

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 57 (1979)

**Heft:** 10

**Artikel:** Solarzelle für Raumfahrt und terrestrischen Einsatz = Cellules solaires au silicium pour application spatiale et terrestre

**Autor:** Fischer, Horst

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875574>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Solarzellen für Raumfahrt und terrestrischen Einsatz

## Cellules solaires au silicium pour application spatiale et terrestre

Horst FISCHER, Heilbronn<sup>1</sup>

621.311.69:621.383.4/5:629.78.064.56

Zusammenfassung. Die Weiterentwicklung der Solarzellen, die mit der Raumfahrttätigkeit Bedeutung erlangt haben, drängt sich auf. Das gesteckte Ziel ist es, leistungsfähigere, jedoch billigere Komponenten zu erhalten. Der Autor erläutert das Entwicklungsprogramm und die Struktur der Solarzellen sowohl für die Raumfahrt als besonders auch für terrestrischen Einsatz. Weiter zeigt er gewisse Entwicklungstendenzen auf.

Résumé. Le perfectionnement des cellules solaires, qui ont pris de l'importance avec l'activité spatiale, s'impose. L'objectif fixé est d'obtenir des composants plus efficaces et meilleur marché. L'auteur présente le programme de développement et décrit la structure des cellules solaires utilisées, tant pour la navigation spatiale que pour les applications terrestres. Il montre encore quelles sont les tendances de développement futures.

Cellule solari per la navigazione spaziale e per l'impiego nell'ambito terrestre

Riassunto. Si impone ora il perfezionamento delle cellule solari, che hanno acquistato importanza con l'attività spaziale. L'obiettivo da raggiungere è di ottenere delle componenti più efficaci e più buon mercato. L'autore presenta il programma di sviluppo e la struttura delle cellule solari utilizzate sia per la navigazione spaziale sia anche nell'ambito terrestre. Mostra inoltre le tendenze di sviluppo future.

### 1 Einleitung

Die Umwandlung von Licht in elektrische Energie wird mit technisch vernünftigen Wirkungsgraden nur mit der Solarzelle erreicht. Bis zur Ölkrise 1973 war die Solarzelle nur einem kleinen Kreis von Spezialisten aus dem Bereich der Raumfahrttechnik bekannt, heute ist sie eine wesentliche Komponente bei der Nutzung der Sonnenenergie. Siliziumsolarzellen werden im Rahmen des Produktgebietes «optoelektronische Bauelemente» seit über zehn Jahren für die Raumfahrt entwickelt und gefertigt. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Vorhabens entwickelt AEG-Telefunken seit 1977 neue Verfahren zur wirtschaftlichen Herstellung von unkonventionellen Zellen für terrestrische Anwendungen und stellt solche Zellen in einer Pilotfertigung her. An diesem Projekt arbeiten, neben dem Geschäftsbereich Halbleiter, der Geschäftsbereich Nachrichten- und Verkehrstechnik von AEG-Telefunken und die Firma Heliotronic GmbH zusammen.

### 2 Raumfahrtanwendung

Seit Beginn der Raumfahrtaktivität in Europa sind von AEG-Telefunken Energieversorgungssysteme mit Solarzellen entwickelt und gebaut worden (Fig. 1). Die Reihe reicht vom ersten deutschen Satelliten AZUR bis zur Fertigung von 140 000 modernsten Hochleistungszellen für die im Bau befindliche Serie der INTELSAT-V-Satelliten (Fig. 2). Solarzellen für den Generator des Space Telescope befinden sich im Fertigungsanlauf. Dieser flexible, ausrollbare Generator — der grösste bis jetzt in dieser Technik hergestellte (Fig. 3) — wird eine Fläche von 52 m<sup>2</sup> erhalten, die mit mehr als 50 000 Zellen belegt ist. Während dieser Projekte sind im Rahmen der vom BMFT und der Europäischen Raumfahrtorganisation (ESA) geförderten Entwicklungen eine Reihe Technologien entwickelt worden, die heute weltweit richtungweisend sind (Fig. 4).

### 1 Introduction

Seule la cellule solaire permet la transformation de la lumière en énergie électrique avec des rendements techniquement raisonnables. Jusqu'à la crise pétrolière de 1973, la cellule solaire n'était connue que d'un petit cercle de spécialistes du domaine spatial, alors qu'elle constitue aujourd'hui un élément important de l'exploitation de l'énergie solaire. Le secteur des composants optoelectroniques fabrique des cellules solaires au silicium. Ces éléments sont développés et produits depuis

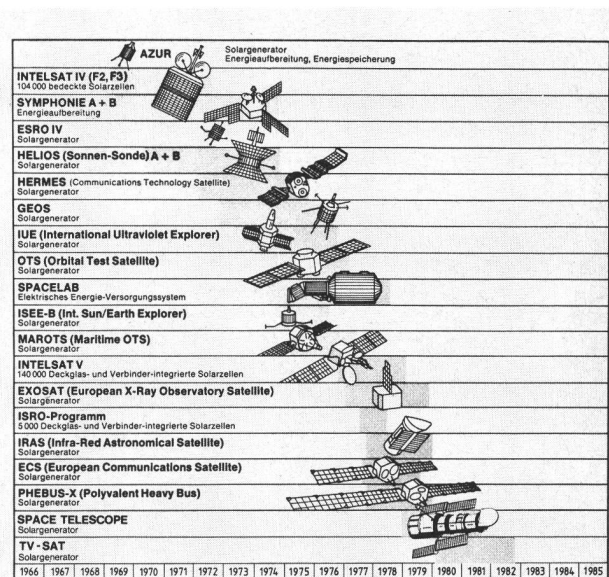
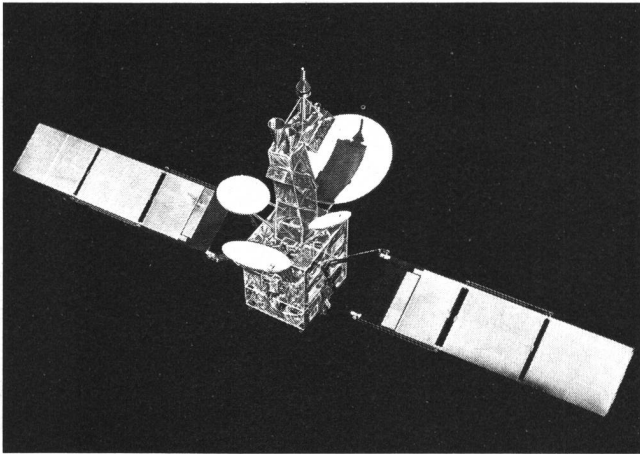


Fig. 1  
Raumfahrtprojekte (Stromversorgung) von AEG-Telefunken — Projets spatiaux (alimentation en électricité) d'AEG-Telefunken  
Solargenerator — Générateur solaire  
Energieaufbereitung — Production d'énergie  
Energiespeicherung — Stockage d'énergie  
Bedeckte Solarzellen — Cellules solaires couvertes  
Elektrisches Energie-Versorgungssystem — Système d'alimentation en énergie électrique  
Deckglas- und Verbinder-integrierte Solarzellen — Cellules solaires intégrées sous verre et assemblées

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten am 9. Juni 1979 anlässlich des Besuches einer Journalistengruppe der Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electronique (UIPRE) bei AEG-Telefunken in Heilbronn.

<sup>1</sup> Exposé présenté le 9 juin 1979 à l'occasion de la visite d'AEG-Telefunken à Heilbronn par un groupe de journalistes de l'Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electronique (UIPRE).



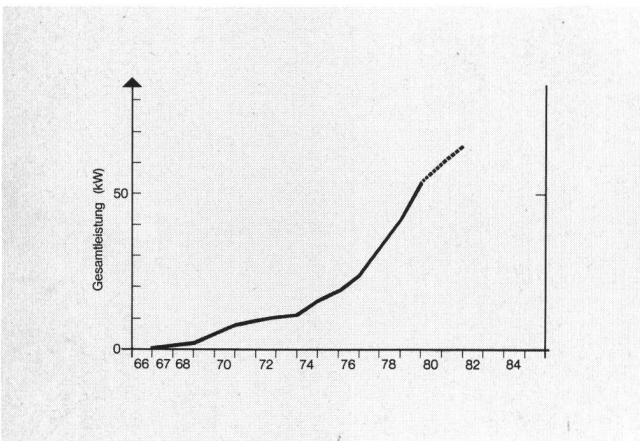
**Fig. 2**  
**INTELSAT V-Satellit — Satellite INTELSAT V**

Auch dieser Satellit wird mit Solargeneratoren von AEG-Telefunken ausgerüstet. 17 580 CIC-Hochleistungszellen werden für die Stromversorgung eingesetzt. Elektrische Leistung 1,2 kW im Synchronorbit — Ce satellite également est équipé de générateurs solaires d'AEG-Telefunken. Des cellules CIC de haute puissance, au nombre de 17 580, sont utilisées pour l'alimentation en électricité. Puissance disponible 1,2 kW en orbite synchrone

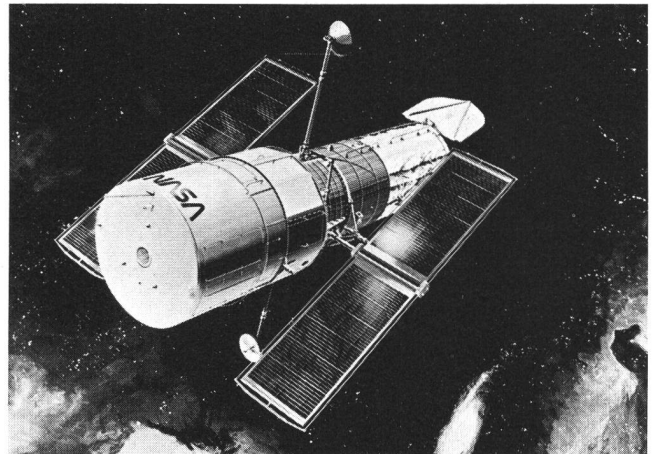
Die Entwicklung geht weiter. Der Leistungsbedarf der in den kommenden Jahren geplanten Raumfahrtprojekte steigt von einigen kW für Nachrichtensatelliten bis zu einigen 10 kW für unabhängige Raumstationen. Testmoduln mit einigen 100 kW Leistung zur Erprobung wirtschaftlicher Verfahren zur Energieerzeugung im Weltraum werden in den 80er Jahren installiert werden. Für die künftigen Solarzellen erfordert dies

- Erhöhung des spezifischen Umwandlungswirkungsgrades
- Erhöhung der Leistung je Gewichtseinheit
- Erhöhung der Zuverlässigkeit
- Erhöhung der Strahlungsresistenz
- rationelle Herstellverfahren zur Senkung der Herstellungskosten (Erhöhung der Zellenfläche)

Durch Entwicklung neuer Zellstrukturen und verbesserter Ausgangsmaterialien ist der Umwandlungswirkungsgrad in den letzten Jahren laufend verbessert worden (Fig. 5). Labormuster spezieller Zellstrukturen erreichen heute nahezu den physikalischen Grenzwert von



**Fig. 4**  
**Gesamtleistung der bei AEG-Telefunken hergestellten Solarzellen — Puissance totale des cellules solaires réalisées par AEG-Telefunken**  
Gesamtleistung (kW) — Puissance totale (kW)



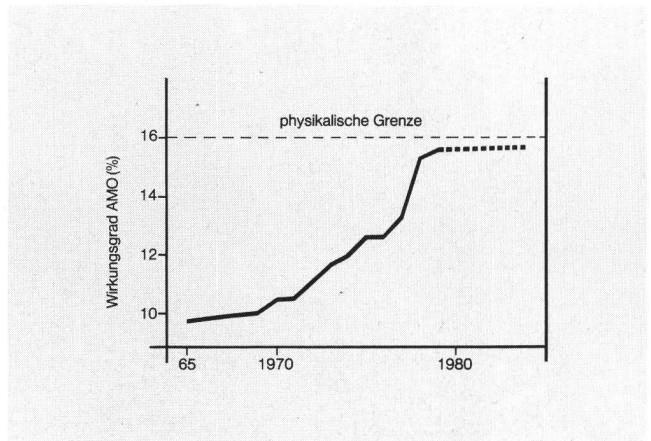
**Fig. 3**  
**Space Telescope**

Der ausrollbare Generator des Space Telescope wird eine Fläche von 52 m<sup>2</sup> erhalten, die mit 50 000 Zellen belegt ist. Elektrische Leistung im Orbit etwa 4 kW — Le générateur déroulable du Space Telescope aura une surface de 52 m<sup>2</sup>, recouverte de 50 000 cellules. Puissance électrique en orbite environ 4 kW

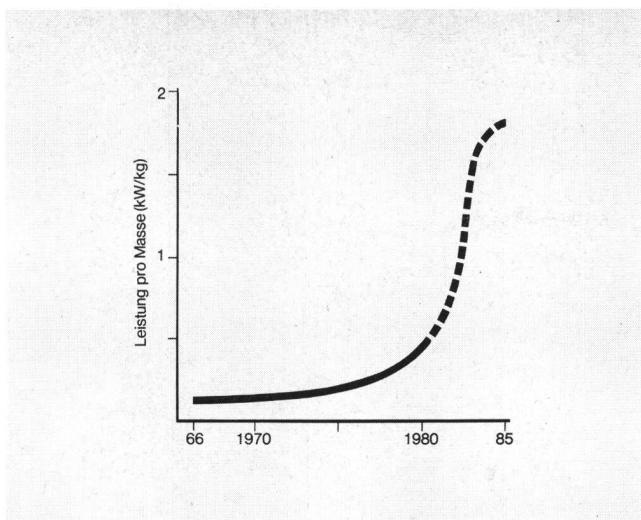
plus de 10 ans pour l'astronautique. Dans le cadre d'un projet encouragé par le Ministère fédéral de la Recherche et de la Technologie (BMFT), AEG-Telefunken a développé, depuis 1977, de nouveaux procédés de réalisation économique de cellules non conventionnelles pour l'emploi terrestre et a fabriqué de telles cellules dans une production pilote. Outre le département semi-conducteurs, le département communications et transports d'AEG-Telefunken et les Etablissements *Heliotronic Sàrl* participent à ce projet.

## 2 Utilisation spatiale

Depuis la naissance des activités spatiales européennes, AEG-Telefunken a développé et construit des systèmes d'alimentation en énergie utilisant les cellules solaires (fig. 1). La série s'étend du premier satellite allemand AZUR à la fabrication de 140 000 cellules ultra-modernes à très hautes performances destinées à la nouvelle série de satellites INTELSAT V, actuellement en cours de construction (fig. 2). Les cellules solaires destinées au générateur du Space Telescope sont actuelle-



**Fig. 5**  
**Entwicklung des Wirkungsgrades — Evolution du rendement**  
Wirkungsgrad — Rendement  
Physikalische Grenze — Limite physique

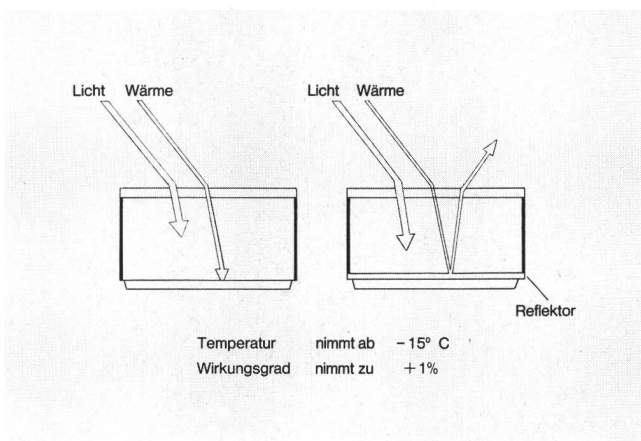


**Fig. 6**  
**Entwicklung der Leistung je Zellenmasse — Augmentation de la puissance massique**  
 Leistung pro Masse — Puissance par unité de poids

etwa 16 %. Mit zunehmender Fläche der Solargeneratoren spielt das Gewicht der Einzelzelle eine zunehmend ausschlaggebendere Rolle. Während heute die Leistung je Masse bei etwa 0,2 kW/kg liegt — gegenüber 1966 mehr als ein Faktor 2 —, sind mit neuen Zellstrukturen bis in die 80er Jahre Werte von grösser als 1,5 kW/kg zu erwarten (Fig. 6). Diese extreme Verbesserung von Eigenschaften eines Bauelementes lässt sich nur durch Kenntnisse aller physikalischen und technologischen Parameter von Zelle und Material erreichen. Dies führt zu teilweise eleganten technischen Lösungen.

Mit der BSR-Technologie (*Back-Surface-Reflector*) wird das selektive Reflexionsverhalten einer rückseitig metallisierten Si-Scheibe ausgenutzt, um den nicht umgewandelten Teil des Lichtes zu reflektieren, anstatt zu absorbieren, was mit einer Erwärmung der Zelle und damit der Reduzierung des Wirkungsgrades verbunden ist (Fig. 7).

Die NR-Technologie (*Non-Reflective*) nutzt die Absorptionseigenschaften einer durch besondere chemi-



**Fig. 7**  
**BSR-Technologie — Technologie BSR**  
 Licht — Lumière  
 Wärme — Chaleur  
 Reflektor — Réflecteur  
 Temperatur nimmt ab — La température décroît  
 Wirkungsgrad nimmt zu — Le rendement augmente

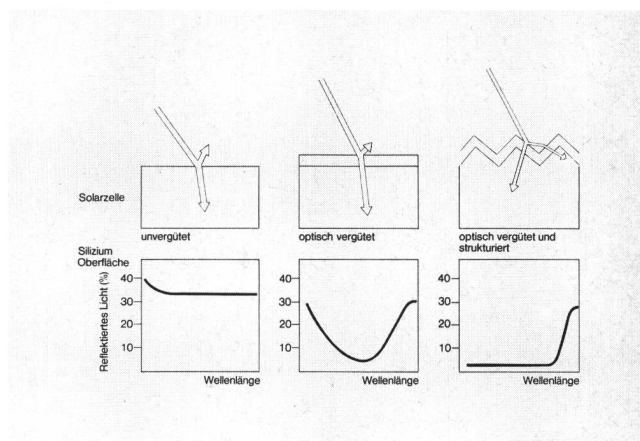
ment en cours de lancement de production. Ce générateur escamotable flexible — le plus grand réalisé jusqu'à présent dans cette technique (fig. 3) — aura une surface de 52 m<sup>2</sup> et sera pourvu de plus de 50 000 cellules.

Au cours de la réalisation de ces projets et dans le cadre des développements soutenus par le BMFT et l'Agence Spatiale Européenne (ASE), différentes technologies actuellement utilisées dans le monde entier ont été développées (fig. 4).

Le développement se poursuit. Les besoins en puissance des projets spatiaux prévus pour les années à venir vont de quelques kW pour les satellites de télécommunications à quelques dizaines de kW pour les stations spatiales autonomes. Des modules d'essai de quelques centaines de kW de puissance, destinés à expérimenter des procédés économiques de production d'énergie dans l'espace, seront installés au cours des années 1980. Les cellules solaires devront, à cet effet, satisfaire aux conditions suivantes:

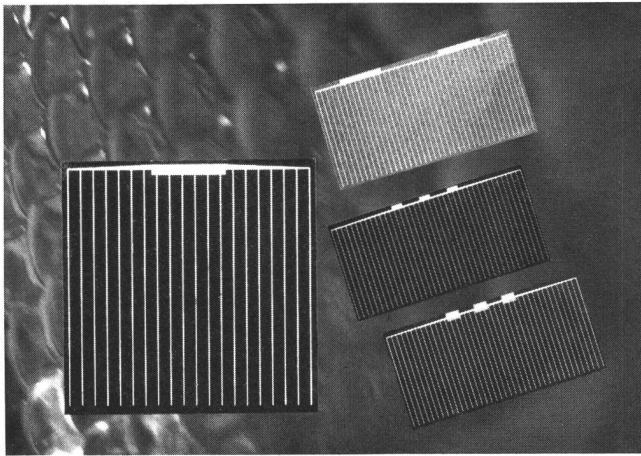
- accroissement du rendement spécifique de conversion
- augmentation de la puissance massique
- accroissement de la fiabilité
- accroissement de la résistance aux rayonnements
- procédés rationnels de fabrication pour réduire les coûts (augmentation de la surface des cellules)

Grâce au développement de nouvelles structures de cellules et à l'emploi de matières premières améliorées, le rendement de conversion a constamment été amélioré au cours des dernières années (fig. 5). Des prototypes de laboratoire de structures spéciales de cellules atteignent presque la limite physique d'environ 16 %. Avec l'accroissement de la surface des générateurs solaires, le poids de chaque cellule joue un rôle de plus en plus grand. Alors qu'actuellement la puissance massique est d'environ 0,2 kW/kg (elle a plus que doublé par rapport à 1966), les nouvelles structures de cellules permettent d'envisager des valeurs de plus de 1,5 kW/kg dans les années 1980 (fig. 6). Cette amélioration extrême des propriétés d'un composant ne peut être obtenue



**Fig. 8**  
**NR-Technologie — Technologie NR**  
 Solarzelle — Cellule solaire  
 Unvergütet — Non traitée  
 Optisch vergütet — Traitement optique  
 Optisch vergütet und strukturiert — Traitement optique et structuration  
 Silizium-Oberfläche — Surface du silicium  
 Reflektiertes Licht — Lumière réfléchie  
 Wellenlänge — Longueur d'onde





**Fig. 9**  
**Moderne Raumfahrtzellen — Cellules modernes pour la navigation spatiale**

Links die «schwarze Zelle». Sie ist in NR-Technologie aufgebaut, bei der die Pyramidenstruktur durch eine Art Lichtfalleneffekt jede Reflexion von der Oberfläche verhindert — A gauche, la «cellule noire», construite en technologie non réfléchissante, dans laquelle la structure pyramidale empêche toute réflexion en provenance de la surface, grâce à un genre d'effet de «piège à lumière»

sche Behandlung strukturierten Si-Oberfläche aus. Die Pyramidenstruktur verhindert durch eine Art Lichtfalleneffekt jede Reflexion von der Oberfläche — die Zelle erscheint schwarz (Fig. 8). Figur 9 zeigt einige der modernsten Raumfahrtzellen: die «schwarze Zelle» ist deutlich zu erkennen.

### 3 Terrestrische Anwendung

Die mehr als 10jährige Erfahrung von AEG-Telefunken in der Solarzellentechnologie war die Basis für die Aktivitäten in Richtung terrestrische Zelle. Die bisher hohe Zahl von Fertigungsschritten mit hohem Material- und Energieverbrauch führt bei heutigen Solargeneratoren zu Herstellkosten von etwa 55 DM/W. Davon entfallen rund 40 DM/W auf die einkristalline Solarzelle und 50 % davon auf die Siliziumscheibe (Fig. 10). Dies ist für eine breite Anwendung viel zu hoch. Seit Ende 1977 wird mit der Heliotronic GmbH ein vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördertes Entwicklungsvorhaben durchgeführt, mit dem Ziel, die technologischen und technischen Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mit Solarzellen zu schaffen. Die Herstellkosten für Solargeneratoren, bestehend aus den Komponenten Generator, Solarzellen und dem dafür erforderlichen Basismaterial Silizium, sollen in den Bereich von einigen DM/W gesenkt werden. Dies entspricht einer Reduktion um den Faktor 25 bis 30 der heutigen Kosten (Fig. 11).

Das ganze Entwicklungsprogramm ist in drei Phasen eingeteilt. Jede Phase ihrerseits beinhaltet

- technologische Entwicklung
- Entwicklung rationeller Fertigungsverfahren und Bau von Betriebsmitteln
- Erprobung der Technik durch den Bau von Prototypen

Das Entwicklungskonzept geht in der 1. Phase von der Optimierung bekannter Fertigungsverfahren aus. Neuartige Zellenstrukturen und rationelle Fertigungsmethoden

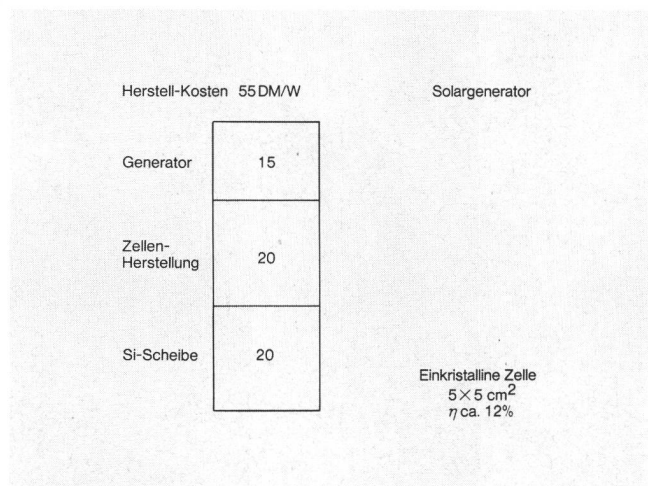
que par la connaissance de tous les paramètres physiques et technologiques de la cellule et des matériaux, ce qui conduit souvent à des solutions techniques élégantes.

La technologie BSR (*Back-Surface-Reflector* = réflecteur de surface arrière) permet d'exploiter le comportement de réflexion sélective d'un disque de silicium à dos métallisé, en réfléchissant la partie de la lumière non convertie au lieu de l'absorber, ce qui se traduirait par un échauffement de la cellule, donc une diminution du rendement (fig. 7).

La technologie NR (*Non-Reflective* = non réfléchissante) exploite les propriétés absorbantes d'une surface de silicium structuré par un traitement chimique spécial. La structure pyramidale, par son effet similaire à celui d'une trappe à lumière, permet d'éviter toute réflexion de la surface — la cellule semble noire (fig. 8). La figure 9 montre quelques-unes des cellules spatiales les plus modernes: la «cellule noire» se reconnaît aisément.

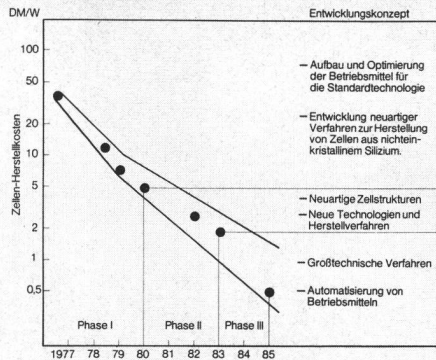
### 3 Utilisation terrestre

AEG-Telefunken s'est fondée sur son expérience de plus de dix ans dans la technologie des cellules solaires pour étendre ses activités au domaine des cellules terrestres. Le grand nombre d'étapes de fabrication à frais élevés en matériaux et en énergie se traduit par un coût d'environ 55 DM/W. Cette somme représente environ 40 DM/W pour la cellule solaire monocristalline, dont 50 % pour la rondelle de silicium (fig. 10), ce qui est beaucoup trop onéreux pour une large utilisation. Depuis la fin de 1977, AEG-Telefunken travaille, conjointement avec Heliotronic Sàrl, à un projet soutenu par le Ministère fédéral de la Recherche et de la Technologie, dont le but est de créer les conditions d'étude technologiques et techniques qui permettront une conversion



**Fig. 10**  
**Kostenanalyse terrestrischer Solargenerator (Stand Dezember 1978)**  
**— Analyse des coûts de générateurs solaires terrestres (situation décembre 1978)**

Herstellkosten — Coûts de fabrication  
 Solargenerator — Générateur solaire  
 Generator — Générateur  
 Zellenherstellung — Fabrication de la cellule  
 Si-Scheibe — Plaque de silicium  
 Einkristalline Zelle — Cellule monocristalline



**Fig. 11**  
**Entwicklungsplan, Zellen-Herstellkosten und Entwicklungsschwerpunkte** — Plan de développement, coûts de fabrication des cellules et centres de gravité du développement

Entwicklungskonzept — Concept de développement  
 Aufbau und Optimierung der Betriebsmittel für die Standardtechnologie — Construction et optimisation des moyens de production pour la technologie standard  
 Entwicklung neuartiger Verfahren zur Herstellung von Zellen aus nicht-einkristallinem Silizium — Développement de procédés nouveaux de fabrication de cellules à partir de silicium non monocristallin  
 Neuartige Zellstrukturen — Nouvelles structures des cellules  
 Neue Technologien und Herstellverfahren — Nouvelles technologies et procédés de fabrication  
 Grosstechnische Verfahren — Procédés techniques importants  
 Automatisierung von Betriebsmitteln — Automatisation des moyens de production

zu deren Herstellung sollen entwickelt werden. Entwicklung und Aufbau von entsprechenden Betriebsanlagen sind in der 2. Phase vorgesehen. Durch Automatisierung der Verfahren in der 3. Phase soll die Realisierbarkeit des Kostenziels von 1 DM/W für die Zellenherstellung demonstriert werden. Mit den bisher bekannten konventionellen Materialien und Technologien ist dieses Ziel grundsätzlich aber nicht zu erreichen.

Im Laufe einer «Experimentalstudie» in den Entwicklungslabors von AEG-Telefunken gelang es 1976 zum erstenmal, Verfahren für die Herstellung von grossflächigen nicht-einkristallinen Silizium-Solarzellen mit hohem Wirkungsgrad zu entwickeln. Voraussetzung dafür war ein von der *Wacker Chemitronic* für diesen Zweck entwickeltes unkonventionelles polykristallines Siliziummaterial mit einer neuartigen kristallinen Struktur. Damit war es erstmals gelungen, die grundsätzlich teure Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen mit kreisrunder Form durch ein einfaches Verfahren zur Herstellung quadratischer polykristalliner Scheiben zu ersetzen.

Im Gegensatz zu anderen ähnlichen, weltweit durchgeführten Projekten ist das 1985 zu fertigende Produkt heute bereits im Labor verwirklicht: eine 10 cm × 10-cm-Zelle aus nicht-einkristallinem Silizium mit einem Wirkungsgrad von 10 %; Leistung der Einzelzelle 1 W (Fig. 12). Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt bei diesem Projekt auf den technologischen und fertigungstechnischen Aspekten der Zellenherstellung. Die neuartigen Fertigungsverfahren werden durch die Herstellung von Prototypen in weitgehend vollautomatischen Betriebsanlagen optimiert.

In den Vorphasen und im ersten Jahr des Grossprojektes wurden bereits 55 000 Zellen mit einer Gesamtfläche von 140 m<sup>2</sup> entsprechend einer äquivalenten Lei-

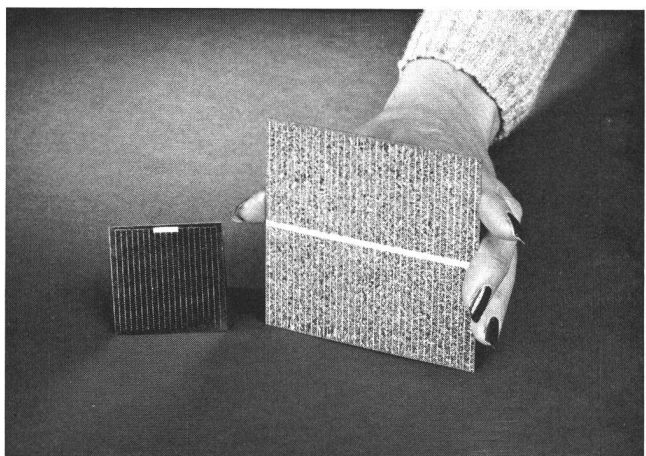
économique de la lumière solaire en énergie électrique, à l'aide de cellules solaires. Le coût de fabrication de générateurs solaires, lesquels se composent des éléments générateurs, des cellules solaires et des matériaux de base nécessaires (silicium), doit être ramené à une valeur de quelques DM/W. Les générateurs solaires au silicium seraient alors 25 à 30 fois moins chers (fig. 11).

Le programme complet de développement est réparti en trois phases. Chacune d'elles se subdivise à son tour comme suit:

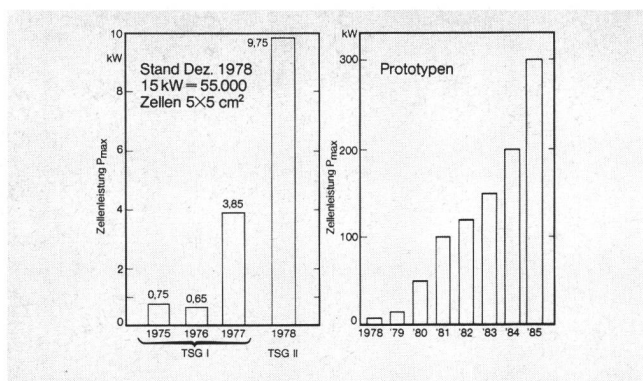
- développement technologique
- développement de procédés rationnels de fabrication et construction de moyens de production
- expérimentation de la technique par la construction de prototypes

Le concept de développement est fondé, dans la 1<sup>re</sup> phase, sur l'optimisation des procédés connus de fabrication. L'objectif à atteindre réside dans le développement de nouvelles structures de cellule et de méthodes rationnelles de fabrication. La 2<sup>e</sup> phase prévoit le développement et la construction des moyens de production correspondants et la 3<sup>e</sup> étape se propose — par l'automatisation des procédés — de démontrer la possibilité de parvenir à un coût de fabrication des cellules de 1 DM/W. Les matériaux et technologies conventionnels actuellement connus ne permettent en aucun cas d'atteindre ce but.

Dans le cadre d'une «étude expérimentale» réalisée dans les laboratoires de développement d'AEG-Telefunken, on est parvenu, pour la première fois en 1976, à développer des procédés de fabrication de cellules solaires au silicium de grande surface et non monocristallines, d'un rendement néanmoins élevé. La condition préalable était l'obtention d'un matériau de silicium polycristallin non conventionnel, avec une structure cristalline d'un nouveau genre, développé à cette fin par *Wacker Chemitronic*. Il a ainsi été possible, pour la première fois, de remplacer la fabrication onéreuse de cristaux monocristallins, de forme ronde, par un procédé simple de fabrication de plaques polycristallines de forme carrée.



**Fig. 12**  
**Quadratische nicht-einkristalline Solarzellen** — Cellules solaires non monocristallines de forme carrée  
 Die 10 cm × 10-cm-Zelle rechts hat einen Wirkungsgrad von 10 % und eine Leistung von 1 W — La cellule de droite, de 10 cm × 10 cm, a un rendement de 10 % et une puissance de 1 W



**Fig. 13**  
**Prototypenfertigung — Stand Dezember 1978 und Planung bis 1985 —**  
**Fabrication de prototypes — situation en décembre 1978 et projets**  
**jusqu'en 1985**

Zellenleistung — Puissance de la cellule

Prototypen — Prototypes

Stand Dezember 1978, 15 kW = 55 000 Zellen 5 × 5 cm<sup>2</sup> — Situation en décembre 1978, 15 kW = 55 000 cellules de 5 × 5 cm<sup>2</sup>

stung von 15 kW hergestellt (Fig. 13). Bis 1980 werden Zellen mit einer äquivalenten Leistung von über 70 kW hergestellt werden, wobei ab 1979 der Übergang auf das nicht-einkristalline Silizium vollzogen wird. Damit wird bereits 1980 soviel Silizium verbraucht wie für alle Produkte des Geschäftsbereiches zusammen. In der zweiten Phase wird die Gesamtmenge auf 370 kW gesteigert und in der dritten eine äquivalente Leistung von 0,5 MW erreicht werden. Der Siliziumverbrauch wird dabei etwa zehnmal höher als für die anderen Halbleiterprodukte des Unternehmens sein! Mit diesen Prototypen wird eine intensive Markteinführung der terrestrischen Solarzelle und eine breite Felderprobung durchgeführt.

Die wachsende Kapazität der Betriebsmittel der Prototypenfertigung wird zur Herstellung einer zusätzlichen Menge von Produktionsmusterzellen genutzt. Damit kann zusätzliche Fertigungserfahrung mit den neuen Anlagen gewonnen werden. Die mit diesen Zellen hergestellten Solargeneratoren werden in den verschiedensten Bereichen angewendet, um eine möglichst weite Erfahrung über Betriebskosten, Zuverlässigkeit und Leistung der neuen Systeme zu sammeln.

*Adresse des Autors:* Dr. Horst Fischer, Leiter der Abteilung Betrieb Optobauelemente, c/o AEG-Telefunken, D-7100 Heilbronn.

Contrairement aux autres projets en cours d'étude dans le monde, ce produit, qui sera fabriqué à partir de 1985, est déjà réalisé en laboratoire: il s'agit d'une cellule carrée de 10 cm × 10 cm en silicium non monocristallin avec un rendement de 10 %; la puissance de chaque cellule étant de 1 W (fig. 12). Les travaux du département des semi-conducteurs portent essentiellement sur les aspects technologiques, de technique et de fabrication de la cellule. Les procédés de fabrication d'un genre nouveau sont optimisés grâce à la fabrication de prototypes, dans des installations de production largement automatisées.

Dans les phases préparatoires et dans la première année du projet, 55 000 cellules d'une surface totale de 140 m<sup>2</sup> ont déjà été fabriquées, correspondant à une puissance équivalente de 15 kW (fig. 13). On construira, d'ici à 1980, des cellules d'une puissance équivalente de plus de 70 kW; le passage aux cellules au silicium non monocristallin ayant lieu dès 1979. Ainsi, dès 1980, on utilisera autant de silicium pour la réalisation de cellules solaires que pour tous les produits des autres secteurs. Dans la 2<sup>e</sup> phase, la puissance totale sera portée à 370 kW et dans la 3<sup>e</sup> phase, on atteindra une puissance équivalente de 0,5 MW. La consommation de silicium sera alors environ dix fois plus importante que pour les autres produits semi-conducteurs fabriqués par l'entreprise. Ces prototypes permettront de lancer sur le marché des cellules solaires terrestres et de se livrer à une large exploration des possibilités de vente.

La capacité croissante des moyens de production de prototypes est exploitée pour la réalisation d'une quantité supplémentaire de cellules en tant que modèles de production. Les nouveaux équipements permettent ainsi d'acquérir une expérience de fabrication supplémentaire. L'utilisation de générateurs solaires dotés de ces cellules touchera les domaines les plus variés, afin qu'il soit possible de recueillir une large expérience, en ce qui concerne les frais d'exploitation, la fiabilité et les performances des nouveaux systèmes.

*Adresse de l'auteur:* Dr. Horst Fischer, Chef de la Division Exploitation des composants optoélectroniques, c/o AEG-Telefunken, D-7100 Heilbronn.