

AS135 : Simulation eines Drehlinsen-Leuchtfuers

Leuchttürme strahlen immer eine besondere Faszination aus, der sich wohl kaum jemand entziehen kann. Wer schon einmal in der Dunkelheit das Feuer eines Leuchtturms beobachtet hat, dem wird aufgefallen sein, dass auch in den Dunkelphasen ein deutlich erkennbares Restleuchten aus dem Laternenhaus zu sehen ist. Dies ist beabsichtigt, denn der schwache Lichtschein erleichtert die oft schwierige Peilung bei unruhiger See.



Abb.1: Leuchtturm „Eierland“ auf der westfriesischen Insel Texel

Anders als bei kleineren Seezeichen werden die Blitze oder Blinkzeichen eines großen, ortsfesten Leuchtfuers nicht durch einund ausgeschaltete Lampen erzeugt, sondern üblicherweise durch ein mehrere Tonnen schweres, rotierendes Linsensystem mit mehrfacher Fresnel-Optik und zentraler Lampe [1]. Bei großen Feuern kann deren Leistung durchaus zwei bis drei Kilowatt betragen.

Zur Abgrenzung gegenüber Blinkzeichen haben die Blitze der im Folgenden simulierten Leuchtfuer definitionsgemäß eine Dauer von weniger als einer Sekunde. Bei genauer Betrachtung kann man eine deutlich steigende und fallende Flanke der Helligkeit erkennen (vgl. Abb. 3). Dieser „analoge“ Verlauf entsteht durch das Vorbeidrehen der Linse am Beobachter, vergleichbar mit dem Strahl einer horizontal geschwenkten Taschenlampe.

Zur realistischen Simulation eines solchen Lichteffects genügt demnach nicht einfach das digitale „Ein- und Ausschalten“ einer oder mehrerer Leuchtdioden. Es müssen vielmehr zwei Funktionen erfüllt werden, nämlich

1. das schwache Dauerleuchten in der Dunkelphase und
2. die Modulation des Blitzes während eines 360°-Umlaufs.

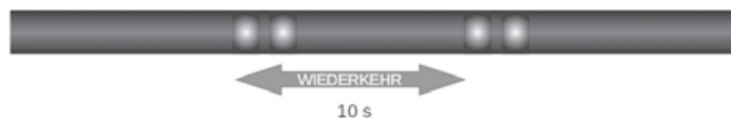


Abb.2: Helligkeitsverlauf der Drehfeuer aus Abb. 1 und 4 mit der Kennung „Fl(2)10s“

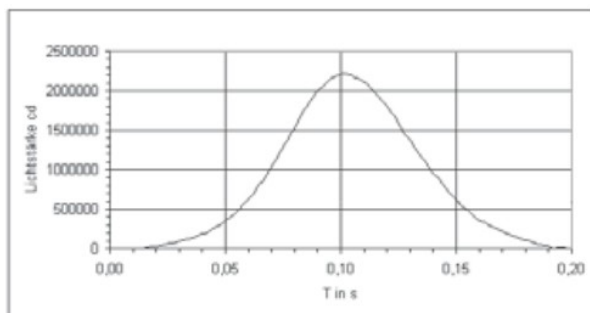


Abb.3: Zeitlicher Verlauf eines Blitzes mit einer 400W-Halogen-Metall dampflampe (mod. nach [5])



Abb.4: Fresnel-Linse und Lampe des „Bovbjerg Fyr“ an der Westküste Jütlands

Die leicht aufzubauende Schaltung wird durch ein Mikrocontroller-Programm gesteuert, das das geforderte Leuchtverhalten simuliert: Mittels Pulsweitenmodulation und Multiplexing werden alle LEDs in der Dunkelphase auf ca. 10% der maximalen Helligkeit gehalten. Die Hellphase wird mit einer modulierten Flanke einund ausgeleitet und bei einem 360°-Umlauf auf acht LEDs verteilt. Dank des Multiplexings ist die Einschaltdauer einer einzelnen LED so kurz, dass auf Vorwiderstände verzichtet werden kann.

Dämmerungsschaltung

Leuchtfuer werden nachts und bei schlechter Sicht betrieben. Als Helligkeitssensor für die Nachterkennung dient in der Simulationsschaltung eine zusätzliche grüne LED. Sie schaltet das Leuchtfuer tagsüber ab. Dann fällt es in den Schlafmodus, aus dem es alle zehn Sekunden für wenige Mikrosekunden erwacht, um die Helligkeit zu prüfen. So

verlängert sich die Batterielebensdauer erheblich. Zu Demonstrationszwecken ist die Dämmerungsschaltung per Jumper „N“ deaktivierbar.

Multiplexen im Detail

„Restleuchten“

Die Tabelle 1 veranschaulicht die Zuordnung von Multiplex-Taktnummer und LED-Wert beim Restleuchten. Es ist zu erkennen, dass nur bei Takt 1 alle LEDs eingeschaltet sind. Demnach ist die Helligkeit auf 1/12 des maximal möglichen Werts reduziert. Dieses Grundmuster (Takt 1 → 12) wird in einer Schleife ständig wiederholt, solange kein Blitz angezeigt werden soll. Ein Taktschritt dauert bei der gewählten Prozessorkonfiguration 2µs, ein kompletter Zyklus incl. Sprungbefehlen 26µs.

Takt-Nr.	LED-Nr. →							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 1: Grundmuster der LED-Ansteuerung für das Restleuchten

Takt-Nr.	LED-Nr. →							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	1	1	1	1	1	0	0
4	0	0	1	1	1	1	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	1	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle 2: Erzeugung des Blitzeffektes: Nach jeweils zwölf vertikalen Takten wird einmal nach rechts geschoben.

Tabelle 2 zeigt als wesentliche Veränderung gegenüber Tabelle 1 zusätzlich eingeschaltete LEDs bei den Takten 2 bis 12.

Die LED3 erhält damit ein Tastverhältnis von 100%. Die daneben liegenden LEDs haben einen geringeren Tastanteil und leuchten entsprechend dunkler.

Ein Blitz entsteht nun durch die hinzugefügte ShiftFunktion: Nach einer bestimmten Anzahl von Grundmusterdurchläufen werden die Tabellenwerte um eine Spalte nach rechts geschoben. Was rechts die Tabelle verlässt, wird nach dem Kreislauf-Prinzip links wieder in Spalte 1 eingefügt. Auf diese Weise wandert der Blitz rund um die LEDs und erweckt bei richtigem Timing den optischen Eindruck eines rotierenden Lichtstrahls. Besonders wichtig für die realistische Simulation ist die Beteiligung der Nachbar-LEDs. Erst so entstehen fließende Übergänge in der Helligkeit.

„Blitz“

Das Restleuchten ist gewissermaßen der statische Zustand des Leuchtfeuers. Kommen dynamische Elemente wie Blitze oder Blinksignale hinzu, so muss das LED-Grundmuster laufend modifiziert werden.

Abbildungen 5 und 6 zeigen den Schaltplan bzw. Bestückungsplan und Platinenlayout der Platine des Drehlinsen-Leuchtfeuers AS135.

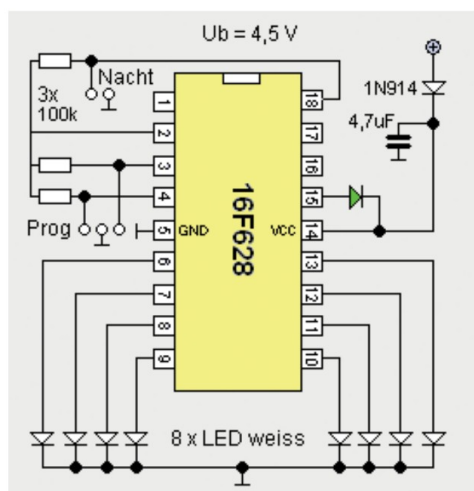


Abb.5: Schaltplan

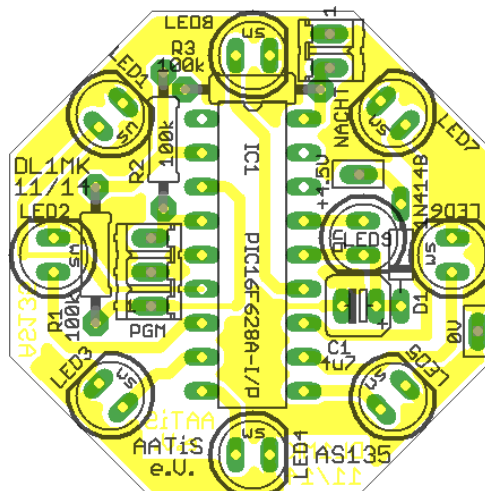


Abb.6: Bestückungsplan und Platinenlayout

Der Jumper „Nacht“ schaltet das Leuchfeuer auf Dauerbetrieb.

Aufbautipp

Die Montage der LEDs ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. In der Regel empfiehlt sich eine horizontale Lage am Rande der Platine (überstehend), damit allseitig möglichst viel Licht für den Restlichteffekt abgestrahlt wird. Reicht der Platz in dem Modell nicht aus, dann werden die LED-Anschlüsse entsprechend gebogen und die Montage erfolgt nach den Platzverhältnissen. Bei den LEDs handelt es sich um 120°-Typen, so dass ein gleitender Lichteffekt entsteht.

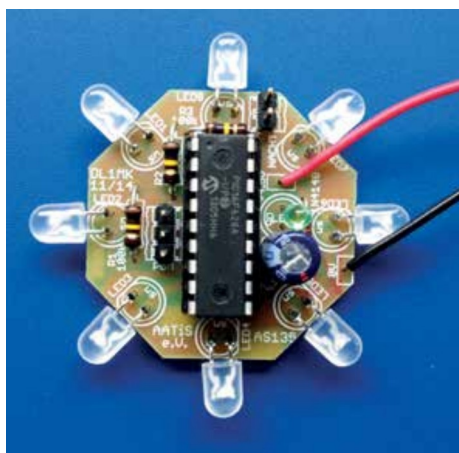


Abb.7: Musterbau des Leuchtfuers AS135

Technische Daten

Betriebsspannung	4,5	V
Stromaufnahme Ø	5 Nacht 0,05 Tag	mA
Sektoren (LEDs)	8	
Dämmerungsschwelle	120*	Lux
Programme	3	

* abhängig von der Betriebsspannung

Programmauswahl

Programm	Kennung	Jumperposition
Helgoland ☼	Blz. 5s	offen
Texel ☼☼	Blz.(2) 10s	links
Norderney ☼☼☼	Blz.(3) 12s	rechts

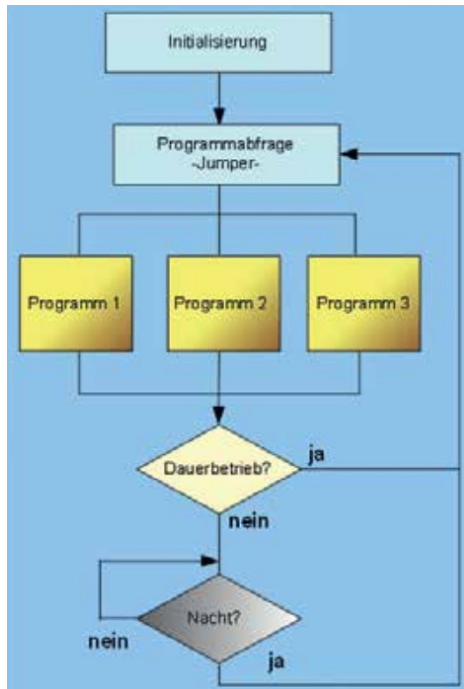


Abb.8: Das Flussdigramm zeigt die Struktur der Software mit der Programmauswahl.

Weitergehende Informationen zu Leuchtleuern

Auf der Webseite der Wasserund Schifffahrtsverwaltung des Bundes [3] finden sich anschauliche Informationen zu Leuchtleueroptiken, teils mit sehr guten Animationen. Eine gute Übersicht über Leuchtturmkennungen mit Animationen gibt es bei [4].

Quellen [1] www.nautisches-lexikon.de/b_navi/leuchtleuer/c.html

[2] Freie Seekarten: <http://map.openseamap.org/>

[3] http://www.wsv.de/fvt/fachinformationen/lf_technik/optikinfo/drehlinsen/index.html

[4] <http://www.leuchtturmseiten.de/home.htm?4998>

[5] http://www.wsv.de/fvt/fachinformationen/lf_technik/umbauten/umbau_borkum/index.html

Autor Dr. Achim Scharfenberg · DL1MK E-Mail: dl1mk@t-online.de
Fotos: DL1MK (Abb.1, 7), DL5OAU (Abb. 4), DH6BB

Besonderer Dank geht an Helmut Berka DL2MAJ für die Umsetzung des Platinenlayouts in das Eagle-Format.

Ein Bausatz ist unter bestellung@aatiss.de unter der Bezeichnung AS135 erhältlich.