



Solarzellen - Strom aus der Sonne Teil 1

Die Solartechnik ist längst aus dem Schatten herausgetreten und befindet sich auf einem Siegeszug an die Sonne - so kann man die rasant zunehmende Nutzung der Sonnenenergie heute charakterisieren. Wir unternehmen in dieser und den folgenden Ausgaben des „ELVjournal“ einen ausführlichen Streifzug durch die Technologie, zeigen Entwicklungen, praktische Anwendungen und periphere Technik.

Saubere Lösung

Die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie - seit Beginn der Geschichte der Elektrotechnik träumen Techniker davon, dies in großem Stil umzusetzen.

Werner von Siemens erkannte bereits 1877 die Bedeutung der sogenannten Photovoltaik, wie dieser Prozeß fachlich exakt genannt wird: „...wir haben es hier mit einer ganz neuen physikalischen Erscheinung zu tun, die von größter ... Tragweite ist...“

Heute wird die Photovoltaik in vielen

Bereichen bereits großtechnisch genutzt. Eine der ersten größeren Anwendungen der sog. Solarzellen und sicher jedem im Bewußtsein ist die autarke Versorgung von Raumfahrzeugen über große „Sonnenpaddel“. Mittlerweile sind sie allgegenwärtig, auf Haus- und Hallendächern, zur Versorgung von Verkehrsanlagen, Notfalltelefonen auf der Autobahn und für Parkscheinautomaten.

Steigendes Umweltbewußtsein führt im Gleichklang mit staatlichen Fördermaßnahmen für die Nutzung alternativer Energiequellen zu einer wachsenden Ausstattung von Einfamilienhäusern, Institutionen und Industrieanlagen mit Photovoltaik- und so-

larthermischen Anlagen. Aber auch die Nutzung im Kleinen dringt immer mehr in unseren Alltag vor - sei es die Armbanduhr, die mit einer Solarzelle ausgestattet, zig Jahre völlig ohne eine andere Energiequelle arbeitet, sei es die Solarbeleuchtung im Garten oder Park oder die heute vielfach selbstverständliche Ausstattung von autark arbeitenden Geräten, wie z. B. Meßwertempfänger der Wettermeßtechnik. Abbildung 1 zeigt eine Auswahl der heute gängigen Anwendungen von Solarzellen.

Daß die Sonnenenergie-Erzeugung neben Wasser und Wind die ökologisch sauberste Form der Energiegewinnung darstellt, steht heute wohl außer Frage.



Bild 1: Einige heute allgegenwärtige Anwendungen von Solarzellen. Quelle: ELV, Junghans, SOLAR-TECHNIK NORD.

Deshalb wollen wir uns in dieser und den nächsten Ausgaben des „ELVjournal“ ausführlich mit der Technik von Photovoltaik- und solarthermischen Anlagen befassen. Wir zeigen dabei die heute verfügbare Technik von Solarzellen und Solarkollektoren, deren notwendige Peripherietechnik, die Konzeption und Ausführung von Solaranlagen, Förderungsmöglichkeiten und Bezugsmöglichkeiten bzw. Montagebetriebe für Solaranlagen auf, so daß der am Thema Interessierte zum Abschluß der Serie eine umfassende und aktuelle Information für die möglicherweise eigene Solaranlage, aber auch sonstige Anwendungen der Solartechnik, in der Hand hält.

Dabei haben wir uns der fachlichen Unterstützung sowohl der Industrie (z. B. „Siemens“ als wichtiger deutscher Hersteller von Solarmodulen) als auch aus der Praxis (z. B. SOLAR-TECHNIK NORD aus Schleswig als ausführender Ingenieurbetrieb für Solaranlagen) versichert.

Neben der reinen Photovoltaik als Stromerzeugung aus der Sonnenenergie werden wir uns auch dem zweiten großen Anwendungsgebiet für die Nutzung des Sonnenlichts, der Solarthermie, der Erzeugung von Wärme aus dem Sonnenlicht, widmen.

Riesige Fotohalbleiter

Wie funktioniert eigentlich eine Solarzelle? Wir kennen Solarzellen allgemein als mehr oder weniger große, meist bläuliche Glasgebilde mit zwei Anschlüssen für die

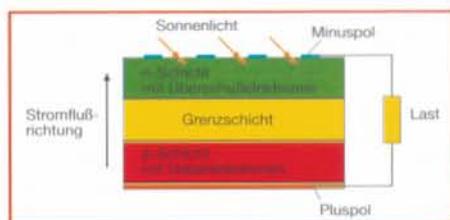


Bild 2: Der allgemeine Schichtaufbau der Solarzelle.

Abnahme der Spannung-Punkt. Ganz so einfach wollen wir es uns denn doch nicht machen, einganzkleiner Exkurs in den Aufbau und die Wirkungsweise der Solarzelle bleibt uns zum Verständnis der Funktion nicht erspart.

Grundsätzlich bildet eine Solarzelle, deren Grundstoff wie bei den Halbleitern simpler Quarzsand ist, einen Halbleiter nach. Denn sie verhält sich ganz ähnlich wie eine Fotodiode: Bei Lichteinfall auf die n-Schicht löst die einfallende Lichtenergie eine Elektronenwanderung zwischen n- und p-Schicht aus - das Halbleiterelement gibt eine Spannung ab. Die Elektronenwanderung wird hervorgerufen durch die Zusammensetzung des Solarzellenmaterials. Dieses besteht nicht nur aus dem reinen Silizium, sondern ganz kleinen Beimengungen (Dotierungen) von Fremdstoffen wie Bor und Phosphor. Diese Beimengungen erzeugen in der p-Schicht die sogenannten Überschuss-Elektronen, in der n-Schicht ein Loch im sonst homogenen Si-Kristallgitter (Defektelektronen). Zwischen p- und n-Schicht befindet sich eine Grenzschicht, die so groß ist, daß sie nicht komplett von den Elektronen überwunden werden kann. Innerhalb dieser Grenzschicht jedoch können sich die positiven und negativen Elektronen frei bewegen. Bei Energiezufuhr durch das einfallende Licht beginnen die Elektronen zu wandern, und zwar derart, daß die Überschuss-Elektronen bestrebt sind, zu den Defekt-Elektronen im Kristallgitter zu gelangen und dieses zu komplettieren. Dadurch wird naturgemäß die Grenzschicht breiter und das vorher herrschende relative Gleichgewicht zwischen p- und n-Schicht ist aufgehoben. Es findet eine Energieverschiebung von der p- zur n-Schicht statt. Folglich entsteht eine Spannung an den Elektroden der Zelle.

Bei Anschluß eines Verbrauchers an die Zelle wird der Elektronen-Kreislauf komplettiert, die von Defektelektron zu Defektelektron bewegten Überschuss-Elektronen gelangen über den Verbraucher wieder zurück zur p-Schicht, und der ganze Vorgang kann von vorn beginnen.

Den Schichten-Aufbau einer Solarzelle kann man sehr gut in Abbildung 2 sehen. Durch das beschriebene Wirkungsprinzip ist die sogenannte kristalline Solarzelle relativ dick. Dick ist hier aber wirklich relativ, das heißt max. 0,5 mm!

Der Rest des dann fertigen Solarmoduls wird durch die stabilisierende Ummantelung der eigentlichen Solarzelle gebildet, wie in Abbildung 3 gezeigt. Das schwerste und dickste Teil ist das sogenannte Frontglas, das vor allem eine Schutzfunktion gegen mechanische Beschädigung bildet und die dünne Solarzelle mechanisch stabilisiert. Schutzfolien und Abdichtungen bewahren das Modul vor dem Eindringen von Feuchtigkeit, isolieren elektrisch und schützen zusammen mit einem stabilen Kunststoffrahmen vor der schädigenden Wirkung des UV-Lichts im Lichtspektrum der Sonne.

Der Rest des dann fertigen Solarmoduls wird durch die stabilisierende Ummantelung der eigentlichen Solarzelle gebildet, wie in Abbildung 3 gezeigt. Das schwerste und dickste Teil ist das sogenannte Frontglas, das vor allem eine Schutzfunktion gegen mechanische Beschädigung bildet und die dünne Solarzelle mechanisch stabilisiert. Schutzfolien und Abdichtungen bewahren das Modul vor dem Eindringen von Feuchtigkeit, isolieren elektrisch und schützen zusammen mit einem stabilen Kunststoffrahmen vor der schädigenden Wirkung des UV-Lichts im Lichtspektrum der Sonne.



Bild 3: So entsteht schichtweise ein gut geschütztes und mechanisch stabiles Solarmodul.

Quelle: Siemens AG

Die endgültige mechanische Stabilität wird dem Modul durch einen stabilen Metallrahmen, meist aus witterungsbeständigem eloxiertem Aluminium verliehen. Kleine Module werden auch in einen gegossenen Kunststoffrahmen gebettet. Module für den Einbau in Geräte erhalten in vielen Fällen gar keinen Rahmen.

Die Spannung wird über jeweils auf der p- und n-Schicht platzierte Elektroden abgenommen. Während die Plus-Elektrode als vollflächige Elektrode auf der Rückseite der eigentlichen, wie gesagt, nur 0,5 mm dicken Solarzelle, ausgeführt ist, wird der Minuspol durch ein Gitter von dünnen Streifenelektroden an der Oberseite der Solarzelle gebildet. Diese müssen den Kompromiß zwischen möglichst hoher Strombelastung und gleichzeitig geringer Elektrodenfläche erfüllen, denn immerhin reduzieren sie die wirksame Fläche der Solarzelle. Man sieht diese Elektrode bei nahezu allen Solarzellen. Bei dekorativeren Anwendungen, wie z. B. in Armbanduhren der neueren Generation, wird sie durch optische Tricks wie z. B. Polarisationsfolien unsichtbar gemacht, so daß das typische Streifenmuster nicht mehr in Erscheinung tritt. Man muß dann schon die Lupe bemühen, um die Struktur erkennen zu können.

Damit wollen wir es für dieses Mal bewenden lassen, im nächsten Teil der Serie diskutieren wir die verschiedenen Herstellungstechnologien und ihre Anwendungsgebiete in der Praxis, gefolgt vom elektrischen Aufbau der Solarzelle und ersten praktischen Hinweisen für den Einsatz. **ELV**