

Spektrograph für Ionendetektion

Aleksey Sokolov, Max Jost, Martin Steiner

Fragestellung

Wie gut können Ionen und Moleküle in Lösungen detektiert werden und wie genau kann deren Konzentration bestimmt werden mit einem Selbstgebauten automatisiertem Prismenspektrograph?

Projektaufbau

Der Prismenspektrograph besteht aus stationärer Optik, einem durch Stepper Motor bewegtem Photodetektor und Treiberelektronik. Die stationäre Optik wird einmalig auf ein den sichtbaren Wellenlängenbereich kalibriert und in dieser Konfiguration festgeschraubt o.d.ä. Der bewegliche Photodetektor wird entweder durch eine Raspberry Pi Kamera oder eine Photodiode realisiert die durch einen NEMA 17 Steppermotor hin und her bewegt wird um ein möglichst breites Spektrum genau abzudecken. Bei Verwendung der Photodiode wird die Intensität über einen ADC von einem Arduino Uno gemessen und auf diesem direkt mit jeweiliger Stepperposition "verknüpft". Bei Verwendung der Kamera geschieht die Bilderauswertung und Datenverknüpfung auf dem Raspberry Pi.

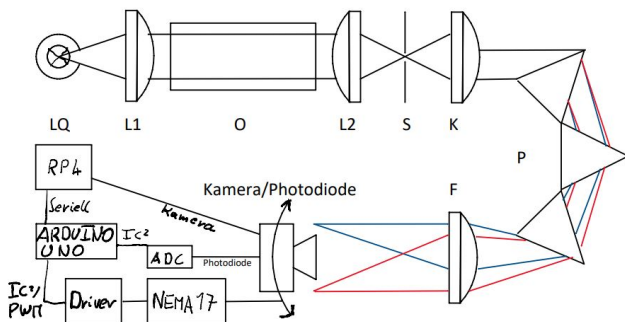


Abbildung 1: Skizze des Spektrographen mit Intensitätsaufnahme optional über Kamera oder Photodiode. **LQ**: Lichtquelle; **L1,L2,K,F**: Linsen; **O**: Untersuchungsobjekt; **S**: Spalt; **P**: Prismen; **RP4**: Raspberry Pie 4 zur Datenanalyse; **Kamera**: direkt an RP4; **Photodiode**: über ADC an Arduino angeschlossen; **NEMA 17**: Antrieb für Position der Kamera/Photodiode, über stepper driver an Arduino.

Physikalische Anforderungen

1. notwendiger Wellenlängenbereich der Photodiode ca. 300 - 800 nm.
2. Dimensionen von der Wahl der Linsenbrennweiten abhängig.
3. Optik muss genug Lichtintensität durchlassen um die Photodiode in einem möglichst linearem Bereich zu betreiben.
4. Auflösungsziel: $\Delta\lambda$ 0,5 nm.

Komponenten und Kosten

Tabelle 1: Skizze

| Komponente | Kosten / € |
|------------------|------------|
| Linsen | 15 - 30 |
| Prismen | 15 - 30 |
| NEMA 17 | 8 - 15 |
| Stepper Driver | 6 - 10 |
| RP4 komp. Kamera | 60 |
| Photodiode | 15 |
| sonst. Mat. | 50 - 80 |
| Arduino | vorhanden |
| RP4 | vorhanden |
| Summe | 110 - 225 |

Software

1. Stepper Steuerung und Photodioden Intensitätsmessung (μC)
2. Telemetrie, Datenanalyse, Kalibration (RP4 C/C++ und Python)

Aufwandsabschätzung

Tabelle 2: Skizze

| Arbeitspaket | Aufwand / h |
|---------------------------------|-------------|
| Optiktisch/Halterungen | 30 - 45 |
| Stepper Steuerung / ADC Messung | 10 - 15 |
| RP4 Telemetrie | 10 - 20 |
| RP4 Datenanalyse | 10 - 20 |
| Kalibration | 20 - 30 |
| Debugging | 50 - 100 |
| Summe | 120 - 230 |