Informatik als Grundbildung

Teil III: Gleichheit und Abstraktion

H. Wedekind · E. Ortner · R. Inhetveen

Informatik als Grundbildung wird als eine methodische Vorbereitung der Schüler auf einen Informatikunterricht an allgemeinbildenden Schulen neben eine sprachliche, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung gestellt [1]. Das Gebiet wird in sechs Teilen vorgetragen. Teil I behandelte das Thema Schema und Ausprägung, Teil II war den Elementarsätzen einer rationalen Grammatik gewidmet. Der vorliegende Teil III stellt das Abstraktionsprinzip und seine Anwendungen vor. Der folgende Teil IV wird das Thema Objekt- und Metasprache behandeln.

Identität und Gleichheit

Unsere natürliche Sprache macht zwischen Identität und Gleichheit einen Unterschied: Dass zwei verschiedene Damen bei einem festlichen Ball das gleiche Kleid tragen, ist zwar peinlich, aber möglich, dass sie dasselbe Kleid tragen ist unmöglich. *Dasselbe* gibt es nur einmal. Sprachlich ist eine Identität also so etwas wie eine *Gleichheit in jeder Hinsicht*, Gleichheit wäre dann eine *Identität in einer bestimmten Hinsicht*. Diesen (sozusagen hermeneutischen) Befund gilt es zuerst einmal zu präzisieren.

Identität

Was man unter der Idee einer Gleichheit in jeder Hinsicht verstehen sollte, hat wohl als erster Leibniz (1646–1716) präzise vorgeschlagen: Zwei A und B genannte Gegenstände werden identisch genannt, wenn es keine Möglichkeit gibt, sie sprachlich durch einen Satz zu unterscheiden, der auf einen der beiden zutrifft und auf den anderen nicht. Für jeden (denkbaren, sinnvollen) Satz $P(A)$ gilt also $P(A)$ genau dann, wenn $P(B)$ gilt. (Die für eine auch formal präzise Fassung erforderlichen Mittel werden in Teil VI bereitgestellt.) Man nennt diese Leibnizsche Einsicht heute gerne das *Prinzip der Identität des Ununterscheidbaren*. Dass hier von einem Prinzip die Rede ist – und nicht schlicht von einem Satz – liegt daran, dass darin auch auf Sätze Bezug genommen wird, die erst in der Zukunft einzuführende Prädikatoren benutzen: Auch für sie soll die Ununterscheidbarkeit gelten. Diese Eigenschaft haben normale Sätze nicht.

Betrachten wir zur Illustration das Fregesche Beispiel unseres Gebrauchs von *Morgenstern*, *Abendstern* und *Venus*: Diese Wörter sind natürlich in jeweils unterschiedlicher Absicht eingeführt worden. Dafür sagt man auch: Die Eigennamen sind intensional verschieden. Fragt man freilich einen Astronomen, so bekommt man die Auskunft, es handle sich in allen 3 Fällen um *dasselbe* Objekt. Jeder Satz, der für einen der 3 Himmelskörper zutrifft, gilt auch für die beiden anderen. Scheinbare Ausnahmen fallen einem leicht ein, etwa der Satz „Der Abendstern heißt so, weil er im Frühsommer als erster (weil hellster) Stern am Abendhimmel erscheint." Ersetzt man hierin *Abendstern* durch *Morgenstern*, so wird der vorher wahre Satz natürlich falsch. Aber hier wurde, wie Wittgenstein sagen würde, unser Verstand durch die Mittel unserer Sprache verhext. In genauer Formulierung hätten wir sagen müssen: „Das ‚Abendstern' genannte Himmelsobjekt

DOI 10.1007/s00287-004-0411-z

H. Wedekind · R. Inhetveen
Universität Erlangen-Nürnberg,
Fachbereich Informatik,
Deutschland
E-Mail: wedekind@informatik.uni-erlangen.de
E. Ortner
TU Darmstadt,
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik –
Entwicklung von Anwendungssystemen,
Deutschland

heißt so, weil ...“ oder auch „Der Abendstern heißt ‚Abendstern‘, weil er im Frühsommer ...“. Im letzten Satz zeigt sich deutlich, dass darin zwar die Ersetzung durch *Morgenstern* vorgenommen werden darf, aber nur an der Stelle, wo es sich um das Objekt handelt, und nicht dort, wo sein Name (in einfacher Anführung) steht. Doch dazu wird sich Näheres im folgenden Teil IV dieser Serie finden.

Resümieren wir unsere Erkenntnisse kurz:

- Identität wird durch das Leibnizsche Prinzip definiert.
- Identität ist Einmaligkeit. Je zwei oder mehr identische Objekte sind immer nur ein Individuum.
- Intensional verschiedene Objekte können identisch sein.

Zu dieser kurzen Liste wird gleich noch ein Punkt hinzuzunehmen sein:

- Identität ist eine Äquivalenzrelation.

Gleichheit

Dass Gleichheit zwischen verschiedenen Dingen immer nur in gewisser Hinsicht besteht, lernen wir im Allgemeinen stillschweigend. Wir lernen etwa, dass alle 10-EUR-Noten gleich viel *wert* seien, unabhängig vom Herstellerland, vom Besitzer oder vom Grad ihrer Verschmutzung. Und lange davor lernen wir, dass runde, luftgefüllte Gummispielsachen *Ball* genannt werden, ganz unabhängig davon, wie sie bemalt sind oder wer sie geschenkt hat. In diesem letzten Beispiel handelt es sich um eine Schemabildung, genauer: um eine *spontane* Schemabildung (vgl. Teil I). Wenn wir uns mit Gleichheiten beschäftigen, tun wir gut daran, die Hinsicht, in der Gleichheit besteht, ausdrücklich mit anzugeben. Wir sprechen also von Wertgleichheit im Fall von Banknoten. Wovon sollen wir bei Bällen sprechen? Kein Mensch sagt das, aber wir können hier z.B. von Spielgleichheit sprechen, wenn sich mit verschiedenen Bällen gleich gut spielen lässt. Diese Spielgleichheit ist ein Beispiel für eine Funktionsäquivalenz, wie sie uns in technischen Zusammenhängen, aber auch in der Informatik, ständig begegnet. Damit ist schon angedeutet, dass eine (zweistellige) Relation nur dann eine Gleichheit genannt wird, wenn sie eine Äquivalenzrelation ist.

Äquivalenzrelationen liegen vor, wenn die folgenden 3 Eigenschaften erfüllt sind (das Relationszeichen sei $\sim$):

- Reflexivität: $x \sim x$
- Symmetrie: wenn $x \sim y$, dann $y \sim x$
- Transitivität: wenn $x \sim y$ und $y \sim z$, dann $x \sim z$

Ein besonders prominentes Beispiel einer Gleichheit bildet der Fall gleicher Resultate beim Abzählen von Dingen. Diese *Gleichzähligkeit*, die nachgewiesen wird über die Existenz (und das heißt: Konstruktion!) einer ein-eindeutigen Abbildung, bildet bei Hume (1711–1776) die Grundlage für eine Definition dessen, was heute auf andere Weise als die gleiche *Mächtigkeit* von endlichen Mengen definiert wird [2]. (Hume spricht für eine betrachteten Begriff **F** von der „Anzahl der **F**s“). Bei Frege wird die Gleichzähligkeit dann zur Basis einer Definition des Zahlbegriffs. Die dabei verwendete Methode lässt sich allgemein beschreiben und deshalb auch allgemein nutzen.

Das Abstraktionsprinzip

Das sog. Abstraktionsprinzip tritt meist in Form von konkreten Fällen von Abstraktion auf. Bei Hume war das die Gleichheit der Anzahlen, bei Frege sind es später die Gleichheit der Richtung (von Geraden in der euklidischen Geometrie) sowie in seinen *Grundgesetzen* die Gleichheit von sog. Wertverläufen. Immer wird dabei vorausgesetzt, dass wir zwischen betrachteten Gegenständen (Begriffe, Geraden, Funktionen) eine Äquivalenzrelation (Gleichzähligkeit, Parallelität, extensionale Gleichheit) schon kennen.

Formulierung

Diese Voraussetzung wird nun in einem allgemeinen Abstraktionsprinzip folgendermaßen genutzt: Wir setzen voraus, dass wir

- von wohlbekannten Dingen $a, b, c, \ldots$ sprechen und
- dass zwischen ihnen eine Äquivalenzrelation $\sim$ definiert ist.

Dann schreiben wir

$$\tilde{a} = \tilde{b} \leftrightarrow a \sim b$$

und lesen das als: Der abstrakte Gegenstand $\tilde{a}$ ist gleich dem abstrakten Gegenstand $\tilde{b}$ genau dann, wenn $a \sim b$ gilt.

Wenn man es hierbei belässt, ist wenig gewonnen: Es scheint, als hätten wir nur eine Gleichheit ($\sim$) durch eine andere ($=$) ersetzt und dabei offen gelassen, was denn die geheimnisvollen *abstrakten*

Gegenstände $\tilde{a}$ und $\tilde{b}$ seien. Zugleich handelt man sich eine Menge Probleme ein, etwa die Frage, was das denn für eine Gleichheit zwischen abstrakten Gegenständen sei. Hier hat nun Lorenzen (1915–1994) für eine weitere Klärung gesorgt (vgl. [4]). Er zeigte, dass die fragliche Gleichheit sogar eine Identität im Sinn des Leibnizschen Prinzips ist, vorausgesetzt nur,

- dass es sich bei ~ auch um eine Äquivalenzrelation handelt (diese Bedingung ist nicht nur hinreichend, sondern auch notwendig) und
- dass wir uns bei den im Leibnizschen Prinzip auftretenden Prädikatoren P auf solche beschränken, die hinsichtlich ~ im folgenden Sinn *invariant* sind:

$$a \sim b \leftrightarrow (\mathrm{P}(a) \leftrightarrow \mathrm{P}(b)).$$

Terminologisch sagt man auch: der (indefinite) Allquantor (zweiter Stufe) über die Sätze P im Leibnizschen Prinzip ist einzuschränken auf invariante P. Auf Deutsch heißt das: über die $\tilde{a}$ usw. werden nur invariante Aussagen gemacht. Auf alle anderen wird verzichtet. *Deshalb* haben Zahlen keine Farben, Richtungen keinen Geruch und Wertverläufe keinen Besitzer.

Konsequenzen

Aber wir müssen noch ein paar mehr Anmerkungen machen. Die erste betrifft die Frage nach der *Existenzweise* der Abstrakta: Wo sind die eigentlich? In unseren Köpfen, in einem Computer oder gar im Platonschen Ideenhimmel? In welchem Sinn existieren sie? Die Antwort lautet: wir brauchen über ihre Existenz nichts zu behaupten, es gibt sie nur im Sinn einer sehr praktischen und nützlichen „façon de parler". Nur wenn wir die selbst auferlegte Beschränkung verletzen, uns auf invariante Prädikatoren zu beschränken, treten Probleme auf.

Mathematiker nennen alle Abstrakta *Äquivalenzklassen* und vertrauen hinsichtlich ihrer Existenz in aller Regel auf Platon. Angelelli [3] nannte dieses Verfahren der Existenzsicherung die Looking-around-Methode. Im menschlichen Alltag wird looking-around gerne als Zeichen von Verwirrung gedeutet. Die alternative Vorgehensweise, also die Rede von Abstrakta als „façon de parler" zu betrachten, nennt man gelegentlich auch (zusammen mit dem Abstraktionsprinzip und der Invarianzbedingung) *moderne Abstraktionstheorie*. Obwohl im Allgemeinen die Rede von *modern* nichts (mehr) mit der von *gut* zu tun hat: Hier schon.

Ein zweiter Punkt betrifft den Zusammenhang mit der Rede von Schema und Ausprägung. Schon der Verweis auf die Invarianzbedingung verdeutlicht, dass die Rede von abstrakten Gegenständen methodisch *nicht* dasselbe ist, wie z.B. die Rede von einer Maus. Jedes Abstraktum $\tilde{a}$, das in einer Behauptung $\mathrm{P}(\tilde{a})$ auftritt, muss, wenn diese Behauptung geprüft werden soll, durch einen *Repräsentanten* (z.B. a) ersetzt werden. Abstrakta sind deshalb auch Schemata, ihre Ausprägungen heißen traditionell Repräsentanten. *Aber*: Abstrakta müssen wir nicht spontan bilden, sondern wir können sie (bei Bedarf!) selbst explizit konstruieren. Das ist der Punkt, an dem die Abstraktion für die Informatik geradezu zur *Tugendlehre* wird. Die Mathematiker führen beispielhaft vor, wie ihre ganze Wissenschaft durch abwechselnde Konstruktionsschritte (für die benötigten Gegenstände) und Abstraktionsschritte aufgebaut werden kann. Die Informatik ist nur in einer leicht verschiedenen Lage: Sie bezieht die Hardware aus der Industrie, die Software aber konstruiert sie selbst. Abstraktionsschritte sind für beide Arten von Grundgegenständen sinnvoll und möglich.

Als drittes muss auf eine Tatsache hingewiesen werden, die mit dem Leibnizschen Prinzip zusammenhängt: Abstrakta sind Individuen. Es gibt eine bestimmte Melodie immer nur einmal, egal wie oft und auf welche Weise sie repräsentiert wird. Es gibt den Burrows-Wheeler-Kompressionsalgorithmus nur einmal, egal wie oft und von wem er wie elegant oder unelegant programmiert wird. Das schließt nicht aus, dass es von einer bestimmten Sorte von Abstrakta mehrere bis beliebig viele geben kann: Zahlen, Melodien, Algorithmen, Konstruktionspläne usw. gibt es jeweils viele. Das ermöglicht Unterschiede (gerade – ungerade; populär – unbeliebt; sortieren – vergleichen; sparsam – verschwenderisch), die genau dann interessant sind, wenn die fragliche Eigenschaft wieder invariant (zwischen Repräsentanten) ist. Die ganze Zahlentheorie lebt von dieser Bemerkung.

Man kann den letzten Punkt auch anders herum wenden: nicht immer, wenn man eine Äquivalenzrelation kennt, macht es auch schon Sinn, darauf eine Abstraktion zu stützen. So lange nämlich nicht, wie man keinen halbwegs interessanten Vorrat an invarianten Prädikatoren hat. Als Beispiel sei hier an die Rede von Energie erinnert. Energie tritt bekanntlich in verschiedenen Formen auf: als kinetische, potenzielle, elektrische, chemische oder als Wärmeenergie. All diese Formen lassen sich jeweils mittels eines *Äquivalents* ineinander umrechnen. Aber weil es nur eine Handvoll Repräsentanten von Energie gibt, verzichtet man in der Physik auf einen expliziten Abstraktionsprozess und beschränkt sich darauf, die genannten Apprädikatoren zu verwenden.

Schließlich ist noch eine Bemerkung zur Rede von *Abstraktionsstufen* zu machen. Das bekannteste Beispiel einer solchen Stufung bildet unser Zahlsystem. Es beginnt mit konkreten Zählergebnissen, die z.B. Strichlisten, Häufchen kleiner Muscheln, Kerben in einem Holz oder Knoten in einer Schnur sein können. Dann kommt die erwähnte Zählgleichheit ins Spiel: Wenn zwei Zählergebnisse zählgleich sind (das stellt man operativ fest), dann repräsentieren sie dieselbe Zahl. Hat man die Grundzahlen, so bildet man Paare (a, b) und definiert zwischen ihnen wieder eine Äquivalenzrelation durch

$$(a,b) \sim (c,d) \leftrightarrow (a+d) = (b+c).$$

Invariante Rede führt zu den ganzen Zahlen einschließlich der Null. Danach bildet man erneut Paare (q, r) und zwischen ihnen eine Äquivalenzrelation

$$(q,r) \overset{*}{\sim} (s,t) \leftrightarrow q \cdot t = r \cdot s \quad mit \quad r \neq 0 \wedge t \neq 0.$$

Das Ergebnis sind die rationalen Zahlen. Wieder kommt ein Konstruktionsschritt: wir bilden Folgen $f_* = f_1,\ f_2,\ \ldots$, zeichnen darunter durch das bekannte Konvergenzkriterium Cauchyfolgen aus und definieren als Äquivalenzrelation zwischen Cauchyfolgen die Relation „die Differenzenfolge ist eine Nullfolge". So gelangen wir zu den reellen Zahlen. Von dort gelangt man zu den komplexen Zahlen wieder durch Paarbildung und eine naheliegende Äquivalenzrelation.

Eine *Hierarchie* oder Stufung ist damit in folgendem Sinn entstanden: komplexe Zahlen werden repräsentiert durch Paare von reellen Zahlen; diese werden repräsentiert durch Folgen rationaler Zahlen; die rationalen Zahlen werden repräsentiert durch Paare ganzer Zahlen und diese schließlich durch Paare von Grundzahlen, deren Repräsentanten dann endlich *handfest* sind. Sind wir damit auf einen soliden Boden zurückgekehrt? Das ist eine Frage, die pragmatisch zu beantworten ist. Für die Arithmetik mag die Antwort *ja* lauten. Für einen leidenschaftlichen Ontologen könnte freilich das letzte Wort noch nicht gesprochen sein. Aber Ontologen sind in der Regel keine guten Pragmatiker, weil sie selten aus dem Elfenbeinturm herauskommen. Ein mit Grundbildung befasster Lehrer muss sich der Entscheidung vermutlich nicht stellen: Für ihn sind Strichlisten *kindgerecht*.

Bei der Vermittlung von Grundbildung, so ist hier der Rat, geht es um lehr- und lernbare Einzelschritte und *nicht* um ein ontologisches *Fundament*. Die Basis für die jeweils notwendigen Abstraktionsschritte wird pragmatisch bestimmt aufgrund der genannten Kriterien. Ontologie soll eine philosophische Spezialdisziplin bleiben und weder in die Grundbildung noch in die Informatik hineinwirken. Dass freilich in letzter Zeit die Rede von *Ontologien* auch in der Informatik Verbreitung findet, wäre einen eigenen Beitrag wert.

Anwendungen

Doch nun sollen noch einige Beispiele für Abstraktionsprozesse folgen, die zum Teil in der Literatur bekanntes wiederholen, zum Teil vielleicht neue Anregungen geben. Wegen ihrer Bedeutung für die Grundbildung beginnen wir dabei mit einigen auf die (Normal)sprache bezogenen Beispielen und schließen dann einige der Informatik näherstehende an. Insgesamt ist die Auswahl als exemplarisch zu verstehen und verbunden mit der Aufforderung, sie durch eigene Beispiele zu ergänzen. Weitere Hinweise und Beispiele zur Abstraktion finden sich in [5].

Gelungene Anwendungen

Beispiel 1. *Begriffe* lassen sich als Abstrakta rekonstruieren, wenn wir Wörter, genauer: Prädikatoren, als Gegenstandsbereich hernehmen und die zwischen ihnen manchmal bestehende Relation der *Synonymität* herstellen. (Beides kann man problematisieren: Wörter, Prädikatoren sind selbst schon Schemata – wir bewegen uns also in der Hierarchie schon in einem höheren Stockwerk; und dass es echte Synonyme gibt, wird von manchen Sprachwissenschaftlern bezweifelt: hier sind wir großzügiger und lassen etwa ein Wörterbuch deutsch-englisch als ein Verzeichnis von synonymen Wortpaaren zu.) So ergibt sich das Abstraktionsprinzip

Begriff(A) = Begriff(B) $\leftrightarrow$ synonym (A,B).

Zu zeigen ist, (a) dass *synonym* eine Äquivalenzrelation ist (das ist einfach) und (b) dass es invariante Prädikatoren gibt. In unserem Fall sind etwa *anwendbar auf* oder *dient der Unterscheidung von* invariant. Wir können also sagen: „Der Begriff *rot* dient zur Unterscheidung von Farben" und „Der Begriff *Revolution* ist anwendbar auf politische Ereignisse". Das sind zwei korrekt gebildete Sätze (und wahrscheinlich stimmen sie auch).

Beispiel 2. *Sachverhalte* lassen sich als Abstrakta rekonstruieren, wenn wir Aussagesätze S_1, S_2... als Gegenstände hernehmen und verwenden, dass die Relation „S_i und S_j sind zugleich wahr oder zugleich falsch" eine Äquivalenzrelation ist (intensionale Gleichheit des Sinnes der Sätze). Das Abstraktionsprinzip lautet

$$\text{Sachverhalt}(S_1) = \text{Sachverhalt}(S_1) \leftrightarrow (S_1 \leftrightarrow S_2).$$

Beispiele für Satzpaare, die in der genannten Relation stehen, erhält man z.B. durch Aktiv- und Passivkonstruktion, durch syntaktische Umstellungen oder ähnliches. Invariante Prädikatoren bilden etwa die Ausdrücke „ist strafrechtlich relevant" oder „setzt voraus, dass ...". Wir können also sagen „Der Sachverhalt ‚Herr X wurde bestohlen' ist strafrechtlich relevant." oder „Der Sachverhalt ‚Herr Y ist schuldig' setzt voraus, dass Y schuldfähig ist". Natürlich kann auch ein Sachverhalt einen zweiten Sachverhalt (kausal) voraussetzen.

Es ist eine gute Tradition, solche Sachverhalte, die von *wahren* Sätzen repräsentiert werden, als *Tatsachen* zu bezeichnen. So wird dieses Wort auch im Alltag gewöhnlich verwendet.

Beispiel 3. *Mengen* lassen sich als Abstrakta rekonstruieren, wenn wir Aussageformen (Prädikatoren) $P_1(x)$, $P_2(x)$... als Gegenstände hernehmen und verwenden, dass die Relation „$P_i(x)$ und $P_j(x)$ sind für jedes zulässige x zugleich wahr oder zugleich falsch" eine Äquivalenzrelation ist (extensionale Gleichheit der Prädikatoren). Das Abstraktionsprinzip lautet

$$\text{Menge}(\mathrm{P}_1(x)) = \text{Menge}(\mathrm{P}_2(x)) \leftrightarrow \wedge_x(\mathrm{P}_1(x)) \leftrightarrow (\mathrm{P}_2(x)).$$

Mathematiker schreiben dies gewöhnlich in der Form „$\{x|P_1(x)\}$". Das sieht einfacher aus, aber wenn man die in der Mathematik allgegenwärtige Aussage „$a \in \{x|P_1(x)\}$" korrekt als „$P_1(a)$" wiedergibt, sieht „$P_1(a)$" wiederum einfacher aus.

Beispiel 4. Auch für *Relationen* lassen sich Äquivalenzrelationen einführen. Das ist ein Weg zu dem, was in der Mathematik „cartesisches (Mengen)produkt" genannt wird. Für die Informatik interessanter sind Fälle wie die der Relation „*n* ist ein Name von *x*", kurz: $n\mathrm{N}x$. In Anwendung des Leibnizschen Prinzips können wir hier eine *Benennungsinvarianz* definieren

$$n\mathrm{N}x \sim m\mathrm{N}y \leftrightarrow x \equiv y$$

Das ist – wegen der rechts stehenden Identität – selbstverständlich eine Äquivalenzrelation. Die dazugehörigen Abstrakta haben keinen eigenen Namen bekommen. Aber genau sie sind es, die in der Beschreibung von Datenbankrelationen R(N,P) oft als Primärschlüssel (N) auftauchen: Primärschlüssel sind benennungsinvariant und eindeutig.

Zusatz: Den Zusammenhang der Abstraktion mit dem Informationsbegriff behandelt [6] (in diesem Heft).

Weniger gelungene Anwendungen

Beispiel 5. Gelegentlich trifft man auf den Satz „Die Wertzuweisung ist eine Abstraktion, weil man dem Wert nicht mehr ansieht, welchem Ausdruck er zugewiesen wurde". Damit wird natürlich auf eine Invarianz angespielt. Aber dieser Satz ist mit Vorsicht zu genießen. Was dahinter steckt ist die Tatsache (vgl. Beispiel 2), dass sich für Ausdrücke, denen Werte zugewiesen werden sollen, eine einfache Äquivalenz dadurch definieren lässt, dass bei jeder (an allen möglichen Stellen gleichen) Variablenersetzung identische Werte entstehen. Im einfachsten Fall von Termen der Mathematik erhält man so die Termäquivalenz

$$\mathrm{T}(x) \sim \mathrm{T}^*(x) \leftrightarrow \wedge_x \mathrm{T}(x) = \mathrm{T}^*(x)$$

Die Termabstrakta werden dann *Funktionen* genannt. Der zitierte Satz könnte also reformuliert werden als „Wertzuweisung dient als Test auf Termäquivalenz". Die Neuformulierung klingt zwar ein wenig anders, macht aber – im Gegensatz zum Ausgangssatz – einen guten Sinn. Für den Fall, dass eine Wertzuweisung zur Laufzeit eines Programms stattfindet, gelten analoge Überlegungen.

Beispiel 6. Dieses soll das letzte dieser Liste sein. Es benutzt ein Zitat aus [7]:

Was ist ein Cluster? Abstrahiert man etwas von der jeweiligen Hardware- und Software-Implementierung, so besteht ein Computer-Cluster (Anhäufung) aus mehreren so genannten Rechen-Knoten (Nodes), die über ein oder mehrere Netzwerke (Interconnect) miteinander verbunden sind.

Ersichtlich ist die Rede von *Abstraktion* hier nur *schmückend*, zur Sache trägt sie gar nichts bei. Man kann den Satz verlustfrei verkürzen zu: „Ein Cluster besteht aus mehreren etc.". Aber viel schlimmer ist die Formulierung „abstrahiert man *etwas*". Das hervorgehobene *etwas* ist hier ja deutlich ein Apprädikator zu „abstrahieren" im Sinn von: to abstract slightly. Wie das gehen soll, sagt uns der Autor nicht. Wir können nur vermuten, dass er meint, es komme auf all die vielen weiteren Einzelheiten (den Hersteller der Hardware, den Preis, den Standort, den Sysadmin, den Internetprovider und und und) auch nicht an; aber worauf es ankommt, das sagt er uns nicht. Hier haben wir einen Vertreter der klassischen Methode „Abstraktion ist Absehen von" vor uns. Diese Methode ist z.B. an Gymnasien sehr beliebt, aber sie ist leider ein völlig untauglicher Versuch, Abstrakta einzuführen. Nicht nur ist die Liste dessen, wovon man *absehen* muss, unendlich lang; auch die Frage, was danach eigentlich noch übrig bleibt, wird nicht beantwortet und kann auch nicht beantwortet werden. Und was das Wichtigste hierbei ist: *Absehen von* ist aus den genannten Gründen weder lehrbar noch lernbar und *kann* deshalb nicht zu einer vernünftigen Grundbildung gehören.

Literatur

1. Wedekind H., Ortner E.: Toward Universal Literacy – From Computer Science Upward. Commun ACM 47(6), 101–104 (June 2004)
2. Hume, D.: A Treatise of Human Nature, chap. III.
3. Thiel, C.: Zu Begriff und Geschichte der Abstraktion. In: Prätor, K. (Red.) Aspekte der Abstraktionstheorie. (S. 36–48) Aachen 1988
4. Lorenzen, P.: Gleichheit und Abstraktion. Ratio 4, 77–81 (1962)
5. Inhetveen R.: Logik. Eine dialog-orientierte Einführung. Leipzig 2003
6. Wedekind H.: Gibt es eine passende Antwort auf die Frage „Was ist Information?"? Informatik-Spektrum 4 Forum, Seite 372–377.
7. Cornelius H.: Cluster. Clustering im Enterprise Computing. Linux – Enterprise 7/8, 24 (2004)