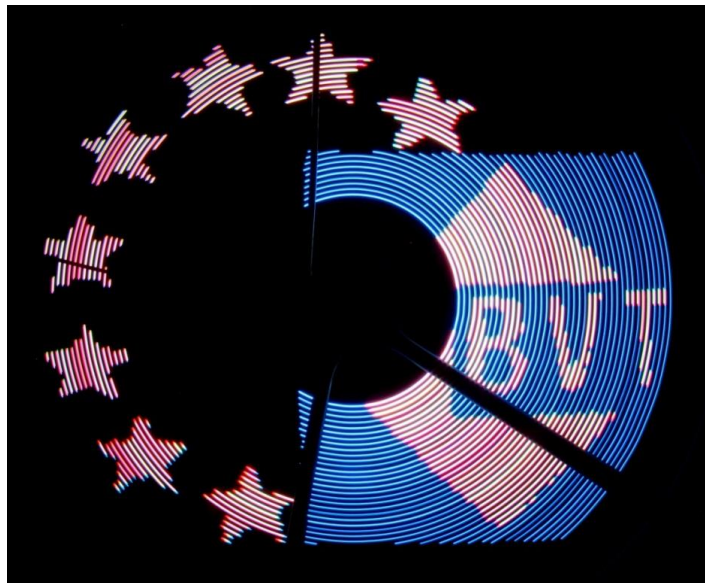




Projektarbeit

Entwicklung eines POV-Displays

Zusammenfassung



Bearbeiter: Sebastian Kirsch

Betreuer: Dipl. Ing. Elmar Amrhein

Beginn: 24.10.2014

Abgabe: 08.05.2015

1 Einleitung

Ein POV-Display (Persistence of Vision) macht sich die Trägheit des menschlichen Auges zu Nutze. Der Eindruck eines einzelnen Lichtimpulses bleibt nach dessen Verschwinden für einige Zeit erhalten. Durch die schnelle Rotation einer LED-Leiste wiederholen sich diese Impulse und es entsteht so die Illusion eines stehenden Bildes.

Zu diesem Thema wurde im Schuljahr 2014/15 an der Technikerschule Erlangen die vorliegende Projektarbeit, „Entwicklung eines POV-Displays“ erstellt. Ziel dieser Arbeit war es, ein solches Display selbst zu entwerfen sowie eine geeignete Toolkette zum Generieren und Übertragen der Bilddaten zu programmieren. Damit ist es möglich, von einem zuvor frei entworfenen Motiv ein scheinbar stehendes Bild in einer Fahrradfelge zu erzeugen (Abbildung 1.1).

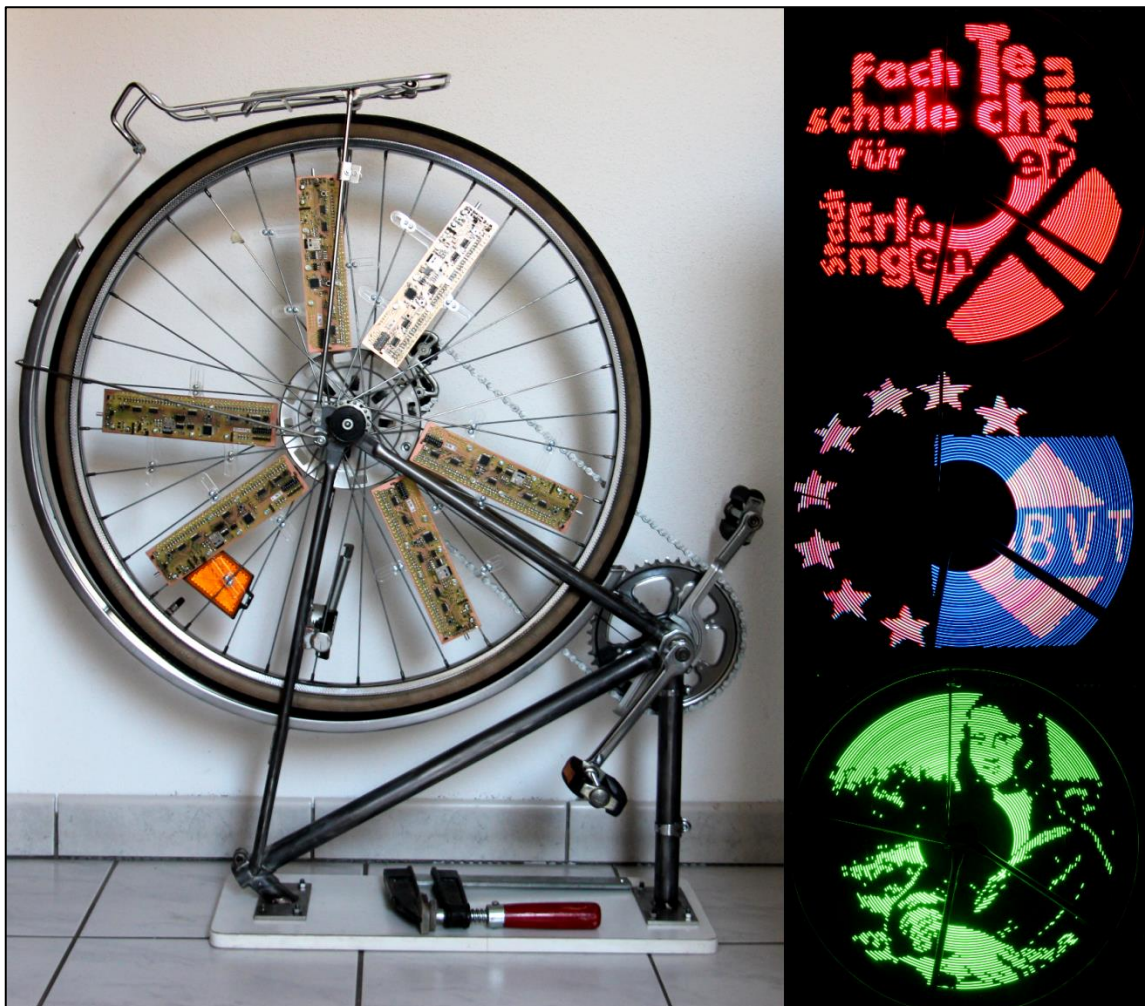


Abbildung 1.1: POV-Display an einem Fahrradgestell und Beispiele für erzeugte Bilder

Im Folgenden finden Sie eine kurze Zusammenfassung der gesamten Arbeit und der Projekt-Dokumentation.

2 Aufgabenstellung und Erweiterungen

Im Rahmen der Projektarbeit sollte ein POV-Display selbst entwickelt und aufgebaut werden, das für eine schnelle Rotation an eine Fahrradfelge montiert werden kann. Zur Aufgabenstellung gehörte der Entwurf einer geeigneten Schaltung sowie die Programmierung eines Mikrocontrollers. Dieser wertet die Signale eines Sensors aus und steuert eine LED-Leiste an den berechneten Positionen ihrer Kreisbewegung so an, dass aufgrund der Trägheit des Auges ein scheinbar stehendes Bild entsteht. Des Weiteren sollten die darzustellenden Bilder mit einem Bildbearbeitungsprogramm frei entworfen werden können. Für die anschließende Berechnung der Bilddaten sowie deren Übertragung zu dem Display sollte eine geeignete Toolkette entwickelt werden.

Schon am Anfang des Projektes kam es zu Ideen für verschiedene Erweiterungen der ursprünglichen Aufgabenstellung. Durch die Einplanung eines Zeitpuffers konnten so als Zusatz eine Vergrößerung der LED-Leiste, eine alternative Bildübertragung mittels SD-Karte und eine Erweiterung des Farbraums auf RGB realisiert werden.

3 Funktion der Toolkette und des POV-Displays

Die Themengebiete, mit denen sich das Projekt beschäftigt, sind sehr vielfältig. Vom Entwurf der Bildidee über das Verarbeiten und Übertragen der Daten bis zur Berechnung der Drehbewegung und Ausgabe des stehenden Bildes wurden viele Funktionen integriert. Die sich so ergebende Toolkette ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Im Folgenden befindet sich eine genauere Erklärung zu den einzelnen, für den Benutzer bereitgestellten Funktionen.

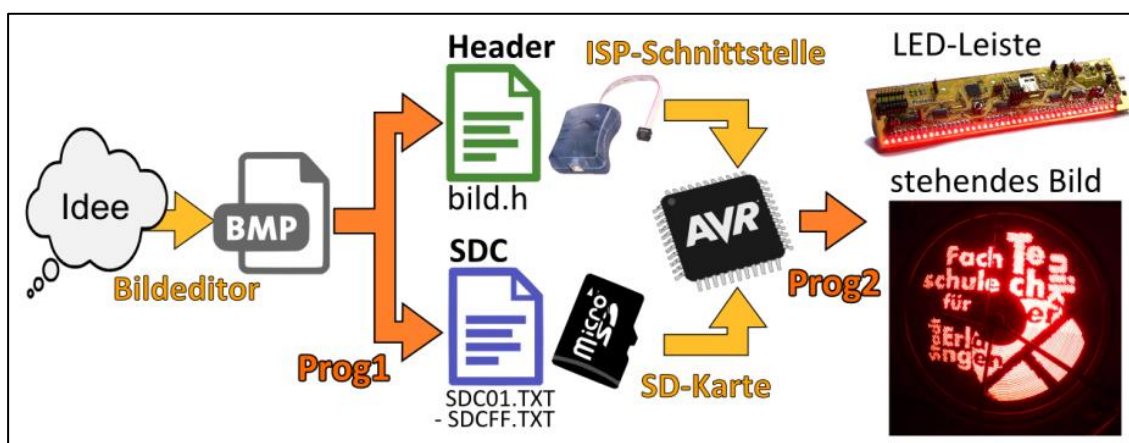


Abbildung 3.1: Toolkette zur Darstellung von Bildern mit dem POV-Display

- Das Bild kann frei am Computer entworfen werden und wird in einer BMP-Datei gespeichert. Die Pixelmaße der Datei sind dabei von der jeweiligen Montage auf dem Drehkörper abhängig und werden von der Software berechnet und vorgegeben.

- Die entwickelte Computersoftware (Prog1) berechnet aus der BMP-Datei die benötigten POV-Bilddaten. Diese werden entweder über das Programmiergerät als Header-Datei oder über eine SD-Karte zum Mikrocontroller übertragen.
- Zur Darstellung kann mit einem Wahlschalter auf der Platine eines von 256 Bildern ausgewählt werden. Das erste Bild ist fest im Flash-Speicher des Controllers programmiert, die anderen 255 befinden sich auf der SD-Karte.
- Für eine schnelle Rotation können die Displays an beliebige Drehkörper montiert werden. Für das Projekt wurde dazu ein Fahrradgestell mit Halterungen angefertigt.
- Die Software des Mikrocontrollers (Prog2) steuert die Ausgabe der Bilddaten während der Rotation. Ein Hall-Sensor erfasst hierfür die Position eines Magneten.
- Die Ausgabe des Bildes startet ab einer Drehzahl von $1,9 \text{ s}^{-1}$ und ist bis zu $13,5 \text{ s}^{-1}$ möglich. Mit dem Fahrrad würde das 15 bis 105 km/h entsprechen.
- Jedes Bild wird mit 10240 Bildpunkten dargestellt. Das ergibt sich aus der Länge der LED-Leiste von 40 LEDs sowie der Anzahl von 256 Winkelstellungen.
- Durch den Aufbau von mehreren Displays mit verschiedenen LEDs können sowohl schwarz-weiß als auch RGB (rot-grün-blau) Bilder ausgegeben werden. Die Software unterstützt hierfür spezielle Umrechnungen der BMP-Datei in RGB Bilddaten.

4 Entwickelte Schaltung

Der Schaltplan des POV-Displays baut sich rund um den verwendeten Mikrocontroller ATmega32A auf (Abbildung 4.1). Er steuert alle anderen Teilbereiche und ist vor allem für die Auswertung der Drehbewegung über den Hall-Sensor, die Verarbeitung der Bilddaten sowie für die zeitlich korrekte Ansteuerung der LED-Leiste zuständig.

Als Besonderheit der Schaltung ist die Ansteuerung der 40 LEDs über nur vier Steuerleitungen zu nennen. Dies wurde über die Kaskadierung von fünf seriell ansteuerbaren 8-Bit Schieberegistern realisiert, die zugleich als Treiber dienen.

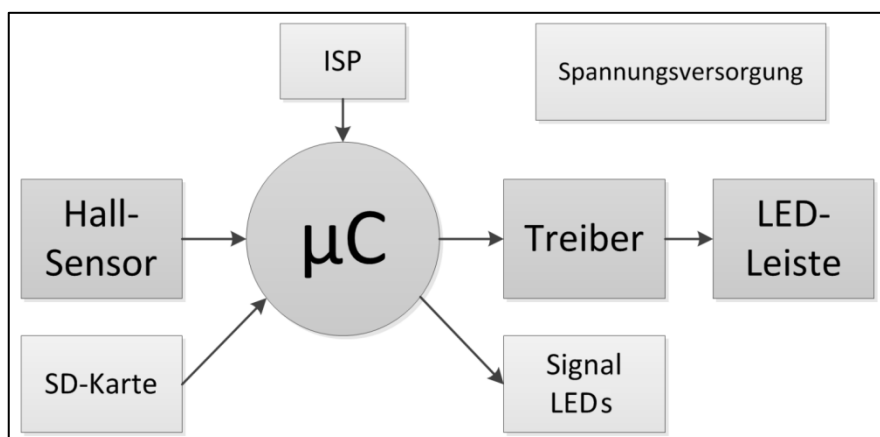


Abbildung 4.1: Blockschaltbild der entwickelten Schaltung

Beim Layout wurde wegen des begrenzten Platzes auf möglichst kleine Abmessungen geachtet und daher SMD Bauteile (Surface Mounted Device) bevorzugt. Die Platinen wurden selbst mit der an der Technikerschule vorhandenen Platinenfertigung geätzt sowie anschließend bestückt und in Betrieb genommen (Abbildung 4.2).

Da ein gleichzeitiger Betrieb von mehreren Displays möglich ist, wurden insgesamt sechs Exemplare gefertigt, wovon die Technikerschule drei behält.

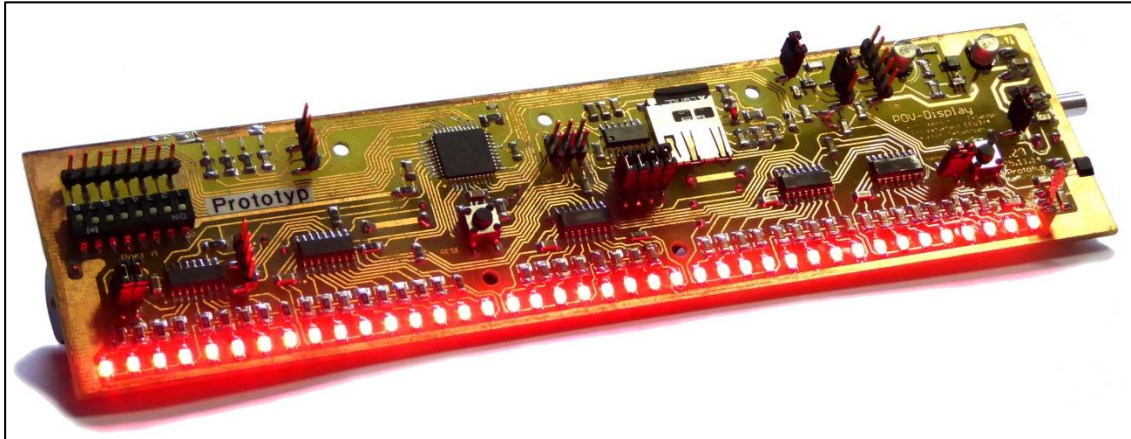


Abbildung 4.2: Bestückte Leiterplatte eines POV-Displays

5 Berechnung der Bilddaten

Um ein Motiv mit dem POV-Display darzustellen, beginnt man damit, es in eine BMP-Datei zu zeichnen. Es würde jedoch sehr viel Rechenzeit erfordern, wenn der Mikrocontroller während der Rotation die Ansteuerung der LEDs direkt aus dieser Datei berechnen müsste. Daher wurde eine ausführbare Programmdatei entwickelt, die als Hauptaufgabe diese Berechnung vor der Datenübertragung zum Controller durchführt.

In einer BMP-Datei sind die einzelnen Bildpunkte in einem Raster angeordnet und können daher mit einer Nummer für die Breite und die Höhe ausgewählt werden. Diese Art der Adressierung entspricht kartesischen Koordinaten. Das Display hingegen bewegt sich auf einer Kreisbahn um die Drehachse. Bekannte Größen sind hier der Abstand jeder LED zur Achse sowie der auf den Magneten bezogene Drehwinkel, der durch Zeitmessung vom Controller ermittelt wird. Das ergibt zusammen Polarkoordinaten, die von der Software in die jeweiligen kartesischen Koordinaten der Pixel transformiert werden müssen. Einen Einblick in dieses Konzept bietet die Abbildung 5.1.

Die so berechneten Bilddaten können in zwei verschiedene Formate exportiert werden. Das eine dient zur direkten Programmierung auf dem Mikrocontroller. Das andere Format kann hingegen als SDC-Datei vom Benutzer auf eine SD-Karte kopiert werden. Diese wird schließlich auf die Leiterplatte gesteckt. Der Controller kann so mit minimalem Rechenaufwand das Bild zur Anzeige ausgeben.

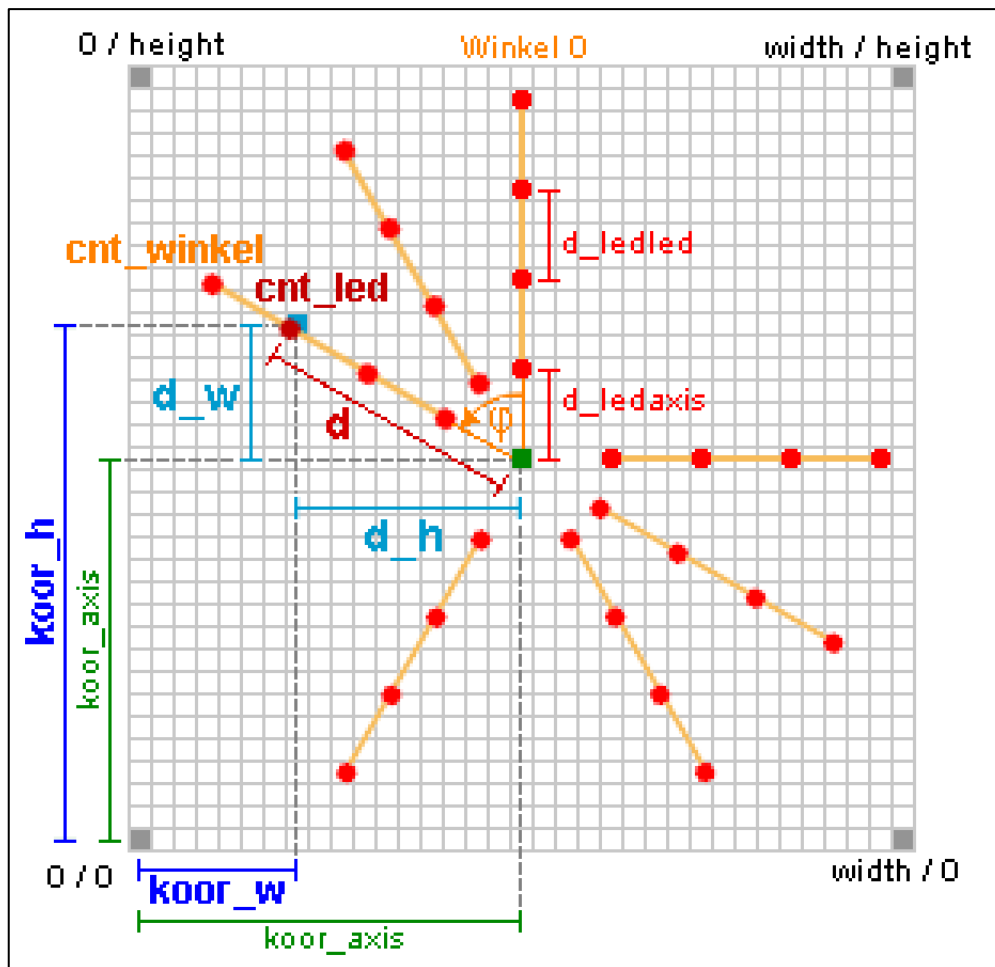


Abbildung 5.1: Konzept der Koordinatentransformation

6 Fazit

Für die Entwicklung des POV-Displays wurden viele Kenntnisse und Tätigkeiten angewendet, die auch im Unterricht der Technikerschule vermittelt werden. Die zudem große Vielfalt der einzelnen Aufgabenbereiche sowie das Interesse rund um den Einsatz des Mikrocontrollers waren die Hauptmotivation des Autors zur Auswahl und Durchführung dieses Projekts und brachten viele wertvolle praktische Erfahrungen.

Von der Technikerschule kann das Display durch seine eindrucksvolle optische Wirkung als Eye-Catcher auf Messen und Infoveranstaltungen verwendet werden. Da die grundsätzliche Funktion sowohl beeindruckend als auch leicht verständlich ist, weckt das POV-Display auch bei Betrachtern ohne gezielte fachliche Vorkenntnisse Interesse und Neugier. Dies motiviert zu einer Auseinandersetzung mit der genauen Funktionsweise sowie den Aspekten der technischen Umsetzung. Mit einer Präsentation des POV-Displays im Rahmen von Orientierungsveranstaltungen kann somit bei Schülern oder Auszubildenden die Faszination für Technik und eine entsprechende Tätigkeit bzw. Weiterbildung geweckt oder bekräftigt werden.