

Mikroelektronik in Russland: Das Wissen ist da, jetzt muss der Staat ran

18 Sep. 2022 10:12 Uhr

Die Herstellung von modernen Mikroprozessoren ist ein global verflochtener Prozess, und auch Russland liefert dafür einige entscheidende Substanzen. In diesem Interview gibt ein russischer Fachmann Auskunft über Möglichkeiten und Probleme einer eigenen Herstellung moderner Halbleiterelektronik.



Quelle: www.globallookpress.com © imago stock&people

Symbolbild: Moderner Intel-i7-Prozessor

Von Nadeschda Alexejewa

Ein Rückgang des Angebots der taiwanesischen Produktion wird nicht zum Zusammenbruch des globalen Marktes für Elektronik führen. Dennoch wird der Mangel spürbar sein. Taiwan ist Marktführer in der Auftragsfertigung von Prozessoren, allerdings nicht der einzige Anbieter solcher Produkte.

Das erläuterte Oleg Walerjewitsch Isumrudow, Exekutivdirektor des RosSHD-Konsortiums, eines nationalen Anbieters von Speichersystemen, in einem Interview mit *RT*. Er erklärte, warum es in Russland keine physische Produktion von modernen Hochleistungs-Mikrochips gibt. Dabei verfügt Russland über eine eigene Schule der Prozessorentwicklung, was nicht jedes Land vorweisen kann. Ein Ausweg aus dieser Situation könnte laut Isumrudow die Entwicklung von Chips auf der Grundlage von neuen Halbleitermaterialien sein.

RT: Oleg Walerjewitsch, die Spannungen rund um Taiwan, ausgelöst durch den Besuch von Nancy Pelosi auf der Insel, halten weiter an. Zuvor hatte Peking Sanktionen gegen eine Reihe taiwanesischer Beamter verhängt. Ein negatives Szenario könnte den Weltmarkt für Mikrochips beeinträchtigen, da Taiwan einen großen Teil dieser Chips herstellt. Die deutschen Medien hatten bereits den Präsidenten des Bundesverbandes Großhandel, Außenhandel, Dienstleistungen mit der Aussage zitiert, Deutschland sei angesichts eines anwachsenden Konflikts in der Region und einer möglichen Seeblockade der Insel besorgt über mögliche Unterbrechungen bei der Lieferung von Mikrochips aus Taiwan. Was wird mit dem Elektronikmarkt geschehen, wenn die Lieferungen taiwanesischer Chips tatsächlich blockiert werden?

Oleg Isumrudow: Diese Frage beunruhigt inzwischen fast alle Länder. Ich muss betonen, dass die Versorgungsengpässe schon lange vor dieser Krise begannen, nämlich als während der Pandemie die Lieferketten unterbrochen wurden. Das war allerdings noch harmlos im Vergleich zu dem, was jetzt passieren könnte. Die Mikroelektronik findet heute überall Anwendung, in jeder Art von Technologie, und sie ist eine Industrie, von der wir alle abhängig sind.

Es wäre aber ein Trugschluss zu glauben, dass Prozessoren nur in Taiwan hergestellt werden. Taiwan ist führend in der Auftragsfertigung von mikroelektronischen Schaltkreisen, wobei das taiwanesisches Unternehmen TSMC mehr als die Hälfte dieses Marktes beherrscht. Natürlich ist das beunruhigend, wichtig ist aber, dass wir hier in erster Linie über die Anzahl der Kunden sprechen, und nicht über die Anzahl der Prozessoren.

Beispielsweise stellt Intel seine eigenen Prozessoren selbst her, nimmt aber keine Aufträge von anderen Unternehmen an. Der Samsung-Konzern hat dagegen ebenfalls eine Auftragsfertigung, aber nicht so viele Kunden. Dennoch sind sowohl Samsung als auch Intel sogar größer als TSMC. Es ist nur so, dass TSMC Tausende verschiedener Kunden auf der ganzen Welt hat, weshalb man ihm eine Führungsposition zuschreibt. Sollte die taiwanesisches Produktion eingestellt werden, so wird der Schaden für den Weltmarkt riesig sein. Auch große Unternehmen wie MediaTek, Qualcomm oder Apple und AMD, die ebenfalls Aufträge an TSMC vergeben, werden nämlich darunter leiden, obwohl sie einen Teil ihrer Aufträge zum Beispiel auch an das amerikanische Unternehmen GlobalFoundries vergeben, das über Werke in Deutschland, Singapur und den USA verfügt. Dennoch wird sich der Wegfall taiwanesischer Lieferungen spürbar auf den weltweiten Elektronikmarkt auswirken, da bestimmte Prozessormodelle nach bestimmten Verfahren und nur in bestimmten Werken hergestellt werden. Ein schneller Ersatz dafür ist nicht möglich, sodass es bei neuen Geräten zu Verzögerungen und damit zu Engpässen kommen wird.

RT: Können Sie bitte in aller Kürze skizzieren, wie die Produktion von Prozessoren aussieht?

Oleg Isumrudow: Der Prozess ist komplex und mehrstufig. Die Herstellung einer Mikroschaltung nach heutigen technologischen Standards besteht aus vielen Schritten, dazu zählen auch die Erstellung und das Aufbringen der Maske [Anm.: Schablone der Schaltungsarchitektur, welche als Schicht auf einen Wafer aufgebracht wird], dann folgt mehrschichtiges Ätzen und so weiter. Die technologischen Prozesse sind in sogenannte junge und reife Prozesse unterteilt. Ausgereifte Verfahren sind solche, die seit Langem im Einsatz sind, eine stabilere Qualität und somit eine höhere Ausbeute liefern.

RT: Es gibt also weniger Ausschuss?

Oleg Isumrudow: Genau, es gibt dann weniger Ausschuss pro Silizium-Wafer. Ein moderner Wafer hat einen Durchmesser von bis zu 300 mm und bietet eine Fläche für unzählige gleichartiger Mikrochips. Fällt ein Chip bei der Qualitätskontrolle durch, wird der gesamte Wafer aussortiert. Daher ist der Grad der Ausbeute ein sehr wichtiger Indikator.

Das chemische Ätzen der Chipstrukturen auf dem Wafer findet in einer ziemlich aggressiven Umgebung statt, sodass der Prozess präzise und schnell durchgeführt werden muss. Die moderne Lithografie verwendet zur Strukturierung der Ätزشablonen heute hartes UV-Licht, also die sogenannte **extreme ultraviolette Strahlung** (EUV), die von der Wellenlänge und Intensität schon den Röntgenstrahlen nahekommmt. Aus diesem Grund werden für die Produktion Edeltgase benötigt, um ein Verbrennen während des Ätzzvorgangs zu vermeiden.

Übrigens stammt derzeit etwa ein Drittel des weltweiten Aufkommens an Edeltgasen, die für die Chipherstellung benötigt werden, aus Russland. Daneben liefern wir auch andere Materialien: Zuallererst die Saphir-Träger für die Silizium-Wafer. In diesem Bereich hat Russland einen weltweiten Marktanteil von rund 40 Prozent.

Wichtig ist, dass wir Träger mit großem Durchmesser produzieren, die für moderne Silizium-Wafer geeignet sind. Silizium selbst ist sehr zerbrechlich. Um also mit diesen dünnen Siliziumscheiben in der Produktion umgehen zu können, müssen sie auf ein festeres Material aufgebracht werden. Künstlicher Saphir erfüllt diesen Zweck, da er sowohl fest als auch reaktionsträge ist – das ist wichtig. Außerdem hält Russland 40 Prozent des Weltmarktes für Palladium, das ebenfalls in der Elektronikproduktion Verwendung findet.

Die moderne Fertigung umfasst in der Regel eine Vielzahl von Komponenten und Materialien aus verschiedenen Ländern. Die Welt ist durch komplexe Produktionsketten vernetzt. Daher kann kein Land diese Lieferketten einfach durch Sanktionen unterbrechen, ohne dadurch selbst Verluste zu erleiden.

RT: Taiwan hat die Produktion russischer Prozessoren bereits eingestellt. Hat Russland auf diesen Schritt reagiert?

Oleg Isumrudow: Ja, die Regierung hat beschlossen, die Ausfuhr von Edeltgasen zu begrenzen. Für die Chipherstellung relevante Gase wie Neon dürfen jetzt nur noch auf Beschluss der Regierung und auf Vorschlag des Ministeriums für Industrie und Handel exportiert werden. Diese Lösung ist eleganter, als wenn Moskau einfach ein Embargo angekündigt hätte. Tatsache ist, dass Taiwan ein nicht anerkanntes Rechtssubjekt ist, denn völkerrechtlich gesehen gehört es zu China. Während die Lieferungen dorthin früher einfach auf kommerzieller Basis erfolgten, bedürfen solche Exporte nun einer offiziellen Genehmigung durch die russische Regierung. Somit können derartige Lieferungen nur über Peking abgewickelt werden. Auf diese Weise haben wir nicht einfach Gegenmaßnahmen ergriffen, sondern auch unserem Partner China in die Hände gespielt, indem wir Taipeh bis zu einem gewissen Grad von Peking abhängig machen.

RT: Die US-Behörden planen angesichts der schlechter gewordenen Beziehungen zu China und der eskalierenden Situation um Taiwan nun eine Investition von 52 Milliarden Dollar in den Aufbau eines eigenen Mikrochip-Sektors. Ist ein Land heute überhaupt in der Lage, eine vollständige Technologieketten für die Produktion von Halbleiter-Chips aufzubauen?

Oleg Isumrudow: Die Produktion von Mikroelektronik ist in der heutigen Etappe der Entwicklung ein komplexer Prozess, an dem viele Zulieferer, Materialien, Technologien und hochqualifizierte Ingenieure beteiligt sind. Zusammengenommen nennt man dies Mikroelektronik-Industrie, an der viele Länder beteiligt sind. Nun haben aber nicht nur die Vereinigten Staaten, sondern beispielsweise auch Indien einen Kurs zu mehr Eigenständigkeit der Elektronikproduktion angekündigt. Indien lockt Chip-Hersteller ins Land, indem es ihnen einen vollen Ausgleich für ihre Investitionen gewährt. Somit wenden sich derzeit viele von den Vorstellungen der Globalisierung ab und einer Regionalisierung zu, was einen globalen Trend darstellt. Der andere Aspekt ist die Zeitspanne, die von der Ankündigung bis zum tatsächlichen Produktionsstart vergehen wird, denn das Ganze ist ein sehr langer Prozess.

RT: Oft wird behauptet, dass die EUV-Lithografie-Ausrüstung eine Komponente der Chip-Produktion ist, die am schwersten zu ersetzen ist. Das niederländische Unternehmen ASML hat heute einen großen Anteil am Weltmarkt für solche Geräte. Ist es realistisch, Substitute dieser Anlagen herzustellen, und was wird dafür benötigt?

Oleg Isumrudow: In Wahrheit werden lithografische Scanner nicht nur in den Niederlanden, sondern auch in Japan hergestellt, zum Beispiel von Nikon und Canon. Und die Vorstellung, ASML habe ein absolutes Monopol, entstand deshalb, weil sich das Unternehmen auf die Herstellung von Produktionslinien für Drittkunden spezialisiert hatte und darüber hinaus technische Unterstützung und Mitarbeiterschulungen anbot. So wurde ASML zu einem bequemen Vertragspartner für viele Mikrochip-Hersteller, was aber nicht heißt, dass man nicht auch ohne die Beteiligung von ASML auskommen kann. Wie gesagt, es gibt viele Hersteller solcher Anlagen in der Welt, nur wird in den Medien weniger über sie gesprochen und geschrieben.

RT: Im Juli 2022 erhielten russische Entwickler von Materialien und Technologien, die zur Herstellung elektronischer Bauteile verwendet werden, steuerliche Anreize. Außerdem hat die russische Regierung bereits 2012 das Programm "Entwicklung der Industrie für Elektronik und Radioelektronik 2013-2025" verabschiedet. Wie ist die Lage in der Branche heute? Können wir über einen Fortschritt in den letzten Jahren sprechen?

Oleg Isumrudow: Diese Frage ist sehr komplex und schmerzlich. Das Problem liegt darin, dass in den letzten 20 oder sogar 30 Jahren unter den russischen Beamten der Eindruck entstanden ist, dass für Petrodollar alles gekauft werden kann – jede beliebige Ausrüstung. Nun hat sich aber "plötzlich" herausgestellt, dass dies nicht der Fall ist.

Hätten wir nicht so viel Zeit damit verloren, uns auf die Importe zu verlassen, wären wir heute in einer viel besseren Lage.

Natürlich dürfen wir nicht behaupten, dass wir gar nichts haben, das ist nicht wahr. Wenn wir zum Beispiel nicht nur über die Herstellung, sondern von der Entwicklung, vom Prozessordesign sprechen, dann ist Russland eines der wenigen Länder, die ihre eigene Schule für eigene Prozessorarchitekturen haben. Allerdings läuft alles auf die physische Produktion hinaus – und für deren Aufbau war uns damals das Geld zu schade.

Beispielsweise wäre es möglich gewesen, ASML noch vor dem Verhängen der Sanktionen zu beauftragen, in Russland eine Produktionsanlage für moderne Hochleistungsprozessoren zu errichten.

Nun aber, wenn – bildlich gesprochen – alle mit den Flügeln schlagen, werden weder ASML noch japanische Unternehmen wagen, mit uns zusammenzuarbeiten.

RT: Wir haben aber eine Chip-Produktion, wenn auch keine Hochleistungs-Chips. Welche Art von Geräten kann mit solchen Chips betrieben werden? Und wäre es möglich, diese Unternehmen zu modernisieren?

Oleg Isumrudow: Tatsächlich gibt es fünf solcher Produktionsstätten in Russland und eine weitere in Weißrussland. Sie alle hätten rechtzeitig modernisiert werden müssen. Dies gelang nur den Weißrussen, und auch das nur in sehr geringem Umfang. Unsere Chips sind in vielen Bereichen einsetzbar – sie eignen sich zum Beispiel sehr gut für Mikrocontroller. Für moderne Mikroprozessoren sind sie jedoch nicht ausreichend.

Ein Ausweg aus dieser unangenehmen Situation könnte die Entwicklung grundlegend neuer Technologien sein, die andere Halbleitermaterialien als Silizium verwenden.

Fakt ist, dass die physikalischen Möglichkeiten von Silizium praktisch ausgeschöpft sind. Um die Prozessoren weiterhin zu verbessern, müssen die Hersteller zu verschiedenen Tricks greifen, neue Chip-Architekturen entwickeln und Weiteres mehr.

Bei einer Scanner-Auflösung von 1,4 Nanometern beispielsweise durchdringt die Strahlen des Lithografie-Scanners das Siliziumkristallgitter. Die Entwicklung der Siliziumtechnologie wird durch bestimmte physikalische Eigenschaften begrenzt sein. Seinerzeit erreichte das Germanium eine solche Grenze und wurde durch Silizium ersetzt. Inzwischen ist der Zeitpunkt für das Silizium gekommen.

Galliumarsenid (GaAs) ist ein guter Kandidat für die Lösung dieser Aufgabe. Im Jahr 2019 begann Russland mit der industriellen Produktion von Nano-Heterostrukturen auf der Basis von Galliumarsenid. Ende nächsten Jahres sollten wir bereits über mehrere Produktionsanlagen für Chips auf der Basis von Galliumarsenid verfügen. Wenn wir uns also jetzt anstrengen, können wir diesen neuen Trend festigen und sogar führend dabei werden.

Während es bei Silizium sozusagen um das Drucken von Schaltungsstrukturen auf einer Fläche geht, so handelt es sich bei Galliumarsenid um dreidimensionale Strukturen. Dies führt zu anderen Wechselwirkungen und anderen Effekten. Im heutigen Stadium geht es um die Herstellung von Galliumarsenid-Chips für die Leistungselektronik – Dioden, Dioden-Kaskaden für Hochspannungsgeräte und so weiter. Das ist natürlich nicht so interessant wie der Bau von Prozessoren für Smartphones, doch genau diese Art von Arbeit ist es, welche die Fertigung und die Fertigungsprozesse zur Vervollkommnung führt.

Damit dies möglich wird, ist es wichtig, den Wissenschaftlern die nötige Aufmerksamkeit zu schenken, neue Entwicklungen zu unterstützen und die Wissenschaft insgesamt zu fördern. Der Staat sollte mehr in Forschungsinstitute investieren, die bei uns für lange Zeit als "ineffizient" galten. Dabei verfügt Russland bis heute über eine sehr gute wissenschaftliche Grundlagenforschung, die es ermöglicht, auch eine Hightech-Produktion aufzubauen.

Ferner ist es für die volle Entfaltung komplexer Industriezweige wie der Produktion von Mikroelektronik wichtig, dass der Staat direkt beteiligt ist und dann teilweise sogar Elemente einer Planwirtschaft

eingeführt werden. Es handelt sich nicht um eine Branche, deren Entwicklung allein den "Marktmechanismen" anvertraut werden kann.

Übersetzt aus dem [Russischen](#)

RT DE bemüht sich um ein breites Meinungsspektrum. Gastbeiträge und Meinungsartikel müssen nicht die Sichtweise der Redaktion widerspiegeln.