

**Universität Potsdam – Institut für Informatik**

S: Didaktische Grundlagen der Informatik

Dozent: Prof.-Dr. Andreas Schwill

WS 2002/03

**Peter J. Dennings**  
**„Computing the Profession“**

**Kritisch betrachtet**

**Katharina Strohmeier**

Jägerallee 36

14469 Potsdam

**Tel.** 0331 6012780

**E-Mail:** strohmchen@arcor.de

**Studienfächer:** Geschichte / Informatik

**Fachsemester:** 5

**Matrikel Nr.:** 705746

## Inhalt:

Einleitung	3
1. Ausgangslage	5
1.1 Der Bedarf	5
1.2 Die historische Entwicklung	8
1.2.1 Die experimentelle Informatik	8
1.2.2 Computational Science	9
1.2.3 Software Engineering	10
1.3 Der Ist-Zustand und seine Probleme	11
2. Theoretisches Modell eines Berufsstandes von Computerfachleuten	12
2.1 Ein allgemeines Modell mit Beispielen	12
2.1.1 Die Medizin	13
2.1.2 Das Gesetz	13
2.1.3 Bibliotheken	14
2.2 Übertragung des Modells auf die Informatik	15
2.2.1 Dauerhafte Interessen	15
2.2.2 Übergreifende Institutionen	16
2.2.3 Verhaltensstandards	17
2.2.4 Kompetenzzertifizierung	18
3. Kompetenzen und Kriterien, die Berufsanfängern künftig vermittelt werden sollten	19
3.1 Praktiken	19
3.2 Applikationen	20
3.3 Innovation	21
3.4 Grenzbereiche	22
3.5 Ein renoviertes akademisches Modell	23
4. Zusammenfassung: Die Informatik richtet sich neu aus	24
4.1 Zwiespälte lösen sich auf	24
4.2 Fazit	25
Literatur	27

## Einleitung

Es erscheint fast wie eine rhetorische Frage, wenn man Studierende der Informatik darauf anspricht, ob sie während ihres Studiums je das Gefühl hatten, dass sie das, was sie an der Universität lernen, nie im Berufsleben gebrauchen würden. Allgemein verbreitet ist der Eindruck, an den Universitäten würde am Bedarf vorbei gearbeitet und ausgebildet. Informatiker scheinen eher ihren eigenen Interessen nachzugehen als nach denen potenzieller Kunden zu fragen. Traditionell befassen sie sich eher mit theoretischen Entwürfen und Modellen als mit praktischen Anwendungen.

Umgekehrt beklagen sowohl Anwender als auch Arbeitgeber in der Industrie die mangelhafte Unterstützung, die ihnen im Umgang mit Computern von Seiten der Universitäten entgegengebracht wird. Studenten prangern an, dass sie an den Instituten für Informatik keine praxisnahe Ausbildung erhalten und dass sie umgekehrt die Dinge, die sie lernen, später im Berufsleben nur bedingt anwenden können. Die akademische Informatik, so scheint es, hat sich weit entfernt vom tatsächlichen Bedarf.

Die akademische Arbeitsweise entbehrt jedoch nicht einer gewissen Logik. Ihrem Anspruch und ihren Wurzeln nach ist die Informatik eine wissenschaftliche Disziplin. Ihre Wurzeln liegen in Mathematik, Maschinenbau und Ingenieurwesen sowie den Naturwissenschaften. Als in den 40er Jahren Menschen dieser Fachrichtungen zusammen kamen, um die ersten elektronischen Rechner zu bauen, gingen viele davon aus, dass die neu entstandene Disziplin „Computer Science“ nur eine Modeerscheinung sei, die irgendwann in einer der drei Ursprungsdisziplinen aufgehen würde<sup>1</sup>.

Dies ist jedoch nicht geschehen. Und damit stellt sich die Frage, ob die Forschung in Zukunft stärker mit dem Anwendungsbereich kooperieren und sich an ihm ausrichten sollte, um dem steigenden Bedarf an problemorientierten Lösungen begegnen zu können. Zudem muss die akademische Ausbildung einer eingehenden Prüfung auf Zweckmäßigkeit unterzogen werden. Dieser Aufgabe hat sich im Jahr 2000 der amerikanische Informatiker Peter J. Denning gewidmet. In seinem Aufsatz „Computing the Profession“ spürt er dem historisch gewachsenen Berufsverständnis der akademischen Informatik nach und entwirft ein Modell für die Reformierung der Forschung und Ausbildung in diesem Bereich. Zwei grundlegende Fragen bestimmen seinen Ansatz:

---

<sup>1</sup> Vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 29.

1. Wie muss sich das Berufsverständnis von Informatikern verändern, um ihnen eine effizientere und problemorientiertere Arbeitsweise zu ermöglichen und ihnen eine leitende Funktion innerhalb des Berufsstandes der Computerfachleute zu sichern?
2. Wie sollte künftig die Ausbildung von Informatikern gestaltet werden, um sie auf diese Arbeitsweise vorzubereiten? Sollte sich die Ausbildung eher am Bedarf der Wirtschaft orientieren oder traditionell wissenschaftlich aufgebaut bleiben?

Dazu fordert er übergreifende Berufsorganisationen für Computerfachleute, vergleichbar z.B. der Juristenkammer oder Lehrerverbänden, sowie eine einheitlich geregelte Ausbildung.

Aus deutscher Sicht betrachtet erscheint es jedoch fraglich, inwieweit sich sein Konzept auf die hiesigen Verhältnisse übertragen lässt. Um diese Frage zu beantworten, wird Dennings Aufsatz hier einer kritischen Analyse unterzogen. Seine Forderungen bezüglich Ausbildung, Arbeit und Verbänden werden verglichen mit der Situation in Deutschland. In manchen Punkten erscheint die deutsche Informatik weiter in Dennings Sinne entwickelt zu sein als die amerikanische.

Leider ist Dennings Aufsatz nur mäßig durchsichtig strukturiert. Viele Aussagen werden getroffen, ohne dass auf den ersten Blick klar ersichtlich ist, welchem Zweck sie an dieser Stelle dienen. Ich habe daher zunächst versucht, den Aufsatz zu strukturieren. Ich beginne mit der Ausgangslage, von der Denning ausgeht. Dies umfasst den Bedarf, der von außen, das heißt von Seiten der Wirtschaft, an die Informatik herangetragen wird. Um seine Forderung nach Praxisnähe zu untermauern, geht Denning auf drei Teilbereiche der Informatik ein, die von diesem Prinzip wesentlich profitiert haben. Diese Bereiche werde ich als zweites darstellen. Zuletzt wird das Selbstverständnis dargestellt, das die akademische Informatik bis heute erreicht hat, zusammen mit den Problemen, die sich daraus ergeben.

Des Weiteren entwirft Denning ein theoretisches Modell dessen, was einen Berufsstand seiner Meinung nach auszeichnet. Diesen Ansatz werde ich im zweiten Kapitel erläutern und ihn anschließend auf die Informatik übertragen. Zuletzt postuliert Denning eine Reihe von Kompetenzen und Kriterien, die einen reformierten Berufsstand von Informatikern prägen und daher in der Ausbildung vermittelt werden sollten. Diesen widme ich das dritte Kapitel.

Im vierten und letzten Kapitel werde ich seine Aussagen zusammenfassen und seine Schlussfolgerung aus diesen Überlegungen erläutern. Gleichzeitig werde ich überprüfen, ob dieses Konzept auch für deutsche Verhältnisse sinnvoll erscheint.

## 1. Ausgangslage

### 1.1 Der Bedarf

Dennings Aufsatz geht davon aus, dass das Innenleben des Computers für die meisten Nutzer ein Mysterium ist<sup>2</sup>. Es zu ergründen haben sie weder Grund noch Anlass, denn die Maschine zum Laufen zu bringen, ist Aufgabe von Computerspezialisten. Daher postuliert Denning, dass Anwender von den akademischen Einrichtungen erwarten, Computerspezialisten so auszubilden und zu trainieren, dass diese sowohl mit der sich rapide verändernden Technologie Schritt halten als auch sie durch eigene gezielte Forschung vorantreiben können.

Studenten fordern Ähnliches von den Fakultäten. Sie erwarten von ihrer Ausbildung nicht nur einen verständlichen und aktuellen Überblick über diverse Technologien und die raschen Veränderungen, die sich darin ergeben, sondern auch Unterstützung bei der Formulierung und Beantwortung wichtiger Fragen sowie Training in effektiven und professionellen Praktiken.

Gleichzeitig macht Denning auf eine weitere Frage aufmerksam, die in diesem Zusammenhang äußerst interessant ist: Trotz des enormen Bedarfs an funktionstüchtigen Applikationen und der regelmäßig wiederholten Klage von Seiten der Wirtschaft, es gäbe zu wenig Computerfachleute, scheinen sich die wenigsten Informatiker auf dem Markt behaupten zu können<sup>3</sup>. Zahlreiche Computer-Unternehmen melden in den ersten drei Jahren ihres Bestehens Konkurs an. Welche Hintergründe könnte dies haben?

Zur Beantwortung der Frage zieht Denning Geoffrey Moore heran, der das Phänomen 1991 zu erklären versuchte<sup>4</sup>. Er entwirft ein allgemeines Modell, das sich auf viele Bereiche des Lebens anwenden ließe, insbesondere aber auf die Computerbranche zutrifft. Es teilt die Menschen in fünf Gruppen:

- die Erfinder
- die ersten Anwender
- die frühe Mehrheit, von Denning als „Pragmatiker“ bezeichnet
- die späte Mehrheit, bei Denning die „Konservativen“
- die Zauderer

---

<sup>2</sup> Vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 27.

<sup>3</sup> Vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 28.

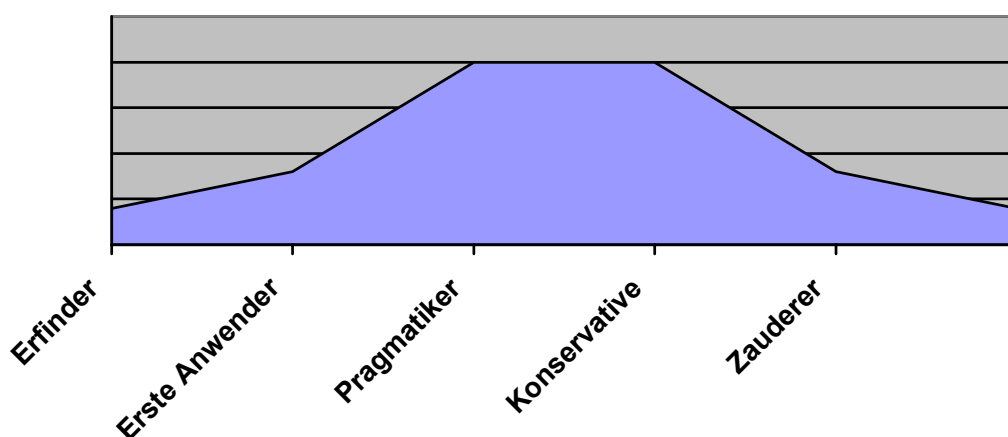
<sup>4</sup> Vgl. Moore, Geoffrey A., Crossing the Chasm. Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, Revised Edition, New York 1999, S. 9-25.

Erfinder sind die Ersten, die neue Ideen aufgreifen und „[they] often make a technology purchase simply for the pleasure of exploring the new device’s properties.“<sup>5</sup> Erste Anwender lassen sich ebenfalls recht schnell von neuen Technologien überzeugen. Sie sind allerdings nicht technologiebesessen wie die Erfinder, sondern „they are people who find it easy to imagine, understand, and appreciate the benefits of a new technology.“<sup>6</sup>

Die frühe Mehrheit oder Pragmatiker sorgen sich um Funktionsfähigkeit, Stabilität und Verlässlichkeit eines Produktes. Bevor sie in neue Technologien investieren, beobachten sie, ob diese sich am Markt etablieren oder sich als rasch vergängliche Mode erweisen. Pragmatiker nutzen zwar gern neue Technologien, wollen aber nicht mit Systemzusammenbrüchen kämpfen oder auf Einzelanbieter angewiesen sein. Sie wählen gern zwischen mehreren Angeboten aus. Die späte Mehrheit, von Denning als Konservative bezeichnet, teilt viele Sorgen der frühen Mehrheit. Sie kaufen Technologien jedoch erst, wenn diese sich zu bewährten Standards entwickelt haben. Die beiden Gruppen bilden zusammen etwa zwei Drittel jedes Marktes.

Zauderer fürchten technologischen Fortschritt. „The only time they ever buy a technological product is when it is buried so deep inside another product – the way, say, that a microprocessor is designed into the braking system of a new car – that they don’t even know it is there.“<sup>7</sup>

In der Liste nach unten gehend, braucht jede folgende Gruppe länger, um eine neue Technologie zu verstehen und sich von ihrem Nutzen überzeugen zu lassen. Moore entwirft einen sogenannten „Technology Adaption Life Cycle“, der die Größenverhältnisse der Gruppen veranschaulicht. Die Gruppen sind zahlenmäßig etwa so angeordnet, dass sie sich im Verhältnis zueinander folgendermaßen graphisch darstellen lassen:



<sup>5</sup> Moore, Geoffrey A., Crossing the Chasm. Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, Revised Edition, New York 1999, S. 12.

<sup>6</sup> Ebd.

<sup>7</sup> Moore, Geoffrey A., Crossing the Chasm. Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, Revised Edition, New York 1999, S. 13.

Unternehmensneugründungen gehen häufig auf Erfinder und erste Anwender zurück. Der erste Erfolg stellt sich ein, wenn es den Gründern gelingt, ihre Technologie an Gleichgesinnte zu verkaufen. Kritisch wird es, wenn sie Pragmatiker von der Qualität ihres Produktes überzeugen müssen. An dieser Herausforderung scheitern viele Firmen.

Überträgt man dieses Modell auf die Computerbranche, stellt man fest, dass die Erfinder und Erstanwender häufig akademisch ausgebildete Informatiker sind. Anwender sind dagegen meistens Pragmatiker, die sich nicht mit fehlerhaften oder instabilen Systemen herumschlagen wollen<sup>8</sup>. Gelingt es nicht, Pragmatiker von einer Technologie zu überzeugen, ist dies meistens auf unvereinbare Interessen sowie mangelhafte Kommunikation zurückzuführen. Für Informatiker ist es zuweilen nur schwer nachvollziehbar, warum eine Technologie, die sie gerade entwickelt haben, von Pragmatikern nicht mit der gleichen Begeisterung aufgenommen wird, die sie selbst für die Neuentwicklung hegen. Zudem gelingt es ihnen häufig nicht, ihre Technologie Pragmatikern gegenüber so darzustellen, dass sie für diese interessant und lohnend erscheint. Zwischen Informatikern und ihrer „Kundschaft“ klafft also ein kommunikativer und weltanschaulicher Graben. Zum Nachteil für die Wissenschaftler werden Computer jedoch in Zukunft vor allem die Welt der Anwender beherrschen und nicht ihre eigene, so dass die Weiterentwicklung kommunikativer Fertigkeiten künftig eine Grundvoraussetzung für Erfolg innerhalb der Branche sein wird.

Meist sind es die Anwender, die mit ihren Problemen die Hilfe und Unterstützung der Informatik suchen. Damit liefern sie der Informatik eine wichtige, wenn auch oft in ihrer Bedeutung verkannte Quelle für Innovationen. Doch die Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und Nichtwissenschaftlern krankt am gegenseitigen Verständnis, wie der japanische Wissenschaftsjournalist Takashi Tachibana festgestellt hat. Er wies 1998 darauf hin, dass das Verständnis und das Interesse, das Nichtwissenschaftler für wissenschaftliche Errungenschaften aufbringen, im vergangenen Jahrhundert derart besorgniserregend abgenommen habe, dass zu befürchten sei, dass die Quelle, die den technologischen Fortschritt nährt, austrocknet<sup>9</sup>. Informatiker müssten demnach dringend lernen, effektiv mit der Öffentlichkeit zu kommunizieren, damit sich die Forschung nicht vom Bedarf der Nutzer entfernt.

---

<sup>8</sup> Vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 28f.

<sup>9</sup> Vgl. Tachibana, Takashi, Closing the Knowledge Gap Between Scientist and Nonscientist, in: Science, Nr. 281, Washington D.C. 1998, S. 778f.

## *1.2 Die historische Entwicklung*

Die Quintessenz aus Dennings Aufsatz ist, dass die akademische Ausbildung und Forschung im Fach Informatik anwendungsbezogener werden muss. Zu Anfang des Essays schildert Denning die historische Entwicklung dreier Teilbereiche der Informatik, die seiner Meinung nach durch Verstärkung ihres Anwendungsbezuges innerhalb der Disziplin an Gewicht gewonnen haben. Dies sind

1. Die experimentelle Informatik
2. Computational Science
3. Software Engineering

Denning nennt nicht explizit den Grund, warum er diese historische Darstellung in den Aufsatz aufgenommen hat. Zwischen den Zeilen lässt sich allerdings herauslesen, dass er sie benutzt, um die akademische Informatik zu ermuntern, den Graben zwischen theoretischer Forschung und praktischer Anwendung in ihrer Arbeit zu überwinden. Ich möchte seine Aussagen daher kurz zusammenfassen.

### *1.2.1 Die experimentelle Informatik*

Experimentelle Methoden sind in der Informatik zwar weit verbreitet<sup>10</sup>. Besonders die Systemtechniken und die Computational Science, von der später noch die Rede sein wird, profitieren von ihnen. Gleichwohl genießt Programmierung in der Wissenschaftswelt kein besonders hohes Ansehen. Die Theoretiker unter den wissenschaftlich arbeitenden Informatikern betrachten sie als mathematische Übung, die nur dazu dient zu garantieren, dass ein Algorithmus tut, wofür er entworfen wurde. Beispiele von experimentellen Arbeiten, die zu nützlichen und langlebigen Theorien führten, sind daher selten. Der umgekehrte Weg ist üblicher.

Verfechter der experimentellen Methode stehen in der akademischen Computerwelt einsam auf weiter Flur. Die wenigsten von ihnen können sich auf übliche akademische Weise Anerkennung unter Kollegen erarbeiten. Stärkstes Kriterium für wissenschaftliche Anerkennung ist die Zahl der Publikationen pro Jahr. Wer sich allerdings mit der Generierung von Systemen befasst, dem bleibt nicht viel Zeit für solche theoretischen Arbeiten.

Andererseits können formale Methoden nur eine geringe Menge von nutzbaren Softwaresystemen in annehmbarer Zeit erzeugen. Zudem legt die Wirtschaft weniger Wert auf Publikationen. Sie verlässt sich lieber auf fertige Systeme, die ihr experimentell arbeitende Informatiker

---

<sup>10</sup> Zu den folgenden drei Abschnitten vgl. Denning, Peter J., *Computing the Profession*, in: Greening, Tony (Hrsg.), *Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century*, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 30f.



liefern können. Eine Informatik, die sich an den Bedürfnissen der Industrie ausrichtet, sollte daher experimentelle Methoden stärker berücksichtigen.

### *1.2.2 Computational Science*

Unter Computational Science versteht man Informatikanwendungen in den Naturwissenschaften. Computational Science bildet quasi die dritte Säule der modernen Naturwissenschaft. Traditionell besteht naturwissenschaftliches Arbeiten aus drei Schritten:

1. Erstellung einer Hypothese.
2. Daten sammeln, die diese Hypothese entweder bestätigen oder widerlegen.
3. Die Daten auswerten.

Hypothesen werden meist als mathematische Modelle formuliert. Diese können anschließend benutzt werden, um interessante Werte zu berechnen. Es gibt drei Möglichkeiten, mit diesen Daten wissenschaftlich umzugehen:

1. Theoretiker konzentrieren sich darauf, Theorien und passende mathematische Modelle von realen Prozessen zu formulieren.
2. Experimentell arbeitende Wissenschaftler bauen Instrumente und nutzen diese, um weitere Daten für spätere Analysen zu erhalten
3. Computation wird immer mehr zum dritten Angang: Ein Modell des Prozesses wird erstellt und ausgemessen, ohne dass dafür ein hochspezialisiertes Instrument gebaut und in eine komplizierte Umwelt integriert werden muss.

Bis zur Mitte der 80er Jahre hatte die Wissenschaftswelt weitgehend akzeptiert, dass Computing sich zur dritten Säule wissenschaftlichen Arbeitens entwickeln würde. Große Erfolge beim Einsatz von Computern in Aeronautik, Astronomie, Kosmologie, Erdbebenvorhersage und vielen weiteren Disziplinen führten dazu, dass die Anstrengungen, Supercomputer mit millionenfacher Rechengeschwindigkeit zu entwickeln, vor allem in den USA massiv vorangetrieben wurden. Die meisten Informatiker waren an all dem allerdings nicht beteiligt. Fast alle Informatiker betrachteten die Disziplin als Anwendung, die auf die Entwicklung der Informatik an sich wenig Einfluss haben würde. Umgekehrt stellten zahlreiche Informatiker, die mit Wissenschaftlern anderer Disziplinen in entsprechenden Projekten zusammenarbeiteten, fest, dass sie von diesen nicht als gleichwertige Wissenschaftler, sondern als Programmierer betrachtet wurden. All dies führte dazu, dass der Computational Science in den späten 80er Jahren von Seiten der Informatik derartige Gleichgültigkeit entgegen gebracht wurde, dass ihre wichtigen Vertreter forderten, sich vollständig aus der Informatik herauszulösen.

Glücklicherweise ist dies nicht geschehen. Es wurden keine eigenen Fachbereiche für Computational Science eingerichtet. Vielmehr ist es gelungen, die Kooperation zwischen Informatikern und Wissenschaftlern anderer Disziplinen so weit voranzutreiben, dass Computational Science heute ein akzeptierter und respektierter Teilbereich der Informatik ist. Viele Universitätsfakultäten und Forschungsinstitute unterhalten heute fruchtbare Kooperationen mit Wissenschaftseinrichtungen aller Couleur.

### *1.2.3 Software Engineering*

Bis Anfang der 60er Jahre hatten sich die Ingenieure, die Computer für Wirtschaftsanwendungen bauten, und Mathematiker verschiedener Fachrichtungen, die sich zu wissenschaftlichen Programmierern weiterentwickelt hatten, zusammengeschlossen und die neue Disziplin der Informatik geschaffen. Von Anfang an war dies keine perfekte Ehe. Die ehemaligen Mathematiker fanden Anerkennung in der Forschungsgemeinschaft und vernachlässigten die Programmierung. Die Pragmatiker unter den Informatikern, die ehemaligen professionellen Programmierer, jedoch konnten wenig aus den Ergebnissen der Informatik herausziehen, das ihnen geholfen hätte, praktische, verlässliche und einfach zu benutzende Software zu bauen. Als Konsequenz dieses praktischen Bedarfs bildeten sich in den späten 60er Jahren die Software-Ingenieure heraus.

Mitte der 90er Jahre gerieten diese in einen Zwiespalt. Sollte man in Zukunft weiter mit den traditionellen Methoden der Informatik arbeiten oder sich mehr mit Anwendungen, Engineering und Design befassen? Das Problem nahm derartige Ausmaße an, dass einige Softwaretechniker die Einrichtung einer separaten Disziplin befürworteten.

Das Problem ist immer noch nicht aus der Welt geschafft. Momentan erscheint das Feld noch nicht weit genug verselbstständigt, um neben der Informatik einen eigenen Weg zu beschreiten.

### *1.3 Der Ist-Zustand und seine Probleme*

Das gemeinsame Problem der meisten traditionellen Informatiker ist, dass sie mit ihren auf wissenschaftliche Grundlagenforschung ausgerichteten Interessen nicht die Interessen der Nutzer berühren. Gelegentlich wird diese Tendenz, bei dem Althergebrachten zu bleiben anstatt die Forschung auf die Bedürfnisse des Marktes auszurichten, als Sturheit oder Stolz interpretiert. Dies sind denn auch die wichtigsten Eigenschaften, die Informatikern nachgesagt werden, neben Unabhängigkeit, Erfindungsgeist und visionärem Denken. Der Stolz ist es, der dazu führt, dass die Informatik in den letzten Jahren zunehmend kritisiert wird für ihr insulares Denken und dafür, dass sie Anwendungen ablehnend gegenüber steht<sup>11</sup>.

Da sie in der akademischen Informatik wenig praktische Hilfe finden, wenden sich Anwender zunehmend an außerakademische Computerspezialisten. Den traditionellen Informatikern entgleitet dadurch die Kontrolle darüber, in welche Richtung sich die Technologie entwickelt. Als Antwort auf die anwendungsorientierten Anliegen der Industrie haben sich manche Zweige der Informatik in den letzten Jahren so weit fortentwickelt, dass sie heute danach streben, sich von der herkömmlichen Informatik zu trennen und eigene Disziplinen mit eigenen Ausbildungsgängen zu gründen. Andere streben danach, in die Informatik aufgenommen zu werden. Daraus ergibt sich für die traditionelle Informatik das Dilemma, wie sie mit diesen Bestrebungen umgehen sollte. Im Grunde gibt es zwei Möglichkeiten. Ich nenne sie das konservative und das Führungskonzept.

1. Das konservative Konzept: Die Abkömmlinge der Informatik sollten sich nicht von dieser trennen, umgekehrt auch die neuen Disziplinen sich nicht eingliedern. Der Nachteil dieses Konzeptes besteht darin, dass die akademische Informatik mit diesem Standpunkt leicht auf eine Seitenschiene innerhalb der Computerbranche geraten und in der Bedeutungslosigkeit versinken könnte.
2. Das Führungs-Konzept: Die traditionelle Informatik sollte die Leitung der Branche übernehmen. Der Nachteil: Um zu diesem Schritt in der Lage zu sein, müssten traditionelle Informatiker zunächst die Kluft zwischen ihren eigenen Interessen und denen der Computernutzer, die ihr Expertenwissen suchen, überwinden. Dies würde bedeuten, dass sich ihr eigener Berufsstand radikal verändern müsste. Es müsste quasi ein neues akademisches Selbstverständnis entstehen.

---

<sup>11</sup> Vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 28.

## **2. Theoretisches Modell eines Berufsstandes von Computerfachleuten**

Die wesentliche Frage, mit der sich die akademische Informatik auseinander setzen muss, ist also, wie sie sich eine eigene Identität innerhalb des Berufsstandes der Computerfachleute erschaffen und sich an den Bedarf anpassen kann, der als Forderung an sie gestellt wird. Dazu muss zunächst über zwei Probleme Klarheit hergestellt werden:

1. Wie sieht der Berufsstand der Computerfachleute momentan aus?
2. Wie muss er sich verändern, um die Millionen von Computernutzern angemessen zu unterstützen, die sich auf seine Leistungen verlassen? Welchen Beitrag muss die akademische Welt dazu leisten?

Die Antwort auf diese Fragen hilft, weitere drängende Fragen zu beantworten, wie z.B.:

- Worauf sollten Studenten vorbereitet werden?
- Auf welche Fragen und Interessen müssen Studenten künftig eingehen?
- Woran muss in den Laboren geforscht werden?

Viele Informatiker verstehen Informatik heute als die Wissenschaft, die die Phänomene erforscht, die Computer umgeben. Zu diesen Phänomenen gehören das Design von Computern und Prozessen, Informationsrepräsentation, theoretische und praktische Probleme in Hardware und Software, Effizienz und Maschinenintelligenz. Als Berufsgruppe der Computerfachleute verstehen sie die Gruppe, die ihren Lebensunterhalt dadurch verdient, dass sie mit Informationstechnologien arbeitet. Diese Definition ist jedoch etwas eng und dadurch irreführend. Sie konstruiert eine Trennlinie zwischen Forschung und Anwendung, die die Informatik innerhalb der Computerwelt ins Abseits treibt. Will die Informatik ein gewichtiger Teil des Berufsstandes der Computerfachleute bleiben, muss sich dieser Blick verändern.

### ***2.1 Ein allgemeines Modell mit Beispielen***

Um zu verstehen, wo die Probleme der akademischen Informatik liegen und wie sie sich verändern muss, um ihren Klienten angemessen dienen zu können, legt Denning zunächst eine theoretische Bestandsaufnahme dessen zugrunde, was einen Berufsstand ausmacht. Seine Darstellung werde ich im Folgenden erläutern. Denning nennt keine Quelle für seine Überlegungen. Ich gehe daher davon aus, dass er sie aus eigener Erfahrung niedergeschrieben hat<sup>12</sup>. Ein Berufsstand hat als Grundlage eine dauerhafte Domäne von menschlichen Interessen und Zusammenbrüchen. Dabei sind Zusammenbrüche Ereignisse, die den erwarteten Fluss von Aktionen oder Arbeit unterbrechen. Als Beispiele wären zu nennen: Ein Mensch oder ein Sys-

---

<sup>12</sup> Zur folgenden Darstellung vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 34f.

tem kann unerwartet nicht das leisten oder die Ergebnisse liefern, die von ihm erwartet werden oder es treten unerwartet neue Herausforderungen oder Möglichkeiten auf. Dauerhaft bedeutet, dass die Zusammenbrüche oder Interessen langanhaltend oder permanent sind. Sie sind unausweichlich und treten wiederholt auf. Der Berufsstand ist schließlich eine Menge von Menschen, Institutionen und Praktiken, die sich der wiederkehrenden Zusammenbrüche und Interessen in der Domäne annehmen.

Klienten erwarten von den Angehörigen des Berufsstandes, dass sie ethisch, verantwortlich und kompetent handeln können. Daher braucht ein Berufsstand Institutionen, die „Verhaltensstandards“ definieren und durchsetzen und Kompetenzen trainieren und zertifizieren.

Anhand von drei Beispiele erläutert Denning, wie sich dieser theoretische Befund praktisch auf einen Berufsstand übertragen lässt:

1. Die Medizin, die alle Menschen betrifft
2. Das Gesetz, dass die meisten Menschen betrifft
3. Bibliotheken, die viele Menschen betreffen

### *2.1.1 Die Medizin*

Die Gesundheit ist ein permanentes Interesse aller Menschen. Gesundheitliche Zusammenbrüche geschehen aufgrund von Krankheit, Unfall oder Alterung. Mediziner und deren Assistenten kümmern sich um die gesundheitlichen Interessen ihrer Patienten. Die übergreifenden Einrichtungen der Medizin sind Krankenhäuser, Versicherungen, staatliche Gesundheitsprogramme, Ärzteverbände und die medizinischen Fakultäten der Universitäten. Ärzte müssen eine Lizenz erwerben, um ihren Beruf ausüben zu dürfen. Gleichzeitig können sie Zusatzqualifikationen erwerben, die ihren Handlungsbereich erweitern. Ärzte, die berufliche Standards verletzen, erhalten Verweise oder es wird ihnen die Approbation entzogen.

### *2.1.2 Das Gesetz*

Das Gesetz betrifft die meisten Menschen permanent, da die meisten Menschen in Gesellschaften mit Regierung, Verfassung und Gesetz leben. Daher müssen sich die meisten Menschen bemühen, bei Vereinbarungen und Aktionen, die sie tätigen, das Gesetz nicht zu verletzen. Auch in diesem Bereich sind Zusammenbrüche unausweichlich, denn Menschen brechen Gesetze, absichtlich oder unabsichtlich, und viele Geschäftspraktiken werden mit Verträgen geregelt. Es gibt zwei kooperierende Berufsgruppen, die Menschen dabei unterstützen, mit dem Gesetz zurechtzukommen:

- die Juristen (Richter, Rechtsanwälte)
- die Berufsgruppe, die das Recht durchsetzt (Polizei und ähnliche Berufe)

Die übergreifenden Einrichtungen dieser Berufsgruppen sind Polizeischulen, die juristischen Fakultäten der Universitäten, Legislaturen, Gerichte, Bundesjuristenverbände und Bundespolizeiverbände. Sowohl Juristen als auch Polizisten durchwandern eine Ausbildung und müssen Examen bestehen, bevor sie ihren Beruf ausüben dürfen. Verletzen sie professionelle Standards, kann Juristen die Zulassung entzogen und Polizisten suspendiert werden.

### *2.1.3 Bibliotheken*

Bibliotheken bewahren überliefertes menschliches Wissen, um es nachfolgenden Generationen weiterzugeben. Mit dieser Zielsetzung sind sie eine wichtige Einrichtung für viele Menschen. Fortschritte z.B. in Technologie, Gesetz, Handel, Politik und Literatur sind abhängig von der Zugänglichkeit des Wissens unserer Vorfahren. Der Berufsstand der Bibliothekswissenschaftler hilft den Menschen, diesen Interessen zu dienen, indem sie Dokumente bewahren, katalogisieren, organisieren und öffentlich zugänglich machen. Die übergreifenden Einrichtungen dieser Berufsgruppe sind Bibliotheken, bibliothekswissenschaftliche Fakultäten an Universitäten und Fachhochschulen sowie bundesweite Bibliothekarverbände. Bibliothekare müssen bestimmte Fachkenntnisse nachweisen, um ihren Beruf ausüben zu dürfen und können bei Fehlverhalten von ihren Berufsverbänden einen Verweis erhalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Berufsstand durch vier wesentliche Charakterzüge beschrieben werden kann. Dies sind

- dauerhafte Interessen und Zusammenbrüche, die einen Bedarf erzeugen
- Verhaltensstandards
- übergreifende Organisationen, die diese definieren und durchsetzen
- eine (mehr oder weniger) einheitlich geregelte Ausbildung

## ***2.2 Übertragung des Modells auf die Informatik***

Wie nun übertragen sich diese Charakteristika auf die Informatik?

### *2.2.1 Dauerhafte Interessen*

Das erste Kriterium ist Dennings Meinung nach erfüllt<sup>13</sup>. In unserer Welt werden Unmengen von Informationen über Netzwerke und Maschinen übermittelt. Die Übertragung erfolgt mittels Telefonen, Faxgeräten und Internet. All diese Technologien verkürzen Distanzen und Zeitspannen, über die Menschen erfolgreich Aktionen koordinieren können. Computation wird heute in allen Bereichen des Lebens eingesetzt. Computer werden eingesetzt in Finanzpraktiken, Ingenieurwesen, Design, Wissenschaft, Technologie und Privathaushalten.

Dies führt zwangsläufig zu Zusammenbrüchen und immer neuen Interessen. Zu diesen gehören Fehlfunktionen bei Computern, Softwarebugs sowie die Herausforderung, funktionsfähige Software zu entwickeln und zu installieren. Computerspezialisten bedienen diese Interessen und beheben die Zusammenbrüche. Dauerhafte Interessen sind also gegeben.

Die eben aufgezählten Zusammenbrüche implizieren ein viel weiteres Tätigkeitsfeld für Computerspezialisten als die oben erwähnte Formulierung „Phänomene, die Computer umgeben“. Tatsächlich umfasst die Liste der Interessen, die Computer umgeben, unter anderem:

- Design und Analyse von Hardware und Software, um neue Funktionen oder alte Funktionen auf neue Weise auszuführen,
- Design, Installation, Konfiguration und Wartung verlässlicher Computersysteme zu Hause und in Arbeitsorganisationen,
- Standards für Kommunikation und Informationsaustausch,
- Geheimhaltung und Integrität von Konversationen, Files und Dokumenten in Computernetzwerken,
- Zusammenarbeit mit Kunden, um Computersysteme zu entwerfen, die die Arbeit des Kunden unterstützen und optimieren,
- die Interessen und Geschichte der Menschen, die sich innerhalb und außerhalb des Berufsstandes mit Computern und Netzwerken befassen.

Nach diesen Überlegungen muss das Tätigkeitsfeld von Informatikern neu definiert werden. Gegenstand der Forschungsarbeiten sollten nicht die Phänomene sein, die Computer umgeben, sondern umgekehrt: Die Computer umgeben die Phänomene. Die Formulierung „Phä-

---

<sup>13</sup> Zur folgenden Darstellung vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 35f.

nomene, die Computer umgeben“ entpuppt sich sogar als kontraproduktiv für viele Informatiker. Es entfernt sie von den realen Nöten und Interessen der Menschen, die sie eigentlich bei ihrer Arbeit mit Computern unterstützen sollten.

Was die Forschungsarbeit betrifft, so könnte man fragen, ob nicht die Lösung der Probleme von Klienten inkompatibel ist mit der Notwendigkeit, an der Basis zu forschen. Dies verdreht jedoch die wissenschaftliche Wirklichkeit. Die Frage nimmt an, dass Kundenprobleme kurzfristig sind und Forschung langfristig. Tatsächlich sollte sich die Forschung an Problemen orientieren, die Kunden betreffen und keine abstrakten Ziele verfolgen, die einzelne Forscher interessieren, für die breite Öffentlichkeit jedoch keinen praktischen Wert haben.

### *2.2.2 Übergreifende Institutionen*

Übergreifende Berufsorganisationen existieren sowohl in den Vereinigten Staaten als auch in Deutschland. In den USA sind dies die Association for Computing and Machinery (ACM) und das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). In Deutschland erfüllt die Gesellschaft für Informatik (GI) ähnliche Aufgaben wie diese beiden Institutionen.

Die GI wurde 1969 in Bonn mit dem Ziel gegründet, die Informatik zu fördern. Sie verfolgt ausschließlich gemeinnützige Zwecke. Diese werden erreicht durch:

- Unterstützung der fachlichen und beruflichen Arbeit von Informatikern,
- Herausgabe und Förderung von Fachpublikationen,
- Mitwirkung im Vorfeld politischer Planung und Gesetzgebung zur Forschungs-, Bildungs- und Technologiepolitik,
- Abgabe von öffentlichen Empfehlungen und Stellungnahmen zur Informatik,
- Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und Ausrichtung von Informatik-Wettbewerben,
- Förderung von in der Informatik tätigen Frauen mit dem Ziel ihrer faktischen Gleichstellung,
- Bereitstellung fachlicher Kommunikationsforen durch Veranstaltung von Arbeitstreffen, Fachtagungen, Kongressen und Ausstellungen,
- Mitwirkung im Bereich von Normen, Standards und Validierungen,
- Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Vereinigungen.

Die Mitglieder der GI kommen aus allen Bereichen der Wissenschaft, der Informatikindustrie, der Anwendungen, der Lehre und der Ausbildung. Derzeit hat die GI ca. 24.000 Mitglieder<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Vgl. [www.gi-ev.de](http://www.gi-ev.de)



### 2.2.3 Verhaltensstandards

Was die Durchsetzung von Verhaltensstandards betrifft, so fällt Denning für die Vereinigten Staaten ein vernichtendes Urteil. Das IEEE und die ACM hätten Verhaltensstandards, würden diese aber nicht durchsetzen, schreibt er<sup>15</sup>. Inwieweit diese Einschätzung zutrifft, kann ich nicht beurteilen.

In Deutschland ist die Situation eine etwas andere. Die GI hat wie die ACM und das IEEE einen umfangreichen Katalog von Verhaltensstandards für ihre Mitglieder entwickelt. Diese möchte ich zunächst im Einzelnen darstellen<sup>16</sup>.

Grundlegend für die ethischen Leitlinien der GI ist die Erkenntnis, dass die Arbeit von Informatikerinnen und Informatikern „in Wechselwirkung [steht] mit unterschiedlichen Lebensformen und -normen, deren besondere Art und Vielfalt sie berücksichtigen sollen und auch wollen.“ Großes Verantwortungsbewusstsein spricht aus den Leitlinien. In der Präambel der Gesellschaft ist zu lesen: „Die Gesellschaft für Informatik (GI) will mit diesen Leitlinien bewirken, daß berufsethische Konflikte Gegenstand gemeinsamen Nachdenkens und Handelns werden. Ihr Interesse ist es, ihre Mitglieder, die sich mit verantwortungsvollem Verhalten exponiert haben, zu unterstützen. Vor allem will sie den Diskurs über ethische Fragen in der Informatik mit der Öffentlichkeit aufnehmen und Aufklärung leisten.“

Die Gesellschaft stellt keine Verbote auf, vielmehr versucht sie, ihre Mitglieder zur Arbeit an der eigenen Persönlichkeit zu ermuntern. Entsprechende Forderungen werden gestellt. Im Einzelnen:

#### „Art. 1 Fachkompetenz

Vom Mitglied wird erwartet, daß es seine Fachkompetenz nach dem Stand von Wissenschaft und Technik ständig verbessert.

#### Art. 2 Sachkompetenz

Vom Mitglied wird erwartet, daß es sich über die Fachkompetenz hinaus in die seinen Aufgabenbereich betreffenden Anwendungen von Informatiksystemen soweit einarbeitet, daß es die Zusammenhänge versteht. Dazu bedarf es der Bereitschaft, die Anliegen und Interessen der verschiedenen Betroffenen zu verstehen und zu berücksichtigen.

#### Art. 3 Juristische Kompetenz

---

<sup>15</sup> Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 36.

<sup>16</sup> Zum folgenden Abschnitt vgl. [www.gi-ev.de](http://www.gi-ev.de), Ethische Leitlinien der Gesellschaft für Informatik.

Vom Mitglied wird erwartet, daß es die einschlägigen rechtlichen Regelungen kennt, einhält und an ihrer Fortschreibung mitwirkt.

#### Art. 4 Kommunikative Kompetenz und Urteilsfähigkeit

Vom Mitglied wird erwartet, daß es seine Gesprächs- und Urteilsfähigkeit entwickelt, um als Informatikerin oder Informatiker an Gestaltungsprozessen und interdisziplinären Diskussionen im Sinne kollektiver Ethik mitwirken zu können.“

Die Leitlinien sind bewusst sehr allgemein formuliert. In der Präambel wird ausdrücklich darauf hingewiesen: „Der offene Charakter dieser Forderungen wird mit dem Begriff Leitlinien unterstrichen.“ Dennoch bieten sie der Gesellschaft eine solide Handlungsgrundlage. Im Sinne der GI unethisches Verhalten kann mit dem Ausschluss aus der Gesellschaft geahndet werden. Ein akademisch arbeitender Informatiker, der einen solcher Ausschluss in Kauf nimmt, begeht im Prinzip „beruflichen Selbstmord“.

#### *2.2.4 Kompetenzzertifizierung*

Denning vertritt die Auffassung, dass die Informatikausbildung in den Vereinigten Staaten derzeit nicht einheitlich geregelt ist. Ein Personalchef, der unter diesen Voraussetzungen Bewerber X mit Zertifikat Y einstellt, kann nicht sicher sein, dass dieser Fertigkeit Z tadellos beherrscht. Da aber heute viele Studierende einen Universitätsgrad als Eintrittskarte in einen guten Job betrachten, ist es zwingend erforderlich, dass Universitäten einheitliche Ausbildungsstandards erfüllen.

Dieses Problem besteht in Deutschland in abgeschwächter Form. Die Inhalte der Diplomstudiengänge unterscheiden sich von Universität zu Universität zum Teil erheblich. Die Grundinhalte des Studiums sind meiner Einschätzung nach jedoch überall gleich.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass das Fach bis heute eine derartige Bandbreite erreicht hat, dass kaum eine Universität mehr finanziell in der Lage ist, sämtliche Sparten und Facetten zu bedienen. Spezialisierung ist gerade in der Informatik zunehmend erforderlich. Daher erscheint es aus meiner Sicht wenig wünschenswert, wenn alle Studenten die Universität mit den gleichen Kompetenzen verlassen. Bei der Breite der Inhalte würde dies nämlich bedeuten, dass sie alles nur ansatzweise, aber nichts vollständig beherrschen.

Gleiche Inhalte im Grundstudium und Spezialisierung im Hauptstudium ist daher das Lehrmodell, das mir zur Erfüllung des steigenden Bedarfs an IT-Fachleuten am geeignetsten erscheint. Und dieses Modell wird in Deutschland bereits seit Jahren angewandt.

### **3. Kompetenzen und Kriterien, die Berufsanfängern künftig vermittelt werden sollten**

Eine weitgehende Einheitlichkeit der Inhalte ist in der deutschen Informatikausbildung also gegeben. Ziel dieser Ausbildung sollte jedoch sein, der akademischen Forschung die leitende Stellung im Innovationsprozess der Branche zu sichern. Um dies zu erreichen, müssen auch die Inhalte an sich kritisch geprüft werden. Sind sie zweckmäßig? Dienen sie dem Bedarf?

Für die USA verneint Denning dies. Er fordert Ausbildungsinhalte, die stärker an der Praxis ausgerichtet sind als die bisherigen. Dabei sollte das angestrebte Ziel nicht darin bestehen, die bisherigen Inhalte und Werte vollständig aufzugeben und durch neue zu ersetzen. Viel sinnvoller sei es, sie zu ergänzen durch Inhalte, die bisher keine oder zu geringe Beachtung im akademischen Leben erfahren haben. Dies sind insbesondere:

- Praktiken
- Applikationen
- Innovationen
- Grenzbereiche<sup>17</sup>

Ich würde mich dieser Einschätzung auch für die Situation in Deutschland anschließen und möchte Dennings Einschätzung daher erläutern.

#### ***3.1 Praktiken***

Praktiken sind verinnerlichte Gewohnheiten, Routinen, Prozesse und Fertigkeiten, die von Individuen und Gruppen zumeist aus Erfahrung und ohne großes Nachdenken ausgeführt werden. Sie ermöglichen Menschen, Dinge schnell auszuführen und fertig zu stellen. Praktiken werden erlernt, indem man mit Menschen zusammenarbeitet, die sie bereits beherrschen. Sie können nicht erlernt werden, indem man theoretisches Wissen praktisch umsetzt. Man kann ja auch nicht erwarten, dass man auf Profiniveau Golf spielen kann, nachdem man ein Buch über die Physik des Schlägerschwungs gelesen hat.

Praktiken manifestieren sich in Gemeinschaften nicht nur durch gemeinsame Gewohnheiten, Routinen und Prozesse, sondern auch durch einen gemeinsamen „gesunden Menschenverstand“. Dieser vermittelt den Mitgliedern der Gemeinschaft, was tolerierbar ist und was nicht, was ohne Beweis wahr ist, was passt oder nicht passt etc.

Jeder Berufsstand hat Praktiken. Einen Berufsstand zu beschreiben, ohne seine Praktiken zu erwähnen, ist nicht möglich. Dafür gibt es drei Gründe:

---

<sup>17</sup> Zum folgenden Abschnitt vgl. Denning, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46, hier: S. 36f.

1. Die Fähigkeit, Praktiken korrekt und ohne Aufsicht auszuführen, ist ein wichtiges Kriterium für die Kompetenz einer Person. Viele Berufsgruppen setzen Kompetenzstandards und unterhalten Institutionen, die Kompetenzen auf unterschiedlichem Level zertifizieren. Dies ist eine Form öffentlicher Demonstration von Kompetenz.
2. Ethisches Benehmen ist ebenfalls eine Praktik. Anhand der Beachtung ethischer Praktiken beweist eine Person, dass sie in der Lage ist, die Standards von richtig und falsch, Rechtschaffenheit und Ehrlichkeit einer Gemeinschaft einzuhalten.
3. Innovationen sind ein wichtiges Thema jedes Berufsstandes, insbesondere jedoch der Informationstechnologie. Innovationen sind Veränderungen von Praktiken, die den Mitgliedern einer Gemeinschaft ermöglichen, in irgendeiner Form produktiver zu handeln. Eine Idee ist keine Innovation, bis sie ausgeführt wird.

An den Universitäten wird angeregt darüber debattiert, ob Praktiken in der Ausbildung von Informatikern größeres Gewicht zukommen sollte. Studenten und die Wirtschaft fordern eine Bescheinigung definitiver Fähigkeiten. Diese Forderungen stehen jedoch im Widerspruch mit der traditionellen Aufgabenstellung der Universitäten. Diese sehen sich nicht als Trainingszentrum, sondern als Vermittler wissenschaftlicher Methoden, die in erster Linie auf Theorie setzen.

### ***3.2 Applikationen***

In den meisten Berufsständen wird das Wort „Applikation“ benutzt, um Theorie von Praxis zu unterscheiden. Praxis ist in diesem Fall keine Form von Wissen, sondern die Anwendung von Theorie. In der Informatik bezeichnet der Begriff Programme, die eine theoretisch entworfene Funktion automatisch für die Nutzer ausführt. Applikationen setzen also die Ergebnisse von Theorien aus den Anwendungsbereichen der Nutzer praktisch um.

Informatiker gebrauchen den Begriff oft in einem wesentlich engeren Rahmen, mit einem negativen Beigeschmack. Mit dem Begriff „Applikationen“ trennen sie kurzfristige und vorübergehende Interessen der Praktiker von Forschungsfragen mit dauernder Signifikanz. Applikationen erscheinen in diesem Licht als das Gegenteil von Forschung. Zeit, die man mit Applikationsentwürfen verbringt, ist Zeit, die nicht auf Forschung angewendet wurde.

Die Wirtschaft, auf der anderen Seite, betrachtet Applikationen als verkäufliche Ergebnisse des Forschungsmarktes. Sie erwarten, dass Informatiker mit ihnen bei der Entwicklung von Applikationen zusammenarbeiten, da sie andernfalls Forschung nicht verkaufen können. Computerspezialisten müssen also noch lernen, Grundlagenforschung und Anwendung in

angemessener Weise zu verbinden. Beide Aspekte dienen dem Berufsstand auf ihre Weise und ihre Interaktion stärkt ihn erheblich.

### ***3.3 Innovation***

Ich hatte bereits erwähnt, dass Innovationen neue Praktiken bezeichnen, die es Menschen in einem bestimmten Tätigkeitsfeld ermöglichen, produktiver zu arbeiten. Es gibt mindestens vier Innovationsprozesse, in denen die Forschung wichtige Aufgaben übernehmen muss:

1. Schaffung neuer Ideen
  2. Schaffung neuer Praktiken
  3. Schaffung neuer Produkte
  4. Schaffung neuer Unternehmen
- 
1. Starke neue Ideen geben der öffentlichen Diskussion eine neue Richtung. Dieser wiederum verändert die Handlungsweisen derer, die die Diskussion führen. Aufgabe der Forschung ist in diesem Zusammenhang die Formulierung und Validierung dieser neuen Ideen. Originalität und Neuartigkeit spielen dabei eine wesentliche Rolle. Die wissenschaftliche Gemeinschaft bildet den Garanten für diese Kriterien, mit dem Mittel der Veröffentlichung und Rezension.
  2. Ein Lehrer oder Ausbilder instruiert seine Schüler in neuen Praktiken, die gerade diskutiert werden. Forschung in diesem Bereich setzt sich daraus zusammen, die Prinzipien aus der Diskussion herauszufiltern, abzuschleifen und zu integrieren, die für diese Praktiken relevant sind. Verstehen ist die wesentliche Kompetenz, die dabei erzielt wird.
  3. Neue Werkzeuge bilden die Basis für neue Praktiken. Die erfolgreichsten sind diejenigen, die es Menschen ermöglichen, ihre eigenen Innovationen in ihren jeweils spezifischen Umwelten zu produzieren. Die Forschung besteht aus der Auswertung und dem Testen von alternativen Möglichkeiten, ein Werkzeug zu bauen oder seine Funktion zu definieren. Ökonomischer Vorteil ist das Ziel dieses Schrittes.
  4. Erfolgreiche Firmen verbessern ihre Geschäftstätigkeit fortwährend. Aufgabe der Forschung ist in diesem Fall, neue Märkte zu testen, Kunden zuzuhören, ungewöhnliche Projekte zu pflegen, Meinungen zu erforschen, die das konventionelle Wissen herausfordern. Nicht zuletzt entwickelt die Forschung in diesem Bereich auch neue Darstellungen der Rollen und Identitäten, die Menschen in der Welt spielen. Marktidentität, Marktposition und die Erforschung von Randpraktiken sind das Ziel dieser Arbeiten.

Die traditionelle Informatik misst den ersten dreien dieser Prozesse den größten Wert zu. In Zukunft müssen sie jedoch gleichwertig behandelt werden.

### ***3.4 Grenzbereiche***

Die Informatik ist entstanden an der Grenze zwischen Elektrotechnik, Naturwissenschaft und Mathematik. In ihrer Anfangszeit bestanden ihre Hauptaufgaben aus Numerischer Analyse, Schaltungstheorie, Logischem Design und Rechenmodellen. Als Anwendungen betrachtete man damals Betriebssysteme, Compiler, Datenbanken, Netzwerke und Hardwareprozessoren. Informatiker, die an der Grenze ihrer Disziplin mit Programmierern dieser Anwendungen zusammenarbeiteten, entdeckten wichtige Prinzipien. Mit Hilfe dieser Entdeckungen gelang es, die vorgenannten Anwendungen den Kernaufgaben der Informatik hinzuzufügen.

Eine ganze Reihe von heutigen Randbereichen hat ebenfalls das Potenzial, radikale Innovationen zu liefern und die Disziplin entscheidend zu erweitern:

- Bioinformatik, z.B. organische Geräte, Nanogeräte, Quantengeräte
- Internet Computing mit Hunderttausenden von Rechnern
- Neurowissenschaften, kognitive Wissenschaften, Psychologie und Gehirnmodelle

Diese Bereiche könnten neue Standardpraktiken und Kernprinzipien für das Computing der nächsten zehn bis zwanzig Jahre definieren.

An den Disziplinengrenzen manifestieren sich Unternehmergeist und Dynamik einer Berufsgruppe. Man rufe sich noch einmal ins Gedächtnis, dass Berufsgruppen sich um wiederkehrende Zusammenbrüche kümmern. Ein großer Zusammenbruch ruft die Unternehmer auf den Plan und motiviert sie, Lösungen zu suchen. Diese finden sich meist in den anomalen Praktiken, die nicht dem aktuellen „gesunden Menschenverstand“ eines Feldes entsprechen. Aus dem World Wide Web z.B., das ursprünglich nur entwickelt wurde, um wissenschaftliche Ergebnisse innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft einfacher auszutauschen als über FTP, ist inzwischen ein Marktplatz geworden, der Millionen Arbeitsplätze schafft.

Jeder Berufsstand, der die Verbindung zu seinen Grenzbereichen verliert oder ignoriert, verliert den Zugang zu einer lebenswichtigen Innovationsquelle. Da die Grundanliegen der Informatik, Kommunikation, Information und Koordination, fundamentale menschliche Aktivitäten sind, kann die Informatik leicht in viele Felder eingebunden werden und viele Grenzbereiche haben. Ohne die Interaktion mit diversen anderen Personengruppen fehlt der Informatik jegliche Daseinsberechtigung.

### ***3.5 Ein renoviertes akademisches Modell***

In einem neueren akademischen Modell wird besonders auf die Abfrage von Fertigkeiten gesetzt. Dies bedeutet, dass Studierende einen Kurs nur bestehen, wenn sie zeigen können, dass sie das Material theoretisch beherrschen und damit praktisch arbeiten können. Ihre Kompetenzen sollen demnach nach erfolgreichem Abschluss des Studiums u.a. die Arbeit mit Computern, die Entwicklung großer Softwaresysteme, Öffentliches Sprechen, Rhetorik, Diskussion, kritisches Denken, Analyse von Geschichte sowie Teamarbeit und Teamleitung umfassen. Die Vermittlung von Praktiken sollte in sinnvoller Weise mit theoretischen Inhalten verknüpft werden. Die Ausbildung sollte daher, ebenso wie die berufliche Praxis, vier Säulen umfassen:

1. Daten
2. Informationen
3. Wissen
4. Praktiken

Dabei sind

1. Daten: Symbole, die in bestimmten Mustern von Menschen oder Maschinen festgehalten werden.
2. Informationen: Die Wertung, die ein Mensch oder eine Gruppe aus diesen Daten herausziehen. Diese Wertung beantwortet Fragen, enthüllt Verknüpfungen und eröffnet neue Möglichkeiten.
3. Wissen: Ist die Fähigkeit, aus dieser Wertung effektive Handlungsweisen abzuleiten, die umgewandelt werden in
4. Praktiken: Wiederkehrende Handlungsmuster, die effektiv und rasch bestimmte Aufgaben lösen können.

Man stelle sich die Handlungsabläufe beim Essen gehen vor. Daten sind die Symbole auf der Karte. Informationen erhält man, wenn man die Karte versteht. Wissen ist das Essen an sich. Eine Praktik ist die Verdauung, die das Essen in Nährstoffe umwandelt. Heute wird an den Universitäten vor allem das Menü serviert. Die Kurrikula nehmen an, dass sie den Studenten einen Wissenskörper (organisierte Daten über ein Feld, die ihre Betrachter mit Informationen versorgen) vermitteln muss. Das Verdauen allerdings lehren sie die Studierenden nicht.

## **4. Zusammenfassung: Die Informatik richtet sich neu aus**

### ***4.1 Zwiespälte lösen sich auf***

Durch ihre bisherige Arbeits- und Ausbildungsweise hat die Informatik mit einer Reihe von Zwiespälten zu kämpfen, die sich durch die Anwendung von Dennings Modell erübrigen würden. Dies sind vor allem:

1. Informatik vs. X
2. Forschung vs. Anwendung
3. Forscher vs. Praktiker
4. (Theoretische) Ausbildung vs. (praktisches) Training

Bei dem Problem Informatik vs. X kann X alles Mögliche sein, wie z.B. Informationssysteme, Software Engineering, Computer Engineering, Datenbank Engineering, Netzwerk Engineering, System Engineering etc. All diese momentan separaten Disziplinen sollten in Zukunft stärker Hand in Hand arbeiten. Sie haben den gleichen intellektuellen Kern, aber unterschiedliche Praktiken, die in der Ausbildung vermittelt werden sollten.

Wird Forschung als Gegensatz zu Anwendung verstanden, beweist dies eine zu kurze Sichtweise. Forschung darf nicht länger nur als Generator für neue Ideen verstanden werden. Die anderen drei oben genannten Innovationsprozesse müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Da Innovation wie beschrieben von den Grenzbereichen der Disziplin ausgeht, müssen die heutigen kurzfristigen Anwendungen in diesem Bereich mit langfristigen professionellen Praktiken interagieren. Applikationen müssen als Teil des Kontinuums betrachtet werden, das die Forschung innerhalb des Berufsstandes immer wieder antreibt.

Forscher vs. Praktiker darf nicht länger als Gegensatz betrachtet werden. Noch unterscheiden einige Berufsgesellschaften, wie z.B. das IEEE oder das ACM, ihre Mitglieder in Forscher, Praktiker und Anwender. Durch diese Sichtweise verliert die Informatik jedoch an Anwendungsbezug.

Ausbildung ist ebenso wichtig wie Training. Professionelle Praktiken einer Spezialform der Informationstechnologie zu erlernen ist mindestens so wichtig wie den intellektuellen Kern des Computing zu begreifen. Ein gut ausgebildeter Computerspezialist muss beides in einem ausbalancierten Maß beherrschen. Eine gute Möglichkeit, dies umzusetzen, sind Partnerschaften zwischen Universitäten und Unternehmen. Die momentane Einstellung der Universitäten, die Vermittlung von Fertigkeiten abzulehnen, ist für die Informationstechnologie der Zukunft nicht mehr passend.



## 4.2 Fazit

Um die Quintessenz von Dennings Aufsatz zusammenzufassen, ist folgendes zu berücksichtigen: Menschen, die im täglichen Leben mit Computern umgehen, wenden sich auf der Suche nach praktischen Lösungen an Computerspezialisten, die in erster Linie an den Universitäten ausgebildet werden. Sie erwarten, dass diese Computerspezialisten entgegenkommend, kompetent, ethisch korrekt und in der Lage sind, künftige Zusammenbrüche vorherzusehen.

Will die Informatik der führende Kopf des Berufsstandes der Computerspezialisten bleiben, muss die akademische Ausbildung renoviert werden. Die Ausbildung muss sowohl Praktiken als theoretisches Wissen umfassen. Sie muss sowohl Training als auch Allgemeinbildung beinhalten. Um dies zu gewährleisten, schlägt Denning vor, sie nicht in einem einzigen Institut zu konzentrieren, sondern sie aufzuteilen, so dass sie von mehreren Fachbereichen akzentuiert werden kann. Zu diesen sollten unter anderem die traditionelle Informatik, das Software Engineering, die Computational Science und das Computer Ingenieurwesen, sowie verwandte Disziplinen wie Astronomie, Physik, Chemie, Biologie, Wirtschaftswissenschaften, Managementausbildung, Linguistik und Psychologie gehören. Jeder dieser Fachbereiche kann entscheidende Inhalte in die Computerbranche einbringen. Jeder Computerspezialist sollte sich den Grenzen zwischen seinem eigenen Spezialgebiet und denen anderer Berufsgruppen öffnen. Der Berufsstand der Computerfachwelt als Ganzes muss sich seinen Grenzen mit anderen Fachgebieten zuwenden, um einen konstanten Innovationsstrom zu sichern.

Die Konsequenz aus diesen Überlegungen ist recht einfach. Zunächst muss der Berufsstand der Computerfachleute durch seine Forschungsarbeit künftige Zusammenbrüche seiner Klienten voraussehen. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschern und anderen Professionellen von grundlegender Bedeutung. Sie garantiert, dass die Fragen, die erforscht werden, auf reale Probleme bezogen bleiben, sowohl kurz- als auch langfristig. Andernfalls wird die Informatik-Forschung in die Irrelevanz abdriften und öffentliche Unterstützung verlieren. Informatiker und Software-Ingenieure, die im Zentrum des Berufsstandes stehen, müssen sich kommerziellen Anwendungen sowie Wechselbeziehungen mit anderen Bereichen und den Interessen der Kunden zuwenden. Tun sie dies nicht, werden sich die Kunden auf der Suche nach Hilfe anderswohin wenden. Geschieht dies, werden sich die Akademiker vom Rest der Informationstechnikbranche isolieren.

Peter J. Denning schlägt daher als grundlegende akademische Einrichtung für den Berufsstand ein „College of Computing“ vor. Solche Colleges sollten unter ihrem Dach ein breites Spektrum von Spezialgebieten vereinigen, aus denen sich der Berufsstand zusammensetzt. Dies sind die traditionelle Informatik, Informationssysteme, Informationswissenschaft, Software

Engineering, Computer Engineering, Datenbankentwurf, Netzwerk Engineering, Systemengineering, Softwarearchitektur, Menschen-Maschine-Schnittstellen, Computational Science, Computergestützte Statistik und Numerische Modellierung. Das College sollte einen allgemeinen intellektuellen Kern vermitteln und in allen Einzeldisziplinen nicht nur eine theoretische Ausbildung, sondern auch praktisches Training anbieten. Zertifizierungen sollten auf unterschiedlichen Niveaus in allen Einzeldisziplinen angeboten werden. Neben der studentischen Ausbildung sollte es sich um die Weiterbildung praktizierender Spezialisten bemühen. Seine Forschungsanstrengungen sollten die vier Innovationsprozesse in gleichem Maße umfassen.

Ich halte Dennings Überlegungen grundsätzlich für sinnvoll. Die berufsübergreifenden Einrichtungen in Deutschland sind meiner Meinung nach weit genug entwickelt, um qualitativ hochwertige Arbeit innerhalb der Branche zu gewährleisten. Überlegungen zur Zweckmäßigkeit der Ausbildung sollte man sich jedoch auch hierzulande nicht verschließen. Im Gegensatz zu den USA liefern bei uns zwar die Fachhochschulen Spezialisten, die Systementwürfe praktisch umsetzen können. Ein bisschen mehr Anwendungsbezug kann aber auch der akademischen Welt nicht schaden. Akademische Informatiker, die mit praktischen Erfahrungen Arbeit in der Wirtschaft aufnehmen, brauchen wahrscheinlich weniger Zeit, sich in die Bedürfnisse einer Firma einzuarbeiten. Und die Zusammenarbeit mit Praktikern dürfte zusätzlich erleichtert werden, wenn Informatiker die programmiertechnischen Probleme bei der Umsetzung ihrer Systementwürfe besser nachvollziehen könnten.

Die Inhalte, die Denning für eine reformierte Informatik-Ausbildung vorschlägt, scheinen mir einer eingehenderen Prüfung wert, da ich grundsätzlich mit seinem Ansatz übereinstimme. Allerdings denke ich, dass es unnötig ist, für die Informatik eigene Colleges einzurichten. Vielmehr glaube ich, dass es möglich sein muss, seine Ideen im Rahmen der Universität durchzuführen. Denn hier sind die Fachbereiche, die er für die Ergänzung der Ausbildung vorschlägt, bereits vertreten und müssen nicht erst angesiedelt werden.

## **Literatur**

DENNING, Peter J., Computing the Profession, in: Greening, Tony (Hrsg.), Computer Science Education in the 21<sup>st</sup> Century, New York 2000, S. 27-46.

MOORE, Geoffrey A., Crossing the Chasm. Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, Revised Edition, New York 1999.

TACHIBANA, Takashi, Closing the Knowledge Gap Between Scientist and Nonscientist, in: Science, Nr. 281, Washington D.C. 1998, S. 778f.

WEBSITE der Gesellschaft für Informatik: [www.gi-ev.de](http://www.gi-ev.de)