

4-Gewinnt auf einem Mikrocomputer der 8051-Famile

von

**Max Heidinger, Sophia Matthis, Pascal Riesinger, Martin
Stephan**

Kurs TINF17B1

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Motivation	3
1.2	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	5
2.1	Assembler	5
2.2	Der 8051 Mikrocomputer	6
2.3	Entwicklungsumgebung MCU-8051 IDE	7
3	Konzept	9
3.1	Programmentwurf	9
4	Implementierung	12
5	Zusammenfassung	16

1 Einleitung

1.1 Motivation

Mit dem 8051 ist ein relativ einfacher Einstieg in die Assemblerprogrammierung möglich. Assembler ist sehr maschinennah und bietet aus diesem Grund nicht die Annehmlichkeiten, die beispielsweise objektorientierte Programmiersprachen wie Java mit sich bringen.

An einem Simulator lässt sich gefahrlos erproben, wie mit Pointern und sehr begrenztem Speicherplatz umzugehen ist.

Durch die andere Herangehensweise an ansonsten vertraute Programmierstrukturen wie zum Beispiel Vergleichen, die nun mit Jump-Befehlen und negativen Vergleichen implementiert werden müssen, wird das logische Denkvermögen geschult.

1.2 Aufgabenstellung

Es soll ein Spiel nach dem bekannten Spielkonzept von „4-Gewinnt“ in Assembler auf dem 8051 entwickelt und implementiert werden.

Dafür wird für die Visualisierung der Spielfläche eine entsprechende Hardware gewählt, auf der die Spielstände der beiden Spieler angezeigt werden (Output). Die Auswahl der Spalte, in der ein „Spielstein“ platziert werden soll, muss ebenfalls über eine entsprechende Hardware gelöst werden (Input).

Die beiden Spieler müssen damit in der Lage sein, abwechselnd sogenannte Spielstei-

ne in selbst ausgewählte Spalten zu werfen, welche dann am oberen Ende des Stapels angefügt werden. Hat ein Spieler es geschafft, 4 seiner Spielsteine hintereinander in eine Reihe oder Spalte zu bringen, hat er gewonnen.

Dabei soll sicher gestellt sein, dass nicht mehr Spielsteine in eine Spalte geschmissen werden als Platz ist. Auch wichtig ist, dass die Spielsteine der beiden Spieler klar voneinander zu unterscheiden sein müssen, damit es nicht zu Verwechslungen kommen kann.

2 Grundlagen

2.1 Assembler

Ein Assembler ist ein Übersetzer, der Assemblersprache in Maschinensprache (Binär-code) umwandelt, was bei Assemblersprache ohne irgendwelche Umwege möglich ist.

Dies ist möglich, da die Assemblersprache eine sehr maschinennahe Sprache ist und dabei zwischen der Maschinensprache und den sogenannten höheren Programmiersprachen angesiedelt ist. Dabei sind die Programm-Instruktionen durch symbolhafte Abkürzungen repräsentiert und nutzen den vollen Befehlssatz eines Prozessors, im Gegensatz zu höheren Programmiersprachen, die sich auf eine Auswahl des Befehlssatzes beschränken.

Die Assemblersprache arbeitet sehr nahe an der Prozessorarchitektur, was sich auf eine sehr gute Effizienz auswirkt. Der große Nachteil dabei ist aber, dass jeder Prozessor eine eigene Architektur hat, was einen eigenen Befehlssatz mit sich zieht. Somit muss zum Teil ein Programm ganz umgeschrieben werden, um auf einem neuen Prozessor laufen zu können. Bei Intel sind alle Prozessoren abwärts miteinander kompatibel.

2.2 Der 8051 Mikrocomputer

Die ersten Mikroprozessoren der 8051-Reihe wurden im Jahr 1980 von Intel entwickelt. Es handelt sich dabei um einen direkten Nachfolger der 8048-Familie. Die 8051-Familie erfreute sich extrem großer Beliebtheit. So wurden über 250 Familienmitglieder von verschiedensten Herstellern wie Philips, Siemens, AMD, OKI und weiteren gebaut und produziert. Der Höhepunkt der Beliebtheit des 8051 war das Jahr 1995, in welchem diese Mikroprozessorfamilie einen Marktanteil von bis zu 30 Prozent erreichte und täglich mehr als eine Million Prozessoren hergestellt wurden.

Auch technisch war der 8051 zu damaligen Zeiten hochmodern, was man folgenden Eckdaten entnehmen kann:

- 1,2 - 18MHz Taktrate, oft werden 12MHz verwendet
- 4 kByte ROM
- 128 Byte RAM
- 4 8-Bit Eingabe- und Ausgabeports
- 2 16-Bit Zähler beziehungsweise Zeitgeber
- Eine USART-Schnittstelle
- 5 Interruptquellen
- Bei einer Taktrate von 12MHz laufen
 - 58% der Befehle in $1\mu s$
 - 40% der Befehle in $2\mu s$

– 2% der Befehle in $4\mu s$

ab. Die langsamsten Befehle sind beispielsweise Multiplikation und Division.

2.3 Entwicklungsumgebung MCU-8051 IDE

In diesem Kapitel geht es um die in dem Projekt zum Einsatz kommende IDE (Integrated Development Environment). Dabei handelt es sich um einen Simulator zur Entwicklung verschiedener Mikrocontroller unter optionaler Verwendung von emulierten elektronischen Peripheriegeräten. Dabei handelt es sich beispielsweise um eine 8-Segment-Anzeige, LEDs, LED-Displays, LED-Matrizen, eine einfache Eingabe oder Matrizen-Eingabe, LCD-Anzeigen oder Temperatur-Sensoren. Dies können vom Anwender frei hinzugefügt und nach ordnungsgemäßer Konfiguration eingesetzt werden. Die Software wurde sowohl für Linux, als auch Windows Betriebssysteme entwickelt.

Unterteilt wird die IDE in vier verschiedene Bereiche. Mittig befindet sich der eingebaute Texteditor mit zusätzlichem Syntaxhighlighting, -validierung und -autocompleting - In diesem kann in C und Assembler programmiert werden. Links und rechts daneben befindet sich die Projektübersicht und einem Panel zum Debuggen. Darunter die Anzeige für den Speicher, Akkumulator und dem Register des Prozessors. Diese beinhaltet darüber hinaus noch den Timer und die Ports für eine externe Kommunikation.

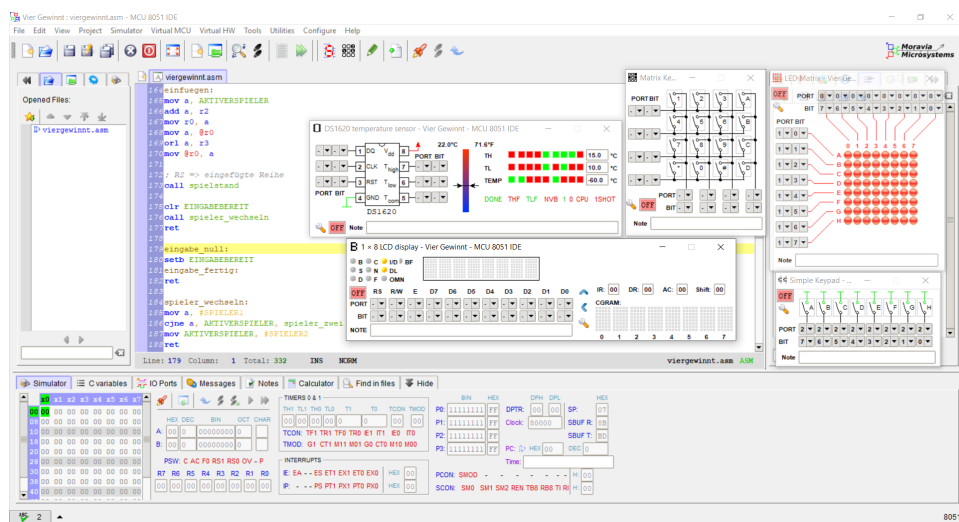


Abbildung 2.1: MCU-8051 IDE

3 Konzept

Entwickelt werden soll ein 4-Gewinnt Spiel für zwei Spieler. Die Ausgabe soll auf einer $8 \cdot 8$ LED-Matrix erfolgen. Die Eingabe wird durch 8 Schalter ermöglicht.

3.1 Programmentwurf

Der Programmfluss, wie er in Abbildung 3.1 dargestellt ist, beschreibt den Ablauf des Programms.

Nach dem Start des Simulators beginnt die Initialisierung des Programms - der benötigte Speicher wird zurückgesetzt, Spieler 1 als aktiver Spieler ausgewählt und der Timer gestartet. Danach beginnt die Hauptschleife.

In ihr wird wiederholt abgefragt, ob aktuell eine Eingabe getätigt werden kann – also, ob das Keypad vollständig auf false gestellt wurde. Ist dies möglich prüft eine Schleife auf eine Eingabe durch den aktiven Spieler. Wurde diese ausgeführt, wird anhand des Zuges überprüft, ob der Spieler es geschafft hat 4 Steine nebeneinander zu setzen. Ist dies der Fall, hat er gewonnen - andernfalls kommt es zum Spielerwechsel und die Hauptschleife beginnt von Neuem. Sobald ein Spieler gewonnen hat, wird die Spielerzahl des Siegers angezeigt. Es besteht die Möglichkeit, ein neues Spiel zu beginnen, indem auf dem Keypad der erste und letzte Taster betätigt werden. Dann wird der Spieler gewechselt – also fängt der Verlierer an – und das Spiel startet erneut.

Zusätzlich zu dieser Hauptschleife wird über ein Timerinterrupt regelmäßig eine Routine ausgeführt, welche das aktuelle Spielbrett ausgibt. Dabei werden die vom ersten Spieler gesetzten Steine auf der LED-Matrix durchgängig beleuchtet, während

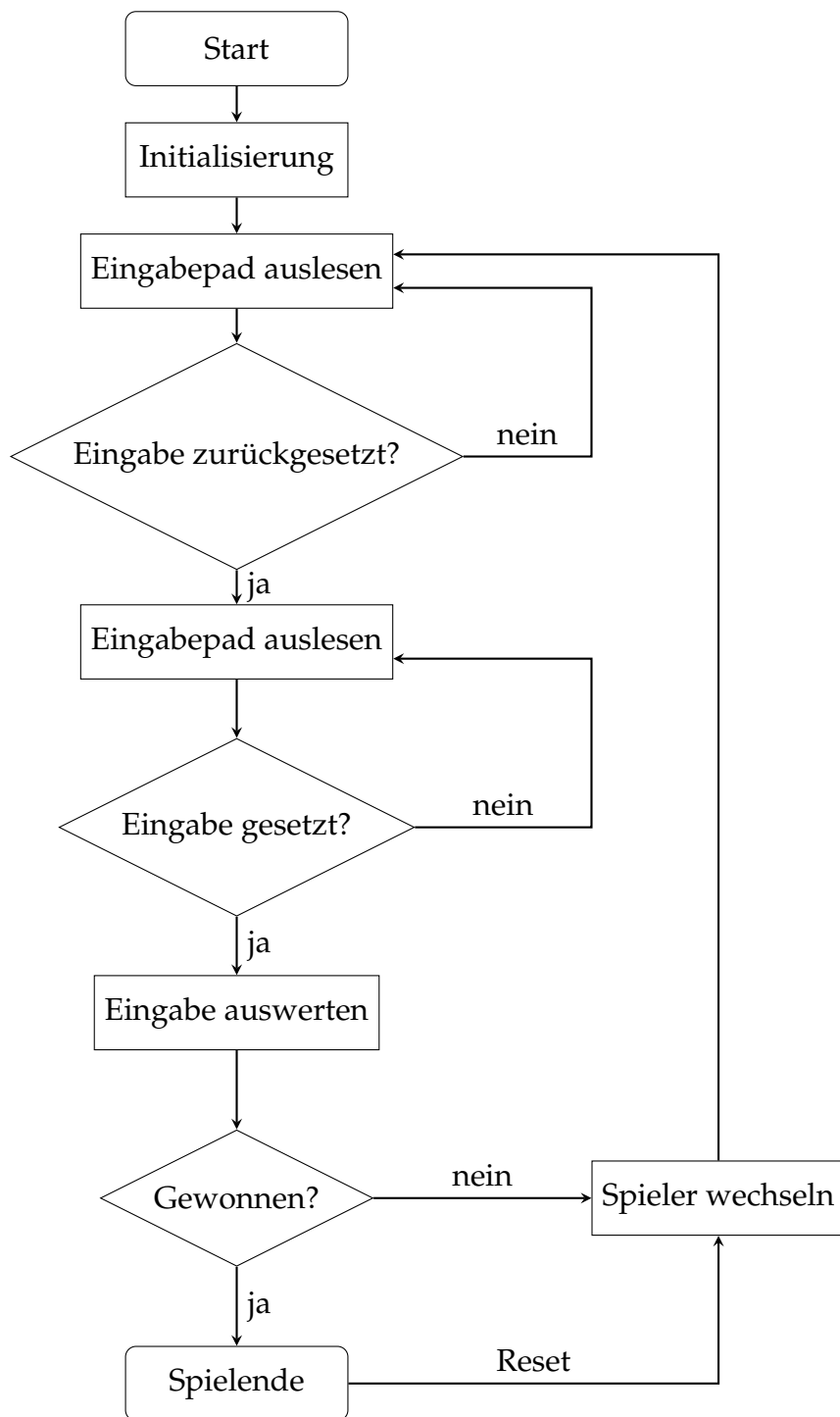


Abbildung 3.1: Programmfluss des Spieles

die Steine des zweiten Spielers blinken.

Hinweis: Die Wiederholrate, mit welcher die LED-Matrix aktualisiert wird ist zu groß, um den Blinkeffekt sehen zu können. Sie musste allerdings für die Entwicklung im Simulator so stark erhöht werden, da der Simulator deutlich langsamer als die tatsächliche Hardware ist.

4 Implementierung

Für Vier-Gewinnt kommen folgende Funktionen zum Einsatz:

- Port 0 bis 2
- Timer

Im ersten Schritt haben wir die Ein- und Ausgabemöglichkeit festgelegt. Als Ausgabe kommt eine LED Matrix, wie in Abbildung 4.1 zu sehen ist zum Einsatz, deren Horizontale über den Port 0 und Vertikale über den Port 1 angesteuert werden. Auf der Matrix werden die Steine der Spieler durch einzelne LEDs angezeigt. Um zwischen den Steinen beider Spieler unterscheiden zu können, werden die des zweiten Spielers nur bei jeder zweiten Ausgabe angezeigt, sodass diese blinken.

Für die Festlegung, welchen Zug der Spieler getätigt bzw. wo dieser einen Stein gesetzt hat, kommt ein Keypad, wie es in Abbildung 4.2 zu sehen ist zum Einsatz. Dieses ist mit Port 2 verbunden. Wird ein Schalter betätigt, wird der jeweilige Pin mit dem Massepotential verbunden, also auf „low“ gesetzt.

Wenn das Spiel beginnt, werden zunächst alle Ports initialisiert, also Port 0 und Port 1 auf „low“ gesetzt, um die Ausgabe zu löschen. Danach wird der Timer konfiguriert. Direkt im Anschluss springt der Mikrocomputer in eine Dauerschleife, in welcher er ständig abfragt, ob eine Eingabe getätigt wurde. Dies ist der Fall, wenn an Port 2 nicht mehr alle Bits auf „high“ gesetzt sind. Ausgewertet wird dies, indem zunächst der Wert von Port 2 in den Akkumulator geschrieben und anschließend invertiert wird. Sollte nun eine Null im Akkumulator vorliegen, wurde keine Eingabe getätigt.

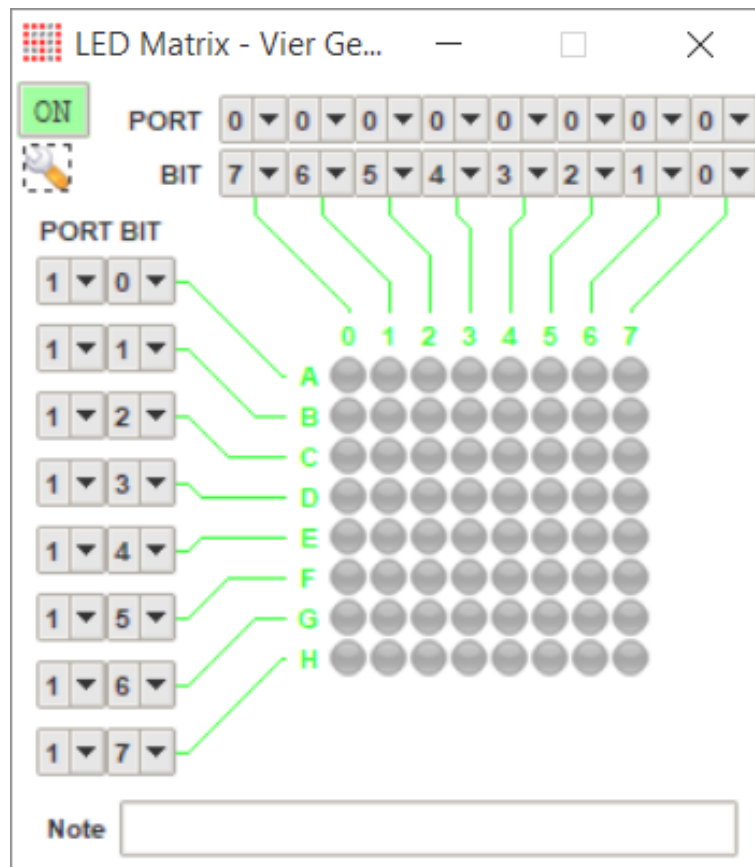


Abbildung 4.1: LED Matrix - Ausgabewerk

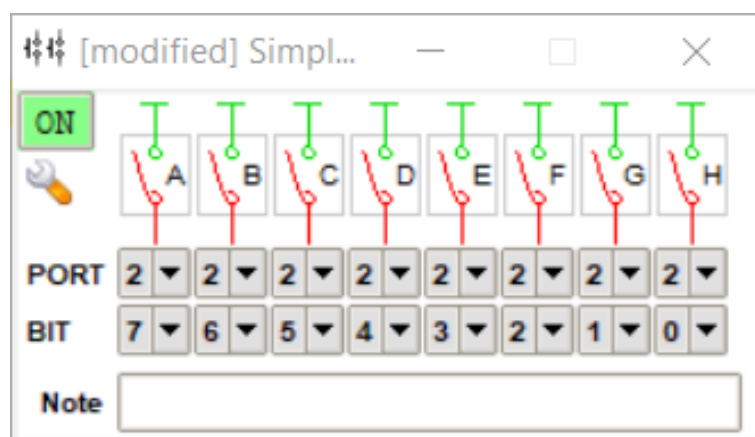


Abbildung 4.2: Keypad - Eingabewerk

Andernfalls wird die Eingabe nun bearbeitet, indem berechnet wird, in welcher Zeile der durch den Schalter ausgewählten Spalte der Stein platziert werden muss. Dafür werden alle Zeilen von unten nach oben so lange durchlaufen, bis die aktuelle Zeile eine leere Zelle in der passenden Spalte hat. Sollte die oberste Spalte erreicht werden, hat der Spieler eine neue Chance.

Wurde ein Stein platziert, wird nun ausgewertet, ob der aktuelle Spieler das Spiel gewonnen hat. Dafür wird die Zeile, in die der letzte Stein gesetzt wurde, mit den möglichen Steinkombinationen verglichen. Dies geschieht, indem die Zeile mit einem „gewinnenden“ Muster UND-verknüpft wird. Entspricht der Zeilenwert nun einer Zahl, mit vier gesetzten Bits (15, 30, 60, 120, 240), so hat der aktuelle Spieler gewonnen. Falls auf diese Weise keine gewinnende Kombination gefunden werden konnte, wird der Spielstand nun Spaltenweise überprüft. Dafür werden immer vier übereinander liegende Zeilen UND-verknüpft. Erhält man bei der Verknüpfung ein Ergebnis ungleich Null, so bedeutet dies, dass vier Steine übereinander liegen und der aktuelle Spieler hat gewonnen.

Wurde kein Gewinn festgestellt, wird der aktuelle Spieler gewechselt und es wird so lange gewartet, bis alle Knöpfe des Keypads deaktiviert wurden. Dadurch werden versehentliche Eingaben verhindert. Ist das Keypad zurück gesetzt worden, kann der nächste Spieler eine Eingabe treffen und die Schleife läuft von vorne ab.

Parallel zur Hauptschleife läuft ein Timer, welcher in definierten Zeitabständen einen Interrupt auslöst. Dieser Interrupt ist für das Ausgeben des aktuellen Spielstandes auf der LED-Matrix verantwortlich. Da der Spielstand für jeden Spieler in 8 Bytes gespeichert ist, ist die Ausgabe sehr simpel. Für jede Zeile werden folgende Schritte ausgeführt:

- Kopiere die Bitmaske, welche angibt, ob Spieler 2 ausgegeben werden soll in den Akkumulator (0x00 oder 0xFF)
- UND-verknüpfe die Zeile (das Byte) von Spieler 2 mit dem Akkumulator
- ODER-verknüpfe die Zeile (das Byte) von Spieler 1 mit dem Akkumulator

- Kopiere den Akkumulatorinhalt in Port 0
- Setze das Bit der entsprechenden Zeile in Port 1 auf „high“
- Setze das Bit der entsprechenden Zeile in Port 1 auf „low“

Falls ein Spieler gewonnen hat, wird dies signalisiert, indem der Spielstand von Spieler 1 geleert wird und in den Spielstand von Spieler 2 entweder eine Eins oder eine Zwei (entsprechende Muster auf der Matrix) geschrieben werden, je nach dem welcher Spieler gewonnen hat. Dies sorgt dafür, dass die Spielerzahl des gewinnenden Spielers auf der Matrix blinkt. Die Muster der „1“ und „2“ werden in einer Datenbank zeilenweise gespeichert. Sobald der Spielstand durch die Eingabe der Zahl 129 (erster und letzter Schalter) auf dem Keypad zurückgesetzt wird, fängt das Spiel erneut an.

5 Zusammenfassung

Insgesamt ist ein spielbares Vier-Gewinnt-Spiel entstanden, welches den Gewinner ausgeben und nach erfolgreichem Spielende neugetartet werden kann. Leider war es aus zeitlichen Gründen nicht möglich, eine Abfrage für vier diagonal liegende Steine zu programmieren, sodass es relativ schwierig ist in einem Spiel gegen einen anderen Spieler zu gewinnen. Man muss dazu sagen, dass die Simulatorgeschwindigkeit sich zudem leider auch negativ auf das sonst so packende Spielerlebnis auswirkt, da es relativ lange dauert, bis eine Eingabe sichtbar wird.

Nichtsdestotrotz war es uns dennoch durch dieses Projekt möglich, uns mit dem Thema der systemnahen und somit hardwarenahen Programmierung näher auseinanderzusetzen. Wir konnten fernab der gewohnten höhersprachigen Programmiersprachen ein Blick hinter die oft simpel erscheinenden Abläufe eines Programms und die Arbeitsweise eines Computers werfen, wodurch das ein oder andere Verständnis vertieft und verbessert werden konnte.