

## Dagstuhl Manifesto

Schloss Dagstuhl is a place where computer science researchers and practitioners meet to discuss research outside the strict format of traditional conferences. Founded in 1990, it has earned an international reputation as an incubator for new ideas. Schloss Dagstuhl hosts over 50 seminars each year which are organized by leading researchers in a field. In this series, they present their results and visions.



SCHLOSS DAGSTUHL  
Leibniz-Zentrum für Informatik

### Information Visualization, Visual Data Mining and Machine Learning

*Daniel A. Keim, Fabrice Rossi,  
Thomas Seidl, Michel Verleysen,  
and Stefan Wrobel*

Information visualization and visual data mining leverage the human visual system to provide insight and understanding of unorganized data. Visualizing data in a way that is appropriate for the user's needs proves essential in a number of situations: getting insights about data before a further more quantitative analysis, presenting data to a user through well-chosen table, graph or other structured representations, relying on the cognitive skills of humans to show them extended information in a compact way, etc.

Machine learning enables computers to automatically discover complex patterns in data and, when examples of such patterns are available, to learn automatically from the examples how to recognize oc-

currences of those patterns in new data. Machine learning has proven itself quite successful in day to day tasks such as SPAM filtering and optical character recognition.

Both research fields share a focus on data and information, and it might seem at first that the main difference between the two fields is the predominance of visual representations of the data in information visualization compared to its relatively low presence in machine learning. However, it should be noted that visual representations are used in a quite systematic way in machine learning, for instance to summarize predictive performances, i. e., whether a given system is performing well in detecting some pattern. This can be traced back to a long tradition of statistical graphics for instance. Dimensionality reduction is also a major topic in machine learning: one aims here at describing as accurately as possible some data with a small number of variables rather than with their original possibly numerous variables. Principal component analysis is the simplest and most well known example of such a method. In the extreme case where one uses only two or three variables, dimensionality reduction is a form of information visualization as the new variables can be used to directly display the original data.

The main difference between both fields is the role of the user in the data exploration and modeling. The ultimate goal of machine learning is somehow to get rid of the user: everything should be completely automated and done by a computer. While the user could still play a role by, e. g., choosing the data description or the type of algorithm to use, his/her influence should be limited

[311 Dagstuhl Manifesto](#)

[313 Sie wissen nicht,  
was sie tun](#)

[315 Wissensbits –  
Wie würden Sie urteilen?](#)

[317 Leserbrief](#)

DOI 10.1007/s00287-012-0634-3

to a strict minimum. In information visualization, a quite opposite point of view is put forward as visual representations are designed to be leveraged by a human to extract knowledge from the data. Patterns are discovered by the user, models are adjusted to the data under user steering, etc.

This major difference in philosophy probably explains why machine learning and information visualization communities have remained relatively disconnected. Both research fields are mature and well structured around major conferences and journals. There is also a strong tradition of Dagstuhl seminars about both topics. Yet, despite some well known success, collaboration has been scarce among researchers coming from the two fields. Some success stories are the use of state-of-the-art results from one field in the other. For instance, Kohonen's Self Organizing Map, a well known dimensionality reduction technique, has been successful partly because of its visualization capabilities, which were inspired by information visualization results. In the opposite direction, information visualization techniques often use classical methods from machine learning, for instance, clustering or multidimensional scaling.

The seminar was organized in this context with the specific goal of bringing together researchers from both communities in order to tighten the loose links between them. To limit the risk of misunderstandings induced by the different backgrounds of researchers from the two communities, the seminar started with introductory talks about both domains. It was then mainly organized as a series of thematic talks with a significant portion of the time dedicated to

questions and discussions. After the first two days of meeting, understanding between both communities reached a sufficient level to organize, in addition to the plenary talks, working group focusing on specific issues.

Several research topics emerged from the initial discussions and lead to the creation of the working groups. The subject that raised probably the largest number of questions and discussions is *Evaluation*. It is not very surprising as differences between the communities about evaluation (or quality assessment) might be considered as the concrete technical manifestation of cultural and philosophical differences between them. Indeed, in machine learning, automatic methods are mostly designed according to the following general principle: Given a quality measure for a possible solution of the problem under study, one devises an algorithm that searches the solution space efficiently for the optimal solution with respect to this measure. For instance, in SPAM filtering a possible quality measure is the classification accuracy of the filter: it has to sort unsolicited bulk messages correctly into the SPAM class and all other emails in the HAM class. In a simple setting, the best filter could be considered as the one with the smallest number of errors. However, counting only the number of errors is usually too naive, and better quality measures have to be used, such as the area under the ROC curve: the Receiver Operating Characteristic curve shows the dependency between the true positive rate (the percentage of unsolicited bulk messages classified as SPAM) and the false positive rate (the percentage of correct emails classified as SPAM).

In information visualization, evaluation cannot rely only on math-

ematical quality measures, as the user is always part of the story. A successful visualization is a solution, with which the user is able to perform better, in a general sense, compared to existing solutions. As in machine learning, a method is therefore evaluated according to some goal and with some quality metric, but the evaluation process and the quality metrics have to take the user into account. For instance, one display can be used to help the user assess the correlation between variables. Then, a quality metric might be the time needed to find a pair of highly correlated variables, or the time needed to decide that there is no such pair. Another metric might be the percentage of accurate decisions about the correlation of some pairs of variables. In general, a visualization system can be evaluated with respect to numerous tasks and according to various metrics. This should be done in a controlled environment and with different users, to limit the influence of interpersonal variations.

Among the discussions between members of the two communities about evaluation, questions were raised about the so-called unsupervised problems in machine learning. These problems, such as clustering or dimensionality reduction, are ill-posed in a machine learning sense: there is no unquestionable quality metric associated to e. g. clustering but rather a large number of such metrics. Some of those metrics lead to very difficult optimization problems (from a computational point of view) that are addressed via approximate heuristic solutions. In the end, machine learning has produced dozens of clustering methods and dimensionality reduction methods, and evaluations with respect to user needs remain an open problem. An

important outcome of the seminar was to reposition this problem in the global picture of collaboration between information visualization and machine learning. For instance, if many quality measures were possible, one way to compare them would be to measure their link to user performances in different tasks. If several methods seem to perform equally well in a machine learning sense, then the user feedback could help to identify the “best” method. It was also noted that many methods that are studied in machine learning and linked to information visualization, in particular dimensionality reduction and embedding techniques, would benefit from more interaction between the communities. At minimum, state-of-the-art methods from machine learning should be known by information visualization researchers and state-of-the-art visualization techniques should be deployed by machine learning researchers.

Another topic discussed thoroughly at the seminar was the visualization of specific types of objects. Relational data were discussed, for instance, as a general model for heterogeneous complex data as stored in a relational database. Graph visualization techniques provide a possible starting point, but it is clear that for large databases, summarization is

needed, which brought back the discussion of the ill defined clustering problem mentioned above. Among complex objects, models obtained by a machine learning algorithms were also considered, in particular as good candidates for interactive visualizations. Decision trees give a good example of such objects: Given a proper visualization of the current tree, of some possible simplified or more complex versions and of the effect of the tree(s) on some dataset, an expert user can adapt the tree to his/her specific goals that are not directly expressible in a quality criterion. The extreme case of visualizing the dynamic evolution of a self learning process was discussed as a prototype of complex objects representation: The system is evolving through time, it learns decision rules, and it evolves using complex (and evolving) decision tables.

Finally, it became clear that a large effort is still needed at the algorithmic and software levels. First, fast machine learning techniques are needed that can be embedded in interactive visualization systems. Second, there is the need for a standard software environment that can be used in both communities. The unavailability of such a system hurts research to some extent, as some active system environments in one field

do not include even basic facilities from the other. One typical example is the R statistical environment with which a large part of machine learning research is conducted and whose interactive visualization capabilities are limited, in particular in comparison to the state-of-the-art static visualization possibilities. One possible solution foreseen at the seminar was the development of some dynamic data sharing standard that can be implemented in several software environments, allowing fast communication between those environments and facilitating software reuse.

Judging by the liveliness of the discussions and the number of joint research projects proposed at the end of the seminar, this meeting between the machine learning and the information visualization communities was more than needed. The flexible format of the Dagstuhl seminars is perfectly adapted to this type of meeting and the only frustration perceivable at the end of the week was that it had indeed reached its end. It was clear that researchers from the two communities were starting to understand each other and were eager to share more thoughts and actually start working on joint projects. This calls for further seminars ...

More information about the Dagstuhl seminar can be found at <http://www.dagstuhl.de/12081>.

## ***Sie wissen nicht, was sie tun***

*Ursula Sury*

### **Mir ist das egal**

Wenn ich Studierende oder Kurs-  
teilnehmende frage, ob sie sich im

Internet als Personen outen, bei Social  
Network Communities mitmachen,  
sich in Blogs äussern, etc. dann stosse  
ich in aller Regel auf breite Zustimmung.  
Bei Rückfragen nach dem

Bewusstsein der Konsequenz reagieren  
die verschiedenen Personen meist mit  
Schulterzucken. Die Tatsache, dass  
Informationen, auf welchem Weg auch  
immer, ins Internet gelangen und dort  
praktisch auf ewig ungelöscht wieder  
auffindbar sind, ist

den betroffenen Personen zu wenig bewusst und/oder es scheint ihnen tatsächlich egal zu sein.

Der Zusammenhang zwischen dem Mitmachen bei verschiedenen Diensten im Internet und dem Preisgeben, ja gerade zu „verkaufen“ von Privatheit ist den Benutzerinnen und Benutzern offensichtlich nicht bewusst oder, und das wird sich erst in Zukunft herausstellen, tatsächlich egal.

## **Informationelle Selbstbestimmung – heute und in Zukunft**

Das Bundesverfassungsgericht von Deutschland hat den Grundsatz der informationellen Selbstbestimmung geprägt. Damit verbunden ist das Selbstverständnis, dass es mein Recht ist zu bestimmen, wer wann und warum welche Informationen über mich selber bearbeiten darf. Wenn ich heute die Einwilligung gegeben habe, dass Daten über mich bearbeitet werden, stellt sich die Frage, für wie lange Zeit diese Einwilligung denn gilt oder gelten muss. Das Problem bei der Bekanntgabe von Daten im Internet ist nämlich, dass wegen der Funktionsart des Mediums, die Daten immer für jedermann online auffindbar sind. Würde es sich um ein anderes Medium handeln, wäre das „ewige“ Auffinden der preisgegebenen Personeninformationen weniger problematisch.

Was vor zehn oder zwanzig Jahren über eine Person in einer Tageszeitung publiziert wurde, ist heute in aller Regel nur noch über das Archiv dieser Zeitung aufgrund individueller Recherche, d. h. also mit einigemmassen grossem Aufwand, auffindbar. Diese Informationen sind nicht mehr öffentlich zugänglich. Informationen, die heute ins Internet gestellt werden, sind aber für alle immer auffindbar, es braucht kei-

ner aufwendigen Recherchearbeiten, die Informationen sind und bleiben öffentlich zugänglich.

## **Recht auf Vergessen**

Die Problematik, dass einmal preisgegebene Informationen immer auffindbar sind, führt dazu, dass die EU bei ihren aktuellen Diskussionen um die Revision des Datenschutzrechtes ein ausdrückliches Recht auf Vergessen und damit verbunden ein Lösungsrecht der betroffenen Personen einführen will. Nimmt man die informationelle Selbstbestimmung beim Wort, so gehört zum Einwilligen in eine Bearbeitung heute durchaus auch die Möglichkeit dies in Zukunft zu verbieten.

## **Richtigkeit**

Ältere Aussagen über eine Person und das Bild, das sich daraus über und zu dieser Person ergibt, ist für das heutige Bild und die heutigen Informationen über die Person möglicherweise auch gar nicht mehr korrekt. Die Einschränkung eines allgemeinen Zugriffs auf vergangene Informationen über Personen kann sich durchaus auch unter dem Aspekt der Richtigkeit aufdrängen. Jeder Datenbearbeiter ist nämlich verpflichtet sicherzustellen, dass die von ihm bearbeiteten Informationen richtig sind.

## **Zustimmung in Allgemeinen Geschäftsbedingungen**

Wer Informationen über sich einem Provider und/oder Dienstanbieter im Internet preisgibt, muss in aller Regel die Bedingungen in entsprechenden Allgemeinen Geschäftsbedingungen akzeptieren. Wenn man diese vergleicht und studiert ist es tatsächlich so, dass die Benutzer grundsätzlich in das Sammeln, Aufbewahren, Weitergeben, etc. ihrer persönlichen Informationen einwilligen. Nicht

ganz klar ist allerdings, ob aus der Formulierung für die Betroffenen tatsächlich geschlossen werden kann und muss, dass eigentliche Profile über sie angelegt und auch an Dritte verkauft werden. Mit diesem Aspekt verbunden ist auch die Diskussion um die Frage, mit welchen Datenbearbeitungen die betroffene Person rechnen muss, selbst wenn sie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen nicht durchgelesen hat, was natürlich in aller Regel der Fall ist. In welchem Umfang ist also der Gesetzgeber gefordert, den Benutzer vor sich selbst zu schützen? Die aktuellen Gesetzgebungen entwickeln sich immer mehr in Richtung eines vermehrten Konsumentenschutzes. Konkret heisst dies, dass die Personen nach Schweizer Recht ausdrücklich darüber informiert werden müssen, wenn über sie Profile angelegt werden. Ist nun dies im Rahmen der Allgemeinen Geschäftsbedingungen, wie wir sie heute vorfinden, erfolgt? Dies wird uns möglicherweise erst ein Richter mit endgültiger Sicherheit sagen können. Damit ein Richter entscheidet, braucht es aber immer einen Konsumenten, der auf eigene Kosten, Gefahr und mit eigenem Zeitaufwand den Klageweg beschreitet.

## **Inhalt und Umfang von Privacy heute und in Zukunft**

Was Inhalt und Umfang von Privatheit, Persönlichkeit und Persönlichkeitsschutz oder eben Privacy genau ist, ist nicht umfassend in der Rechtsordnung definiert. Es ist ein vorrechtlicher Begriff, welcher soziologisch, kulturhistorisch, religiös, etc. geprägt und einem steten Wandel unterworfen ist.

Das aktuell auf den ersten Blick widersprüchliche Verhalten vieler Konsumenten lässt die Frage aufkommen, ob denn die privaten

Informationen zu Unrecht der heute relativ restriktiven (und vor dem Internetzeitalter entstandenen) Datenschutzgesetzgebung überhaupt unterliegen sollen. So stellen die Konsumenten meist selber recht hohe Ansprüche an den Umgang mit personenbezogenen Daten durch den Staat, geben aber ihre persönlichen Informationen leichtfertig (und ohne Bewusstsein?) Privaten weltweit weiter. Oder zählen die Informationen nach wie vor zur Privatheit und zur Persönlichkeit, werden also als sensibel empfunden, die Konsumenten gehen aber von einer gewissen Achtung im Umgang mit diesen Informationen durch die Dienstleister um? Was wird von den Benutzerinnen

und Benutzern als Treu und Glauben, als moralisch und ethisch korrektes Verhalten empfunden?

Diese und weitere Fragen müssen heute und in Zukunft laufend diskutiert und durch den Gesetzgeber abgebildet werden. Die Herausforderung ist dabei immer den freien (Vertrags-)Willen zu achten und gleichzeitig auch den Realitäten der internationalen Geschäftswelt gerecht zu werden.

### Zusammenfassung

Konsumentinnen und Konsumenten geben (scheinbar) freiwillig Personeninformationen verschiedenen Dienstleistern im Internet preis, welche dann auf unbestimmte Zeit

für eine internationale Öffentlichkeit zugänglich bleiben. Es stellt sich die Frage, wie damit umgegangen werden soll und was diese Entwicklungen für den Inhalt und Umfang der Privacy und die notwendigen gesetzlichen Regelungen bedeutet.

*Ursula Sury ist selbständige Rechtsanwältin in Luzern (CH) und leitet die Studienrichtung Management + Law an der Hochschule Luzern – Wirtschaft. Sie ist zudem Dozentin für Informatikrecht an verschiedenen Nachdiplomstudien, welche am Institut für Wirtschaftsinformatik der Hochschule durchgeführt werden. Die Autorin ist hauptsächlich im Bereich Informatikrecht und Datenschutz tätig.*

## Gewissensbits – Wie würden Sie urteilen?



Die Fachgruppe „Informatik und Ethik“ hat hypothetische Fallbeispiele entworfen, die eine Diskussion über Fragen der Verantwortung in der Informatik anstoßen sollen. Dabei geht es nicht um eine juristische Analyse, vielmehr ist das ethische Urteilsvermögen gefragt. Bitte schreiben Sie Ihre Meinung, Feedback und Kommentare in unser Blog: <http://gewissensbits.de/>

### Der Assistent

*Constanze Kurz, Stefan Ullrich*

Felipe hat in seiner Firma nach einer mehrmonatigen Beratung eines Spezialisten für Optimierung der Geschäftsprozesse nun mit allerhand neuen IT-Systemen zu kämpfen. Er und seine Kollegen nutzen seit wenigen Tagen gemeinsame digitale Kalender für den besseren Überblick in die Terminlage. Ihre neuen Smartphones haben speziell konfigurierte Anwendungen, die vieles an Kommunikation zwischen den Kollegen, aber auch mit Kunden selbständig übernehmen.

Anfangs läuft alles noch etwas holprig, aber schon nach ein paar Tagen Übung und mehreren Anpassungen in der Konfiguration stellt sich heraus, dass das in die Arbeitsprozesse integrierte System nutzbringend ist und besonders die

häufig sehr ähnlichen Nachrichten korrekt an die Adressaten sendet. Das spart Zeit und langweilige Arbeiten, die nun automatisiert im Hintergrund ablaufen.

Das System wird von der Firma Golemmata AG geliefert, die bereits seit vielen Jahren solche digitalen Assistenzsysteme herstellt. Mit dem „Life Integration Smart Assistant“ ist der Durchbruch gelungen. Die Software reagiert auf Spracheingaben, synchronisiert automatisch sämtliche Termin- und Adressbucheinträge mit einer zentralen Datenbank und kann sogar geplante Veranstaltungen koordinieren, natürlich mit Hilfe von mehreren anderen Assistenzsystemen, die für die Smartphones von berufstätigen Menschen angeboten werden.

Felipes Freund Marco findet das System auch sehr praktisch, da er sich in seinem Beruf als freischaffender Künstler manchmal nicht gründlich genug um Termine kümmert. Felipes Smartphone haben sie gemeinsam

so konfiguriert, dass es auch automatisch Marcos Kalender füllt, sie verabreden sich sogar mit Hilfe der Software. Marco hat für sein eigenes Telefon ebenfalls die Software von Golemmata gekauft, um den vernetzten Kalender von Felipe einsehen zu können. Beide sind erfreut über die automatischen Botschaften, die versendet werden, wenn Felipe auf dem Heimweg im Stau steht. Sein Smartphone schickt schon bei einer Verspätung von zehn Minuten eine freundliche Warnung an Marco.

In Felipes Firma wird das „Life Integration Smart Assistant“-System, das wegen seiner Sprachausgabe mit der weiblichen Stimme schon bald den zärtlichen Namen „Lisa“ erhält, zur unersetzlichen Stütze. Es hilft bei der Organisation des alltäglichen Arbeitens wie eine vorausschauende Sekretärin: Lisa bucht Reisen und Hotels, plant Reiserouten und ordert dafür die Tickets. Sie koordiniert zudem die beiden Schreibkräfte, die sich Felipe und seine Kollegen teilen: Nach jeweiligem Arbeitsbedarf werden sie automatisch gebucht.

In der neuesten Version kann Lisa auch den Standort genauer einbeziehen, um beispielsweise Reiserouten für die Abrechnung aufzuzeichnen oder bestimmte Zugangsberechtigungen für besonders gesicherte Gebäude bei Bedarf freizuschalten. Sie sagt auch automatisch Termine ab, falls sich der Besitzer des Handys noch zu weit vom Zielort entfernt aufhält, um ihn wahrnehmen zu können. Selbst die Zeiten im betriebseigenen Kindergarten werden mit Hilfe von Lisa koordiniert.

Marco freut sich anfangs mit Felipe über das oft zeitsparende System, das auch Spaß bei der Arbeit bringt durch manchmal lustige

Formulierungen oder, seltener, auch durch Fehler wegen Namens- oder Ortsverwechslungen. Da die Software aber bei weitreichenden Kommunikations- oder Buchungsvorhaben zur Sicherheit an die Nutzer Nachfragen stellt, sind bisher keine groben Fehler passiert.

Doch Marco wird das Gefühl nicht los, dass die Software mit der Zeit die Tendenz von Felipe registriert hat, bei konfliktierenden Terminen oft das Geschäftliche vorzuziehen. Er möchte eben Karriere machen und scheut auch Überstunden nicht. Er fragt eines Tages Felipe beiläufig, ob Lisa auch selbstlernende Komponenten hat. Stolz bejaht Felipe und erklärt, dass diese Lernfähigkeit das System noch nutzbringender gemacht hätte, als es bereits anfangs gewesen war.

Lisa leitet aus den Prioritäten und Zeitabläufen, die von Felipe und den Kollegen gesetzt werden, bestimmte Vorhersagen für anfallende Entscheidungen ab. So muss die Software nicht mehr bei jeder Kleinigkeit nachfragen und arbeitet entlang bereits bekannter und täglich neu hinzukommender Entscheidungsmuster. Marco kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass er bei privaten Verabredungen immer häufiger Lisas freundliche Absagennachrichten im Namen von Felipe erhält. Kino-Abende mit Freunden bestreitet er immer häufiger allein. Marcos entwickelt eine gewisse Abneigung gegen Lisa, mit dem System verbindet er dauernde Absagen und Rückweisungen. Er hat keine Lust mehr auf dieses halbautomatisiert organisierte Leben.

Felipe hingegen kann sich ein Leben ohne Lisa gar nicht mehr vorstellen. Es ist so ungemein praktisch, nicht mehr jede SMS oder E-Mail

selbst schreiben, sich nicht mehr um Reisepläne kümmern zu müssen. Sein Leben ist viel effizienter, er hat kaum noch Zeitverluste bei Organisation und Logistik.

## Fragen

- Wie ist es ethisch zu bewerten, dass Lisa selbständig Entscheidungen trifft?
- Ist es bereits ein Problem, wenn Lisa lediglich „Kleinigkeiten“ selbständig entscheidet?
- Wie sieht es mit der Herstellerfirma Golemmata aus – hat sie ethische Verpflichtungen bei der Programmierung oder Implementierung des Systems? Wie viel Entscheidungsfreiheit darf der Hersteller Lisa geben?
- Würden sich ethische Fragestellungen ergeben, wenn die Daten für das lernende System bei der Firma Golemmata gespeichert würden? Welchen Unterschied machte das?
- Felipe nutzt das System sowohl geschäftlich als auch privat. Macht es einen Unterschied, ob geschäftsinterne Termin nach außen, beispielsweise für Marco, sichtbar werden? Kann das ein ethisches Problem sein?
- Wie ist es zu bewerten, wenn zwischenmenschliche Interaktionen und Kommunikation nach Effizienzkriterien optimiert werden?
- Wie sollte sich Marco verhalten, wenn er das Gefühl hat, von Lisa benachteiligt zu werden?
- Ist Marcos Abneigung dem System gegenüber nicht eher dem Verhalten von Felipe zuzurechnen? Lisa unterstützt doch lediglich die Planungen, sie trifft doch keine größeren Entscheidungen allein.

## Leserbrief

### zu Hans Liebig: „Konrad Zuse, Erfinder des Computers – im Vergleich mit Alan Turing und John v. Neumann“, Informatik-Spektrum, Dezember 2011

Hans Liebig stellt in seinem Beitrag „Konrad Zuse, Erfinder des Computers – im Vergleich mit Alan Turing und John v. Neumann“ (Informatik-Spektrum, Dezember 2011, S. 553–564) einen bemerkenswerten Ansatz vor, um den Erfinder des Computers zu ermitteln. Er kommt dabei zu folgendem Schluss: „Konrad Zuse ist der Erfinder des Computers.“ Liebig hält Formulierungen wie „Konrad Zuse ist der Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in binärer Gleitpunktrechnung arbeitenden Rechenanlage“ (Friedrich Bauer) für „ängstlich“. Für ihn gibt es offenbar nur einen einzigen Erfinder des Computers, nämlich Konrad Zuse.

Diese Sichtweise ist – nicht zuletzt aus geschichtlichen Gründen – schwer nachzuvollziehen. Allgemein wird anerkannt, dass der Computer unabhängig in drei verschiedenen Ländern (USA, England und Deutschland) erfunden wurde. Folglich muss es *mindestens drei Erfinder* geben. Die Antwort auf die Frage, wer den Computer erfunden hat, hängt in hohem Maße von seiner Begriffsbestimmung ab.

Nach vorherrschender angelsächsischer Auffassung zählen nur elektronische Rechenautomaten zu den Computern. Die ersten Zusemaschinen (z. B. Z3 1941) waren allerdings elektromechanische Re-

laisgeräte, fallen damit wie auch der Harvard Mark 1/IBM ASCC (1944) außer Betracht. Röhrenrechner werden als die *erste* Computergeneration bezeichnet. Liebig weist m. E. zu Recht darauf hin, dass die technische Ausgestaltung nicht entscheidend ist. Neben elektromechanischen und elektronischen Rechnern sind z. B. auch biologische Maschinen denkbar. Und Charles Babbage hat schon 100 Jahre vor Zuse einen *mechanischen* Computer (oder bloß einen Vorläufer?) geschaffen, der allerdings nie fertig gestellt wurde (analytische Maschine 1834). Andere wiederum betrachten nur Digitalrechner mit interner Speicherprogrammierung als moderne (universelle) Computer. In diesem Fall haben die Universitäten Manchester und Cambridge die Nase vorn (Manchester Baby 1948 bzw. EDSAC 1949).

Liebig vergleicht Zuse mit Turing und von Neumann. Turing ist zwar Schöpfer der (abstrakten) universellen Turingmaschine (1936) und hat auch einen realen Rechenautomaten ausgearbeitet (erster Entwurf ACE 1945, Fertigstellung Pilot ACE erst 1950). Er hat nicht den ersten britischen Computer gebaut. Dieses Verdienst kommt Thomas Flowers von der britischen Post zu, dessen Ungetüm Colossus Ende 1943 lauffähig war. Colossus war zwar ein Spezialrechner. Aber auch das Kriterium Universal- oder Spezialrechner ist nicht maßgeblich, denn die Abgrenzung ist unscharf. So gibt es Maschinen (z. B. Eniac), die als Spezialmaschine gebaut, aber als Universalgerät genutzt wurden. Ob

von Neumann die Von-Neumann-Architektur erfunden hat, ist seit je umstritten. Er war wesentlich an der Entwicklung des Elektronenrechners EDVAC (Universität Pennsylvania, 1952) und des IAS-Computers (Institute for Advanced Study, Princeton 1952) beteiligt. Diese beiden Geräte waren jedoch nicht die ersten amerikanischen Computer. Zu erwähnen sind etwa der Relaisrechner Complex Number Calculator von George Stibitz (Bell Labs, New York, 1940) und der elektronische Atanasoff-Berry-Computer (ABC) von John Atanasoff (Universität Iowa, 1942). Man müsste Zuse wohl eher mit Flowers bzw. Stibitz/Atanasoff statt mit Turing/von Neumann vergleichen.

Die Amerikaner halten mit Vorliebe den Eniac (Presper Eckert/John Mauchly, 1946) für den ersten elektronischen Universalrechner. Nach einem (umstrittenen, aber nicht angefochtenen) US-Gerichtsurteil von 1973 ist hingegen John Atanasoff der Erfinder des elektronischen Digitalrechners. Die Briten schwören auf Colossus (Flowers), der wegen Geheimhaltung bis 1975 unbekannt war, und die Deutschen geben Zuse den Vorzug ...

Bauers Formulierung ist m. E. nicht ängstlich, sondern präzise. *Konrad Zuse war einer der bedeutendsten Erfinder des Computers, nicht aber der einzige.* Übrigens: Bis zu den 1950er Jahren waren Computer im angelsächsischen Sprachgebrauch *Menschen*, meist Frauen, die (mit Tischrechenmaschinen) mühselig langwierige Berechnungen durchführten.

Herbert Bruderer