



## Komplexe Systeme – dank Informatik?!



**Prof. Dr. Michael Koch**

Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München

Prof. Dr. Michael Koch hat an der TU München Informatik studiert und in dem Fach promoviert. Nach einem Industrieaufenthalt am Xerox Research Centre Europe und folgender Habilitation in Informatik wieder an der TU München lehrt er jetzt an der Universität der Bundeswehr München, wo er die Forschungsgruppe Kooperationsysteme leitet. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre liegen in der interdisziplinären und praxisorientierten Unterstützung von Zusammenarbeit in Teams, Communities und Netzwerken und dabei speziell in Aspekten der Anforderungsanalyse und Einführung, der Softwarearchitektur sowie ubiquitärer Benutzungsschnittstellen.

E-Mail: michael.koch@unibw.de

Der Begriff „Komplexität“ ist ein sehr häufig benutztes Wort in der Informatik aber auch in anderen Disziplinen. Neben klar definierten Verwendungen in der Theoretischen Informatik wird der Begriff dabei insbesondere zur Charakterisierung verschiedener Herausforderungen verwendet – in Form von komplexen Systemen, komplexen Zusammenhängen oder komplexen Problemen.

Im Duden lässt sich zur Begriffsdefinition nachlesen: „Vielschichtigkeit; das Ineinander vieler Merkmale“ [1]. Etwas ausführlicher wird Komplexität beschrieben als „die Eigenschaft eines Systems oder Modells, dessen Gesamtverhalten man selbst dann nicht eindeutig beschreiben kann, wenn man vollständige Information über seine Einzelkomponenten und ihre Wechselwirkungen besitzt.“ [2] Es liegen also mehr Elemente in einem System vor, als dieses präzise verknüpfen kann.

Biedenkopf schreibt in seinem Beitrag „Komplexität und Kompliziertheit“ im Informatik Spektrum [3], dass es sich bei Komplexität um eine Bedingung hochentwickelter Systeme handelt. Jede Steigerung der Leistungsfähigkeit sei mit einer Steigerung der Komplexität verbunden. Ziel von Verbesserungen sollte also nicht eine Senkung der Komplexität sein – da damit häufig auch eine Senkung der Leistungsfähigkeit eines Systems einher-

geht –, sondern die Verbesserung der Handhabung der Komplexität. Biedenkopf spricht hierbei von der „einfachen Gestaltung des Managements der Komplexität“. Kompliziertheit als negative Seite von Komplexität gilt es dabei zu vermeiden.

In den Beiträgen im Forschungskolloquium wurden verschiedene Quellen von Komplexität in Unternehmen thematisiert:

- Komplexität im Produkt – Produkte selbst werden immer komplexer – dabei findet Innovation heute vielfach in Software statt
- Komplexität im (Produkterstellungs-)Prozess – die organisatorische Dimension – nur mittels Software ist das System beherrschbar
- Komplexität im sozialen System (das mit der Produkterstellung betraut ist) – Software unterstützt hier Kommunikations- und Kooperationsprozesse

Im Kontext der Prozesskomplexität berichteten sowohl Herr Ehm von Infineon als auch Herr Wirtz von Eurocopter von sehr komplexen Logistikprozessen. So sind bei Infineon zur Herstellung eines heute allgegenwärtigen Produktes wie eines Halbleiterbausteins mehr als 500 Prozessschritte notwendig, die an zahlreichen, weltweit verteilten internen und externen Standorten erbracht werden. Allein für den internen Materialfluss werden

aktuell mehr als 140 aktive Routen gezählt. Als eine Methode zur Handhabung der Komplexität wird (IT-gestützte) Simulation auf verschiedenen Ebenen genutzt.

Bei Eurocopter kommt zu den Herausforderungen des Produktionsprozesses an sich noch ein sehr komplexes Produkt hinzu. Eine große Zahl von möglichen Produktkonfigurationen und eine große Zahl von Partnern, die häufig parallel arbeiten müssen, sorgt dafür, dass die Beantwortung der Frage, was in einem Hubschrauber genau drin ist, wenn er ausgeliefert wird, gar nicht so einfach ist – wie Herr Wirtz plastisch darstellen konnte.

Interessant war in den beiden Präsentationen von Herrn Ehm und Herrn Wirtz auch die Erkenntnis, dass eine große Herausforderung des Managements der Komplexität auch in der notwendigen Zahl von Informationssystemen zu deren Management liegt – also eine Art Meta-Komplexität. Eine komplette Homogenisierung ginge hier über die Investitionsmöglichkeiten einzelner Unternehmen hinaus, wäre also schlichtweg zu teuer, und sei deswegen ausgeschlossen.

Auch bei Herrn Bentele von Rheinmetall war die Unmöglichkeit der Homogenisierung der IT-Infrastruktur das Thema. Neben den nicht zu stemmenden Kosten wolle Rheinmetall auch seine Mittelstandsfähigkeiten nicht aufgeben und hat deshalb bei der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner aufgesetzt. In den eigentlich sehr komplexen Menschen, die es damit in ihren unstrukturierten Prozessen zu unterstützen gilt, sah Herr Bentele nicht das eigentliche Problem. Zwar gibt es Herausforderungen dabei, Pre Baby Boomers und Baby Boomers mit ihrer kognitiven Konditionierung auf die Lösung von Problemen mit den Generationen X und Y mit ihrer kognitiven Konditionierung zur Vernetzung zusammen zu bringen, im Gegensatz zu den Logistikprozessen im ersten Vortragsblock wären die Akteure hier aber selbst intelligent und würden viele Abstimmungstätigkeiten im Kleinen regeln.

Bei Herrn Langen von Siemens war das angesprochene Hauptproblem beim Komplexitätsmanagement die Flut von

Daten (Anfragen) bei der Abschaffung von Informationshierarchien. Hier wurde wieder ein klarer Beitrag der Informatik zum Komplexitätsmanagement vorgestellt – eine Behebung der Informationsflut durch intelligente Filterung.

Interessant war bei allen Praxispräsentationen, dass Komplexität in den diskutierten Beispielen immer mit Netzwerken verbunden war – Netzwerke von Prozessschritten, Netzwerke von Produktionsstätten, Netzwerke von Informationsflüssen. Im Zusammenhang mit der Grunddefinition von Komplexität ist das aber nicht besonders verwunderlich.

Herr Kühn fokussierte in seinem Beitrag deshalb auch auf Netzwerke – diesmal technische Netzwerke. Er stellte die Herausforderungen vor, die Cloud Computing und Smart Grid aufwerfen – neue Netzwerke mit neuen Anforderungen an das Management der Komplexität. Die Informatik leistet mittels der Konzepte Abstraktion und Virtualisierung wichtige Beiträge zur Beherrschung solch komplexer Netzwerke.

Ein anderes Netzwerk thematisierte Herr Lämmer – den Straßenverkehr in Städten. Hier ist der Stand der Technik die Steuerung über Ampelsysteme, welche zentral geplant und gesteuert werden (Stichwort „Grüne Welle“). Sein Ansatz stellt dieses komplizierte Vorgehen auf den Kopf und schlägt eine lokale Optimierung über einfache Sensoren und Druckprinzipien anstelle des Versuchs einer globalen Steuerung vor.

Neben der Frage, was Komplexität überhaupt ist, stellte sich im Laufe des Forschungskolloquiums auch die Frage, ob Systeme nun nur wegen Informatik komplex sind – frei nach dem Motto: Die Informatik löst nur Probleme, die sie selbst geschaffen hat. Hier wurde aber glücklicherweise resümiert, dass (manche) komplexe und effiziente Systeme erst dank Informatik realisierbar und beherrschbar sind. Die Informatik löst also keinesfalls nur Probleme, die sie selbst geschaffen hat, sondern sie erlaubt die effiziente und effektive Behandlung von komplexen Szenarien, die ohne sie nicht behandelbar wären. Insbesondere die Auflösung von Hierarchien in dezentrale Netzwerke wird vielfach erst möglich und beherrschbar dank Informatik.

#### Literaturverzeichnis

- [1] Duden Online: Komplexität, <http://www.duden.de/rechtschreibung/Komplexitaet>, Letzter Abruf: 23.10.2013.  
 [2] Härtl, Holden: Implizite Informationen: Sprachliche Ökonomie und interpretative Komplexität bei Verben. Berlin: Akademie-Verlag, 2008, ISBN 3-05-004502-7.  
 [3] Biedenkopf, Kurt: Komplexität und Kompliziertheit. Informatik Spektrum 17(2): 82-86 (1994).