



## Zusammenfassung

Längst ist die Informatik eine tragende Säule unserer Wirtschaft und Gesellschaft geworden. Reichen im praktischen Alltag oft Anwendungskompetenzen der Informations- und Kommunikationstechnologien aus, werden in fast allen Wissenschaftsgebieten darüber hinaus auch Grundlagenkompetenzen in Informatik verlangt. Bedenkt man den Bildungsauftrag des Gymnasiums einerseits, sowie den Anspruch der Hochschulen für erstklassige Lehre und Forschung andererseits, wird klar, dass informatische Bildung an der Schnittstelle von Gymnasium und Hochschule einen hohen Stellenwert einnehmen muss. Allerdings wissen die Gymnasien heute oft nicht genau, was an informatischen Kenntnissen und Fertigkeiten in den Grundvorlesungen der Hochschulen verlangt wird, bzw. die Hochschulen haben heute keine genaue Kenntnis über den Ausbildungsstand, der vorausgesetzt werden darf. Das heutige Schweizer Bildungssystem zeigt so deutliche Defizite, die zulasten unserer Maturandinnen und Maturanden gehen. Um diesem Umstand zu begegnen, hat eine von der Hasler Stiftung unterstützte Arbeitsgruppe die notwendigen informatischen Kenntnisse für ein erfolgreiches Hochschulstudium von Schweizer Maturandinnen und Maturanden in einem Kompetenzraster erfasst. Erstmals werden Hochschuldozentinnen und -dozenten der verschiedensten Wissenschaftsgebiete über ihre Vorstellungen befragt, welche Informatikkenntnisse sie für ein erfolgreiches Hochschulstudium als wichtig erachten. Naturwissenschaftler, Wirtschaftswissenschaftler, Philologen, Juristen, Psychologen und Mediziner sind sich einig darin, dass Informatikkenntnisse heute unabdingbar im jeweiligen Studium sind, wobei je nach Fachgebiet natürlich unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Im Analyseprozess zur derzeitigen Situation werden ferner bestehende curriculare Kompetenzdefinitionen im internationalen Umfeld erfasst.

Das vorliegende Dokument beschreibt kurz und knapp die Rolle der Informatik in der Bildung, zeigt die Anforderungen von Seiten der Hochschulvertreter und liefert detaillierte Beschreibungen der als prioritär zu sehenden Themen, sowohl in Bezug auf verstehensorientiertes Wissen wie auch verfahrensorientierte Fertigkeiten. Als Hauptergebnis der Studie schlägt die Arbeitsgruppe mit den folgenden fünf Kompetenzfeldern ein Raster vor, das wesentliche Elemente einer modernen Informatik umfasst und ein Grundgerüst zum Verständnis der informationellen Welt des 21. Jahrhunderts liefert:

- Daten, Information und Wissen
- Visualisierung, Modellierung und Simulation
- Automaten, Algorithmen und Programme
- Systeme, Vernetzung und Sicherheit
- Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft

Die Arbeitsgruppe wollte keinen genauen Stoffplan für ein künftiges Grundlagenfach Informatik im Gymnasium erstellen. Der Katalog ist deshalb kein Forderungskatalog an Gymnasien, sondern soll primär als Orientierungshilfe dienen. Die Arbeitsgruppe ist sich aber sicher, dass in einem künftigen Grundlagenfach Informatik die genannten Kompetenzbereiche prominent verankert werden sollten.

Die Arbeitsgruppe dankt der Hasler Stiftung an dieser Stelle für die grosszügige Unterstützung des Projektes.

# Inhalt

1.	Informatik in der Bildung.....	4
1.1.	Informatische Bildung.....	4
1.2.	Informatische Kompetenzen aus Sicht der Hochschulen .....	5
1.3.	Informatische Kompetenzen aus Sicht der Gymnasien.....	6
1.4.	Kontext internationaler Vorbilder .....	6
1.5.	Vorgehen der Arbeitsgruppe .....	7
1.6.	Ausarbeitung eines Kompetenzrasters.....	8
2.	Anforderungen von Seiten der Hochschulen .....	10
2.1.	Kompetenzbereich: Daten, Information und Wissen .....	10
2.1.1.	Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium .....	11
2.1.2.	Kompetenzthemen „Daten, Information und Wissen“ .....	12
2.2.	Kompetenzbereich: Systeme, Vernetzung und Sicherheit .....	13
2.2.1.	Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium .....	14
2.2.2.	Kompetenzthemen „Systeme, Vernetzung und Sicherheit“ .....	16
2.3.	Kompetenzbereich: Automaten, Algorithmen und Programme .....	17
2.3.1.	Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium .....	18
2.3.2.	Kompetenzthemen „Automaten, Algorithmen und Programme“ .....	19
2.4.	Kompetenzbereich: Visualisierung, Modellierung und Simulation .....	20
2.4.1.	Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium .....	21
2.4.2.	Kompetenzthemen „Visualisierung, Modellierung und Simulation“ .....	22
2.5.	Kompetenzbereich: Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft.....	23
2.5.1.	Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium .....	24
2.5.2.	Kompetenzthemen „Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft“ .....	24
3.	Schnittstelle Gymnasium / Hochschule .....	26
3.1.	Kompetenztabelle – Information, Daten und Wissen .....	27
3.2.	Kompetenztabelle – Systeme, Vernetzung und Sicherheit.....	28
3.3.	Kompetenztabelle – Automaten, Algorithmen und Programme.....	29
3.4.	Kompetenztabelle – Visualisierung, Modellierung und Simulation .....	30
3.5.	Kompetenztabelle – Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft.....	31

# 1. Informatik in der Bildung

Längst ist die Informatik zu einer grundlegenden Wissenschaft unserer Informationsgesellschaft avanciert, fast alle Technologien und Dienstleistungen sind heute ohne Informatik nicht mehr ausführbar. Auch in der Wissenschaft ist die Informatik kaum noch weg zu denken: Umfangreiche Datenanalysen in der Soziologie, Simulationen in der Biologie oder Visualisierungen in der Medizin sind ohne Informatikunterstützung nicht mehr möglich. Vor diesem Hintergrund gibt es Überlegungen, sowohl bei den Gymnasien als auch bei Hochschulen, wie viele und welche informatischen Kompetenzen für ein erfolgreiches Hochschulstudium notwendig sind. Auf Hochschuleseite hat man hier nun erste Überlegungen gemacht und die Ausarbeitung des vorliegenden Kompetenzpapiers unterstützt. Im einleitenden Kapitel wird zuerst der Blickwinkel der Hochschulen und dann derjenige der Gymnasien aufgenommen. Im Weiteren werden das Vorgehen und ein Kompetenzraster in groben Zügen erläutert. Im Hauptteil des Papiers werden fünf Kompetenzfelder vorgestellt, die sowohl Bildungspolitikern als auch Fachleuten einen Einblick in den Umfang der Anforderung einer informatischen Bildung aus Sicht der Hochschulen geben. Im letzten Kapitel wagen wir eine Konkretisierung in Form von Kompetenztabellen.

## 1.1. Informatische Bildung

Hinter Informatik, ICT oder Computer Science verbirgt sich aktuell ein Strauss von Anforderungen, die oft auch zur Verwirrung führen. Die Hasler Stiftung schlägt in einem Positionspapier zum Lehrplan 21<sup>1</sup> eine Definition der Informatischen Bildung vor, die sich auch an die Auslegung des Begriffs in Deutschland orientiert, wo er wie folgt geprägt wurde: „Informatische Bildung ist (...) jener Teil der Allgemeinbildung, der die Welt unter informationellem Aspekt betrachtet, während die naturwissenschaftlichen Fächer den stofflichen oder energetischen Aspekt in den Mittelpunkt ihres Unterrichts stellen.“ (Hubwieser, S. 50)<sup>2</sup> Ziel einer Informatischen Bildung ist daher die Beherrschung moderner Informations- und Kommunikationstechnologie unter drei Aspekten:

### *Grundlagenkompetenzen – Informatik*

Diese umfassen die grundlegenden Konzepte der Informatik mit dem Ziel, dass Schülerinnen und Schüler die wesentlichen Grundlagen und Grenzen der Informatik kennen und verstehen.

### *Anwendungskompetenzen – Digital Literacy*

Diese umfassen die Beherrschung von Informations- und Kommunikationstechnologien mit dem Ziel, dass Schülerinnen und Schüler ein Verständnis der Technologie erlangen und die entsprechenden Anwenderprogramme beherrschen.

### *Medienkompetenz – Medienbildung*

Diese umfasst die Erstellung und Reflexion von medialen Inhalten und den kritischen Umgang mit digitalen Medien und Informatiksystemen, so dass Schülerinnen und Schüler den Computer effektiv und effizient als Werkzeug einsetzen und als Medium vor dem Hintergrund der eigenen und fremden Nutzung reflektieren können.

---

<sup>1</sup> Hasler Stiftung. Informatik im Lehrplan 21: <http://www.fit-in-it.ch/de/positionspapier-zum-lehrplan-21>

<sup>2</sup> Hubwieser, Peter (2007): Didaktik der Informatik. 2. Auflage, Springer: München.

## 1.2. Informatische Kompetenzen aus Sicht der Hochschulen

An diversen Schweizer Hochschulen wird heute bereits Informatik mittels Einführungskursen für Studierende anderer Fachrichtungen angeboten. An der EPFL ist ein obligatorischer Einführungskurs „Information, Communication, Computation“ für Studierende der Naturwissenschaften, der Ingenieurwissenschaft und Life Sciences in Entwicklung. An der ETH besteht schon seit Jahren ein obligatorischer Kurs für alle Studierenden. An der Universität Zürich besuchen Studierende aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät die Informatik 1 Veranstaltung des Instituts für Informatik. In Basel besteht eine Lehrveranstaltung „Werkzeuge der Informatik“, die sich sowohl an Informatikstudierende, als auch an Studierende der Computational Sciences, Chemie und Nanowissenschaften richtet. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick dieser Angebote.

Kurs	Stunden	Inhalt	Zielpublikum
EPFL Information, Communication, Computation	2 SWS	Algorithmik, Berechenbarkeit, Informationsdarstellung, Kompression, Rechnerarchitektur, Informationsverarbeitung, Netzwerke	Obligatorische Vorlesung des Informatik Departements für alle Studierende der Informatik, Kommunikation, Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Mechanik, Mikrotechnik, Materialwissenschaften, Chemie, Bauingenieurwissenschaften, Life Sciences, Umweltwissenschaften (1800 Studierende)
ETH Grundlagen der Informatik	2 + 2 SWS (3 KP)	Geschichte der Wissenschaften und die Rolle der Mathematik und Informatik, Programmieren, Simulieren und Modellieren, Visualisierung mehrdimensionaler Daten, Datenverwaltung mit Listen und Tabellen, Datenverwaltung mit einer relationalen Datenbank, Universelle Methoden zum Algorithmenentwurf	Obligatorische Vorlesung mit online Übungen für Studierende der Biologie, Pharmazeutische Wissenschaften und Gesundheitswissenschaften (500 Studierende)
ETH Einsatz von Informatikmitteln	2 SWS (2 KP)	Publizieren über Internet, Verarbeiten und Visualisieren von Zeitreihen, Visualisierung mehrdimensionaler Daten, Datenverwaltung mit Listen und Tabellen, Datenverwaltung mit einer relationalen Datenbank, Einführung in die Makroprogrammierung, Universelle Methoden zum Algorithmenentwurf	Lehrveranstaltung für Studierende der Umweltwissenschaften, Agrarwissenschaften, Lebensmittelwissenschaften und Erdwissenschaften (320 Studierende)
Uni Basel Werkzeuge der Informatik	2 + 2 SWS (4 KP)	<i>Grundlagen</i> (Informationsdarstellung, binäres Rechnen und Speichern, Logikbausteine) ; <i>Automaten und Programme</i> (Formale Sprachen, Multimedia-Programmierung) , <i>Dokumente, Vernetzung und Wissen</i> (World-Wide eb, MediaWiki, HTML, LaTeX); <i>Systemsoftware</i> (Betriebssystem Unix und Kommandosprache, Programmierung mit Python); <i>Wissenschaftliches Rechnen</i> (numerisches und symbolisches Rechnen).	Pflichtveranstaltung für Studierenden der Informatik, Computational Sciences, Chemie und Nanowissenschaften (150 Studierende)

Tab. 1: Informatikangebote für andere Disziplinen an Schweizer Hochschulen

Die Hochschulen gehen offenbar davon aus, dass sie bei den heutigen Maturandinnen und Maturanden mit zu wenig oder falschen informatischen Kompetenzen rechnen können. Digital Literacy allein reicht heute nicht mehr aus, um z.B. ein Studium der Ingenieurwissenschaften oder der Life Science zu beginnen. Die Hochschulen als Abnehmerseite unterstützen daher das Projekt der Hasler Stiftung, die informatischen Kompetenzen zu bestimmen, welche für das Studium an einer der Schweizer Hochschulen heute unerlässlich sind.

### 1.3. Informatische Kompetenzen aus Sicht der Gymnasien

Die Gymnasien bemühen sich seit langem, den Themen rund um Informations- und Kommunikationstechnologien mehr Gewicht zu geben. Im schweizerischen Schulsystem besteht wie übrigens auch in anderen Europäischen Ländern das Primat der Integration. Anwendungswissen und Reflexionskompetenzen zu Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) wird gemäss der Strategie der EDK<sup>3</sup> auf allen Schulstufen integriert unterrichtet. Unklare Begrifflichkeiten wie die Abgrenzung von Digital Literacy, Medienbildung und Informatik, fehlende Unterrichtsgefässe und eine klare Spezifikation der von den Hochschulen erwarteten Kompetenzen machen diese Aufgaben den Gymnasien aber nicht einfach.

In der Publikation „Bildung am Gymnasium“<sup>4</sup> kommen die Autoren Franz Eberle und Christel Brüggelbrock zum Schluss, dass die Bedeutung der Informatik so stark gewachsen sei, dass „der Einblick in die fachwissenschaftliche Grundlagen wesentlich zum Verstehen der heutigen Welt beiträgt“ (vertiefte Gesellschaftsreife S. 115). Ferner hat die Informatik inzwischen eigene Forschungsmethoden hervorgebracht, die auch für andere Studienfächer gewinnbringend eingesetzt werden (allgemeine Studierfähigkeit). Die Autoren fassen zusammen, dass sich die Informatik als Grundlagenfach empfiehlt, denn die entsprechenden Inhalte sind spezifisch gymnasial. Somit sind informatische Kompetenzen nicht nur aus Gründen der Studierfähigkeit nötig, sondern auch als Teil der Allgemeinbildung.

Mit den Anforderungen an informatische Kompetenzen seitens der Hochschulen und dem hier ausgearbeiteten Kompetenzkatalog soll den Gymnasien ein Instrument in die Hand gegeben werden, welches bei der Planung und Umsetzung von Ausbildungsangeboten zur informatischen Bildung beigezogen werden kann.

### 1.4. Kontext internationaler Vorbilder

Der Weg einer Kompetenzdefinition für informatische Bildung wurde bereits in anderen Ländern beschritten. So veröffentlichte in Deutschland die Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) im Jahr 2008 ihre Bildungsstandards für eine „informatische Bildung“ mit dem Ziel Schülerinnen und Schüler bestmöglich auf das Leben in der Informationsgesellschaft vorzubereiten<sup>5</sup>. Vor kurzem erarbeiteten „Informatics Europe“ und „ACM Europe Working Group on Informatics Education“ einen gemeinsamen Bericht, in dem sie ihre Befürchtung zum Ausdruck bringen, dass Europa im Bereich Informatikausbildung hinterher hinken wird: „Europe cannot afford to miss the boat“<sup>6</sup>. Sie fassen ihre wichtigsten Erkenntnisse in drei Empfehlungen zusammen: Alle Schülerinnen und Schüler sollten sowohl in Digital Literacy als auch in Informatik unterrichtet werden. Die dritte Empfehlung betrifft das Informatik Curriculum, zu welchem sie konkrete Vorschläge unterbreiten, auf die wir im Folgenden noch eingehen werden.

In Grossbritannien wurde ein radikalerer Weg eingeschlagen. Der englische Bildungsminister Michael Gove beauftragte die Royal Society mit einer Untersuchung, die im Januar 2012

---

<sup>3</sup> EDK Strategie 2007

<sup>4</sup> Eberle, Franz; Brüggelbrock, Christel. Bildung am Gymnasium. Studien + Berichte, 35a. EDK.

<sup>5</sup> Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) vom 24. Januar 2008

<sup>6</sup> Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on informatics education. February 2013.

veröffentlicht wurde<sup>7</sup>. Dieser Bericht beanstandet insbesondere, dass informatische Bildung in Grossbritannien nicht über Medienkompetenz („digital literacy“) hinausgehe und deshalb völlig ungenügend sei. Als Resultat wurde ein schulunabhängiges Gremium aus Vertretern der akademischen Bildung sowie der Wirtschaft eingesetzt mit dem Auftrag, die informatischen Lehrpläne neu zu definieren.

In den USA hat sich die Lehrerorganisation (CSTA) der Frage angenommen und nationale Standards entwickelt zum Unterricht von Computer Science in der obligatorischen Schule (K-12).<sup>8</sup> Diese Standards unterscheiden drei Ebenen: Zum einen die Nutzung von ICT zum Lernen (eLearning), zweitens das Erlernen der Technologie und ihrer Anwendungen und drittens Computer Science – das Erlernen der Wissenschaft. Wobei sie explizit „Computer Science as a topic“ in der Schulstufe 9-12 einordnen. Die Papiere dazu sind ausführlich, doch eine Implementationsstudie zur Verbreitung von Computer Science in den Schulen der 50 Staaten ergibt ein ernüchterndes Bild – nur ein Viertel der Staaten hat Standards zu mindestens 50 % in der Schule verankert.

### 1.5. Vorgehen der Arbeitsgruppe

Um die notwendigen informatischen Kompetenzen zu eruieren, wurde ein narratives Verfahren verfolgt. Es wurden mehrere Interviews mit Professorinnen und Professoren verschiedener Fachrichtungen geführt, um das informatische Anforderungsprofil für die Studiengänge zu sondieren. Des Weiteren wurden in einer Dokumentenanalyse die Webseiten der Schweizer Hochschulen und Curricula einzelner Studiengänge punktuell auf informatische Inhalte untersucht. Eine Expertengruppe bestehend aus sieben Professorinnen und Professoren aus den Gebieten Informationsmanagement, Medizinische Lehre, Computer-Linguistik, Wirtschaftsinformatik und Festkörperphysik hat die Ergebnisse der Projektgruppe begutachtet. Vor dem Hintergrund dieses Vorgehens wurden Vorschläge für ein Anforderungsprofil an zukünftige Maturandinnen und Maturanden erarbeitet.

Im Folgenden geben wir einen Überblick der Datenerhebung:

Disziplin	Hochschule	Informatische Anforderungen
Geschichte	UniBas	Informationskompetenzen wie Recherchieren, Bewerten, Ablegen, bibliothekarische Fragestellungen, Suchmaschinen, Datenbankabfragen stehen im Vordergrund
Rechtswissenschaften	UniSG	IT Recht (Patent, Urheber, Security, Datenschutz usw.) und Informationskompetenz
Life Science	EPFL, ETH, UniBas, ZHAW, FHNW, BFH, Uni Bern	Datenanalyse (Auswertung und Interpretation biomedizinischer Daten), Datenvisualisierung/Visuelle Analytik, Verarbeitung von Signal- und Bilddaten (Bildgebende Verfahren), Verwaltung und Übertragung von Daten, Umgang und Aufbau von Informationssystemen, Datenmanagement: Datensicherheit und Datenqualität, Simulieren und Programmieren von biol. Modellen (v.a. mit Matlab), Analyse komplexer Systeme (Biologie, Umweltsystemwissenschaften, etc.), Suchmethoden (v.a. Bioinformatik), Intelligente Systeme, Telemedizinische Netzwerke
Sozialwissenschaften, Psychologie	UniBas	Linguistik: – Abstraktionsverhalten stärken und Methoden zur Machbarkeit bzw. Einschätzung des technischen Aufwands einer Informatiklösung vermitteln.

<sup>7</sup> Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, January 2012.

<sup>8</sup> CSTA K-12: Computer Science Standards, revised 2011

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterschied natürliche / formale Sprache. Syntax und Semantik. Tokenizer und Wortlisterstellung. Trivialübersetzung mittels Ersetzung. Suchmaschinen effizient anwenden. Reguläre Ausdrücke und Attribuierungen beherrschen. Mit Datenbanken und Informationssystemen arbeiten.</li> </ul> Psychologie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen: Problemlösungsstrategien, Wissensrepräsentation, Aussagenlogik, Grammatiken, neuronale Netze, maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz.</li> <li>– Anwendungsorientierung: Usability, Robotik, Motorik und Vision.</li> </ul>
Wirtschaftswissenschaften	UZH UniSG UniBe UniBas	Wissen, wie Prozesse in Unternehmen systematisch mit Hilfe von IT gestaltet werden können, Nichtlineare Optimierung mit Algorithmen, Informations-, Medien- und Technologiemanagement, Informationsökonomie, Informationsverarbeitung und Computerunterstützung, Modellierung, Datenanalyse, Arbeiten mit ungenauen Daten, Informatik als „Röntgengerät“ der Wirtschaft begreifen.
Naturwissenschaften	ETH, ZHAW, UZH,	Chemie und Biologie <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modellierung und Analyse von Daten, Relationale Datenbanken, Simulationen und Visualisierung, Tabellenkalkulation und andere Anwendungssoftware, Algorithmen und Programmierung</li> </ul> Mathematik und Physik <ul style="list-style-type: none"> <li>– Programmierung und Datenanalyse, Numerik, Computer Algebra</li> </ul>
Ingenieurwissenschaften	ETH, ZHAW, FHNW, EPFL	In allen Studiengängen ist Informatik essentiell und wird in den ersten Semestern unterrichtet, wobei vor allem Programmierung und der Aufbau von Computersystemen thematisiert werden.

*Tab. 2: Informatische Anforderungen diverser Disziplinen*

## 1.6. Ausarbeitung eines Kompetenzrasters

Bei der Erarbeitung eines Kompetenzrasters orientierte sich die Projektgruppe an den oben erwähnten internationalen Vorbildern und den Anforderungen von Seiten der diversen Disziplinen (Tab. 2). Dabei wurden fünf Kompetenzfelder der Informatik identifiziert welche für die allgemeine Studierfähigkeit der Maturandinnen und Maturanden wesentlich erscheinen:

1. Daten, Information und Wissen
2. Systeme, Vernetzung und Sicherheit
3. Automaten, Algorithmen und Programmierung
4. Visualisierung, Modellierung und Simulation
5. Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft

Die fünf Kompetenzbereiche stützen sich auf bereits definierte wissenschaftliche Gebiete der Informatik, um sicher zu stellen, dass es sich bei den Anforderungen nicht um Skills handelt, die integriert oder im Kontext anderer Disziplinen oder durch ein Zertifikat (ECDL) erlernt werden können.

Die folgende Tabelle zeigt den Vorschlag für ein Schweizer Kompetenzraster im internationalen Vergleich. Auffällig ist, dass eben gerade die von uns eruierten allgemeinen Studierkompetenzen, also „Visualisierung, Modellierung und Simulation“ sowie „Systeme, Vernet-

zung und Sicherheit“ in den internationalen Curricula nicht vorkommen. Dies kommt hauptsächlich daher, dass dort Curricula für ein Informatikfach am Gymnasium entwickelt wurden, während hier von den Anforderungen der Hochschulen ausgegangen wird:

Länder	Informatik bzw. Computer Science in der Schule				
<i>Deutschland GI 2008</i>	Informationen und Daten	Sprachen und Automaten	Algorithmen	Informatiksysteme	Informatik, Mensch und Gesellschaft
<i>USA CSTA 2011</i>	Computational Thinking	Collaboration	Computing Practice and Programming	Computer and Communications Devices	Community, Global, and Ethical Impacts
<i>England Royal Society 2012</i>	Data Structures	Programs	Algorithms	Architectures	Communication
<i>Europe/ACM 2013</i>	Data Structures	Language and Abstraction	Algorithms	Performance and Complexity	Concurrency and Distribution
<b>Schweiz 2014</b>	<b>Daten, Information und Wissen</b>	<b>Visualisierung, Modellierung und Simulation</b>	<b>Automaten, Algorithmen und Programme</b>	<b>Systeme, Vernetzung und Sicherheit</b>	<b>Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft</b>

*Tab. 3: Vorgeschlagene Gebiete der Informatik bzw. Computer Science für die Schule*

## 2. Anforderungen von Seiten der Hochschulen

Jeder Kompetenzbereich wird in den folgenden Unterkapiteln kurz illustriert. Nach einer Einführung wird der Zusammenhang zur allgemeinen Studierfähigkeit durch Beispiele aus unterschiedlichen Studienrichtungen hergestellt. Jeder Kompetenzbereich schliesst mit den Anforderungen seitens der Hochschule ab und zeigt damit auf, was Maturandinnen und Maturanden beim Eintritt in die Hochschule im Bereich der informatischen Bildung mitbringen sollten.

### 2.1. Kompetenzbereich: Daten, Information und Wissen

**Daten als Grundlage von Information können als "Rohstoff" der Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zur Erarbeitung neuer Erkenntnisse betrachtet werden. In dem Daten erhoben, interpretiert und kommuniziert werden, entstehen neue Informationen und neues Wissen. Kompetenzen im Umgang mit Information und Daten gehören in einer Wissensgesellschaft daher zu den Schlüsselkompetenzen.**

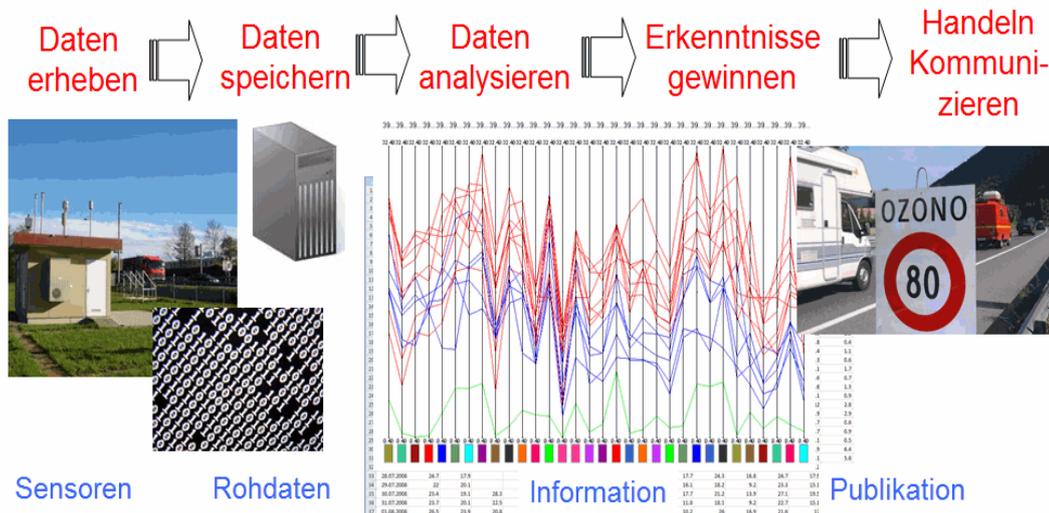


Abb. 1: Von der Datenerhebung zum wissensorientierten Handeln

Wir alle sind heute mit einer Fülle von Daten konfrontiert und gefordert, die für uns relevanten Informationen aus dem immensen Datenberg herauszufiltern und aus diesen Erkenntnisse zu generieren. "Ausländer sind kriminell!", "Die Jugendkriminalität nahm im letzten Jahr um acht Prozent ab" und "Jugendliche immer gewaltbereiter". Schon diese drei Aussagen werfen Fragen auf: Nimmt die Jugendkriminalität zu oder ab? Zeigt die Statistik nur die Polizeiarbeit und das Anzeigeverhalten der Bevölkerung? Wie können solche Medienmitteilungen hinterfragt werden? Dieser Fragenkomplex ist nur ein Beispiel, wie heute Datenquellen gesucht, verschiedene Daten erhoben und ausgewertet und neue Zusammenhänge gebildet werden. Es lassen sich unzählige weitere Beispiele von allgemeinem Interesse anführen: Energieversorgung (Rohstoffreserven, Energieproduktion und -verbrauch), Städtebau (Siedlungsbau, Verkehrserschließung), Umwelt (Luftschadstoffe Ozon- und Feinstaubbelastung), Sport (Doping), Kultur (Musik- und Filmtrends), Wirtschaft (Ländervergleiche Arbeitskosten und Einkommen, Konsumverhalten). Bei all diesen Beispielen steht der kompetente Umgang mit „Information“ im Zentrum. Vor wenigen Jahrzehnten waren „Bibliotheks-

fertigkeiten“ als Kompetenz noch ausreichend, um mit Informationen kompetent umzugehen. Seit Informationen immer häufiger in digitaler Form vorliegen und kommuniziert werden, haben sich diese Kompetenzen verlagert und erweitert zum Umgang mit global vernetzten Daten und mit sog. „Big Data“, also riesigen Datensammlungen, wie sie heute bei Suchmaschinen, Medienunternehmen aber auch in der Forschung (z.B. Human Genome Projekt, CERN, Wirtschaftsmodelle) anfallen.

Die wissenschaftliche Tätigkeit verlangt heute vertiefte Kompetenzen im Umgang mit Information und Daten, welche beispielsweise die sichere Verwaltung, zweckmässige Strukturierung, fundierte Analyse und Interpretation von Daten erfordern. Auf Grund von digitalen Daten neue Informationen zu gewinnen, erfordert den Einsatz passender Technologien.

### *2.1.1. Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium*

Die zu „Daten, Information und Wissen“ erworbenen Kompetenzen kommen im Studium in fast allen Wissenschaftsgebieten zur Anwendung. Die nachfolgenden drei Beispiele stehen stellvertretend für die Bedeutung dieser Kompetenzen.

#### *Beispiel Bioinformatik: Human Genom Projekt*

Die Erforschung und Entschlüsselung des menschlichen Erbgutes ist eines der bekannten Beispiele eines Big Data-Projektes. Die Sequenzierung des menschlichen Genoms, also der vererbaren Information, wurde als eine Voraussetzung betrachtet, um Erbkrankheiten oder die Entstehung von Krebs besser zu verstehen. Ein einzelner Versuch im Human Genom Projekt führt sehr rasch zu Rohdaten in der Grössenordnung von Terabytes. Diese Rohdaten müssen vor der eigentlichen Auswertung zuerst mit bioinformatischen Methoden aufbereitet und als Informationen verwertbar gemacht werden.

#### *Beispiel Wirtschaftswissenschaften: Quantitative Marketing-Analysen*

Ein wichtiger Bereich im Marketing ist heute die Analyse verschiedenster Datenquellen: demografische Daten, Geo-Daten, Verkaufsdaten, Produktbeschreibungen usw. Schnell kommen hier grosse Rohdatenmengen zusammen. Da die Daten aus ganz verschiedenen Quellen stammen, müssen die Daten zuerst sinnvoll strukturiert und aufbereitet werden. Um die Daten anschliessend schnell analysieren und relevante Informationen gewinnen zu können, drängen sich aussagekräftige Visualisierungen auf. Marketingfachleute, aber auch das Management und Controlling eines Unternehmens müssen in der Lage sein, diese Visualisierungen richtig zu interpretieren.

#### *Beispiel Rechtswissenschaften: Geldwäscherei*

Im heutigen globalen Finanzmarkt spielen die Kenntnis und Einschätzung von Finanztransaktionen eine grosse Rolle. So wird im Bereich Geldwäscherei heute mit starker Unterstützung durch computerbasierte Erkennungssoftware gearbeitet. Nicht nur die Entwicklung, auch die Nutzung solcher Software-Systeme bedingt ein grundlegendes Verständnis für Daten, die Organisation von Daten und deren Auswertung. Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit spielen bei diesen Anwendungen eine besonders wichtige Rolle und eine enge Zusammenarbeit zwischen Juristen und Softwareentwicklern ist unabdingbar.

### 2.1.2. Kompetenzthemen „Daten, Information und Wissen“

Die Anforderungen von Seiten Hochschulen an den Kompetenzbereich “Daten, Information und Wissen” umfassen:

#### *Datenerfassung und -verwaltung*

- Maturandinnen und Maturanden sind in der Lage vorhandene Datenbestände abzufragen oder selber Daten zu erheben und diese sinnvoll einzuschätzen. Sie sind in der Lage Datensammlungen zu speichern, zu organisieren und mit Hilfe von Datenbanken abzufragen.

#### *Datenanalyse*

- Maturandinnen und Maturanden können Rohdaten aufbereiten und mit statistischen Verfahren auswerten. Sie kennen den Unterschied zwischen Daten, Information und Wissen.

#### *Erschliessung von Daten, Information und Wissen*

- Maturandinnen und Maturanden kennen verschiedene Methoden zur Erschliessung und zum Austausch von Daten und Informationen.

## 2.2. Kompetenzbereich: Systeme, Vernetzung und Sicherheit

Niemand bezweifelt, dass sich Daten und Informationen unserer vernetzten, digitalen Gesellschaft nur mit dazu geeigneten Informatiksystemen in irgendeiner Art nutzen lassen. Eine weniger beachtete Tatsache hingegen ist, dass grundlegende Einsichten in den Aufbau und die Funktionsweise solcher zwangsläufig digitaler Systeme notwendig sind, will man deren Zusammenspiel verstehen, beurteilen und mitgestalten. Diese Bedürfnisse entstehen unmittelbar, weil Informatiksysteme Dank ihres modularen Aufbaus individuell formbar sind.

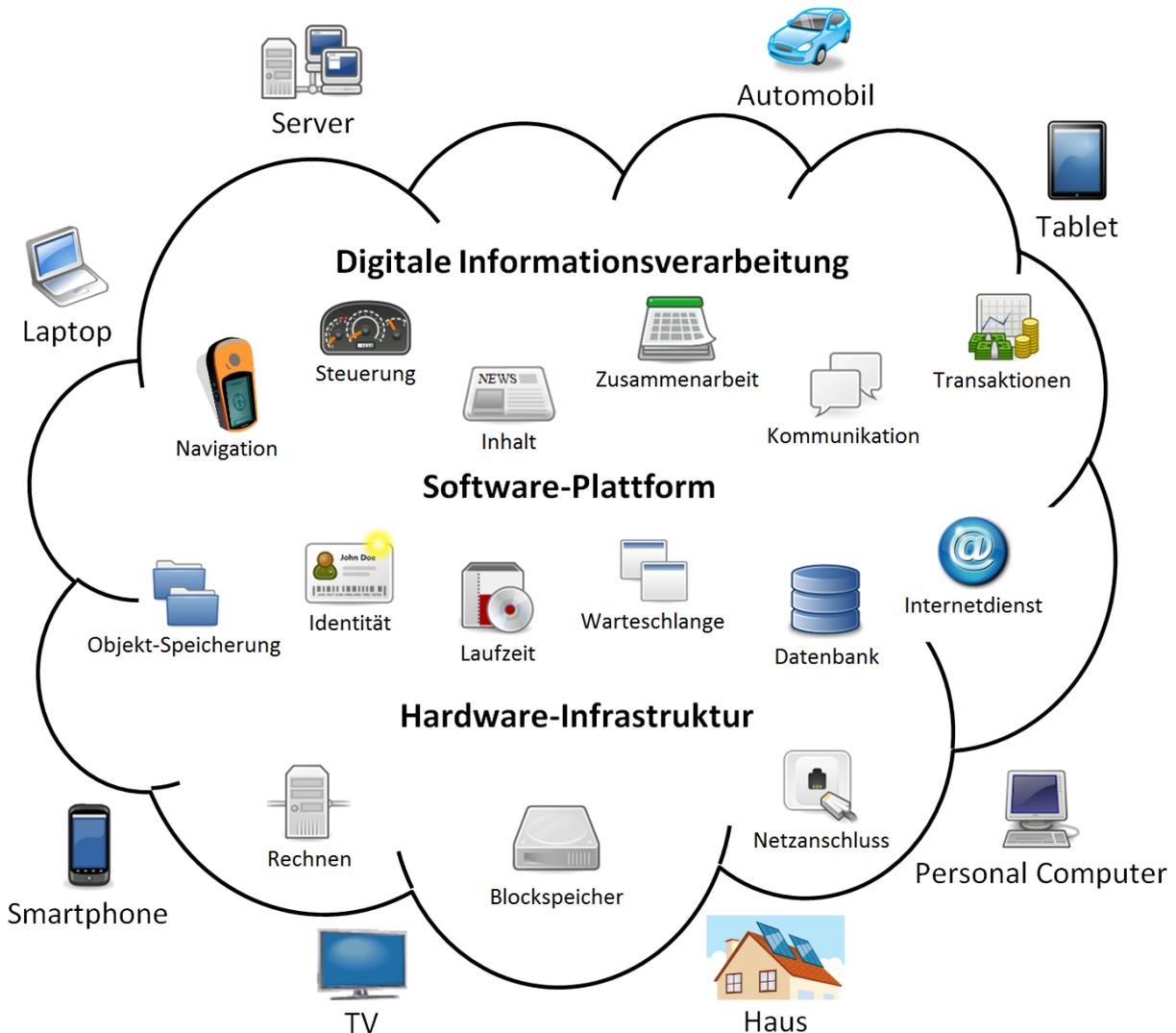


Abb. 2: Vielgestaltigkeit heutiger digitaler Systeme

Seit November 2006, kurz vor ihrem zehnjährigen Start-Jubiläum, sendet die Marssonde "Mars Global Surveyor" (MGS) keine Signale mehr. Der Grund des Ausfalls war eine Kombination von Programmierfehlern, die zuerst dazu führte, dass die Batterien direkt auf die Sonne ausgerichtet wurden und überhitzten, was zum Abbruch des Ladezyklus führte. Zudem positionierte die Sonde ihre Antenne neu, wodurch die MSG keine Kommunikationssignale von der Erde mehr empfangen konnte, so dass es für die Ingenieure unmöglich wurde, das Problem zu beheben.

Natürlich sind die wenigsten von uns Raumfahrt-Ingenieure, aber die Informatiksysteme, mit denen wir uns heute auseinandersetzen müssen, sind konzeptionell ähnlich komplex wie die Raumfahrtsysteme vor einem Vierteljahrhundert, wenn nicht komplexer. Und dies obwohl sich die zu Grunde liegenden Konzepte der Informatik vergleichsweise wenig verändert haben. Zudem sind unsere eigenen digitalen Geräte, ob PC oder Smartphone, in einen umfangreichen Verbund verschiedener Geräte eingebunden. Mit anderen Worten, wir sind heute alle in der Lage, durch einen kleinen Fehler, grossen Schaden anzurichten.

Im Gegensatz zu anderen Technologien sind Informatiksysteme universell und flexibel einsetzbar. Dies deshalb, weil sich digitale Geräte leicht zu frei wählbaren Infrastrukturen kombinieren lassen, mit dem Ziel, diese über geeignete Software als verschiedenste Plattformen zur individuellen digitalen Informationsverarbeitung einzusetzen. So lassen sich fast beliebig grosse Datenmengen speichern und über vernetzte Systeme schnell lokal und global verschieben. Für die Verarbeitung dieser Daten werden vermehrt Computer aus verschiedenen Infrastrukturen zu einem leistungsfähigen Rechnerverbund kombiniert. Die gleichen Computer erlauben ebenfalls eine verzögerungsfreie Kommunikation über eine grosse Auswahl an Kanälen.

Aus dem Bedürfnis, Kommunikationsgeräte möglichst störungssicher zu vernetzen, entstanden grossräumig verteilte Systeme in denen Computer, dank ihrer digitalen Arbeitsweise, die Entstehung des heutigen Internets – eine alle menschlichen Tätigkeiten durchdringende Technologie – ermöglichten. Erfahrungen und Chancen mit dem Internet werden dadurch bestimmt, wie seine Nutzer dessen Kernkompetenzen beherrschen, denn jede Technologie verlangt von mündigen Bürgern die Bereitschaft, Fertigkeiten den gesellschaftsverändernden, neuen Medien anzupassen.

Die Einfachheit und Vielfalt mit der sich Komponenten von Informatiksystemen und des Internets kombinieren lassen führt zu einer Komplexität dieser Systeme, die schnell Berührungspunkte und Barrieren bei unerfahrenen Nutzern erzeugt, die nicht über elementare informatische Kompetenzen verfügen. Ein solcher Mangel ist heute ein gesellschaftliches Handicap, weil die Digitalisierung unseren Alltag bei vielen elementaren Tätigkeiten oft unsichtbar durchdringt. Man denke nur an den Abruf von Inhalten beim Fernsehen oder von Zeitungen, ans Einkufen von online Angeboten, oder die Möglichkeit Zahlungen übers Internet auszuführen. Ganz zu schweigen davon, dass bei Finanzinstituten zusätzliche Kosten entstehen, wenn das eigene Konto nicht elektronisch abgefragt werden kann. Die Liste lässt sich beliebig erweitern und fast täglich ergänzen.

### *2.2.1. Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium*

Lernende auf allen Stufen sollten die Bestandteile moderner Informatiksysteme, insbesondere Kommunikationsgeräte und Netzwerke verstehen. Sie müssen auch wissen, wie das Internet globale Kommunikation ermöglicht und wie Teilnehmer im Internet sich technisch korrekt verhalten. Von Studierenden wird auch erwartet, dass sie eine der jeweiligen Situation angebrachte und genaue Terminologie verwenden.

Das technische Kompetenzfeld "Systeme, Vernetzung und Sicherheit" ist im Studium in praktisch allen Wissenschaftsgebieten wichtig. Die nachfolgenden drei Beispiele stehen stellvertretend für die Bedeutung dieser Kompetenzen.

### *Beispiel naturwissenschaftliche Laboratorien: Datenerzeugung*

An der Hochschule kommen die Studierenden mit e-Science in Kontakt, einem neuen, wissenschaftlichen Paradigma, das eine gemeinschaftliche Forschung auf der Basis einer umfassend digitalen Infrastruktur ermöglicht. Ein Student der Lebensmittelwissenschaft erhält die Resultate einer Titrationsanalyse als elektronische Tabelle und kann sie ohne grossen Aufwand im gleichen Format mit Werten aus der Schweizerischen Nährwertdatenbank vergleichen. Eine Umweltnaturwissenschaftlerin wird beispielsweise ein Laborgerät für die Ionenanalytik an ihren Laptop anschliessen, um die gemessenen Analyse-Daten mit Daten aus einem zentralen geografischen Informationssystem zu verbinden. Bei der Erarbeitung der daraus resultierenden Forschungsergebnisse wird sie durch Computersimulationen unterstützt und hat eine integrierte Plattform für die Publikation und Kommunikation der Resultate zur Verfügung.

### *Beispiel Unterricht: Lernsysteme*

Viele Lehrveranstaltungen setzen Learning Management Systeme ein um den Studierenden ein zeit- und ortsunabhängiges Lernen zu erlauben. Die dazu verwendeten Medien kann nur effizient nutzen wer mit den zugrunde liegenden Netzwerkstrukturen vertraut ist. Zudem wird bei Lehrveranstaltungen oft professionelle Software eingesetzt. Architektonisches Entwerfen ist heute ohne den Einsatz von Informationstechnologien nur in Ausnahmefällen sinnvoll. CAD-Pläne, 3-dimensionales Rendering, CNC-Modellbau und vieles andere sind allgegenwärtige Medien zur Entwicklung und Präsentation architektonischer Entwürfe. Dieses Fach versucht Fragestellungen auf einem neuen Plateau nachzugehen: Was sind die Gemeinsamkeiten aktueller Entwurfsmethoden und moderner Informationstechnologien und wie können sie symbiotisch zu neuen architektonischen Ausdrücken in formaler und konstruktiver Hinsicht führen. Studierende müssen schuleigene Systeme verwenden; das heisst, es wird verlangt, dass sie zwischen ihren eigenen Geräten und denen der Lehrinstitution problemlos wechseln können. Manche Studiengänge stellen zudem bestimmte Anforderungen an die Computerausrüstung der Studierenden, welche dann in der Lage sein müssen, zu entscheiden, was für Computermodelle diese Anforderungen längerfristig erfüllen.

### *Beispiel Projekte: gemeinschaftliches Arbeiten*

PAC-Car II war ein gemeinsames Projekt der ETH Zürich mit Partnern aus Forschung und Industrie, mit dem Ziel, ein Fahrzeug zu konstruieren, das von einer Brennstoffzelle angetrieben wird und möglichst wenig Treibstoff verbraucht. Indem die aktuellsten Entwicklungen in der Aerodynamik, der Werkstofftechnik, im Leichtbau, in der Brennstoffzellen- und Antriebstechnik sowie in der Steuerungstechnik zu einem System integriert und getestet wurden, zeigte das Projekt, wie gemeinschaftliches Arbeiten in einer Hochschulumgebung zu namhaftem Erfolg führen kann. Das Projekt PAC-Car II verbesserte am Shell Eco-marathon in Ladoux (Frankreich) am 26. Juni 2005 den Weltrekord in energieeffizientem Fahren.

Gemeinschaftliches Arbeiten in Projekten ist eine an Hochschulen verbreitete Unterrichtsmethode. Von den Studierenden wird erwartet, dass sie mit ihren unterschiedlichen, privaten Informatiksystemen gemeinsam Daten und Informationen sammeln und diese über verschiedene traditionelle und mobile Kommunikationsmedien austauschen. In den meisten Fällen müssen sie auch online verfügbare Datenquellen zwar individuell beschaffen aber gemeinsam in ein einzelnes Dokument integrieren. Das geht nur, wenn sie gegenseitig die Beschaffenheit der Daten verstehen. Oft wird auch verlangt, dass sie mit multimedialen Ge-

räten umgehen können oder ihre Laptops mit anderer Hardware, wie etwa Sensoren, verbinden können. Von Studierenden wird auch erwartet, dass sie gemeinsam problembezogene Software erstellen, was nur möglich ist, wenn alle Beteiligten über die dazu notwendigen Programmierkenntnisse verfügen. In diesem Zusammenhang müssen sie auch in der Lage sein, sich mit Problemen der Mensch-Computer-Schnittstelle auseinanderzusetzen.

### 2.2.2. Kompetenzthemen „Systeme, Vernetzung und Sicherheit“

Die Anforderungen von Seiten Hochschulen an das Kompetenzbereich “Systeme, Vernetzung und Sicherheit” umfassen:

#### *Systeme*

- Maturandinnen und Maturanden kennen Grundlagen, Aufbau und Funktionsweise von Computersystemen und sind im Stande, Computer zu installieren und mit anderen Systemen zu vernetzen.

#### *Vernetzung*

- Maturandinnen und Maturanden kennen die verschiedenen Technologien zur Vernetzung digitaler Systeme und können Fehlerquellen in einem Netzwerk eingrenzen.

#### *Sicherheit*

- Maturandinnen und Maturanden kennen die wichtigsten Methoden zur Verschlüsselung von Daten, können Zugangsdaten und Rechteverwaltungen systematisch festlegen und erkennen Sicherheitsschwachstellen in Informatiksystemen.

### 2.3. Kompetenzbereich: Automaten, Algorithmen und Programme

Mit dem Begriff *Automat* verbindet man gemeinhin Geräte des Alltags wie etwa Getränkeautomat, Bankautomat und Fahrkartenautomat. Damit ein solcher Automat korrekt funktioniert, muss sein Verhalten präzise festgelegt sein. Während die genannten Automaten einem einzigen Anwendungszweck dienen, stehen in der Informatik programmierbare Automaten im Zentrum. Die genauen Ablaufvorschriften sind dabei durch *Algorithmen* festgelegt, deren Umsetzung in ausführbare *Programme* macht aus dem Vielzweckautomaten Computer eine Anwendungsmaschine, sei es für Textverarbeitung, Computerspiel oder Online-Bestellung im Internet.

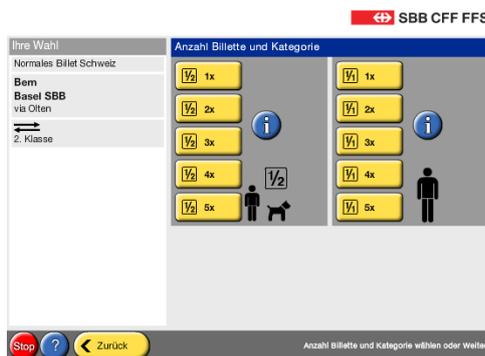


Abb. 3: Bildausschnitt aus dem Trainingsprogramm der SBB für den Fahrkartenkauf

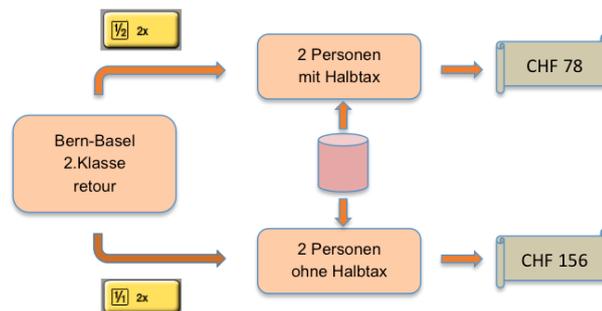


Abb. 4: Zustandsdiagramm für die Festlegung des Fahrkartenpreises

Unsere Gesellschaft, vor allem aber unsere heutige Wirtschaft ist auf eine leistungsfähige Infrastruktur und gut funktionierende Automation angewiesen. Traditionelle Elemente wie Strassennetz, Schienennetz und Energienetz werden heute mit den Mitteln der Informatik gesteuert und optimiert, neuere Elemente sind inzwischen schon unverzichtbar, etwa Datennetze mit hohen Bandbreiten („Datenautobahnen“). Dies sind ohne Zweifel Erfolgsfaktoren für das Bestehen im internationalen Wettbewerb und die positiven Auswirkungen überwiegen. Andererseits dürfen die Abhängigkeiten von der Automation nicht ignoriert werden. Ausfälle der Leitstellen von Kommunikations-, Verkehrs- oder Finanzdienstleistern sind nur kurzfristig verkraftbar. Drastisch zeigt sich die Abhängigkeit von Computerprogrammen im Börsenhandel, wo Fehler (zum Beispiel reine Anfragen irrtümlich als definitive Käufe abhandeln) oder selbständiges, unkontrolliertes Agieren von Computerprogrammen binnen kurzer Zeit jeweils enorme Finanzschäden bewirkt bzw. ernste Gefahren für die Weltwirtschaft ausgelöst haben. Algorithmik durchdringt aber auch im Kleinen unseren Alltag. MP3-Spieler und ZIP-Archive (Anwendungen für Kompressionsalgorithmen) bzw. Routenplaner und Navigationssysteme (Anwendungen für Graphalgorithmen) sind nur zwei von vielen Beispielen, wie wir heute allgegenwärtig und selbstverständlich Informatikergebnisse verwenden.

Die genaue Kenntnis der Interna von Computersystemen und ihren Programmen wird immer Spezialisten vorbehalten bleiben, aber ein Grundverständnis des „Computational Thinking“ und der Funktionsweise von Automation, sollte jeder aufgeklärte (Netz-)Bürger im 21. Jahrhundert haben.

Das vorgeschlagene Kompetenzfeld „Automaten, Algorithmen und Programme“ umfasst sowohl das Lösen einfacher Probleme mittels eigener Computerprogramme, die Kenntnis und das Beurteilen von Algorithmen, sowie das Erkennen der Grenzen von Berechnungsverfahren

ren. Gilt die Informatik gemeinhin als schnelllebiges Gebiet, zeigt sich, dass die Wissenschaft der Informationsverarbeitung hier zahlreiche allgemeingültige Konzepte und Gesetzmässigkeiten vorweisen kann.

### 2.3.1. *Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium*

#### *Beispiel Naturwissenschaften: Was sind die Bausteine des Lebens?*

In der Bio-Informatik ist die effiziente Speicherung und Analyse von DNA- und Proteinsequenzen ein wichtiger Anwendungsbereich. Sehr grosse Datenmengen, die aus Experimenten resultieren, werden auf interessante Muster hin untersucht mit der Zielsetzung aus Rohdaten Wissen zu erzeugen. Algorithmisch kommt z.B. die Technik der dynamischen Programmierung, datenstrukturseitig die Speicherung von Sequenzen in komprimierten Suchbäumen zur Anwendung.

#### *Beispiel Psychologie: Wie lernt der Mensch?*

In der computergestützten Psychologie werden kognitive Vorgänge wie z.B. Lernen simuliert und die Resultate mit Erkenntnissen der experimentellen Psychologie verglichen. Das Anwenden von algorithmischen Strategien, sowie Datenstrukturen zur Wissensrepräsentation sind wesentlich. Neben prozeduralen Algorithmen kommen oft regelbasierte Ansätze zum Tragen.

#### *Beispiel Geisteswissenschaften: Wie verändert sich Sprache?*

Mit den Mitteln der Computerlinguistik wird in den Geisteswissenschaften Sprach- und Textforschung betrieben, z.B. die Untersuchung des Wandels von Redewendungen im Laufe der Jahrhunderte. Typische Informatikelemente, die in derartigen Projekten zum Einsatz kommen, sind XML-Datenbeschreibungen, attribuierte Grammatiken, sowie Textanalyse- und Konvertierungsalgorithmen.

#### *Beispiel Wirtschaftswissenschaften: Optimierung schont die Umwelt!*

Der ökonomische Einsatz von Ressourcen unter Einhaltung von Randbedingungen fordert Kenntnisse im Bereich von Optimierungsverfahren. Fabrikationsprobleme, Transport- und Zuordnungsprobleme können im praktischen Einsatz meist nicht mehr exakt sondern nur näherungsweise berechnet werden. Um solch anspruchsvolle Fragestellungen bearbeiten zu können sind gute Kenntnisse der Algorithmik notwendig. Deren Bedeutung zeigt sich auch daran, dass der Simplex-Algorithmus (Optimierung mittels linearer Programmierung) zu den Top 10 Algorithmen des letzten Jahrhunderts gezählt wird.

#### *Beispiel Ingenieurwissenschaften: Wie bewältigen wir Verkehr?*

Waren früher Ampelsteuerungen sogenannte endliche Automaten, die im immer gleichen Rhythmus die verschiedenen Verkehrsteilnehmer bedienten, sind Ampeln heute durch integrierte Sensoren aller Art Teile von komplexen Leitsystemen. Das schnelle Reagieren auf Ereignisse, die parallele Verarbeitung von Signalen und das Streben nach optimalen Abläufen (z.B. maximaler Verkehrsdurchsatz) stellen hohe Anforderungen an die automatische Verarbeitung. Rechner als informationsverarbeitende Systeme haben dabei eine Doppelrolle: sie sind einerseits der allgegenwärtige „verschwindende“ Computer in Geräten, andererseits die Leitzentrale bei der alle Informationsstränge zusammenlaufen und von der aus Entscheide gefällt werden.

### 2.3.2. Kompetenzthemen „Automaten, Algorithmen und Programme“

#### *Formale Sprachen und Grammatiken*

- Maturandinnen und Maturanden kennen den Unterschied zwischen natürlichen und formalen Sprachen und wissen um die Bedeutung von syntaktischen und semantischen Belangen. Sie haben Anwendungen formaler Sprachen sowohl in der Programmierung wie auch bei Dokumentbeschreibungen kennengelernt.

#### *Automaten*

- Maturandinnen und Maturanden wissen wie man einen Automaten durch Zustände modelliert und können zwischen sequentiellen und parallelen Abläufen unterscheiden. Sie haben auch gehört, dass es Probleme gibt, die schwierig zu lösen sind, bzw. die kein Automat erfüllen kann.

#### *Algorithmen und Datenstrukturen*

- Maturandinnen und Maturanden wissen um die Bedeutung eines Algorithmus als präzise Ablaufvorschrift und kennen zu häufig vorkommenden Problemen Lösungsstrategien. Sie können einfache Algorithmen entwickeln, formal beschreiben und analysieren und bringen bei der Problemlösung geeignete Datenstrukturen mit ein.

#### *Programmierung*

- Maturandinnen und Maturanden beherrschen Grundelemente der Programmierung und sind in der Lage mit Hilfe einer Programmiersprache einen Algorithmus umzusetzen. Sie haben durch Programmierwerkzeuge das Prinzip maschineller Übersetzung kennengelernt und haben eigene Problemstellungen kreiert und mit Hilfe der Programmierung systematisch behandelt.

## 2.4. Kompetenzbereich: Visualisierung, Modellierung und Simulation

Simulationen sind eine wichtige Grundlage der Entscheidungsfindung in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Mit Hilfe virtueller Modelle können Experimente ins Rechnerlabor verlegt werden um Erkenntnisse über vorhandene oder künftige Systeme zu gewinnen. Eine leicht verständliche Darstellung der Ergebnisse von Simulationen und ihre sorgfältige Interpretation sind dabei wichtig. Modellbildung und Simulation verwenden nicht nur vieles aus anderen Themenbereichen des Fachs Informatik, sie zeigen Informatik auch als Experimental- und Anwendungswissenschaft für andere Disziplinen, von den Natur- und Ingenieurwissenschaften über die Wirtschaftswissenschaften bis hin zu den Geisteswissenschaften.

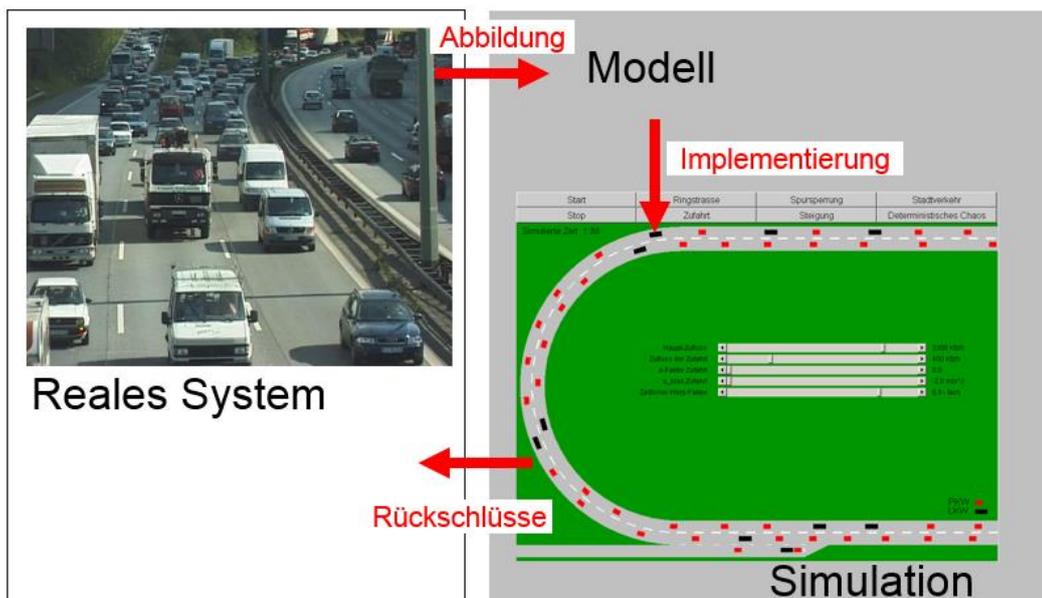


Abb. 5: Experimentelle Simulation

Für die Analyse von realen Systemen wie zum Beispiel des Strassenverkehrs, deren analytische Behandlung sich als zu komplex erweist, ist die experimentelle Simulation zu einem wichtigen Werkzeug geworden (man spricht von der 3. Säule der Wissenschaft). Zu den gefragten Kompetenzen zählt der Prozess der Modellbildung, die Verarbeitung und Übermittlung von Daten sowie das Interpretieren und Präsentieren der Simulationsergebnisse. Dieses Kompetenzfeld integriert nicht nur andere Themenbereiche der Informatik (z.B. Daten und Information, Programmierung), es zeigt die Informatik auch als mächtiges Werkzeug für andere Disziplinen.

Bei der Diskussion der Simulationsergebnisse muss beachtet werden, dass beim Abbilden eines realen Systems in ein Modell zwangsläufig Annahmen getroffen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Falsche oder ungenaue Annahmen beim Modellieren und Simulieren, zum Beispiel wegen mangelhafter Analyse von Daten aus realen Systemen, können zu weitreichenden Fehlentscheidungen führen. Ein aktuelles Beispiel ist die Diskussion um die Schuldenquote einer Volkswirtschaft, d.h. dem Verhältnis zwischen Staatsschulden und nominalem Bruttoinlandsprodukt. Die Ökonomen Reinhard und Rogoff haben in einer Studie aus dem Jahre 2010 eine Schuldenquote von 90% als kritische Obergrenze publiziert, weil diese ein Wirtschaftswachstum prinzipiell verunmöglichen würde. Dieses Resultat

wurde in der Folge von führenden EU-Politikern bei der Bewältigung der Finanzprobleme Griechenlands verwendet und die Unterschreitung dieser Grenze kurzfristig eingefordert. In einer Überprüfung der MIT-Studie entdeckten die Wirtschaftswissenschaftler Herndon, Ash und Pollin, dass in der ursprünglichen Excel-Simulation in der Berechnungsformel fünf wichtige Länder irrtümlich ausgeklammert waren. Wird dies korrigiert, ergeben sich weniger gravierende Aussagen. Neben diesem Excel-Anwendungsfehler, der schon schlimm genug ist, startete eine bis heute in der Fachwelt noch nicht abschliessend beendete Modellierungsdiskussion: Soll in den Berechnungsformeln mit dem Median oder Durchschnittswert gearbeitet werden? Soll z.B. die Volkswirtschaft von Neuseeland als Datensatz mitverwendet werden? Vielfältige Lehren lassen sich aus diesem Beispiel ziehen, die wichtigste davon ist wohl: Simulationen müssen reproduzierbar sein, d.h. dass sowohl die Simulationswerkzeuge wie auch die verwendeten Datensätze für eine Überprüfung jederzeit zur Verfügung stehen müssen.

#### 2.4.1. *Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium*

Das Thema Simulieren ist für viele Fachbereiche im Studium von grosser Bedeutung und Kenntnisse von Visualisierung, Modellierung und Simulation gehören heute deshalb zu den notwendigen Kompetenzen für ein erfolgreiches Studium:

##### *Beispiel Ingenieurwissenschaften: Den technologischen Fortschritt wahrnehmen*

In allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften kommt heute eine Modellierung und Simulation vor der eigentlichen Konstruktion, beispielsweise bei der Frage „Kopfbahnhof oder Durchgangsbahnhof?“, bei der Gestaltung der Logistik eines geplanten Einkaufszentrum, oder bei der Entwicklung neuer Bauteile mit verbesserten Materialeigenschaften. Die Resultate solcher Modelle führen oft zu höher-dimensionalen Daten, deren Zusammenhänge nur durch wirkungsvolle Datenvisualisierungen sichtbar werden. Es geht bei diesen Anwendungen insbesondere um die Verbesserung der Infrastrukturen einer Gesellschaft (Verkehr, Energie) und kompetitiveren Produkten für den Weltmarkt, was die Wichtigkeit des Kompetenzbereichs für den Werkplatz Schweiz belegt.

##### *Beispiel Medizin: Operieren an virtuellen Patienten*

Die Medizin hat sich längst von einem rein empirischen Gebiet hin zu einer Wissenschaft entwickelt bei der Abstraktionen, Modelle und Simulationen einen immer stärkeren Raum einnehmen. Grundlagen hierfür bieten einerseits die enormen Datenmengen, die aus Messungen gewonnen werden (Computertomographie, Magnetresonanzverfahren, Ultraschall), aber auch die erfolgreiche Übertragung von Verfahren anderer Disziplinen in die Lebenswissenschaften. So werden heute Finite Elemente Methoden nicht nur erfolgreich im Brückenbau sondern auch bei der Entwicklung von neuen Prothesen angewandt. Ferner nehmen bei der Ausbildung der Mediziner neue Lehr- und Lernformen traditionell einen hohen Stellenwert ein. Je besser das virtuelle Modell eines Patienten wird, umso mehr können operative Eingriffe am Menschen durch vorhergehende Simulationen abgesichert werden. Der moderne Mediziner braucht neben seinen Qualitäten im Umgang mit Menschen auch ein Grundverständnis und praktische Erfahrungen bei informatikrelevanten Fragestellungen.

Vermehrt werden auch heikle Eingriffe, die eine hohe Präzision verlangen, robotergesteuert vorgenommen. Nicht nur diese Methoden, auch die Steuerung von Bestrahlungsgeräten verlangen von Mediziner informatische Grundkompetenzen damit Risiken bei Mensch-Maschine Interaktionen erkannt und eliminiert werden.

### *Beispiel Wirtschafts- und Sozialwissenschaften: Planspiele helfen der Praxis*

So wie der Flugsimulator bei der Pilotenausbildung unerlässlich ist, geht man auch beim Üben im Umgang mit komplexen soziotechnischen Systemen immer mehr dazu über, dass das Lernen durch Planspiele unterstützt wird. So wird etwa in der virtuellen Fabrik geübt, welche wirtschaftlichen Auswirkungen unternehmerische Entscheidungen haben, in Führungsplanspielen die Auswirkungen von Entscheidungen auf den menschlichen Bereich vermittelt. Konfliktsimulationen – ursprünglich auf den militärischen Bereich beschränkt – sind im Zeitalter von Interessenskonflikten die möglichst demokratisch gelöst werden sollen, gefragt denn je.

### *Beispiel Geographie: Wie wird sich das Klima verändern?*

Zu Klimasimulationen gehören die wohl komplexesten Computermodelle und Simulationsverfahren. Sie beziehen sich dabei auch auf Datenmaterial, das aus der Analyse vieler Messwerte von sensorischen Aussenstationen entsteht. Da diese oft in rauen Umgebungsverhältnissen operieren, sind teilweise Ausfälle bzw. falsche Messwerte an der Tagesordnung. Die dadurch entstehenden Datenverarbeitungsprobleme stellen hohe Informatikanforderungen an die Meteorologie. Darüber hinaus sind auch die Berechnungen der Atmosphärenphysik anspruchsvoll weil die anstehenden Probleme den Einsatz leistungsfähiger Computer bis hin zum Supercomputer erfordern. Kompetenzthemen „Visualisierung, Modellierung und Simulation“

Kompetenzen in diesem Themenbereich sind:

#### *Visualisierungsprozess*

- Maturandinnen und Maturanden verstehen die Datenvisualisierung als einen Prozess in dem geeignete Darstellungen Einsicht in die Struktur quantitativer Daten gewähren

#### *Visualisierungsdesign*

- Maturandinnen und Maturanden können die für eine Analyse adäquaten Attribute von Daten auswählen und die dazu geeigneten Visualisierungsmethoden anwenden

#### *Modellbildung*

- Maturandinnen und Maturanden können einfache Systeme und Prozesse als Modell beschreiben und für eine entsprechende Simulation geeignete numerische Methoden ermitteln

#### *Modellumsetzung*

- Maturandinnen und Maturanden können einfache Modelle unter Einsatz geeigneter Technologien implementieren und mit Hilfe einer Simulation Experimente planen und durchführen

#### *Durchführung und Interpretation von Simulationen*

- Maturandinnen und Maturanden kennen die verschiedenen Phasen der Modellbildung und Simulation. Sie können Modelle und deren Implementierung beurteilen und sind in der Lage Ergebnisdaten auszuwerten, zu interpretieren und zu präsentieren

## 2.5. Kompetenzbereich: Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft

Der Themenbereich Informatik, Mensch und Informationsgesellschaft hat zum Ziel, die Rolle der Informatik in der global vernetzten Informationsgesellschaft aus ökonomischer, rechtlicher, ethischer, ökologischer, historischer, psychologischer und sozialer Perspektive zu reflektieren. Dabei sollen Möglichkeiten und Grenzen der Technik sowie die Auswirkungen auf Mensch, Gesellschaft und Umwelt diskutiert werden.



Abb. 6: Nutzen und Risiken der neuen Technologien

Mit dem Leitmedienwechsel von der Buch- und Industriegesellschaft zur Informationsgesellschaft hat sich unsere Lebensweise stark verändert. Die Auswirkungen betreffen sowohl die Arbeitswelt und unser Privatleben als auch die Gesellschaft. Die Digitalisierung ermöglicht es heute, Daten leicht und kostengünstig zu kopieren und zu übermitteln. Als Folge sind neue Geschäftsmodelle (z.B. Online-Shopping, Online-Auktionen), neue Kommunikationsformen (z.B. Soziale Netzwerke) und neue Formen in der politischen Arbeit (z.B. Blogs, Facebook, Wikileaks) entstanden. Daten lassen sich aber auch leicht manipulieren und fälschen oder missbrauchen. Damit gehört grundlegendes Wissen zu Urheberrechten und Quellenkritik, zu Bildmanipulation, zu Authentizität oder Cybermobbing heute genauso zur Allgemeinbildung wie die überlegte Wahl aus verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten. Eine kompetent an der Informationsgesellschaft teilhabende Person ist sich der Chancen und Risiken der globalen Vernetzung und der neuen Wirtschaftsmächte bewusst. Sie kennt sich in Datenschutz und Datensicherheit aus und kann mit den weiterhin rasanten Veränderungen in der Informationsgesellschaft angemessen umgehen. Sie begibt sich damit nicht in die einseitige Abhängigkeit von einigen wenigen Anbietern im Markt, sondern kann eigenständig an der Gesellschaft und Arbeitswelt teilhaben.

Auch im Hochschulumfeld müssen heute immer wieder von neuem der Mehrwert und die Risiken bei der Nutzung von Informatiksystemen und digitalen Medien abgeschätzt werden.

### *2.5.1. Bedeutung des Themenbereichs im Hochschulstudium*

Der interdisziplinäre Themenbereich "Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft" ist im Studium in fast allen Wissenschaftsgebieten relevant. Die nachfolgenden drei Beispiele stehen stellvertretend für die Bedeutung dieser Kompetenzen.

#### *Beispiel Medizin: Übermittlung und Speicherung von Patientendaten*

In der medizinischen Praxis werden heute medizinische Patientendaten (Texte, Bilder, Laborwerte, etc.) digital erfasst, gespeichert und über grössere Entfernungen elektronisch ausgetauscht (Telemedizin). Eine kompetente Nutzung dieser Möglichkeiten erfordert Kenntnisse über Verfahren zur sicheren Übermittlung, Speicherung und Archivierung von Daten, Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit, der Zugriffsregelungen und Authentifizierung sowie der revisionssicheren Versionsverwaltung von Patientendaten.

#### *Beispiel Hochschullehre: Urheberrechte von Lernmaterialien*

Die Professionalisierung der Hochschullehre führt dazu, dass Unterrichtsinhalte über Lehrveranstaltungen hinweg einem grösseren Publikum zugänglich gemacht werden können (z.B. als Webseiten, digitale Skripten, Online Lernumgebungen etc.). Damit verbunden sind Fragen des Urheberrechts, des Umgangs mit immateriellen Gütern und der Lizenzierung von Lernangeboten, aber auch wirtschaftliche Überlegungen.

#### *Beispiel Geschichtswissenschaften: Langzeitarchivierung digitaler Kulturgüter*

Immer mehr Kulturgüter stehen nur noch in digitalen Speicherformaten zur Verfügung und es stellen sich Fragen zur Langzeitarchivierung. Angesichts der immensen, auch multimedialen Datenmenge kommt der Selektion und Erschliessung der Kulturgüter eine immer wichtigere Rolle zu. Damit verbunden sind juristische, ökonomische und ökologische Fragen, die vertiefte Informatikkenntnisse voraussetzen.

### *2.5.2. Kompetenzthemen „Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft“*

Die Anforderungen von Seiten Hochschulen an den Kompetenzbereich "Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft" umfassen:

#### *Mensch-Computer-Interaktion*

- Maturandinnen und Maturanden kennen Vorgehensweisen beim Entwurf von Informatiklösungen unter Berücksichtigung der Entwurfsprinzipien von Mensch-Maschinen-Schnittstellen.
- Maturandinnen und Maturanden können die Machbarkeit von Informatiklösungen abschätzen.

#### *Kollaboration*

- Maturandinnen und Maturanden nutzen gezielt die verschiedenen Möglichkeiten zur Kommunikation und Kollaboration
- Maturandinnen und Maturanden berücksichtigen bei der Kommunikation und Kollaboration Aspekte der Datensicherheit und Vertrauenswürdigkeit von Informationen

### *Informationsgesellschaft*

- Maturandinnen und Maturanden kennen und beachten das Urheberrecht und verschiedene Lizenzierungsmodelle sowohl als Nutzer und als Verfasser von digitalen Inhalten.
- Maturandinnen und Maturanden sind sich der Auswirkungen und Veränderungen der Digitalisierung und Automatisierung auf die Gesellschaft bewusst, sowohl hinsichtlich wirtschaftlicher als auch sozialer Aspekte.

### **3. Schnittstelle Gymnasium / Hochschule**

In den vorherigen Kapiteln haben wir aufgezeigt, dass Informatikkenntnisse für praktisch alle Studiengänge zu einer unverzichtbaren Grösse geworden sind. In diesem Kapitel zeigen wir nun auf, wie diese Anforderungen seitens der Hochschulen in einem Kompetenzkatalog für ein gymnasiales Fach aussehen könnten. Unser Katalog ist weder ein Forderungskatalog an Gymnasien noch ein ins Detail ausgearbeiteter Lehrplan für ein Fach Informatik. Wir möchten ihn in der gegenwärtigen Form als Präzisierung verstanden wissen, wie die Anforderungen der Hochschulen erfüllt werden können. Um unseren Katalog in ein Grundlagenfach Informatik überführen zu können, sind Aussagen zum zeitlichen Umfang eines solchen Fachs entscheidend.

In den folgenden fünf Tabellen fassen wir die Themen zusammen, die in den jeweiligen Kompetenzbereichen beim Eintritt in die Hochschule idealerweise vorliegen sollten. Wir unterscheiden zwischen verstehensorientiertem Wissen und verfahrensorientierten Fertigkeiten.

### 3.1. Kompetenztabelle – Information, Daten und Wissen

Daten, Information und Wissen			
Themen	Subthemen	Verstehensorientiertes Wissen	Verfahrensorientierte Fertigkeiten (Auswahl)
<b>Daten</b>	Grundlagen der Informations- und Kodierungstheorie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachricht, Signale, Information</li> <li>• Zeichen- und Zahlenkodes</li> <li>• Multimediale Information</li> <li>• Kompressionstechniken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichenkodes erkennen</li> <li>• Zahlendarstellungen berechnen</li> <li>• Audio-, Grafik- und Videokodierung erklären</li> <li>• Verlustfreie und verlustbehaftete Kompression gegenüberstellen</li> </ul>
	Datenerfassung und -verwaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dateiformate und -systeme</li> <li>• Datenmodellierung</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Abfragesprachen</li> <li>• Echtzeitdaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dateiformate interpretieren</li> <li>• Dateisystem verwenden</li> <li>• Datensammlung verwalten</li> <li>• Datenbank zugreifen</li> <li>• Echtzeitdaten nutzen</li> </ul>
	Datenaustausch und -präsentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Austauschformate</li> <li>• Metasprache und Markup-Sprachen</li> <li>• Dokumentbeschreibung im World Wide Web</li> <li>• Trennung von Inhalt und Layout</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portable Austauschformate nutzen</li> <li>• Auszeichnungssprache mit Hilfe einer Metasprache entwerfen</li> <li>• Web- und Wikiinhalte erstellen, validieren und beurteilen</li> </ul>
	Backup und Archivierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Backup-Mechanismen</li> <li>• Archivformate</li> <li>• Langzeitarchivierung</li> <li>• Digitales Vergessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenbackup praktizieren</li> <li>• Speichermedien und -dienste adäquat verwenden</li> </ul>
<b>Information</b>	Informationsbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax, Semantik, Pragmatik</li> <li>• Formale Beschreibungen</li> <li>• Einsatz von Logik in Abfragen</li> <li>• Ontologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Sachverhalt semantisch beschreiben können</li> <li>• Abfragen an einer semantischen Datenbank vornehmen</li> </ul>
	Informationsgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsrecherchen</li> <li>• Data Mining</li> <li>• Datenanalyse und Visualisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suchmaschinen gezielt einsetzen</li> <li>• Datensätze analysieren und semantisch sinnvoll darstellen</li> <li>• Einfache Klassifikations- und Clusteranalysen durchführen</li> </ul>
<b>Wissen</b>	Intelligente Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensrepräsentation</li> <li>• Maschinelles Lernen</li> <li>• Spracherkennung/-verarbeitung</li> <li>• Unsicherheit und Unschärfe</li> <li>• Autonome Systeme / Robotik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen einordnen und strukturieren</li> <li>• Zyklus Daten, Information und Wissen verstehen</li> <li>• Turing-Test beschreiben</li> <li>• Regelbasiertes System anwenden</li> </ul>

### 3.2. Kompetenztabelle – Systeme, Vernetzung und Sicherheit

Systeme, Vernetzung und Sicherheit			
Themen	Subthemen	Verstehensorientiertes Wissen	Verfahrensorientierte Fertigkeiten
<b>Systeme</b>	Grundlagen digitaler Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog- und Digitaltechnik</li> <li>• Diskretisierung, Umwandlung Analog/Digital</li> <li>• Boolesche Logik</li> <li>• Speichern von digitalen Daten</li> <li>• Masseinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grössenordnungen (Speicher, Rechenleistung etc.) abschätzen</li> <li>• Dateiformate konvertieren</li> <li>• Logische Ausdrücke und Schaltungen in Beziehung setzen</li> </ul>
	Aufbau eines Informatiksystems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell eines Computers</li> <li>• Komponenten eines Computers</li> <li>• Peripheriegeräte und deren Schnittstellen</li> <li>• Verteilte Systeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Informatiksysteme spezifizieren</li> <li>• Computer in Netzwerk einbinden</li> <li>• Serverdienste konfigurieren</li> <li>• Funktionalität, Eignung und Zuverlässigkeit von Informatiklösungen beurteilen</li> </ul>
	Systemsoftware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebssystemaufgaben</li> <li>• Kommandointerpreter und Skriptsprachen</li> <li>• Dateisysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebssystem situationsgerecht konfigurieren</li> <li>• Betriebssystemfunktionen nutzen</li> </ul>
<b>Vernetzung</b>	Protokolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzwerktechnologien und Kommunikation in Netzwerken</li> <li>• Schichtenmodell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protokolle zur Kommunikation in einem Client-Server-Netzwerk analysieren</li> <li>• Fehlerquellen in einem Netzwerk eingrenzen und erkennen</li> </ul>
	Lokale und globale Netze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten und Topologien von Netzwerken</li> <li>• Internet-Architektur und -Dienste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Netzwerkumgebung planen und umsetzen</li> <li>• Hosting für Website, Datenablage etc. bei einem Provider einrichten und konfigurieren</li> </ul>
<b>Sicherheit</b>	Verschlüsselung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe sicherer Kommunikation</li> <li>• Verschlüsselungsverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeignete Verschlüsselungsmethode zur Datenspeicherung und –übertragung verwenden</li> <li>• Stärken und Schwächen von Verschlüsselungsverfahren beurteilen</li> </ul>
	Authentifizierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passwörter</li> <li>• Zertifikate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisch Zugangsdaten und Rechteverwaltung festlegen</li> </ul>
	Schädliche Programme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedrohungsszenarien</li> <li>• Schutzmassnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsschwachstellen erkennen</li> <li>• Persönliche Schutzmassnahmen treffen</li> </ul>

### 3.3. Kompetenztabelle – Automaten, Algorithmen und Programme

Automaten, Algorithmen und Programmierung			
Themen	Subthemen	Verstehensorientiertes Wissen	Verfahrensorientierte Fertigkeiten (Auswahl)
Automaten	Formale Sprachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alphabet, Zeichenketten</li> <li>Grammatik, Produktionsregeln</li> <li>Backus-Naur Form</li> <li>Syntaxdiagramm</li> <li>Zerlegungsbaum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grammatik interpretieren</li> <li>Syntaxanalyse durchführen</li> <li>Zerlegungsbaum erstellen</li> <li>Syntaxbeschreibung entwickeln</li> </ul>
	Grammatiktypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reguläre Grammatik</li> <li>Kontextfreie Grammatik</li> <li>Reguläre Ausdrücke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grammatiktypen unterscheiden</li> <li>Suchmuster formulieren</li> <li>Regulären Ausdruck anwenden</li> </ul>
	Automatenmodelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zustand, Eingabe- und Ausgabe</li> <li>Endlicher Automat</li> <li>Kellerautomat</li> <li>Äquivalenz Sprache – Automat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automaten des Alltags modellieren</li> <li>Reguläre Ausdrücke und endliche Automaten in Beziehung setzen</li> <li>Anwendung für einen Kellerautomat erarbeiten</li> </ul>
Algorithmen	Algorithmen-beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flussdiagramm</li> <li>Pseudocode</li> <li>Unterscheidung Sequentialität und Parallelismus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flussdiagramm interpretieren</li> <li>Problemlösung als Pseudocode beschreiben</li> <li>Petrinetze analysieren</li> </ul>
	Lösungsstrategien und Algorithmen-beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iteration und Rekursion</li> <li>Divide-and-conquer</li> <li>Backtracking</li> <li>Klassische Algorithmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekursion und Iteration kennen und vergleichen</li> <li>Lösungsstrategien anwenden</li> <li>Algorithmen klassifizieren</li> </ul>
	Datenstrukturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstrakter Datentyp</li> <li>Felder</li> <li>Mengen und Listen</li> <li>Bäume und Graphen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstrakte Beschreibung und Implementierung einordnen</li> <li>Ausgewählte Datenstrukturen erarbeiten und anwenden</li> </ul>
	Algorithmenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kosten von Operationen</li> <li>Wachstum von Funktionen</li> <li>Asymptotische Analyse</li> <li>Grenzen der Berechenbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithmen beurteilen</li> <li>Einfache und schwierige Probleme unterscheiden</li> <li>Programmlaufzeiten vorhersagen</li> </ul>
Programmierung	Programmiersprachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datentypen und Deklarationen</li> <li>Ausdrücke und Zuweisungen</li> <li>Sequentielle Ablaufsteuerung</li> <li>Unterprogramme, Parameter</li> <li>Module, Klassen, Objekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithmus in Programm überführen</li> <li>Fallunterscheidungen und Schleifen formulieren und prüfen</li> <li>Parameterkonzept anwenden</li> <li>Programmvarianten vergleichen</li> </ul>
	Programmier-techniken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozedurorientierung</li> <li>Objektorientierung</li> <li>Ereignisorientierung</li> <li>Visuelles Programmieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmierkonzepte prüfen</li> <li>Asynchrone Ereignisse verarbeiten</li> <li>Mit visuellen Elementen programmieren</li> </ul>
	Programmier-werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinelle Übersetzung</li> <li>Programmtest, Fehlersuche</li> <li>Programmdokumentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmierungsumgebung nutzen</li> <li>Programme testen und debuggen</li> <li>Programmbeschreibung erstellen</li> </ul>

### 3.4. Kompetenztabelle – Visualisierung, Modellierung und Simulation

Visualisierung, Modellierung und Simulation			
Themen	Subthemen	Verstehensorientiertes Wissen	Verfahrensorientierte Fertigkeiten (Auswahl)
<b>Visualisierung</b>	Visualisierungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierungsprozess als Mapping vom Datenraum zum Darstellungsraum</li> <li>• Quantitative vs. qualitative Daten</li> <li>• Tabellenstrukturen (Pivot)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Daten mit Diagrammen kodieren</li> <li>• Daten aggregieren</li> <li>• Tabellen umstrukturieren und transponieren</li> </ul>
	Visualisierungsdesign	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien des Aufbaus und der Wahrnehmung grafischer Darstellungen</li> <li>• Daten Filterung</li> <li>• Überführung mehrdimensionaler Daten in die Ebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adäquate visuelle Attribute für eine Visualisierung auswählen</li> <li>• Methoden für die Visualisierung mehrdimensionaler Daten einsetzen</li> </ul>
<b>Modellierung</b>	Modellbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Systemen und Prozessen</li> <li>• Computerbasierte Modelle</li> <li>• Modelle als Grundlage für Simulationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit numerischen Methoden Prozesse modellieren</li> <li>• Mit unterschiedlichen Modell-Parametern experimentieren</li> <li>• Anwendungsbereiche computerbasierter Modelle unterscheiden</li> </ul>
	Modellumsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Implementation von Modellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle und deren Implementierung beurteilen</li> <li>• Modelle implementieren</li> </ul>
<b>Simulation</b>	Durchführung und Interpretation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbereiche von Simulationen</li> <li>• Grenzen von Modellen für Simulationen</li> <li>• Phasen der Modellbildung und Simulation</li> <li>• Bedeutung der Reproduzierbarkeit von Simulationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestehende Simulation ergänzen</li> <li>• Was-wäre-wenn Szenarios durchspielen</li> <li>• Hypothesen auf der Basis von Simulationen formulieren</li> <li>• Ergebnisdaten interpretieren und präsentieren</li> <li>• Numerische Simulationsergebnisse visualisieren</li> </ul>

### 3.5. Kompetenztabelle – Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft

Interaktion, Kollaboration und Informationsgesellschaft			
Themen	Subthemen	Verstehensorientiertes Wissen	Verfahrensorientierte Fertigkeiten
<b>Interaktion</b>	Mensch-Maschine-Interaktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensmodelle</li> <li>• Interaktionsparadigmen</li> <li>• Geräteschnittstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse analysieren und Weg vom Problem zur Lösung schrittweise planen</li> <li>• Design-Prinzipien kennen und berücksichtigen</li> </ul>
	Softwareergonomie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialoggestaltung</li> <li>• Benutzerfreundlichkeit / Tests</li> <li>• Barrierefreiheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Usability-Prinzipien kennen</li> <li>• Benutzerfreundlichkeit beim Einsatz von Informatiksystemen berücksichtigen</li> </ul>
<b>Kollaboration</b>	Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Social Media</li> <li>• Cloud-Dienste und Crowd Sourcing</li> <li>• Kollaborationsplattformen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Möglichkeiten zur Kommunikation und Kooperation verstehen und nutzen</li> <li>• Risiken der digitalen Kollaboration abschätzen</li> <li>• Datenhaltung in verteilten Systemen kritisch vergleichen</li> </ul>
	Authentizität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertrauenswürdigkeit von Informationen</li> <li>• Zertifikate, digitale Signaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Überprüfung von Daten und Identitäten verstehen und anwenden</li> </ul>
<b>Informationsgesellschaft</b>	Rechtsfragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urheberrecht</li> <li>• Datenschutz</li> <li>• Datensicherheit</li> <li>• Lizenzmodelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urheberrechte einschätzen und respektieren</li> <li>• Sensibilität von Daten abschätzen</li> <li>• Massnahmen zum Schutz und der Sicherheit von Daten planen und umsetzen</li> </ul>
	Wirtschaftliche Fragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher Wert von Daten</li> <li>• Digitale Geschäftsmodelle</li> <li>• Ökologische Aspekte digitaler Produkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen der Digitalisierung und Automatisierung reflektieren</li> <li>• Abhängigkeiten von Herstellern und Produkten einschätzen</li> </ul>
	Soziale Fragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionen des Digital Divide</li> <li>• Globalisierung der Informationsgesellschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT-Entwicklungen kritisch hinterfragen</li> <li>• Zu Chancen der Digitalisierung Stellung beziehen</li> </ul>