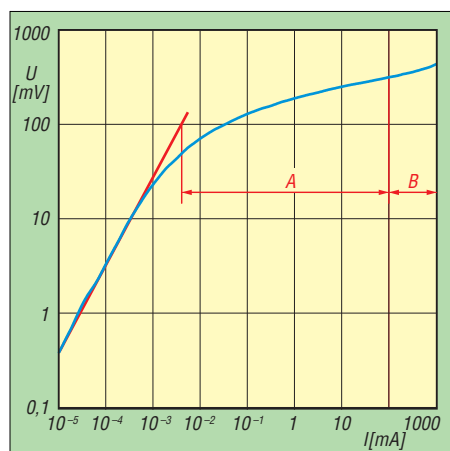


## Ergänzung zum Beitrag in FA 6/16, S. 532 ff. „Weitbereichs-Konstantstromquelle mit exponentieller Stufung“

Die gemessenen Zahlenwerte der 16 Konstantstromstufen, die in Bild 7 des Beitrags grafisch dargestellt wurden, sind in der Datei *bild\_7.ods*, Spalte F, eingetragen. *ods*-Dateien lassen sich von frei erhältlichen Tabellenkalkulationsprogrammen wie *OpenOffice* oder *LibreOffice* öffnen. Spalte G zeigt, dass die Stufung nicht perfekt gleichmäßig ist. Das ist der Verwendung leicht erhältlicher Widerstandsnormwerte geschuldet. Beim Einsatz als



**Bild 9:** Kennlinie einer Schottky-Diode SB140; die Steigung entspricht etwa 30 kΩ Shunt. Im Bereich A besteht ein etwa logarithmischer Zusammenhang zwischen Flussstrom und Flussspannung. Im Bereich B dominiert der Serienwiderstand (Bahnwiderstand).

LED-Helligkeitssteuerung spielt dieser Mangel an Präzision keine Rolle.

Die Ergebnisse des Erwärmungstest in Spalte H zeigen eine für diesen Anwendungszweck sehr gute Stabilität. Der positive Temperaturkoeffizient bei vier Schaltstufen (Felder I6, I10, I14, I18) erklärt sich durch die erwärmungsbedingte Verringerung der Gate-Source-Spannung des MOSFETs T2. Dafür ist dieses analoge UND-Glied mit dem geringstmöglichen Aufwand realisiert: Es besteht aus nur einem Bauteil.

Interessehalber erfolgte an einer der fünf untersuchten Dioden eine detailliertere Kennlinienmessung, für Flussströme zwischen 5 nA und 1 A. Das Ergebnis ist für die SB140 in Bild 9 im doppeltlogarithmischen Maßstab dargestellt. Die Messwerte stehen zusätzlich in der Datei *bild9\_ods* bereit.

Ergänzend zur Kurve in Bild 8 des Beitrags wird deutlich, dass bei sehr kleinen Stromwerten im Nanoampere-Bereich und Spannungswerten im Millivolt-Bereich die über weite Bereiche exponentielle Diodenkennlinie in einen linearen Verlauf übergeht und die Diode ihre Gleichrichtereigenschaft mehr und mehr einbüßt. Die Steigung der Kurve entspricht einem ohmschen Widerstand, den man sich als Parallelwiderstand oder Shunt vorstellen kann.

**Tabelle 1:**  
Parallelwiderstände von fünf Dioden

Diode	Parallelwiderstand
1N4148	23 MΩ
1N4007	220 MΩ
BAT48	312 kΩ
SB140	35 kΩ
STPS30L40CW	3 kΩ

Er erstreckt sich ähnlich weit auch in den Sperrbereich der Diode hinein und weist thermisches Rauschen auf, was bei der Entwicklung rauscharmer Verstärker mitunter berücksichtigt werden muss.

Die Messung dieses Parallelwiderstands an den fünf untersuchten Diodenexemplaren bei Raumtemperatur ergab die Werte in Tabelle 1. Solche Messungen sind etwas schwierig, weil sie den Umgang mit Strömen im Nano- und Pikoampere-Bereich sowie Erdungs- und Abschirmmaßnahmen erfordern. Mit gewöhnlichen Multimetern würde man zwar Präzision suggerierende Anzeigewerte mit mehreren Nachkommastellen erhalten, diese wären aber völlig falsch.

Im Download befinden sich auch die Datei *bild\_8.ods*, die Bild 8 im Beitrag zugrunde liegt.

[emmmf@gmx.de](mailto:emmmf@gmx.de)