WIRTSCHAFT UND ÖKOLOGIE 05.01.2023 | Sarah Bauerle Danzman & Emily Kilcrease

Chipkrieg mit Risiko

Washington will China aus den Lieferketten der Chiphersteller ausschließen. Doch der Versuch könnte nach hinten losgehen und die USA selbst isolieren.

Um Chinas Fähigkeiten zur Chipproduktion und zur Entwicklung von Hochleistungsrechnern einzuschränken, kündigte die Regierung Biden im Oktober eine Reihe neuer, unilateral aufgelegter Exportkontrollen an. Knapp einen Monat vor Bekanntgabe der verschärften Regelungen hatte der Nationale Sicherheitsberater Jake Sullivan eine maßgebliche Revision der US-Strategie für den Technologiewettbewerb angekündigt. Bis dahin hatten die USA den Export von Chips oder anderen Technologien nach China verboten, wenn diese für militärische Zwecke entwickelt worden waren oder dafür eingesetzt werden konnten. Dasselbe galt, wenn ein Technologietransfer den Wissensvorsprung der USA gegenüber Wettbewerbern in Bereichen, die auch das Militär betreffen, gefährdet hätte. Fortan, so Sullivan, müssten sich die USA auf bestimmten Technologiefeldern generell „einen möglichst großen Vorsprung bewahren“, und zwar in allen Einsatzbereichen der Chipproduktion und Entwicklung von Hochleistungsrechnern, in denen die Grenzen zwischen zivilen und militärischen Anwendungen verwischen.

Diese Ausfuhrkontrollen und insbesondere die Bestimmungen der *Foreign Direct Product Rule* seien ein Ausdruck dessen, dass die USA ihre Machtposition in der Halbleiter-Lieferkette instrumentalisieren und „zum Nachteil anderer als Waffe einsetzen“. Die *Foreign Direct Product Rule* ermöglicht es den USA, unter bestimmten Umständen extraterritorial Kontrolle auszuüben – um zum Beispiel zu verhindern, dass Unternehmen außerhalb der USA Halbleiter, die mit US-Anlagen produziert wurden, nach China verkaufen. Außerdem würden die Vereinigten Staaten über eine Marktdominanz im Bereich spezieller Programme und Anlagen für die Entwicklung und Herstellung von Halbleitern sowie speziellen Chips für bestimmte KI-Anwendungen verfügen. Aus dieser privilegierten Position heraus könnten sie versuchen, in China die Entwicklung eigener Technologien in den Bereichen Mikroelektronik und Hochleistungsrechner zu behindern. In ähnlicher Weise hätten die USA schließlich auch schon die Dominanz des US-Dollars dazu genutzt, Einzelpersonen und Staaten aus dem globalen

Finanzsystem auszuschließen.

Technologie-Lieferketten können sich schneller anpassen und neu organisieren als das dollarbasierte Finanzsystem.

Doch die Position der USA in der Halbleiter-Lieferkette lässt sich mit der Vormachtstellung ihrer Währung im globalen Finanzwesen nicht vergleichen. Technologie-Lieferketten können sich schneller anpassen und neu organisieren als das dollarbasierte Finanzsystem. Schlimmer noch: Eine solche Argumentation ist gefährlich, denn sie wiegt die politischen Entscheidungsträger in der falschen Gewissheit, ein unilaterales Vorgehen zeige sicher Wirkung, und damit erübrige sich der Aufbau multilateraler Allianzen mit dem Ziel, die Effizienz von Ausfuhrkontrollen zu gewährleisten. Darüber hinaus wird die Einheit des Westens geschwächt, der die systemischen Herausforderungen, vor die China ihn stellt, doch gemeinsam bewältigen müsste. Zwar haben sich die Verantwortlichen in den USA dazu verpflichtet, wichtige Verbündete und Partner von der gemeinsamen Einführung ähnlicher Kontrollen zu überzeugen, doch die US-Beschlüsse wurden im Alleingang bekanntgegeben, und ob es eine Übereinkunft mit anderen Ländern geben wird, bleibt ungewiss.

Um zu verstehen, wie sich Ausfuhrkontrollen oder andere geoökonomische Instrumente bestmöglich einsetzen lassen, muss man sich zunächst die Position der USA in den globalisierten Lieferketten ebenso anschauen wie die Struktur und die Anpassungsprozesse, denen diese Netzwerke unterliegen. Anders als im Falle der Dollar-Dominanz im globalen Finanzsystem ist die Stellung der USA innerhalb der Lieferketten für modernste Technologien anfällig für Erschütterungen. Wenn die USA ihre geoökonomische Strategie und Politik mit wichtigen Partnern und Verbündeten koordinieren, können sie ihre Stellung jedoch stärken und verhindern, dass ihnen im Lauf der Zeit die Macht innerhalb der Netzwerke entgleitet.

Damit Staaten die Marktverflechtung über einen längeren Zeitraum zu ihrem Vorteil nutzen können, müssen sie in einer hierarchischen Netzwerkstruktur eine beherrschende Stellung einnehmen. Die zentrale Position des US-Dollars in der globalen Finanzinfrastruktur ist das klassische Beispiel für ein hierarchisches Netzwerk, in dem die USA eine

klare Vormachtstellung einnehmen und diese nutzen können, um ihre geopolitischen Ziele durchzusetzen. Die US-Sanktionsstrategie gründet auf dieser Prämisse. Das globale Finanzsystem kann sich nicht so einfach an einer Alternative zum Dollar ausrichten, weil die sogenannten Netzwerkeffekte der Währung allgegenwärtig sind – genau wie eine Social-Media-Plattform wird eine Währung umso nützlicher, je breiter sie verwendet wird. Der US-Dollar ist so resilient, dass er auch bei extremen Erschütterungen wie der Finanzkrise 2008 seine Vormachtstellung bewahren kann.

Nur elf Prozent der globalen Chipproduktion entfallen auf die USA.

Politikerinnen und Politiker sollten aber weder allzu sehr auf die Erfahrungen der USA mit Finanzsanktionen schielen noch dem Trugschluss aufsitzen, man könnte die Dollar-Dominanz mit der US-Position in der globalen Halbleiter-Lieferkette gleichsetzen. Diese Lieferkette lässt sich bei weitem nicht so wirksam zum Nachteil anderer instrumentalisieren wie das globale Finanzsystem, denn sie ist so komplex, dass sich alle Akteure im Lauf der Zeit an Veränderungen anpassen können. Sie besteht aus mehreren Netzwerken mit unterschiedlichem Input, sodass in vielen verschiedenen Ländern eine Art Flaschenhals (*chokepoint*) entsteht. Mit 46 Prozent des 528 MilliardenUS-Dollar schweren Weltmarktes für Halbleiter waren die USA 2021 der wohl einflussreichste Knotenpunkt. Sie sind weltweit führend im Softwaredesign von Automatisierungsprogrammen, einem wesentlichen Bestandteil der Entwicklung komplexer Schaltungen für modernste Chips. Gemeinsam mit den Niederlanden und Japan beherrschen sie die Produktion von Geräten und Anlagen für die Halbleiterproduktion, ein Bereich, der unter dem Begriff „Tooling“ bekannt ist.

Doch bei der Herstellung modernster Halbleiter sind die USA vollständig auf Taiwan und Südkorea angewiesen. Mehr noch: Nur elf Prozent der globalen Chipproduktion entfallen auf die USA. Auch die für die Herstellung von Mikrochips erforderlichen Rohstoffe sind in nur wenigen Ländern konzentriert, darunter China. Zulieferer außerhalb der USA beherrschen die Bereiche Prüfung, Montage und Verpackung am Ende des Produktionsprozesses. Durch die vielschichtigen, einander oft

überlappenden Produktionsnetzwerke entstehen in verschiedenen Teilen der Lieferkette komplexe Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Produktionsstandorten, insbesondere zwischen China, Japan, Südkorea, Taiwan, den USA und europäischen Staaten. Einige Länder beherrschen bestimmte Teile der Lieferkette stärker als andere, aber kein Land dominiert das gesamte Netzwerk.

Aufgrund der hohen Produktionskosten lässt sich in allen Teilen des Netzwerks eine Tendenz zur Konzentration beobachten, sodass in jedem Bereich der Halbleiterproduktion ein oder zwei Unternehmen einen beherrschenden Weltmarktanteil innehaben. Dadurch entstehen einzelne Flaschenhälse, die die USA und andere Akteure kurzfristig instrumentalisieren können. Der Bau einer Anlage zur Herstellung von Wafern (Halbleiter-Schlüsselkomponenten) kostet zehn bis 20 MilliardenUS-Dollar. Mit der Entwicklung neuer Anlagen sind hohe Kosten für Forschung und Entwicklung sowie lange Vorlaufzeiten verbunden, was die Verdichtung der Branche befördert.

So setzt beispielsweise der niederländische Chiphersteller ASML die EUV-Lithografie ein, deren Entwicklung drei Jahrzehnte in Anspruch nahm und für die mehrere Unternehmensübernahmen, Tausende hochqualifizierte Mitarbeiter und eine enge Zusammenarbeit mit Technologiezulieferern notwendig waren. Die hohen Fixkosten, die technische Komplexität und der große Bedarf an qualifiziertem Personal befördert die Spezialisierung und Segmentierung der Märkte, sodass nur wenige Anbieter viele wichtige Bestandteile der Lieferkette beherrschen. Um ihre dominante Position in der Lieferkette zu behaupten, müssen diese Firmen ständig in Innovation, Forschung und Entwicklung investieren. Unternehmen und Länder befinden sich unablässig in einem harten Konkurrenzkampf, und wer ins Hintertreffen gerät, ist stets in Gefahr, durch andere ersetzt zu werden.

Um ihre dominante Position in der Lieferkette zu behaupten, müssen diese Firmen ständig in Innovation, Forschung und Entwicklung investieren.

Ob die USA oder ein beliebiger anderer Staat ihre Position in der Halbleiter-Lieferkette zum Nachteil anderer einsetzen können, hängt davon ab, wie leicht es einzelnen Ländern fällt, wichtige Teile der Lieferkette neu aufzustellen. Einen wichtigen Knotenpunkt im Netzwerk zu ersetzen, ist ein komplexes Unterfangen, für das Geduld, sehr viel Geld und ein hohes Maß an technischer Innovation notwendig sind. Allerdings muss dafür nicht das gesamte Halbleiternetzwerk neu aufgestellt werden, sondern es reicht, wenn ein oder zwei engagierte Akteure, ausgestattet mit technischen

Kapazitäten und dem notwendigen Budget für Forschung und Entwicklung und befeuert durch wirtschaftliche Anreize, die Produktionsbereiche eines anderen Landes kopieren. Der Halbleitermarkt ist mörderisch, die Technologie entwickelt sich rasant. Bei der Entwicklung modernerer Chips wie auch effizienterer und zuverlässigerer Produktionsmethoden erzielen Ingenieure bahnbrechende Fortschritte. Der Stern führender Technologiehersteller kann aufsteigen, abstürzen und dann wieder aufsteigen – häufig mit massiver staatlicher Unterstützung. Zwar dürfte es nicht leichtfallen, Alternativen zu den USA zu finden, doch ernsthaften Konkurrenten könnte das gelingen, insbesondere wenn sie sich andere Technologie- und Kompetenzquellen bewahren.

Der erzwungene Rückzug von US-Tooling-Produzenten aus dem chinesischen Markt schafft eine natürliche Marktöffnung.

Wie dynamisch die Branche ist, illustriert das Tooling, eine der Flaschenhals-Technologien, die China durch die neuen US-Ausfuhrkontrollen vorenthalten werden sollen. Heute beherrscht eine Handvoll US-Unternehmen – Applied Materials, KLA und Lam Research – die wichtigsten Tooling-Technologien. Doch ausländische Firmen wie ASML und die japanische Tokyo Electron sind Marktführer in angrenzenden Bereichen der Lieferkette und daher in der Lage, mittelfristig die US-Technologien zu ersetzen. Da der erzwungene Rückzug von US-Tooling-Produzenten aus dem chinesischen Markt eine natürliche Marktöffnung schafft, könnten diese ausländischen Unternehmen genau das anstreben. Um der Gefahr weiterer US-Exportkontrollen zu entgehen, dürften sie zudem stark daran interessiert sein, Technologien aus den USA aus ihren eigenen Lieferketten zu eliminieren.

Die jüngste beispiellose Ausweitung extraterritorialer Regelungen in den US-Ausfuhrkontrollen schürt diese Ängste massiv und erhöht das Risiko, dass andere Länder oder Unternehmen US-Zulieferer auf Eis legen, um

ihre Autonomie zu bewahren und weiterhin global zu verkaufen – auch in China. Auch abseits des chinesischen Marktes könnten US-amerikanische Tooling-Anbieter rückläufige Umsätze verzeichnen, weil Chiphersteller in anderen Ländern die Anlagen aus den USA aus ihren Produktionslinien eliminieren, um dem langen Arm der neuen US-Ausfuhrkontrollpolitik zu entgehen.

Als die USA 2019 aggressive extraterritoriale Kontrollen verhängten, um den chinesischen Telekommunikationskonzern Huawei von der globalen Chipversorgung abzuschneiden, wurde die Expansion von Huawei dadurch erheblich gebremst. Doch diese Maßnahmen richteten sich gegen ein einzelnes Unternehmen, nicht gegen ein ganzes Segment der chinesischen Technologiebranche. Die aktuelle unilaterale Einführung weitreichender extraterritorialer Kontrollen durch die USA könnte die Lieferkette stärker erschüttern als damals die Maßnahmen gegen Huawei. Ausländische Unternehmen und Staaten dürften zu dem Schluss gelangen, dass ihre Abhängigkeit von US-Technologien eine Schwachstelle ist, gegen die sie etwas unternehmen müssen.

Ausländische Unternehmen und Staaten dürften zu dem Schluss gelangen, dass ihre Abhängigkeit von US-Technologien eine Schwachstelle ist

US-amerikanische Tooling-Anbieter könnten schwierigen Zeiten entgegenblicken, denn angesichts schrumpfender Absatzmöglichkeiten werden sie womöglich weniger Einnahmen für Innovationsinvestitionen generieren. Genau diese Dynamik entfaltete sich Anfang des 21. Jahrhunderts in der kommerziellen Raumfahrt, nachdem die USA einseitig strengere Kontrollen für Satellitenexporte nach China eingeführt hatten. Marktanteil und Ressourcen der USA schrumpften, weil europäische Unternehmen Produkte ohne US-Komponenten anboten – auch auf dem chinesischen Markt. Die aktuellen Ausfuhrkontrollen werden kurzfristig sicher Wirkung entfalten, da sie China erst einmal vom Tooling abschneiden, doch dieser Flaschenhals wird voraussichtlich nicht lange Bestand haben, da andere Anbieter in die Lieferkette einsteigen werden.

Der Fall der Halbleiter zeigt, dass einzelne Länder die Marktverflechtung nicht einfach zum Nachteil anderer instrumentalisieren können, insbesondere in Lieferketten mit vielschichtigen und einander überlappenden Abhängigkeiten. Bestimmte Unternehmen können bestimmte technologische Flaschenhälse in der Halbleiter-Lieferkette

aufrechterhalten, allerdings geht das nur im beständigen Wettbewerb. So entsteht eine Lieferkettenstruktur, die mittelfristig veränderbar und für einzelne Akteure schwieriger zu kontrollieren ist. In anderen Technologiebereichen – etwa Künstliche Intelligenz und Quantencomputer – ist die Weltmarktführerschaft ebenfalls hart umkämpft, was ähnliche Komplikationen mit sich bringt. In all diesen Bereichen ist es wichtig, dass die USA solche Hemmnisse in der Planung intelligenter und effektiver politischer Maßnahmen zur Stärkung ihrer technologischen Führungsrolle berücksichtigen.

Die USA müssen für den Technologiewettbewerb mit China rasch einen Konsens aller modernen Volkswirtschaften herstellen.

Vor diesem Hintergrund müssen die USA für den Technologiewettbewerb mit China rasch einen Konsens aller modernen Volkswirtschaften herstellen, der auch eine gemeinsame Haltung zu einer adäquaten Rolle von Ausfuhrkontrollen beinhaltet. Die USA beherrschen zwar nicht die gesamte Halbleiter-Lieferkette, haben aber den großen Vorteil starker Allianzen und Partnerschaften mit den meisten Produktionsstandorten, die ebenfalls wichtige Knotenpunkte im Netzwerk repräsentieren. Die Gefahr, dass andere Akteure einfach das von den USA hinterlassene Vakuum ausfüllen, lässt sich durch eine besser koordinierte Strategie drastisch verringern. Ein multilaterales Vorgehen kann dazu beitragen, die Stellung der USA in den Netzwerken zu bewahren und die Wirkung sämtlicher Ausfuhrkontrollen gegenüber China zu verstärken. So könnten beispielsweise US-Tools zwar mittelfristig durch niederländische und japanische Produkte ersetzt werden, doch dürfte sich China deutlich schwerer tun, die Technologien aller drei Länder im Alleingang zu kopieren. Jüngste Presseberichte über Fortschritte in den Verhandlungen zwischen diesen Ländern sind daher vielversprechend; allerdings lässt sich noch nicht beurteilen, ob die Gespräche in eine Übereinkunft münden, die einen echten multilateral kontrollierten Flaschenhals schafft.

Die USA haben bis zur Herstellung einer solchen Übereinkunft noch einiges zu tun. Dazu gehört die Beantwortung der Fragen, ob es wirklich klug ist, Chinas Fähigkeiten einzudämmen, und ob andere Länder die

rechtlichen Befugnisse und die Durchsetzungskraft besitzen, um die gewünschten Maßnahmen auch umzusetzen. Sie müssen in schwierigen Gesprächen mit ihren Partnern klären, wie groß der Spielraum in Bezug auf sogenannte Dual-Use-Technologien sein darf, solche also, die sich sowohl militärisch als auch kommerziell nutzen lassen. Obwohl wichtige Partner, genau wie die USA, China als strategische Bedrohung betrachten, gibt es nach wie vor grundlegende Meinungsverschiedenheiten darüber, wie wirksam das Vorgehen der USA ist und welche Probleme mit stärkeren Exportkontrollen einhergehen. Ein multilaterales Abkommen, das auf der Androhung weiterer extraterritorialer Kontrollen durch die USA aufbaut, mag kurzfristig zielführend sein. Es wird aber bewirken, dass die Verbündeten und ihre Halbleiterindustrien Nachteile aus ihrer Abhängigkeit von der US-Technologie befürchten und bestrebt sein könnten, Alternativen zu entwickeln. Die Androhung neuer Ausfuhrkontrollen reicht nicht aus. Die US-Verantwortlichen müssen mit ihren Partnern ein gemeinsames Verständnis dafür entwickeln, wie sie mit dem technologischen Aufstieg Chinas am besten umgehen.

Die Ausarbeitung einer geschlossenen Strategie für ein verantwortungsvolles Auftreten im Technologiewettbewerb mit China war noch nie so dringlich wie heute. Über die Ausfuhrkontrollen hinaus diskutieren die Regierung Biden und der Kongress eine Reihe neuer Instrumente, um den mutmaßlichen Gefahren einer wirtschaftlichen Verstrickung mit China zu begegnen, darunter nie dagewesene Einschränkungen für US-Investitionen in China. Am Ende könnte das Ziel stehen, den Zufluss von wichtigen Technologien, Kapital und Know-how aus den USA in die Hochtechnologiesektoren Chinas einzudämmen. Aber so, wie die USA ihre nicht beherrschende Stellung in den Chiplieferketten nicht wirksam gegen andere instrumentalisieren und als Waffe ausspielen können, wird es ihnen auch nicht gelingen, den gesamten technologischen Fortschritt in China einfach im Alleingang auszubremsen.

© *Foreign Affairs*

Aus dem Englischen von Anne Emmert



Sarah Bauerle Danzman
Bloomington

Sarah Bauerle Danzman ist Professorin für internationale Studien an der Indiana University Bloomberg, ihr Fachgebiet ist politische Ökonomie, internationalen Investitionen und Finanzen.



Emily Kilcrease
Washington D.C.

Emily Kilcrease ist Senior Fellow und Direktorin des Programms für Energie, Wirtschaft und Sicherheit am CNAS. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Wirtschaftsbeziehungen zwischen den USA und China sowie die Wirtschaftspolitik im Zusammenhang mit der nationalen Sicherheit.

-