

Das Brennstoffzellen-Radio

1. Aufbau

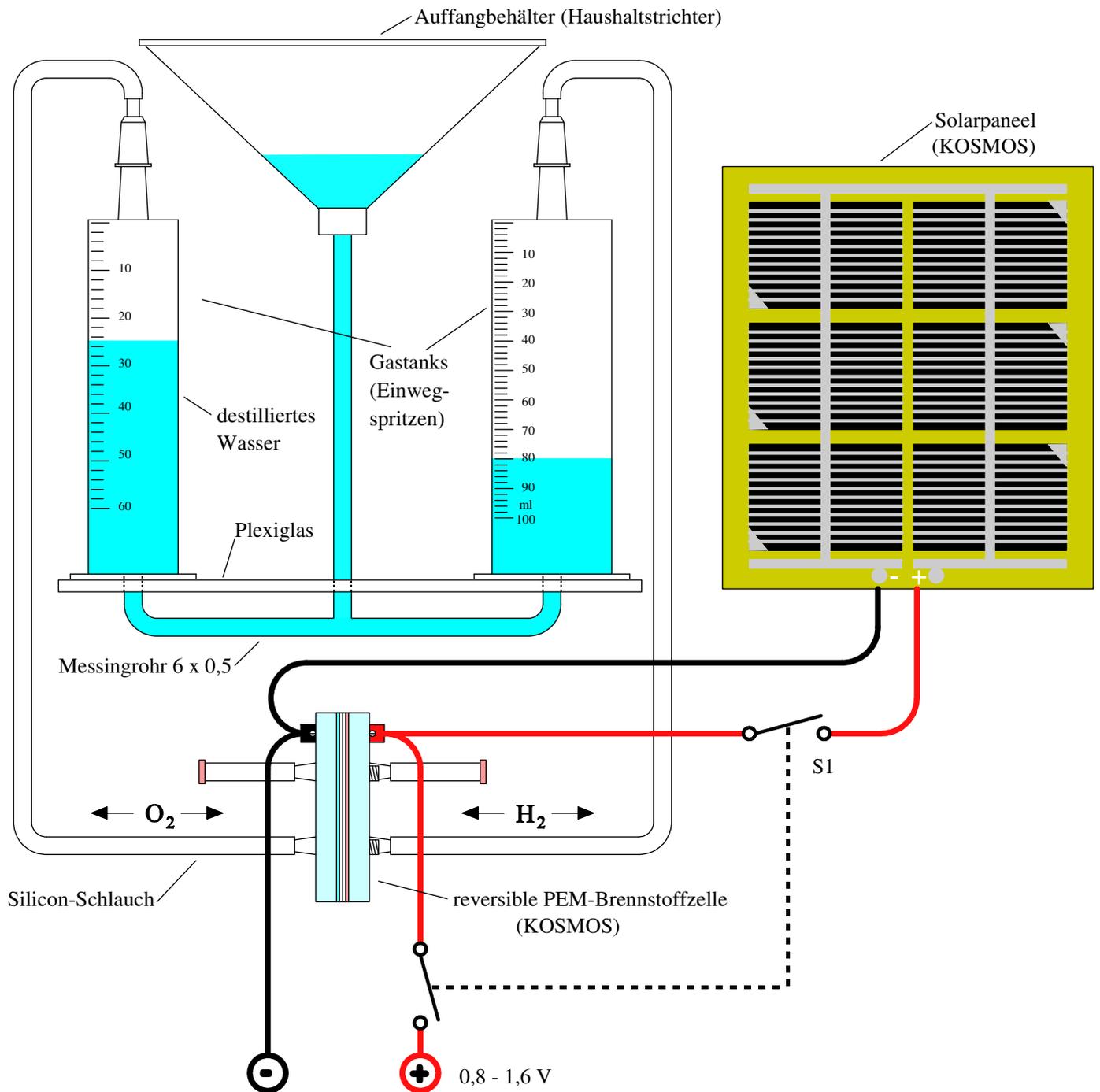


Abb. 1 Stromversorgungseinheit des Radios.

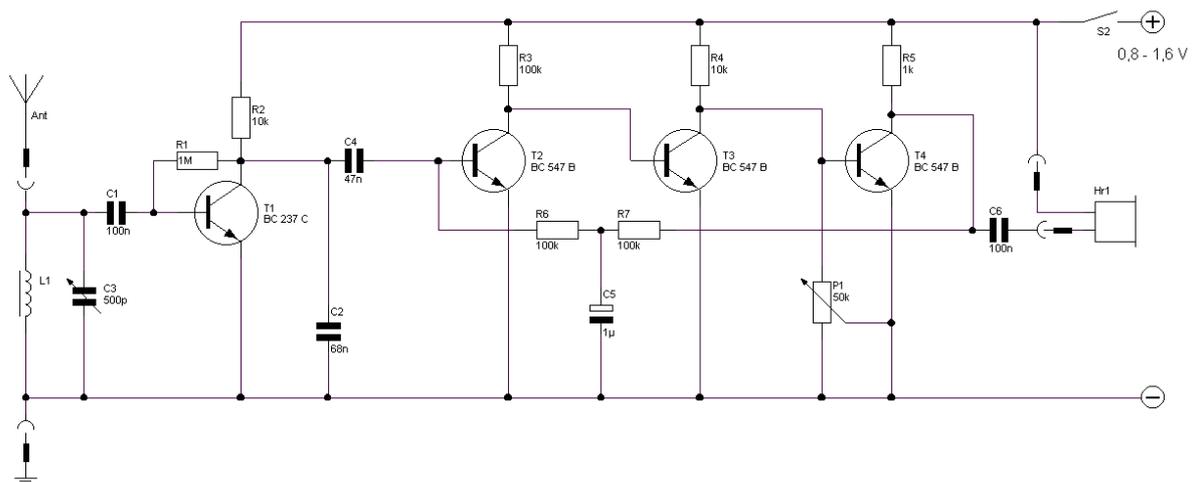


Abb. 2 Schaltplan des Empfängers

2. Wie funktioniert das Brennstoffzellen-Radio?

Stromversorgung des Radios

Die Energieversorgung des Radios übernimmt die Solar- und Brennstoffzelle aus dem Kosmos-Experimentierkasten. Fällt Licht auf das Solarpaneel, so erzeugt diese Strom, die dem Radio und der parallel geschalteten Brennstoffzelle zugeführt wird.

Die Brennstoffzelle ist eine sogenannte reversible PEM-Brennstoffzelle. Die Abkürzung PEM steht für Proton-Exchange-Membrane, zu deutsch: Protonen-Austausch-Membran. Diese Membran trennt die Sauerstoff- von der Wasserstoffseite der Zelle und besteht aus dem Kunststoff Nafion. Dieses Polymer ist so aufbereitet, daß die Wasserstoffionen hindurch diffundieren, die größeren Sauerstoffionen aber nicht.

Unter reversibel ist zu verstehen, daß die Einheit als Brennstoffzelle und als Elektrolyseur einsetzbar ist. Wird zwischen Anode und Kathode der Zelle eine Spannung angelegt, spaltet sie Wasser in Wasserstoff- und Sauerstoffgas auf, führt man der Zelle hingegen Wasserstoff und Sauerstoff zu, liegt elektrische Spannung zwischen den Elektroden an.

Wird der Brennstoffzelle nun elektrische Energie durch das Solarmodul zugeführt, scheidet sich an der Anode Wasserstoffgas und an der Kathode Sauerstoffgas ab. Das Gas gelangt über die Silicon-Schläuche zu den Gastanks. Das Wasser in den Tanks wird verdrängt und landet im Ausgleichsbehälter. Die Idee für die Tanks hatte ich, als ich im Deutschen Museum den Hofmannschen Gasentwicklungsapparat betrachtete; die Idee mit den Spritzen, als ich eine eben solche beim Doktor bekam...

Nun will man aber nicht nur tagsüber Radio hören, sondern auch abends. Fällt kein Licht mehr auf das Solarmodul, liefert dieses auch keinen Strom mehr. Die Brennstoffzelle „merkt“ diesen Zustand sozusagen und beginnt nun Strom zum Betrieb des Radios zu erzeugen. Durch den Druck der Wassersäule über den Gastanks wird der gespeicherte Sauerstoff und Wasserstoff über die Silicon-Schläuche zurück in die Brennstoffzelle befördert.

Elektronik des Radios

Das Solarmodul liefert bei starker Sonneneinstrahlung bis zu 3 Volt, die Brennstoffzelle dagegen nur klägliche 0,8 Volt. Parallel geschaltet liefern Solar- und Brennstoffzelle 0,8 V bei Dunkelheit und 1,6 V bei voller Sonneneinstrahlung. Natürlich könnte man dieses Problem umgehen, indem man zur Spannungserhöhung mehrere Brennstoffzellen in Reihe, sogenannten „Stacks“, schaltet, wenn die Dinger nicht (noch) so teuer wären. Das Radio mußte also nach der Betriebsspannung der Brennstoffzelle ausgelegt werden. Da kein batteriebetriebenes Radio zu beziehen war, daß bei 0,8 Volt noch funktioniert, wurde kurzerhand selbst eines aufgebaut.

Das Schaltbild zeigt ein Audion mit angekoppelten NF-Verstärker. Die Spule L1 sowie der Drehkondensator C3 bilden einen Schwingkreis. Das vom Schwingkreis aufgenommene HF-Signal wird durch den Transistor T1 demoduliert und gleichzeitig verstärkt. Der Kondensator C2 sorgt dafür, daß Reste der Hochfrequenz-Spannung kurzgeschlossen werden. Die Transistoren T2 bis T4 bilden den NF-Verstärker mit direkter Gegenkopplung vom Ausgang auf den Eingang.

Als Spule wurden auf einen Ferritstab ($d = 8 \text{ mm}$; $l = 50 \text{ mm}$) 100 Windungen mit 0,3-mm-Kupferlackdraht aufgebracht. Selbstverständlich kann man aber auch mit anderen Spulenformen experimentieren.

Da sich die schwankende Betriebsspannung von 0,8 bis 1,6 V besonders auf die Lautstärke auswirkt, wurde ein Poti zur Basis von T4 geschaltet, mit dem sich diese regeln läßt. Der angeschlossene Kopf- oder Ohrhörer sollte im übrigen möglichst hochohmig sein.

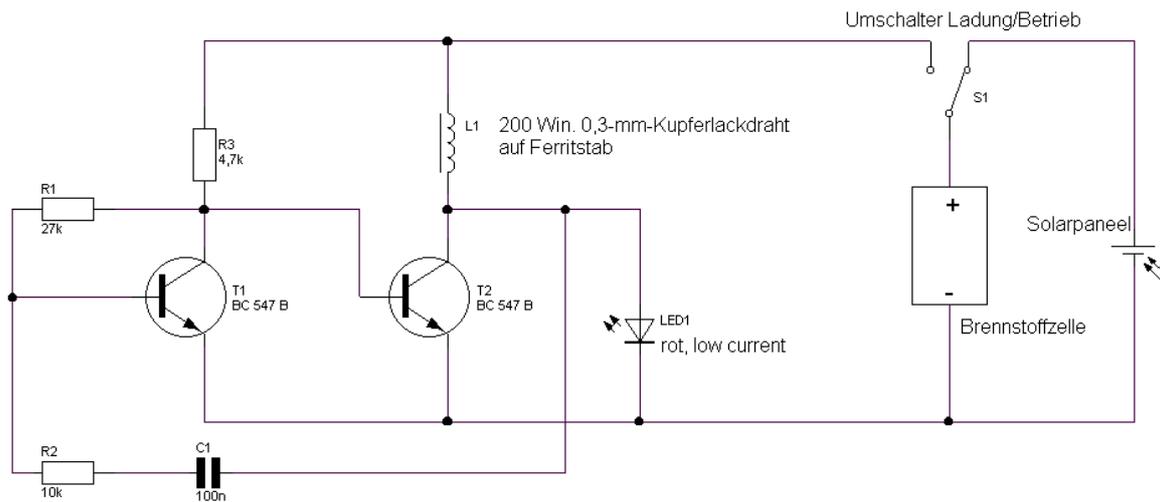
Eine erhebliche Verbesserung der Empfangsqualität erzielt man, indem man die Schaltung erdet und mit einer zusätzlichen Antenne versieht. Der örtliche Sender kann aber selbst bei 0,8 V noch ohne Erdung und Zusatzantenne gehört werden.

3. Daten der Anlage

$I_{\text{max}} \text{ Radio}$	$\leq 10 \text{ mA}$
V_{Betrieb}	$= 0,8 - 1,6 \text{ V}$
$\text{H}_2\text{-Gasbildungsrate}_{\text{max}}$	$= 0,027 \text{ ml/s}$
$\text{H}_2\text{-Tank-Volumen}$	$= 120 \text{ ml}$
$\text{O}_2\text{-Tank-Volumen}$	$= 80 \text{ ml}$

4. Zusatzversuch

Läßt sich mit der Brennstoffzelle sonst noch etwas anstellen? Vielleicht eine LED zum Leuchten bringen? Es geht tatsächlich! Hier der Schaltplan für ein Brennstoffzellen-Orientierungslicht:



Tagsüber werden die Brennstofftanks über das Solarpaneel und die als Elektrolyseur arbeitende Brennstoffzelle aufgeladen, abends arbeitet die Brennstoffzelle als Stromquelle für das Orientierungslicht.

Da eine rote LED etwa ab 1,5 V leuchtet, die Brennstoffzelle aber nur 0,8 V liefert, muß die Spannung erhöht werden. Dies kann durch einen Aufwärts-Spannungswandler erreicht werden.

Die Schaltung arbeitet als Rechteckgenerator. Durch die Spule fließt in sehr kurzen Perioden Strom. Bei jedem Ausschalten wird eine Induktionsspannung erzeugt, die sich zur Betriebsspannung addiert.

Eine superhelle LED wird man mit der Brennstoffzelle kaum zum Leuchten bringen, dazu liefert die Brennstoffzelle zu wenig Strom; für eine rote LOW-CURRENT-LED reicht es aber.

Quellenhinweise: Grundwissen Elektronik B. Kainka/M. Häbeler/ H.W. Straub
ISBN 3-7723-5588-9

Experimentieranleitung KOSMOS Brennstoffzelle

