

**ZIEL**

Untersuchung einer Inselanlage zur Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie

AUFGABEN

- Bestimmung des Betriebsstromes des elektronischen Ladungszählers und der für den Betrieb mindestens erforderlichen Beleuchtungsstärke.
- Untersuchung der Strombilanz der Inselanlage für verschiedene ohmsche Lasten und verschiedene Beleuchtungsstärken im Laborbetrieb.
- Messung des gelieferten Solarstroms und des Lade- bzw. Entladestromes in Abhängigkeit vom Laststrom für verschiedene Beleuchtungsstärken.

ZUSAMMENFASSUNG

Inselanlagen sind Stromversorgungsanlagen ohne Anschluss an ein öffentliches Stromnetz und umfassen die Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie. Häufig werden Photovoltaikmodule zur Energieerzeugung und Akkumulatoren zur Energiespeicherung eingesetzt. Um eine solche Inselanlage nachzuvollziehen, werden im Experiment zwei Photovoltaikmodule zur Aufladung eines Nickel-Metallhydrid-Akkumulators eingesetzt. Ein Gleichstrommotor als angeschlossener Verbraucher entlädt den Akkumulator, während ein elektronischer Ladungszähler die auf- oder abfließende Ladung misst. Durch eine Reihenschaltung zweier Module wird ein zuverlässiges Laden des Akkumulators auch bei geringeren Beleuchtungsstärken erreicht, da die Leerlaufspannung deutlich über der Akkumulatorspannung liegt.

BENÖTIGTE GERÄTE

| Anzahl | Geräte | Art.-Nr. |
|--------|---|--------------|
| 1 | SEG Solarenergie (230 V, 50/60 Hz) | 1017732 oder |
| | SEG Solarenergie (115 V, 50/60 Hz) | 1017731 |
| 1 | Ladungszähler mit Akkumulator | 1017734 |
| 1 | Getriebemotor mit Seilrolle | 1017735 |
| 1 | Wägesatz 1 g bis 500 g, geschlitzt, mit Aufhänger | 1018597 |
| 1 | Schnur, 100 m | 1007112 |
| 1 | Zweipoliger Umschalter | 1018439 |
| 1 | Satz 15 Experimentierkabel 1 mm ² | 1002840 |
| 1 | Timer | 1003009 |

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Inselanlagen sind Stromversorgungsanlagen ohne Anschluss an ein öffentliches Stromnetz. Sie umfassen die Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie und werden eingesetzt, wenn der Anschluss an ein öffentliches Stromnetz nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist oder keine ausreichende Flexibilität und Mobilität bietet. Häufig nutzt man Photovoltaikmodule zur Energieerzeugung und Akkumulatoren zur Energiespeicherung. Um eine solche Inselanlage nachzuvollziehen, werden im Experiment zwei Photovoltaikmodule mit einer Nennleistung von 5 W zur

Aufladung eines Nickel-Metallhydrid-Akkumulators mit einer Kapazität von 220 mAh eingesetzt. Ein Gleichstrommotor als angeschlossener Verbraucher entlädt den Akkumulator, während ein elektronischer Ladungszähler die auf- oder abfließende Ladung misst. Auf einen in der Praxis üblichen Laderegler wird verzichtet.

Die Spannung U_{Accu} des Akkumulators beträgt nominell 8,4 V, hängt aber vom Ladezustand sowie vom Ladestrom I_{Accu} ab und erreicht in der Praxis bis zu 10 V. Sie bestimmt die Spannung in allen parallel geschalteten Zweigen (siehe Abb. 1):

$$(1) \quad U_{\text{Accu}} = U_{\text{Op}} = U_{\text{L}} = U_{\text{Solar}}$$

Der gelieferte Strom I_{Solar} wird als Betriebsstrom I_{Op} für den elektronischen Ladungszähler, als Ladestrom I_{Accu} für den Akkumulator und als Strom I_{L} durch die angeschlossene ohmsche Last genutzt. Die Strombilanz

$$(2) \quad I_{\text{Solar}} = I_{\text{Accu}} + I_{\text{Op}} + I_{\text{L}}$$

gilt auch für den Fall negativer Ladeströme I_{Accu} , also bei einer Entladung des Akkumulators.

Der Betriebsstrom $I_{\text{Op}} = 10 \text{ mA}$ ist durch die elektronische Schaltung des Ladungszählers festgelegt, während der Laststrom I_{L} vom ohmschen Widerstand R_{L} der angeschlossenen Last abhängt. Der Akkumulator wird also aufgeladen, wenn die Photovoltaikanlage Strom liefert und der Lastwiderstand nicht zu klein ist.

Für ein zuverlässiges Laden des Akkumulators auch bei geringeren Beleuchtungsstärken ist die Photovoltaikanlage so zu konfigurieren, dass ihre Leerlaufspannung U_{OC} deutlich über der Spannung U_{Accu} liegt. Ein Vergleich mit den in Experiment UE8020100 gemessenen Kennlinien zeigt, dass dies durch eine Reihenschaltung zweier Module sicher erreicht werden kann. Der gelieferte Solarstrom I_{Solar} ist dann in guter Näherung proportional zur Beleuchtungsstärke E und erreicht unter Laborbedingungen Werte bis zu 50 mA, die für ein schnelles Laden des Akkumulators optimal sind.

Als ohmsche Lasten werden ein Gleichstrommotor und eine Widerstandskaskade eingesetzt, mit deren Hilfe die Ladestrom-Laststrom-Kennlinie der Inselanlage abgetastet wird und außerdem bestätigt wird, dass der gelieferte Solarstrom unabhängig von der ohmschen Last ist. Im Ergebnis lässt sich z.B. die Mindesthelligkeit angeben, die zum Laden des Akkumulators bei Abwesenheit aller Lasten erforderlich ist.

HINWEIS

Bei Betrieb der Photovoltaikmodule im Sonnenlicht unter freiem Himmel können deutlich höhere Ströme erreicht werden. Hier sollte der Akkumulator nicht ohne zusätzliche ohmsche Lasten angeschlossen werden, die dafür sorgt, dass der Ladestrom $I_{\text{Accu}} = 44 \text{ mA}$ nicht überschreitet.

AUSWERTUNG

Der Betriebsstrom des Ladungszählers wird aus der in 30 s vom Akkumulator abfließenden Ladung bestimmt, wenn weder Modul noch Verbraucher angeschlossen sind.

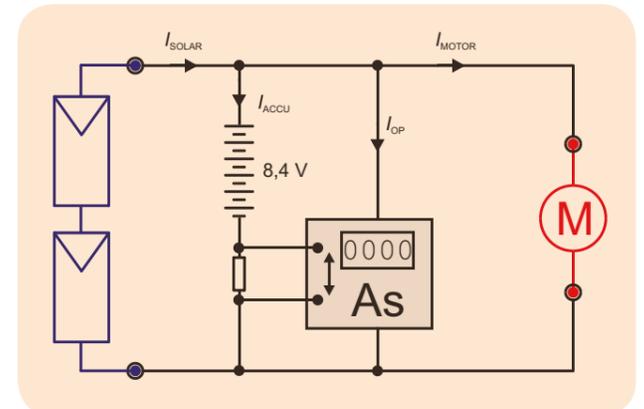


Abb. 1: Blockschaltbild der Inselanlage

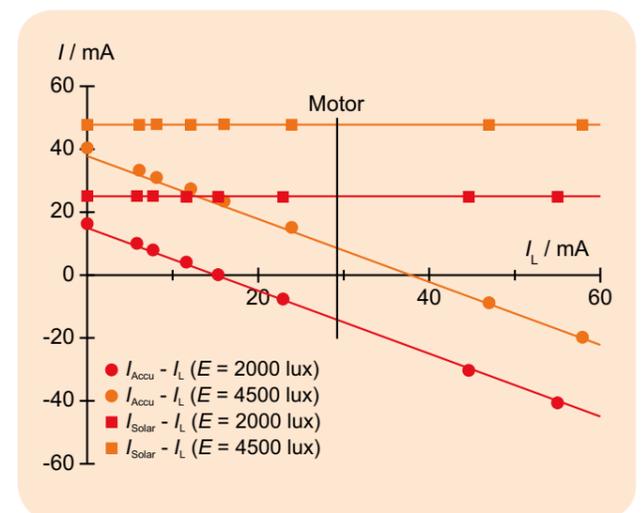


Abb. 2: Belastungskennlinien der Inselanlage

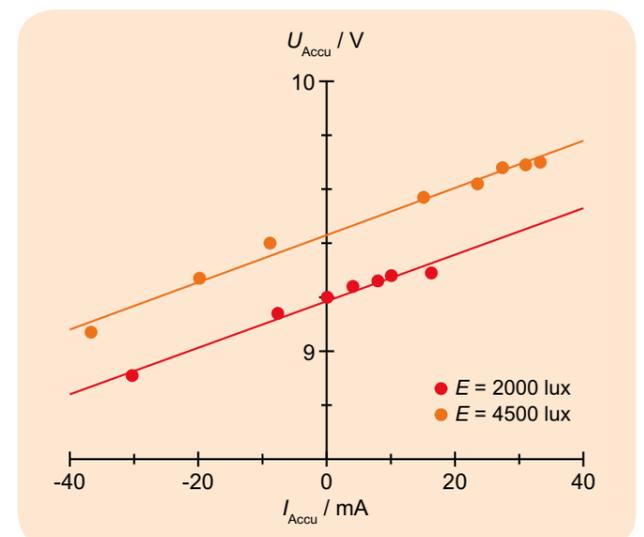


Abb. 3: Kennlinien des Akkumulators, gemessen bei verschiedenen Beleuchtungsstärken. Je nach Ladezustand des Akkumulators verschieben sich diese Kennlinien auf der y-Achse nach oben oder unten.

