

Das Konzept

Das angewendete Prinzip der Geschwindigkeitsmessung basiert auf einer Methode, bei der die zurückgelegte Strecke in einer bestimmten Zeit gemessen wird. Dabei werden zwei Messpunkte in einem definierten Abstand festgelegt. Als Sensoren werden Fotowiderstände (LDR) mit variablem Widerstandswert abhängig vom Lichteinfall eingesetzt. Die Fotowiderstände benötigen eine minimale Beleuchtung und funktionieren im Dunkeln nicht. Alternativ könnten auch Aktivlichtschranken eingesetzt werden. Führt nun eine Lok am Messwagen vorbei, wird der Widerstand des LDR durch den Schattenwurf verändert. Diese Signale werden einem Mikroprozessor zugeführt. Auf diesem läuft ein einfaches Programm, das die gemessenen Werte auswertet und daraus die Geschwindigkeit errechnet. Dieser Wert wird vom Programm in eine massstabgerechte Grösse umgewandelt. Das Programm ist so aufgebaut, dass es für verschiedene Massstäbe genutzt werden kann. Dazu erfolgt die Vorauswahl des Massstabs

vor der Messung, im Programm sind die verschiedenen Massstäbe Z, N, H0, 0, 1 und II hinterlegt, die über die Auswahlmöglichkeit aktiviert werden können.

Die Anzeige kann entweder am Monitor eines angeschlossenen Computers erfolgen oder aber komfortabel mit einem Minidisplay direkt am Messwagen angezeigt werden. Durch mehrfache Messung kann die Geschwindigkeitskurve der Lok mit dem eingesetzten Regler ermittelt und mit den Werten eine Steuerung der Lok nach realen Geschwindigkeiten umgesetzt werden.

Die Messung der Geschwindigkeit wäre auch stationär möglich. Dazu werden die Fotowiderstände nicht in einem Messwagen platziert, sondern beispielsweise in eine Mauer eingebaut. Damit wären auch grössere Distanzen als Messstrecke möglich, wodurch bei höheren Geschwindigkeiten die Genauigkeit des Messsystems erhöht werden könnte. Der Nachteil dieser Lösung ist jedoch, dass nur ein fixer Streckenabschnitt mit fixen Bedingungen ausgemessen werden kann. Gerade bei steigungsreichen Strecken sind die Geschwindigkeiten bei Berg- oder Talfahrt unterschiedlich.

Aufbau des Messwagens

Für meinen Anwendungszweck habe ich einen H0-Güterwagen von Lima als Grundmodell verwendet. Basierend auf dem Lima-Wagen wurde ein Trägergerüst für die ganzen Komponenten aus Sperrholz angefertigt. Die Dimensionen sind dabei so gewählt, dass die nötigen Komponenten Platz gefunden haben. Es können auch andere Grundfahrzeuge mit anderen Abmessungen verwendet werden. Voraussetzung ist jedoch, dass der Abstand der beiden Lichtsensoren eine gewisse Breite erreicht, damit die geforderte Messgenauigkeit erreicht wird. Zudem ist darauf zu achten, dass alle Elektronikkomponenten Platz finden. Das Gehäuse wurde mittels 3D-Druck-Technologie erstellt.

Für die Elektronik kommen einzelne Module zum Einsatz, die fertig montiert eingekauft werden können. Die benötigten Komponenten sind in der Tabelle aufgeführt. Diese müssen miteinander verbunden werden, und es ist keine Basisplatine nötig. Im Schema wird die Beschaltung ersichtlich. Wird ein Akku miteingebaut, muss je nach Hersteller nach dem Schalter ein kleiner Lastwiderstand eingebaut werden. Ansonsten wird bei sehr wenig Last die Schutzschaltung des Akkus aktiviert.

```
COM6
20:41:16.445 ->
20:41:16.445 -> Deltatime:
20:41:16.445 -> 346 ms
20:41:16.445 -> -----
20:41:16.445 -> Speed:
20:41:16.494 -> 0.43 m/s (real)
20:41:16.494 -> 136 km/h (scale 1/87)
20:41:28.604 ->
20:41:28.604 -> <<< READY M>>>
```

Beim Aufbau ohne Display können die Messwerte auch am PC ausgewertet werden.

1/87
READY

Das Display zeigt «Ready», wenn der Messwagen für die nächste Messung bereit ist.

0.40s | 0.37s
116 1/87
km/h

Das Display zeigt die Messgeschwindigkeit, nachdem eine Lok den Messwagen passiert hat.

LDR calibr
left right
189 180

Das Display zeigt die Messschwelle der Lichtsensoren bei der Kalibrierung der LDR-Werte.

Der Aufbau kann in verschiedenen Ausbaustufen erfolgen. Bei der minimalen Variante besteht das Messsystem aus einem Mikroprozessor Arduino Nano, zwei Fotowiderständen (R1photo und R2photo) sowie zwei Widerständen mit 1,8 Kiloohm. Diese werden gemäss Schema anstelle von RP1 und RP2 eingesetzt. Die Messwerte werden dabei direkt via Arduino-Software ausgelesen.

Basierend darauf lässt sich das System beliebig ausbauen. Für eine direkte Anzeige

