

Ein besseres Leben für Superman

1. Kurzfassung
2. Die tragische Geschichte des Superman
3. Stand der Technik
 - 3.1 Die Saug-Blas-Steuerung
 - 3.2 Die Knopf-Steuerung
4. Die neue Idee
 - 4.1 Das Prinzip der Beschleunigungssensoren
 - 4.2 Der G-Sensor ADXL202
 - 4.3 Die Außenbeschaltung des ADXL202
 - 4.4 Versuche mit dem G-Sensor
5. Die Umsetzung
 - 5.1 Der Rollstuhl
 - 5.2 Welchen Mikrocontroller?
 - 5.3 Die Software
 - 5.4 Das Flussdiagramm
6. Maussteuerung
7. Patentanmeldung
8. Ausblick
9. Linkverzeichnis

1. Kurzfassung

Ein besseres Leben für Superman

Seit Mai 1995 ist der Superman-Darsteller Christopher Reeve durch einen tragischen Reitunfall, wo er sich den 1. und 2. Nackenwirbel brach, an den Rollstuhl gefesselt. Er ist aber nur einer von vielen, die auf fremde Hilfe angewiesen sind. Mittels unserer Erfindung wollen wir Menschen wie ihm mehr Selbständigkeit schenken. Hierzu verwenden wir den Beschleunigungssensor ADXL202, dessen Signale mithilfe einer Computersoftware ausgewertet werden. Der ADXL202 ist für den Bereich $\pm 2g$ gebaut. Der Sensor ist also so empfindlich, dass der Behinderte den Rollstuhl mittels Kopfbewegung steuern kann. Der G-Sensor kann mit geringen Aufwand am Kopf getragen werden. Er kann durch seine geringen Größe z. B. direkt an einer Brille, im Haar oder in einer Kopfbedeckung getragen werden. Nachdem wir die zahlreichen Probleme, die bei der Umsetzung unserer Idee auftraten nach und nach lösen konnten, sind wir nun in der Lage, einen Rollstuhl mit dem oben genannten Beschleunigungssensor zu steuern.

Mit unserer Erfindung kann der Querschnittsgelähmte auch einen Computer bedienen. Dazu kann er den oben genannten Beschleunigungssensor in Kombination mit einer Saug-Blas-Steuerung verwenden. Die Mausachsen werden also Mithilfe von Kopfbewegungen bewegt und die Maustasten mit der Saug-Blas-Steuerung gedrückt.

Intensive Recherchen im Internet zeigten uns, dass unseren beiden Ideen, einen Rollstuhl sowie eine Computermouse mit einem G-Sensor zu steuern, neu waren. Wir haben uns allerdings bewusst gegen eine Patentanmeldung entschieden, da wir denken, dass man mit dem Leid der Schwerstbehinderten keine Geschäfte machen sollte. Unsere Idee soll jeder Firma zur Nutzung offen stehen, die diese professionell zur Marktreife entwickeln möchte.



Merget, Daniel
Merget, Florian
Stein, Robin

2-takter@web.de
rigobert.merget@t-online.de
RobinStein@gmx.de

Schule: St. Michael-Gymnasium, Markt 11, 53902 Bad Münstereifel

Schü-Ex-Arbeit 2003 von
Daniel Merget, Florian Merget und Robin Stein

2. Die tragische Geschichte des Superman

Christopher Reeve wollte bis zu seinem 50. Geburtstag wieder gehen können. Es hat nicht geklappt.



BERLIN, 24. September.

Jetzt ist es da, das schicksalhafte Datum: Christopher Reeve's 50. Geburtstag. Er hat ihn zugleich herbeigesehnt und gefürchtet. An diesem Mittwoch, so war sich der einstige Superman-Darsteller sicher,

würde er wieder laufen können - oder zumindest seine Beine bewegen. Irgendetwas tun, das ihn ein Stückchen der Normalität näher bringt. Einer Normalität, die für den Schauspieler vor sieben Jahren, drei Monaten und 29 Tagen jäh verloren ging.

Damals, im Mai 1995, hatte sein Pferd vor einem Hindernis gescheut. Der passionierte Reiter war schon ein Jahr lang nicht mehr gestürzt. An diesem Tag aber schnellte Reeve aus dem Sattel. Er landete mit der ganzen Masse seines 1,93 Meter großen Körpers auf

dem Kopf. Beim Aufprall brachen der erste und der zweite Halswirbel, der Schädel wurde nur noch von den Halsmuskeln am Rumpf gehalten. Als Reeve vier Tage nach dem Unfall aus dem Koma erwachte, war er vom Hals abwärts gelähmt.

Jetzt begann für den gerade 43-jährigen Star ein Kampf, den wohl selbst sein heroischer Filmcharakter Clark Kent als aussichtslos betrachtet hätte. Unterstützt von seiner Frau, der Schauspielerin Dana Morosini, und seinen drei Kindern (zwei davon aus einer früheren Beziehung) verdrängte Reeve erst den Gedanken an Suizid und später die resignierenden Aussagen seiner Ärzte. Deren Diagnose war eindeutig: Der Sportfan würde Zeit seines Lebens auf Maschinen angewiesen sein - zum Essen, zum Fortbewegen, zum Atmen. Er würde vier Stunden zum Aufstehen brauchen und noch mal zwei, um vor dem Zubettgehen "ausgezogen, gewaschen, entleert" zu werden. Eine Verbesserung seines Zustands, eine Heilung gar, schlossen die Mediziner kategorisch aus.

Christopher Reeve ist auf einen computerbetriebenen Rollstuhl angewiesen, den er mit dem Mund steuern kann.

Quelle: Berliner Zeitung (www.berlinonline.de) Artikel vom 25.09.02

Für Menschen wie Reeve, die in allen Lebenslagen auf fremde Hilfe angewiesen sind, ist jedes bisschen Selbständigkeit wertvoll. Wie in der Kurzfassung schon beschrieben, können wir ihnen mithilfe der neuen Sensorsteuerung die selbständige Fortbewegung erheblich erleichtern.

3. Stand der Technik

3.1 Saug-Blas-Steuerung

Bei der Saug-Blas-Steuerung wird dem Gelähmten ein kleines Röhrchen in den Mund gegeben, durch das er pusten und saugen kann. Durch die verschiedenen Saug-Blas-Codes bewegt sich der Rollstuhl fort.



Abb. 3.1.1: Die Saug-Blas-Steuerung

3.2 Knopf- Steuerung

Bei der Knopf-Steuerung fährt man in die gewünschte Richtung, wenn man mithilfe des Kopfes vier in der Kopflehne integrierte Knöpfe betätigt. Diese Steuerung ist allerdings nicht sehr genau. Außerdem ist die präzise Betätigung der Knöpfe für einen behinderten Menschen sehr anstrengend.

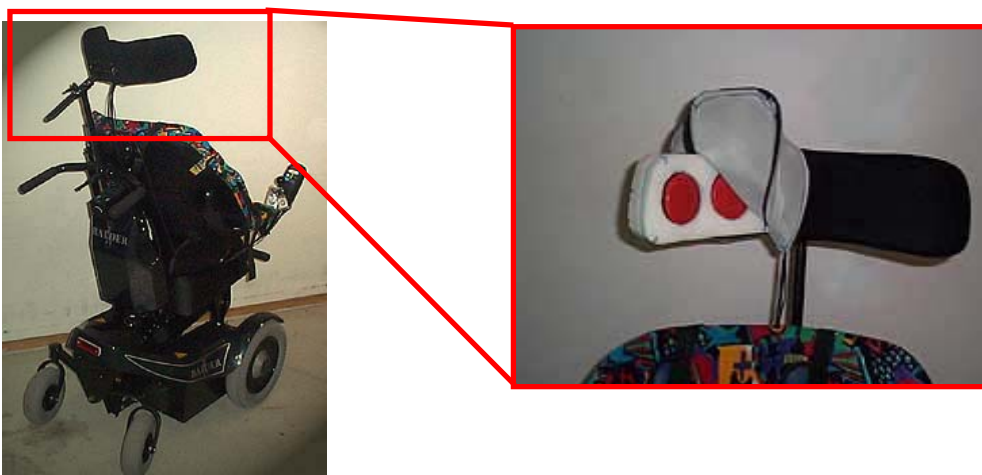


Abb. 3.2.1: Die Kopflehne der Knopf-Steuerung

4. Unsere neue Idee

4.1 Das Prinzip eines Beschleunigungssensors

Das Prinzip der mikromechanischen Beschleunigungssensoren basiert auf der simplen Idee eines Spannungsteilers. Dabei werden z.B. zwei Kondensatoren so angeordnet, dass sie sich eine gemeinsame Kondensatorplatte teilen. Durch Beschleunigung oder Neigung des Sensor wird die Position der mittleren Platte verändert. Durch das veränderte Verhältnis der Plattenabstände verändert sich auch das Verhältnis der Spannungen zueinander. Ein Mikrocomputer errechnet dann anhand der verschiedenen Spannungsverhältnisse eine Rechteckspannung, über deren Pulsweite die Neigung errechnet werden kann.

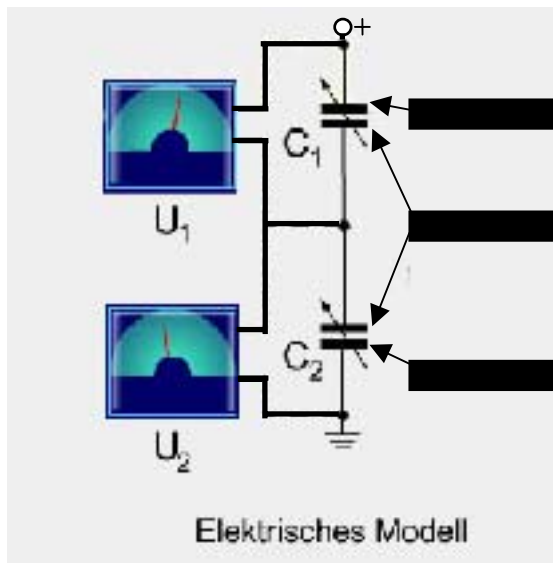


Abb. 4.1.1: Vereinfachtes Modell eines Beschleunigungssensors.

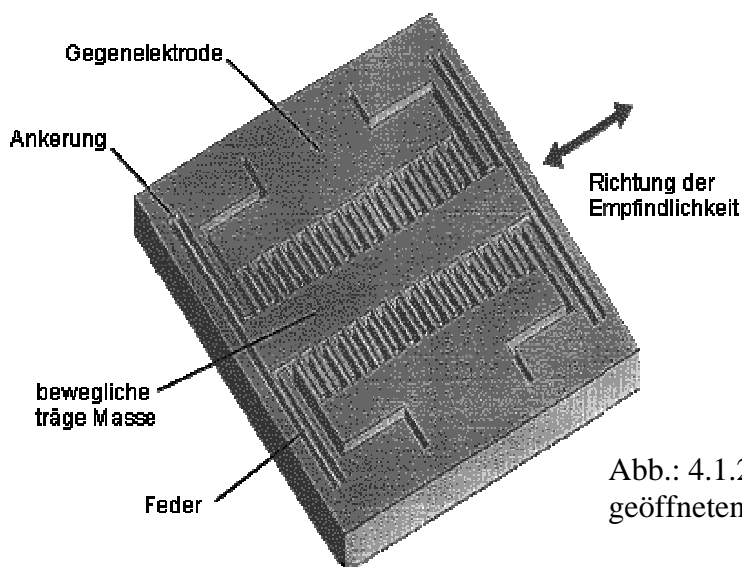


Abb.: 4.1.2 Draufsicht auf einen geöffneten Beschleunigungssensor

4.2 Der G-Sensor ADXL202

Wir haben uns für den G-Sensor „ADXL202“ von „Analog Devices“ entschieden, da er schon an unserer Schule zur Verfügung stand, und für unsere Zwecke mehr als ausreicht. Er ist ein zweiachsiger, mikromechanischer Beschleunigungssensor, der zwei digitale Signale liefert, deren Pulsweite die gemessene Beschleunigung wiedergibt. Der Sensor kann sowohl statische (Gravitation) als auch dynamische (Vibration) Beschleunigungen in zwei Achsen (x und y) messen. Der Typ ADXL202 verfügt über einen Messbereich von ± 2 g, was für unsere Verhältnisse sehr geeignet ist.



Abb. 4.2.1: Der G-Sensor ADXL202

Der G-Sensor liefert zwei Rechteckspannungen, die für die beiden Achsen x und y stehen.

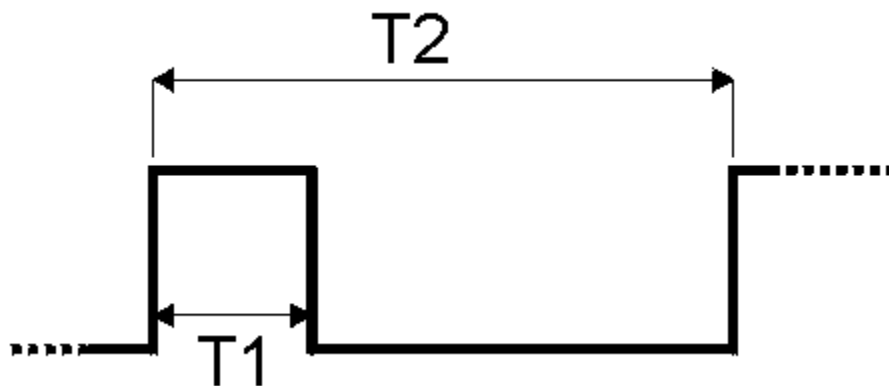


Abb. 4.2.2: Eines der beiden digitalen Ausgangssignale des G-Sensors ADXL202

Die Periodendauer des Ausgangssignals T_2 lässt sich mithilfe von externen Widerständen in einem Bereich von 1-10 ms regeln. Die Periodendauer T_2 bleibt, wenn einmal eingestellt, konstant. Das Verhältnis von T_1 zu T_2 gibt die Neigung des Sensors wieder. Ist T_1 z.B. $\frac{1}{2} T_2$ beträgt die Beschleunigung $0g$, und der Sensor liegt genau gerade auf dem Boden. Das Verhältnis von T_1 zu T_2 schwankt von 0,25 bis 0,75. Das heißt, dass die Pulsweite von T_1 von $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{3}{4} T_2$ schwankt.

4.3. Die Außenbeschaltung des G-Sensors ADXL202

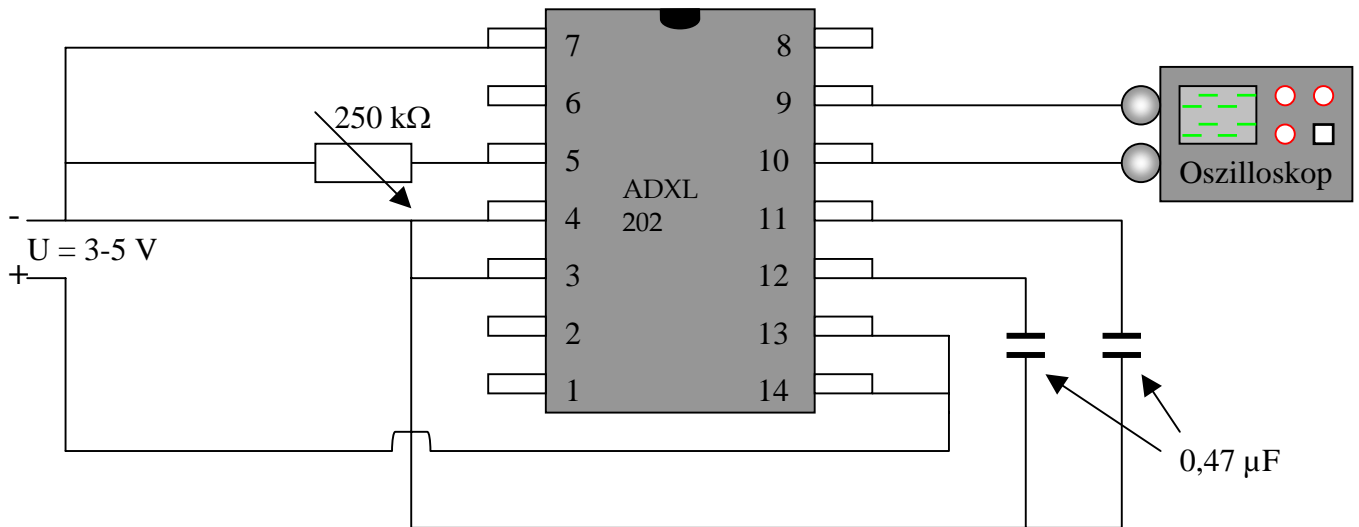


Abb. 4.3.1: Die Außenbeschaltung des G-Sensors ADXL202

Das Datenblatt gibt folgende Belegung der Ausgänge an:

| | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ausgang 1+2: | Nicht belegt |
| Ausgang 3+4: | Die Ausgänge 3+4 werden auf Masse gelegt. |
| Ausgang 5: | Es wird ein regelbarer Widerstand angeschlossen. Mit diesem Widerstand wird die Periodendauer von T2 geregelt. |
| Ausgang 6: | Nicht belegt |
| Ausgang 7: | Wird ebenfalls auf Masse gelegt. |
| Ausgang 8: | Nicht belegt |
| Ausgang 9: | Ausgabe der y-Werte für die Rollstuhlsteuerung (Siehe Ausgang 10). |
| Ausgang 10: | Ausgabe der x-Werte für die Rollstuhlsteuerung. Zur Verdeutlichung haben wir ein Oszilloskop an die x und y Ausgänge des G-Sensors angeschlossen. So werden die Rechtecksignale sichtbar. |
| Ausgang 11+12: | Sie sind jeweils an einen Kondensator angeschlossen (Zur Rauschreduktion und als Tiefpassfilter). |
| Ausgang 13+14: | Werden an den Pluspol angeschlossen. |

4.4 Versuche mit dem G-Sensor

An die x- und y-Ausgänge des beschalteten Sensors schlossen wir ein Oszilloskop an. Auf dem Display des Oszilloskopes zeigten sich folgende Rechtecksignale.

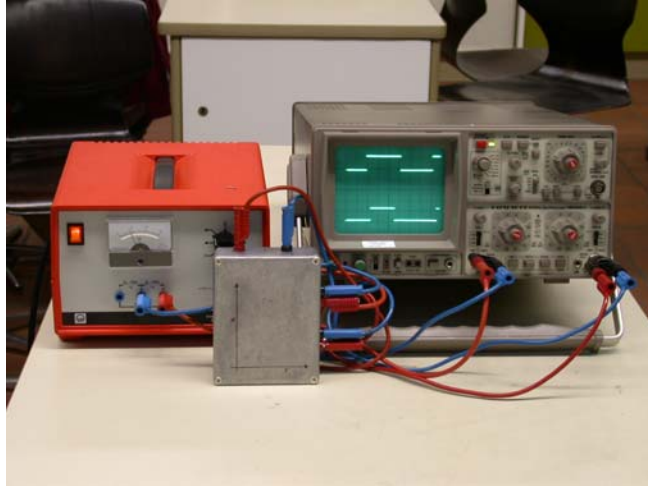


Abb. 5.1.1: An das Oszilloskop angeschlossener ADXL202 im Aluminium-Kasten

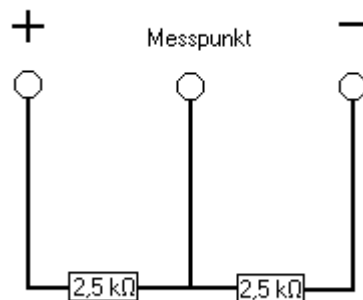
Da wir für das Programm natürlich die Länge der Rechtecksignale genau kennen mussten, machten wir ein Experiment um die Werte zu messen. Hierzu banden wir einer Versuchsperson das Kästchen mit dem G-Sensor auf den Kopf. Er bewegte seinen Kopf langsam nach hinten, vorne, links und rechts, soweit wie eine angenehme Kopfstellung möglich ist. Wir stellten das Oszilloskop so ein, dass 1 cm auf dem Display 10 ms entsprach. Jetzt war es uns möglich, mit Hilfe eines Lineals die Länge T1 und T2 der beiden Rechtecksignale zu messen, und die Verhältnisse auszurechnen.

| | |
|-------------------|-------|
| Ausgangsposition: | 0,543 |
| Hinten: | 0,47 |
| Vorne: | 0,57 |
| Rechts: | 0,54 |
| Links: | 0,56 |

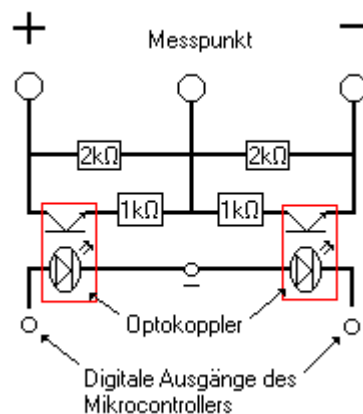
5. Die Umsetzung

5.1 Der Rollstuhl

Um einen Rollstuhl zu steuern, mussten wir natürlich zuerst einmal einen Rollstuhl besitzen. Da wir aus finanziellen Gründen leider keinen Elektrorollstuhl kaufen konnten, suchten wir eine Alternative. Wir entschieden wir uns für ein ferngesteuertes Modellauto, welches wir mittels des G-Sensors wie einen Rollstuhl steuern wollten. Dazu reicht es theoretisch, nur die Steuerknüppel zu simulieren. Man muss der Fernsteuerung also das „Gefühl“ geben, als ob die Steuerknüppel bewegt würden. Dazu schauten wir uns einmal einen Steuerknüppel an. Dieser Steuerknüppel besteht aus einem einfachen Potentiometer, das bei der Steuerknüppelbewegung gedreht wird.



Bei einem Vollausschlag des Steuerknüppels ändern sich die Widerstandswerte um 500Ω , so dass das Verhältnis $3k\Omega$ zu $2k\Omega$ beträgt, oder anders herum. Nun mussten wir diese Widerstände simulieren. Dazu haben wir eine Schaltung gelötet, die mittels Optokoppler Widerstände schaltet.

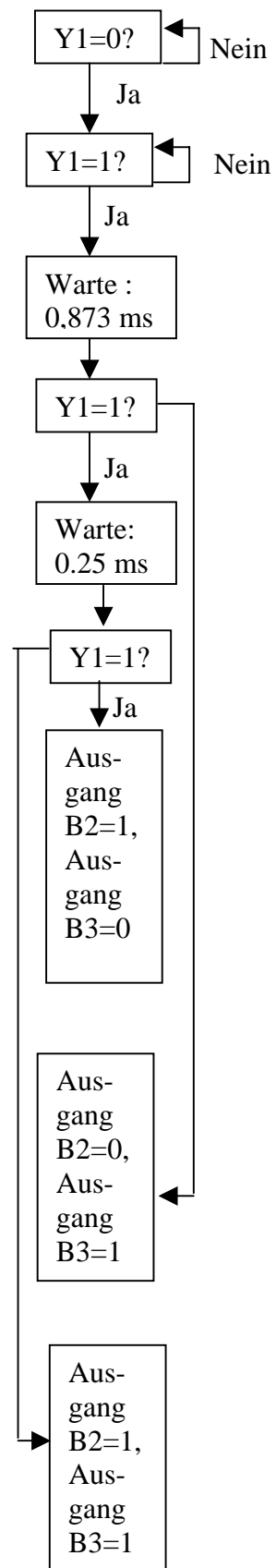
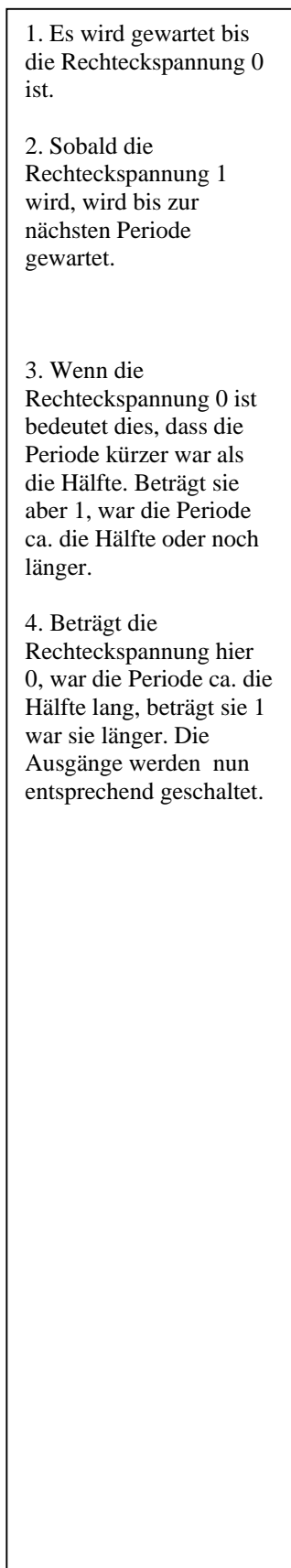
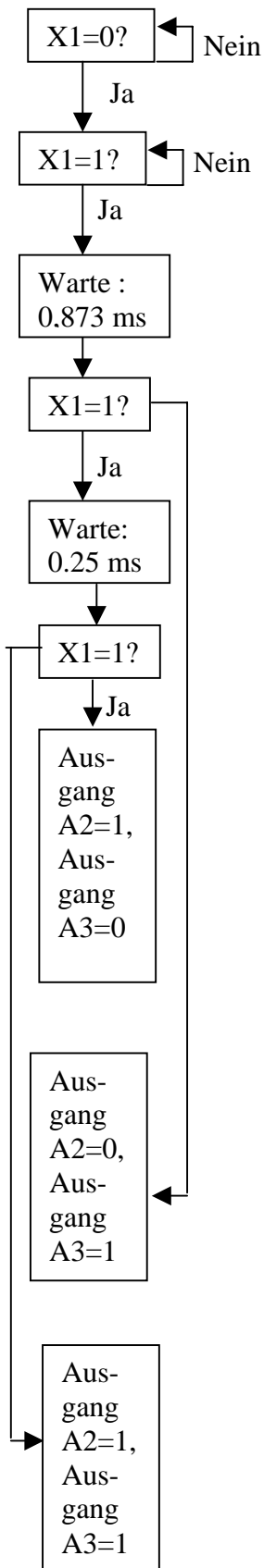


Um die Optokoppler zu schalten brauchten wir natürlich ein Interface oder einen Mikrocontroller, der die Signale des G-Sensors auswertet, und die Optokoppler je nach Neigung des G-Sensors schaltet.

5.3 Die Software

Auf der folgenden Seite ist das Flussdiagramm unseres Programms zu sehen, das die Rechteckspannungen des G-Sensors auswertet und die Fernsteuerung unseres Modelrollstuhls steuert. Dazu wird die Periodendauer T_1 des Sensors gemessen und mit unseren Sollwerten verglichen. Im zweiten Teil des Programms werden die Ausgänge, also die Optokoppler geschaltet.

5.4 Das Flussdiagramm



Schü-Ex-Arbeit 2003 von
Daniel Merget, Florian Merget und Robin Stein

6. Maussteuerung

Während der Arbeit an unserem mittels G-Sensor gesteuerten Rollstuhles kam uns die Idee, dass auch andere zweiachsige Gegenstände wie z.B. eine Computermaus mit einem G-Sensor gesteuert werden können. Hierbei können Behinderte mithilfe der Saug-Blas-Steuerung die Tasten der Maus bedienen und die Enter-Taste betätigen. So ist es dem Behinderten möglich die Maus mit dem Kopf zu bedienen. Kann der Behinderte erst einmal einen Computer bedienen, so stehen ihm viele Welten offen. Es gibt zwei Möglichkeiten, dies zu realisieren.

1. Es wird ein bewegliches Mausepad unter einer feststehenden Maus befestigt. Nun kann das Interface über eine Schrittmotorsteuerung das Mausepad bewegen. Diese Methode ist auch für optische Mäuse geeignet.

2. Die feststehende Maus wird direkt über die Bewegung ihrer x-und y-Achsen angesprochen. Dies ist natürlich eleganter, als gleich das ganze Mausepad zu bewegen. Allerdings auch um einiges komplizierter.

Wir haben uns als Ziel gesetzt, eine der beiden Steuerungen bis zum Wettbewerb vorführen zu können.

7. Patentanmeldung

Intensive Recherchen im Internet zeigten uns, dass unseren beiden Ideen, einen Rollstuhl sowie eine Computermaus mit einem G-Sensor zu steuern, neu waren. Wir haben uns allerdings bewusst gegen eine Patentanmeldung entschieden, da wir denken, dass man mit dem Leid der Schwerstbehinderten keine Geschäfte machen sollte. Unsere Idee soll jeder Firma zur Nutzung offen stehen, die diese professionell zur Marktreife entwickeln möchte.

8. Ausblick

Wir möchten den behinderten Menschen ein besseres Leben ermöglichen. Ihr Rollstuhl, wie auch viele andere Alltagsgegenstände können mittels Beschleunigungssensoren und Mikrocontroller gesteuert werden. Dadurch erschließen sich dem Behinderten viele neue Betätigungsfelder, die ihrem Leben wieder mehr Inhalt und Freude geben können.

Außerdem wollen wir der Christopher Reeve Foundation eine E-Mail schreiben, in der wir ihr unsere neue Steuerung vorstellen. So das unser „Superman“ auch von unserem Projekt erfährt.

9. Linkverzeichnis

Zeitungsartikel zu Christopher Reeve:

www.berlinonline.de

Bilder zur Saug-Blas-Steuerung:

www.oraltec.de

Bilder zur Knopfsteuerung:

www.rolli.de