

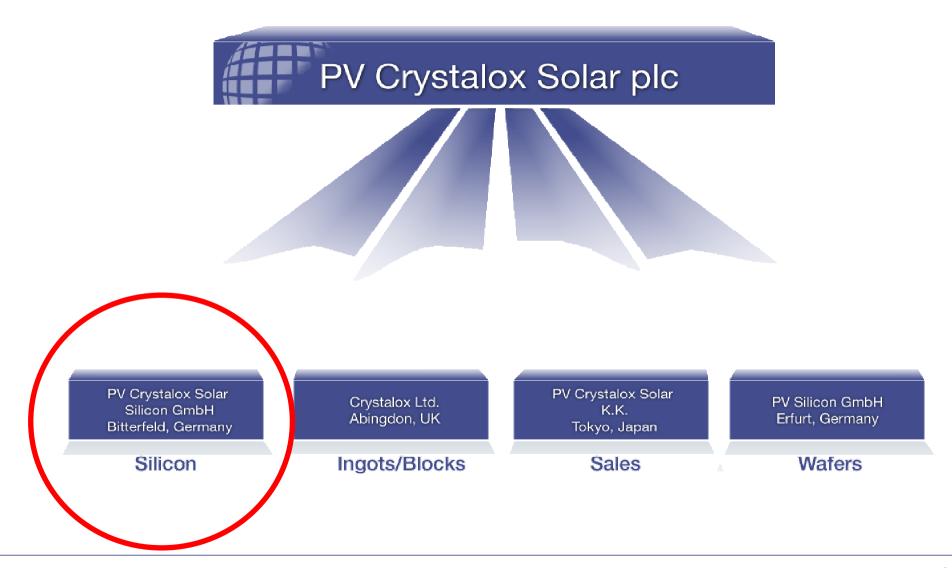
Einsparpotentiale bei der Silizium- und Waferproduktion

Dr. Hilmar Tiefel
Dr. Friedrich Schaaff



- Firmenvorstellung
- Marktübersicht
- Siliziumproduktion
- Kristallisation
- Wafering
- Zusammenfassung





Business Areas of Silicon Products Bitterfeld



- Research & Development
- Engineering und Consulting
- Production of
- Solar-Silicon for multicrystalline application
- Solar-Silicon for monocrystalline application
- Silicon for other applications
- By-products (Slim rods, Chlorosilanes)





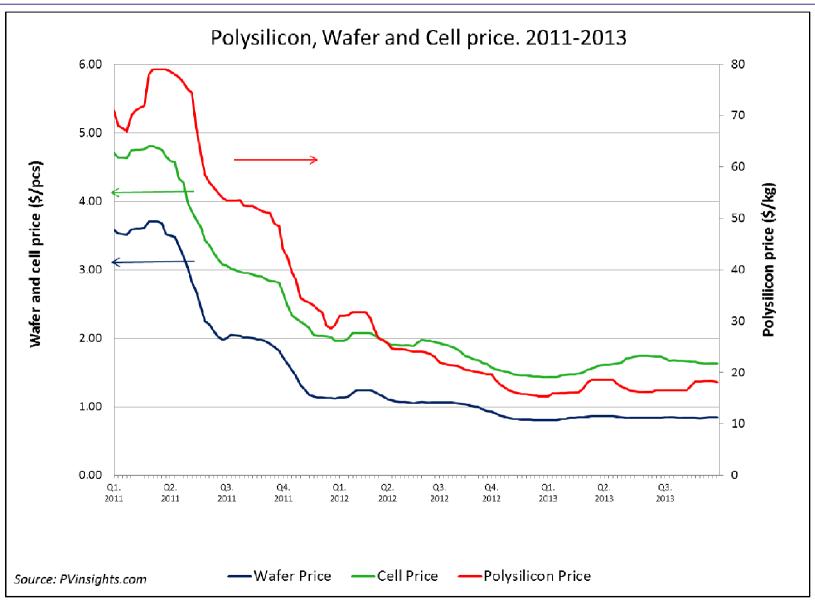




Die Kernkompetenz der Silicon Products Bitterfeld GmbH&Co.KG liegt in der Herstellung von Solarsilizium.

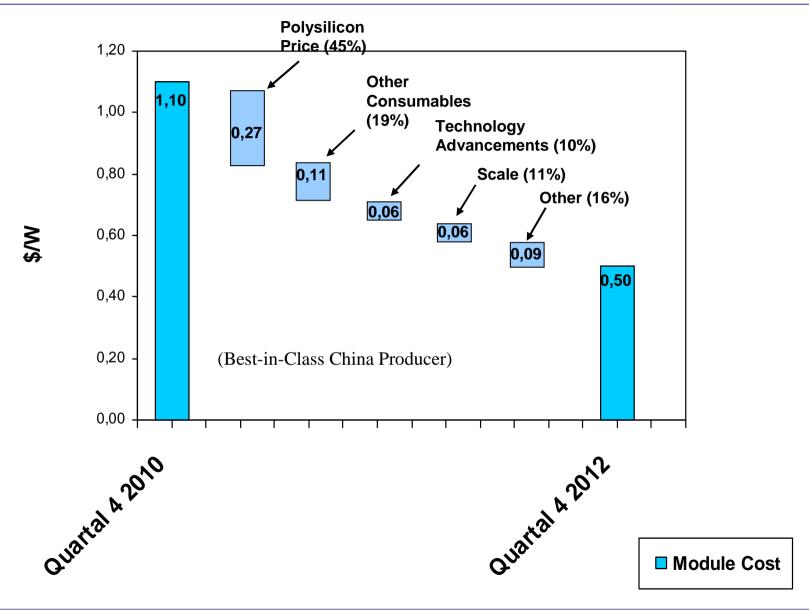
Quelle: International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV), 03/2013, SEMI





Contribution of Key Drivers Toward Module Cost Reduction



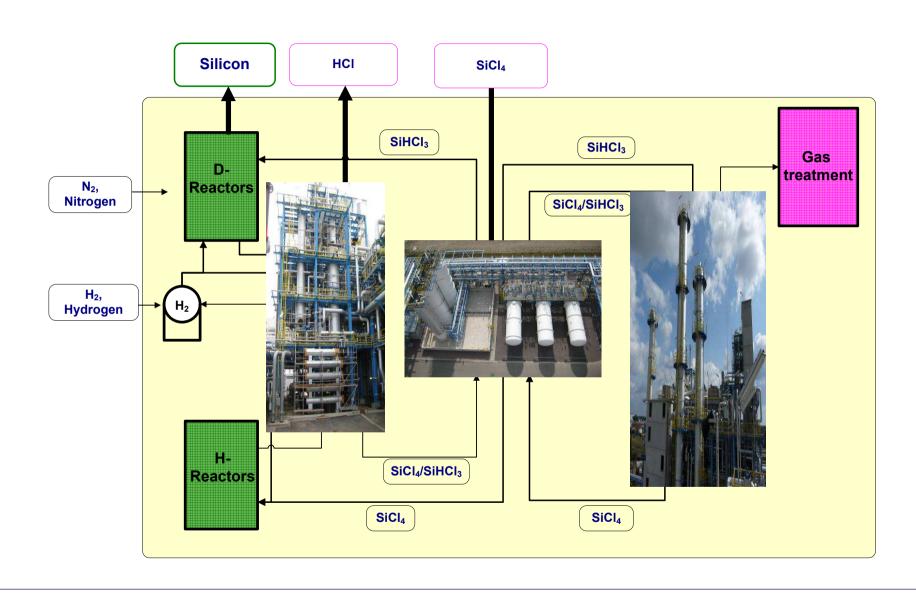


Quelle: PV Technology and Cost Outlook, 2013-2017, GTM Research

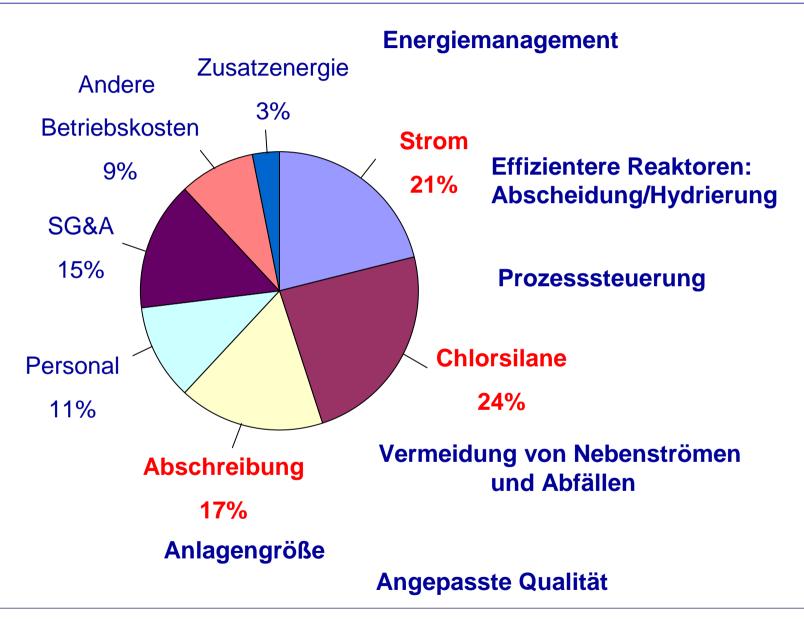








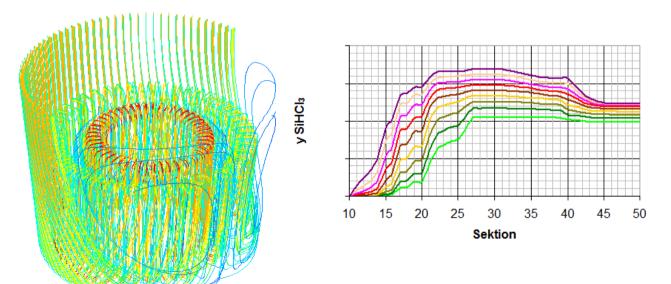


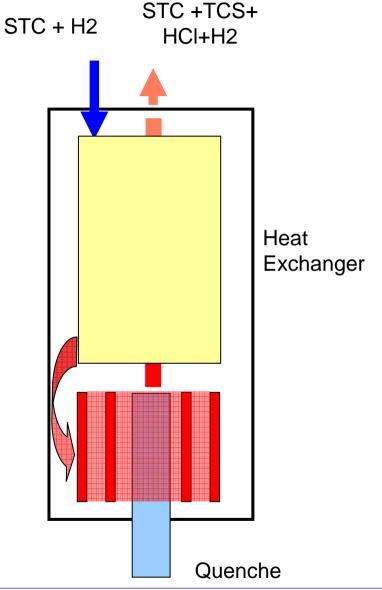


Hydrogenation: essential step towards lowest production costs



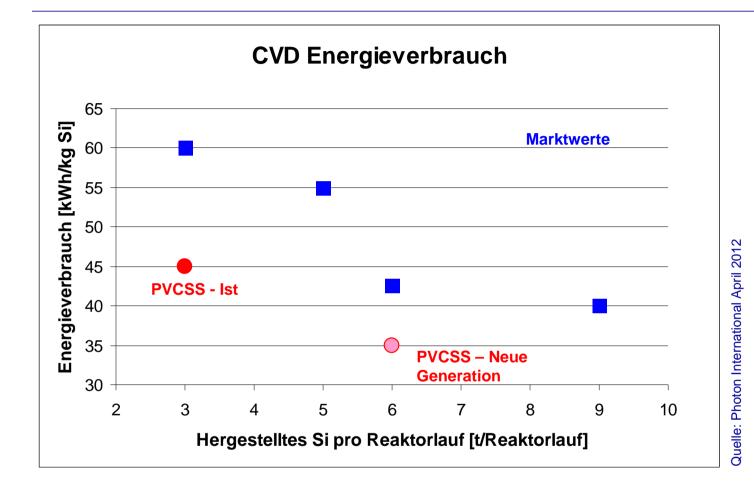
- New own developed hydrogenation reactors
- High yield: >17ma.%
- Low power consumption < 0,7 kWh/kg TCS
- High throughput: > 10.000 kg/h STC
- High energy recuperation





Einsparpotenziale - Abscheidereaktoren

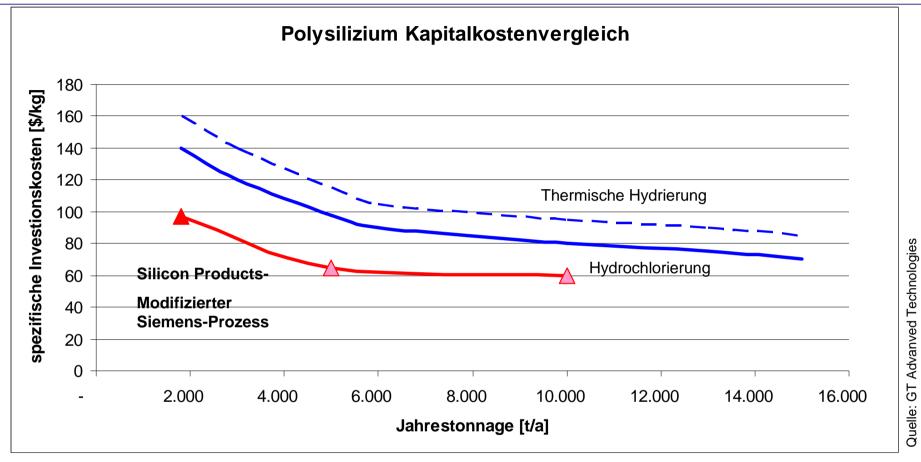




- Anlagengröße
- Große Stabdurchmesser
- Lange Stäbe
- Prozessparameter
- Reaktorbeschichtung
- Energierückgewinnung
- Startprozess
- Optimierte Regelung

Einsparpotenziale – Kapitalkosten (Capex)





- Eigenes Engineering der Schlüsselkomponenten
- Eigene thermische Hydrierung (hoher Durchsatz, niedriger Energieverbrauch)
- Angepasste Qualität
- Produktionsstandort



Kostenreduktion durch:

- größere Ingots
- höherer Durchsatz
- wiederverwendbare Tiegel
- (semi)-kontinuierliches
 Aufschmelzen

Was ist die beste Geometrie?

	In die Höhe	In die Breite
Ausbeute	+	
Prozesszeit		++
Qualität	+	+
Energieverbrauch	++	+









¹⁾ Quelle Ingot Bilder: Apollonsolar Photosil.

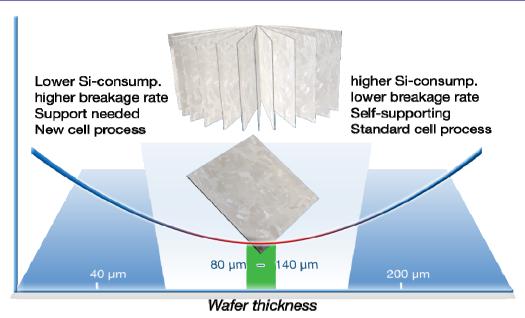
²⁾ J. Appel; MEMC; 22nd NREL Workshop, Vails, Co, USA 2012.

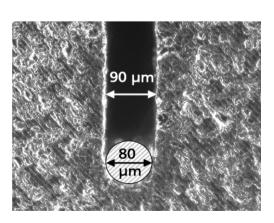


Kostenreduktion durch:

Modul Cost/Wp

- geringere Waferdicke
- höheren Durchsatz
- hohe Ausbeute 1 €cent/(Wafer*1%)
- höhere Präzision
- geringeren Draht / Slurry /
 Kühlschmiermittel-Verbrauch
- kontinuierliche Reinigung /
 Separierung / Handling / Metrologie
 mit niedriger Bruchrate







Quelle: PV Crystalox Solar Silicon GmbH



Neue Ansätze mit:

Diamantdraht

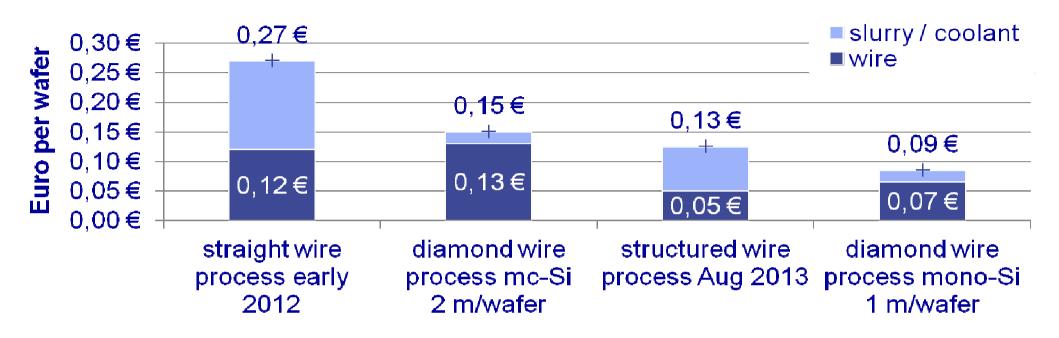


Strukturierter Draht 1)



Structured wire – summary





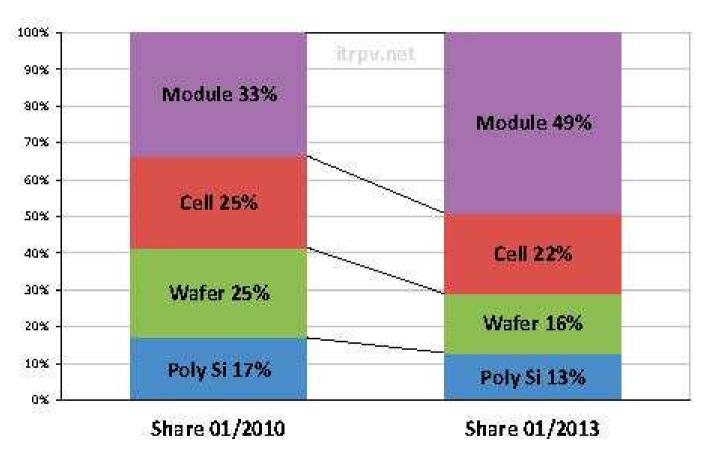
Advantages of structured wire:

- Good prediction of structured wire mass production process using single wire setup
- More than 100 % higher throughput
- 45 % less wire consumption
- 40 % less slurry consumption
- More wafers per mm
- More than 40 % direct cost savings

Cost Comparison of the value chain





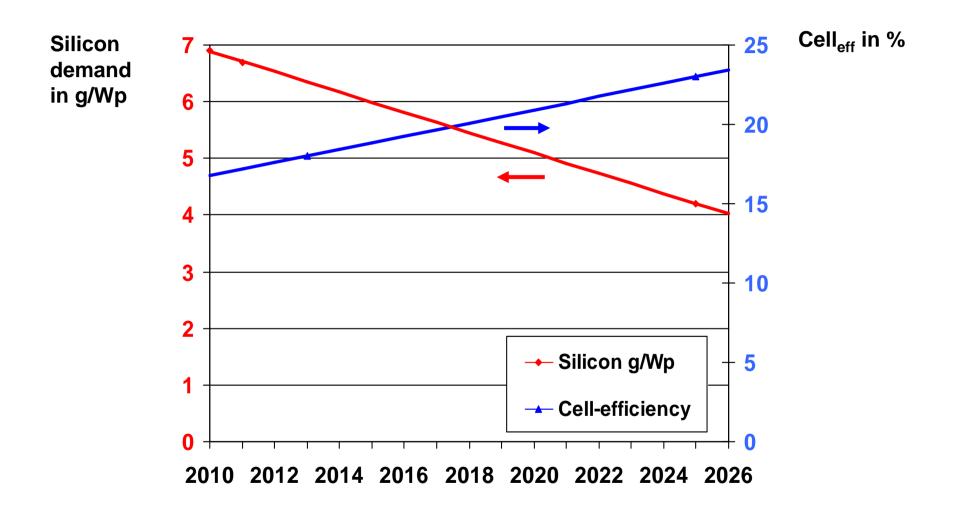




Kosten- und Preisentwicklung bei Silizium und Wafern:

- Preisanpassungen in den nächsten 12 bis 18 Monaten auf 25 28US\$/kg solar-grade
 Silizium sonst werden keine neuen Produktionsanlagen mehr gebaut (ROI zu gering)
- Kostenreduktion bei Produktion von Silizium mit Siemensprozess durch Produktivitätssteigerungen in Höhe von ca. 5% pro Jahr möglich
- Kostenreduktionspotentiale bei alternativen Produktionen, z.B. FBR/Wirbelschichttechnik noch nicht abschätzbar
- deutliche Kostenreduzierung beim Wafering: Diamantdraht und strukturierter Draht
- Innovationen werden zu weiteren Kostenreduzierungen bei den Modulen führen, z.B. dünnere Scheiben und höhere Wirkungsgrade
- Alle Wertschöpfungsstufen der Photovoltaik sind weiterhin unter hohen Preis- und Kostendruck





Quelle: Silicon Pricing Trends 2012 to 2025, IHS (2013)

