

Theoretische Ingenieurskunst

Frank Allgöwer erforscht die Dynamik komplexer Systeme

Eine immer stärker vernetzte Welt schafft viele gegenseitige Abhängigkeiten. Erfolgversprechend ist daher das Denken in Systemen. Frank Allgöwer entwickelt Methoden, die bei der Analyse und Regelung solcher Systeme helfen können. Der Professor für Technische Kybernetik und Direktor des Instituts für Systemtheorie und Regelungstechnik an der Universität Stuttgart gehört zu den renommiertesten Köpfen der Hochschule und hat als Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) auch in der Wissenschaftspolitik Gewicht.

Fragt man ihn nach seiner Motivation, dann spürt man schnell, dass Frank Allgöwer durch und durch Wissenschaftler ist: „Wenn ich an einem Problem arbeite und dann noch das vage Gefühl habe, dass ich es lösen kann, dann passiert es schon mal, dass ich alles um mich herum vergesse – auch das Essen.“ Als Grundlagenforscher genieße er es, etwas ausprobieren zu können. „Dann habe ich vielleicht auch mal zwei Wochen ergebnislos vergeudet“, sagt er, „aber dieses Freisein im Denken schätze ich.“ Allgöwer bezeichnet sich selbst als „theoretischen Ingenieur“, letztlich ist sein Gebiet, die Technische Kybernetik, angewandte Mathematik. Dabei hat er sich auf die Beschreibung komplexer, dynamischer Systeme spezialisiert. „Nehmen Sie Lkw-Konvoifahrten“, greift Allgöwer ein anschauliches Beispiel auf. „Heute arbeitet die Industrie daran, dass mehrere Fahrzeuge hintereinander fahren können und nur noch der vorderste Lkw von einem Fahrer gesteuert wird.“ Die Abstände zwischen den Lastwagen sind dann so gering, dass sie den Windschatten des jeweiligen Vordermanns ausnutzen und so erheblich Sprit sparen. Damit es zu keinen Kollisionen kommt, müssen sich die

Fahrzeuge jedoch permanent untereinander abstimmen. „Das ist ein regelungstechnisches Problem“, sagt Allgöwer. Wenn der Vordermann bremst, sollten alle Lkws im Konvoi ebenfalls sofort bremsen und nicht erst nach und nach. „Ordnen Sie die einzelnen Lkws irgendwo im Raum an und ersetzen Sie sie durch ein Flugzeug, eine Ampel, ein Auto, einen Zug... – sprich durch Verkehrsmittel und die zugehörige Infrastruktur: Das Gesamtsystem Verkehr ist dann ein interessantes, komplexes System.“ Oder die Industrie 4.0: die Vernetzung der Produktionstechnik, um wandlungsfähige, ressourceneffiziente und integrative Fertigungsprozesse zu verwirklichen. Oder die Krebsforschung: „In Zusammenarbeit mit Biologen ist es uns vor Jahren gelungen, einen wichtigen Mosaikstein für das Verständnis des programmierten Zelltods zu identifizieren“, erzählt Allgöwer. Die Biologen konnten damals trotz intensiver Untersuchungen nicht erklären, wie der Prozess abläuft, mit dem der Körper nicht mehr benötigte Zellen gezielt absterben lässt – etwa bei der embryonalen Entwicklung. Dieses Wissen, so die Hoffnung, könnte jedoch eines Tages bei der Behandlung von Krebs hilfreich sein, um die malignen Zellen nicht mehr nebenwirkungreich mit Chemotherapie, sondern gezielt abzutöten. Die Mathematisierung der Biologie habe erst begonnen und werde auch bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer zu einem besseren Verständnis der Vorgänge beitragen, ist sich Allgöwer sicher. Sein Werdegang liest sich im Rückblick geradlinig, fast zwangsläufig. Er studierte Technische Kybernetik in Stuttgart, war Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes, des Auswärtigen Amtes und der Fulbright-Kommission. Bereits während seiner Promotion in Stuttgart baute Allgöwer eine Forschungsgruppe zu Fragen der nichtlinearen Regelung auf. Nach seiner Promotion ging er für

$$d\{ \cdot \} : y(s) = G(s) \cdot u(s)$$
$$y(t) = C e^{At} x(0) + C \int_0^t e^{A(t-\tau)} u(\tau) d\tau$$

The image shows a block diagram of a control system. An input $u(s)$ enters a block labeled $G(s)$. The output of this block is $y(s)$. A feedback loop is shown with a disturbance z entering the system. The output y is also shown in the time domain with a graph of y versus t .

Technische Kybernetik ist angewandte Mathematik. Daher macht Prof. Frank Allgöwer bei aller Komplexität auch mal einen Tafelaufschrieb.

ein Jahr in die USA zu DuPont. Das Unternehmen wollte ihn anstellen, er dagegen strebte eine Hochschullaufbahn an. Man einigte sich auf das einjährige Gastspiel. Danach forschte Allgöwer an der ETH Zürich, bevor er 1999 einem Ruf nach Stuttgart auf den neugeschaffenen Lehrstuhl für Systemtheorie technischer Prozesse folgte, „weil es hier tolle Nachwuchskräfte gab und noch immer gibt“. Bald schon gehörte er in seinem Fachgebiet zu den weltweit führenden Köpfen, was nicht zuletzt auch der im Jahr 2004 an ihn verliehene Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis zeigt, die höchst dotierte Auszeichnung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). „Dieser Preis“, sagt Allgöwer, „hat mir als damals relativ junger Wissenschaftler finanzielle Unabhängigkeit ermöglicht und Reputation eingebracht. Ich konnte es mir in der Folge erlauben, auch riskantere Fragestellungen anzugehen, bei denen die Erfolgsaussichten unklar waren.“

VOM GOLDWÄSCHER ZUR TECHNISCHEN KYBERNETIK

Trotz der steilen Karriere sagt der 1962 geborene Wissenschaftler: „Vieles in meinem Werdegang war Zufall“. Das ging schon bei der Wahl des Studienfachs los. Nach dem Abitur wollte er für ein Jahr zusammen mit einem Freund als Goldwäscher in den USA arbeiten. Sein Vater sollte ihn dann rechtzeitig zur Rückkehr in den drei Studienfächern Mathematik, Jura und Architektur einschreiben. Doch es kam anders. Bereits nach einem halben Jahr kam der Sohn nach Hause, und weil sein Vater ihn zu diesem Zeitpunkt in keinem der Wunschfächer, sondern nur probenhalber im Fach „Technische Kybernetik“ eingeschrieben hatte, nahm Allgöwer eben dieses Studium auf. Ingenieur zu werden war dann aber eine sehr bewusste Entscheidung, genauso wie die Forscherkarriere. „Meine Themen haben sich dagegen teilweise wieder zufällig ergeben“, sagt

Allgöwer. Ein Beispiel sind seine Veröffentlichungen zur sogenannten Modellprädiktiven Regelung – „die gehören nach über einem Jahrzehnt noch immer zu meinen bestzitierten Papers“. Ausgangspunkt für die Arbeiten war damals eine Diskussion unter Kollegen, die den Ansatz als „hässlich“ empfanden und dessen Eignung für nicht beweisbar hielten – „denn man bearbeitet dabei ein Problem sozusagen mit dem großen numerischen Knüppel“. Doch zufällig fragte einen Tag später eine Chinesin bei Allgöwer wegen einer Doktorarbeit an. „Ich habe ihr dann genau dieses Thema vorgeschlagen.“

Ähnlich unerwartet für Allgöwer ergab sich im Jahr 2012 seine Wahl zu einem der DFG-Vizepräsidenten. Das DFG-Präsidium, bestehend aus dem Präsidenten und acht Vizepräsidenten, gestaltet die Förderinstrumente der wichtigsten Organisation der deutschen Forschungsförderung. „Es ist eine hochinteressante Tätigkeit“, sagt Allgöwer. Und selbst er, der häufig interdisziplinär arbeite, lerne in diesem Gremium noch viel über andere Wissenschaften und die Umstände, unter denen sie forschten. „Allerdings ist so eine Vizepräsidentenschaft kein Job, den man mal so nebenbei erledigt.“ Der Zeitaufwand sei schon enorm.

Auch in der Lehre hat sich Allgöwer einen Namen gemacht. 2007 bekam er den baden-württembergischen Landeslehrpreis verliehen – auf Vorschlag seiner Studierenden. Mit Unterstützung der Robert-Bosch-Stiftung richtet er seit 2001 den Wettbewerb „Roborace“ aus, bei dem jedes Jahr rund 400 Schüler und Anfangssemester mit Hilfe der Produktserie Lego Mindstorms eine Aufgabe aus der Technischen Kybernetik lösen müssen. Fast schon legendär sind auch die Anfänge seiner Vorlesungen: In den zehn Minuten vor Beginn laufen die Trailer der neusten Kinofilme – damit alle Hörer pünktlich da sind, wenn Allgöwer anfängt.

Michael Vogel