

Entwicklung und Erprobung einer autarken Energieversorgungsplattform für Biosensoren zur Anwendung am Tier

Thomas Reuter¹, Stephanie Liebold¹, Dr. Martin Hoffmann¹, Dr. Sven Schmidt², Dr. Thomas Bartsch²

¹fzmb GmbH – Forschungszentrum für Medizintechnik und Biotechnologie, Geranienweg 7, 99947 Bad Langensalza

²BITSz engineering GmbH, Newtonstraße 12, 08060 Zwickau

Einleitung

Energy Harvesting ist eines der Schlagwörter der heutigen Zeit. Speziell die Gewinnung von Energie aus Bewegung gilt als Vielversprechend. In diesem Projekt soll eine autarke Energieversorgungsplattform entwickelt werden, die aus der Bewegungsenergie von Tieren gespeist wird. Für die Aufnahme der Bewegungsdaten in alle drei Raumrichtungen wird der SmardWatch Sensor (BITSz Zwickau), in dem Bewegungssensoren integriert sind, an die unterschiedlichsten Applikationsorten am Körper von Menschen und Tieren angebracht. Die aus den erhaltenen Beschleunigungsdaten berechnete durchschnittliche Leistung in Abhängigkeit der Sensormasse wird für die Dimensionierung der Schwungmasse der zu entwickelnden autarken Energieversorgungsplattform eingesetzt. Der erste SmardWatch Sensor wurde Anfang der 90er Jahre entwickelt und dient als „Stimmungssensor“, der das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand von Tieren überwacht. Aus diesem Grund wurden zusätzlich die Parameter Hautpotential, Hautwiderstand, Temperatur (Sensoroberfläche, Hautoberfläche) sowie die Messung eines Elektromyogramms (als Summenparameter) in den Sensor integriert. Die Daten werden mittels Funkschnittstelle übertragen.

Materialien und Methode

Der verwendete SmardWatch Sensor (Abmaße in mm 45x64x11) ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.



Abbildung 1: Untere Ansicht des Sensors – erkennbare Elektroden.



Abbildung 2: Obere Ansicht des SmardWatch Systems.

Erste Versuche erfolgten am Menschen.

Versuch 1: Der Sensor wurde am Unterarm und an der Wade befestigt. Je nach Applikationsort wurden verschiedene Bewegungsmuster z.B. Armkreisen, Fingerbewegung, Sprinten, Laufen etc. aufgenommen und die daraus zu gewinnende durchschnittliche Leistung P über die Gleichung 1

$$P = m \cdot |\vec{a}| \cdot \frac{ds}{dt} \quad (\text{Gleichung 1})$$

berechnet. Dabei ist m die Masse des Sensors (0,045 kg), $|\vec{a}|$ der Gesamtbeschleunigungsvektor der aufgenommenen Bewegungsdaten, ds der zurückgelegte Weg und dt die Versuchszeit. Die Berechnung der durchschnittlichen Leistung P in Abhängigkeit der Sensormasse m erfolgte für 0,001 – 0,07 kg. Neben der Beschleunigung wurden alle durch den SmardWatch Sensor messbaren Parameter aufgenommen und ausgewertet.

Versuch 2: Um eine Aussagefähigkeit bezüglich der Langzeitstabilität des Sensors und der Bewegungsmuster darstellen und die daraus zu gewinnende durchschnittliche Leistung ermitteln zu können, wurden Langzeitversuche über zwei Tage zu je 8 Stunden durchgeführt. Der Sensor wurde an der Wade befestigt und wie unter Versuch 1 wurden neben der Beschleunigung ebenfalls alle messbaren Parameter aufgenommen und ausgewertet.

Ergebnisse

Die aufgenommenen Bewegungsdaten aus Versuch 1 sind in den Abbildungen 3 und 4 für Armschwingen und Sprinten und aus Versuch 2 in Abbildung 5 für einen Arbeitstag dargestellt.

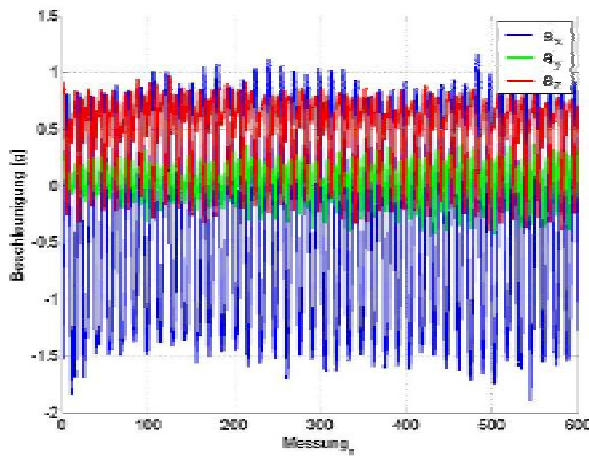


Abbildung 3: Aufgenommene Beschleunigungsdaten „Armschwingen“.

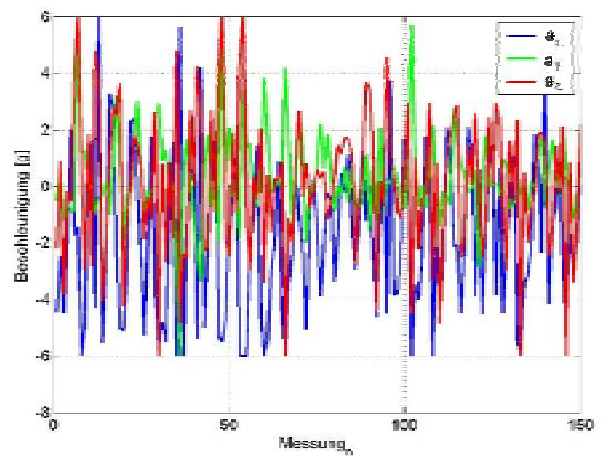


Abbildung 4: Aufgenommene Bewegungsdaten „Sprinten“.

Aus den Abbildungen 3 und 4 ist deutlich zu erkennen, dass die Beschleunigung beim Sprinten um das 6fache höher ist als beim Armschwingen. Die durchschnittlich berechneten Leistungen für eine Sensormasse von 0,045 kg sind in Tabelle 1 dargestellt.

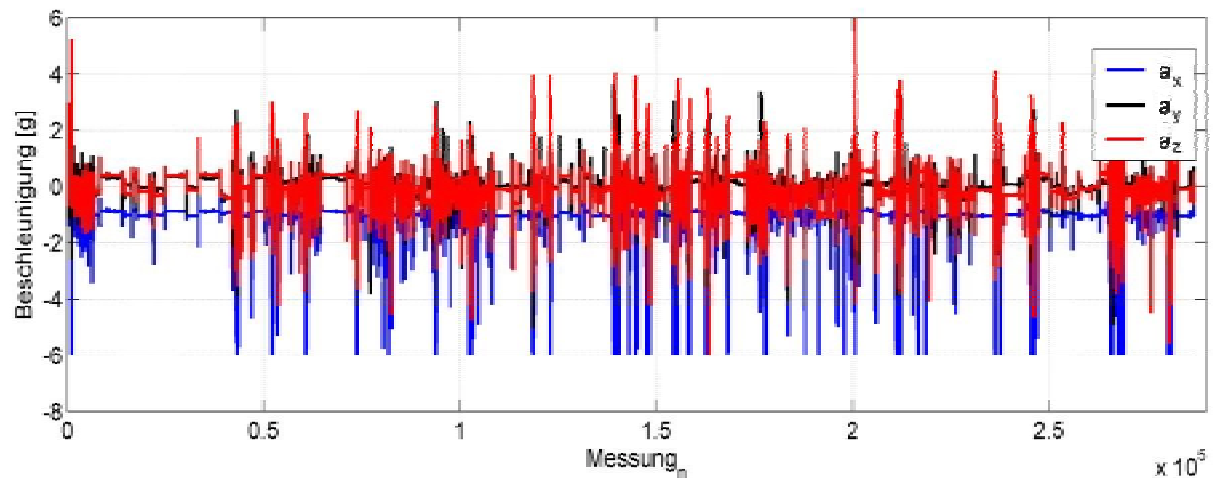


Abbildung 5: Beschleunigungsdaten aus Versuch 2 für einen Arbeitstag.

Die Beschleunigungsdaten aus Abbildung 5 zeigen die Bewegungsaktivitäten eines Probanden während eines Arbeitstages. Die durchschnittlich berechnete Leistung für eine Sensormasse von 0,045 kg ist ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Des Weiteren wurde in Tabelle 1 die durchschnittliche Leistung pro Sensormasse berechnet. In Abbildung 6 ist die durchschnittliche Leistung für Versuch 1 und 2 in Abhängigkeit der Sensormasse dargestellt. Die Berechnung der durchschnittlichen Leistung P erfolgte unter der Annahme eines Wirkungsgrades η von eins.

Tabelle 1: Berechnete durchschnittliche Leistung und durchschnittliche Leistung pro Sensormasse aus den Beschleunigungsdaten für Versuch 1 und 2.

Bewegungsart	durchschnittliche Leistung P [W]	durchschnittliche Leistung pro Sensormasse P/m [W/kg]	Versuchszeit
Sprinten	0,053	1,178	15 s
Armschwingen	0,067	1,489	60 s
Dauerversuch	1,442	32,044	~ 8 h

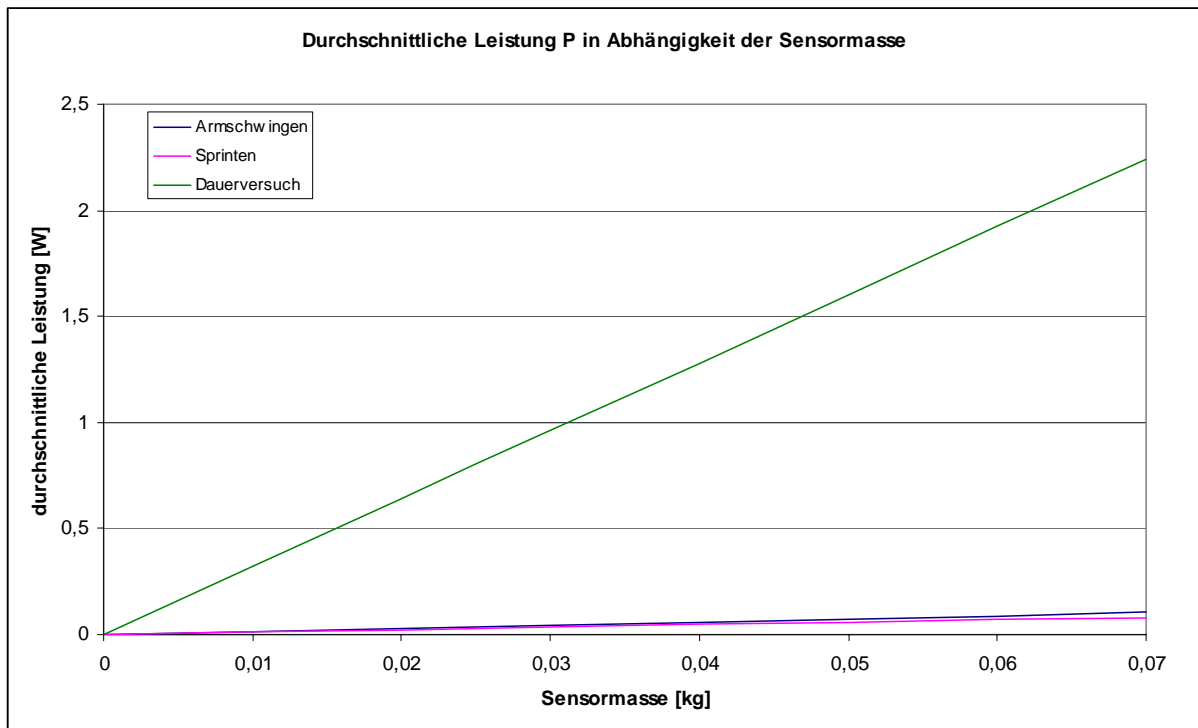


Abbildung 6: Berechnete durchschnittliche Leistung in Abhängigkeit der Sensormasse.

Ausblick

Die nächsten Versuche zielen auf die Aufnahme der Bewegungsdaten von Tieren (Pferde, Schweine, Rinder, Hunde etc.). Es werden definierte Bewegungsabläufe (auf dem Laufband) und Langzeitstudien zu Bewegungen und Bewegungsmustern durchgeführt. Basierend auf den gewonnenen Daten wird ein Energiegenerator zur Versorgung von Sensorsystemen für die Tierüberwachung entwickelt.

Danksagung

Dieses Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.