

Energy Harvesting und Funkelektronik



(Bild: Shutterstock)

Von

Dipl.-Ing. (FH) André Volkmar
Teamleiter Entwicklung
volkmar.andre@ik-elektronik.com

IK Elektronik GmbH
Friedrichsgrüner Straße 11-13
08262 Muldenhammer
www.ik-elektronik.com

Stand: 29.03.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Begriffsbestimmung	2
2	Prinzipschaltbild und Aufbau	3
3	Arten von Umgebungsenergie	4
4	Technischer Stand bei Energy Harvesting	5
5	Beispiele realisierter Produkte bei IK Elektronik	5
6	Weitere Informationen	6

1 Begriffsbestimmung

Energie umgibt uns überall, so etwa als Licht-, als Wärme- oder als Bewegungsenergie.

Der Begriff „Energy Harvesting“ wird für technische Methoden zur Nutzung dieser Umgebungsenergie verwendet, meist im Zusammenhang mit geringen Energiemengen. Sensoren, Uhren, Schalter oder sogar Aktorelemente können mit dieser Energie gespeist werden und Batterien oder andere permanente Energiequellen können dadurch entfallen. Anwendung findet Energy Harvesting zum Beispiel in kleinen elektronischen Geräten zur Überwachung von Räumen oder Zuständen, zur Erfassung von Messwerten oder als elektronische Schalter, deren elektrische Energie aus der mechanischen Energie des Schaltvorgangs gewonnen wird. Da es sich in der Regel um autonome Geräte ohne Anschlussleitung handelt, erfolgt die Übertragung der Informationen vom Gerät oder zum Gerät per Funkkommunikation.

2 Prinzipschaltbild und Aufbau

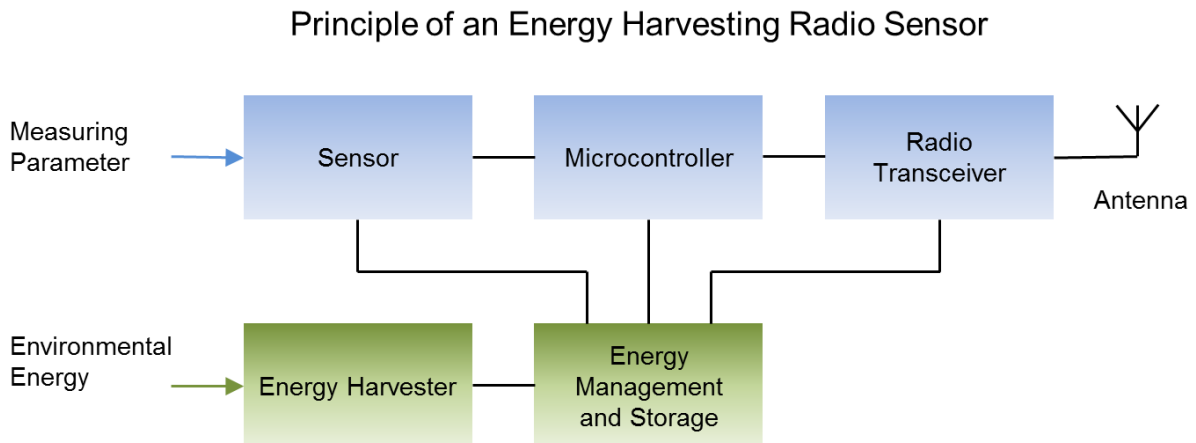


Bild:

Prinzipschaltbild eines Sensors mit Funkelektronik und Energy Harvesting

Ein Sensor wie im Bild gezeigt enthält einen **Energy Harvester**, der Umgebungsenergie in elektrische Energie umwandeln kann. Arten von Umgebungsenergie und die passenden Harvester sind in der Tabelle im nächsten Abschnitt angegeben.

Eine **Schaltung zur Energieaufbereitung (Energy Management)** ist erforderlich, um die gewonnene Energie an ein Spannungsniveau anzupassen, das von der Elektronik genutzt werden kann (meistens im Bereich von 1 bis 5 V DC). Die Energieaufbereitungsschaltung selbst muss einen sehr geringen Energieverbrauch und Verlust aufweisen, um auch kleine Energiemengen vom Harvester effizient umsetzen zu können. Das ist eine knifflige Aufgabe. Eingesetzt werden hierfür spezielle Schaltkreise oder auch kombinierte diskrete Schaltungen aus Gleichrichter, Spannungswandler und Energiemanagement. Zwischen Energy Harvester und Energieaufbereitungselektronik muss auf eine optimale Impedanzanpassung geachtet werden, um den Wirkungsgrad der Energiegewinnung zu optimieren.

Der **Energiespeicher (Energy Storage)** nimmt überschüssige Energie aus der Energieaufbereitungsschaltung auf und stellt sie der Anwendungselektronik auch längerfristig zur Verfügung. Als Speicherelemente werden Kondensatoren, Supercaps oder Akkus eingesetzt.

Die Praxis zeigt, dass für jede Anwendung unterschiedliche Anforderungen bestehen. Nicht nur die Art der Umgebungsenergie selbst, sondern auch der Energy Harvester, die Energieaufbereitung und der Speicher müssen stets neu und sorgfältig ausgewählt werden.

Die **Anwendungselektronik** besteht üblicherweise aus Mikrocontroller, Sensoren und einem Funk-Transceiver oder Funk-Sender. Auch Aktoren sind möglich. Per Software des Mikrocontrollers können alle Funktionen und Schnittstellen sowie das Energiemanagement gesteuert werden.

Einige Geräte kombinieren Energy Harvesting auch mit zusätzlichen Batterien. Dadurch wird Versorgungssicherheit oder eine verlängerte Batterielebensdauer erreicht. Vollständig energieautarke batterielose Geräte können immer dann realisiert werden, wenn mehr Umgebungsenergie gewonnen werden kann als für die gesamte Schaltung benötigt wird.

3 Arten von Umgebungsenergie

Energiequelle	Physikalischer Effekt	Harvester	Anwendung
Licht / Solarenergie	Fotoelektrischer Effekt	Solarzelle	Taschenrechner, Raumthermostate, Umgebungssensoren
Rotation	Induktion	Generator, Dynamo	Allgemeiner Standard
Linearbewegung	Piezoelektrischer Effekt, Induktion, Reibungselektrizität	Piezowandler, Elektrodynamische Wandler, Elektrostatische Wandler	Energieautarke Schalter (z.B. EnOcean *, ZF *)
Vibration	Piezoelektrischer Effekt	Induktion, Piezowandler, Elektrodynamische Wandler	Sensorschraube * u.a.
Temperaturdifferenzen	Seebeck-Effekt	Thermoelektrischer Generator (TEG)	Nur sehr geringe Energiemengen
Elektromagnetische Energie	Elektrische und magnetische Kopplung	Koppler und Antennen	Drahtloses Laden, Energie aus Hochspannungsleitungen starken HF-Feldern
Andere Energie wie Schall, biologische Prozesse			

* Siehe Abschnitt 6

4 Technischer Stand bei Energy Harvesting

Die sehr unterschiedlichen Anforderungen an energieautarke Geräte führen auch zu unterschiedlichen technischen Lösungen.

Solarzellen gibt es in verschiedenen Ausführungen und Leistungsbereichen (amorph, mono- und polykristallin). Solarzellen sind gut anpassbar und werden häufig für autarke Sensoranwendungen eingesetzt, insbesondere im Außenbereich.

Elektrostatische Konverter erreichen die niedrigsten Leistungsstufen (aber hohe Spannungen) und sind kaum als kommerzielle Produkte erhältlich.

Piezoelektrische Wandler haben eine erhebliche Alterung und erreichen somit keine lange Lebensdauer.

Elektrodynamische Wandler sind eine ideale Kombination aus langer Lebensdauer, hoher Energiedichte und geringer Alterung. Begrenzend könnte die notwendige Größe für eine bestimmte Leistung wirken.

Sowohl elektrostatische als auch elektrodynamische Harvester liefern Wechselspannung, die gleichgerichtet werden muss. Die Richtung der Anregung durch eine mechanische Bewegung kann aus dem Signal jedoch zusätzlich abgeleitet werden, um z.B. die Betätigungsrichtung von Schaltwippen zu ermitteln.

Wandler für Vibrationsenergie sind spezielle Versionen von elektrostatischen oder elektrodynamischen Wandlern. Sie sind wenig verbreitet und häufig noch Gegenstand von Forschung.

Der **thermoelektrische Wandler (TEG)** ist in verschiedenen Ausführungen und Leistungsbereichen handelsüblich. Die TEG ist gut skalierbar und daher an unterschiedliche Anwendungsszenarien anpassbar. Voraussetzung für eine zuverlässige und dauerhafte Funktion ist das Vorhandensein eines kontinuierlichen Wärmeflusses zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, da für das Umwandlungsprinzip ein erheblicher Temperaturgradient erforderlich ist und der Wirkungsgrad sehr gering ist.

Energy Harvesting aus elektromagnetischen Feldern wird auf Hochspannungsleitungen an Strommasten zur Energieversorgung von Sensoren verwendet. Auch das kabellose Laden von Zahnbürsten oder Mobiltelefonen ist ein kommerzieller Anwendungsfall. Diese Art der Energieerzeugung kann nur zusammen mit künstlich erzeugten Feldern eingesetzt werden. Die Stärke von natürlicher elektromagnetischer Energie, die in der freien Umgebung zur Verfügung steht, ist zu gering um technisch genutzt zu werden.

5 Beispiele realisierter Produkte bei IK Elektronik

- EnOcean-Funkmodule 315 und 868 MHz (TCM, PTM, STM)
- Batterielose Funk-Raumthermostate mit Solarzellen
- Funkschalter für Industrieanwendungen mit elektrodynamischem Wandler
- Batterieloser Funk-Lichtschalter
- Batterieloser Funk-Fensterkontakt
- Funkmodule 868 MHz, 915 MHz und 2,4 GHz für Smart Home mit elektrodynamischem Wandler
- Sensorschraube mit Energy Harvesting und Funkelektronik

6 Weitere Informationen

Sensorschraube: <https://www.all-electronics.de/sensorschraube/>

EnOcean: <https://www.enocean.com/de/>

ZF: <https://switches-sensors.zf.com/de/>

IK Elektronik: <https://www.ik-elektronik.com>

<https://www.ik-elektronik.com/energy-harvesting/>