Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Life Sciences und Facility Management

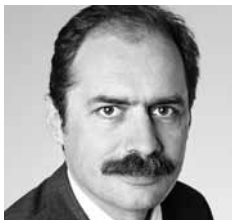
Newsletter für anwendungsorientierte Forschung und Dienstleistung
Nr. 2 | September 2009

TRANSFER

3 **Facility Management** | Küchentechnologien…
4 **Angewandte Simulation** | Das Isingtron…
5 **Lebensmittel** | Europäisierung des Schweizerischen Lebensmittelrechts…
6 **Chemie** | MALDI-TOF als leistungsfähiges Werkzeug…
7 **Umwelt und Natürliche Ressourcen** | exterior – neugierig auf Natur…
8 **Biotechnologie** | Einsatz von Computational Fluid Dynamics…

Zürcher Fachhochschule

Wirtschaftstreiber Facility Management



Prof. Dr. Urs Hilber,
Direktor Departement Life Sciences
und Facility Management,
urs.hilber@zhaw.ch

«Obama will eine Billion in Infrastruktur stecken. Der künftige US-Präsident plant ein gigantisches Infrastrukturprojekt. Er will bis zu einer Billion Dollar in die Reparatur und den Ausbau von Autobahnen, Brücken, Stromnetzen und Schulen stecken.» (Homepage Tages-Anzeiger, 14.12.2008). Der US-Verband der Ingenieure sieht allein für Brücken einen Investitionsbedarf von 188 Milliarden US-Dollar, für die gesamte US-Infrastruktur seien mehr als 1,6 Billionen US-Dollar notwendig (http://www.n-tv.de/835191.html).
Die Frage, ob der Zeitpunkt gut gewählt ist, um die Forschung und Entwicklung im Facility Management (FM) zu fördern, wird angesichts dieser einleitenden Zitate, welche die amerikanische Infrastruktur betreffen, zur rhetorischen Frage.

Wichtiges Asset der Volkswirtschaft

Der geschätzte Wert aller Immobilien in der Schweiz beträgt heute rund 2800 Milliarden Franken. Das heisst, dass gut die Hälfte des physischen Kapitals in der Schweiz aus Immobilien und Boden besteht. Damit wird deutlich, wie gross die Bedeutung des Immobilienmarkts für unsere Volkswirtschaft ist. Die Immobilien stellen dabei die Hardware dar, die ohne Software, oder anders formuliert, die Services, nur totes Gemäuer darstellt. Es sind gerade die Services in den Immobilien, die in der näheren und mittleren Zukunft für erfolgreiche Entwicklungen unserer Unternehmen sehr entscheidend sein werden. Immobilien, Infrastrukturen, aber auch Services sind also ein wertmässig wichtiges Asset der Volkswirtschaft.

Bedeutung von FM in kritischen Zeiten

John McGee, Chair des IFMA Board of Directors, beantwortet diese Frage wie folgt: «In kritischen Zeiten werden Budgets reduziert, Projekte aufgeschoben und es wird schwieriger, einen positiven Finanzfluss aufrechtzuerhalten. FM-Fachleute sind entscheidend für das Geschäft in diesen Zeiten, wenn es darum geht, Instandhaltungsprojekte zu priorisieren, die laufenden Gebäudekosten zu überwachen, den Energieverbrauch zu verringern und zu empfehlen, welche Gebäudeverbesserungen vorgenommen und welche verschoben werden sollten.»
«In Zeiten wie diesen rückt die Bedeutung von Facility Management ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Es geht nicht nur um Kostensenkung, sondern um nachhaltigen Mehrwert für das Kerngeschäft. Für die meisten von uns in der FM-Branche ist die aktuelle Situation eher eine Chance als eine Bedrohung», so Albert Pilger, Chairman des European Facility Management Network (EuroFM).
Diesen beiden Antworten habe ich lediglich anzufügen, dass auch die Art und Qualität der Services, zum Beispiel das Hospitality Management, mitentscheidend ist für den Erfolg. Der Faktor Mensch, oder noch präziser gesagt, der ausgebildete Mensch, ist wichtiger denn je. Nur eine hohe Ausbildung garantiert eine hohe Professionalität.

Energieeinsparung, 2000-Watt-Gesellschaft, Kostenreduktion

Die Zeit der boomenden Neubautätigkeit ist für die nächste Zeit wohl Geschichte. Es folgt eine Zeit der Kostenoptimierung. Forschungsbedarf und grosse Potenziale dürften sich dabei im Energiebereich ergeben, da hier zwei Megatrends aufeinandertreffen: Energieeinsparung, Stichwort 2000-Watt-Gesellschaft, und Kostenreduktion. Die Nutzung des Potenzials dürfte dabei durch vom Staat geschaffene Anreizfaktoren unterstützt werden, zumindest erwarte ich dies.
Nach IEA-Szenarien müssen wir 4,1 Billionen Dollar mehr investieren, um alle bekannten Energiesparmassnahmen umzusetzen. Dafür würden Konsumenten 7 Billionen Dollar Energiekosten sparen. Im FM-Bereich ist also eine sehr interessante Zeit angebrochen!
Forschung und Entwicklung (F&E) sind in Zeiten des Umbruchs entscheidende Erfolgsfaktoren. Als Fachhochschule sind wir in Krisenzeiten im Epizentrum der Erfolgsfaktoren. Aus- und Weiterbildung, aber auch F&E sind unsere Kernkompetenzen. Das Portfolio im Facility Management entwickelt sich derzeit rasant. Unsere beiden Flaggschiffe in der Aus- und Weiterbildung sind das Bachelor- und das MAS-Programm. Wir arbeiten derzeit mit Hochdruck auch am forschungsbasierten konsekutiven Masterprogramm. Damit einher geht die Verstärkung der FM-Forschung. Das Ziel dieser Forschung ist die Erarbeitung und Perfektionierung des Wädenswiler FM-Modells.

Impressum

Redaktion:
ZHAW Zürcher Hochschule für
Angewandte Wissenschaften
Life Sciences und Facility Management
Grüental, Postfach
CH-8820 Wädenswil
Tel. +41 58 934 50 00
Fax +41 58 934 50 01
communication.lsfm@zhaw.ch
www.lsfm.zhaw.ch

Gestaltung: Obrist und Partner Werbeagentur, Richterswil
CO_2-neutraler Druck auf FSC-Papier: Theiler Druck AG, Wollerau

Copyright bei den Verfassern.
Nachdruck mit Quellenangaben gestattet.
Belegsexemplar erbeten.

September 2009
Erscheinungsweise: 3-mal pro Jahr
Auflage: 5000 Exemplare

Zertifiziertes Managementsystem
SQS
ISO 9001:2000

Küchentechnologien: Europäische Hochschulen vernetzen sich

Dipl. oec. troph. Wolfgang Schmidberger,
wissenschaftlicher Mitarbeiter,
wolfgang.schmidberger@zhaw.ch

Der moderne Mensch nutzt im Alltag schnelle und jederzeit verfügbare Verpflegungsangebote, ohne den Anspruch an eine hohe Speisenqualität hintenanzustellen. In Zeiten der totalen Vernetzung müssen sich auch Entwickler von Küchentechnologien damit auseinandersetzen, wie Informationen aus vorhandenen Daten intelligent vernetzt werden können, um diesem Anspruch zu genügen. Drei europäische Hochschulen wollen dieses Thema nun gemeinsam angehen.

Die Muster der Ausser-Haus-Verpflegung unterliegen einem deutlichen Wandel. Die Küchentechnik spielt eine grundlegende Rolle, dieses Bedürfnis nach hochindividueller, gesunder, schneller und wohlschmeckender Verpflegung zu befriedigen. Insbesondere die Kombination intelligenter Garverfahren, Datenvernetzungssystemen und der daraus resultierenden neuen Prozessgestaltungs- und Kontrollmöglichkeiten ganzer Küchensysteme spielt hier eine wesentliche Rolle.

Know-how austauschen

Die University of Applied Sciences Mikkeli liegt 230 km nordöstlich von Helsinki entfernt in der seenreichen Provinz Ostfinnlands und beschäftigt sich ebenso wie die ZHAW in Wädenswil mit dieser Thematik. An der finnischen Hochschule wird der Studiengang Hospitality Management angeboten und die Studierenden werden aktiv in die Gestaltung von Küchenprozessen eingebunden (Abb. 1).
Mitte Mai veranstaltete die Hochschule Mikkeli ein Seminar zum Thema «Future Challenges in Kitchen Processes». Aktuelle und zukünftige Entwicklungen zu dieser Thematik wurden von Referentinnen und Referenten aus Finnland, Schweden, Dänemark, Grossbritannien und der Schweiz präsentiert. Die ZHAW war mit einem Vortrag zum Thema «Intelligente Garverfahren und Mensch-Maschine-Interaktion» vertreten und konnte die Expertise zur Entwicklung von vollautomatisierten Garprozessen einbringen (Abb. 2). Weitere Referenten präsentierten ihre Forschungsergebnisse zur Darstellung von Informationsflüssen in Grossküchen sowie zu neuartigen Zubereitungsmethoden, z. B. zur «Mikrobio-Küche».

Gemeinsam forschen

Dem zweitägigen Seminar ging ein Workshop voraus, an dem eine zukünftige Forschungskooperation ausgelotet wurde. Die drei Hochschulen ergänzen sich aufgrund ihrer bisherigen Forschungsarbeiten und der vorhandenen Infrastrukturen hervorragend. Es wurde vereinbart, das Thema «Intelligente Regelung von Küchenprozessen» gemeinsam anzupacken. Dabei wird das Datenmanagement von der Warenannahme bis hin zum Gast beleuchtet. Ziel ist es, die Daten über Vernetzungssysteme intelligent zu verknüpfen, so dass eine hohe Produkt- und Prozessqualität erreicht werden kann. Die vernetzten Systeme sollen die Interaktionen zwischen den beteiligten Gruppen unterstützen und optimieren. Wir dürfen also gespannt sein, ob Europa durch dieses Projekt auch auf kulinarischer Ebene ein Stück enger zusammenwachsen wird.

Abb. 1: Lehr- und Forschungsküche in Mikkeli, Finnland.

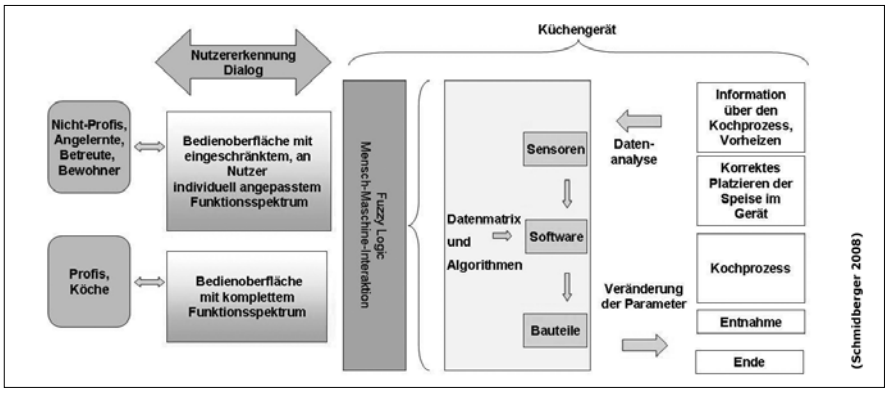


Abb. 2: Mensch-Maschine-Interaktion und intelligente Garverfahren.

Forschungsprojekt

Future Challenges in Kitchen Processes

Leitung:	Wolfgang Schmidberger
Projektdauer:	seit Mai 2009
Partner:	Mikkeli University of Applied Sciences, Finland; University of Brighton, United Kingdom
Förderung:	Anschubfinanzierung
Projektvolumen:	15 000 CHF

Das Isingtron: ein neuartiges Klassifikations-Werkzeug

Dr. Thomas Ott,
Dozent Mathematik,
thomas.ott@zhaw.ch

Prof. Dr. Urs Mürset,
Dozent Mathematik,
urs.muerset@zhaw.ch

Das am Institut für Angewandte Simulation (IAS) entwickelte Isingtron ist einer von mehreren am IAS entwickelten Algorithmus mit der Fähigkeit, in hoch dimensionalen Daten, wie beispielsweise Spektren oder anderen Messkurven, unterscheidbare Klassen zu definieren und diese Daten dann entsprechend zu sortieren. Dank dieses Klassifikations-Werkzeugs erreicht man sein Ziel mit minimaler Benutzer-Interaktion und geringem Rechenaufwand.

Fragestellung

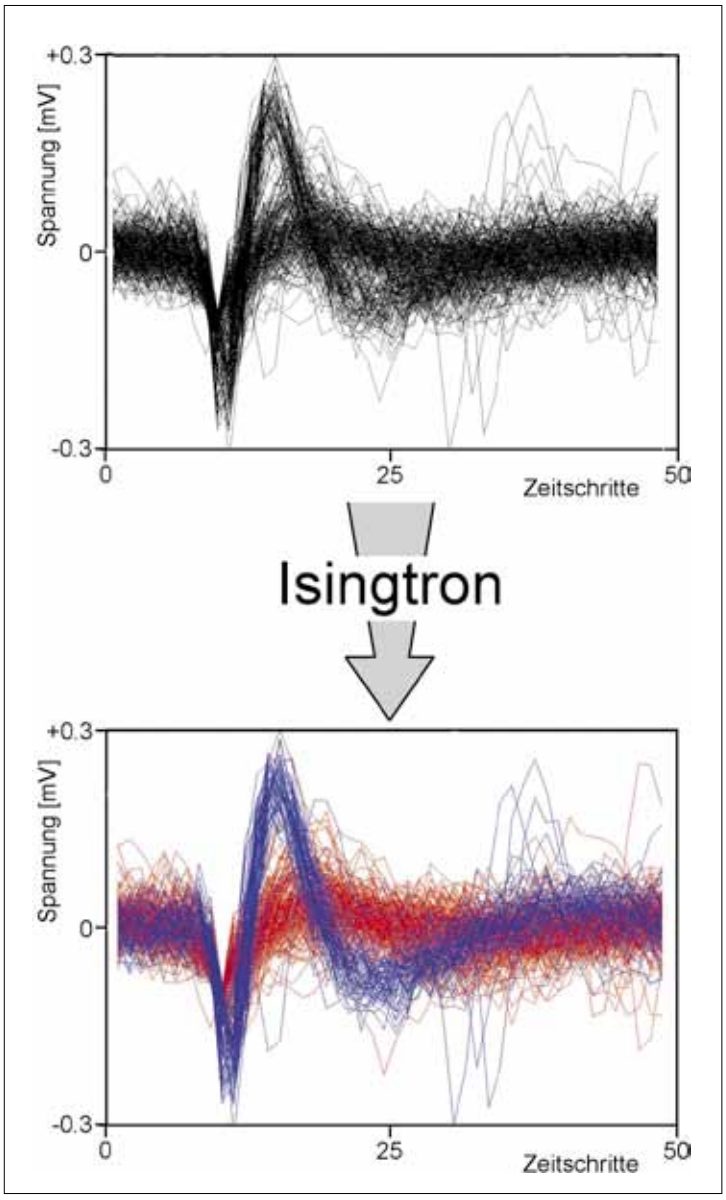
Nervenzellen kommunizieren mittels Spannungspulsen. Der obere Teil der Abbildung stellt einige hundert zeitliche Verläufe solcher Pulse dar, wie sie *in vivo* mit einer Elektrode gemessen wurden. Schon von Auge erkennt man, dass zwei verschiedene Pulsmuster vorkommen, weil sie von zwei verschiedenen Zellen stammen. Nun stellt sich aber für die weitere Analyse das Problem, die vielen Kurven den beiden Klassen zuzuordnen – und dies natürlich am liebsten mit möglichst wenig Handarbeit und durch einen zuverlässigen, einfachen und schnellen Algorithmus. Die Lösung heisst Isingtron. Von Hand muss man unter den Kurven nur je einen oder einige wenige Vertreter der beiden Klassen identifizieren, den Rest besorgt der Computer. Schon mit verhältnismässig geringem Rechenaufwand werden die Pulse sortiert (siehe unteren Teil der Abbildung).

Der Algorithmus

Die Mustererkennung muss sich der Algorithmus quasi selber antrainieren. Auf die richtige Trainingsmethode führt eine Analogie mit der magnetischen Ausrichtung der Atome eines Festkörpers in einem magnetischen Feld. Der Isingtron-Algorithmus simuliert nun die Justierung des Magnetfeldes: Über einen Rückkopplungsmechanismus wird das Feld so eingestellt, dass sich zwei Gruppen mit Atomen verschiedener Ausrichtung bilden. Vielleicht ist die Analogie zwischen Magnetfeldern und dem ursprünglich geschilderten Problem nicht so offensichtlich? Die Atome entsprechen den einzelnen Kurven, ihre Ausrichtung entspricht der Zugehörigkeit zu einer der beiden Klassen, und die Koordinaten eines Atoms sind das Pendant zu den Messpunkten, aus denen die Kurven aufgebaut sind. Auch die Temperatur des Körpers spielt eine Rolle. Ausgehend von einer hohen Temperatur senkt das Isingtron die Temperatur allmählich ab, wodurch eine scharfe Trennfläche zwischen Domänen verschiedener Magnetisierung auskristallisiert. So entsteht eine klare Trennregel für die beiden Klassen.

Ausblick

Das Isingtron kann auch auf Spektren und Chromatogramme aller Art, Gen-Expressionsprofile (Microarrays) oder allgemein auf Objekte, die mit vielen verschiedenen Parametern beschrieben werden, angesetzt werden. Es gibt also in den Life Sciences einen ganzen Strauss von Anwendungsmöglichkeiten.



Das Isingtron erkennt die verschiedenen Pulsprofile und sortiert sie.

Europäisierung des Schweizerischen Lebensmittelrechts

Dipl. phil. II Evelyn Anna Meier,
Leiterin IQFS und Dozentin für Qualitätsmanagement,
Lebensmittelsicherheit, Lebensmittelrecht,
evelyn.meier@zhaw.ch

Die Schweiz orientiert sich bei der Weiterentwicklung und Revision ihres Lebensmittelrechts an den Entwicklungen in der EU, um den grenzüberschreitenden Warenverkehr zu erleichtern. Zentrale Regelungsbereiche, wie etwa das Hygienerecht, sind bereits angepasst. An der 4. Wädenswiler Lebensmittelrecht-Tagung vom 28. Mai 2009, an der rund 140 Personen teilnahmen, wurden die aktuelle Situation sowie die Zukunftsperspektiven durch hochkarätige Referenten und Referentinnen aufgezeigt. Die Tagung entstand in Zusammenarbeit mit dem Europa Institut an der Universität Zürich.

Nach der Ablehnung des Beitritts der Schweiz zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) 1992 hat der Bundesrat ein Programm zur marktwirtschaftlichen Erneuerung beschlossen, um eine wirtschaftliche Isolierung der Schweiz zum gemeinsamen Binnenmarkt der EU zu verhindern. Seither hat sich das Schweizerische Lebensmittelrecht kontinuierlich dem Recht der EU angenähert. Wichtige Meilensteine in diesem Prozess waren:

- 1995: Neues Lebensmittelgesetz und Totalrevision des Verordnungsrechts
- 1999: Bilaterales Landwirtschaftsabkommen
- 2004: Übernahme des EG-Hygienerechts für Lebensmittel tierischer Herkunft
- Projekt «Lebensmittelrecht 2010» (Ausblick)

Wirtschaftliche Notwendigkeit

Wie Adrian Kunz vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) im ersten Referat der Tagung erläuterte, ist die Anpassung des Schweizerischen Lebensmittelrechts an dasjenige der EU eine wirtschaftliche Notwendigkeit, verdient doch die Schweiz jeden dritten Franken im Austausch mit der EU. Anhand der Bereiche Hygiene, Zusatzstoffe und Aromen, Rückstände und Kontaminanten sowie Kennzeichnung wurde der Harmonisierungsstand beleuchtet. Um Handelshemmnisse zu verhindern, werden technische Vorgaben kontinuierlich an die Entwicklungen in der EU angepasst, beispielsweise im Bereich der Hygiene oder der Zusatzstoffe. Adrian Kunz erläuterte zudem das Projekt «Lebensmittelrecht 2010», welches die rechtlichen Voraussetzungen schaffen soll,

- um den «acquis communautaire», d. h. die Geltung des gemeinschaftlichen Rechtsbestandes, im Bereich Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände ins schweizerische Recht übernehmen zu können;
- um an den Systemen der Lebensmittel- und Produktesicherheit der EU teilnehmen zu können;
- um für die Einführung der einseitigen Anwendung des Cassis-de-Dijon-Prinzips gewappnet zu sein.

Aktueller Stand der Übernahme des Cassis-de-Dijon-Prinzips

Prof. Dr. Roger Zäch vom Europa-Institut erläuterte den aktuellen Stand der Revision des Bundesgesetzes über die technischen Handelshemmnisse (THG). Durch die Übernahme des sogenannten Cassis-de-Dijon-Prinzips – der Nationalrat hat sich am 29. April 2009 wie zuvor der Ständerat für dessen einseitige Übernahme ausgesprochen – würde eine grundsätzliche Anerkennung aller in der EU geltenden technischen Vorschriften durch die Schweiz erfolgen. Lebensmittel sollen allerdings vor der Inverkehrbringung aus dem EWR einer Bewilligung durch das BAG unterzogen werden.

Referate zu wichtigen Regelungsbereichen des EG-Rechts

Anhand zweier Referate zu den Themen «Neues Zusatzstoffrecht in der EU» sowie «Health-Claims-Verordnung», gehalten durch Margreet de Haan, Firma Frutarom, resp. Dr. Amire Mahmood, Österreichisches Bundesministerium für Gesundheit, wurden aktuelle Entwicklungen in zwei wichtigen Regelungsbereichen des EG-Rechts aufgezeigt.

Das Freihandelsabkommen im Agrar- und Lebensmittelbereich (FHAL)

Dr. Roland Charrière, Vizedirektor des BAG, gab einen Einblick in die laufenden Verhandlungen über ein Freihandelsabkommen im Agrar- und Lebensmittelbereich (FHAL) und ein Gesundheitsabkommen (GesA). Die erste Verhandlungsrunde fand am 24. November 2008 statt. Ein wichtiger Punkt ist dabei, dass ein Freihandel nur möglich ist, wenn die relevante Gesetzgebung angepasst oder übernommen ist respektive durch ein Abkommen von beiden Parteien als äquivalent anerkannt wird. Auch um an den Systemen der Lebensmittel- und Produktsicherheit der EU teilnehmen zu können, wird die Angleichung der technischen Vorschriften der Schweiz an diejenigen der EU vorausgesetzt. Der Bundesrat hat im Zusammenhang mit der Verabschiedung des Verhandlungsmandats beschlossen, dafür die gesetzliche Grundlage zu schaffen, d. h. das Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (LMG) zu revidieren. Am 1. Juli 2009 wurde der Revisionsentwurf zur Vernehmlassung veröffentlicht (es handelt sich um das bereits erwähnte Projekt «Lebensmittelrecht 2010»; weitere Informationen unter: www.lm-revisionen.admin.ch).

Cassis-de-Dijon-Prinzip
Das Cassis-de-Dijon-Prinzip basiert auf einem Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) von 1979 und besagt, dass Mitgliedstaaten im nicht-harmonisierten Bereich verpflichtet sind, Produkte auf ihrem Hoheitsgebiet zu akzeptieren, die rechtmässig in einem anderen Mitgliedstaat hergestellt und vermarktet werden. Die Schweiz sieht vor, durch die Anpassung des THG das Cassis-de-Dijon-Prinzip einseitig einzuführen.

Dr. Roland Charrière, Vizedirektor des BAG und Verhandlungsleiter für den Bereich Lebensmittelsicherheit, erläutert den Stand des Freihandelsabkommens im Agrar- und Lebensmittelbereich (FHAL).

MALDI-TOF als leistungsfähiges Werkzeug in den Life Sciences

Dr. Ivana Kroslakova,
wissenschaftliche
Mitarbeiterin,
ivana.kroslakova@zhaw.ch

Dr. Christian Hinderling,
Institutsleiter ICBC,
christian.hinderling@zhaw.ch

Die MALDI-TOF-Massenspektrometrie wird am Institut für Chemie und Biologische Chemie (ICBC) für Fragestellungen aus der Proteintechnik, Medizinalchemie, Diagnostik, Polymerchemie und Mikrobiologie eingesetzt. Sie wird in interdisziplinären Projekten institutsübergreifend oder mit externen Partnern genutzt. Die Schwerpunkte liegen in der schnellen Identifikation von Mikroorganismen und der Analyse von Proteinaggregaten und Protein-Protein-Wechselwirkungen mit Hochmassen MALDI-TOF.

Traditionell für die Strukturaufklärung kleiner, intakt verdampfbarer Moleküle eingesetzt, hat sich die Massenspektrometrie durch eine Reihe von technischen Verbesserungen in den letzten Jahrzehnten zu einem zentralen Werkzeug in den Life Sciences entwickelt. Möglich wurde dies durch neue Ionisationsmethoden wie die Elektrosprayionisierung oder das MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation), welche erstmals die Analyse von grossen und/oder hydrophilen oder gar ionischen Molekülen erlaubte.

Molekülmasse errechnen

In der MALDI-TOF-Massenspektrometrie wird die Probe mit einem UV-absorbierenden Hilfsstoff (der Matrix) gemischt und mit einem gepulsten UV-Laser schlagartig verdampft und ionisiert. Die Ionen werden im Vakuum in einem elektrischen Feld beschleunigt und nach einer Flugstrecke detektiert. Da leichte Ionen höhere Geschwindigkeit erreichen, kann aus der Flugzeit die Molekülmasse errechnet werden. Für die biologischen Anwendungen ist bedeutend, dass es sich dabei um eine «weiche» Ionisationsmethode handelt, die kaum zu Fragmentierung der Ionen führt.

Gerät mit speziellem Hochmassendetektor

Begrenzt war der zugängliche Massenbereich in der MALDI-TOF-Massenspektrometrie nach oben bislang vor allem durch die stark abnehmende Detektorempfindlichkeit ab einer Molekülmasse von ca. 100 kDa. In den Life Sciences interessante Proben besitzen aber häufig höhere Massen. Das MALDI-TOF-Gerät am ICBC wurde daher mit einem speziellen Hochmassendetektor (CovalX) ausgerüstet und ist damit in der Lage, Moleküle bis über 1 MDa zu erfassen. Es ist gegenwärtig in der Schweiz und ausserhalb des ETH-Bereiches das einzige derartige Gerät.

Analyse von Proteinwechselwirkungen und Aggregaten

Nach der Entschlüsselung des menschlichen Genoms fokussieren sich gegenwärtig Forschungsanstrengungen stärker auf Proteine und deren Interaktionen. Proteine entfalten ihre biologische Wirkung u. a. durch hochspezifische Wechselwirkungen untereinander. Dies macht Substanzen, welche Protein-Protein-Wechselwirkungen beeinflussen, pharmazeutisch hochinteressant. Die Detektion von Proteinaggregation in Abhängigkeit von potentiellen Wirkstoffen kann daher als effizientes Screening-Verfahren verwendet werden. Aber auch Proteine selber, beispielsweise in der Form von therapeutischen Antikörpern oder Antikörperkonjugaten, stellen eine stetig wichtiger werdende Klasse von Medikamenten dar. Eine Komplikation beim Einsatz therapeutischer Antikörper ist deren potentielle Aggregation in Lösung. Die Hochmassen-MALDI-TOF-Massenspektrometrie eignet sich vorzüglich zum Quantifizieren solcher unerwünschter Aggregate (Abb. 1).

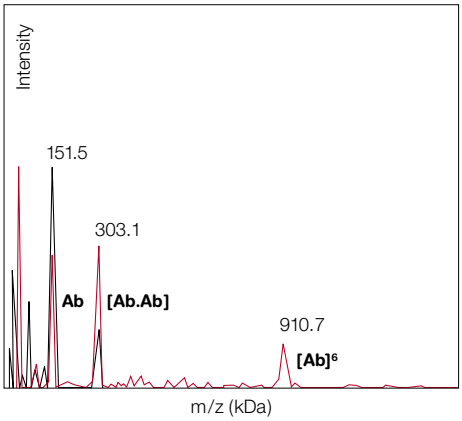


Abb. 1: Hochmassen-MALDI-TOF-Analyse einer Probe von aggregierten therapeutischen Antikörpern Hab 42 vor (schwarz) und nach (rot) cross-linking.

Identifikation von Mikroorganismen

MALDI-TOF erlaubt die schnelle Identifikation von Mikroorganismen auf der Stufe von Genus und Spezies bei geringem Probenbedarf. Nach einer kurzen Inaktivierung der Probe dauert die eigentliche Messung weniger als eine Minute. Die Identifikation gelingt durch den Vergleich der erhaltenen komplexen Proteinmuster, eigentlichen «Fingerabdrücken», mit einer Datenbank, welche mehrere Tausend Bakterien, Hefen und Pilze enthält (Abb. 2).

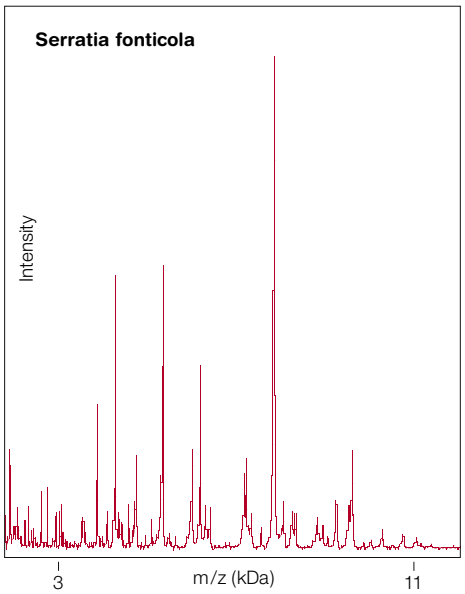


Abb. 2: MALDI-TOF-MS-«Fingerabdruck» eines Mikroorganismus. Die Signale rühren hauptsächlich von ribosomalen Proteinen her. Die Probe wurde durch Abgleich mit einer Datenbank als Serratia fonticola identifiziert. Messung und Identifikation dauern zusammen ca. eine Minute.

exterior – neugierig auf Natur

Moritz Vögeli,
Leiter Kuratorium Naturwissen,
moritz.voegeli@zhaw.ch

Die Gärten und Pflanzensammlungen auf dem Campus Grüental sind für das Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR von ausserordentlicher Bedeutung, vergleichbar mit Labors in der Chemie. Dort wird gelehrt und geforscht. Gleichzeitig stehen die Aussenräume auch in öffentlichem Interesse – Besucherinnen und Besucher geniessen und staunen. Um diesem Spannungsbogen gerecht zu werden, kümmert sich der Lehr- und Versuchsbetrieb um Pflege sowie Unterhalt und das Kuratorium Naturwissen um die Entwicklung, aber auch um die Inszenierung der Gärten.

Seit 2009 treten die Gärten und Pflanzensammlungen unter der Marke «exterior – neugierig auf Natur» auf. Zentrales Element sind die Informationssäulen. Sie stehen an ausgewählten Standorten und informieren mittels eines Farbcodes über die Themenschwerpunkte lernen, forschen, staunen, kultivieren oder sich erholen. In einem «Briefkasten» befinden sich weiterführende Informationen für den Besuch.

Kultur, Natur und Wissensvermittlung

Vor zehn Jahren standen Fragen der Pflanzenproduktion und -verwendung im Vordergrund. Aus dieser Zeit stammt beispielsweise der schweizweit vielseitigste Pfingstrosengarten oder die Sichtungsflächen, in denen Gemüse- und Zierpflanzensorten bonitiert und bewertet werden. Darauf folgte die Realisierung verschiedenster natürlicher Lebensräume für den Unterricht, zum Thema Flora und Fauna, einem wesentlichen Bestandteil der neueren Vertiefungsrichtungen im Studiengang Umweltingenieurwesen. In diesem Zusammenhang steht der Anspruch auf die Vermittlung von Naturwissen vor Ort anhand exemplarischer Beispiele. Diese Kombination der verschiedensten Sichtweisen in Bezug auf Natur, Kultur, deren Interaktionen mit Menschen sowie der Einsatz moderner Medien sind die heutigen Herausforderungen an Aussenräume. Von grosser Bedeutung ist diese Arbeit auch für unseren Partner im Verbund der Botanischen Gärten der Schweiz (Hortus Botanicus) und den Betreiber öffentlicher Grünanlagen.

Die Natur steht im Vordergrund, dennoch wird deren Inszenierung und Kommunikation immer wichtiger. (Foto: Erich Stutz)

…virtuell ergänzt

Wie werden Besucher informiert, die nicht vor Ort im Garten sind? Wie erreichen wir neue Nutzer? Das sind Fragen, die sich in vielerlei Hinsicht stellen. Hier helfen die digitalen Medien weiter. Für unsere Gärten und Pflanzensammlungen nutzen wir Twitter und betreiben einen Blog (beide unter www.exterior.ch).
In Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Informationstechnologie InIT an der ZHAW in Winterthur befassen wir uns zudem mit dem Aufbau eines BeeTagg-Führers. Auf einfache Weise können damit Bilder oder Video- und Audiodateien mit dem eigenen Mobiltelefon abgerufen werden.

Fakten der Gärten im Grüental
- 3500 Pflanzenarten und -sorten
- 450 Apfelsorten
- 300 verschiedene Pfingstrosen
- Preisgekrönte Versuchsflächen (Schulthess-Gartenpreis 2008 für spezielle Staudenmischpflanzungen für das öffentliche Grün)

Wehende Tücher und duftende Heukissen – ein Teil der Ausstellung «Im Grünen Reich», welche anlässlich einer Semesterarbeit von Julia Lüscher in den Gärten und Pflanzensammlungen entstand. (Foto: Julia Lüscher)

exterior-Informationssäule in den Gärten und Pflanzensammlungen im Grüental. (Foto: Erich Stutz)

Einsatz von Computational Fluid Dynamics

Dipl.-Ing.
Sören Werner,
wissenschaftlicher
Assistent,
soeren.werner@zhaw.ch

Dipl.-Ing. Christian
Löffelholz,
wissenschaftlicher
Assistent,
christian.loeffelholz@
zhaw.ch

Prof. Dr.-Ing.
Dieter Eibl,
Dozent Bioverfahrens-
technik,
dieter.eibl@zhaw.ch

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitäten und Hochschulen sowie Industriepartnern aus der Schweiz und Deutschland werden am Institut für Biotechnologie in Wädenswil Untersuchungen zur Strömungsmechanik in Bioreaktoren unter Verwendung von Computational Fluid Dynamcis (CFD) durchgeführt. Die Ergebnisse dienen der Charakterisierung, Optimierung und Entwicklung von Bioreaktoren und im Hinblick auf eine optimale Prozessführung. Massstabsübertragungen und der Transfer von Prozessen auf Systeme unterschiedlicher Bauart sind weitere Felder der aktuellen Forschung.

Für eine effiziente Produktion biopharmazeutischer Wirkstoffe sind optimale Bedingungen für den jeweiligen Biokatalysator (tierische/pflanzliche Zellen, Pilze/Hefen, Mikroorganismen) unerlässlich. Auf die zu kultivierenden Zellen wirken eine Vielzahl von physikalischen und chemischen Einflüssen, wobei diese hauptsächlich auf den aktuellen Strömungszustand zurückzuführen sind. Die computergestützten Methoden der Strömungsmechanik (CFD) sind ein hervorragendes Werkzeug, um diese Strömungsbedingungen in einem Bioreaktor beliebiger Bauart zu charakterisieren.

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Die numerischen Methoden der Strömungsmechanik dienen der Lösung von Bilanzgleichungen (Impuls, Masse, Energie), um den Strömungszustand in einem mehrdimensionalen Raum orts- und zeitaufgelöst zu beschreiben. Der Raum wird in eine grosse Anzahl von Kontrollvolumen unterteilt, um die korrespondierenden Differentialgleichungen numerisch lösen zu können. Durch eine Verknüpfung der Kontrollvolumen untereinander erhält man ein Ergebnis für den gesamten Raum.

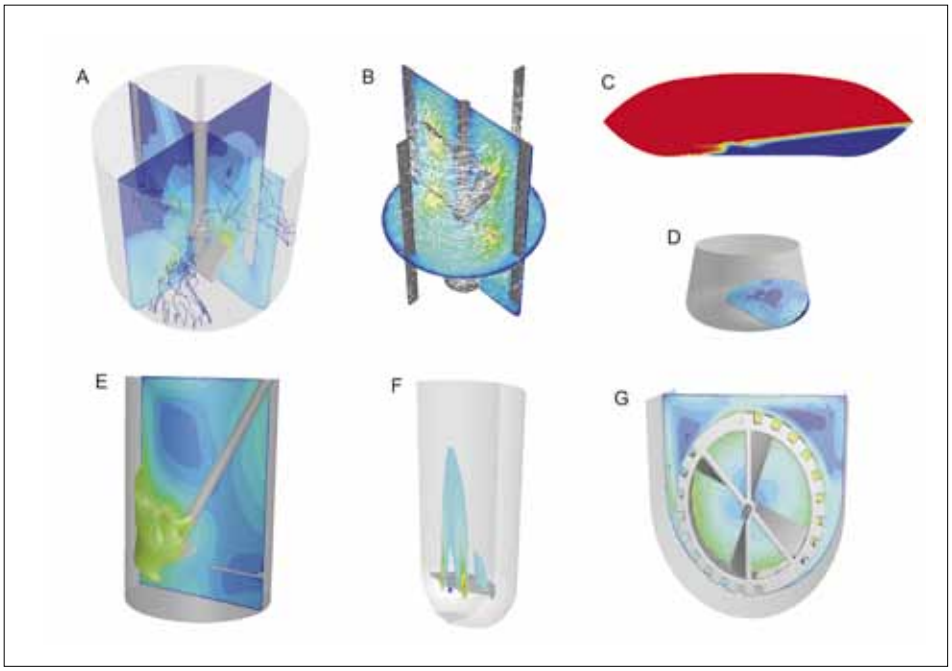
Unser Ansatz

Unsere Arbeitsgruppe beschäftigt sich seit zwei Jahren vor allem mit der Berechnung von Einwegbioreaktoren. Die Modellentwicklung und die Verifizierung sind dabei die Hauptaufgaben. Die Simulationen beziehen sich in allen Fällen auf den Standardrührreaktor (A und B). Vergleichende Simulationen wurden bisher zu den nachfolgend aufgeführten Systemen durchgeführt: Sartorius-Stedim CultibagRM (C), Schüttelkolben (D), Thermo Scientific Hyclone S.U.B. (E), zeta bio-t bag (F) und PBS Biotech (G).

Aktueller Stand und Ausblick

Aktuell wird nun eine Anlage bestehend aus Particle Image Velocimety (PIV) und Shadowgraphy installiert, mit der sowohl Strömungsgeschwindigkeiten gemessen als auch mechanische Beanspruchung über die Partikelgrössenverteilung eines Öl/Wasser-Gemisches bestimmt werden können. Damit wird eine Modellverifizierung ermöglicht.

Gegenwärtig beziehen sich unsere numerischen Aktivitäten auf zweiphasige Modelle, bei denen sowohl die Strömung der Flüssigphase wie auch die Gasblasen und deren Verteilung in der flüssigen Phase berechnet werden sollen. Wichtige Aussagen bezüglich des Massentransfers von Sauerstoff und Kohlendioxid sowie ihrer Gradientenbildung im Reaktorraum sind damit möglich. Ferner sollen biologische Untersuchungen zum Status der Biokatalysatoren hinsichtlich einer Beeinflussung durch äussere Faktoren der Verknüpfung zwischen CFD und realen Zuständen dienen.



CFD-Simulationen: Verschiedene Ansichten ermöglichen eine Auswertung an jedem Ort hinsichtlich einer Vielzahl von Parametern (Geschwindigkeit, Phasenverteilung, Druck, Temperatur etc.).

Forschungsprojekt

Charakterisierung, Optimierung und Entwicklung von Bioreaktoren für Zellkulturen unter Einsatz von Computational Fluid Dynamics (CFD)

Leitung:	Prof. Dr.-Ing. Dieter Eibl
Partner:	TU Berlin, BTU Cottbus, TU Dresden, Hochschule Anhalt/Köthen, zeta AG, Sartorius-Stedim AG
Förderung:	Industrie

Innovationen aus dem Kurs Kosmetik

Karin Hess,
Diplomandin Lebensmitteltechnologie,
kahe0001@students.zhaw.ch

Kontakt zum Thema Kosmetik:
Petra Huber, Dozentin für Kosmetik und Toxikologie, petra.huber@zhaw.ch

Im Rahmen des Wahlpflichtfaches Kosmetik im 6. Semester wurden in kleinen Teams der Klasse SBLM06 Produktentwicklungen und Produktdossiers zu einer Thematik erarbeitet.

Die Aufgabe

«Swissness, Alpen, Wallis, Regionalität, Natürlichkeit, Nachhaltigkeit, Erlebnis oder Wellness» – dies waren die inspirierenden Stichworte und zugleich Vorgaben, die uns zur innovativen ultimativen Produktidee verhelfen sollten. Wobei unter dem Stichwort Wallis genauer das Mittelwallis mit Sierre und dem Val d'Anniviers gemeint ist und mit Bezug zur Regionalität zum Beispiel kaltgepresstes Traubenkernöl aus dem Weindorf Varen (Firma Fructum Vitis, Heidi Kuonen-Goetz). Ziel dieser Fallstudie war es, authentische Produktideen zu generieren, welche im historischen Wellness- und Romantik-Hotel Bella Tola in St. Luc (1652 m) eingesetzt werden können. Mit diesen Vorgaben machten sich die Teams auf Ideensuche und an die Arbeit, ein Produkt nach eigenen Vorstellungen einerseits konkret herzustellen und andererseits ein gesetzeskonformes Produktdossier zu erstellen.

Die Produkte

Am 5. Mai 2009 wurden die entstandenen Produkte im Rahmen einer Vernissage vorgestellt. Die Produkte erhielten Namen, die zum Träumen einladen: Mit «Les Essences du Valais» wurde eine Sommer- und Winterhandcreme lanciert, mit «Perle der Frische» eine erfrischende Badekugel kreiert und mit dem Körper-Aprikosenpeeling eine zart duftende Wellnessanwendung präsentiert. Konkret:

- Les Essences du Valais:
  Zwei saisonale Handcremen, optimal für die Bedürfnisse der Haut im Sommer und eine reichhaltigere Variante für den Winter. Die leichte Sommeremulsion mit wertvollem Aprikosenkernöl und -duft und die Winterversion mit dem oben erwähnten Traubenkernöl und dem Duft nach grünen Trauben.
- Perle der Frische:
  Sprudelnde Badekugeln mit intensivem Duft nach frischer Pfefferminze, erinnern dank integrierter Kieselerde beim Baden an einen erfrischenden Gletschersee.
- Aprikosenpeeling:
  Die leichte, hochwertige O/W-Emulsion mit Aprikosenkernöl und Traubenkernöl bietet mit Aprikosenkernfragmenten eine angenehme Rubbelkur und hinterlässt ein seidiges Gefühl auf der Haut.

Die neuen Produktkreationen.

Die Produktentwickler der Klasse SBLM06.

Die Produktentwickler der Klasse SBLM06 haben in dieser Projektarbeit viel gelernt und hatten viel Spass bei der Ideensuche und bei der Entwicklung ihrer Produkte.

Neue Projekte

Institut für Biotechnologie

Biomasse- und Nährstoffmanagement
Leitung: sebastian.baum@zhaw.ch
Dauer: 01.03.2009–31.10.2009
Projektpartner: Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Ernst Basler & Partner, Zollikon

Bioabfallbehandlungsanlagen als Hygienebarrieren
Leitung: urs.baier@zhaw.ch
Dauer: 01.06.2009–31.12.2009
Projektpartner: AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich

Intrazellulärer Proteintransport
Leitung: jack.rohrer@zhaw.ch
Dauer: 01.06.2009–01.06.2011

Institut für Chemie und Biologische Chemie

Exploring the Impact of the Time-Temperature Roasting Profile on the Flavour of Coffee
Leitung: chahan.yeretzian@zhaw.ch
Dauer: 01.06.2009–31.12.2009
Projektpartner: PROBAT-Werke von Gimborn Maschinenfabrik GmbH, D-Emmerich am Rhein

Institut für Angewandte Simulation

Interaktive Kommunikations- und Informationsplattform des Kantonalen Gewerbeverbands Zürich
Leitung: beat.schenkel@zhaw.ch
Dauer: 01.03.2009–30.04.2009
Projektpartner: Kantonaler Gewerbeverband Zürich

Simulation als zentrales Werkzeug zur Optimierung und Beherrschung logistischer Prozesse
Leitung: marcel.burkhard@zhaw.ch
Dauer: 01.03.2009–31.03.2010
Projektpartner: vertraulich

Migration und Erweiterung einer internationalen Web-Plattform für «Regulatory Affairs» mit umfangreichem Memberbereich
Leitung: roland.gassmann@zhaw.ch
Dauer: 01.04.2009–30.08.2009
Projektpartner: Swiss Biotech Association

Simulationsgestützte Produktionsoptimierung einer lebensmittelverarbeitenden Anlage in Amerika
Leitung: adrian.loetscher@zhaw.ch
Dauer: 01.06.2009–31.08.2009
Projektpartner: vertraulich

Daten-Visualisierung mit Web 2.0-Technologie des Boden-Messnetzes der Ostschweizer Kantone
Leitung: roland.gassmann@zhaw.ch
Dauer: 01.07.2009–30.09.2009
Projektpartner: Ostschweizer Kantone

Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation

NanoBAK
Leitung: michael.kleinert@zhaw.ch
Dauer: 27.03.2009–31.12.2009
Projektpartner: ttz Bremerhaven EIBT, D-Bremerhaven

Technische Fachausbildung für TeamleiterInnen Stv.
Leitung: melanie.ackermann@zhaw.ch
Dauer: 01.05.2009–31.07.2009
Projektpartner: Chocolat Frey AG, Buchs

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

KulTour.BE
Leitung: stefan.forster@zhaw.ch
Dauer: 01.10.2008–31.12.2009
Projektpartner: beco Berner Wirtschaft, Bern

Bodenmonitoring der Rekultivierung im Benkner Riet
Leitung: rolf.krebs@zhaw.ch
Dauer: 01.04.2009–31.12.2014
Projektpartner: AFU Amt für Umweltschutz, St. Gallen

AlpFusionen steuern? – Analyse und Steuerung des alpwirtschaftlichen Strukturwandels mit dem Ziel einer vielfältigen Kulturlandschaftsentwicklung
Leitung: priska.mueller@zhaw.ch
Dauer: 01.05.2009–31.12.2010
Projektpartner: AlpFUTUR c/o Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

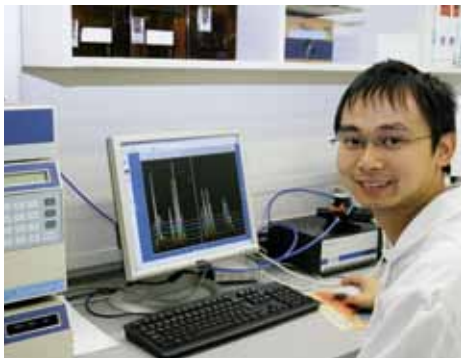
Institut für Facility Management

Wohnen in 5 bis 10 Jahren
Leitung: christine.brombach@zhaw.ch
Dauer: 01.04.2009–31.07.2009
Projektpartner: V-ZUG AG, Zug

Aufgeführt sind neue Projekte, die bei Redaktionsschluss bekannt waren. Alle Angaben (u. a. Leitung) beziehen sich auf das Departement Life Sciences und Facility Management der ZHAW.

Kurzmeldungen

Erfolgreiche Zusammenarbeit in der Traditionellen Chinesischen Medizin
Nach elf Monaten intensiver Zusammenarbeit ist Dr. Chu Chen, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Biotechnologie, wieder zurück nach China. Die Bilanz seines Aufenthaltes ist positiv. Nebst zahlreichen analytischen Arbeiten resultieren auch zwei Publikationen aus dieser Zeit. Diese werden in «Research in Complementary Medicine» bzw. in «Planta medica» abgedruckt. Zudem sind zwei Poster für die diesjährige Jahrestagung der Gesellschaft für Arzneipflanzenforschung in Genf angemeldet.



Erfolg mit Therapiegärten
Die positive Wirkung des Gärtnerns wird in Therapiegärten, zum Beispiel in Altersheimen, genutzt. Jetzt wurde das Alterszentrum Gibeleich in Glattbrugg von der Stiftung Natur und Wirtschaft mit deren Qualitätslabel ausgezeichnet. Den Anstoss zu diesem Therapiegarten hat die Biologin Renata Schneiter von der ZHAW in Wädenswil gegeben, die in der Schweiz als Pionierin der Gartentherapie gilt.

Publikation im Journal of Chemical Education
Die von Sergio Petrozzi verfasste Publikation beschreibt einen Praktikumsversuch, der als fiktives Projekt durchzuführen ist. In diesem sollen Studierende lernen, dass nicht nur das Resultat wichtig ist, sondern auch die Überlegungen, die dazu führen. Die Publikation im Journal of Chemical Education erscheint im Oktober/November 2009 und besteht aus einem Print- und einem Online-Teil.

Erste Image-Studie zu Facility Management in der Schweiz
Das Institut für Facility Management (IFM) hat erstmals Image und Bekanntheit der FM-Branche in der Schweiz eruiert. Die Studie ergab, dass jeder Fünfte den Begriff FM kennt und jeder Zehnte ihn auch versteht. Ein vergleichsweise gutes Ergebnis, da die Branche jung ist und hierzulande erst vor zehn Jahren entstand. Befragt wurden 2151 Personen. Frauen und Männer waren je zur Hälfte vertreten, das Durchschnittsalter lag bei 42 Jahren und 71 Prozent waren erwerbstätig. Geleitet wurde die Studie von Prof. Dr. Christian Coenen und Daniel von Felten, beides Dozierende am Institut für Facility Management.
www.ifm.zhaw.ch

Life Sciences an der «Nacht der Forschung»
Aktuelle Forschungsthemen der Öffentlichkeit näherbringen, das ist das Ziel der Nacht der Forschung, die am 25. September in Zürich stattfindet. Das Wädenswiler ZHAW-Departement ist mit zwei Instituten dabei: Das ILGI, Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation, zeigt, wie Blasen ins Brot kommen, und präsentiert neue Erkenntnisse rund um Brot. Das ICBC, Institut für Chemie und Biologische Chemie, macht Experimente und Demos im Bereich der Nanotechnik und Online-Spurenanalyse. Unter dem Motto «Forschende im Gespräch» trifft man Wädenswiler Spezialisten auch auf den Shuttle-Schiffen, die ab Bürkliplatz verkehren.
www.nachtderforschung.ch

Neue Weiterbildungsangebote

CAS Workplace Management
Die Gestaltung von Büros beeinflusst Leistung, Zufriedenheit und Gesundheit der Bürobenutzer sowie das Image der Organisation. Der neue Zertifikatslehrgang thematisiert diese Herausforderungen. Der nächste Informationsanlass findet am 26. November 2009 um 18 Uhr im Technopark Zürich statt.
www.ifm.zhaw.ch/weiterbildung

CAS MakroZooBenthos
Für die Beurteilung von Gewässern spielen Makrozoobenthos, von Auge erkennbare wirbellose Wassertiere, eine wichtige Rolle als Bioindikatoren. Der CAS orientiert sich an den Bedürfnissen der Praxis von Gewässerökologen und Faunistikern. Er besteht aus den Modulen Bioindikation, Artenkenntnis und Abschlussarbeit, wobei die beiden erstgenannten auch einzeln als Weiterbildungskurs besucht werden können.
www.iunr.zhaw.ch/makrozoobenthos

Spezialist für Erneuerbare Energien gestorben
Am 25. Mai 2009 ist Herr Dr. Georg Furger nach einem Schwächeanfall völlig unerwartet gestorben. Er war seit 1. Januar 2007 als Dozent und Leiter der Fachstelle für Erneuerbare Energien am Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen tätig. Mit grossem Engagement hat er den Aufbau der entsprechenden Vertiefungsrichtung im Bachelorstudium Umweltingenieurwesen geleitet. Mit Georg Furger haben wir einen äusserst kompetenten und motivierten Dozenten, Experten und Kollegen verloren. Wir werden ihn für immer in bester Erinnerung behalten.

Weiterbildung Life Sciences und Facility Management

Institut für Facility Management
www.ifm.zhaw.ch

	Module des eidg. anerkannten Master (MAS) of Advanced Studies in Facility Management (auch einzeln buchbar)
17.09.–02.10.2009	Prozess-/Qualitätsmanagement (Safety/Security) www.ifm.zhaw.ch/weiterbildung
26.10.–30.10.2009	Systemisch Führen www.ifm.zhaw.ch/weiterbildung
05.11.–20.11.2009	Infrastrukturelle Dienstleistungen, Grundlagen www.ifm.zhaw.ch/weiterbildung
26.11.–11.12.2009	Bau und Technik www.ifm.zhaw.ch/weiterbildung

Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation
www.ilgi.zhaw.ch

01./02.09.2009	Auditmethodik für interne Audits und Lieferantenaudits www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
10.09.2009	Validierung und Verifikation von HACCP-Konzepten www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
15.09.–25.11.2009	Weinbereitungskurs www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
09.–12.09. und 21.–24.10.2009	Excellence in Food: Wettbewerbsfaktor Qualitätslabel www.foodward.ch
12.–15.10. und 26.–29.10.2009	Excellence in Food: Ernährung und Gesundheit www.foodward.ch
29./30.09.2009	Grundlagen der Degustation www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
29.10.2009	Chancen und Nutzen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) in der Lebensmittelindustrie www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
12.11.2009	Lebensmittelsensorik: Olivenöl-Degustationskurs www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung
18.–21.11. und 09.–12.12.2009	Excellence in Food: Finanz 1 www.foodward.ch
19.11.2009	Lebensmittelsensorik: Kaffee-Degustationskurs www.ilgi.zhaw.ch/weiterbildung

Institut für Biotechnologie
www.ibt.zhaw.ch

Kurse für SMGP-Mitglieder	
17.09.2009	SMGP-Kurs 9: Phytotherapie in der Dermatologie www.smgp.ch
29.10.2009	SMGP-Kurs 10: Phytotherapie im komplementärmedizinischen Umfeld www.smgp.ch
19.11.2009	SMGP-Tagung: Phytotherapie und Sport www.smgp.ch

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
www.iunr.zhaw.ch

03.09.2009	Gärtnerische Betriebsplanung www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
18.09.2009	Pflanzen-Wissen: Stauden für Extremstandorte www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
18.09.2009– 31.09.2010	CAS Naturbezogene Umweltbildung – Nachhaltigkeit lernen am Beispiel Wald www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
22./29.09.2009	GIS-Spezialthema Web-GIS www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
24.09.2009	Der Pilzgarten, Einführungskurs 2 www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
02.10.2009	Pflanzen-Wissen: Ziergräser! www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
06./13.10.2009	3D-CAD Grundlagen www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
16.10.2009– 09.05.2010	CAS Naturbezogene Umweltbildung – Grundlagenmodul 2 – Didaktik der naturbezogenen Umweltbildung www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
20./27.10.2009	3D-CAD Grundlagen www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
22./23.10.2009	Der Pilzgarten, Vertiefungskurs www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
23.–25.10.2009	CAS Naturbezogene Umweltbildung – Gestalten mit Gruppen in der Natur – Landart www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
31.10.–28.11.2009	Perspektivisches Zeichnen www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung
05.11.2009	Fachtagung Grünflächenmanagement www.iunr.zhaw.ch/weiterbildung

Institut für Chemie und Biologische Chemie
www.icbc.zhaw.ch

16.10.2009	CAS – The Science and Art of Coffee www.icbc.zhaw.ch/weiterbildung

Aufgeführt sind Weiterbildungsangebote, deren Daten bei Redaktionsschluss bekannt waren. Das komplette Weiterbildungsangebot finden Sie im Internet unter **www.lsfm.zhaw.ch/weiterbildung** oder unter den oben aufgeführten Homepages.