

E 5 Gleichstromquellen

1 Aufgabenstellung

- 1.1 Die Leerlaufspannungen (Quellenspannungen) einer elektrochemischen Spannungsquelle und eines Solarmoduls (bei fester Bestrahlungsstärke) sind mit Hilfe der Kompensationsmethode nach Poggendorff zu bestimmen.
- 1.2 Die Strom-Spannungs-Charakteristik der elektrochemischen Spannungsquelle ist aufzunehmen und graphisch darzustellen. Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom und Innenwiderstand R_i sind durch lineare Regression zu bestimmen.
- 1.3 Die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Solarmoduls ist bei 2 unterschiedlichen Bestrahlungsstärken aufzunehmen und graphisch darzustellen. Die Leerlaufspannungen, Kurzschlussströme und die Innenwiderstände R_i bei Anpassung, bei geringer und bei hoher Belastung sind zu bestimmen.
- 1.4 Die abgegebene Leistung ist als Funktion des äußeren Widerstands R_a für beide Spannungsquellen graphisch darzustellen. Die maximale Leistung und der dieser entsprechende Widerstand R_a sind zu ermitteln und mit den Werten von R_i aus 1.2 und 1.3 zu vergleichen.

2 Literatur

- 2.1 Ilberg, W., Kröttsch, M., Geschke, D. Physikalisches Praktikum B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig 10. Auflage 1994, S. 152 - 154, 156 - 157
- 2.2 Walcher, W. Praktikum der Physik B. G. Teubner Stuttgart 7. Auflage 1994, S. 225 - 226, 231 - 232, 254 - 258
- 2.3 Stroppe, H. Physik Fachbuchverlag Leipzig, Köln 10. Auflage 1994, S. 225 - 230, 237 - 238, 465 - 469

3 Hinweise zum Versuch

- 3.1 Bei der Kompensationsmethode nach Poggendorff wird die Leerlaufspannung E_X (Quellen-, Ursprung) der zu untersuchenden Spannungsquelle mit einer Referenzspannung U_N von 1 V oder 10 V verglichen, indem beide nacheinander durch eine Hilfsspannung $U_H > E_X$, U_N kompensiert werden (siehe Schaltung Bild 1). Zum Abgleich wird ein 10-Gang-Wendelpotentiometer benutzt. Am Nullinstrument ist, mit dem höchsten Spannungsmessbereich beginnend, im Zuge des Nullabgleichs sukzessive auf empfindlichere Spannungsmessbereiche umzuschalten. Jede Messung ist nach Vertauschen der äußeren Anschlüsse des Wendelpotentiometers zu wiederholen. Bei der Messung am Solarmodul ist auf konstante Bestrahlungsstärke zu achten. Die Leerlaufspannung ist mit der Klemmenspannung zu vergleichen, die mit einem Multimeter gemessen wird.

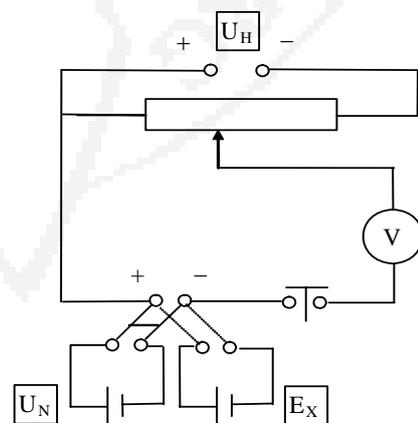


Bild 1: Kompensationsmethode nach Poggendorff

- 3.2 Zur Aufnahme der Strom-Spannungs-Charakteristik der elektrochemischen Spannungsquelle in der Schaltung nach Bild 2 sind mit höheren Lastwiderständen $R_L \approx 150 \Omega$ beginnend, die Messungen bis in den Bereich $R_L \approx 1 \Omega$ fortzusetzen (**mindestens** 3 Messpunkte im Bereich $R_L < 8 \Omega$). Die elektrochemische Spannungsquelle darf jeweils nur kurzzeitig belastet werden (Tastendruck).

Achtung: Für die Darstellung $P = f(R_a)$ ist zu berücksichtigen, dass $R_a \neq R_L$ ist !!!

Als Lastwiderstände sind Widerstandsdekaden (**keinesfalls** das Wendelpotentiometer) zu verwenden.

Zwischen den Messungen ist die Leerlaufspannung zu kontrollieren; erforderlichenfalls sind Pausen zur Regeneration der Spannungsquelle einzulegen.

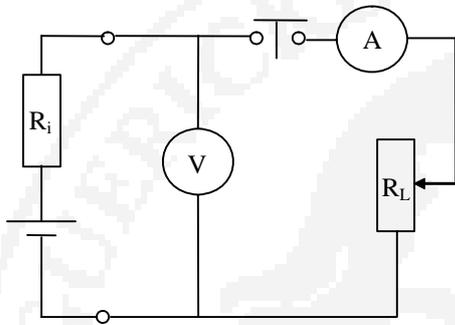


Bild 2: Schaltung zur Aufnahme der Strom-Spannungs-Charakteristik der elektrochemischen Spannungsquelle

- 3.3 Die Solarzelle stellt einen p-n-Übergang aus dotiertem multikristallinem Si dar. Fällt Licht auf ihn, werden Elektronen-Loch-Paare erzeugt, die durch die Raumladung getrennt werden. Die vorliegenden Zellen sind mit einer Antireflexbeschichtung aus Titanoxid versehen.

Die Aufnahme der I-U-Charakteristik des Solarmoduls ist für den Bereich $R_L = 1 \text{ M}\Omega \dots 100 \Omega$ durchzuführen. Die Entfernung des Moduls zur Lichtquelle sollte nicht unter 0,2 m liegen (gleichmäßige Ausleuchtung).

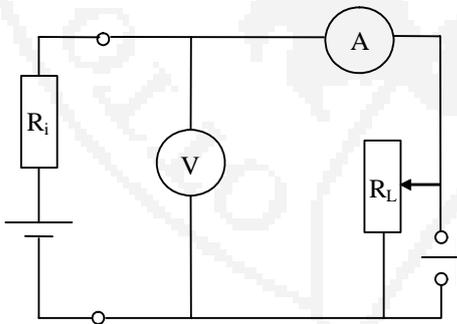


Bild 3: Schaltung zur Aufnahme der Strom-Spannungs-Charakteristik des Solarmoduls

Unterschiedliche Bestrahlungsstärken sind durch Veränderung des Abstands oder der Orientierung des Moduls zur Lichtquelle (Sonne, Lampe) zu realisieren. Die Bestrahlungsstärken sollten sich etwa wie 1 : 0,5 verhalten; das Verhältnis wird über den Kurzschlussstrom bestimmt, der der Bestrahlungsstärke proportional ist.

Während der Messung ist die Konstanz der Bestrahlungsstärke mehrfach zu kontrollieren.

Die Innenwiderstände sind als differentielle Widerstände aus den Anstiegen der I-U-Charakteristik bei großen und kleinen Stromstärken sowie bei maximaler Leistung näherungsweise zu ermitteln. Die (erheblichen) Messunsicherheiten sind abzuschätzen.

4 Zugeordnete Themenkomplexe

Gleichstromkreis, Kirchhoffsche Gesetze, Innenwiderstände, Anpassung Leitungsvorgänge in Flüssigkeiten; elektrochemische Spannungsquellen Bändermodell des Festkörpers, p-n-Übergänge Elektrische Messinstrumente; Messbereichserweiterung