

Informationsblatt Entwicklungspolitische Perspektiven

Silizium in der Solarlieferkette: Wertschöpfung und Menschenrechte

Silizium – Rohstoff für eine global gerechte sozial-ökologische Transformation

In jedem Solarmodul und in jedem Halbleiter für die Elektronikindustrie steckt Silizium. Silizium gilt in der EU auch deshalb als strategischer Rohstoff für die globale sozial-ökologische Transformation.¹

Zentral für die Wirtschaftstransformation sind Energie- und Verkehrswende, die Europäische Union (EU) und Deutschland zur Erreichung der Pariser Klimaziele vorantreiben. Bis 2045 will Deutschland klimaneutral wirtschaften. Der Ausbau der Solarenergie spielt dafür eine entscheidende Rolle. Den zentralen gesetzlichen Rahmen für den Ausbau liefert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): Das EEG sieht 215 Gigawatt peak installierter Photovoltaik-Leistung (PV) im Jahr 2030 vor. Das bedeutet, dass sich der jährliche Ausbau der Photovoltaik verdreifachen müssen wird, wofür von rund 40 Millionen zu installierenden/erneuernden PV-Modulen ausgegangen wird (WIRTH 2024).

Auch global nimmt der Ausbau der Solarenergie stark zu. Die größten Absatzregionen sind die USA, China und Indien, aber auch in anderen Weltregionen gewinnt Solarenergie zunehmend an Bedeutung. Afrika beispielsweise gilt als der Kontinent mit den weltweit

größten Potenzialen für Solarenergie. Im vergangenen Jahrzehnt wurden rund 10,4 GW zugebaut, heute ist Solarenergie die am schnellsten wachsende erneuerbare Energiequelle auf dem Kontinent, insbesondere in Ägypten und Südafrika. Das technische Potenzial der Solarenergie auf dem Kontinent wird auf 7.900 GW geschätzt (IRENA 2022).

Vor dem Hintergrund des weltweiten Ausbaus der Solarenergie adressiert dieses Informationsblatt aus entwicklungspolitischer Perspektive folgende Fragen im Zusammenhang mit dem Ausgangsrohstoff Silizium:

- ▶ Welche Wertschöpfungspotenziale bestehen für Partnerländer?
- ▶ Was sind zentrale Menschenrechtsrisiken für eine verantwortungsvolle Solarlieferkette?

Grundlagen

Silizium ist nach Sauerstoff das zweithäufigste Element in der Erdkruste, wobei Quarz das häufigste Siliziummineral ist. Silizium wird mithilfe von Reduktionsmitteln aus Quarz gewonnen. Unterschieden werden:

Rohsilizium (Si)	Polysilizium (PolySi)	Ferrosilizium (FeSi)
Silizium (auch Rohsilizium, metallurgisches Silizium) wird aus Quarzkies oder Quarzit (nicht Quarzsand) gewonnen. Bei dem energieintensiven Prozess wird der Quarz bei ca. 2.000 °C gemeinsam mit Reduktionsmitteln (u. a. Kohle) in Lichtbogenöfen geschmolzen.	Polysilizium wird in unterschiedlichen Reinheitsgraden durch das sogenannte Siemens-Verfahren (ebenfalls sehr energieintensiv) aus Rohsilizium hergestellt. Aus Polysilizium bestimmter Reinheitsgrade werden Solarsilizium bzw. Wafer für die Photovoltaik- und Halbleiterindustrie hergestellt.	Ferrosilizium wird unter Zugabe von Eisenträgern ähnlich wie Rohsilizium in Schmelzreduktionsöfen gewonnen. Ferrosilizium findet vor allem Verwendung in der Stahl- und Gusseisenindustrie.

(DERA 2023)

¹ Die EU definiert kritische und strategische Rohstoffe basierend auf deren Nachfrage für Zukunftstechnologien sowie Kriterien wie Angebotskonzentration und Länderrisiko: Critical raw materials – European Commission (europa.eu).

Weltweit wurden im Jahr 2022 4,31 Millionen Tonnen Rohsilizium in 17 Ländern produziert. 25 Prozent davon wurden in der Solar- und Halbleiterindustrie weiterverarbeitet. 38 Prozent bzw. 35 Prozent fließen in die Silikon- bzw. Aluminiumindustrie (DERA 2023).

Die folgende Abbildung zeigt die Silizium- und Solarwertschöpfungskette sowie die Anteile der Top drei Länder an der globalen Produktion.

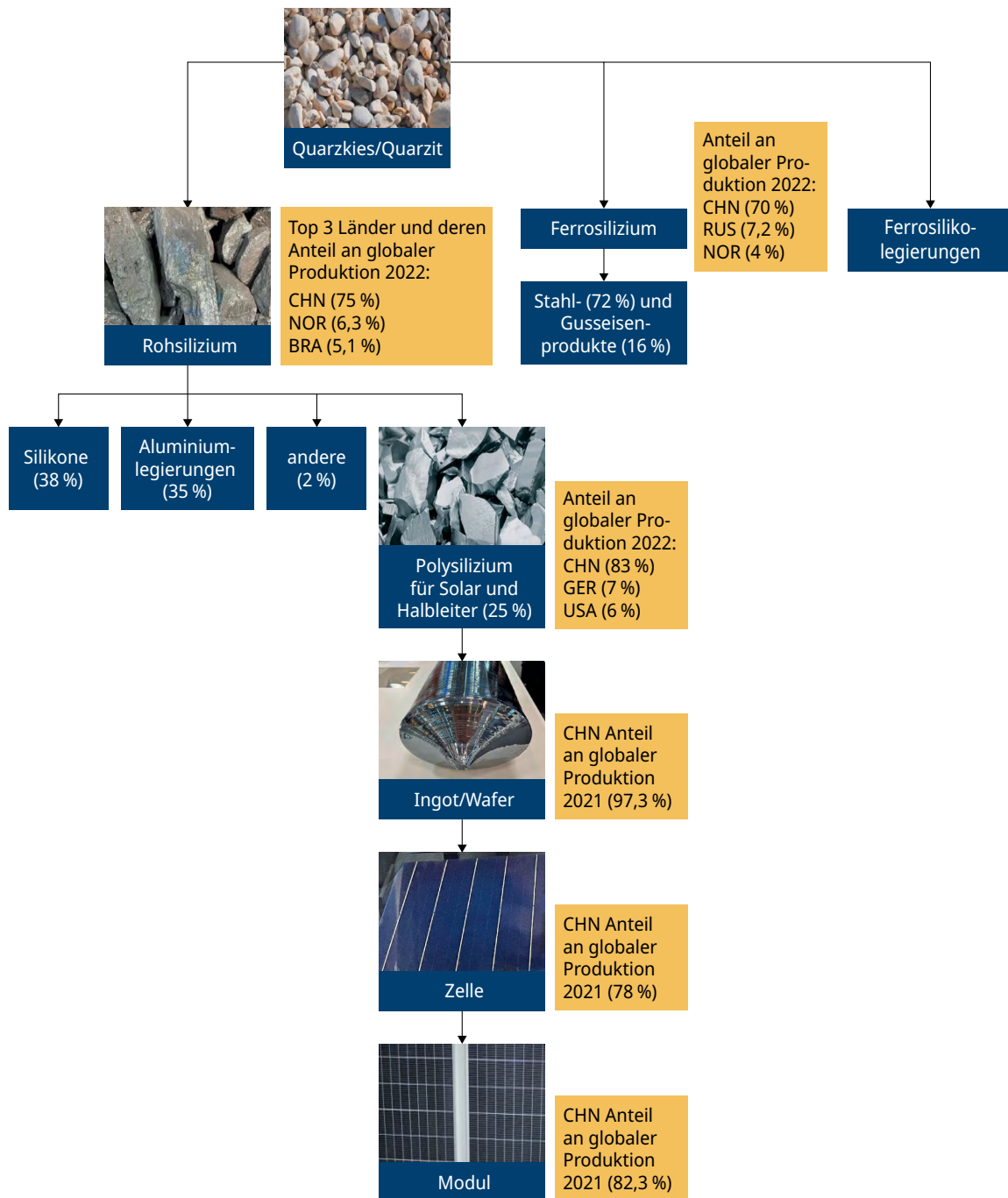


Abb. 1: Silizium- und Solar-Wertschöpfungskette inklusive Anteile globaler Produktion (Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage DERA 2023).

Wertschöpfung in BMZ-Partnerländern

Entlang der gesamten Silizium- und Solarwertschöpfungskette dominiert China die globale Produktion (siehe Abb. 1). Aus deutscher und europäischer Sicht ist im Sinne der Versorgungssicherheit die Diversifizierung der Lieferkette von großem rohstoffpolitischem Interesse. Einige der Silizium-produzierenden Länder sind BMZ-Partnerländer. Aus entwicklungspolitischer Sicht ist die Frage nach Möglichkeiten, Wertschöpfung vor Ort auf- oder auszubauen für Partnerländer von zentraler Bedeutung. Die Weltkarte zeigt die Höhe der Siliziumproduktion in Partnerländern beziehungsweise die Exporte aus Partnerländern. Letztere basieren auf den Zahlen der Handelsdatenbank Global Trade Tracker.² Schraffiert sind die Länder, in denen Ausbaupläne für die Solarindustrie bestehen.

Entscheidend für Wirtschaftlichkeit der Produktion und Investitionsvorhaben zum Auf- bzw. Ausbau von Produktionsstätten für Ferrosilizium, Rohsilizium oder Polysilizium sind neben Rahmenbedingungen wie benötigter Infrastruktur für die Industriewerke,

Zugang zu Rohmaterialien (Quarz, Reduktionsmittel) insbesondere die Frage der regionalen Energieversorgung und des Strompreises für die angestrebte Produktionskapazität. Die Herstellung von Polysilizium erfordert komplexe chemische Prozesse, über deren Know-How und Infrastruktur nur wenige Unternehmen weltweit verfügen. Polysilizium wurde 2022 in nur sieben Ländern hergestellt: (China (83 %), Deutschland (7 %), USA (6 %), Malaysia (2,5 %), Japan (1 %), Südkorea und möglicherweise Katar (jeweils < 1 %) (DERA 2023).

Folgende BMZ-Partnerländer produzieren Silizium und/oder streben den Ausbau der Solarwertschöpfungskette an (Quelle: DERA 2023):

- ▶ **Ägypten** verfügt über große hochwertige Quarzvorkommen. Produziert wird derzeit insbesondere Ferrosilizium. Pläne zum Ausbau der Wertschöpfungskette von Quarz über Polysilizium bis zu Solarmodulen bestehen mit verschiedenen chinesischen oder indischen Partnern, haben sich bisher jedoch nicht realisiert.

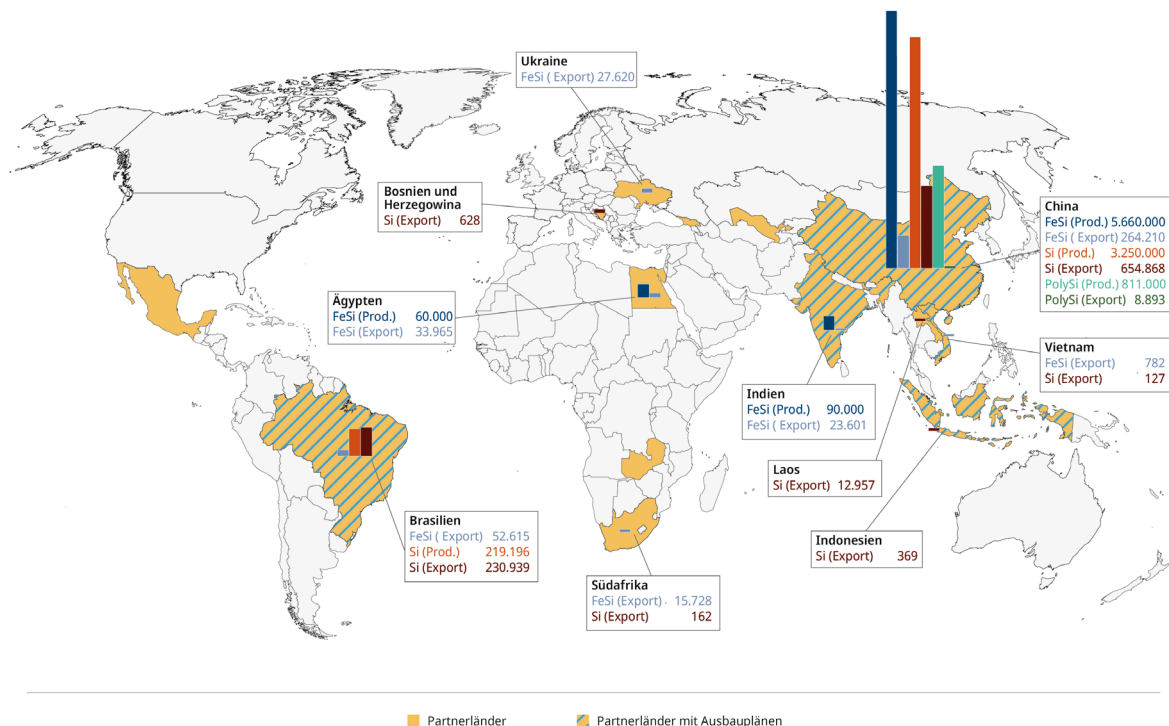


Abb. 2: Weltkarte der Produktion beziehungsweise Exporte von Rohsilizium (Si), Ferrosilizium (FeSi) und Polysilizium (PolySi) in BMZ-Partnerländern im Jahr 2022 (außer Ägypten FeSi 2021 und Indien FeSi 2018), Angaben in Tonnen (Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage DERA 2023).

² Ausführlichere Informationen zum weltweiten Handel von Siliziumprodukten siehe DERA (2023), S. 97ff.

- ▶ **Brasilien** ist seit rund 20 Jahren einer der weltweit bedeutendsten Produzenten von Rohsilizium und Ferrolegierungen. Im Land gibt es große hochreine Quarz-Reserven. Einige chinesische Hersteller produzieren Solarmodule in Brasilien. Solarprojekte, die Anteile aus brasilianischer Produktion verwenden, können Unterstützung von der brasilianischen Entwicklungsbank erhalten. 2022 öffnete das erste Werk, das Module 100 Prozent *made in Brazil* verspricht.
- ▶ **China** dominiert die gesamte Silizium- und PV-Wertschöpfungskette und ist der weltgrößte Produzent sowie Verbraucher von Roh- und Polysilizium. Aus den Provinzen Yunnan und Xinjiang sind große hochwertige Quarzvorkommen bekannt. Chinesische Marktmacht, Exporte und Kapazitätenausbau nehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu. Trotz Handelsbeschränkungen im Jahr 2022 (s. u.) stiegen chinesische Solar-Exporte um 64 Prozent im Vergleich zum Vorjahr (WOODMACKENZIE 2023). Beim geplanten weltweiten Ausbau der Produktionskapazitäten von Rohsilizium und Polysilizium befinden sich nur jeweils 5,2 bzw. 6,5 Prozent der angekündigten zusätzlichen Kapazitäten außerhalb Chinas (DERA 2023).
- ▶ **Indien** verfügt über Quarzvorkommen in verschiedenen Regionen des Landes. Die Regierung strebt an, die komplette PV-Wertschöpfungskette im Land auszubauen. Das PLI „National Programme on High Efficiency Solar PV Modules“, das im April 2021 verabschiedet wurde, hatte in der ersten Ausschreibung einen Umfang von umgerechnet 600 Millionen US-\$ und umfasst die gesamte PV-Wertschöpfungskette. Laut IEA besteht allerdings auch in Indien ein komparativer Kostennachteil gegenüber China von rund zehn Prozent (IEA 2022), d. h. die Produktionskosten sind in China weiterhin deutlich günstiger.
- ▶ **Indonesien** verfolgt Pläne zum Ausbau einer eigenen Solarindustrie inklusive der Produktion von Polysilizium. Bis 2030 sollen 5,3 GWp durch Solarenergie gewonnen werden. Hierzu befand sich die Regierung laut Medienberichten Anfang 2022 zufolge auch in Verhandlung mit bisher ungenannten potenziellen Investoren für zwei Polysiliziumwerke (Anfangskapazität von 40.000 tpa bzw. 160.000 tpa).
- ▶ **Laos** produziert Rohsilizium und exportiert dieses weltweit. Pläne zum Aufbau einer vorgelagerten (Silizium-)Wertschöpfungskette sind bisher nicht bekannt.
- ▶ **Mexiko** gilt als strategisch wichtiger (zukünftiger) Standort der Halbleiterindustrie im Bestreben, Lieferketten regional zu stärken, auch vor dem Hintergrund des amerikanischen „Chips and Science Act“. Pläne zum Aufbau von Produktionskapazitäten von Polysilizium sind dagegen nicht bekannt.
- ▶ In **Sambia** gibt es einige kleine Produzenten von Ferrosilizium und Ferrosilikomangan.
- ▶ **Südafrika:** Südafrika ist ein bedeutender Produzent von Ferrolegierungen, auch Rohsilizium und Ferrosilizium werden produziert. Größter Produzent mit drei Hütten ist Ferroglobe plc. Ende 2022 nahmen der chinesische Solarhersteller Talesun und das südafrikanische Unternehmen ARTSolar eine Produktionsanlage für PV-Module mit einer Leistung von 325 MW in Betrieb. Pläne zur Integration entlang der Solarsiliziumwertschöpfungskette sind nicht bekannt.
- ▶ **Ukraine:** In der Ukraine gibt es drei Werke, in denen u. a. Ferrosilizium produziert wird. Aufgrund des Krieges sind seit 2022 nur wenige Produktionsdaten publiziert.
- ▶ **Usbekistan:** Usbekistan verfügt über zahlreiche Quarzvorkommen und eine Siliziumhütte. Pläne zur Errichtung eines Polysiliziumwerks in den 2010er Jahren haben sich nicht realisiert.
- ▶ **Vietnam:** Zur Umgehung besonders der US-amerikanischen Einfuhrzölle für Direktimporte aus China betreiben mehrere große chinesische Produzenten der PV-Industrie Fertigungsstätten in Vietnam. So investierte Jinko Solar Co., Ltd. im Jahr 2021 in der Provinz Quảng Ninh umgerechnet 500 Millionen US-\$ für den Aufbau eines Siliziumstab- und -waferwerks mit einer Kapazität von sieben GWp. Auch Trina Solar Ltd. kündigte an, in Vietnam ein 6,5 GWp-Waferwerk in Betrieb nehmen zu wollen. Weitere PV-Produzenten mit Fertigungsstätten auch in Vietnam sind Canadian Solar Inc. und Jiangsu Seraphim Solar System Co., Ltd. Aufgrund seiner niedrigen Produktions-

kosten etabliert sich Vietnam im Wettbewerb besonders zu Taiwan zudem seit einigen Jahren auch als Herstellerland für Halbleiter, jedoch ohne vorgelagerte Wertschöpfungskette. Die bisher größte Fab betreibt Samsung Electronics in Ho Chi Minh City.

Der Siliziumproduktion kommt in den meisten Partnerländern des BMZ eine untergeordnete rohstoffwirtschaftliche Bedeutung zu. Ausbaupläne für die Polysiliziumproduktion und die Solarwertschöpfungskette konzentrieren sich auf wenige Partnerländer wie China, Indien oder Indonesien und stehen unter dem Vorzeichen weiter wachsender globaler Marktmacht und Angebotskonzentration Chinas entlang der gesamten Wertschöpfungskette. China treibt derzeit den weitaus größten Kapazitätenausbau der Produktion im eigenen Land voran.

Ausbau der Solarenergie

Von großer Bedeutung ist für die meisten Partnerländer das Ende der Solarlieferkette: der Ausbau der Stromversorgung durch Photovoltaik. Die weltweit größte Photovoltaikanlage soll in Ceara, Brasilien entstehen. Hier will das brasilianische Unternehmen Serena Energia den 4,6 GW Kuara Solar Park mit acht Millionen Solarmodulen auf über 8.000 Hektar bauen. Die Inbetriebnahme ist im Jahr 2026 geplant. Auch einige der größten bereits installierten Parks befinden sich in BMZ-Partnerländern, wie z. B. der

- ▶ Bhadla Solar Park in Indien (14.000 Hektar, installierte Kapazität 2,24 GW),
- ▶ Pavagada Solar Park, Indien (2,05 GW) oder
- ▶ Benban Solar Park, Ägypten (1,6 GW).

Auf dem afrikanischen Kontinent fördern neben Ägypten zahlreiche weitere Länder den Ausbau der Solarenergie aktiv, darunter Marokko, Südafrika, Nigeria, Kenia und Namibia. Von den oben genannten Silizium-produzierenden Partnerländern fördert zum Beispiel die Regierung Sambias den Ausbau der Solarenergie im Land durch das *Scaling Solar Program* und die *Zambian REFIT Strategy*, auch unterstützt durch die KfW Entwicklungsbank. 2023 wurde ein Joint Venture zwischen dem sambischen Stromversorger Zesco und dem saudi-arabischen Unternehmen Mas-

dar angekündigt, um den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben. In Zentralasien bestehen beispielsweise in Usbekistan Pläne zum Ausbau der Solarenergie, wobei das Unternehmen Masdar aus den Vereinigten Arabischen Emiraten der größte Investor in erneuerbare Energien in Usbekistan ist. Die European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) finanziert derzeit eine 100 MWp-Photovoltaikanlage in der Region Navoi. Betreiber ist die Nur Navoi Solar Holding RSC, Ltd., Investor das o. g. Unternehmen Masdar.

Menschenrechtsrisiken in der Silizium-/Solarlieferkette: Fokus Zwangsarbeit in Xinjiang

Entlang der Silizium- und Solarwertschöpfungskette bestehen grundlegende Menschenrechtsrisiken sowohl für die Energieerzeugung als auch für die Silizium- und Solarzellproduktion. Diese beziehen sich je nach spezifischem Kontext und Abbau- bzw. Verarbeitungsschritt unter anderem auf Arbeitssicherheit und -gesundheit, das Recht auf Versammlungsfreiheit und Streikrecht, auf den Schutz von Menschenrechtsverteidigenden und indigener Rechte, oder das Menschenrecht auf saubere Umwelt. Beispielsweise wird als Reduktionsmittel für die Herstellung von Silizium unter anderem Steinkohle eingesetzt. Siliziumhütten in Europa beziehen Steinkohle hauptsächlich aus Kolumbien. In den kolumbianischen Kohlerevierern weisen Menschenrechtsorganisationen auf Menschenrechtsverletzungen und Umweltschäden hin (AMNESTY INTERNATIONAL 2023). Dazu gehören gesundheitliche Gefahren durch Kohlefeinstaub, Zwangsumsiedelung, (paramilitärische) Gewalt und die Bedrohung, Einschüchterung und Ermordung von Personen, die sich für Menschenrechte oder Umweltschutz einsetzen (MISEREOR 2022). Betroffen sind nach NGO-Angaben insbesondere afrokolumbianische und indigene Gemeinden (ebd.).

In besonderem Fokus liegen Vorwürfe von Menschenrechtsverletzungen durch Zwangsarbeit in der Uighurisch autonomen Region Xinjiang in China. Xinjiang ist reich an Rohstoffen wie Kohle, Gas, Lithium, Zink und Quarz. Die Region ist ein bedeutender Industriestandort für die Silizium- und Polysiliziumproduktion: 2022 stammten fast 29 Prozent des in China produzierten Rohsiliziums aus Xinjiang, über 30 Prozent der installierten Polysiliziumkapazitäten stehen in der Provinz (DERA 2023).

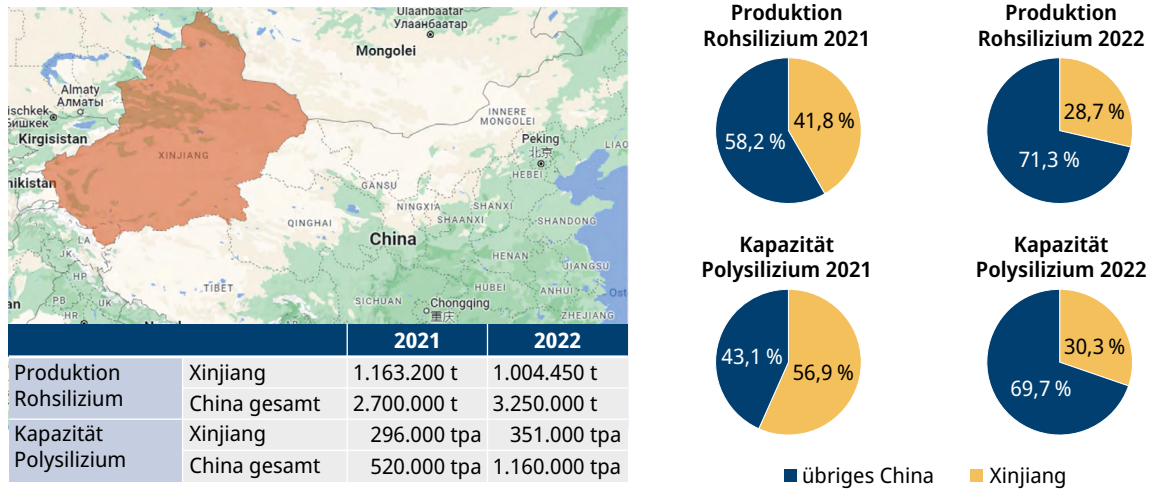


Abb. 3: Produktion und Kapazitäten in Xinjiang (Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage DERA 2023).

Der chinesischen Zentralregierung wird vorgeworfen, in Xinjiang systematisch Zwangsarbeit zu fördern.

Uigurische Interessensvertretungen, Menschenrechtsorganisationen und die UNO dokumentieren schwerwiegende Menschenrechtsverletzungen gegen die uigurische, kasachische sowie andere muslimische Minderheiten in Xinjiang. Diese stehen in Zusammenhang mit den seit 2014 umgesetzten staatlichen Anti-Terror und Sicherheits-Maßnahmen

der Zentralregierung. Human Rights Watch berichtet von rassistischer Diskriminierung, Verbrechen gegen die Menschlichkeit, willkürlichen Massenverhaftungen, geschlechterbasierter Gewalt, Folter und Tod in der Haft und von dem Verschwindenlassen von Personen (HRW 2021). Vor diesem Hintergrund umfassen die Vorwürfe staatlich geförderter, systematischer Zwangsarbeit in Xinjiang alle Agrar- und Industriesektoren der Region.

Zwangsarbeit:



Globales Phänomen

- Weltweit leisteten 2021 rund 27,6 Millionen Menschen Zwangsarbeit (ILO 2022)

Definition

- Als Zwangsarbeit gilt „jede Art von Arbeit oder Dienstleistung, die von einer Person unter Androhung irgendeiner Strafe verlangt wird und für die sie sich nicht freiwillig zur Verfügung gestellt hat“ (ILO 1930)



Internationale Abkommen

- Artikel 23 der UN-Menschenrechtskonvention (UN 1948), die Grundprinzipien der ILO und die daraus hervorgehenden Kernarbeitsnormen, sowie
- der Internationale Pakt über bürgerliche und politische Rechte (ICCPR 1966, Art 8)



ILO-Indikatoren

- Missbrauch der Verletzlichkeit,
- Täuschung,
- Einschränkung der Bewegungsfreiheit,
- Isolierung,
- physische und sexualisierte Gewalt,
- Einschüchterung und Bedrohung,
- Einbehaltung von Dokumenten,
- Vorenthaltung von Löhnen,
- Schuldknechtschaft,
- missbräuchliche Arbeits- und Lebensbedingungen sowie
- exzessive Überstunden (ILO 2012)

Es liegen Hinweise vor auf systematische Zwangsumsiedelung, Internierung, Umerziehung und Zwangsarbeit

- ▶ durch staatlich gestützte sogenannte „Arbeits-transfer“- und „Ausbildungsprogramme“. Nach Regierungsangaben wurden in Xinjiang 2020 2,6 Millionen Angehörige von Minderheiten in landwirtschaftliche Betriebe und Fabriken in der Region vermittelt (MURPHY & ELIMÄ 2021).
- ▶ durch den als paramilitärisch eingestuften staatsgeführten Firmenkomplex Xinjiang Produktions- und Konstruktionskorps (XPCC). Der XPCC vereint Militär, Regierung und Wirtschaft in einer Organisation. XPCC verwaltet in zehn Städten und 37 Ortschaften die Regierungsaufgaben, besitzt und kontrolliert Gerichte, Medienhäuser, Schulen und Universitäten. XPCC ist mit 14 Unternehmen an der Börse notiert und mit tausenden weiteren direkten und indirekten Beteiligungen weltweit wirtschaftlich aktiv. Die Firmengruppe betreibt in Xinjiang Industrieparks, in denen auch Silizium- und Polysiliziumwerke angesiedelt sind. XPCC wird vorgeworfen, Umerziehungslager und Gefängnisse zu unterhalten sowie Arbeitstransferprogramme durchzuführen (MURPHY & ELIMÄ 2021; MURPHY et al. 2022).

Seit 2018 gibt es Hinweise darauf, dass die Transfer- und Ausbildungsprogramme in Verbindung stehen mit Haftanstalten und Internierungslagern sowie staatlichen Anti-Terror- und Extremismus-Präventionsmaßnahmen (MURPHY & ELIMÄ 2021; UN 2022). Die chinesische Regierung hat ein Anreizsystem geschaffen, durch welches Unternehmen zur Beschäftigung von Arbeitskräften aus den staatlichen Programmen motiviert werden und bspw. Subventionszahlungen erhalten. Es handelt sich demnach um einen spezifischen Kontext von Zwangsarbeit und deren Verquickung mit staatlichen Maßnahmen und Internierung.

Gegen zahlreiche Unternehmen der Silizium- und Solarindustrie in Xinjiang besteht der Verdacht, in unterschiedlichem Maße von Zwangsarbeit und anderen Menschenrechtsverletzungen zu profitieren bzw. damit in direkter Verbindung zu stehen (MURPHY & ELIMÄ 2021). Als Indikatoren dafür gelten u. a.

- ▶ die Teilnahme der Unternehmen an den oben genannten Kampagnen und „Ausbildungs- und Arbeitstransferprogrammen“,

- ▶ die unmittelbare geographische Nähe zu Internierungslagern sowie
- ▶ wirtschaftliche Beziehungen zum XPCC.

Verantwortungsvolle Lieferketten und Sorgfaltspflichten

Gesetzliche Regulierung

In unterschiedlichen Ländern gibt es gesetzliche Regelungen zur Verhinderung von Menschenrechtsverstößen und anderen Risiken in Lieferketten. Im Zusammenhang mit Zwangsarbeit stehen im Folgenden insbesondere die Gesetzgebungen in den USA, Europa und Deutschland im Fokus.

Zwangsarbeit aus Xinjiang wird insbesondere in der Zulieferindustrie der amerikanischen Wirtschaft überprüft. Der 2021 in den USA verabschiedete Uyghur Forced Labour Prevention Act (UFLPA) geht davon aus, dass alle Güter aus Xinjiang potenziell Produkte aus Zwangsarbeit sind, außer es ist das Gegenteil bewiesen. Mit dieser Umkehrung der Beweislast müssen Unternehmen bei stichprobenartigen Einfuhrkontrollen die Abwesenheit von Zwangsarbeit in Produkten aus Xinjiang nachweisen. Zusätzlich führt der Act eine Liste sanktionierter Unternehmen, die als direkt in systematische Zwangsarbeit involviert eingeschätzt werden und deren Produkte unter den UFLPA fallen, auch wenn sie nicht in Xinjiang hergestellt sind (UFLPA 2021, SEC.3(b)(2)).

Laut US Custom and Border Protection stammen die mit Abstand am häufigsten zurückgehaltenen Lieferungen nicht aus China, sondern aus Malaysia und Vietnam, wo zahlreiche chinesische Unternehmen zusätzliche Produktionsstandorte auf- und ausbauen. Das zeigt ein genauerer Blick auf die statistischen Angaben zu Herkunftsländern der Einfuhren im Elektronik-Bereich. Der US Custom and Border Protection zufolge wurden im Elektroniksektor von den 3.381 im Rahmen des UFLPA erfassten Einfuhren 995 endgültig zurückgewiesen (Stand März 2024).

Die EU verabschiedete 2024 ein Importverbot von Produkten aus Zwangsarbeit. Das Verbot sieht vor, dass nationalstaatliche Behörden Untersuchungen für die Produkte einleiten können, für die ein begründeter Verdacht besteht, dass sie in Zwangsarbeit hergestellt wurden. Bei Bestätigung des Verdachts soll die Rücknahme der Produkte angeordnet werden, beziehungsweise ihre Auslieferung untersagt wer-

den (EU Kommission 2022). Für die Umsetzung der Regulierung haben die EU-Mitgliedsstaaten nach in Kraft treten drei Jahre Zeit (EU PARLAMENT 2024).

In Deutschland verpflichtet das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) seit 2023 Unternehmen dazu, Sorgfaltspflichten in ihrem eigenen Geschäftsbereich und bei unmittelbaren Zulieferern nachzuhalten. Bei begründetem Verdacht sind Unternehmen darüber hinaus verpflichtet, anlassbezogen diesem Verdacht auch bei mittelbaren Zulieferern nachzugehen.

Selbstverpflichtende Industrieinitiativen und -standards

Die Silizium- und Halbleiterhersteller nutzen Industriestandards zur Dokumentation der Einhaltung von Menschenrechten bzw. der Minimierung von Menschenrechtsrisiken. Beispiele hierfür sind die „Together for Sustainability Initiative“ oder die „Responsible Business Alliance“. Im Rahmen von Industrieinitiativen wie der „Solar Stewardship Initiative“ werden u. a. Nachverfolgbarkeitsmechanismen für Mitgliedsunternehmen entwickelt. Wie andere Industrieinitiativen ist die Selbstverpflichtung freiwillig. Die Standards basieren auf Instrumenten des Risikomanagements wie (stichprobenartigen) Audits und Zertifikaten.

Die Aussagekraft von Standards wird je nach konkreter Ausgestaltung der Sorgfaltspflichten von Kritiker*innen bezweifelt. Grundlegend kritisiert wird mangelnde tatsächliche Transparenz und Nachverfolgbarkeit insbesondere in der vorgelagerten Lieferkette. Audits können nicht umfassend und unabhängig vor Ort durchgeführt werden oder sind wie im Falle Xinjiangs gar nicht möglich, sodass die Prüfung von Risiken häufig lediglich anhand von Dokumenten erfolgt.

Institutionen der Entwicklungsfinanzierung (FZ)

Vorhaben der internationalen Entwicklungszusammenarbeit zum Ausbau von Solarkapazitäten in Partnerländern sind verpflichtet, Menschenrechtsstandards in der Lieferkette einzuhalten. Den Institutionen globaler und regionaler Entwicklungsfinanzierung wie der Weltbank oder den nationalen und regionalen Entwicklungsbanken kommt dabei die Aufgabe zu, die Förderung solcher Investitionsprojekte in Einklang mit Anforderungen an menschenrechtliche Sorgfaltspflichten zu bringen. Hierzu haben zahlreiche Banken Aktionspläne und Roadmaps entwickelt. Auch hier besteht die Herausforderung,

menschenrechtliche Sorgfaltspflichten in der tieferen Lieferkette jenseits der direkten Vertragspartner umzusetzen.

Auswirkungen der Sorgfaltspflichtenregelungen

Insbesondere in den USA und in Europa nehmen die Forderungen nach Transparenz und Nachverfolgbarkeit entlang der Silizium- und Solarlieferkette zu. Neue Gesetzgebungen und Standards tragen dem Rechnung.

Den zunehmenden Forderungen von Transparenz und Importbeschränkungen steht eine zunehmende Intransparenz und Marktmacht Chinas gegenüber. Für Endverbrauchende und Außenstehende ist nicht festzustellen, ob ein Solarmodul Silizium enthält, das in Zwangsarbeit hergestellt wurde. Insbesondere Siliziumproduktion und -handel am Anfang der Lieferkette ist nach wie vor ein „blinder Fleck“ (MURPHY & ELIMÄ 2021). Gängige Instrumente des Risikomanagements sind auf die Überprüfbarkeit der Verhältnisse vor Ort angewiesen. Wo dies nicht möglich ist, sind bestehende Sorgfaltspflichten und Standards wirkungslos.

Im Fokus von Regulierung und Standards stehen Endprodukte der Solar- und Elektroindustrie, nicht Rohmaterialien. Lediglich 25 Prozent des global produzierten Siliziums geht jedoch in die Solar- und Elektroindustrie (s. o.). Die anderen Siliziumbasierten Industrien (s. o.) erhalten bisher in Bezug auf Menschenrechtsrisiken kaum öffentliche und politische Aufmerksamkeit. Silizium wird weltweit weiter frei gehandelt, auch von China: Laut Handelsstatistiken (GLOBAL TRADE TRACKER) sind Chinas Hauptabnehmer von Silizium Japan, Südkorea, Indien, Malaysia, u. a. Die USA kommt erst an 35. Stelle. Und auch dorthin nahmen im Jahr 2022 unabhängig vom UFLPA die aus China exportierten Mengen an Silizium wieder zu.

Es besteht zukünftig das Risiko eines quasi geteilten Marktes, indem Länder mit Importverboten scheinbar „forced labour free“ Ware von außerhalb Xinjiangs erhalten, während unter dem Verdacht der Zwangsarbeit hergestellte Güter der teilweise gleichen Firmen die übrigen Märkte bedienen (COCKAYNE et al. 2022). Diese übrigen Märkte wachsen global entlang der gesamten Wertschöpfungskette. So verlagert sich der chinesische Export von Polysilizium beispielsweise zunehmend in Länder wie Vietnam, Russland und Indien. Vietnam war 2023 mit 4.963 Tonnen der

größte Abnehmer von Polysilizium aus China. Große chinesische Solarmodulproduzenten wie JA Solar, Jinko Solar und Trina Solar investieren verstärkt in die Waferproduktion in Vietnam, um Handelsrestriktionen zu umgehen (DERA 2024).

Intransparenz und Menschenrechtsrisiken entlang der Solarlieferkette und bei Produktion und Handel von Silizium bleiben bestehen. Damit menschenrechtliche Sorgfaltspflichten wirksam sein können, ist der Blick an den Anfang der Lieferkette nötig und die Zugänglichkeit zu Informationen über die Bedingungen in Produktion und Weiterverarbeitung des Ausgangsrohstoffs Silizium.

Literaturverzeichnis

AMNESTY INTERNATIONAL (2023): Kolumbien: Bundesregierung muss Menschenrechte ins Zentrum von Klimabündnis stellen: Berlin, 14. Juni 2023. URL: <https://www.amnesty.de/informieren/aktuell/kolumbien-bundesregierung-menschenrechte-klimabuendnis#:~:text=In%20Kolumbiens%20Steinkohle-Gebieten%20werden%20regelm%C3%A4%C3%9Fig%20Menschenrechte%20verletzt%2C%20Umwelt,Millionen%20Tonnen%20und%20drei%20Mal%20mehr%20als%202021> (Zugriff am 31.07.2024).

COCKAYNE, J. et al. (2022): 'The Energy of Freedom'? Solar energy, modern slavery and the Just Transition. Nottingham (University of Nottingham). URL: <https://www.nottingham.ac.uk/research/beacons-of-excellence/rights-lab/resources/reports-and-briefings/2022/march/the-energy-of-freedom-full-report.pdf> (Zugriff am 31.07.2024).

CRAWFORD, A. & MURPHY, L. T. (2023): Overexposed: Uyghur Region Exposure Assessment for Solar Industry Sourcing. Sheffield, UK (Sheffield Hallam University). URL: <https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Aascds%3AUS%3A43d8160e-02aa-4b21-b802-704ba093c05d> (Zugriff am 31.07.2024).

EU-KOMMISSION (2022): Kommission verbant in Zwangsarbeit hergestellte Produkte vom EU-Markt. Brüssel, 14. September 2022. (URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_22_5415) (Zugriff am 31.07.2024).

EU PARLAMENT (2024): Deal on EU ban on products made with forced labour. Pressemitteilung, 05. März 2024. URL: Deal on EU ban on products made with forced labour | Aktuelles | Europäisches Parlament (europa.eu) (Zugriff am 31.07.2024).

DERA – DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR IN DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023): Silizium und Ferrosilikolegierungen – Zwischenprodukte auf Basis von Quarz. – DERA Rohstoffinformationen 59. Berlin. URL: BGR Publikationen (deutsche-rohstoffagentur.de) (Zugriff am 31.07.2024).

DERA – DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR IN DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2024): Rohstoff, Länderkompakt, China. 7. Ausgabe, März 2024. URL: Rohstoff, Länderkompakt, China (deutsche-rohstoffagentur.de) (Zugriff am 31.07.2024).

HRW – HUMAN RIGHTS WATCH (2021): "Break Their Lineage, Break Their Roots". -Human Rights Watch. New York, 19. April 2021. URL: https://www.hrw.org/sites/default/files/media_2021/04/china0421_web_2.pdf (Zugriff am 31.07.2024).

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2022): Solar PV Global Supply Chains. An IEA Special Report. URL: Solar PV Global Supply Chains – Analysis – IEA (Zugriff am 31.07.2024).

ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION (1930): Übereinkommen 29. Übereinkommen über Zwangs- oder Pflichtarbeit. Genf. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c029_de.htm (Zugriff am 31.07.2024).

ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION (2012): ILO Indicators of Forced Labour. –Special Action Programme to Combat Forced Labour. Genf. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---declaration/documents/publication/wcms_203832.pdf (Zugriff am 31.07.2024).

ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION (2022): Global Estimates of Modern Slavery. Forced Labour and Forced Marriage. Genf. URL: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@ipecc/documents/publication/wcms_854733.pdf (Zugriff am 31.07.2024).

IRENA AND AfDB (2022): Renewable Energy Market Analysis: Africa and its Regions. International Renewable Energy Agency and African Development Bank, Abu Dhabi and Abidjan. URL: Renewable Energy Market Analysis: Africa and its Regions (irena.org) (Zugriff am 31.07.2024).

MISEREOR (2022): Steinkohle aus Kolumbien. Factsheet. Aachen. URL: https://www.kolko.net/wp-content/uploads/2022/10/MRKK_2022-10_factsheet_Kolumbien_Steinkohle_WEB.pdf (Zugriff am 31.07.2024).

MURPHY, L. T. & ELIMÄ, N. (2021): In Broad Daylight: Uyghur Forced Labour and Global Solar Supply Chains. Sheffield, UK (Sheffield Hallam University). URL: <https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaid%3Acds%3AUS%3Ad360ffab-40cc-4d83-8b8b-a8bd503286a3> (Zugriff am 31.07.2024).

MURPHY, L. T. et al (2022): Until Nothing is Left. China's Settler Corporation and its Human Rights Violations in the Uyghur Region. A report on the Xinjiang Production and Construction Corps. Sheffield, UK (Sheffield Hallam University). URL: Until Nothing is Left | Sheffield Hallam University (shu.ac.uk) (Zugriff am 31.07.2024).

SANTOS, B. (2022): Brazilian developer working on world's largest PV project. PV magazine, 11. November 2022. URL: Brazilian developer working on world's largest PV project – pv magazine International (pv-magazine.com) (Zugriff am 31.07.2024).

UFLPA (2021): Uyghur Forced Labor Prevention Act. –US Customs and Border Protection. Washington D.C. URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-117publ78/pdf/PLAW-117publ78.pdf> (Zugriff am 31.07.2024).

UN – UNITED NATIONS (2022): OHCHR Assessment of human rights concerns in the Xinjiang Uyghur Autonomous Region, People's Republic of China. Genf. URL: <https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/countries/2022-08-31/22-08-31-final-assesment.pdf> (Zugriff am 31.07.2024).

WIRTH, H. (2024): Aktuelle Fakten zu Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer ISE, 03. April 2024. URL: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland – Fraunhofer ISE (Zugriff am 31.07.2024).

WOODMACKENZIE (2023): China's solar exports booming, up 64 % in 2022 despite global trade tensions. 23. Mai 2023. URL: China's solar exports booming, up 64 % in 2022 despite global trade tensions | Wood Mackenzie (Zugriff am 31.07.2024).

Herausgeber:
Sektorvorhaben Rohstoffe und Entwicklung
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
30655 Hannover

Autorin:
Evelyn Schnauder

Bildquellen:
BGR, Wacker Chemie AG (S. 2, Bild 3)

Erscheinungsjahr:
2024

Gefördert durch



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung