

LuxBlick — Mobile Langzeitaufzeichnung von Beleuchtungsstärke und circadianer Bestrahlungsstärke am Auge

Stefan Wolf, TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Lichttechnik

Der zeitliche Verlauf der Beleuchtungsstärke und der circadianen Bestrahlungsstärke am Auge eines Menschen über die Dauer eines Tages bestimmt wesentlich den Tag-Nacht-Rhythmus und damit das Wohlbefinden des Menschen. Das hier vorgestellte Gerät ist in der Lage, die Beleuchtungs- und circadiane Bestrahlungsstärke über mehrere Tage mit einer zeitlichen Auflösung von einer Sekunde zu erfassen und die Messwerte zu speichern. Mit diesen Messwerten sollen die Zusammenhänge dieser mit dem Wohlbefinden genauer untersucht werden.

Die Anforderungen an die Messwerterfassung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Gerät soll im Alltag tragbar sein.
- Die Stromversorgung muss netzunabhängig (durch wiederaufladbare Akkumulatoren) mit einer Betriebsdauer von mindestens einer Woche erfolgen.
- Die Datenaufzeichnung soll über mehrere Wochen erfolgen und auch bei Spannungsunterbrechungen (Batteriewechsel) erhalten bleiben.
- Die Messdaten müssen absolute Zeitbezüge haben.

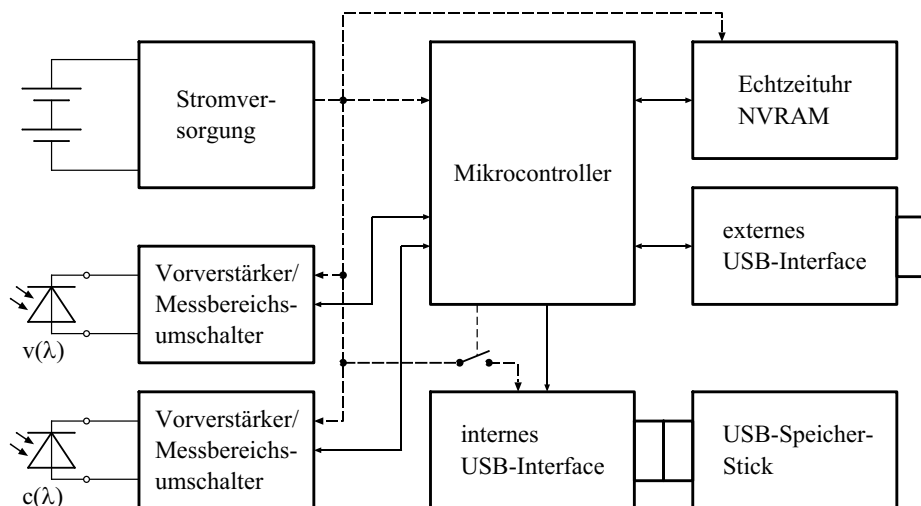


Abbildung 1: Blockschaltbild des Gerätes

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild des realisierten Gerätes. Zentraler Bestandteil ist ein Mikrocontroller vom Type Atmel ATmega644P, der alle Abläufe steuert, die notwendigen AD-Wandler enthält und die Messdaten zunächst in einem nichtflüchtigen Datenspeicher (NVRAM) in der Echtzeituhr ablegt. Diese Echtzeituhr liefert auch die absoluten Zeitbezüge zu den Messdaten und generiert jede Sekunde einen Impuls, der eine neue Messung startet. Die Größe des NVRAMs in der Echtzeituhr reicht aus, um für ca. 7 Minuten die

Messdaten zu speichern, dann müssen diese in den USB-Datenspeicher übertragen werden. Die Zwischenspeicherung der Messdaten im NVRAM erfolgt, weil der USB-Speicher mit dem internen USB-Interface soviel Strom verbraucht, dass die beiden NiMH-Zellen, welche die gesamte Schaltung mit Strom versorgen, nach wenigen Stunden entladen wären. So ist der Datenspeicher normalerweise stromlos und wird nur eingeschaltet, wenn der NVRAM zu ca. 80 % belegt ist, um die Daten zu übertragen. Als Datenspeicher wird ein handelsüblicher USB-Memory-Stick verwendet, wobei je Gigabyte Messdaten mehrerer Monate gespeichert werden können.

Die Vorverstärker wandeln den in den Fotoelementen generierten Fotostrom in eine Spannung um, die durch die AD-Wandler des Mikrocontrollers gemessen wird. Weiterhin besitzen die Vorverstärker einen Tiefpasscharakter. Die Grenzfrequenz dieses Tiefpasses liegt bei ca. 100 Hz. Damit wird die Welligkeit des Leuchtdichteverlaufes von Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten ausreichend unterdrückt. Die niederfrequente Welligkeit von mit konventionellen Vorschaltgeräten bestückten Leuchten wird in der Software eliminiert, indem innerhalb von 20 ms 10 mal die Ausgangsspannung der Vorverstärker gemessen, und anschließend der Mittelwert berechnet wird. Ebenfalls realisieren diese Vorverstärker durch den Mikrocontroller einstellbare Messbereiche. Dadurch liegt der messbare Beleuchtungsstärkebereich zwischen 1,0 lx und 40000 lx.

Um die Stromaufnahme des Mikrocontrollers, die bei ca. 10 mA liegt, zu reduzieren, wird dieser in fast 98 % der Zeit in einen Standby-Modus gesetzt, bei dem alle internen Taktgeneratoren abgeschaltet sind. Dadurch beträgt die Stromaufnahme nur noch wenige Nanoampere. Die Rücksetzung in den aktiven Modus für die Messung erfolgt durch einen externen Interrupt, der durch die Echtzeituhr ausgelöst wird. Dadurch reduziert sich die mittlere Stromaufnahme des Mikrocontrollers auf ca. 0,2 mA. Dadurch und durch die Abschaltung des internen USB-Interfaces mit dem Datenspeicher wird mit zwei NiMH-Zellen der Baugröße AA mit einer Kapazität von 2700 mAh eine Betriebszeit von 10 Tagen erreicht.

Das in Abbildung 1 gezeigte externe USB-Interface dient nur zum Programmieren der Betriebssoftware und zum Abgleich des Gerätes und wird vom dabei angeschlossenen PC über das USB-Kabel mit Spannung versorgt. Während des Betriebes des Messgerätes ist dieses Interface spannungslos.