

# Komplexe Systeme, Teil 2

## Komplexe Systeme auf Schulniveau reduzieren

(Eberhard Lehmann)

Dieser Beitrag zur Informatik-Didaktik setzt den in LOGIN 95/1 veröffentlichten Aufsatz "Komplexe Systeme" (eine fundamentale Idee im Informatikunterricht) fort. Inzwischen haben Diskussionen auf verschiedenen Tagungen und Fortbildungsveranstaltungen die Tragfähigkeit des Ansatzes gezeigt, so daß eine Weiterführung des Konzepts sinnvoll erscheint.

Ich erinnere zunächst an einige wichtige Aussagen des oben genannten Aufsatzes.

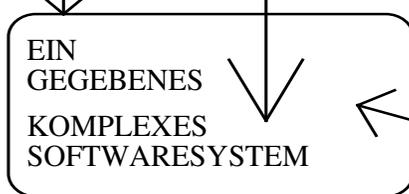
Ausgehend von der unterrichtspraktischen Arbeit mit einem komplexen Softwareprodukt wurden einige Gedanken zu komplexen Informatiksystemen entwickelt. Es zeigte sich, daß verschiedene Sichtweisen auf komplexe Software möglich sind (Abb.1).

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Benutzung</li><li>• Analyse</li><li>• Änderung</li></ul> | Blick auf das System,<br>Blick in das System und<br>Wartung des Systems, (Reengineering) bis hin zu einer möglichen Neukonstruktion des Systems |
|--|---|

- Wir sehen die Systemoberfläche,
- wir erkennen seine Funktionen
- wir erfassen die Schnittstellen
- wir bemerken Teilsysteme

- Wir erkennen die Bausteine des Systems,
- wir erkennen die Verwendung vorgefertigter Programmbausteine
- wir sehen programmtechnische Details

Wir blicken **auf** das System, indem wir es **benutzen**



Wir blicken **in** das System und **analysieren** es, wir erkennen Teilsysteme

Wir können unsere Kenntnisse über das System verwenden und das System **warten** und damit neue **Konstruktionen** hinzufügen.

Abb.1: Sichtweisen für komplexe Systeme

Gleichzeitig wächst mit den Stufen "Benutzen - Analysieren - Warten - Neukonstruieren" auch der intellektuelle Anspruch an den Schüler.

Es wurde am Beispiel des Berliner Informatik-Lehrplans für die Sekundarstufe 2 gezeigt, daß geeignete Softwareprodukte mit diesen Intentionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Informatikunterrichts eingesetzt werden können.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Benutzung, Analyse und Änderung (oder Neukonstruktion) eines komplexen Softwaresystems führen zu einer zunehmenden Beherrschung der Komplexität!

**Die zunächst auf Softwaresysteme bezogenen Überlegungen können nun auf komplexe Informatiksysteme und komplexe Systeme überhaupt übertragen werden.**

In unserer Umwelt begegnen wir ständig komplexen Systemen der verschiedensten Art: Unsere Fahrt zum Arbeitsplatz erfolgt mit dem *Auto* oder den Fahrzeugen der öffentlichen *Verkehrsbetriebe*. Unsere *Arbeitsstätte* (Schule, Krankenhaus, Computerfirma,...) kann wieder als komplexes System aufgefaßt werden. Am *Arbeitsplatz* selbst begegnen wir unserem *Informatikkurs*, ebenfalls ein komplexes System mit vielen Vernetzungen.

**Gemeinsame Kennzeichen all dieser Systeme sind ihre Komplexität, das Auftreten von (komplexen) Teilsystemen und von diversen Vernetzungen zwischen diesen Teilsystemen und ihren Elementen.**

**Wählt man den Ansatz "komplexe Systeme" als Leitidee für den Informatikunterricht, so gelangt man zu einer neuen Sichtweise von Didaktik und Methodik.**

(1) Nicht mehr die einzelnen Gegenstände stehen *am Anfang* einer Unterrichtssequenz, sondern *eine übergeordnete Problemstellung* - ein komplexes System. Dieses wird in der Regel auch zahlreiche fachübergreifende oder zumindest gebietsübergreifende Elemente enthalten.

(2) Der Wunsch nach Beherrschung eines komplexen Systems ruft fast selbstverständlich nach *Strukturierung*, nach *Zerlegung in Teilprobleme* - längst als eine wichtige Aufgabe der Informatik erkannt. Damit ist dann auch schon der erste Schritt einer Modellbildung erfolgt.

(3) Für den Unterricht werden wir nun möglicherweise *eins dieser Teilsysteme* zwecks näherer Untersuchung oder Problembearbeitung *herausgreifen* und zur Modellbildung benutzen.

Wir werden die Auswahl so treffen, daß das Teilsystem möglichst viele uns wichtig erscheinende Aspekte der Informatik (auch des Lehrplans!) enthält. In der Regel reicht oft schon ein Brainstorming unter Berücksichtigung der Informatikbereiche "Theoretischer Bereich - technischer Bereich - Anwendungsbereich - gesellschaftlicher Bereich - methodischer Bereich" um zu erkennen, daß eine Fülle von Informatikinhalten in dem Teilsystem enthalten, ist. Dabei werden auch fachübergreifende Fragestellungen auftreten - ebenfalls eine Stärke des Informatikunterrichts, wie sie kaum ein anderes Schulfach aufweisen kann.

(4) Durch Komplexität und *Einbindung des gewählten Teilsystems in die größeren Zusammenhänge* (und damit auch durch Interdisziplinarität!) erreichen wir bei den Schülern ein größeres Interesse und breiter gestreute *Schülerkompetenz*, als es bei engen Problemstellungen der Fall ist (das trifft auch für andere Fächer, etwa Mathematik zu!).

(5) *Bearbeitung des Teilproblems*, Problemlösung

Zusammengefaßt:

Die aus der Algorithmik bekannte, aber im Informatikunterricht bisher meist nur auf recht niedriger Komplexitätsstufe verwendete Top-Down-Methode wird jetzt zunächst angewendet auf übergeordnete komplexe Systeme. Auf diese Weise lassen sich nun auch *komplexe Systeme "managen"*. So wird die Vernetzung des später ausführlicher behandelten Teilsystems mit anderen Teilsystemen sichtbar gemacht. Der Schüler erhält Überblick über das Ganze und seine Teile und kann sich nun motivierter mit dem ausführlich zu bearbeitenden Teilsystem beschäftigen.

*Für den Unterricht folgt daraus:*

- a. Enge Problemstellungen sollten stets in übergeordnete Systeme eingebettet werden. Dabei soll der Schüler die Vernetzung der Teilsysteme (die Zusammenhänge) erkennen.*
- b. In der Regel ist es jedoch besser, eine Unterrichtssequenz mit einer weiten Problemstellung zu beginnen und dann die Komplexität durch Zerlegung schrittweise zu reduzieren.*

c. Die Vorgänge in a) und b) müssen den Schülern bewußt werden. Hierzu sind alle Arten graphischer Überblicksdarstellungen nützlich.

d. Für das dann zu bearbeitende (auf die Schülerkompetenz reduzierte) Teilsystem können dann die Anforderungen genau formuliert werden.

Die Überlegungen sollen nun noch an einem Beispiel spezifiziert werden. Dabei wird hier nur auf die ersten Stunden der Unterrichtsreihe näher eingegangen.

## Unterrichtseinheit "Simulation eines Fahrkarten-Automaten"

### A) Ein Einstieg in die Unterrichtseinheit könnte so erfolgen:

- Der Lehrer schreibt am Stundenanfang das Stichwort AUTOMATEN an die leere Tafel
- "Was fällt euch dazu ein?"

Die Fragestellung initiiert ein Brainstorming, bei dem die genannten Aspekte an der Tafel gesichert werden. Aufgrund der Weite des Impulses darf man eine breite Schülerbeteiligung und eine Fülle von Ideen (mit kurzen Erläuterungen zur Relevanz des Stichworts) erwarten (Abbildung 2):

<p>AUTOMATEN</p> <p>Getränkeautomat Fahrkartenkauf U-Bahnhof Spielhalle Glücksräder Bundesbahn Kaugummiautomat Berliner Verkehrs- betriebe (BVB)</p>	<p>Geldautomat Computer Waschmaschine</p> <p>usw.</p>	<p><i>Strukturierung der Stichwörter</i></p>	
--	---	--	--

Abb.2: Brainstorming zum Stichwort "Automaten"

Als günstig erweist sich, die genannten Begriffe zu strukturieren (Gruppenarbeit, Hausarbeit).

### B) Einbettung in größere Zusammenhänge

Man betrachte dazu zunächst Abbildung 3. Hier werden für das komplexe System "Berliner Verkehrsbetriebe" zunächst einige Teilsysteme angegeben, u.a. wird das komplexe Teilsystem "Fahrkarten-Automat" aufgeführt.

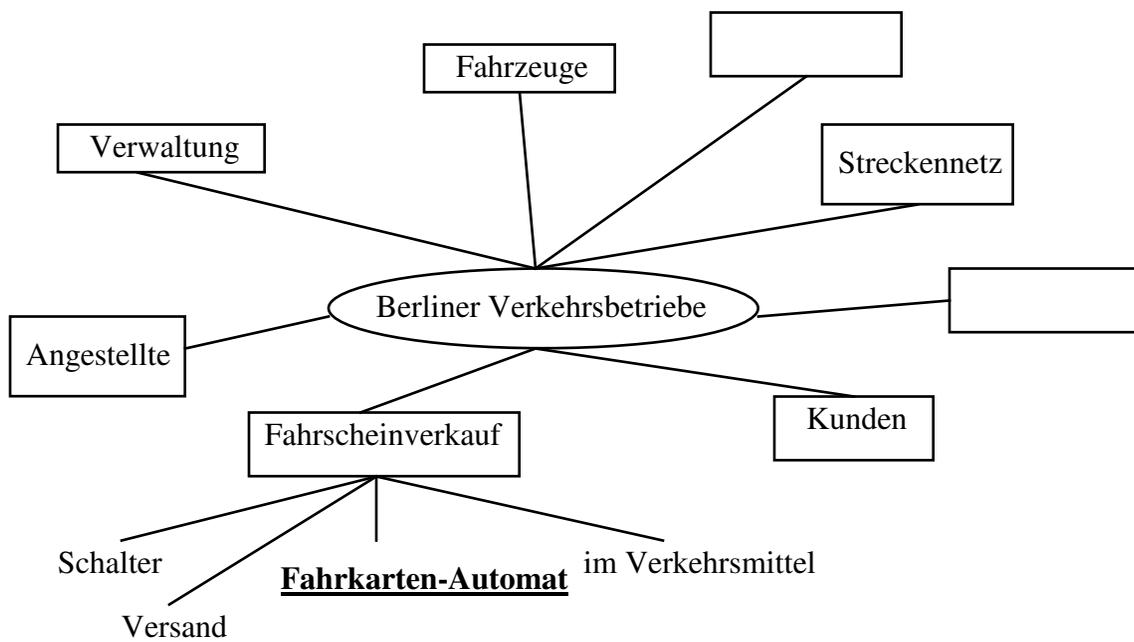


Abbildung 3: Das komplexe System "Berliner Verkehrsbetriebe" mit einigen Teilsystemen, u.a. mit dem Teilsystem "Fahrkarten-Automat"

Eine andere Sichtweise stellt die Automaten in den Mittelpunkt, denn Automaten begegnen uns in zahlreichen Lebensbereichen (Abb.4)!

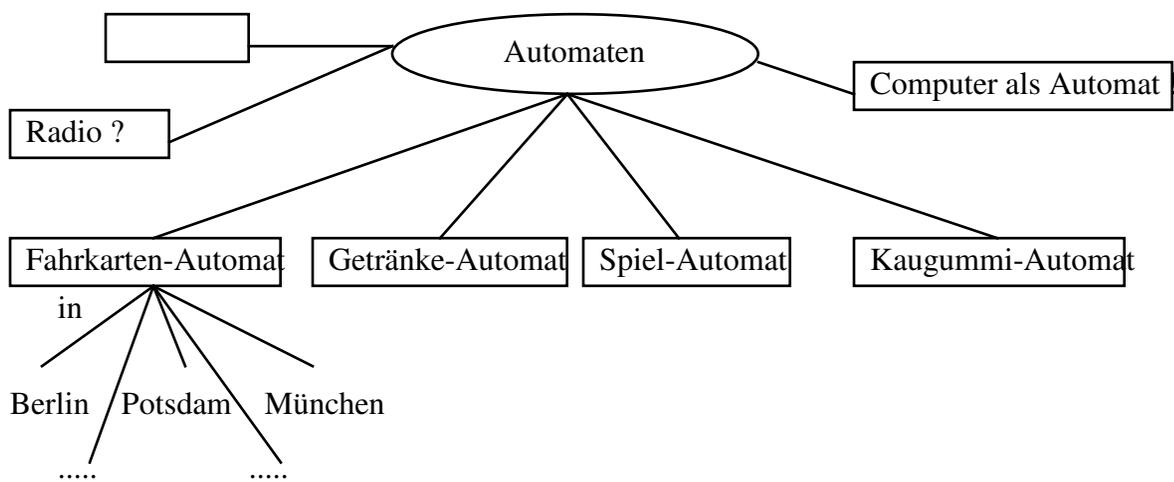


Abb.4: Automaten

**c) Ein Fahrkarten-Automat ist ein besonderer Automat und bildet wieder ein komplexes System (Abb.5).**

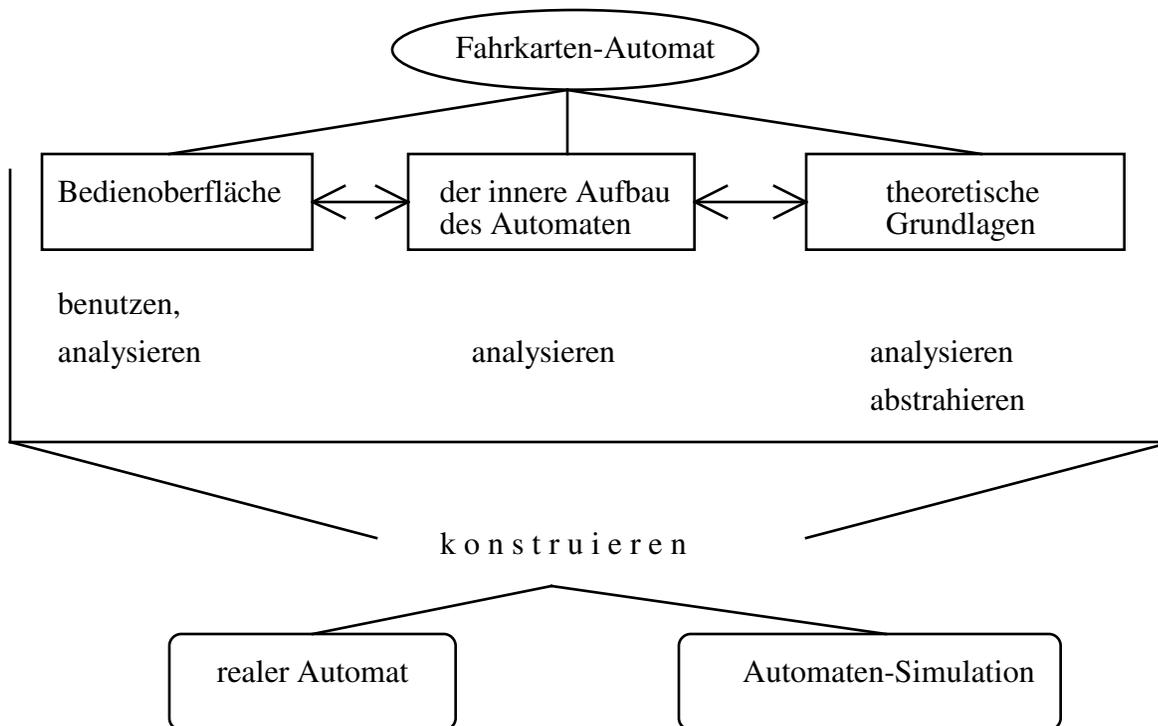


Abb.5: Fahrkarten-Automat als komplexes System

Das Verständnis der Automatenoberfläche und der darauf befindlichen Funktionen ermöglicht uns die Bedienung des Automaten. Für eine über die Bedienung hinausgehende Analyse des Automaten müssen wir seine Funktionen verstehen lernen, sowie abstrahieren und mit anderen Automaten vergleichen. Wir erkennen z.B., daß sich Automaten jeweils in einem bestimmten Zustand befinden, daß es Eingaben gibt, die den Zustand des Automaten verändern und möglicherweise zu bestimmten Ausgaben führen.

**D) Damit haben wir uns dem eigentlichen geplanten Thema "Simulation eines Fahrkarten-Automaten" genähert und können das Vorhaben genauer festlegen.**

### **Zusammenfassung:**

**Informatikunterricht unter der Leitidee "komplexe Systeme" führt zu einer neuen Sichtweise seiner Didaktik und Methodik. Mit dieser Sichtweise wird es möglich, sich von engen, zusammenhanglosen Teilproblemen der Informatik zu lösen bzw. wichtige Detailfragen in größere, übergeordnete Systeme einzubetten. In diesem Zusammenhang verliert auch das in letzter Zeit viel kritisierte Programmieren im Kleinen ("Wegwerfprogramme") seinen Sinn.**

### **Literatur:**

Lehmann, E.: Komplexe Systeme - eine fundamentale Idee im Informatikunterricht,  
LOGIN 95/1  
ders. Projekte im Informatik-Unterricht, Dümmler-Verlag 1995

*Ausblick:*

## **Komplexe Systeme, Teil 3** **Informatik-Projekte managen**

*Erinnerung: Lit. Komplexe Informatiksysteme (GOOS; BRAUER).*