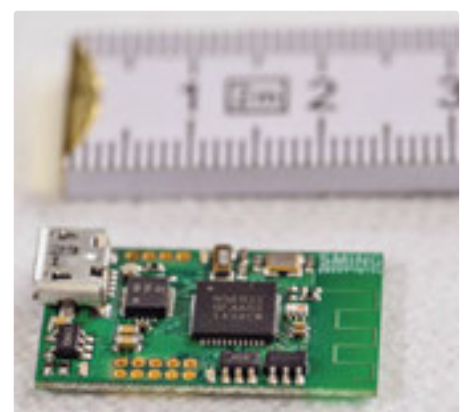
Le magazine des disciplines techniques de la Haute école spécialisée bernoise



## Zukunft realisieren |

## Réaliser le futur

Die Veränderungen des Digitalzeitalters bieten Fachkräften viele Chancen. | Les transformations de l'ère digitale ouvrent beaucoup de perspectives pour les spécialistes qualifiés. ▶ 4-5



## Sensorknoten | Nœud de capteurs

Mit Industrie 4.0 wird der Bedarf an Sensorknoten stark steigen. | Industrie 4.0 va provoquer une augmentation notable de la demande. ▶ 10



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise

Magazin auch online verfügbar!  
Version française du magazine  
disponible en ligne!

[spirit.bfh.ch](http://spirit.bfh.ch)

**Focus: Digitale Transformation**

- 4 Zukunft realisieren
- 5 Réaliser le futur
- 6 Das Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S
- 8 Industrie 4.0 am Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S
- 10 Sensorknoten für die Industrie 4.0
- 11 «5.0 ready» als Bachelor of Science
- 12 Manufacturing as a Service – ein innovatives Geschäftsmodell
- 14 Smart Factory Lab – Industrie 4.0 im Innovationspark
- 16 Komplexe Holztragwerke – robotergestützt gebaut
- 18 Reverse Engineering – Entwicklung auch mal rückwärts
- 19 Computertomographie für die Schweizer Forst- und Holzwirtschaft
- 20 Mittels Simulation zur möglichen Form
- 22 Digital vernetzt – Master Wood Technology
- 24 Die digitale Realität im Holzbau
- 26 Neue Businessmodelle mit Industrie 4.0

**People**

- 28 Fünf Fragen | Cinq questions

**Events**

- 30 Interdisziplinäre Freiräume: Special Weeks der BFH-AHB

**News**

- 31 News

**Impressum**

**Herausgeberin:** Berner Fachhochschule BFH  
Architektur, Holz und Bau/Technik und Informatik  
**Adresse:** Berner Fachhochschule BFH, Redaktion spirit  
biel/bienne, Postfach, 2501 Biel-Bienne / spirit@bfh.ch  
**Erscheinungsweise:** 3-mal jährlich  
Nr. 1: Februar, Nr. 2: Mai, Nr. 3: Oktober  
**Auflage:** 10 000 Exemplare  
**Redaktion:** Diego Jannuzzo, Nicole Bärtschiger  
**Übersetzungen:** Gabriella Scorrano, Christiane Vauthier,  
Marie-Laure Plantaz  
**Fotos:** BFH; Porträts, Seiten 4, 8, 10, 12, 26, 28:  
Giampaolo Possagno/arteplus.ch; Seite 17: Mossot via Wikimedia  
Commons, CC BY-SA 3.0  
**Gestaltung, Druck:** Stämpfli AG, Wölflistrasse 1,  
Postfach, CH-3001 Bern  
**Adressänderungen, Abonnement:** spirit@bfh.ch  
**Inserate für die nächste Ausgabe:** Inseratenschluss  
1. April 2016  
**Sie finden das Magazin in deutscher und französischer  
Übersetzung auf:** spirit.bfh.ch

**Impressum**

**Publication:** Haute école spécialisée bernoise BFH  
Architecture, bois et génie civil/Technique et informatique  
**Adresse:** Haute école spécialisée bernoise BFH, rédaction spirit  
biel/bienne, case postale, 2501 Biel-Bienne / spirit@bfh.ch  
**Parution:** paraît 3× par année  
n° 1: février, n° 2: mai, n° 3: octobre  
**Tirage:** 10 000 exemplaires  
**Rédaction:** Diego Jannuzzo, Nicole Bärtschiger  
**Traductions:** Gabriella Scorrano, Christiane Vauthier,  
Marie-Laure Plantaz  
**Photos:** BFH; portraits pages 4, 8, 10, 12, 26, 28: Giampaolo  
Possagno/arteplus.ch; page 17: Mossot via Wikimedia Commons,  
CC BY-SA 3.0  
**Graphisme, imprimerie:** Stämpfli SA, Wölflistrasse 1,  
case postale, CH-3001 Berne  
**Changements d'adresse, abonnement:** spirit@bfh.ch  
**Date butoir pour les annonces du prochain spirit biel/bienne:**  
1<sup>er</sup> avril 2016  
**Ce magazine existe en version française et allemande  
à l'adresse:** spirit.bfh.ch



Dominique Schär  
Dipl. Masch. Ing. ETH  
Chief Technology Officer  
Güdel Group AG

### Liebe Leserinnen und Leser

Die vierte industrielle Revolution – auch Industrie 4.0 genannt – ist in aller Munde, dennoch ist sie in ihrer Ganzheit nur schwer fassbar. Der Wandel ist rasant, nachhaltig und derart grundlegend, dass es Mühe macht, sich der Möglichkeiten und Konsequenzen vollständig bewusst zu werden. Dennoch stecken wir wohl schon mittendrin, in der Revolution.

Was macht das Internet of Things, die Materialisierung des Internets, denn so spannend und weitreichender als andere technologische Trends der letzten Jahrzehnte?

Das Internet ermöglicht eine technisch vereinfachte globale Vernetzung von Produkten, Prozessen, Maschinen und Menschen. Ergänzend dazu hat die Konsumgüterindustrie eine Palette von Werkzeugen geschaffen, welche ohne grossen Anpassungsaufwand für industrielle Problemstellungen genutzt werden kann: So speichert die Cloud heute nicht nur Fotos, sondern auch Prozessdaten oder Maschinenzustände. Die Near Field Communication (NFC) dient nicht einzig dem Bezahlen via Smartphone im Supermarkt, sie versorgt auch den Instandhalter mit dem Zustand einer Maschinenkomponente und den erforderlichen Wartungsmassnahmen.

Dies macht die Technologie verfügbar und preiswert. Vor allem aber ist die Innovation dadurch keinem erlesenen Kreis von spezialisierten Technikern vorbehalten. Wir alle dürfen mittun! Und das ist wohl der Punkt, welcher dem Internet der Dinge die Dynamik einer Revolution verschafft.

Was uns in der Innovation ausbremst, ist das Verharren in alten Denkmustern. Nur gut, dass eine Generation heranwächst, die Internet und Smartphones mit einer Selbstverständlichkeit hinnimmt, als hätte es sie schon immer gegeben. Die Fachkräfte dieser Generation haben exzellente Karten, um einen Beitrag zur vierten industriellen Revolution zu leisten.

Auch deshalb dürfen wir uns auf die Lektüre innovativer Projekte an der BFH freuen.

Herzlichst  
Dominique Schär

### Chères lectrices, chers lecteurs,

La quatrième révolution industrielle – également appelée «Industrie 4.0» – est sur toutes les lèvres, tout en n'étant que difficilement saisissable dans sa globalité. La mutation est rapide, durable et tellement fondamentale que nous peinons à en décrypter tous les enjeux et les retombées. Nous sommes pourtant déjà en plein dedans.

Qu'est-ce qui rend l'«Internet des objets», donc la matérialisation d'Internet, si passionnant et plus pressant que les autres tendances technologiques des dernières décennies?

Internet permet une interconnexion globale et techniquement plus simple des produits, processus, machines et personnes. En complément, l'industrie des biens de consommation a créé une palette d'outils qui peuvent être utilisés sans grands efforts d'adaptation pour diverses problématiques industrielles – preuve en est qu'actuellement le cloud n'enregistre pas seulement des photos, mais aussi des données de processus ou des états de machines. La communication en champ proche (CCP et en anglais «Near Field Communication», NFC) ne sert pas uniquement à payer par smartphone au supermarché, elle donne aussi des informations à l'agent d'entretien sur l'état d'une pièce de machine ou sur les mesures de maintenance nécessaires.

Ainsi, la technologie devient disponible et avantageuse. Mais surtout, l'innovation n'est plus l'exclusivité d'un cercle choisi de techniciens spécialisés, nous sommes tous appelés à y participer. Il s'agit là du point qui donne à l'Internet des objets la dynamique d'une révolution.

Ce qui nous freine dans l'innovation, c'est que nous persistons à penser de manière désuète. Heureusement, la génération grandissante considère Internet et les smartphones comme partie intégrante de leur vie, comme s'ils avaient toujours existé. Par conséquent, le personnel qualifié de cette génération a d'excellentes cartes en main pour contribuer à la quatrième révolution industrielle.

Voilà pourquoi nous nous réjouissons de lire des articles sur des projets innovants à la BFH.

Cordialement  
Dominique Schär

# Zukunft realisieren



**Prof. Dr. Lukas Rohr**  
Direktor Departement Technik  
und Informatik BFH-TI

Die radikalen Veränderungen des Digitalzeitalters bergen neben Risiken zahlreiche neue Entwicklungsmöglichkeiten. Für die technischen Departemente der Berner Fachhochschule gilt es, die Chancen zu nutzen – so die beiden Direktoren.

## Was bedeuten die Konzepte «Digitale Transformation» und Industrie 4.0 aus Ihrer Sicht?

Lukas Rohr: Wir erleben derzeit mit der rasch fortschreitenden Digitalisierung eine radikale Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft. In der produzierenden Industrie führt dieser Wandel zum nächsten Entwicklungssprung, auch Industrie 4.0 genannt. Nach Dampfmaschine, Fließband, Elektronik und IT steht heute die intelligente und vernetzte Fabrik im Zentrum des Innovationsprozesses. Neuste Technologien aus der Informations- und Kommunikationstechnik bilden die Grundlage dieser «vierten industriellen Revolution». Smarte, digital vernetzte Systeme ermöglichen eine medienbruchfreie Produktion. Es entstehen intelligente Wertschöpfungsketten, die den ganzen Lebenszyklus eines Produktes umfassen – von der Idee über die Entwicklung, Produktion, Nutzung, Wartung bis zur Entsorgung. Dadurch lassen sich individuelle Kundenwünsche besser erfüllen. Zudem können Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimiert werden. So die Vision.

Natürlich weckt jede Transformation Ängste und birgt Risiken in sich. So müssen wir Fragen zur Arbeitsorganisation, zu IT-Sicherheit und Datenschutz wie auch zur Entwicklung einheitlicher Normen und Standards intensiv diskutieren und entsprechende Konzepte zur sinnvollen Beantwortung entwickeln.

## Inwiefern ist Industrie 4.0 wichtig für Ihr Departement?

Die technologiegetriebene Industrie 4.0 bietet gerade unseren findigen und gut ausgebildeten jungen Fachkräften zahlreiche Chancen! Selbstverständlich findet die digitale Transformation in der Ausbildung an der Berner Fachhochschule, Technik und Informatik, ihren Niederschlag. So werden neben den soliden Grundlagen auch ein Verständnis für Innovationsprozesse, neue Businessmodelle und die Arbeit in inter-

disziplinären Teams zum Beispiel mit Künstlern und Physiotherapeuten gefördert und eingeübt. Damit sind unsere Absolventinnen und Absolventen bestens gerüstet, um die Zukunft aktiv mitzugestalten.

Forschende der BFH treiben in Partnerschaft mit der Industrie und weiteren Hochschulen technologische Innovationen voran, die für die Industrie 4.0 von hoher Bedeutung sind.

Lukas Rohr

In verschiedenen Projekten treiben Forschende der Berner Fachhochschule die Entwicklung technologischer Innovationen voran, die für die Industrie 4.0 von hoher Bedeutung sind. So entsteht beispielsweise am Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S eine Fertigungsstrasse für Lithium-Pouch-Zellen, in der modernste Technologien wie Bluetooth-Low-Energy-Sensorknoten eingesetzt und weiterentwickelt werden.

Im Switzerland Innovation Biel/Bienne entwickelt die BFH in Partnerschaft mit der Industrie und weiteren Hochschulpartnern ein «Smart Factory Lab», um individuelle Lösungen nach den Konzepten von Industrie 4.0 in konkreten Projekten für und mit der Industrie umzusetzen.

## In welche Richtung geht die Entwicklung?

Es zeigt sich immer deutlicher, dass in Zusammenhang mit dem digitalen Wandel völlig neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen möglich sind. Denn dank dem Internet of Things (IoT) sammeln «intelligente» Produkte und Maschinen umfassende Daten. Daraus lassen sich neue Angebote entwickeln und Produktionsprozesse optimieren. Das Entwickeln neuer Geschäftsideen kann gar als Schlüssel zum Erfolg von Industrie 4.0 verstanden werden.

**Kontakt**  
– [lukas.rohr@bfh.ch](mailto:lukas.rohr@bfh.ch)  
– Infos: [ti.bfh.ch](http://ti.bfh.ch)

# Réaliser le futur



**Prof. René Graf**  
Directeur département Architecture,  
bois et génie civil BFH-AHB

Les profondes transformations de l'ère digitale cachent, à côté des risques, aussi beaucoup de possibilités de développement. Pour les départements techniques de la BFH, il est essentiel de saisir nos chances – ce que pensent unanimement les deux directeurs.

## Pourquoi la digitalisation est-elle importante?

René Graf: Les transformations induites par la digitalisation dans le monde des entreprises sont profondes et nous forcent à une flexibilité accrue et permanente. Les possibilités de générer de grandes quantités de données, de les mettre en réseau et de les traiter rapidement ouvrent des possibilités insoupçonnées pour le développement de nouveaux modèles d'affaires. Dans le domaine de la construction, les possibilités techniques et surtout l'évolution des exigences poussent l'ensemble de la branche à se remettre en question. La maquette numérique – en anglais «Building Information Modelling» BIM – sera bientôt imposée comme standard dans la plupart des soumissions publiques en Europe. La difficulté ne réside pas dans l'application de solutions nouvelles, mais bien dans la capacité à réagir à un environnement de travail en constante évolution. Pour une haute école comme la nôtre, cela impose le développement de cursus de formation qui mettent l'accent sur la gestion de la complexité, ainsi qu'une grande flexibilité face au changement.

## En quoi cela concerne votre département?

Le département Architecture, bois et génie civil est directement confronté à l'évolution numérique. Que ce soit dans le cadre de transformations de cursus – comme par exemple le Master en technologie du bois – ou dans le développement de nouvelles offres, nous nous positionnons comme partenaire compétent. Nous avons la responsabilité de préparer non seulement les architectes et les ingénieurs du futur à un mode de travail en mutation permanente, mais aussi d'accompagner les entreprises par l'intermédiaire d'offres de formation continue ciblées et de projets de recherche appliquée. Notre institution est connue depuis de très nombreuses années pour ses compétences dans le domaine de la construction en bois. Nous travaillons actuellement au développement coordonné de l'ensemble de notre offre mettant en lien construction en bois et monde numé-

rique: depuis l'automne passé, nous offrons un nouveau cursus en formation continue dans ce domaine et nous avons complètement revu notre Master en technologie du bois. Notre objectif premier est d'asseoir notre position de référence dans les domaines du bois et de parfaire nos compétences dans celui de la maquette numérique. C'est dans ce sens que nous avons affiné notre stratégie et orienté notre acquisition du personnel ces dernières années.

## Quelles sont les évolutions et les développements futurs?

Il va sans dire que le campus à Bienne nous offre un environnement formidable pour les développements à l'intersection du numérique et de la construction. Les synergies entre nos deux départements sont évidentes et il conviendra de les prioriser dans les mois à venir. La mise sur pied de nouvelles offres, de nouveaux projets ou de groupes de recherche, ainsi que la constitution d'un environnement d'essai en collaboration avec l'industrie sont autant de thèmes actuellement à l'étude.

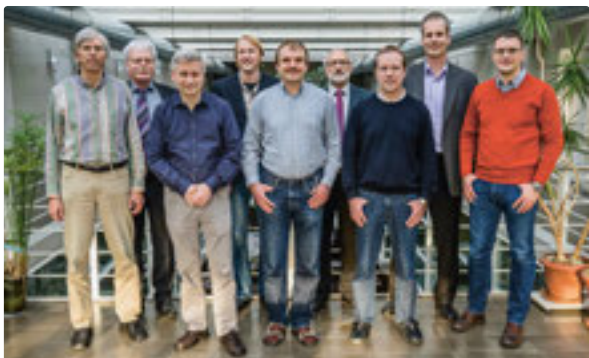
Nous avons la responsabilité de préparer non seulement les architectes et les ingénieurs du futur à un mode de travail en mutation permanente, mais aussi d'accompagner les entreprises par l'intermédiaire d'offres de formation continue ciblées et de projets de recherche appliquée.

René Graf

Dans ce contexte, il est important de veiller à l'élaboration de cursus de formation flexibles à même d'anticiper les évolutions technologiques. Nous nous devons de former des ingénieurs-es et architectes curieux et capables de gérer un environnement de travail en constante évolution.

**Contact**  
– rene.graf@bfh.ch  
– Infos: ahb.bfh.ch

# Das Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S



Das I3S-Team (v.l.n.r.): Die Professoren Michel Tripet, Roland Hungerbühler, Rolf Lanz, Dr. Norman Urs Baier, Ivo Oesch, Max Felser, Roger Weber, Dr. Axel Fuerst, Dr. Torsten Mähne

Wir sind innerhalb der Berner Fachhochschule der Ansprechpartner für alle Probleme der modernen Industrie. Denn mit einem Spezialisten für jedes Glied der Prozesskette stellen wir sicher, dass jeder von uns optimierte Industrieprozess smart ist.

Exemplarisch lassen sich unsere Kompetenzen am Verlauf eines vernetzten Produktionsprozesses aufzählen: Objekte können mit unserer Technologie weltweit über Funk geortet werden. Damit können prozessrelevante Daten entfernt aufbereitet oder auch lokal in Netzwerken zur Verfügung gestellt werden. Unsere Kommunikationsgeräte sind äusserst klein und sparsam. Für die Verteilung in Industrienetzwerken ist auf unsere Kenntnisse in Feldbussen Verlass. Wenn im Prozess noch eine Maschine aus der klassischen Fertigungstechnik steht, so verfügen wir über das Know-how, diese Maschine so schnell und so präzise zu machen, wie es der Stand der Technik erlaubt.

## Kernkompetenzen

- Auslegung und Erweiterung von industriellen Netzwerken
- Entwicklung von mobilen Embedded Systems
- Entwicklung von Hardware und Software für Steuerungen mit hohen Echtzeitanforderungen
- Optimierung von mechanischen Strukturen mit FE- und Modalanalyse
- Erstellen von Regelungsalgorithmen mit Zustandsmodellen und prädiktiver Optimierung
- Entwicklung von aktiven Dämpfungen mit Piezoaktoren

## Team

Unsere Stärke ist die Interdisziplinarität. Das Team besteht aus Professoren mit Hintergrund im Bereich Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik und Physik und aus wissenschaftlichen Mitarbeitern, die zum Teil auf jahrelange Industrieerfahrung zurückblicken können.

## Forschungsgruppen

### Embedded Systems

Die Forschungsgruppe Embedded Systems unter der Leitung von Prof. Roger Weber entwickelt einerseits

Hardware und Firmware für mobile Embedded Systems in den Bereichen Sensorik, Datenverarbeitung und Kommunikation – Kompetenzen: Miniaturisierung und Ultra-Low-Power. Andererseits steht die Entwicklung von Hardware und Firmware für Embedded Control in den Bereichen industrielle Systeme und Consumer Electronics im Zentrum – Kompetenzen: Embedded Linux und Real-Time-Applikationen.

### Mechatronische Systeme

Die Forschungsgruppe Mechatronische Systeme rund um Prof. Dr. Axel Fuerst befasst sich mit der Bewegung von mechanischen Strukturen. Mittels Struktur- und Modalanalysen wird ein Verständnis von deren dynamischem Verhalten generiert. Dieses Verhalten lässt sich durch Änderung der Strukturen auf passivem Weg optimieren. Mit geeigneten Aktoren und Regelungstechnik ist es auch möglich, aktiv in die Dynamik einzugreifen. Die Kompetenzen in der Aktorik werden durch Kenntnisse in der Sensorik ergänzt. Mithilfe von Dehnmessstreifen und sorgfältiger Analyse entwickelt die Forschungsgruppe hochsensible Sensorsysteme.

### Kommunikationssysteme

Die Forschungsgruppe Kommunikationssysteme, geleitet durch Prof. Max Felser, ist u.a. spezialisiert auf Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Unterhalt von drahtlosen und drahtgebundenen Datennetzwerken. Spezielle Anforderungen an hohe Verfügbarkeit, funktionale Sicherheit und Echtzeitfähigkeit werden berücksichtigt. Die Forschenden bieten auch Unterstützung bei der Entwicklung von Netzwerkanschlüssen an. Partner sind Anwender von IT-, Fabrik- und Automatisierungsnetzwerken in Industrie und Gewerbe.

#### Dr. Norman Urs Baier

Professor für Regelungstechnik und Mechatronik  
Leiter Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S

#### Kontakt

- [norman.baier@bfh.ch](mailto:norman.baier@bfh.ch)  
- [Infos: i3s.bfh.ch](http://infos.i3s.bfh.ch)

The logo for Bystronic, featuring the word "Bystronic" in white text on a red background. The letter "y" is stylized with a grid of white dots.

**Bystronic**

# Best choice. Karriere bei Bystronic.

Laser | Bending | Waterjet  
[career.bystronic.ch](https://career.bystronic.ch)

# Industrie 4.0 am Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S



**Dr. Norman Urs Baier**  
Professor für Regelungstechnik  
und Mechatronik  
Leiter Institut für Intelligente  
Industrielle Systeme I3S, BFH-TI

Bevor Industrie 4.0 implementiert werden soll, muss Aussicht auf Mehrwert bestehen. Trotz allen Revolutionen sind industrielle Prozesse darin, wie Mehrwert generiert wird, erstaunlich konstant geblieben: nämlich durch kürzere Standzeiten, grösseren Durchsatz und günstigere Wahl der Zulieferer. Das Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S erforscht, wie diese drei Ziele mit Ansätzen von Industrie 4.0 erreicht werden können.

## Kürzere Standzeiten: Selbst- und Ferndiagnose

Standzeiten haben meist eine von zwei Ursachen: Wartung oder Rüstung. In beiden Punkten kann Industrie 4.0 das Verhältnis der Standzeit zur Laufzeit verbessern. Der Schlüssel liegt in der besseren Prozessüberwachung.

Diese kann dazu genutzt werden, um die Wartungsintervalle spürbar zu erhöhen, wie dies beim Auto seit der Jahrtausendwende dank zahlreichen Sensoren heute schon möglich ist. Im Gegensatz zu einem Auto ist eine industrielle Anlage jedoch viel weiter verstreut und umfangreicher. Die Fortschritte im Bereich der Drahtlosübertragung machen es aber erstmals möglich, Sensoren an entlegenen Positionen von Anlagen einzurichten. Bandbreite und Datenspeicher sind mittlerwei-

le zu Preisen erhältlich, die es erlauben, auch weitläufige Anlagen messtechnisch umfassend zu erfassen. Damit die Messfühler in der richtigen Zahl und an die richtigen Orte gesetzt werden können, sind in der Regel Simulationen erforderlich. Diese zeigen, welcher Verschleissgrad welchen Effekt an den Messfühlern hat. Für diesen Einsatz hat sich die Sensitivitätsanalyse als gutes Werkzeug erwiesen.

Standzeiten sind zum Teil auch den Rüstzeiten geschuldet. Um diese zu verkürzen, soll mit Industrie 4.0 die vertikale Integration (Abb. 1) erreicht werden: Informationen können mit der Ressourcenplanung von der höchsten hierarchischen Unternehmensebene bis hinunter zur Feldebene mit den Maschinen und Sensoren ungehindert und medienbruchfrei fließen. Auf diese Weise kann die elektronische Ressourcenplanung den Prozess unter Berücksichtigung aktueller Daten aus der Werkhalle planen.

Sind die Grenzen des Prozesses vollständig bekannt, kann man auch Teile in abgeänderter Form herstellen, ohne vorgängig Prototypen zu testen. Das produzierte Los umfasst «Losgrösse 1», also genau ein Stück, wie dies etwa auch im Handwerk üblich ist.

## Grösserer Durchsatz: regelungstechnische Marge

Eine Minimierung von Stand- und Rüstzeiten bewirkt an sich schon einen grösseren Durchsatz. Eine weitere Möglichkeit, um den Durchsatz zu erhöhen, ist in der Regelungstechnik zu finden. Können wir mehr Prozessparameter messen und berücksichtigen, lässt sich der Prozess üblicherweise in einem engeren Toleranzband halten, weil die Störeffekte schneller und effektiver ausgeglichen werden. Das erlaubt es üblicherweise, den Prozess bei gleichbleibender Qualität schneller laufen zu lassen.

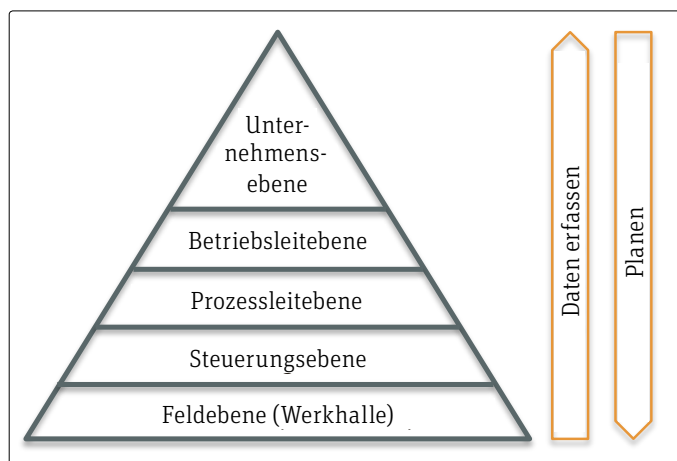


Abb. 1: Die vertikale Integration, welche die Industrie 4.0 anstrebt, soll die Ebenen in der Automatisierungspyramide vereinen. Die Daten aus der Feldebene fließen dann automatisch zur Unternehmensebene, und die Anlagen in der Werkhalle übernehmen automatisch die Planung.



### Wahl der Zulieferer: Dynamic Venturing

Wirklich interessant wird die Fabrik der Zukunft, wenn diese die Zulieferer in die Planung miteinbezieht. Gerade in Zeiten, in denen die Rohwarenpreise kurzfristig verrücktspielen, kann mit einer flexiblen Produktion Geld gespart werden.

Bereits machbar ist eine Produktionsanlage, die ein Produkt mit unterschiedlichen Rohwaren herstellen kann. Je nach Auftragslage und Rohwarenpreisen handelt die Enterprise-Resource-Planning (ERP) selbstständig mit den ERP von Abnehmer- und Zulieferfirmen aus, welches Produkt bis wann zu welchem Preis gefertigt wird.

Die Situation, in der die IT-Systeme von Zulieferern und Abnehmern nahtlos ineinander übergehen, wird auch «Dynamic Venturing» genannt. Ein grosser Teil der Herausforderungen auf dem Weg dorthin ist im Gebiet von Informatik und Wirtschaft zu suchen. Allerdings muss auch die Technik in der Lage sein, die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Anlage fortlaufend mit neuen Angaben zu berechnen.

Beispiele, bei denen ein solches Vorgehen von Vorteil sein könnte, sind etwa Wickelgüter, die mit Aluminium- oder Kupferwicklungen angeboten werden – oder sogar mit einer neuartigen Legierung, die bisher nicht zur Verfügung stand.

### Sahnehäubchen: nachträgliche Ursachenforschung

Ein weiterer Grund, Daten aus der Werkhalle möglichst vielseitig aufzuzeichnen, ist die Möglichkeit, auch nachträglich Ursachen für Qualitätsunterschiede zu erforschen. Hierzu stehen Methoden aus der Disziplin der digitalen Signalverarbeitung oder Big Data zur Verfügung. Mittels Korrelationsanalysen, Clustering und Klassifizierung können Ursachen aufgespürt werden.

### Fertigungsstrasse für Lithium-Pouch-Zellen am I3S

Um den Praxisbezug der Forschung am Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S zu gewährleisten, arbeitet das I3S an einer Fertigungsstrasse für Lithium-Pouch-Zellen (Abb. 2). Die voll ausgebaute Strasse wird mehrere Produktionsschritte umfassen. Das I3S wird mit dem Zuschneiden/Konfektionieren der Zellen beginnen und die Anlage sukzessive über die Schritte



Abb. 2: Eine Lithium-Pouch-Zelle: Die ladungstragenden Elektroden sind in einem Kunststoffbeutel (Pouch) eingepackt. Foto: © www.renata.com

Montage, Kalandrieren und Beschichten erweitern (Abb. 3).

Im ersten Schritt wird aus technischer Sicht die «Losgrösse 1» das beherrschende Thema sein. Das Szenario ist dabei nicht unbedingt, dass jede Batterie unterschiedlich sein soll. Vielmehr wird die Anlage aufgrund einer entfernt erarbeiteten Spezifikation über die Machbarkeit entscheiden sowie den Preis und die Lieferzeit zuverlässig ausgeben. Das soll auch gelten, wenn noch nie ein identisches Produkt gefertigt wurde. In diesem ersten Ausbauschnitt wird vor allem die Forschungsgruppe «Mechatronische Systeme» um Prof. Dr. Axel Fuerst gefordert sein.

Eine umfassende Vernetzung wird umso interessanter, je weiter die Anlage ausgebaut ist. Aus regelungstechnischer Sicht könnten besonders die langsamen Prozesse «Trocknen» und später das «Kalandrieren» von erweiterten Messdaten profitieren, insbesondere wenn an den entsprechenden Parametern immer noch geforscht wird. In diesem Ausbauschnitt wird die Forschungsgruppe Embedded Systems um Prof. Roger Weber an geeigneten intelligenten Sensorknoten forschen. Und die Forschungsgruppe «Kommunikationssysteme» von Prof. Max Felser wird neue Anwendungen von industriellen Bussen und Abstrahierungen auf Geräteebene entwickeln und testen können.

#### Kontakt

– norman.baier@bfh.ch  
– Infos: i3s.bfh.ch

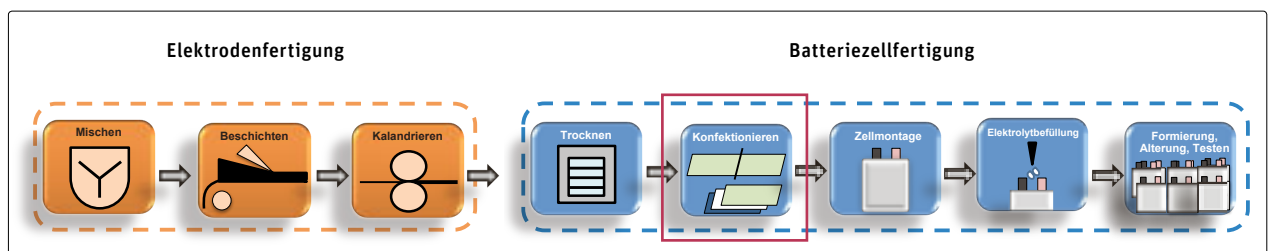


Abb. 3: Schritte in der Pouch-Zellen-Fertigung. Rot umrandet (Konfektionieren) der erste Ausbauschnitt der Anlage des I3S

# Sensorknoten für die Industrie 4.0



**Roger Weber**  
Professor für Embedded Systems,  
BFH-TI

Mit Industrie 4.0 wird der Bedarf an Sensorknoten stark steigen. Funkbasierte Sensorknoten bieten gegenüber kabelgebundenen Varianten diverse Vorteile. Sie setzen aber eine autonome Speisung voraus und müssen deshalb für einen minimalen Energieverbrauch (Ultra-Low-Power, kurz ULP) optimiert werden.

## Sensorknoten

Sensorknoten sind kleine Systeme bestehend aus einem Mikroprozessor, einem oder mehreren Sensoren sowie einer Kommunikationsschnittstelle. Die Aufgaben von Sensorknoten im industriellen Umfeld sind sehr vielseitig. Sie messen Umgebungs- und Prozessdaten wie Temperaturen, Beschleunigungen oder Druck, führen eine Vorverarbeitung dieser Daten durch und geben sie an die übergeordnete Steuerung oder ein Gateway weiter.

In herkömmlichen Systemen kommunizieren Sensorknoten kabelgebunden mit der Steuerung. Neue technische Möglichkeiten erlauben heute auch die funkbasierte Datenübertragung. Diese ermöglicht es, Sensoren auf beweglichen Elementen anzubringen. Einsatzgebiete sind etwa Roboterarme, rotierende Trommeln oder portable Werkzeuge. Eine wichtige Voraussetzung für funkbasierte Sensorknoten ist eine autonome Speisung.

## Autonome Speisung und ULP

Funkbasierte Sensorknoten werden heute mehrheitlich von Batterien oder Akkumulatoren gespeist. Diese

haben den Nachteil, dass sie oft ersetzt oder aufgeladen werden müssen. Deshalb gewinnen Sensorknoten ihre Energie teilweise aus der Umwelt (Energy Harvesting), etwa aus Licht (PV) oder aus Feldern. Entscheidend ist, dass der Energieverbrauch der Sensorknoten möglichst tief ist (ULP). Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Die energieeffizientesten Sensorknoten, die wir am I3S entwickeln, werden mit kleinen Knopfzellenbatterien betrieben, deren Energie für den Betrieb einer 10-W-Stromsparlampe für 35 Sekunden ausreicht. Mit derselben Energie muss ein Sensorknoten mehrere Jahre betrieben werden können. ULP bedingt spezialisierte Hardware, optimierte Funkprotokolle und eine ausgeklügelte Software.

## Hardware

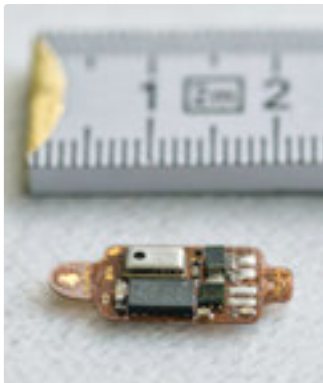
Auf dem Markt der Sensorbauelemente gab es in den letzten Jahren grosse Fortschritte, vor allem dank neuen Produkten für die Smartphoneindustrie. Aber auch die Entwicklung der Mikroprozessoren ist beeindruckend: Diese verfügen heute über diverse Stromsparmodi, und die Energie pro Rechenleistung fällt dank modernen Prozessorarchitekturen stetig.

## Software

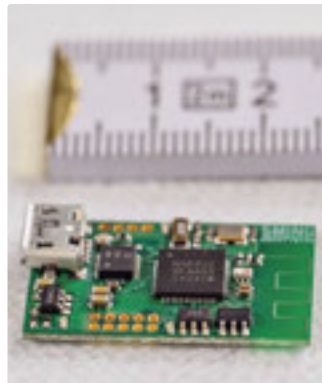
Die wirklichen Herausforderungen für die Entwicklung von ULP-Sensorknoten liegen in der Software. Die Software basiert auf einem Betriebssystem mit kleinem Speicherbedarf und ist für das Energy Management zuständig. Um die hohen Anforderungen zu erfüllen, verwenden wir entweder selbst entwickelte oder modifizierte Open-Source-Betriebssysteme.

## Kontakt

– roger.weber@bfh.ch  
– Infos: i3s.bfh.ch



1 g schwerer, batteriebetriebener Sensorknoten. Dieser misst Beschleunigungen, Luftdruck, Magnetfeld, Temperatur und Umgebungslicht.



1,5 g schwerer, akkubetriebener Bluetooth-Low-Energy-Sensorknoten mit 6-achsigem Beschleunigungssensor

# «5.0 ready» als Bachelor of Science



**Max Felser**  
Professor für industrielle Netzwerke  
Leiter Studiengang Elektro- und  
Kommunikationstechnik, BFH-TI



**Roland Hungerbühler**  
Professor für Informatik und  
Automation  
Leiter Studiengang Maschinentechnik,  
BFH-TI

Wie weit werden die Anforderungen der Industrie 4.0 durch die heutige Bachelorausbildung abgedeckt? Versuch einer Antwort mit vier Thesen am Beispiel der Studiengänge Elektro- und Kommunikationstechnik sowie Maschinentechnik der Berner Fachhochschule.

## These 1: Berufsbefähigung setzt Fachwissen zu Industrie 4.0 voraus

Der Bachelorabschluss an einer Fachhochschule soll berufsbefähigend sein. Aus diesem Grund lassen sich Vertiefungs- und Wahlmodule für das letzte Studienjahr regelmässig den technologischen Entwicklungen anpassen.

In der Elektrotechnik haben wir in den letzten Jahren die Vertiefung «Industrial Automation and Control» mit dem Modul «Distributed Control Systems» erfolgreich eingeführt. Unsere Vertiefung Embedded Systems mit den Vertiefungen in Echtzeitbetriebssysteme entspricht den Anforderungen von Industrie 4.0 bestens. Die Modul Inhalte der Vertiefung «Communication Technologies» werden mit modernen Sensornetzwerken erweitert. Und die bestehenden Wahlmodule «Profibus» und «Sensorik» werden mit neuen Wahlmodulen zu «Security in Communication Systems» und «Smart Sensing» ergänzt, damit auch die Anforderungen des Internet of Things (IoT) abgedeckt werden können.

In der Maschinentechnik werden die Vertiefungen «Produktentwicklung», «Mechatronik» und «Prozesstechnik» angeboten, wobei der Fokus auf der Anwendungsorientierung liegt. Industrie 4.0 verstehen wir als Einsatz von neusten Technologien aus der Sensorik, Antriebstechnik und Informatik, um leistungsfähige, stabile und präzise Produktionsprozesse zu gestalten und zu beherrschen. Mit den Themen aus der Prozesstechnik wie «Selectiv Laser Melting» oder «Funktionaler Druck» verknüpfen wir moderne Fertigungsansätze mit Visionen von Industrie 4.0. Die Vertiefung «Mechatronik» umfasst die Schwerpunkte Robotik und Werkzeugmaschinen. Hier werden auf IoT-Komponenten basierte Lösungskonzepte diskutiert.

## These 2: Ganzheitliche Sichtweisen muss geübt werden

Ein Ingenieur behält auch in einer komplexen Situation die Übersicht. Diese Fähigkeit ist zugleich eine der

Anforderungen, um Aufgaben mit Bezug zu Industrie 4.0 umzusetzen: disziplinäre Kompetenzen gepaart mit Kompetenzen zur interdisziplinären Zusammenarbeit. Eine Kunst dabei ist, sich von einzelnen Teilproblemen zu lösen und mit einem Schritt zurück die notwendige Distanz zu schaffen, um einen besseren Überblick zu erhalten. Hierzu braucht es eine breite Grundausbildung und angepasste Lösungsmethodik gepaart mit Teamkompetenz und viel Erfahrung.

## These 3: Nicht Industrie 4.0, sondern «5.0 ready» ist das Ziel

Unsere Bachelorabsolventen werden in der Regel über 40 Jahre im Erwerbsleben stehen. Vor rund 40 Jahre erlebten wir in Folge der Erfindung des PC den Einzug der elektronischen Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) in der Industrie. Dieses Zeitalter wird heute als Industrie 3.0 bezeichnet. In etwa 20 Jahren dürften unsere Absolventen die Revolution zur Industrie 5.0 miterleben. Unsere Ausbildung hat nicht nur die Anforderungen an die Industrie 4.0 zu erfüllen, die Absolventen müssen zusätzlich «5.0 ready» und damit bereit für die nächste Veränderung sein.

## These 4: Die Veränderung ist das einzig Konstante

Unsere einfache Schlussfolgerung: Es ist nicht sehr wesentlich, welche technischen Kompetenzen der Absolvent bei seinem Abschluss mitbringt. Wichtig ist vielmehr, dass er ein genügend breites Basiswissen hat und die Kompetenz, sich die notwendigen technischen Entwicklungen innert nützlicher Frist anzueignen. Die Freude am Lernen muss einen Ingenieur sein ganzes Leben lang begleiten.

### Kontakt

– max.felser@bfh.ch  
– roland.hungerbuehler@bfh.ch  
– Infos: ti.bfh.ch/elektro  
ti.bfh.ch/maschinen

# Manufacturing as a Service – ein innovatives Geschäftsmodell



Dr. Andreas Danuser  
Professor für Informatik, BFH-TI

Die aktuelle vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0) umfasst nicht nur neue Fertigungstechniken und bessere Steuerungen. Vielmehr ermöglichen die innerbetriebliche Digitalisierung und die Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette revolutionäre neue Geschäftsmodelle, welche grossen Nutzen für Anbieter und Kunden haben. Die Konzepte und Systemarchitekturen des Internet of Things machen dies möglich.

## Vom traditionellen Kaufmodell ...

Mit hoch spezialisiertem Know-how und fortwährender Innovation entwickeln und vermarkten Lieferanten (Produktions-)Maschinen weltweit und bieten diese den Kunden zusammen mit Dienstleistungen wie Schulung und Wartungs-/Serviceverträgen an. Damit vermarktet der Lieferant sein ganzes Know-how.

Der Kunde seinerseits muss den Kauf finanzieren und wertvolles Kapital binden. Danach muss er die erworbene Maschine in industrielle Prozesse und in eine Gesamtanlage integrieren und den Betrieb sicherstellen.

Beim Kaufentscheid ist der Kunde im Wesentlichen an einem attraktiven Preis interessiert. Qualität und Langlebigkeit werden zwar respektiert, treten aber bei einem hohen Preis rasch in den Hintergrund.

Nach dem Kauf ist der Kunde gefordert, eigenes Know-how zum Betrieb der erworbenen Maschine aufzubauen und die verschiedenen Maschinen in ein Gesamtsystem zu integrieren. Diese Tätigkeiten gehören typischerweise nicht zu den Kernkompetenzen des Kunden. Deshalb werden diese Eigenleistungen, also «Integration» und «Betrieb», oft nicht optimal und effizient erbracht. Schliesslich sind aufgrund von Auslastungslücken und Wartungsfenstern gelegentlich Stillstandzeiten der Anlage in Kauf zu nehmen.

Leicht erkennen wir hier, dass an der Schnittstelle zwischen Lieferant und Kunde Verluste entstehen. Das hohe Know-how des Herstellers kann nur zu einem kleinen Teil im Rahmen von Schulung an den Kunden weitergegeben werden, und der Lieferant hat nur geringe Einsicht, wie sich die gelieferte Maschine im praktischen Einsatz verhält; ihm fehlt entscheidende Transparenz in die betrieblichen Aspekte seiner Produkte.

So entsteht der Wunsch, diese Defizite mit einem neuen Geschäftsmodell zu kompensieren.

## ... zum neuen Servicemodell

Das nachfolgend beschriebene Geschäftsmodell eliminiert in idealer Weise die Probleme: Nach wie vor investiert der Lieferant in ein hoch spezialisiertes Wissen, das sämtliche Aspekte der von ihm entwickelten und vermarkteten Maschinen umfasst. Im Gegensatz zum Kaufmodell «übergibt» er dieses Know-how jedoch nicht alleine durch die Lieferung der Maschine einschliesslich der Schulung und Wartungsverträge. Nein, er bietet neue Leistungskomponenten an:

- Er vermietet die Maschine, statt sie zu verkaufen (OPEX statt CAPEX).
- Er übernimmt Verantwortung bei der Integration der Maschine in eine Gesamtanlage.
- Allenfalls kauft er sogar Teile der Anlage zu und integriert sie systematisch in die von ihm entwickelten Maschinen.
- Er bietet den Kunden einen lückenlosen 7×24-h-Betrieb an.
- Im Rahmen dieser Dienstleistung erkennt er frühzeitig, dass eine Wartung ansteht und vermeidet so einen Ausfall der Maschine zu einem ungünstigen Zeitpunkt.
- Er erkennt bzw. erfährt vom Kunden frühzeitig bevorstehende Auslastungslücken. Aufgrund seiner Verbindungen im Markt kennt er andere Kunden, welche diese Auslastungslücken gut nutzen können; so kann er seinem ersten Kunden zu neuen Geschäften verhelfen.
- Schliesslich erkennt der Lieferant den idealen Zeitpunkt, um eine neue und modernere Maschine mit den für den Kunden idealen Leistungsmerkmalen einzusetzen.

Wir sehen, dass der Lieferant sein Know-how während des ganzen Lebenszyklus der Maschine einbringen kann. Er verkauft also nicht mehr bloss einmalig eine Maschine, sondern er begleitet den Kunden mit seinem

Know-how. Der Lieferant leistet also viel mehr, derweil der Kunde von vielen Aufgaben entlastet wird und sich demnach auf seine eigenes Kerngeschäft konzentrieren kann. So entsteht eine langfristige und nachhaltige Lieferanten-Kunden-Beziehung. Betrieb und Wartung werden zudem sehr effektiv, weil der Lieferant dies nicht bloss für einen, sondern gleichzeitig für viele Kunden leisten kann.

Was muss nun unternommen werden, um solch ideale Servicemodelle möglich zu machen?

### Voraussetzungen für Servicemodelle

Damit der Lieferant die Maschine und die Gesamtanlage beim Kunden auch richtig integrieren und betreiben kann, muss er die Anlage – notfalls auch über grosse Distanzen hinweg – beobachten und steuern können, und zwar in Echtzeit und rund um die Uhr. Dank den neuen Möglichkeiten des Internet of Things (IoT) können Sensoren die betriebliche Zustände einer Anlage erkennen und Aktoren Interventionen auslösen.

Die Abbildung 1 illustriert dieses Prinzip: Die Sensoren und Aktoren, welche die Anlage beobachten und steuern, werden über das Internet mit einem zentralen Servicecenter verbunden, von wo aus die gesamte Überwachung und Steuerung erfolgt.

Ein System, welches solche Servicemodelle möglich macht, ist die SIOT-Plattform. Diese wird von der Berner Fachhochschule konzipiert und in Partnerschaft mit verschiedenen Industriefirmen entwickelt.

Die SIOT-Plattform ist generisch einsetzbar und für alle Marktteilnehmer zugänglich: Sensoren und Aktoren verschiedener Hersteller können an diese Plattform angebunden werden. Insbesondere können Sensoren und Aktoren auch in bereits bestehende Anlagen eingebaut werden, sodass man diese beobachten und steuern kann. Mit dieser Plattform werden die Sensoren und Aktoren einfach und effizient verwaltet und die Daten sicher über das Internet übertragen.

Die Applikation zur Beobachtung und Steuerung der Anlage wird ebenfalls an die SIOT-Plattform angebunden. Es stehen einfach zu bedienende Hilfsmittel zur Verfügung, mit welchen Messwerte dank standardisierten «Widgets» grafisch angezeigt werden können (Abb. 2).

Erste praktische Projekte mit Industriepartnern zeigen, wie einfach und effektiv die SIOT-Plattform nutzbar ist.

### Kontakt

– andreas.danuser@bfh.ch  
– Infos: risis.bfh.ch  
www.siot.ch

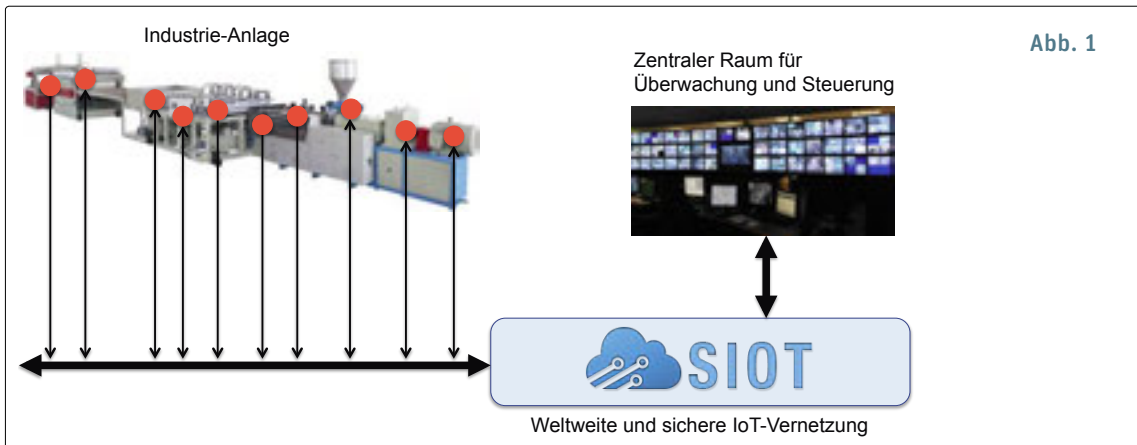


Abb. 1

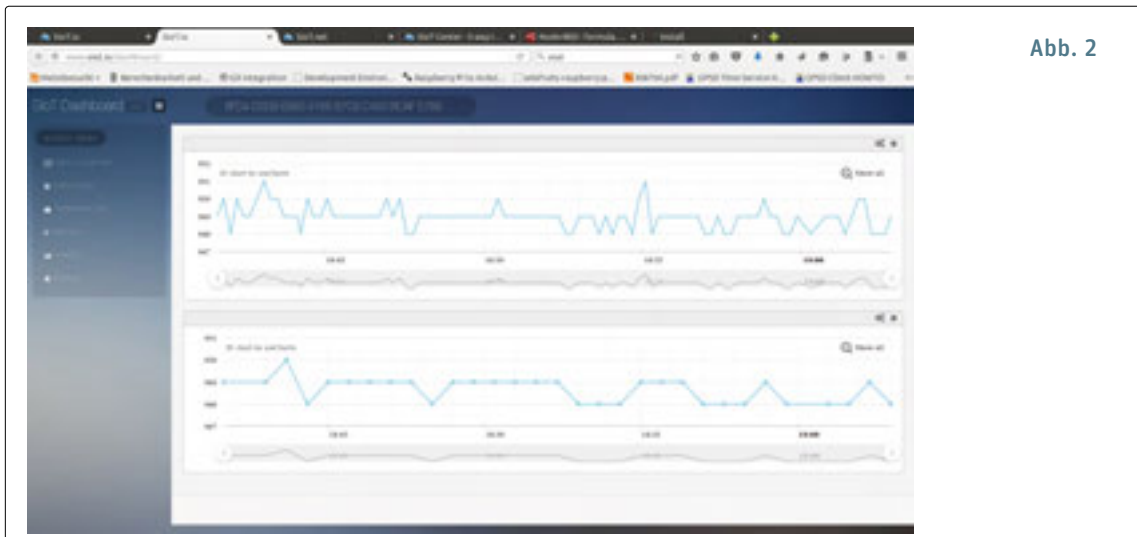


Abb. 2

# Smart Factory Lab – Industrie 4.0 im Innovationspark



**Felix Kunz**  
CEO/VR Switzerland Innovation Park  
Biel/Bienne

Der Standort Biel des Switzerland Innovation Park Biel/Bienne (nachfolgend Innovationspark Biel genannt) wurde am 18. Januar 2016 zusammen mit den anderen vier Standorten offiziell eröffnet. Der Innovationspark Biel fokussiert sich auf die Forschungsthemen Industrie 4.0 mit 3-D-Technologien, Energy Storage & Mobility und Medtech.

Seit der Betriebsaufnahme im April 2014 sind bereits 25 Unternehmen (Startups und KMU) mit gesamt über 100 Mitarbeitern im Innovationspark eingezogen. Der Innovationspark vernetzt die Unternehmer mit den Forschungspartnern (BFH, Empa, ETH, UniBE und weitere), den Investoren und den Kunden. Die Strategie ist, eine Kombination von Flächenreserven, Technologien und Forschungskompetenzen für die Unternehmen bereitzustellen. Der Innovationspark Biel wird zu 85% von der Wirtschaft für die Wirtschaft getragen.

Im neuen «Smart Factory Lab» werden Industrie-4.0-Konzepte in Projekten von regionalen Unternehmen umgesetzt.

Felix Kunz

In der kurzen Zeit konnten Forschungsprojekte im Wert von über 2 Mio. generiert werden, was die Kompetenz des Innovationsparks Biel beweist. In Zusammenarbeit mit der BFH werden für die Umsetzungspartner (Industrie) von der KTI geförderte Projekte realisiert. 2018 wird die INNOCAMPUS AG als Betreiberin des Innovationsparks Biel voraussichtlich einen eigenen Neubau mit weiteren 14 000 m<sup>2</sup> beziehen – direkt beim Bahnhof Biel und neben dem neuen Campus der Berner Fachhochschule.

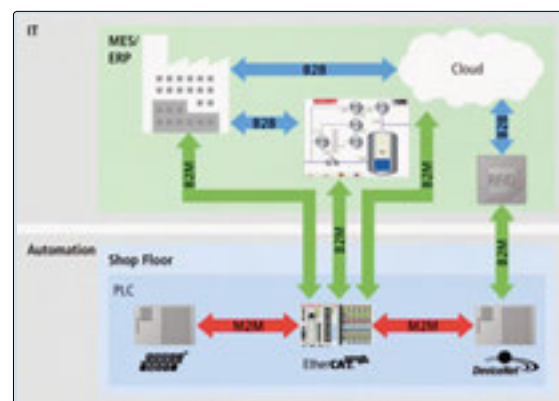
## Was verstehen wir unter Industrie 4.0?

Industrie 4.0 wurde vom Fraunhofer Institut definiert und konzipiert. Es geht um die nahtlose horizontale und vertikale Vernetzung aller Prozesse im Unternehmen, von der Entwicklung bis zur Entsorgung. Industrie 4.0 richtet auch das aktuelle Geschäftsmodell neu aus und definiert die Analyse der Daten (Big Data)

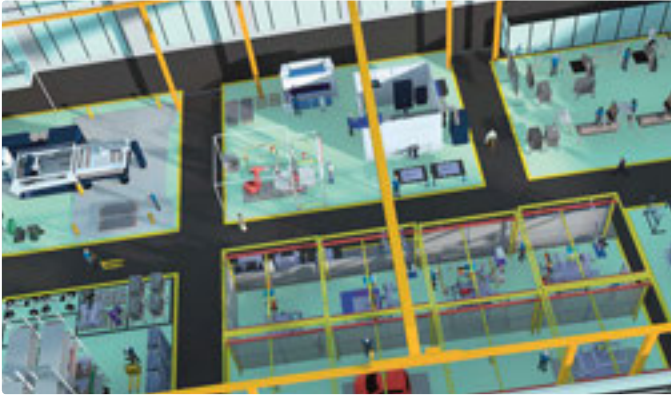
als zentrale Tätigkeit zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit. Die Wandlung zur vierten Industriegeneration ist primär eine Frage der Implementation in jedem einzelnen Unternehmen und kein reines Forschungsthema. Die digitalen Systeme sind auf dem Markt weitgehend erhältlich, jedoch stellen Analyse, Auswertung und Entscheidungstools für die grossen Datenmengen noch eine Herausforderung dar. Das Konzept beginnt bei der Produkteentwicklung und endet bei der Produkteentsorgung. Im Idealfall kann Losgrösse 1 mittels 3-D-Manufacturing quasi über Nacht ortsunabhängig gefertigt werden: So braucht es weniger Lagerhaltung und Logistik. Dafür entstehen neue Fragestellungen in der Produkthaftung und im Datenschutz.

## Smart Factory Lab – Industrie 4.0

Im Innovationspark Biel wird jetzt ein neues und anwendungsorientiertes Labor mit einer Testfläche für Industrie-4.0-Konzepte gebaut. Es sind KMU und Grossunternehmen, welche davon gleich viel profitieren. Bestehende Produktionsanlagen werden für Industrie 4.0 aufgerüstet und neue Produktionsanlagen für die digi-



Horizontale und vertikale Vernetzung in der Industrie 4.0



Beispielbild: des zukünftigen Smart Factory Lab – Industrie 4.0 im Innovationspark Biel/Bienne

tale Produktion tauglich gemacht. Der Kanton Bern leistet eine Anschubfinanzierung, während grosse Unternehmen bereits deutliches Interesse an einer Technologiepartnerschaft zeigen. Kandidaten, welche geneigt sind, mit dem Smart Factory Lab des Innovationsparks Biel eine Technologiepartnerschaft einzugehen, sind KUKA Roboter, Siemens Steuerungstechnik, RUAG sowie PricewaterhouseCoopers. Weitere Zusammenarbeiten sind in Planung.

Gemeinsam mit den Technologiepartnern werden Events, Informationsveranstaltungen für die Wirtschaft und angewandte Forschung und Integration der Industrie-4.0-Konzepte in ersten Projekten von regionalen Unternehmen umgesetzt. Dabei wird immer ein Mehrwert für das Industrieunternehmen generiert. Die Projektträgerschaft des Smart Factory Lab/Industrie 4.0 besteht aus dem Innovationspark Biel und der Berner Fachhochschule, Technik und Informatik (BFH-TI). Die Suche nach weiteren Forschungspartnern ist noch nicht abgeschlossen – ebenso wenig wie die Suche nach zusätzlichen Aktionären für die Betreibergesellschaft INNOCAMPUS AG. Die Arbeitsfläche beträgt anfangs ca. 500 m<sup>2</sup> und wird im Neubau auf über 1000 m<sup>2</sup> ver-



Eine der beiden im Innovationspark Biel/Bienne installierten Metall-3D-Drucker für Titan, Alu und Edelstahl

größert. Damit ist der Innovationspark Biel der grösste Industrie-4.0-Implementator in der Schweiz. Es stehen mehrere industrielle 3-D-Drucker für metallische Werkstücke (in Titan, Aluminium, Edelstahl) und 3-D-Kunststoffdrucker für die Herstellung von Prototypen und Kleinserien im Einsatz.

#### Kontakt

– [felix.kunz@switzerland-innovation.com](mailto:felix.kunz@switzerland-innovation.com)

– Infos: [www.innocampus.ch](http://www.innocampus.ch)

[www.switzerland-innovation.com/biel-bienne](http://www.switzerland-innovation.com/biel-bienne)



Die Mitarbeitenden, Forschungsleiter/innen und CEO des Innovationspark Biel/Bienne

# Komplexe Holztragwerke – robotergestützt gebaut



**Stefan Sitzmann**

Dipl.-Ing. (FH) Holztechnik, MAS IT  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Kompetenzbereich Integrierte  
Planung und Produktion, BFH-AHB

Können Montageroboter und Digitalisierung der Fabrikation helfen, beim Bau von komplexen Holzstrukturen Material einzusparen? Ein Team aus Architekten, Holztechnikern und Holzbauingenieuren untersucht die Möglichkeiten des Robotereinsatzes im Holzbau und entwickelt neue Konzepte für ressourceneffiziente Freiformen aus Holz.

Der Werkstoff Holz mit seinen besonderen Eigenschaften hat Architektinnen und Architekten zu besonderen Bauten inspiriert. Bauwerke wie das Centre Pompidou in Metz, das Expo-Dach in Hannover oder das Metropol Parasol in Sevilla sind nur wenige Beispiele. In Biel entsteht aktuell mit der Erweiterung des Swatch-Hauptsitzes ein neuer grossartiger Holzbau. Alle diese Objekte zeichnen sich durch ihre geschwungene Form und Leichtigkeit aus. Diese Formen werden üblicherweise aus geformten Trägern zusammengesetzt. Für das Centre Pompidou Metz wurden zum Beispiel fast 1800 doppelt gekrümmte Leimholzelemente verbaut, jedes mit einer individuellen Form. Diese Elemente wurden vorgängig aus Leistenbündeln in Biegeschablonen zu ihrer groben Form verleimt und anschliessend durch computergesteuerte Fräsen in ihre präzise Geometrie gebracht. Die vorgefertigten Balken wurden dann auf der Baustelle mit Schlitzblechen zu einem durchlaufenden Tragwerk verbunden.



Der Roboter platziert das Element präzise im Bauraum.

## Komplexe Bauten dank Digitalisierung

Eine computergestützte Planung und Produktion haben diese Komplexität möglich gemacht. Ohne digitale Daten der Geometrie und die softwaregestützte Ableitung der Maschinenprogramme hätte die Vielzahl an Teilen kaum beherrscht werden können. Durch das Formfräsen wird eine hohe geometrische Präzision erreicht, aber auch eine grosse Menge an Holz wieder abgetragen, die vorher verleimt werden musste und als Späne endet. Zudem ist das Formverleimen ein aufwendiger Prozess, der Schablone und Druck benötigt, um das Bündel aus Leisten bis zum Aushärten des Leims in Form zu halten.

## Neue Wege erforschen

Im Projekt «Additive Robotic Assembly of Complex Timber Structures» suchen Forscher von Gramazio Kohler Research an der ETH Zürich gemeinsam mit der Berner Fachhochschule nach neuen Wegen für den Bau komplexer, frei geformter Holztragwerke. Besonders der Holzverbrauch und die benötigte Energie sollen durch die Vermeidung subtraktiver Prozesse wie das Fräsen verringert werden. Ausserdem soll möglichst «einfaches» Holz in Standardabmessungen verwendet werden. Um dennoch geschwungene Formen zu ermöglichen, werden viele kurze Stücke aneinandergereiht. Ein Kreisbogen wird zum Beispiel in kurze gerade Segmente unterteilt, die sich der runden Form annähern. Auf dreidimensionale Bauteile angewandt, entsteht ein räumliches Fachwerk.

## Der Roboter fügt das Puzzle zusammen

Die Auflösung in kleine Abschnitte lässt die Anzahl der benötigten Teile stark ansteigen. Jedes Teil kann einzigartig sein, sich in Länge sowie Endwinkeln unterscheiden und muss an der richtigen Stelle montiert werden. Um dieses Puzzle zusammenzusetzen, wird die digitale Fabrikation um eine robotergestützte Montage erweitert. Dabei wird ausgenutzt, dass der Roboter die



### Das Forschungsprojekt

Das Projekt «Robotic Assembly Of Complex Timber Structures» ist eine Zusammenarbeit von Gramazio Kohler Research an der ETH Zürich und der Berner Fachhochschule BFH. Es wird vom Schweizer Nationalfonds gefördert und ist Teil des Nationalen Forschungsprogramms «Ressource Holz» (NFP 66).  
Projektmitarbeitende:

- Architecture and Design System: Prof. M. Kohler, Prof. F. Gramazio, A. Apolinarska, Dr. T. Kohlhammer und M. Knauss (ETH Zürich)
- Wood Construction Engineering: Prof. Dr. C. Sigrist, P. Zock und U. Huwiler (BFH-AHB)
- Fabrication and Automation: Prof. E. Bachmann und S. Sitzmann (BFH-AHB)



Centre Pompidou Metz, Dachkonstruktion

Balken im dreidimensionalen Raum ohne zusätzliches Masswerk exakt positionieren kann. Zuerst muss die Lage jedes Stabs festgelegt werden. Um die Konstrukteure zu unterstützen und Fehler zu vermeiden, wird dieser Prozess durch ein Designsystem unterstützt. Dieses setzt die architektonische Freiform durch einen Algorithmus in das räumliche Fachwerk um und bestimmt Lage und Abmessung jedes Stabs. Die Oberflächen werden durch eine Art Netz mit sechseckigen Maschen überzogen und die Lagen durch Streben miteinander verbunden. Neben der Geometrie wird auch die Belastung berücksichtigt. Wo hohe Kräfte auftreten, werden zusätzliche Hölzer zur Verstärkung vorgesehen, an Orten geringer Last kann Material eingespart werden. Mithilfe des Programms wird nicht nur ein Computermodell zur Darstellung in einem CAD-Programm, sondern auch bereits Daten für die statische Berechnung und die Fabrikation erzeugt.

### Neue Klebeverbindung

Damit ein Tragwerk entstehen kann, müssen die Balken durch den Roboter untereinander verbunden werden. Bestehende Holzverbindungsmitel sind für die manuelle Montage ausgelegt. Stahlteile und Schrauben verbinden massive Balken, dem Roboter fehlt aber das Gespür, um zu erkennen, ob beim Einführen etwas klemmt und das Gewinde von Schraube und Mutter aufeinander ausgerichtet sind. Metallteile sind zudem teuer und würden, in grosser Zahl eingesetzt, die Konstruktion unwirtschaftlich machen. Aus diesem Grund wurde eine Klebeverbindung entwickelt, die auf die automatisierte Fügung durch Roboter abgestimmt ist. Die Stäbe werden so positioniert, dass zwischen den Verbindungsflächen ein kleiner Spalt bleibt. Nach aussen wird der Spalt durch einen Dichtring abgeschlossen. In den Hohlraum wird ein Gemisch aus Härter und Klebstoff eingespritzt. Das verwendete Klebstoffsystem ist bereits in wenigen Sekunden so fest, dass der Roboter das Teil loslassen und mit der Montage des nächsten Stabs fortfahren kann. Die Verbindung kommt ohne

komplizierte Bearbeitung aus, die Hölzer müssen nur im richtigen Winkel abgeschnitten werden, sodass parallele Verbindungsflächen entstehen. Die Festigkeit kann durch Einstiche in die Holzoberfläche, in die der Klebstoff eindringen kann, erhöht werden.

### Begehbare Forschungsergebnisse

Zur Überprüfung der Machbarkeit wurden im Verlauf des Projekts verschiedene Prototypen und Demonstrationsobjekte gebaut. Die Roboterzelle im Technikpark des Departements Architektur, Holz und Bau der Berner Fachhochschule wurde deshalb zu einer Montagezelle ausgebaut. Eine Kappsäge mit elektrischer Winkeleinstellung und Vorschub erlaubt, den nächsten benötigten Stab direkt vor Ort zuzuschneiden und dem Roboter zuzuführen. Dadurch entfällt das Zwischenlagern und Sortieren der Balken, und eine kurzfristige Anpassung der Stäbe ist möglich. Um die für die Verklebung nötige Genauigkeit sicherzustellen, wird jedes Holz nach dem Aufgreifen durch den Roboter gemessen und die Position im Greifer kontrolliert. Auf einer Plattform entsteht so die Struktur – Stück für Stück.

Derzeit wird eine Klebstoffmischanlage in die Montagezelle eingebunden, sodass auch der Klebstoffeintrag automatisiert werden kann. Koordiniert werden die Maschinen über ein übergeordnetes Leitsystem. Der bislang grösste gefertigte Prototyp hat eine Grösse von fünf mal fünf Metern und besteht aus 200 Einzelteilen. Zur Überprüfung der Stabilität wurde er wie ein Deckenelement aufgelagert und konnte mittig mit zwei Tonnen belastet werden. Durch die weitere Untersuchung der Lastausbreitung innerhalb der Strukturen und weitere Optimierungen der Verbindung wird die Tragfähigkeit erhöht.

### Kontakt

- stefan.sitzmann@bfh.ch
- Infos: nfp66.ch > Projekte
- [vimeo.com/96060053](https://vimeo.com/96060053)

# Reverse Engineering – Entwicklung auch mal rückwärts



**Dipl.-Ing. (TU) Christiane Rehm**  
Dipl.-Ing. (TU) Professorin für  
Produktion und Logistik

Im Zeitalter der 4. industriellen Revolution ist Reverse Engineering mit digitaler Datenerfassung und -aufbereitung sowie Produktion mittels modernster Verfahren eine Schlüsseltechnologie. Scannen, Mehrachsfräsen, 3D-Drucken – Reverse Engineering ist sowohl Lehrgebiet als auch Dienstleistungsangebot der BFH-AHB.

«Rückwärtsentwickeln» – so die einfache Übersetzung für Reverse Engineering. Ingenieurinnen und Ingenieure wenden Reverse Engineering mit dem Ziel an, eine 1:1-Kopie eines vorliegenden physischen Objekts zu erstellen. Weitergehendes Ziel kann sein, dieses Objekt zu verändern. Dazu werden Struktur, Zustand und Verhaltensweisen des Objekts untersucht. Die geometrische Struktur wird als CAD-fähige Datei erfasst. Das fertige Produkt bestätigt, ob das Reverse Engineering gelungen ist.

Die Geometriedatenerfassung geschieht mittels verschiedener 3-D-Scanner (siehe Bild). Erst nach einer Datenaufbereitung stehen die Konstruktionsdaten zur Generierung der Fertigungsdaten bereit. Eine immer bedeutendere Rolle bei der Fertigung spielen additive Verfahren, z.B. das 3-D-Druckverfahren.

## Wo kommt Reverse Engineering zum Einsatz?

Die Bereiche, in denen «rückwärts entwickelt» wird, sind vielfältig. In der Denkmalpflege zum Beispiel werden Gebäude, Skulpturen u.a. für die Restauration, Archivierung oder für die Herstellung von Kopien der Objekte digital erfasst. So hat die Firma Ecoparts AG in Rütli (ZH) 2013 für das Bundeshaus in Bern 370 antike Fenstergriffe hergestellt.



Datenerfassung mit 3-D-Scanner VIVID 910 von Konica Minolta

Die Medizintechnik nutzt CT(Computertomographie)- und MRT(Magnetresonananztechnologie)-Daten für die Herstellung von Prothesen und Hilfsmitteln.

In der Möbelgestaltung stellt der Designer den Prototyp oft manuell her. Für die Fertigung nutzt er die Reverse-Engineering-Kette.

## Reverse Engineering in der Forschung

Im Rahmen eines von der Stiftung Denkmal unterstützten Projekts haben Forscherinnen und Forscher der BFH eine Klassifizierungsmatrix für die Auswahl eines 3-D-Digitalisierungssystems entwickelt.

Denn, welches System für eine spezielle Aufgabe das richtige ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Mittels Fragen wird das System evaluiert: Wofür sollen die Daten verwendet werden, welche Qualität wird benötigt? Welche Eigenschaften hat das zu erfassende Objekt, z.B. Grösse, glänzend, durchsichtig? Wie empfindlich ist es gegenüber Licht oder Berührung? Diese Fragen werden in der Klassifizierungsmatrix zusammengestellt. Aus der Bewertung der Antworten resultieren die Systeme, welche sich eignen.

## Reverse Engineering in der Lehre

In verschiedenen Modulen der Bachelorausbildung erarbeiten sich die Studierenden das Know-how zu diesem Thema. So haben sie im Jahr 2015 im Vertiefungsmodul «Reverse Engineering» des Bachelor Holztechnik ausgehend von einer Eule die gesamte Prozesskette selbst erlebt. Ein spannendes Projekt gespickt mit Humor: Im 3-D-Druckverfahren entstanden Zahnstocherhalter, Salzstreuer, Flaschenöffner und Bleistiftanspitzer in Eulenform. Kopien der «gedruckten» Eule wurden in Holz auf einer Mehrachsmaschine gefräst. Ausserdem wurden im Fräs- und Tiefziehverfahren Formen für die Herstellung von Kerzen und Schokoladenfiguren hergestellt.

## Kontakt

– [christiane.rehm@bfh.ch](mailto:christiane.rehm@bfh.ch)  
– [Infos:ahb.bfh.ch/hta](http://Infos:ahb.bfh.ch/hta)

# Computertomographie für die Schweizer Forst- und Holzwirtschaft



**Eduard Bachmann**  
Professor für Automation und Robotik, Leiter Kompetenzbereich integrierte Planung und Produktion, BFH-AHB



**Dr. Markus Schaller**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Abteilung Waldwissenschaften, Fachgruppe Forstliche Produktion, BFH-HAFL

Computertomographie wird mit der Suche nach der Ursache menschlicher Beschwerden und nicht mit der Vermessung und Qualitätsbestimmung von Rundholz verknüpft. Doch dies ist dank modernen industrietauglichen Computertomographen heute möglich. Ein Projekt der BFH-AHB und der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaft HAFL der BFH hat Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes in der Forst- und Holzwirtschaft untersucht.

Ein Computertomograph (CT) macht sich, wie ein herkömmliches Röntgengerät, die unterschiedliche Durchlässigkeit verschiedener Stoffe für Röntgenstrahlen zu Nutzen. Je dichter ein Material ist, desto weniger Strahlen lässt es durch. Die aufgenommenen einzelnen scheibenförmigen Graustufenbilder können zu einem dreidimensionalen Modell hochgerechnet werden. Die in einer solchen CT-Aufnahme vorhandenen Informationen sind digital in 3-D vorhanden und stehen somit als Rechengrundlage für weitere Arbeitsschritte zur Verfügung.

## Rundholz-Computertomographie

Gemäss Microtec, einem führenden Anbieter von CT-Geräten für die Holzwirtschaft, sind Scangeschwindigkeiten bis 240 m/min bei einem maximalen Stammdurchmesser von 90 cm möglich. Es können diejenigen Holzstrukturen und -merkmale identifiziert werden, die sich durch Dichte, Wassergehalt oder die chemische Zusammensetzung vom übrigen Gewebe unterscheiden (z.B. innen liegende Äste etc.).

Mit den gewonnenen Daten und entsprechender Software lassen sich die Ansteuerung einer integrierten Sägelinie realisieren und damit die Wertschöpfung aus den Stämmen erhöhen. Aktuell können noch nicht alle Qualitätsmerkmale interpretiert und in Sortierkriterien umgesetzt werden.

## Einsatzmöglichkeiten der Computertomographie

Um herauszufinden, ob und wo CT in der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft eingesetzt werden könnten,

wurden verschiedene Interviews mit Vertretern der Waldbesitzer, der Säger und des Holzhandels geführt. Die Auswertung dieser Interviews bestätigt das Interesse der Wertschöpfungskette Wald-Holz an der CT-Technologie. Die Waldbesitzer befürchten in erster Linie negative Auswirkungen auf die Holzpreise. Die grössten Chancen in der Anwendung der CT sehen die Säger, obschon auch bei ihnen die hohen Kosten zu einer gewissen Zurückhaltung führen. Da bislang nur wenige Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz bekannt sind und diese ausschliesslich von Grosssägewerken stammen, ist derzeit ein Einsatz in Schweizer Sägewerken eher unrealistisch. Das grösste Potenzial liegt heute bei Grosssägewerken im Ausland.

## Entwicklungspotenzial

Um die Computertomographen in grösserem Umfang einsetzen zu können, müsste die Software hinsichtlich Flexibilität der einzuschneidenden Holzarten und bezüglich einfacherer Handhabbarkeit weiterentwickelt werden. Weiter sollten die Kosten für die CT-Technologie sinken, durch speziell auf Starkholz ausgerichtete langsamere Geräte und die Produktion in grösseren Stückzahlen. Erst dann wäre die Anschaffung eines CT-Geräts auch für einige Schweizer Sägewerke eine interessante Investition. Nehmen sie die Kosten und Risiken einer solchen Investition bewusst auf sich, gewinnen die Unternehmen einen entscheidenden Vorteil, da gezieltere Sortimente produziert und damit die Wertschöpfung erhöht werden können.



Links: Virtuelles Schnittbild (Quelle: Martin Bacher, Microtec). Rechts: Stamm mit automatisch erkannten Eigenschaften; Äste und Harzgallen (gelb), Schwarzknoten (rot), Risse (blau).

## Co-Autorinnen und -Autoren

- Alexandra Müller, Projektassistentin, BFH-HAFL
- Calvin Berli, Assistent, BFH-HAFL
- Henriette von Fehr, Assistentin, BFH-AHB

## Kontakt

- [eduard.bachmann@bfh.ch](mailto:eduard.bachmann@bfh.ch)
- [markus.schaller@bfh.ch](mailto:markus.schaller@bfh.ch)
- Infos: [ahb.bfh.ch/hta-hafl.bfh.ch](http://ahb.bfh.ch/hta-hafl.bfh.ch)

# Mittels Simulation zur möglichen Form



**Jacques Wüthrich**

Professor für Gestaltung, Modulleiter  
Designprozesse und Modellierung,  
BFH-AHB

Mittels Simulation kann man komplexe Systeme untersuchen. Dazu braucht es geeignete Einrichtungen an der BFH. Zum Beispiel ein SimLab.

## SimLab

... ist ein Kofferwort (mot-valise), bestehend aus Simulation und Labor. Im Labor wird «gearbeitet», aber auch «experimentiert». Die Simulation dient der Analyse von Systemen, die für die theoretische Behandlung zu komplex sind.

In der Architekturausbildung wird die Simulation mittels Modellbau praktiziert. Er lässt sich – als mögliche Stufen der Konkretisierung im Formfindungsprozess – folgendermassen einteilen:

**Bozzetto** (Bildhauerskizze): frei, dem idealen Raum verpflichtet, materialgerecht in Bezug auf das Modellbaumaterial, lässt sich anschliessend auf eine Nutzung anwenden

**Arbeitsmodell**, Abb. 1: Zwischenstand, Variante, Teilaspekt: zum Überprüfen des Entwurfs in Bezug auf Funktion, materieller Umsetzung, Einpassung in die Umgebung

**Darstellungsmo-  
dell**, Abb. 2: Schlussdarstellung, Verkaufsmodell

**Mockup**, Abb. 3: (maquette, se moquer, Attrappe) 1:1-Modell, nicht funktionstüchtig, zur Überprüfung des Ausdrucks, der Atmosphäre, der Konstruktion

## Ein Raum für grosse Modelle

Um Attrappen leichter herstellen zu können, ist eine erweiterte Werkstatt sinnvoll. Sie sollte ausgestattet sein mit einem festen, elastischen und gut zugänglichen Boden, Infrastrukturerschliessung über die Decke, modularer Ausrüstung, kurz: einer Mehrspartentheaterin-

frastruktur. Die Bühne als freie Fläche, die möglichst einfach radikal umgebaut werden kann. So könnten Studierende aller Abteilungen der BFH gezielt räumliche Erfahrungen sammeln mit Licht, Klima, Raumproportionen, Schallexperimenten, künstlerischen Installationen, technischen Messreihen im Massstab 1:1.

Schnell kann der Raum umgebaut werden für eine Ausstellung oder für einen Event, beispielsweise eine Begegnung von Ingenieurkonstruktion, Musik und Ballett in einer gemeinsamen Veranstaltung. In den nächsten Wochen findet eine Messreihe statt zum Schwingungsverhalten von Hängebrücken ...

Die erfolgreiche Temporärnutzung des SimLabs steht und fällt natürlich mit dem Betriebskonzept und einer kreativen Leitung, der es gelingt, verschiedenste Aspekte wie atmosphärischen Ausdruck und technische Präzision unter einen Hut zu bringen. Im obgenannten Beispiel braucht die «Kunst» einen Vorlauf in Form von Proben und die «Technik» einen Nachlauf in Form von Messungen unter kontrollierten Bedingungen, da sich Schwingungen schwer vorausberechnen lassen.

Das Projekt SimLab wird einbezogen in die Planung des neuen BFH-Campus Technik in Biel. Es ist zu hoffen, dass es seinen experimentellen Charakter an diesem konzentrierten Standort durch übertriebene Nutzungsanforderungen nicht verliert.

## Kontakt

– jacques.wuethrich@bfh.ch  
– Infos: ahh.bfh.ch



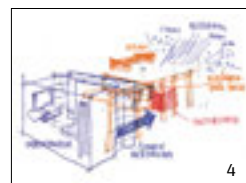
Studentenarbeit 2009



Blindengerechtes Thesismodell 2010. Europäischer Studierendenwettbewerb Schindler Award, 1. Rang. In Zusammenarbeit mit BFH-AHB (Holz) und BFH-TI (Elektro)



Schnittstellenprojekt 2014/15. Selber programmierte Struktur (reciprocal network) hergestellt mit Unterstützung eines externen Zimmereibetriebs



Erste prinzipielle Konzeptskizzen eines Studenten

# mass gebend



## Weiterbildung mit Praxisbezug

CAS Areal- und Immobilienprojektentwicklung | nächster Start: August 2016

CAS Digitale Vernetzung im Holzbau | nächster Start: Oktober 2016

CAS Gebäudeschutz gegen Naturgefahren | nächster Start: September 2016

CAS Holz-Tragwerke | nächster Start: September 2016

[ahb.bfh.ch/wb](http://ahb.bfh.ch/wb)



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise

► Architektur, Holz und Bau

# Digital vernetzt

## – Master Wood Technology

Unternehmen sind heute mehr denn je gefordert, sich der neuen digitalen Realität zu stellen. Das gilt auch für die Holzwirtschaft. Der auf europäischer Ebene einmalige Studiengang «Master of Science in Wood Technology» (MWT) der Berner Fachhochschule erhält zum Herbst 2016 ein neues Curriculum, um diese Lücke zu füllen. Im Interview beantworten Heiko Thömen, Studiengangleiter Master Wood Technology sowie Bernhard Letsch und Rolf Baumann, Dozenten mit grosser Expertise im Bereich der digital vernetzten Planung und Produktion, Fragen zum Studiengang und zur Bedeutung der digitalen Vernetzung in der Holzbranche.

Aufschlussreich wirkt in diesem Zusammenhang eine Untersuchung des Instituts für Informatik der Hochschule St. Gallen, die aufzeigt, wie es um die «digitale Reife» von Unternehmen in der Schweiz steht. Den Unternehmen in den Bereichen Information und Kommunikation wurde ein gutes Zeugnis ausgestellt, während gemäss dieser Studie Betriebe des verarbeitenden Gewerbes erst niedrige Reifegrade erreichen. Die Gesprächspartner des vorliegenden Interviews können diese Einschätzung mit Blick auf die Holzwirtschaft bestätigen. Zwar haben verschiedene Vertreter der Holzbranche die Zeichen der Zeit längst erkannt und arbeiten intensiv mit digitalen Prozessen und deren Vernetzung. Um aber im Umfeld wachsender Kundenanforderungen und verstärkten, internationalen Wettbewerben die Branche insgesamt auf einen hohen «digitalen Reifegrad» zu heben, braucht es fachlichen Nachwuchs, der im schnelllebigen digitalen Zeitalter den Strategien und Technologien folgen kann. Vor diesem Hintergrund kommt dem Studiengang «Master Wood Technology» (MWT) der Berner Fachhochschule, der in Kooperation mit der Hochschule Rosenheim durchgeführt wird, ein hoher Stellenwert zu.

### Welchen Stellenwert hat die digitale Vernetzung in der Holzbranche?

Rolf Baumann: Neue Möglichkeiten in der Informationstechnologie verändern die Wirtschaft derzeit nach-



haltig und in hohem Tempo. Dabei spielt die digitale Vernetzung eine zentrale Rolle. Maschinen und Werkstücke werden vertikal vernetzt. Damit können Planung, Steuerung und Kontrolle der betrieblichen Prozesse automatisiert und flexibilisiert werden. Die horizontale Vernetzung zwischen mehreren Unternehmen optimiert zusätzlich Zeit, Qualität und Kosten. Das gilt selbstverständlich auch für die Holzwirtschaft und ihre branchenspezifischen Eigenheiten.

Bernhard Letsch: Die digitale Vernetzung betrifft die gesamte Holzbranche, also sowohl die Holzbaubranche als auch den Möbel- und Innenausbau oder die Fensterproduktion. Eingebunden sind zudem die Zulieferer der Branche aus unterschiedlichen Bereichen wie etwa Halbfertigprodukte, Klebstoffe oder Beschläge.

### Was bedeutet dieses für die Hochschulausbildung im Bereich Holz?

Heiko Thömen: In den vergangenen anderthalb Jahren haben wir mehrere Expertenworkshops mit hochkarätigen Vertretern der schweizerischen Holzbranche veranstaltet. Ein wichtiges Resultat der ersten beiden Workshops war: Die Geschäftswelt wird bis 2030 deutlich komplexer und internationaler. Da wird das Beherrschen digitaler Unternehmensfunktionen und -prozesse als selbstverständlich angesehen. Mit anderen Worten: Eine zukunftsorientierte Ausbildung muss den ICT-Bereich sowie Themen wie Wissens- und Informationsmanagement weiter stärken, und zwar bereits früh in der Ausbildung. Entsprechende Kenntnisse sind für alle Studierenden wichtig, egal ob sie sich im Holzbau oder in anderen Bereichen vertiefen.

### Dann muss das Thema der digitalen Vernetzung im Master ja nicht mehr explizit behandelt werden?

Bernhard Letsch: Nein, ganz im Gegenteil. Die digitale Vernetzung, die digitale Transformation und das Building Information Modeling (auch unter der Abkürzung BIM bekannt), dies alles sind Themen des neu konzipierten Masterstudiengangs Wood Technology. Hinzu kommt, dass sich Geschäftsmodelle grundlegend verändern und sich damit ganz neue, bisher ungedachte Möglichkeiten ergeben. Diese Fragestellungen und Chancen wollen wir auf Masterstufe nicht nur ansprechen, sondern intensiv behandeln und vertiefen. Damit werden unsere Absolventen in der Lage sein, Lösungen für Betriebe zu entwickeln, welche die interne und zwischenbetriebliche Vernetzung vorantreiben wollen.

Rolf Baumann: Beispielsweise wird es ein semesterübergreifendes Projekt in der Vertiefung «Management of Processes and Innovation» geben, in dem es um die digitale Fertigung in der Holzindustrie geht. Im Zentrum dieses Projekts steht eine zu bearbeitende Fallstudie, welche durch zwei Inputmodule zu den Themen «Information Management» sowie «Processes and Controlling» flankiert wird. Am Ende der Fallstudie steht ein Konzept für die Planung, Realisierung, Steuerung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Prozesse und Ressourcen eines Unternehmens.

Heiko Thömen: In gleicher Weise wird das Thema der digitalen Vernetzung auch in der Vertiefung «Complex Timber Structures» eine wichtige Rolle spielen. Auch hier sind zwei semesterübergreifende Projekte geplant, und in beiden soll BIM als Tool eingesetzt werden.

#### Wie praxisbezogen ist der Master Wood Technology?

Heiko Thömen: Eine enge Abstimmung des neuen Curriculums auf die Bedürfnisse der schweizerischen und europäischen Holzbranche war uns von Anfang an wichtig. Neben den beiden bereits genannten Expertenworkshops hatten wir deshalb zu einem dritten Workshop eingeladen, in welchem die Vertreter der Holzbranche konkret an den neuen Inhalten des Master Wood Technology mitgearbeitet haben. Die Meinung unter diesen Unternehmern war einhellig: Eine spezialisierte, aber praxisnahe Masterausbildung ist wesentlich, damit die Branche langfristig wettbewerbsfähig bleibt.



Rolf Baumann: Der enge Praxisbezug wird zudem dadurch deutlich, dass neben den BFH-Dozierenden Fachleute aus schweizerischen – teilweise auch ausländischen – Unternehmen die Inhalte vermitteln werden. Dabei ist die digitale Vernetzung natürlich nicht das einzige Thema, welches wir eng mit der Branche abgestimmt haben.

#### Können Sie weitere Themen nennen?

Heiko Thömen: Hier ist für die beiden Vertiefungsrichtungen zu differenzieren: In der Vertiefung «Complex Timber Structures» geht es um mehrgeschossige Gebäude aus Holz sowie um die Modellierung komplexer (Schalen-)Tragwerke. Demgegenüber fokussiert die Vertiefung «Management of Processes and Innovation» auf Grundsätze und Methoden des Innovationsmanagements und auf Märkte und Marktverständnis im internationalen Umfeld. Darüber hinaus sind etliche Themen

für beide Vertiefungen von grosser Wichtigkeit, z.B. innovative Materialtechnologien, strategische Unternehmensentwicklung oder Umweltmanagement. Die meisten dieser Themen stehen im Kontext des Holzbaus oder der Holzindustrie. Das heisst, der Fokus auf die Holzbranche bleibt ein entscheidendes Merkmal dieses Masterstudiengangs.

### Eine zukunftsorientierte Ausbildung muss den ICT-Bereich sowie Themen wie Wissens- und Informationsmanagement weiter stärken.

Heiko Thömen

Bernhard Letsch: Neben den fachlich fokussierten Modulen ist uns aber auch die Vermittlung von Führungskompetenzen und kommunikativen Fähigkeiten wichtig. Letzteres wird übrigens dadurch unterstützt, dass die Unterrichtssprache Englisch ist. Methodenkompetenzen werden sowohl theoretisch, aber auch durch ständiges Üben im Rahmen der semesterübergreifenden Projekte vermittelt. Gerade die ausgewogene Balance zwischen Fachinhalten und Methodenkompetenzen machen den Master Wood Technology aus.



#### Welche beruflichen Perspektiven eröffnen sich den Absolventen?

Rolf Baumann: Die Absolventinnen und Absolventen können darauf zählen, im zunehmend digitalisierten Markt Kaderstellen zu besetzen. Sie erhalten die Kompetenzen, um neue Tätigkeits- und Geschäftsfelder zu erschliessen und Projekte in Unternehmen der Holz- und Baubranche, aber auch darüber hinaus erfolgreich zu konzipieren und durchzuführen.

#### Die Gesprächspartner

- Prof. Dr. habil. Heiko Thömen, Studiengangleiter Master Wood Technology, BFH-AHB
- Prof. Bernhard Letsch, Dozent für Verfahrens- und Fertigungstechnik, BFH-AHB
- Prof. Rolf Baumann, stv. Leiter Forschung und Weiterbildung, BFH-AHB

#### Interview

Charles von Büren

#### Kontakt

- heiko.thoemen@bfh.ch
- bernhard.letsch@bfh.ch
- rolf.baumann@bfh.ch
- Infos: [ahb.bfh.ch/master-holz](http://ahb.bfh.ch/master-holz)

# Die digitale Realität im Holzbau



**Thomas Rohner**  
Professor für Holzbau und BIM  
Leiter Fachschaft Holz BFH-AHB

Der neue Weiterbildungsstudiengang «CAS digitale Vernetzung im Holzbau» der Berner Fachhochschule vermittelt Kadermitarbeitenden Methodenkompetenz im durchgängigen Umgang mit digitalen Medien und Techniken im Holzbau. Damit entspricht die BFH den Entwicklungen in der (Holz-)Baubranche. Denn: Die zukunftsorientierten Paradigmen des Holzbaus schöpfen ihre Innovationskraft aus dem hybriden Kombinieren von Tradition, Technik, Effizienz und Bildung. Die Bauweise der Zukunft basiert auf Vernetzung, Lebenszyklen, Zusammenarbeit und Nachhaltigkeit. Planung, Fertigung, Montage sowie Unterhalt werden durchgängig digitalisiert.

## Schneller, fehlerfreier und kosteneffizienter bauen mit BIM

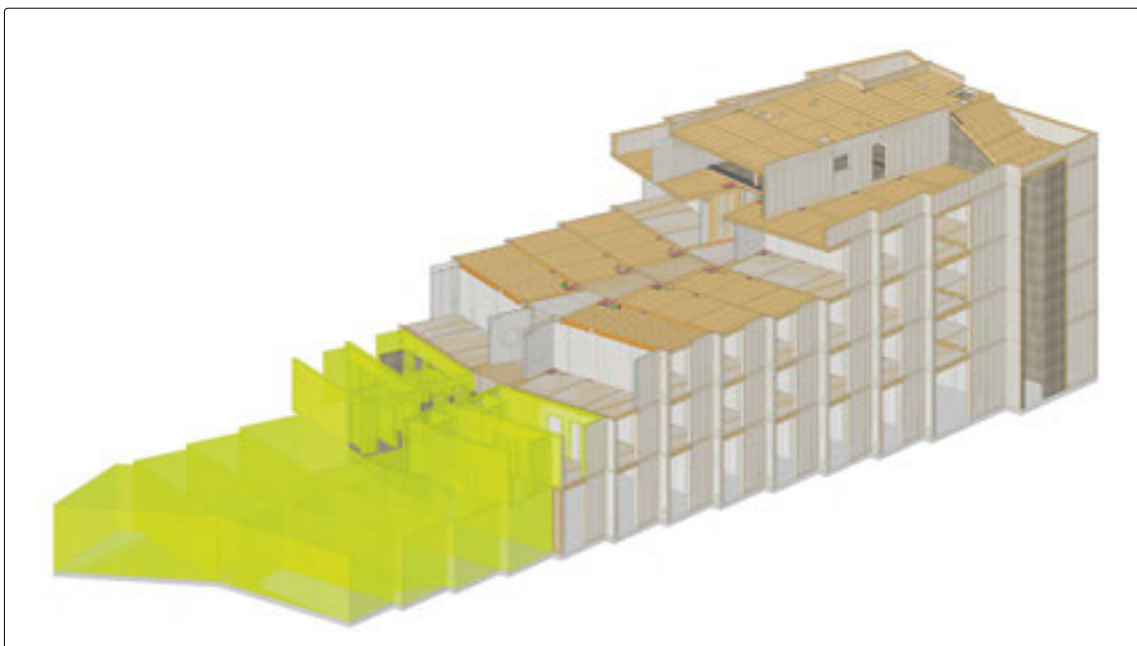
Moderne Bauten verlangen aufgrund ihrer Komplexität nach neuen Methoden und holistischen Planungsteams, die interdisziplinär arbeiten. BIM steht für Building Information Modeling (auch: Building Information Management) und ist keine Software, sondern eine Methode. Eine Methode, die deutliche Mehrwerte generiert:

- Planungssicherheit durch ein Koordinationsmodell mit Kontrollmethodik
- Kein Informationsverlust, da keine Brüche im Informationsfluss
- Kontrolle über Geometrie, Masse, Mengen, gesetzliche und normative Vorgaben
- Verknüpfung der Geometriemodelle mit Zeitachse und Prozessen

- Effizienzsteigerung und Fehlervermeidung
- Datenmodell für Erstellung, Unterhalt und Umbau/Rückbau, Archivierung

Die grosse Herausforderung im BIM ist die Definition der sogenannten Fachinformationsmodelle. Sie beinhalten Geometrie, raumbezogene Daten, Konnotation (Nebenbedeutung), semantische Eigenschaften (die Gebrauchstheorie von Fachausdrücken), thematische Ontologien (Zugehörigkeit in Kernelementklassen), formale Repräsentationsmodelle, Zeitinformationen und Lebenszyklen.

BIM führt zu einer Vorverlagerung von Planungs- und Entscheidungsprozessen, dies wiederum bedeutet, dass die digitale Vernetzung in BIM eine grössere Einflussnahme auf Gestaltung und Kosten bzw. eine Verringerung der Kosten bei Planänderungen erlauben.



Unterschiedlicher Level of Detail (LOD) in einem Gebäude



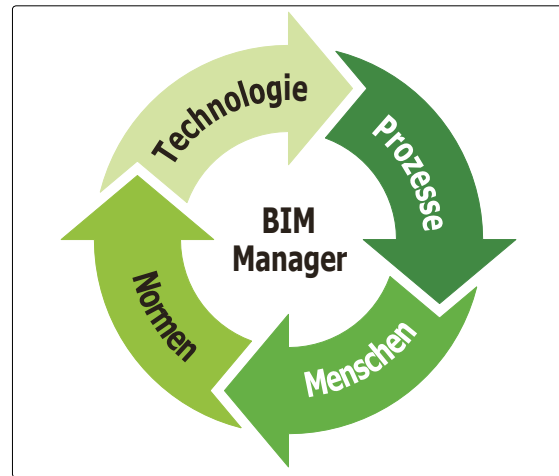
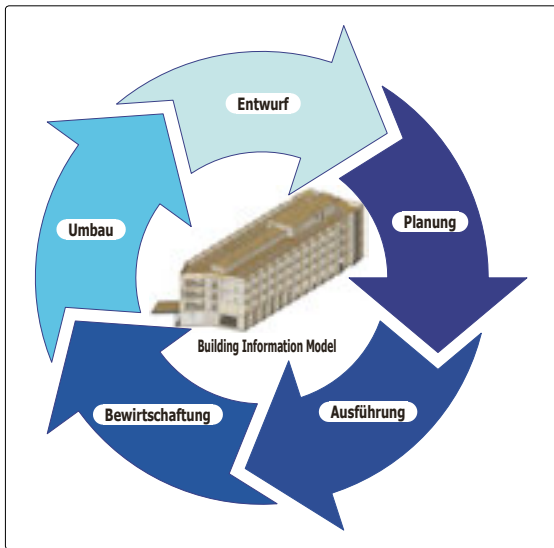


Bild oben: BIM-Manager-Themenkreis

Bild links: BIM-Kreislauf

### Open oder Closed – Little oder Big BIM?

Ein Open BIM basiert auf Daten und Formaten verschiedener Softwarefirmen, Closed BIM bewegt sich nur in einem Softwareprodukt resp. einer Softwarefamilie. Little BIM ist eine Insellösung für einzelne, spezifische Aufgaben, im Gegensatz dazu deckt Big BIM die durchgängige Nutzung digitaler Gebäudemodelle über alle Disziplinen und Lebenszyklen ab. Im moder-

nen Holzbau arbeiten wir aufgrund der Komplexität der Bauten im Big, Open BIM, also in der höchsten Komplexitätsstufe. Das Bauwerk steht zudem in einem geografischen und urbanen Zusammenhang, welche ins Datenmodell aufgenommen werden müssen (CityGML, ARC-GIS etc).

### Der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks

In den späten 1980er-Jahren begannen Wissenschaftler ein einheitliches Datenformat zu entwickeln. Die Idee der «Produktmodellierung» als umfassende Beschreibung des Produkts, welche die Geometrie und die Semantik der einzelnen Bestandteile enthält, bekam den Namen IFC, Industry Foundation Classes. Das «Produkt» ist ein Gebäude, und mit der IFC-Definition können alle Elemente des Gebäudes zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort hinzugebaut werden. Eine klare Organisation der Schichten, Klassen, Subklassen, Objekte (Beispiel: Haus 1 – Geschoss EG – Aussenwand 2 – Fenster XY) wird in einer Vererbungshierarchie beschrieben. Diese beinhaltet eine räumliche Aggregationshierarchie wie: ifcSite, ifcSpatialStructureElement, ifcBuilding, ifcBuildingStorey, ifcSpace, ifcSpatialZone, ifcRelAggregates usw. mit informellen Regeln der Anwendung. Übersetzt resp. konkret heisst dies: Ein Gebäude wird mittels IFC virtuell erstellt. Alle Gewerke können miteinander vernetzt werden, jede Bauphase kann kontrolliert und ausgewertet werden. Damit können die Gesamtkosten gesenkt werden – durch optimal aufeinander abgestimmte Prozesse. Je nach Grösse und Komplexität eines Bauwerks empfiehlt sich ein BIM-Koordinator. Die BIM-Methode ist nur beherrschbar unter dem Aspekt des LOD (Level of Detail oder Level of Development): Jeder involvierte Partner muss zum richtigen Zeitpunkt die für ihn massgebenden Daten zur Verfügung haben, nicht mehr, aber auch nicht weniger.

### CAS Digitale Vernetzung im Holzbau

#### Lerninhalte

- BIM (Building Information Modeling): Definitionen und Grundverständnis, Verständnis für Fachinformationsmodelle, Schnittstellen etc.
- Digitale Prozesse: Entwurf, Planung, Ausführung, Bewirtschaftung, Umbau
- Digitale Produktion: Digitale Kette CAD–CAM, Solid-Modeling, Topologie modellierter Körper, Parametrische Modellierung, Integration aller Gewerke in die CAD-CAM-Kette
- Digitale Vernetzung: BIM-Konzept, Industrie 4.0 etc.

#### Start und Dauer

29. Oktober 2016 bis April 2017

#### ECTS

12 Credits nach ECTS

#### Zielpublikum

Kaderpersonal aus Architektur, Holzbau, Ingenieurwesen, Projektmanagement und Produktionsleitung

#### Zulassung

Hochschulabschluss (Fachhochschule, Universität oder ETH) oder Diplomabschluss als Techniker/in HF mit mindestens zwei Jahren Praxiserfahrung

#### Partner

National Centre of Competence in Research (NCCR) Digital Fabrication der ETH Zürich

#### Kontakt

- [thomas.rohner@bfh.ch](mailto:thomas.rohner@bfh.ch)
- Infos: [ahb.bfh.ch/casdigitalevernetzung](http://ahb.bfh.ch/casdigitalevernetzung)
- Links: [nccr-qsit.ethz.ch](http://nccr-qsit.ethz.ch) und [dfab.ch](http://dfab.ch)

# Neue Businessmodelle mit Industrie 4.0



**Daniel Huber**

Leiter Managementprogramme  
Professor für Innovationsmanagement  
Studienleiter EMBA in Innovation  
Management  
dipl. El.-Ing. ETH, MTE IMD

Mit Industrie 4.0 werden vollständig neue Geschäftsmöglichkeiten denkbar. Um dieses Potenzial nutzbar zu machen, müssen Geschäftsmodelle systematisch entwickelt werden können. Was heute dazu noch fehlt, ist die zugehörige Versuchsumgebung: ein BusinessLab. Mit der Entwicklung eines solchen BusinessLabs beschreitet die Berner Fachhochschule Neuland und positioniert sich damit in einem für eine Fachhochschule essenziellen Bereich an der Spitze.

Industrie 4.0 ist zum neuen Zauberwort im Werkplatz Schweiz geworden. Industrie 4.0 bezeichnet die Integration der Produktionsinfrastrukturen mittels Informations- und Kommunikationstechnik zu voll integrierten, firmenübergreifenden und in vielen Fällen internationalen Produktionsnetzwerken: den sogenannten Cyber-Physischen Produktionssystemen (CPPS). Dabei sieht es ganz danach aus, dass die Auswirkungen derartiger CPPS ausserordentlich bedeutend sein werden, sogar derart umfassend, dass sie heute erst in Umrissen abschätzbar sind.

Die durch Industrie 4.0 entstehende voll integrierte Produktion eröffnet der produzierenden Industrie neuartige Möglichkeiten. Neben einer individualisierten Produktion (minimales Produktionslos: ein Stück) und damit einhergehender Just-in-time-Herstellung sind ebenfalls markante Effizienzgewinne zu erwarten. Viel bedeutender ist jedoch etwas anderes: Basierend auf Industrie 4.0 werden völlig neue Geschäftsmodelle möglich. Genau hier, also bei der Anwendung der Technologie und den zugehörigen neuartigen Geschäftsmodellen, können die wirklich bedeutenden wirtschaft-

lichen Mehrwerte geschaffen werden. So wird das Entwickeln neuer Geschäftsmodelle zum Schlüssel für den Erfolg von Industrie 4.0.

Die Entwicklung von Geschäftsmodellen ist ein relativ junger Zweig der Innovationswissenschaft. Heute gibt es bereits diverse Methoden, welche die Entwicklung von Geschäftsmodellen unterstützen. Was hingegen noch fehlt, ist eine geschützte Umgebung, um solche neu entworfenen Geschäftsmodelle mit begrenztem Risiko austesten zu können: also ein Labor fürs Geschäft. Es besteht nun die Absicht, ein derartiges BusinessLab an der BFH aufzubauen und den Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

## Was ist ein BusinessLab?

Ein BusinessLab gibt es derzeit noch nicht. Die Absicht ist, analog zum technischen Labor, ein Labor für die Erprobung attraktiver Geschäftsmodelle zu entwickeln und aufzubauen.

Das BusinessLab haben wir in unserem Buch «Bridging the Innovation Gap» zum ersten Mal vorgeschlagen und beschrieben.<sup>1</sup> Wir stellen dort ein neu gestaltetes Mo-

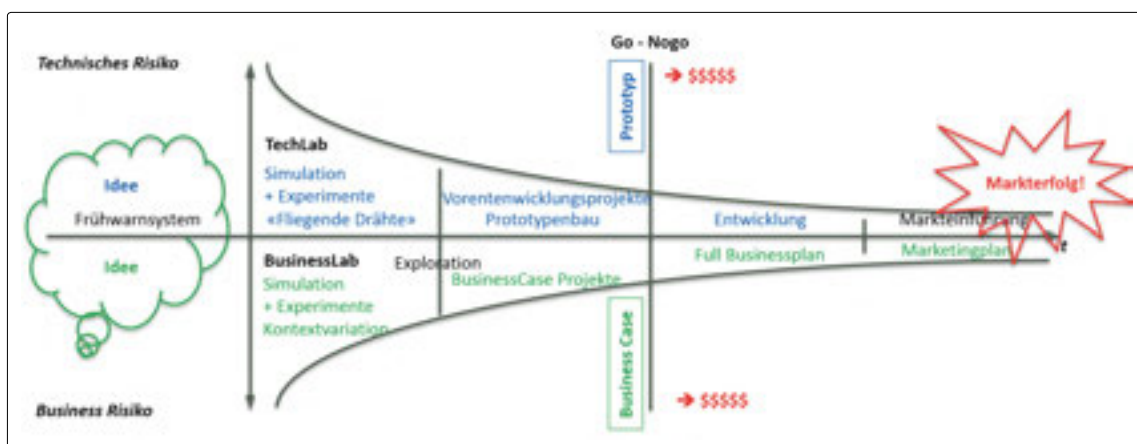


Abb. 1: Das BusinessLab als wesentliches Element im Innovationsprozess

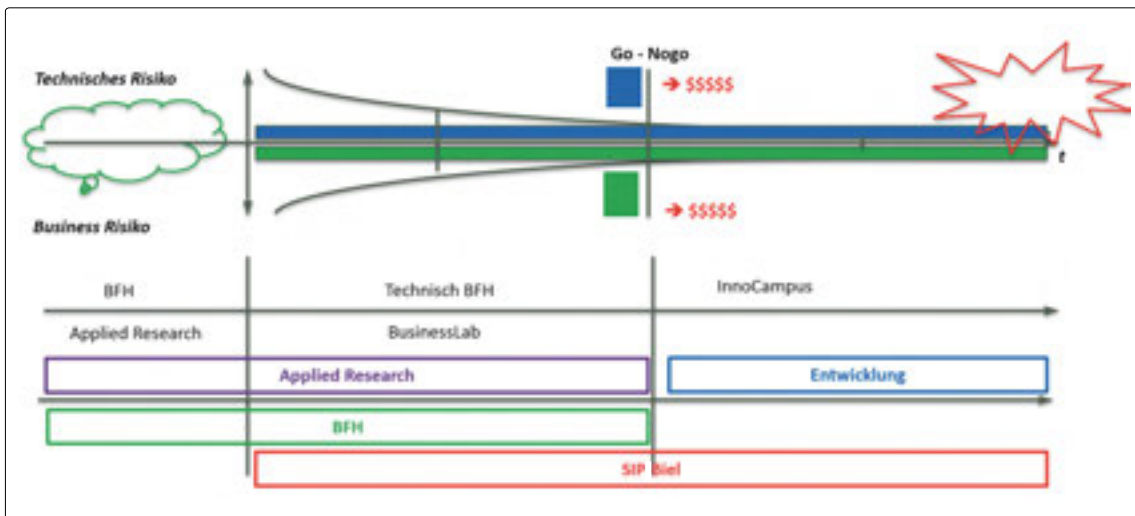


Abb. 2: BusinessLab, Applied Research und Swiss Innovation Park Biel (SIP Biel)

dell des Innovationsprozesses vor: Der typische Innovationsprozess beginnt demnach mit der Phase «Frühwarnsystem», in der neue Ideen mit Geschäftspotenzial auf dem «Radar» eines Unternehmens auftauchen. Im nächsten Prozessschritt, der Explorationsphase, werden sowohl technisch-funktionellen Konzepte wie auch potenzielle Geschäftsmöglichkeiten erkundet. Als nächste Schritte folgen die Entwicklung und die Produktion des Marktangebotes und schliesslich die eigentliche Markteinführung (siehe Abb. 1).

Gerade in der Explorationsphase ist das Zusammenspiel zwischen der Entwicklung eines Produktkonzepts und eines Geschäftskonzepts für den späteren Markterfolg entscheidend. Für die technische Konzeption stehen in der Regel entsprechend eingerichtete Labors (Technology Labs) zur Verfügung. Hier können Ingenieure und Naturwissenschaftler Prototypen austesten, ohne grosse (technische) Risiken einzugehen. Parallel dazu braucht es für die «Business Exploration» eine sichere Arbeitsumgebung, in der nach und nach ein geeignetes kommerzielles Konzept entsteht: der «Business Case». In einer Art Labor sollen geschulte Mitarbeitende attraktive Geschäftsmodelle entwickeln, Geschäftsideen simulieren, Experimente und Tests durchführen. Hier ist es möglich, mit «Businessprototypen» Experimente anzustellen, ohne wenig kalkulierbare (kommerzielle) Risiken einzugehen. Dieses Labor für den kommerziellen Teil der Exploration nennen wir «BusinessLab».

Ohne dieses BusinessLab müssen die Businessexperimente live im Markt durchgeführt werden, was kommerzielle und imagemässige Risiken mit sich bringt.

### Warum ein BusinessLab?

Wie wir gesehen haben, ist das Entwickeln von attraktiven Geschäftsmodellen der kritische Erfolgsfaktor bei der Etablierung von Industrie 4.0. Neue Ideen sind mit Industrie 4.0 schneller technisch realisierbar, werden aber damit gleichzeitig leichter kopierbar. Zudem verharren Unternehmen typischerweise in den in ihrer Branche vorherrschenden Businessmodellen. Ohne das Businessmodell zu innovieren, wird es des-

halb zunehmend schwierig, sich nachhaltig zu differenzieren.

Dabei ermöglicht gerade Industrie 4.0 innovative Geschäftsmodelle und Dienstleistungen. Nicht zuletzt dank dem Internet of Things (IoT) sammeln «smarte» Produkte und Maschinen umfassende Daten, womit sich neue Angebote entwickeln und Produktionsprozesse standortübergreifend optimieren lassen.

Wir kommen in der angewandten Forschung immer wieder zu demselben Resultat: Anwendung und Geschäftsmodell sind die Schlüssel zum Erfolg. Dies ist eine offenbar ganz fundamentale Erkenntnis! Ein BusinessLab ist aus diesem Grund für eine Fachhochschule zentral und eigentlich unabdingbar.

### Fazit

Entwicklung und Bau des Geschäftskonzeptes, das «Businessdesign», stellt für neuartige Entwicklungen den kritischen Erfolgsfaktor dar. Es ist damit ebenfalls der entscheidende Faktor für den Erfolg von Industrie 4.0 und für gelingende angewandte Forschung ganz allgemein. Dabei fehlt nach wie vor das integrative Element zum Erfolg: das Businesslabor oder kurz BusinessLab. Aus diesem Grund soll dieses an der BFH neu entwickelt und zum ersten Mal etabliert werden. Damit schafft sich die BFH einen Vorsprung und optimale Voraussetzungen für eine gelingende angewandte Forschung. Sie leistet damit gleichzeitig einen entscheidenden Beitrag zu einem gelingenden SIP Biel und entfaltet eine wesentliche volkswirtschaftliche Bedeutung, indem sie hilft, neuartige Produkte und Dienstleistungen kommerziell zu stabilisieren, bevor sie in den Markt getreten werden.

### Quelle

<sup>1</sup> HUBER, Daniel; KAUFMANN, Heiner; STEINMANN, Martin. Bridging the Innovation Gap – Bauplan des innovativen Unternehmens. Springer-Verlag, 2015. Seite 97f.

### Kontakt

– daniel.huber@bfh.ch  
– Infos: ti.bfh.ch/weiterbildung

# Fünf Fragen | Cinq questions



**Ursula Greiner**  
Leiterin Bibliothek BFH-AHB, Biel



**Cornelia Zelger**  
Responsable de la bibliothèque BFH-TI

Fünf Fragen an die Leiterinnen der Bibliotheken BFH-AHB und BFH-TI. Die Bibliotheken stehen allen interessierten Personen zur Verfügung. | Cinq questions aux responsables des bibliothèques BFH-AHB et BFH-TI. Les bibliothèques sont ouvertes à toute personne intéressée.

Was zeichnet Ihre Bibliothek aktuell aus? |  
En quoi se distingue votre bibliothèque?

Ursula Greiner: Klein, aber fein, ist unsere Devise. Wir haben einen sehr spezialisierten Bestand, auch um Überschneidungen mit der Bibliothek in Burgdorf (Bereiche Architektur und Bau) zu vermeiden. Allerdings müssen auch wir Grundlagenwerke über Baustatik oder Mathematik, Chemie und Physik für Ingenieure im Bestand haben. Im Weiteren stehen in unserer Bibliothek Werke zu Betriebsführung, Projektmanagement, Normen etc. zur Verfügung. Unser Zielpublikum sind angehende Kaderleute in Holzbaubetrieben, Forschende und Lehrende der Holzbranche.

Cornelia Zelger: La bibliothèque de la BFH-TI à Bienne se trouve au centre du bâtiment principal. Une situation idéale qui reflète nos objectifs: être au centre des besoins de nos usagers, avec une offre en littérature et en services ciblée sur les exigences en informations requises tant par l'apprentissage que par l'enseignement et la recherche. A Burgdorf, la bibliothèque s'emploie à étancher la grande soif de littérature des architectes et des ingénieurs en génie civil et à fournir les divisions d'électricité et de mécanique de la littérature technique nécessaire. Les deux bibliothèques sont en libre accès et accessibles au public externe. Elles sont utilisées comme lieu d'étude et de réunion et il y règne une ambiance détendue et propice au travail des usagers ainsi qu'à celui des collaborateurs.

In welche Richtung möchten Sie Ihre Bibliothek, Ihr Bibliotheksangebot entwickeln? |  
Dans quelle direction désirez-vous développer votre bibliothèque et votre offre globale?

Ursula Greiner: Wir möchten noch mehr auf unsere Kundschaft zugehen, sie in Informationskompetenz schulen, ihnen die Ressourcen unserer Bibliothek, aber auch anderer Informationsquellen bekannt machen. Ein wichtiger Entwicklungspunkt für die kommenden Jahre wird der Aufbau eines Repositoriums sein, auf

welchem die studentischen Abschlussarbeiten, aber auch die Publikationen unserer Lehrenden und Forschenden elektronisch abgelegt werden können.

Cornelia Zelger: Notre objectif est de développer les bibliothèques en centres de documentation qui coordonneraient toutes les questions liées à l'information. Pour cela, il est certes primordial de développer et promouvoir notre riche offre en ressources, mais il nous tient aussi à cœur de bien transmettre les connaissances quant à l'utilisation de ces ressources – qui peuvent être difficiles d'accès – pour qu'elles deviennent un véritable instrument de travail tout au long de la vie professionnelle des étudiants et des collaborateurs. Nous visons donc à ce que les uns et les autres soient à même de trouver les ressources qui leur sont utiles, de juger de leur pertinence et de les utiliser. C'est pourquoi nous voudrions intégrer des cours d'introduction dans le plan d'étude et diversifier notre service de conseil. Un autre de nos objectifs primordiaux serait de développer un serveur institutionnel pour la mise à disposition des publications de la BFH.

Wo resp. wie ergänzen sich die beiden Bibliotheken? |  
En quoi les deux bibliothèques se complètent-elles?

Ursula Greiner: Die Ergänzung ergibt sich aus dem Umstand, dass wir schweizweit auf den Werkstoff Holz fokussiert sind. Unser Kerngebiet spielt zunehmend auch in den Fachgebieten Architektur, Raumplanung und Bau eine wesentliche Rolle. Deshalb finden wir zum Teil ähnliche Sachgebiete in beiden Bibliotheken: Auch Holzbau erfordert Statik, es gibt Holzbrücken, Denkmalpflege und Bauen im Bestand sind nicht holzspezifisch, Konstruktions- und Tragwerkregeln müssen bei jedem Bau berücksichtigt werden; verschiedene Nachschlagewerke und Grundlagenbücher müssen in jeder Bibliothek stehen.

Cornelia Zelger: Les trois bibliothèques offrent des collections de littérature technique qui se complètent,



Die Bibliothek ist auch ein idealer Ort, um sich konzentriert auf Prüfungen vorzubereiten. |  
La bibliothèque est aussi un lieu idéal pour se préparer efficacement aux examens.

et parfois se recourent. A la TI de Bienne, l'économie, la gestion et l'emploi sont une partie importante de l'offre. A Burgdorf, l'art appliqué complète le fond documentaire technique sur l'architecture. Quant à la bibliothèque de la AHB de Bienne, sa collection sur «le bois» est unique en Suisse.

**Wo sehen Sie die Chancen beim Zusammengehen im Campus Biel/Bienne? |**

La réunion dans le Campus Biel/Bienne amène-t-elle un plus selon vous?

**Ursula Greiner:** Es kommt endlich zusammen, was zusammengehört. Die unterrichteten Fachgebiete sind in einer Bibliothek vereint, die vorhin erwähnten Grundlagenwerke müssen nicht mehr an drei Orten vorhanden sein, Schulungen können gemeinsam durchgeführt werden, der Austausch unter den Studierenden der verschiedenen Fachbereiche wird an einem zentralen Ort mit gemeinsamen Arbeits- und Studiemöglichkeiten gefördert. Die Bibliothek kann so zu einem neutralen Ort der Entspannung, des Lernens und der Begegnung werden. Ich freue mich auf den Campus!

**Cornelia Zelger:** La réunion des trois bibliothèques dans le campus va permettre des synergies dans le domaine du personnel, de nos collections et de nos services. Il en résultera une grande plus-value: l'offre en ressources va augmenter et se diversifier, les heures d'ouverture s'allongeront et le conseil spécialisé et personnalisé se développera. Je vois la bibliothèque du campus

comme un lieu central d'apprentissage, avec des places de travail attractives et modernes, tant pour le travail individuel qu'en groupe. Et qui plus est aussi comme un lieu de rencontre pour l'échange d'idées et la collaboration, sans frontières de départements ni de langues.

**Eine Fee erfüllt Ihnen einen Wunsch in Bezug auf Ihre Bibliothek. Wie lautet Ihr Wunschtraum? |**

Si une fée exauçait votre vœu le plus cher pour votre bibliothèque, que lui demanderiez-vous?

**Ursula Greiner:** Grosszügige Öffnungszeiten, genügend Personal, die Bibliothek als Informations-, Medien- und Lernzentrum. Und wenn die Fee etwas schneller arbeiten würde, könnten wir schon morgen die Bibliothek im Campus eröffnen, die alle diese Wünsche erfüllen wird!

**Cornelia Zelger:** Je me souhaiterais un espace qui soit beau d'un point de vue architectural et fonctionnel, avec des horaires d'ouverture étendus; une bibliothèque qui, au travers de son offre et de son personnel qualifié, inspire un climat de recherche innovatrice et soutienne activement l'apprentissage et la formation continue.

**Fragen | Questions**

Diego Jannuzzo und Nicole Bärtschiger

**Kontakt | Contact**

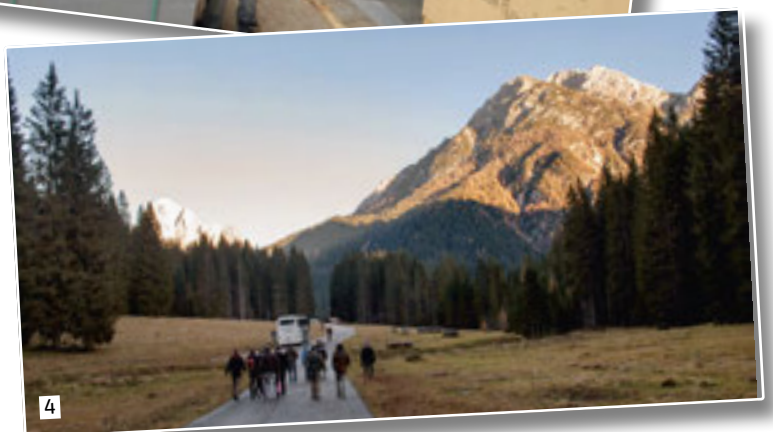
– Ursula.greiner@bfh.ch

– cornelia.zelger@bfh.ch

– Infos: ahb.bfh.ch > BFH-AHB > Bibliotheken  
ti.bfh.ch > bibliothèque

# Interdisziplinäre Freiräume: Special Weeks der BFH-AHB

Die Special Weeks – ein neues, interdisziplinär ausgerichtetes Lehrgefäss des Departements Architektur, Holz und Bau der BFH – haben vergangenen November erstmals stattgefunden. Sie bringen fortan jedes Semester Studierende über ihre Fachrichtungen hinaus zu einem bestimmten Thema zusammen. Die Studierenden profitieren so von der einzigartigen Kombination der drei Baufachbereiche innerhalb der gleichen Organisation – Architektur, Bau- und Holzingenieurwesen. Zudem bereiten sie sich auf das zunehmend interdisziplinäre und komplexere Berufsumfeld vor. Rund 300 Studierende hatten sich in die zwölf Themenangebote eingeschrieben. Bereits nach der ersten Durchführung ist deutlich: Die Special Weeks sind ein Lehrgefäss, von dem alle profitieren: Mehrwert für die Ausbildung, verbesserte Zusammenarbeit zwischen den Fachdisziplinen sowie mehr Freiraum und Innovation für die Lehre. Nächste Durchführung: 25.–29. April 2016.



**Abb. 1:** Alpine Infrastruktur und Naturgefahren: Studierende befassten sich mit den Gefahren der Natur im alpinen Raum und damit, wie der Mensch verantwortlich mit diesen umgehen kann. Sie schauten sich dabei diverse Schutz- und Infrastrukturbauten im Simplongebiet aus der Nähe an.

**Abb. 2:** Planungs- und Baumanagement neuer Holzbausysteme: Im Zentrum standen die Planung und Umsetzung von Projekten mit neuen Holzbausystemen. Die Studierenden erarbeiteten sich das notwendige Wissen, um in Zukunft die ihnen vermittelten Methoden und Instrumente wirksam anwenden zu können. Dazu waren sie während dreier Tagen auf Exkursion im Vorarlberg.

**Abb. 3:** Lebensqualität im innerörtlichen Strassenraum: Die Studierenden arbeiteten während der Woche an einem realen Fallbeispiel. Sie analysierten dabei in interdisziplinären Teams die Strassensituation und entwickelten Lösungsansätze.

**Abb. 4:** Der Weg des Holzes von den Bergen in die Stadt: Die Studierenden verfolgten den Holzfluss von den Wäldern der Dolomiten ins Tal und bis in die Stadt Venedig. Der Fokus lag dabei auf dem Zusammenhang zwischen Waldbau, Holzwirtschaft und Städtebau. Dies am Beispiel der Region Veneto und Venedigs in Gegenwart und Geschichte.

**Abb. 5:** Herstellen von und Gestalten mit innovativen Werkstoffen: Die Studierenden entwarfen und produzierten unter Verwendung von innovativen Werkstoffen in interdisziplinären Teams kleine Bänke. Das Bild zeigt das Gewinnerteam in der Kategorie Innovation mit den zuständigen Lehrpersonen: v.l.n.r. Dr. Frédéric Pichelin, Dr. Heiko Thömen, Charles Job.

Infos: [ahb.bfh.ch/specialweeks](http://ahb.bfh.ch/specialweeks)

### Eröffnung BFH-Zentrum Digitale Gesellschaft

Ende Mai findet das Kick-off-Meeting für das neue BFH-Zentrum Digitale Gesellschaft statt. In diesem Zentrum arbeiten vier Departemente interdisziplinär zusammen, um Potenzial und Risiken der Digitalisierung von Wirtschaft, Gesellschaft und Privatleben wissenschaftlich zu untersuchen und Good Practices zu entwickeln. Der Fokus liegt insbesondere auf Identität im Netz, Cybersecurity, Datenökonomie und dem Gesundheitswesen der Zukunft.  
Infos: [bfh.ch/digitalsociety](http://bfh.ch/digitalsociety)  
Kontakt: [annett.laube@bfh.ch](mailto:annett.laube@bfh.ch)

### Prüfstand für Multistring-Solarwechselrichter

Am Fotovoltaiklabor der BFH in Burgdorf wurde kürzlich ein Prüfstand für Multistring-Solarwechselrichter in Betrieb genommen. Das Herzstück ist ein Simulator, welcher die elektrischen Eigenschaften von drei unabhängigen Solargeneratoren nachbilden kann. Projektpartner waren das Bundesamt für Energie sowie SCCER-FURIES. Die Anlage steht nach Abschluss der Testphase voraussichtlich ab Ende März zur Verfügung.  
Kontakt: [urs.muntwyler@bfh.ch](mailto:urs.muntwyler@bfh.ch)

### CAS Business Creation

Innovative Geschäftsideen und neue Geschäftsmodelle sind der Rohstoff für den Wettbewerbsvorsprung von morgen. Entwerfen, Konzipieren, Gestalten, Erfinden, Visionieren, Choreografieren und Coachen sind die Schlüsselkompetenzen dafür. Das CAS Business Creation startet neu bereits im April 2016 und bietet Ihnen eine didaktisch einzigartige Ausbildung im Bereich Kreativität, Innovation und Unternehmertum.  
Kontakt: [heiner.kaufmann@bfh.ch](mailto:heiner.kaufmann@bfh.ch)

### Mobile, On-the-spot-Frühstücksverpflegung

In einer Kooperation mit der ZHAW und diversen Schweizer Spitälern arbeitet das Institut für Energie- und Mobilitätsforschung am Projekt «Mobile, On-the-spot-Frühstücksverpflegung». Dieses dient der Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Verpflegungsmodells. Kern des Modells ist ein batteriebetriebener Wagen mit einer Kaffeemaschine, welcher auf die Bedürfnisse von Patienten und Spitalverantwortlichen abgestimmt wird.  
Kontakt: [alejandro.santis@bfh.ch](mailto:alejandro.santis@bfh.ch)

### BFH in der EKL vertreten

Der Bundesrat wählte PD Dr. Eva Schüpbach, BFH, in die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL. Damit ist die Berner Fachhochschule neu in einer ausserparlamentarischen Kommission vertreten. Ausserparlamentarische Kommissionen beraten den Bundesrat und die Bundesverwaltung ständig bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben und treffen Entscheide, soweit sie durch ein Bundesgesetz dazu ermächtigt werden.  
Kontakt: [eva.schuepbach@bfh.ch](mailto:eva.schuepbach@bfh.ch)

### Marktforschung: Bauen mit Holz nimmt zu

Der Kompetenzbereich Marktforschung und Baumonitoring der BFH untersucht im Auftrag des BAFU Märkte für den Einsatz von Holz. Im Baubereich als grösstem Markt gibt es – trotz abgeschwächter Baukonjunktur im ersten Halbjahr 2015 – positive Markttrends. Die Anzahl der bewilligten neuen Mehrfamilienhäuser in Holzbauweise nimmt im ersten Halbjahr 2015 um 9% auf rund 300 Gebäude zu, die An- und Umbauten von Mehrfamilienhäusern in Holzbauweise steigen um 6%. Dabei nimmt die Zahl der grossen Projekte seit 2013 deutlich zu. Das steigende Projektvolumen bietet interessante Potenziale, aber auch Herausforderungen in den Bauprozessen.  
Kontakt: [birgit.neubauerletsch.ch](mailto:birgit.neubauerletsch.ch)

### Partnerschaft Gabun–Schweiz verlängert

Auf dem Weg zur nachhaltigen Berufsbildung in der Holzwirtschaft: 100 Lernende in 60 Firmen in Gabun und 33 gabunische Studierende in der Ausbildung in der Schweiz. Die Bilanz nach fünf Jahren der Zusammenarbeit zwischen dem gabunischen Bildungsministerium und der BFH waren Grund genug, die Partnerschaft bis 2021 zu verlängern. Neue Verträge ebnen nun den Weg, um die duale Berufsbildung



René Graf, Direktor BFH-AHB, und M. Moussavou, Minister für technische und berufliche Bildung aus Gabun, unterzeichnen die Verträge.

in Gabun langfristig zu verankern und damit die Holzwirtschaft nachhaltig mit Fachkräften zu versorgen.  
Infos: [ahb.bfh.ch/cdc](http://ahb.bfh.ch/cdc)

### Erfolgsgeschichte

Seit August 2015 entsteht in Einsiedeln das erste viergeschossige egg®-Mehrfamilienhaus. Die Forschungsergebnisse aus einem interdisziplinären KTI-Projekt der BFH eröffnen kleinen Holzbaubetrieben den Zugang zum Markt für Wohnbauten. Die Wertschöpfung erfolgt im Verbund von Kleinunternehmen auf Basis flexibler, modular aufgebauter Prozesse. Die im Kompetenzbereich Holzbau der BFH entwickelte Holz-Hohlkastenbauweise ist prädestiniert für diese Art von neuem Geschäftsmodell.  
Kontakt: [roman.hausammann@bfh.ch](mailto:roman.hausammann@bfh.ch)

### 16.–19.3.2016: die BFH an der Fensterbau/Frontale in Nürnberg

Der Kompetenzbereich Fenster-, Türen- und Fassadentechnik der BFH präsentiert in Nürnberg Teilergebnisse des KTI-Forschungsprojekts «Flüssige Verklotzung» und organisiert im Rahmen der Messe zusammen mit den schweizerischen Fachverbänden FFF und SZFF die Vortragsreihe «Taste of windays» mit Präsentationen aus drei BFH-Forschungsprojekten. Die Fensterbau/Frontale ist die bedeutendste europäische Leitmesse für Europas Fenster- und Fassadenbranche.  
Kontakt: [urs.uehlinger@bfh.ch](mailto:urs.uehlinger@bfh.ch)

### Prüfung von Waggonverglasungen für Stadler Rail AG

Die nach ISO 17025 akkreditierte Prüfstelle der BFH-AHB prüfte die Dichtigkeit und Sicherheit der Seitenscheiben eines Hochgeschwindigkeit-KISS-Doppelstockzugs gemäss der internationalen Bahnnorm UIC 566. Der Zug ist ausgelegt für Geschwindigkeiten bis und mit 200 km/h. In der Vergangenheit hat die BFH bereits die Verglasungen des DOSTO- und des FLIRT-Zugs von Stadler Rail AG geprüft.  
Kontakt: [urs.uehlinger@bfh.ch](mailto:urs.uehlinger@bfh.ch)

### Neues E-Mobil für die Forschung

Für Forschungszwecke wurde am BFH-Standort Burgdorf ein neues E-Mobil angeschafft. Der Nissan Leaf ist mit verschiedenen Lademöglichkeiten ausgerüstet und steht den Studierenden ab sofort für Projekt- und Diplomarbeiten zur Verfügung. Zudem wurden Ende 2015 die Elektromobil-Ladestellen in Burgdorf auf sieben erweitert.  
Kontakt: [urs.muntwyler@bfh.ch](mailto:urs.muntwyler@bfh.ch)

# Problem?

Kein Problem: Zühlke löst gerne komplexe Businessprobleme – in den Bereichen Produkt- und Software-Engineering, Beratung und Start-up-Finanzierung. Deshalb suchen wir Talente, die lieber den Weg der besten Lösung als den des geringsten Widerstands gehen. Kein Problem für dich? Wir freuen uns auf deine Bewerbung.