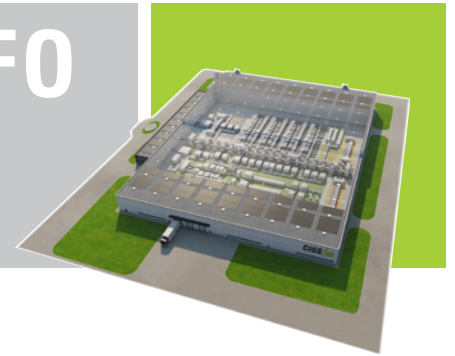


# MANZ BACKGROUND-INFO ZU CIGS-AUFTRAG



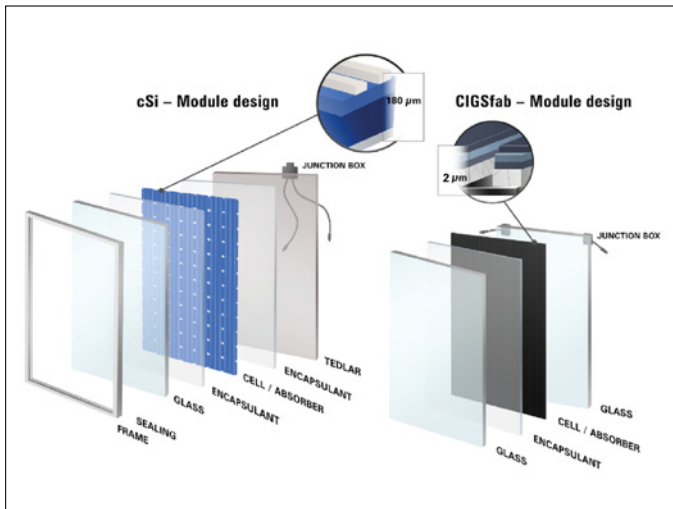
## Internationaler Durchbruch für CIGS-Dünnschicht-Solartechnologie von Manz!

### » Wofür steht CIGS? «

CIGS steht für das stromerzeugende Halbleitermaterial bestehend aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen. Dieser Halbleiter

wird in einer sehr dünnen Schicht („Dünnschicht“) in einem innovativen Vakuumprozess auf eine Glasscheibe aufgedampft.

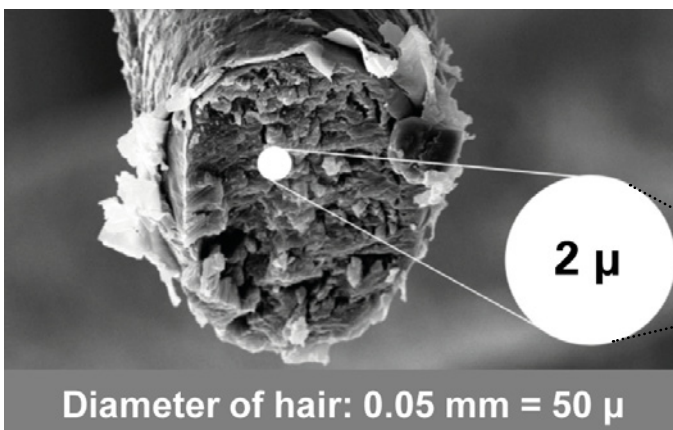
### » Was ist der Unterschied zwischen der kristallinen und der Dünnschicht-Solartechnologie? «



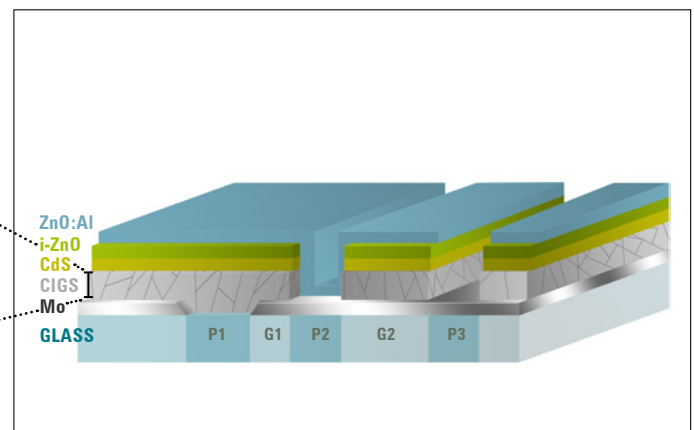
Schematischer Aufbau einer kristallinen Solarzelle und eines CIGS-Solarmodules

Bei einem herkömmlichen kristallinen Solarmodul werden eine hohe Anzahl einzelner Solarzellen verlötet und zwischen einer Glasscheibe und einer Folie montiert.

Eine kristalline Solarzelle basiert auf einem Silizium-Wafer, der wiederum aus einem Silizium-Block gesägt wird. Dieser Wafer aus hochreinem Silizium ist bis zu 100 mal dicker als die Halbleiterschicht CIGS in einem Dünnschicht-Modul. Diese wird in einer Vakuumanlage, in nur einem Prozessschritt, direkt auf eine Glasscheibe aufgedampft. Entsprechend höher ist bei der kristallinen Technologie der Einsatz von teurem Halbleitermaterial. Zudem entfällt bei der Dünnschicht-Technologie durch das direkte Aufbringen des Halbleiters auf das Glassubstrat der arbeitsintensive und aufwändige mehrstufige Prozess der Rohsilizium-, Wafer-, Zell- und Modul-Herstellung.

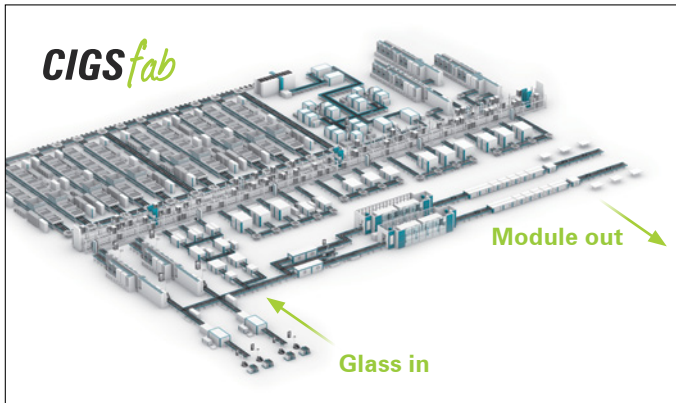


Querschnitt eines Haares im Vergleich zur CIGS-Halbleiterschicht



CIGS-Halbleiter-Aufbau

## » Was ist die Manz CIGSfab? «



Schematischer Aufbau des Manz „Glas-zu-Energie-Prozesses“

In der schlüsselfertigen Manz CIGSfab wird in einem voll-integrierten Produktionsverfahren ein Solarmodul ausgehend von einer normalen Glasscheibe gefertigt. Der komplette Fertigungsprozess erfolgt vollautomatisch. Aufwändige Produktionsschritte, die bspw. zur Herstellung eines Silizium-Wafers in der kristallinen Technologie erforderlich sind, entfallen gänzlich. Der Produktionsprozess ist deutlich kürzer, die Produktionskosten deutlich geringer. Positive Effekte hat dies auch auf die Rückgewinnungszeit der Energie, welche zur Produktion des Modules eingesetzt wurde: während diese bei kristallinen Solarzellen rund zwei Jahre beträgt, konnte sie bei CIGS-Modulen auf unter neun Monate reduziert werden.

## » Welchen Beitrag hat Manz bislang für die Entwicklung der Solarindustrie geleistet? «

Manz ist Pionier in der Entwicklung und Herstellung von High-tech-Produktionsanlagen für die Solarindustrie. Damit hat das Unternehmen in den letzten drei Jahrzehnten mit seiner Anlagentechnologie dazu beigetragen, dass die Photovoltaik heute eine wettbewerbsfähige Form der Energieerzeugung ist, und künftig sogar, nach unserer Überzeugung, die günstigste Form der Energieerzeugung darstellen wird.

- Ab 1990 Entwicklung und Herstellung von Anlagen zur Produktion kristalliner Solarzellen.
- Ab 2005 Entwicklung und Herstellung von Anlagen zur Produktion von Dünnschicht-Solarmodulen.
  - Zunächst Angebot von Einzelmaschinen im Bereich der Laserstrukturierung, Automation und Glasreinigung.
  - Mit Beginn der Zusammenarbeit mit Würth Solar im Jahr 2010 dann auch Angebot einer voll integrierten, schlüsselfertigen Produktionslinie für CIGS-Dünnschicht-Solarmodule, die Manz CIGSfab.

- Nach der kompletten Übernahme der CIGS-Technologie und der Produktionslinie von Würth Solar im Jahr 2012, fokussierte sich Manz gemeinsam mit dem exklusiven Forschungspartner ZSW auf die Weiterentwicklung der CIGS-Technologie und damit auf die Steigerung der Wirkungsgrade bei gleichzeitiger Reduzierung der Produktionskosten. Auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren mit diversen Wirkungsgrad-Weltrekorden sowie drastischen Kostensenkungen viel beachtete Erfolge erzielt.

Manz hat sowohl die kristalline Solartechnologie als auch die Dünnschicht-Technologie mit seinen Entwicklungen wesentlich geprägt. **Basierend auf langjähriger Erfahrung ist Manz davon überzeugt, dass die heute noch vorherrschende kristalline Technologie künftig mit der schnellen Entwicklung der Dünnschicht-Technologie nicht mehr mithalten kann.** Die Dünnschicht-Technologie hat hinsichtlich weiterer Kosteneinsparungen und Wirkungsgradsteigerungen deutliche Vorteile und bietet weit höheres Potenzial als die weitgehend am Ende ihrer Entwicklung angelangte kristalline Silizium-Solartechnologie.

**Unter den Dünnschicht-Technologien gilt CIGS dabei als die Technologie mit dem größten Potenzial.**

## » Warum ist CIGS gegenüber der kristallinen Technologie so überlegen? «

### Material- und Produktionskosten

- Deutlich geringerer Einsatz von Halbleitermaterial (bis zu 100-fach weniger). Dadurch wesentlich geringere Kosten und deutlich geringere Abhängigkeit von starken Preisschwankungen beim Halbleitermaterial.
- Deutlich kürzerer und vollautomatischer Produktionsprozess mit entsprechend geringeren Produktionskosten.

### Wirkungsgrad

Bereits heute liegt der Wirkungsgrad des Manz „Champion-Moduls“ mit 16 % auf dem Niveau multikristalliner Zellen. Das enorme Potenzial zeigt der Wirkungsgrad-Weltrekord von 22,6 % auf Laborzellformat des ZSW auf. Die Weltrekordtechnologie wird nun sukzessive in die Massenproduktion der Manz CIGSfab übertragen.

### Kosten pro Watt

Die Kosten pro Watt, also die eigentlichen Herstellkosten der Solarmodule, liegen bei der CIGS-Technologie bereits heute deutlich unter der kristallinen Technologie.

Durch die geplante Skalierung der Produktionskapazitäten können diese nochmal dramatisch gesenkt werden. Die Kostenvorteile gegenüber der heute noch dominierenden Silizium-Solartechnologie werden sich dadurch noch vergrößern.

### Kosten der Energieerzeugung

Der Kostenvorteil der CIGS-Technologie vergrößert sich bei Betrachtung der eigentlich relevanten Kosten der Stromerzeugung, also der Kosten pro Kilowattstunde. Installiert man ein CIGS-Modul und ein kristallines Silizium-Modul mit gleicher Nennleistung nebeneinander, so erzeugt das CIGS-Modul im Jahresverlauf um 10 bis 15 % mehr Strom. Dies liegt an den physikalischen Eigenschaften der CIGS-Module, aufgrund derer sie bei Schwachlicht, also in den Morgen- und Abendstunden sowie bei Bewölkung oder Smog, mehr Energie erzeugen als Silizium-Module.

Ein weiterer großer Vorteil in den Sommermonaten und vor allem in Gebieten mit höheren Temperaturen ist der bessere Temperaturkoeffizient. Diese Eigenschaft des CIGS-Halbleiters sorgt dafür, dass ein CIGS-Modul bei hohen Temperaturen weniger Leistung verliert als ein Silizium-Modul.

### Erweiterte Einsatzgebiete

CIGS-Module können grundsätzlich für dieselben Anwendungen wie Silizium-Solarmodule verwendet werden. Aufgrund ihrer gleichmäßig schwarzen Oberfläche vermitteln CIGS-Module einen besseren ästhetischen Eindruck. Dies führt zu einer ausgezeichneten Eignung für den Einsatz in gebäudeintegrierten Photovoltaik-Objekten. Sowohl dachintegrierte CIGS-Module als auch Fassadenmodule stellen in Zukunft eine optisch ansprechende und vor allem energetisch sinnvolle Alternative zu herkömmlichen Baumaterialien dar.



BIPV (building-integrated photovoltaics) – Gebäudeintegrierte Photovoltaik

### MANZ AG

Die Manz AG ist ein weltweit agierender Hightech-Maschinenbauer und mit einer Erfahrung von fast 30 Jahren Pionier im Maschinenbau für die Solarindustrie.

Mit der CIGSfab ist Manz der einzige Anbieter einer voll integrierten, schlüsselfertigen Produktionslinie zur Herstellung von CIGS-Dünnschicht-Solarmodulen.

## » Warum ist CIGS heute nicht schon viel weiter verbreitet? «

Dies liegt am relativ komplexen und somit schwer beherrschbaren Produktionsprozess. Über viele Jahre war auch der Wirkungsgrad von CIGS-Dünnschicht-Modulen noch deutlich geringer als bei Silizium-Modulen.

In beiden Punkten konnte Manz in den letzten fünf Jahren deutliche Fortschritte erzielen. Mit modernster Anlagentechnik kann der CIGS-Halbleiter heute auf Manz Maschinen sehr effizient und vor allem mit hoher Qualität abgeschlossen werden.

Der Abstand beim Wirkungsgrad zum multikristallinen Solarmodul ist durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der CIGS-Technologie heute nur noch marginal.

Manz baut auf 40 Jahre Forschungsarbeit in Baden-Württemberg auf. Der exklusive Zugriff auf die Forschungsergebnisse des ZSW, dem weltweit führenden Forschungsinstitut für die CIGS-Technologie, sowie die eigene Expertise als Maschinenbauer sind der Schlüssel des Erfolgs für das Geschäftsmodell.

## » Was bedeutet die strategische Zusammenarbeit von Manz mit Shanghai Electric und Shenhua für die CIGS-Technologie? «

- Die Zusammenarbeit sowie der Auftrag von den zwei führenden Unternehmen der chinesischen Energiebranche stellt das hohe Potenzial der Technologie eindrucksvoll unter Beweis. Die aufwändige und teure Entwicklungsarbeit der letzten vier Jahrzehnte in Baden-Württemberg macht sich nun bezahlt: Die CIGS-Dünnschicht-Solartechnologie erobert den Weltmarkt.
- Sowohl Shanghai Electric als auch Shenhua müssen ihren strategischen Schwerpunkt im Energiesektor auf die erneuerbaren Energien verlagern, um die Umweltziele der chinesischen Staatsregierung erfüllen zu können. Im Bereich der Photovoltaik kommt CIGS eine entscheidende Bedeutung zu. Die damit verbundene Ernsthaftigkeit und die geplanten Entwicklungsbudgets werden sich sehr positiv auf die Weiterentwicklung der Technologie auswirken.
- Durch die strategische Zusammenarbeit mit Shanghai Electric und Shenhua entsteht das weltweit größte und schlagkräftigste Forschungszentrum für die CIGS-Technologie. Die Weiterentwicklung der Technologie wird dadurch wesentlich beschleunigt. Das immense Potenzial für weitere Kostensenkungen und Wirkungsgradsteigerungen wird deutlich schneller gehoben.
- Die Solartechnologie wird durch die Ergänzung der bislang vorherrschenden kristallinen Technologie durch die effizientere und kostengünstigere CIGS-Dünnschicht-Technologie einen nachhaltigen Wachstumsschub erfahren.
- Solarenergie aus CIGS-Dünnschicht-Modulen wird in naher Zukunft die günstigste Form der Energieerzeugung.

### ZSW

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gehört zu den führenden Instituten für angewandte Forschung auf den Gebieten Photovoltaik, regenerative Kraftstoffe, Batterietechnik und Brennstoffzellen sowie Energie-

systemanalyse. Im Bereich CIGS hält das ZSW mit 22,6 % den Wirkungsgradweltrekord. Auf diese Technologie haben sowohl Manz als Industriepartner des ZSW als auch das neu gegründete F&E Joint Venture exklusiven Zugriff.

## » Was bedeutet die Zusammenarbeit mit Shanghai Electric und Shenhua sowie der Großauftrag für Manz? «

- Manz wird wegweisende Zukunftstechnologie zusammen mit zwei strategischen Partnern in China kommerzialisieren. Der Kauf der Manz CIGS Technology GmbH durch das Entwicklungs-Joint-Venture muss – wie in China üblich – noch durch entsprechende chinesische Regierungsbehörden genehmigt werden. Der Kauf der MCT ist jedoch Bedingung für das Inkrafttreten der Kaufverträge. Manz geht davon aus, dass diese Genehmigung innerhalb der nächsten Wochen erteilt wird.
- Größter Auftrag der Firmengeschichte von Manz.
- Manz ist nun in der Lage, ein profitables Wachstum des Unternehmens auf einer finanziell starken Basis zu realisieren. Manz ist überzeugt davon, dass dieser erste Auftrag von zwei so renommierten Unternehmen der Energiebranche auch in Märkten außerhalb Chinas entsprechende Impulse auslösen wird. Auch und vor allem die beschleunigte Weiterentwicklung der CIGS-Technologie wird der Nachfrage nach der Manz CIGSfab weitere Dynamik verleihen.
- Manz verfügt als einziger Maschinenbauer weltweit über das umfassende Technologieportfolio und Know-How um schlüsselfertige Produktionslinien für die Herstellung von CIGS-Solarmodulen zu liefern.
- Der Auftrag stellt nach Überzeugung von Manz lediglich den ersten Schritt in der Zusammenarbeit dar. Insbesondere in China, dem weltweit größten Energiekonsumenten, verfügen Shanghai Electric und die Shenhua Group über einen ausgezeichneten Marktzugang und beabsichtigen den Bau weiterer CIGSfabrics mit einer Gesamtkapazität von mehreren GW; dies entspricht in den kommenden Jahren einem Umsatzpotenzial für die Manz AG von mehreren Milliarden Euro.
- Zusammen mit den guten Aussichten in den strategischen Geschäftsbereichen Electronics und Energy Storage sieht sich Manz sehr gut für die Zukunft aufgestellt. Die gute Auftragslage und hohe Auslastung des Unternehmens wird sich dabei auch positiv auf das personelle Wachstum des Unternehmens an seinen Standorten auswirken.
- Auch für den bisherigen Forschungsstandort in Schwäbisch Hall, **die Manz CIGS Technology GmbH**, ergeben sich für die Zukunft sehr gute Perspektiven. Der Standort wird künftig Bestandteil des F&E Joint Ventures mit Shanghai Electric und Shenhua werden und somit weiterhin eine wesentliche Bedeutung für die Weiterentwicklung der Technologie haben. Für die nächsten fünf Jahre wurde darüber hinaus eine Standort- und Arbeitsplatzgarantie verhandelt.

### SHANGHAI ELECTRIC GROUP

Shanghai Electric ist Ankerinvestor der Manz AG und ist einer der größten und umfassendsten Mischkonzerne für Anlagenbau in China mit insgesamt vier Hauptgeschäftsfeldern, die sich mit Effizienz und sauberer

Energie, neuer Energie, Industrieanlagen und modernen Services beschäftigen. Das Kerngeschäft der Shanghai Electric Group ist dabei nach wie vor der Bau fossiler Kraftwerke für Kohle und Gas.

### SHENHUA GROUP

Shenhua Group Corporation ist das größte und modernste Kohleunternehmen in China sowie der weltweit größte Betreiber von Kohleminen. Shenhua betreibt eine eigene umfassende Transportlogistik für Kohle mit eigenen Eisenbahnen und Schiffen.

Shenhua ist einer der größten Energieerzeuger in China. Die Umstellung des Energieerzeugungsportfolios auf erneuerbare Energien wurde mit massiven Investitionen in die Windenergie bereits eingeleitet und nun mit der Investition in die Solarenergie weiter geführt.