

## Zusammenspiel von Mensch und Maschine in komplexen Produktionssystemen

### Human and Machine Interaction in Complex Production Systems



Abbildung 1:  
 Olga Saukh forscht an komplexen Systemen – an der TU Graz und am Complexity Science Hub Vienna.

Figure 1:  
 Olga Saukh does research on complex systems – at TU Graz and at the Complexity Science Hub Vienna.

© Lünghammer – TU Graz

**F**ortschritte im Bereich Automatisierung, Kommunikation, Internet of Things und Künstliche Intelligenz stellen immer stärker die Frage, welche Rolle Menschen in Fabriken der Zukunft noch spielen werden. Dieser Frage und noch vielen mehr widmet sich Olga Saukh, Expertin für vernetzte Sensorik und Datenanalyse an der TU Graz und am Complexity Science Hub Vienna.

In modernen Produktionsumgebungen spielen Maschinen, Roboter, Werkzeuge und Menschen in einem komplexen System zusammen. Bei jedem einzelnen Produktionsschritt müssen höchste Qualitäts- und Sicherheitsstandards eingehalten werden – dazu gehört auch, dass sowohl Produktionsmaschinen als auch das Produkt selbst während des Herstellungsprozesses ständig überwacht werden. Eine große Anzahl an Sensoren zeichnet während des Fertigungsprozesses entlang der Montagelinie Daten auf – eingehende Analysen dieser Daten können den Prozess verbessern.

„Die schiere Menge an Daten, deren Komplexität und die Vielfalt an Produktionsprozessen stellen heutige Methoden der Datenanalyse vor große Herausforderungen. Um diese große Menge an Echtzeitdaten sinnvoll nutzen zu können, benötigen wir fortschrittliche Analysemethoden aus den Bereichen maschinelles Lernen und Komplexitätsforschung“, erklärt Olga Saukh, die seit wenigen Monaten die Laufbahnstelle für Komplexe Vernetzte Produktionssysteme am Institut für Technische Informatik innehat. >

**P**rogress in the fields of automation, communication, Internet of Things and artificial intelligence increasingly invites the question of what role humans will play in factories of the future. This question and many others are addressed by Olga Saukh, an expert on sensor networks and data analysis at TU Graz and at the Complexity Science Hub Vienna.

Machines, robots, tools and humans interact together in a complex system in modern production environments. Highest quality and safety standards have to be adhered to at every single production step – this also includes production machines and the product itself having to be constantly monitored during the manufacturing process. A large number of sensors record data along the production line during the production process – in-depth analysis of this data can improve the process.

“The sheer amount of data, its complexity, and the diversity of production processes place great challenges on today’s methods of data analysis. To be able to use this huge amount of real-time data meaningfully, we need advanced methods of analysis from the fields of machine learning and complexity research,” explains Olga Saukh, who has occupied the tenure track position for complex networked production systems at the Institute of Technical Informatics.

#### Individual mass products?

“The shift from mass production to mass customisation represents a great challenge both to production >



### Individuelle Massenprodukte?

„Die Verlagerung von der Massenproduktion zur Massenanpassung stellt sowohl Produktionsbetriebe als auch Kundinnen und Kunden vor große Herausforderungen“, erklärt die Forscherin. Ziel smarter Fabriken ist es, statt einer hohen Stückzahl des immer gleichen Produktes individualisierte Einzelstücke vom Fließband herzustellen, die nach den Wünschen und Anforderungen der Endverbraucher gestaltet sind. Dazu müssen die Produkte aber quasi selbst wissen, wie sie schlussendlich aussehen sollen und welche Produktionsschritte dazu notwendig sind. Und sie müssen diese Anforderungen an die erzeugenden Maschinen und Roboter kommunizieren können, die sich wiederum selbst organisieren und die notwendigen Arbeitsschritte umsetzen müssen. „Problematisch ist bei dieser Entwicklung, dass die komplexen Produktionssysteme immer effizienter und schneller werden sollen, aber auch robust gegenüber Fehlern sein müssen“, so Saukh. „Das ist neu gegenüber derzeitigen Strategien zur Risikominimierung, die auf Redundanzen und einer feinen Prozesssteuerung basieren. Damit werden zwar Fehler vermieden, aber es erhöht die Durchlaufzeit.“

### Die Wahl als Qual

Paradoxerweise sinke durch die vielen Wahlmöglichkeiten aber auch die Kundenzufriedenheit, erzählt Saukh weiter: „Der Psychologe Barry Schwartz hat das als ‚Paradoxon der Wahl‘ bezeichnet: Es gibt so viele ‚richtige‘ Wahlmöglichkeiten, dass wir überfordert, unentschieden und letztlich unzufrieden zurückbleiben.“ In Zukunft werden deshalb neue Instrumente zur Unterstützung der Entscheidungsfindung immer wichtiger, glaubt Saukh: „Zum Beispiel personalisierte Empfehlungssysteme, personalisierte Nachrichten und personalisierte Medizin.“

Themen wie diese stehen im Zentrum des Forschungsinteresses am Complexity Science Hub Vienna, einem Forschungsverbund von vier öster-

*companies and their customers,” explains the researcher. The aim of smart factories is to produce individualised single pieces from the assembly line according to the wishes and requirements of the end users – instead of a high number of products which are all the same. However, the products have to – in a manner of speaking – know themselves what they should finally look like and what production steps are actually necessary for this. And they have to be able to communicate these requirements to the producing machines and robots, which in turn have to organise themselves in order to implement the required working steps. “This development is problematic in that the complex production systems have to become increasingly more efficient and faster, and also more resilient to faults,” says Saukh. “This is new with respect to current strategies regarding risk minimisation, which are based on redundancies and a very fine process control. In this way errors are avoided, but the throughput time is raised.”*

### What price choice?

*Paradoxically, customer satisfaction is lowered through too many choices, continues Saukh: “Psychologist Barry Schwartz has called this the ‘paradox of choice’: there are so many ‘right’ choices that we remain overburdened, undecided and finally dissatisfied.” For this reason, new instruments to support decision-making will become increasingly important in the future, believes Saukh: “For example, personalised recommendation systems, personalised news and personalised medicine.”*

*Topics such as these are at the centre of research interest at the Complexity Science Hub Vienna, a research alliance of four Austrian universities (TU Graz and TU Wien, MedUni Vienna, and Vienna University of Economics and Business) and two research institutions (AIT, IIASA), where researchers from different academic backgrounds are conducting research into complex systems. “The hub is an*

**Abbildung 2:**  
**Eine smarte Fabrik ist ein komplexes System – in ihr müssen Roboter miteinander und mit dort arbeitenden Menschen gemeinsam arbeiten.**

*Figure 2:*  
*A smart factory is a complex system – robots have to work together with other robots and with people working there.*



reichischen Universitäten (TU Graz und TU Wien, MedUni Wien, WU Wien) und zwei Forschungsinstitutionen (AIT, IASA), in dem sich Forschende unterschiedlicher akademischer Hintergründe mit komplexen Systemen befassen. „Der Hub ist ein wunderbarer Ort, um sich auszutauschen und gemeinsame Lösungen zu finden. Obwohl alle Forschenden aus unterschiedlichen Gebieten kommen und an sehr unähnlichen Projekten arbeiten, sind unsere Methoden doch sehr ähnlich und wir können uns wunderbar gegenseitig unterstützen“, erzählt Saukh, die für die TU Graz am Complexity Science Hub Vienna tätig ist. Ihr Forschungsinteresse ist unter anderem, dezentrale Lösungen zu entwickeln, um Produktionssysteme flexibler und widerstandsfähiger zu machen. Maschinen und Roboter sollen befähigt werden, Entscheidungen selbst zu treffen, selbstständig miteinander zu arbeiten und sich autonom zu organisieren. „Trotz aller noch offenen Sicherheitsfragen ist dieser Trend sehr interessant und ich sehe darin großes Potenzial“, ist Saukh begeistert.

### Mensch und Produktion

Durch die Fortschritte in den Bereichen Automatisierung, Kommunikation, Internet of Things und künstliche Intelligenz wird die Frage, welche Rolle der Mensch in den Fabriken der Zukunft spielen wird, immer wichtiger. „Ziel muss sein, die Arbeit in Fabriken so zu gestalten, dass menschliches Potenzial ausgeschöpft und Kreativität gefördert wird. Dann können Menschen nachhaltig immer stärker automatisierte Fabriken unterstützen und optimieren“, erklärt Saukh. Sie erwartet, dass in Zukunft zwei Arten von Jobs dominieren werden: Aufgaben, die Kreativität, Führung und Out-of-the-Box-Denken erfordern, und Aufgaben, die Expert/innenwissen und Flexibilität erfordern. Diese beiden Aufgaben zu automatisieren sei derzeit – noch – nicht möglich. „Mich interessiert vor allem, die menschliche Beteiligung am Produktionsprozess zu messen und ihre Entwicklung im Laufe der Zeit zu quantifizieren. Ich versuche, die Wurzeln der menschlichen Kreativität zu verstehen, um die Ideen- und Entscheidungsfindung in zukünftigen Fabriken fördern zu können.“ Erprobt werden ihre Lösungsansätze unter anderem in der smartfactory@tugraz – einer Lernfabrik in der Grazer Inffeldgasse, in der in kleinem Maßstab Produktionsumgebungen der Zukunft nachgebaut werden können.

**Text: Birgit Baustädter ■**



© Lunghammer – TU Graz

**Abbildung 3:**  
**Die Wissenschaftlerin arbeitet am Institut für Technische Informatik in der Grazer Inffeldgasse – einen großen Teil ihrer Zeit aber verbringt sie am Complexity Science Hub in Wien.**

**Figure 3:**  
*The scientist works at the Institute of Technical Informatics in Inffeldgasse, Graz – but spends much of her time at the Complexity Science Hub in Vienna.*

*amazing place where you can exchange information and find shared solutions. Although all the researchers are active in different areas and are working on very diverse projects, our methods are very similar and we are able to support each other wonderfully,” explains Saukh, who works for TU Graz at the Complex Science Hub Vienna. Her research interest, among other things, is to develop decentralised solutions to make production systems more flexible and resilient. It is intended that machines and robots are enabled to make decisions themselves, to work independently together and to organise themselves autonomously. “Despite all the open questions regarding safety, this trend is very interesting and I can see great potential in it,” enthuses Saukh.*

### Man and production

*Due to progress in the fields of automation, communication, Internet of Things and artificial intelligence, the question of what role humans will play in factories of the future is becoming more and more important. “The goal must be to shape work in factories in such a way that human potential is exploited and creativity promoted. Then humans will be able to optimise and support increasingly automated factories in a sustainable way,” explains Saukh. She expects that two kinds of jobs will dominate in the future: tasks which require creativity, management and thinking outside the box, and tasks which require expert knowledge and flexibility. It is currently not – yet – possible to automate these two kinds of tasks. “What interests me in particular is measuring human participation in the production process and quantifying its development over time. I try to understand the roots of human creativity in order to be able to promote the ideas and decision-making in future factories.” Her solution approaches will be tested at smartfactory@tugraz – a training factory in Inffeldgasse in Graz, where production environments of the future can be built on a small scale.*

**Text: Birgit Baustädter ■**