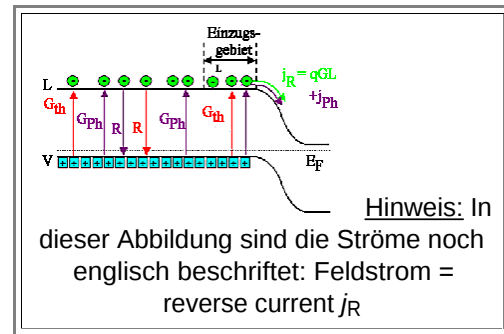


10.1.3 Merkpunkte zu Kapitel 10.1: Solarzellen

Solarzellen sind großflächige Dioden = pn-Übergänge.

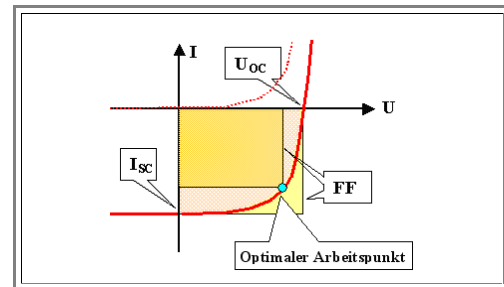
- Entscheidend ist die Erhöhung des Feldstroms unter Beleuchtung durch zusätzlich generierte Ladungsträger. $\Rightarrow$
- Die im Dunkeln vorliegende Kennlinie verschiebt sich um den Solarstrom "nach unten".

$$j_F(\text{beleuchtet}) = j_F(\text{dunkel}) + j_F(\text{Licht})$$



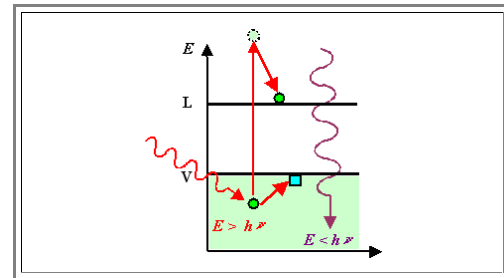
Wesentliche Solarzellenparameter sind

- Leerlaufspannung** ("open circuit") U_{OC}
- Kurzschlussstrom** ("short circuit") I_{SC}
- Füllfaktor** FF (am **optimalen Arbeitspunkt**: $UI = \text{maximal}$)
- Wirkungsgrad** der vorliegenden Solarzelle $\eta = (U_{OC} \cdot I_{SC} \cdot FF) / \text{Lichtleistung}$



Der maximale **theoretische** Wirkungsgrad ergibt sich aus einem Kompromiss

- Kleine** Energielücke:
 - Auch infrarotes Sonnenlicht wird absorbiert und generiert Ladungsträger.
 - Die Differenz $h\nu - E_G$ erzeugt aber nur Wärme.
- Große** Energielücke:
 - (Infra)rotes Sonnenlicht wird nicht absorbiert. Die enthaltene Energie geht verloren.
 - Energereiches Licht (inkl. **UV**) wird gut genutzt.
- Das damit zu bestimmende **Optimum** der Energielücke ist um $E_G = 1,4 \text{ eV}$; der erzielbare **maximale** theoretische Wirkungsgrad liegt bei $\eta_{\max} \approx 30 \%$.



$$E_G^{OP} \approx 1,4 \text{ eV}$$

$$\eta_{\max} \approx 30 \%$$

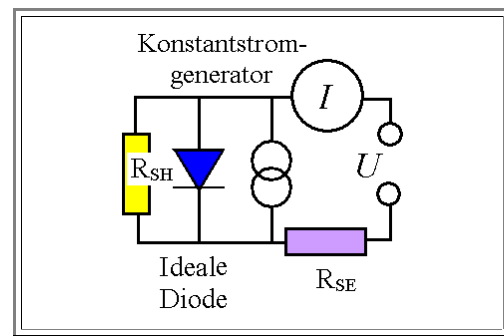
Wichtige (Zehner)zahlen:

- Diese Zahlen geben ein gutes Gefühl für die Möglichkeiten und Begrenzungen der Solarenergie.
- Merke: Arbeitsleistung 1 Sklave = $(3 - 5) \text{ m}^2$ Solarzellen.
- Gesamtenergieverbrauch (Elektr., Heizung, Auto, ...) Deutscher $\approx 50.000 \text{ kWh/a} \approx (10 - 20)$ **Sklaven**

Max. Sonnenleistung: $S_P 1 \text{ kW/m}^2$
"Peak" Solar: $W_P = 1 \text{ kW/m}^2 \cdot 10 \% = 100 \text{ W/m}^2$
Mittelwert Solar: $W_m = W_P \cdot 10 \% = 10 \text{ W/m}^2$
Energie: $E_a = W_m \cdot 365 \cdot 24 = 100 \text{ kWh/a} \cdot \text{m}^2$
Gesamter Energiebedarf Deutscher = 6.000 kWh/a
Platzbedarf Deutscher für Solarzellen = 50 m^2

Reale Solarzellen werden per *Ersatzschaltbild* beschrieben.

- Kritisch sind insbesondere *Serienwiderstand* R_{SE} und *Kurzschlusswiderstand* ("shunt") R_{SH} .
- Serienwiderstände im Bereich von $m\Omega$ sind bereits schädlich; das ergibt ein schwieriges technisches Problem.



Technische Herausforderung für kostengünstige Fabrikation: $\Rightarrow$

**Produziere 1 m² pro Minute,
d. h. zwei Solarzellen mit (15,6 × 15,6) cm²
in drei Sekunden**