



Universities of Applied Sciences

Fachhochschulen – Hautes Ecoles Spécialisées

Fünf Jahre Bachelor FH in der Schweiz

Achim Ecker^{*a}, Urban Frey^b, Daniel Gygax^c, and Olivier Naef^d

^{*}Korrespondenz: Dr. A. Ecker^a, ^aLeiter des Studiengangs Chemie, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Life Sciences und Facility Management, ICBC Institut für Chemie und Biologische Chemie, Postfach, CH-8820 Wädenswil, Tel. +41 58 934 55 22, E-Mail: achim.ecker@zhaw.ch

^bLeiter Studiengang Life Technologies HES-SO Sitten, HES-SO Valais, Life Technologies, Postfach 2134, Route du Rawyl 64, CH-1950 Sitten 2

^cLeiter Studiengang Molecular Life Sciences FHNW Muttenz, Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Life Sciences, Institut für Chemie und Bioanalytik, Gründenstrasse 40, CH-4132 Muttenz

^dLeiter Studiengang Chemie HES-SO Freiburg, Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale HES-SO, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, Boulevard de Péroles 80, Case Postale 32, CH-1705 Fribourg

Zusammenfassung: Berufsbefähigung und Praxisorientierung, das sind die Merkmale der Chemiker und Chemikerinnen, die an den vier Fachhochschulen in der Schweiz zu Bachelors of Science ausgebildet werden. Die Ausbildung zum Chemiker ist an den Hochschulen unterschiedlich ausgeprägt und eingebettet. Gemeinsam ist den Programmen die Vermittlung einer soliden theoretischen und praktischen Ausbildung, die auf eine gute Arbeitsmarktfähigkeit der Studierenden abzielt. Die Leichtigkeit, mit der die Absolvierenden Stellen finden, weist darauf hin, dass die erworbenen Kompetenzen von der Industrie nachgefragt werden.

Résumé: Offrir les qualifications professionnelles requises et garantir un enseignement axé sur la pratique sont les principales caractéristiques de la formation de Bachelor of Science proposée dans les quatre hautes écoles spécialisées de Suisse. La formation de chimiste présente des orientations qui varient d'une haute école à l'autre et est intégrée différemment dans l'offre de cours. La transmission de connaissances théoriques

et pratiques solides garantissant aux étudiants les qualifications professionnelles nécessaires sur le marché du travail constitue le point commun des quatre filières. La facilité avec laquelle ceux-ci trouvent un emploi prouve que les compétences acquises dans les hautes écoles spécialisées sont utiles à l'industrie.

Keywords: Bachelor · Chemistry · Education · Life Sciences · University of Applied Science

1. Einleitung

Das Studium zum *Bachelor of Science FH in Chemie* an den vier Schweizer Fachhochschulen (siehe Tab.1) mit einer Regelstudienzeit von sechs Semestern entspricht im Wesentlichen dem nahezu gleichlangen ehemaligen FH-Diplomstudium zum Chemiker FH. Die starke Anwendungsorientierung und Berufsbefähigung sind es, die das Chemiestudium an der Fachhochschule klar von dem an Universitäten abhebt. Der Bachelor an den Universitäten ETHZ/EPFL kann mit dem ehemaligen 2. Vordiplom gleichgesetzt werden. Im Unterschied zum Bachelor FH legt dieser zwar die Basis für eine akademische Ausbildung, stellt jedoch keine abgeschlossene Berufsausbildung dar (Abbildung 1).

Anwendungsorientierung an der Fachhochschule heisst, dass deutlich mehr als ein Drittel der Studienleistung in Praktika, also im Labor, erbracht wird. Darüber hinaus sind die Aufgabenstellungen in den Praktika der höheren Semester und insbesondere die Bachelor-Arbeit fast ausschliesslich Fragestellungen, die in Kooperation mit der Wirtschaft bearbeitet werden.

Diese selbständigen Arbeiten gewähren den Chemiestudierenden mit beruflicher oder gymnasialer^[1] Matura neue Einblicke in die Betriebe und die für sie nun offene Berufswelt. Darüber hinaus bietet das Chemiestudium an den Fachhochschulen neben

Tab.1 Chemieausbildung an Schweizer Fachhochschulen

Hochschule	Studiengang	Vertiefungsrichtungen
Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale HES-SO Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg CH-1705 Fribourg www.eif.ch/fr/etudes/bachelor/chimie/presentation	Bachelor of Science HES-SO in Chemie	Angewandte & Industrielle Chemie
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW Hochschule für Life Sciences CH-4132 Muttenz www.fhnw.ch/lifesciences	Bachelor of Science FHNW in Molecular Life Sciences – MLS	Chemie Molekulare Bioanalytik
Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale HES-SO Valais Institut Life Technologies CH-1950 Sion chimie-bio-lebensmittel.hevs.ch	Bachelor of Science HES-SO in Life Technologies	Analytische Chemie <i>Biotechnologie Lebensmitteltechnologie</i>
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW Institut für Chemie und Biologische Chemie CH-8820 Wädenswil www.icbc.zhaw.ch	Bachelor of Science ZFH in Chemie	Chemie Biologische Chemie

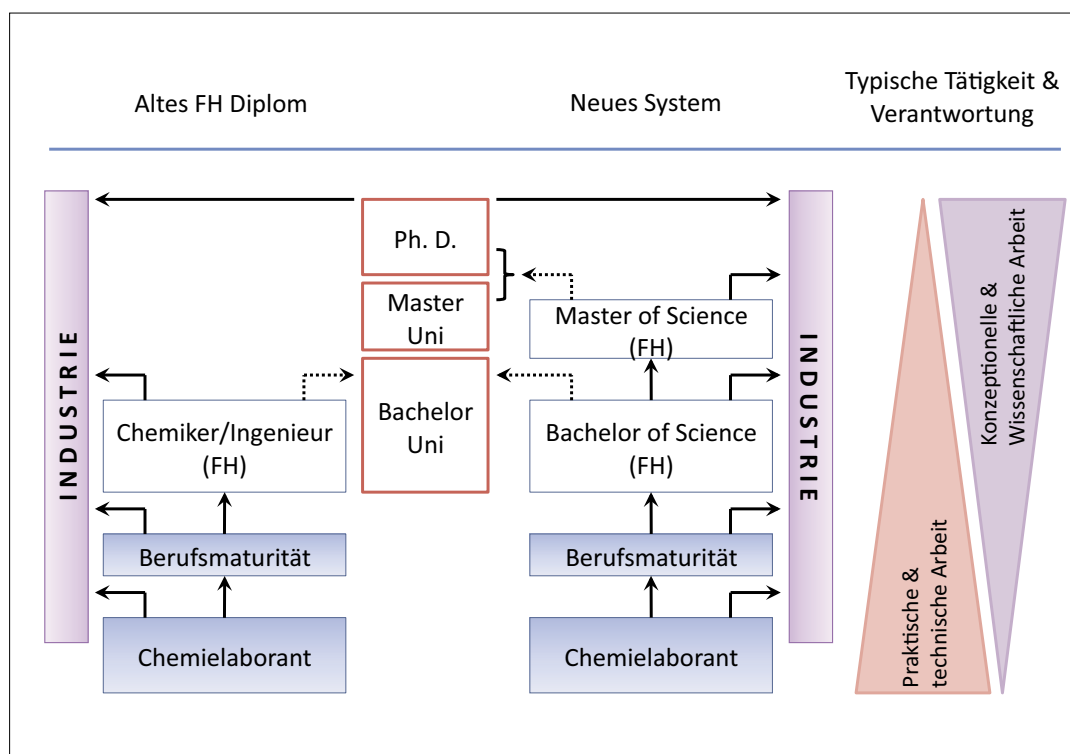


Abb.1 Das neue Schweizer Fachhochschul-System im Vergleich.

den chemischen Disziplinen auch unmittelbar hilfreiche Werkzeuge für den schnellen Start ins Berufsleben, wie Kurse in Qualitätsmanagement, Projektmanagement und Labormanagement.

Die Studierenden, häufig gestandene Berufsleute, profitieren ausserdem von der jahrelangen *Berufserfahrung der Dozierenden* in der Industrie.

Trotz Krise sind die Fachhochschulabsolventen weiterhin sehr gefragt, wie die im Juni 2009 erschienene *Lohnstudie 2009* des Verbandes FH Schweiz^[2] deutlich zeigt. Innerhalb von sechs Monaten finden demnach 94% der Absolvierenden einer technischen Studienrichtung eine geeignete *Anstellung*. Auch die Absolvierenden des Jahrganges 2009 mit dem Chemie-Bachelor hatten keine Mühe bei der Stellensuche.^[3]

2. Darstellung der vier Bachelor-Studiengänge

2.1 Chimie à Fribourg

La filière de Bachelor à Fribourg constitue une formation de base en chimie de grande envergure. L'acquisition de connaissances et de compétences solides en vue d'une description précise et d'une modification ciblée de l'univers moléculaire revêt une importance cruciale. Ce processus se déroule en premier lieu à l'échelle du laboratoire où la créativité et l'approche scientifique occupent une place centrale. Lors du transfert des procédés de synthèse, de séparation et de purification du laboratoire à la fabrication pilote, un savoir-faire approfondi en ingénierie est indispensable et pris en compte en conséquence dans la formation. La chimie analytique, organique synthétique, physique, et en particulier la chimie industrielle, représentent les principaux piliers des compétences techniques acquises par les étudiants du niveau Bachelor. Une formation axée sur la pratique, notamment en chimie industrielle, est garantie par l'excellente qualité de l'infrastructure. La part des travaux pratiques et des projets augmente progressivement au cours des six semestres d'études et représente un peu plus de 50% durant la troisième année. Le travail pratique, concret est documenté par les étudiants sous forme de rapports et les résultats communiqués dans le cadre de présentations orales.

L'objectif de la formation consiste à permettre aux diplômés de s'épanouir le plus rapidement et efficacement possible dans le domaine varié et complexe du développement de procédés et de la fabrication chimique.^[4]

Au delà de l'aspect politique du changement entre l'obtention de l'ancien diplôme HES et du nouveau titre de Bachelor of Science, il est intéressant de laisser la parole aux personnes directement impliquées, à savoir anciens étudiants et étudiants actuels.

Selon S. F., un étudiant ayant terminé une année avant l'introduction du cursus Bachelor, il ne s'est pas soucié de ce nouveau diplôme et souhaitait obtenir un diplôme HES. F. D., étudiant ayant basculé du diplôme HES au diplôme Bachelor, décide de ne pas réaliser la formation Master; mais plutôt de compléter sa formation en vue de l'obtention de l'ancien diplôme HES. Sa réponse indique qu'il trouve que le système ECTS permet une bonne reconnaissance des acquis et un meilleur suivi de la quantité de travail réalisé. Les HES sont réputées pour former des ingénieurs de qualité avec une formation pratique en trois ans. Le titre HES permettait de distinguer clairement la formation. Aujourd'hui, le Bachelor of Science HES conserve ce souhait. Pourtant, il existe un réel problème de confusion avec le même titre universitaire qui, lui au contraire, ne correspond qu'à une formation partielle. La réduction du temps d'études ne semble pas non plus une bonne chose. En regardant aujourd'hui, la réponse de D. F., étudiante ne pouvant plus obtenir le diplôme HES, la nuance entre les deux diplômes semble avoir disparu. Selon elle, la formation HES est connue pour sa formation en chimie, avec un vrai apprentissage pratique comparé à la voie universitaire ou polytechnique qu'elle a suivie durant deux années. La volonté des HES de mettre les étudiants face à des problèmes réels correspond bien à cette formation pratique qui est véritablement un plus par rapport aux études polytechnique où l'étudiant ne s'occupe presque que de concepts théoriques. Aujourd'hui, la formation Bachelor donne la possibilité de compléter la formation en chimie avec le Master. La décision de ne pas poursuivre les études est justement liée à cette formation permettant de partir dans le monde du travail et de voir la réalité

au quotidien. La possibilité de réaliser le Master d'ici un à deux ans à temps complet ou à temps partiel reste ouverte, si cette formation aide à l'épanouissement dans une future carrière professionnelle. Finalement, P. S. et Q. B. complètent le tableau en regrettant la perte du titre d'ingénieur. Ils reconnaissent que le Bachelor permet de diversifier la formation avec non seulement des offres au niveau des HES, mais également au niveau des universités. La situation économique actuelle favorise la poursuite des études (Master HES) permettant d'approfondir les connaissances au travers d'une formation variée et large, tout en permettant de se spécialiser dans un domaine grâce au travail de Master. L'opinion des entreprises reste floue quant à savoir si l'offre proposée par le Master correspond à la demande de celles-ci.

2.2 Molecular Life Sciences in Muttenz

Das Chemiestudium an der Hochschule für Life Sciences in Muttenz ist in den Studiengang Molecular Life Sciences mit den Vertiefungsrichtungen Chemie und Molekulare Bioanalytik eingebettet.^[5] Der Studiengang Life Science Technologies mit den Vertiefungen Pharma-, Umwelt-, Medizinaltechnologie und Biomedizinische Informatik ist ein weiterer Studiengang, der an der Hochschule für Life Sciences der FHNW in Muttenz auf Bachelorebene angeboten wird. Dieses breite Lehrangebot an Life-Science-Inhalten fördert Lehren und Forschen zwischen den Disziplinen, was einzigartig ist in der Schweiz.

Der Studiengang Molecular Life Sciences (MLS) bildet die Studierenden berufsbefähigend und praxisnah aus. Schnell und reibungslos sollen sich Absolvierende des Studiengangs in die Arbeitswelt integrieren können oder den Übergang in eine weiterführende Ausbildung schaffen, wie z.B. den seit 2009 angebotenen Master of Life Science.

Der MLS-Studiengang ist in drei Teile gegliedert: Grundlagen, Vertiefung und Spezialisierung. In den Grundlagen erarbeiten alle Studierenden die erforderlichen Basiskenntnisse in Naturwissenschaften, Kommunikation und Unternehmertum. Sie erlangen arbeitsmethodische Kompetenzen (Konzeptarbeit, Selbststudium), die sie in Übungen und Projekten anwenden. Im Grundlagenpraktikum erarbeiten sich die Studierenden das grundlegende methodische Know-how der Schwerpunktgebiete. Der Studienablauf ist für beide Studiengänge analog strukturiert. Jede Vertiefung umfasst drei Schwerpunktgebiete:

Vertiefung Chemie: Organische und Biologische Chemie, Analytische, Bio- und Nanoanalytische Chemie sowie Chemie-Ingenieur-Technik. Zentrale Themen in den Schwerpunkten sind Metallorganische Chemie, Katalyse, Kohlenhydratchemie, Mikroreaktionstechnik und bildgebende Verfahren in der Oberflächenchemie.

Vertiefung Molekulare Bioanalytik: Mikro- und Molekularbiologie, Biochemie und Zellbiologie sowie Molekulare Pharmakologie und Toxikologie. Zentrale Themen in den Schwerpunkten sind *in-vitro*-, Protein- und DNA-Diagnostik, Genexpressionsanalytik, Screening- und Analyseverfahren für die Wirkstoffentwicklung, rekombinante Expression in pro- und eukaryotischen Zellen.

In der Vertiefung im 3. und 4. Semester werden die fachlichen Kompetenzen in den drei Schwerpunktgebieten erworben und in umfangreichen Praktika mit Praxisprojekten konsolidiert. Die Studierenden profitieren dabei von der hervorragenden instrumentellen Ausstattung der Institute. Ergänzt wird die Ausbildung durch Trainings in Englisch und in Projektmanagement. In der Spezialisierung im 5. und 6. Semester konzentrieren sich die Studierenden auf zwei der drei Schwerpunktgebiete der gewählten Vertiefungsrichtung. Ein erheblicher Teil der Ausbildungszeit steht dabei für Projektarbeiten und für die Bachelor-Thesis zur Verfügung. Dabei stehen das selbständige Konzipieren von Projekten und die verantwortungsvolle Durchführung im Vordergrund. Ein Grossteil der Arbeiten wird in der Industrie durchgeführt.

2.3 Life Technologies in Sitten

Der Studiengang Life Technologies der HES-SO Wallis in Sitten^[5] bietet den Studierenden ein originelles und einzigartiges Ausbildungskonzept. Life Technologies verbindet die klassischen Wissenschaften Chemie, Biochemie und Mathematik mit den neuen Wissenschaften Molekularbiologie und Biotechnologie.

Während des Grundstudiums setzen sich die Studierenden vor allem mit den Grundlagenfächern der Life Technologie auseinander; das zweite und das dritte Jahr sind dann geprägt von der gewählten Vertiefungsrichtung. Life Technologies in Sitten bietet drei Vertiefungsrichtungen an:

- Lebensmitteltechnologie
- Biotechnologie
- Analytische Chemie

Das Studium ist praxisorientiert und integriert auch die Zweisprachigkeit: Im ersten Jahr besuchen die Studierenden die Vorlesungen in ihrer Muttersprache. Ab dem zweiten Jahr unterrichten die Dozenten in den beiden Sprachen Deutsch und Französisch.

Die Vertiefungsrichtung Analytische Chemie ist eine interdisziplinäre Orientierung, die ausser dem analytischen Bereich von Chemie und Pharma auch die Bereiche Bio-, Lebensmittel- und Umweltanalytik beinhaltet.

Ein zusätzlicher Aspekt wird in der Phytoanalytik behandelt, wo man aktive Stoffe in Pflanzen mit Screening-Tests erfasst, danach für die Charakterisierung isoliert und quantifiziert. Alle analytischen Aktivitäten werden in ISO17025 akkreditierten Labors durchgeführt, eine Umgebung, welche die Abgänger in der Industrie antreffen werden.

2.4 Chemie in Wädenswil

Der Chemiestudiengang der ZHAW ergänzt nun seit 2006 die Studiengänge Umweltingenieurwesen, Lebensmitteltechnologie und Biotechnologie in Wädenswil, rundet so das Angebot in den Lebenswissenschaften (Life Sciences) ab und trägt damit der aktuellen schweizerischen Industrielandschaft Rechnung.^[7]

Die Ausrichtung des Chemiestudiums in Wädenswil ist bewusst breit gewählt, es sollen generalistische Chemiker ausgebildet werden, um vor allem auch in KMUs einsatzfähig zu sein.^[8] Dementsprechend werden zunächst die naturwissenschaftlichen Grundlagen in Allgemeiner Chemie, Mathematik, Physik, Biologie, und Informatik studiert, um dann mit den *klassisch chemischen Disziplinen* wie Anorganische Chemie, Organische Chemie und Physikalische Chemie, aber auch den *modernen biologisch chemischen Disziplinen* wie Biochemie, Mikro- und Zellbiologie und Bioanalytik ein solides und modernes chemisches Verständnis zu erarbeiten. Mit der ausserordentlich guten instrumentell analytischen Ausrüstung des Institutes können die Studierenden ausserdem praxisnah in der für alle Disziplinen besonders wichtigen *Analytischen Chemie* ausgebildet werden. Den Bezug zur Anwendung, d.h. zur industriellen Praxis lernen die Studierenden mit der *Verfahrenstechnik*. In den beiden letztgenannten Querschnittsdisziplinen unterscheidet sich die Chemieausbildung an der FH von der an den Universitäten.

Mit zwei Vertiefungsrichtungen, die etwa 20% der Studienleistung ausmachen, können die Studierenden darüber hinaus je nach Interessenslage in klassischer *Chemie* oder in *Biologischer Chemie* einen in der Schweiz jeweils einzigartigen Schwerpunkt legen. Während in der Vertiefung Chemie die Organische, Physikalische und Industrielle Chemie vertieft weitergeführt werden, sind es in der Biologischen Chemie die Biochemie, Mikro- und Zellbiologie sowie die Bioverfahrenstechnik.

Bei der Entwicklung des Chemiestudienganges wird besonderer Wert auf ein breites, vernetztes und anwendungsorientiertes Studium gelegt, um den Studierenden so einen schnellen Einstieg als Praktiker in das berufliche Umfeld zu ermöglichen und dabei ihre Berufswahl möglichst wenig einzuschränken.

Als Alternative zum Einstieg als Generalist nutzen bereits heute 10-20% unserer Absolventen die Möglichkeit des aufbauenden Masterstudienganges, nämlich die vertiefte Ausbildung zum praxisorientierten *Life-Science-Chemiker*, wie er in Wädenswil angeboten wird.^[9]

3. Schlussbemerkung

In der Schweiz kann Chemie also an vier regional verankerten Fachhochschulen in verschiedenen Landessprachen in kompakter Art und Weise studiert werden. Die Studierenden können zwischen anwendungsorientierten Chemiestudiengängen verschiedener Ausprägungen auswählen. Die Fachhochschulen bilden die Studierenden mit ihren Bachelorstudiengängen in Chemie praxisnah für einen schnellen Start ins Berufsleben aus. Damit bietet das Bachelorstudium an Fachhochschulen nicht nur für Berufsmaturanden in drei Regelstudienjahren eine attraktive Möglichkeit der Weiterbildung, sondern auch allen studieninteressierten Fachmaturanden und Praktikern unter den Gymnasiasten.

Das Bachelor-Diplom benötigt zwar noch immer einiges an Erklärung, doch die Erfahrungen der letzten fünf Jahre mit dem neuen Abschluss sind sehr positiv und zeigen, dass das System von der Industrie Akzeptanz findet.

Mit dem neuen Master-Studiengang Industrial Life Sciences^[9] öffnet sich für FH-Chemiker neben dem klassischen universitären Studium, das mehrheitlich erst mit der Promotion abgeschlossen wird, ausserdem eine weitere attraktive Möglichkeit sich anwendungsorientiert zu spezialisieren.

Eingegangen: 28. Juni 2010

- [1] Die Zulassung zum FH-Studium mit gymnasialer Matur setzt ein einjähriges Berufspraktikum voraus.
- [2] '2009 FH-Lohnstudie Absolventinnen und Absolventen Fachhochschulen', FH Schweiz, **2009**.
- [3] 'Das Schweizer Absolventenbarometer 2009 – Technology and Sciences Edition', trendence Institut GmbH Berlin.
- [4] C. Rohrbasser *Chimia* **2003**, 57, 283.
- [5] R. Aeschbacher, D. Gygax, *Chimia* **2006**, 60, 288.
- [6] J. Besse, U. Frey, *Chimia* **2008**, 62, 686.
- [7] Alleine die SGCI (www.sgci.ch) weist für den Weltumsatz der 10 grössten schweizerisch-chemischen und pharmazeutischen Firmen mit 149,3 Mrd. CHF für 2009 mehr als 75% für den Life-Science-Bereich (Pharmazeutika, Diagnostika, Vitamine, Riech- & Aromastoffe und Agrochemikalien) aus.
- [8] C. Hinderling, *Chimia* **2008**, 62, 171.
- [9] J.-N. Aebischer, J. Besse, Christian Hinderling, G. Huber, T. Merseburger, *Chimia* **2009**, 63, 293.