

# Multifunktionale Analoguhr

Patrick Kallow, Mechatronik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Abstract**—Im Beginn des Papers wird der Grund erläutert, weswegen sich für genau dieses Projekt entschieden wurde. Zusätzlich werden die verschiedenen Anwendungsbereiche erklärt und es wird die allgemeine Idee und deren Aufbauvorstellung beschrieben. Indes werden in den Vorbetrachtungen einzelne Beispiele, welche dem Projekt der Multifunktionalen Analoguhr ähneln beschrieben und es wird ihr grundsätzlicher Aufbau und teilweise dessen Inspirationsquellen erörtert. Der Hauptteil befasst sich grundsätzlich mit der Umsetzung des Projekts und dessen Funktionsweise. In der Ergebnisdiskussion wird das endgültige Produkt diskutiert und am Ende wird ein Fazit gezogen.

**Schlagwörter:** Lego, NXT, Stoppuhr, Timer, Uhr,

## I. EINLEITUNG

Es wurde versucht mithilfe von NXT Bausteinen und Matlab eine analoge Uhr umzusetzen, welche sowohl einen Timer als auch eine Stoppuhr enthält. Damit man die Möglichkeit besitzt, die Zeit mit verschiedenen Methoden zu messen und die multifunktionale Analoguhr in möglichst vielen verschiedenen Bereichen nutzen zu können. Diese würde in allen Anwendungsbereichen genutzt werden können, wo eine Uhrzeit, Timer oder eine Stoppuhr benötigt werden würde. Wobei es in diesen mithilfe der analogen Uhren nun möglich sein würde, genaue Zeitmessungen durchzuführen. Diese könnte man z.B. beim Kochen, in der Logistik und für die ungefähre Zeitmessung in Praktikumsversuchen nutzen. Des Weiteren wurde versucht die Uhr so stabil wie möglich zu konzipieren, um längeren Gebrauch standhalten zu können und zusätzlich die allgemeine Handhabung zu erleichtern.

## II. VORBETRACHTUNGEN

Beginnend werden nun einige ähnliche Projekte besprochen, welche bereits realisiert wurden. Dabei wird gezeigt welche vorteilhaften Eigenschaften von der multifunktionalen Analoguhr teilweise übernommen wurden und was die jeweiligen Probleme und Nachteile der einzelnen Projekte sind. Wodurch erkennbar wird wie sich die multifunktionale Analoguhr von des anderen unterscheidet und heraussticht.

### A. *Lego Mindstorms Roboclock*

In dieser Lösung [1] hatte der Ersteller eine Analoge NXT Uhr gebaut welche die Zeit wie eine gewöhnliche Tisch Uhr anzeigt. Jedoch konnte diese nur die Sekunden korrekt anzeigen und die Minuten stimmen nicht mit der bereits vergangenen Zeit überein und waren daher nur als kosmetischer Zusatz zu betrachten. Die multifunktionale Analoguhr hat sich hauptsächlich dessen statische Struktur zu eigen gemacht, um die multifunktionale analog Uhr möglichst kompakt und robust zu halten. Außerdem bot das Gerüst genügend Platz, damit es möglich war, das Zahnradnetzwerk für die einzelnen Zeiger zu konzipieren. Dabei können diese zusätzlich als Halterung genutzt werden.

### B. *Time Twister 3*

Diese Lösung hatte eine Digitaluhr umgesetzt welche mithilfe von Gummibändern und sich drehenden Schrifteinzelteilen eine digitale Zeitanzeige ergab. Dies war jedoch nur auf die Minute genau, da sie keine Sekunden anzeigen konnte. Deshalb hatte die Uhr außerdem eine Verzögerung von mehreren Sekunden, wenn sich die Zeit umstellte, da die Einzelteile zu lange gebraucht hatten, um sich in die gewünschte Position zu begeben [2]. Dies war der Grund für den Anreiz eine Analoguhr zu konstruieren.

### C. *Lego Cuckoo clock*

Diese von Lego entwickelte Kuckucksuhr konnte universell die Zeit anzeigen und alle 15 Minuten einen Kuckuck erscheinen lassen [3]. Sie hatte jedoch weder eine eingebaute Stoppuhr noch einen Timer. Sie zeigte jedoch die Möglichkeit ein Signal oder einen Ton nach dem Ablauf einer bestimmten Zeit ertönen zu lassen, sodass mithilfe dieser Grundlage der Timer entwickelt wurde. Welcher im Fall der multifunktionalen Analoguhr mit dem Programm Matlab umgesetzt wurden und nicht mit dem von Lego Mindstorms zur Verfügung gestellten Programm.

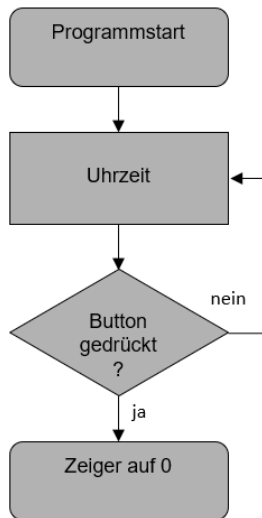


Abbildung 1: Programmablaufplan für den Anfangsteil des Programms

### III. HAUPTTEIL

Die multifunktionale Analoguhr sollte in der Lage sein, bei Einschaltung automatisch die Zeit anzuzeigen und zusätzlich die Funktionen einer Stoppuhr und die eines zu Timers besitzen, wodurch der Benutzer der multifunktionalen Analoguhr mehrere Möglichkeiten zur Messung des Zeitverlaufs hatte.

Der Zeitverlauf sollte mit einem Ziffernblatt, welches an der Vorderseite der Uhr befestigt wurde, ablesbar sein. Die multifunktionale Analoguhr musste zusätzlich zwei Tastsensoren besitzen, wobei der eine zum Aktivieren des Timers diene und der andere zum Aktivieren der Stoppuhr.

Somit war die multifunktionale Analoguhr so konzipiert, dass sie aus einem quadratischen Gerüst bestand, welches an den Ecken abgerundet war. Auf der linken Seite befand sich der Nxt Block, welcher mit den zwei Motoren im hinteren Teil verbunden wurde. Zusätzlich befanden sich links vor dem Nxt Block zwei Tastsensoren welche entgegengesetzt voneinander befestigt waren. Wenn die Uhr nun gestartet werden würde, schalten sie automatisch in den Modus „Aktuelle Uhrzeit“ ein. Dabei würden sich die Zeiger nach der Uhrzeit der internen System Clock des jeweiligen Rechners richten.

Die Uhr würde nach der Aktivierung so lange die Uhrzeit anzeigen, bis sie entweder einen neuen Befehl durch die Tastsensoren bekommt oder die Uhr ausgeschaltet wird.

Falls nun der obere Tastsensor betätigt werden würde, werden alle Zeiger auf die höchste Position gesetzt (Sekunde 60, Minute 60, Stunde 12) und der Stoppuhr Modus würde sich aktivieren. Falls nun wieder der obere Tastsensor betätigt würde, beginnt die Stoppuhr zu laufen und die nach dem Betätigen des Tastsensors vergangene Zeit anzuzeigen. Wenn der obere Tastsensor bei laufender Stoppuhr nun wieder gedrückt wird, dann würde die Stoppuhr stehen bleiben bis entweder der obere Tastsensor betätigt wird und sie weiterlaufen würde oder der untere Tastsensor, wodurch die Uhr wieder in den Modus „Aktuelle Uhrzeit“ wechseln würde

und wieder die Uhrzeit der System Clock anzeigt. Würde während des „Aktuelle Uhrzeit“ Modus nun der untere Tastsensor betätigt, würde die Uhr sich wieder in den Stoppuhr Modus wechseln und die Zeiger würden wieder in die höchste Position gesetzt.

Nun kann der Benutzer den Sekundenzeiger in die gewünschte Position bringen und wenn dieser den Zeiger ein weiteres Mal betätigt, zählt der Timer bis auf 0 gibt dann einen Alarm aus und wechselt wieder in den „Aktuelle Uhrzeit“ Modus.

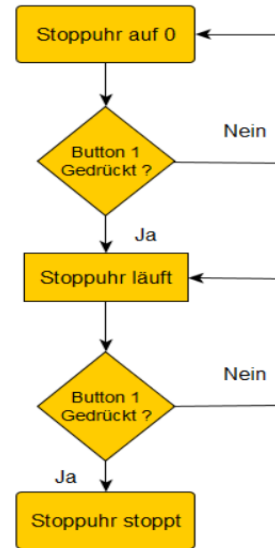


Abbildung 2: Programmablaufplan nach Betätigen das Stoppuhr Tastsensors

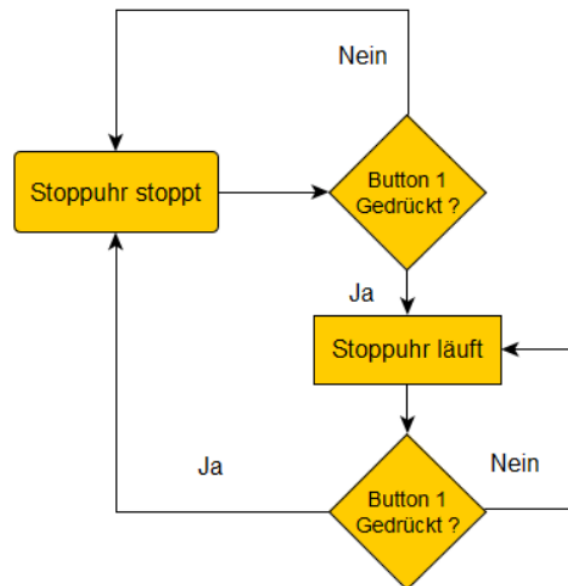


Abbildung 3: Programmablaufplan für die Stoppuhrfunktion

Die multifunktionale Analoguhr ist quadratisch aufgebaut und besitzt an den Ecken Abrundungen ähnlich zu der „Lego Mindstorms Robo Clock“ um sie stabil und handlich zu halten. Sie besitzt 2 Motoren der untere steuert die Sekunden Zahl indem er sich dem Matlabprogramm entsprechend, jede Sekunde um 6° dreht. Der zweite Motor, welcher sich in

gespiegelter Form über dem ersten befindet, ist an der Hauptachse mit dem Minutenzeiger verbunden und bewegt sich wie auch der Sekundenmotor dem Matlabprogramm entsprechend jede Minute um  $6^\circ$ .

Diese Hauptachse ist zusätzlich mit einem Zahnradsystem von 8 Zahnrädern verbunden welche zusammen eine Übersetzungsrate von 1:12 ergeben. Dies wurde zuerst mit dem Übersetzungsverhältnis von 12:24 bei der ersten Übertragung erreicht. Bei der zweiten wurden dann nochmal die gleichen Zahnräder verwendet welche wieder eine Übersetzungsrate von 12:24 besitzen und bei der letzten Zahnradkombination wurde eine Übersetzungsrate von 6:18 gewählt wodurch nun die gewünschte Übersetzungsrate von 1:12 erreicht wurde was in Gleichung 1 zu erkennen ist.

Übersetzungsrate der einzelnen Zahnräder

$$x = 12 = \frac{24}{12} \cdot \frac{24}{12} \cdot \frac{18}{6} = 2 \cdot 2 \cdot 3 \quad (1)$$

Die Zahnradverkopplungen wurden seitlich übereinander versetzt aufgebaut und sind mit Achsen, welche die Momente und Kräfte übertragen verbunden. Dies wurde einerseits getan um Platz zu sparen, da dieser innerhalb der Uhr begrenzt ist und außerdem um die innere Struktur der Uhr zu verstärken, denn durch die senkrecht angebrachten Halterungen für die Achsen der Zahnräder, ist die Stabilität erheblich gestiegen.



Abbildung 4: Zahnradsystem für die Zeiger

Anschließend wurden zur weiteren Verstärkung des Gehäuses Stützstreben am unteren und oberen Ende der Uhr angebracht.

Nun wurde ein Stück Pappe zur Front der Uhr zurechtgeschnitten und mit Zifferblättern versehen, um die Lesbarkeit zu erhöhen. Diese wurden dann mittig zu ihren jeweiligen Anzeigen angebracht. Schlussendlich wurde ein längliches Lego Teil auf die Achse geschoben welches den Zeiger darstellt.

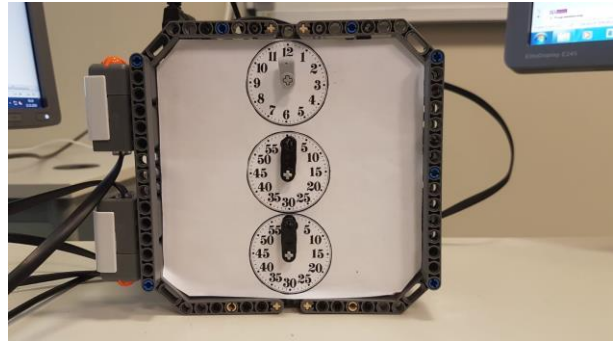


Abbildung 5: Zeigersystem

#### IV. ERGEBNISDISKUSSION

In der Ergebnisdiskussion soll erläutert werden, was bei dem Projekt als Endergebnis herausgekommen ist und welche Probleme dabei aufgetreten sind.

Schlussendlich wurde die multifunktionale Analoguhr fertiggestellt. Die Uhr ist in der Lage die aktuelle Uhrzeit anzuzeigen, eine Stoppuhr und einen Timer einzustellen. Die größten Problematiken waren dabei das Zusammensuchen der verschiedenen Zahnräder um die Übersetzungsrate 1:12 von Minute zu Stunde umzusetzen. Außerdem war es problematisch, ausschließlich aus Lego ein leicht lesbares Ziffernblatt umzusetzen. Dies wurde damit gelöst, ein Ziffernblatt aus Papier und Pappe für die Uhr auszuschneiden und hinter den Zeigern zu befestigen.

Ein weiteres Problem war es, die Stärke der Motoren richtig einzustellen, damit diese sich im richtigen Zeitintervall bewegen, was durch mehrmaliges Testen gelöst wurde.

Das letzte Problem, welches gelöst werden musste, war die Instabilität der inneren Struktur da sich das Lego bei dem rücksetzen der Zeit oder dem Einschalten der Timer oder Stoppuhrfunktion stark verbog denn welches vergleichsweise schnell geschehen musste. Dies wurde gelöst indem weitere Stützstrukturen an der Uhr angebracht wurden und 2 Zahnradkombinationen geändert

#### V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Größtenteils wurden die meisten Ziele erreicht und die Hauptfeatures alle umgesetzt.

Lediglich das Feature des Timers eine hundertste Sekunde anzeigen zu können, war aufgrund der fehlenden Zeit und der Schwachen Struktur der Lego Teile nicht zu realisieren, da diese nicht der hohen Drehzahl standhalten konnten und sich schnell plastisch verformt haben.

Verweis auf die Aussagen der Literaturquellen

Laut [1] ist die Roboclock eine gewöhnlich funktionierende Tischuhr

[2] Nachteile des Time Twisters 3

[3] Funktion der Lego Cuckoo clock

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Artem 16. (Juni 29, 2017, 16:12) letzter Besuch: 18.3.2019  
Rebrickable forum [Online]. Account data:  
<https://rebrickable.com/users/Artem%2016/mocs/>
- [2] Hans Andersson (Februar 2, 2014) letzter Besuch: 18.3.2019  
[tiltedtwister.com/tiltedtwister3](http://tiltedtwister.com/tiltedtwister3) [Online]
- [3] Lego Group. letzter Besuch: 18.3.2019  
<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/build-a-robot/cuckoo-clock>